

UNIVERZITET U BEOGRADU
GEOGRAFSKI FAKULTET

mr Sanja E. Mustafić

**GEOGRAFSKI FAKTORI
KAO DETERMINANTE
INTENZITETA EROZIJE
NA PRIMERU SLIVA NIŠAVE**

- DOKTORSKA DISERTACIJA -

BEOGRAD, 2012

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF GEOGRAPHY

Sanja Mustafić

**GEOGRAPHICAL FACTORS
AS EROSION INTENSITY
DETERMINANTS ON THE EXAMPLE
OF THE NIŠAVA RIVER BASIN**

- DOCTORAL DISERTATION -

BELGRADE, 2012

Mentor

dr Predrag Manojlović, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet

Članovi komisije

dr Vladan Ducić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet

dr Slavoljub Dragičević, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet

dr Stanimir Kostadinov, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet

Datum odbrane

.....

GEOGRAFSKI FAKTORI

KAO DETERMINANTE INTENZITETA EROZIJE

NA PRIMERU SLIVA NIŠAVE

REZIME

Erozija zemljišta zauzima sve značajnije mesto u sistemu savremenih geografskih, geomorfoloških i interdisciplinarnih istraživanja vezanih za probleme životne sredine. Kao globalni fenomen erozija zemljišta postaje važan faktor kauzalnosti između prirodne sredine s jedne strane i demografskih, ekonomskih i ekoloških aspekata razvoja određenog prostora s druge strane. Glavni karakter ovog procesa je isti u celom svetu, *ali je intenzitet procesa različit i zavisi od karakteristika navedenih faktora koji na datom prostoru deluju*. Shodno tome, nameće se potreba proučavanja interaktivnog i multikolinearnog delovanja prirodne sredine i ljudske aktivnosti na sam proces. Geografska proučavanja ove problematike predstavljaju polaznu osnovu konkretizacije kauzalnih odnosa sredine u kojoj procesi erozije u većoj ili manjoj meri deluju. Na taj način *geografski pristup* definiše determinaciju uzroka stanja, ali i potencijalnih posledica koje proces erozije zemljišta, izazvan prirodnim i antropogenim faktorima, implicira na stanje i kvalitet životne sredine.

S obzirom na složenost problematike, u disertaciji je interakcija između dominantnih fizičko-geografskih i antropogenih faktora, koji su uticali na promenu intenziteta erozivnih procesa tokom vremena, utvrđena na *primeru sliva Nišave*. U tom smislu *osnovni ciljevi istraživanja* su: kvantifikacija intenziteta mehaničke i hemijske vodne erozije; prostorno-vremenska distribucija intenziteta erozije; utvrđivanje trenda promene intenziteta erozivnog procesa; utvrđivanje odnosa između hemijske i mehaničke vodne erozije; determinisanje dominantnih geografskih faktora koji utiču na intenzitet erozije zemljišta. Kako *zadaci istraživanja* proizilaze iz definisanog cilja istraživanja, mogu se podeliti u više kategorija: ocena postojeće metodologije istraživanja i konceptijski pristup proučavanja erozije; optimizacija veličine jediničnih polja u cilju ekonomičnog i egzaktnog utvrđivanja intenziteta erozije; numerička

diferencijacija fizičkogeografskih i antropogenih faktora; formiranje baze podataka i njene implementacije u GIS; statistička analiza raspoloživih podataka i formiranje matematičkih modela koji definišu stanje intenziteta erozivnih procesa.

Imajući u vidu činjenicu da se erozijom zemljišta bave stručnjaci različitih profila, svaka u domenu svog istraživanja koristi odgovarajuće modele i metode, postavlja odgovarajuće ciljeve i ukazuje na složenost samog procesa. Iz tog razloga u naučnoj i stručnoj literaturi figurira veliki broj različitih metoda i modela. Njihova primena u prvom redu mora biti bazirana na usklađenosti samog metoda ili modela sa stvarnim stanjem na terenu.

U metodološkom kontekstu okosnicu rada čini primena tri grupe metoda: *empirijski metod*, *hidrotehnički* i *hidrohemijski metod*. Primenom empirijskog i hidrotehnički metoda utvrđen je intenzitet promene erozivnog procesa i promene u pronosu nanosa za višegodišnji period osmatranja; a kombinacija *hidrotehničkog* i *hidrohemijskog metoda* omogućila je utvrđivanje pronosa suspendovanog i hemijski rastvorenog nanosa u periodu neposrednih terenskih opservacija za period 2009-2010. godina.

Kako intenzitet erozije zavisi od više faktora, u cilju diferencijacija faktora, kao i utvrđivanja koliki je njihov samostalni i interaktivan uticaj na promene intenziteta erozije, u disertaciji su primenjene i druge naučne metode: *metod geomorfološkog kartiranja*, *metode daljinske detekcije* i *statističke metode*. Uočavanje suštine proučavane pojave, njenog trenda, kao i značaja diferenciranih faktora koji na nju utiču, obrađeno je primenom korelacione analize, regresione analize, trend analize vremenskih serija i faktorske analize. U tu svrhu korišćen je komercijalni program *Statistica 10.0*, kao i *Mann-Kendall test*, koji pripada grupi neparametarskih statističkih testova. Za prostorno sagledavanje stanja erozivnog procesa podaci su implementirani u odgovarajući Geografski informacioni sistem. Izbor programskog paketa *Geomedia Intergraf* omogućio je kompleksnu komparativnu analiza prostora, što je pružilo mogućnost višestrukog modelovanja u smislu davanja različitih vrsta prospekcija, koje mogu da odslikavaju mehaniku samog procesa erozije, ali i svih pratećih faktora koji imaju veće ili manje dejstvo na isti.

Dalji rad podrazumeva uspostavljanje faznog postupka u cilju identifikacije promena koje su nastale na prostoru predmetnog sliva. U prvoj fazi sagledan je opšti

trend promene intenziteta erozivnih procesa. U drugoj fazi su utvrđeni dominantni faktori koji su na date promene uticali. U sledećoj fazi pristupilo se analizi faktora koji pod određenim uslovima mogu biti dominantni, odnosno u uslovima kada je njihov uticaj vremenski i prostorno ograničen.

Izabrani metodološki i konceptijski pristup i naglasak istraživanja na posmatranje dinamike procesa erozije zemljišta u okviru prostorno-vremenske dimenzije, rezultirao je sledećim zaključkom. Analiza fizičko-geografskih karakteristika terena pokazala je da je prostor sliva Nišave predisponiran za pojavu intenzivne erozije. Medjutim, uporedna analiza stanja erozivnih procesa 1970. i 2010. godine pokazala je da je došlo do smanjenja intenziteta i produkcije nanosa na prostoru čitavog sliva, dok je trend analiza vremenskih serija, takodje, pokazala uzastopno smanjenje pronosa suspendovanog u poredjenju sa prethodnim periodom.

Kontinuirano smanjenje produkcije i pronosa suspendovanog nanosa bilo je pod snažnim uticajem antropogenog faktora, a delimično i klimatskih promena. Uticaj klimatskih promena najviše se odrazio na pojavu faznog pomeranja koncentracija i pronosa suspendovanog nanosa. Konstatovane sezonske promene u količini i intenzitetu padavina, odrazile su se na promene u trendu proticaja, koje su ostavile posledice na erozivni proces - došlo je do faznog pomeranja koncentracija suspendovanog nanosa od početka leta ka početku proleća.

Rezultati analize odnosa izmedju padavinskih uslova, oticanja, koncentracija i pronosa suspendovanog materijala ukazuju na složenu transportnu dinamiku sedimentnog nanosa od njihovog izvora do rečnog toka. Unutargodišnja raspodela datih varijabli pokazala je postojanje dugoročnog histerezis efekta, koji je prostorno diferenciran kroz pojavu tri različite vrste petlji, što znači da u slivu ne postoji jedinstven obrazac preko koga je moguće utvrditi njihovo medjusobno delovanje.

Pronos suspendovanog i hemijski rastvorenog nanosa u najvećoj meri definiše promena u količini oticajne vode. Oba tipa rečnog nanosa posmatrana kroz hidrološku komponentu imaju snažno izraženo sezonsko obeležje. Sliv u celini, zapravo, karakteriše postojanje dve sezone u pronosu nanosa. Sezone su polarizovane na zimsko-prolećnu i letnje-jesenju sezonu, koje po svojim karakteristikama predstavljaju ekstremne varijante. Definisane odnosa izmedju suspendovanog i hemijski rastvorenog nanosa prema količini oticajne vode pokazalo je da u periodu malih i srednjih voda

hemijska erozija dominantna, dok je u uslovima povećane vodnosti mehanička vodna erozija ta koja dominira u sumarnom pronosu. Vremenska raspodela količine oticajne vode pokazala je da velike vode vremenski traju znatno kraće, ali se za vreme njihovog trajanja transportuje najveći deo suspendovanog nanosa, što ovaj tip rečnog nanosa definiše kao ekscesivnu kategoriju.

Ključne reči: suspendovani nanos, hemijski rastvoren nanos, intenzitet, geografski faktori, sliv Nišave, Srbija

Uža naučna oblast: fizička geografija

UDC: 911.2:551.311.21(497.11)

GEOGRAPHICAL FACTORS AS EROSION INTENSITY DETERMINANTS ON THE EXAMPLE OF THE NIŠAVA RIVER BASIN

SUMMARY

Soil erosion occupies more and more prominent place in the system of modern geographical, geomorphological and interdisciplinary researches related to environmental problems. As a global phenomenon, the soil erosion is becoming an important factor of causality between the environment on the one hand and the demographic, economic and environmental aspects of development of a particular area on the other side. The main character of this process is the same all over the world, *but the intensity of the process varies and depends on the characteristics of the specified factors acting on the given area*. Consequently, there is a need to study the interactive and multicollinear influence of the environment and human activities on the process itself. Geographical studies of this problem represent the basis of specifying causal relations of the environment where erosion processes are more or less active. In this way, the *geographical approach* defines determination of the condition causes, but also the potential consequences which the soil erosion process, caused by natural and anthropogenic factors, implies on the condition and quality of the environment.

Considering the complexity of the problem, in the thesis the interaction between the dominant physical-geographic and anthropogenic factors, which have contributed to the transformation of the erosion process intensity over time, is established on the example of the Nišava Basin. In this respect, *the main objectives of the research* are the following: quantification of the mechanical and chemical water erosion intensity; spatio-temporal distribution of the erosion intensity; trend determination of changes in the erosion process intensity; establishment of relations between the chemical and mechanical water erosion; determination of dominant geographical factors that affect the soil erosion intensity. As *research assignments* arise from the defined research objective, they can be divided into several categories: evaluation of the existing research methodology and conceptual approach to the erosion study; optimization of the unit field size in order to determine a cost-effective and exact erosion intensity; numerical

differentiation of physical-geographic and anthropogenic factors; establishment of a database and its implementation in the GIS; statistical analysis of the data available and formation of mathematical models that define the condition of the erosion process intensity.

Having in mind the fact that experts of various profiles deal with soil erosion, each in the domain of his research uses the corresponding models and methods, sets the appropriate objectives and points to the complexity of the process itself. For this reason, in the scientific and expert literature figures a large number of different methods and models. Their use in the first place must be based on compliance of the method or model itself with the actual condition in the field.

In the methodological context, the framework is made by application of three method groups: *the empirical method, hydro-technical and hydro-chemical method*. By applying empirical and hydro-technical methods, changes of the erosion process intensity and changes in deposit transport for the multi-year period of observation were determined; and the combination of the *hydro-technical and hydro-chemical methods* enabled the determination of silt and chemically dissolved deposit transport in the period of direct field observations for the period 2009-2010.

As the erosion intensity depends on many factors, and in order to differentiate the factors, as well as to determine what is their independent and interactive effect on changes in the erosion intensity, other scientific methods were also applied in the thesis: *geomorphological mapping method, remote sensing methods and statistical methods*. Realizing the essence of the studied phenomenon, its trend, and also the importance of differentiated factors that influence on it, was done by application of the correlation analysis, regression analysis, trend analysis of time series and factor analysis. For this purpose, a commercial program *Statistica 10.0*, and also the *Mann-Kendall test*, which belongs to the group of non-parametric statistical tests, were used. For the spatial assessment of the erosion process condition, the data were implemented in an appropriate Geographical Information System. The choice of a software package *Geomedia Intergraph* enabled a complex comparative analysis of space, offering the possibility of multiple modeling in terms of providing various types of screening, which may reflect the mechanics of the erosion process itself, as well as all supporting factors that are more or less of the same effect.

Further work involves the establishment of the phase procedure in order to identify changes that occurred in the area of the subjected basin. In the first stage the general trend of changes in the erosion processes intensity was considered. In the second phase, the dominant factors that influenced the mentioned changes were defined. In the next phase, we started with the analysis of the factors which under certain conditions could be dominant, that is, at a time when their influence was limited by time and space.

Selected methodological and conceptual approach and research emphasis on observations of dynamics of the soil erosion processes in the scope of a space-time dimension, resulted in the following conclusions. Analysis of the physical-geographical characteristics of the terrain showed that the area of the Nišava Basin was predisposed for the intense erosion occurrence. However, the comparative analysis of the erosion processes condition in 1970 and 2010, showed that there was a decrease in the intensity and deposit production in the area of the entire basin, while the trend analysis of time series also showed a consecutive reduction in the silt deposit transport compared with the previous period.

Continuous reduction of the silt deposit production and transport was strongly influenced by the anthropogenic factor, and partly by the climate changes. Impact of the climate changes affected mostly the occurrence of phase shifts of the silt deposit concentrations and transport. The identified seasonal changes in the amount and intensity of precipitation, reflected in changes of the discharge trend, which left the effects on the erosion process - there was a phase shift of silt deposit concentration from the beginning of summer to the beginning of spring.

The analysis results of the relations between precipitation conditions, runoffs, concentrations and silt deposit transport show a complex transport dynamics of sediment deposit from their spring to the river course. Distribution within the year of the given variables showed a long-term hysteresis effect, which was spatially differentiated by the appearance of three different kinds of loops, which meant that there was no single form through which it was possible to determine their interaction in the basin.

Transport of the silt and chemically dissolved deposit is largely defined by a change in the runoff water quantity. Both types of the river deposit observed through the hydrological component have strongly expressed seasonal characteristic. Basin as a

whole, in fact, is characterized by the existence of two seasons in the deposit transport. Seasons are polarized in the winter-spring and summer-autumn season, which by their performance represent extreme scenarios. Definition of the relations between the silt and chemically dissolved deposit by the amount of runoff water showed that the chemical erosion was dominant in the period of low and medium-sized water, while in terms of increased water level the mechanical water erosion was the one that dominated the summary transport. Temporal distribution of the runoff water quantity showed that increased water level periods last much shorter, but within the course of their duration, they transported most of the silt deposit, which this type of the river deposit defined as the excessive category.

Key words: suspended load, chemical load, erosion intensity, geographical factors, Nišava river basin, Serbia

Discipline: phisical geography

UDC: 911.2:551.311.21(497.11)

S A D R Ź A J

1. UVOD	1
1.1. EROZIJA ZEMLJIŠTA KAO GEOMORFOLOŠKI PROCES	1
1.2. DEFINISANJE PREDMETA ISTRAŽIVANJA	2
1.3. OSNOVNI CILJEVI I ZADACI ISTRAŽIVANJA	3
2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA	7
2.1. TEORIJSKO-METODOLOŠKE KONCEPCIJE ISTRAŽIVANJA	
MEHANIČKE I HEMIJSKE EROZIJE	7
2.1.1. METODOLOŠKI POSTUPCI U SVETU	8
2.1.2. METODOLOŠKI POSTUPCI I PREGLED GEOGRAFSKIH	
ISTRAŽIVANJA MEHANIČKE I HEMIJSKE EROZIJE U SRBIJI	16
2.2. PRIMENJENA METODOLOGIJA	22
2.2.1. IZVORI PODATAKA I FORMIRANJE BAZE PODATAKA	24
2.2.2. NAUČNE METODE ISTRAŽIVANJA I OBRADA PODATAKA	27
3. FIZIČKO-GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE SLIVA NIŠAVE	39
3.1. GEOGRAFSKI POLOŽAJ SLIVA	39
3.2. MORFOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE RELJEFA	41
3.3. GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE	55
3.4. KLIMATSKE KARAKTERISTIKE	65
3.5. HIDROLOŠKE KARAKTERISTIKE	82
3.6. PEDOLOŠKE KARAKTERISTIKE	104
4. PROSTORNA I VREMENSKA DISTRIBUCIJA	
INTENZITETA EROZIVNOG PROCESA U SLIVU NIŠAVE	110
4.1. KOEFICIJENT EROZIJE (Z)	111
4.2. PRODUKCIJA NANOSA (W)	129

5. DETERMINACIJA GEOGRAFSKIH FAKTORA	
NA INTENZITET EROZIVNIH PROCESA	148
5.1. INTERGODIŠNJA VARIJABILNOST SUSPENDOVANOG NANOSA ..	148
5.1.1. ODNOS IZMEDJU PROTICAJA I PRONOSA	
SUSPENDOVANOG NANOSA	148
5.1.2. ODNOS IZMEDJU KONCENTRACIJE I PRONOSA	
SUSPENDOVANOG NANOSA	160
5.1.3. DETERMINACIJA UTICAJA PROTICAJA I KONCENTRACIJA SILTA	
NA INTENZITET PRONOSA SUSPENDOVANOG NANOSA	162
5.1.4. TREND ANALIZA I DEKOMPOZICIJA VREMENSKIH SERIJA	164
5.2. ANTROPOGENI UTICAJ NA INTENZITET EROZIVNOG PROCESA ..	182
5.2.1. PROMENE PRODUKCIJE NANOSA SA ASPEKTA	
POKAZATELJA POPULACIONE DINAMIKE	184
5.2.2. PROMENE JAČINE EROZIVNOG PROCESA SA ASPEKTA	
PROMENE POPULACIONE VELIČINE NASELJA	190
5.2.3. PROMENA NAČINA KORIŠĆENJA ZEMLJIŠTA	196
5.2.4. PROTIVEROZIVNE MERE KAO FAKTOR SMANJENJA	
EROZIVNOG PROCESA	200
5.2.5. PROSTORNA DETERMINACIJA JAČINE EROZIVNOG PROCESA	
I ZONA KONCENTRACIJE STANOVNIŠTVA	202
5.3. INTRAGODIŠNJA VARIJABILNOST SUSPENDOVANOG NANOSA ...	205
5.3.1. OSNOVNE KARAKTERISTIKE KONCENTRACIJA	
SUSPENDOVANOG NANOSA	205
5.3.2. INTRAGODIŠNJA RASPODELA KONCENTRACIJA	
SUSPENDOVANOG NANOSA	212
5.3.2.1. UČESTALOST POJAVLJIVANJA MAKSIMALNIH I MINIMALNIH	
SREDNJEMESEČNIH KONCENTRACIJA SUSPENDOVANOG NANOSA	213
5.3.2.2. FAZNO POMERANJE UČESTALOSTI MAKSIMUMA SREDNJEMESEČNIH	
KONCENTRACIJA SUSPENDOVANOG NANOSA	215
5.3.3. OSNOVNE KARAKTERISTIKE PRONOSA	
SUSPENDOVANOG NANOSA	219

5.3.4. INTRAGODIŠNJA RASPODELA PRONOSA	
SUSPENDOVANOG NANOSA	227
5.3.4.1. UČESTALOST POJAVLJIVANJA MAKSIMALNIH I MINIMALNIH VREDNOSTI PRONOSA SUSPENDOVANOG NANOSA	228
5.3.4.2. FAZNO POMERANJE UČESTALOSTI MESEČNIH MAKSIMUMA PRONOSA SUSPENDOVANOG NANOSA	230
5.3.5. EFEKAT HISTEREZIS PETLJE	232
5.3.6. DETERMINACIJA FAKTORA FAZNOG POMERENJA	
KONCENTRACIJA I PRONOSA SUSPENDOVANOG NANOSA	240
5.4. DETERMINACIJA PRONOSA SUSPENDOVANOG NANOSA PREMA	
FREKVENCIJSKOJ DISTRIBUCIJI SPECIFIČNIH OTICAJA	244
5.4.1. DETERMINACIJA PRONOSA SUSPENDOVANOG NANOSA U ODNOSU NA STANJA EKSTREMNE VODNOSTI	253
5.5. INTENZITET SUSPENDOVANOG I HEMIJSKOG NANOSA	
U OPSERVACIJSKOM PERIODU 2009/2010. GODINE	256
5.5.1. SUSPENDOVANI NANOS	256
5.5.1.1. OSNOVNE KARAKTERISTIKE KONCENTRACIJA SUSPENDOVANOG NANOSA	256
5.5.1.2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE PRONOSA SUSPENDOVANOG NANOSA	261
5.5.1.3. KOMPARATIVNA ANALIZA KONCENTRACIJA I PRONOSA SUSPENDOVANOG NANOSA PO IZDVOJENIM SUBSLIVOVIMA	265
5.5.1.4. SEZONSKA VARIJABILNOST SUSPENDOVANOG NANOSA	272
5.5.2. HEMIJSKI RASTVOREN NANOS	275
5.5.2.1. OSNOVNE KARAKTERISTIKE RASTVORENIH MINERALNIH MATERIJA.....	275
5.5.2.2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE PRONOSA HEMIJSKI RASTVORENOG NANOSA	278
5.5.2.3. KOMPARATIVNA ANALIZA RMM I HEMIJSKI RASTVORENOG NANOSA PO IZDVOJENIM SUBSLIVOVIMA	283
5.5.2.4. SEZONSKA VARIJABILNOST RASTVORENIH MINERALNIH MATERIJA.	293

5.3.3. BILANS NANOSA	296
5.3.3.1. KOMPARATIVNA ANALIZA IZMEDJU KONCENTRACIJA SILTA I RMM	296
5.3.3.2. KOMPARATIVNA ANALIZA PRONOSA SUSPENDOVANOG I HEMIJSKI RASTVORENOG NANOSA	300
5.3.3.2.1 Sumarna erozija, prostorna komparacija i sezonska varijabilnost	301
5.3.3.2.2. Lančani indeksi dinamike promena	305
5.3.3.2.3. Frekvencijska distribucija pronosa suspendovanog i hemijskog nanosa prema klasama specifičnih oticaja	311
5.3.3.2.4. Vremenska distribucija i ekcesivnost erozivnog procesa	315
5.6. UPOREDNA ANALIZA VARIJABILNOSTI SUSPENDOVANOG NANOSA KRATKOROČNOG I DUGOROČNOG PERIODA OSMATRANJA	320
5.6.1. PADAVINE KAO DETERMINANTA INTENZITETA EROZIVNOG PROCESA	329
5.6.2. TEMPERATURA VAZDUHA KAO DETERMINANTA INTENZITETA EROZIVNOG PROCESA	330
5.7. DETERMINACIJA SEZONE (GODIŠNJEG DOBA) KAO FAKTORA INTENZITETA EROZIVNOG PROCESA	335
6. DISKUSIJA	343
7. ZAKLJUČAK	363
8. LITERATURA	365
9. PRILOZI	383

1. UVOD

1.1. EROZIJA ZEMLJIŠTA KAO GEOMORFOLOŠKI PROCES

Geomorfologija se izdvaja kao ključna nauka za razumevanje kompleksnih odnosa u prirodi, morfološke evolucije, egzodinamike i endodinamike, geološke prošlosti i sadašnjosti određenog prostora. "Fundamentalni zadatak savremene geomorfologije jeste kvantifikacija i provera dosadašnjih kvalitativnih sudova. To je put da bi se došlo do dovoljno egzaktnih činjenica, na bazi kojih bi se došlo do kvantitativno novih i egzaktnih sudova o uzrocima i prirodi različitih prirodnih procesa" (Lazarević R., 2004). Kako je jedan od najznačajnijih prirodnih procesa erozija zemljišta, geomorfologija kao matična nauka o eroziji treba da pruži niz odgovora.

Eroziji zemljišta kao geomorfološkom procesu može se prići sa više aspekata. Među najvažnije zadatke iz oblasti erozije spada ispitivanje i utvrđivanje tipa i intenziteta erozivnog procesa. S druge strane, u cilju modelovanja intenziteta procesa u prošlosti i budućnosti, potrebno je analizirati i numerički definisati pojedinačni, ali i interaktivni uticaj relevantnih faktora. Jasno je da su erozivni procesi veoma složeni i da im se može prići sa više stanovišta. U zavisnosti od izabranog metodološkog i konceptijskog pristupa naglasak istraživanja može biti na samom procesu, pri čemu su istraživanja bazirana na proučavanju međusobnih uticaja hidrosfere, litosfere, atmosfere i biosfere, ili posmatranje dinamike procesa u okviru prostorno-vremenske dimenzije.

Geomorfološka istraživanja pokrivaju oblasti kao što su, između ostalog, transport i pronos sedimentnog, vučenog i hemijski rastvorenog nanosa, uticaj globalnih promena, prirodnih nepogoda i ekstremnih događaja na intenzitet procesa, utvrđivanje trenda promena, kao i predviđanje mogućih scenarija u budućnosti. Shodno tome, bazična geomorfološka istraživanja mogu biti iz domena dinamičke, regionalne ili klimatske geomorfologije. S druge strane, sve prisutnije studije degradacija prirodne sredine i zemljišta otvorile su nova polja istraživanja koja svoj opus baziraju na ekološkim osnovama, tako da je i ovaj domen istraživanja uspešno inkorporiran u oblast ekogeomorfologije.

Imajući u vidu činjenicu da je proces erozije zemljišta pod uticajem različitih klimatskih promena, učestalosti ekstremnih hidroloških događaja ili ljudskih aktivnosti kao što su krčenje šuma ili njihovo obnavljanje, prekomerno napasanje stoke, izgradnja vodnih akumulacija i sl, naglašena je uloga geomorfologa u izučavanju navedenog procesa. Ta uloga se, kako konstatuje Lazarević R, prevashodno odnosi na doprinos geomorfologa da može da objasni ne samo geomorfološke procese, već da kao geograf da kompleksnu ocenu stanja i kvaliteta svih relevantnih faktora koji na date procese utiču, a posebno da svojim radom utiče na saradnju sa drugim istraživačima koji proučavaju problematiku erozije zemljišta i na taj način doprinese aplikativnosti samih rezultata.

1.2. DEFINISANJE PREDMETA ISTRAŽIVANJA

Erozija zemljišta zauzima sve značajnije mesto u sistemu savremenih geografskih, geomorfoloških i interdisciplinarnih istraživanja vezanih za probleme životne sredine. Kao globalni fenomen postaje važan faktor kauzalnosti između prirodne sredine s jedne strane i demografskih, ekonomskih i ekoloških aspekata razvoja određenog prostora s druge strane. Prema tome, proces vodne erozije uslovljen je mnogim faktorima kao što su reljef, zemljište, klima, vegetacija i ljudska delatnost. Glavni karakter ovog procesa je isti u celom svetu, *ali je intenzitet procesa različit i zavisi od karakteristika navedenih faktora koji na datom prostoru deluju*. Shodno tome, nameće se potreba proučavanja interaktivnog i multikolinearnog delovanja prirodne sredine i ljudske aktivnosti na sam proces. Geografska proučavanja ove problematike predstavljaju polaznu osnovu konkretizacije kauzalnih odnosa sredine u kojoj procesi erozije u većoj ili manjoj meri deluju. Na taj način geografski pristup definiše determinaciju uzroka stanja, ali i potencijalnih posledica koje proces erozije zemljišta, izazvan prirodnim i antropogenim faktorima, implicira na stanje i kvalitet životne sredine.

S obzirom na složenost problematike, *ovim radom će se utvrditi interakcija između dominantnih fizičko-geografskih i antropogenih faktora koji su uticali na promenu intenziteta erozivnih procesa tokom vremena, a na primeru sliva Nišave*. Izbor ovog prostora nije slučajna. Sliv Nišave karakteriše se nizom specifičnosti kako u

pogledu fizičko-geografskih, tako i u pogledu naseobinsko-populacionih karakteristika. Teritorija sliva Nišave prema postojećoj Karti erozije (Grupa autora, 1983) odlikuje se znatnim udelom površina koje su pod uticajem jake i ekscesivne erozije. Osetljivost prostora na razne vrste prirodnih nepogoda prema Karti prirodnih hazarda Srbije (Dragičević S., et al., 2011a), takodje upućuje na specifičnost sliva. Ovaj sliv prema svim karakteristikama ima odlike bujičnog karaktera. Istorijski posmatrano, na prostoru sliva zabeleže su poplave većih razmera u decembru 1952, februaru 1955, aprilu 1958, februaru 1963, februaru 1966, februaru 1969, junu 1976, aprilu 1987, junu 1988, novembru 2007 (Stefanović M., et al, 2010). Pored razorne moći, bujičnim poplavama transportuje se i znatna količina erodovanog materijala. Nastale promene u demografskom i naseobinskom pogledu specifične za planinske delove Srbije, bile su dominantno izražene i na prostoru Ponišavlja. Interakcija između prirodnih i antropogenih faktora omogućava da se jasno utvrdi trend tih promena i njihove implikacije na inzentitet erozivnog procesa. Promene u intenzitetu erozivnih procesa, koje su uočene u poslednjih nekoliko decenija, sagledaće se sa više aspekata shodno postavljenom cilju i zadacima istraživanja.

1.3. OSNOVNI CILJEVI I ZADACI ISTRAŽIVANJA

U sadejstvu sa navedenim predmetom istraživanja, izdvojeno je nekoliko osnovnih ciljeva istraživanja.

Kvantifikacija intenziteta mehaničke i hemijske vodne erozije. Ovaj cilj podrazumeva egzaktno utvrđivanje pronosa suspendovanog i hemijski rastvorenog nanosa koji je etapno pokrenut ali i iznet sa pojedinih segmenata sliva. S druge strane utvrdiće se intenzitet erozivnih procesa, kao i količina produkovanog materijala na prostoru sliva Nišave.

Prostorno-vremenska distribucija intenziteta erozije. Proces hemijske erozije je kontinualan i nije podložan velikim fluktuacijama tokom vremena. Za razliku od toga mehanička vodna erozije je ekscesivna. Iz tog razloga se nameće potreba utvrđivanja promene intenziteta erozivnih procesa koje su nastale tokom poslednjih decenija. Kako je Karta erozije SR Srbije urađena sedamdesetih godina XX veka, potrebno je odrediti

sadašnje stanje erozivnih procesa u slivu i komparativnim pristupom utvrditi nastale promene. Shodno izraženim heterogenim fizičkogeografskim karakteristikama sliva i različitim antropogenim uticajima, posebna pažnja biće posvećena prostornoj distribuciji stanja erozivnih procesa. U tom smislu razmatraće se regionalni aspekt nastalih promena u samom slivu, što podrazumeva izdvajanje subslivova i međuslivova sa aspekta njihove visinske distribucije, kao i njihov intenzitet po izdvojenim jediničnim poljima. Posebna pažnja biće usmerena na godišnje, sezonske, mesečne i dnevne promenljivosti koncentracija i pronosa nanosa u dužem vremenskom periodu, kao i na situacije u ekstremnim meteorološko-hidrološko-erozivnim uslovima.

Utvrdjivanje trenda promene intenziteta erozivnog procesa. Jedan od osnovnih ciljeva istraživanja je da analizira višegodišnje varijacije sedimentnog opterećenja na osnovu raspoloživih perioda osmatranja, a u cilju dobijanja odgovora da li je za dati vremenski period došlo do smanjenja ili povećanja intenziteta erozije i zbog čega.

Utvrdjivanje odnosa između hemijske i mehaničke vodne erozije. Komparativnom analizom pronosa suspendovanog i hemijskog nanosa cilj je da se utvrdi njihov međusobni odnos i ustanovi koji tip nanosa i u kojim datim uslovima sredine dominira.

Determinisanje dominantnih geografskih faktora koji utiču na intenzitet erozije zemljišta. Cilj rada je da se kompleksno analizira uticaj fizičko-geografskih faktora, kao i ljudskih aktivnosti na ustanovljenu promenu u pronosu nanosa i intenzitetu erozivnog procesa i da se rasvetle uzroci takvog trenda. Kako je uticaj faktora veoma različit, cilj istraživanja je da se utvrdi koji su to dominantni geografski faktori i u određenoj meri koliki je njihov pojedinačan i interaktivan uticaj na navedene procese.

Kako zadaci istraživanja proizilaze iz definisanog cilja istraživanja, mogu se podeliti u više kategorija.

Ocena postojeće metodologije istraživanja i konceptijski pristup proučavanja erozije. Problem erozije je već više godina predmet istraživanja geomorfologa širom sveta. U našim uslovima relativno se mali broj geomorfologa bavio tom problematikom. Kao osnovni zadatak navedenog rada nameće se potreba analize postojeće metodologije koja se koristi u Srbiji, a u sadejstvu sa postojećim empirijskim metodama u svetu, ali i davanje novog geomorfološkog i geografskog koncepta proučavanju ovog procesa.

Optimizacija veličine jediničnih polja u cilju ekonomičnog i egzaktnog utvrđivanja intenziteta erozije. Kako finalna karta intenziteta erozivnih procesa treba da pruži uvid u prostorno-vremensku promenljivost proučavane pojave, za detaljnije sagledavanje prostornih razlika potrebno je operirati sa malim jediničnim površinama. One na najbolji način odražavaju interaktivno dejstvo svih relevantnih faktora. U tom smislu formiraće se mreža jediničnih polja, odnosno "grid sistem" različitih dimenzija. Na taj način će se utvrditi optimalna veličina jediničnih polja sa aspekta preciznosti i obima posla da bi se dobili precizni podaci, odnosno rezultati.

Numerička diferencijacija fizičkogeografskih i antropogenih faktora. Uticaj geografskih faktora na eroziju najprikladnije se može oceniti komparativnim pristupom koji podrazumeva analitičko-sintetičku obradu svih relevantnih parametara. Ovakav pristup nalaže višefazni način obrade podataka. U prvoj fazi obradiće se osnovni fizičkogeografski faktori koji utiču na proces erozije: litološki sastav, reljef, klima, hidrološki uslovi, vegetacija i pedološki pokrivač. Druga faza obuhvata obradu uticaja antropogenih faktora na proces erozije: demografske promene, raspored stanovništva i naselja, način korišćenja zemljišta i biotehničke mere zaštite zemljišta od erozije. Nakon ovakve obrade svih relevantnih faktora, jedan od osnovnih zadataka jeste i utvrđivanje njihovog pojedinačnog i interaktivnog uticaja na stanje i intenzitet erozivnih procesa u slivu. Pri tome, potrebno je i definisati koliki uticaj na navedeni proces imaju faktori koji su manje podložni promenama tokom vremena, tzv. nepromenljivi faktori (litološki sastav, reljef, ugao nagiba, pedologija) od faktora koji imaju tendenciju fluktuacije, tzv. promenljivi faktori (klimatski, hidrološki, vegetacijski i antropogeni).

Formiranje baze podataka i njene implementacije u GIS. Erozijska zemljišta, kao integralni deo geografskog prostora, predstavlja veoma složenu oblast istraživanja, sa izrazito kompleksnim međuzavisnostima prirodne i društvene sredine. S toga je neophodno sve podatke adekvatno prikupiti, sistematizovati, analizirati i na kraju kartografski prikazati. Prema tome, sagledavanje procesa erozije zemljišta u celini jedino je moguće kroz formiranje sveobuhvatne baze podataka, odnosno uspostavljanje jedinstvenog informacionog sistema. Geografski informacioni sistem, kao najefikasniji, najkompleksniji i najintegralniji sistem informacija o prostoru, omogućava objedinjavanje, analitičku i sintetičku obradu svih navedenih podataka.

Statistička analiza raspoloživih podataka i formiranje matematičkih modela koji definišu stanje intenziteta erozivnih procesa. Velika količina podataka koja rezultira sumom svih relevantnih geografskih faktora, ne može se adekvatno obraditi bez odgovarajuće statističke podrške. U tom smislu koristiće se adekvatni komercijalni, ali i usko stručni računarski programi koji će dati odgovor na pojedinačni i interaktivni uticaj niza geografskih faktora na intenzitet erozije.

2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

2.1. TEORIJSKO-METODOLOŠKE KONCEPCIJE ISTRAŽIVANJA MEHANIČKE I HEMIJSKE EROZIJE

Proučavanje erozivnih procesa bazirano je na primeni različitih vrsta metoda i modela. Ograničenja i nezadovoljavajući rezultati tradicionalnih istraživačkih postupaka, stimulisali su mnogobrojna kvantitativna istraživanja. Razvoj regresionih, konceptualnih i empirijskih modela, njihova primenljivost i tačnost zasniva se, pre svega, na tačnosti ulaznih parametara koji figuriraju u njima. U tom smislu, na prvom mestu istakla se neohodnost razvika parametrizacije koji na pravi način karakterišu atmosferske, padinske, pedološke, hidrološke, fluvijalne i sve druge procese koji direktno ili indirektno utiču na eroziju zemljišta.

Klasifikacija metoda može biti različita u zavisnosti od kriterijuma koji se za klasifikaciju koristi. Ali ono što je najvažnije je to kolika će biti njihova primenljivost. U prvom redu ona mora biti bazirana na usklađenosti samag metoda ili modela sa stvarnim stanjem na terenu. Posmatrano sa tog aspekta u ovom radu biće pomenuti samo oni metodi i modeli za proučavanje mehaničke vodne erozije koji imaju najširu verifikaciju i primenu u svetskim razmerama. S druge strane, mnoge zemlje su razvile sopstvene metode u pokušaju da što preciznije kvantitativno definišu stanje erozivnih procesa. Iz tog razloga biće sagledani samo one koje su dobile naučnu verifikaciju na regionalnom nivou.

Imajući u vidu činjenicu da se erozijom zemljišta bave stručnjaci različitih profila, svakao u domenu svog istraživanja postavlja odgovarajuće ciljeve i ukazuje na složenost samog procesa. Iz tog razloga u naučnoj i stručnoj literaturi figurira veliki broj različitih metoda i modela. Da bi se na adekvatan način izučavao proces erozije sa geografskog aspekta neophodno je sagledati postojeće metode istraživanja u svetu i u Srbiji, a na osnovu raspoloživog monitoringa utvrditi koja metoda i koji postupci se mogu primeniti sa svrhom da na adekvatan način daju odgovore na postavljene ciljeve i zadatke istraživačkog rada. S obzirom da je akcenat pri izradi ovog rada dat na geografsku konotaciju proučavanja erozije, logičan sled je da je odabir metoda koji je prikazan baziran je na geografskoj osnovi. Drugim rečima, izabrani su oni metodi koji

imaju najširu primenu u geografskim istraživanjima erozivnih procesa, dok se primenljivost metoda za inženjerske i druge svrhe nisu razmatrali, što ne znači da drugi modeli imaju manji naučni i aplikativni značaj.

2.1.1. METODOLOŠKI POSTUPCI U SVETU

Empirijske matematičke metode su neodvojivi deo svakog istraživanja erozivnih procesa. Najčešće se kao sredstvo istraživanja koriste postojeće (stvarne), očekivane (prognozirane) i moguće (potencijalne) vrednosti erozije. Pogodnost primene metoda zavisi od oblasti koja se istražuje, tipa istraživanja i dostupnosti podataka. Nedostatak podataka i njihova tačnost su glavni problemi u primeni empirijskih metoda. Zato je u takvim slučajevima korišćenje pojedinih jednačina ograničeno.

Za proučavanje *intenziteta mehaničke vodne erozije* tokom vremena razvile su se mnogobrojne metode. Generalno sve se one mogu podeliti u dve grupe: metode koje su prihvaćene na globalom nivou i metode regionalne rasprostranjenosti.

Jednačine za izračunavanje intenziteta erozije globalne rasprostranjenosti. U ovu grupu u prvom redu spadaju empirijske metode čiji se krajnji rezultat odnosi na proračun *prosečnog godišnjeg gubitka zemljišta*.

USLE metod. Metoda *Universal Soil Loss Equation (USLE)* razvijena je od strane američkih naučnika u okviru Nacionalnog informacionog centra za oticanje i gubitke zemljišta za nauku i obrazovanje. Centar je osnovan 1954. godine sa ciljem da razvije jedinstvenu metodologiju za proučavanje erozivnih procesa. Nastala je kao rezultat analize merenja dobijenih sa 49 lokacija širom SAD-a, koje su pružile oko 11000 podataka. Wischmeier V. je formulu objavio prvi put 1958. godine, koja je tokom narednih 20 godina dopunjavana, a konačne rezultate svojih istraživanja objavio je 1978. godine (Wischmeier and Smith, 1978) Kao takva ona je ostala standardna referenca i u današnjim istraživanjima. USLE je danas u širokoj upotrebi i prema International Soil and Water Conservation Society primarno sredstvo konzervacije zemljišta u svrhu planiranja prostora.

Za izračunavanje gubitka zemljišta koristi se 7 glavnih faktora. Jednačina daje podatke za procenu uticaja klime (preko faktora eroziona snage kiše - E), osobina zemljišta (faktor erodibilnost zemljišta - K), topografije (faktor dužine padine - L i

faktor nagiba padine - S), vegetacije (faktor biljnog pokrivača - C), kao i uticaja konzervacijskih postupaka (faktor protiverozionih mera i radova - P).

Upotreba metoda je ograničena, pre svega, za predviđanje gubitaka tla za višegodišnje periode. Značaj metoda ogleda se u činjenici da pruža mogućnost praćenja geneza nanosa. Promene u razvoju erozivnih procesa predstavljene su kvantitativnim veličinama, i kao takva ima značajnu ulogu za definisanje procesa erozije kao globalnog fenomena. Prednost metoda zasniva se u mogućnosti upotrebe bez geografskih i klimatskih ograničenja. Primena metoda ima veliki značaj prilikom utvrđivanja adekvatnih mera zaštite prostora, racionalno antierozivno planiranje i uređenje, jer je moguće pratiti evoluciju faktora jednačine u zavisnosti od planiranih mera. Nedostatak metoda ogleda se u nemogućnosti primene u uslovama naglog gubitka zemljišta, na primer used bujućnog poplavnog talasa i ekstremnih kratkotrajnih padavina (Kostadinov S., 2008). Na prostoru Srbije prvi put je primenjen u modifikovanoj verziji na primeru dela Ponišavlja (Perović V., et al, 2012).

RUSLE metod. The Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) razvijen je od strane naučnika iz SAD-a kao deo opštih napora da se obezbedi više informacija koje nemaju upotrebu samo u poljoprivredi, već i u drugim oblastima. Nastala je kroz objedinjena istraživanja građevinskih inženjera i inženjera poljoprivrede, pedologa, agronoma, geologa, hidrologa i geomorfologa. Predstavlja modifikovanu varijantu USLE metoda, ali zadržava njenu strukturu. Modifikacije pojedinih faktora, kao i snažnija tehnička podrška izražena kroz optimalnije korišćenje baze podataka, omogućile su širu primenu ovog metoda. Ona se ogleda u oblastima izražene antropogene delatnosti, kao što su rudarski kopovi i njihovo okruženje, sanitarne deponije, urbani sistemi, građevinsko zemljište i sl. (Renard et. al, 1997). Izmene USLE modela koje su inkorporirane u RUSLE prvenstveno se odnose na reviziju kišnog erozivnog faktora (R), uvažavanje sezonskog karaktera varijabilnosti faktora erodibilnosti zemljišta (K), kao i modifikovanje faktora dužine padine (L) i faktora nagiba (S) na način da se uzima u obzir podložnost zemljišta na linijsku eroziju (Renard K.G., et al., 1991.) Razvojem softverskih tehnologija vremenom su razrađene verzije RUSLE modela, poznate kao RUSLE 1,06 i RUSLE 2. Ovi programi dizajnirani su da rade u novijim Windows okruženjima sa ciljem da korisnicima obezbede bolju vizuelizaciju podataka i manipulaciju nad njima. Poslednja verzija daje bolje

informacije o interakcijama između faktora tokom simulacije erozivnih procesa, što ima za posledicu i jasnije i preciznije rezultate (Toy, T.J., Foster, G.R., and Renard, K.G., 2002)

Morgan-Morgan-Finney metod je razvijen objedinjavanjem rezultata istraživanja od strane geomorfologa i inženjera poljoprivrede. Metod su razvili Morgan i Finey 1984. godine, a zasniva se na proračunu predviđanja godišnjeg gubitka zemljišta sa prostora ranga veličine parcele na padinama. Osnova modela bila je da, pored nastojanje da zadrži univerzalnost USLE metoda, obuhvati i savremeni napredak u razumevanju erozivnih procesa. Za njegovo korišćenje potrebno je 15 ulaznih parametara i 6 operativnih funkcija. Zasniva se na razdvajanju procesa erozije tla na dve faze: vodenu fazu i fazu nanosa, odnosno sedimentacije. Model u osnovi upoređuje predviđanje ukupnog odvajanja zemljišnih čestica, koje je uzrokovano udarom kišnih kapi, i oticaja sa svojim transportnim kapacitetom i određuje nižu od dve vrednosti kao godišnju stopu zemljišnih gubitaka. Na osnovu toga označava da li je odvajanje ili transport čestica limitirajući faktor erozivnog procesa (Morgan R.P.C., 1995)

Revidirana verzija MMF metoda (Morgan R.P.C., 2001) dala je rezultate koji pokazuju da model obezbeđuje tačnije informacije o poreklu nanosa i kvantifikaciji godišnjeg pronosa nanosa, i to na nivou koeficijenta korelacije od 0,94 za oticanje, odnosno 0,84 za nanos. Po nekim autorima ovaj metod ima snažnije fizičko-geografske osnove nego USLE, lakši je i fleksibilniji, i kao takav primenljiviji za modelovanje erozivnih procesa (Berk Ustun, 2008)

Metode radionukleida. Poslednjih nekoliko decenija istraživanja zasnovana na tehnici korišćenja Cs 137 su pokazala da merenje intenziteta erozije zemljišta, ali i akumulacije nanosa daju brze, efikasne i precizne rezultate. Metod je razvio Walling D. osamdesetih godina XX veka, dajući geografsku i ekološku konotaciju istraživačkom postupku, interpretaciji i primeni rezultata. Ovaj metod je kombinovanog tipa, zahteva terenske i laboratorijske postupke. Prvi se odnose na kriterijume za izbor lokacije prilikom uzimanja uzoraka zemljišta, kao i tehniku samog uzorkovanja. Laboratorijski postupci zasnivaju se na utvrđivanju koncentracija preko gama zraka, tj. primenom spektrometrije kao metode. Prednost metode zasniva se na činjenici da praćenje radioaktivnog poluživota omogućava da intenzitet erozivno-akumulativnog procesa stavimo u vremenski okvir. Primena metoda je široko rasprostranjena. Pored rezultata

dobijenih na prostoru zapadne Evrope, široko je prihvaćena od strane geografa u Rusiji (Pannin V.A., Walling D.E., Golosov V.N., 2001, Belyaev V.R. et al, 2005), a u novije vreme istraživanja ovog tipa počela su i u Srbiji (Nenadović S., et al., 2010). Tehnika korišćenja Pb 211 i Be 7, takodje je široko rasprostranjena. Iako je moguće da se istovremeno mere oba nukleida, u praksi je uobičajeno da se rezultati dobijaju na osnovu merenja pojedinačnih nukleida. Ova dva nukleida najčešće se koriste za površine kod kojih se eksponencijalno smanjuje broj nukleida sa dubinom. Pažljivo i temeljno rukovanje zemljištem najvažnija je komponenta ove vrste istraživanja. To je oblast u kojoj su sistematske ili slučajne greške moguće, pri čemu se njihov uticaj na tačnost podataka znatno smanjuje. Naročito treba voditi računa da se izbegne kontaminacija uzoraka izvan uzorkovane oblasti (Liughran R.J., Wallbrink P.J., Walling D.E., Appleby P.G., 2003)

Poznato je da se mnoge empirijske jednačine ne mogu lako primenjivati na isti način u različitim zemljama, uprkos mnogim naporima da se izvedu istinski "univerzalni" modeli. Neadekvatna primena svetski priznatih metoda može se okarakterisati dvojako: najčešće zbog nedovoljno preciznog monitoringa svih parametara koji u njima figuriraju, ali i nedostatka potrebnih parametara. Ponekad greške nastaju u preteranom pojednostavljivanju realnih problema procene erozije, tj. postojanje velikog stepena generalizacije procesa. To je uticalo da mnoge zemlje ili regioni razviju sopstvenu metodologiju istraživanja, odnosno specijalizovane modele koji su, s druge strane, specifični za konkretne lokacije.

Iako su dobili samo ograničenu pažnju u međunarodnoj literaturi, neki od metoda dobili su naučnu verifikaciju na regionalnom nivou. Često su takvi modeli kombinacija kvalitativnih i kvantitativnih postupaka, te se u celini mogu svrstati u kategoriju *polu-kvantitativnih metoda*. Bazirane su na bodovnom sistemu, i kao takve u literaturi poznate kao *scoring modeli* (De Vente J., Poesen J., Verstraeten G., 2005).

Soil Erosion Model for Mediterranean areas (SEMMED) model. Modeli erozije kao što je USLE ili MMF u svom izvornom obliku prilikom računanja intenziteta erozije zanemaruju transport i taloženje erodovanog (pokrenutog) materijala, te su kao takvi eroziju tla tretirali više kao opis, a ne kao proces. Međutim, razvojem računarske tehnike i GIS-a, u međjuvremenu su razvijeni modeli koji uključuju i ove faze erozivnog procesa. Time je u omogućeno da računanje erozije zemljišta ne bude

tretirano kao skup nezavisnih faktora koji utiču na sam proces, već kroz sistem transparentnih lejera i poligona. Jedan od modela koji tretira transportnu komponentu erozivnog procesa je SEMMED model. Ovaj model za osnovu u suštini koristi Morgan-Morgan-Finney metod, modifikovan tako da se kao ulazni podaci mogu koristiti podaci daljinske detekcije. Time je omogućeno da kontinualne varijacije i rezoluciju podataka ti programi mnogo bolje odslikavaju prirodu prostornih i vremeskih promena, nego što je slučaj sa merenjima izvedenim samo na ograničenom broju tačaka. De Jong je poboljšanje predikcione moći modela izveo iz DEM-a koji je korišćen za računanje distributivne karte kapaciteta transporta sedimenata preko topoloških i geometrijskih karakteristika terena. Prednost korišćenja SEMMED-a, polu-kvantitativnog modela ogleda se u mogućnosti da simulira procese na regionalnom nivou sa visokom tačnošću, ali pod uslovom da raspolaže sa DEM-om visoke rezolucije i multi-vremenskim setom satelitskih snimaka vegetacionog pokrivača. (De Jong, S.M., 1994;. De Jong S.M, et al, 1999).

Pacific Southwest Inter-Agency Committee (PSIAC) model. Jedan od najpoznatijih polu-kvantitativnih modela je razvijen u jugozapadnom delu SAD za primenu u sušnim i polu-sušnim oblastima (PSIAC, 1968), testiran na 28 manjih slivova. U modelu figurira devet faktora koji se odnose na zaštitnu ulogu vegetacije, način korišćenja zemljišta, geološku podlogu, uticaj klime i topografije i transport nanosa. Iako je model prijavljen kao efikasan kako u manjim tako i u većim slivovima, uglavnom je primenjivan na manjim slivovima, ali se ne preporučuje za slivove manje od 25 km².

Razvojem GIS tehnologija, omogućeno je povećanje objektivnosti metoda za pojedine faktore, naročito topografske parametre (npr. nagib je sveden na 30 m rezoluciju). Primena ovog modela kroz rastersku mrežu osnova je geografskog informacionog sistema; primenjen je za generisanje karte erozije u semiaridnim slivovima u Iranu (Tangestani M., 2005). Njegova primena pokazala je veću preciznost u odnosu na Erosion Potential Method (EPM). Model se kao praktičan pokazao u uslovima gde nema ekzaktnih terenskih istraživanja, kao i u državama koje nemaju jasno razvijen monitoring zemljišta i voda. Uz izvesnu kalibraciju, primenjen je u severnoj Etiopiji, gde se pokazalo da se može koristiti u ekstrapolaciji podataka za oblasti gde nema dovoljno detaljnih informacija (Heregeweyn N. et al, 2005. Studija

rađena u Španiji pokazala je da ovaj polu-kvantitativni pristup može da obezbedi relativno precizne i pouzdane podatke o intenzitetu erozije u okviru malih i srednjih slivova, a sa relativno malim zahtevom za ulazne podatke (Deventer J., Poesen J. and Verstraeten G., 2005)

Factorial scoring model (FSM). Koncept iza ovog modela se može uporediti sa PSIAC modelom, iako FSM koristi samo pet faktora (topografiju, vegetacioni pokrivač, litologiju, oblik basena i jaružaste forme erozije). Posедуje prilično jednostavan bodovni sistem koji se sastoji od skorova od 1 do 3. FSM je razvijen za Španiji na osnovu korišćenja baze podataka iz 60 slivova dobro raspoređenih širom zemlje (Avendano S., 1997). Testiranje modela pokazalo je da je signifikantnost R^2 između predviđene i posmatrane vrednosti 0,72. U najnovijim istraživanjima prostorne analize specifičnog pronosa nanosa na primeru šest slivova u Etiopiji, primenjena je delimična modifikacija FSM modela. Modifikovana verzija uključila je klimatski faktor, što je obezbedio prilično dobru statističku korelaciju između izmerene i predviđene vrednosti od 0,82 (Tsegaye D., et al., 2011).

U grupu najrasprostranjenijih polu-kvantitativnih metoda koje razmatraju globalni karakter erozije zemljišta izdavaju se modeli kao što su *Erosion hazard units (EHU)* i *CORINE erosion risk maps*.

Erosion hazard units (EHU) model. EHU model koristi metodologiju SLEMSA modela, koji je nastao kao alternativa USLE metoda za procenu gubitka zemljišta za Južnu Afriku. Kako SLEMSA nije primenljiva za veće površine, adaptirana je u EHU verziju koja se bazira na znatno manjem inputu podataka. Ovaj model daje uvid u rizik od erozivnih procesa, ali ne kvantitativno obeležje procesa u smislu gubitaka zemljišta izraženih u nekim od jedinica mere. Površine su podeljene na kvadrate jedinične površine 184 km². Svaka jedinica ima skalu vrednovanja u pogledu nagiba, faktora padavina (kinetička energija), tipa i načina korišćenja zemljišta i vegetacije. Klasifikacija područja data je u tri nivoa: mali, srednji i veliki rizik od erozivnih procesa, kao i dominantne faktore erozije. Model je primenjen u raznim zemljama među kojima Zimbabve, Svazilend, Lesoto, Rodezija i dr, sa ciljem da obezbedi karte potencijalne opasnosti od erozije na prostoru Afrike (Stocking, M.A., Elwell, H.A., 1973.; Stocking, M.A., Chakela, Q., Elwell, H.A., 1988)

CORINE erosion risk maps. To je jedna od metoda koja je korišćena u svrhu dobijanja globalnih podataka za procenu potencijalnog i stvarnog rizika od erozije u Mediteranu (Portugalija, Španija, južna Francuska, Italija i Grčka). Model je predložila Evropska Agencija za zaštitu životne sredine. U ovom modelu korespondentna su 4 faktora: erodibilnost zemljišta, padavine, topografija i vegetacioni pokrivač (EEA, 1992). Prednost ovog pristupa je jednostavnost, u smislu da pruža jasnu prognozu procesa, kao i u činjenici da su ulazni podaci definisani na nivou grida od 1 km². Mana ovog metoda je velika generalizacija podataka, tako da ne odslikava stvarno stanje na terenu na lokalnim nivou. Kao takva može imati samo opšti karakter i ne može se koristiti za rešavanje inženjerskih problema (Blinkov I., Kostadinov S., 2010)

Generalno, ograničenost široke primene svih polu-kvantitativnih modela je objektivnost bodovanja. Sa razvojem GIS tehnologija objektivnost može biti povećana korišćenjem digitalnog modela terena za dobijanje informacija topografskog karaktera (nagib, dužina sliva, oblik sliva i sl.), dok se efekat vegetacije može biti bolje opisati detaljnom klasifikacijom korišćenja zemljišta koristeći satelitske snimke visoke rezolucije (SPOT5, ASTER, NDVI). U suštini, doza subjektivnosti istraživačkog postupka neosporno ostaje kao najveći nedostatak ovih metoda i modela.

Za razliku od mehaničke vodne erozije kod koje figurira veliki broj različitih metoda i modela za utvrđivanja njenog intenziteta, kod *hemijske erozije* metodološki postupci utvrđivanja intenziteta procesa mogu se svesti na tri najznačajnije grupe metoda: metode eksperimentalnih pločica, hidrohemijske metode i laboratorijske metode.

Metode eksperimentalnih pločica zasniva se na merenju težine pločice pre i posle rastvaranja, te spada u grupu veoma jednostavnih metoda. Eksperimenti mogu biti postavljeni u prirodi, ali i u laboratorijski simuliranim uslovima. Postupak je prvi detaljno opisao S. Trudgill (Trudgill S., 1975), a u srpskoj geomorfološkoj literaturi prvi primenili D. Gavrilović i P. Manojlović (Gavrilović D., 1984, 1986, Manojlović P., 1989).

Hidrohemijske metode utvrđivanja intenziteta hemijske erozije zasnivaju se poznavanju dva parametra: ukupne mineralizacije i količine oticajne vode. To su u prvom redu metode utvrđivanja fizičko-hemijskih karakteristika voda, u prvom redu

metoda koje podrazumevaju utvrđivanje makroelemenata u uzorku (volumetrijska, potenciometrijska i spektrofotometrijska metoda), kao i konduktometrijska metoda. Utvrđivanjem ukupne mineralizacije preko ove dve grupe metoda i njenim dovodjenjem u odnos sa količinom oticajne vode dobija se pronos hemijski rastvorenih mineralnih materija. U tom smislu metod je u suštini jednostavan, a reprezentativnost i tačnost rezultata ne zavisi od svakodnevnog uzimanja uzoraka voda. Zadovoljavajuće je desetodnevno ili sedmodnevno uzimanje uzoraka uz permanentno uzorkovanje za vreme poplavnih talasa (Manojlović P., Stah A., 1990/1991). S druge strane, preciznost merenja zahteva izvesno znanje analitičke hemije. Metod je u širokoj upotrebi širom sveta, kao i u Srbiji, daje veoma dobre rezultate, ali period osmatranja mora biti najmanje jedna hidrološka godina.

Laboratorijske metode, koje je možda bolje definisati kao laboratorijske postupke, u suštini obuhvataju različite grupe delatnosti koje se zasnivaju na različitim hemijskim analizama uzoraka voda, tla i tipa stena. U ovu grupu spadaju kalcimetrija, organohemijska analiza (najpoznatiji metod Karvera), kao i različiti postupci eksperimentalnog rastvaranja uzoraka stena ili sedimenata. U suštini, sa geomorfološkog aspekta svako laboratorijsko eksperimentalno rastvaranje stena treba shvatiti kao razotkrivanje ili identifikaciju pojedinih faktora hemijske erozije čiji će se stvarni uticaj utvrditi u prirodnim uslovima (Manojlović P., 1992).

Svi navedeni postupci sa geomorfološkog aspekta imaju za cilj utrdjivanje intenziteta hemiske erozije, kao i uticaj pre svega fizičko-geografskih faktora i modifikatora koji na dati proces i intenzitet utiču. Manojlović P. je definisao četiri osnovna fizičko-geografska modifikatora intenziteta hemijske erozije: tip stana, zemljište, klimu i vodu (Manojlović P., 1992). U zavisnosti od izabranog geomorfološkog pristupa najveći deo opusa istraživanja ove problematike usmeren je u dva pravca: ili se naglasak daje na proces hemijske erozije ili na prostorno-vremensku diferencijaciju osmatrane pojave. U oba slučaja osnovni zadatak istraživanja usmeren je na utvrđivanje dominantnih faktori sredine koji ih detminišu. Tako uticaj tipa stene i dužina kontakta stene i vode predstavljaju jedan od odredišnih faktora ukupne mineralizacije, njene strukture i intenziteta hemijske erozije (Hall F.R. 1970; Larson 1983; Ryu J.S. et al 2008; Zhao J. et al 2009; Khayat S. et al 2009; Manojlović P., 1992). Intenzitet raspadanja stena, osim tipom stena, određen je i temperaturom

vazduha, padavinama, biljnim pokrivačem, uticajem parcijalnog pritiska CO₂, kao i nagibom terena, tipovima zemljišta i prisustvom organskih kiselina (Huang W.H., Kiang W.C., 1970; Trudgill S. 1977; Hren J.D. et al 2007; Zakharova E.A. et al 2007). Različitosti hemizma voda i hemijske erozije uslovljene su i određenim tipom klime posmatrano kroz globalni ili sezonski karakter (Campbell S.W. et al 2002; Beylich A. et al 2004; Dixon J.C., Thorn C. 2005; Anderson S., 2005; Porder S. et al 2007; Vuai S.A.H, Tokuyama A, 2007; Desir G., Marin C., 2007). S druge strane, razlike u hemizmu voda mogu se objasniti i lokalnim razlikama u ekspoziciji i dužini održavanja snežnog pokrivača (Beylich A. et al 2004). S obzirom na kompleksnost prirodnih uslova sredine koji determinišu intenzitet hemijske erozije, opšti zaključak koji se može definisati sa geomorfološkog aspekta jeste da proučavanje ovog tipa erozije obuhvata tri segmenta: izdvajanje najrelevantnijih faktora i modifikatora koji utiču na proces i intenzitet hemijske erozije, objašnjenje efekata izdvojenih faktora i modifikatora i objašnjenje njihovih specifičnih kombinacija u datim uslovima sredine.

2.1.2. METODOLOŠKI POSTUPCI I PREGLED GEOGRAFSKIH ISTRAŽIVANJA MEHANIČKE I HEMIJSKE EROZIJE U SRBIJI

U našoj geomorfološkoj literaturi predmet proučavanja intenziteta hemijske i mehaničke vodne erozije zastupljen je kod relativno malog broja istraživača čiji se rad dugo vremena zasnivao na uticaju isključivo fizičkogeografskih faktora na ovaj proces. I dok se hemijskom erozijom ne bave stručnjaci drugih profila, rešavanje problema vezanih za istraživanje mehaničke vodne erozije vezani su, pre svega, za inženjerske profile. To su u prvom redu šumarske institucije (Šumarski fakultetu Beogradu, Institut za šumarstvo i drvnu industriju, Beograd), građevinske, ali i poljoprivredne institucije (Građevinski fakultet, Poljoprivredni fakultet, Institut za zemljište i dr.), zatim specijalizovane organizacije za borbu protiv erozije, kao i vodoprivredne institucije (Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi") i projektantske kuće i organizacije. Njihovo osnovno sagledavanje erozivnih procesa zasniva se na potrebama inženjerske prakse i to u smislu građevinsko-tehničkih i biotehničkih radova kao mera zaštite zemljišta od erozije; ili su to usko specijalizovane oblasti čiji se predmet istraživanja bazira na pedološkom kompleksu.

Istorijski posmatrano, prvi metodološki iskorak u kvantifikaciji erozivnih procesa u Srbiji dao je S. Gavrilović uvodeći 1952. godine u istraživački postupak *metod erozivnih parcela* za praćenje intenziteta mehaničke vodne erozije. Prve oglede ove vrste postavio je Institut za vodoprivredu pod rukovodstvom S. Gavrilovića u slivu Ripe, u ataru sela Ripanj.

Potstaknut ovim istraživanjima R. Lazarević razvija metod i daje osnovnu šemu za eksperimentalno istraživanje intenziteta vodne erozije. Program izgradnje eksperimentalnih stanica prihvatile su referentne institucije, a realizaciju Institut za šumarstvo i drvenu industriju, tačnije Odeljenja za eroziju i melioracije. Prva eksperimentalna stanica postavljena je u Boleču 1966. godine, a potom i stanice Ralja, Rudnik, Vlasina, Gučevo, Rujak, Sremčica, Surdulica, Bor, Majdanpek, Mramor, Božurnja i Snagovo. Istraživanje intenziteta vodne erozije finansirano je iz više izvora. Značaj ovog prvog ambicioznog programa prepoznalo je i Ministarstvo za poljoprivredu SAD. Sudbina eksperimentalnih stanica bila je različita. Izuzev Ralje, koja je širila istraživačke kapacitete i dostigla evropski značaj, neke su se ugasile posle nekoliko godina, a od 1990. godine sve su napuštene (Lazarević R., 2004). Značaj eksperimentalnih stanica u metodološkom smislu bio je taj što je R. Lazarević razvio *program koji je konceptijski bio baziran na diferencijalnoj genetskoj analizi osnovnih faktora* od kojih zavisi proces vodne erozije. Pri tome, uspostavio je modifikaciju metoda Gavrilović S. koja se zasnivala na analitičkom određivanju relevantnih parametara Z koeficijenta, i uspostavio sintezni pristup u određivanju istog čime je omogućeno brže i lakše određivanje datog koeficijenta naročito za veće teritorije (Lazarević R., 1985)

Kvantifikacija intenziteta erozivnih procesa dalje je tekla u smeru izrade Karte erozije Srbije. Karta u razmeri 1:500.000 sa propratnim tumačem štampana je 1983. godine (Grupa autora, 1983). Pored kvantifikacije intenziteta erozije zemljišta na prostoru cele zemlje, značaj ovog kapitalnog dela je taj što je u osnovi imalo *interdisciplinarnan pristup proučavanja erozije zemljišta koji je zasnovan na bazi fundamentalne i aplikativne geomorfologije i inženjerske prakse*.

Retki su oni geomorfološki procesi kojima je tako malo poklanjano pažnje kao hemijskoj eroziji, bez obzira što proces hemijskog rastvaranja stena predstavlja jednu od komponenata totalne erozije. Pri tome je čudno da je u sredini u kojoj je J. Cvijić

stvarao svoju naučnu misao, predmet geomorfoloških istraživanja zasnivao se na utvrđivanju morfohidrogeneze kraškog prostora, uglavnom kvalitativnim metodama, pri čemu su predmet istraživanja bile pojave, a ne sam proces i njegova dinamika.

Prva egzaktna istraživanja u cilju kvantifikacije recentnog intenziteta hemijske erozije krečnjaka u našoj zemlji vrši D. Gavrilović. Metodom krečnjačkih tableta sprovodi proučavanje uticaja klime na intenzitet hemijske erozije u krasu Srbije, a potom i na primorskim planinama Crne Gore (Gavrilović D., 1984, 1986). Time je ukazao na nedovoljnu geografsku proučenost intenziteta hemijske erozije na našim prostorima, a u saradnji sa P. Manojlovićem i na prve metodološke probleme merenja intenziteta površinske korozije u kraškim predelima (Gavrilović D., Manojlović P., 1989).

Širi prostor Srbije bio je predmet proučavanja u narednom periodu. Sredinom osamdesetih godina XX veka P. Manojlović vrši kvantitativna istraživanja intenziteta hemijske erozije obuhvatajući 11 slivova sa 34 uzorkivačka mesta na prostoru Istočne Srbije (Manojlović P., 1989). Proučavanja su zasnovana na dva metodološka postupaka. Pored korišćenja metoda eksperimentalnih pločica (tableta), korišćen je prvi put hidrohemijski metod uzoraka voda. Ova prva geomorfološka studija implicirala je dalji rad na ovoj tematici. Počev od 1992. godine jedan deo članova katedre za Fizičku geografiju Geografskog fakulteta u Beogradu počeo je rad na temi "Intenzitet hemijske erozije u Srbiji" koju je finansirao fond nauke Srbije. U tom kontekstu formirana je Laboratorija za fizičku geografiju sa svim neophodnim instrumentima za proučavanje hemijske erozije i njenog intenziteta. Od tada pa do današnjih dana to je jedina Laboratorija koja se bavi proučavanjem navedenog procesa u Srbiji.

U narednom periodu može se izdvojiti nekoliko pravaca istraživanja hemijske erozije. Sa aspekta proučavanja prostorne diferencijacije intenziteta ovog procesa istraživački postupak tekao je paralelno u dva pravca. U prvom slučaju istraživanja su bazirana na nivou cele Srbije, pri čemu su bila obuhvaćena 102 sliva, a fizičko-hemijska analiza svih uzoraka voda je, takođe vršena u pomenutoj laboratoriji. Unutar svakog uzorka analizirano je 12 fizičko-hemijskih parametara, tako da je formirana kompleksna baza podataka. Kako su svi uzorci bili podvrgnuti istim metodološkim postupcima (Manojlović P., Stah A., 1990/1991, Manojlović P., 1992), stvorena je osnova za realno sagledavanje svih relevantnih parametara koji utiču na proces hemijske erozije.

Proučavanje intenziteta hemijske erozije u Srbiji prošlo je kroz nekoliko faza. Najpre je ustanovljen metodološki pravac proučavanja procesa hemijske erozije, a u cilju izrade karte njenog intenziteta (Manojlović P., 1992b, Manojlović P., Gavrilović Lj., Živković N., 1994). Suština metodologije istraživanja bazirana je na utvrđivanju tri osnovna parametra koja determinišu njen intenzitet. Da bi se izbegao uticaj atmosferilija na hemizam voda utvrđen je unos rastvorenih mineralnih materija padavinama (Manojlović P., Živković N., 1994). Zatim je utvrđena količina oticajne vode koja je diferencirana prema preovladjujućem litološko-petrološkom kompleksu (Manojlović P., Živković N., 1997), da bi se u narednoj fazi utvrdio prirodni fon mineralizacije tekućih voda Srbije (Manojlović P., 1998). Drugi pravac istraživanja baziran je na nivou određenog sliva i utvrđivanja lokalnih faktora koji determinišu intenzitet hemijskog rastvaranja stena. Kako hemijska erozija nije tipična samo za krečnjake i dolomite, već i za ostale tipove stena, obradjeni su pojedini slivovi sa aspekta uticaja tipa stena na intenzitet hemijske erozije (Manojlović P., 1990a, 1990b, 1994, Živković N., 1990). S druge strane, razmatran je uticaj količine oticajne vode na formiranje mineralizacije i njene strukture, i na sam intenzitet erozije u uslovima heterogenog geološkog sastava (Manojlović P., 1990c, 2002, Dragičević S., Manojlović P., Mustafić S., 2003). Takođe, razmatrani su uticaji različitih modifikatora na varijabilnost mineralizacije voda i njenu strukturu sa aspekta sezone (Manojlović P., Nikolić M., Mustafić S., Luković J., 2010)

S obzirom na različit i kompleksan uticaj pojedinih fizičko-geografskih faktora na proces hemijskog rastvaranja, kao osnovni zadatak pri proučavanju hemijske erozije sa geomorfološkog aspekta nametnulo se utvrđivanje, pored pomenutih, i niz drugih pojava i procesa. U tom smislu najviše se postiglo uvođenjem u istraživački postupak različitih metoda u laboratorijski kontrolisanim uslovima i postavljanjem eksperimenta na terenu (Manojlović P., 2002). Kako navodi Manojlović P. (1992) "laboratorijsko eksperimentalno rastvaranje stena od strane geomorfologa treba shvatiti kao razotkrivanje ili identifikaciju pojedinih faktora hemijske erozije čiji će se stvarni uticaj utvrditi u prirodnim uslovima". U tom smislu determinisan je uticaj čoveka na hemizam voda i intenzitet korozije putem veštačkih đubriva (Manojlović P., 1989a), a utvrđen je uticaj tipa i starosti stena, kao i vremenske komponente na intenzitet njihovog rastvaranja (Manojlović P., 1992).

Medjutim, predmet proučavanja datog procesa nije bio samo sa stanovišta površinskih voda, već su razmatrani različiti aspekti, pojave i procesi preko hidrohemijskih karakteristike pojedinih vrela na prostoru Istočne Srbije (Manojlović P., 1992, Manojlović P., Dragičević S., Mustafić S., 2003; Manojlović P., Damnjanović-Rakić M., 2007).

Savremena istraživanja hemizma voda od strane geografa izašla su iz okvira fundamentalne geomorfologije i usmerila se na širi konceptijski pristup, koji je svoje integralno mesto bazirao na proučavanju datog procesa sa aspekta životne sredine i uticaja čoveka kao modifikatora datog procesa (Dragičević S., et al, 2010).

Posmatrano sa vremenske perspektive, proučavanje intenziteta hemijske erozije u Srbiji pojavilo se znatno kasnije u odnosu na proučavanje mehaničke vodne erozije. Dugo vremena pravac proučavanja hemijske i mehaničke vodne erozije bio je divergentnog tipa. Ove dve integralne komponente rečnog nanosa istraživale su se nezavisno jedna od druge. Početkom devedesetih godina XX veka poseban doprinos proučavanju vodne erozije predstavlja utvrđivanje obima i dinamike pronosa dva tipa rečnog nanosa - hemijski rastvorenih mineralnih materija i silta. U to vreme počinje konvergentan pristup u proučavanju rečnog nanosa. Na tom polju prva kvantitativna istraživanja vezana su za prostor Istočne Srbije. Na primerima slivova Crnice, Crnog i Belog Timoka, prevashodno je razmatran uticaj geološkog sastava na pronos hemijski rastvorenog i suspendovanog nanosa (Manojlović P., Gavrilović Lj., 1991, Manojlović P., 1993). Ova pionirska istraživanja otvorila su novo poglavlje geografskog konteksta proučavanja bilansa nanosa. Najopsežniji višegodišnji monitoring uspostavljen je u slivu Kolubare. Osnovna ideja u prvom ciklusu istraživanja tokom 1998/1999. godine bila je da se na svim hidrološkim profilima u slivu na kojima se meri proticaj uspostavi mreža stanica za uzimanje uzoraka vode preko kojih bi se dobili relevantni podaci o hemizmu i koncentraciji suspendovanog nanosa. Time je omogućeno veoma precizno utvrđivanje pronosa hemijskog i suspendovanog nanosa i njihovog međusobnog odnosa. Više od toga, prvi put na prostoru Srbije izvršena je komparativna analiza sva tri tipa rečnog nanosa: hemijski rastvorenog, suspendovanog i vučenog (Dragičević S., 2001). Za vreme drugog ciklusa istraživanja koji je trajao tokom 2003. i 2004. godine akcenat je stavljen na merenju profilskih koncentracija suspendovanog i hemijskog nanosa na dva hidrološka profila reke Kolubare. Ovim istraživanjem razjašnjena je

promena koncentracija i pronosa suspendovanog nanosa na različitim tačkama ovlaženog profila, ali i utvrđena nepromenljivost ukupne mineralizacije za date tačke (Dragičević S., 2006). Opsežna istraživanja u slivu Kolubare razultirala su na kraju prvim monografskim delima geomorfološkog konteksta proučavanja rečnog nanosa u Srbiji (Dragičević S., 2002, 2007), a koliko je poznato to je i jedina studija do danas koja je istovremeno tretirala odnos sva tri integralna tipa rečnog nanosa ne samo kod geografa, već i u široj naučnoj i stručnoj praksi. Utvrđivanje pronosa hemijskog i suspendovanog nanosa vršeno je još i u slivu Mlave (Mladenović B., 2006), a istraživanja su pokazala kakav je odnos između ova dva tipa nanosa za vreme ekstremnih hidroloških događaja.

Međutim, pored opsežnih istraživanja intenziteta erozije primenom hidrotehničkog i hidrohemijskog metoda, primena empirijskog metoda kod geografa nije zaživela. Osim Lazarević R. čiji je opus proučavanja bio višeslojan i to u domenu teorijskih razmatranja, istraživačkog i aplikativnog aspekta, tokom druge polovine dvadesetog veka geografi u svojim istraživanjima nisu našli za shodno da nastave primenu empirijskog metoda i da razvijaju geografski aspekt proučavanja erozije zemljišta. Mogu se samo izdvojiti istraživanja na slivu Crvene reke (Atanacković B., 1968,1970) koja u svom opusu imaju kvantitativan karakter po usvojenoj metodologiji, uz osvrt na ekološki aspekt erozije zemljišta. Do izvesnih promena dolazi početkom XXI veka. Na predlog Lazarević R. da geografi nastave primenu empirijskog metoda u proučavanju erozivnog procesa, vrši se geomorfološko kartiranje stanja erozivnog procesa u slivu Temšice tokom 2003. godine, koje je za cilj imalo utvrđivanje intenziteta erozije na ovom prostoru i upoređivanje sa prethodim stanjem (Mustafić S., 2006). To je bio prvi rad u okviru geografske institucije koji je tretirao proces erozije zemljišta nakon višedecenijskog perioda zanemarivanja ove problematike sa aspekta empirijske metodologije. Sa razvojem savremenih tehnologija, otvorile su se nove mogućnosti istraživanja erozivnih procesa. To se, pre svega, odnosi na upotrebu i primenu teledetekcionih metoda i GIS-a u istraživanju erozivnog procesa. Novi pristup, koji je prvi put primenjen za obradu svih relevantnih faktora koji figuriraju u empirijskoj formuli a na primeru sliva Temšice, zasnovan je na korišćenju programskog paketa Intergraf Geomedia 5.2 (Mustafić S., 2006a, Mustafić S., Kostadinov S., Manojlović P., 2008). S obzirom da je ovo GIS orijentisan programski

paket, kao takav omogućio je unakrsnu analizu proizvoljnog broja parametara uz istovremeno podržavanje i transparentnost pojedinih lejera. Usledila su istraživanja u slivu Kolubare sa obradom podataka u programskom paketu Surfer (Dragičević S., 2006). Realizacija ovakvog pristupa našla je uporište i na primerima ne samo slivova, već i administrativnih jedinica kao što su opština Ub, Zaječar i sl. (Novković I, 2009, Dragičević S., Novković I., Prica M., 2009; Dragičević S., Novković I., Milutinović M., 2009), tako da se danas bez podrške GIS-a ne mogu zamisliti savremena istraživanja erozivnih procesa.

Značajan doprinos geografa u izučavanju erozije zemljišta jeste komparativni sintezni pristup proučavanju procesa koji podrazumeva utvrđivanje kako fizičko-geografskih i tako i društveno-geografskih karakteristika prostora, ali i njihovog međusobnog uticaja na isti. U tom smislu poseban akcenat stavljen je na proučavanje i utvrđivanje zakonomernosti antropogenog uticaja na intenzitet erozije kroz različite vidove razvojnih tendencija koje su zahvatile prostor Srbije, a kroz prizmu geografske determinacije (Dragičević S., Stepić M., 2006, Mustafić S., 2007). Ovim pristupom proučavanje erozije zemljišta dobilo je kompleksnu geografsku koncepciju, koja je prepoznata i od stručnjaka drugih profila. To je rezultiralo ponovnom interdisciplinarnom pristupu proučavanja erozije zemljišta od strane geografa i stručnjaka drugih profila, čija je konkretizacija opredmećena velikim brojem zajedničkih radova i kroz realizaciju različitih projekata.

2.2. PRIMENJENA METODOLOGIJA

Intenzitet erozije zavisi od više faktora. Oni se mogu podeliti u one koji su determinisani prirodnim pojavama i procesima i one koje direktno ili indirektno inicira čovek. Od prirodnih faktora izdvajaju se reljef sa nagibom, dužinom padina i ekspozicijom i klama sa pluviometrijskim režimom, intenzitetom padavina i temperaturama vazduha. S tim u vezi su i hidrološki parametri, pre svega visina i brzina oticaja, koji su u sadejstvu sa geološkim, pedološkim i vegetacijskim karakteristikama sliva. Uticaj antropogeni faktora se, pre svega, ogleda u promeni načina korišćenja zemljišta tokom vremena. Naime, usled dugotrajne pojave iseljavanja ruralnih prostora ili antropopresije na isti, a s tim u vezi i promene načina njegovog korišćenja, pre svega,

poljoprivrednih površina, nastaje velika promena u intenzitetu erozivnih procesa. Drugi značajan antropogeni faktor koji utiče na ovaj proces je primena različitih antierozivnih mera zaštite zemljišta od erozije.

To upućuje na zaključak da istraživanje i utvrđivanje intenziteta erozije i intenziteta pojedinačnih i udruženih faktora obuhvata niz problema koji se često ne mogu idealno rešiti. Za njihovo kvantitativno definisanje nema jedinstvenog obrasca. To proizilazi iz činjenice da je "veoma teško diferencirati sve brojne faktore, a zatim multiplicirati sve te faktore u svim mogućim kombinacijama" (Lazarević R., 2004). Neki od faktora utiču na povećanje intenziteta erozije, dok drugi smanjuju i kontrolišu proces. U mnogim slučajevima je teško odvojiti uticaj promena koje izaziva jedan faktor od drugih promena u slivu (Walling D.E., Fang D., 2003). Diferencijacija faktora, kao i koliki je njihov samostalni i interaktivan uticaj na promene intenziteta erozije nije moguće utvrditi korišćenjem samo jedne metode.

Iz tog razloga metodološka koncepcija proučavanja ovih procesa mora biti zasnovana na višefaznom nivou. U tom smislu *koncepcijski pristup u ovom radu usmeren je u dva pravca*. U suštini to je sistemski pristup u koji je inkorporiran višefazni način obrade, analize i sinteze relevantnih i raspoloživih parametara kojima se utvrđuju promene u intenzitetu erozivnih procesa.

I Okosnica istraživačkog rada zasniva se na deduktivnom metodološkom pristupu, koji se u osnovi zasniva na relaciji: od opšteg ka pojedinačnom → višegodišnji period osmatranja → kraći period osmatranja.

Dalji rad podrazumeva uspostavljanje faznog postupka u cilju identifikacije promena koje su nastale na prostoru predmetnog sliva.

1. U prvoj fazi sagledan je opšti trend promene intenziteta erozivnih procesa.
2. Potom su utvrđeni dominantni faktori koji su na njega uticali.
3. U sledećoj fazi pristupilo se analizi faktora koji pod određenim uslovima mogu biti dominantni, odnosno u uslovima kada je njihov uticaj vremenski i prostorno ograničen.

U tom kontekstu okosnicu rada čine tri grupe metoda:

- *empirijski metod i hidrotehnički metod*, kojima je utvrđen intenzitet promene erozivnog procesa i promene u pronosu nanosa za višegodišnji period osmatranja,

- kombinacija *hidrotehničkog i hidrohemijskog metoda*, koji su primenjeni za utvrđivanje pronosa suspendovanog i hemijski rastvorenog nanosa u periodu sopstvenih opservacija.

Odabir metoda je logičan. Kako se hidrotehnički metod zasniva na poznavanju proticaja i koncentracija suspendovanog nanosa, on samo može da pruži uvid u determinaciju uticaja hidroloških parametara na intenzitet pronosa nanosa. S druge strane, preko empirijske formule dobija se uvid u značaj drugih faktora, a između ostalog uticaja čoveka, koji determinišu promene erozivnog procesa. Kako je jedan od postavljenih ciljeva istraživačkog rada utvrđivanje odnosa između dva integralna tipa rečnog nanosa - suspendovanog i hemijskog, neophodno je uvesti hidrohemijski metod u istraživački postupak kojim bi se utvrdio pronos rastvorenih mineralnih materija. S obzirom da je njegova zajednička varijabla sa hidrotehničkim metodom proticaj, time su ispunjeni svi uslovi za davanje odgovora na postavljene ciljeve istraživanja.

II Da bi uopšte mogle da se utvrde relacijseke veze između pojedinih parametara koji su uticali na recentno stanje erozivnog procesa, takodje je primenjen fazni pristup.

1. U prvoj fazi dat je uvid u elementarna obeležja proučavane pojave.
2. U drugoj fazi utvrđena je srodnost podataka, tip, jačina i karakter veza između relevantnih parametara.

U osnovi ovog pravca istraživanja su *matematičko-statističke metode*.

2.2.1. IZVORI PODATAKA I FORMIRANJE BAZE PODATAKA

Da bi se uopšte mogao dati odgovor na pitanje koji to geografski faktori i u kojoj meri utiču na promene u intenzitetu erozivnih procesa, krajnji cilj ove vrste istraživanja je dobijanje objektivne slike stanja erozivnih procesa. Rezultati ovako koncipiranih i definisanih kvantitativnih istraživanja, koji podrazumevaju verifikaciju efekata samih istraživanja, potpuno gube svoj praktičan značaj ukoliko ne postoje pouzdani ulazni podaci i odgovarajuće metode njihove obrade. Generalno, krajnji rezultati zavise od tri faktora (Burrough P., McDonnell R., 2006): kvaliteta podataka, kvaliteta modela i načina na koji podaci i modeli utiču jedni na druge. Kvalitet podataka u velikoj meri determinisan

je njihovim poreklom. Međutim, bez adekvatnog kriterijuma, po kome se formira odgovarajuća baza zasnovana na određenim izvorima podataka, njena primena je ograničena. Iz tog razloga dat je uvid u izvore podataka koji su korišćeni za potrebe ovog rada, kao i osnovne smernice prema kojim je formirana baza podataka.

Izvori podataka. Osnovna postavka utvrđivanja promena u intenzitetu mehaničke vodne erozije na prostoru sliva Nišave zasniva se na njenoj prostorno-vremenskoj varijabilnosti koja je uslovljena kako prirodnim, tako i antropogenim uticajem. Iz toga razloga za predmet proučavanja izdvojena su dva vremenska perioda:

I) utvrđeno je stanje erozivnih procesa 1970. godine i II) nakon četrdeset godina, tj. 2010. godine.

Za određivanje načina korišćenja zemljišta i tipa vegetacije, odnosno vida erozije za stanje erozivnog procesa u prvom periodu koristili su se *avionski snimci* iz 1970. godine. Kombinacija LANDSAT 7, CORINA i Google *satelitskih snimaka* korišćena je za utvrđivanje tipa vegetacije i stanja erozije 2010. godine.

Kao osnova prilikom digitalizacije koeficijenta erozije korišćene su topografske karte 1:25.000. Kako je brzina erozivnih procesa, kao i oblici u reljefu koji nastanju njihovim delovanjem, u znatnoj meri predisponirani karakteristikama geološke podloge, pristupilo se digitalizaciji geoloških karata razmere 1:100.000 (OGK, listovi Pirot, Belogradčik, Bela Palanka i Niš).

Shodno potrebi izrade karte erozije količina padavina obradjena je, takodje u pomenuta dva vremenska perioda. Za I period korišćeni su podaci za padavine od 1931-1970. godine. Ovi podaci dobijeni su na osnovu Atlasa klime SFRJ za tridesetogodišnji period (1931-1960), koji je dopunjen adekvatnim podacima za desetogodišnji period 1961-1970. godina. Količina padavina za II period dobijena je na osnovu četrdesetogodišnjih (1971-2010) suma padavina sa 22 padavinske stanice u slivu: Bela Palanka, Bazovik, Blato, Donji Rinj, Donja Koritnica, Dimitrovgrad, Dojkinci, Gornji Matejevac, Glogovac, Kaletinac, Kamenica, Krupac, Niš, Pirot, Rautovo, Smilovci, Sukovo, Temska, Topli Do, Visočka Ržana i Vlasim a u sadejstvu sa nadmorskim visinama.

Za razliku od relativno dobrog monitoringa padavina, podaci o temperaturama vazduha veoma su oskudni. Na prostoru sliva samo na pet mernih stanica raspolagalo se

sa periodom osmatranja dužim od trideset godina (Niš, Dimitrovgrad, Bela Palanka i Piroć i Topli Do). Medjutim, kao veliki problem javila se nekompatibilnost vremenskog perioda, odnosno podaci sa svih stanica nisu imali jednak vremenski period osmatranja. S druge strane, sve stanice izuzev Toplog Dola nalaze se u dolini Nišave, a takva prostorna raspodela ne može da posluži kao osnova za izradu izotermne karte. Iz ovih razloga kao optimalno rešenje poslužio je regresioni model Živković N. za odredjivanje vrednosti temperatura vazduha u slivu (Živković N., Smiljanić S., 2005).

Jedan od predvidjenih ciljeva rada je proučavanje pronosa suspendovanog nanosa. Ovaj tip rečnog nanosa analiziran je na osnovu dve baze podataka. Jednu bazu čine podaci koji su preuzeti od Hidrometeorološkog zavoda Srbije. Monitoring je obuhvatio svakodnevno merenje proticaja i koncentracija silta na četiri hidrološka profila u slivu Nišave. Najduži osmatrački niz je na profilu Niš na reci Nišavi, gde je merenje koncentracija suspendovanog nanosa vršeno u periodu 1961-2007. godina, dok su na profilu Dimitrovgrad merenja vršena od 1965-2007. godine. Na Visočici osmatranja su bila na hidrološkom profilu Braćevci u periodu 1965-1986. godina, a u periodu od 1964-1985. osmatranja su radjena na Jermi na profilu Trnski Odorovci.

Utvrdjivanje odnosa izmedju suspendovanog i hemijski rastvorenog nanosa izvršeno je na osnovu uspostavljenog monitoringa za potrebe izrade ove disertacije. Formirana je mreža stanica na Nišavi i to na hidrološkim profilima Dimitrovgrad, Piroć, Bela Palanka i Niš. Dužina opservacijskog perioda bila je od 01.01.2009. godine do 31.12.2010. godine na stanicama Dimitrovgrad i Niš, a od 01.01.2009. godine do 31.06.2010. godine osmatranja su vršena kod Piroć i Bele Palanke. Uzimanje uzoraka bilo je svakodnevno.

Ukupno je analizirano 13 parametara: koncentracija suspendovanog nanosa, pH, temperatura vode, konduktivnost, TDS, koncentracije jona Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , K^{+} , HCO_3^{-} , Cl^{-} , SO_4^{2-} , SiO_2 . Kada se uzme u obzir dužina opservacijskog perioda u okviru formirane baze raspolagalo se sa 28392 podataka. Uzimajući u obzir i svakodnevne vrednosti proticaja ukupan obim baze iznosio je 30576 podataka.

Formiranje baze podataka. Prilikom formiranja baze podataka moraju se uspostaviti i primeniti odgovarajući kriterijumi. Načelno, formiranje baze podataka i

njena verifikacija sprovedeni su na faznom pristupu (Mustafić S., Manojlović P., Dragičević S., 2007), koji se zasniva na sledećim relacijskim odnosima i vezama:

ULAZNI PARAMETRI → (TAČNI, POUZDANI, VERODOSTOJNI) → METODE → (NUMERIČKA I GRAFIČKA OBRADA) → IMPLEMENTACIJA U GIS → VIZUELIZACIJA → (PROSTORNA I VREMENSKA)

To znači da kvalitet i ocena pouzdanosti krajnjih GIS proizvoda zavisi, pre svega, od *nivoa i kvaliteta ulaznih podataka*. Iz tog razloga moraju se uspostaviti zajednički pokazatelji koji bi predstavljali opštu meru kvaliteta tih podataka, a to su njihova tačnost, pouzdanost i verodostojnost (Joksić D., Bajat B., 2007). Da bi se definisao željeni kvalitet podataka neophodne su odgovarajuće *naučne metode istraživanja*, koje kao proizvod nude dvostruku, numeričku i grafičku obradu podataka. Implementacija podataka, formiranih na adekvantnoj metodološkoj osnovi, u odgovarajući *geografski informacioni sistem* sa potpunim georeferenciranjem daje finalni geografski proizvod - karte intenziteta erozivnog procesa, čime je na najadekvatniji način predstavljena njihova prostorna i vremenska dimenzija.

2.2.2. NAUČNE METODE ISTRAŽIVANJA I OBRADA PODATAKA

Empirijski metod. Kao primarni zadatak prilikom izrade rada nametnuo se izbor metodološkog postupka koji bi na najadekvatniji način omogućio sagledavanje stanja i ispitivanje intenziteta erozivnih procesa. U našoj naučnoj i stručnoj praksi najširu upotrebu ima *empirijski obrazac Gavrilović S. (1972) za proračun produkcije nanosa (W)*. Metod Gavrilovića pripada grupi regionalnih metoda i u svetskoj literaturi okarakterisan je kao polu-kvantitativni metod (Vente J., Poesen J., 2005). U osnovi metod se zasniva se na korišćenju sedam parametara, koji se prema kvantitativnoj validaciji mogu podeliti u dve grupe. Gavrilovićev metod koristi bodovni pristup za samo tri opisne promenljive (faktor zaštite zemljišta od erozije, erodibilni faktor i faktor vrste i jačine erozivnog procesa), dok ostale varijable (temperatura vazduha, padavine, nagib terena i površina sliva) su isključivo kvantitativnog karaktera. Ukoliko se izračunava ukupna godišnja zapremina nanosa u obračun se uzimaju morfometrijske karakteristike sliva, kao što su obim i dužina sliva, prosečna nadmorska visina. Istražujući validnost najznačajnijih polu-kvantitativnih metoda regionalnog značaja,

među kojima je i metod Gavriolovića, Vente i Poesen od 11 odabranih metoda ovaj *metod okarakterisali kao najviše kvantitativan* od svih metoda i modela o kojima su raspravljali. Osnova za ovakav zaključak nalazi se u odnosu kvantitativnih i polukvantitativnih parametara koji figuriraju u formuli, kao i istraživanja različitih autora u slivovima na prostoru Alpa, u Hrvatskoj, Sloveniji i Grčkoj koja su pokazala objašnjenje varijanse i koeficijenta determinacije od 0,86 u odnosu na izmerene vrednosti (Vente J., Poesen J., 2005). Imajući u vidu činjenicu da formula Gavrilovića i pored eventualnih nedostataka u smislu prisustva subjektivne ocene istraživača, ima veliku višedecenijsku primenu u našoj naučnoj i stručnoj praksi, kao i činjenicu da do sada nije javno osporavana, a putem navedenih autora dobila i izvesno priznanje u širim naučnim krugovima, odabir ovog empirijskog obrasca predstavlja logično rešenje.

Produkcija nanosa (W) izračunava se prema sledećoj formuli:

$$W_{god} = T \times H_{god} \times \pi \times \sqrt{Z^3} \times F$$

- W_{god} - ukupna produkcija nanosa (m^3/god),
- T - temperaturni koeficijent sliva,
- H_{god} - srednja godišnja količina padavina u mm,
- Z - koeficijent erozije,
- F - površina sliva u km^2 .

Temperaturni koeficijent (T):

$$T = \sqrt{\frac{t}{10}} + 0.1$$

t - srednja godišnja temperatura

Koeficijent erozije (Z) dobija se na osnovu obrasca

$$Z = Y * X (\varphi + I)$$

- Y - koeficijent otpora zemljišta od atmosferilija i erozije,
- X - način korišćenja zemljišta,
- φ - koeficijent vida erozije
- I - pad topografske površine.

Za određivanje vrednosti koeficijenta erozije (Z) postoje dva metoda: analitički i sintetički (Lazarević R., 1985). U ovom radu primenjen je *analitički metod*, u okviru kog se obrađuje svaki od navedenih parametara za određivanje koeficijenta erozije. Iako su istraživanja pokazala da je upotreba sintetičkog metoda dosta lakša i da je zadržala tačnost analitičkog metoda, a naročito zahvalna za proučavanja većih teritorija, odluka za primenu analitičkog metoda je usvojena iz razloga što je ovaj *metod pruža mogućnost korelacionog utvrđivanja značajnosti svih relevantnih faktora* koji utiču na intenzitet erozivnog procesa, kao i na produkciju nanosa, što primenom sintetičkog metoda nije moguće.

Metod geomorfološkog kartiranja. Jedan od osnovnih ciljeva jeste da se naglasi uloga kartiranja i vizuelizacije osnovnih fizičko-geografskih parametara koji imaju direktan ili indirektan uticaj na intenzitet erozivnih procesa, kao i da uključi odsudne geomorfološke elemente u odgovarajući model. Iz tog razloga klasična geomorfološka analiza danas više ne zadovoljava sve veće zahteve i potrebe savremenih istraživanja baziranih na proučavanju površine Zemlje. Razvoj geoloških, pedoloških, inženjerskih i istraživanja u šumarstvu i poljoprivredi ističu potrebu kompleksnog, ali pre svega sistematskog proučavanja geomorfoloških procesa i njihovog grafičkog prikazivanja. Stoga se detaljno geomorfološko kartiranje nametnulo kao *neophodno sredstvo* moderne geomorfologije, jer je uvođenjem kvantitativne geomorfološke analize u istraživački postupak omogućeno prikupljanje kvalitativno novih podataka sa ispitivanog terena. Ovi podaci najbolje se mogu sagledati preko kvantitativnih geomorfoloških karata (Lazarević R., 1976). Imajući u vidu tempo kojim su određene pojave u prirodi podložne, u radu će biti prikazane dve vrste kvantitativnih karata. Pojave koje su podložne sporijim promenama biće prikazane kvantitativnim kartama potencijala reljefa, dok će geomorfološki procesi koji su podložni intenzivnim promenama, a u cilju sagledavanja veličine njihovog delovanja, biti prikazani kvantitativnim kartama intenziteta geomorfoloških procesa. Kao savremeni metodološki pristup korišćen je *model kabinet – teren – kabinet*. U prvom koraku je izvršena kompleksna kabinetska geomorfološka analiza svih relevantnih faktora koji su od izrazitog značaja za intenzitet erozivnih procesa. Na osnovu uočenih pojava i problema izvršene su terenske opservacije i rekognosciranje stanja erozivnih procesa. Ovakva opsežna terenska

istraživanja superponirana su sa kabinetskim teledetekcionim metodama, odnosno metodom kartiranja navedenih procesa putem avionskih i satelitskih snimaka.

Metode daljinske detekcije. Napredak u daljinskoj detekciji i tehnologiji dozvoljava procenu prostorne i vremenske promenljivosti fizičko-geografskih faktora koji su ključni za promenu stanja i intenzitet erozivnih procesa. Satelitski podaci pružaju značajan izvor informacija za kartiranje, praćenje i razumevanje vremenske i prostorne organizacije sistema za istraživanje erozivnih procesa. Njihova prednost, kako navodi Marković M. (1983), ogleda se u činjenici da avionski i satelitski snimci predstavljaju smanjen trodimenzionalni model terena, pružaju interpretatoru onoliko podataka i vremena koliko mu je za određeno istraživanje potrebno. Primena daljinske detekcije na izučavanje erozije prati dve glavne linije istraživanja: s jedne strane, praćenje signala koji opisuju prostorno-vremenske karakteristike zemljišnog pokrivača, a sa druge velika poboljšanja u metodama koje se koriste za valorizaciju geomorfoloških varijabli koje su relevantne za modelovanje erozivnog procesa (King C., et. al. 2005).

Analiza topografskih karakteristika terena u funkciji određivanja potencijala erozije nekog prostora daleko je olakšana primenom DEM-a i satelitskih snimaka (Milevski I., Dragičević S., Kostadinov S., 2007). Treba naglasiti da su pomenuti *avionski i satelitski snimci* poslužili samo kao podloga za detaljno geomorfološko kartiranje koje je kombinovano sa terenskim opservacijama. U tom smislu primena teledetekcionih metoda predstavlja pomoćnu disciplinu terenskim geomorfološkim istraživanjima, i kao takva olakšava geomorfološki rekognoscirajući terenski rad i omogućava racionalno planiranje terenskih opservacija s jedne strane, a sa druge veoma detaljno utvrđivanje intenziteta erozije u prošlosti. Pored različitih vrsta snimaka, trodimenzionalni podaci o gradijentu pada i relativne pozicije tačke odlučujući su faktor modelovanja određenih procesa (King C. et. al. 2005). U tom smislu za ocenu kvantitativne analize terena korišćen je *digitalni model visina* (digital elevation model – DEM) na nivou jediničnog polja 500×500 m.

Terenske metode. Uslovno, terenske metode podeljene su na dva segmenta. Prvi se odnosi na terenska istraživanja rekognosciranja stanja intenziteta erozivnih procesa, pri čemu je kombinovan sa metodom geomorfološkog kartiranja. Drugi se odnosi na

formiranje mreže stanica na kojima su se vršila uzorkovanja voda za potrebe proučavanja bilansa nanosa.

Hidrotehnički metod. Ovaj metod zasniva se na obradi podataka koji se odnose na suspendovani nanos. U prvoj fazi pristupilo se obradi i analizi podataka čija merenja su sprovedena od strane RHMZ-a. Za potrebe ovog istraživanja u drugoj fazi razmatrana je analiza koncentracija i pronosa suspendovanog nanosa dobijena sopstvenim osmatranjima.

Metod se zasniva na utvrđivanju dnevne koncentracije suspendovanog nanosa koja se dovodi u vezu sa srednjim dnevnim proticajem, čime se dobija pronos suspendovanog nanosa:

$$Q_s \text{ (t/dan)} = C \text{ (mg/l)} \times Q \text{ (m}^3\text{/s)} \times 0,0864$$

Hidrohemijske metode. Ova grupa metoda koristi se za potrebe proučavanja intenziteta hemijske erozije. Sa geomorfološkog aspekta značajno je utvrđivanje koncentracija makroelemenata i vrednosti ukupne mineralizacije. Fizičko-hemijskim analizama utvrđena je koncentracija makro-jona Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , SiO_2 , kao i temperatura vode, pH, konduktivnost i ukupne rastvorene mineralne materije. Za utvrđivanje koncentracija makroelemenata koristile su se standardne metode analitičke hemije: volumetrijska, potenciometrijska i spektrofotometrijska metoda. Za utvrđivanje koncentracije Na^+ i K^+ jona korišćene su se elektrode Cole-Parmer Ionic Strength Adjuster (Illinois, USA) i to za : Na^+ tip 27504-30 LL8 i K^+ tip 27504-26 118. Za određivanje koncentracije Cl^- jona korišćena je elektroda Cole-Parmer tip 27504-08 AA9.

Parametri kao što su temperatura vode, pH, konduktivnost i ukupne rastvorene mineralne materije utvrđene su pomoću instrumenta Quick guide multi-parameter tester 35 (Oakton Instruments, USA).

U cilju dobijanja tačne vrednosti ukupne mineralizacije ona je podvrgnuta dvostrukoj proveru. Prvi analitički postupak zasnivao se na utvrđivanju vrednosti UM preko instrumenta Quick guide multi-parameter tester 35, a drugi je podrazumevao njeno dobijanje sumiranjem vrednosti pojedinačnih koncentracija makroelemenata.

Analize uzoraka voda su obrađene u Laboratoriji za fizičku geografiju Geografskog fakulteta u Beogradu koja raspolaže svim neophodnim instrumentima.

Metod se zasniva na utvrđivanju dnevne koncentracije rastvorenih mineralnih materija koja se dovodi u vezu sa srednjim dnevnim proticajem, čime se dobija pronos hemijski rastvorenog nanosa:

$$Q_h \text{ (t/dan)} = U_M \text{ (mg/l)} \times Q \text{ (m}^3\text{/s)} \times 0,0864$$

Statističke metode. Usled velikog broja podataka, kao i njihove pripadnosti različitim kategorijama, primena ovih metoda nameće se kao nužna potreba. Uočavanje suštine proučavane pojave, njenog trenda, kao i značaja diferenciranih faktora koji na nju utiču nemoguće je bez adekvatne statističke podrške. Da bi stekli uvid u elementarna obeležja proučavane pojave koristile su se *deskriptivne statističke metode*: mere centralne tendence, standardna devijacija, koeficijent varijabilnosti i distribucija frekvenci. Srodnost podataka, odnosno tip, jačina i karakter veza između pojedinih parametara utvrđen je preko *funkcionalnih statističkih metoda*: korelaciona analiza, regresiona analiza, trend analiza vremenskih serija i faktorska analiza. U tu svrhu korišćen je komercijalni program STATISTICA 10.0.

Optimizacija veličine jediničnog polja. Kako je intenzitet erozivnog procesa u funkciji mnogih parametara, to znači da se za svaku predeono-morfološku celinu moraju što tačnije odrediti njihove vrednosti. Kako geomorfološke karakteristike proučavanog prostora predstavljaju fundamentalni faktor koji utiče na eroziju (Petković S., 1993), determinisanje osnovnih geomorfoloških zakonitosti zasniva se u prvom redu na analizi morfometrijskih karakteristika rečnog sliva. S obzirom da karta intenziteta erozije zemljišta treba da pruži uvid u prostorno-vremensku promenljivost proučavane pojave, utvrđivanje tačnosti relevantnih parametara koji su u funkciji morfometrijskih karakteristika reljefa (a to su u odabranoj formuli nagib terena, količina padavina, i temperatura vazduha), determinisano je veličinom izabranog grida.

Za potrebe različitih istraživanja na prostoru Srbije u kojima figuriraju nagib terena i padavine, veličina izabranog grida je različita. Tako je za potrebe dobijanja osnovnih morfometrijskih karakteristika reljefa Srbije (Manojlović P., Dragičević S., Mustafić S., 2004), kao i za izradu karte hemijske erozije Srbije (Manojlović P., 1992a) usvojeno jedinično polje veličine 1km². Prilikom utvrđivanja intenziteta mehaničke ili hemijske erozije na manjim površinama, figuriraju dve veličine jediničnih polja: za veličinu sliva Kolubare grid sistem je bio na nivou 1 km² (Dragičević S., 2007), a za

manje slivove, kao što je primer sliva Temštice, grid sistem je bio na nivou rezolucije od 500 m (Mustafić S., 2006); dok je za analizu morfometrijskih karakteristika reljefa kao determinanti razvoja klizišta usvojeno jedinično polje 50×50 m (Milošević M., 2010). S druge strane, za utvrđivanje prostorne raspodele padavina u zavisnosti od nadmorske visine, takodje su primenjene različite rezolucije. Za pokušaj kvantitativnog utvrđivanja uticaja pada rečnog sliva kao faktora oticanja voda Živković N., (2009) kao optimalno jedinično polje usvaja 1 km². Ista veličina odabrana je i prilikom analize padavina u gornjem delu sliva Zapadne Morave (Nikolić J., Ducić V., Dragičević S., 2005), s tom razlikom da se za obodne delove sliva uvela rezolucija od 100 m. Rezolucija na nivou od 100 m primenjena je prilikom prostorne interpolacije padavina u zavisnosti od nadmorske visine u slivu Skrapeža (Kovačević-Majkić J., Štrbac D., 2008), dok je za sagledavanje visinske distribucije oticaja u slivu Temštice veličina jediničnog polja bila na nivou 500×500 m (Mustafić S., 2006).

Prema tome, kolika će biti usvojena veličina jediničnog polja zavisi od više kriterijuma. Na izbor u prvom planu utiče tematika i cilj istraživanja, kao i veličina proučavane teritorije. Treba naglasiti da je u određenim studijama koje tretiraju prostor Srbije, Kolubare i Temštice, nagib terena utvrđivan na osnovu očitavanja vrednosti maksimalnih i minimalnih nadmorskih visina zadatog jediničnog polja na topografskim kartama razmere 1:50.000 ili 1:25.000, što se pokazalo na vremenskoj skali kao dugotrajan proces. S druge strane, kvantitativna analiza reljefa pojavom satelitskih osmatranja znatno je ubrzala obradu podataka. Iz tog razloga prilikom definisanja veličine grida važan kriterijum je i optimalno vreme koje je neophodno za obradu podataka.

Imajući u vidu činjenicu da površina sliva Nišave koja je predmet istraživanja u ovom radu iznosi 2900 km², usvajanje jediničnog polja od 1 km² za određivanje uglova nagiba pokazalo se kao neoptimalno rešenje, jer ova veličina jediničnog polja uopštava vrednost nagiba. Kao nepraktično rešenje pokazalo se i usvajanje načina rada koji je primenjen u slivu Temštice (Mustafić S., 2006), jer bi očitavanje potrebnih visina svakog jediničnog polja veličine 500×500 m sa usvojene topografske podloge 1:25.000 bio suviše dugotrajan posao, iako su dobijeni podaci o nagibu terena znatno precizniji nego na nivou od 1 km². Zato su podaci o visinama preuzeti iz DEM-a. Međutim, na kvalitet prostornih podataka, pored ulaznih, mogu uticati i izvedeni podaci koji su

nastali kao rezultat modelovanja, naročito uvezenih iz različitih DEM-ova. Burrough i McDonnell (2006) ukazuju da greške mogu nastati rasterizacijom vektorskog sadržaja, tj. u slučajevima kada se prostorne pojave prikazuju nizom gridnih ćelija. Svaka gridna ćelija sadrži pojedinačnu vrednosti atributa, a to je njena srednja vrednost usvojena za tu ćeliju, što dovodi do osrednjavanja. Ako je veličina jediničnog polja veća od prostorne pojave čije informacije se žele da dobiju javlja se greška u kvantifikaciji. Da bi se izbegle greške ovog tipa, odbačena je gridna veličina od 1 km^2 , a kao optimalno rešenje *usvojeno je jedinično polje $500 \times 500 \text{ m}$, sa visinama koje su dobijene preko DEM modela izvorne rezolucije $90 \times 90 \text{ m}$.*

Obrada klimatoloških parametara. Sledeći korak u analitičkom postupku odnosio se na izbor modela kojim bi bile predstavljene padavine i temperature vazduha. Ishod projekcije navedenih klimatskih elemenata preko različitih modela uglavnom zavisi od više parametara. U najvećoj meri zavisi od kompleksnosti primenjenih postupaka, ali i broja kišomernih stanica na odredjemom prostoru, kao i njihove visinske distribucije. Procena količine padavina za planinske prostore na kojima nema neposrednih opservacija najčešće se određuje primenom različitih regresionih modela ili metodom Tisenovih poligona. Recimo, metod Tisenovih poligona korišćen je za određivanje količine padavina u planinskom delu sliva Žute reke za procenu uticaja klimatskih promena na pronos sedimentnog nanosa, iako je u funkciji bilo samo šest padavinskih stanica na prostoru koji zahvata preko 5000 km^2 (Zhu Z.M, Lu X.X., Zhou Z., 2008). Takodje, ovaj metod primenjen je i prilikom definisanja količine padavina u funkciji pronosa suspendovanog nanosa u slivovima Dragovišnice (Mustafić S., Manojlović P., 2000) i Mlave (Mladenović B., 2006), s tom razlikom da je figurirao znatno veći broj padavinskih stanica. Medjutim, osetljivost ovog metoda prema Živković N. (Živković N. 2005) determinisana je činjenicom da on može dati prilično nepouzdan rezultate ukoliko nisu ispunjeni kriterijumi koje se odnose na relativno ravnomeran i gust raspored kišomernih stanica u slivu koje moraju biti locirane do najviših tačaka proučavanog prostora. Iz datih razloga bolje rešenje je opredeliti se za neki od regresionih modela. Tesna veza izmedju padavina i nadmorske visine, odnosno dobro poznat uticaj orografskog efekta na količinu padavina, pokazuje da lokalno povećanje padavina sa porastom nadmorske visine ima najčešće lineranu formu. Uspostavljanje "homogenost neke teritorije za vezu $X_o = f(H)$ ima visoke statističke

parametre i realan je u sredinama gde postoji gusta mreža stanica i raspon njihovih visina od bar 500 m" (Živković N., 2009). Na osnovu analize geografskog razmeštaja stanica i zakonitosti o raspodeli količina padavina na prostoru sliva i šireg okruženja (Rakićević T., 1979; Živković N., Andjelković G., 2004; Živković N., 2005) u ovom radu je primenjen regresioni model dvodimenzionalnog tipa sa padavinama kao zavisnom promenljivom i nadmorskom visinom kao nezavisno promenljivom veličinom. Opravdanje za primenu datog modela nalazi se u činjenici da je pokrivenost broja stanica u slivu relativno dobra. Jedan kišomer prosečno pokriva 120 km². Raspon visina između pojedinih stanica je preko 500 m, a na prostoru sliva postoje 4 stanice koje se nalaze na nadmorskim visinama preko 700 m, jedna na 880 m, a u model je korišćena stanica Stojkovića Mahala koja se nalazi na 1200 m (iako izvorišni deo sliva Jerme nije bio predmet proučavanja erozivnog procesa) radi preciznije determinacije padavina sa visinama preko hiljadu metara. Činjenica da je "sam model koji se zasniva na visokoj determinaciji pojave (zavisnost padavina od nadmorske visine) i maloj grešci prognoze, prilično jednostavan" (Živković N., Andjelković G., 2004), uticao na njegovu primenu u empirijskoj formuli. Standardna pogreška prognoze od 38 mm, odnosno 48 mm, može se reći da je u prihvatljivim granicama, s obzirom na činjenicu da za izdvojenih 72 rejona na prostoru Srbije (Živković N., 2009) ona kreće u rasponu od 0 do 99. Koeficijent determinacije od 0,9, odnosno 0,93, takodje potvrđuje opravdanost izabranog modela.

Analitički oblik primenjenog modela za određivanje količine padavina za period 1931/1970:

$$X_o \text{ (mm)} = 529,797 + 0,309 \times H \quad ; R^2 = 0,93 ; \sigma = 38,7$$

Analitički oblik primenjenog modela za određivanje količine padavina za period 1971/2010:

$$X_o \text{ (mm)} = 502,735 + 0,309 \times H \quad ; R^2 = 0,90 ; \sigma = 48,1$$

Odabir modela za procenu temperatura vazduha bio je znatno teži. Naime, već je rečeno da je broj stanica na prostoru sliva na kojim se meri temperatura vazduha izuzetno mali i da je samo na osnovu njih nije bilo moguće utvrditi model za oba

istraživačka perioda. Oskudnost u podacima, nejednakost nizova, kao i loš prostorni razmeštaj stanica, uticao je da se utvrđivanje temperatura vazduha u slivu definiše regresionim modelom za južni rejon istočne Srbije, koji je preuzet od Živković N. i Smiljanić S. (2005).

Analitički oblik primenjenog modela za određivanje temperature vazduha.

$$T (^{\circ} \text{C}) = -0,0058 \times H + 12,546 \quad ; R^2 = 0,99$$

Obrada hidroloških parametara. U poglavlju koje se odnosi na hidrološke karakteristike sliva data je klasifikacija godina prema njihovoj vodnosti. Godine su prema količini vode u rečnom koritu rangirane u 7 kategorija, a prema Ocokoljić M. (1994) to su: katastrofalno sušne, sušne, srednjevodne, vodne, veoma vodne i katastrofalno vodne godine. Ova klasifikacija, pored toga što može da ukaže na cikličnost sušnih i vlažnih perioda (Ocokoljić M., 1994), u ovoj studiji je iskorišćena za potrebe komparativne analize koja je dovela u odnos vodnost reke u odgovarajućoj godini i pronos nanosa u istoj. Pomenuta klasifikacija odabrana je iz razloga što se kao takva najčešće koristi u geografskim hidrološkim studijama (Gavrilović Lj., 1988; Milanović A., 2007; Urošev M., 2007; Milijašević D., 2010; Djokić M., 2010; Gavrilović Lj., Milanović-Pešić A., Urošev M., 2012). Zasniva se na korišćenju Pearson III raspodele, a obradjena je za pedesetogodišnji period od 1961-2010. godine. Postupak podrazumeva u prvom koraku utvrđivanje srednjeg pedesetogodišnjeg proticaja, a zatim za svaku vrednost srednjeg godišnjeg proticaja utvrđuje se modulni koeficijent. Nakon toga se izračunava koeficijent varijacije i koeficijent asimetrije, i preko tablica Ribikina kriva obezbeđenosti srednjegodišnjih proticaja (Gavrilović Lj., 1988).

Rangiranje godina po vodnosti izvršeno je na 6 hidroloških profila, tj. na profilima na kojima je postojao monitoring utvrđivanja koncentracija suspendovanog nanosa. To su četiri hidrološka profila na Nišavi - Dimitrovgrad, Piroć, Bela Palanka i Niš, jedan profil na Jermi - Trnski Odorovci, i jedan profil na Visočici - Braćevci.

Trend analiza vremenskih serija. Svaki pokušaj da se utvrde aktuelni trendovi u pronosu sedimenata nailazi na brojna ograničenja, na prvom mestu u pogledu dostupnosti pouzdanih podataka. Ovaj problem posebno ističu Walling i Fang (2003), uz konstataciju da smislene vremenske analize zahtevaju što duži period osmatranja.

Pouzdanost podataka o koncentraciji suspendovanog nanosa zavisi od više faktora, kao što su način uzorkovanja, frekvencija uzorkovanja, laboratorijska merenja i oprema (Walling D.E, Web B.W. 1981). Potencijalne greške i nesigurnosti u tačnosti određivanja pronosa nanosa neminovno nastaju pod uticajem navedenih činilaca, jer se tokom određenog vremenskog perioda monitoring menja pod uticajem tehnološkog razvoja. Medjutim, i pored toga po Walling-u (2006) one su manje bitne za otkrivanje trendova. U tom kontekstu navodi da je apsolutna veličina i tačnost podatka manje važna od dokumentovane promene ili trenda u višegodišnjoj vrednosti pronosa nanosa, i ističe da je malo verovatno da greške koje mogu nastati u proceduri merenja, mogu da sakriju značajan trend ili da uvedu očigledan trend tamo gde u stvari ne postoji. Za utvrđivanje promena u pronosu suspendovanog nanosa koje nastaju u određenom vremenskom periodu Walling (2006) ističe značaj primene analize koja se zasniva na upotrebi *linearnih kumulativnih dijagrama*. U tom smislu, ovaj metodološki postupak korišćen je za utvrđivanje trenda i odnosa između pronosa suspendovanog nanosa i količine oticajne vode na određenim profilima.

Za identifikaciju statističke signifikantnosti utvrđenih trendova korišćen je *Mann-Kendall test*. Ovaj test pripada grupi neparametarskih statističkih testova koji tretira serije koje nisu normalno distribuirane, tj. nemaju normalnu raspodelu, a to je upravo slučaj sa distribucijom frekvenci proticaja, koncentracije silta i pronosa nanosa. Test je najpre imao široku upotrebu za procenu i značaj trendova u analizi meteoroloških i hidroloških vremenskih serija. A kao takav pokazao se veoma pogodim za utvrđivanje trendova u pronosu suspendovanog nanosa.

Korišćenje pomenutog testa zasniva se na višegodišnjim nizovima podataka. S obzirom da je na rekama sliva Nišave osmatranje suspendovanog nanosa vršeno u različitim vremenskim periodima, to je podrazumevalo analizu vremenskih serija na drugim rekama u svetu na kojima je primenjen pomenuti test. U slivu Misisipija za relevantne periode osmatranja suspendovanog nanosa korišćeni su podaci koji su imali nizove između 8 i 36 godina (Heimann D. C., Sprague L. A., Blevins D. W., 2011). Utvrđivanje recentnih promena proticaja i suspendovanog nanosa u slivu Biserne reke vršeno je u periodu od 1950. do 2004. godine (Zhang S., et.al., 2008). Na 133 merna mesta tropskih reka na prostoru Indije opservacijski period bio je od 1986/87-2005/06. godine, pri čemu je za minimalan period uzet u obzir period od 10 godina kontinualnih

merenja suspendovanog nanosa (Panda D.K., Kumar A., Mohanty S. 2011). Uvidom u pojedine radove utvrđeno je da su vremenski periodi osmatračkih nizova koncentracija suspendovanog nanosa u slivu Nišave dovoljno dugački da bi se test primenio.

Implementacija podataka u GIS. Izbor programskog paketa *Geomedija Intergraf* za prostorno sagledavanje stanja erozivnog procesa, predstavlja nastavak ranijih istraživanja erozije zemljišta u kojima je ovaj program korišćen (Mustafić S., 2006). Program nije poslužio samo kao vizuelno sredstvo sagledavanja erozivnog procesa i produkcije nanosa, već je njegova upotreba ogleda u poboljšanju primene empirijskog metoda Gavrilovića. *Metodološki i saznavni doprinos ogleda se u pristupu obrade svih relevantnih parametara definisanih metodom Gavrilovića, pri čemu je sam metod modifikovan uvodjenjem metoda jediničnih polja u analitički postupak uz transparentnosti odgovarajućih lejera koji su georeferencirani.*

Transparentnost u preklapanju lejera, u kojima je izvršena digitalizacija odgovarajućih podloga, omogućava dobijanje nepravilnih površina različite površine. Metodološki pristup kombinacije grid sistema sa oleatima pruža uvid u prostornu promenljivost proučavane pojave, tako da omogućava uočavanje mikro varijacija proučavanog erozivnog procesa u prostoru i vremenu. To znači da se, bez obzira na utvrđeno globalno stanje, na ovaj način mogu da izdvoje manje lokacije sa jakom i ekscisivnom erozijom, kao i lokacije sa potencijalnim zonama ugroženosti zemljišta erozivnim procesima. Time su omogućene veoma detaljne procene opasnosti od erozije u bilo kom delu sliva i na bilo kojoj prostornoj veličini. U metodološkom smislu ovim načinom postignuto je da se pristupa sagledavanja stanja erozije u okviru uopštenih procena, prešlo na mogućnost svrsishodnog i sistematskog praćenja svih relevantnih faktora koji na dati prosek erozije zemljišta utiču. Pri tome je omogućena kompleksna komparativna analiza prostora, što je pružilo mogućnost višestrukog modelovanja u smislu davanja različitih vrsta prospekcija, koje mogu da odslikavaju mehaniku samog procesa erozije, ali i svih pratećih faktora koji imaju veće ili manje dejstvo na isti.

3. FIZIČKO-GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE SLIVA NIŠAVE

3.1. GEOGRAFSKI POLOŽAJ SLIVA

Sliv Nišave nalazi se u južnom delu istočne Srbije. Nišava nastaje od Ginske reke i Vrbnice koje se sastaju na 640 m nadmorske visine u blizini sela Todena u Bugarskoj. U Srbiju reka ulazi 6 km uzvodno od Dimitrovgrada. Do ušća u Južnu Moravu teče kompozitnom dolinom sastavljenom od nekoliko kotlina koje su međusobno spojene klisurama. To su Pirotska kotlina, Sopotski tesnac, Djurdjevpolska kotlina, tesnac Svetog Oca, Belopalanačka kotlina, Sićevačka klisura i Niška kotlina. Ukupna dužina Nišave sa Ginskom rekom iznosi 202 km, a površina sliva 4068 km². Od toga teritoriji Srbije pripada 151 km, odnosno 2971,5 km² (Gavrilović Lj., Dukić D., 2002). Za potrebe ovog rada razmatran je prostor Srbije, ali bez izvorišnog dela sliva Jerme, tako da proučavana površina zahvata 2091 km². U tom smislu i granica sliva predstavljena je u okviru date teritorije.

Na severozapadu sliv Nišave graniči se sa slivom Toponičke reke, a razvodje od ušća Nišave u Južnu Moravu prema Svrliškim planinama ide preko Popove glave (334 m), Crnog vrha (685 m) i Kameničkog visa (814 m). Razvodje se nastavlja Kalafata (838 m), vrha Sedalište (728 m) i prevoja Gramada (459 m). Dalje severa granica predstavljena je Svrliškim planinama, koje čine razvodje između sliva Nišave i sliva Svrliškog Timoka, sa najvišim vrhovima Gradac (1062 m), Pleš (1267 m), Golubinjak (1179 m) i Zanovački vrh (1134 m). Razvodje se nastavlja preko Gulijanskih planina, tj. Belog vrha (1272 m) i Zalenog vrha (1334 m) i Rinjske planine, odnosno vrhova Kruševica (1142 m), Kovina (1206 m) i Suligata (1153 m). Od sliva Trgoviškog Timoka sliv Nišave odvojen je Paješkim kamenom i Starom planinom, a razvodje je predstavljeno vrhovima Klepatnica (883 m), Dubak (995 m), Brezovička čuka (1281 m), Babin Zub (1757 m), Žarkova čuka (1848 m) i Prilepski vrh (1906 m).

Sa severoistočne strane sliv Nišave graniči se sa slivom Ogošte, a razvodje ide državnom granicom sa Bugarskom: vrhovi Midžor (2186 m), Orlov Kamik (1994 m), Golema čuka (1957 m), Vražja glava (1934 m), Tri čuke (1926 m), Kopren (1963 m), Tupanac (1973 m), Mučibaba (1727 m), Srebrna glava (1932 m). S obzirom da se izvorišni kraci Visočice nalaze na prostoru Bugarske, razvodje sliva Nišave nastavlja se u sklopu ove zemlje. Međutim, kako je proučavani prostor vezan za teritoriju Srbije,

istočna granica sliva određena je državnom granicom i od vrha Srebrna glava nastavlja se kotama čije se visine postepeno smanjuju idući ka graničnom prelazu Gradina, odnosno mestu ulaska Nišave u Srbiju. Jugoistočna granica, takodje je definisana državnom granicom, sa sistemom uzvišenja čija nadmorska visina postepeno raste od Gradine da bi kod vrha Goleš dostigla visinu od 1156 m. Deo državne granice dalje se nastavlja vrhovima Sip (1240 m), Golo brdo (1283 m), Vetren (1457 m), najveću visinu dostiže na planini Ruj (1704 m) i završava se kod Vojnegove glave (1386 m).

Od lokaliteta Daščani kladenac razvodje je predstavljeno sisitemom uzvišenja koji u pravcu sever - severozapad čine čine granicuprema slivu Vlasine. Na tom potezu razvodje ide preko vrhova Krušana (1210 m), Crni vrh (1463 m), Šiljegamik (1086 m), Kukla (921 m), Golema Glava (1205 m), rnjos (1274 m), Sinjeglavska čuka (1125 m), gabrica (779 m) i Momčilovac (960 m). Južna granica nastavlja se preko Suve planine, tj. vrhova Gaber (780 m), Mečji vrh (1185 m), Glogov vrh (1201 m), Golemi vrh (1535 m), Litica (1683 m), Šangajski vrh (1508 m) i Čekan (1081 m). Jugozapadna granica preko Babičke gore, čiji je najviši vrh Kriva buka (1059 m), čini razvodje prema Južnoj Moravi koje se nastavlja preko Seličevce i dalje postepeno spušta ka ušću.

U slivu Nišave nalazi se ukupno 238 naselja koji administrativnom pogledu pripadaju teritorijama šest opština: Niš, Niška Banja, Bela Palanka, Pirot, Dimitrovgrad i Babušnica. Od pomenutog broja 234 su naselja seoskog tipa, a 4 su gradska naselja.



Grafik 1. Geografski položaj sliva Nišave.

3.2. MORFOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE RELJEFA

Reljef kao faktor ili modifikator pojave i intenziteta erozivno-akumulativnog procesa suštinski i sadržajno predstavlja veoma kompleksan element geoprostora. Proučavanju reljefa sa aspekta navedenih procesa može se pristupiti sa više aspekata, što u principu zavisi od postavljenog cilja i zadatka. Sa stanovišta potrebe ovog rada pristupilo se analizi osnovnih kvantitativnih obeležja reljefa, koji u dovoljnoj meri determinišu prostor sliva. Kao osnovne odlike reljefa koje se mogu kvantifikovati izdvojene su hipsometrijske karakteristike i uglovi nagiba terena. Kako je za prostorno-vremensku analizu promene intenziteta erozivnog procesa sliv posmatran kroz 13 izdvojenih predeonih celina, u okviru ovog poglavlja sagledaće se osnovne morfometrijske karakteristike u okviru svake od njih.

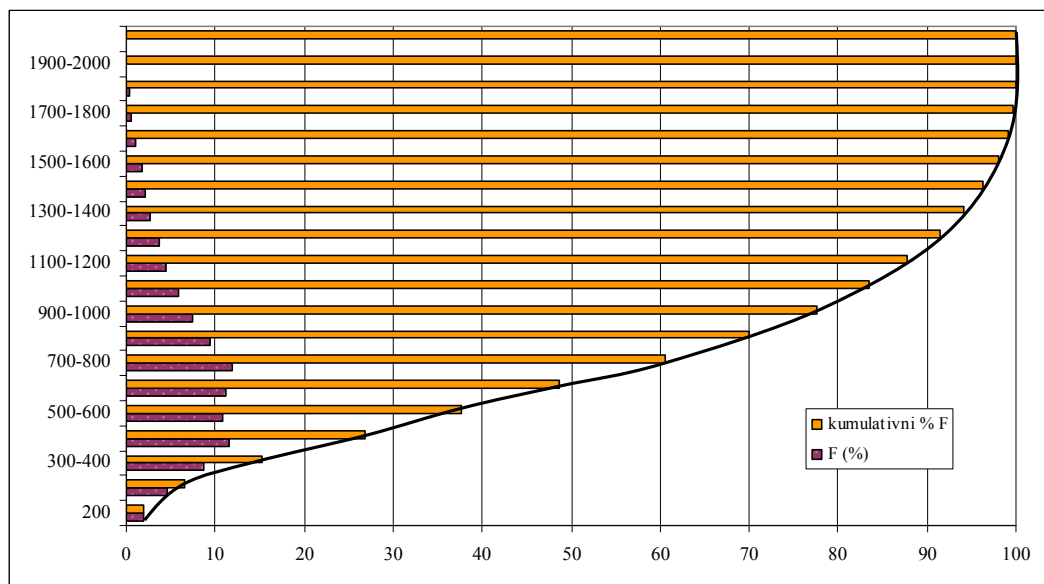
Sliv Nišave prostire se između xxx m i xxx m nadmorske visine. Srednja nadmorska visina sliva iznosi 739 m. Brdski prostor, do 500 m, zahvata 775,3 km² ili 26,7 % površine sliva. Najveći deo pripada niskom planinskom prostoru 1474,7 km² (50,9 %) koji se nalazi između 500 m i 1000 m nadmorske visine. Najmanje rasprostranjenje ima srednje visoki planinski prostor iznad 1000 m. Njemu pripada 651,7 km², odnosno 22,5 % površine sliva.

U 20 izdvojenih visinskih zona udeo površine sliva povećava se do visinske zone od 700-800 m nadmorske visine, da bi se sa njenim daljim porastom udeo površina sliva po izdvojenim visinskim zonama konstantno smanjivao. Najveći deo površine sliva nalazi se u visinskom pojasu između 700-800 m. Ovoj visinskoj zoni pripada 344,7 km², a zahvata 11,9 % površine sliva. Veliki udeo površine sliva (11,5 %) nalazi se između 400-500 m nadmorske visine. Predeli iznad 1500 m zahvataju samo 3,9 % površine sliva.

Srednja vrednost ugla nagiba sliva iznosi 12,5°. Distribucija uglova nagiba po datim klasama pokazuje da se najveći deo sliva, tačnije 28,5 % površine nalazi na nagibima do 5°. Slede klase od 5-10° i 10-15° koje zahvataju 19,6 %, odnosno 18,9 % površine sliva. Generalno u slivu dominiraju nagibi do 20°, koji su rasprostranjeni na 81 % površine sliva. S druge strane nagibi veći od 30° zahvataju samo 5,6 % sliva.

Tabela 1. Hipsometrijska raspodela površina i uglova nagiba u slivu Nišave.

Visinske zone (m)	F (km ²)	F (%)	Σ F (%)	Srednji nagib (°)
Do 200	58,1	2,0	2,0	0,8
200-300	132,3	4,6	6,6	4,9
300-400	250,7	8,6	15,2	7,3
400-500	334,2	11,5	26,7	9,6
500-600	315,8	10,9	37,6	11,4
600-700	322,2	11,1	48,7	12,7
700-800	344,7	11,9	60,6	12,5
800-900	273,9	9,4	70,1	14,3
900-1000	218,2	7,5	77,6	15,7
1000-1100	169,6	5,8	83,4	17,4
1100-1200	127,4	4,4	87,8	18,9
1200-1300	105,6	3,6	91,5	16,1
1300-1400	76,9	2,7	94,1	16,2
1400-1500	60,3	2,1	96,2	16,5
1500-1600	51,4	1,8	98,0	17,2
1600-1700	30,8	1,1	99,0	13,5
1700-1800	16,0	0,6	99,6	18,7
1800-1900	10,4	0,4	99,9	12,9
1900-2000	2,8	0,1	100,0	8,9
Preko 2000	0,5	0,02	100,0	4,0
Σ	2901	100		12,5



Grafik 2. Hipsometrijski integral sliva Nišave.

Tabela 2. Distribucija uglova nagiba u slivu Nišave.

Ugao nagiba (°)	F (km ²)	F (%)
0 - 5	826,6	28,5
5 - 10	568,6	19,6
10 - 15	548,2	18,9
15 - 20	406,3	14,0
20 - 25	240,5	8,3
25 - 30	147,7	5,1
30 - 35	81,7	2,8
35 - 40	39,9	1,4
> 40	41,3	1,4
Σ	2901	100

Vrednosti nagiba terena prema visinskoj raspodeli pokazuju da srednja vrednost nagiba do 500 m najmanja i iznosi 5,6°, u pojasu od 500-1000 m srednji nagib iznosi 13,3°, a iznad 1000 m nadmorske visine 14,6°. Počevši od najnižih delova terena pa do visinske zone od 1100-1200 m nagib terena postepeno raste da bi u ovoj visinskoj zoni dostigao najveću vrednost od 18,9°. Iznad 1200 m pa do 1600 m uglovi nagiba nešto su manji i uglavnom ujednačeni. Srednja vrednost nagiba kreće se od 16,1-17,1°. Za najviše prostore sliva, preko 1900 m, karakterističan je teren sa nagibima od 6,4°.

Sliv Gaberske reke na prostoru Srbije zahvata površinu od 58 km², a srednja nadmorska visina sliva iznosi 730 m. Skoro cela teritorija sliva (96 %) nalazi se između 500-1000 m nadmorske visine. Polovina površine sliva zastupljena je u visinskom pojasu od 700-900 m.

Tabela 3. Hipsometrijska raspodela površina i uglova nagiba u slivu Gaberske reke.

Visinske zone (m)	F (km ²)	F (%)	Σ F (%)	Srednji nagib (°)
400-500	2,25	3,9	3,9	4,6
500-600	7,74	13,3	17,2	10,4
600-700	10,90	18,8	36,0	12,9
700-800	14,91	25,7	61,7	11,7
800-900	14,29	24,6	86,4	8,4
900-1000	7,78	13,4	99,8	5,6
1000-1100	0,13	0,2	100,0	-
Σ	58,0	100		

Srednja vrednost uglova nagiba iznosi 9,8°. Prema visinskoj distribuciji uglovi nagiba najveći u visinskoj zoni od 600-700 m u kojoj njegova srednja vrednost iznosi 12,9°, ali se maksimalne vrednosti kreću i do 32°. Posmatrano sa aspekta prostorne

distribucije sliv karakteriše dominacija nagiba od 5-15°. Ova klasa nagiba zahvata 50 % površine sliva. Značajan udeo imaju i nagibi između 15-20°, koji se prostiru na 16,5 % površine.

Sliv Jerme na prostoru Srbije (bez izvorišnog dela) od ulaska iz Bugarske do ušća u Nišavu zahvata površinu od 276,3 km². Srednja nadmorska visina na ovom prostoru iznosi 859 m, a srednji nagib terena 15°. Kumulativno 72,5 % površine sliva nalazi se na prostoru do 1000 m nadmorske visine. Prema visinskoj zonalnosti najveći deo površine sliva, 18,4 %, smešten je između 900-1000 m nadmorske visine, a nešto manje, 17,8 %, smešteno je između 800-900 m. Upravo je u tom visinskom pojasu najveći srednji nagib terena koji iznosi nešto više od 17°. Za sliv u celini karakteristične su izrazito velike maksimalne vrednosti uglova nagiba u svim visinskim zonama. I najniži delovi sliva od 400-500 m nadmorske visine imaju pojedine lokacije sa nagibima od 13°. U svim ostalim visinskim zonama maksimalne vrednosti uglova nagiba kreću se u granicama od 23-64°, s tim da je pomenuta maksimalna vrednost vezana za prostor između 800 i 900 m. Shodno tome, 132 km², što čini skoro 50 % površine sliva, ima nagibe koji se nalaze u rasponu od 10-25°.

Tabela 4. Hipsometrijska raspodela površina i uglova nagiba u slivu Jerme.

Visinske zone (m)	F (km ²)	F (%)	Σ F (%)	Srednji nagib (°)
400-500	10,4	3,8	3,8	4,7
500-600	21,2	7,7	11,4	10,6
600-700	31,0	11,2	22,6	14,7
700-800	37,7	13,6	36,3	17,2
800-900	49,2	17,8	54,1	17,2
900-1000	50,9	18,4	72,5	15,1
1000-1100	29,5	10,7	83,2	15,7
1100-1200	20,7	7,5	90,7	15,1
1200-1300	15,6	5,6	96,3	14,9
1300-1400	8,3	3,0	99,3	12,5
1400-1500	1,2	0,4	99,8	8,2
1500-1600	0,5	0,2	100,0	23,3
Σ	276,3	100		

Na površini od 291,2 km² prostire se sliv *Rasničke reke*. Srednja nadmorska visina sliva iznosi 648 m. Do 500 m nadmorske visine nalazi se 34,3 % teritorije sliva, a od 500-1000 m 60 % površine sliva. Visinska raspodela je takva da je najveće rasprostranjenje (20,3 %) u visinskoj zoni između 400-500 m, a veliki deo (19,4 %)

nalazi se u visinskom pojasu od 600-700 m. Konfiguracija terena je takva da je srednji nagib sliva znatno manji nego kod Jerme i iznosi $8,7^\circ$, a njegova srednja vrednost najveća je upravo u pojasu između 600-700 m ($12,5^\circ$). Maksimalne vrednosti ugova nagiba kreću se u rasponu od 11° u najnižim delovima sliva do 31° koliko imaju pojedine lokacije u na prostoru između 600-700 m. Generalno, 54 % površine sliva nalazi se pod nagibima između 5° i 20° .

Tabela 5. Hipsometrijska raspodela površina i uglova nagiba u slivu Rasničke reke.

Visinske zone (m)	F (km ²)	F (%)	Σ F (%)	Srednji nagib (°)
300-400	30,7	14,0	14,0	1,7
400-500	44,5	20,3	34,3	5,8
500-600	28,5	13,0	47,3	10,4
600-700	42,6	19,4	66,8	10,6
700-800	24,6	11,2	78,0	12,5
800-900	17,5	8,0	86,0	10,0
900-1000	17,8	8,1	94,1	9,8
1000-1100	10,0	4,5	98,7	9,3
1100-1200	2,5	1,2	100,0	6,9
Σ	291,2	100		

Medjusliv Dimitrovgrad - Pirot zahvata prostor Ponišavlja između granice sa Bugarskom do hidrološkog profila u Pirotu. Najveći deo ovog prostora nalazi se sa desne dolinske strane Nišave, zahvata Odorovsko polje i njegovu širu okolinu, odnosno veliki deo Vidliča i oblasti Zabrdja. Srednja nadmorska visina ovog medjusliva iznosi 704 m, a njegova površina 356 km². Brdski prostor do 500 m nadmorske visine zahvata 22,6 % površine sliva, dok se 66 % nalazi između 500-1000 m. Na prostore iznad 1000 m dolazi 11,4 %. Četvrtina površine medjusliva nalazi se između 700-800 m nadmorske visine. Kumulativno do 800 m nalazi se 74,3 % teritorije. Srednja vrednost nagiba iznosi 9° . Distribucija nagiba po visinskim zonama je prilično je neujednačena. Najniži delovi terena imaju srednji nagib od 2° , prema višim nadmorskim visinama njegova vrednost se povećava i na prostoru između 500-600 m iznosi oko 12° , da bi se ponovo smanjila na 7° koliko iznosi u pojasu od 700-800 m nadmorske visine. Iznad 800 m nagib se povećava i u najvišim delovima terena dostiže srednju vrednost od preko 15° . Na prostoru sliva veliki deo nalazi se pod nagibima do 5° , koji zahvataju 40 % površine sliva. To je posledica prisustva velikog broja kraških depresija čija su dna relativno zaravnjena. Međutim, na 42 % površine sliva dominiraju nagibi od $5-15^\circ$.

Tabela 6. Hipsometrijska raspodela površina i uglova nagiba u medjuslivu Dimitrovgrad-Pirot.

Visinske zone (m)	F (km ²)	F (%)	Σ F (%)	Srednji nagib (°)
300-400	29,4	8,3	8,3	2,1
400-500	50,9	14,3	22,6	6,0
500-600	36,6	10,3	32,8	11,7
600-700	52,7	14,8	47,7	9,5
700-800	94,8	26,6	74,3	7,1
800-900	32,8	9,2	83,5	11,9
900-1000	18,1	5,1	88,6	14,2
1000-1100	19,7	5,5	94,2	14,3
1100-1200	11,9	3,3	97,5	15,3
1200-1300	6,3	1,8	99,3	10,7
1300-1400	2,6	0,7	100,0	5,3
Σ	355,9	100		

Sliv Temštice na prostoru Srbije zahvata površinu od 713 km². Visoka vrednost srednje nadmorske visine sliva od 1013 m ukazuje na njegov izrazito planinski karakter. Veoma malu površinu zahvataju prostori do 500 m nadmorske visine, svega 2,8 %. Sa aspekta visinske raspodele sliv je specifičan po tome što se do 1000 m nadmorske visine nalazi 45,8 % površine sliva, a iznad ove vrednosti 54,2 %. Najveće rasprostranjenje ima visinska zona od 800-900 m na koju dolazi 12,2 % ukupne površine, a slede susedne visinske zone od 600-700 m (10,6 %) i 900-1000 m (10,7 %), pa se može zaključiti da se jedna trećina površine sliva nalazi izmedju 700 m i 1000 m nadmorske visine. Za ovaj sliv karakteristična je visoka srednja vrednost ugla nagiba, koja iznosi 15°. Generalno sliv karakterišu izuzetno visoke vrednosti uglova nagiba u svim visinskim zonama, a naročito iznad 900 m nadmorske visine gde se kreću izmedju 17° i 20°. S obzirom na iznete činjenice rasprostra njenje nagiba prema klasama pokazuje da najveću površinu zahvataju nagibi u klasi 15-20° čak 19,9 %. Udeo površina pod nagibima 10-15° i 20-25° skoro je podjednak i iznosi 15,7 % odnosno 14,3 % od ukupne površine sliva, što pokazuje da je polovina površine sliva pod nagibima izmedju 10° i 25°. Relativno velika površina (19,3 %) nalazi se pod nagibima do 5° koja je tipična za aluvijalnu ravan reka, rečne terase i fragmente fluvijalnih površi koji se zapažaju na lokalnim razvodjima.

Tabela 7. Hipsometrijska raspodela površina i uglova nagiba u slivu Temšnice.

Visinske zone (m)	F (km ²)	F (%)	Σ F (%)	Srednji nagib (°)
300-400	6,7	0,9	0,9	4,1
400-500	13,2	1,8	2,8	10,2
500-600	26,5	3,7	6,5	8,1
600-700	41,7	5,9	12,4	12,1
700-800	75,8	10,6	23,0	11,6
800-900	86,8	12,2	35,2	13,0
900-1000	76,2	10,7	45,8	17,1
1000-1100	69,1	9,7	55,5	17,6
1100-1200	68,4	9,6	65,1	20,1
1200-1300	69,7	9,8	74,9	16,3
1300-1400	49,1	6,9	81,8	17,0
1400-1500	41,1	5,8	87,6	17,9
1500-1600	39,1	5,5	93,0	17,2
1600-1700	21,1	3,0	96,0	15,2
1700-1800	14,7	2,1	98,1	19,5
1800-1900	10,4	1,5	99,5	12,9
1900-2000	2,8	0,4	99,9	8,9
Preko 2000	0,4	0,1	100,0	4,0
Σ	713,0	100		15,0

Tabela 8. Hipsometrijska raspodela površina i uglova nagiba u medjuslivu Pirot - Bela Palanka.

Visinske zone (m)	F (km ²)	F (%)	Σ F (%)	Srednji nagib (°)
200-300	5,4	1,8	1,8	2,3
300-400	42,8	14,6	16,4	6,1
400-500	51,7	17,7	34,1	10,2
500-600	54,3	18,6	52,7	10,4
600-700	46,9	16,0	68,7	11,6
700-800	32,9	11,2	79,9	12,5
800-900	23,3	8,0	87,9	14,5
900-1000	15,6	5,3	93,2	12,6
1000-1100	12,4	4,2	97,4	13,6
1100-1200	6,0	2,1	99,5	10,2
1200-1300	1,1	0,4	99,9	13,0
1300-1400	0,4	0,1	100,0	7,8
Σ	292,7	100		10,4

Medjusliv Pirot - Bela Palanka prostire se na površini od 292,7 km². Srednja nadmorska visina sliva iznosi 599 m. Kumulativna površina do 500 m nadmorske visine iznosi 34,1 % teritorije sliva. Prostor između 500-1000 m zahvata 59 % površine sliva, a 6,8 % površine sliva nalazi se iznad 1000 m. Najveće rasprostranjenje ima visinska zona od 500-600 m, njoj pripada 18,6 % površine sliva. Upravo do 600 m nadmorske visine kumulativna površina sliva iznosi nešto više od 50 %. Srednji nagib

sliva iznosi 10,4°. Njegova najveća srednja vredost je u visinskom pojasu između 800-900 m. Prostor do 300 m odlikuju prosečni nagibi od 2,3° a maksimalne vrednosti ne prelaze 5°. U ostalim visinskim pojasevima srednji nagib terena kreće se između 6,2° i 14,5°. Medjutim, maksimalne vrednosti nagiba su iznad 10°, a u najvišim delovima sliva kreću se i do 44°. Teritorijalno, u međuslivu dominiraju klase nagiba od 5-10° i 10-15° koje imaju skoro podjednako rasprostranjenje, prva 26,4 %, a druga 26,8 % površine sliva. Nagibi iznad 15° zahvataju skoro četvrtinu površine sliva.

Sliv Koritničke reke prostire se na površini od 128,5 km². Srednja nadmorska visina sliva iznosi 839 m., a srednji nagib u slivu je relativno visok 14,7°. Kumulativno 50 % površine sliva nalazi se do 900 m nadmorske visine. Prostor do 500 m zahvata samo 13,3 % , a niskoplaninski deo od 500-1000 m 42,7 %, dok naviši delovi sliva iznad 1000 m 43,7 %.

Tabela 9. Hipsometrijska raspodela površina i uglova nagiba u slivu Koritničke reke.

Visinske zone (m)	F (km ²)	F (%)	Σ F (%)	Srednji nagib (°)
200-300	1,2	0,9	0,9	3,6
300-400	6,8	5,3	6,2	6,0
400-500	9,1	7,1	13,3	10,7
500-600	12,2	9,5	22,8	13,8
600-700	14,7	11,4	34,2	14,7
700-800	12,2	9,5	43,8	18,0
800-900	8,4	6,6	50,3	24,3
900-1000	7,4	5,7	56,1	21,5
1000-1100	9,7	7,6	63,6	19,6
1100-1200	7,9	6,2	69,8	18,3
1200-1300	7,3	5,7	75,5	18,1
1300-1400	10,5	8,2	83,7	13,6
1400-1500	11,7	9,1	92,8	11,0
1500-1600	6,7	5,2	98,0	10,8
1600-1700	2,5	2,0	100,0	4,6
Σ	128,5	100		

Raspodela površina prema visinskoj zonalnosti relativno je ujednačena, s tim da se u visinskoj zoni 600-700 m nalazi 11,4 % površine sliva. Raspodela nagiba prema visinskoj distribuciji je takva da nagibi čija je srednja vrednost između 18° i 24° prostorno su zastupljeni od 700 m do 1300 m nadmorske visine. Shodno tome 27,5 % površine sliva nalazi se pod nagibima od 15-25°, a 24,2 % pod nagibima u klasi od 10-15°. Uzimajući u obzir i činjenicu da nagibi iznad 25° imaju rasprostranjenje na 14 % površine, to znači da dve trećine površine sliva imaju nagibe veće od 10°.

Medjusliv Bela Palanka - Niš prostire se na 348 km². Zahvata prostor između dva grada, ali bez slivova levih pritoka Nišave. Najveći deo medjusliva čine Svrljiške planine i prostor uz dolinu reke. Srednja nadmorska visina ovog medjusliva je 490 m, a srednji nagib 12,6°. Distribucija površina medjusliva prema hipsometrijskoj zonalnosti je takva da se 58,7 % teritorije nalazi do 500 m nadmorske visine, 36,8 % između 500-1000 m, a iznad 1000 m samo 4,6 % površine. Najveće rasprostranjenje ima visinska zona od 200-300 m (21,2 %), a potom prostor između 300-400 m (18,9 %). Srednji ugao nagiba u najnižim delovima medjusliva iznosi 5,3° i konstantno se povećava do 800 m nadmorske visine na kojoj ima vrednost od čak 21°. Iznad 800 m srednji nagib se smanjuje da bi u najvišim delovima teritorije iznosio 9°. Konfiguracija terena je takva da se čak 47 % površine sliva nalazi pod nagibima većim od 10°.

Tabela 10. Hipsometrijska raspodela površina i uglova nagiba u medjuslivu Bela Palanka - Niš.

Visinske zone (m)	F (km ²)	F (%)	Σ F (%)	Srednji nagib (°)
Do 200	8,1	2,3	2,3	0,9
200-300	73,7	21,2	23,5	5,3
300-400	65,6	18,9	42,4	11,5
400-500	56,6	16,3	58,7	14,4
500-600	47,3	13,6	72,2	14,9
600-700	32,8	9,4	81,7	17,1
700-800	18,3	5,3	86,9	21,0
800-900	18,7	5,4	92,3	16,1
900-1000	10,9	3,1	95,4	18,5
1000-1100	10,8	3,1	98,5	15,9
1100-1200	3,8	1,1	99,6	14,7
1200-1300	1,0	0,3	99,9	9,1
1300-1400	0,4	0,1	100,0	0,0
Σ	348,0	100		

Sliv Crvene reke zahvata površinu od 92 km². Srednja nadmorska visina iznosi 746 m. Ovo je sliv koji od svih izdvojenih celina na prostoru sliva Nišave ima najveći prosečni nagib terena koji iznosi 17°. Do 500 m nadmorske visine nalazi se nešto više od četvrtine sliva. Najveći deo sliva 55 % ima rasprostranjenje između 500 m i 1000 m nadmorske visine, dok je iznad 1000 m 18,7 % površine sliva. Visinska raspodela površina je takva da je njeno rasprostranjenje najveće u zoni od 500-600 m (22,2 %), kao i između 400-500 m (19 %). Visinska zonalnost nagiba pokazuje njegovu izuzetno veliku vrednost u svim izdvojenim zonama. Sa izuzetkom visinskih pojaseva ispod 500 m, u svim ostalim srednji ugao nagiba veći je od 10°. Zapravo iznad 800 m nadmorske

visine srednja vrednost uglova nagiba kreće se između 21° i 40° . Shodno tome, prostorno najveću površinu sliva zahvataju nagibi iznad 15° , dok je na jednoj četvrtini površine sliva nagib terena između 10° i 15° .

Tabela 11. Hipsometrijska raspodela površina i uglova nagiba u slivu Crvene reke.

Visinske zone (m)	F (km ²)	F (%)	Σ F (%)	Srednji nagib (°)
200-300	0,43	0,5	0,5	10,0
300-400	6,15	6,7	7,2	4,8
400-500	17,51	19,0	26,2	8,9
500-600	20,42	22,2	48,4	10,0
600-700	9,25	10,1	58,4	13,9
700-800	7,01	7,6	66,1	21,5
800-900	4,82	5,2	71,3	24,4
900-1000	5,19	5,6	76,9	33,0
1000-1100	3,81	4,1	81,1	36,6
1100-1200	3,58	3,9	85,0	39,9
1200-1300	2,47	2,7	87,7	27,8
1300-1400	2,71	3,0	90,6	24,9
1400-1500	3,22	3,5	94,1	18,9
1500-1600	2,19	2,4	96,5	24,9
1600-1700	2,41	2,6	99,1	8,1
1700-1800	0,66	0,7	100,0	7,0
Σ	92,0	100		

Tabela 12. Hipsometrijska raspodela površina i uglova nagiba u slivu Jelašničke reke.

Visinske zone (m)	F (km ²)	F (%)	Σ F (%)	Srednji nagib (°)
200-300	2,7	4,9	4,9	5,9
300-400	6,6	11,9	16,9	8,5
400-500	12,4	22,4	39,2	13,3
500-600	15,5	28,0	67,2	10,9
600-700	8,1	14,7	81,9	16,0
700-800	4,4	8,1	89,9	14,1
800-900	2,3	4,1	94,0	13,5
900-1000	1,0	1,8	95,8	18,2
1000-1100	0,6	1,1	96,9	35,6
1100-1200	0,6	1,2	98,1	37,7
1200-1300	0,4	0,8	98,9	35,2
1300-1400	0,4	0,8	99,6	24,3
1400-1500	0,2	0,4	100,0	
Σ	55,3	100,0		

Sliv Jelašničke reke sa srednjom nadmorskom visinom od 550 m zahvata površinu od 55 km². Srednji ugao nagiba je $12,8^{\circ}$. Kumulativno 81 % površine sliva zastupljeno je do 700 m nadmorske visine, a 19 % je u pojasu od 700-1500 m. Prema

klasičnoj hipsometrijskoj podeli do 500 m nadmorske visine nalazi se 22,4 % površine sliva, od 500-1000 m 56,6 %, a iznad 1000 m 4,2 % teritorije. distribucija nagiba prema visinskoj zonalnosti je karakteristična po tome što se vrednost nagiba od jedno do druge visinske zone u najvećoj meri konstantno povećava i kreće se od 5,9° u najnižim delovima sliva do čak 37,7 ° koliko iznosi njegova srednja vrednost na visinama oko 1300 m. Nagibi iznad 15° zahvataju 38 % površine sliva, u klasi od 10-15° 23 % površine sliva, a nagibi od 5-10° zauzimaju 16 % površine sliva.

Sliv Kutinske reke ima srednju nadmorsku visinu 579 m, a zahvata površinu od 228,5 km². Veliki deo sliva (43,4 %) prostorno je zastupljen do 500 m nadmorske visine. Između 500 m i 1000 m nadmorske visine nalazi se 47,6 % površine sliva, a iznad 1000 m 9 % teritorije. Najveće rasprostranjenje je u visinskoj zoni od 500-600 m (28 %), kao i u pojasu između 400-500 m (22,4 %).

Tabela 13. Hipsometrijska raspodela površina i uglova nagiba u slivu Kutinske reke.

Visinske zone (m)	F (km ²)	F (%)	Σ F (%)	Srednji nagib (°)
200-300	10,8	4,7	4,7	4,3
300-400	33,0	14,4	19,2	9,5
400-500	55,3	24,2	43,4	10,5
500-600	40,0	17,5	60,9	13,7
600-700	27,2	11,9	72,8	15,8
700-800	19,8	8,6	81,5	16,3
800-900	14,5	6,4	87,8	19,1
900-1000	7,3	3,2	91,0	27,8
1000-1100	3,8	1,7	92,7	39,0
1100-1200	1,9	0,8	93,5	46,4
1200-1300	1,4	0,6	94,1	28,6
1300-1400	2,4	1,0	95,1	30,3
1400-1500	2,8	1,2	96,4	35,1
1500-1600	2,9	1,3	97,7	24,6
1600-1700	4,7	2,1	99,7	11,2
1700-1800	0,7	0,3	100,0	9,3
Σ	228,5	100,0		

Sliv se odlikuje velikim srednjim nagibom terena u svim visinskim pojasevima. U pojasu između 400-700 m srednji nagib terena kreće se od 10-15°, a u oblastima iznad 700 m nagibi su izuzetno veliki. Prosečna vrednost u tim visinskim zonama kreće se između 16° i 46°. Trećina površine sliva nalazi se pod nagibima koji su veći od 15°, a 42 % teritorije je pod nagibima od 5-15°.

Sliv Gabrovačke reke ima površinu od 25,4 km². Srednja nadmorska visina iznosi 429 m. Sliv se prostire kroz osam visinskih zona. Najveći deo sliva (68,2 %) nalazi se do 500 m. Najveće rasprostranjenje je u visinskoj zoni od 300-400 m kojoj pripada 34 % površine sliva. Na ovako relativno maloj površini srednji ugao nagiba iznosi 8,6°. Medjutim iznad 500 m nadmorske visine srednji nagib terena kreće se od 12,3° do 14,7° koliko iznosi u visinskoj zoni između 500-600 m. Medjutim, u ovom visinskom pojasu nagibi dostižu vrednost i do 24°. Sa aspekta prostorne distribucije najveće rasprostranjenje imaju nagibi do 5° koji zahvataju 37 % površine sliva, dok 27 % teritorije nalazi pod nagibima u klasi od 5-10°, a relativno veliki udeo (23 %) pripada nagibima između 10-15°.

Tabela 14. Hipsometrijska raspodela površina i uglova nagiba u slivu Gabrovačke reke.

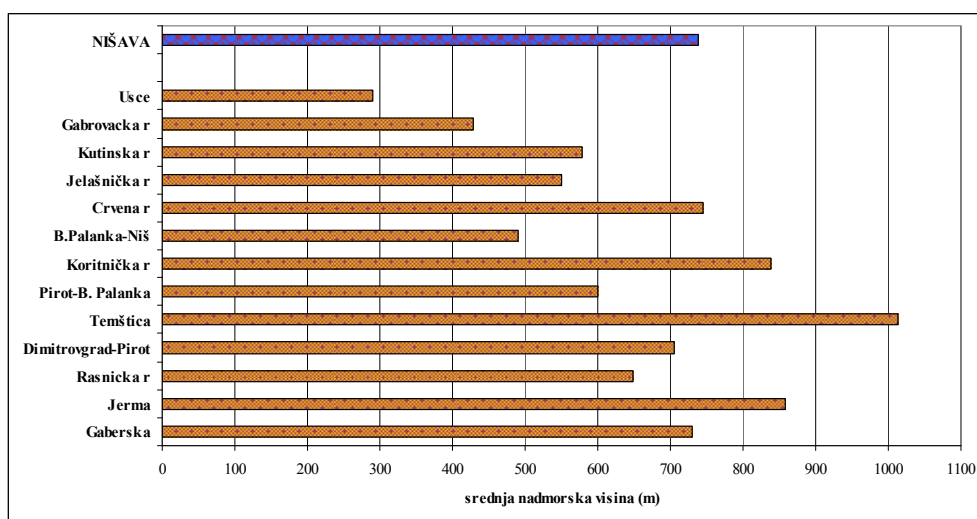
Visinske zone (m)	F (km ²)	F (%)	Σ F (%)	Srednji nagib (°)
Do 200	0,6	2,4	2,4	0,7
200-300	4,2	16,6	19,0	5,9
300-400	8,7	34,1	53,1	6,4
400-500	3,8	15,0	68,2	9,4
500-600	2,0	7,9	76,1	14,7
600-700	2,7	10,5	86,6	14,0
700-800	2,3	8,9	95,5	12,3
800-900	1,1	4,5	100,0	4,7
Σ	25,4	100,0		

Tabela 15. Hipsometrijska raspodela površina i uglova nagiba u medjuslivu Niš - ušće.

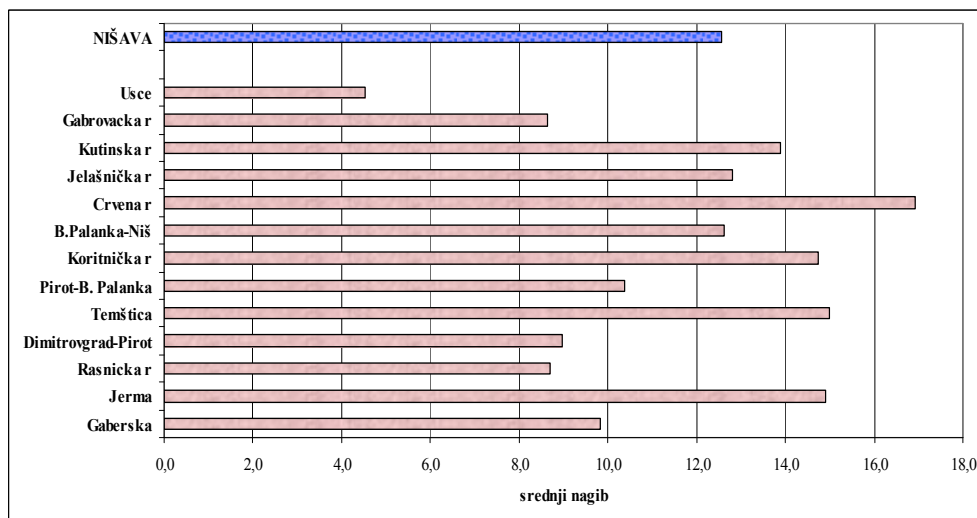
Visinske zone (m)	F (km ²)	F (%)	Σ F (%)	Srednji nagib (°)
Do 200	49,3	45,4	45,4	0,7
200-300	33,8	31,1	76,5	4,3
300-400	14,2	13,1	89,6	7,7
400-500	6,4	5,9	95,5	8,9
500-600	3,5	3,2	98,7	8,2
600-700	1,3	1,2	100,0	6,9
Σ	108,6	100,0		

Neposredni deo sliva između Niša i ušća Nišave u Južnu Moravu zahvata površinu od 108,6 km². To je najniži deo sliva Nišave, čija srednja nadmorska visina iznosi 290 m. Blago zatalasano pobrdje do 500 m nadmorske visine zahvata 95,5 % površine teritorije. Hipsometrijska distribucija površina pokazuje da se najveći deo (45,4 %) površine nalazi do 200 m nadmorske visine, a 31,1 % i pojasu između 200-

300 m. Srednji nagib ove celine iznosi $4,5^\circ$, a njegova vrednost prema visinskoj raspodeli nije veća od $8,9^\circ$ koliko iznosi u pojasu između 400-500 m. Shodno tome, 82 % teritorije je pod nagibima do 5° , a 20 % pripada klasi od $5-10^\circ$. Na 5,7 % površine zastupljeni su nagibi čija srednja vrednost kreće od $10-15^\circ$.

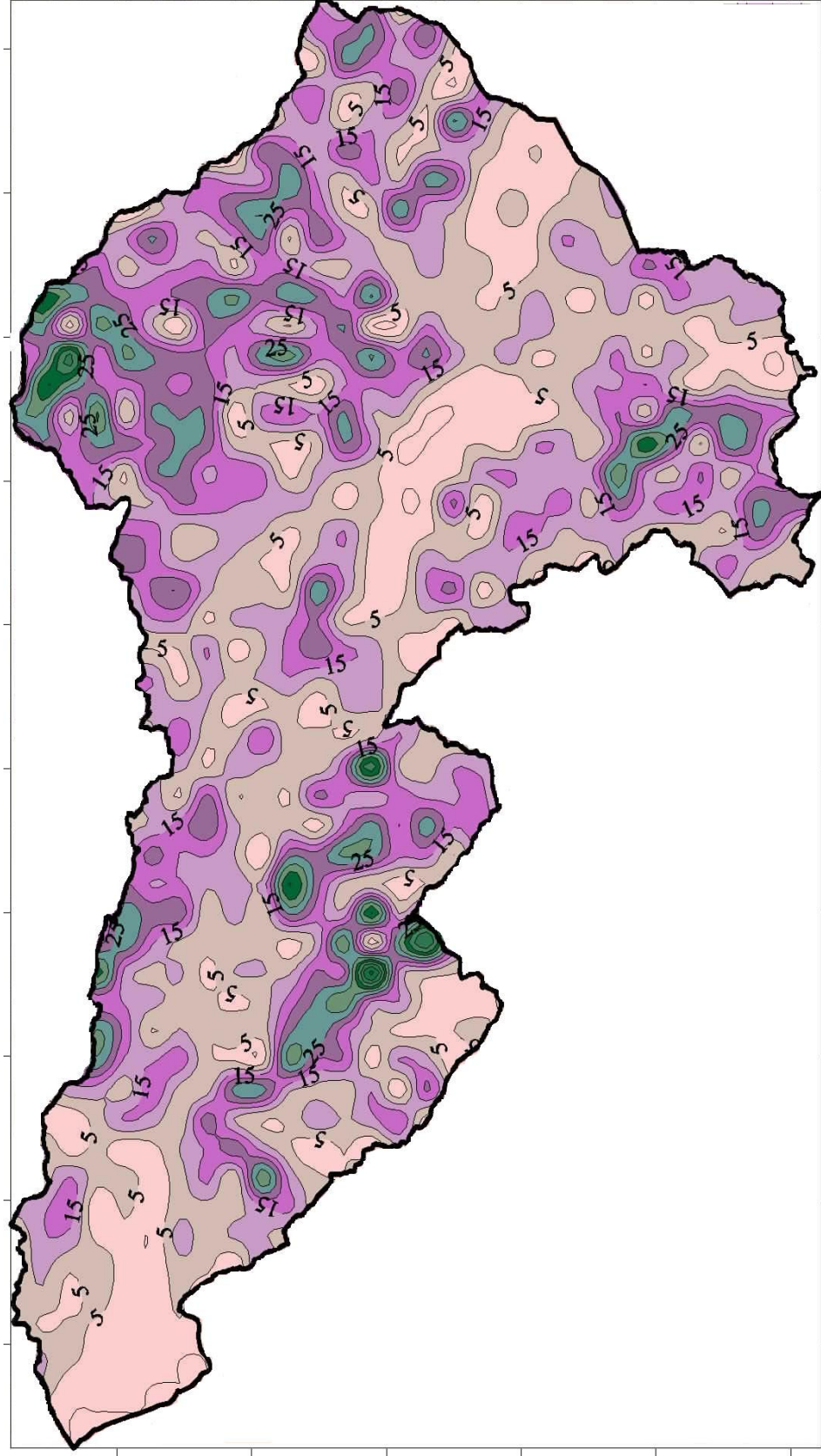


Grafik 3. Srednja nadmorska visina sliva Nišave i izdvojenih subslivova.



Grafik 4. Srednji nagib sliva Nišave i izdvojenih subslivova.

KARTA UGLOVA NAGIBA



3.3. GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Prekambrija i paleozoik. Najstarije stene nalaze se u jugoistočnom delu sliva Jerme i obuhvataju deo kompleksa Krajišta. Kao predstavnici metamorfnih stena to su gabroamfiboliti i amfibolski gnajsevi prekambrijske starosti zastupljeni u severnom delu Ruj planine. U neposrednoj okolini javljaju se paleozojski plagiograniti i plagiognajsevi.

Stari magmatiti otkriveni u rifejsko-kambrijumskom kompleksu Stare planine i prekambrijskom kompleksu Ruj planine, predstavljeni su gabrovima, granitima i njihovim varijetetima.

Stene paleozojske starosti nalaze se u severoistočnom delu sliva i predstavljene su kompleksom kristalastih škriljaca niskog stepena metamorfizma koji izgrađuje bilo Stare planine. To su eugosinklinalne tvorevine metamorfisane pod uslovima facije zelenih škriljaca (kvarc-albit-muskovit-hloritski škriljci) čija debljina iznosi više od 600 m. U ovom kompleksu javljaju se i slabo metamorfisane magmatske stene, predstavljene gabrovima i granitoidima, u vidu žičanih proboja koji su kasnije, pod uticajem regionalnog metamorfizma, zajedno sa sedimentima metamorfisani do facije zelenih škriljaca. U slivu Jerme teren je delom izgrađen od relativno neotpornih albit-hloritsko-sericitskih škriljaca karakterističnim po jaružastim oblicima reljefa, a prisutni su na manjim površinama i albit-hlorit-muskovitski škriljci. Treća oblast kristalastih škriljaca različitog stepena metamorfizma zastupljena je na planinama Seličevica i Babička gora.

Devonski flišni sedimenti su izdvojeni u tri oblasti. Na severozapadnim padinama Ruj planine i u dolinama Jerme, Blatnice i Kusovranske reke grade kontinuiran pojas širine 2-4 km, dok im debljina iznosi i preko 500 m. Druga oblast rasprostranjenja flišnih naslaga devona je prostor Belave. Podina im nije otkrivena, a povlatu čine permski konglomerati. Treća oblast rasprostranjenja je Suva planina kod sela Studena, Miljkovac, Veta, Toponica i u okolini Niške banje. Sedimentne naslage u donjem delu su predstavljene smenom alevrolita, peščara i peskovitih glinaca. Viši delovi izgrađeni su od od raznovrsnih peščara, medju kojima preovladjuju krupnozrni i konglomeratični, zatim peskoviti glinci a redje konglomerati i proslojci krečnjaka. Debljina cele jedinice je preko 600 m (Grupa autora, 1975).

Najmoćnija serija permskih crvenih peščara, koji leže transgresivno preko rifejsko-kambrijskih škriljaca ili karbona, zahvata sliv Tolpodolske reke. Ovi sedimenti predstavljaju i do 600 m debelu kontinentalnu sukcesiju stvaranu u raščlanjenom reljefu sastavljenom pretežno od granitoidnih stena, a u manjoj meri i vulkanita i niskometamorfisanih škriljaca. Sedimentacija počinje veoma brzim bujičnim tokovima. Uz brzu eroziju, kratak transport i brzo taloženje stvaraju se slabo sortirani konglomerati, uglavnom arkoznog sastava (OGK 1:100.000, Tumač za listove Pirot i Breznik, 1977). Od prethodne partije jasno je izdvojena partija sitnozrnih peščara i alevrolita gornjeg toka Toplodolske reke debljine oko 300 m u kojoj preovlađuje kvarc, zatim feldspati, a u manjoj meri liskuni i kalcit (Grupa autora, 1975). Tvorevine koje pripadaju permu predstavljene su formacijom crvenih peščara. Zahvataju veliko prostranstvo u temenim delovima kusovranske i suvoplaninske antiklinale, po obodu Zaplanjskog neogenog basena i neznatno u okolini Niša. Uska zona crvenih peščara, pravca pružanja severozapad-jugoistok, zastupljena je na području Ruj planine, Grebena i Vlaške planine (Kusovranska antiklinala). Ovi permški sedimenti leže diskordantno preko gabroamfibolita, plagiogranita i fliša u vidu krupnozrnih arkoza. Iznad njih su srednjozrne arkoze sa paketima sitnozrnih peščara. Debljina sedimenata perma u ovom području znatno je manje moćnosti i iznosi maksimalno 150 m (OGK 1:100.000, Tumač za listove Pirot i Breznik, 1977). U antiklinali Suve planine, kao i Kuse vrane, permški sedimenti leže diskordantno preko devonskih. Počinju akroznim konglomeratima i konglomeratičnim i krupnozrnim arkozama, dok se u višim delovima javljaju slojeviti, i redje bankoviti sitnozrni liskunoviti crveni peščari i alevroliti. U Zaplanjskom basenu crveni peščari su otkriveni duž zapadnog i severnog oboda basena. U oblasti Matejevac, kod Niša, otkriveni su najviši delovi perma predstavljeni arkozama, i feldspatskim subgravaukama, koji idući naviše prelaze u donjotrijaske peščare (OGK 1:100.000, Tumač za list Bela Palanka, 1980).

Mezozoik. Najveće rasprostranjenje trijaski sedimenti imaju na prostoru Stare planine. U donjem trijasu, u uslovima tople i vlažne klime uz povremene sušne periode, sedimenti se talože na ravnom dnu u tektonski mirnim uslovima. Matrijal se duže transportuje, dobro zaobljava i dobro sortira. Na taj način stvorena je serija šarenih peščara i konglomerata debljine oko 200 m koja je u svom donjem delu tesno povezana sa formacijom crvenih peščara. (Osnovna geološka karta 1:100.000, Tumač za listove

Pirot i Breznik, 1977). Ovi sedimenti zahvataju zonu koja se prostire od bugarske granice preko gornjih tokova Gradašničke, Vodeničke i Rosomačke reke, zahvatajući srednji deo Jelovičke reke do sela Jelovica, gornji tok Dojkinačke reke, uzvišenja Kopren i Ponor, zatim gornji tok Gostuške reke i neposredni deo sliva Visočice koji se prostire od Zavoja do sela Temska i Rudinje.

Južno od njih veliko rasprostranjenje zauzimaju sedimenti srednjeg trijasa predstavljeni krečnjacima, dolomitičnim krečnjacima i dolomitima, dok se alevroliti i glinci javljaju u vidu proslojaka u karbonatnim stenama. Njihova debljina iznosi oko 250 m i pružaju se na potezu Senokos – Rosomač – Vrelo – Pakleštica - Velika Lukanja – Pokrevenik. Najveću širinu imaju na profilu vrh Mramor – selo velika Lukanja.

Sedimenti gornjeg trijasa znatno su manje rasprostranjeni nego sedimenti donjeg i srednjeg trijasa. Ograničeni su pretežno na istočne delove Stare planine, a stvarali su se u regresivnoj fazi trijaskog mora. Krajem srednjeg i početkom gornjeg trijasa dolazi do prvih pokreta alpske orogeneze i postupnog povlačenja mora sa prostora Stare planine. Najveći deo ranije nataloženih sedimenata tada je erodovan. Očuvani su u vidu uske zone u ataru sela Velika Lukanja, preko Pakleštice, sela Rosomača i Senokosa do granice sa Bugarskom. Debljina im varira između 10 m i 100 m.

Trijaski sedimenti otkriveni su i na Vidliču u blizini bugarske granice u oblasti Zabrdje, zatim u antiklinali Basare, Gradišnice, Nišora i Temske. Ovi sedimenti imaju neznatnu rasprostranjenost na Suvoj planini. Otkriveni su samo na krilima antiklinale Suve planine i javljau se u vidu nekoliko kraćih i uskih zona.

Sedimenti jure u slivu Nišave imaju veliko rasprostranjenje. Mogu se pratiti preko Stare planine i Vidliča, zatim preko Ruja, Grebena i Vlačke planine, potom Belave, Svrlijskih planina i Suve planine. Na prostoru Stare planine, u tzv. visočkoj zoni jurski sedimentacioni ciklus je potpuno razvijen. Počinje taloženjem kvarcnih konglomerata sa proslojcima gvožđa, peščara i glinaca sa ugljem. Pružajući se pravcem severozapad-jugoistok, lijaske tvorevine prate dolinu Visočice jedinstvenom zonom širine 4-8 km i dužine od 40 km. Na profilu Mala Lukanja – Koprivštica dostižu najveću debljinu i otkrivene su na širokom prostranstvu. Na samom severozapadnom delu od Temske do Velike Lukanje preovlađuje glinovita komponenta, dok se na profilima središnjeg dela Stare planine, između Pakleštice i Rosomača, češće javljaju

krečnjaci. Na samom jugoistočnom delu, posebno u delu južno od Senokosa, krečnjaci dominiraju bilo da su laporoviti ili peskoviti.

Sedimenti srednje jure rasprostranjeni su u jednom pojasu koji se pruža od Temske, preko Pokrevnika i Velike Lukanje do Paklešnice, gde izgrađuju najveći deo kose Požar. Od Vladikine Ploče, preko Visočke Ržane u vidu uske zone pružaju se sve do granice. U njihovom sastavu najrasprostranjeniji su bankoviti krečnjački peščari debljine od 20 m do 250 m. Tokom gornje jure nataloženi su bankoviti i masivni sprudni krečnjaci, dok su krečnjaci sa rožnačkim kvrgama taloženi samo u visočkoj zoni. U Vidličkoj zoni jurski sedimentacioni ciklus sličan je sa prethodnom zonom. Počinje transgresivnom jedinicom žutih peščara, glinovitih krečnjaka i glinaca sa ugljem. Pojas se pruža od granice i nastavlja prema severozapadu ka Basari.

U oblasti Ruja i kusovranske antiklinale (atar sela Zvonce, Zvonička banja, Vuči del i Rakita) početkom jure nataloženi su sprudni i bankoviti krečnjaci. U srednjoj juri razvijaju se žuti konglomeratični peščari i peskoviti krečnjaci, koji su mestimično gvoždjeviti. Kvarcni konglomerati navise prelaze u liskunovite peščare i glince, koji čine povlatu ugljenog sloja izraženog u dolini Jerme kod sela Rakita. Za ovaj prostor karakterističan je titonski fliš. U litološki sastav flišnih sedimenata ulaze konglomerati, alevroliti, glinci i laporci. Njihova Debljina veća je od 600 m.

Veliko rasprostranjenje jurskih sedimenata nalazimo na prostoru Suve planine. Sedimenti srednje jure neznatno su razvijeni u vidu uzanih zona duž oba krila antiklinale. Leže transgresivno preko permskih crvenih peščara ili preko sedimenata donjeg trijasa. Srednja jura predstavljena je peščarima, a redje i laporovitim i glinovitim krečnjacima. Gornjojurske tvorevine zahvataju najveće prostranstvo. U oblast Gornjeg Dušnika prisutna je veća masa bankovitih krečnjaka. Naročito su razvijeni sedimenti titona. Predstavljani su sprudnim i subsprudnim krečnjacima izraženim u jugoistočnom delu planine. Debljina sedimenta titonskog kata iznosi prosečno oko 350 m. Za ovaj prostor karakteristični su i flišni sedimenti u vidu jedne zone na jugozapadnoj strani planine.

Sedimentacioni ciklus jure u zastupljen je i na Belavi. Najveće rasprostranjenje imaju titonski krečnjaci, ali su znatno manje moćnosti nego na prostoru Suve planine, oko 100-150 m.

U Svrljiškim planinama gornja jura je najrazvijenija. Preko starijeg paleozoika leže sedimenti srednje jure, a preko njih dolomitsko-krečnjački kompleks gornje jure. Ovaj kompleks negde direktno leži preko starijeg paleozoika, a sastoji se od bankovitih i masivnih dolomita debljine 100 m. Preko njih nalaze se krečnjačko-dolomitski horizont u kome se smenjuju dolomiti i dolomitični krečnjaci. Najviši deo izgradjen je od slojevitih i bankovitih krečnjaka, koji prelaze u sprudne i subsprudne titonske krečnjake.

Sedimenti kredne starosti otkriveni su na velikom prostranstvu. Za donju kredu karakteristični su plitkovodni sedimenti koji čine oko 90 % ukupnih sedimenata ovog perioda. Najrasprostranjeniji su krečnjaci (slojeviti, bankoviti ili masivni), zatim peščari i laporci, kao i prelazi između ovih litoloških tipova. U visočkoj zoni u nastavku jurske sedimentacije kredni ciklus predstavljen je krečnjacima, laporcima i peščarima. U vidličkoj zoni kreda je znatno rasprostranjenija. Počinje krečnjacima, laporcima i peščarima. Iznad njih leže vapnoviti peščari, laporci i krečnjaci, zatim sprudni krečnjaci i na kraju pločasti krečnjaci. Sedimenti krede nalaze su i u području Ruja gde čine povlatu titonskog fliša. Predstavljeni su laporcima i laporovitim krečnjacima. Najveće rasprostranjenje kredne tvorevine imaju na prostoru Suve planine. Preko titonskih krečnjaka leži debeo kompleks laporovitih krečnjaka, a iznad njih su masivni sprudni krečnjaci. Ovaj kompleks nastavlja se preko oboda Koritničkog basena sve do Belave čiji je glavni greben izgradjen od gornjojurskih sedimenata. Masivni i sprudni krečnjaci izgradjuju i prostor Svrljiških planina. Kompleks peščara heterogenog sastava prisutan je u oblasti Koritnika gde preovladavaju krupnozrni peščari. Karakterističan je i na obodu Zaplanjskog basena gde su prisutni i konglomerati i alevroliti. Na Belavi su zastupljeni u ataru sela Suvodola zajedno sa glincima i krečnjacima. Sedimentne tvorevine gornje krede veliko rasprostranjenje imaju i na desnoj dolinskoj strani Nišave u dolini Osmakovačke reke, na pojedinim lokalitetima imaju debljinu i preko 300 m (Grupa autora, 1975).

Tercijar i kvartar. Najveće rasprostranjenje imaju tvorevine neogene strosti. Predstavljene su slatkovodnim sedimentima različito razvijenim u nekoliko izolovanih basena. Mazgoški basen je miopliocena međuplaninska depresija, izdužen rov formiran sa više uzdužnih raseda pravca severozapad-jugoistok. Basen je karakterističan po ugljonojnoj seriji debljine od 7-17 m, preko koje su naslage gline, peska i šljunka koje

se međusobno naizmenično smenjuju. Pirotski basen predstavlja, takodje, jednu međuplaninsku depresiju. Ukupna debljina sedimenata je oko 160 m. Donji deo pliocene serije čine bazalni konglomerati, žute, mrke i crvene gline sa proslojcima peska, dok je jedan deo predstavljen i zelenim peskovitim glinama. Preko ovih pliocenih naslaga leže kvartarni slojevi. U Belopalanačkom basenu plioceni sedimenti najvećim delom leže transgresivno preko mezozojskih, a manjim preko starijih tercijarnih naslaga. U donjem delu su konglomerati, peskovi i raznobojni trošni peščari, dok su u gornjem delu laporci, peskovi, gline i šljunkovi. U dolini Crvene reke zastupljeni su intenzivno crveni sedimenti koji se sastoje od poluzaobljenih i zaobljenih peščara i krečnjaka vezanih crvenim liskunovitim peščarima. Debljina sedimenata ne prelazi 200 m. U Zaplanjskom basenu, duž njegovog zapadnog oboda, neogene tvorevine leže transgresivno preko crvenih permskih peščara i staropaleozojskih škriljaca. U donjem delu, između Gadžinog Hana, Duge Poljene, Dušnika i Dragovlja, prisutni su krupnozrni liskunoviti kvarcni crveni peščari, zatim glinoviti i laporoviti peščari, peskovi i laporci. Od oboda prema centralnom delu basena javljaju se mahom sitnozrni crveni i žuti peščari, gline i glinoviti peščari. Debljina naslaga kreće se između 300 m i 350 m. Niški basen, odnosno samo njegov istočni deo, pripada slivu Nišave. Najstariji segmenti niškog neogena zapaženi su u donjem delu sliva Kutinske reke. Predstavljeni su crnim peskovitim glincima, peščarima, laporcima i bituminoznim škriljcima. Najstariji sedimenti nalaze se i u njegovom najistočnijem delu, Jelašničkom basenu. Podinsku seriju jelašnice čine breče, dok su viši delovi izgrađeni od laporaca, peskovitih laporaca i alevrolitskih peščara, iznad kojih je ugljonosni sloj. Ukupna debljina podinske i produktivne serije iznosi oko 320 m. Preko ugljonosnog horizonta leži tzv. crvena serija. Ona se sastoji od crvenih i mrkih, mestimično peskovitih i šljunkovitih gline u kojima se zapažaju valutci permskih crvenih peščara, škriljaca različite vrste i kvarcita. Debljina serije je promenljiva i kreće se od 90-240 m. Ostali delovi Niškog basena, takodje su heterogenog sastava. Preovladjuju slabo razvijeni peščari, šljunkovi, peskovi, gline i mestimično peskoviti krečnjaci (Grupa autora, 1977).

Prema napred iznetim karakteristikama geološke gradje sliva može se zaključiti da je sliv Nišave izgrađen od najraznovrsnijih metamorfnih, magmatskih i sedimentnih stena različite starosti. Sa stanovišta erozivnih procesa veoma je značajno utvrditi koliki

Tabela 16. Visinska distribucija tipova stena (km²) u slivu Nišave.

Tip stena / Visinske zone (m)	aluvijum	neogen	fliš	krečnjak	dolomit	šareni peščari	crveni peščari	škrljci	andeziti	metamorfiti	magmatiti
200	58,4	0,3									
200-300	71,7	44,7	4,8	3,3	0,3	2,5	1,2	1,3			0,04
300-400	85,7	104,7	18,7	11,7	2,0	3,6	7,8	6,4	3,1	0,3	1,0
400-500	58,5	128,4	55,9	48,7	4,1	13,2	20,5	8,8	7,2	0,5	1,0
500-600	29,4	51,3	91,1	83,1	10,4	18,9	24,5	12,1	5,1	1,6	0,6
600-700	19,2	21,8	107,3	89,8	13,0	21,5	12,3	15,5	12,1	2,4	0,3
700-800	28,6	7,2	124,6	94,1	19,9	41,1	21,0	12,5	9,1	5,8	1,1
800-900	9,7	0,4	87,3	76,7	17,4	20,8	22,1	7,9	12,3	4,8	0,7
900-1000	2,6		50,3	81,0	19,4	15,2	23,1	6,7	11,0	10,4	1,1
1000-1100	1,2	0,3	34,7	61,7	13,5	14,0	23,1	3,8	3,2	5,1	1,1
1100-1200	1,2	0,2	29,3	34,7	18,5	16,3	14,5	7,2		4,5	1,4
1200-1300	1,1		19,5	24,3	19,5	15,0	17,4	6,2		1,8	1,3
1300-1400	0,4		10,4	16,6	10,8	16,9	10,1	3,6		3,0	0,5
1400-1500			3,8	15,9	10,5	19,0	8,9	7,1			0,1
1500-1600			2,0	9,6	5,4	8,9	8,2	7,1		0,3	
1600-1700				7,2	1,0	12,3	6,1	5,3		0,1	0,15
1700-1800				1,0		7,7	3,1	1,9			
1800-1900						5,0	2,1	0,2			0,07
1900-2000						1,1	0,4				
2000-2100											
Σ	367,9	359,3	639,6	659,2	165,7	253,1	227,5	113,6	63,2	40,5	10,5

Tabela 17. Visinska distribucija tipova stena (%) u slivu Nišave.

Tip stena / Visinske zone (m)	aluvijum	neogen	fliš	krečnjak	dolomit	šareni peščari	crveni peščari	škriljci	andeziti	metamorfiti	magmatiti
200	15,9	0,1									
200-300	19,5	12,4	0,8	0,5	0,2	1,0	0,5	1,1			0,4
300-400	23,3	29,1	2,9	1,8	1,2	1,4	3,4	5,6	4,9	0,8	10,0
400-500	15,9	35,7	8,7	7,4	2,4	5,2	9,0	7,8	11,4	1,2	9,1
500-600	8,0	14,3	14,2	12,6	6,3	7,5	10,8	10,7	8,1	3,9	5,7
600-700	5,2	6,1	16,8	13,6	7,8	8,5	5,4	13,6	19,2	5,9	2,6
700-800	7,8	2,0	19,5	14,3	12,0	16,3	9,2	11,0	14,3	14,3	10,2
800-900	2,6	0,1	13,7	11,6	10,5	8,2	9,7	6,9	19,5	11,9	6,6
900-1000	0,7		7,9	12,3	11,7	6,0	10,2	5,9	17,4	25,6	10,9
1000-1100	0,3	0,1	5,4	9,4	8,2	5,5	10,2	3,4	5,1	12,5	10,1
1100-1200	0,3	0,1	4,6	5,3	11,2	6,4	6,4	6,3		11,2	13,0
1200-1300	0,3		3,0	3,7	11,8	5,9	7,7	5,5		4,5	12,7
1300-1400	0,1		1,6	2,5	6,5	6,7	4,4	3,2		7,3	5,2
1400-1500			0,6	2,4	6,3	7,5	3,9	6,2			1,4
1500-1600			0,3	1,5	3,3	3,5	3,6	6,3		0,8	
1600-1700				1,1	0,6	4,8	2,7	4,6		0,1	1,4
1700-1800				0,1		3,1	1,4	1,7			
1800-1900						2,0	0,9	0,2			0,7
1900-2000						0,5	0,2				
2000-2100							0,4				
%	12,7	12,4	22,1	22,7	5,7	8,7	7,8	3,9	2,2	1,4	0,4

je udeo određenih tipova stena u ukupnoj površini, kao i kakva je njihova raspodela po visinskoj zonalnosti.

Sinteznom analizom utvrđeno je da u slivu dominiraju tri petrološka kompleksa, koja su skoro podjednako zastupljena. Krečnjak i dolomit su najzastupljeniji stenski kompleks u slivu koji čine 28,4 % ukupne površine. Slede aluvijum i neogeni sedimenti sa 25,1 % i fliš sa 22,1 %. Od sedimentnih stena skoro podjednako su zastupljeni šareni peščari i crveni peščari, sa 8,7 %, odnosno 7,8 % površine sliva. Od metamorfnih stena najdominantniji su škriljci koji zahvataju 3,9 % površine sliva, a od magmatita najveće rasprostranjenje imaju andeziti koji zahvataju 2,2 % ukupne površine.

Prema visinskoj raspodeli 74,6 % aluvijuma zastupljeno je na visinama do 500 m. Prostorno najveće rasprostranjenje ima u međuslivu Dimitrovgrad-Pirot (21,3 %) i u najnižvodnijem sektoru između Niša i ušća Nišave u Južnu Moravu (17,4 %), kao i između Bele Palanke i Niša (17,2 %). Slično je i sa neogenim sedimentima, 91,6 % nalazi se u visinskom pojasu između 200 m i 600 m. Od 359,3 km² površine, 31,3 % nalazi se na prostoru od Niša do ušća Nišave, 20,1 % u slivu Kutinske reke, a 12,5 % u slivu Rasničke reke.

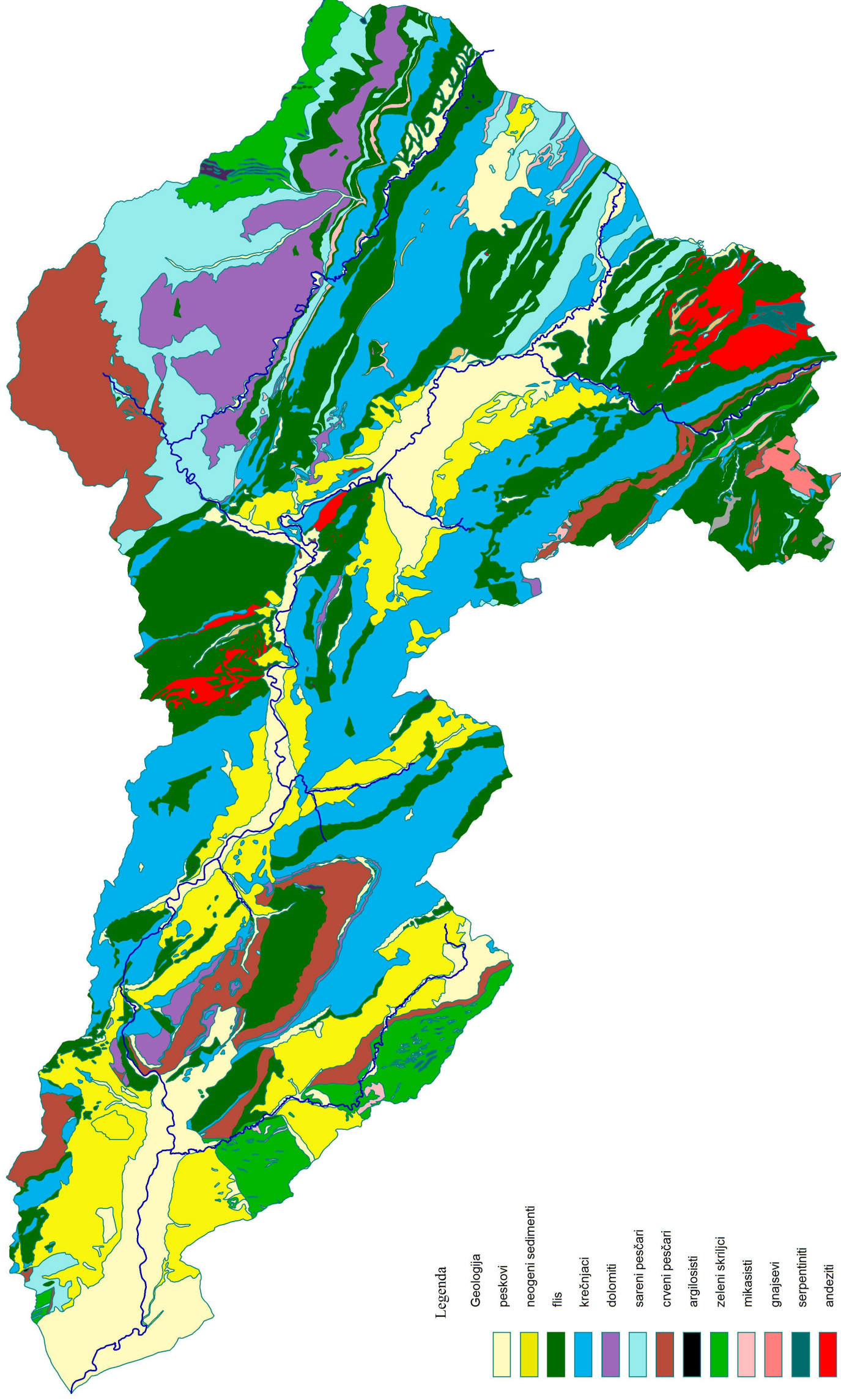
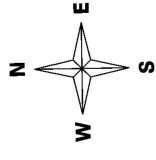
Fliš je najviše rasprostranjen između 500 m i 900 m nadmorske visine (64 %), a najveće rasprostranjenje (19 %) mu je u visinskoj zoni između 700-800 m. Prostire se na 639,6 km², a od te površine po 21 % nalazi se u slivovima Temštice i Jerme, 17,7 % na prostoru između Pirota i Bele Palanke najviše sa desne dolinske strane Nišave.

Zastupljenost krečnjaka je takva da najveće rasprostranjenje imaju od 500-1000 m nadmorske visine (64,4 %). Dolomiti su dominantni na nešto većim nadmorskim visinama, 65,4 % nalazi se između 700-1300 m nadmorske visine. Od 165,7 km² najveće rasprostranjenje dolomiti imaju u slivu Visočice (83,4 %).

Prema visinskoj distribuciji škriljci su prisutni u svim visinskim zonama. Međutim najveće rasprostranjenje imaju u dve oblasti. Od ukupne površine 50,6 % nalazi se u slivu Kutinske reke, a 37,9 % u slivu Visočice.

Šareni peščari najveće rasprostranjenje imaju u pojasu između 700-800 m (16,3 %), a prostorno 66,6 % površine nalazi se u slivu Temštice. Crveni peščari, takodje su dominantni na prostoru sliva Temštice. Od ukupne površine od 225,5 km², 53,7 % nalazi se na prostoru ovog sliva, a značajne površine zahvata u slivu Crvene reke, 14 %.

GEOLOŠKA KARTA SLIVA NIŠAVE



- Legenda
- Geologija
- peskovi
 - neogeni sedimenti
 - flis
 - krečnjaci
 - dolomiti
 - sareni pesčari
 - crveni pesčari
 - argilositi
 - zeleni skriljci
 - mikasisti
 - gnajsevi
 - serpentiniti
 - andeziti
 - graniti
 - daciti



3.4. KLIMATSKE KARAKTERISTIKE

Prostorni raspored godišnje količine padavina u slivu je različit. Dolina Nišave je najsiromašnija padavinama. Pojedina mesta u dolini Nišave primaju količinu padavina manju od 600 mm. Vrednosti se kreću od 586,5 mm na stanici Krupac, 592,6 mm u Nišu, do 599,5 u Pirotu. Nešto malo veću količinu imaju Bela Palanka i Dimitrovgrad, 630,8 mm, odnosno 642,9 mm. Ponišavlje predstavlja jednu od najsušnijih oblasti u Srbiji, a naročito kotline srednjeg i gornjeg Ponišavlja (Petrović J., 1998, 1999). Razlog leži u neposrednom planinskom okruženju. Dimitrovgrad, Sukovo i Pirot su sa zapada zaklonjeni Basarom, Vlaškom planinom, Belavom i Slivovičkim vrhom, dok se u pravcu severozapada nalaze Svrljiške planine, a u pravcu zapada Suva planina (Milovanović B., 2010) što uslovljava izolovanost Belopalanačke kotline. Kako navodi Rakićević T. u kotlinama, u kojima pri svim pravcima kretanja vazdušnih masa, preovladjuju silazna vazdušna strujanja, količina padavina je manja, kako u odnosu na okolne planine, tako i u odnosu na klisure koje spajaju susedne kotline (Rakićević T., 1979). Kao ilustrativan primer može poslužiti stanica Temska, koja se nalazi u neposrednom okruženju Pirota, na skoro istoj nadmorskoj visini, a ima za 44, 5 mm veću količinu padavina.

Najveća količina padavina se, naravno, izluči u planinskom delu sliva. U podnožju Suve planine izluči se prosečno godišnje 857,1 mm (stanica Kaletinac), dok se na Staroj planini količina padavina kreće od 711 mm u Kamenici do 816,6 mm u Dojkincima. U slivu Jerme u podnožju Vlaške planine i Grebena prosečno padne 741,4 mm padavina, a u izvorišnom delu u Klisuri 814,9 mm (Djokić M., 2010).

Medjutim, uočeno je da stanice na prostoru Stare planine primaju relativno malu količinu padavina u odnosu na visinu na kojoj se nalaze. Uzrok tome Milovanović B. objašnjava njihovim položajem u zavetrinskoj strani planine i čitavim nizom uzvišenja koja se stepeničasto spuštaju od Tri Čuke, Koprana i Lokve prema jugu i jugozapadu ka dolini Visočice (Milovanović B., 2010). U takvim slučajevima paralelni planinski grebeni mogu predstavljati predispoziciju kišnim senkama, tako da se vazdušne mase mogu, na ovako relativno niskim preprekama, znatno osiromašiti talogom, pri čemu zavetrene strane bivaju osetno suvlje (Radovanović M., 2001). Takodje, za prostor Visoka i Vidliča, uočena je izvesna razika u visini atmosferskog taloga na stanicama

koje leže približno na istim nadmorskim visinama (Mustafić S., 2006). Počevši od Toplog Dola (700 m), preko Visočke Ržane (700 m), Kamenice (780), Gulenovaca (695 m) do Smilovaca (680 m), količina padavina se smanjuje. Istim redosledom padavine se kreću od 807,3 mm, preko 725,2 mm, 711,0 mm i 722 mm, do 654,9 mm. Pored navedenih orografskih uslova terena, postojećim razlikama u količini padavina doprineo je i prostorni raspored stanica. Generalno, količina padavina u istočnoj Srbiji opada u pravcu severozapad-jugoistok (Rakićević T., 1979, Živković N., 2005), a od Toplog Dola do Smilovaca položaj stanica je takav da se nalaze upravo na ovoj liniji. Pravilnost da količina padavina opada u datom pravcu uočava se i na sledećem primeru. Naime, okolina Niša (Gornji Matejevac, Rautovo) ima prosečnu količinu padavina od 657,6 mm. Idući dolinom Nišave preko Krupca ka Belopalanačkoj kotlini i njenom neposrednom okruženju, donjem toku Crvene reke i Koritničke reke do Gornjeg Rinja, količina padavina prosečno iznosi 644,5 mm. Dalje prema jugoistoku, preko donjeg toka Temštice, Pirotke kotline, donjeg toka Jerme (Sukovo, Vlasi) do Dimitrovgrada, količina padavina se smanjuje na prosečno 632,6 mm.

Tabela 18. Srednje mesečne i godišnje količine padavina (mm) u slivu Nišave (1961-2010).

Stanica	nv	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	God
B. Palanka	290	43,0	41,7	43,5	54,3	65,7	73,8	53,9	47,4	49,0	45,0	57,4	56,3	630,8
Bazovik	710	43,4	48,0	47,3	52,6	69,0	69,4	49,9	47,3	48,5	44,2	57,9	56,0	633,6
Blato	490	38,7	35,5	39,8	49,6	65,8	74,8	50,5	44,2	42,4	42,3	54,1	46,5	584,2
D. Rinj	735	47,8	51,1	50,0	57,7	73,7	70,4	55,8	48,7	49,6	43,8	59,4	63,3	671,2
D. Koritnica	400	55,4	50,6	53,3	60,4	65,1	73,5	46,8	46,1	49,3	50,5	72,3	68,3	691,5
Dimitrovgrad	446	40,8	40,5	44,1	52,3	72,6	81,7	61,2	49,6	47,8	47,2	56,5	48,7	642,9
Dojkinci	880	56,4	53,9	54,2	78,6	94,2	93,0	72,3	56,8	63,4	53,3	69,9	70,6	816,6
G. Matejevac	360	44,5	43,2	47,9	60,9	66,3	68,8	45,7	44,1	52,2	45,2	60,3	60,3	639,4
Glogovac	345	46,7	46,5	48,8	57,6	63,6	66,1	53,3	48,7	52,5	43,7	61,5	63,0	651,9
Gulenovci	695	51,8	49,7	51,8	62,7	77,4	86,3	59,3	52,4	54,7	51,6	64,7	59,6	722,0
Kaletinac	660	65,5	65,0	65,3	84,5	82,5	94,0	60,8	61,6	62,1	57,6	78,3	79,9	857,1
Kamenica	750	49,3	53,0	46,9	64,8	77,6	78,7	56,7	54,1	52,7	52,6	65,2	59,4	711,0
Krupac	405	41,1	39,5	40,8	51,9	61,1	76,4	49,7	40,8	42,2	39,3	54,0	49,7	586,5
Niš	202	39,5	39,1	43,4	54,3	63,6	64,5	42,8	45,1	48,8	42,5	55,0	53,7	592,6
Pirot	370	37,0	37,5	41,3	51,4	66,5	79,6	49,9	45,3	43,8	44,3	55,2	47,7	599,5
Rautovo	415	51,2	50,8	57,3	69,7	78,1	72,2	53,4	54,9	57,7	55,0	71,8	68,8	740,7
Smilovci	680	45,0	41,9	44,9	55,1	73,3	79,1	58,5	49,2	47,8	50,9	57,8	51,2	654,9
Sukovo	475	42,6	39,1	46,1	56,1	65,7	80,2	56,8	45,8	47,3	49,1	55,8	52,2	636,7
Temska	380	46,6	47,9	45,5	53,8	68,2	76,2	52,5	47,9	45,3	44,9	57,8	57,4	644,0
Topli Do	700	60,3	61,4	54,4	71,6	81,3	90,4	65,4	58,8	62,1	55,4	72,7	73,5	807,3
V. Ržana	700	49,9	51,9	49,5	67,1	81,7	85,4	57,7	50,8	50,3	52,5	65,0	63,5	725,2
Vlasi	485	46,6	44,3	50,0	59,7	74,3	83,7	59,6	49,4	49,1	50,9	62,3	58,3	688,3

Obrada podataka za godišnju visinu padavina svakako ne zadovoljava utvrđivanje osnovnih zakonitosti u prostornoj raspodeli padavina. Jedno od osnovnih obeležja režima padavina je njihova raspodela u toku godine. U zavisnosti u kom delu

godine se izluči veća količina padavina, kao i kako su rasporedjene mesečne, posebno ekstremne količine padavina, može se govoriti o određenom tipu pluviometrijskog režima na datoj teritoriji.

Kao što se iz priložene tabele može videti, najveća količina padavina izluči se u toplijem delu godine. S toga se može zaključiti da je u slivu Nišave zastupljen kontinentalni pluviometrijski režim. Međutim, razlike u količini padavina nisu svuda iste. Najveće su na prostoru gornjeg Ponišavlja i u slivu Visočice. U toplijem delu godine izluči se prosečno 67,6 mm padavina ili 10 % više nego u hladnijem delu godine. Na najvišoj stanici Dojkinci, ta količina iznosi 100 mm. Slično je i u slivu Jerme, gde topliji deo godine primi za 9 - 11 % veću količinu padavina (Djokić M., 2010). S druge strane, najnižvodniji deo sliva (Niška kotlina, Zaplanje, dolina Jelašničke reke) karakteriše mala razlika između toplije i hladnije sezone. Kaletinac i Rautovo primaju samo 4 % više padavina u periodu od aprila do septembra. U dolini Koritničke reke taj odnos je čak izjednačen. S toga se može zaključiti da ovaj deo Ponišavlja ispoljava odlike prelaznog tipa pluviometrijskog režima. Raniji autori (Vujević P., 1953), takodje, navode da na prostoru južno od Svrliškoh planina nastaje prelaz u mediteranski pluviometrijski režim. Ali kako ne postoje kvantitativne granice, odnosno kvantitativne razlike na osnovu kojih bi se odredilo da li je u pitanju kontinentalni, prelazni ili maritimni režim (Milovanović B., 2010), nemoguće je tačno utvrditi gde je granica između datih režima. U ovom slučaju možemo samo konstatovati postojanje šire zone koja ima odgovarajuće odlike prelaznog tipa, ali ne i tačnu granicu između njega i kontinentalnog režima padavina.

Iako se veća količina padavina izluči u toplijem delu godine, sa aspekta sezone postoje izvesne razlike. Recimo, u Beloj Palanci, Krpcu, donjem toku Temštice, slivu Toplodolske reke, zatim na prostoru uzvodno od Pirota, i u slivu Jerme, najveća količina padavne izluči se tokom leta, tj. u periodu od jula do avgusta, prosečno 28 % od ukupne godišnje sume. Na stanicama u slivu Visočice (Dojkinci, Visočka Ržana, Kamenica), Donjem Rinju, Koritnici, kao i na prostoru Niške kotline i Zaplanja, najveća količina padavina izluči se u proleće, odnosno u martu, aprilu i maju. Međutim, za sve stanice je zajedničko da je jesen kišovitija od zime.

Tabela 19. Distribucija padavina u toplijem i hladnijem delu godine.

Stanica	april-septembar mm	oktobar-mart mm	april-septembar %	oktobar-mart %
B. Palanka	344,0	286,8	54,5	45,5
Bazovik	336,7	296,9	53,1	46,9
Blato	327,3	256,9	56,0	44,0
D Rinj	355,9	315,3	53,0	47,0
D. Koritnica	346,4	346,8	50,0	50,0
Dimitrovgrad	365,1	277,8	56,8	43,2
Dojkinci	458,3	358,3	56,1	43,9
G. Matejevac	338,0	301,4	52,9	47,1
Glogovac	341,8	310,2	52,4	47,6
Gulenovci	392,9	329,1	54,4	45,6
Kaletinac	445,6	411,5	52,0	48,0
Kamenica	384,5	326,4	54,1	45,9
Krupac	322,1	264,4	54,9	45,1
Niš	319,2	273,3	53,9	46,1
Pirot	336,6	262,9	56,1	43,9
Rautovo	385,9	354,8	52,1	47,9
Smilovci	363,1	291,8	55,4	44,6
Sukovo	351,9	284,9	55,3	44,7
Temska	343,9	300,1	53,4	46,6
Topli Do	429,5	377,7	53,2	46,8
V. Ržana	392,9	332,2	54,2	45,8
Vlasi	375,8	312,4	54,6	45,4

S toga može se zaključiti, da je na svim stanicama jasno izražen maksimum padavina krajem proleća i početkom leta. Najkišovitiji meseci su jun i maj. Na 19 stanica maksimum padavina javlja se u junu, dok se na samo tri stanice (Dojkinci, Donji Rinj i Rautovo) maksimum padavina u maju. Razlika u količini padavina između ova dva meseca je mala. Na pojedinim stanicama skoro da ne postoji i iznosi manje od 1 mm (Bazovik i Niš), a najveća razlika od 15 mm karakteristična je za Krupac. Maksimum junskih padavina kreće se u rasponu od 64,5 mm u Nišu do 93 mm u Dojkincima, odnosno 94 mm koliko iznosi na stanici Kaletinac. U ukupnoj godišnjoj količini padavina ova dva meseca učestvuju prosečno sa 22 %. Za ovaj prostor karakteristična je pojava drugog maksimuma padavina koja se javlja krajem jeseni i početkom zime. Najčešći sekundarni maksimum je u novembru i javlja se na 14 stanica, a na 4 stanice se javlja u decembru. Interesantno je da je na stanicama Dimitrovgrad i Sukovo pojava ovog maksimuma u julu. Najveća razlika između primarnog i sekundarnog maksimuma padavina je na prostoru gornjeg Ponišavlja između Dimitrovgrada i Pirota, kao i na prostoru Vidliča, i kreće se u rasponu od 20,6 mm do 24,4 mm. Najmanja razlika je u dolinama Koritničke i Crvene reke, i iznosi 2,6 mm u Donjoj Koritnici, odnosno 3,1 mm na stanici Glogovac. Druga oblast relativno malih razlika između pomenutih maksimuma, prosečno 8,1 mm, je nizvodno od Sićevačke klisure, kao i u dolini Jelašničke reke.

Za razliku od maksimalnih, minimalne vrednosti mesečnih količina padavina pokazuju znatno veću raznolikost u godišnjem rasporedu. Radi jednostavnijeg tumačenja, a u zavisnosti od vremena pojavljivanja primarnog minimuma, najbolje je stanice svrstati u odgovarajuće tipove (Milovanović B., 2010). Na prostoru sliva Nišave moguće je izdvojiti dva tipa. Tip 1 predstavljaju stanice na kojima se primarni minimum javlja u februaru i martu, dok tipu 2 pripadaju one na kojima se primarni minimum javlja u oktobru.

Tip 1, kome i pripada najveći broj stanica-15 (ovde je pripojen i Bazovik na kome je primarni minimum u januaru), zastupljen je u dolinu Nišave, donjem toku Jerme, obuhvata prostor Vidliča prema srpsko-bugarskoj granici, kao i najveći deo sliva Visočice (izuzetak predstavlja sliv Dojkinačke reke na kome se primarni minimum javlja u oktobru, ali je za samo 0,6 mm oktobarski minimum manji od februarskog). Tip 2 obuhvata prostor od Temske, Donjeg Rinja, preko Krupca, pruža se dolinom Crvene reke, zatim preko Suve planine sve do izvorišnih delova Kutinske reke. Ovaj tip predstavlja samo deo prostora koji je prirodan nastavak celine sa severa koja prati padine Stare planine linijom koja spaja stanice Radičevac, Aldinac, Papratnu i Ćisticu, ide dolinom Trgoviškog Timoka do Kalne, a zatim se prema jugu spušta do ušća Klajče u Temsku (Milovanović B., 2010).

Evidentno je da sa porastom *nadmorske visine* raste i količina padavina. Lokalno povećanje padavina sa porastom visine ima najčešće linearnu formu. Determinacija pojave, tj. zavisnost padavina od nadmorske visine, izuzetno je visoka. Uzimajući u obzir dvodimenzionalnu zavisnost i homogenost teritorije za vezu tipa $X_0 = f(H)$ za sliv Nišave, Živković N. daje model čiji je koeficijent determinacije čak 0,95 (Živković N., 2009). Ovako visoka korelacija između količine padavina i nadmorske visine pruža mogućnost uspostavljanja visinskih gradijenata na datom prostoru. Prema istom autoru za sliv Nišave prosečno se padavine povećavaju za 26 mm za sto metara povećanja nadmorske visine. Uzimajući u obzir već utvrdjenu determinaciju različitih faktora (vazдушna strujanja, njihova učestanost, promena ustaljenih pravaca kretanja, sezonska kolebanja i sl.) na promenu u količini padavina izdvojeni su različiti rejon visinskih gradijenata. Na prostoru sliva Nišave to su rejon Suva planina i Visok sa visinskim gradijentom koji se kreće u rasponu od 61-80 mm i Zabrdje sa gradijentom između 21 mm i 40 mm. (Živković N., Andjelković G., 2004). Međutim, padavine se i po količini

i po režimu često razlikuju i na manjem prostoru, ne retko i na dve susedne stanice. Ovakva situacija je, pre svega, pod jakim orografskim uticajem i značajem mezo i mikro svojstava proučavanih lokacija. Uzimajući lokalne orografske faktore u obzir, determinisana je preciznija zavisnost. Linije trenda ukazuju na različitost visinskih gradijenata. Rejon Suve planine ima izrazito strm nagib linije trenda, te izdvaja ovaj rejon sa najvećim promenama padavina sa porastom nadmorske visine (59 mm/100 m). Nešto manji visinski gradijent od 55 mm/100 m je na prostoru Stare planine, dok najmanji nagib linije trenda u oblasti Zabrdja (gornje Ponišavlje sa Jermom) te na ovom prostoru količina padavina raste za 25 mm na 100 m nadmorske visine (Živković N., 2005).

Medjutim, i u okviru ovih izdvojenjih reiona postoje lokacije sa izrazitim visinskim vrednostima gradijenta, naročito u planinskim delovima sliva. Na Staroj planini na profilu Bazovik - Dojkinci vrednost padavinskog gradijenta je 118 mm/100 m, a na realciji Kamenica - Dojkinci čak 147 mm/100 m (Milovanović B., 2010). Ipak ovakve vrednosti ne oslikavaju realno povećanje količine padavina sa porastom nadmorske visine (i ne mogu se koristiti kao model porognoze za veće visine), već one lokalne faktore koji determinišu ovu situaciju. Naime, ovako veliki gradijent padavina može se objasniti, zapravo, položajem ovih stanica. Kako je već navedeno, one se nalaze u kišnoj senci, odnosno u zavetrenom delu Stare planine. S toga uloga ekspozicije, odnosno eksponiranost strana reljefa vazдушnim masama na lokalnom nivou značajno određuje količinu padavina. Kvantitativna determinacija na nivou povrenja od 95 % i 99 %, pokazala je izuzetno jaku zavisnost između ovih faktora (Milovanović B., 2005). Utvrđeno je da najveću količinu padavina na Staroj planini primaju zapadno i severozapadno orijentisane stanice, u proseku 10-15 % više u odnosu na jugozapadnu, južnu i jugoistočnu ekspoziciju, 6-8 % više od severoistočno eksponiranih i 5-6 % od severno eksponiranih stanica (Ducić V., Radovanović M. i Milovanović B., 2003).

Sa stanovišta geomorfoloških istraživanja poznavanje osnovnih karakteristika pluviometrijskog režima ne zadovoljava determinisanje uticaja padavina na proces erozije zemljišta. Iz tog razloga, za sagledavanje značaja padavina na proces erozije zemljišta, utvrdiće se kakvo je relativno kolebanje padavina tokom godine i kolika je pluviometrijska agresivnost na prostoru sliva. Kao metod za ispitivanje obima u kome

dolazi do rasipanja padavina oko proseka, može najbolje da posluži koeficijent varijabilnosti. Sa porastom intenziteta padavina pajačava se intenzitet mehaničke vodne erozije. Zato je veoma značajno ispitati maksimalne dnevne količine padavina, kao relevantne vrednosti za kategorisanje ovog klimatskog elementa kao opasne pojave.

Relativno godišnje kolebanje padavina javlja se kao posledica pluviometrijskog režima. Ukoliko su padavine ravnomernije raspodeljene tokom godine, vrednost ovog pokazatelja je manja i obrnuto. Od analiziranih stanica najmanje višegodišnje kolebanje padavina je na stanicama Glogovac (3,4 %) i Rautovo (3,7 %). Upravo je i na ovim stanicama odnos izmedju meseci sa ekstremnim količinama padavina najmanji. Najkišovitiji i najsuvlji meseci stoje u odnosu 1:1,5. Najveće relativno višegodišnje kolebanje padavina je u Pirotu (7 %) i njegovom neposrednom okruženju stanica Blato (6,7 %). Nešto manje 6,4 % je u Dimitrovgradu i obližnjem Sukovu. To pokazuje i veći odnos izmedju ekstrema. Najkišovitiji mesec prosečno prima izmedju 2 i 2,2 puta veću količinu padavina od najsuvljeg meseca. Medjutim, ove vrednosti mogu biti i veće. Ranija istraživanja (Milovanović B., 2010) pokazala su da, recimo, u Pirotu i Dimitrovgradu relativno kolebanje padavina može biti i 7,7 %, odnosno 7,3 %. Kako ta ispraživanja nisu obuhvatili period posle 2000. godine, može se reći da je u poslednjoj dekadi došlo do relativno ravnomernijih raspodela padavina tokom godine.

Tabela 20. Relativno godišnje kolebanje padavina (R) i pluviometrijska agresivnost (C) na padavinskim stanicama u slivu Nišave (1961-2010).

Stanica	R	C	Stanica	R	C
B. Palanka	5,1	8,6	Kamenica	4,5	8,7
Bazovik	4,1	7,6	Krupac	6,3	9,9
Blato	6,7	9,6	Niš	4,3	7,0
D Rinj	4,5	8,1	Pirot	7,0	10,6
D. Koritnica	3,9	8,0	Rautovo	3,7	8,2
Dimitrovgrad	6,4	10,4	Smilovci	5,7	9,6
Dojkinci	5,0	10,9	Sukovo	6,4	10,1
G. Matejevac	4,0	7,4	Temska	4,9	9,0
Glogovac	3,4	6,7	Topli Do	4,3	10,1
Gulenovci	5,1	10,3	V. Ržana	5,0	10,1
Kaletinac	4,3	10,3	Vlasi	5,7	10,2

Najmanji *koeficijent varijabilnosti padavina* na 13 stanica je u aprilu, a na 8 u maju. Samo je u Glogovcu ovaj pokazatelj najmanji u junu. Porast koeficijenta varijabilnosti zapaža se sve do septembra. U ovom mesecu koeficijent varijabilnosti dostiže maksimalnu vrednost i prosečano iznosi 0,83 (ili 83 %), po čemu se izdvaja kao najnestabilniji u pogledu padavina. Samo dve stanice beleže maksimum koeficijenta

varijabilnosti u drugom mesecu: Gulenovci u avgustu i Dojkinci u oktobru. Najveće vrednosti ovog pakazatelja imaju Glogovac (0,92) i Bazovik (0,91). Generalno linija pada keficijenta varijabilnosti od septembra nastavlja se ka prolećnim mesecima, sa izuzetkom januara koji u pogledu padavina u tom periodu pokazuje veću varijabilnost.

Tabela 21. Koeficijent varijabilnosti padavina u slivu Nišave (1961-2010).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	God
B. Palanka	0,65	0,57	0,53	0,46	0,46	0,52	0,74	0,73	0,77	0,77	0,62	0,59	0,15
Bazovik	0,67	0,61	0,61	0,56	0,53	0,59	0,71	0,80	0,91	0,75	0,59	0,60	0,19
Blato	0,76	0,57	0,55	0,45	0,50	0,51	0,67	0,75	0,84	0,74	0,63	0,60	0,17
D Rinj	0,67	0,57	0,56	0,46	0,48	0,59	0,69	0,71	0,84	0,71	0,62	0,60	0,18
D. Koritnica	0,75	0,57	0,52	0,43	0,47	0,50	0,63	0,75	0,86	0,75	0,62	0,61	0,17
Dimitrovgrad	0,69	0,53	0,54	0,44	0,46	0,49	0,63	0,68	0,78	0,76	0,60	0,57	0,16
Dojkinci	0,66	0,66	0,55	0,49	0,48	0,49	0,65	0,71	0,70	0,79	0,58	0,58	0,20
G. Matejevac	0,61	0,54	0,56	0,43	0,54	0,55	0,76	0,66	0,83	0,74	0,62	0,56	0,16
Glogovac	0,60	0,60	0,57	0,53	0,52	0,50	0,64	0,68	0,92	0,76	0,58	0,57	0,19
Gulenovci	0,67	0,57	0,57	0,52	0,49	0,52	0,64	0,84	0,82	0,75	0,57	0,55	0,19
Kaletinac	0,57	0,49	0,52	0,43	0,53	0,56	0,63	0,65	0,84	0,71	0,59	0,55	0,18
Kamenica	0,66	0,54	0,50	0,52	0,46	0,50	0,66	0,71	0,82	0,78	0,60	0,55	0,21
Krupac	0,69	0,61	0,57	0,55	0,52	0,52	0,71	0,73	0,87	0,80	0,64	0,62	0,23
Niš	0,59	0,55	0,56	0,44	0,49	0,57	0,71	0,65	0,85	0,75	0,63	0,55	0,16
Pirot	0,70	0,54	0,55	0,49	0,52	0,54	0,72	0,81	0,82	0,78	0,65	0,60	0,19
Rautovo	0,53	0,53	0,54	0,45	0,48	0,49	0,59	0,66	0,85	0,72	0,60	0,50	0,16
Smilovci	0,72	0,58	0,55	0,44	0,47	0,51	0,70	0,79	0,82	0,74	0,59	0,56	0,18
Sukovo	0,69	0,55	0,57	0,51	0,49	0,50	0,70	0,81	0,84	0,83	0,68	0,61	0,23
Temaska	0,73	0,51	0,54	0,46	0,53	0,56	0,73	0,76	0,85	0,75	0,60	0,58	0,17
Topli Do	0,64	0,62	0,54	0,49	0,47	0,56	0,57	0,70	0,82	0,78	0,61	0,62	0,19
V. Ržana	0,64	0,57	0,56	0,44	0,54	0,55	0,62	0,73	0,80	0,76	0,67	0,65	0,20
Vlasi	0,75	0,53	0,53	0,44	0,48	0,52	0,70	0,68	0,75	0,71	0,59	0,57	0,17

Jedan od elementarnih pokazatelja erozivnih karakteristika padavina je *pluviometrijska agresivnost*. Prema raspoloživim podacima ovaj pokazatelj kreće se u rasponu od 7 - 10,9, što je u domenu kategorija blage i osrednje pluviometrijske agresivnosti. Medjutim, to ne znači da potencijal ka jakoj i veoma jakoj pluviometrijskoj agresivnosti ne postoji. Naime, poznato je da sa povećanjem nadmorske visine dolazi do porasta kako prosečne godišnje količine padavina, tako i prosečne količine padavina u najkišovijem mesecu. U tom kontekstu sa porastom nadmorske visine raste i pluviometrijska agresivnost. Kako se najviša stanica u slivu nalazi na 880 m nadmorske visine može se konstatovati da je do ove visinske zone zastupljena osrednja pluviometrijska agresivnost. Po Koliću u planinskim područjima ova kategorija karakteristična je do 1000 m, a iznad tih visina počinje jaka pluviometrijska agresivnost (Kolić B., 1988). Tome ide u prilog i činjenica da se sa porastom nadmorske visine povećava i nagib terena, tako da opasnost od pojave bujica i

intenzivnijih erozivnih procesa sve veća, a efekat padavina na ove pojave i procese izraženiji.

Intenzivne padavine, koje čine ovu pojavu opasnom, javljaju se u različitim delovima godine, najčešće pri vrlo razvijenom ciklonu. Leti su takve situacije praćene pljuskovima, gradom i brojnim lokalnim nepogodama. Tokom proleća i jeseni za posledicu imaju pojavu poplava, a tokom zime formiranje debelog sloja snežnog pokrivača. Za determinisanje padavina kao ekstremne klimatske pojave, uzimaju se u obzir maksimalne dnevne količine padavina (Andjelković G., 2009).

**Tabela 22. Prosečne maksimalne dnevne količine padavina X (mm)
u Dimitrovgradu i Nišu (1961-2010)**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	God
Dimitrovgrad	12,5	13,2	14,7	14,8	21,0	25,5	25,3	20,0	18,4	17,3	17,7	13,8	42,6
Niš	11,3	12,0	13,3	16,3	19,1	22,2	16,3	18,9	18,0	15,7	16,3	14,3	36,1

**Tabela 23. Apsolutno maksimalne dnevne količine padavina X (mm)
u Dimitrovgradu i Nišu (1961-2010)**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	God
Dimitrovgrad	40,8	47,9	40,8	46,4	57,1	57,0	123,3	50,8	84,5	49,1	46,6	38,4	123,3
Niš	24,2	34,8	27,9	33,2	41,5	56,8	48,2	50,6	71,2	47,3	37,4	33,0	71,2

Srednji dnevni maksimumi imaju znatno veće vrednosti u Dimitrovgradu, nego u Nišu. Maksimalne dnevne padavine u ispitivanim mestima imaju sličnu godišnju liniju trenda. U oba slučaja viši su u letnjoj polovini godine, nego u zimskoj, a najveću vrednost dostižu u junu. Drugi mesec po značaju u Dimitrovgradu je jul, a u Nišu maj, dok je treći po ekstremu u Dimitrovgradu maj, a u Nišu avgust. Apsolutno maksimalna dnevna količina padavina u Dimitrovgradu od 123,3 mm zabeležena je 14.07.1992. godine. U Nišu apsolutni dnevni maksimum od 71,2 mm zabeležen je 01.09.1963.

Broj dana sa *snežnim padavinama*, trajanje snežnog pokrivača, kao i debljina snega, imaju veoma veliki uticaj na rečni režim, a samim tim i na režim nanosa, što naročito dolazi do izražaja na većim nadmorskim visinama. Na prostoru najuzvodijeg dela sliva Jerme sneg počinje da pada najčešće u oktobru. Traje gotovo ceo januar, a prosečan broj dana sa snežnim pokrivačem u februaru je 25, odnosno 21 u martu i decembru. Ukupno u toku godine ovaj deo sliva Jerme je pokriven snegom prosečno 114 dana (Djokić M., 2010). Na Staroj planini u Toplom Dolu na 700 m nadmorske visine prvi sneg počinje da se javlja u prvoj dekadi novembra, a snežni pokrivač počinje

da se obrazuje u poslednjoj dekadi novembra i prosečno traje do početka treće dekade marta. Prosečan broj dana sa snežnim pokrivačem je 59. Po mesecima najveći broj dana sa snežnim pokrivačem je u januaru-20 dana. Februar i decembar imaju skoro isti broj dana sa snežnim pokrivačem. U Toplom Dolu to je prosečno 14 i 13 dana. Prosečan broj dana u martu je veći nego u novembru i iznosi u 7, odnosno 4 dana (Milovanović B., 2010).

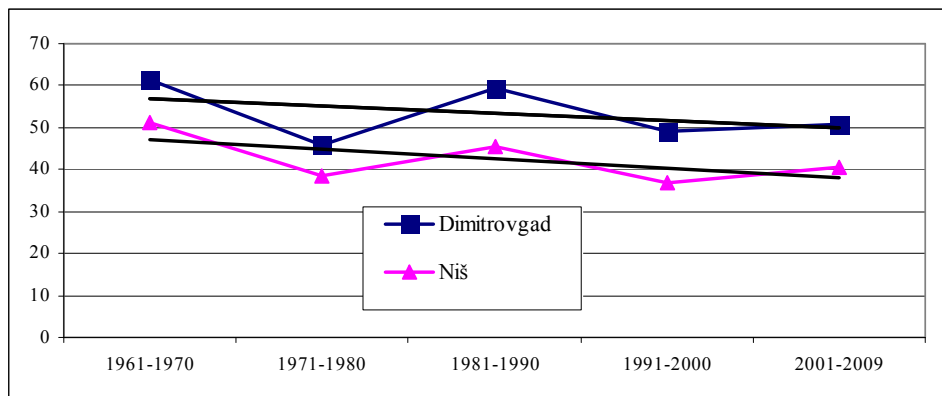
U dolini Nišave snežni pokrivač počinje da se obrazuje krajem prve dekade novembra u Dimitrovgradu, a nedelju dana kasnije u Pirotu. U Pirotu traje sve do početka marta, a u Dimitrovgradu se prosečno zadržava još dve nedelje duže, odnosno sve do početka treće dekade marta. Samim tim i prosečan broja dana sa snežnim pokrivačem u Pirotu je znatno manji i iznosi 34 dana. Januar je mesec sa najvećim brojem dana sa snežnim pokrivačem, prosečno to je 13 dana, 10 dana je prosek za decembar, 7 dana za februar, dok mart i novembar imaju isti broj dana, prosečno to su po 2 dana sa snežnim pokrivačem (Milovanović B., 2010).

U odnosu na Dimitrovgrad gde je prosečan broj dana sa snežnim pokrivačem 53, u Nišu snežni pokrivač traje deset dana manje. Po mesecima najveći broj dana sa snežnim pokrivačem je u januaru i to u Dimitrovgradu 17, a u Nišu 14. Februar i decembar imaju skoro isti broj dana sa snežnim pokrivačem, u Dimitrovgradu to je prosečno 13 i 12 dana, a u Nišu 10 i 11 dana. Prosečan broj dana u martu je veći nego u novembru, i iznosi u Dimitrovgradu 6 i 5 dana, a u Nišu 4, odnosno 3 dana.

Međutim, prema raspoloživim podacima za period 1961-2009. godina za stanice Dimitrovgrad i Niš može se konstatovati promena u broju dana sa snežnim pokrivačem. Primenom metode linearnog trenda za dekadne vrednosti, zapaža se smanjenje prosečnog broja dana sa snežnim pokrivačem. Najveći prosečan broj dana bio je u prvoj dekadi, tj. u periodu od 1961-1970. godine. Iznad proseka bila je i dekada 1981-1990. godina. Ostale dekade imaju broj dana sa snežnim pokrivačem ispod prosečne vrednosti.

U odnosu na prosečnu vrednost, u Nišu je tokom 26 godina broj dana sa snežnim pokrivačem bio manji od proseka, samo jedna godina bila je u rangi proseka, a 22 godine su imale iznad prosečne vrednosti. U Dimitrovgradu je drugačija situacija. Dominiraju godine koje su imale broj dana sa snežnim pokrivačem većim od proseka, čak 28, dok je ispod proseka bila 21 godina. U Dimitrovgradu najčešće se javljaju

godine u kojima snežni pokrivač traje između 51 i 60 dana, a u Nišu između 31 i 40 dana.



Grafik 5. Dekadne vrednosti prosečnog broj dana sa snežnim pokrivačem u Dimitrovgradu i Nišu (1961-2009).

Tabela 24. Učestalost pojavljivanja prosečnog broja dana sa snežnim pokrivačem (1961-2009).

Br. dana sa snežnim pokrivačem	Dimitrovgrad		Niš	
	br. godina	%	br. godina	%
do 20	1	2	4	8
21-30	3	6	3	6
31-40	4	8	16	33
41-50	11	22	11	22
51-60	16	33	11	22
61-70	9	18	4	8
više od 71	5	10	0	0

Najnovija istraživanja pokazala su da u odnosu na rezultate koji su prikazani u Atlasu klime Jugoslavije (1931/1960) prvi snežni pokrivač se pojavljuje 5-12 dana ranije, a srednji datum poslednjeg dana sa snežnim pokrivačem pomeren u proseku za 8-10 dana ranije. Prema prognozama na visinama od 1400 m do 1500 m na Staroj planini prvi snežni pokrivač pojavio bi se u drugoj polovini oktobra, a trajao bi do kraja aprila. Na visinama od 1700-1800 m snežni pokrivač bi se pojavio u prvoj dekadi oktobra, a trajao bi do druge dekade maja (Milovanović B., 2010).

Sa aspekta erozije veoma važan pokazatelj koji je vezan za snežni pokrivač je kada nastupa njegovo naglo topljenje. Topljenje snežnog pokrivača nastaje u proleće, ali se dešava i tokom zime usled porasta temperature vazduha. Osnovna dva pokazatelja ove pojave su: temperatura vazduha koja mora biti znatno iznad uobičajene, i trajanje

tog perioda. Po Andjelković G. situacije naglog topljenja snežnog pokrivača zahtevaju dva uslova u pogledu temperature vazduha. Prvi je odgovarajući temperaturni interval unutar kojeg je moguće izlučivanje snega i formiranje snežnog pokrivača, a drugi je nagli porast temperatura za onoliko stepeni za koliko će nastupiti uobičajeno brzo topljenje snega. Za ispunjavanje uslova da topljenje snega ima ekstremni karakter, neophodan je odgovarajući period trajanja temperatura iznad normale. Po istom autoru jedan dan sa temperaturom vazduha iznad normale svakako je važan za naglo topljenje snega. Međutim, nakon jednog ovakvog dana može doći do ponovnog zahladjenja i u takvim uslovima topljenje snega ne bi imalo ekstremni karakter. Kao prag za ekstremnu pojavu predstavljaju dva uzastopna dana sa temperaturama iznad normale koji determinišu period koji može da izazove nepovoljne posledice (Andjelković G., 2009).

Tabela 25. Broj slučajeva potencijalnog naglog topljenja snežnog pokrivača u Dimitrovgradu i Nišu (1991-2005).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
Dimitrovgrad	3	2	2	3	-	-	-	-	-	4	2	0	16
Niš	5	1	4	2	-	-	-	-	-	1	2	2	17

Izvor: Andelković G. (2009)

Tabela 26. Najduži periodi (dani) uzastopnog pojavljivanja temperatura vazduha mnogo iznad normalne mesečne u Dimitrovgradu i Nišu (1991-2005).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
Dimitrovgrad	3	2	3	2	-	-	-	-	-	4	2	0	4
Niš	4	2	3	2	-	-	-	-	-	2	3	3	4

Izvor: Andjelković G. (2009)

Na nivou Srbije tokom cele godine ukupno je između 13 i 22 perioda sa uzastopnim javljanjem ekstremno visokih temperatura tokom analiziranog petnaestogodišnjeg perioda. Broj slučajeva potencijalnog naglog topljenja snežnog pokrivača u slivu Nišave analiziran na dve stanice Dimitrovgrad i Niš veoma je sličan. Kreće se od 16 u Dimitrovgradu do 17 u Nišu. Međutim, broj slučajeva uzastopnog prelaska mesečnih pragova pokazuje znatne razlike. Najduži periodi uzastopnog pojavljivanja temperature vazduha znatno iznad normalne mesečne vrednosti u Srbiji mogu trajati do tri ili četiri dana, izuzetno i duže. U slivu Nišave ovi vrlo nepovoljni događaji, prilikom kojih se javljaju jedne od najekstremnijih posledica u hidrološkom

smislu, su u proseku Srbije. Na obe stanice traju 4 dana. Ali, na mesečnom nivou, najekstremnije slučajeve u Nišu možemo očekivati u januaru, a u Dimitrovgradu u oktobru (Andjelković G., 2009).

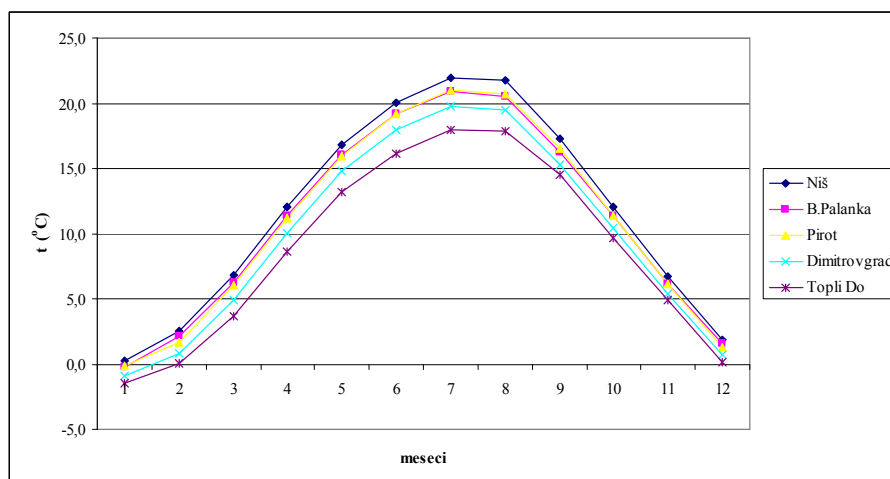
Drugi klimatski element koji se po značaju ističe kao važan faktor koji utiče na erozivne procese je *temperatura vazduha*. Srednja godišnja temperatura vazduha na prostoru sliva Nišave (dobijena primenom modela datog u poglavlju o metodologiji istraživanja) iznosi 8,26 °C. U najnižvodnijem delu sliva (Niška kotlina) ima prosečnu godišnju vrednost od 11,8 °C (Ivanović R., et al., 2011), izoterma od 1 °C obuhvata samo najviše vrhove Stare planine i nalazi se na visini od 2025 m (Živković N., Smiljanić S., 2005). Analizirajući vrednosti po stanicama (tabela 27) srednja godišnja temperatura u Nišu iznosi 11,7 °C, u Beloj Palanci i Pirotu 10,9 °C, u Dimitrovgradu 8,9 °C, a u Toplom Dolu 8,7 °C.

Analiza podataka za srednje mesečne temperature vazduha pokazuje da je na svim posmatranim stanicama najhladniji mesec januar. Srednje mesečne temperature vazduha u ovom mesecu kreću se od - 1,5 °C u Toplom Dolu do 0,2 °C u Nišu. Od svih posmatranih stanica samo Niš ima pozitivnu prosečnu temperaturu vazduha u januaru. Od januara temperature dosta pravilno rastu prema letu da bi maksimum dostigle u jul, mada je i srednja avgustovska temperatura relativno bliska. Temperatura vazduha najtoplijeg mesec na svim stanicama kreće se od 17,9 °C u Tplom Dolu do 21,9 °C koliko iznosi u Nišu. Prema jeseni temperature se takodje pravilno snižavaju sve do januarskog minimuma. Može se konstatovati relativno pravilan godišnji hod temperature vazduha, s tim da je njen rast od zime ka letu nešto sporiji u odnosu na pad temperature od leta ka zimi. Posmatrajući srednje godišnju, januarske i julske srednjemesečne temperature vazduha prema visinskom rasporedu stanica zapaža se da jedino stanica Pirot ima nešto više temperature nego što bi se očekivalo s obzirom da je na većoj nadmorskoj visini od Bele Palanke.

Tabela 27. Srednje mesečne i srednja godišnja temperatura vazduha (°C) za period 1961-2010.

Stanica	nv	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	God
Niš	202	0,2	2,5	6,9	12,0	16,8	20,1	21,9	21,8	17,3	12,1	6,7	1,9	11,7
B.Palanka	209	-0,3	2,1	6,2	11,3	16,0	19,2	20,9	20,6	16,2	11,3	6,1	1,6	10,9
Pirot	370	-0,1	1,7	6,0	11,2	16,0	19,2	21,0	20,8	16,5	11,4	6,1	1,3	10,9
Dimitrovgrad	445	-0,9	0,9	4,9	10,0	14,8	17,9	19,7	19,4	15,3	10,5	5,4	0,7	9,9
Topli Do *	700	-1,5	0,0	3,7	8,6	13,2	16,2	17,9	17,9	14,5	9,7	4,9	0,2	8,7

* - period osmatranja na stanici Topli Do je 1961-2003



Grafik 6. Mesečna raspodela temperatura vazduha.

Na osnovu srednjih mesečnih temperatura dobijene su prosečne temperature godišnjih doba. Srednja zimska temperatura vazduha u dolini Nišave nalazi se u rasponu od 0,2 °C u gornjem ponišavlju do 1,5 °C u donjem Ponišavlju, dok planinski deo ima zimeske negativne temperature. Letnje temperature vazduha su relativno visoke, naročito u dolini glavne reke, dok su temperature prelaznih godišnjih doba prilično ujednačene. Jesen je toplija od proleća, a sa porastom nadmorske visine zapaža se veća temperaturna razlika. U Nišu jesen je toplija od proleća za 0,1 °C, u Beloj Palanci za 0,2 °C, u Pirotu za 0,3 °C, a u Toplom Dolu za 1,2 °C.

Tabela 28. Srednje temperature godišnjih doba (1961-2010).

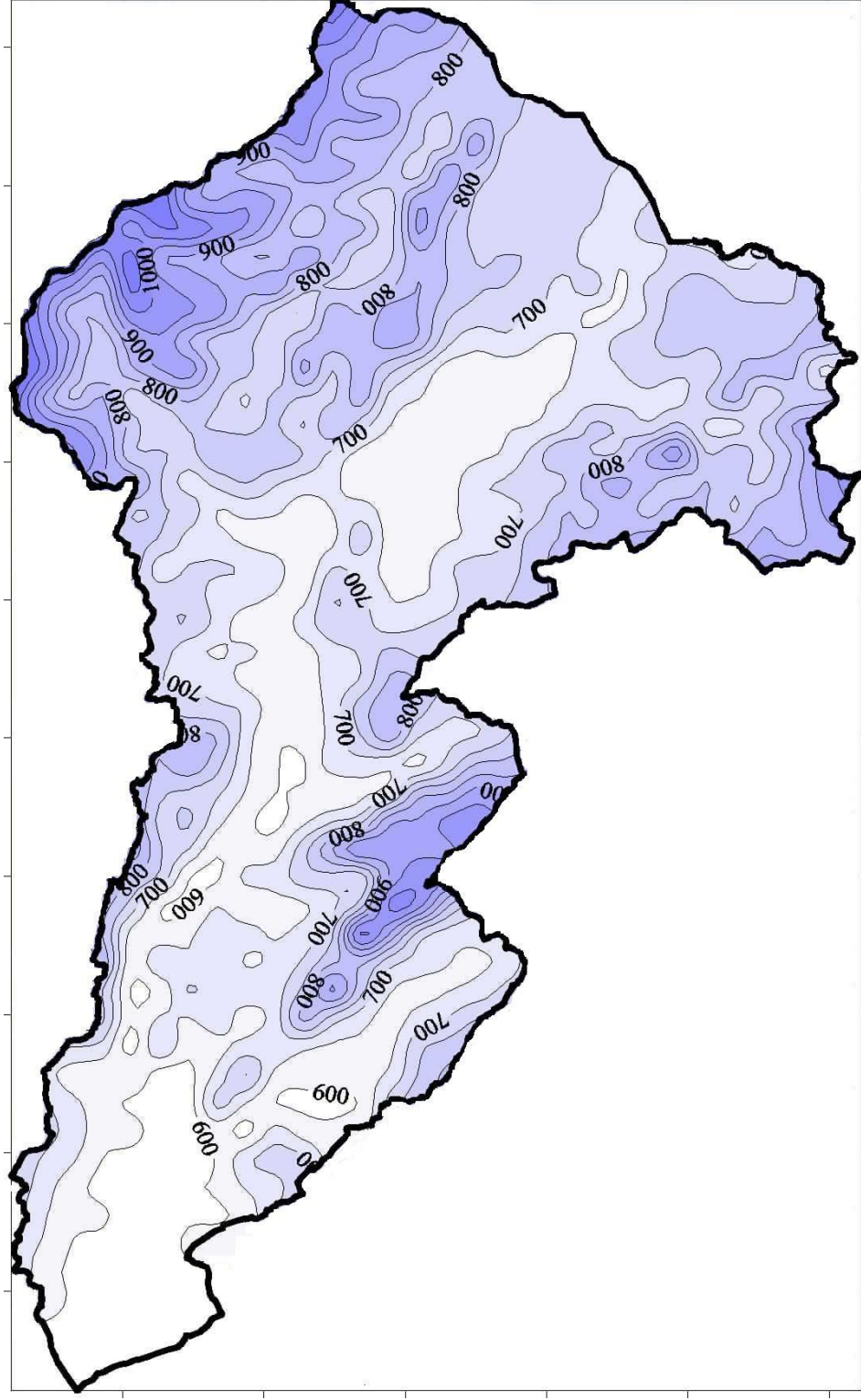
Stanica	Z	P	L	J
Niš	1,5	11,9	21,3	12,0
B.Palanka	1,1	11,1	20,2	11,2
Pirot	1,0	11,1	20,3	11,4
Dimitrovgrad	0,2	9,9	19,0	10,4
Topli Do *	-0,4	8,5	17,3	9,7

* - period osmatranja na stanici Topli Do je 1961-2003

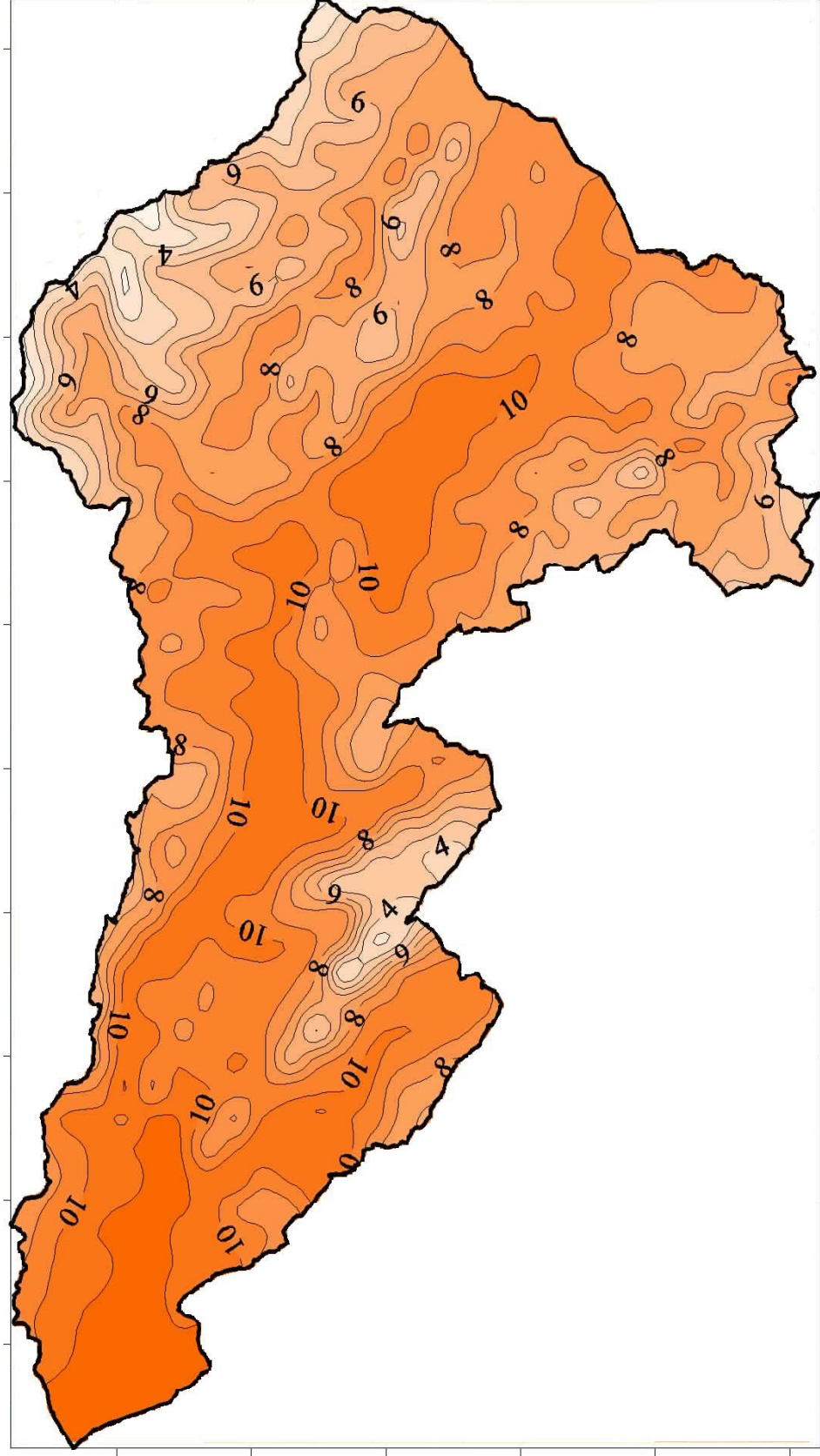
U temperaturnom pogledu sliv Nišave ima niz specifičnosti. Donje Ponišavlje predstavljeno na Karti prirodnih hazarda Srbije (Dragičević S., et al., 2011a) jedno je od najsušnijih oblasi u Srbiji. Pozitivna srednja januarska temperatura vazduha svrstava ovaj deo Ponišavlja medju veoma retke oblasti u Srbiji, a visoke srednje julske

temperature su među najvišim na prostoru Srbije (Ivanović R., i dr., 2011). S obzirom da je srednja godišnja temperatura vazduha u Nišu (202 m) 11,8 °C, izoterma od 11 °C u Niškoj kotlini nalazi se na nadmorskoj visini od 267 m, a u okolini Pirota na 290 m nadmorske visine, dok izoterma od 1 °C obuhvata samo najviše vrhove Stare planine i nalazi se na visini od 2045 m (Živković N., Smiljanić S., 2005). Prema istim autorima, uzimajući u obzir formulisanje zavisnosti $T_g = f(H)$, prosečno smanjenje temperature vazduha sa porastom nadmorske visine na prostoru sliva ima vrednost gradijenta od 0,58 °C/100 m. Međutim, kako je sliv relativno veliki i po svojim karakteristikama i položaju odlikuje nizom specifičnosti, tako i vrednost temperaturnog gradijenta nije na celoj teritoriji ista, već se u okviru sliva mogu izdvojiti određeni regioni. Tako je vrednost temperaturnog gradijenta u delu sliva koji obuhvata Zaplanje, sliv Crvene reke i Sićevačku klisuru i iznosi 0,58 °C/100 m. Na prostoru koji spaja Koritničku reku, Prisjansku reku i desnu dolinsku stranu Nišave od Bele Palanke do ušća Temštice njegova vrednost je najveća i iznosi 0,59 °C/100 m. Na prostoru sliva Temštice (uzvodno od Visočke Ržane a zajedno sa Dojkinačkom rekom i delom Vidliča), temperaturni gradijent je nešto manji 0,57 °C/100 m. Leva dolinska strana Nišave, odnosno sliv Jerme, ima još manju vrednost gradijenta - 0,55 °C/100 m. Njegova najniža vrednost je na prostoru Zabrdja i gornjeg dela sliva Visočice i iznosi 0,42 °C/100 m (Živković N., Smiljanić S., 2005). Iz tog razloga ni položaja izoterme ne prati isu nadmorsku visinu na prostoru sliva. Tako izoterme od 5 °, prema istim autorima, na prostoru Zaplanja i sliva Crvene reke nalazi na 1300 m nadmorske visine. Idući uzvodno na prostoru srednjeg Ponišavlja je na 1309 m, u dolini Temštice penje na 1343 m, dok je u gornjem delu sliva Visočice nalazi na 1571 m nadmorske visine.

IZOHIJETNA KARTA



IZOTERMNA KARTA



3.5. HIDROLOŠKE KARAKTERISTIKE

Najvažniji elemenat rečnog režima je proticaj. Međutim, proticaj ne iskazuje u dovoljnoj meri vodnost nekog sliva. S druge strane, direktno upoređenje vodnosti pojedinih profila, a samim tim i subslivova, nije moguće izvršiti samo analizom vrednosti proticaja, s obzirom da se proticaj povećava ka nizvodnijim profilima. Da bi bila moguća komparativna analiza, potrebno je vrednosti proticaja svesti na uniformnu veličinu, odnosno na zajednički imenitelj, a to je jedinica površine - km^2 . Zbog toga se sve vrednosti izražavaju preko specifičnog oticaja kojim se eliminiše uticaj veličine površine sliva.

Osim poznavanja karakteristika prosečnih godišnjih i mesečnih vrednosti, sa aspekta erozije zemljišta veoma je značajno analizirati i ekstremne vrednosti. Uvid u specifična obeležja ovog elementa vodnog režima podrazumeva analizu maksimalnih i minimalnih proticaja, odnosno specifičnih oticaja na nekoliko načina. Tako će vrednosti biti posmatrane u okviru višegodišnjeg perioda, sezona, potom meseci i na kraju na nivou dnevnih vrednosti. Pri tome deskriptivna statistička analiza, preko distribucije frekvenci, standardne devijacije i koeficijenta varijabilnosti, omogućiće uvid u elementarna obeležja vodnog režima.

Ovako izabran pristup proučavanju režima reka ne daje detaljno opisivanje i klasifikaciju režima (jer ovaj rad ne predstavlja hidrološku studiju), već je pre svega usmeren na sagledavanje osnovnih karakteristika istog, kao i na postojanje lokalnih razlika na prostoru sliva.

Nišava - hidrološki profil Dimitrovgrad. Srednji godišnji proticaj Nišave na profilu Dimitrovgrad iznosi $2,1 \text{ m}^3/\text{s}$, što daje specifični oticaj od $4,26 \text{ l/s/km}^2$. Najveći srednji godišnji proticaj od $6,7 \text{ m}^3/\text{s}$ ($13,9 \text{ l/s/km}^2$) zabeležen je 2010. godine, dok je najmanji od $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ($1,04 \text{ l/s/km}^2$) zabeležen 1994. godine; tako da odnos između maksimalnih i minimalnih vrednosti iznosi 1:13,3.

Ako posmatramo sezonske odnose, uvidja se da su najviši srednji proticaji vezani za prolećne mesece, a najmanji za jesenje (1:3,8). Međutim, najveće kolebanje proticaja je u zimskim mesecima, a potom u jesenjima što se vidi po koeficijentima varijabilnosti. U okviru zimske sezone ekstremnu varijabilnost proticaja pokazuje i odnos između maksimalnih (1962/1963. godina) i minimalnih (zima 2000/2001.

godina) vrednosti koji iznosi čak 1: 151. S druge strane i prolećni i letnji meseci, bez obzira na apsolutne vrednosti, imaju prilično ujednačene proticaje.

Tabela 29. Srednje sezonske vrednosti proticaja i specifičnih oticaja na profilu Dimitrovgrad (1961-2010).

	Z	P	L	J
Q (m³/s)				
min	0,09	0,86	0,32	0,13
max	13,5	13,2	4,4	5,9
sr	2,3	3,5	1,4	1,0
stdev	2,36	2,28	0,91	0,88
kv	104	64	65	91
max/min	151	15	14	45
q (l/s/km²)				
min	0,19	1,78	0,66	0,27
max	28,0	27,3	9,1	12,3
sr	4,7	7,4	2,9	2,0
stdev	4,89	4,74	1,89	1,82

Za profil Dimitrovgrad interesanto je da se maksimalni srednji mesečni proticaji javljaju u martu i aprilu i imaju približno iste vrednosti: 3,87 m³/s (8,02 l/s/km²) u martu, odnosno 3,84 m³/s (7,96 l/s/km²) u aprilu. Nakon aprila, najveći proticaji su u februaru 3,4 m³/s (7,07 l/s/km²). Minimalni srednji mesečni proticaji su u septembru 0,74 m³/s (1,54 l/s/km²) i avgustu 0,87 m³/s (1,81 l/s/km²). Odnosi izmedju martovskih i septembarskih proticaja iznose 1: 5,2.

Tabela 30. Srednje mesečne vrednosti proticaja i specifičnog oticaja na profilu Dimitrovgrad (1961-2010).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q (m³/s)												
min	0,06	0,10	0,37	0,54	0,50	0,42	0,22	0,08	0,11	0,12	0,12	0,10
max	14,27	22,09	13,75	14,44	11,36	5,02	7,58	7,20	2,79	10,77	5,92	4,72
sr	1,85	3,41	3,87	3,84	2,94	2,04	1,31	0,87	0,74	1,02	1,14	1,61
stdev	2,26	4,42	3,04	2,72	2,18	1,18	1,38	1,13	0,51	1,56	1,05	1,21
kv	122	130	78	71	74	58	106	129	69	152	92	75
max/min	246	211	38	27	23	12	34	90	26	87	50	45
q (l/s/km²)												
min	0,12	0,22	0,76	1,13	1,04	0,88	0,46	0,17	0,22	0,26	0,25	0,22
max	29,61	45,83	28,53	29,96	23,56	10,41	15,72	14,94	5,79	22,35	12,28	9,79
sr	3,85	7,07	8,02	7,96	6,11	4,23	2,71	1,81	1,54	2,12	2,35	3,34
stdev	4,70	9,16	6,30	5,65	4,52	2,45	2,86	2,34	1,07	3,23	2,17	2,50

Za ekstremne vrednosti proticaja Nišave na profilu Dimitrovgrad karakteristični su izrazito veliki odnosi izmedju dnevnih minimalnih i maksimalnih vrednosti. Najmanji proticaj od 0,01 m³/s (0,02 l/s/km²) izmeren je 15.01.2002. godine, a najveći

114 m³/s 18.02.1963. godine (236,5 l/s/km²), što daje odnos 1:11400. Posmatrano po mesecima najveći odnosi su u februaru, avgustu i decembru.

Tabela 31. Dnevni minimalni i maksimalni proticaji i specifični oticaji na profilu Dimitrovgrad (1961-2010).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q (m³/s)												
min	0,01	0,04	0,23	0,18	0,20	0,13	0,10	0,04	0,04	0,10	0,07	0,06
max	102,0	114,0	50,6	48,2	42,4	27,3	52,7	66,8	28,7	36,7	39,2	63,3
kv	204	215	105	98	109	111	213	236	146	209	167	173
max/min	10200	2850	220	268	212	210	527	1670	718	367	560	1055
q (l/s/km²)												
min	0,02	0,08	0,48	0,37	0,41	0,27	0,21	0,08	0,08	0,21	0,15	0,12
max	211,6	236,5	105,0	100,0	88,0	56,6	109,3	138,6	59,5	76,1	81,3	131,3

Nišava - hidrološki profil Pirot. Srednji godišnj proticaj Nišave na profilu Pirot iznosi 12,6 m³/s, što daje specifični oticaj od 7,2 l/s/km². Najveći srednji godišnji proticaj od 30,8 m³/s (17,7 l/s/km²) zabeležen je 2010. godine, dok je najmanji od 5,8 m³/s (3,3 l/s/km²) zabeležen 1968. godine; tako da odnos između maksimalne i minimalne vrednosti iznosi 1: 5,3.

Posmatrano po sezonama najveći srednji sezonski proticaji su, kao i na profilu Dimitrovgrad, u proleće, a najmanji u jesen. Odnos je nešto manji i iznosi 1:3. Ali za razliku od prethodnog profila varijabilnost proticaja po sezonama nešto je drugačija. Zimski i jesenji proticaji podjednako su varijabilni, dok letnji u odnosu na prolećne pokazuju nešto veću varijabilnost. Međutim, odnosi između ekstremnih vrednosti u okviru svake sezone znatno su manji nego na profilu Dimitrovgrad.

Najviši srednji mesečni proticaj je u martu 22,8 m³/s (13,1 l/s/km²), a zatim u aprilu 22,2 m³/s (12,7 l/s/km²), dok je najmanji u septembru 5,1 m³/s (2,9 l/s/km²). Odnos između ekstremnih meseci iznosi 1:4,5. Kada posmatramo odnose ekstrema u okviru svakog meseca, za razliku od prethodnog profila gde je najveći odnos između maksimalnih i minimalnih proticaja u januaru i februaru, na ovom profilu izdvaja se oktobar.

Najmanji proticaji na profilu Pirot zabeleženi su 2000. godine (16., 17., 18. septembar, i 10. oktobar), a maksimalni 13. februara 1966. godine, tako da oni stoje u odnosu 1:365. Za ovaj profil karakteristično je da su odnosi ekstrema, analizirano za svaki mesec, najveći u oktobru, a zatim u zimskom periodu godine (decembar i januar)

Tabela 32. Srednje sezone vrednosti proticaja i specifičnih oticaja na profilu Piro (1961-2010).

	Z	P	L	J
Q (m³/s)				
min	1,8	6,0	2,3	1,2
max	40,9	54,7	23,3	21,2
sr	13,6	20,8	9,1	6,8
stdev	8,0	10,6	4,9	4,0
kv	59	51	54	59
max/min	22	9	10	18
q (l/s/km²)				
min	1,0	3,5	1,3	0,7
max	23,4	31,3	13,3	12,2
sr	7,8	11,9	5,2	3,9
stdev	4,6	6,1	2,8	2,3

Tabela 33. Srednje mesečne vrednosti proticaja i specifičnog oticaja na profilu Piro (1961-2010).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q (m³/s)												
min	1,89	2,27	3,64	4,67	4,68	3,49	1,32	1,67	1,05	0,92	1,13	1,33
max	44,7	64,4	59,0	60,6	53,0	40,8	29,2	18,4	16,6	38,3	30,8	30,2
sr	12,5	17,7	22,8	22,2	17,2	13,5	8,3	5,6	5,1	7,1	8,1	11,0
stdev	9,4	12,5	14,0	13,1	10,0	8,3	5,5	3,4	3,2	6,3	5,7	7,3
kv	75	71	61	59	58	62	67	60	64	88	71	66
max/min	24	28	16	13	11	12	22	11	16	41	27	23
q (l/s/km²)												
min	1,08	1,30	2,08	2,68	2,68	2,00	0,76	0,96	0,60	0,53	0,65	0,76
max	25,6	36,9	33,8	34,7	30,4	23,4	16,7	10,5	9,2	21,9	17,1	17,3
sr	7,2	10,1	13,1	12,7	9,9	7,7	4,7	3,2	2,9	4,1	4,6	6,3
stdev	5,4	7,2	8,0	7,5	5,7	4,8	3,2	1,9	1,8	3,6	3,2	4,2

Tabela 34. Dnevni minimalni i maksimalni proticaji i specifični oticaji na profilu Piro (1961-2010).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q (m³/s)												
min	1,20	1,82	2,38	2,36	2,24	1,61	1,10	0,74	0,54	0,54	1,04	1,04
max	173,0	197,0	146,0	164,0	97,8	135,0	130,0	65,4	75,4	86,2	112,0	154,0
kv	103	98	83	75	76	90	114	91	102	123	107	97
max/min	144	108	61	69	44	84	118	88	140	160	108	148
q (l/s/km²)												
min	0,69	1,04	1,36	1,35	1,28	0,92	0,63	0,42	0,31	0,31	0,60	0,60
max	99,1	112,9	83,7	94,0	56,0	77,4	74,5	37,5	43,2	49,4	64,2	88,3

Nišava - hidrološki profil Bela Palanka. Na profilu Bela Palanka srednji godišnji proticaj Nišave iznosi 22,5 m³/s, a specifični oticaj 7,3 l/s/km². Najveći srednji godišnji proticaj bio je 2010. godine 38 m³/s (12,3 l/s/km²), a najmanji 9,3 m³/s (3,0 l/s/km²) 1994. godine (odnos 1: 4,1).

Kao i kod prethodna dva profila, najveći srednji sezonski proticaj vezan je za prolećne mesece, a najmanji za jesenje, a odnos izmedju ovih sezona iznosi 1: 3,6. Ono

što ovaj profil karakteriše, to je što se najveći koeficijenti varijabilnosti proticaja vezuju za jesenju sezonu, tako da su odnosi između ekstrema ispred zimskih meseci.

Tabela 35. Srednje sezonske vrednosti proticaja i specifičnih oticaja na profilu Bela Palanka (1961-2010).

	Z	P	L	J
Q (m³/s)				
min	3,2	11,3	4,7	2,2
max	63,8	79,0	42,1	45,5
sr	23,2	39,9	15,8	11,1
stdev	12,3	17,5	7,6	7,2
kv	53	44	48	65
max/min	20	7	9	21
q (l/s/km²)				
min	1,0	3,7	1,5	0,7
max	20,3	25,6	13,6	14,7
sr	7,5	12,9	5,1	3,6
stdev	4,0	5,7	2,4	2,3

Na ovom profilu najveći srednji mesečni proticaj javlja se u aprilu i iznosi 44,1 m³/s (32,4 l/s/km²), a zatim u martu i maju. Najmanji srednji mesečni proticaji iznosi 7,8 m³/s (2,5 l/s/km²) i, kao i kod prethodnih profila, karakterističan je za septembar. Odnos između srednje aprilskih i septembarskih proticaja iznosi 1: 5,6. U odnosu na uzvodnije profile, u smislu najveće varijabilnosti proticaja, a samim tim i odnosa ekstremnih vrednosti, još više se izdvaja oktobar.

Tabela 36. Srednje mesečne vrednosti proticaja i specifičnog oticaja na profilu Bela Palanka (1961-2010).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q (m³/s)												
min	2,9	3,6	8,5	12,6	8,4	7,6	3,9	2,6	2,1	1,4	2,3	3,1
max	72,7	88,9	98,5	100,0	115,7	66,0	48,5	29,0	23,9	80,0	57,0	52,8
kv	63	65	54	47	59	53	63	55	54	101	78	56
max/min	25	25	12	8	14	9	12	11	11	56	24	17
q (l/s/km²)												
min	0,9	1,2	2,8	4,1	2,7	2,5	1,3	0,8	0,69	0,5	0,7	1,0
max	23,5	28,8	31,9	32,4	37,5	21,4	15,7	9,4	7,75	25,9	17,9	17,1
std	4,37	6,34	7,12	6,73	6,76	4,25	2,86	1,52	1,37	3,64	3,6	3,3

Odnos između maksimalnog i minimalnog dnevnog proticaja na ovom profilu iznosi 1: 362. Minimalni proticaj izmeren je 2000. godine i to 25. septembra, a tokom oktobra zabeleženo je čak 14 dana koji su imali samo 1 m³/s. Maksimalan dnevni proticaj od 362 m³/s (117,3 l/s/km²) izmeren je 13. februara 1966. godine.

Tabela 37. Dnevni minimalni i maksimalni proticaji i specifični oticaji na profilu Bela Palanka (1961-2010).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q (m³/s)												
min	2,04	2,56	4,00	7,10	5,60	3,90	2,08	1,70	1,00	1,00	1,70	1,40
max	164,0	362,0	282,0	232,0	242,0	361,0	212,0	75,4	106,0	176,0	274,0	142,0
kv	87	93	77	65	77	88	94	74	88	128	113	87
max/min	80	141	71	33	43	93	102	44	106	176	161	101
q (l/s/km²)												
min	0,66	0,83	1,30	2,30	1,81	1,26	0,67	0,55	0,32	0,32	0,55	0,45
max	53,1	117,3	91,4	75,2	78,4	116,9	68,7	24,4	34,3	57,0	88,8	46,0

Nišava - hidrološki profil Niš. Na profilu Niš srednji godišnji proticaj Nišave iznosi 28,2 m³/s, a specifični oticaj 7,29 l/s/km². Najveći srednji godišnji proticaj bio je 1963. godine 52,3 m³/s (13,5 l/s/km²), a najmanji 11,8 m³/s (3,1 l/s/km²) 1994. godine, što daje odnos 1: 4,4.

Sezonska distribucija proticaja izdvaja prolećne mesece sa najvišim srednjim sezonskim vrednostima, a jesenje sa najmanjim (odnos 1:3,7). Kao i kod profila Bela Palanka, najveći koeficijent varijabilnosti proticaja je tokom jesenjih meseci, s tom razlikom što su odnosi ekstremnih proticaja ipak veći tokom zimske sezone.

Tabela 38. Srednje sezonske vrednosti proticaja i specifičnih oticaja na profilu Niš (1961-2010).

	Z	P	L	J
Q (m³/s)				
min	4,2	16,2	7,6	3,2
max	97,7	116,3	44,3	54,2
sr	29,9	50,0	19,2	13,7
stdev	16,8	23,6	8,6	8,1
kv	56	47	45	59
max/min	23	7	6	17
q (l/s/km²)				
min	1,1	4,2	2,0	0,8
max	25,3	30,1	11,4	14,0
sr	7,7	12,9	5,0	3,5
stdev	4,3	6,1	2,2	2,1

Srednji mesečni proticaj najveći je u aprilu 55,8 m³/s (14,4 l/s/km²), a najmanji u septembru 10,2 m³/s (2,6 l/s/km²), tako da stoje u odnosu 1: 5,5. Drugi mesec po vodnosti je mart, a potom maj. Najveća varijabilnost proticaja, kao i najveći odnos izmedju ekstremnih vrednosti, karakteristični su za oktobar.

Tabela 39. Srednje mesečne vrednosti proticaja i specifičnog oticaja na profilu Niš (1961-2010).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q (m³/s)												
min	4,8	4,7	9,6	15,0	10,1	8,7	4,9	3,2	3,7	2,7	3,0	3,2
max	104,4	146,4	132,5	163,9	120,2	70,5	54,8	32,0	32,1	88,1	65,4	66,1
sr	27,0	38,7	51,1	55,8	43,1	29,9	16,8	11,0	10,2	13,3	17,5	24,1
stdev	17,9	27,6	30,3	29,7	24,5	14,8	9,7	5,7	5,4	12,1	12,8	13,6
kv	66	71	59	53	57	50	58	52	53	91	73	56
max/min	22	31	14	11	12	8	11	10	9	33	22	21
q (l/s/km²)												
min	1,24	1,21	2,49	3,88	2,61	2,24	1,26	0,82	0,95	0,70	0,77	0,83
max	27,0	37,8	34,2	42,3	31,1	18,2	14,2	8,3	8,3	22,8	16,9	17,1
sr	7,0	10,0	13,2	14,4	11,1	7,7	4,3	2,8	2,6	3,4	4,5	6,2
stdev	4,6	7,1	7,8	7,7	6,3	3,8	2,5	1,5	1,4	3,1	3,3	3,5

Na profilu Niš minimalni i maksimalni dnevni proticaji stoje u odnosu 1: 344. Minimalan proticaj od 1,48 m³/s (0,38 l/s/km²) izmeren je 03.10.1994. godine i 11.11.2001. godine, a maksimalan 509 m³/s (131,5 l/s/km²) 19.02.1963. godine. Najveća varijabilnost proticaja karakteristična je za oktobar i novembar, ali odnosi izmedju ekstremnih proticaja najveći su, posle novembra, u martu.

Tabela 40. Dnevni minimalni i maksimalni proticaji i specifični oticaji na profilu Niš (1961-2010).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q (m³/s)												
min	4,26	3,98	2,30	8,32	5,00	4,86	3,04	1,82	2,04	1,48	1,48	2,60
max	205,0	509,0	414,0	392,0	238,0	402,0	196,0	66,3	136,0	206,0	275,0	184,0
kv	88	97	80	72	76	84	85	69	87	119	111	87
max/min	48	128	180	47	48	83	64	36	67	139	186	71
q (l/s/km²)												
min	1,10	1,03	0,59	2,15	1,29	1,26	0,79	0,47	0,53	0,38	0,38	0,67
max	53,0	131,5	107,0	101,3	61,5	103,9	50,6	17,1	35,1	53,2	71,1	47,5

Visočica - hidrološki profil Braćeveci. Srednji godišnji proticaj Visočice na profilu Braćeveci iznosi 1,66 m³/s, kome korespondira specifični oticaj od 7,3 l/s/km². Najveći srednji godišnji proticaj bio je 2005. godine 4,69 m³/s (20,7 l/s/km²), a najmanji 0,51 m³/s (2,26 l/s/km²) 1993. godine. Maksimalni i minimalni srednji godišnji proticaji stoje u odnosu 1: 9.

Posmatrano po sezonama distribucija proticaja je takva da je proleće najvodniji deo godine, a jesen najmanje vodna, tako da je odnos izmedju srednjeg sezonskog maksimalnog prolećnog i minimalnog jesenjeg proticaja 1:5,3. Jesenji meseci imaju najveću varijabilnost proticaja, a potom letnji, što je praćeno i najvećim odnosima izmedju ekstremnih vrednosti u okviru svake sezone.

**Tabela 41. Srednje sezone vrednosti proticaja i specifičnih oticaja
na profilu Braćeveci (1964-2010).**

	Z	P	L	J
Q (m³/s)				
min	0,05	0,87	0,03	0,02
max	4,29	7,95	4,57	4,91
sr	1,43	3,52	0,97	0,66
stdev	1,00	1,49	0,91	0,93
kv	70	42	94	141
max/min	82	9	161	290
q (l/s/km²)				
min	0,23	3,83	0,13	0,07
max	6,28	15,50	4,27	2,91
sr	18,89	35,04	20,14	21,64
stdev	4,41	6,58	4,00	4,12

Za gornji deo sliva Visočice karakteristično je da se najveći srednji mesečni proticaj javlja u aprilu i iznosi 4,63 m³/s (20,4 l/s/km²), dok je najmanji kao i kod svih profila u septembru 0,37 m³/s (1,6 l/s/km²). Oni stoje u odnosu 1: 12,4. Drugi mesec po vodnosti je maj, a treći mart. Iako gledano po sezonama najveći koeficijent varijabilnosti proticaja ima jesen, posmatrano pojedinačno po mesecima u prvi plan se izdvaja avgust. Za njega je karakterističan i izrazit odnos izmedju maksimalnih i minimalnih proticaja (1: 751).

Analiza dnevnih vrednosti proticaja pokazuje izuzetno velike odnose izmedju ekstrema tokom svih meseci. Odnos izmedju minimalnog i maksimalnog dnevnog proticaja je 1: 9246. Interesanto je da su i najmanji od 0,0086 m³/s (0,038 l/s/km²) i najveći od 79,8 m³/s (351 l/s/km²) dnevni proticaj zabeleženi u istoj godini (minimalan 30.07.2000., a maksimalan 20.04.2000. godine).

**Tabela 42. Srednje mesečne vrednosti proticaja i specifičnog oticaja
na profilu Braćeveci (1964-2010).**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q (m³/s)												
min	0,03	0,04	0,24	0,65	0,06	0,06	0,01	0,009	0,014	0,013	0,02	0,03
max	4,84	7,64	9,45	11,20	9,87	6,18	3,40	6,96	3,10	9,00	5,94	8,59
sr	1,15	1,87	2,70	4,63	3,23	1,70	0,73	0,48	0,37	0,68	0,93	1,43
std	1,06	1,69	1,83	2,30	2,36	1,43	0,92	1,19	0,67	1,50	1,25	1,68
kv	92	91	68	50	73	84	127	250	180	220	135	117
max/min	181	180	39	17	177	97	284	751	222	680	283	264
q (l/s/km²)												
min	0,12	0,19	1,07	2,87	0,25	0,28	0,05	0,02	0,062	0,058	0,09	0,14
max	21,32	33,67	41,62	49,34	43,48	27,24	14,99	30,64	13,66	39,63	26,17	37,83
sr	5,07	8,22	11,88	20,38	14,25	7,50	3,22	2,10	1,65	3,00	4,08	6,30
std	4,68	7,44	8,04	10,13	10,41	6,29	4,07	5,25	2,97	6,60	5,49	7,38

**Tabela 43. Dnevni minimalni i maksimalni proticaji i specifični oticaji
na profilu Braćeveci (1964-2010).**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q (m³/s)												
min	0,0100	0,0300	0,0400	0,1400	0,0100	0,0100	0,0086	0,0096	0,0090	0,0097	0,0180	0,0200
max	33,0	45,5	45,5	79,8	45,2	64,9	32,5	50,4	25,2	33,0	51,0	40,6
kv	168	168	118	108	123	195	266	423	346	325	250	204
max/min	3300	1517	1138	570	4520	6490	3766	5256	2800	3397	2833	2030
q (l/s/km²)												
min	0,044	0,132	0,176	0,617	0,044	0,044	0,038	0,042	0,040	0,043	0,079	0,088
max	145,4	200,4	200,4	351,5	199,1	285,9	143,2	222,0	111,0	145,4	224,7	178,9

Temštica - hidrološki profil Staničenje. Srednji godišnji proticaj Temštica pri ušću u Nišavu iznosi 7,6 m³/s, a specifični oticaj 9,3 l/s/km². Maksimalan srednji godišnji proticaj od 14,2 m³/s (17,3 l/s/km²) zabeležen je 1980. godine, a najmanji 1,77 m³/s (2,17 l/s/km²) 1993. godine (odnos 1: 8).

Prolećna sezona sa najvećim proticajima i jesenja sa najmanjim stoje u odnosu 1:4,9. Najveća varijabilnost proticaja je tokom jeseni, kada je i najveći odnos između ekstremnih proticaja, a potom tokom letnjih meseci.

**Tabela 44. Srednje sezonske vrednosti proticaja i specifičnih oticaja
na profilu Staničenje (1961-2010).**

	Z	P	L	J
Q (m³/s)				
min	0,76	2,82	0,46	0,33
max	23,0	35,9	13,7	18,4
sr	7,3	15,3	4,7	3,1
stdev	5,1	9,6	3,6	3,2
kv	71	63	76	104
max/min	30	13	30	56
q (l/s/km²)				
min	0,93	3,44	0,57	0,40
max	28,1	43,9	16,7	22,5
sr	8,9	18,8	5,8	3,8
stdev	6,3	11,7	4,4	4,0

April se izdvaja kao mesec sa najvećim srednjim mesečnim proticajima 18,7 m³/s (22,8 l/s/km²). Na drugom mestu je maj, a trećem mart. Najmanji srednji mesečni proticaj je u septembru i iznosi 2,1 m³/s (2,5 l/s/km²). Odnos najvodnijeg i najmanje vodnog srednje mesečnog proticaja je 1:9. Prema najvećoj varijabilnosti proticaja izdvajaju se septembar, oktobar i novembar.

**Tabela 45. Srednje mesečne vrednosti proticaja i specifičnog oticaja
na profilu Staničenje (1961-2010).**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q (m³/s)												
min	0,74	0,59	1,79	2,48	1,53	0,59	0,36	0,36	0,24	0,30	0,44	0,47
max	20,6	39,7	37,8	46,8	51,6	31,3	16,7	9,0	12,9	31,5	25,3	21,1
sr	6,2	9,4	13,4	18,7	13,9	8,1	4,0	2,2	2,1	2,8	4,5	6,3
stdev	5,0	8,5	9,4	12,0	11,8	7,3	3,9	1,7	2,1	4,5	4,9	4,7
kv	80	91	70	64	84	90	99	79	103	159	111	74
max/min	28	67	21	19	34	53	47	25	54	104	58	45
q (l/s/km²)												
min	0,91	0,72	2,19	3,03	1,88	0,73	0,43	0,45	0,29	0,37	0,54	0,57
max	25,2	48,5	46,2	57,2	63,1	38,3	20,4	11,0	15,7	38,5	30,9	25,7
sr	7,6	11,5	16,4	22,8	17,1	9,9	4,9	2,7	2,5	3,5	5,5	7,7
stdev	6,1	10,4	11,4	14,7	14,4	8,9	4,8	2,1	2,6	5,5	6,0	5,7

Na dnevnom nivou najmanji proticaji od 0,2 m³/s zabeleženi su 09.11.1968., kao i od 25. septembra do 4. oktobra 1994. godine. Najveći srednji dnevni proticaj od 204 m³/s zabeležen je 09.06.1968. godine. Odnos između ovih ekstrema iznosi 1:1020. Najveća varijabilnost proticaja je u oktobru, septembru i avgustu. Međutim, odnosi između ekstremnih proticaja najveći su u junu, oktobru, ali i martu.

**Tabela 46. Dnevni minimalni i maksimalni proticaji i specifični oticaji
na profilu Staničenje (1961-2010).**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q (m³/s)												
min	0,38	0,54	0,44	1,33	0,39	0,29	0,24	0,29	0,20	0,20	0,20	0,28
max	83,4	116,0	167,0	192,0	106,0	204,0	48,0	87,0	51,4	77,5	55,6	94,4
kv	120	126	102	87	107	143	135	161	163	212	146	129
max/min	219	215	380	144	272	703	200	300	257	388	278	337
q (l/s/km²)												
min	0,46	0,66	0,54	1,63	0,48	0,35	0,29	0,35	0,24	0,24	0,24	0,34
max	102,0	141,8	204,2	234,7	129,6	249,4	58,7	106,4	62,8	94,7	68,0	115,4

Jerma - hidrološki profil Trnski Odorovci. Srednji godišnji proticaj Jerme kod Trskih Odorovaca je 3,5 m³/s, što daje specifični oticaj od 6,3 l/s/km². Ekstremni srednji godišnji proticaji variraju od 0,83 m³/s (1,49 l/s/km²), kada je 1994. godine zabeležena najmanja vrednost, do 7,6 m³/s (13,6 l/s/km²) kao najveća vrednost srednjih godišnjih proticaja zabeležena 2005. godine. Odnos između ovih ekstremnih vrednosti je 1: 9.

Kao i kod prethodnih profila i ovde se proleće izdvaja kao sezona sa najvećim proticajima, a jesen sa najmanjim. Odnos iznosi 1:4. Najveća varijabilnost je tokom jesenjih i letnjih meseci, kada su i odnosi između ekstrema najizraženiji.

**Tabela 47. Srednje sezonske vrednosti proticaja i specifičnih oticaja
na profilu Trnski Odorovci (1961-2010).**

	Z	P	L	J
Q (m³/s)				
min	0,73	1,68	0,50	0,13
max	10,3	14,4	9,5	6,1
sr	3,37	6,44	2,58	1,62
stdev	2,0	3,3	1,7	1,2
kv	60	51	68	73
max/min	14	9	19	45
q (l/s/km²)				
min	1,31	3,01	0,90	0,24
max	18,5	25,9	17,1	10,9
sr	6,1	11,6	4,6	2,9
stdev	3,6	5,8	3,1	2,1

Najveći srednji mesečni proticaji na Jermi su u aprilu 7,0 m³/s (12,6 l/s/km²) i martu 6,98 m³/s (12,5 l/s/km²), a zatim u maju. Septembar je karakterističan po najmanjem srednjem mesečnom proticaju koji iznosi 1,22 m³/s. Odnost izmedju aprilskih i septembarskih proticaja iznosi 1:5,7. Varijabilnost proticaja najveća je u avgustu i oktobru.

**Tabela 48. Srednje mesečne vrednosti proticaja i specifičnog oticaja
na profilu Trnski Odorovci (1961-2010).**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q (m³/s)												
min	0,57	0,71	1,29	1,44	1,13	0,93	0,37	0,09	0,07	0,13	0,20	0,19
max	12,2	18,5	20,8	22,4	17,4	12,6	8,8	7,7	5,6	10,8	9,7	8,6
sr	3,0	4,6	7,0	7,0	5,3	4,0	2,4	1,4	1,2	1,6	2,0	2,6
stdev	2,3	3,4	4,6	4,4	3,2	2,5	1,9	1,3	0,9	1,7	1,6	1,7
kv	75	74	65	62	60	63	83	91	71	107	80	66
max/min	21	26	16	16	15	14	24	90	79	81	49	44
q (l/s/km²)												
min	1,03	1,27	2,32	2,58	2,03	1,67	0,66	0,15	0,13	0,24	0,35	0,35
max	21,9	33,2	37,4	40,3	31,3	22,6	15,8	13,8	10,1	19,3	17,5	15,4
sr	5,4	8,3	12,5	12,6	9,6	7,2	4,2	2,5	2,2	2,9	3,6	4,6
stdev	4,1	6,1	8,2	7,8	5,8	4,5	3,5	2,3	1,6	3,1	2,9	3,0

Odnos srednjih dnevnih maksimalnih i minimalnih proticaja iznosi 1: 2500. Najmanji dnevni proticaj od 0,032 m³/s (0,032 l/s/km²) zabeležen je 25. avgusta i od 12-15. septembra 1994. godine, a najveći od 80 m³/s (143,6 l/s/km²) 18. februara 1963. godine. Za Jermu je karakteristično da se najveći odnosi izmedju ekstremnih proticaja javljaju u avgustu i decembru.

**Tabela 49. Dnevni minimalni i maksimalni proticaji i specifični oticaji
na profilu Trnski Odorovci (1961-2010).**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q (m³/s)												
min	0,240	0,400	0,800	0,710	0,360	0,480	0,200	0,032	0,032	0,075	0,142	0,075
max	43,3	80,0	65,8	42,8	46,7	49,8	54,6	18,4	10,7	26,0	34,5	30,4
kv	103	112	93	81	85	99	127	102	85	125	116	98
max/min	180	200	82	60	130	104	273	575	334	347	243	405
q (l/s/km²)												
min	0,431	0,718	1,436	1,275	0,646	0,862	0,359	0,057	0,057	0,135	0,255	0,135
max	77,7	143,6	118,1	76,8	83,8	89,4	98,0	33,0	19,2	46,7	61,9	54,6

Rečni režim. Adekvatno proučavanje vodnog režima reka, posebno faza velikih voda koja daje pečat tom režimu, ujedno i najznačajnija za režim pronosa nanosa, podrazumeva komparativno sagledavanje cele teritoriju sliva. Jedan od jednostavnih, ali i najpreglednijih načina, jeste prikazivanje podataka iskazanih odnosom srednjemesečnih vrednosti prema srednjegodišnjem proticaju (Živković N., Gavrilović Lj., 2009)

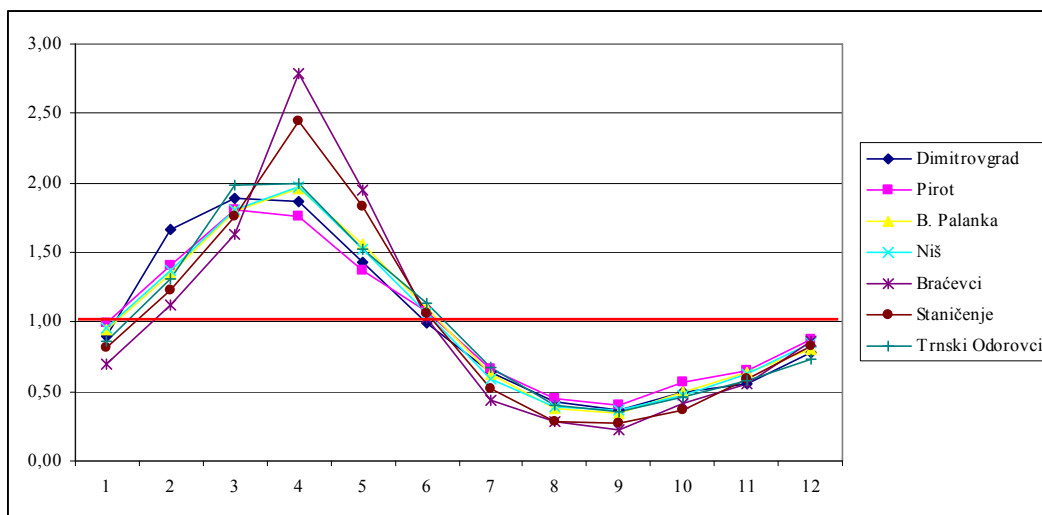
Po vrednostima iz tabele 50 može se zaključiti da je raspored oticanja po mesecima sličan. Svi profili imaju jednostavan hidrogram, sa jednim maksimumom i jednim minimumom. Zajednička im je, skoro identična, rastuća grana godišnje raspodele oticaja, koja počinje od oktobra i dostiže vrhunac u aprilu. Od aprila počinje tendencija opadanja proticaja tako da on u septembru dostiže najnižu vrednost. Međutim, postoje i izvesne razlike, koje se odnose na vreme pojavljivanja ekstremnih sezonskih i srednjemesečnih proticaja. To se, pre svega, odnosi na vreme pojavljivanja maksimalnih proticaja.

U tom smislu, a prema svojim karakteristikama, vodni režimi svih profila mogu se svrstati u tri grupe. Najveće razlike medju njima ogledaju se u pojavljivanju maksimalnih proticaja. U prvoj grupi izdvajaju se Jerma i gornji tok Nišave - profili Dimitrovgrad i Pirot. Za ove profile karakteristično je da je vreme pojavljivanja maksimalnih proticaja u martu i aprilu. Diferenciranost ova dva meseca nešto je izraženija na profilu Pirot - mart je mesec sa najvećim proticajem, dok je na drugom mestu april; dok je na profilu Dimitrovgrad i Trnski Odorovci april po vrednosti proticaja veoma blizak martu (razlika u modulnom koeficijentu je samo 0,01), s tom razlikom da na profilu Trnski Odorovci april ima blagu prednost. Udeo martovskih i aprilskih voda u ukupnom godišnjem oticaju je takav da one čine jednu trećinu. Kreću

se od 29,8 % na profilu Pirot, odnosno na profilu 31,3 % Dimitrovgrad do 33,2 % na profilu Trnski Odorovci. Za ovaj deo sliva Nišave karakteristično je da se po značajnosti pojavljivanja velikih proticaja, na trećem mestu izdvaja februar (profil Dimitrovgrad i Pirot), dok je za Jermu to maj kao posledica veće nadmorske visine i kasnijeg otapanja snežnog pokrivača.

Tabela 50. Srednji mesečni proticaji iskazani modulno (sr.mes. / sr. god)

Reka	Profil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nišava	Dimitrovgrad	0,90	1,66	1,88	1,87	1,43	0,99	0,64	0,42	0,36	0,50	0,55	0,78
Nišava	Pirot	0,99	1,41	1,81	1,77	1,37	1,07	0,66	0,45	0,40	0,56	0,64	0,87
Nišava	B. Palanka	0,95	1,35	1,79	1,96	1,56	1,10	0,62	0,38	0,35	0,49	0,64	0,81
Nišava	Niš	0,96	1,37	1,81	1,98	1,53	1,06	0,60	0,39	0,36	0,47	0,62	0,86
Visočica	Braćeveci	0,69	1,12	1,63	2,79	1,95	1,03	0,44	0,29	0,23	0,41	0,56	0,86
Temštica	Staničenje	0,81	1,23	1,76	2,45	1,83	1,06	0,52	0,29	0,27	0,37	0,59	0,83
Jerma	Trnski Odorovci	0,86	1,31	1,99	2,00	1,52	1,14	0,67	0,40	0,35	0,46	0,58	0,73



Grafik 7. Hidrogrami reka u slivu Nišave.

Drugoj grupi pripada sliv Temštice. Ono što izdvaja vode ovog sliva, sagledane preko profila Staničenje kao najnižvodnijeg, i Braćeveci kao najuzvodnijeg, jeste izrazit pik maksimalnih proticaja koji se javlja u aprilu. Aprilski maksimum je jasno izražen naročito u izvorišnom delu sliva i prosečno je 2,8 puta veći od srednjegodišnjeg. Drugi mesec po vodnosti je maj, a treći mart. Udeo aprilskih i majskih voda u ukupnom oticaju kreće se od 35,7 % u donjem delu sliva, do 39,5 % u planinskom delu. Ovakvo stanje posledica je relativno velike srednje nadmorske visine sliva, visine padavina i

petrološkog sastava, kao i snežne komponente koja je veoma značajna u strukturi režima.

U treću grupu svrstava se srednji i donji tok Nišave. Hidrogram na profilima Bela Palanka i Niš je identičan. April se izdvaja kao mesec sa pojavom maksimalnih proticaja, ali je pik znatno manje izražen nego u slučaju Temštice, a jasno je diferenciran od marta u odnosu na prvu grupu. Drugi mesec po vodnosti je mart, a treći po značajnosti maj.

Zajedničko za sve tri izdvojene grupe jeste vreme pojavljivanja minimalnih proticaja. Oni se javljaju u septembru. U odnosu na sredenjegodišnji proticaj septembarske vode su od 2,5 do 4,4 puta manje. Drugi mesec po izrazito maloj vodnosti je avgust. U ukupnom godišnjem oticaju ova dva meseca učestvuju sa samo 4-7 %. Na osnovu iznetog može se zaključiti da nadprosečne vode obuhvataju period od februara zaključno sa junom. Ovaj petomesečni period u ukupnom godišnjem oticaju učestvuje između 62 % i 71 %.

Učestalost pojavljivanja maksimalnih i minimalnih srednjemesečnih proticaja.

U prilog kompletnijoj analizi neophodno je ispitati karakteristične vrednosti čestine i postojanosti mesečnih maksimuma i minimuma. Na taj način stiče se jasnija slika o vodnom režimu i potvrđuje izvesna pravilnost uočena analizom hidrograma.

Za prvu grupu izdvojenih hidroloških profila potvrđuje se činjenica da se najveći broj maksimalnih proticaja javlja u martu i aprilu. Na profilima Dimitrovgrad i Trnski Odorovci učestalost pojavljivanja maksimuma je podjednaka, s tom razlikom što je na Jermi procenat javljanja nešto veći (56 %), dok se na profilu Piroć maximum javio 17 puta u martu, odnosno nešto više od trećine. Međutim, ono što se ne vidi iz hidrograma, jeste verovatnoća pojavljivanja maksimalnih proticaja u trećem izdvojenom mesecu po vodnosti. Naime, na profilu Piroć treći mesec po vodnosti je februar, ali je verovatnoća pojavljivanja maksimuma podjednaka i u maju (u oba meseca maksimalne vode javile su se po 10 puta). S druge strane, na Jermi treći mesec po vodnosti je maj, ali je pojava maksimalnih proticaja u februaru češća. Tome ide u prilog i činjenica da je koeficijent varijabilnosti proticaja u februaru izrazito veliki (kreće se u rasponu od 0,71, odnosno 0,74 na profilu Piroć i Trnski Odorovci do čak 1,3 na profilu Dimitrovgrad). To nam govori o nestabilnosti ovog meseca u godišnjem rasporedu proticaja.

Tabela 51. Učestalost pojavljivanja maksimalnih srednjemesečnih proticaja (1961-2010)*.

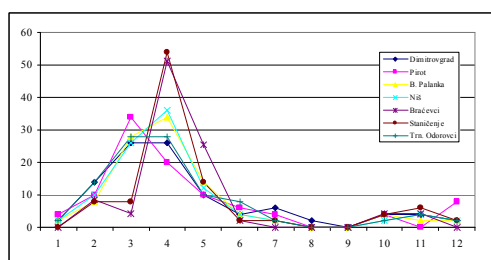
Profil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dimitrovgrad	2 (1)	14 (7)	26 (13)	26 (13)	10 (5)	4 (2)	6 (3)	2 (1)	0 (0)	4 (2)	4 (2)	2 (1)
Pirot	4 (2)	10 (5)	34 (17)	20 (10)	10 (5)	6 (3)	4 (2)	0 (0)	0 (0)	4 (2)	0 (0)	8 (4)
B. Palanka	2 (1)	8 (4)	28 (14)	34 (17)	14 (7)	4 (2)	2 (1)	0 (0)	0 (0)	4 (2)	2 (1)	2 (1)
Niš	2 (1)	10 (5)	26 (13)	36 (18)	12 (6)	4 (2)	2 (1)	0 (0)	0 (0)	2 (1)	4 (2)	2 (1)
Braćeveci	0 (0)	9 (4)	4 (2)	51 (24)	26 (12)	2 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (2)	4 (2)	0 (0)
Staničenje	0 (0)	8 (4)	8 (4)	54 (27)	14 (7)	2 (1)	2 (1)	0 (0)	0 (0)	4 (2)	6 (3)	2 (1)
Trn Odorovci	2 (1)	14 (7)	28 (14)	28 (14)	10 (5)	8 (4)	2 (1)	0 (0)	0 (0)	2 (1)	4 (2)	2 (1)

* Napomena: prvi broj označava % pojavljivanja max Q; broj u zagradi je broj javljanja maksimalnog mesečnog proticaja u periodu od 50 godina (izuzetak je profil Braćeveci na kome je analiziran period od 1964-2010)

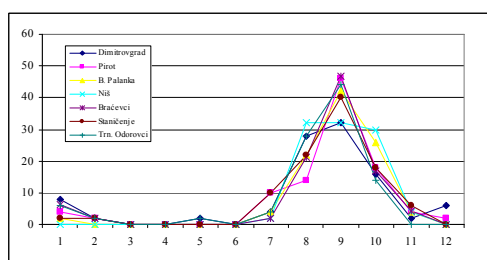
Tabela 52. Učestalost pojavljivanja minimalnih srednjemesečnih proticaja (1961-2010)*.

Profil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dimitrovgrad	8 (4)	2 (1)	0 (0)	0 (0)	2 (1)	0 (0)	4 (2)	28 (14)	32 (16)	16 (8)	2 (1)	6 (3)
Pirot	4 (2)	2 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	10 (5)	14 (7)	46 (23)	18 (9)	4 (2)	2 (1)
B. Palanka	2 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (2)	22 (11)	42 (21)	26 (13)	4 (2)	0 (0)
Niš	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (1)	32 (16)	32 (16)	30 (15)	4 (2)	0 (0)
Braćeveci	6 (3)	2 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (1)	21 (10)	47 (22)	17 (8)	4 (2)	0 (0)
Staničenje	2 (1)	2 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	10 (5)	22 (11)	40 (20)	18 (9)	6 (3)	0 (0)
Trn Odorovci	6 (3)	2 (1)	0 (0)	0 (0)	2 (1)	0 (0)	4 (2)	28 (14)	44 (22)	14 (7)	0 (0)	0 (0)

* Napomena: prvi broj označava % pojavljivanja min Q; broj u zagradi je broj javljanja minimalnog mesečnog proticaja u periodu od 50 godina (izuzetak je profil Braćeveci na kome je analiziran period od 1964-2010)



a)



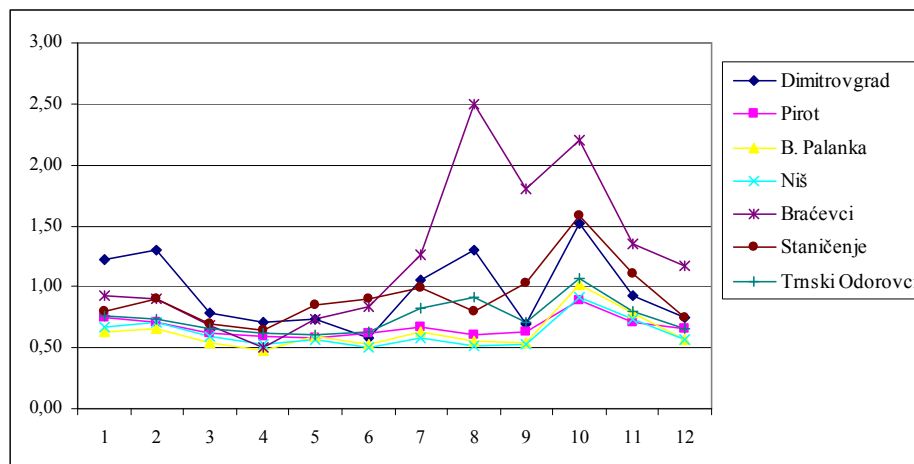
b)

Grafik 8. Grafički prikaz procentualne učestalosti max (a) i min (b) proticaja.

U gornjem toku Visočice polovina od ukupnog broja javljanja maksimalnih proticaja je bila tokom aprila, dok se 26 % javilo u maju. To znači da se 23 % maksimalnih proticaja može javiti u nekom drugom delu godine. Međutim, kako se iz priložene tabele vidi za ceo osmatrani period maksimalni proticaju na Visočici nikada se nisu javili u julu, avgustu, septembru, decembru i januaru. Treći mesec po vodnosti je mart. Međutim, nešto slično kao i kod Jerme, veća učestalost pojavljivanja maksimalnih voda je u februaru, 9 % u odnosu na 4 martovska procenta. Na profilima Bela Palanka i Niš pojavljivanje maksimalnih proticaja na Nišavi je najčešće u aprilu, a

potom u martu. Na oba mesta tokom ova dva meseca maksimalni proticaji su se javili po 31 put.

Može se zaključiti da se maksimalne vrednosti velikih voda javljaju najčešće u proleće kada se poklapaju sa maksimumom padavina i prolećnim otapanjem snega u najvišim planinskim delovima sliva.



Grafik 9. Koeficijent varijabilnosti srednjemesečnih proticaja (1961-2010).

Što se tiče minimalnih proticaja, na svim profilima oni se najčešće javljaju u septembru. Čestina pojavljivanja najmanja je na Nišavi kod Dimitrovgrada i Niša (32 %), a najveća na Visočici (47 %). Interesanto je da se najmanje vode na profilu Niš podjednako mogu javiti tokom avgusta, septembra i oktobra (čak se 94 % svih minimalnih proticaja javilo tokom ova tri meseca). Slična je situacija i na profilu Bela Palanka, 90 % su se mali proticaji javili tokom ova tri meseca. To nam ukazuje na činjenicu da je donje Ponišavlje leti veoma oskudno vodom i da period recesije može da potraje relativno dugo.

Medjutim, upravo period od sredine leta i tokom jeseni karakteriše veoma visok koeficijent varijabilnosti proticaja. To je posebno uočljivo u gornjem delu sliva Nišave, a naročito na Visočici. Koeficijenti varijabilnosti su preko 1, a tokom avgusta je čak 2,5, što svrstava ovaj tok po pitanju proticaja u izrazito varijabilne slivove uopšte. Slično je i na najuzvodnijem profilu na Nišavi. Uzrok ovako velike varijabilnosti svakako su kratkotrajni intenzivni letnji pljuskovi.

Generalno, posmatrano sa aspekta srednjih godišnjih vrednosti proticaja, koeficijent varijabilnosti *smanjuje se nizvodno*. Na Nišavi on iznosi 0,57 na profilu

Dimitrovgrad, 0,4 na profilu Pirot, 0,32 u Beloj Palanci i 0,34 na profilu Niš. Na Visočici je 0,45, a nešto manje na Jermi 0,4.

Klasifikacija godina po vodnosti. Iz prethodne analize može se zaključiti da postoje velike varijacije srednjih godišnjih proticaja na svim stanicama u slivu Nišave. U cilju odgovora koliko često se javljaju ekstremno velike ili pak male vode izvršeno je rangiranje godina po vodnosti. Na ovaj način moguće je pratiti promene u vodnom režimu reka, a sa geomorfološkog stanovišta koncentracija suspendovanog nanosa i njegovog pronosa.

Za sliv Nišave, generalno, najzastupljenije su srednje vodne godine, ali njihovo učešće varira od profila do profila. Najdominantnije su u gornjim sektorima vodotoka. Na Nišavi na profilu Dimitrovgrad u ukupnoj raspodeli učestvuju sa 66 %, dok je na Visočici taj udeo nešto manji 65 %. Na profilima Pirot i Bela Palanka srednje vode zastupljene su sa 50 %, na Jermi 48%, a najmanji udeo je u donjem toku Nišave, tj. na profilu Niš. Interesantno je da je na profilu Dimitrovgrad period srednjih voda, sa dve godine prekida (1976. i 1977.), u kontinuitetu trajao 18 godina (od 1971. do 1988. godine), ali sa blagom tendencijom pada proticaja. Pre tog perioda srednje vodne godine javljale su se po dve godine za redom, i bile su smenjivane po jednom vodnom godinom. Drugi kontinualni period srednjih voda u trajanju od 13 godina trajao je od 1996-2008. godine, sa prekidom od dve sušne (2001. i 2002.) i jednom vodnom godinom (2005.). Ovako dugi periodi trajanja srednje vodnih godina jedino su još karakteristični za gornji tok Visočice i skoro u potpunosti se poklapa sa periodom trajanja u gornjem toku Nišave. Za razliku od ovih profila, na najnižvodnijem profilu na Nišavi srednje vodne godine su su isključivo pojavljivale po dve u kontinuitetu; jedini izuzetak kada su se pojavile tri puta za redom je period od 2007-2009. godine.

U pedesetogodišnjem periodu vodne godine najmanje puta su se javile u gornjem toku Nišave i Visočice (po 7 puta), a na profilima Pirot i Bela Palanka broj vodnih godina bio je po 11, dok je na profilima Trnski Odorovci i Niš bilo po 12 takvih godina. U ukupnom odnosu vodne godine su učestvovala sa po 14 %, 22 % i 24 %. I dok veoma vodih godina nije bilo na profilima Dimitrovgrad i Braćevci, na svim ostalim bile su zabeležene po 2 takve godine. Međutim, katastrofalno velike vode registrovane su upravo na profilima Dimitrovgrad i Braćevci. Na prvom to su 1963. i 2010., a na drugom 2005. i 2010. godina.

Udeo sušnih godina na profilima Dimitrovgrad i Braćeveci isti je kao i kod vodnih (14 %). Kod drugih profila broj pojavljivanja sušnih godina je manji u odnosu na vodne, izuzev kod profila Pirot gde je zabeležena jedna sušna godina više u odnosu na vodnu. Veoma sušne godine najveći broj puta registrovane su na profilu Bela Palanka (4 takve godine), na profilu Niš bilo je takvih godina 3, na Braćevcima 2, i po 1 na profilima Dimitrovgrad i Trnski Odorovci. U kategoriju katastrofalno sušnih godina jedino je ušla 1994. u slivu Jerme.

Najvodnije godine hronološki u slivu Nišave bile su 1963., 2005. i 2010. godina. Najsušniji period je prva polovina devedesetih godina i to 1990., 1993. i kao najsušnija 1994. godina. U veoma sušne godine ubraja se i 2001.

Tabela 53. Procentualni udeo klasifikovanih godina po vodnosti na izdvojenim profilima (1961-2010).

	Dimitrovgrad	Pirot	B. Palanka	Niš	Trnski Odorovci	Braćeveci
kv,vv,v	18	26	26	28	28	18
sv	66	50	50	44	48	64
s,vs,ks	16	24	24	28	24	18

Legenda: kv - katastrofalno vodne godine, vv - veoma vodne godine, sv - srednje vodne godine, s - ušne godine, vs - veoma sušne godine, ks - katastrofalno sušne godine

Izvršena klasifikacija godina po vodnosti pokazuje da je na pojedinim profilima nešto veći udeo veoma vodnih, vodnih i katastrofalno vodnih godina, u odnosu na sušne, veoma sušne i katastrofalno sušne godine. Međutim, ta razlika nije velika, i kao što se vidi postoji potpuna saglasnost u pogledu broja pojavljenih godina po karakteristikama njihove vodnosti. Odnosno, može se zaključiti postojanje hidrološkog ciklusa, tj. hronološkog smenjivanja sušnih i vlažnih perioda. Ranija istraživanja u slivu Nišave pokazala su slične pravilnosti. Ocokoljić M. je obradio profil Bela Palanka. Istraživanja su obuhvatila period od 60 godina (1926-1985) u okviru koga je utvrdjen nešto veći udeo velikih voda: 30 % kv,vv,v , 44 % sv i 22 % s,vs,ks (Ocokoljić M., 1994). Rangiranjem godina po vodnosti u periodu od 1963-2002 u slivu Jerme konstatovan je isti broj pojavljivanja ekstremnih proticaja (Djokić M., 2010). Sadašnja slika je nešto izmenjena na račun povećanog procentualanog učešća srednjevodnih godina u odnosu na sušne, jer je posle 2003. godine nastupio period povećane vodnosti.

Tabela 54. Rangiranje godina po vodnosti Nišave - profil Dimitrovgrad (1961-2010).

Vodnost godine	Proticaj (m ³ /s)	Specifični oticaj (l/s/km ²)	Godina	Br.godina
Katastrofalno vodne	> 5,7	> 11,82	2010, 1963	2
Veoma vodne	4,27 - 5,7	8,86 - 11,82	-	-
Vodne	2,67 - 4,27	5,54 - 8,86	2005, 2009, 1980, 1970, 1969, 1978, 1966	7
Srednje vodne	1,19 - 2,67	2,47 - 5,54	1999, 1962, 1981, 1991, 1973, 2006, 1996, 1979, 1972, 1984, 1965, 1987, 1977, 1976, 1967, 2003, 1986, 1997, 2000, 1982, 1971, 2008, 1968, 1964, 1988, 1998, 1961, 1974, 2004, 1985, 1975, 2007	33
Sušne	0,58 - 1,19	1,21 - 2,47	2002, 1989, 1995, 1992, 1990, 2001, 1993	7
Veoma sušne	0,15 - 0,58	0,31 - 1,21	1994	1
Katastrofalno sušne	< 0,15	< 0,31	-	-

Tabela 55. Rangiranje godina po vodnosti Nišave - profil Pirot (1961-2010).

Vodnost godine	Proticaj (m ³ /s)	Specifični oticaj (l/s/km ²)	Godina	Br.godina
Katastrofalno vodne	> 26,95	> 15,36	-	-
Veoma vodne	21,73 - 26,95	12,39 - 15,36	2010, 2005	2
Vodne	15,48 - 21,73	8,83 - 12,39	1963, 1999, 2006, 1962, 1976, 2003, 1996, 1977 1970, 2009, 1997	11
Srednje vodne	8,98 - 15,48	5,12 - 8,83	1980, 1978, 1973, 2008, 2000, 1981, 1969, 1991, 1974, 1956, 2007, 1998, 1966, 2004, 1975, 1979, 2002, 1971, 1992, 1984, 1972, 1987, 1995, 1982, 1967	25
Sušne	5,75 - 8,98	2,26 - 5,12	1961, 1983, 1964, 1986, 1988, 1993, 1994, 1990, 1985, 2001, 1989, 1968	12
Veoma sušne	2,57 - 5,75	1,47 - 2,26	-	-
Katastrofalno sušne	< 2,57	< 1,47	-	-

Tabela 56. Rangiranje godina po vodnosti Nišave - profil Bela Palanka (1961-2010).

Vodnost godine	Proticaj (m ³ /s)	Specifični oticaj (l/s/km ²)	Godina	Br.godina
Katastrofalno vodne	> 41,95	> 13,59	-	-
Veoma vodne	35,23 - 41,95	11,41 - 13,59	2010, 1970	2
Vodne	26,82 - 35,23	8,69 - 11,41	1976, 1980, 1963, 1962, 1978, 2005, 1969, 1973, 1977, 1966, 1965	11
Srednje vodne	17,42 - 26,82	5,64 - 8,69	1974, 1981, 1975, 2006, 1999, 1987, 1996, 1979, 2009, 2003, 1971, 1964, 1997, 1984, 1967, 1986, 1972, 2000, 1982, 2008, 2007, 1988, 1991, 2004, 1961	25
Sušne	12,26 - 17,42	3,97 - 5,64	1983, 1998, 1968, 1989, 1985, 2002, 1992, 1995,	8
Veoma sušne	6,47 - 12,26	2,09 - 3,97	1993, 1990, 2001, 1994	4
Katastrofalno sušne	< 6,47	< 2,09	-	-

Tabela 57. Rangiranje godina po vodnosti Nišave - profil Niš (1961-2010).

Vodnost godine	Proticaj (m ³ /s)	Specifični oticaj (l/s/km ²)	Godina	Br.godina
Katastrofalno vodne	> 54,61	> 14,11	-	-
Veoma vodne	45,4 - 54,61	11,73 - 14,11	1963, 2010	2
Vodne	33,91 - 45,4	8,76 - 11,73	2005, 1962, 1970, 1973, 1978, 1976, 1966, 1980, 2006, 1969, 1977 1965	12
Srednje vodne	21,38 - 33,91	5,53 - 8,76	1981, 1974, 1996, 1975 1999, 1987, 2003, 1997, 1971, 1984, 2009, 1979, 1964, 1982, 1986, 1967, 1972 2004, 1991, 2008, 2000, 2007	22
Sušne	14,54 - 21,38	3,76 - 5,53	1988, 1961, 1998, 2002, 1992, 1968, 1983, 1985, 1995, 1989, 1993	11
Veoma sušne	7,33 - 14,54	1,89 - 3,76	2001, 1990, 1994	3
Katastrofalno sušne	< 7,33	< 1,89	-	-

Tabela 58. Rangiranje godina po vodnosti Visočice - profil Bračevci (1961-2010).

Vodnost godine	Proticaj (m ³ /s)	Specifični oticaj (l/s/km ²)	Godina	Br.godina
Katastrofalno vodne	> 3,85	> 16,96	2005, 2010	2
Veoma vodne	3,04 - 3,85	13,39 - 16,96	-	-
Vodne	2,09 - 3,04	9,21 - 13,39	1975, 1963, 1970, 1966, 1976, 1962, 1978	7
Srednje vodne	1,13 - 2,09	5,00 - 9,21	2003, 2006, 1967, 1979, 1980, 1977, 1987, 1969, 1981, 1973, 2009, 1972, 2002, 2004, 1996, 1982, 1974, 1986, 1999, 1995, 2000, 1965, 1964, 1997, 1971, 1988, 2007, 1984, 1998, 1991, 1983, 1989	32
Sušne	0,68 - 1,13	2,99 - 5,00	1985, 1961, 2008, 1968, 1992, 2001, 1990	7
Veoma sušne	0,27 - 0,68	1,21 - 2,99	1994, 1993	2
Katastrofalno sušne	< 0,27	< 1,21	-	-

Tabela 59. Rangiranje godina po vodnosti Jerme - profil Trnski Odorovci (1961-2010).

Vodnost godine	Proticaj (m ³ /s)	Specifični oticaj (l/s/km ²)	Godina	Br.godina
Katastrofalno vodne	> 7,56	> 13,57	-	-
Veoma vodne	60,9 - 7,56	10,93 - 13,57	2005, 2006	2
Vodne	4,32 - 6,09	7,76 - 10,93	1973, 2010, 1963, 1976, 1980, 1970, 1981, 1996, 1969, 1984, 2003, 2009	12
Srednje vodne	2,49 - 4,32	4,47 - 7,76	1977, 1978, 1999, 1974, 1982, 1962, 1991, 2007, 1975, 1966, 1997, 1965, 2004, 1967, 1971, 1983, 2000, 1987, 2008, 1972, 1979, 2002, 1998, 1988	24
Sušne	1,58 - 2,49	2,83 - 4,47	1986, 1989, 1992, 1961, 1995, 1990, 1964, 1985, 1993, 1968	10
Veoma sušne	0,7 - 1,58	1,22 - 2,83	2001	1
Katastrofalno sušne	< 0,7	< 1,22	1994	1

U hidrološkom smislu sliv Nišave karakteriše niz specifičnosti. U prvom redu to je *hidrološka anomalija izražena u povećanju specifičnog oticaja sa povećanjem površine sliva*. Povećanje specifičnog oticaja nizvodno od Dimitovgrada, ogleda se u uticaju i značaju koji imaju pritoke glavne reke. Jerma na svom ušću unosi prosečno $6 \text{ m}^3/\text{s}$, a Nišava na istom $4,36 \text{ m}^3/\text{s}$. Iz tog razloga nizvodni profil u Pirotu daje veće vrednosti specifičnog oticaja nego u Dimitrovgradu. Slično je i sa Belom Palankom, koja je pod snažnim uticajem Temštice. Temštica Nišavi na ušću prosečno daje $7,5 \text{ m}^3$ vode u sekundi, odnosno $9,1 \text{ l/s/km}^2$ što je za $1,9 \text{ l/s/km}^2$ više nego što ima Nišava na profilu Pirot. Zbog toga je i pored povećanja sliva Nišave od Pirota do Bele Palanke za skoro 1300 km^2 , specifični oticaj Nišave kod Bele Palanke veći nego kod Pirota.

Druga specifičnost ovog sliva ogleda se u *neravnomernoj prostornoj raspodeli voda*. S jedne strane je obilje vode sa nekim hidrološkim parametrima među najekstremnijim u Srbiji, a sa druge je gotovo odsustvo autohtonih voda na velikim površinama kao što su kotlinske oblasti. Recimo, većina pritoka Visočice ima specifični oticaj preko 17 l/s/km^2 , a neke pritoke čak $23,9 \text{ l/s/km}^2$, odnosno 24 l/s/km^2 kao što su Dojkinačka i Toplodolska reka. S druge strane, neposredni delovi sliva Nišave kao što je medjusliv između ušća Jerme i Temštice raspolaže sa samo $3,47 \text{ l/s/km}^2$, ili deo sliva između ušća Temštice i Crvene reke koji ima specifični oticaj od $5,3 \text{ l/s/km}^2$ (Živković N., 1994).

Treća specifičnost je *poremećenost hidrološkog režima antropogenim uticajem*. Na teritoriji Bugarske sredinom XX veka izvorišni delovi sliva Nišave i Visočice presečeni su kanalom kojim se vode ovih reka odводе u sliv Brzja reke, desne pritoke Ogošte. U okviru prevodjenja voda u Vlasinsko jezero, u manjoj količini su kanalom prevedene vode iz gornje Jerme. Uzete količine vode su kod Visočice najočiglednije. Prevodjeno je prosečno $0,58 \text{ m}^3/\text{s}$ što je u odnosu na redukovani proticaj kod Braćevaca $1,78 \text{ m}^3/\text{s}$, približno jedna trećina. Na profilu Dimitrovgrad proticaji Nišave smanjeni su za 22 %. Uzimajući u obzir i prevodjenje Jerme, onda se ukupno iz sliva Nišave u druge slivove prevodi $1,12 \text{ m}^3/\text{s}$, što ima ne male posledice na režim gornjeg Ponišavlja. Međutim, idući nizvodno pod uticajem većih pritoka, ovaj uticaj se postepeno gubi i u Nišu iznosi samo 3,3 % (Ocokoljić M, 1987). Takodje, posle pregradjivanja korita Visočice kod Zavoja usled pojave klizišta, kao i izgradnje brane na istom mestu, značajno je poremećen režim Temštice.

3.6. PEDOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Sliv Nišave u pedološkom smislu predstavlja pravi mozaik različitih tipova zemljišta, koji su nastali usled velike raznolikosti geološkog supstrata, raščlanjenosti reljefa, različitih tipova vegetacije i specifičnih klimatskih uslova. Zemljišta ovog sliva ispitivana su u više navrata, ali je u monografskoj studiji "Zemljišta sliva Nišave" data najnovija klasifikacija zemljišta i njihove karakteristike (Grupa autora, 2008). Za potrebe ovog rada osnovne karakteristike, kratak opis i rasprostranjenje različitih tipova zemljišta preuzete su iz ove naučne publikacije.

U slivu Nišave, s obzirom na postojanje širih rečnih dolina, pojavljuju se različita nanosna zemljišta. U dolinama Nišave (Pirotska, Belopalanačka i Niška kotlina), Jerme, Visočice, Temštice i Crvene reke formirani su fluvisol, humoglej i semiglej.

Fluvisol ili aluvijalna zemljišta formirani su transportom i taloženjem materijala u rečnim dolinama tokom poplava. Geološku podlogu čini aluvijum kvartarne starosti. Zemljišta karakteriše slabo kisela do slabo alkalna reakcija. Većina zemljišta je karbonatna, što je uslovljeno hemijskim osobinama donetog i istaloženog nanosa. Prirodna vrednost ovih zemljišta je visoka, jer su duboka, dobro zadržavaju vodu, bogata su humusom, azotom, fosforom, kalijumom. Povoljne fizičke i hemijske osobine uslovile su da se najveće površine aluvijalnih zemljišta nalaze pod baštama i njivama. Fluvisoli su raznolikog mehaničkog sastava, od ilovastog peska do gline. Tako da se u okviru njih izdvaja nekoliko podtipova. Aluvijalni nanosi lakšeg mineraloškog sastava, olovast pesak i peskovita ilovača rasprostranjeni su u atarima Kamenice, Moklišta, Krupca, zalužja, Vlase, kao i u okolini Pirota i Bele Palanke. Peskovito glinovito ilovasti aluvijalni nanosi nalaze se na području Popovca, Trupala, Izvora, Kumanova, Temske, Dolca, Vrgudinca i Novog Sela. Glinoviti i glinovito ilovast nanos nalaze se u Novom Selu, Malom Jovanovcu, Brzom Brodu, Krpcu, Trupalu i Bukurovcu.

U reljefnim depresijama, pod uticajem podzemnih voda ili usled pojačanog vlaženja površinskim poplavnim vodama, obrazovan je humoglej. Pored stagnacije vode, za obrazovanje ovog tipa zemljišta veliku ulogu ima vegetacija koja ostavlja značajne količine organske materije. Po mehaničkom sastavu su glinovita ili ilovasta. Reakcija zemljišta je neutralna do slabo alkalna. To su dosta duboka zemljišta, sa velikim

udelom humusa i azota. Ova zemljišta su najčešće pod obradivim površinama, a nalaze se i pod šimama. Rasprostranjena su na području Poljske Ržane, Slavinje, Izatovaca, Kamenice i Barja. Semiglejna zemljišta nastaju pod sličnim uslovima. Za njih je karakteristično da se u gornjem delu profila ne oseća uticaj podzemne vode, već samo u dubljim horizontima, ispod 1 m. Nalaze se u okolini Vlkovije.

Zemljišta na silikatnim supstratima dosta su rasprostranjena u slivu Nišave. Najveće prostranstvo imaju pod peščarima i flišu, dok pod eruptivnim stenama zauzimaju malo rasprostranjenje.

Zemljišta na peščarima (najčešće su to crveni peščari), na prostoru sliva Nišave zauzimaju najveće površine na Staroj planini. Protežu se u širokom pojasu preko 25 km na potezu od Jelovice, Dojkinaca, Temske i Toplog Dola sve do Babinog Zuba i Mižora. Na prostoru Suve planine nalaze se u okolini Kunovca, Bancareva, Vete, Glogovca, a prostiru se sve do Nišave gde se vezuju za crvene peščare Svrlijskih planina oko Matejevca i Knez sela.

Zemljišta čiju podlogu čine creveni peščari su litosol, regosol, permoranker i kambisol. Litosol se pojavljuje uglavnom na ivicama strmih litica ili na površinama iskrčenih šuma. Površine pod ovim tipom zemljišta su lako očljive, jer se ističu jarko crvenom bojom i uglavnom su bez vegetaciog pokrivača. Regosol je plitko zemljište, ispod 20 cm debljine, nalazi se na nešto većin nagibima i delimično zaštićeno travnom ili šumskom vegetaciom i šibljem. Regosoli crvenih peščara su peskovito ilovasti, pri čemu je sadržaj gline i do 30 %. Permorankeri su mlada zemljišta, nerazvijenih profila, najčešće debljine oko 20-25 cm. Vezani su za blage i zaravljene prostore. Boja nije jarko crvena već ima tamnosmedju nijansu. To su kisela zemljišta, ali humusom najbogatija u odnosu na druga zemljišta na crvenim peščarima. Pored crvenih peščara u slivu se javljaju i šareni peščari, a zemljišta koja su formirana na njima su uglavnom sivkasto-smedje boje. Ta su zemljišta najčešće pod pašnjacima i livadama ili pod šumom, a izuzetno retko u blizini naselja pod oranicama.

Zemljišta na škriljcima i flišu. Zemljišta koja se javljaju na škriljcima najviše su rasprostranjena oko naselja Gornje Gare, Crkvice, Babičke, Grkinje, Jasenovog dela, Vučeg Dela, Kalne i Vete. Na ovom supstratu obrazovani su rankeri i distritični kambisol, a na vrlo strmim nagibima ili na terenima koji su ostali bez vegetacije dominiraju regosoli. Regosol je plitko zemljište, najčešće oko 10 cm debljine. Na nešto

više nagnutim terenima pojava regosola znak je uništavanja šume ili pašnjaka, što omogućava ubranu erziju i odnošenje zemljišta sve do čvrste podloge. Zato nezaštićene površine pod regosolom postaju pravo žarište daljih erozivnih procesa. Zemljišta na flišu najveće rasprostranjenje imaju u jasenovom Delu, Crnom Vrh, banskom Dolu, Velikoj Lukanji, Zavoj, Brlogu, Pokreveniku, Dobrom dolu. Uglavnom su pod šumom i travnjacima, a s obzirom na velike nagibe na tim prostorima potencijalno su podložna eroziji u slučaju degradacije vegetacionog pokrivača. To su relativno duboka zemljišta, težeg mehaničkog sastava, zasićena baznim katjonima, neutralne ili slabo kisele reakcije, sa dosta humusa. Izuzetak su plitka zemljišta litosoli, regosoli i rankeri koji su bili ili su i dalje pod udarom vodne erozije.

Zemljišta na eruptivnim stenama su ona koja se javljaju na granitu, granodioritu, gabru, andezitu, dacitu i vuklanskim tufovima. To su zemljišta koja se javljaju na većim visinama. Tako se rankeri na andezitu sreću na 820 m namorske visine (Banski Del), a zemljišta na dacitu na 1340 m (Vuči Del). Na njima dominiraju šume i travna vegetacija.

Zemljišta na karbonatnim supstratima imaju veliko rasprostranjenje, s obzirom na površine koje pripadaju krečnjacima i dolomitima Kalkomelanosol ili krečnjačko-dolomitna crnica je primarni razvojni stadijum zemljišta na mezozojskim i paleozojskim krečnjacima i dolomitima. Specifičnost supstrata je da se on teško fizički raspada, karbonati se hemijski rastvaraju i ispiraju, a ostaje i akumulira se nerastvorljivi ostatak stena. Javljaju se na visinama između 400-1800 m, ali najčešće u visokoplaninskim predelima u kojima ekstremni klimatski uslovi pogoduju održavanju ovog zemljišta. Moćnost zemljišta je od 20-30 cm, s tom razlikom što su na dolomitu nešto moćnija, tekstura je različita-od ilovače do glinovite ilovače i gline, tako da procenat gline varira između 53-82 %. To su suva zemljišta, slabo kisele reakcije. Sadržaj humusa zavisi od načina korišćenja, nadmorske visine i ekspozicije i stepena erozije na njima; iznosi između 5-10 %, a na Suvoj planini do 10-15 %.

Kolkokambisol ili smeđe zemljišta na krečnjaku i dolomitu se obrazuje daljom genezom kalkomelanosola, akumuliranjem rezidualnog glinovitog ostatka čime se povećava dubina zemljišta. Razvijena su na jedrim, bankovitim i slojevitim krečnjacima i dolomitima, na nešto blažim nagibima u poukotinama i depresijama karstnih zaravni. Pokrivena su raznovrsnom šumskom i travnom vegetacijom, a delimično i pod njivama

i višegodišnjim zasadima. Dubina zemljišta je od 30-60 cm, sa humusnim horizontom do 20 cm dubine. Tekstura je glinovita, a frakcije gline u humusnom horizontu zastupljene su sa 40-55 % a u dubljim slojevima od 50-65 %. To su plodna, ali nedovoljno fosforom snabdevena zemljišta.

Rendzine su razvijene na različitim karbonatnim supstratima, najčešće na krečnjacima sa sadržajem CaCO_3 manjim od 10 %, na laporovitim i peskovitim krečnjacima. Javljaju se na nadmorskim visinama između 400-900 m, često na veoma strmim nagibima. Pokrivena su šumskom vegetacijom, a često su pod voćnjacima i vinogradima. Dubina im je različita i zavisi od matičnog supstrata i nagiba, i kreće se od 30-60 cm. Prisustvo karbonata uslovljava neutralnu do blago alkalnu reakciju, sadržaj humusa u površinskom horizontu varira od 2-10 %.

Smonice zauzimaju 15 % površine sliva i većinom su rasprostranjene uz Nišavu i pobrdje do 500 m nadmorske visine, na blago nagnutim terenima. Izuzetak predstavljaju smonice u dolini Visočice koje su na većim nadmorskim visinama, kod Krivodola gde se sereću na 800 m. Na ovom prostoru smonica je zastupljena kroz tri podtipa: karbonatna, nekarbonatna i posmedjena. Karbonatna smonica vezana je za karbonatne glinovite supstrate, laporce, laporovite krečnjake, karbonatne pešcare i fliš. Odlikuje ih izrazita crna boja, moćnost se kreće između 50-80 cm, a reakcija je slabo alkalna. Udeo frakcije gline je između 36-58 %, a sa dubinom se postepeno smanjuje, dok se udeo sitnog i krupnog peska povećava, kao i udeo karbonata. Nekarbonatna smonica nastala je transformacijom karbonatne u uslovima povećane vlažnosti i intenzivnijeg ispiranja karbonata. Sadržaj gline je između 38-61 %, a sitnog peska od 16,5-37 %. Reakcija je blago kisela do neutralna. Posmedjena smonica javlja se na supstratu miocen-pliocenske jezerske gline, na andezitima, vulkanskim anglomeritima i brečama. Najčešće se formira na blago nagnutim i oceditim terenima, južnim i jugozapadnim ekspozicijama. Ovakvi uslovi prouzrokovali su pojačanu mineralizaciju organskih materija i znatno ubrzali zakišeljavanje zemljišta. Frakcije gline kreću se do 68 %, što dovodi do pogoršanja vodno fizičkih osobina.

Eutrični kambisol ili gajnjača na prostoru sliva Nišave javlja se u okolini Niša i u slivu Kutinske reke, kod sela Gornje Dragovlje, Veta, Grkinja, Duga Poljana, Taskovići, Kunovica, Tašjanica, zatim kod Pirota i Bele Palanke, u slivu Temšnice, u okolini Koprivštice, Velike Lukanje, Brloga, Senokosa, kao i u slivu Jerme kod

Našuškovice, Vučjeg dela i Gornje Nevilje. Zemljište je predstavljeno sa dva podtipa: tipičan i vertičan kambisol. U mehaničkom sastavu tipičnog kambisola dominiraju frakcije sitnog peska, dok je udeo gline između 21-35 %. To su blago kisela zemljišta kod kojih je kiselost pojačana u gornjem horizontu, izrazito crvene rudne boje. Javljaju se na supstratu kao što su laporoviti krečnjaci i peščari, permski peščari i škriljci. Vertični kambisol nastaje na glinovitim kvartarnim sedimentima, glincima, laporcima, laporovitim krečnjacima i andezitskim tufovima. Najčešće nastaje daljom evolucijom posmedjenih smonica ili posmedjenih rendzina. Frakcija gilne je procentualno najzastupljenija, kreće se od 32-63 % i njen udeo se povećava sa dubinom. Zemljišta je većinom bazne reakcije, a retko kisele.

Distični kambisol ili smeđe kiselo zemljište izdvojeno je u atarima Cerov dela, Rudinje, Cerove, Knez sela, Vrela, Jasenovika. Njihovo obrazovanje vezano je za silikatne podloge. Najveće rasprostranjenje imaju na peščarima, a u manjem obimu nalaze se na metamorfnim i eruptivnim supstratima. Osnovna karakteristika ovih zemljita su lakši mehanički sastav, kiselost, nizak stepen zasićenosti baznim katjonima i relativno nizak udeo humusa. Ova zemljišta tipična su za brdske i planinske delove sliva, pa su erozivni procesi na njima jako izraženi, posebno na terenima na kojima je uništena vegetacija krčenjem šuma, degradacijom pašnjaka i stvaranjem oranica na strmim nagibima. Na pojedinim terenima zemljišta je u potpunosti odneto pa podloga izbija na površinu.

Luvisol predstavlja najviši razvojni stadijum automorfnih zemljišta. Nastaje procesom ispiranja gline, uz prethodnu migraciju baznih katjona. Na prostoru sliva Nišave formiran je na malim površinama, uglavnom u kompleksima sa pseudoglejem, na zaravnjenim terenima na kojima je zadržavanje i procedjivanje vode izraženo. Supstrat je načešće mešavina peščara sa glincima, laporcima, krečnjacima ili konglomeratima mezozojske starosti. Javlja se kod Dojkinaca, na potezu Protopopinci-Berebevnica, u okolini Dimitrovgrada oko Željuše i sela Vlasi i Vrapče na nadmorskoj visini od 600-900 m. Prirodna vegetacija na ovom tipu zemljišta su hrastove šume, a često je pod travama i oranicama. To su duboka zemljišta sa povoljnim vodno-vazдушnim osobinama. Dubina zemljišta je između 70-140 cm, srednje kisele reakcije koja se povećava sa dubinom.

Pseudoglej spada u grupu hidromorfnih zemljišta. Formiran je na različitim supstratima, a najčešće na pešćarima koji se nalaze zajedno sa glincima, laporcima, krečnjacima ili konglomeratima kredne i jurske starosti. Uglavnom se nalazi na planinskim padinama, sa blagim do srednjim nagibom, na nadmorskoj visini od 600-970 m. Rasprostranjena su u okolini Temske, kod ušća Temštice u Nišavu, u ataru Dojkinaca, u okolini Željuše, ataru sela Planinica i Banski Dol, u okolini Pirota, kod Prisjana i Vojnegovca, zatim u dolini Jerme kod sla Vlasi. Manje površine su i kod Pakleštice i Rsovaca u slivu Visočice, a ima ih i u Odorovskom polju. Najčešća moćnost zemljišta je od 25-50 cm, a samo izuzetno debljina im može biti i veća od 60 cm. Najzastupljenija su jako i srednje kisela zemljišta. Jedna od osnovnih karakteristika ovog tipa zemljišta je neujednačen mehanički sastav po dubini profila. Obrazovan na pešćarima lakšeg je mehaničkog sastava, do onaj obrazovan na supstratu u kome dominiraju glinci. Može imati dvostruko veći udeo gline u dubljim horizontima u odnosu na površinski horizont. Procenat humusa je različit i veći je u šumama i livadama (preko 3 %), a na oranicama je manji od 2,5 % i naglo opada sa dubinom.

4. PROSTORONA I VREMENSKA DISTRIBUCIJA INTENZITETA EROZIVNOG PROCESA

Metodologija primenjena u ovom radu, kao i formirana baza podataka inkorporirana u odgovarajući geografski informacioni sistem, omogućila je sagledavanje intenziteta erozivnog procesa sa više aspekata. Prema izvršenom terenskom kartiranju, obradi avionskih (za 1970. godinu) i satelitskih snimaka (za 2011.godinu) za dva različita vremenska perioda, stekle su se mogućnosti detaljnog sagledavanja, utvrđivanja i komparativne analize prostorne, ali i vremenske distribucije i varijabilnosti procesa erozije zemljišta u slivu Nišave. Unutar svakog sliva postoje razlike u geološkom, morfološkom, klimatskom, hidrološkom i vegetacijskom pogledu. Takođe, načini korišćenja i obrade zemljišta i naseobinsko-populacione karakteristike unutar sliva pokazuju kako vremenske tako i prostorne razlike. Kako navodi Jansson M. upravo u malim slivovima, odnosno odredjenjim manjim predeono-morfološkim celinama jasnije se diferencira pojedinačan uticaj prirodnih ili antropogenih faktora (Jansson M., 1982). Uslovljen različitim faktorima, glavni karakter ovih procesa u celom slivu je isti, ali je njegov intenzitet različit. Upravo ti faktori mogu biti razlog za visok, odnosno nizak intenzitet erozivnog procesa, tj. produkciju nanosa po jedinici površine. Iz tih razloga sliv Nišave je izdiferenciran na 13 subslivova, čime je omogućeno detaljno prostorno sagledavanje intenziteta erozije. U funkciji utvrđivanja intenziteta mehaničke vodne erozije prvo su utvrđeni parametri koji definišu vrednost koeficijenta erozije (Z). Zatim je utvrđena njihova pripadnost odredjenoj kategoriji erozivnosti i jačini erozivnog procesa, kao i njihovo učešće u ukupnoj površini. Iznos produkcije nanosa posmatran je na sličan način. Najpre je data produkcija nanosa po izdvojenim kategorijama koje se odnose na količinu nanosa, kao i njihov procentualnu udeo. Potom se utvrdila površina koju zahvata svaka kategorija, ali i njen procentualni udeo u ukupnoj površini. Ovakav pristup dao je osnovu za sagledavanje relacijskih veza između jačine erozivnog procesa proučavane teritorije, sa jedne strane, i produkcije nanosa sa druge. Posebna pažnja usmerena je ka proučavanju intenziteta erozivnog procesa i produkcije nanosa sa aspekta visinske distribucije. Tako su utvrđivanjem nastalih promena preko visinskih zona locirani najugroženiji pojasevi u okviru svakog izdvojenog subsliva. Usvojena koncepcija rada usmerena je kroz pristup od opšteg ka

pojedinačnom, odnosno koeficijent erozije i produkcija nanosa utvrđeni su za sliv Nišave u celini, a potom po izdvojenim manjim subslivovima.

S obzirom na postojanje Karte erozije Srbije i Tumača koji je njen sastavni deo (Grupa autora, 1983), odluka da se ponovo kartira stanje erozivnih procesa 1970. godine nalazi se u činjenici da je za sliv Nišave izvršeni prikaz erozije u Tumaču obuhvatio određene sektore, pri čemu su izdvijeni samo oni delovi sliva koji su po prostranstvu najznačajniji, dok za manje predeone celine nema konkretnih brožanih podataka. Iz tog razloga mogućnost da se vrši uporedjenje u okviru manjih predeonih celina, i sa današnje perspektive značajnim delovima sliva, praktično je nemoguća. Krajnji rezultat je da kartiranje oba vremeska perioda omogući kompletnu komparativnu analizu na svim nivoima: prostorno, vremenski, uz mogućnost analize na nivou jediničnog polja, ali i sa aspekta visinske distribucije što ranije nije bio slučaj.

4.1. KOEFICIJENT EROZIJE (Z)

Prema izvršenom kartiranju u *slivu Nišave* srednji koeficijent erozije je 1970. godine iznosio 0,443, tako da se u celini sliv prema jačini erozivnog procesa nalazio u kategoriji srednje erozije. Udeo u ukupnoj površini ove kategorije iznosio je 24,4 %. Vrlo slaba erozija bila je rasprostranjena na 22,3 % površine sliva, a slaba na oko 27 %. Kategorije jake i ekscesivne erozije bile su rasprostranjene skoro na četvrtini teritorije, tačnije zahvatale su površinu od 22 %. To znači da se sve kategorije erozije bile relativno ravnomerno rasporedjene. Prema visinskoj distribuciji, najugroženije zone, u kojima je srednji koeficijent erozije bio veći od 0,4, zahvatale su prostor do 800 m nadmorske visine, kome pripada 60 % od ukupne površine sliva. U okviru ovih visinskih pojaseva najugroženiji je bio visinski pojas između 300-500 m, sa vrednošću srednjeg koeficijenta od 0,605. Sa porastom nadmorske visine intenzitet erozivnog procesa se postepeno smanjuje, tako da je u visinskom pojasu od 800 do 1900 m, koji zahvata površinu od 39,3 %, zastupljena kategorija slabe erozije, a najviši delovi sliva su pod kategorijom vrlo slabe erozije.

Situacija posle četrdeset godina je drugačija. Srednji koeficijent erozije sliva iznosi 0,356 što ga po jačini erozivnog procesa generalno svrstava u slivove kod kojih je zastupljena slaba erozija. *To znači da su nastale promene tokom datog vremenskog perioda uslovile smanjenje intenziteta erozivnog procesa za jednu kategoriju.*

Najveće promene nastale su u kategoriji jake i ekscesivne eroizije koja se smanjila za 2,3 puta i sada zahvata površinu nešto manju od 10 %. Površne pod kategorijom srednje erozije zahvataju prostor od 27 %, pod kategorijom slabe 32 %, a pod kategorijom vrlo slabe 27,3 %. U visinskoj distribuciji promene su očigledne. Sada se pod intenzitetom erozivnog procesa čiji je srednji koeficijent veći od 0,4, nalazi pojas do 500 m nadmorske visine, pri čemu treba istaći da srednji koeficijent erozije ni u jednoj zoni ne prelazi vrednost od 0,491. Prema tome, najugroženije zone sada zahvataju površinu od 26,7 %.

**Tabela 60. Koeficijent erozije u slivu Nišave
i njegovo učešće u ukupnoj površini sliva (1970 i 2010).**

Kategorija	Jačina erozivnih procesa	Koeficijent erozije	F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini u %
1970.				
I	ekscesivna erozija	1,01-1,50	167,6	5,8
II	jaka erozija	0,86-1,00	182,4	6,3
		0,71-0,85	285,8	9,9
III	srednja erozija	0,56-0,70	260,2	9,0
		0,41-0,55	447,3	15,4
IV	slaba erozija	0,31-0,40	347,5	12,0
		0,21-0,30	445,6	15,4
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	493,3	17,0
		0,01-0,10	152,9	5,3
	akumulacija		119,2	4,1
		Z = 0,443	2901	100
2010.				
I	ekscesivna erozija	1,01-1,50	18,4	0,6
II	jaka erozija	0,86-1,00	59,5	2,1
		0,71-0,85	200,2	6,9
III	srednja erozija	0,56-0,70	322,2	11,1
		0,41-0,55	458,6	15,8
IV	slaba erozija	0,31-0,40	394,4	13,6
		0,21-0,30	536,8	18,5
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	573,8	19,8
		0,01-0,10	217,9	7,5
	akumulacija		119,1	4,1
		Z = 0,356	2901	100

Medjutim, zbog različitih fizičko-geografskih, ali i nasebinsko-populacionih karakteristika sliva, pojedini njegovi delovi ispoljavaju razičite stepene promene. U tom smislu dalje će biti razmatrani izdvojeni slivovi svih većih pritoka Nišave, kao i prostor pripadajućih medjuslivova, a način izlaganja biće od izvorišnih delova sliva ka ušću.

Prva leva pritoka Nišave koja se u nju uliva nedaleko od Dimitrovgrada je *Gaberska reka*. Srednji koeficijent erozije iznosio je 0,427. Za ovaj sliv bila je karakteristična dominacija kategorije srednje erozije koja je zahvatala površinu od 41,4 %, kao i značajno učešće, od 39 %, kategorije slabe erozije. Pod slabom i jakom i ekscesivnom erozijom bilo je pokriveno skoro jednaka površina. U prvom slučaju, tj. pod slabom erozijom nalazilo se 9,2 % sliva, a po najjačom 8,8 %. Najugroženiji visinski pojasevi bili su do 700 m koji zahvataju 36 % površine sliva. Srednji koeficijent erozije kretao se od 0,5 do 0,569.

**Tabela 61. Koeficijent erozije u slivu Gaberske reke
i njegovo učešće u ukupnoj površini sliva (1970 i 2010).**

Kategorija	Jačina erozivnih procesa	Koeficijent erozije	F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini u %
1970.				
I	ekscesivna erozija	1,01-1,50	2,2	3,7
II	jaka erozija	0,86-1,00	0,9	1,5
		0,71-0,85	2,1	3,6
III	srednja erozija	0,56-0,70	12,6	21,7
		0,41-0,55	11,4	19,7
IV	slaba erozija	0,31-0,40	7,7	13,2
		0,21-0,30	15,0	25,8
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	5,1	8,8
		0,01-0,10	0,2	0,4
	akumulacija		0,9	1,6
		Z = 0,427	58,0	100
2010.				
I	ekscesivna erozija	1,01-1,50	0,02	0,0
II	jaka erozija	0,86-1,00	0,4	0,6
		0,71-0,85	0,8	1,4
III	srednja erozija	0,56-0,70	4,3	7,5
		0,41-0,55	18,7	32,2
IV	slaba erozija	0,31-0,40	9,6	16,6
		0,21-0,30	16,1	27,7
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	6,3	10,9
		0,01-0,10	0,9	1,5
	akumulacija		0,9	1,6
		Z = 0,346	58,0	100

Najveće promene vidljive su u kategoriji jake erozije. Sa 8,8 % površine ove kategorije smanjile su se na svega 2 %. Kategorija pod srednjom erozijom nije pretrpela velike promene, ali su se povećale površine pod slabom i veoma slabom erozijom, tako da sada zahvataju 57 % površine sliva. U visinskoj zonalnosti promene su takve da je i

dalje najugroženiji visinski pojas do 600 m, ali srednji koeficijent ne prelazi vrednost od 0,404.

Sliv Jerme od granice sa Bugarskom do ušća u Nišavu zahvata površinu od 276 km². prema Tumaču karte erozije Srbije srednji koeficijent erozije na ovom delu sliva Jerme iznosio je 0,475. Ponovnim kartiranjem korišćenjem avionskih snimaka i topografskih karata dobijena je ista vrednost. Time je postupak utvrđivanja jačine erozivnog procesa u potpunosti savladan, a subjektivnost istraživačkog postupka svedena na najmanju moguću meru. Najveće rasprostranjenje, nešto više od trećine površine sliva, bilo je pod slabom erozijom. Udeo kategorije pod srednjom erozijom iznosio je 28 %. Medjutim, skoro četvrtina površine sliva bila je pod kategorijom jake i ekscesivne erozije, pri čemu je ekscesivna erozija zahvatala površinu od 8,5 %. Najmanje je bila rasprostranjena kategorija vrlo slabe erozije (12,3 %). Posmatrano sa aspekta visinske distribucije ovaj sliv se izdvaja po tome što su najugroženije zone nalaze na velikim nadmorskim visinama. Naime, jačina erozivnog procesa je takva da je srednji koeficijent erozije iznad 0,4 zastupljen sve do 1400 m nadmorske visine, što je 98 % površine sliva. Pri tome, najugroženiji visinski pojas, koji zahvata površinu od 31,5 % sliva, sa srednjim koeficijentom erozije između 0,503 - 0,520 prostire se od 700 m do 900 m nadmorske visine. Najnizvodniji delovi sliva, takodje, su imali visok koeficijent erozije (0,560), ali su prostorno zahvatali znatno manji deo, samo 10 km².

Sadašnje stanje je takvo da se površina pod jakom i ekscesivnom erozijom smanjila za 2 puta, tako da zahvata površinu od 12,8 %. Ovo smanjenje odrazilo se na povećanje površina pod ostalim kategorijama. Tako je pod III kategorijom zastupljeno 30,8 %, pod IV 38,1 %, a pod V 16,5 % površine sliva. Nastale promene najočiglednije su ako se posmatraju preko visinske zonalnosti. Koeficijent erozije čija se vrednost kreće iznad 0,4 nalazi se u samo tri visinska pojasa. To su najnizvodniji delovi sliva do 500 m nadmorske visine, zatim pojas od 700-800 m i pojas od 800-900 m. Svi zajedno zahvataju površinu od 54 %. U prvom visinskom pojasu srednji koeficijent erozije iznosi 0,440, u dugom 0,426, a u trećem 0,417. Iznad 900 m nadmorske visine srednji koeficijent erozije kreće se u rasponu od 0,169 od 0,387.

**Tabela 62. Koeficijent erozije u slivu Jerme
i njegovo učešće u ukupnoj površini sliva (1970 i 2010).**

Kategorija	Jačina erozivnih procesa	Koeficijent erozije	F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini u %
1970.				
I	ekscisivna erozija	1,01-1,50	23,6	8,5
II	jaka erozija	0,86-1,00	13,9	5,0
		0,71-0,85	24,2	8,7
III	srednja erozija	0,56-0,70	29,9	10,8
		0,41-0,55	48,2	17,4
IV	slaba erozija	0,31-0,40	49,8	18,0
		0,21-0,30	47,0	17,0
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	28,1	10,2
		0,01-0,10	6,7	2,4
	akumulacija		4,8	1,7
		Z = 0,475	276,3	100
2010.				
I	ekscisivna erozija	1,01-1,50	3,2	1,2
II	jaka erozija	0,86-1,00	7,1	2,6
		0,71-0,85	25,1	9,1
III	srednja erozija	0,56-0,70	34,1	12,3
		0,41-0,55	51,0	18,5
IV	slaba erozija	0,31-0,40	53,4	19,3
		0,21-0,30	51,9	18,8
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	37,0	13,4
		0,01-0,10	8,6	3,1
	akumulacija		4,8	1,7
		Z = 0,392	276,3	100

Sledeća velika leva pritoka Nišave je *Rasnička reka*. Srednji koeficijent erozije ovog sliva iznosio je 0,437. Specifičan je po tome što su najveće rasprostranjenije imale površine pod vrlo slabom i jakom erozijom. Vrlo saba erozija zahvatala je 31 % površine sliva, a jaka sa ekscisivnom čak 26 %. Sa 23,6 % sledi kategorija slabe erozije, dok je najmanju površinu zahvatala srednja erozija - 18 %. Ovaj sliv se nalazi u visinskim zonama između 300 m i 1300 m. Jačina erozivnog procesa najviše je bila izražena u prostoru do 600 m nadmorske visine. To je pojas kome pripada skoro polovina površine sliva. Između 200 m i 500 m srednji koeficijent erozije iznosio je 0,645, a u pojasu od 500-600 m 0,459.

**Tabela 63. Koeficijent erozije u slivu Rasničke reke
i njegovo učešće u ukupnoj površini sliva (1970 i 2010).**

Kategorija	Jačina erozivnih procesa	Koeficijent erozije	F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini u %
1970.				
I	ekscesivna erozija	1,01-1,50	12,9	5,9
II	jaka erozija	0,86-1,00	16,5	7,5
		0,71-0,85	28,2	12,9
III	srednja erozija	0,56-0,70	11,3	5,2
		0,41-0,55	28,2	12,9
IV	slaba erozija	0,31-0,40	16,2	7,4
		0,21-0,30	35,5	16,2
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	56,2	25,7
		0,01-0,10	11,6	5,3
	akumulacija		2,5	1,1
		Z = 0,437	219,2	100
2010.				
I	ekscesivna erozija	1,01-1,50	2,1	1,0
II	jaka erozija	0,86-1,00	9,2	4,2
		0,71-0,85	22,2	10,1
III	srednja erozija	0,56-0,70	22,9	10,5
		0,41-0,55	33,7	15,4
IV	slaba erozija	0,31-0,40	15,1	6,9
		0,21-0,30	36,4	16,6
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	59,3	27,0
		0,01-0,10	15,8	7,2
	akumulacija		2,5	1,1
		Z = 0,374	219,2	100

Promene koje su nastale za četrdeset godina odrazile su se na evidentno smanjenje koeficijenta erozije, koji sada iznosi 0,374. Površine pod srednjom erozijom nisu pretrpele promene, ali se zato povećao procentualni udeo površina pod vrlo slabom erozijom. Ipak, najveće promene nastale su u kategoriji srednje i jake erozije. Površine pod srednjom erozijom povećale su se za 9 %. Ekscesivna erozija zahvatala je 6 % , a sada samo 1% od ukupne površine sliva. Površine pod jakom erozijom samnjile su se, tako da sada iznose 14 % od ukupne površine. U visinskoj zonalnosti najveći intenzitet erozivnog procesa je između 200 m i 500 m, ali sada njegova vrednost ne prelazi 0,564. Iznad 500 m nadmorske visine srednji koeficijent erozije kreće se u rasponu od 0,206 do 0,389.

Veliko prostranstvo zauzima *medjusliv od Dimitrovgrada do Pirota*. Površina ovog dela ponišavlja iznosi 356 km². U odnosu na prethodno navedene slivove koeficijent erozije je nešto manji i iznosi 0,383. Shodno tome, najveće rasprostranjenje

je pod vrlo slabom erozijom i slabom erozijom, 32 % , odnosno 25 %. Pod kategorijom srednje erozije nalazilo se 15,8 % sliva, ali je zato udeo po jakom i ekscesivnom erozijom iznosio 20,5 %.

**Tabela 64. Koeficijent erozije u medjuslivu Dimitrovgrad - Piro
i njegovo učešće u ukupnoj površini sliva (1970 i 2010).**

Kategorija	Jačina erozivnih procesa	Koeficijent erozije	F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini u %
1970.				
I	ekscesivna erozija	1,01-1,50	11,8	3,3
II	jaka erozija	0,86-1,00	24,4	6,9
		0,71-0,85	36,7	10,3
III	srednja erozija	0,56-0,70	20,3	5,7
		0,41-0,55	36,0	10,1
IV	slaba erozija	0,31-0,40	25,1	7,1
		0,21-0,30	62,5	17,6
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	97,9	27,5
		0,01-0,10	17,1	4,8
	akumulacija		24,2	6,8
		Z = 0,383	356,0	100
2010.				
I	ekscesivna erozija	1,01-1,50	0,3	0,1
II	jaka erozija	0,86-1,00	5,1	1,4
		0,71-0,85	19,6	5,5
III	srednja erozija	0,56-0,70	41,9	11,8
		0,41-0,55	38,6	10,9
IV	slaba erozija	0,31-0,40	37,9	10,6
		0,21-0,30	63,9	17,9
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	100,9	28,4
		0,01-0,10	23,4	6,6
	akumulacija		24,2	6,8
		Z = 0,312	356,0	100

Za ovaj medjusliv karakteristična je izrazita diferenciranost koeficijenta erozije sa aspekta visinske zonalnosti. S obzorom da se veliki deo ovog medjusliva nalazi pod krečnjacima, teren iznad 700 m nadmorske visine, koji čini 52,3 % površine sliva, imao je izrazito mali koeficijent erozije. On se kretao od 0,095 do 0,297. Zato se niži delovi terena karakterišu relativno visokom vrednošću srednjeg koeficijenta erozije. Recimo u visinskom pojasu između 500 m i 600 m on je iznosio 0,570, a 100 m niže 0,618. Pojedini delovi terena imali su koeficijent blizak jedinici.

Udeo površina pod IV I V kategorijom nije se drastično menjao, ali su zato površine pod III I IV kategorijom pretrpele izvesne promene. Kategorija ekscesivne erozije se izgubila, a pod jakom erozijom nalazi se 7 % od ukupne površine menju sliva,

što je tri puta manje nego pre četrdeset godina. Visinski pojas koji je najugroženiji erozivnim procesima nalazi se između 400 m i 600 m i zahvata jednu četvrtinu međusliva. Srednji koeficijent erozije u ovoj visinskoj zoni iznosi 0,44.

Ranijim istraživanjima *sliva Temštica* (Mustafić S., 2006) utvrđeno je da je srednji koeficijent erozije iznosio 0,381. Najveći prostor zahvatale su površine pod slabom erozijom 40,5 %, a potom pod vrlo slabom erozijom 20,3 %. Međutim, trećina površine sliva bila je ugrožena srednjom erozijom, dok se pod jakom erozijom nalazilo 6,5 % teritorije. Ranije je visinska zona do 900 m nadmorske visine bila pod najjačim uticajem erozivnih procesa. Srednji koeficijent kretao se od 0,441, u višim delovima pomenute zone, do 0,658 u pojasu između 500 m i 600 m nadmorske visine. Prema tome, visinska zona do 900 m bila je pod uticajem III kategorije razornosti, tj. pod dejstvom srednje erozije.

**Tabela 65. Koeficijent erozije u slivu Temštica
i njegovo učešće u ukupnoj površini sliva (1970 i 2010).**

Kategorija	Jačina erozivnih procesa	Koeficijent erozije	F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini u %
1970.				
I	ekscresivna erozija	1,01-1,50	3,6	0,5
II	jaka erozija	0,86-1,00	10,7	1,5
		0,71-0,85	35,3	5,0
III	srednja erozija	0,56-0,70	74,4	10,4
		0,41-0,55	153,7	21,5
IV	slaba erozija	0,31-0,40	106,8	15,0
		0,21-0,30	181,6	25,5
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	139,1	19,5
		0,01-0,10	5,3	0,7
	akumulacija		2,8	0,4
		Z = 0,381	713,0	100
2010.				
I	ekscresivna erozija	1,01-1,50	0,3	0,0
II	jaka erozija	0,86-1,00	3,1	0,4
		0,71-0,85	11,6	1,6
III	srednja erozija	0,56-0,70	54,8	7,7
		0,41-0,55	130,6	18,3
IV	slaba erozija	0,31-0,40	106,6	14,9
		0,21-0,30	178,8	25,1
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	157,0	22,0
		0,01-0,10	67,0	9,4
	akumulacija			
		Z = 0,308	713,0	100

Tokom vremena došlo je do smanjenja erozivnih procesa, tako da je prema kartiranju iz 2003. godine (Mustafić S., 2006) srednji koeficijent erozije iznosio 0,330, a poslednje istraživanje iz 2010. godine pokazuje dalje smanjenje koeficijenta tako da njegova srednja vrednost iznosi 0,308. Na osnovu dobijenih rezultata može se konstatovati da se pod jakom erozijom nalazi samo 2,1 % površine sliva. Pod kategorijom slabe erozije nije došlo do teritorijalnih promena, zahvataju procentualno isto rasprostranjenje. Međutim, evidentne su promene u III kategoriji čije rasprostranjenje je smanjeno za 6 %. S druge strane došlo je do povećanja površina pod I kategorijom erozije. Rekognosciranjem stanja 2003. utvrđeno je da se pod ovom kategorijom nalazi 27,3 % površine sliva. Za sedam godina površine pod ovom kategorijom povećane su za još 5 %. Na osnovu raspodele jačine erozivnog procesa sa aspekta visinske distribucije, takodje je uočena izrazita promena. *Posebno je uočljivo da su se najugroženije zone povukle ka nižim nadmorskim visinama.* Naime, najveće promene vezane su za visinski pojas od 600-900 m. Srednji koeficijent erozije smanjen je na 0,363. U najugroženijoj zoni sada su površine do 600 m nadmorske visine, ali je i u okviru njih konstatovano smanjenje jačine erozivnog procesa, tako da srednji koeficijent erozije ima vrednost od 0,442, s tim da se njegova najveća vrednost nalazi između 400-500 m (0,523).

U *medjuslivu Pirot - Bela Palanka* srednji koeficijent erozije iznosio je 0,440. Teritorije pod srednjom i vrlo slabom erozijom zahvatale su isti procenualni udeo u ukupnoj površini sliva, po 27 %. Slično je i sa kategorijama slabe i jake erozije. Slaba erozija zahvatala je 17 % površine sliva, a jaka sa ekscesivnom 22,8 %. Visinski pojas između 400 m i 600 m zahvata površinu od 36 % i u pogledu jačine erozivnog procesa najugroženija je visinska zona. Srednji koeficijent erozije kreće se od 0,504 do 0,560. Generalno, površine koje su pod erozivnim procesima na kojima je prisutan koeficijent veći od 0,4 zahvataju 69 % teritorije i prostiru se do 700 m nadmorske visine. Iznad ove visine koeficijent se postupno smanjuje, da bi iznad 1000 m imao vrednost ispod 0,2.

Nastale promene najuočljivije su u okviru IV i V kategorije. Površine na kojima je zastupljena ova jačina erozivnog procesa povećale su se za trećinu i sada zahvataju 63 % teritorije medjusliva. Izrazita promena nastala je u I i II kategoriji. Površine pod jakom erozijom smanjile su se 3,2 puta, tako da sada zahvataju 5,5 % površine, a površina pod ekscesivnom praktično erozijom ne postoji. Sagledano kroz visinsku

distribuciju IV kategorija erozivnosti zastupljena je do 900 m, a iznad su površine pod V kategorijom. Srednji koeficijent erozije za ceo međusliv sada iznosi 0,316.

**Tabela 66. Koeficijent erozije u međuslivu Pirot - Bela Palanka
i njegovo učešće u ukupnoj površini sliva (1970 i 2010).**

Kategorija	Jačina erozivnih procesa	Koeficijent erozije	F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini u %
1970.				
I	ekscisivna erozija	1,01-1,50	13,2	4,5
II	jaka erozija	0,86-1,00	18,0	6,2
		0,71-0,85	34,6	11,8
III	srednja erozija	0,56-0,70	32,9	11,2
		0,41-0,55	46,2	15,8
IV	slaba erozija	0,31-0,40	19,1	6,5
		0,21-0,30	30,7	10,5
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	59,8	20,4
		0,01-0,10	19,3	6,6
	akumulacija		19,1	6,5
		Z = 0,440	292,7	100
2010.				
I	ekscisivna erozija	1,01-1,50	0,3	0,1
II	jaka erozija	0,86-1,00	3,5	1,2
		0,71-0,85	12,7	4,3
III	srednja erozija	0,56-0,70	28,0	9,6
		0,41-0,55	45,7	15,6
IV	slaba erozija	0,31-0,40	48,1	16,4
		0,21-0,30	40,5	13,8
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	65,0	22,2
		0,01-0,10	29,8	10,2
	akumulacija		19,1	6,5
		Z = 0,316	292,7	100

Sliv Koritničke reke karakterisala je dominacija slabe (44 %) i vrlo slabe (25 %) erozije. Srednja i jaka erozija zastupljene su podjednako i zahvataju površinu od 11 %. Ekscisivnoj eroziji prapadalo je 6,7 % sliva. Teritorija se nalazi u visinskoj zoni do 800 m učestvuje u ukupnoj površini sa 44 % i ona je bila je najviše ugrožena erozivnim procesima. Srednji koeficijent erozije kretao se u rasponu od 0,504 do 0,673, tako da je ceo ovaj pojas bio na granici između srednje i jake erozije. U okviru ovog pojasa izdvaja se visinska zona između 400-600 m koja je bila podložna nešto jačim erozivnim procesima. Ostalih 56 % sliva pod kategorijom je vrlo slabe i slabe erozije.

Tokom vremena srednji koeficijent erozije smanjen je na 0,340. Prema kategorijama najveću površinu, od 41 %, zahvata vrlo slaba erozija, a zatim slaba erozija (35 %). Nekadašnje površine pod II i I kategorijom smanjene su 2,2 puta, tj. zahvataju površinu od 8 %. Visinska raspodela jačine erozivnog procesa je takva da je i dalje najviše ugrožen prostor do 800 m nadmorske visine, ali se koeficijent erozije značajno smanjio i ne prelazi vrednost od 0,5. Zapravo srednji koeficijent erozije od 0,501 zastupljen je samo u visinskoj zoni od 300 do 400 m, dok su ostali delovi teritorije do 800 m pod koeficijentom erozije između 0,396 i 0,474. Iznad 800 m koeficijent se smanjuje sa 0,309 na 0,2 koliko iznosi na 1200 m. Teritoriji iznad 1200 m pripada 30 % površine sliva na kojoj je zastupljena isključivo vrlo slaba erozija.

**Tabela 67. Koeficijent erozije u slivu Koritničke reke
i njegovo učešće u ukupnoj površini sliva (1970 i 2010).**

Kategorija	Jačina erozivnih procesa	Koeficijent erozije	F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini u %
1970.				
I	ekscesivna erozija	1,01-1,50	8,6	6,7
II	jaka erozija	0,86-1,00	5,8	4,5
		0,71-0,85	9,1	7,0
III	srednja erozija	0,56-0,70	4,5	3,5
		0,41-0,55	9,8	7,6
IV	slaba erozija	0,31-0,40	19,0	14,8
		0,21-0,30	37,7	29,3
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	29,1	22,6
		0,01-0,10	3,4	2,7
	akumulacija		1,8	1,4
		Z = 0,438	128,5	100
2010.				
I	ekscesivna erozija	1,01-1,50	0,4	0,3
II	jaka erozija	0,86-1,00	2,6	2,0
		0,71-0,85	7,8	6,1
III	srednja erozija	0,56-0,70	9,7	7,5
		0,41-0,55	8,7	6,8
IV	slaba erozija	0,31-0,40	10,6	8,3
		0,21-0,30	33,9	26,4
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	44,4	34,5
		0,01-0,10	8,6	6,7
	akumulacija		1,8	1,4
		Z = 0,340	128,5	100

Medjusliv Bela Palanka - Niš predstavlja, zapravo, neposredni deo sliva između dva grada kome ne pripadaju veće leve protoke Nišave. Crvena, Jelašnička i Kutinska

reka posebno su razmatrane. Na teritoriji ovog medjusliva karakteristične su sve kategorije razornosti zemljišta. Ovaj medjusliv posebno se ističe u dominaciji I i II kategorije razornosti. Naime, jaka i ekscesivna erozija dominiraju i kao takve zahvatale su čak 32 % površine sliva. Druga po dominaciji bila je kategorija slabe erozije koja je zahvatala 23 % sliva. Vrlo saba erozija bila je prisutna na 19,2 %, a srednja na 17,2 % površine medjusliva. Sa aspekta visinske distribucije jačine erozivnog procesa, najugroženija je bila zona između 400-500 m koja zahvata površinu od 16 %. U okviru nje srednji koeficijent erozije iznosio je 0,68. Šire posmatrano erozivnim procesima najviše je ugrožena teritorija od 200 m do 600 m. To je prostor koji zahvata 70 % sliva, sa srednjim koeficijentom erozije koji se kreće od 0,45, preko 0,57, do pomenutih 0,68. Iznad 900 m (13 % površine sliva) zastupljena je vrlo slaba erozija.

**Tabela 68. Koeficijent erozije u medjuslivu Bela Palanka - Niš
i njegovo učešće u ukupnoj površini sliva (1970 i 2010).**

Kategorija	Jačina erozivnih procesa	Koeficijent erozije	F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini u %
1970.				
I	ekscesivna erozija	1,01-1,50	20,1	5,8
II	jaka erozija	0,86-1,00	37,2	10,7
		0,71-0,85	53,3	15,3
III	srednja erozija	0,56-0,70	23,9	6,9
		0,41-0,55	35,9	10,3
IV	slaba erozija	0,31-0,40	38,4	11,0
		0,21-0,30	41,6	12,0
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	38,1	10,9
		0,01-0,10	28,9	8,3
	akumulacija		30,6	8,8
		Z = 0,477	348,0	100
2010.				
I	ekscesivna erozija	1,01-1,50	8,2	2,4
II	jaka erozija	0,86-1,00	17,0	4,9
		0,71-0,85	48,9	14,0
III	srednja erozija	0,56-0,70	45,9	13,2
		0,41-0,55	33,1	9,5
IV	slaba erozija	0,31-0,40	40,0	11,5
		0,21-0,30	50,1	14,4
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	42,6	12,3
		0,01-0,10	31,7	9,1
	akumulacija		30,6	8,8
		Z = 0,423	348,0	100

Sadašnje stanje erozivnog procesa je takvo da su sve kategorije erozije skoro podjednako zastupljene. Najviše su se smanjile površine pod I i II kategorijom. Njima

pripada ukupno 21,3 % sliva. Nešto veći procenat pripada III kategoriji 22,7 %, a IV i V zahvataju površinu od 25,9 % odnosno 21,4 %. Visinska raspodela erozivnog procesa je takva da iznad 500 m nadmorske visine dominiraju koeficijenti erozije manji od 0,39, pri čemu je njegova vrednost iznad 900 m manja od 0,1, odnosno pripada kategoriji vrlo slabe erozije. Analiza rezultata ukazuje da se najugroženija visinska zona spustila za 100 m. To je sada visinski pojas između 300 m i 400 m nadmorske visine u okviru koga srednji koeficijent erozije iznosi 0,6. Posmatrano globalno ovaj deo sliva Nišave, u odnosu na neke druge, nije pretrpeo jake i intenzivne promene, naročito u nižim delovima međusliva, tako da srednji koeficijent erozije iznosi 0,423.

Crvena reka je prva veća leva pritoka Nišava između Bele Palanke i Niša. Sliv ove reke pretrpeo je znatne promene. Sa srednjim koeficijentom erozije od 0,526 ovaj sliv je bio jedan od onih koji su prema jačini intenziteta erozivnog procesa imali veliki deo površine pod jakom i ekscesivnom erozijom.

U I i II kategoriji nalazilo se 24 % ukupne površine sliva, dok je pod V bilo samo 6,8 % površine. Najveće prostranstvo pripadalo je srednjoj eroziji (46 %), a četvrtinu sliva zahvatala je slaba erozija. Površine na kojima je srednji koeficijent erozije bio veći od 0,48 zahvatale su čak 85 % površine sliva, a u visinskoj distribuciji dopirale su sve do 1200 m. Najviše je bilo ugroženo zemljište do 600 m nadmorske visine (srednji koeficijent erozije 0,654), a ono je pokrivalo skoro 50 % teritorije.

Nastale promene u najvećoj meri su vidljive na površinama koje su bile pod jakom i ekscesivnom erozijom. Udeo površina pod ovim kategorijama smanjen je za 4 puta i sada zauzimaju samo 6,4 % površine sliva. Evidentno je i smanjenje površina koje su bile pod srednjom erozijom. Sada ovoj kategoriji pripada 31,4 % površine. Ove promene odrazile su se na povećan udeo površina pod kategorijom slabe i vrlo slabe erozije. Pod prvom se nalazi 48,8 %, a pod drugom 13 % površine ovog sliva. Prema visinskoj raspodeli najugroženiji delovi sliva su na prostoru koji dopire do 600 m nadmorske visine. Iako ova teritorija zahvata 48 % sliva na njoj srednji koeficijent erozije ne prelazi vrednost od 0,477, koliko iznosi i u pojasu između 300 - 400 m. Srednji koeficijent erozije celog siva sada iznosi 0,389.

**Tabela 69. Koeficijent erozije u slivu Crvene reke
i njegovo učešće u ukupnoj površini sliva (1970 i 2010).**

Kategorija	Jačina erozivnih procesa	Koeficijent erozije	F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini u %
1970.				
I	ekscesivna erozija	1,01-1,50	1,9	2,0
II	jaka erozija	0,86-1,00	9,5	10,3
		0,71-0,85	10,7	11,7
III	srednja erozija	0,56-0,70	13,5	14,6
		0,41-0,55	28,8	31,3
IV	slaba erozija	0,31-0,40	13,5	14,7
		0,21-0,30	7,7	8,4
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	5,7	6,2
		0,01-0,10	0,6	0,6
	akumulacija		0,2	0,2
		Z = 0,526	92,0	100
2010.				
I	ekscesivna erozija	1,01-1,50	1,3	1,4
II	jaka erozija	0,86-1,00	0,5	0,5
		0,71-0,85	4,2	4,5
III	srednja erozija	0,56-0,70	6,5	7,1
		0,41-0,55	22,3	24,3
IV	slaba erozija	0,31-0,40	28,2	30,6
		0,21-0,30	16,8	18,2
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	7,1	7,7
		0,01-0,10	4,9	5,3
	akumulacija		0,2	0,2
		Z = 0,389	92,0	100

Sliv Jelašničke reke prema srednjem koeficijentu erozije (0,489) pripadao je prostorima na kojima je dominirala srednja erozija. Ova kategorija jačine erozivnog procesa zahvatala je 39,2 % površine sliva. Nešto manje (32,9 %) bilo je pod kategorijom slabe erozije. Međutim, četvrtina sliva nalazila se pod jakom (14 %) i ekscesivnom erozijom (5,7 %). Najniži delovi sliva koji se nalaze između 200 m i 400 m nadmorske visine i na koje dolazi 18 % površine sliva, imali su srednji koeficijent erozije 0,674. Na 65 % sliva koji se nalazi u visinskom pojasu od 400-800 m srednji koeficijent erozije kretao se između 0,412 i 0,561. Prema tome, 82 % sliva bilo je pod erozijom čija je jačina prema srednjem koeficijentu erozije bila veća od 0,41. Tome treba dodati još 3 % površine na kojima je, također, srednji koeficijent erozije bio 0,42 a koji se nalazi u visinskom pojasu između 1000-1300 m.

Tokom četrdeset godina nastale su izvesne promene u jačini erozivnog procesa, ali srednja vrednost koeficijenta erozije celog sliva nije se spustila ispod 0,415. Prema

izdvojenim kategorijama dominira slaba erozija koja zahvata 47,2 % sliva. Udeo srednje erozije i dalje je relativno veliki, 31,5 % sliva upravo pripada ovoj kategoriji. Značajno se smanjio udeo pod I i II kategorijom erozivnosti, tako da je 9,6 % zemljišta ugroženo ovom jačinom erozivnog procesa. Najugroženiji visinski pojasevi spustili su se za 200 m. To je prostor do 500 m nadmorske visine i njemu pripada 39 % sliva. U okviru njega najjačom erozijom zahvaćena je teritorija između 200-400 m (srednji koeficijent erozije 0,559). Idući prema većim nadmorskim visinama intenzitet erozivnog procesa se smanjuje, tako da na prostorima iznad 700 m nadmorske visine srednji koeficijent erozije ne prelezi vrednost od 0,27.

**Tabela 70. Koeficijent erozije u slivu Jelašničke reke
i njegovo učešće u ukupnoj površini sliva (1970 i 2010).**

Kategorija	Jačina erozivnih procesa	Koeficijent erozije	F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini u %
1970.				
I	ekscresivna erozija	1,01-1,50	3,2	5,7
II	jaka erozija	0,86-1,00	3,5	6,2
		0,71-0,85	4,2	7,6
III	srednja erozija	0,56-0,70	3,3	6,0
		0,41-0,55	18,3	33,2
IV	slaba erozija	0,31-0,40	12,3	22,3
		0,21-0,30	5,9	10,6
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	3,3	5,9
		0,01-0,10	0,6	1,1
	akumulacija		0,6	1,1
		Z = 0,489	55,3	100
2010.				
I	ekscresivna erozija	1,01-1,50	1,9	3,4
II	jaka erozija	0,86-1,00	0,7	1,3
		0,71-0,85	2,7	4,9
III	srednja erozija	0,56-0,70	6,2	11,3
		0,41-0,55	11,2	20,2
IV	slaba erozija	0,31-0,40	16,8	30,3
		0,21-0,30	9,3	16,9
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	4,3	7,7
		0,01-0,10	1,6	2,8
	akumulacija		0,6	1,1
		Z = 0,415	55,3	100

Sa srednjim koeficijentom erozije od 0,555 *sliv Kutinske reke* jedan je od integralnih delova sliva Nišave koje se odlikovao velikim prisustvom veoma jake erozije. Pre četrdeset godina 40 % sliva bilo je pod jakom i ekscresivnom erozijom. Tačnije, pod ekscresivnom erozijom bilo je ugroženo 22,6 % teritorije sliva. Od svih

izdvojenih subslivova, po procentualnom udelu I kategorije erozivnosti ovaj sliv se nalazi na prvom mestu. Površinama pod srednjom erozijom pripadalo je 17,2 % teritorije, a pod slabom 19,3 %. Nešto više (23,2 %) bilo je pod kategorijom slabe erozije. Srednji koeficijent erozije do 600 m nadmorske visine, na kome se nalazi 61 % teritorije sliva, iznosio je 0,650, pri čemu je na najnižim delovima njegova srednja vrednost bila 0,709.

**Tabela 71. Koeficijent erozije u slivu Kutinske reke
i njegovo učešće u ukupnoj površini sliva (1970 i 2010).**

Kategorija	Jačina erozivnih procesa	Koeficijent erozije	F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini u %
1970.				
I	ekscesivna erozija	1,01-1,50	51,8	22,6
II	jaka erozija	0,86-1,00	22,7	9,9
		0,71-0,85	16,6	7,3
III	srednja erozija	0,56-0,70	13,5	5,9
		0,41-0,55	25,8	11,3
IV	slaba erozija	0,31-0,40	26,1	11,4
		0,21-0,30	18,1	7,9
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	43,0	18,8
		0,01-0,10	10,0	4,4
	akumulacija		1,1	0,5
		Z = 0,555	228,6	100
2010.				
I	ekscesivna erozija	1,01-1,50	0,1	0,03
II	jaka erozija	0,86-1,00	5,6	2,4
		0,71-0,85	34,0	14,9
III	srednja erozija	0,56-0,70	45,7	20,0
		0,41-0,55	30,4	13,3
IV	slaba erozija	0,31-0,40	15,5	6,8
		0,21-0,30	30,4	13,3
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	43,2	18,9
		0,01-0,10	22,7	9,9
	akumulacija		1,1	0,5
		Z = 0,404	228,6	100

Tokom vremena udeo pojedinih kategorija erozivnosti značajno se promenio. Najevidentnije promene vezane su za I kategoriju erozivnosti. Ona praktično danas ne postoji. Procentualni udeo II kategorije ostao je na istom nivou, a takodje i IV kategorije. Ali su zato povećane površine pod srednjom erozijom, tako da je njom ugroženo 31,5 % zemljišta. Izvesno je povećanje površina pod IV kategorijom razornosti zemljišta. Pod njom se sada nalazii skoro 30 %. Erozivnim procesima najugroženiji je visinski pojas do 600 m. Ali, za razliku od prethodnih perioda, srednji

koeficijent erozije znatno je manji i kreće se između pojedinih visinskih pojaseva od 0,425 do maksimalnih 0,528. Međutim, u odnosu na druge delove sliva Nišave, sliv Kutinske reke (naročito njegovi pojedini delovi) je danas jedan od onih na kojima je najintenzivniji proces erozije zemljišta.

Iako u odnosu na ostale izdvojene delove sliva Nišave, *sliv Gabrovačke reke* zahvata površinu od samo 25 km², izdvojen je kao posebna celina. Razlog je taj što se nalazi u neposrednoj blizini Niša i predstavlja izrazito bujičarski sliv sa velikom antropopresijom. I pored izvršenih antierozivnih mera, za vreme ekstremnih nepogoda u značajnoj meri ugrožava delove ovog grada. Pod kategorijom jake i ekscesivne erozije nalazilo se čak jedna četvrtina ovog sliva, dok je srednjom erozijom bilo zahvaćeno 32,7 % teritorije. Ostalih 43,3 % pripadalo je vrlo slaboj i slaboj eroziji. Visinski raspored erozivnog procesa bio je takav da su prostori do 400 m, pod kojima se nalazi 53 % sliva, imali srednji koeficijent erozije od 0,61. Samo su prostori iznad 600 m pripadali V kategoriji razornosti.

**Tabela 72. Koeficijent erozije u slivu Gabrovačke reke
i njegovo učešće u ukupnoj površini sliva (1970 i 2010).**

Kategorija	Jačina erozivnih procesa	Koeficijent erozije	F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini u %
1970.				
I	ekscesivna erozija	1,01-1,50	0,1	0,5
II	jaka erozija	0,86-1,00	2,1	8,4
		0,71-0,85	2,6	10,3
III	srednja erozija	0,56-0,70	4,9	19,4
		0,41-0,55	3,4	13,3
IV	slaba erozija	0,31-0,40	1,6	6,2
		0,21-0,30	0,9	3,6
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	6,4	25,2
		0,01-0,10	2,1	8,3
	akumulacija		1,2	4,9
		Z = 0,463	25,4	100
2010.				
I	ekscesivna erozija	1,01-1,50	0	0
II	jaka erozija	0,86-1,00	1,0	4,0
		0,71-0,85	1,4	5,7
III	srednja erozija	0,56-0,70	7,2	28,2
		0,41-0,55	3,1	12,4
IV	slaba erozija	0,31-0,40	1,9	7,6
		0,21-0,30	1,0	3,9
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	5,6	22,0
		0,01-0,10	2,9	11,5
	akumulacija		1,2	4,9
		Z = 0,420	25,4	100

Površine pod jakom erozijom smanjene su na 9,7 %, ali je i dalje veliki udeo površina pod srednjom erozijom. Površina pod srednjom erozijom povećana je za 8 % i sada iznosi 40,6 % od ukupne površine sliva. Udeo površina pod IV i V kategorijom nije se značajnije promenio. I dalje je erozivnim procesima najugroženija visinska zona do 500 m u kojoj srednji koeficijent erozije iznosi 0,55. Prema tome, sa srednjim koeficijento erozije od 0,42 sliv Gabrovačke reke nalazi se u kategoriji srednje erozije sa značajnim udelom površina koje su na granici sa jakom erozijom.

Najnižvodniji deo sliva Nišave predstavljen je površinom koja se nalazi *između Niša i ušća ove reke u južnu Moravu*. To je prostor koji zahvata površinu od 108 km² i koji globalno nije imao velike promene što se tiče dominacije pojedinih kategorija jačine erozivnog procesa. Srednji koeficijent erozije iznosio je 0,439, a sada 0,422.

**Tabela 73. Koeficijent erozije u medjuslivu Niš - ušće
i njegovo učešće u ukupnoj površini sliva (1970 i 2010).**

Kategorija	Jačina erozivnih procesa	Koeficijent erozije	F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini u %
1970.				
I	ekscesivna erozija	1,01-1,50	0,2	0,2
II	jaka erozija	0,86-1,00	3,9	3,6
		0,71-0,85	13,5	12,5
III	srednja erozija	0,56-0,70	13,5	12,4
		0,41-0,55	30,6	28,2
IV	slaba erozija	0,31-0,40	9,5	8,7
		0,21-0,30	7,2	6,7
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	1,1	1,0
		0,01-0,10	29,0	26,7
	akumulacija		1,2	4,9
		Z = 0,439	108,6	100
2010.				
I	ekscesivna erozija	1,01-1,50	0	0
II	jaka erozija	0,86-1,00	1,0	4,0
		0,71-0,85	1,4	5,7
III	srednja erozija	0,56-0,70	7,2	28,2
		0,41-0,55	3,1	12,4
IV	slaba erozija	0,31-0,40	1,9	7,6
		0,21-0,30	1,0	3,9
V	vrlo slaba erozija	0,11-0,20	5,6	22,0
		0,01-0,10	2,9	11,5
	akumulacija		1,2	4,9
		Z = 0,420	108,6	100

Oko 42,8 % teritorije je pod srednjom erozijom, a povećanje u odnosu na prethodni period je samo 2 %, tako da je III kategorija najrasprostranjenija na prostoru

ovog dela sliva Nišave. Pod kategorijom vrlo slabe erozije nalazi se nešto više od četvrtine površine subsliva. Po prostranstvu treće mesto pripada II kategoriji koja zahvata 17,2 %, dok 12 % pripada IV kategoriji, odnosno jakoj eroziji. Prema visinskoj raspdeli erozivni proces najjači je između 200 m i 400 m nadmorske visine. Na prostoru koji zahvata 44,2 % ukupne površine srednji koeficijent erozije kreće se između 0,538 i 0,603.

4.2. PRODUKCIJA NANOSA (W)

Na osnovu primenjene metodologije određena je ukupna produkcija nanosa u *slivu Nišave* za oba vremenska perioda. *Utvrđeno je da je za četrdeset godina došlo do smanjenja produkcije nanosa za 30 %*. Ukupna produkcija nanosa u slivu Nišave 1970. godine iznosila je 2220455,1 m³/god, a 2010. godine 1547002,8 m³/god, što po jedinici površine iznosi 765,3 m³/km²/god, odnosno 533,3 m³/km²/god. Nastale promene najbolje se uočavaju preko komparativne analize izdvojenih kategorija količine produkovanog nanosa. U kategoriji od 1200-3000 m³/km²/god na površini od 21,7 %, nalazilo se 52,7 % od ukupne produkcije nanosa. Sadašnje stanje pokazuje da je u ovoj kategoriji prisutno 32,3 % ukupne produkcije nanosa i da ona zahvata 11,1 % površine sliva. To znači da su površine pod ovom kategorijom smanjene za 2 puta. Posmatrano po izdvojenim kategorijama količine nanosa i 2010. godine u ukupnoj produkciji dominira kategorija od 1200-3000 m³/km²/god, ali u odnosu na raniji period značajno je povećan udeo produkcije nanosa u kategoriji od 400-800 m³/km²/god. Naime, ranije se u ovoj kategoriji nalazilo 16,4 %, a sada 25,7 % od ukupne produkcije nanosa. Povećanje količine nanosa u kategoriji od 0-400 m³/km²/god, takodje je evidentno. Sa 10,8 % udeo u ukupnoj produkciji povećao se na 17,4 %, tako da najveće rasprostranjenje, na čak 52,4 % sliva, upravo ima nanos u kategoriji do 400 m³/km²/god.

U visinskoj raspodeli najviše produkovanog materijala (70 % 1970., odnosno 68 % 2010. godine) ostvari se u zoni od 300-800 m. To je i razumljivo, jer ovaj visinski pojas zahvata više od polovine površine sliva. Kako je sa povećanjem nadmorske visine udeo pojedinih visinskih zona u ukupnoj površini sve manji, tako se i vrednost produkcije nanosa postepeno snižava. Međutim, realna slika dobija se ako se količina produkovanog materijala svede na jediničnu površinu, pa se pouzdano može

konstatovati da je *najveća specifična produkcija nanosa bila vezana za visinski pojas do 700 m nadmorske visine, koji prostorno zahvata 49 % sliva*. Prosečna specifična produkcija nanosa iznosila je $1061 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{god}$. Pri tome niži delovi terena imali su izuzetno visoku produkciju nanosa. Tako je najveća vrednost specifične produkcije nanosa bila u visinskoj zoni od 400-500 $\text{m}^3/\text{km}^2/\text{god}$ i iznosila je $1354,6 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{god}$. Veoma visoka specifična produkcija bila je i u nižoj zoni. Između 300 m i 400 m iznosila je $1306,4 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{god}$, dok je u zoni između 500 m i 600 m, takodje bila visoka - $1039,2 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{god}$.

Tabela 74. Produkcija nanosa u slivu Nišave (1970. i 2010.)

Količina nanosa W ($\text{m}^3/\text{km}^2/\text{god}$)	Produkcija nanosa W (m^3/god)	Udeo u ukupnoj produkciji (%)	Površina F (km^2)	Udeo u ukupnoj površini (%)
1970.				
> 3000	113273,5	5,1	29,9	1,0
1200-3000	1170588,4	52,7	629,5	21,7
800-1200	331657,3	14,9	328,4	11,3
400-800	365071,5	16,4	602,8	20,8
0-400	239864,4	10,8	1311,2	45,2
ukupno	2220455,1	100	2901,0	100
2010.				
> 3000	3588,6	0,2	1,4	0,05
1200-3000	499039,5	32,3	320,8	11,1
800-1200	376429,5	24,3	377,8	13,0
400-800	398068,6	25,7	681,8	23,5
0-400	269876,6	17,4	1519,2	52,4
ukupno	1547002,8	100	2901,0	100

Smanjenje u produkciji nanosa prema visinskoj distribuciji jako je izraženo. Prosečna vrednost specifične produkcije nanosa *do 700 m nadmorske visine danas iznosi $730 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{god}$* . Specifična produkcija nanosa iznad $1000 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{god}$ danas nije zastupljena ni u jednom visinskom pojasu. *Najugroženije zone nalaze se do 500 m nadmorske visine, koje prostorno zahvataju 27 % površine sliva*. U okviru ovog pojasa najugroženiji je prostor između 300 m i 400 m nadmorske visine na kome specifična produkcija nanosa iznosi $946,3 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{god}$.

Kao i kod koeficijenta erozije, tako u kod vrednosti produkcije nanosa pojedini delovi sliva Nišave imali su različit intenzitet promena. U cilju detaljnog sagledavanja nastalih promena, redosled izlaganja biće kao i kod koeficijenta erozije.

Produkcija nanosa u *slivu Gaberske reke* u prvom posmatranom periodu iznosila je 47647,2 m³/god, a njena specifična vrednost 821 m³/km²/god. Dominacija produkcije nanosa u njenoj ukupnoj raspodeli bila je vezana za vrednost između 800-1200 m³/km²/god - 34,6 % produkovanog materijala pripadalo je ovoj klasi, a zahvatalo je 25,8 % površine sliva. Najveće rasprostranjenje (37,6 %) imao je nanos u klasi od 0-400 m³/km²/god. Teritorijalno nastale promene najuočljivije su u klasi nanosa od 800-1200 m³/km²/god. Površine koje su bile pod ovom klasom smanjene su za 1,8 puta i sada zahvataju 14 % površine sliva. Nasuprot tome, površine pod produkcijom nanosa između 400-800 m³/km²/god i 0-400 m³/km²/god povećale su se sa 21 % na 39,5 %, odnosno sa 37,6 % na 43,5 %. Samnjenje erozivnog procesa odrazilo se na taj način da sada u ukupnoj produkciji nanosa 46,5 % pripada klasi između 400-800 m³/km²/god. S obzirom da poslednja istraživanja ukazuju na ukupnu produkciju nanosa od 32476,5 m³/god, odnosno specifičnu produkciju od 559,7 m³/km²/god, znači da došlo do njegovog smanjenja za 32 %.

Tabela 75. Produkcija nanosa u slivu Gaberske reke (1970. i 2010.)

Količina nanosa W (m ³ /km ² /god)	Produkcija nanosa W (m ³ /god)	Udeo u ukupnoj produkciji (%)	Površina F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini (%)
1970.				
> 3000	5974,6	12,5	1,5	2,6
1200-3000	10203,4	21,4	5,8	9,9
800-1200	16467,0	34,6	15,0	25,8
400-800	8842,7	18,6	14,0	24,1
0-400	6159,5	12,9	21,8	37,6
ukupno	47647,2	100,0	58,0	100
2010.				
> 3000	-	-	-	-
1200-3000	2570,7	7,9	1,6	2,7
800-1200	8473,6	26,1	8,3	14,3
400-800	15097,3	46,5	22,9	39,5
0-400	6335,0	19,5	25,2	43,5
ukupno	32476,5	100	58,0	100

Prema visinskoj zonalnosti dominacija produkcije nanosa bila je vezana za visinske pojaseve do 700 m. Ovi prostori zahvataju 36 % površine sliva, a specifična produkcija nanosa kretala se od 1079 m³/km²/god koliko je iznosila u pojasu od 600-700 m do 1657 m³/km²/god koliko je bila u zoni između 400-500 m. Smanjenje produkcije nanosa u tri visinska pojasa, koliko ih ima do visine 700 m, bilo je znatno iznad proseka sliva. Tako je u najnižoj zoni procenat smanjenja iznosio 64 %, a u

naredne dve 38%. Stanje na terenu je takvo da se sada specifična produkcija nanosa u pomenutim zonama kreće od 592,9 do 680,9 m³/km²/god. Inače, od ukupne produkcije nanosa u 1970. godini, 50 % nanosa produkovalo se u pojasu do 700 m nadmorske visine, a sada na taj pojas odlazi 42 % nanosa.

Susedni *sliv Jerme* takodje je pretrpeo izvesne promene u količini produkovanog materijala. Smenjenje produkcije nanosa na prostoru ovog sliva iznosi 34 %. Specifična produkcija nanosa iznosila je 636,1 m³/km²/god, a sada iznosi 420,2 m³/km²/god. Za oba perioda karakteristična je dominacija produkcije nanosa u kategoriji od 1200-3000 m³/km²/god, s tim što je u prvom periodu na ovu klasu dolazilo 44,2 %, a u drugom periodu 36,6 % od ukupne njegove količine. Promene su vidljive i u drugim klasama količine nanosa. U klasi od 800-1200 m³/km²/god udeo nanosa se povećao sa 16,7 % na 21,1 %, a u klasi od 400-800 m³/km²/god sa 19,9 % na 27,2 %. Medjutim, u teritorijalnom pogledu nije došlo do značajnijih promena, tj. udeo pojedinih klasa u ukupnoj površini nije pretrpeo velike promene, pa najveće rasprostranjenje (40 %) pripada klasi od 0-400 m³/km²/god produkovanog materijala.

Tabela 76. Produkcija nanosa u slivu Jerme (1970. i 2010.)

Količina nanosa W (m ³ /km ² /god)	Produkcija nanosa W (m ³ /god)	Udeo u ukupnoj produkciji (%)	Površina F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini (%)
1970.				
> 3000	9988,3	5,7	3,0	1,1
1200-3000	77739,6	44,2	48,3	17,5
800-1200	29737,7	16,9	34,4	12,4
400-800	34988,6	19,9	70,6	25,6
0-400	23257,4	13,2	120,0	43,4
ukupno	175711,5	100	276,3	100
2010.				
> 3000	2018,6	1,7	0,9	0,3
1200-3000	42486,6	36,6	41,5	15,0
800-1200	24532,7	21,1	38,2	13,9
400-800	31538,5	27,2	85,7	31,1
0-400	15497,6	13,4	109,8	39,8
ukupno	116074,1	100	276,1	100

Dominacija produkcije nanosa bila je vezana za visinski pojas do 900 m. Specifična produkcija nanosa po visinskim zonama do ove nadmorske visine prosečno je iznosila 773 m³/km²/god, a kretala se u rasponu od 655 m³/km²/god u višim visinskim pojasevima do 1092 m³/km²/god u nižim visinskim pojasevima. Prosečna vrednost specifične produkcije nanosa do 900 m sada iznosi 497 m³/km²/god i samo u najnižim

delovim sliva kreće se preko $600 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{god}$. Od svih visinskih zona procenat smanjenja intenziteta najevidentniji je u pojasu između 700 m i 1100 m nadmorske visine. Na ovom prostoru koji zahvata 60 % površine sliva produkcija nanosa smanjenja je za 36 %.

U *slivu Rasničke reke* produkcija nanosa smanjena je za 27,7 %. Izrazite promene nastale su u količini nanosa u klasi iznad $3000 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{god}$. Iako je imala rasprostranjenje na samo 3 % površine sliva, 15,6 % od ukupne produkcije nanosa upravo je pripadalo ovoj klasi. Međutim, danas nije evidentirana produkcija nanosa u pomenutoj klasi. Prostorno značajne promene nastale su u klasi od 1200-3000 $\text{m}^3/\text{km}^2/\text{god}$. Površina koja je pripadala produkciji nanosa u ovoj klasi smanjena je za 2 puta. Nekada je ona zahvatala prostranstvo od 24 %, a sada se nalazi na 16,7 % površine sliva. Prema površini koju zahvata najveće rasprostranjenje i ranije (49 %), a i sada (53 %) ima klasa do $400 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{god}$. Međutim, u količini nanosa, takodje je došlo do izvesnih promena. Ranije je ovoj klasi pripadalo 22 %, a sada 34,5 % od ukupne produkcije nanosa.

Tabela 77. Produkcija nanosa u slivu Rasničke reke (1970. i 2010.)

Količina nanosa W ($\text{m}^3/\text{km}^2/\text{god}$)	Produkcija nanosa W (m^3/god)	Udeo u ukupnoj produkciji (%)	Površina F (km^2)	Udeo u ukupnoj površini (%)
1970.				
> 3000	29381,3	15,6	6,5	3,0
1200-3000	99782,5	52,9	53,9	24,6
800-1200	17833,0	9,5	17,7	8,1
400-800	21092,9	11,2	33,3	15,2
0-400	20437,4	10,8	107,7	49,2
ukupno	188527,1	100	219,2	100
2010.				
> 3000	-	-	-	-
1200-3000	62753,9	46,1	36,7	16,7
800-1200	26421,2	19,4	26,2	12,0
400-800	26599,0	19,5	40,3	18,4
0-400	20471,4	15,0	115,9	52,9
ukupno	136245,5	100	219,2	100

U visinskom pojasu do 700 m ostvari se 81,3 % produkcije nanosa. To je razumljivo, s obzirom na činjenicu da se do ove visine nalazi 67 % površine sliva. Najveći intenzitet smanjenja produkcije nanosa vezan je za uski pojas između 600 m i 800 m nadmorske visine. U ovom pojasu, koji prostorno zahvata 30 % površine sliva, intenzitet smanjenja iznosio je između 34 % i 39 %. Sa aspekta najveće produkcije

nanosa, zone do 600 m nadmorske visine imale su najveće vrednosti. Specifična produkcija nanosa iznosila je, od jedne do druge visinske zone, između 860 m³/km²/god i 1420 m³/km²/god. Danas se samo u pojasu do 500 m može konstatovati produkcija nanosa između 958 m³/km²/god i 1093 m³/km²/god.

U medjuslivu *Dimitrovgrad - Piro*t smanjenje produkcije nanosa je u proseku celog sliva. Specifična produkcija nanosa smanjena je sa 687,6 m³/km²/god na 482,4 m³/km²/god, tako da smanjenje iznosi 29,8 %. Slično kao i u prethodnom slivu, udeo produkcije nanosa koji je veći od 3000 m³/km²/god u njegovoj ukupnoj produkciji tokom vremena je nestao. Nastale promene odrazile su se tako da je udeo produkcije nanosa po pojedinim kategorijama relativno ravnomerno raspoređen. Dominantna je i dalje klasa od 1200-3000 m³/km²/god, ali za razliku od ranijeg perioda kada je njoj pripadalo 56 %, sada na nju dolazi 34 % od ukupne produkcije nanosa. To se odrazilo na smanjenja površina na kojima je prisutna ova kličina nanosa. Nekada je rasprostranjenje ove klase zahvatilo petinu sliva, a sada samo 10 % njegove površine.

Tabela 78. Produkcija nanosa u medjuslivu Dimitrovgrad - Pirot (1970. i 2010.)

Količina nanosa W (m ³ /km ² /god)	Produkcija nanosa W (m ³ /god)	Udeo u ukupnoj produkciji (%)	Površina F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini (%)
1970.				
> 3000	13903,9	5,7	3,8	1,1
1200-3000	137089,4	56,0	73,3	20,6
800-1200	28390,9	11,6	27,8	7,8
400-800	29299,4	12,0	46,0	12,9
0-400	36081,7	14,7	205,0	57,6
ukupno	244765,3	100	355,9	100
2010.				
> 3000	-	-	-	-
1200-3000	58685,1	34,2	38,5	10,8
800-1200	36186,5	21,1	34,3	9,6
400-800	39160,7	22,8	63,6	17,9
0-400	37692,8	21,9	219,4	61,6
ukupno	171725,1	100,0	355,9	100

Sa aspekta najveće produkcije nanosa, zone do 600 m nadmorske visine bile su najizraženije. Specifična produkcija nanosa kretala se, od jedne do druge visinske zone, između 704 i 1456 m³/km²/god. Danas se samo u pojasu od 400 m do 600 m može konstatovati produkcija nanosa između 832 m³/km²/god i 913 m³/km²/god. Posmatrajući ovaj medjusliv u celini, na prostoru do 700 m nadmorske visine ostvari se

92 % produkcije nanosa, što je i za očekivati, jer ova zona zahvata 74 % površine medjusliva.

U *slivu Temštice* za četrdeset godina produkcija nanosa smanjena je za 30,2 %, pri čemu je u periodu nakon 2003. godine kada su vršena poslednja istraživanja na prostoru ovog sliva (Mustafić S., 2006) produkcija nanosa smanjena za 16353,1 m³/god, odnosno za 5 %. Svedeno na jediničnu površinu produkcija nanosa smanjena je sa 609,7 m³/km²/god na 426,8 m³/km²/god. Najveći udeo u ukupnoj produkciji (31,3 %) imala je količina nanosa između 1200-3000 m³/km²/god, ali teritorijalno nije zahvatala više od 12,5 % površine sliva. Danas ova kategorija zahvata samo 3 % površine sliva, a udeo u ukupnoj produkciji smanjen je na 10,6 %. Nastale promene u teritorijalnom pogledu odrazile su se najviše na učešće produkovanog materijala u klasi do 400 m³/km²/god. Procentualno učešće površina pod ovom klasom tokom vremena povećalo se za 14 %, tako da sada zahvata čak 60,2 % površine sliva. Naravno, to se odrazilo i na povećan udeo produkovanog materijala ove klase za 10 % u njenoj ukupnoj sumi.

Tabela 79. Produkcija nanosa u slivu Temštice (1970. i 2010.)

Količina nanosa W (m ³ /km ² /god)	Produkcija nanosa W (m ³ /god)	Udeo u ukupnoj produkciji (%)	Površina F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini (%)
1970.				
> 3000	7547,9	1,7	2,1	0,3
1200-3000	136193,2	31,3	88,9	12,5
800-1200	111131,5	25,5	117,2	16,4
400-800	103646,7	23,8	175,9	24,6
0-400	76566,7	17,6	329,5	46,2
ukupno	435086,1	100,0	713,6	100,0
2010.				
> 3000	216,4	0,1	0,1	0,0
1200-3000	32355,5	10,6	21,8	3,1
800-1200	82713,2	27,2	86,1	12,1
400-800	104399,3	34,3	176,1	24,7
0-400	84643,9	27,8	429,0	60,2
ukupno	304328,3	100	713,0	100

U visinskoj raspodeli najviše produkovanog materijala 42 % ostvari se u pojasu između 700-1000 m, što je i razumljivo s obzirom da ovaj visinski pojas zahvata jednu trećinu sliva. Kako je sa povećanjem nadmorske visine udeo pojedinih visinskih zona u ukupnoj površini sve manji, tako se i vrednosti produkovanog materijala polako snižava. Međutim, realna slika dobija se samo ako se količina produkovanog nanosa svede na jediničnu površinu. Tako se pouzdano može konstatovati da je najveća

specifična produkcija nanosa bila prisutna do 900 m nv. Pri tome najniži delovi sliva su imali izuzetno visoku produkciju. Recimo, u pojasu između 400-500 m ona je iznosila 1472,5 m³/km²/god dok u pojasu između 800-900 m ima vrednost od 779,5 m³/km²/god. Danas je situacija znatno drugačija. Specifična produkcija nanosa nigde ne prelazi 1000 m³/km²/god; u pomenutim visinskim pojasevima ima vrednosti od 925,9 m³/km²/god, odnosno 559,2 m³/km²/god.

Neposredni *deo sliva između Pirota i Bele Palanke* pretrpeo je izuzeetno velike promene. Smanjenje produkcije nanosa je znatno iznad proseka i iznosi 42 %. Zapravo međusliv Pirota - Bela Palanka od svih izdvojenih celina beleži najveći procenat smanjenja produkcije nanosa. Od ukupne sume 60 % produkovanog materijala pripadalo je količini nanosa koja je bila veća od 1200 m³/km²/god. Vremenom se izgubila klasa nanosa iznad 3000 m³/km²/god, tako da je u klasi između 1200-3000 m³/km²/god prisutno 21,7 % nanosa. To znači da se u ovoj klasi nanos samnjio za čak 2,5 puta. Još je veći iznos smanjenja površina koje zahvata data kategorija produkcije nanosa. Sa površine od 23,3 % koliko je bilo rasprostranjenje pre četrdeset godina, sada je ova kategorija prisutna na samo 6,3 % sliva. To znači da se udeo površina pod ovom kategorijom nanosa smanjio za 3,7 puta. Značajne promene nastale su i u kategoriji nanosa do 800 m³/km²/god. Od 20,5 %, koliko je ranije evidentirano u datoj kategoriji, udeo produkovanog materijala porastao je na 53 %. Ove promene praćene su i u prostornoj distribuciji - 82 % površine međusliva je pod količinom produkovanog nanosa koja se kreće do 800 m³/km²/god, što je za 22 % više nego ranije.

Ranije, a i sada najveća produkcija nanosa ostvari se u visinskoj zoni do 700 m nadmorske visine. Taj procenat iznosi od 85 % 1970., odnosno 82 % 2010. godine. Ovako veliki procenat posledica je i velikog teritorijalnog rasprostranjenja površine međusliva do pomenute visine. Od ukupne površine 69 % pripada visinskom pojasu do 700 m. Erozivnim procesom najviše su bili ugroženi prostori između 300 m i 700 m. kao posledica toga bila je prisutna visoka specifična produkcija nanosa koja se kretala između 761-1281 m³/km²/god. Danas u tom pojasu specifična produkcija nanosa ima vrednosti od 418-736 m³/km²/god. To je, zapravo prostor sliva koji je pretrpeo najveće promene. Samo je u pojasu od 500-600 m produkcija nanosa smanjena za 51 %.

Tabela 80. Produkcija nanosa u medjuslivu Pirod - Bela Palanka (1970. i 2010.)

Količina nanosa W (m ³ /km ² /god)	Produkcija nanosa W (m ³ /god)	Udeo u ukupnoj produkciji (%)	Površina F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini (%)
1970.				
> 3000	14185,8	5,9	3,9	1,3
1200-3000	130520,2	53,9	68,2	23,3
800-1200	48011,3	19,8	45,8	15,6
400-800	29428,2	12,1	43,5	14,9
0-400	20161,6	8,3	131,5	44,9
ukupno	242307,1	100	293,0	100
2010.				
> 3000	-	-	-	-
1200-3000	30455,6	21,7	18,4	6,3
800-1200	35883,7	25,6	33,9	11,6
400-800	49312,5	35,1	80,6	27,5
0-400	24684,0	17,6	159,7	54,6
ukupno	140335,9	100	293,0	100,0

Ukupan iznos smanjene produkcije nanosa u *slivu Koritničke reke* iznosi 36,4 %, pri tome je specifična produkcija nanosa sa 706,9 m³/km²/god dospela na 449,7 m³/km²/god. Na prostoru ovog sliva 51,2 % produkovanog materijala nalazilo se u klasi između 1200-3000 m³/km²/god, a zahvatalo je 17,8 % površine sliva. Sada se u ovoj kategoriji nalazi 35,7 % produkovanog materijala, a površina na kojoj je prisutan samnjila se za skoro dva puta. Ovo smanjenje odrazilo se na povećanje udela produkovanog materijala u nižoj klasi. Tako je sa 5,2 %, produkcija nanosa u klasi od 800-1200 m³/km²/god prisutna sa 18,5 % u ukupnoj produkciji. Udeo produkovanog nanosa u klasi od 400-800 m³/km²/god ostao je na istom nivou, s tom razlikom što se za 7 % povećao udeo površina na kojima je on prisutan. Velike promene i u udelu ukupne produkcije nanosa i teritorijalnog rasporeda nastale su u klasi nanosa do 400 m³/km²/god. Na 70 % površine ovog sliva 30 % od ukupne količine produkovanog materijala nalazi se u klasi 0-400 m³/km²/god. Povećanje je evidentno jer je ranije 19 % produkovanog materijala klase do 400 m³/km²/god zahvatalo 58 % površine sliva.

Na 43,8 % sliva, koliko pripada visinskom pojasu do 800 m nadmorske visine, produkuje se 76 % materijala. Takvo stanje bilo je ranije, ali i sad. Međutim, ovo je sliv kod koga u visinskoj raspodeli produkcije nanosa došlo do intenzivnih promena. Sve do 800 m nadmorske visine najmanja specifična produkcija nanosa iznosila je 928 m³/km²/god (visinska zona od 700-800 m). Tačnije, izuzev u pomenutoj visinskoj zoni u ostale četiri specifična produkcija bila veća od 1100 m³/km²/god, pri čemu je najveća vrednost od 1713,5 m³/km²/god bila je prisutna u visinskoj zoni od 400-500 m. Sada

samo u pojasu između 400-500 m prisutna je produkcija neznatno veća od 1000 m³/km²/god i njoj pripada samo 7 % površine sliva.

Tabela 81. Produkcija nanosa u slivu Koritničke reke (1970. i 2010.)

Količina nanosa W (m ³ /km ² /god)	Produkcija nanosa W (m ³ /god)	Udeo u ukupnoj produkciji (%)	Površina F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini (%)
1970.				
> 3000	7617,9	8,4	2,0	1,5
1200-3000	46935,8	51,5	23,0	17,8
800-1200	4749,7	5,2	4,6	3,5
400-800	14157,2	15,5	24,5	19,0
0-400	17618,7	19,3	74,8	58,1
ukupno	91079,3	100	128,5	100,0
2010.				
> 3000	-	-	-	-
1200-3000	20694,0	35,7	12,4	9,6
800-1200	10705,9	18,5	10,5	8,2
400-800	9170,2	15,8	15,3	11,9
0-400	17376,6	30,0	90,2	70,2
ukupno	57946,6	100	128,5	100

Neposredni deo sliva između *Bele Palanke i Niša*, u odnosu na ranije pomenute slivove i međuslivove, beleži znatno manji stepen smanjenja produkcije nanosa. Od 896,6 m³/km²/god specifična produkcija nanosa smanjila se na 712,7 m³/km²/god, što predstavlja smanjenje od 20,5 %. Najveća količina produkovanog materijala u oba vremenska perioda nalazi se u klasi od 1200-3000 m³/km²/god, s tom razlikom što je ranije taj procenat iznosio 67,6 % a sada 52,8 %. Smanjenje je nastalo i u okviru površina koje zauzima ova klasa nanosa. Sa 32 % površine pod ovom klasom nanosa, smanjeno je na 22 %. Najveće promene nastale su u nižoj klasi. Zastupljenost produkovanog materijala u klasi od 800-1200 m³/km²/god od 8,8 % porasla je na 22 %, a prostorna zastupljenost se povećala sa 7,5 % na 14 % ukupne površine sliva. U ostalim klasama nije bilo većih promena.

Promene u visinskoj distribuciji, takodje nisu toliko jako izražene kao na prethodnim primerima. S obzirom da su erozivnim procesom najugroženije zone do 500 m nadmorske visine, to se odrazilo i na specifičnu produkciju nanosa. Ona se kreće od 990 m³/km²/god koliko iznosi u najnižim delovima sliva do 1585 m³/km²/god koliko je utvrđeno da iznosi u visinskoj zoni od 300-400 m. Pojas od 400-500 m takodje je imao visoku produkciju nanosa - 1249 m³/km²/god. Smanjenje u produkciji nanosa kreće se od 16 % do 23 %. Generalno, najveći procenat nanosa ostvari se u pojasu do 600 m. Do

ove nadmorske visine nalazi se 72 % od ukupne površine, a u njoj se ostvari 90 % produkovanog nanosa.

Tabela 82. Produkcija nanosa u medjuslivuslivu Bela Palanka - Niš (1970. i 2010.)

Količina nanosa W (m ³ /km ² /god)	Produkcija nanosa W (m ³ /god)	Udeo u ukupnoj produkciji (%)	Površina F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini (%)
1970.				
> 3000	13264,4	4,3	3,7	1,1
1200-3000	211041,5	67,6	111,9	32,2
800-1200	27489,5	8,8	25,9	7,5
400-800	38051,0	12,2	62,2	17,9
0-400	22207,6	7,1	144,2	41,4
ukupno	312053,9	100	348,0	100
2010.				
> 3000	807,1	0,3	0,2	0,1
1200-3000	130989,3	52,8	76,0	21,8
800-1200	54264,1	21,9	49,1	14,1
400-800	35520,0	14,3	59,5	17,1
0-400	26464,4	10,7	163,2	46,9
ukupno	248044,9	100	348,0	100

Specifičnosti u jačini erozivnog procesa i promene koje su nastale u periodu od četrdeset godina u *slivu Crvne reke* evidentne su i kod produkcije nanosa. Pored medjusliva Pirot-Bela Palanka, sliv Crvene reke karakterističan je po najvećem smanjenju intenziteta erozije. Produkcija nanosa smanjena je za 39,8 %. Po jedinici površine produkcija nanosa smanjena je sa 1059,7 m³/km²/god na 637,7 m³/km²/god. Dominacija količine materijala od 1200-3000 m³/km²/god (47,3 %) na površini od 25,8 % odslikava stanje od pre četrdeset godina. Nastale promene su takve da je u ovoj kategoriji zastupljeno 20,7 % ukupne količine produkovanog materijala, a površina na kojoj je dominantna smanjena je za 3,6 puta. U ukupnoj produkciji sa 45,4 %, sada je dominantan materijal čija količina nalazi u klasi od 400-800 m³/km²/god, a rasporedjen je na isto toliko procenata površine sliva. Veliki udeo (37,2 %) pripada i površinama na kojima je količina nanosa u klasi do 400 m³/km²/god, ali u ukupnoj produkciji nanosa na nju dolazi 15,8 %.

Sliv Crvene reke u pogledu visinske distribucije produkcije nanosa odlikuje jedna specifičnost. Zapravo ovo je sliv kod koga je bila prisutna izrazito visoka specifična produkcija nanosa na većim nadmorskim visinama. Do 1000 m specifična produkcija nanosa bila je veća od 1000 m³/km²/god. Visinski pojas od 1000-1200 m, takodje je bio pod relativno visokom produkcijom nanosa. Njena specifična vrednost

iznosila je 816 m³/km²/god. Danas samo najniži delovi sliva (niži od 500 m), koji zahvataju četvrtinu sliva, imaju produkciju nanosa čija prosečna vrednost po jedinici površine iznosi 877 m³/km²/god. Najveći obim smanjenja, od 44 %, vezan je za pojas između 600-700 m nadmorske visine. Još jedna specifičnost ovog sliva je u tome da je procenat smanjenja, sagledan preko visinske distribucije, sve veći ukoliko se posmatra od nižih ka višim nadmorskim visinama. Tako, prosečno smanjenje produkcije nanosa do 300 m iznosi 26 %, a iznad 1000 m čak 45 %.

Tabela 83. Produkcija nanosa u slivu Crvene reke (1970. i 2010.)

Količina nanosa W (m ³ /km ² /god)	Produkcija nanosa W (m ³ /god)	Udeo u ukupnoj produkciji (%)	Površina F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini (%)
1970.				
> 3000	2722,6	2,8	0,7	0,8
1200-3000	46116,2	47,3	23,7	25,8
800-1200	23487,3	24,1	21,5	23,4
400-800	21159,9	21,7	30,3	33,0
0-400	3965,5	4,1	15,7	17,1
ukupno	97451,5	100	92,0	100
2010.				
> 3000	546,5	0,9	0,2	0,2
1200-3000	12131,9	20,7	6,6	7,2
800-1200	10046,3	17,1	9,4	10,2
400-800	26641,5	45,4	41,5	45,1
0-400	9276,8	15,8	34,2	37,2
ukupno	58643,0	100	92,0	100

Susedni *sliv Jelašničke reke*, beleži smanjenje produkcije nanosa koje je znatno ispod proseka. Za dati vremenski period produkcija nanosa smanjila se za 25,4 %. Izraženo preko specifične produkcije to smanjenje bilo je sa 983,2 m³/km²/god na 733,2 m³/km²/god. Prema datim klasama, najveći udeo u ukupnoj produkciji nanosa (45 %) pripadao je klasi od 1200-3000 m³/km²/god, dok je sada dominantna klasa količine nanosa od 400-800 m³/km²/god; njoj pripada 35 % ukupne produkcije nanosa. Takođe je došlo do povećanja količine nanosa u klasi do 400 m³/km²/god: sa 5,5 % na 15 % u ukupnoj količini. Teritorijalno najveće rasprostranjenje, 39,7 % površine sliva, ima kategorija od 400-800 m³/km²/god.

Prema visinskoj raspodeli na 45 % površine sliva, koliko zahvata prostor do 700 m nadmorske visine, produkuje se 89 % nanosa. Specifična produkcija nanosa ranije se kretala od 747 m³/km²/god do 1644 m³/km²/god. Na istom prostoru ona se nalazi u rasponu od 547 m³/km²/god do 1273 m³/km²/god.

Tabela 84. Produkcija nanosa u slivu Jelašničke reke (1970. i 2010.)

Količina nanosa W (m ³ /km ² /god)	Produkcija nanosa W (m ³ /god)	Udeo u ukupnoj produkciji (%)	Površina F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini (%)
1970.				
> 3000	1474,3	2,7	0,4	0,7
1200-3000	24521,3	45,1	11,1	20,1
800-1200	7388,4	13,6	6,9	12,4
400-800	17974,6	33,1	25,8	46,7
0-400	2966,8	5,5	11,1	20,1
ukupno	54325,4	100	55,3	100
2010.				
> 3000	-	-	-	-
1200-3000	11932,8	29,5	5,9	10,7
800-1200	8146,3	20,1	7,0	12,7
400-800	14302,2	35,3	22,0	39,7
0-400	6130,2	15,1	20,4	36,8
ukupno	40511,5	100	55,3	100

Procenat smanjenja produkcije nanosa u *slivu Kutinske reke* je veći od prosečnog ako se posmatra u odnosu na sliv Nišave u celini. Specifična produkcija nanosa iznosila je 1024 m³/km²/god, a sada iznosi 681,7 m³/km²/god, što predstavlja smanjenje od 33,5 %. Posebna karakteristika ovog sliva ogleda se u činjenici da je na 37 % površine sliva 75 % produkovanog materijala bilo zastupljeno u kategoriji od 1200-3000 m³/km²/god. Nastale promene odrazile su se na smanjenje površina pod ovom kategorijom produkcije nanosa, tako da sada zahvataju 20 % površine sliva. Iako su nastale promene i u udelu u ukupnoj produkciji nanosa, sa 43,8 % ova kategorija je i dalje dominantna. Ovaj procenat smanjenja u klasi od 1200-3000 m³/km²/god odrazio se na povećanje količine produkovanog materijala u nižoj kategoriji. Tako sada kategoriji od 800-1200 m³/km²/god pripada 30,8 % ukupne produkcije nanosa. Teritorijalno najveće rasprostranjenje (44 %) pripada klasi do 400 m³/km²/god

Erozivnom procesima najugroženiji su visinski pojasevi do 600 m, s tom razlikom što je došlo do smanjenja produkcije nanosa po jedinici površine. Ranije se specifična produkcija nanosa do pomenute nadmorske visine kretala od 1019-1493 m³/km²/god, a sada između 801 -1040 m³/km²/god. Prema tome i pored smanjenja intenziteta erozivnog procesa 61 % površine sliva i dalje je pod visokom produkcijom nanosa. Tačnije 82,8 % od ukupne produkcije nanosa vezan je za visinske zone do 600 m nadmorske visine.

Tabela 85. Produkcija nanosa u slivu Kutinske reke (1970. i 2010.)

Količina nanosa W (m ³ /km ² /god)	Produkcija nanosa W (m ³ /god)	Udeo u ukupnoj produkciji (%)	Površina F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini (%)
1970.				
> 3000	3160,2	1,3	1,0	0,4
1200-3000	175446,5	74,9	84,5	37,0
800-1200	17333,1	7,4	16,9	7,4
400-800	23397,7	10,0	40,1	17,5
0-400	14883,0	6,4	86,2	37,7
ukupno	234220,5	100	228,5	100
2010.				
> 3000	-	-	-	-
1200-3000	68276,4	43,8	45,6	20,0
800-1200	48032,6	30,8	45,4	19,9
400-800	23240,8	14,9	37,2	16,3
0-400	16314,1	10,5	100,3	43,9
ukupno	155864,0	100	228,5	100

Sliv Gabrovačke reke, posmatrano sa prostornog aspekta, u intenzitetu beleži relativno male promene. Procenat smanjenja produkcije nanosa iznosi 18,3 %, što ga svrstava na drugo mesto prema najslabije izraženim promenama. Nastale promene najuočljivije su u klasi od 1200-3000 m³/km²/god. Nekada je 64,8 % produkovanog nanosa zahvatalo 31,5 % površine sliva, dok je sada dominantna klasa od 800-1200 m³/km²/god na koju dolazi 48,5 % produkovanog nanosa. Specifična produkcija nanosa iznosila je 898 m³/km²/god, a i dalje je relativno visoka i iznosi 734 m³/km²/god. U pojedinim visinskim zonama, naročito u nižim delovima sliva iznosi između 876-1182 m³/km²/god.

Tabela 86. Produkcija nanosa u slivu Gabrovačke reke (1970. i 2010.)

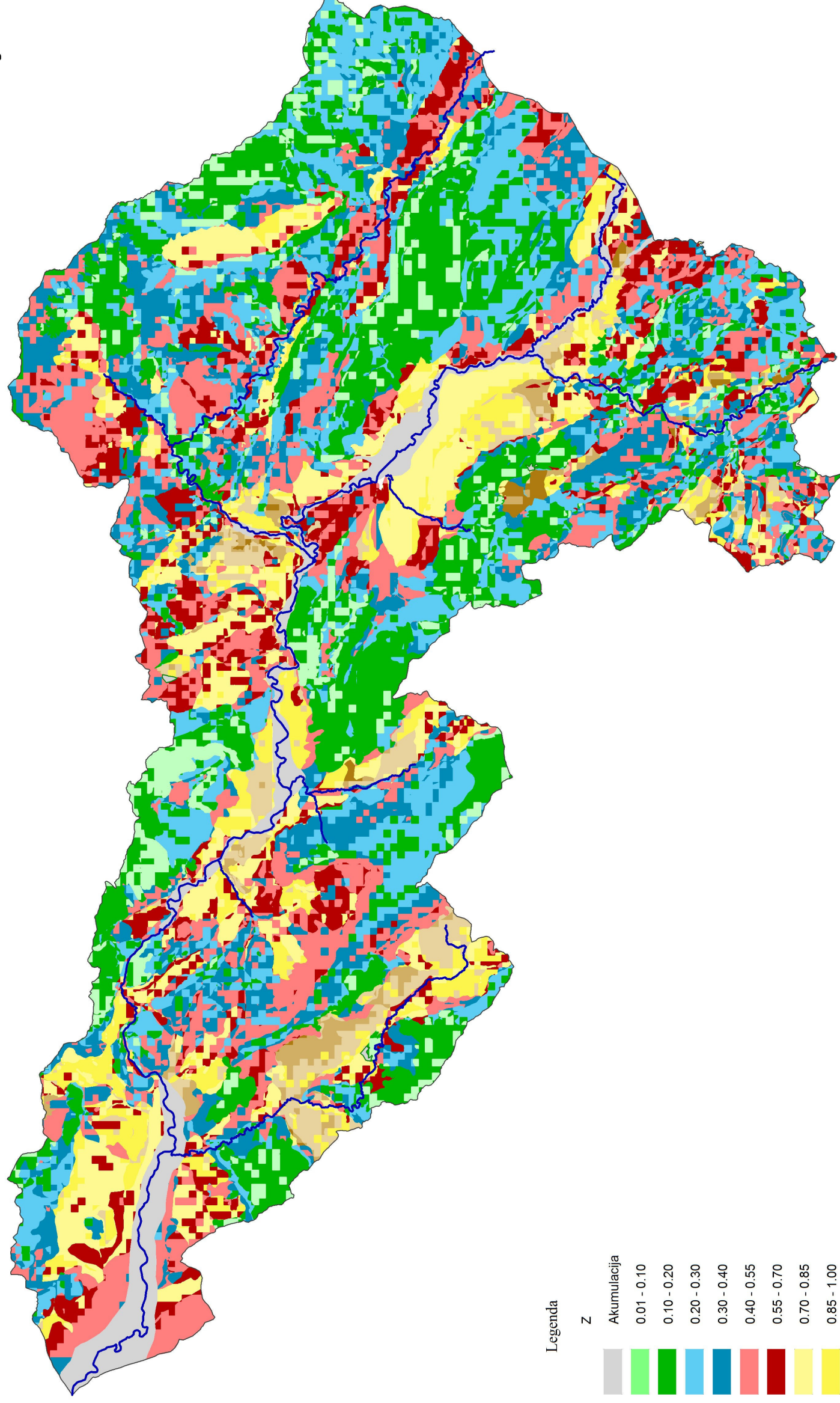
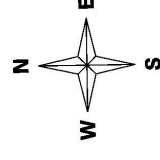
Količina nanosa W (m ³ /km ² /god)	Produkcija nanosa W (m ³ /god)	Udeo u ukupnoj produkciji (%)	Površina F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini (%)
1970.				
> 3000	-	-	-	-
1200-3000	14805,4	64,8	8,0	31,5
800-1200	4380,6	19,2	3,6	14,2
400-800	1958,0	8,6	2,8	10,9
0-400	1689,9	7,4	11,0	43,4
ukupno	22833,9	100	25,4	100
2010.				
> 3000	-	-	-	-
1200-3000	2,5	0,01	2,5	9,8
800-1200	9061,8	48,5	7,1	28,1
400-800	3076,8	16,5	4,3	16,8
0-400	1542,0	8,3	11,5	45,4
ukupno	18663,4	100	25,4	100

Neposredni deo *sliva između Niša i ušća Nišave* u Južnu Moravu, kao što je ranije konstatovano, nije pretrpeo velike i značajne izmene u pojedinim kategorijama koje se odnose na jačinu erozivnog procesa. U tom smislu i u specifičnoj produkciji nanosa nema značajnijih promena (sa 679,5 m³/km²/god, smanjena je na 609 m³/km²/god).

Tabela 87. Produkcija nanosa u medjuslivu Niš - ušće (1970. i 2010.)

Količina nanosa W (m ³ /km ² /god)	Produkcija nanosa W (m ³ /god)	Udeo u ukupnoj produkciji (%)	Površina F (km ²)	Udeo u ukupnoj površini (%)
1970.				
> 3000	-	-	-	-
1200-3000	28940,3	39,2	18,5	17,0
800-1200	19350,9	26,2	19,5	18,0
400-800	22337,5	30,3	31,6	29,1
0-400	3181,9	4,3	39,0	35,9
ukupno	73810,7	100	108,6	100
2010.				
> 3000	-	-	-	-
1200-3000	20724,9	31,3	13,2	12,2
800-1200	21961,7	33,2	22,3	20,5
400-800	20009,7	30,3	32,7	30,2
0-400	3447,7	5,2	40,3	37,1
ukupno	66144,1	100	108,6	100

KOEFICIJENT EROZIJE Z U SLIVU NIŠAVE 1970. GODINA

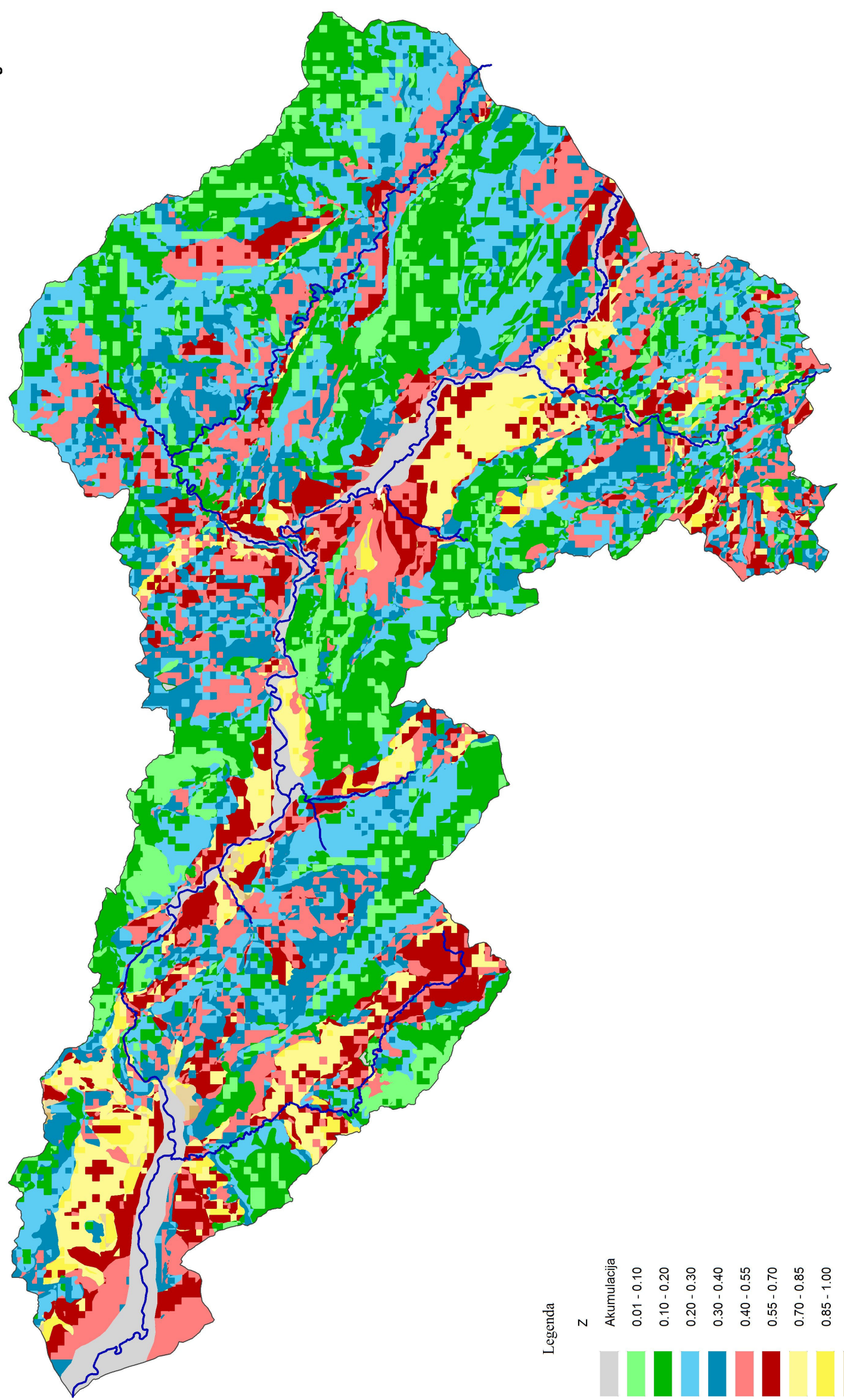
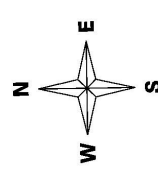


Legenda

Z	Akumulacija
	0.01 - 0.10
	0.10 - 0.20
	0.20 - 0.30
	0.30 - 0.40
	0.40 - 0.55
	0.55 - 0.70
	0.70 - 0.85
	0.85 - 1.00
	1.00 - 1.20
	1.20 - 1.40
	> 1.40



KOEFICIJENT EROZIJE Z U SLIVU NIŠAVE 2010. GODINA

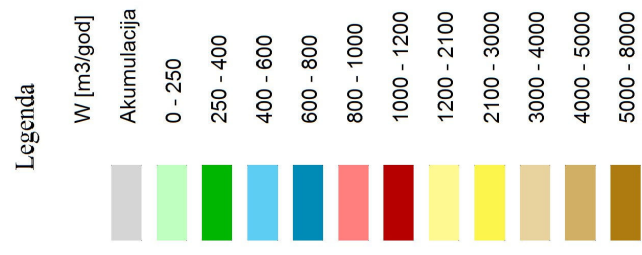
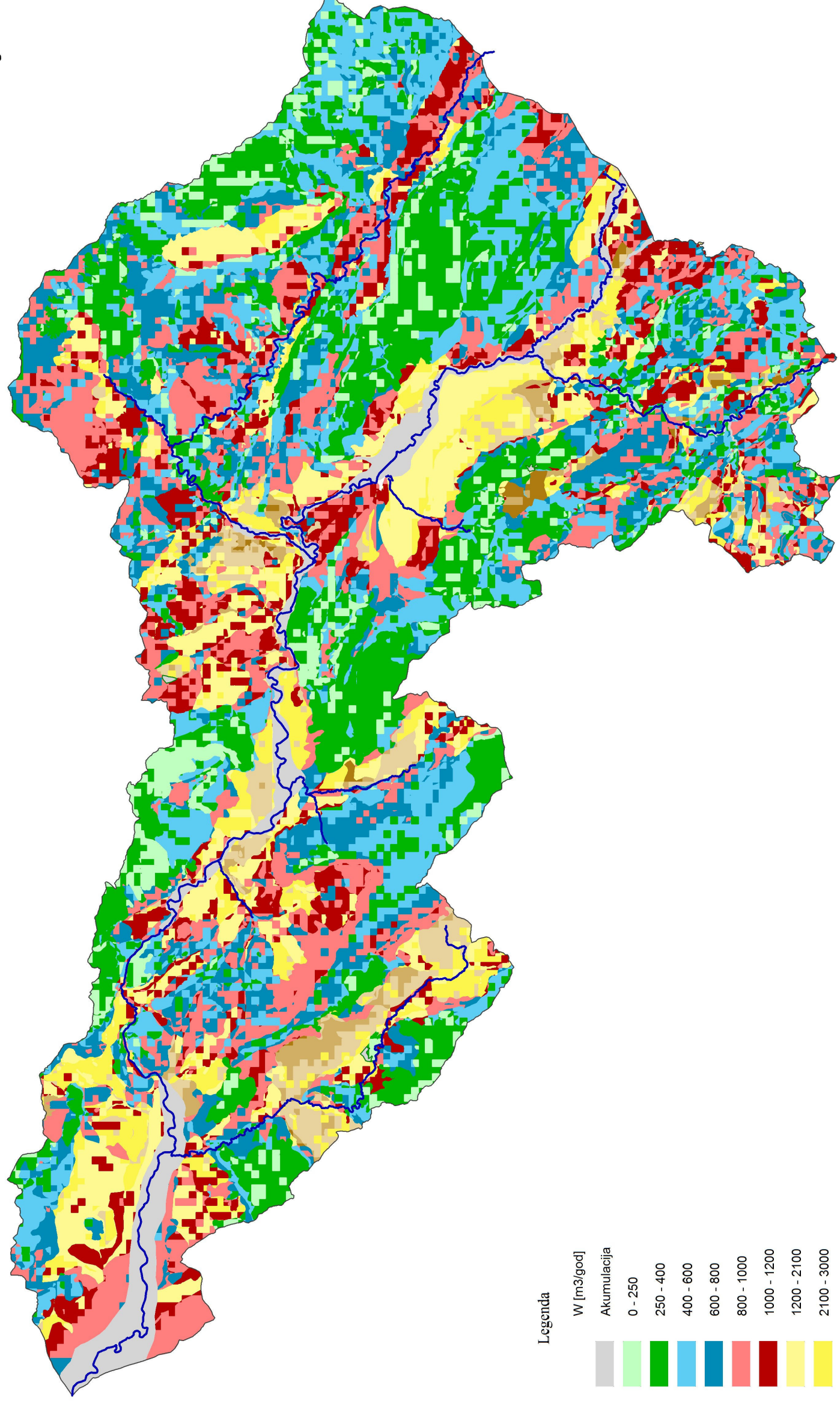
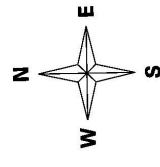


Legenda

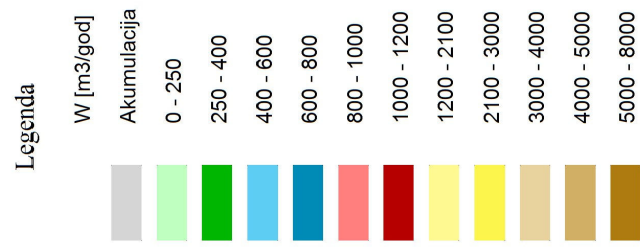
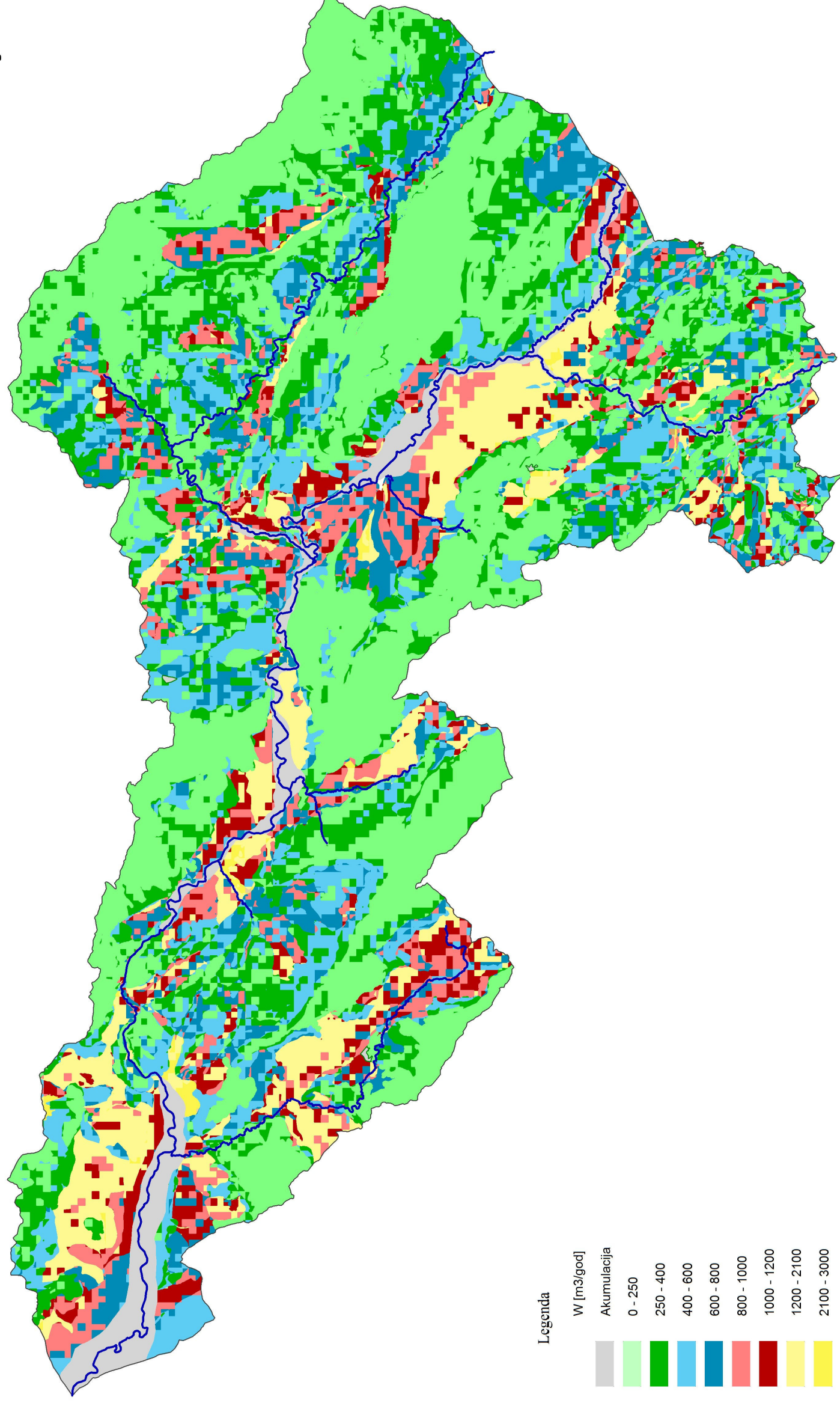
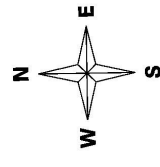
Z	Akumulacija
0.01 - 0.10	
0.10 - 0.20	
0.20 - 0.30	
0.30 - 0.40	
0.40 - 0.55	
0.55 - 0.70	
0.70 - 0.85	
0.85 - 1.00	
1.00 - 1.20	
1.20 - 1.40	
> 1.40	



KARTA EROZIJE U SLIVU NIŠAVE 1970. GODINA



KARTA EROZIJE U SLIVU NIŠAVE 2010. GODINA



5. DETERMINACIJA GEOGRAFSKIH FAKTORA NA INTENZITET EROZIVNIH PROCESA

5.1. INTERGODIŠNJA VARIJABILNOST SUSPENDOVANOG NANOSA

5.1.1. ODNOS IZMEDJU PROTICAJA I PRONOSA SUSPENDOVANOG NANOSA

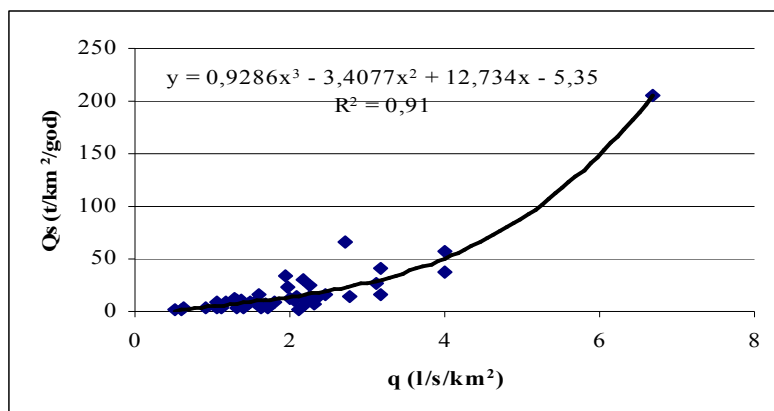
Klasifikacija godina po vodnosti omogućila je uspostavljanje zavisnosti izmedju srednje godišnjeg proticaja i pronosa suspendovanog nanosa na intergodišnjem nivou. Utvrđivanje veze izmedju ranga vodnosti godine i ranga pronosa suspendovanog nanosa daje uvid u determinaciju proticaja kao odredišnog faktora erozije. Ovaj način dvostrukog rangiranja prevashodno služi da se utvrdi da li postoji trend u pronosu nanosa prema rangiranim godinama po vodnosti, kao i koliki je nivo zavisnost proticaja i pronosa suspendovanog nanosa.

Kao što se iz priložene tabele može videti (tabela 88) na profilu Dimitrovgrad najveći pronos suspendovanog nanosa ostvario se u najvodnijoj godini, a najmanji nije ostvaren u najsušnijoj 1994. Međutim, 1993. je druga godina u rangu po izrazito niskim proticajima (razlika izmedju 1994. i 1993. je samo $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$), a 1994. godina druga po najmanje pronetom nanosu (razlika u pronosu nanosa izmedju 1994. i 1993. je samo 4 t). Shodno tome, može se reći da ekstremne vrednosti pronosa suspendovanog nanosa prate ekstremne proticaje.

U najvećem broju slučajeva trend pronosa suspendovanog nanosa prati vodnost godine. Prvih pet godina rangiranih po najvećem iznosu pronosa ostvarile su se tokom jedne katastrofalno vodne i četiri vodne godine. Slično je i kod najmanjeg pronosa nanosa koji je ostvaren tokom sušnih i delimično srednje vodnih godina. Koeficijent determinacije za vezu $Q_s = f(q)$ je visok i iznosi 0,9. Iako izmedju srednjegodišnjeg proticaja i količine pronetog nanosa postoji značajna veza, činjenica je da postoje izvesna odstupanja. Izuzetak predstavljaju 1995. i 2002. godina. Po kategoriji vodnosti ove godine pripadaju rangu sušnih, ali se po pronosu nanosa nalaze na sredini, tj. na 24. i 25. mestu. Postavlja se pitanje šta je razlog odstupanja od opšteg trenda. Sezonska, odnosno mesečna raspodela pronosa nanosa može da ima veoma važnu ulogu u iznosu ukupnog godišnjeg pronosa nanosa.

Tabela 88. Rangiranje pronosa suspendovanog nanosa Q_s ($t/km^2/god$) po godinama vodnosti na profilu Dimitrovgrad.

Rang	Godina	Q_s ($t/km^2/god$)	q ($l/s/km^2$)	Vodnost godine	Rang	Godina	Q_s ($t/km^2/god$)	q ($l/s/km^2$)	Vodnost godine
1	2010	205,5	13,9	kat. vodna	24	1995	9,6	2,2	sušna
2	1966	66,9	5,7	vodna	25	2002	9,3	2,4	sušna
3	2005	57,5	8,3	vodna	26	2003	9,0	3,7	srednje vodna
4	1970	40,2	6,6	vodna	27	1968	8,5	3,1	srednje vodna
5	2009	37,8	8,3	vodna	28	2008	8,1	3,2	srednje vodna
6	1967	33,4	4,0	srednje vodna	29	2004	7,9	2,8	srednje vodna
7	1972	29,8	4,5	srednje vodna	30	1997	7,8	3,5	srednje vodna
8	1969	26,6	6,5	vodna	31	1988	6,9	3,0	srednje vodna
9	1973	24,2	4,7	srednje vodna	32	1979	6,8	4,5	srednje vodna
10	1976	24,0	4,1	srednje vodna	33	1991	6,6	4,8	srednje vodna
11	1980	16,6	6,6	vodna	34	1986	5,8	3,6	srednje vodna
12	1971	16,5	3,3	srednje vodna	35	2000	5,4	3,5	srednje vodna
13	1999	15,7	5,1	srednje vodna	36	1985	4,4	2,7	srednje vodna
14	1965	15,0	4,3	srednje vodna	37	1992	4,1	2,2	sušna
15	2006	15,0	4,7	srednje vodna	38	1989	4,1	2,3	sušna
16	1978	14,3	5,8	vodna	39	1982	4,0	3,4	srednje vodna
17	1981	13,0	4,9	srednje vodna	40	1998	3,7	2,9	srednje vodna
18	2007	12,3	2,7	srednje vodna	41	2001	3,5	1,3	sušna
19	1977	11,8	4,1	srednje vodna	42	1990	3,1	1,9	sušna
20	1996	11,5	4,6	srednje vodna	43	1983	2,8	3,6	srednje vodna
21	1975	10,5	2,7	srednje vodna	44	1984	2,1	4,4	srednje vodna
22	1987	10,2	4,3	srednje vodna	45	1994	1,3	1,0	veoma sušna
23	1974	10,0	2,9	srednje vodna	46	1993	1,3	1,2	sušna



Grafik 10. Odnos između srednje godišnjeg specifičnog oticaja (q) i godišnjeg specifičnog pronosa suspendovanog nanosa (Q_s) na profilu Dimitrovgrad.

U slučaju 2002. godine samo avgust i oktobar učestvuju sa 63 % u godišnjoj raspodeli pronosa. Ovako veliko učešće samo dva meseca odraz je, pre svega, godišnje raspodele proticaja. Oni u godišnjoj raspodeli učestvuju sa 53,3 %. I ne samo to, specifičnost ovih meseci ogleda se u tome da oni znatno odstupaju od proseka. Avgustovski proticaj čak je 4,6 puta, a oktobarski 3,2 veći od prosečnog (što ih izdvaja na drugo mesto po ekstremu u celom osmatračkom periodu). Ovako veliki proticaji,

netipični za ovaj deo godine, posledica su naglih pljuskovitih kiša. Tokom avgusta za samo par dana izlučilo se 144,5 mm kiše (samo je 2005. imala veću količinu padavina tokom ovog meseca), što je 2,9 puta više od pedesetogodišnjeg proseka za ovaj mesec. Posledica toga bila je za ovaj mesec relativno velika vrednost koncentracije suspendovanog nanosa od 0,1104 g/l, što je na kraju rezultiralo velikim iznosom pronosa silta.

Nešto specifičnija je 1995. godina. Specifičnost ove godine je u tome što samo jedan mesec - jul u godišnjoj raspodeli pronosa nanosa učestvuje sa 47,4 %, što je jedinstven slučaj za ovaj mesec u celom periodu osmatranja nanosa. Međutim, proticaj tokom ovog meseca čak je 2 puta manji od prosečnog mesečnog proticaja. Ali, skriveni uticaj proticaja na veliki pronos silta ogleda se u njenoj raspodeli u okviru samog meseca. Naime, upravo je ove godine zabeležena najveća koncentracija nanosa (7,1 g/l), koja se javila kao posledica iznenadih letnjih pljuskova (za 4 dana izlučena količina padavina od 166,1 mm). Ove intenzivne padavine odrazile su se na dnevni proticaj koji je samo tih dana bio dva puta veći od prosečnog proticaja, ali nije dovoljno dugo trajao da ostavi veći trag na mesečnom nivou. Prema tome, u ovom slučaju uloga proticaja na intenzitet pronosa nanosa se nije mogla videti sa aspekta srednjegodišnje vrednosti, već kroz "skrivenu" unutar mesečnu raspodelu.

Maksimalan pronos suspendovanog nanosa na profulu Niš ostvaren je u najvodnijoj 1963. godini, a minimalan u najmanje vodnoj 1994. godini, što je u saglasnosti i sa ekstremnim godinama po koncentraciji suspendovanog nanosa.

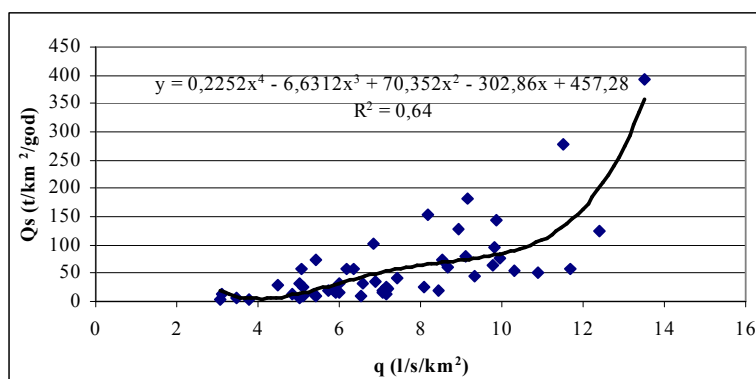
Kao i na prethodnom profilu u najvećem broju slučajeva trend pronosa nanosa prati vodnost godina. Prvih pet godina rangiranih po najvećem iznosu pronosa ostvarile su se tokom jedne veoma vodne, tri vodne u jedne srednje vodne godine. Slično je i kod najmanjeg pronosa nanosa koji je ostvaren tokom veoma sušnih i sušnih godina. Međutim, za ovaj profil karakteristično je veće odstupanje od opšteg trenda, što se prepoznaje i po manjoj vrednosti koeficijent determinacije za vezu $Q_s = f(q)$ koji iznosi 0,64.

Za razliku od uzvodnog profila češće se javljaju slučajevi da se relativno visok iznos pronosa nanosa ostvaruje u manje vodnim godinama. Visok pronos nanosa u godinama koje pripadaju kategoriji sušnih rezultat je ekstremno visokih proticaja koji su u koincidenciji sa visokom količinom padavina i koncentracijom silta na nivou jednog

ili dva meseca. Kod takvih godina jedan ili dva meseca u godišnjoj raspodeli pronosa nanosa mogu da učestvuju i sa preko 50 %. Kao primer može poslužiti 1961. godina. Po kategoriji vodnosti ona pripada rangu sušnih godina, dok je po vrednosti pronosa nanosa iznad proseka. Unutar godišnjoj raspodeli pronosa nanosa na mesec maj otpada čak 53,3 % od ukupne godišnje količine silta.

Tabela 89. Rangiranje pronosa suspendovanog nanosa Q_s ($t/km^2/god$) po godinama vodnosti na profilu Niš.

Rang	Godina	Q_s ($t/km^2/god$)	q ($l/s/km^2$)	Vodnost godine	Rang	Godina	Q_s ($t/km^2/god$)	q ($l/s/km^2$)	Vodnost godine
1	1963	392,7	13,5	veoma vodna	26	1983	32,1	5,0	sušna
2	1962	277,3	11,5	vodna	27	1991	30,6	6,0	srednje vodna
3	1969	182,4	9,1	vodna	28	1989	29,9	4,5	sušna
4	1975	154,4	8,2	srednje vodna	29	1971	26,9	7,1	srednje vodna
5	1976	143,7	9,9	vodna	30	1999	26,4	8,1	srednje vodna
6	1965	128,8	8,9	vodna	31	1992	26,3	5,1	sušna
7	2010	123,2	12,4	veoma vodna	32	2003	22,8	7,2	srednje vodna
8	1964	101,9	6,8	srednje vodna	33	2009	20,0	7,0	srednje vodna
9	1966	96,2	9,8	vodna	34	2007	19,7	5,7	srednje vodna
10	1977	78,5	9,1	vodna	35	2000	18,5	5,9	srednje vodna
11	1978	75,6	10,0	vodna	36	1996	17,8	8,4	srednje vodna
12	1974	74,4	8,5	srednje vodna	37	2004	16,2	6,0	srednje vodna
13	1961	72,3	5,4	sušna	38	1984	15,3	7,1	srednje vodna
14	1980	64,1	9,8	vodna	39	2008	15,2	5,9	srednje vodna
15	1981	59,9	8,7	srednje vodna	40	1995	14,1	4,9	sušna
16	1968	58,9	5,1	sušna	41	1990	14,0	3,1	veoma sušna
17	1967	58,4	6,4	srednje vodna	42	1997	11,7	7,1	srednje vodna
18	2005	56,5	11,7	vodna	43	1998	11,5	5,4	sušna
19	1972	56,1	6,2	srednje vodna	44	2002	10,6	5,1	sušna
20	1973	54,4	10,3	vodna	45	1988	9,9	5,4	sušna
21	1970	49,9	10,9	vodna	46	1986	9,5	6,5	srednje vodna
22	2006	43,5	9,3	vodna	47	2001	6,7	3,5	veoma sušna
23	1987	43,0	7,4	srednje vodna	48	1985	6,1	5,0	sušna
24	1979	35,4	6,9	srednje vodna	49	1993	4,3	3,8	sušna
25	1982	33,0	6,6	srednje vodna	50	1994	1,6	3,1	veoma sušna



Grafik 11. Odnos izmedju srednje godišnjeg specifičnog oticaja (q) i godišnjeg specifičnog pronosa suspendovanog nanosa (Q_s) na profilu Niš.

Ovako visok pronos posledica je ekstremnih proticaja (srednji mesečni proticaj $21,0 \text{ m}^3/\text{s}$) koji su u ovom slučaju trajali ceo mesec, a bili su 2 puta veći od višegodišnjeg proseka. Visoki proticaji posledica su velike količine padavina ($134,2 \text{ mm}$), koja je tog meseca bila za 2,1 put veća od proseka. Na kraju sled ovakvih događaja rezultirao je visokim koncentracijama suspendovanog nanosa, a samim tim i visokim pronosom.

Prema tome, niži nivo detriminacije između srednjegodišnjeg proticaja i pronosa suspendovanog nanosa, odnosno odstupanje vrednosti pronosa nanosa od opšteg trenda, zapravo, može se objasniti uticajem veće varijabilnosti količine padavina, proticaja i pronosa nanosa u okviru njihove godišnje raspodele. Konkretno za 1961. godinu upravo je karakteristična veoma velika varijabilnost u količini padavina od 0,99, kao i varijabilnost proticaja od 1,01, što je uslovalo i veliku varijabilnost u pronosu nanosa od 1,95.

Na profilu Braćevci najveći pronos nanosa bio je 1966., koja u pogledu vodnosti nije bila najvodnija, ali pripada kategoriji vodnih godina. Slično je i sa najmanjim pronosom nanosa, koji nije bio u najsušnijoj godini, ali je je ostvaren u godini koja pripada kategoriji sušnih. U pogledu ekstrema može se konstatovati da maksimalan i minimalan pronos nanosa prate vodnost godina.

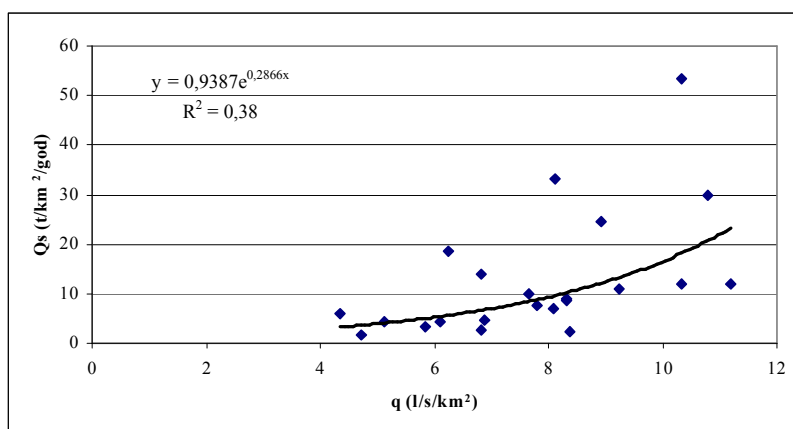
Medjutim, za razliku od Nišave, kod Visočice postoji znatno veći stepen rasipanja u pogledu odnosa između pronosa suspendovanog nanosa i vodnosti. Veza na relaciji $Q_s = f(q)$ pokazuje mali stepen povezanosti (koeficijent determinacije 0,37).

Kao i u prethodnim slučajevima, i kod ovog profila imamo godine koje u odnosu na kategoriju kojoj pripadaju po vodnosti, imaju veliki pronos nanosa. Takva je, recimo 1969. godina koja se po vrednosti pronosa nanosa nalazi na drugom mestu. Rangirana po vodnosti ona pripada grupi srednje vodnih godina, ali je po vrednosti proticaja tek nešto iznad proseka. Izuzetno veliki pronos nanosa posledica je velikih proticaja u februaru (koji su bili 1,7 puta veći od proseka za ovaj mesec), uslovljenih velikom količinom padavina ($101,8 \text{ mm}$, tj. 2,1 puta veća od proseka). S obzirom da u ovom mesecu vegetacija nema ulogu zaštitnog faktora zemljišta od procesa erozije, velika količina padavina i veliki proticaji uslovlili su pojavu visokih koncentracija suspendovanog nanosa čija je srednja vrednost iznosila $0,175 \text{ g/l}$, što je za 5,6 puta veća vrednost od prosečne za ovaj mesec. Kao posledica toga, februar je u ukupnoj godišnjoj

raspodeli pronosa nanosa učestvovao sa čak 60,3 %. Iako je godišnja raspodela proticaja manje varijabilna i kreće se oko proseka u odnosu na višegodišnju vrednost, veliki pronos nanosa posledica u ovom slučaju posledica je pluviometrijskog režima. Ova godina je po varijabilnosti padavina u samom vrhu. Sa koeficijentom varijabilnosti padavina od 0,92 nalazi se odmah iza 1975. godine.

Tabela 90. Rangiranje pronosa suspendovanog nanosa po godinama vodnosti na profilu Braćeveci.

Rang	Godina	Qs (t/km ² /god)	q (l/s/km ²)	Vodnost godine
1	1966	53,5	10,3	vodna
2	1969	33,3	8,1	srednje vodna
3	1970	29,9	10,8	vodna
4	1967	24,6	8,9	srednje vodna
5	1965	18,4	6,2	srednje vodna
6	1974	14,1	6,8	srednje vodna
7	1976	12,1	10,3	vodna
8	1975	11,8	11,2	vodna
9	1978	10,8	9,2	vodna
10	1972	10,0	7,7	srednje vodna
11	1977	9,0	8,3	srednje vodna
12	1980	8,5	8,3	srednje vodna
13	1973	7,7	7,8	srednje vodna
14	1981	6,9	8,1	srednje vodna
15	1968	5,8	4,4	sušna
16	1982	4,6	6,9	srednje vodna
17	1971	4,5	6,1	srednje vodna
18	1983	4,4	5,1	srednje vodna
19	1984	3,4	5,8	srednje vodna
20	1986	2,6	6,8	srednje vodna
21	1979	2,2	8,4	srednje vodna
22	1985	1,8	4,7	sušna



Grafik 12. Odnos izmedju srednje godišnjeg specifičnog oticaja (q) i godišnjeg specifičnog pronosa suspendovanog nanosa (Qs) na profilu Braćeveci.

Rangiranje pronosa suspendovanog nanosa na nivou ekstrema i kod Jerme se može reći da je u saglasnosti sa godinama koje su rangirane po vodnosti. Naime, godina 1969., iako nije bila najvodnija, pripada kategoriji vodnih. Izdvaja se po izuzetno velikom pronosu suspendovanog nanosa upravo zbog jako velikih proticaja koji su bili tokom februara i marta i pratećih visokih koncentracija silta, kao što je već rečeno u poglavlju o koncentracijama. Najmanji pronos, takodje nije bio u hidrološki najsušnjoj godini, ali i 1985. godina pripada kategoriji sušnih i na drugom je mestu u toj kategoriji.

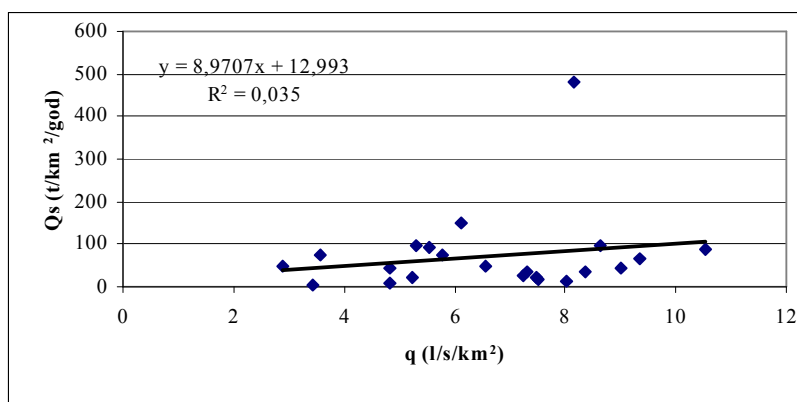
Medjutim, ono što se odmah uočava, u odnosu na prethodne profile, je veliko rasipanje podataka, odnosno odsustvo bilo kakvog trenda na nivou veze $Q_s = f(q)$. Nijedan vid regresione krive (linearna, logaritamska, polinomialna ili eksponencionalna) ne daje statističku povezanost ove dve varijable.

Imamo situaciju, kao i u prethodnim slučajevima, da se relativno visok pronos nanosa javlja u godinama ispod prosečnih proticaja. U tom smislu najilustrativnija je 1964. godina, koja se po kategoriji vodnosti svrstava u sušne godine. Relativno veliki pronos nanosa objašnjava se udelom meseca novembra u godišnjoj raspodeli nanosa. Naime, tokom ovog meseca ostvarilo se 25 % od ukupnog godišnjeg nanosa. Po tome je ovaj mesec netipičan, jer se udeo koji novembar nosi u godišnjoj raspodeli nanosa kreće u proseku oko 2 %. Ovako veliki pronos nanosa posledica je visoke količine padavina (101,6 mm na stanici Vlasi) koja je bila 1,6 puta veća od višegodišnjeg proseka; a to je uslovalo i veći proticaj koji je bio 1,9 puta veći od prosečnog

Može se zaključiti da godine koje su karakteristične po ekstremnim vrednostima pronosa suspendovanog nanosa nisu potpuno saglasne sa godinama rangiranim po njihovoj vodnosti. Stepenn slaganja na ovoj relaciji u intragodišnjoj raspodeli najviši je na Nišavi i to na profilu Dinitrovgrad, a znatno manje na profilu Niš. U slučaju Visočice nivo slaganja je mali, ali ipak postoji u odnosu na Jermu. Prisustvo pojedinih godina koje su po rangi pronosa iznad srednje ili medijalne vrednosti (grafik 14,15,16,17), a po rangi vodnosti u kategoriji sušnih ili srednje vodnih godina sa relativnom malim proticajem, može se objasniti intragodišnjom raspodelom u režimu nanosa. Ova intragodišnja raspodela nanosa odraz je specifičnih hidroloških i padavinskih događaja.

Tabela 91. Rangiranje pronosa suspendovanog nanosa prema godinama vodnosti na profilu Trnski Odorovci.

Rang	Godina	Qs (t/km ² /god)	q (l/s/km ²)	Vodnost godine
1	1969	480,3	8,2	vodna
2	1966	151,2	6,1	srednje vodna
3	1970	98,9	8,6	vodna
4	1971	96,8	5,3	srednje vodna
5	1967	92,1	5,5	srednje vodna
6	1973	87,0	10,5	vodna
7	1965	75,8	5,8	srednje vodna
8	1964	75,2	3,6	sušna
9	1976	68,3	9,3	vodna
10	1968	50,7	2,9	sušna
11	1975	47,7	6,6	srednje vodna
12	1972	44,1	4,8	srednje vodna
13	1980	42,9	9,0	vodna
14	1981	33,9	8,4	vodna
15	1974	33,6	7,3	srednje vodna
16	1982	24,8	7,2	srednje vodna
17	1983	22,7	5,2	srednje vodna
18	1978	21,0	7,5	srednje vodna
19	1977	18,9	7,5	srednje vodna
20	1984	13,0	8,0	vodna
21	1979	10,4	4,8	srednje vodna
22	1985	3,4	3,4	sušna



Grafik 13. Odnos izmedju srednje godišnjeg specifičnog oticaja (q) i godišnjeg specifičnog pronosa suspendovanog nanosa (Qs) na profilu Trnski Odorovci.

Kod Nišave, na profilu Dimitrovgrad, nijedna godina koja pripada kategoriji sušnih ne nalazi se iznad srednje vrednosti pronosa suspendovanog nanosa ($Q_s = 18,6$ t/km²/god), kao ni iznad njegove medijalne vrednosti ($Me(Q_s) = 9,75$ t/km²/god). Samo su 1995. i 2002. godina na granici sa medijalnim pronosom. Što se tiče srednje vodnih godina čiji je specifični oticaj manji od njegove srednje višegodišnje vrednosti ($q_{sr} = 4,1$ l/s/km²) nijedna se ne nalazi ni iznad vrednosti $Sr(Q_s)$, a ni iznad $Me(Q_s)$. Ako za

granicu specifičnih oticaja uzmemo njegovu medijalnu vrednost ($Me(q) = 3,65 \text{ l/s/km}^2$), onda se iznad medijalnog pronosa nalaze 4 takve godine (1974, 1975, 2007 i 1971).

Kod profila Niš, situacija je nešto drugačija (grafik 15). Klasifikovane kao sušne, iznad srednje vrednosti pronosa nanosa ($Sr(Qs) = 8,6 \text{ t/km}^2/\text{god}$), nalaze se čak 2 godine (1961. i 1968.), a na samoj medijalnoj granici pronosa ($Me(Qs) = 32,5 \text{ t/km}^2/\text{god}$) jedna godina (1983). Iznad $Me(Qs)$ nalaze se 4 srednje vodne godine (1982., 1979., 1972. i 1967), čija je vrednost specifičnog oticaja ispod medijalne ($Me(q) = 6,97 \text{ l/s/km}^2$), kao i 1964. čija je vrednost q veoma bliska $Me(q)$.

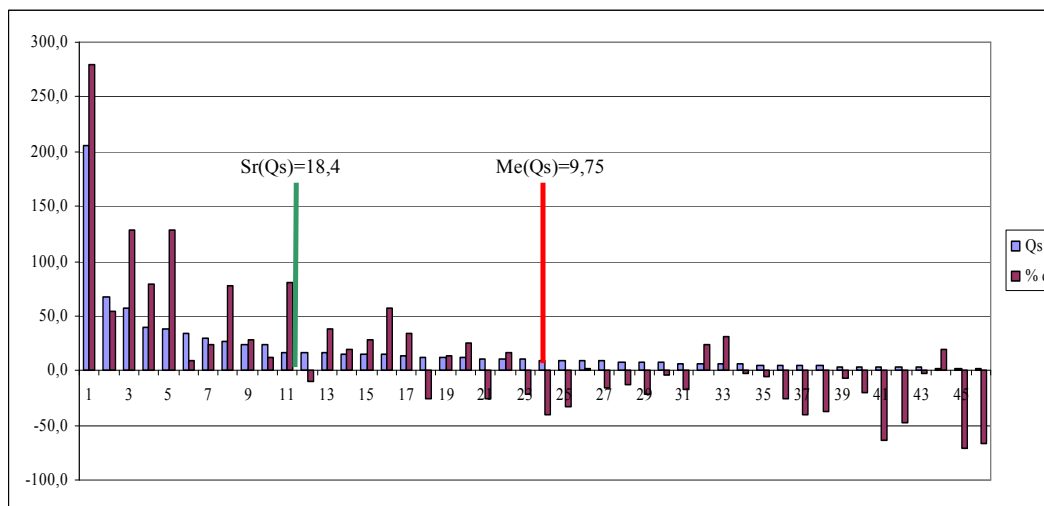
Za Visočicu je, kao i kod Nišave na profilu Dimitrovgrad, karakteristično da se nijedna godina koja pripada kategoriji sušnih po količini pronosa nanosa ne nalazi iznad srednje ($Sr(Qs) = 12,7 \text{ t/km}^2/\text{god}$), a ni medijalne vrednosti pronosa nanosa ($Me(Qs) = 8,7 \text{ t/km}^2/\text{god}$). S druge strane, srednje vodnih godina sa specifičnim oticajem ispod medijalnog ($Me(q) = 7,94 \text{ l/s/km}^2$) iznad $Me(Qs)$ ima tri (1972., 1974., 1965), a od toga dve su iznad $Sr(Qs)$.

Jerma je specifična po tome što su dve godine (1968., 1964), koje su po vodnosti svrstane u kategoriju sušnih, nalaze iznad medijalne vrednosti pronosa nanosa ($Me(Qs) = 49,5 \text{ t/km}^2/\text{god}$), a 1964. je pozicionirana iznad srednje vrednosti pronosa ($Sr(Qs) = 72,4 \text{ t/km}^2/\text{god}$). Takođe, veliki broj srednje vodnih godina nalazi se iznad medijane pronosa. U stvari, od pet godina četiri godine (1965., 1967., 1971., 1966) čiji je q manji od medijalnog ($Me(q) = 6,9 \text{ l/s/km}^2$) pozicionirane su iznad $Sr(Qs)$.

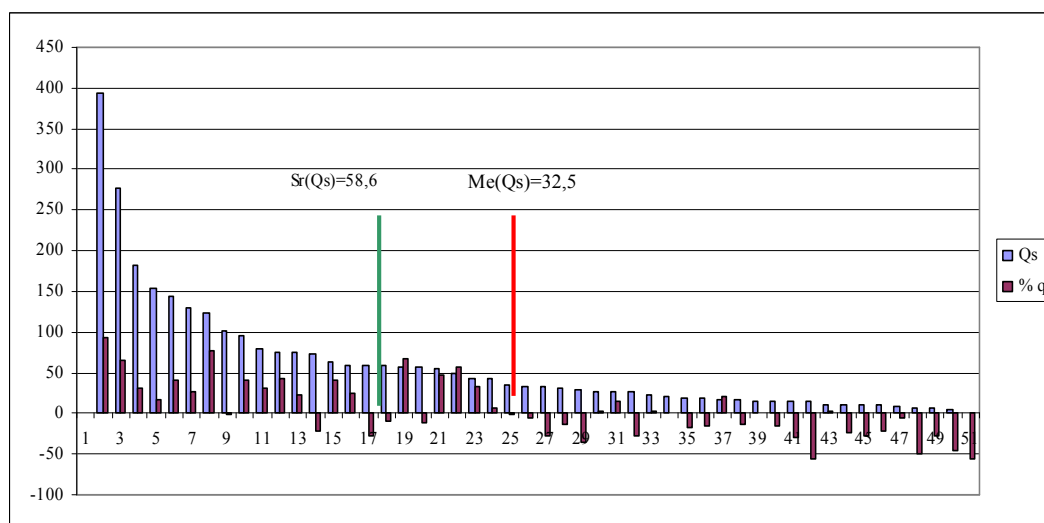
Nasuprot ovakvoj situaciji, za Jermu i Visočicu, a delimično i za Nišavu, karakteristično je da je prisutan izvestan broj godina sa suprotnim trendom - prisustvo relativno malih vrednosti pronosa nanosa u godinama srednje i nadprosečne vodnosti.

Najmanja ovakava odstupanja su na profilu Dimitrovgrad. Ispod medijalne vrednosti pronosa nanosa nalaze se četiri srednje vodne godine čiji je srednji godišnji specifični oticaj veći od $Me(q)$. To su 1984., 1991., 1997. i 2003. godina.

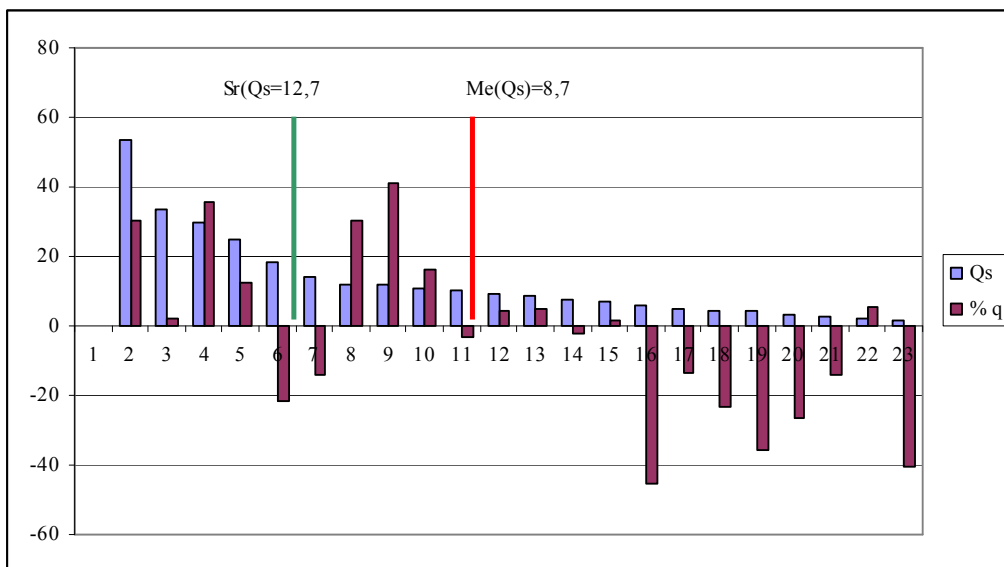
Na profilu Niš takvih je sedam godina (1997., 1984., 1996., 2009., 2003., 1999. i 1971.). Za Visočicu su karakteristične četiri takve godine (1979., 1981., 1973. i 1980.).



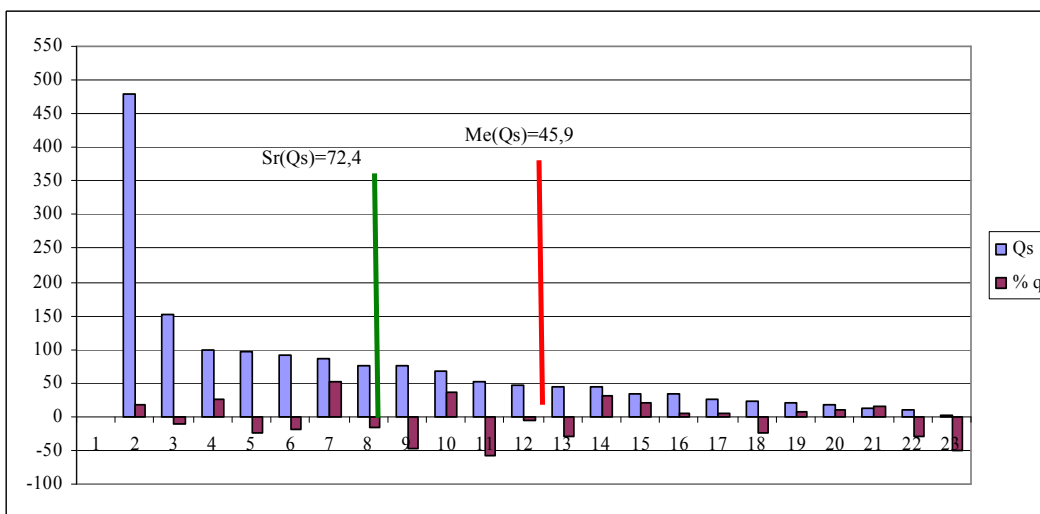
Grafik 14. Rangiranje godina po vrednosti pronosa suspendovanog nanosa (Q_s) i procentualno odstupanje specifičnog oticaja ($q\%$) od medijalne vrednosti na profilu Dimitrovgrad.



Grafik 15. Rangiranje godina po vrednosti pronosa suspendovanog nanosa (Q_s) i procentualno odstupanje specifičnog oticaja ($q\%$) od medijalne vrednosti na profilu Niš.



Grafik 16. Rangiranje godina po vrednosti pronosa suspendovanog nanosa (Q_s) i procentualno odstupanje specifičnog oticaja ($\% q$) od medijalne vrednosti na profilu Bračevci.



Grafik 17. Rangiranje godina po vrednosti pronosa suspendovanog nanosa (Q_s) i procentualno odstupanje specifičnog oticaja ($\% q$) od medijalne vrednosti na profilu Trnski Odorovci.

Najveći broj godina koje se prema medijalnom pronosu nanosa nalaze ispod njene vrednosti, je na Jermi. Čak sedam takvih godina ima q iznad medijalnog, a relativno mali pronos nanosa. Za razliku od prethodnih slučajeva gde godine po vodnosti pripadaju kategoriji srednje vodnih, za Jermu imamo situaciju da se ispod $Me(Q_s)$ nalaze tri godine koje pripadaju rangu vodnih (1984., 1981. i 1980.). Recimo, 1984. godina sa srednjegodišnjim specifičnim oticajem od $8,0 \text{ l/s/km}^2$ (što je za $1,1 \text{ l/s/km}^2$ veća vrednost od $Me(q)$) rangirana po vrednosti nanosa nalazi se na 20 mestu od ukupno 22. Tu su još i četiri srednje vodne godine (1977., 1978., 1982. i 1974.)

Udeo klasifikovanih godina po vodnosti koje se nalaze iznad medijane pronosa nanosa, a imaju q manji od $Me(q)$ na Nišavi iznosi 7,8 % na profilu Dimitrovgrad, odnosno 12 % na profilu Niš. Na Visočici je udeo takvih godina 13,6 %, a na Jermi 31,8 %.

S druge strane, udeo klasifikovanih godina po vodnosti koje se nalaze ispod medijane pronosa nanosa, a imaju q veći od $Me(q)$ na Nišavi na profilu Dimitrovgrad je 8,7 %, a na profilu Niš 14 %. Na Visočici je taj udeo iznosi 18,2 %, a na Jermi 31,8 %.

Broj godina koje odstupaju od trenda najmanji je na profilu Dimitrovgrad. Upravo, neprisustvo sušnih godina iznad srednje vrednosti ili medijalne vrednosti nanosa, mali broj srednjevodnih godina iznad medijane nanosa, kao i mali broj godina ispod $Me(Q_s)$, objašnjava veliki stepen determinacije na relaciji $Q_s = f(q)$ na ovom profilu. Suprotno, za Jermu je karakteristično da se od ukupnog broja godina (a njih je 11) koje imaju pronos nanosa veći od njegove medijalne vrednosti, čak 7 godina (što čini 63,6 %) ima specifični oticaj manji od medijalnog. Nasuprot tome, broj godina koje su po vodnosti iznad proseka medijalne vrednosti, a nalaze se ispod $Me(Q_s)$ iznosi 8 što čini 72,7 %. Upravo ovakva velika disproporcija na relaciji pronos nanosa - vodnost godine je razlog nepostojanja determinacije na vezi $Q_s = f(q)$.

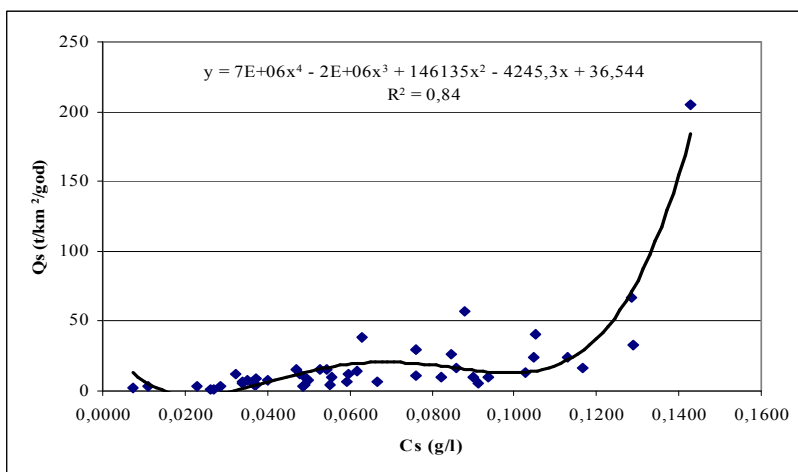
Kao što je već navedeno, prisustvo pojedinih godina koje su po rangu pronosa iznad srednje ili medijalne vrednosti, a po rangu vodnosti u kategoriji sušnih ili srednje vodnih godina sa relativnom malim proticajem, svoje objašnjenje nalazi u unutar-godišnjoj raspodeli režima nanosa, koji je u funkciji režima padavina i oticaja.

Medjutim, postavlja se pitanje šta je razlog male vrednosti pronosa nanosa u godinama koje sa hidrološkog aspekta pripadaju grupi nadprosečno vodnih godina?

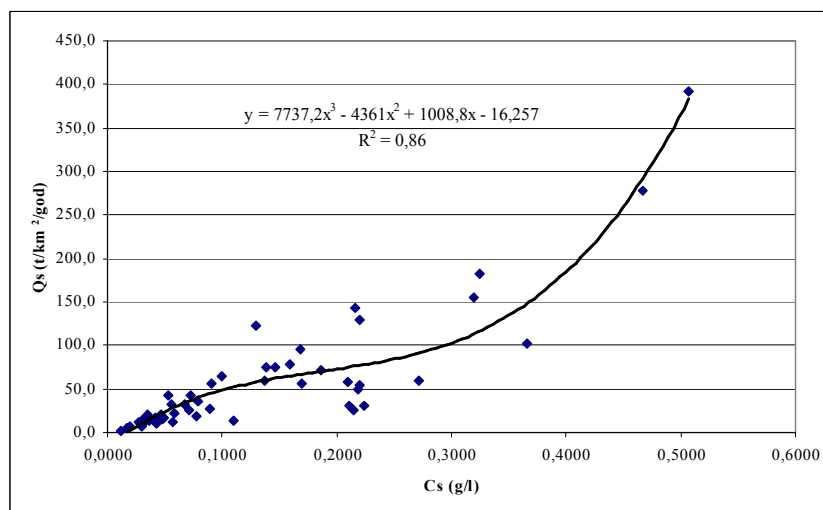
Odgovor na to pitanje je kompleksan i biće razmatran sa nekoliko stanovišta.

5.1.2. ODNOS IZMEDJU KONCENTRACIJA I PRONOSA SUSPENDOVANOG NANOSA

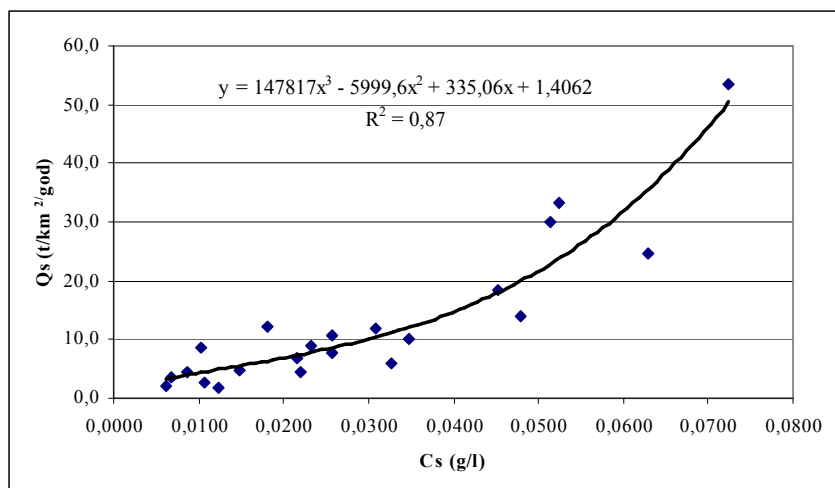
Utvrđivanjem veze između ranga vodnosti godine i ranga pronosa suspendovanog nanosa, odnosno relacije $Q_s = f(q)$, dobijen je uvid u determinaciju proticaja kao odredišnog faktora erozije. Međutim, ostaje da se utvrdi uticaj druge komponente koja je sastavni deo pronosa nanosa, a to je koncentracija suspendovanog nanosa. Kakav je nivo veze između ove dve varijable najbolje se može sagledati sa grafika 18,19,20,21.



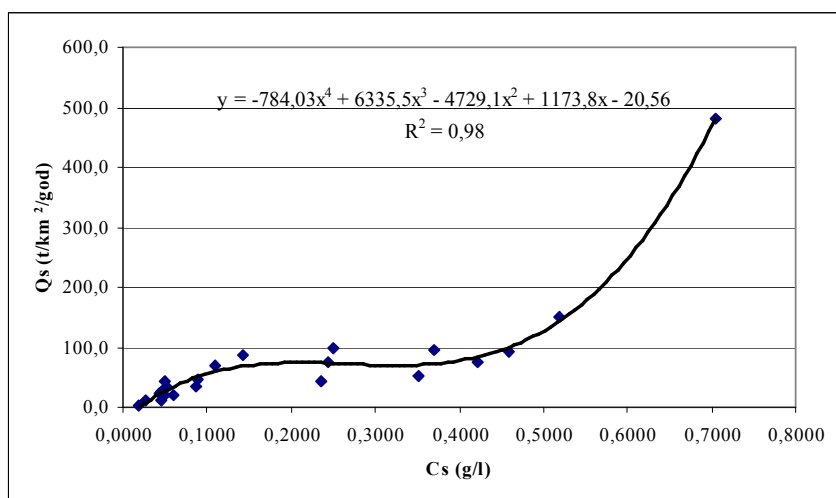
Grafik 18. Odnos između srednje godišnje koncentracije suspendovanog nanosa (C_s) i godišnjeg specifičnog pronosa suspendovanog nanosa (Q_s) - profil Dimitrovgrad.



Grafik 19. Odnos između srednje godišnje koncentracije suspendovanog nanosa (C_s) i godišnjeg specifičnog pronosa suspendovanog nanosa (Q_s) - profil Niš.



Grafik 20. Odnos između srednje godišnje koncentracije suspendovanog nanosa (Cs) i godišnjeg specifičnog pronosa suspendovanog nanosa (Qs) - profil Braćeveci.



Grafik 21. Odnos između srednje godišnje koncentracije suspendovanog nanosa (Cs) i godišnjeg specifičnog pronosa suspendovanog nanosa (Qs) - profil Trnski Odorovci.

Posmatrajući nivo zavisnosti veze $Q_s = f(C_s)$ polinomialna regresiona kriva trećeg i četvrtog stepena daje parametre visoke statističke značajnosti. Koncentracija suspendovanog nanosa kao integralni deo pronosa ima visok stepen determinacije. On se kreće od 0,84, odnosno 0,86 na Nišavi na profilima Dimitrovgrad i Niš, do 0,87, odnosno 0,97 koliko iznosi na Visočici i Jermi. Prema tome, najveći stepen povezanosti između koncentracije i pronosa suspendovanog nanosa je u slučaju Jerme.

5.1.3. DETERMINACIJA UTICAJA PROTICAJA I KONCENTRACIJE SILTA NA INTENZITET PRONOSA SUSPENDOVANOG NANOSA

Komparativnom analizom zavisnosti pronosa suspendovanog nanosa od njegove dve integralne komponente - proticaja, tj. specifičnog oticaja i koncentracije suspendovanog nanosa, uočena je pravilnost: što je stepen determinacije za vezu $Q_s = f(q)$ manji, to je stepen determinacije na nivou veze $Q_s = f(C_s)$ veći.

**Tabela 92. Intergodišnji koeficijenti determinacije (R^2)
na nivou veze $Q_s = f(q)$ i $Q_s = f(C_s)$.**

Reka	Profil	n	$Q_s = f(q)$ R^2	$Q_s = f(C_s)$ R^2
Nišava	Dimitrovgrad	46	0,91	0,84
Nišava	Niš	50	0,64	0,86
Visočica	Braćeveci	22	0,38	0,87
Jerma	T. Odorovci	22	0,03	0,97

Legenda: n- broj godina

Predstavljenim načinom uspostavljena je veza, odnosno interakcija između faktora od kojih zavisi pronos suspendovanog nanosa. Međutim, uticaj svakog faktora ponaosob na ovaj način ne može biti precizno definisan. Za kvantitativno definisanje svakog od navedenih parametara i njihovu individualnu determinaciju u statističku analizu neophodno je uvesti parcijalne koeficijent elastičnosti (*pke*). Njihovo uvođenje u analizu dobija na značaju, jer oni, zapravo, relativizuju odnos zavisnog i nezavisnog faktora, tako što pokazuju procentualnu promenu prvog kada se drugi promeni za 1 %.

Prema parcijalnim koeficijentima elastičnosti, zaključuje se da promena q za 1 % najviše menja pronos nanosa na profilu Dimitrovgrad i to za 2,33 % i na Jermi za 1,65 %, zatim na profilu Niš za 1,26 %, a najmanje na Visočici 0,91 %. Promena koncentracije suspendovanog nanosa za 1 % najviše utiče na promenu pronosa nanosa na Jermi i Visočici i to za 1,22 %, odnosno 1,19 %. Na Nišavi je taj uticaj nešto veći na profilu Niš (0,96 %) u odnosu na Dimitrovgrad (0,72). Prema tome, na svim profilima, izuzev na profilu Braćeveci, tj. na Visočici, promena vodnosti najviše doprinosi promeni pronosa nanosa.

**Tabela 93. Regresioni model zavisnosti $Q_s = f(q, C_s)$
sa parcijalnim (pke) i standardizovanim (ske) koeficijentima elastičnosti**

Reka	Profil	Regresioni model	R	<i>pke q</i>	<i>pke Cs</i>	<i>ske q</i>	<i>ske Cs</i>
Nišava	Dimitrovgrad	$Q_s = -37,6 + 10,37 \cdot q + 206,84 \cdot C_s$	0,86	2,33	0,72	0,72	0,16
Nišava	Niš	$Q_s = -71,83 + 10,14 \cdot q + 422,44 \cdot C_s$	0,91	1,26	0,96	0,35	0,48
Visočica	Braćeveci	$Q_s = -13,96 + 1,5 \cdot q + 522,25 \cdot C_s$	0,91	0,91	1,19	0,23	0,79
Jerma	T. Ododrovci	$Q_s = -135,37 + 18,04 \cdot q + 444,14 \cdot C_s$	0,88	1,65	1,22	0,38	0,88

Medjutim, utvrđivanje potencijanih mogućnosti sadržinskih varijabli na intenzitet erozije biće sagledana preko standardizovanih koeficijenata elastičnosti. Tako je na Jermi potencijalna mogućnost koncentracije silta na promenu pronosa nanosa 3,4 puta veća od proticaja, odnosno specifičnog oticaja. Taj potencijal na Visočici je 2,3 puta, a na Nišavi (Niš) 1,38 puta veći od potencijalne vrednosti proticaja. Izuzetak predstavlja Nišava na usvom uzvodnom proflu. Tako je na profilu Dimitrovgrad potencijalna mogućnos q 4,64 puta veća od iste mogućnosti koncentracije. Na osnovu njega može se zaključiti da je potencijalni uticaj koncentracije silta veći od proticaja na većini profila. Da se ne bi stekao pogrešan utisak da proticaj ima samo posredni značaj u potencijalnim mogućnostima, treba naglasiti da visoki pronosi nanosa mogu biti ostvareni u slučaju visokih koncentracija silta, a relativno niskih vrednosti proticaja. To je naročito karakteristično u letnjem periodu kada iznanadne i intenzivne pljuskovite kiše kratkog trajanja utiču na intenziviranje pluviudenudacionog procesa, ali ne ostavljaju veći trag na proticaju (što je kao primer navedeno u narednim poglavljima).

Na ovaj način razmotreno je kako srednjegodišnji proticaj i srednjegodišnja koncentracija suspendovanog nanosa utiču na pronos silta, odnosno u kojoj ga meri determinišu. Ali, to nam još uvek ne može poslužiti kao odgovor na konstataciju da se u pojedinim godinama koje karakteriše nadprosečna vodnost javlja relativno mali pronos nanosa.

5.1.4. TREND ANALIZA I DEKOMPOZICIJA VREMENSKIH SERIJA

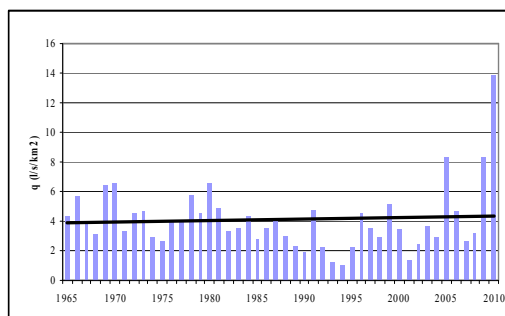
Za dalji rad i utvrđivanje zašto je došlo do navedene pojave, posebna pažnja mora se posvetiti vremenskoj perspektivi. U tom smislu primenom jednostavne analize trendova, uz korišćenje linearne regresije za uspostavljanje linije trenda, moguće je sagledati intenzitet promena na nivou statističke značajnosti (Walling D.E., 2006). Uvodjenjem u postupak *analizu vremenskih serija* možemo sagledati koliko jedna varijabla utiče na promenu druge, odnosno u kojoj meri zavisna komponenta prati promene nezavisnih varijabli.

Kako navode Walling i Fang (Walling D.E., Fang D., 2003) praćenje promena u intenzitetu pronosa nanosa na dugoročnom nivou ukazuje na to da su te promene osetljive na uticaje mnogobrojnih faktora, kao što su klimatske promene, antropogena delatnost, konzervacijski radovi, izgradnja rezervoara i sl. U mnogim, slučajevima veoma je teško decidirano razdvojiti, recimo, uticaj klimatskih promena od ostalih promena u slivu. Da bi utvrdili preliminarnu procenu o trendovima u pronosu nanosa može se koristiti jednostavna trend analiza podataka koristeći dekompoziciju vremenskih serija i kumulativne dijagrame.

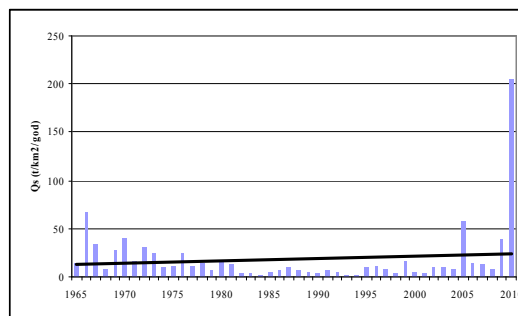
Na osnovu dugoročnih osmatranja uspostavljeni su trendovi za specifični oticaj i pronos nanosa. Povezivanjem kumulativnih vrednosti q i Q_s u kumulativni dvostruki mas-plot dijagram omogućeno je segledavanje u kolikoj meri je vrednost pronosa nanosa u saglasnosti sa vrednostima proticaja (specifičnog oticaja), a sa druge strane i identifikacija tačke nastalih promena.

Kao što se može videti iz priloženih grafika na svim profilima prisutna je opadajuća linija trenda pronosa suspendovanog nanosa. Slična situacija je i sa proticajem. Linija rastućeg trenda proticaja za dati vremenski okvir prisutna je samo na Jermi.

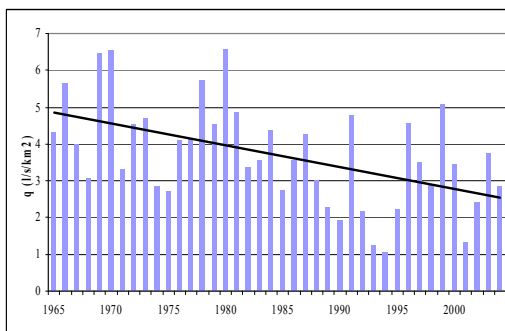
I a)



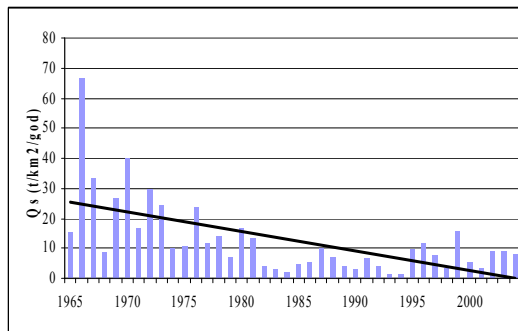
b)



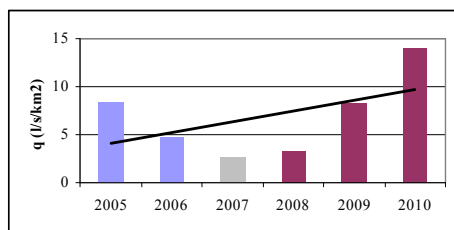
II a)



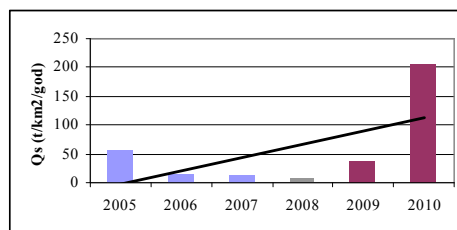
b)



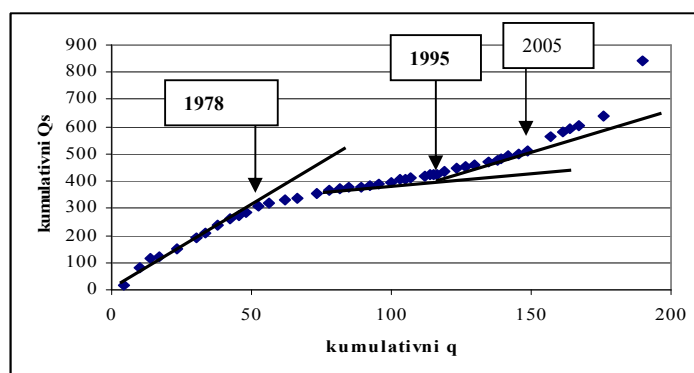
III a)



b)



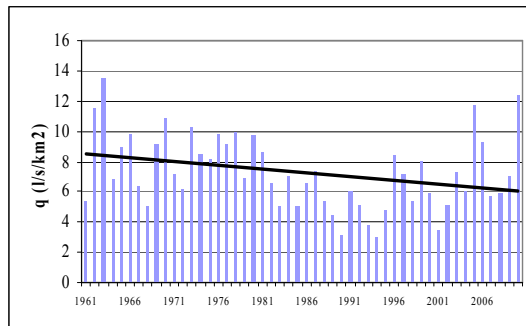
c)



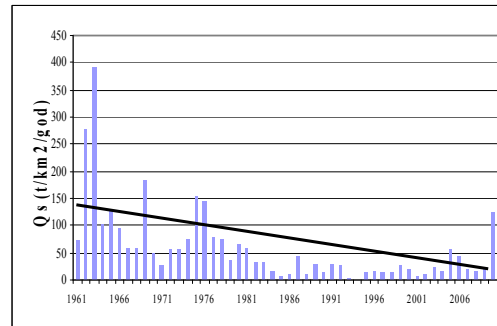
Grafik 22. Dugoročni trendovi specifičnog oticaja (a) i specifičnog pronosa nanosa (b) povezanih kumulativnim dvostrukim mas plot dijagramom (c) - profil Dimitrovgrad.

I vremenska serija 1965-2010; II vremenska serija 1965-2005; III vremenska serija 2005-2010.

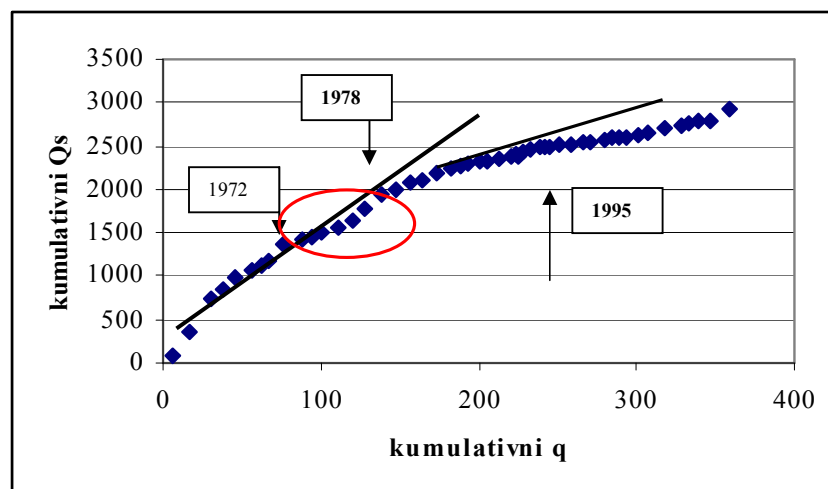
a)



b)

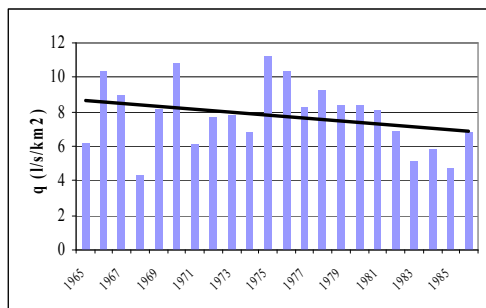


c)

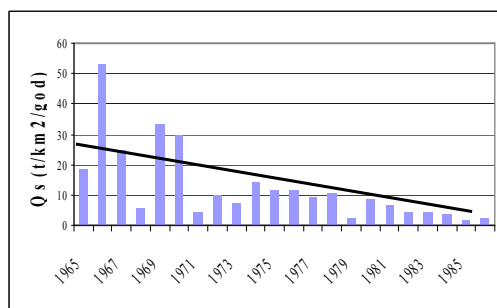


Grafik 23. Dugoročni trendovi specifičnog oticaja (a) i specifičnog pronosa nanosa (b) povezanih kumulativnim dvostrukim mas plot dijagramom (c) na nivou vremenske serije 1961-2010 - profil Niš.

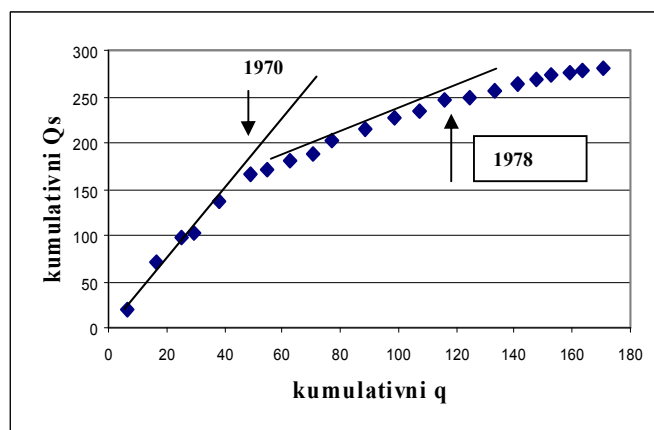
a)



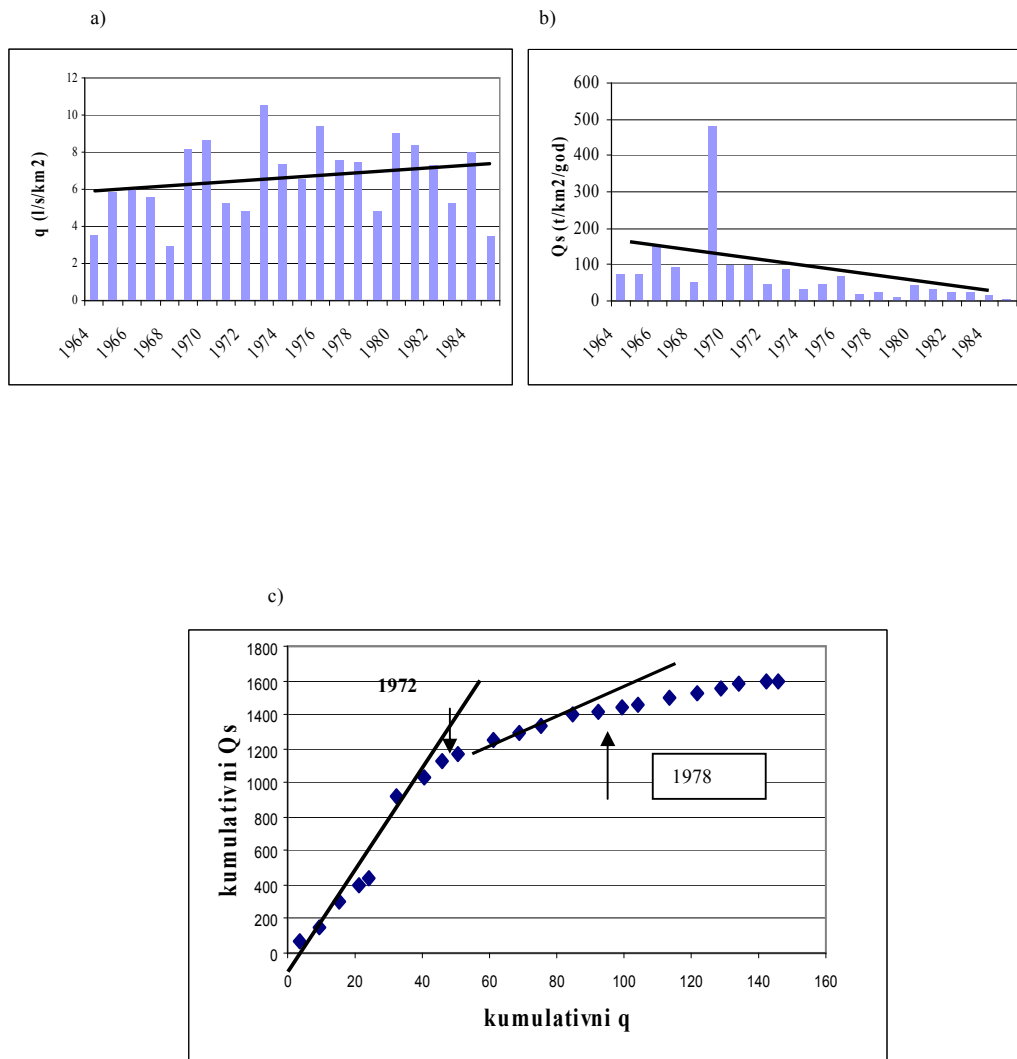
b)



c)



Grafik 24. Dugoročni trendovi specifičnog oticaja (a) i specifičnog pronosa nanosa (b) povezanih kumulativnim dvostrukim mas plot dijagramom (c) na nivou vremenske serije 1965-1986 - profil Bračevci.



Grafik 25. Dugoročni trendovi specifičnog oticaja (a) i specifičnog pronosa nanosa (b) povezanih kumulativnim dvostrukim mas plot dijagramom (c) na nivou vremenske serije 1964-1985 - profil Trnski Odorovci.

Komparativnom analizom kumulativnih dijagrama jasno se vide prelomne tačke između vodnosti i pronosa nanosa. To je najpre 1970. ili 1972. godina uočena na svim profilima, izuzev na Dimitrovgradu, i 1978. godina. Na Nišavi, s obzirom na znatno dužu vremensku seriju, na oba profila identifikovana je 1995. godina kao prelomna tačka.

**Tabela 94. Procentualni iznos promene q i Qs
za vremenske periode izdvojene na osnovu promene vodnosti.**

Nišava - Dimitrovgrad						
Vremenska serija		Tačka promene	q (l/s/km ²)	Qs (t/km ²)	q % promena	Qs % promena
I	1965-1978		4,44	23,7		
II	1979-1995	1978	3,33	6,0	-25,1	-74,5
III	1996-2004	1995	3,31	8,2	-0,5	35,9
IV	2005-2010	2005	5,44	56,0	64,4	583,1
Nišava - Niš						
Vremenska serija		Tačka promene	q (l/s/km ²)	Qs (t/km ²)	q % promena	Qs % promena
I	1961-1972		8,40	125,1		
II	1973-1978	1972	9,34	96,8	11,1	-22,6
III	1979-1995	1978	5,81	25,2	-37,8	-73,9
IV	1996-2004	1995	6,30	15,8	8,5	-37,4
V	2005-2010	2005	8,69	46,3	37,7	193,4
Jerma - Trnski Odorovci						
Vremenska serija		Tačka promene	q (l/s/km ²)	Qs (t/km ²)	q % promena	Qs % promena
I	1964-1972		5,65	129,5		
II	1973-1978	1972	8,12	46,1	43,9	-64,4
III	1979-1985	1978	6,59	21,6	-18,9	-53,2
Visočica - Braćeveci						
Vremenska serija		Tačka promene	q (l/s/km ²)	Qs (t/km ²)	q % promena	Qs % promena
I	1956-1970		8,13	27,6		
II	1971-1978	1970	8,43	10,0	3,7	-63,8
III	1979-1986	1978	6,77	4,3	-19,7	-57,0

Na profilu Dimitrovgrad izdvajaju se četiri vremenska perioda. Prva tačka promene je 1978. godina, tako da je vremenski interval od 1965. do 1978. godine označen kao I period. Srednji q za ovaj period iznosio je 4,44 l/s/km², a prosečna vrednost Qs 23,7 t/km². Sledeća tačka promene je 1995. godina. Od naznačene prve pa do identifikovane druge prelomne tačke dolazi do smanjenja specifičnog oticaja. Specifični oticaj je u II periodu u odnosu na I smanjen za 1,1 l/s/km², odnosno 25,1 %. Za to vreme došlo je do smanjenja pronosa nanosa za 74,5 %. Od 1995. godine do kraja

posmatranog perioda dolazi do postepenog povećanja q . Međutim, u ovom vremenskom intervalu izdvaja se još jedna prelomna tačka, a to je 2005. godina, kada je došlo do naglog povećanja q . Tako period od 1995. do 2010. možemo podeliti na dve vremenske serije označene kao III (1996-2004) i IV (2005-2010). Tokom III perioda srednji q je bio skoro u istom nivou kao i tokom II perioda, ali se pronos nanosa za istu vrednost q smanjio za 35,9 %. Tokom IV poslednjeg perioda q se povećao u odnosu na III period za čak $2,1 \text{ l/s/km}^2$, tj. za 64,4 %. Istovremeno je došlo da povećanja pronosa nanosa za 9,1 puta.

Tabela 95. Procentualni iznos promene q i Q_s za usvojeni referentni nivo - vremensku sriju I.

Nišava - Dimitrovgrad			
Vremenska serija		q % promena	Q_s % promena
I	1965-1978	referentni nivo 100 %	
II	1979-1995	- 25,1	-74,5
III	1996-2004	- 25,5	-65,4
IV	2005-2010	22,6	42,3
Nišava - Niš			
Vremenska serija		q % promena	Q_s % promena
I	1961-1972	referentni nivo 100 %	
II	1973-1978	11,1	-22,6
III	1979-1995	- 30,9	-79,8
IV	1996-2004	- 25,0	-87,4
V	2005-2010	3,3	-63,0
Jerma - Trnski Odorovci			
Vremenska serija		q % promena	Q_s % promena
I	1964-1972	referentni nivo 100 %	
II	1973-1978	43,9	-64,4
III	1979-1985	16,7	-83,3
Visočica - Bračevci			
Vremenska serija		q % promena	Q_s % promena
I	1956-1970	referentni nivo 100 %	
II	1971-1978	3,7	-63,8
III	1979-1986	-16,8	-84,4

Slični vremenski periodi ustanovljeni su i na profilu Niš, s tom razikom što se kao prva prelomna tačka javlja 1972. godina, tako da je vremenski interval od 1961-1972. godine označen kao I period. Srednji q za I period iznosio je $8,4 \text{ l/s/km}^2$, a srednji

specifični pronos nanosa $125,1 \text{ t/km}^2$. Kao II period izdvaja se vremenski interval od 1973-1978. godine. Tokom njega q se povećao za $0,9 \text{ l/s/km}^2$, odnosno za $11,1 \%$, ali se i pored povećanja q pronos nanosa smanjio za $22,6 \%$ (na kumulativnom grafiku 23 ta promena označena je u crvenom okviru). U sledećem, III periodu, došlo je do naglog smanjenja q i to za $37,8 \%$ što u apsolutnoj vrednosti iznosi $3,5 \text{ l/s/km}^2$, a trend smanjenja pronosa nanosa se nastavlja. U odnosu na period II nanos se smanjio za $73,9 \%$, što je najveće intergodišnje smanjenje. Nakon 1995. dolazi do postepenog povećanja q , a od 2005. nastupa period sa znatnim povećanjem vodnosti. I tokom IV perioda, bez obzira na trend povećanja q , dolazi do smanjenja Q_s i to za $37,4 \%$ u odnosu na III period. Tek nakon 2005. godine povećanje q prati i povećanje Q_s .

Na Jermi su tokom dvadesetdvo godišnjeg perioda izdvojene tri vremenske serije koje se karakterišu različitom vodnošću. Period I vremenski je definisan od 1964. do 1972. godine, kada se javlja prva prelomna tačka. Srednji q je $5,65 \text{ l/s/km}^2$, a srednji Q_s $129,5 \text{ t/km}^2$. Nakon 1972. pa do 1978. godine nastupa period povećane vodnosti. U odnosu na I period q se u ovom II periodu povećao za $2,5 \text{ l/s/km}^2$, odnosno za $43,9 \%$. Ipak, ovo veliko povećanje specifičnog oticaja nije se odrazilo i na povećanje pronosa nanosa. Nasuprot, nanos se smanjio za $64,4 \%$. U periodu nakon 1978. godine došlo je do smanjenja q i to za $18,9 \%$ u odnosu na II period, ali je procenat smanjenja Q_s bio znatno veći ($53,2 \%$).

Na Visočici se prva prelomna tačka javlja nešto ranije u odnosu na Jermu. To je 1970. godina. U I periodu koji je trajao od 1965-1970. godine srednji q je iznosio $8,13 \text{ l/s/km}^2$, a prosečan specifični pronos nanosa bio je $27,6 \text{ t/km}^2$. Od 1970. do 1978. beleži se blago povećanje q od svega $3,7 \%$. Ali bez obzira na ovaj trend dolazi do naglog smanjenja pronosa nanosa i to za $63,8 \%$ u odnosu na I period. Nakon druge prelomne tačke, tj. 1978. godine q se smanjuje u apsolutnom iznosu za $1,5 \text{ l/s/km}^2$ u odnosu na period II. Tokom ovog III perioda pronos nanosa se u odnosu na II period smanjio za 57% .

Primenjena trend analiza vremenskih serija potvrdila je prethodno iznetu činjenicu da promena pronosa nanosa ne prati u svim izdvojenim periodima nastale promene koje su se odrazile na vodnost. Posebno je ilustrativan period koji nastaje posle prelomne tačke koja se vezuje za 1970. godinu na Visočici, odnosno 1972. godinu na Jermi i Nišavi na profilu Niš. Na navedenim profilima on je označen kao II period. Ovaj

period sedamdesetih godina dvadesetog veka karakterističan je po povećanju proticaja. Ali ovaj trend istovremeno ne prati i povećanje u pronosu nanosa. Nasuprot tome, ovo povećanje u vodnosti prati izrazito smanjenje pronosa nanosa. Još jedan takav period prisutan je na profilu Niš i odnosi se na IV vremensku seriju.

Da bi se utvrdilo u kom periodu je došlo do najvećih promena u pronosu nanosa najbolje je ustanoviti *referentni period* (Peng J., Chen S., Dong P., 2010) koji će poslužiti kao reper nastalih promena. Prateći promene u pronosu nanosa uočava se da je na Jermi, Visočici i Nišavi na profilu Niš najveći njegov intenzitet bio u I periodu. Izuzetak predstavlja profil Dimitrovgrad na kome se najveći pronos ostvario u poslednjem periodu, ali se I period, takodje, karakteriše velikim pronosom. Iz tog razloga može se I period uzeti za referentni nivo (tabela 95).

U većini izdvojenih perioda prisutan je trend smanjenja pronosa nanosa u odnosu na referentni period. Procentualno on je najmanji (22,6 %) u II periodu na profilu Niš, a tokom ostalih vremenskih serija na svim profilima smanjenje je veće od 60 %. Ipak jedan period se izdvaja po najvećem smanjenju pronosa nanosa. To je period koji nastaje posle 1978. godine označen kao II period na profilu Dimitrovgrad, odnosno kao III na profilima Niš, Trnski Odorovci i Braćevci. Od opšteg trenda izdvaja se samo poslednji IV period na profilu Dimitrovgrad tokom kojeg je došlo do povećanja pronosa nanosa i to za 42,3 % u odnosu na referentni period.

Utvrđeni trendovi u pronosu nanosa statistički su utvrđeni preko Mann-Kendall testa. Rezultati Mann-Kendall testa za postepene trendove proticaja, koncentracije suspendovanog nanosa i pronosa suspendovanog nanosa dati su u tabeli 96.

Kako Nišava ima najduži osmatrački period ovim testom utvrđen je najpre nivo promena za period od 46 godina na Dimitrovgradu, odnosno 50 godina na profilu Niš. Na oba profila konstatuje se trend smanjenja proticaja, s tom razlikom da je na profilu Dimitrovgrad ovaj trend slabije izražen. Jedino na profilu Niš postoji signifikantnost na nivou od 0,05, što znači da je samo na ovom profilu u okviru vremenske serije od 50 godina statistički značajno smanjenje proticaja.

Kako je ranije već izneto unutar ovog perioda izdvojile su se manje vremenske serije u okviru kojih je došlo do izvesnih promena. Izuzimajući iz analize period poslednjih pet godina osmatranja, kada je došlo do značajnih promena u pronosu nanosa, uočava se izraženija opadajuća linija trenda za sva tri parametra. Promene na

Nišavi potvrđene u napred izvedenoj analizi sada dobijaju svoju signifikantnost na visokom nivou. Pad linije trenda proticaja statistički je značajan na nivou od 0,01, a koncentracija na nivou od 0,001. Pronos nanosa više je izražen na profilu Niš (signifikantnost 0,001) nego na Dimitrovgradu (signifikantnost 0,01).

Na kraju, s obzirom na različite vremenske periode osmatranja suspendovanog nanosa, profili na Nišavi svedeni su na isti dvadesetdvogodišnji period koji je prisutan i na Jermi i Visočici. Ovo svodjenje na istu vremensku seriju omogućilo je jedinu komparativnu analizu na svim profilima i utvrđivanje nivoa nastalih promena u prvim decenijama osmatranja.

Na skoro svim stanicama proticaj pokazuje blago opadajuće trendove, izuzev na Jermi koja u posmatranom periodu beleži blagi trend povećanja. Najizraženiji je opadajući trend na Nišavi (profil Niš), potom sledi Visočica, a najmanje je izražen na Nišavi na profilu Dimitrovgrad. Međutim, iako su opadajući, ovi trendovi ne pokazuju signifikantnost ni na jednom nivou. Koncentracije suspendovanog nanosa beleže izuzetan trend pada. Signifikantnosti na profilima Trnski Odorovci, Braćevci i Niš je na nivou 0,001, dok je na profilu Dimitrovgrad nešto manja od 0,05. Registrovani opadajući trend proticaja i koncentracija naravno, uslovio je i pad pronosa nanosa. Najizraženiji trend je na Jermi, potom na Visočici. Na Nišavi je izraženiji na Dimitrovgradu (nivo signifikantnosti 0,001), nego na profilu Niš (nivo signifikantnosti 0,01).

Prostorna analiza izvedena na ovaj način pokazala je da je *stepen promena u pronosu nanosa do sredine osamdesetih godina XX veka bio intenzivniji na prostoru gornjeg Ponišavlja*. To se, pre svega, odnosi na sliv Jerme koju karakteriše najveći trend pada pronosa nanosa ($Z = -4,4$) i gornji deo sliva Visočice ($Z = -3,89$).

Može se izvesti zaključak da je za *pronos suspendovanog nanosa karakterističan trend smanjenja na svim profilima u okviru svih izdvojenih vremenskih serija, sa izuzetno visokim stepenom signifikantnosti*. To pokazuje da su trendovi prostorno povezani na nivou celog sliva. Međutim, nivo trendova navodi na misao da je postojalo još neko kontrolisanje faktora pronosa nanosa u različitim vremenskim periodima.

**Tabela 96. Rezultati Mann-Kendall testa za specifični oticaj (q),
koncentraciju suspendovanog nanosa (Cs) i pronos suspendovanog nanosa (Qs).**

Reka	Profil	Vremenska serija	n	q (l/s/km ²)			Cs (mg/l)			Qs (t/km ² /god)		
				Z	α	Trend	Z	α	Trend	Z	α	Trend
Nišava	Dimitrovgrad	1965 -2010	46	-1,21	-	smanjenje	-3,07	**	smanjenje	-1,72	+	smanjenje
Nišava	Niš	1961 -2010	50	-2,23	*	smanjenje	-4,85	***	smanjenje	-4,70	***	smanjenje
Nišava	Dimitrovgrad	1965 -2004	40	-2,78	**	smanjenje	-4,07	***	smanjenje	-3,22	**	smanjenje
Nišava	Niš	1961 -2004	45	-3,00	**	smanjenje	-4,21	***	smanjenje	-5,37	***	smanjenje
Nišava	Dimitrovgrad	1965 -1986	22	-0,62	-	smanjenje	-2,37	*	smanjenje	-3,55	***	smanjenje
Nišava	Niš	1965 -1986	22	-1,52	-	smanjenje	-4,06	***	smanjenje	-2,82	**	smanjenje
Visočica	Braćeveći	1964 -1985	22	-1,41	-	smanjenje	-4,34	***	smanjenje	-3,89	***	smanjenje
Jerma	T. Ododrovci	1965 -1986	22	0,68	-	povećanje	-5,19	***	smanjenje	-4,40	***	smanjenje

Legenda: α - nivo signifikantnosti : + $\alpha = 0,1$; * $\alpha = 0,05$; ** $\alpha = 0,01$; *** $\alpha = 0,001$

Na prvom mestu logično se nameće pitanje koliko su *promene u količini padavina* uslovile promene proticaja, a samim tim i promene kod pronosa nanosa.

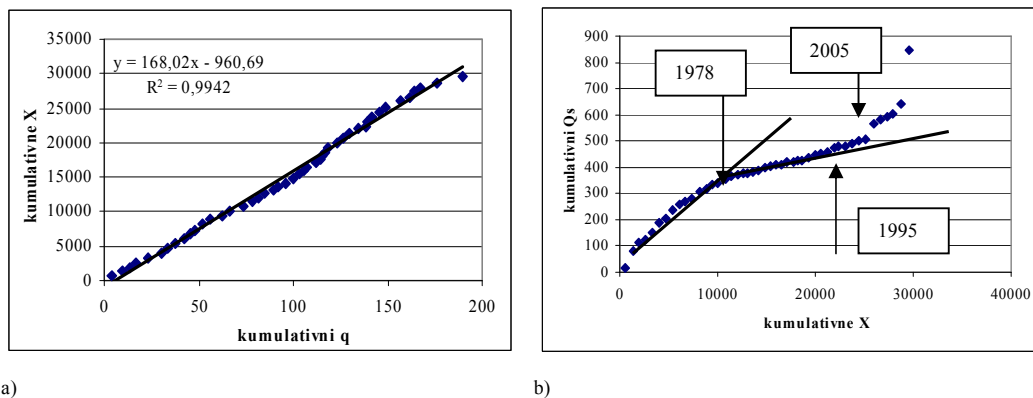
Preko kumulativnih dijagrama, urađenih na osnovu fukcije:

$$\text{kum } (q) = f (\text{kum } X),$$

tj, zavisnosti specifičnih oticaja od količine padavina, utvrđeno je koliko su proticaji determinisani promenom u količini padavina. Kao relavantne padavinske stanice uzete su u obzir stanice Dimitrovgrad i Niš za profile na Nišavi, stanica Vlasi za Jermu i stanica Visočka Ržana za Visočicu.

Veoma visok korficient determinacije od $R^2 = 0,99$ na svim profilima pokazuje da su promene proticaja u potpunosti vezane za promene u količini padavina.

Ovako visok stepen povezanosti imao je i svoju impikaciju na nivou veze $\text{kum } (X) = f (\text{kum } Q_s)$, tako da su prelomne tačke vezane za iste godine koje su uspostavljene na ranijem nivou zavisnosti $\text{kum } q = f (\text{kum } Q_s)$.

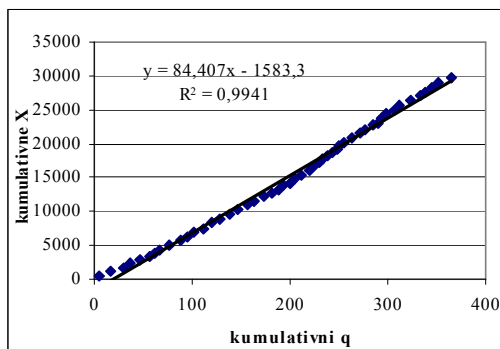


Grafik 26. Kumulativni dvostruku mas plot dijagram na nivou vremenske serije 1965-2010

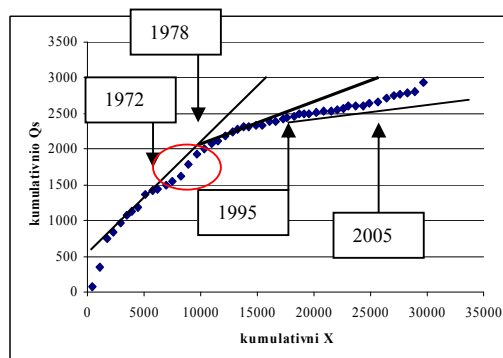
- profil Dimitrovgrad

a) odnos izmedju kumulativnog q (l/s/km²) i kumulativnih padavina X (mm)

b) odnos izmedju kumulativnih padavina X (mm) i kumulativnog pronosa nanosa Qs (t/km²/god)



a)

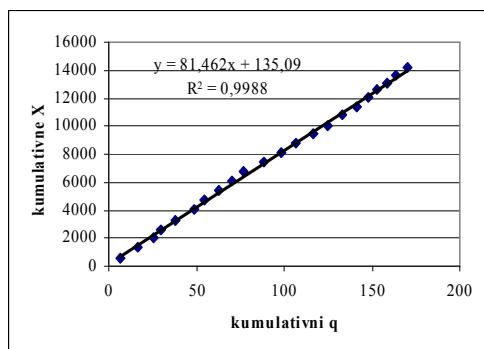


b)

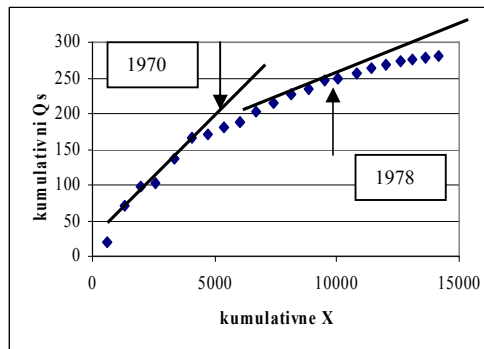
**Grafik 27. Kumulativni dvostruku mas plot dijagram na nivou vremenske serije 1961-2010
- profil Niš**

a) odnos izmedju kumulativnog q ($l/s/km^2$) i kumulativnih padavina X (mm)

b) odnos izmedju kumulativnih padavina X (mm) i kumulativnog pronosa nanosa Q_s ($t/km^2/god$)



a)

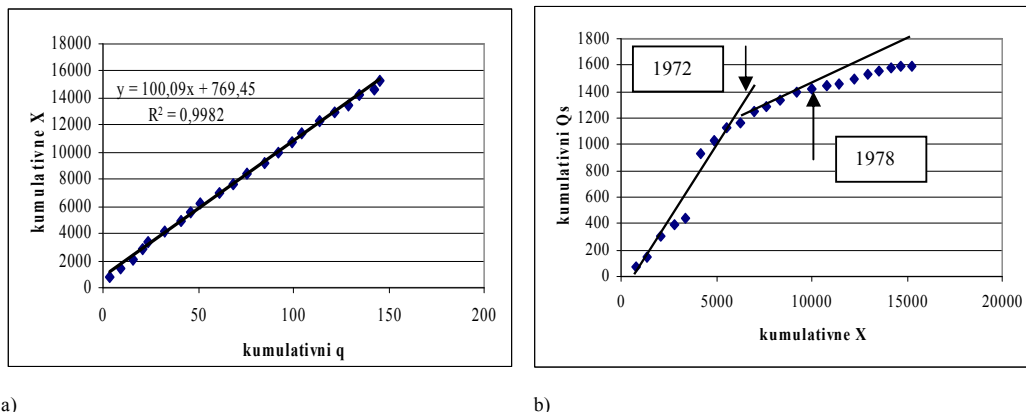


b)

**Grafik 28. Kumulativni dvostruku mas plot dijagram na nivou vremenske serije 1965-1986
- profil Braćeveci**

a) odnos izmedju kumulativnog q ($l/s/km^2$) i kumulativnih padavina X (mm)

b) odnos izmedju kumulativnih padavina X (mm) i kumulativnog pronosa nanosa Q_s ($t/km^2/god$)



a)

b)

**Grafik 29. Kumulativni dvostruki mas plot dijagram na nivou vremenske serije 1964-1985
-profil Trnski Odorovci**

a) odnos izmedju kumulativnog q (l/s/km²) i kumulativnih padavina X (mm)

b) odnos izmedju kumulativnih padavina X (mm) i kumulativnog pronosa nanosa Qs (t/km²/god)

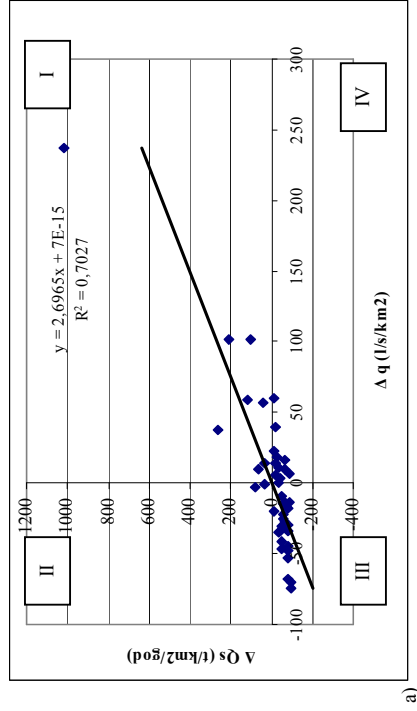
Na osnovu date linearne zavisnosti, generalno se može izvesti zaključak da je intergodišnja varijabilnost proticaja u direktnoj zavisnosti od intergodišnje varijabilnosti padavina. Postavlja se pitanje koliko ova zavisnost odražava intenzitet promena u pronosu nanosa?

Kada intergodišnju varijabilnost padavina ili proticaja i pronosa nanosa dovedemo u odnos, linearna veza nam omogućava procenu uticaja padavina ili proticaja na pronos nanosa. Ovaj odnos se može izraziti na sledeći način:

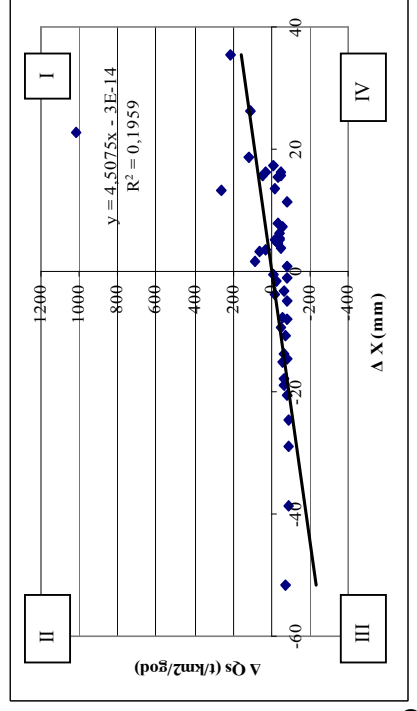
$$\Delta Q_s = a \Delta X \pm b \quad \rightarrow \quad \text{za vezu sa padavinama}$$

$$\Delta Q_s = a \Delta q \pm b \quad \rightarrow \quad \text{za vezu sa proticajem}$$

Na ovaj način uzražena linearna zavisnost, zapravo, predstavlja odstupanje godišnje vrednosti varijable u odnosu na njenu srednju vrednost. Vizualizaciju odnosa najbolje je prikazati preko Moranovog skater plot dijagrama (Walford N., 2011). Na taj način predstavljeni podaci mogu biti posmatrani kroz dve kategorije: smanjenje pronosa nanosa sa smanjenjem proticaja ili padavina, i povećanje pronosa nanosa sa povećanjem proticaja ili padavina. Za jake linearne veze većina podataka treba da se nalazi u kvadrantima I i III. Podaci u kvadrantu I ukazuju na povećanje pronosa nanosa sa povećanjem proticaja ili padavina, dok podaci u kvadrantu III ukazuju na smanjenje pronosa nanosa sa smanjenjem proticaja ili padavina.

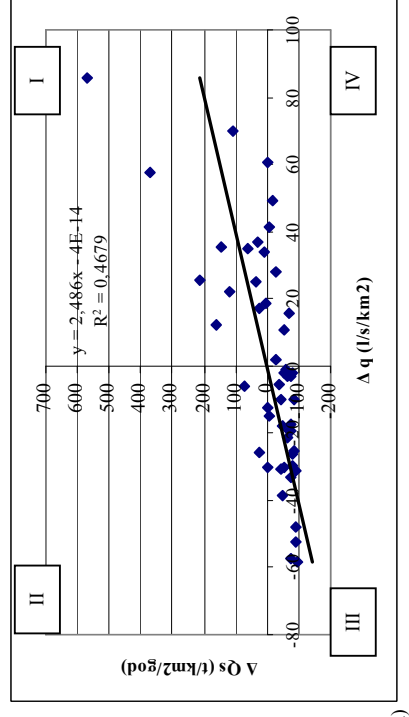


a)

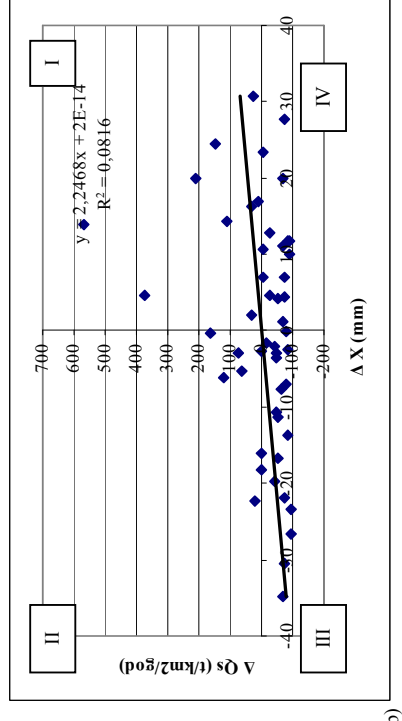


b)

Grafik 30. Odnos izmedju intergodišnje varijabilnosti (a) pronosa nanosa (ΔQ_s) i specifičnog oticaja (Δq) i (b) pronosa nanosa (ΔQ_s) i padavina (ΔX) na profilu Dimitrovgrad .

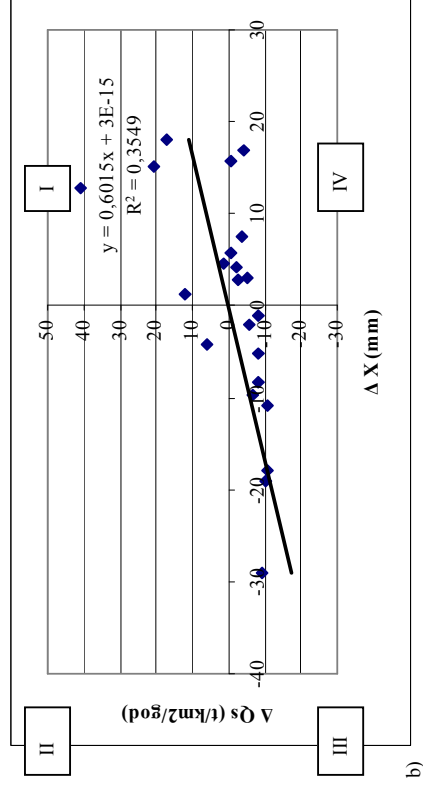
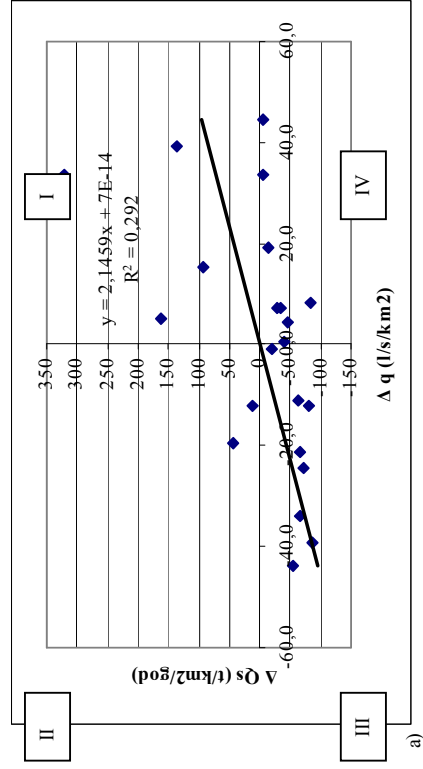


a)

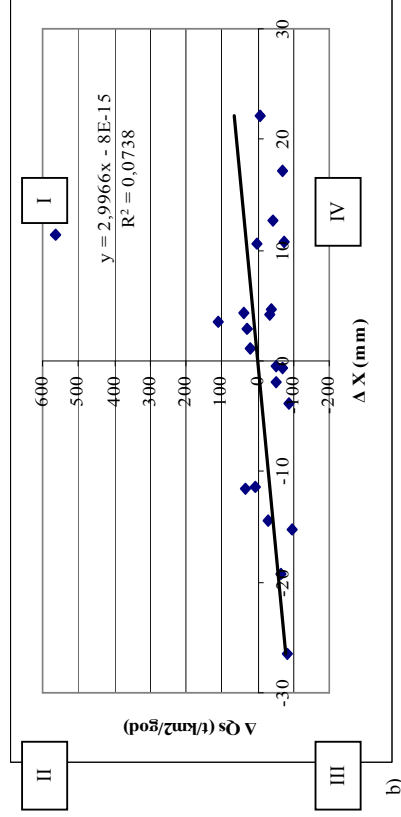
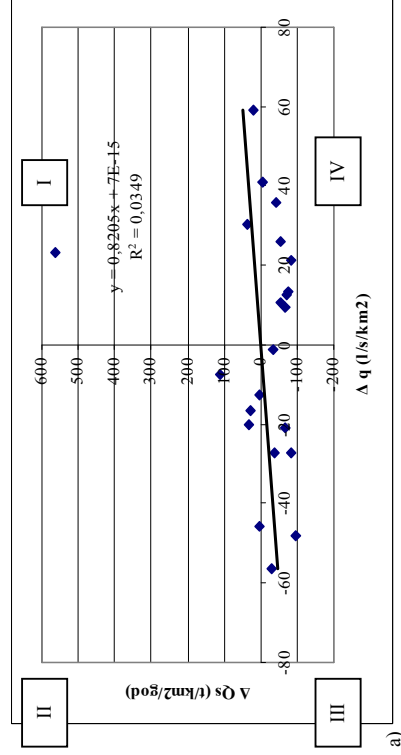


b)

Grafik 31. Odnos izmedju intergodišnje varijabilnosti (a) pronosa nanosa (ΔQ_s) i specifičnog oticaja (Δq) i (b) pronosa nanosa (ΔQ_s) i padavina (ΔX) na profilu Niš.



Grafik 32. Odnos izmedju intergodišnje varijabilnosti (a) pronosa nanosa (ΔQ_s) i specifičnog oćicaja (Δq) i (b) pronosa nanosa (ΔQ_s) i padavina (ΔX) na profilu Braćevci



Grafik 33. Odnos izmedju intergodišnje varijabilnosti (a) pronosa nanosa (ΔQ_s) i specifičnog oćicaja (Δq) i (b) pronosa nanosa (ΔQ_s) i padavina (ΔX) na profilu Trnski Odorovci.

Dobijeni podaci sugerisu na velike prostorne razlike. Nivoi zavisnosti varijabli veoma su različiti. Najbolja veza između vodnosti i pronosa nanosa uspostavljena je na profilu Dimitrovgrad. Jak uticaj proticaja na pronos nanosa pokazuje jaka linearna veza između intergodišnje varijabilnosti proticaja i pronosa nanosa na profilu Dimitrovgrad (koeficijent determinacije $R^2 = 0,70$). Najveći broj podataka skoncentrisan je u kvadrante I i III, a odstupanje od linije trenda je malo. Relativno dobra veza između intergodišnjeg proticaja i pronosa nanosa prisutna je i na profilu Niš (koeficijent determinacije $R^2 = 0,46$), ali rasipanje podataka iz kvadranta I u kvadrant IV ukazuje da pronos nanosa ne prati tempo povećanja proticaja.

Koeficijent determinacije od 0,29 na profilu Braćevci ukazuje da je jačina veze na intergodišnjem nivou slaba, ali ipak postoji. Jedan broj podataka prisutan u kvadrantu II ukazuje da je pronos nanosa znatno veći u odnosu na visinu proticaja, a veliki stepen odstupanja iznad i ispod linije trenda u kvadrantu I govori o velikoj varijabilnosti pronosa u odnosu na povećanje proticaja. Za razliku od ovih profila, linearna zavisnost na profilu Trnski Odorovci nije uspostavljena. To je i logično, jer se već ranijom analizom pokazalo da i pored povećanja proticaja pronos nanosa na ovoj reci konstantno opada.

Za razliku od veze $\Delta Q_s = f(\Delta q)$, veza između intergodišnje varijabilnosti pronosa nanosa i padavina nije uspostavljena. Može se reći jedino za Visočicu da je taj nivo veze sa koeficijentom determinacije od 0,36 delimično uspostavljen.

Prema tome, padavine kao determinanta pronosa nanosa, posmatrane kroz svoju intergodišnju varijabilnost, prema linearnoj liniji trenda, imaju veoma mali uticaj. To ne znači da je uticaj padavina minoran, već da one nisu dominantan faktor smanjenja pronosa nanosa koji je utvrđen na višegodišnjem nivou. Njihov uticaj je prevashdno posredan, i odražava se preko vodnosti sliva, odnosno proticaja.

Trendovi smanjenja pronosa nanosa u funkciji smanjenja proticaja su evidentni, ali su i odstupanja od opšteg trenda takodje velika. Smanjenje proticaja u odnosu na smanjenje pronosa nanosa pokazuje znatno manji nivo signifikantnosti. Takva činjenica nameće pitanje u kojoj meri zaista vodnost determiniše promene pronosa nanosa?

Uspostavljeni trendovi na nivou izdvojenih vremenskih serija ispitaće se kroz dobijene parcijalne koeficijente elastičnosti (*pke*). Na profilu Dimitrovgrad izdvojene su 4 vremenske serije promene Qs u odnosu na promenu vodnosti (tabela 95). Kao što je već utvrđeno, parcijalni koeficijent elastičnosti za q na profilu Dimitrovgrad iznosi 2,33. Tokom izdvojenog perioda II (1979-1995) došlo je do smanjenja proticaja za 25,1 %, a smanjenja pronosa nanosa za 74,5 % u odnosu na I period. Prema *pke* za nivo smanjenja proticaja od 25,1 % sledi smanjenje pronosa za 58,5 %. Isti vremenski interval može se razmotriti i kod profila Niš. Ovaj period na profilu Niš označen je kao III. Tokom njega došlo je od smanjenja proticaja za 37,8 %, a smanjenja nanosa za 73,9 %. Prema ustanovljenom *pke* od 1,26, dobija se smanjenje pronosa za 47,6 %. Na Visočici je, takodje, tokom perioda označenog kao period III (1979-1986) došlo do smanjenja pronosa nanosa usled smanjenja proticaja. Proticaj se u odnosu na prethodni period smanjio za 19,7 %, a nanos za 57 %. Ali, smanjenje pronosa nanosa prema *pke* iznosi 19,7 %. Slično je i kod Jerme. Tokom istog vremenskog intervala označenog kao period III proticaj se smanjio za 18,9 %, a nanos za 53,2 %. Medjutim, iznos smanjenja pronosa nanosa prema *pke* je znatno manji i iznosi 31,2 %.

Kao što se vidi, proizilazi da je nivo smanjenja pronosa suspendovanog nanosa veći u odnosu na nivo koji daju parcijalni koeficijenti elastičnosti. U prvom slučaju kod profila Dimitrovgrad smanjenje je veće za 16 %, a u drugom za profil Niš 26,3 %. Kod Jerme smanjenje pronosa nanosa u odnosu na vrednost koja se dobija prema parcijalnom koeficijentu elastičnosti veće je za 22 %, a kod Visočice je veće za čak 37,1 %.

Kvantifikacijom ova četiri slučaja utvrđen je stvarni nivo determinacije proticaja kao faktora smanjenja intenziteta pronosa nanosa. Medjutim, u okviru izdvojenih vremenskih serija uočavaju se slučajevi da sa povećanjem proticaja postoji konstantno smanjenje pronosa nanosa. Takvi su, recimo, periodi II i IV na profilu Niš, period II na Jermi i period II na Visočici.

Ovakava situacija - konstantno smanjenje pronosa suspendovanog nanosa, bez obzira na trend proticaja - ukazuje na postojanje "skrivenog" faktora kao determinante promene intenziteta erozivnog procesa.

5.2. ANTROPOGENI UTICAJ NA INTENZITET EROZIVNOG PROCESA

Postupci i rezultati koji su prikazani prilikom definisanja i determinacije zavisnosti pronosa suspendovanog nanosa od padavina i proticaja ukazali su na značaj oticajne vode na promene u pronosu nanosa. Kako u samom pristupu, tj. formuli koja figurira za utvrđivanje pronosa suspendovanog nanosa, nema ostalih fizičko-geografskih i antropogenih činilaca koji mogu uticati na intenzitet erozivnog procesa, definisanje u utvrđivanje istih moguće je sagledati kroz drugi metodološki postupak. Utvrđivanje promene intenziteta erozije zemljišta preko Gavrilovićevog metoda pruža mogućnost determinacije svakog od navedenih faktora koji u datoj formuli figuriraju. Da bi se utvrdio uticaj svakog od navedenih faktora, a posebno istakli oni koji su od najvećeg značaja, najbolji način jeste uspostavljanje korelacione matrice, tj. analiza koeficijenata korelacije izmedju datih varijabli. Uvodjenjem višefaktorske analize u postupak dobija se izvesna prednost. Tu prednost, u odnosu na ranije primenjeni dvodimanzionalni prognostički model, ne treba shvatiti kroz utvrđivanje preciznosti promene intenziteta erozije. Ta prednost se ogleda upravo u činjenici poznavanja više faktora koji determinišu intenzitet erozivnog procesa, a koje dvodimenzionalni model $Q_s = f(q)$ ne prepoznaje.

Tabela 97. Korelaciona matrica korišćenih parametara za izračunavanje produkcije nanosa.

	nv	I	T	H	Y	X	Φ	Z	F	W
nv	1									
I	0,31	1								
T	-1	-0,31	1							
H	1	0,31	-1	1						
Y	-0,13	-0,10	0,13	-0,13	1					
X	-0,34	-0,18	0,34	-0,34	0,11	1				
Φ	-0,40	-0,14	0,40	-0,40	0,09	0,74	1			
Z	-0,33	0,12	0,33	-0,33	0,39	0,82	0,77	1		
F	0,06	-0,01	-0,06	0,06	0,02	-0,03	-0,03	0,00	1	
W	-0,21	0,00	0,21	-0,21	0,25	0,45	0,41	0,55	0,61	1

Uvidom u odnose izmedju datih parametara kroz korelacionu matricu sada je predstava o važnosti pojedinih faktora znatno jasnija. Uočava se da po značajnosti fizičko-geografski faktori (temperatura vazduha, padavine i nagib) koji figuriraju u formuli nisu primarni. Po značajnosti se ističe površina sliva (0,61) i koeficijent erozije Z (0,55). Sličan uticaj na količinu produkovanog materijala pripada faktoru X (0,45).

Kako je faktor X integralni deo Z koeficijenta, preko korelacione matrice moguće je utvrditi njegovu vezu, tj. njegov samostalan uticaj na jačinu erozivnog procesa. Od četiri faktora koji učestvuju u utvrđivanju jačine erozivnog procesa po stepenu značajnosti izdvaja se koeficijent X. *Koeficijent korelacije načina korišćenja zemljišta prema koeficijentu erozije iznosi visokih 0,82*. Na drugom mestu po značajnosti izdvaja se koeficijent vida erozije ϕ (0,77). Kako je interpretacija koeficijenta ϕ kombinacija načina korišćenja zemljišta i geomorfoloških karakteristika terena koji se ogledaju u nagibu topografske površine i prisutnosti pojedinih fluvio-denudacionih oblika reljefa, *može se konstatovati da koeficijent X ističe kao primarni faktor jačine erozivnog procesa*, a samim tim i količine produkovanog materijala.

Koeficijent X, definisan kao koeficijent zaštićenosti zemljišta od atmosferilija i erozije, prepoznaje se kao faktor koji interpretira način korišćenja zemljišta (*land use* ili *land cover*). Način korišćenja zemljišta opisan je kroz osam kategorija: šume dobrog sklopa, livade, degradirane šume, degradirani pašnjaci, višepoljni plodored, oranice, vinogradi i površine bez vegetacionog pokrivača. Definisan na ovaj način koeficijent X zapravo predstavlja uticaj čoveka na intenzitet erozivnog procesa.

Visoka pozitivna koreliranost od 0,82 na nivou zavisnosti $Z=f(X)$, kao i koeficijent korelacije od 0,52 za vezu $W=f(Z)$ ukazuje na neosporan značaj antropogenog uticaja na jačinu i intenzitet erozivnog procesa, kao i na produkciju nanosa. U tom smislu, prilikom dalje analize utvrdiće se neki aspekti antropogenog uticaja na stanje erozivnog procesa u slivu.

Kartiranje stanja erozivnih procesa u slivu, odnosno komparativna kvantitativna analiza dve vremenske serije, pokazala je da je na prostoru sliva Nišave došlo do smanjenja jačine erozivnog procesa. Utvrđeno smanjenje ogleda se pre svega u smanjenoj vrednosti koeficijenta X, a delimično i koeficijenta ϕ . To znači da je u periodu od četrdeset godina došlo do promene namene korišćenja zemljišta. Osnovni uzrok ovakvoj pojavi ogleda se u demografskim i socioekonomskim promenama koje su zahvatile ovaj prostor. Kako i na koji način je čovek implicirao nastale promene erozivnog procesa biće sagledano sa nekoliko aspekata. Najpre će se utvrditi kakvo je bilo kretanje broja stanovnika u datom vremenskom periodu, kroz pokazatelje populacione dinamike za grupe naselja izdvojene po već utvrđenim predeonim celinama sliva. Antropogeni uticaj na erozivne procese biće sagledan i kroz visinsku

distribuciju naselja i stanovnika, što se reflektuje preko dominantne poljoprivredne aktivnosti. Visinska distribucija poljoprivrednog stanovništva reflektuje i promene sagledane kroz populacionu veličinu naselja, ali i sa pozicije starosne strukture stanovništva. Prilikom utvrđivanja trendova i odnosa brojnosti tokom vremena razmatrana su samo ruralna naselja. S druge strane, čovek je na smanjenje intenziteta erozivnog procesa uticao nizom anzierozivnih mera. U tom smislu biće dat osvrt na izvršene radove na prostoru sliva.

5.2.1. PROMENE PRODUKCIJE NANOSA SA ASPEKTA POKAZATELJA POPULACIONE DINAMIKE

Osnovna karakteristika populacionih trendova izdvojenih celina u slivu Nišave je dinamično smanjenje broja stanovnika. U periodu od 1948-2011. ukupna populacija na teritoriji sliva Nišave smanjena je sa 170454 na 92639 stanovnika ili za 45,7 %. *U periodu utvrđivanja promene erozivnog procesa od 1971-2011. godine broj stanovnika je smanjen za 38941, tj. za 29,6 %.* Prosečno godišnje smanjenje u ovom periodu na nivou celog sliva je 9735 stanovnika, ali sa izraženim varijacijama u međupopisnim periodima. Najveće međupopisno smanjenje od 12753 stanovnika zabeleženo je u periodu 1971-1981. godine. Međutim, ako se dinamika promene sagleda u širem vremenskom okviru, odnosno od prvog popisa posle Drugog svetskog rata, uočava se da je najveći intenzitet smanjenja stanovništva bio deceniju ranije, tj. u međupopisnom periodu od 1961-1971. godine. Tokom ovih deset godina sa prostora sliva broj stanovnika smanjio se za čak 22264, što je duplo više nego u narednoj deceniji. Trend smanjenja nastavlja se dalje, ali je najmanje međupopisno smanjenje od 4311 stanovnika bilo u periodu između 1991-2002. godine. Prva decenija XXI veka beleži ponovno smanjenje, tako da je sa prostora sliva iseljeno 8956 stanovnika, tj. duplo više nego u poslednjoj deceniji XX veka.

Ovakva opšta činjenična konstatacija ipak nije dovoljna za detaljniju analizu stanja, jer su jasno izražene razlike i specifičnosti na nivou pojedinačnih grupa naselja u datim predeonim celinama. Analizirani vremenski period ukazuje da je proces depopulacije prisutan na prostoru većine izdvojenih celina, a njegova interpretacija jasno može da ukaže na različite intenzitete pada kod pojedinih slivova i međuslivova.

Od 13 izdvojenih celina u slivu Nišave u periodu 1971-2011. godine, 11 su imali ukupan negativni bilans populacione dinamike (-46773 stanovnika), a samo dva (medjusliv Niš-ušće +5354 i medjusliv B. Palanka-Niš +2478) pozitivan, sa ukupno 7832 stanovnika. Kontinuiran pad prisutan je kod 9 subslivova, dok kontinuiran rast u medjupopisnim periodima nije prisutan ni u jednom subslivu. Naime, kontinuiran rast u medjupopisnim periodima prisutan u najnižvodnijem sektoru sliva od Niša do ušća reke Nišave u Južnu Moravu prisutan još od 1948. godine, prekinut je u poslednjoj medjupopisnoj deceniji - u periodu 2002-2011. procenat medjupopisnog smanjenja je 7,7 %. U medjuslivu B.Palnka-Niš medjupopisni porast stanovnika prisutan je tek od 1991. godine. U ranijim periodima i za ovaj deo sliva Nišave bilo je karakteristično smanjenje stanovništva.

Kod pojedinih subslivova diskontinuitet pada populacije je prekinut samo u pojedinim medjupopisnim periodima. Takav je slučaj na prostoru medjusliva Dimitrovgrad-Pirot, kada je u periodu 1971-1981. godina zabeležen procenat medjupopisnog porasta od 2,8 %. Slična situacija je konstatovana i tokom perioda 2002-2011. kod sliva Gatrovačke reke (4,5 % medjupopisni porast).

Najveći broj subslivova sa negativnim medjupopisnim bilansom evidentiran je u popisnom periodu 1981-1991. godine. Zapravo u svih 12 izdvojenih subslivova zapažen je ovakav trend, izuzetak predstavlja najnižvodniji sektor, tj. medjusliv Niš-ušće koji u tom periodu ima medjupopisni porast stanovništva od 5 %. Medjutim, počevši od 1971, godine koeficijent varijabilnosti medjupopisne dinamike upravo je u ovom periodu najmanji i iznosi 0,77. To znači da je na prostoru celog sliva bio relativno ujednačen trend smanjenja stanovništva u odnosu na druge medjupisne periode. Trend smanjenja nastavlja se i u sledećoj dekadi, ali s tom razlikom da je prisutna nešto veća neujednačenost u kretanju stanovništva, što se vidi preko koeficijenta varijabilnosti. Njegova vrednost od 1,00 pokazuje da je to period najveće neujednačenosti kretanja stanovništva u proteklih četrdeset godina. U pomenutoj dekadi procenat medjupopisnog porasta i smanjenja varirao je od -34,5 % u slivu Temštice do +8,1 % u medjuslivu Niš-ušće. Pored najnižvodnijeg subsliva u ovom medjupopisnom periodu i u medjuslivu B. Palanka-Niš dolazi do porasta stanovništva za 7,3 %. Depopulacija stanovništva nastavlja se i u prvoj dekadi XXI veka. Koeficijent varijabilnosti je nešto niži i iznosi 0,82 što ukazuje na ujednačeniju depopulaciju u odnosu na prethodnu dekadu, ali je i

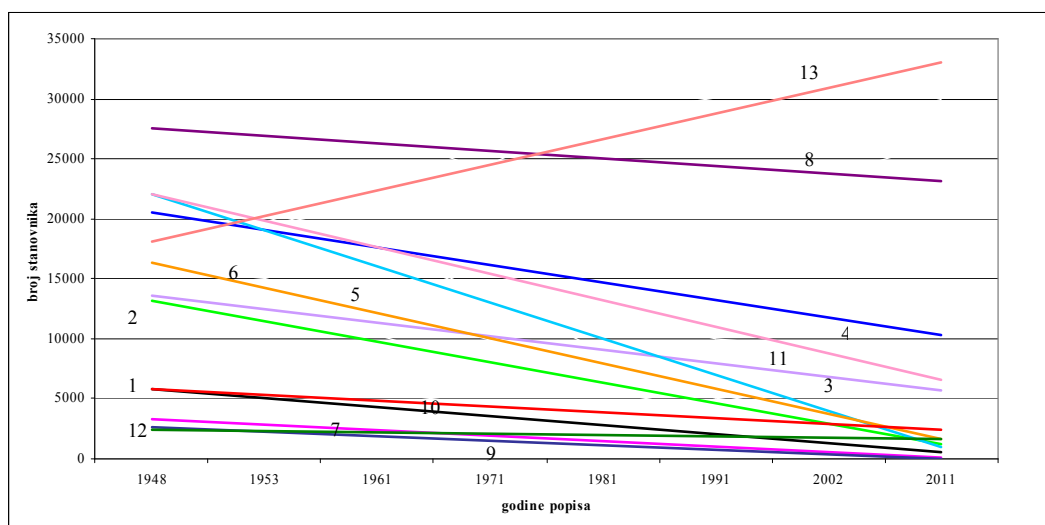
Tabela 98. Kretanje broja stanovnika i srednje veličine naselja po izdvojenim slivovima i međuslivovima na teritoriji sliva Nišav.

Sliv / međusliv	Kretanje ukupnog broja stanovnika										Kretanje srednje populacione veličine naselja									
	1948	1953	1961	1971	1981	1991	2002	2011			1948	1953	1961	1971	1981	1991	2002	2011		
1 Gaberska	3246	3142	2426	1732	1167	850	615	463			405,8	392,8	303,3	216,5	145,9	106,3	76,9	57,9		
2 Jerma	12626	12360	10321	7604	5748	3955	2819	1935			664,5	650,5	543,2	400,2	302,5	208,2	148,4	101,8		
3 Rasnička	13445	13058	11588	10041	8560	7742	7002	6054			896,3	870,5	772,5	669,4	570,7	516,1	466,8	403,6		
4 Dimitrovgrad-Pirot	21363	20194	17111	13685	14074	13491	12419	11035			628,3	593,9	503,3	402,5	413,9	396,8	365,3	324,6		
5 Visočica	20746	19868	17731	13578	8839	5362	3510	2281			691,5	662,3	591,0	452,6	294,6	178,7	117,0	76,0		
6 Pirot-B. Palanka	15880	15054	12544	9857	7472	5054	3588	2417			756,2	716,9	597,3	469,4	355,8	240,7	170,9	115,1		
7 Koritnička reka	5562	5432	4433	3351	2475	1889	1273	765			794,6	776,0	633,3	478,7	353,6	269,9	181,9	109,3		
8 B. Palanka- Niš	28314	28239	27197	23905	22931	22000	23597	26383			786,5	784,4	755,5	664,0	637,0	611,1	655,5	732,9		
9 Crvena reka	2556	2537	1952	1291	885	527	359	213			639,0	634,3	488,0	322,8	221,3	131,8	89,8	53,3		
10 Jelašnička reka	5346	5588	5601	4345	3737	3226	2951	2467			763,7	798,3	800,1	620,7	533,9	460,9	421,6	352,4		
11 Kutinska reka	21104	20523	18639	15608	12443	10021	9265	6865			753,7	733,0	665,7	557,4	444,4	357,9	330,9	245,2		
12 Gabrovačka reka	2378	2489	2367	1984	1878	1750	1730	1808			792,7	829,7	789,0	661,3	626,0	583,3	576,7	602,7		
13 Niš-Ušće	17888	19294	21934	24599	28618	30039	32467	29953			894,4	964,7	1096,7	1230,0	1430,9	1502,0	1623,4	1497,7		
14 Nišava	170454	167778	153844	131580	118827	105906	101595	92639			728,2	723,6	656,8	549,7	487,0	428,0	401,9	359,4		

dalje ima visoku vrednost. U ovom periodu najveće međupopisno smanjenje je u slivovima Crvene reke (40,7 %) i Koritničke reke (39,9 %). Čak i u najizvodnijem sektoru se javlja depopulacija, međusliv Niš-Ušće ima negativnu međupopisnu promenu od 7,7 %.

U međuslivu B. Palanka-Niš nastavlja se pozitivna međupopisna promena (porasta stanovništva iznosi 11,8 %), a ona se zapaža i u slivu Gabrovačke reke (4,5 %).

Sagledano sa vremenskog perioda od 40 godina, najizraženija apsolutna vrednost depopulacije, u periodu 1971-2011. godina, zabeležena je u slivu Temštice - 11397, slivu Kurtinske reke - 8743, međuslivu Pirot-B. Palanka- 7440 i u slivu Jerme - 5669 stanovnika. Ako se u razmatranje uzme i period od 1948. godine apsolutne vrednosti međupopisnih promena su još veće. Kao pokazatelj nastalih promena najbolje pokazuje nagib linije trenda. Na grafiku se uočava da je upravo kod ovih slivova nagib linije linearnog trenda najveći.



Napomena: Redosled slivova i međuslivova kao u tabeli 98.

Grafik 34. Linije trenda kretanja ukupnog broja stanovništva u periodu 1948-2011. godina

Tabela 100. Promene broja stanovnika i količine produkovanog materijala u periodu 1971-2010.

Sliv / medjusliv		% medjupopisnog porasta i smanjenja 2011/1971	Indeks medjupopisnog porasta i smanjenja 2011/1971	% smanjenja W 1970-2010	indeks smanjenja W 1970-2010
1	Gaberska	-73,3	26,7	31,8	68,2
2	Jerma	-74,6	25,4	33,9	66,1
3	Rasnička	-39,7	60,3	27,7	72,3
4	Dim-Pirot	-19,4	80,6	29,8	70,2
5	Temštica	-83,2	16,8	30,2	69,8
6	Pirot-B. Palanka	-75,5	24,5	42,1	57,9
7	Koritnička reka	-77,2	22,8	36,4	63,6
8	B. Palanka- Niš	10,4	110,4	20,5	79,5
9	Crvena reka	-83,5	16,5	39,8	60,2
10	Jelašnička reka	-43,2	56,8	25,4	74,6
11	Kutinska reka	-56,0	44,0	33,5	66,5
12	Gabrovačka reka	-8,9	91,1	18,3	81,7
13	Ušće	21,8	121,8	10,4	89,6
Nisava		-29,6	70,4	30,3	69,7

Za razliku od apsolutnih vrednosti promene broja stanovnika u kojima dominiraju populaciono, ali i teritorijalno veliki subslivovi, *relativni pokazatelji* ukazuju na nivo intenziteta depopulacije i kod manjih teritorijalnih celina. Razmatrano sa tog aspekta, najveći intenzitet promene bio je u slivu Crvene reke. Indeks medjupopisnog smanjenja u ovom slivu iznosi 16,5, što znači da se na prostoru ovog sliva za četrdeset godina stanovništvo smanjilo za 83,5 %. Blisku vrednost indeksa medjupopisnog smanjenja ima i sliv Temštice (16,8), tako da se na njegovoj teritoriji stanovništvo smanjilo za 83,2 %. Prema vrednosti pomenutog indeksa slede sliv Koritničke reke (22,8) i medjusliv Pirot-B. Palanka (24,5). Njima bliske vrednosti imaju sliv Jerme (25,4) i sliv Gaberske reke (26,7).

Komparativna analiza pokazatelja populacionih promena, izraženih preko indeksa i procentualnih medjupopisnih porasta i smanjenja, i nastalih promena u produkciji nanosa ukazuju na značaj antropogenog faktora na inenzitet erozivnog procesa. Pomenuti slivovi sa niskim vrednostima indeksa medjupopisnog smanjenja stanovništva i koje odlikuje veliki procenat smanjenja istog, imaju i najveći iznos smanjenja produkcije nanosa, čije vrednosti su po pravilu veće od prosečne vrednosti sliva Nišave u celini. Najveće smanjenje u produkciji nanosa od 42,1 %, 39,8 % i 36,4 % je u medjuslivu Pirot-B. Palanka i slivovima Crvene i Koritničke reke. Slede slivovi Jerme i Gaberske reke u kojima je produkcija nanosa smanjena za 33,9 %, odnosno 31,8 %, kao i sliv Temštice sa 30,2 % smanjena što je u rangi proseka sliva Nišave u celini. Nasuprot ovim subslivovima, za izdvojene predeone celine kod kojih je medjupopisni

indeks veći od 100 ili ima njemu blisku vrednost, karakteristično je najmanje smanjene u količini produkovanog materijala. Ovakva situacija najizraženija je u donjem Ponišavlju. Medjusliv Niš-ušće sa indeksom od 121,8 ima smanjenje produkcije nanosa od svega 10,4 %. Indeks medjupoPisnog porasta od 110,4 prisutan je medjuslivu B. Planka-Niš na kojem je produkcija nanosa smanjena za 20,5 %, dok je u slivu Gabrovačke reke produkcija smanjena za 18,3 %, a indeks medjupopisne promene blizak je vrednosti 100 i iznosi 91,1.

5.2.2. PROMENE JAČINE EROZIVNOG PROCESA SA ASPEKTA PROMENE POPULACIONE VELIČINE NASELJA

Sa aspekta visinske distribucije jačine erozivnog procesa i produkcije nanosa pre četrdeset godina najugroženije su bile visinske zone do 800 m nadmorske visine. Na tom prostoru, kome pripada 60 % površine sliva, srednji koeficijent erozije kretao se od 0,406 u visinskim zonama od 500-800 m do 0,626 na nižim nadmorskim visinama. Vremenom je došlo do izvesnih promena koje su najizrazitije bile u pojasu od 500 m do 800 m. Te promene odrazile su se na činjenicu da su danas jačim erozivnim procesom najugroženije oblasti na prostoru do 500 m nadmorske visine. Sa srednjim koeficijentom erozije, koji u zoni do 500 m ima vrednost od 0,472 do 0,491, to je oblast koja zahvata 26,7 % površine sliva. Evidentno je da je za četrdeset godina došlo do povlačenja jačine erozivnog procesa ka nižim nadmorskom visinama, a samim tim i do smanjenja površina za 33,3 % koje su datim procesom ugrožene.

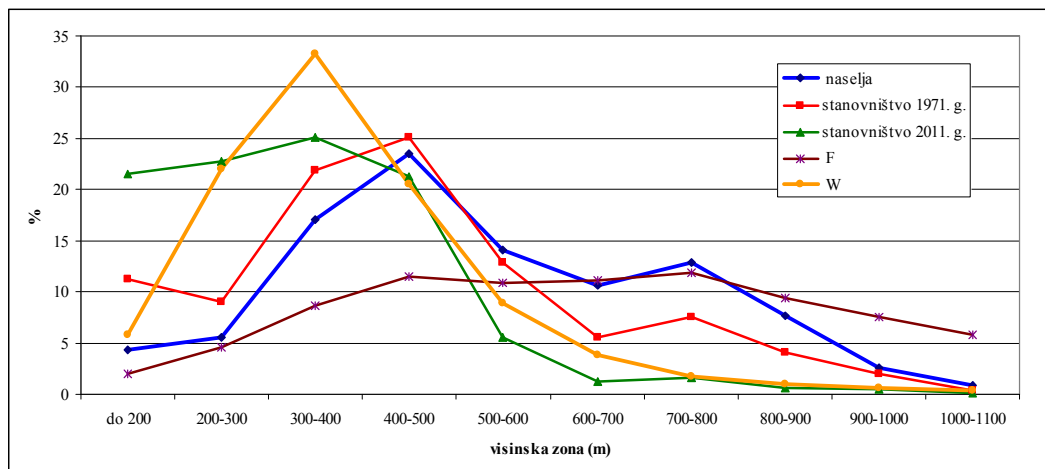
Osnovni uzrok ovakvoj pojavi nalazi se u demografskim i socioekonomskim promenama koje su zahvatile ovaj prostor. Uzimajući u obzir prostornu organizaciju i demografsku situaciju svih naselja sliva Nišave, najznačajnije naseobinske promene mogu se najbolje pokazati preko hipsometrijskog razmeštaja naselja i stanovništva, kao i promena u njihovoj populacionoj veličini.

Mrežu naselja sliva Nišave čini 232 seoska naselja. Osobine topografskog položaja omogućile su da prostorni razmeštaj naselja bude zastupljen od 200 m do 1100 m nadmorske visine. U najnižoj visinskoj zoni nalazi se 10 naselja koja se teritorijalno nalaze na prostoru između Niša i ušća Nišave u Južnu Moravu. Na najvećoj nadmorskoj visini smeštena su naselja Vuči Del u slivu Jerme i Carev Del u slivu Rasničke reke. Najveći broj naselja, njih 118 što čini 50,4 % od ukupnog broja, locirano

je u visinskom pojasu do 500 m. U okviru njega najveći broj zastupljen je u zoni između 400-500 m nadmorske visine, ukupno 55 naselja, što znači da je skoro polovina svih naselja skoncentrisano do 500 m nalazi u ovoj visinskoj zoni. U visinskom pojasu između 500 m i 800 m nadmorske visine nalazi se 88 naselja, tj. 37 % od ukupnog njihovog broja. Na ovom prostoru najveći broj naselja, njih 30, nalazi se u visinskoj zoni od 700-800 m, a 25 u visinskoj zoni od 600-700 m. Iznad 800 m nadmorske visine pa do 1100 m skoncentrisano je 11 % svih naselja sliva. Od 26 naselja 18 se nalazi u visinskoj zoni od 800-900 m, 6 u zoni između 900-1000 m, a već pomenuta 2 naselja na 1100 m nadmorske visine.

Tabela 101. Visinska distribucija naselja, broja stanovnika i gustine naseljenosti 1971. i 2011. godine u slivu Nišave.

Visinske zone (m)	Broj naselja	% naselja	Broj stanovnika 1971	% stan.	Gustina naseljenosti (st/km ²)	Broj stanovnika 2011	% stan.	Gustina naseljenosti (st/km ²)
Do 200	10	4,3	14878	11,3	256,2	19951	21,5	343,6
200-300	13	5,6	11873	9,0	89,7	21078	22,8	159,3
300-400	40	17,1	28820	21,9	115,0	23205	25,0	92,6
400-500	55	23,5	33042	25,1	98,9	19659	21,2	58,8
500-600	35	15,0	17520	13,3	55,5	5109	5,5	16,2
600-700	27	11,5	8866	6,7	27,5	1414	1,5	4,4
700-800	32	13,7	9489	7,2	27,5	1300	1,4	3,8
800-900	14	6,0	4777	3,6	17,4	506	0,5	1,8
900-1000	4	1,7	1769	1,3	8,1	327	0,4	1,5
1000-1100	2	0,9	546	0,4	3,2	90	0,1	0,5
ukupno	232		131580	100,0	45,4	92639	100,0	31,9



Grafik 35. Procentualni udeo naselja, broja stanovnika, produkcije nanosa i površine sliva prema visinskim zonama u slivu Nišave.

Narušavanje prostorno-demografske ravnoteže u hipsometrijskoj distribuciji naselja i stanovništva kvantitativno se može determinisati komparacijom dva vremenska perioda. Posmatrano sa teritorijalnog aspekta, izdvojeni visinski pojasevi imaju relativno ravnomerno rasprostranjenje: visinski pojas do 500 m zahvata 26,7 %, prostor između 500-800 m 33,9 %, a zona od 800-1100 m nadmorske visine 22,8 % površine sliva. Međutim, prostorno-demografske naseobinske promene pokazuju znatnu diferenciranost. Prema popisu stanovništva iz 1971. godine do 500 m nadmorske visine živelo je 67,3 % stanovništva, a gustina naseljenosti iznosila je 114 st/km². U drugom visinskom pojasu po zastupljenosti naselja (između 500-800 m) prema istom popisu živelo je 26,1 % stanovnika, pri čemu je gustina naseljenosti iznosila 35 st/km². Najviše predele prostorno-naseobinske komponente odlikovalo je mali udeo i mala gustina naseljenosti stanovništa. Tako je u visinskom pojasu od 800-1100 m živelo 6,6 % stanovništva, sa prosečnom gustinom naseljenosti od 13 st/km². Intenzivan proces depopulacije stanovništva uslovio je da je broj stanovnika u naseljima između 500-800 m smanjen za 4,5 puta, a u visinskom pojasu od 800-1100 m za čak 8,2 puta. Najmanje promene vezane su za najniže predele. U naseljima do 500 m broj stanovnika, za razliku od viših nadmorskih visina, smanjen je za samo 5,3 %. Procentualno do 500 m nadmorske visine prema popisu iz 2011. godine živi 90,6 % stanovnika, 7,8 % živi na prostoru između 500-800 m nadmorske visine, a samo 1,1 % u pojasu od 800-1100 m. Nastale promene uslovile su izrazitu diferenciranost prostora u pogledu gustine naseljenosti stanovnika po jedinici površine. Tako je visinska zona do 500 m najgušće naseljen prostor Ponišavlja sa 108,2 st/km², dok u ostala dva visinska pojasa gustina naseljenosti iznosi 7,8 st/km², odnosno 1,6 st/km².

Komparativna analiza zastupljenosti naselja, stanovništva i produkcije nanosa prema kriterijumu hipsometrijske diferencijacije, pokazuje da se najveća produkcija nanosa ostvari u zonama najveće jačine erozivnog procesa, što je u skladu sa naseobinsko-demografskim slikom prostora. Udeo produkcije nanosa u njenom ukupnom iznosu najveći je u pojasu najveće gustine naseljenosti. Na tom prostoru ostvari se 81,8 % od ukupne produkcije nanosa. Međutim, mora se naglasiti da je u datom vremenskom periodu produkcija ipak smanjena za 24 %. Najveće smanjenje produkovanog materijala zapravo je vezano za pojas između 800-1100 m nadmorske visine, odnosno na prostoru u kojem je najviše izražen prostorno-demografski dibalans.

Iako je na ovim visinama zastupljeno 14,4 % ukupne produkcije nanosa, ona je u vremenskom okviru od četrdeset godina samnjena od 33-37 %. Najviši predeli, iako nasebinsko najmanje opterećeni i po zastupljenosti produkcije nanosa imaju najmanje učešće, doživeli su znatne promene u pogledu količine produkovanog materijala. U datom vremenskom periodu on se smanjio za 27 %.

Smanjenje intenziteta erozivnog procesa kroz razvojne tendencije u prostornoj distribuciji populacije, još je jasnije ako se ova dva procesa sagledaju kroz jedan drugi pokazatelj, a to je promena populacione veličine determinisanih naselja teritorije sliva Nišave. Struktura naselja ove teritorije prema broju stanovnika jako je izdifrencirana i sa prisutno izraženom dinamikom promena kako na nivou celog sliva, tako i na nivou grupe naselja pojedinačnih subslivova.

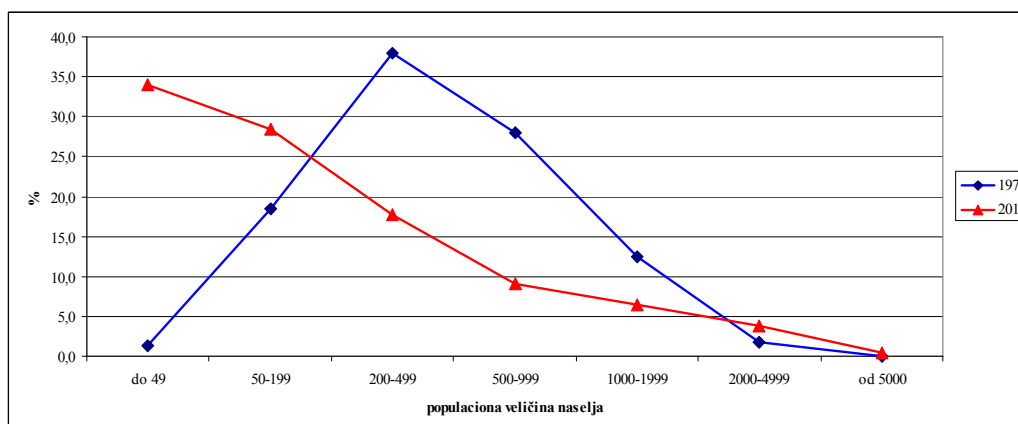
Prosečna veličina naselja prema broju stanovnika u slivu Nišave pokazuje kontinuiran trend opadanja. Sa prosečno 728,2 stanovnika, koliko je iznosila prema popisu iz 1948. godine, srednja veličina naselja smanjila se 1971. godine na 549,7 stanovnika, da bi prema podacima popisa iz 2011. godine iznosila 359,4 stanovnika. To znači da je u periodu 1971-2011. godina prosečna populaciona veličina naselja opala za 190 stanovnika ili za 35 %. Prosečna populaciona veličina naselja pojedinačnih subslivova pokazuje izrazitu diferenciranost. Na prostoru 11 izdvojenih subslivova došlo je do izrazitog smanjenja srednje populacione veličine naselja, a kod 2 (medjusliv Niš-ušće i medjusliv Bela Palanka-Niš) evidentan blag trend njenog povećanja. Procenat smanjenja kreće se od 9 % u slivu Gabrovačke reke pa do 83 % u slivu Temštice, odnosno 84 % u slivu Crvene reke. Na teritoriji sliva Nišave najveću prosečnu veličinu imaju naselja u medjuslivu Niš-ušće - 1497,7 stanovnika i to je jedini subsliv koga karakteriše srednja populaciona veličina naselja veća od 1000. Srednja populaciona veličina naselja između 500-999 stanovnika prisutna je samu u 2 subsliva - u medjuslivu B. Palanka-Niš (732,9) i slivu Gabrovačke reke (602,7). U kategoriji između 200-499 stanovnika nalaze se 4 subslivova - slivovi Rasničke reke (403,6), Jelašničke reke (352,4), medjusliv Dimitrovgrad-Pirot (324,6 i sliv Kutinske reke (245,2). Najveći broj pojedinačnih slivova karakteriše srednja populaciona veličina naselja od 50-199 stanovnika. Pri tome najmanju prosečnu populacionu veličinu imaju naselja u slivovima Crvene reke - 53,5, Gaberske reke - 57,9 i Temštice - 76 stanovnika.

Ovakve promene prosečne populacione veličine naselja po izdvojenim celinama ukazuje na to da je za četrdeset godina došlo do njihove drastične redistribucije iz jedne veličinske grupe u drugu. Navedena klasifikacija naselja ukazuje na *prostorno-vremensku izraženost demografskog praznjenja i usitnjavanja naselja*.

**Tabela 102. Populaciona veličina naselja 1971. i 2011. godine
prema visinskoj distribuciji u slivu Nišave.**

Visinske zone (m)	Do 49		50-199		200-499		500-999		1000-1999		2000-4999		Preko 5000	
	1971	2001	1971	2001	1971	2001	1971	2001	1971	2001	1971	2001	1971	2001
do 200	-	-	-	-	1	-	1	2	6	4	2	4	-	-
200-300	-	1	-	1	6	1	2	6	4	1	1	2	-	1
300-400	-	6	6	9	13	12	11	4	9	7	1	2	-	-
400-500	1	10	8	18	17	14	20	9	9	3	-	1	-	-
500-600	-	7	1	13	16	13	15	-	1	-	-	-	-	-
600-700	2	17	6	8	14	-	3	-	-	-	-	-	-	-
700-800	-	19	12	10	10	1	8	-	-	-	-	-	-	-
800-900	-	16	8	2	8	-	2	-	-	-	-	-	-	-
900-1000	-	2	1	4	2	-	3	-	-	-	-	-	-	-
1000-1100	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ukupno	3	79	43	66	88	41	65	21	29	15	4	9	-	1

Napomena: navedena klasifikacija naselja data je po preporukama Eurostat-a.



**Grafik 36. Promena učešća populacije ruralnih naselja u slivu Nišave
po definisanim kategorijama populacione veličine.**

Generalno, najzastupljenija populaciona veličina naselja u slivu Nišave bila su sela koja su imala između 200 i 499 stanovnika. Ona su činila 37,9 % ukupnog broja naselja, a tokom vremena ova grupa je smanjena za dva puta, tako da sada na njih odlazi 17,7 %. U periodu 1971-2011. godine evidentno je izrazito smanjenje broja naselja populacione veličine 500-999 stanovnika. I dok ih je 1971. bilo 65, 2011. godine ima ih

samo 21, što znači da se broj naselja za ovaj vremenski period smanjio za tri puta. Izraženo u odnosu na ukupan broj naselja 1971. godine ova populaciona veličina činila je 28 %, a 2011. godine 9,1 %. S druge strane, konstatovan je značajan porast malih naselja sa manje od 200 stanovnika. Ona su 1971. godine bila zastupljena sa 19,8 %, a 2011. ih je tri puta više, tj. zastupljena su sa 62,5 %. Posebno se ističu populaciona najmanja naselja koja imaju manje od 50 stanovnika. I dok ih 1971. godine bilo samo 3 danas ih ima čak 79, što znači da je 34,1 % svih naselja pripada ovoj populacionoj veličini.

Sa aspekta hipsometrijske raspodele, više od polovine (43) populaciono najmanjih naselja nalazi se u visinskom pojasu od 500-800 m, jedna četvrtina (19) koncentrisana je između 800-1100 m, a jedna četvrtina u najnižim zonama, odnosno do 500 m (17). Najveće promene u visinskoj distribuciji nastale su kod naselja populacione veličine 500-999 stanovnika. Svih 65 naselja ove populacione veličine, koliko ih je bilo 1971. godine, prostorno su bila zastupljena u svim visinskim zonama od 200 pa do 1000 m. Najviše ih je bilo u visinskoj zoni od 400-500 m ukupno 20, a 15 u visinskoj zoni od 500-600 m. Danas naselja ove populacione veličine ima 21, a zona njihove koncentracije je do 500 m nadmorske visine. Negativan demografski razvoj, takodje je jako izražen u visinskom pojasu od 800-1000 m. Pre četrdeset godina 10 naselja pripadalo je populacionoj veličini 50-199 stanovnika, 11 naselja bilo je u okviru veličinske grupe od 200-499 stanovnika, a čak 5 naselja imalo je između 500-999 stanovnika. I dok 1971. godine nije bilo prisutno nijedno naselje sa manje od 50 stanovnika, danas je takvih 19, a preostalih 7 ima između 50-199 stanovnika. Jedine pozitivne razvojne tendencije naselja u smislu demografskog porasta zapažaju se kod populacione veličine od 2000-4999 stanovnika. Naselja koja pripadaju ovoj kategoriji bilo je 4 i sva su se nalazila na prostoru do 400 m. Danas ima 9 takvih naselja: 4 u pojasu do 200 m, 4 u visinskoj zoni od 200-400 i 1 naselje u zoni od 400-500 m. Jedno naselje ima preko 6000 stanovnika (Donja Vrežina kod Niša) što ranije nije bio slučaj.

Demografsko usitnjavanje i praznjenje ruralnih naselja imalo je za posledicu smanjenje poljoprivrednog aktivnog radno sposobnog stanovništva i stvaranje staračkih domaćinstava. Ovakva znatna *prostorna izraženost i dugovremenost procesa demografskog starenja naselja* jedna je od odlika prostora Ponišavlja. Podela naselja prema stadijumu demografske starosti ukazuje na prostornu izraženost procesa

demografskog starenja naselja, ali i na izražene razlike u fazama demografske starosti po hipsometrijskim zonama. Tako recimo u naseljima Zaplanja (sliv Kutinske reke) pre pola veka najveći broj naselja nalazio se u stadijumu demografske zrelosti i na pragu demografske starosti. Činjenica da su po tipovima starosne strukture tada najbolje bila pozicionirana naselja hipsometrijskih zona iznad 500 m, i to 50 % u demografskoj zrelosti, 42,9 % na pragu demografske starosti i 7,1 % u demografskoj starosti. Tokom vremena situacija se drastično promenila. Na početku XXI veka sva naselja iznad pomenute nadmorske visine nalaze se u fazi najdublje demografske starosti. Tako je udeo stanovništva mlađeg od 19 godina sa 34,5 %, koliko je iznosilo 1961. godine, opao na samo 13,2 % 2002. godine. Stanovništvo starije od 60 godina 2002. godine činilo je 46,1 % a četiri decenije ranije samo 10,1 %. Terenska istraživanja tokom 2008. godine utvrdila su da je udeo najstarijeg stanovništva porastao i da čini 49,4 % ukupne populacije ovog prostora (Martinović M., 2009.). Slično stanje karakteristično je i na širem prostoru Suve planine i njenog oboda; čak 89 % naselja se nalazi u stadijumu najdublje demografske starosti (Martinović M., Matijević D., 2006). U većini naselja koja se nalaze na prostoru sliva Temšnice prisutna su staračka domaćinstva. Prosečna starost stanovništva iznosi 64,2 godine. Pri tome u pojedinim selima gornjeg dela sliva Nišave (Kumanovo, Pakleštica, Brlog, Visočka Ržana, Donji Krivodol) prosečna starost kreće se između 70 i 72 godine (Mustafić S., 2007).

5.2.3. PROMENA NAČINA KORIŠĆENJA ZEMLJIŠTA

Kako starosna struktura stanovništva predstavlja sintezni faktor stanja i kvaliteta populacije, tako se fenomen demografskog starenja stanovništva na ovom prostoru, između ostalog, odrazio i na *način korišćenja zemljišta*, a samim tim indirektno i na smanjenje intenziteta erozivnog procesa. Postepeno iseljavanje stanovništva, koje kontinuirano traje od 1948. godine, uslovilo je promene koje su se odrazile na način korišćenja zemljišta. Najintenzivnija poljoprivredna proizvodnja upravo je bila u vreme najveće koncentracije stanovništva, a to je u poslednjih šezdeset godina bio period prve i druge decenije druge polovine dvadesetog veka. Da bi se u potpunosti objasnilo sadašnje stanje erozivnih procesa, potrebno je sagledati uslove koji su uticali na razvoj biljne proizvodnje i stočarstva tog perioda.

Uticaj čoveka na prirodnu sredinu bio je mnogo izraženiji nego danas. Na prostoru gornjeg Ponišavlja, na prostoru Visoka i Zabrdje biljna proizvodnja je bila veoma raznovrsna. U aluvijalnim ravnima Visočice i njenih pritoka bilo je najviše razvijeno gajenje pšenice, kukuruza, povrtarskih kultura, kao i industrijskog i krmnog bilja. Cerealije su zahvatale 52 % ukupne obradive površine. Na intenzivan antropogeni uticaj ukazuje i činjenica da su se pšenica i kukuruz gajili i na blaže nagnutim terenima do 1000 m, a na visinama od 1400 m do 1500 m gajio se ječam. Sve veće potrebe stanovništva za obradivim površinama dovele su do poremećaja prirodne ravnoteže fizičko-geografskih i biogeografskih uslova. Antropopresija se odrazila na trend smanjenja šumskih i travnih površina na račun obradivog zemljišta, ali i na račun pašnjačkih površina. Razvoj stočarstva kao najčešće privredne grane doprineo je u velikoj meri promenama u strukturi poljoprivrednih površina. Stočari su radi proširivanja pašnjaka, kao i zbog pripremanja brsta za koze uništili velike komplekse bukovih šuma. Pojedini pašnjački prostori neplanski su iskorišćavani na taj način što su od strane zakupaca preopterećeni većim brojem stoke nego što je to njihov kapacitet dozvoljavao. Na taj način vremenom je došlo do pojave devastacije i degradacije pašnjaka. Ovako neplansko korišćenje zemljišta i izraženo krčenje šumskih kompleksa dovelo je do toga da površine pod neproduktivnim zemljištem budu veće od 9000 h. Krajnji rezultat poremećene prirodne ravnoteže doveo je do pojave oživljavanja erozivno-denudacionog procesa (Vidanović-Sazda G., 1955).

Na prostoru srednjeg Ponišavlja tokom šezdesetih godina XX veka stanovništvo se takodje pretežno bavilo zemljoradnjom i stočarstvom. Učešće aktivnog stanovništva u poljoprivrednoj delatnosti iznosilo je 78,1 %. Stepen do koga su se razvila pojedina naselja i njihove privredne mogućnosti u osnovi su bili određeni prirodnim uslovima. U zonalnom rasporedu agrarnih površina Belopalanačke kotline i njenog šireg okruženja bile su izdvojene tri oblasti. Nizijska zona do 400 m predstavljala je ratarski rejon i zahvatala je aluvijalne ravni Nišave, Koritničke i Crvene reke. Visinski pojas od 400-700 m nadmorske visine po strukturi agrarnih površina bio je determinisan kao ratarsko-vinogradarsko-voćarski rejon. Vinova loza uzgajala se do 700 m, pretežno kontinuelno pravcem pružanja kotline i na gotovo celoj dužini pobrđja južne kotlinske strane uvlačeći se u obluk Crvene reke. Iznad 700 m pa do gornje granice naseljenosti od 900 m severni obod predstavljao je stočarski, a južni obod

stočarsko-šumski rejon. Međutim, u blizini pojedinih naselja (Gornji i Donji Rinj) na visinama preko 800 m uspevao je brdski kukuruz, a na crvenici pojedinih vrtača gajila se konoplja. Iznad gornjih granica stalne naseljenosti nalazili su se privremeno nastanjeni stočarski stanovi-bačije. Prema tome, na prostoru srednjeg Ponišavlja uticaj čoveka na zemljišni pokrivač bio je u većoj ili manjoj meri izražen sve do 1300 m nadmorske visine (Kostić M., 1970).

Slična situacija bila je i na prostoru donjeg Ponišavlja, pre svega teritoriji Zaplanja kao najveće oblasti ovog dela sliva. Agrarna funkcija do današnjih dana ostala je dominantno funkcionalno obeležje najvećeg broja naselja. Međutim, u uslovima industrijalizacije, urbanizacije i koncentracije stanovništva, koji su počeli u drugoj polovini XX veka, a tokom narednih decenija intenzivirali pod divergentnim uticajem funkcija Niša, došlo je do procesa funkcionalne diferencijacije naselja ovog prostora. Agrarni tip naselja, sa preko 50 % aktivnog stanovništva u primarnom sektoru, bio je dominantan, i njemu je pripadalo 51,4 % izrazito agrarnih naselja, 37,8 % pretežno agrarnih i 5,4 % umereno agrarnih naselja. Početkom XXI veka situacija se značajno izmenila. Udeo naselja u agrarnom tipu opao je za skoro 2 puta, pri čemu su samo tri naselja definisana kao izrazito agrarna, deset pretežno agrarna, a šest umereno agrarna. Negativne razvojne tendencije uslovile su da je danas ovaj prostor determinisan kao slabo ruralno periferno područje Nišavskog okruga (Martinović M., 2009).

Kao posledica ovakvih procesa javio se jedan od primarnih ruralnih problema, a to je intenzivno opadanje stepena iskorišćenosti prirodnih i proizvodnih potencijala, što je dovelo do pogoršanja ekonomske pozicije većine seoskih naselja. Tako se na prostoru Suve planine (slivovi Kutinske, Crvene i Jelašničke reke) dinamično smanjenje ukupne populacije odrazilo i na smanjenje učešća agrarnog stanovništva, naročito u naseljima između 400 m i 900 m nadmorske visine. Navedenu konstataciju ilustruje činjenica da je u periodu 1961-2002. u naseljima visinske zone od 400-600 m prosečan broj stanovnika po hektaru obradive poljoprivredne i produktivne površine, smanjen za dva puta, a u naseljima od 600-900 m nadmorske visine za šest puta, dok je broj agrarnog stanovništva na jedinicu površine smanjen od 15 do 17 puta (Martinović M., Matijević D., 2006).

Pripadnost sliva Nišave na početku XXI veka kategoriji slabe erozije posledica je promena učešća pojedinih kategorija zemljišta koje su se desile kroz višedecenijske

znake negativnih razvojnih trendova. Prema načinu korišćenja zemljišta šume i pašnjaci u slivu Temšnice zahvataju 69,7 % površine ovog sliva. Njihov najveći udeo pripada društvenom vlasništvu (73 % šuma i 89,4 % pašnjaka). S druge strane, obradivo zemljište u ukupnoj strukturi zemljišta učestvuje sa 27,3 %, pri čemu dominiraju oranice i bašte, a svojim najvećim delom (82,9 %) pripada privatnom vlasništvu. (Mustafić S., 2006). Slična situacija je na prostoru sliva Kutinske reke. U strukturi korišćenja zemljišta najveće učešće 54,4 % imaju šume, panjaci i livade, dok oranice i bašte učestvuju sa 34,3 % (Martinović M., 2009). Kako su ovi podaci dobijeni na osnovu dokumentacionog materijala Republičkog zavoda za statistiku iz 2002. godine, rekognosciranjem stanja na terenu u periodu od 2003-2010. godina utvrđeno je da mnoge oranične površine, koje su kao takve zavedene u RZS-u, zapravo više ne obrađuju, već su obrasle travnom vegetacijom, što je dodatno uticalo na smanjenje intenziteta erozivnog procesa.

Prema sinteznoj karti dobijenoj na osnovu Corine land cover-a, na teritorije celog sliva Nišave dominira šumski pokrivač i šumsko-žbunasta vegetacija koji zahvataju 55 % površine. Zajedno sa livadama i pašnjacima ukupan udeo ovih tipova vegetacije iznosi čak 65,5 %. Relativno značajan procenat je obradivih površina za značajnim udelom travne vegetacije (13,1 %). S druge strane udeo oranica i vinograda je izuzetno mali, što sve zajedno doprinelo da intenzitet erozije bude nizak.

**Tabela 103x. Stanje vegetacionog pokrivača u slivu Nišave
(Corina 2010. godina)**

Tipovi vegetacionog pokrivača	F (km ²)	% F
Urbano zemljište	55,0	1,9
Oranice	140,9	4,9
Vinogradi	422,1	14,6
Kultivisane površine	2,7	0,1
Obradiva zemljišta sa značajnim udelom prirodne vegetacije	380,5	13,1
Livade	225,0	7,8
Pašnjaci	78,5	2,7
Listopadne šume	1050,1	36,2
Mešovite šume	18,0	0,6
Šumsko-žbunasta vegetacija	514,7	17,7
Površine bez vegetacionog pokrivača	7,0	0,2
Vodene površine	6,1	0,2
Ukupno	2901,0	100,0

5.2.4. PROTIVEROZIVNE MERE KAO FAKTOR SMANJENJA EROZIVNOG PROCESA

Iako je permanentno iseljavanje stanovništva sa prostora sliva Nišave uslovalo na indirektan način smanjenje erozivnog procesa, svakako da to nije jedini čovekov uticaj na eroziju zemljišta. S obzirom na činjenicu da je antropopresija na zemljište bila najveća do sredine prošlog veka, čovek je svojim delovanjem u velikoj meri degradirao značajan deo površina u slivu, što pokazuje i srednji koeficijent erozije koji je na pojedinim mestima bio veći od 0,7. Krčenje šuma i neplansko gazdovanje dovelo je do promene u režimu oticanja. To je uslovalo razorno dejstvo bujičnih poplavnih talasa, a degradacija zemljišnog pokrivača odrazila se na pojavu jaružaste erozije na većem broju lokacija u slivu. Te površine postaju neplodne, a tadašnje stanovništvo uzurpira druge lokacije za svoje istovetne potrebe. Stanje i kvalitet zemljišnog pokrivača nametnuo je nužno delovanje usmereno na primenu različitih biotehničkih mera u borbi protiv daljeg intenziviranja erozivnog procesa.

Obim izvedenih radova, kao i efekti njihovog delovanja obradjeni su u nekoliko studija (Kostadinov S., 1999; Velojić M., 2002). Prema Kostadinov S. (1999) u slivu Nišave obim izvedenih radova na suzbijanju štetnih posledica od erozije i bujičnih tokova tokom vremena bio je veoma različit. U tom smislu izdvojeno je nekoliko perioda tokom kojih su u većoj ili manjoj meri izvedeni određeni tipovi protiverozivnih mera. Tokom tih perioda pa do danas menjao se pristup uređenju bujičnih slivova, pa se menjala i vrsta bioloških, tehničkih i biotehničkih radova.

U prvoj fazi izvodjenja protiverozivnih radova, koja je trajala do 1941. godine, izvodjeni su uglavnom građevinsko-tehnički radovi u koritima bujičnih tokova, a vrlo malo je radjeno na zaštiti zemljišta od erozije. Cilj je bio da se zaštite saobraćajnice i naselja, a pošumljeno je svaga 12,5 ha. Ovakav pristup izvodjenju radova zadržao se sve do 1955. godine. U periodu od 1955-1966. godine dolazi do povećanja ulaganja u protiverozivne radove. U tom periodu izvedeno je najviše radova. Pored klasičnog pošumljavanja gustom sadnjom, dolazi do primene različitih radova i tehnologija kojese za osnovni cilj imali sprečavanje naglog slivanja vode niz padine. Primenjena je tehnologija stvaranja gradona, konturnih rovova, terasa i banketa kao povoljnih uslova za razvoj šumskih i voćarskih sadnica, kao i uvođenje planske ispaše stoke i melioracije pašnjaka. Kasnije intenzitet radova opada. U periodu 1967-1990. godine

dolazi do promene u organizaciji preduzeća za borbu protiv erozije, koje su se odrazile na način rada. Skoro potpuno se prekidaju aktivnosti direktne zaštite obradivog zemljišta od erozije. Prestalo se sa izradom konturnih rovova i terasa, osim terasica za pošumljavanje goleti na strmim padinama. počinje se sa pošumljavanjem uz primenu 2000-4000 sadnica po 1 ha, za razliku od prethodnih perioda kada je gustina sadnje iznosila preko 12000 sadnica po 1 ha. Obim radova nakon 1990. godine, zbog sveopšte ekonomske krize, sveden je na minimum, naročito u periodu 1990-1998. godine (Kostadinov S., 1999).

Primena navedenih mera vremenom je dovela da na tim ugroženim površinama dodje do većeg ili manjeg smanjenja erozivnog procesa. Prema Velojić M. (2002), efekat, pre svega tehničkih mera, na pojedinim bujučnim slivovima izuzetno je doprineo smanjenju erozivnog procesa. Izgradnja poprečnih objekata u rečnim koritima bujučnih vodotoka obavila je svoju osnovnu funkciju zadržavanja vučenog nanosa. Fiksiranjem poprečnih profila došlo je do zadržavanja određene količine nanosa, smanjenja uzdužnog pada vodotoka, a samim tip i brzine kretanja, razorne moći i transportne sposobnosti vode u koritu, što je za posledicu imalo uspešnu zaštitu svih nizvodnih objekata (naselja, puteva i železničkih pruga), ali i sprečavanje razvoja dubinske i bočne erozije.

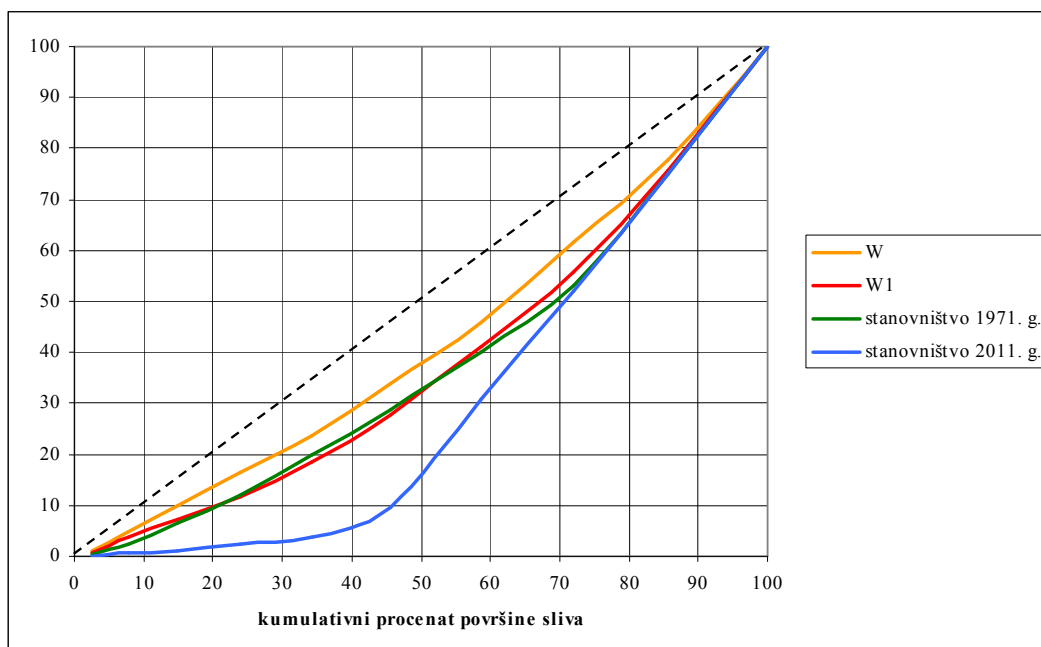
Tabela 104. Ukupan obim izvedenih radova u slivu Nišave u periodu 1947-1990. godine.

Regulacije		Poprečni objekti		Biološki radovi (ha)					
dužina (km ²)	zid (m ³)	broj objekata	Zid (m ³)	pošumljavanje	zatravljivanje	voćnjaci	malinjaci	meliorac. pašnjaka	Biol radovi ukupno
5,426	9857,19	868	22678,91	2179,12	2090,62	194,01	2,65	40,06	4506,46

Izvor: Kostadinov S., 1999.

5.2.5. PROSTORNA DETERMINACIJA JAČINE EROZIVNOG PROCESA I ZONA KONCENTRACIJE STANOVNIŠTVA

Neravnomerna raspodela intenziteta erozivnog procesa i prostorne distribucije stanovništva najbolje se može sagledati preko Lorencove krive. Lorencova kriva pokazuje značajna odstupanja od hipotetičke ravnomerne raspodele proučavanih pojava i procesa, koja je predstavljena linijom koja se pod uglom od 45° pruža od koordinatnog početka do nivoa koji odgovara vrednosti od 100 %. U ovom slučaju Lorencova kriva ima lučni oblik koji je različito izražen za date parametre. Što se luk više udaljuje od linije pod uglom od 45° time je veća nejednakost datih varijabli.



Legenada: W - kumulativni procenat produkcije nanosa uspostavljen na nivou visinske zonalnosti;
W1 - kumulativni procenat samnjenja produkcije nanosa u periodu 1971-2001 uspostavljen na nivou visinske zonalnosti

Grafik 37. Prostorna distribucija tendencije raspodele stanovništva i količine produkovanog materijala u slivu Nišave.

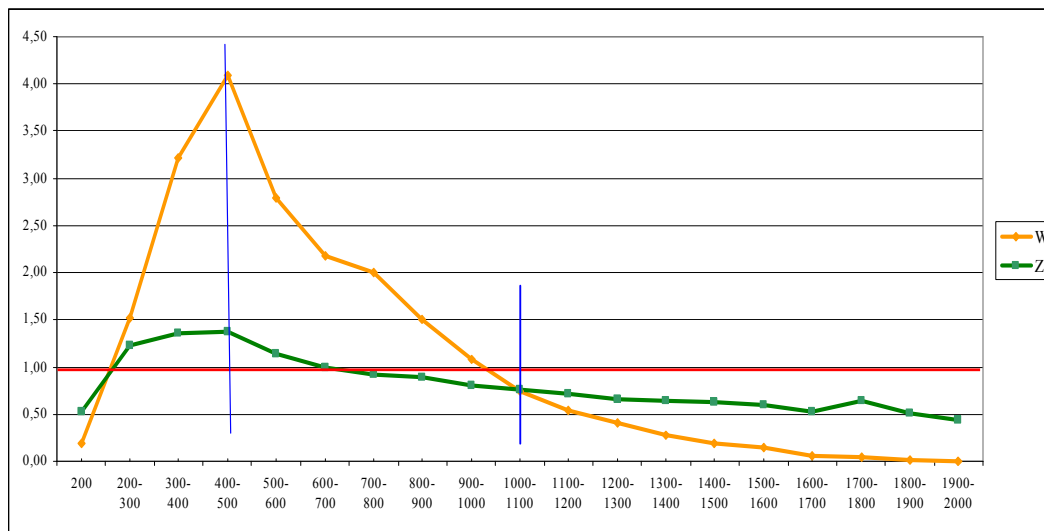
Razvojne tendencije u prostornoj distribuciji populacije, koja se ogleda kroz procese koncentracije i depopulacije stanovništva, kvantitativno se mogu pokazati preko *Huverovog indeksa koncentracije* (Martinović M., 2009). Ovaj indeks može pokazati

kakva je prostorna raspodela produkovanog materijala u komparativnoj konotaciji sa prostornim razmeštajem stanovništva. Neravnomernost raspodele stanovništva prema teritorijalnoj distribuciji, izražena preko Huverovog indeksa, pokazuje da je stanovništvo tokom decenija sve neravnomernije raspodeljeno na prostoru ovog sliva. Huverov indeks koncentracije za 1971. godinu iznosi 19, a za 2011. 36,1. Drugim rečima, to ukazuje da je 1971. godine 19 % stanovništva trebalo da se raseli da bi se postigla hipotetički revnomerna gustina naseljenosti, a danas je za to potrebno učešće od 36,1 % ukupne ruralne populacije. To znači da je porast indeksa od 17,2 za četrdeset godina dodatno narušio relativno ravnomernu distribuciju stanovništva na prostoru sliva.

Najveće odstupanje od idealne raspodele pokazuje kumulativna kriva stanovništva za 2011. godinu. Najveća razlika u kumulativnom udelu populacije u odnosu na površinu sliva vidi se na sledećem primeru. Na 45 % površine sliva 2011. godine kumulativni udeo stanovništva iznosi 9,4 %, dok je 1971. na istoj površini živelo 28,8 % stanovništva. Kumulativna produkcija nanosa iznosila je 33,8 %, a tokom četiri decenije na istoj površini smanjena je za 27,9 %. *Zaključak koji se može izvesti je taj da je na 45 % kumulativne površine sliva nastala promena u raspodeli stanovništva, tj. da je njegovo kumulativno smanjenje za 19,3 %, dovelo do kumulativnog smanjenja inenziteta produkovanog nanosa za 27,9 %.*

U cilju sagledavanja globalnog determinisanja prostora prema jačini erozivnog procesa i naseobinsko-populacionog uticaja na isti, u slivu Nišave mogu se izdvojiti tri predeone celine:

1. Najniži delovi sliva - od 200-500 m. Zahvata 26,7 % površine sliva. Izrazita antropopresija. Srednji koeficijent erozije $Z_{sr} = 0,489$.
2. Srednji delovi sliva - od 500-1100 m. Zahvata 56,7 % površine sliva. Delimična antropopresija. Srednji koeficijent erozije $Z_{sr} = 0,328$.
3. Najviši delovi sliva - više od 1100 m. Zahvata 16,6 % površine sliva. Zastupljena normalna erozija. Srednji koeficijent erozije $Z_{sr} = 0,175$.



Grafik 38. Modulne vrednosti W i Z determinisane prema visinskoj zonalnosti.

Izdvajanje navedenih celina utvrđena je prema odnosu između produkcije nanosa i koeficijenta erozije sa jedne strane, i njihove visinske distribucije sa druge strane. Ako se W i Z iskazuju modulno, rastuća grana produkcije nanosa i koeficijenta erozije počinje na 200 m nadmorske visine i završava se u visinskom pojasu od 400-500 m. To je prostor najveće gustine naseljenosti (108 st/km^2), a samim tim i velikog antropogenog uticaja na intenzitet erozivnog procesa. Opadajuća grana produkcije nanosa i koeficijenta erozije počinje od 500 m. Sa povećanjem nadmorske visine vrednosti W i Z konstantno se smanjuju. U visinskom pojasu od 1000-1100 m nadmorske visine nalazi se tačka njihovog preseka. To je prostor koji zahvata više od polovine površine sliva na kome je proces depopulacije stanovništva najviše bio izražen. Dinamika kretanja stanovništva pokazuje da se broj stanovnika za proteklih četrdeset godina smanjio za 4,9 puta, što je uslovalo malu gustinu naseljenosti ovog prostora od svega 5 st/km^2 . Kao posledica toga došlo je do smanjenog agrarnog pritiska na zemljište, a samim tim jačina erozivnog procesa ima liniju opadajućeg trenda. Iznad tačke preseka W i Z, tj. iznad 1100 m nadmorske visine u naseobinsko-populacionom pogledu to je prazan prostor. U tom smislu može se konstatovati da je uticaj čoveka na erozivni proces sveden na najmanju moguću meru.

5.3. INTRAGODIŠNJA VARIJABILNOST SUSPENDOVANOG NANOSA

5.3.1. OSNOVNE KARAKTERISTIKE KONCENTRACIJA SUSPENDOVANOG NANOSA

Suspendovani nanos predstavlja jednu od najvarijabilnijih pojava. Različite koncentracije suspendovanog nanosa posledica su u prvom redu različitih fizičko-geografskih karakteristika sliva. Shodno tome, prirodni uslovi su primarni faktor koji određuje njegove vrednosti. U prvom redu to je geološki sastav terena, orografski faktor, padavine i vegetacija. Nadmorska visina sliva, preko temperature i ekspozicija, pedološki pokrivač i pošumljenost terena u većoj ili manjoj meri utiču na iznos i varijabilnost koncentracije suspendovanog nanosa. Ova izuzetno promenljiva komponenta rečnog režima naročito je osetljiva na ekstremne meteorološko-hidrološke uslove. Kao posledicu toga imamo izrazitu varijabilnost pojave u okviru jednog hidrološkog profila na kome se vrše osmatranja, a pri svim istim fizičko-geografskim karakteristikama, odnosno prirodnim uslovima. Međutim, vrednosti koncentracija suspendovanog nanosa u znatnoj meri mogu biti modifikovane i antropogenim uticajem. Ovaj uticaj može se sagledati kroz različite vidove antierozivnih mera, kroz način korišćenja zemljišta i sl.

Imajući u vidu veoma veliki broj faktora koji determinišu vrednosti koncentracije suspendovanog nanosa, u funkciji dalje analize najpre su utvrđene njegove osnovne karakteristike. Analiza varijabilnosti koncentracija suspendovanog nanosa vršena je na nekoliko nivoa: na višegodišnjem nivou, u okviru različitih sezona, zatim na mesečnom nivou, i na kraju na dnevnom, sa posebnim osvrtom na njegove ekstremne vrednosti.

Nišava - hidrološki profil Dimitrovgrad. Prosečna koncentracija suspendovanog nanosa na profilu Dimitrovgrad u periodu od 46 godina, pri srednje godišnjem proticaju od $4,1 \text{ m}^3/\text{s}$, iznosila je $0,0639 \text{ g}$. Najmanja vrednost je zabeležena 1984. godine i iznosila je $0,0073 \text{ g}$, a najveća 2010. godine $0,1430 \text{ g}$, što čini odnos 1:20. Dok su se maksimalne vrednosti javile u najvodnijoj godini, minimalna vrednost suspendovanog nanosa bila je u godini koja je po vodnosti čak malo iznad proseka. Međutim, ako analiziramo tu godinu videćemo da su proticaji tokom najvećeg dela godine ispod

proseka, izuzev marta i aprila koji su bili izuzetno vodni zbog čega je i srednjegodišnji proticaj bio relativno visok.

Posmatrano na nivou sezone, maksimalne i minimalne koncentracije suspendovanog nanosa prate proticaje. Najveća vrednost srednje koncentracije nanosa je tokom proleća, a najmanja tokom jeseni. Međutim, iako je srednji zimski proticaj veći od letnjeg, na ovom profilu srednja koncentracija silta nešto je veća tokom letnjih meseci. Ista pravilnost uočava se i kod srednjih maksimalnih sezonskih koncentracija. Varijabilnost koncentracija relativno je ujednačena, ali je najviše izražena tokom jeseni.

Tabela 105. Srednje sezonske vrednosti koncentracije suspendovanog nanosa Cs (g/l)
- profil Dimitrovgrad (1965-2010).

	Z	P	L	J
min	0,0057	0,0102	0,0073	0,0010
max	0,2250	0,3431	0,2281	0,2080
sr	0,0606	0,0753	0,0676	0,0517
stdev	0,0442	0,0580	0,0509	0,0413
kv	0,73	0,77	0,75	0,80
max/min	39	34	31	201

Maksimalna vrednost srednjemesečnih koncentracija silta iznosi 0,0870 g i vezana je za poslednji prolećni mesec maj, a zatim jun i april. Minimalne srednje mesečne koncentracije su u oktobru 0,0457 g i novembru 0,0499 g. Majske i oktobarske koncentracije stoje u odnosu 1: 1,9. Međutim, odnos izmedju ekstrema, posmatrano na nivou meseca, najveći je u septembru (1:458), a potom u januaru (1:355).

Tabela 106. Srednje mesečne vrednosti koncentracije suspendovanog nanosa Cs (g/l)
- profil Dimitrovgrad (1965-2010).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
min	0,0010	0,0096	0,0056	0,0098	0,0063	0,0088	0,0053	0,0046	0,0009	0,0011	0,0011	0,0010
max	0,3627	0,3466	0,2391	0,4500	0,4231	0,6262	0,2785	0,3009	0,3907	0,1205	0,1539	0,1719
sr	0,0571	0,0686	0,0682	0,0708	0,0870	0,0812	0,0575	0,0642	0,0595	0,0457	0,0499	0,0574
stdev	0,0690	0,0640	0,0540	0,0346	0,0901	0,1043	0,0502	0,0662	0,0715	0,0373	0,0387	0,0455
k.v	1,21	0,93	0,79	0,49	1,03	1,29	0,87	1,03	1,20	0,82	0,78	0,79
max/min	355	36	43	46	67	71	53	66	458	105	139	170

Odnosi izmedju ekstrema najviše dolaze do izražaja ako se posmatraju na dnevnom nivou. Uočava se da su najmanje koncentracije od 0,0001 g/l tipične za sve mesece u godini. S druge strane, za ovaj profil veoma su izražene vrednosti maksimalnih koncentracija. U svim mesecima tokom istraživanog perioda javile su se

vrednosti veće od jednog grama. Najveća zabeležena koncentracija suspendovanog nanosa od 7,1 g/l bila je 08. juna 1995. godine, pri proticaju od 1,45 m³/s (koji je bio iznad proseka za ovaj mesec - srednji mesečini proticaj iznosi 0,95 m³/s). Inače, tokom ove godine upravo u junu zabeležena su još dva dana sa izrazito visokim koncentracijama od 5,8 g/l i 2,5 g/l. Ovako velike koncentracije javile su se kao posledica iznenadnih letnjih pljuskova. Količina padavina za samo 4 dana bila je 166,1 mm.

Tabela 107. Dnevne minimalne i maksimalne vrednosti koncentracije suspendovanog nanosa Cs (g/l) - profil Dimitrovgrad (1965-2010).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
min	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
max	3,8345	3,4216	1,0133	2,2000	2,5164	7,1034	1,6616	3,3414	2,2656	1,0320	1,2625	3,6030
kv	2,74	3,03	1,33	1,64	2,19	3,59	1,97	2,79	2,01	1,32	1,44	2,06
max/min	38345	34216	10133	11000	25164	71034	16616	33414	22656	10320	12625	36030

Nišava - hidrološki profil Niš. Srednja koncentracija suspendovanog nanosa na profilu Niš u pedesetogodišnjem periodu iznosila je 0,1339 g/l. Kretala se u rasponu od 0,0119 g/l 1994. godine do 0,5073 g/l koliko je iznosila 1963. godine. Za razliku od prethodnog profila, u ovom slučaju ekstremi se poklapaju sa hidrološkim pokazateljima srednjih godišnjih proticaja. Najveće i najmanje vrednosti suspendovanog nanosa ostvarene su tokom hidrološki najvodnije i najsuvlje godine. U odnosu na prethodni profil i odnos izmedju ovih ekstremnih vrednosti je znatno veći, i iznosi 1:43.

Sa aspekta sezone, najveće srednje koncentracije silta karakteristične su za letnje mesece, a najmanje za jesenje, dok su tokom zimskih meseci veće od prolećnih. Varijabilnost je, takodje, izrazitija nego na najuzvodnijem profilu Nišave. Izuzev proleća, tokom svih ostalih sezona prelazi vrednost 1, odnosno 100 %, a najizraženija je tokom jesenje sezone.

Tabela 108. Srednje sezonske vrednosti koncentracije suspendovanog nanosa Cs (g/l) - profil Niš (1961-2010).

	Z	P	L	J
min	0,0049	0,0141	0,0092	0,0056
max	0,7587	0,6995	0,8484	0,5274
sr	0,1156	0,1500	0,1570	0,1135
stdev	0,1252	0,1271	0,2013	0,1595
kv	1,08	0,85	1,28	1,40
max/min	155	50	92	95

Srednja mesečna koncentracija silta kreće se u rasponu od 0,0559 g/l u septembru do 0,2203 g/l u junu, tako da odnos između njih iznosi 1:3,9. Drugi mesec po visokim koncentracijama je mart, a treći novembar, dok je januar karakterističan po malim vrednostima. Odnos između ekstrema u okviru meseca je izrazito visok, pri čemu se posebno ističe oktobar (odnos 1:1020). Najmanji odnosi su u aprilu i maju, kada je i varijabilnost koncentracija ispod 1.

**Tabela 109. Srednje mesečne vrednosti koncentracije suspendovanog nanosa Cs (g/l)
- profil Niš (1961-2010).**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
min	0,0028	0,0047	0,0025	0,0185	0,0087	0,0036	0,0037	0,0031	0,0028	0,0008	0,0033	0,0037
max	0,5248	1,1878	1,2174	0,6968	0,6153	1,3137	0,9152	1,2019	0,3286	0,7669	0,7672	0,5635
sr	0,0831	0,1516	0,1744	0,1358	0,1397	0,2203	0,1384	0,1123	0,0559	0,1304	0,1543	0,1107
stdev	0,0868	0,2267	0,2066	0,1193	0,1314	0,2939	0,2094	0,2069	0,0683	0,2298	0,2480	0,1063
k.v	1,05	1,50	1,18	0,88	0,94	1,33	1,51	1,84	1,22	1,76	1,61	0,96
max/min	185	252	486	38	71	365	247	386	119	1020	229	154

Ekstremi još više dolaze do izražaja na dnevnom nivou. Za najnižvodniji profil na Nišavi karakteristične su izuzetno velike vrednosti dnevnih koncentracija suspendovanog nanosa. Tokom istraživanog perioda maksimalne dnevne vrednosti veće od 5 g/l zabeležene su od maja zaključno sa avgustom, a takodje i u novembru. Interesantno je da su se maksimumi u julu, avgustu i novembru javili iste godine 1962., koja je rangirana kao četvrta godina po vodnosti. Apsolutno maksimalna koncentracija suspendovanog nanosa na profilu Niš od 22,04 g/l bila je 13. avgusta 1962. godine. Maksimalna julska koncentracija od 17,6 g/l se javila 19. jula iste godine, jedan dan posle izrazitog letnjeg pljusk kada je dnevni intenzitet padavina bio 48,2 mm.

**Tabela 110. Dnevne minimalne i maksimalne vrednosti koncentracije suspendovanog nanosa
Cs (g/l) - profil Niš (1961-2010).**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
min	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
max	1,3990	3,9612	4,3493	2,9882	7,2500	11,4196	17,6102	22,0398	2,6886	1,7320	15,8215	6,8967
kv	1,69	2,34	1,96	1,65	2,06	2,85	4,30	5,84	2,25	1,89	3,14	2,53
max/min	13990	39612	43493	29882	72500	114196	176102	220398	26886	17320	158215	68967

Visočica - hidrološki profil Braćevci. Srednja godišnja koncentracija silta na profilu Braćevci iznosila je 0,0289 g/l. Najveća vrednost od 0,0724 g/l vezuje se za 1966. godinu, a najmanja za 1979. godinu kada je iznosila 0,0061 g/l. Odnos između ovih ekstrema iznosi 1:12 i najmanji je u celom slivu. Najveća vrednost koncentracija

bila je u godini koja pripada kategoriji vodnih, ali interesantno je da se najmanja vrednost vezuje za srednjevodnu godinu. Male koncentracije u relativno vodnim godinama posledica su, pre svega, pluviometrijskog režima. Ukoliko su padavine ravnomerno rasporedjene tokom godine, koncentracije silta mogu biti znatno manje od očekivanih.

Prateći sezone, najveći iznos srednjih vrednosti koncentracija je tokom leta i proleća. Zima ima veće vrednosti od jeseni. Varijabilnost koncentracija je velika i bliska je jedinici, ali ne prelazi njenu vrednost. U pogledu varijabilnosti najizraženija promenljivost koncentracija je u proleće i jesen.

**Tabela 111. Srednje sezonske vrednosti koncentracije suspendovanog nanosa Cs (g/l)
- profil Bračevci (1965 -1986).**

	Z	P	L	J
min	0,0018	0,0052	0,0065	0,0018
max	0,0778	0,1401	0,1199	0,0778
sr	0,0249	0,0347	0,0351	0,0212
stdev	0,0207	0,0325	0,0276	0,0190
kv	0,83	0,94	0,79	0,90
max/min	43	27	18	44

Na mesečnom nivou maksimalne vrednosti vezane su za maj, jun i jul, a minimalne za septembar, oktobar i januar. Iz prve kategorije izdvaja se jun sa prosečnom koncentracijom od 0,0469 g/l, a u drugoj januar u kome srednja koncentracija ima vrednost od 0,0163 g/l, tako da odnos izmedju njih iznosi 1:2,9.

**Tabela 112. Srednje mesečne vrednosti koncentracije suspendovanog nanosa Cs (g/l)
- profil Bračevci (1965 -1986).**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
min	0,0003	0,0008	0,0028	0,0018	0,0065	0,0032	0,0017	0,0035	0,0017	0,0007	0,0018	0,0020
max	0,0378	0,1750	0,3157	0,1618	0,1485	0,1268	0,2049	0,0626	0,0759	0,0646	0,1517	0,1408
sr	0,0163	0,0312	0,0370	0,0294	0,0378	0,0469	0,0341	0,0242	0,0223	0,0168	0,0244	0,0269
stdev	0,0127	0,0380	0,0656	0,0356	0,0308	0,0396	0,0426	0,0196	0,0207	0,0169	0,0339	0,0299
k.v	0,78	1,22	1,77	1,21	0,82	0,84	1,25	0,81	0,93	1,01	1,39	1,11
max/min	132	217	113	92	23	40	120	18	45	89	85	71

U pogledu dnevnih vrednosti najveća koncentracija od 3,7 g/l izmerena je 7. marta 1966. godine. Za razliku od prethodnih profila, koncentracije preko 1 g/l pojavile su se u manjem broju meseci, tj. u februaru, maju i decembru.

Tabela 113. Dnevne minimalne i maksimalne vrednosti koncentracije suspendovanog nanosa Cs (g/l) - profil Bračevci (1965 -1986).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
min	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
max	0,3336	1,3988	3,6997	0,4626	2,7800	0,7452	0,8605	0,5044	0,5239	0,2335	0,5523	1,5101
kv	1,62	2,71	4,69	1,58	3,40	1,84	2,07	1,64	1,90	1,58	1,90	2,75
max/min	3336	13988	36997	4626	27800	7452	8605	5044	5239	2335	5523	15101

Jerma - hidrološki profil Trnski Odorovci. Srednja koncentracija suspendovanog nanosa u Jermi iznosila je 0,1988 g/l. Maksimalna srednja godišnja vrednost od 0,7044 g/l zabeležena je 1969. godine, a minimalna od 0,018 g/l 1985. godine. Ovi ekstremi nalaze se u odnosu 1: 39. Iako maksimalna srednje godišnja koncentracija nije vezana za najvodniju godinu, ona se ipak ostvarila u godini koja je u kategoriji vodnih. Slično je i za minimalne vrednosti. Godina za koju je vezana najmanja koncentracija silta pripada kategoriji sušnih godina.

Za razliku od Nišave, na Jermi su najveće srednje koncentracije silta tokom zime, a zatim u proleće. Potom sledi leto, a najmanje koncentracije su tokom jeseni. Odmah se postavlja pitanje zašto su zimske koncentracije najveće?

Tabela 114. Srednje sezonske vrednosti koncentracije suspendovanog nanosa Cs (g/l) - profil Trnski Odorovci (1964 -1985).

	Z	P	L	J
min	0,0087	0,0298	0,0157	0,0047
max	1,1983	0,9906	0,5762	0,5274
sr	0,2257	0,2550	0,1898	0,1327
stdev	0,2898	0,2384	0,1795	0,1557
kv	1,28	0,93	0,95	1,17
max/min	138	33	37	111

Analiza mesečnih vrednosti pokazuje da se najveća vrednost srednje mesečnih koncentracija javlja u februaru (0,3275 g/l). Potom se izdvaja mart sa 0,3138 g/l, a zatim jun sa 0,2834 g/l. I maksimalna koncentracija silta od čak 2,7607 g/l, takodje, je vezana za februar. Na prvi pogled ovaj mesec se izdvaja kao poseban, i sa vrednostima izuzetno velikim u odnosu na prosek. Medjutim, ulazeći u detaljnu analizu vremenske komponente uočava se da upravo 1969. godina pokazuje izvesne specifičnosti. Naime, te godine tokom februara zabeležen je najveći srednje mesečni proticaj (13,1 m³/s) od kada je meren nanos (u pedesetogodišnjem periodu samo je 1963. godine proticaj u februaru bio veći). Ova vrednost proticaja je čak 2,7 puta veća od proseka za taj mesec.

To je uslovalo i da se pojave izuzetno visoke vrednosti koncentracija nanosa. Kada bi se iz analize izuzeo ovaj mesec u 1969. godini, februarske koncentracije suspendovanog nanosa bile bi malo iznad prosečne srednjegodišnje vrednosti. Minimalne srednje mesečne koncentracije javile su se u septembru (0,1227 g/l), a potom u avgustu i oktobru. Odnos februarske i septembarske koncentracije je 1:2,9. Za Jermu je karakteristična velika varijabilnost koncentracija, a samo dva meseca (maj i jul) imaju vrednosti manje od 1.

**Tabela 115. Srednje mesečne vrednosti koncentracije suspendovanog nanosa Cs (g/l)
- profil Trnski Odorovci (1964 -1985).**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
min	0,0036	0,0051	0,0082	0,0115	0,0097	0,0087	0,0108	0,0022	0,0031	0,0017	0,0050	0,0012
max	0,8367	2,7607	2,1497	1,0131	0,5277	1,2264	0,5029	0,6734	0,5694	0,6217	0,8920	0,8174
sr	0,1788	0,3275	0,3138	0,2398	0,2113	0,2834	0,1675	0,1184	0,1127	0,1189	0,1666	0,1592
sdtdev	0,2065	0,6003	0,4529	0,2515	0,1619	0,3319	0,1602	0,1688	0,1498	0,1531	0,2395	0,2082
k.v	1,16	1,83	1,44	1,05	0,77	1,17	0,96	1,43	1,33	1,29	1,44	1,31
max/min	232	540	262	88	54	141	46	301	183	364	178	694

Sa aspekta dnevnih vrednosti, maksimumi su se, takodje, javili tokom 1969. godine. Najveća koncentracija suspendovanog nanosa u Jermi od 8,05 g/l izmerena je 22. feburara 1969. godine. Tokom ovog meseca 18 dana je bilo sa koncentracijama većim od 1 g/l, a od toga čak 8 dana sa koncentracijama većim od 5 g/l. Za mart iste godine karakteristično je da su bila samo četiri dana sa koncentracijama manjim od 1 g/l.

**Tabela 116. Dnevne minimalne i maksimalne vrednosti koncentracije suspendovanog nanosa
Cs (g/l) - profil Trnski Odorovci (1964 -1985).**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
min	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
max	7,7884	8,0480	4,9730	5,4822	2,2331	8,7968	3,3710	1,9700	4,2036	5,1096	4,8404	5,6858
kv	2,68	2,71	1,75	1,75	1,28	2,35	1,94	2,09	2,82	2,42	2,29	2,34
max/min	77884	80480	49730	54822	22331	21992	33710	19700	42036	51096	48404	56858

5.3.2. INTRAGODIŠNJA RASPODELA KONCENTRACIJA SUSPENDOVANOG NANOSA

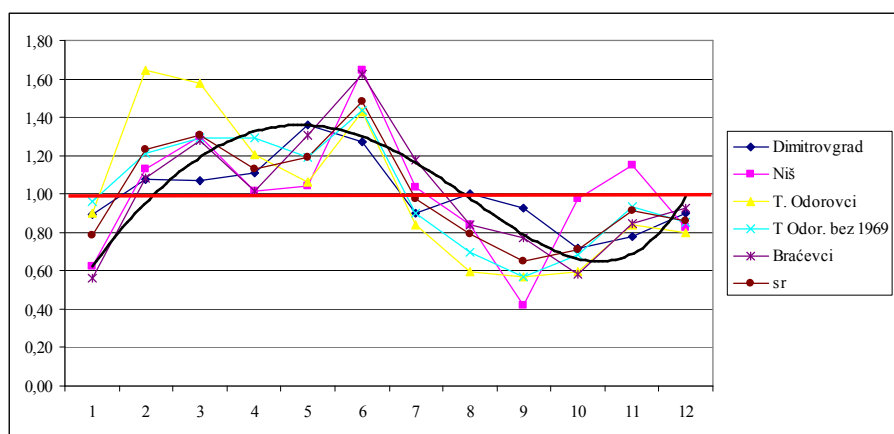
Kao što se iz iznetog može videti, na prostoru sliva Nišave postoje izvesne specifičnosti u režimu koncentracija nanosa na izdvojenim profilima, kao što je slučaj i sa vodnim režimom. Međutim, da bi stekli uvid u određene pravilnosti fluktuacija suspendovanog nanosa, tj. njegove vremenske distribucije tokom godine, mora se pristupiti komparativnoj analizi.

Osim navedenih specifičnosti svakog od profila, varijabilnost koncentracija suspendovanog nanosa pokazuje određenu pravilnost u godišnjoj raspodeli. Generalno, rastuća grana godišnje raspodele koncentracija silta počinje od septembra (Niš i Trnski Odorovci), odnosno oktobra (Braćeveci i Dimitrovgrad). Trend rasta prisutan je sve do kraja proleća ili početka leta. Na profilima Niš i Braćeveci rastuća grana maksimum dostiže u junu, dok je u Dimitrovgradu pomerena za fazu od jednog meseca, odnosno maksimum dostiže u maju. Od ove pravilnosti jedino odstupa Jerma. Rastuća grana maksimum dostiže znatno ranije, u februaru. Međutim, ukoliko bi iz analize izuzeli 1969. godinu kao ne tipičnu, onda trend linije rasta prati ostale profile i maksimum dostiže u junu. Opadajuća grana godišnje raspodele koncentracija suspendovanog nanosa počinje od jula, odnosno juna na profilu Dimitrovgrad, a pad linije trenda završava se zaključno sa septembrom, odnosno oktobrom.

Pored pomenute pravilnosti, uočava se još jedna. Naime, sa aspekta erozije zemljišta veoma važan pokazatelj, kako kod proticaja, tako i kod koncentracija suspendovanog nanosa, je raspodela mesečnih vrednosti koje su iznad, odnosno ispod prosečnih godišnjih. Period trajanja u kome su koncentracije suspendovanog nanosa veće od srednje godišnje je 5, odnosno 6 meseci. Na profilima Dimitrovgrad i Trnski Odorovci taj period traje od februara do juna, a na Nišu i Braćevcima od februara do jula. Jedini izuzetak od ovog pravila uočava se na najnižvodnijem profilu Nišave, u okviru koga se u novembru, takodje, javljaju nadprosečne vrednosti koncentracija silta. Generalno, u okviru nadprosečnih vrednosti koncentracija uočavaju se dva maksimuma: i jedan letnji, tj. junjski maksimum i jedan zimsko-prolećni (februar i mart) koji je manje izražen. S druge strane, period sa koncentracijama ispod proseka traje znatno duže, u proseku 7 meseci.

**Tabela 117. Srednje mesečne koncentracije suspendovanog nanosa
iskazane modulno (sr.mes/sr. god).**

Reka	Profil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nišava	Dimitrovgrad	0,89	1,07	1,07	1,11	1,36	1,27	0,90	1,00	0,93	0,71	0,78	0,90
Nišava	Niš	0,62	1,13	1,30	1,01	1,04	1,65	1,03	0,84	0,42	0,97	1,15	0,83
Jerma	T. Odorovci	0,90	1,65	1,58	1,21	1,06	1,43	0,84	0,60	0,57	0,60	0,84	0,80
Visočica	Bračevci	0,56	1,08	1,28	1,02	1,31	1,62	1,18	0,84	0,77	0,58	0,85	0,93



Grafik 39. Grafički prikaz modulnih vrednosti.

5.3.2.1. UČESTALOST POJAVLJIVANJA MAKSIMALNIH I MINIMALNIH SREDNJESEČNIH KONCENTRACIJA SUSPENDOVANOG NANOSA.

Čestina pojavljivanja maksimalnih i minimalnih srednjemesečnih koncentracija suspendovanog nanosa razlikuje se od profila do profila. Dimitrovgrad se izdvaja kao profil u kome su se maksimumi tokom istraživanog perioda javili u svakom mesecu bar po jedan put. Na ovom profilu izdvajaju se dva perioda pojave maksimuma. Prvi je prolećni, u kojem se 24 % pojave maksimuma javlja tokom maja i juna, a drugi je jesenji u kojem se izdvaja septembar sa 13 %. Ipak, najčešće se srednji mesečni maksimumi koncentracija javljaju u periodu od aprila zaključno sa julom. Tokom ova četiri meseca maksimum koncentracija se javio 22 puta, što čini 48 % od ukupnog broja.

Za razliku od Dimitrovgrada, na profilu Niš maksimum srednjih mesečnih koncentracija za period od pedeset godina nikada se nije pojavio u septembru. Na ovom profilu jasno je izdvojen prolećno-letnji period pojave maksimuma. U periodu od marta zaključno sa junom čestina pojavljivanja maksimuma je 62 %. Mart i jun se izdvajaju

kao meseci sa najčešćim pojavljivanjem maksimuma koncentracija, u oba meseca se javio po 9 puta, što čini po 18 % od ukupnog broja. Čestina pojavljivanja maksimuma veća je tokom zimskih meseci (14 %), nego jesenjih (12 %).

Tabela 118. Učestalost pojavljivanja maksimalnih srednjemesečnih koncentracija suspendovanog nanosa.

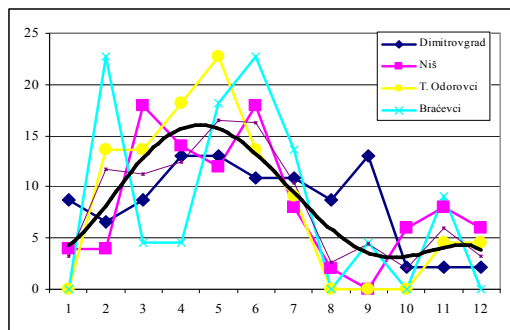
Profil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dimitrovgrad	9 (4)	7(3)	9 (4)	9 (4)	13 (6)	11 (5)	11 (5)	9 (4)	13 (6)	2 (1)	2 (1)	2 (1)
Niš	4 (2)	4 (2)	18 (9)	14 (7)	12 (6)	18 (9)	8 (4)	2 (1)	0 (0)	6 (3)	8 (4)	6 (3)
T. Odorovci	0 (0)	14 (3)	14 (3)	18 (4)	23 (5)	14 (3)	9 (2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (1)	5 (1)
Braćeveci	0 (0)	23 (5)	5 (1)	5 (1)	18 (4)	23 (5)	14 (3)	0 (0)	5 (1)	0 (0)	9 (2)	0 (0)

* Napomena: prvi broj označava % pojavljivanja max koncentracija silta te godine u tom mesecu; broj u zagradi je broj javljanja maksimalne mesečne koncentracije suspendovanog nanosa

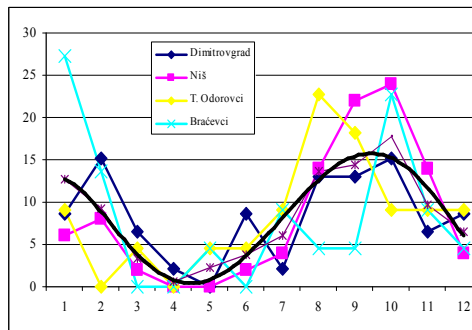
Tabela 119. Učestalost pojavljivanja minimalnih srednjemesečnih koncentracija suspendovanog nanosa.

Profil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dimitrovgrad	9 (4)	15 (7)	7 (3)	2 (1)	0 (0)	9 (4)	2 (1)	13 (6)	13 (6)	15 (7)	7 (3)	9 (4)
Niš	6 (3)	8 (4)	2 (1)	0 (0)	0 (0)	2 (1)	4 (2)	14 (7)	22 (11)	24(12)	14 (7)	4 (2)
T. Odorovci	9 (2)	0 (0)	5 (1)	0 (0)	5 (1)	5 (1)	9 (2)	23 (5)	18 (4)	9 (2)	9 (2)	9 (2)
Braćeveci	27 (6)	14 (3)	0 (0)	0 (0)	5 (1)	0 (0)	9 (2)	5 (1)	5 (1)	23 (5)	9 (2)	5 (1)

* Napomena: prvi broj označava % pojavljivanja min koncentracija silta te godine u tom mesecu; broj u zagradi je broj javljanja maksimalne mesečne koncentracije suspendovanog nanosa



a)



b)

Grafik 40. Grafički prikaz procentualne učestalosti max (a) i min (b) srednjih mesečnih koncentracija suspendovanog nanosa.

Na Jermi, pojava maksimalnih koncentracija još više je izdiferencirana. Ovde se jasno izdvaja period njihovog pojavljivanja. U odnosu na Nišavu period učestalije pojave maksimuma traje nešto duže (5 meseci), tj. od februara do juna, kada se od

ukupnog broja 82 % javi baš u ovo doba godine. U ovom periodu najveća verovatnoća je da će se maksimumi koncentracija javiti u maju (23 %), a potom u aprilu (18 %). Za period od dvadeset dve godine maksimalne srednje mesečne koncentracije silta dva puta su se javile u julu, a po jednom tokom novembra i decembra. Period od avgusta do novembra karakterističan je po nejavljanju maksimuma.

Za gornji tok Visočice, kao i kod Dimitrovgrada, karakteristična je pojava dva maksimuma. Čestina pojavljivanja najveća je krajem proleća i početkom leta. Maj, jun i jul su meseci kada se maksimum javio 12 puta, što čini 55 % od ukupnog broja. Medjutim, za raziku od Dimitrovgrada gde se drugi maksimum javlja u jesen, za Visočicu je karakterističan kraj zime. Naime, podjednaka je verovatnoća da će se maksimum koncentracija javiti u februaru kao i u junu.

5.3.2.2. FAZNO POMERANJE UČESTALOSTI MAKSIMUMA SREDNJEMESEČNIH KONCENTRACIJA SUSPENDOVANOG NANOSA.

S obzirom da na Nišavi imamo duže nizove osmatranja u odnosu na Jermu i Visočicu, uočene su znatne promene u godišnjoj raspodeli čestine pojavljivanja maksimalnih srednjih mesečnih koncentracija suspendovanog nanosa. Analizom podataka izdvojile su se tri vremenske serije. Prva odgovara periodu od 1961-1975. godine na profilu Niš, odnosno, periodu 1965-1975. godina na profilu Dimitrovgrad. Druga je period od dvadeset godina, između 1976. i 1995. godine, i poslednja obuhvata period od 1996-2010.

Na profilu Dimitrovgrad u I izdvojenom vremenskom periodu dva maksimuma koncentracija bila su januar-februar (36 %) i maj-jun (45 %), pri čemu se maj izdvaja kao mesec sa najčešćim pojavljivanjem maksimalnih koncentracija. U II periodu primarni maksimum je sa maja pomeren na jun (20%), zimski januarsko-februarski se gubi, ali se zato septembar (20 %) ističe po čestini pojavljivanja maksimuma koncentracija. U III izdvojenom periodu koji traje poslednjih petnaest godina, junjski maksimum fazno je pomeren ka proleću, tako da je on sad vezan za april i mart. Septembarski maksimum, takodje je fazno pomeren ka letu i sada je karakterističan za jul i avgust. Prolećni period, sa aprilom kao mesecom sa najčešćim pojavljivanjem maksimalnih koncentracija (27 %), i letnji period u kojem se jul (20 %) izdvaja po čestini pojavljivanja maksimuma, jasno su izdvojeni. Između njih su maj i jun tokom

kojih se nijedan put nije pojavio maksimum koncentracija. Prema tome, u poslednjem izdvojenom periodu čestina pojavljivanja maksimuma koncentracija jasno je diferencirana kroz prolećni (aprilsko-martovski) i letnji (julsko-avgustovski) maksimum, koji u ukupnoj godišnjoj raspodeli učestvuju sa 80 %. Drugim rečima, najveća verovatnoća je da se maksimalni proticaji jave upravo u ova četiri meseca.

Tabela 120. Fazno pomeranje učestalosti maksimalnih srednje mesečnih koncentracija suspendovanog nanosa na Nišavi.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Period	Dimitrovgrad											
III 1996-2010	7 (1)	0 (0)	20 (3)	27 (4)	0 (0)	0 (0)	20 (3)	13 (2)	7 (1)	0 (0)	7 (1)	0 (0)
II 1976-1995	5 (1)	5 (1)	5 (1)	10 (2)	10 (2)	20 (4)	10 (2)	5 (1)	20 (4)	5 (1)	0 (0)	5 (1)
I 1965-1975	18 (2)	18 (2)	0 (0)	0 (0)	27 (3)	18 (2)	0 (0)	9 (1)	9 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	Niš											
III 1996-2010	7 (1)	7 (1)	27 (4)	33 (5)	7 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	7 (1)	13 (2)
II 1976-1995	5 (1)	0 (0)	10 (2)	10 (2)	20 (4)	20 (4)	15 (3)	0 (0)	0 (0)	5 (1)	10 (2)	5 (1)
I 1961-1975	0 (0)	7 (1)	20 (3)	0 (0)	7 (1)	27 (4)	7 (1)	7 (1)	0 (0)	13 (2)	7 (1)	0 (0)

Na najnižvodnijem profilu Nišave, u I periodu jasno su izdvojena dva maksimuma, primarni u junu (27 %) i sekundarni u martu (20%). U II vremenskom periodu junski maksimum se fazno pomera ka maju, tako da ova dva meseca po čestini pojavljivanja maksimalnih koncentracija imaju isti udeo, po 20 % od ukupnog broja pojavljivanja. U III periodu majsko-junski maksimum fazno je pomeren još više ka proleću. U ovom periodu najčešće se maksimalne koncentracije javljau u aprilu (33 %), a potom u martu (27 %).

Prema tome, u periodu do 1995. do 2010. godine na Nišavi je jasno izdvojen prolećni maksimum. Na profilu Dimitrovgrad maksimum koncentracija suspendovanog nanosa najčešće se javljao u aprilu i martu (47 %), dok je na profilu Niš on vezan za maj i april (60%). Medjutim, za razliku od Niša gde nema drugog maksimuma, kod Dimitrovgrada je on karakterističan za leto, tj. jul i avgust. Od ukupnog pojavljivanja maksimalnih koncentracija silta, čak 33 % je izmereno tokom ova dva meseca. Prema napred iznetom može se zaključiti da je primarni maksimum ostao u istoj sezoni, odnosno da je vezan za period od marta do juna, samo je fazno pomeren ka početku proleća.

Godišnja raspodela učestalosti minimalnih srednjemesečnih koncentracija suspendovanog nanosa na Nišavi ispoljava izvesne razlike u gornjem i donjem toku. Na

profilu Dimitrovgrad minimumi se najčešće javljaju u periodu od avgusta zaključno sa oktobrom. Tokom ova tri meseca minimum sa javio ukupno 19 puta, što u godišnjoj raspodeli čini 41 %. Drugi period učestalosti pojave minimuma je zima sa 33 %, pri čemu se izdvaja februar koji u godišnjoj raspodeli učestvuje sa 15 %. Jedini mesec kada se minimum na ovom profilu nikada nije javio je april. Na profilu Niš minimumi su se najčešće (74 %) javili u periodu od avgusta zaključno sa novembrom, s tim što je najveća verovatnoća da će se oni javiti u oktobru, a potom u septembru. U odnosu na Dimitrovgrad, pojava minimuma u zimskom periodu znatno je manja i u godišnjoj raspodeli učestvuje sa 18 %. April i maj su meseci u kojima se nije javljala minimalna koncentracija silta.

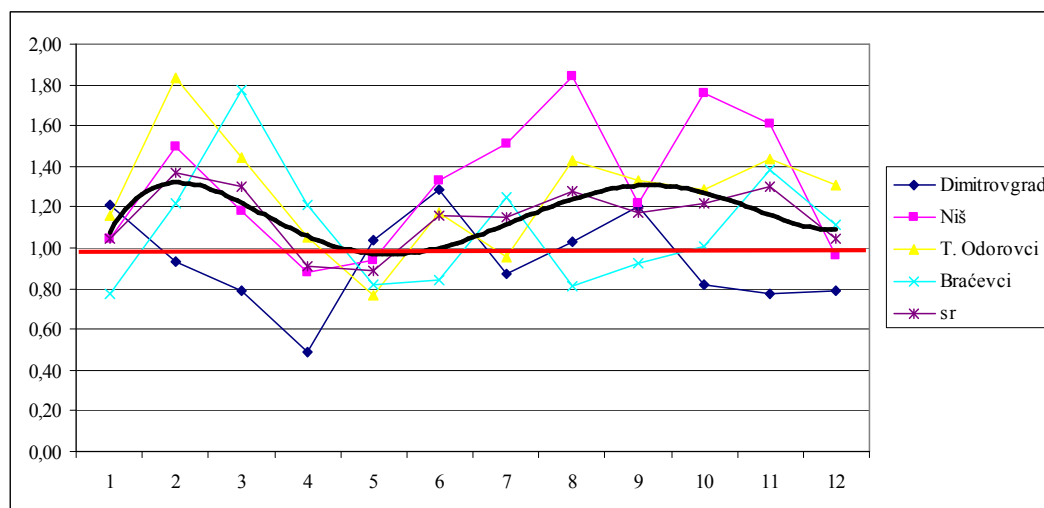
U Jermi 41 % čine minimumi koji su se javili u avgustu u septembru. Interesantno je da je čestina javljanja podjednaka u oktobru, novembru, decembru i januaru, dakle krajem jeseni i tokom zime, ali i u julu. Minimalni proticaji nikada se nisu javili u februaru i aprilu.

Visočica po pojavi minimuma ima izvesnih sličnosti sa gornjim tokom Nišave. I ovde su izražena dva perioda pojave minimuma. Oni su jasno diferencirani u godišnjoj raspodeli. Najčešće (41 %) minimumi se javljaju tokom januara i februara, a potom u oktobru i novembru (32 %). Za ovaj profil posebno je interesantna činjenica da se februar javlja po učestalosti pojave maksimuma i minimuma skoro podjednako. Za dati period 5 puta se u ovom mesecu javio maksimum, a 3 puta minimum koncentracija.

Sliv Nišave karakteriše izuzetno visok koeficijent varijabilnosti koncentracija suspendovanog nanosa. Prosečno najmanji koeficijent varijabilnosti koncentracije silta je na profilu Dimitrovgrad (0,94), sledi Visočica (1,09), zatim Jerma (1,26) i najveća varijabilnost je na Nišavi na profilu Niš (1,32).

Na Nišavi koeficijent varijabilnosti kreće se u rasponu od 0,49 u aprilu do 1,29 u junu na profilu Dimitrovgradu, a na profilu Niš od 0,88 u aprilu do 1,84 u avgustu. Na Jermi koeficijent varijabilnosti ima vrednosti od 0,77 u maju do 1,83 u februaru, a na Visočici je u rasponu od 0,81 i 0,82 u avgustu i maju do 1,77 u martu. Na svim profilima tokom godine dominiraju meseci sa koeficijentom varijabilnosti većim od 1. Izuzetak je Dimitrovgrad na kojem 5 meseci ima veću vrednost od jedinice. Na Jermi je takvih 7 meseci, a na Visočici i na profilu Niš čak 9. Generalno, najmanja varijabilnost

je tokom proleća, ali postoji fazni karakter. Kod Dimitrovgrada najmanja varijabilnost je u martu i aprilu, a kod Niša fazno je pomerena za jedan mesec, te je najmanja u aprilu i maju. Od aprila, tj. maja očigledan je trend porasta koeficijenta varijabilnosti ka jesenjim mesecima. Takodje, zapaža se još jedan, ali nešto manje izražen period povećanih vrednosti koeficijenta varijabilnosti karakterističan za februar i mart (izuzetak je Dimitrovgrad). Ovakva linija trenda koeficijenta varijabilnosti, sa izvesnim odstupanjima, u saglasnosti je sa proticajima, odnosno generalno prati godišnju liniju varijabilnosti proticaja.



Grafik 41. Koeficijent varijabilnosti srednjemesečnih koncentracija suspendovanog nanosa

5.3.3. OSNOVNE KARAKTERISTIKE PRONOSA SUSPENDOVANOG NANOSA

Nišava - hidrološki profil Dimitrovgrad. U periodu 1965-2010. godina na profilu Dimitrovgrad ukupno je proneto 407031,2 t suspendovanog nanosa ili 844,5 t/km², odnosno prosečno 18,4 t/km²/god. Najveći pronos nanosa bio je tokom 2010. godine (98861,9 t, tj. 205,1 t/km²), a najmanji 1993. godine (639 t, tj. 1,3 t/km²), što čini odnos 1:155.

Posmatrano po sezonama, najveći pronos nanosa ostvaren je tokom proleća i u zimskom periodu, potom u leto, a najmanji tokom jeseni, što je u skladu sa sezonskom raspodelom proticaja. Pronos nanosa između proleće i jesenje sezone stoji u odnosu 1:4. S obzirom na to da je koeficijent varijabilnosti proticaja najveći tokom zime i jeseni, varijabilnost nanosa, takodje, prati ovaj trend. To je u skladu i sa odnosom ekstrema ako ih posmatramo u okviru sezone. Tako je, recimo, odnos između maksimalnog i minimalnog proticaja tokom zime najveći, a isti slučaj je i sa pronosom silta.

Tabela 121. Pronos Qs (t) i specifični pronos Qs, (t/km²) suspendovanog nanosa po sezonama - profil Dimitrovgrad (1965-2010).

	Z	P	L	J
Qs (t)				
min	15,7	107,1	65,0	5,3
max	50840,4	47909,9	10640,2	12795,6
sr	2804,3	3517,1	1607,6	840,0
stdev	7987,8	7052,1	2521,1	1985,9
kv	2,8	2,0	1,6	2,4
max/min	3233	447	164	2410
Qs, (t/km²)				
min	0,03	0,22	0,13	0,01
max	105,5	99,4	22,1	26,5
sr	5,8	7,3	3,3	1,7
stdev	16,6	14,6	5,2	4,1

Maksimalan pronos nanosa, analizirano po mesecima, vezan je za april i mart, a najmanji je u oktobru i septembru. Odnos između aprilskog i oktobarskog pronosa nanosa je 1:4,5. Koeficijent varijabilnosti pronosa suspendovanog nanosa je visok i kreće se u rasponu od 1,5 u junu do 3,5 u martu.

Tabela 122. Mesečne vrednosti pronosa Q_s (t) i specifičnog pronosa Q_{s_s} (t/km²) suspendovanog nanosa - profil Dimitrovgrad (1965-2010).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q_s (t)												
min	2,9	3,9	20,1	33,7	10,9	19,5	9,8	5,6	1,5	1,8	2,0	1,8
max	2483,5	44267,7	9587,7	21066,7	17255,5	4936,1	7327,4	7537,0	6743,5	5526,6	4831,7	4295,8
sr	384,7	2010,0	1217,7	1225,9	1073,4	692,5	524,3	390,8	279,8	270,0	290,2	489,1
stdev	617,9	7111,7	1882,9	3087,1	2588,4	1049,8	1415,1	1181,1	993,6	834,8	750,5	871,6
kv	1,61	3,54	1,55	2,52	2,41	1,52	2,70	3,02	3,55	3,09	2,59	1,78
max/min	845	11386	476	625	1586	253	744	1342	4586	3035	2393	2445
Q_{s_s} (t/km²)												
min	0,006	0,008	0,042	0,070	0,023	0,041	0,020	0,012	0,003	0,004	0,004	0,004
max	5,2	91,8	19,9	43,7	35,8	10,2	15,2	15,6	14,0	11,5	10,0	8,9
sr	0,80	4,17	2,53	2,54	2,23	1,44	1,09	0,81	0,58	0,56	0,60	1,01
stdev	1,28	14,75	3,91	6,40	5,37	2,18	2,94	2,45	2,06	1,73	1,56	1,81

Odnos između ekstrema najočigledniji je ako pronos suspendovanog nanosa sagledamo na dnevnom nivou. I dok minimalan dnevni pronos nanosa ne prelazi vrednost od 0,045 t (april), maksimalne dnevne vrednosti u svim mesecima bile su iznad 1000 t. Najveći dnevni pronos nanosa na ovom profilu bio je u februaru 2010. Tačnije, 18. februara 2010. godine pronos nanosa iznosio je 17696,4 t, što daje specifični pronos od 36,7 t/km²/dan. Ovako veliki pronos posledica je izrazito velikog proticaja koji je iznosio 77 m³/s, ali i visoke koncentracije suspendovanog nanosa od 2,66 g/l. Dan kasnije, takodje je ostvaren veliki pronos nanosa od 17230,8 t, pri istom proticaju i koncentraciji suspendovanog nanosa od 2,59 g/l.

Tabela 123. Dnevni minimalni i maksimalni pronos Q_s (t) i specifični pronos Q_{s_s} (t/km²) suspendovanog nanosa - profil Dimitrovgrad (1965-2010).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q_s (t)												
min	0,009	0,008	0,017	0,045	0,009	0,003	0,008	0,004	0,006	0,006	0,006	0,005
max	1083,2	17696,4	1175,5	3561,1	5811,4	2690,6	2949,6	5201,3	5618,0	1482,1	1978,6	2972,9
sr	12,4	71,5	39,3	40,9	34,6	23,1	16,9	12,6	9,3	8,7	9,7	15,8
stdev	56,7	776,0	102,0	169,0	195,1	115,3	137,8	147,3	152,6	60,7	70,0	109,6
kv	4,6	10,9	2,6	4,1	5,6	5,0	8,1	11,7	16,4	7,0	7,2	6,9
max/min	119400	2275778	67691	79568	622796	973166	379323	1204000	1000350	263906	352308	614443
Q_{s_s} (t/km²)												
min	2E-05	2E-05	4E-05	9E-05	2E-05	6E-06	2E-05	9E-06	1E-05	1E-05	1E-05	1E-05
max	2,2	36,7	2,4	7,4	12,1	5,6	6,1	10,8	11,7	3,1	4,1	6,2
sr	0,03	0,15	0,08	0,08	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03

Nišava - hidrološki profil Niš. U periodu od 1961-2010. godine na profilu Niš pronoeto je ukupno 11346887,2 t suspendovanog nanosa, što čini specifični pronos od 2932,0 t/km², odnosno prosečno 58,6 t/km²/god. Najveći pronos nanosa bio je 1963. godine i iznosio je 1519926,1 t, odnosno 392,7 t/km²/god., a najmanji 1994. godine

kada je proneto 6229,3 t suspendovanog nanosa, odnosno 1,6 t/km²/god. Ovi ekstremi stoje u odnosu 1: 244.

Kao i na profilu Dimitrovgrad, najveći pronos nanosa je tokom proleća, a najmanji tokom jeseni. Odnos između ovih sezona u pronosu nanosa je 1:4,8. Ali za razliku od uzvodnog profila za Niš je pronos u zimskoj sezoni znatno manje izražen u odnosu na letnju. U svim sezonama varijabilnost nanosa je visoka. Ipak se po ovom parametru izdvaja zimska sezona, dok je najmanja varijabilnost pronosa nanosa kad su i velike vode, odnosno u proleće. U saglasnosti sa varijabilnošću su i odnosi između ekstrema. Tako je odnos između najvećeg i najmanjeg pronosa nanosa u zimskoj sezoni čak 1:1926.

Tabela 124. Pronos Q_s (t) i specifični pronos Q_{s_s} (t/km²) suspendovanog nanosa po sezonama - profil Niš (1961-2010).

	Z	P	L	J
Q_s (t)				
min	446,9	2653,5	627,4	301,3
max	860714,0	660131,5	377955,0	173475,1
sr	58632,9	101161,0	46161,9	20692,4
stdev	130788,9	137845,9	78558,4	35310,7
kv	2,23	1,36	1,70	1,71
max/min	1926	249	602	576
Q_{s_s} (t/km²)				
min	0,12	0,69	0,16	0,08
max	222,4	170,6	97,7	44,8
sr	15,4	25,7	11,7	5,4
stdev	34,1	35,9	20,5	9,2

Na mesečnom nivou najveći pronos nanosa je u martu, a najmanji u septembru, kao i kod proticaja. Odnos između ovih ekstrema je 1: 19,4. Koeficijent varijabilnosti je visok, ali u odnosu na uzvodni profil ipak nešto manji i kreće se u rasponu od 1,44 u maju do 2,74 u februaru.

Na dnevnom nivou ekstremi su posebno interesantni. Minimalne dnevne vrednosti pronosa nanosa kreću se u rasponu od 0,04 t (januar, oktobar, decembar) do 0,69 t koliko minimum iznosi u aprilu. Maksimalan dnevni pronos kreće se u rasponu od 7015,3 t (1,8 t/km²/dan) do 163317,1 t (42,2 t/km²/dan). Ovaj najveći dnevni pronos suspendovanog nanosa bio je 8. juna 1976. godine, pri proticaju od 402 m³/s i koncentraciji suspendovanog nanosa od 4,7021 g/l.

**Tabela 125. Mesečne vrednosti pronosa Q_s (t) i specifičnog pronosa Q_s (t/km^2) suspendovanog nanosa
- profil Niš (1961-2010).**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Q_s (t)											
min	100,5	128,5	83,8	967,5	289,1	85,7	77,0	79,7	48,2	13,6	70,8	58,3
max	182450,4	565831,8	387726,9	265540,6	149676,9	309504,4	88314,0	51327,1	17273,6	116875,6	119644,7	112431,8
sr	11310,6	34282,1	42056,0	32407,8	26697,3	30404,8	10620,1	5137,0	2115,1	6770,4	11806,9	13329,8
stddev	27634,5	92438,7	80376,1	51100,1	36171,6	63267,3	20063,6	10852,6	3534,5	18404,0	23764,4	19930,0
kv	2,37	2,64	1,86	1,57	1,48	2,03	1,84	2,06	1,63	2,64	1,96	1,46
max/min	1815	4404	4627	274	518	3613	1147	644	358	8625	1690	1929
	Q_s (t/km^2)											
min	0,026	0,033	0,022	0,250	0,075	0,022	0,020	0,021	0,012	0,004	0,018	0,015
max	47,1	146,2	100,2	68,6	38,7	80,0	22,8	13,3	4,5	30,2	30,9	29,1
sr	2,9	8,9	10,9	8,4	6,9	7,9	2,7	1,3	0,5	1,7	3,1	3,4
stddev	6,9	23,4	20,2	13,1	10,2	15,9	5,1	2,7	0,9	4,6	6,0	5,0

**Tabela 126. Dnevni minimalni i maksimalni pronos Q_s (t) i specifični pronos Q_s (t/km^2)
suspendovanog nanosa - profil Niš (1961-2010).**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Q_s (t)											
min	0,04	0,07	0,16	0,69	0,25	0,12	0,07	0,06	0,07	0,04	0,08	0,04
max	20403,0	102332,1	114700,6	57198,8	62326,8	163317,1	50666,7	27801,9	7015,3	7153,9	105940,8	36591,6
sr	364,9	1215,7	1356,6	1080,9	861,2	1013,5	342,6	165,7	70,5	218,4	393,6	430,0
stddev	1418,9	5760,9	4960,3	3675,9	3014,3	5521,5	1838,0	1061,6	271,3	698,1	2931,7	1955,5
kv	3,9	4,7	3,7	3,4	3,5	5,4	5,4	6,4	3,8	3,2	7,4	4,5
max/min	536695	1487938	721496	82753	246371	1354043	718652	502783	106836	188182	1277257	814449
	Q_s (t/km^2)											
min	1E-05	2E-05	4E-05	2E-04	7E-05	3E-05	2E-05	1E-05	2E-05	1E-05	2E-05	1E-05
max	5,3	26,4	29,6	14,8	16,1	42,2	13,1	7,2	1,8	1,8	27,4	9,5
sr	0,09	0,31	0,35	0,28	0,22	0,26	0,09	0,04	0,02	0,06	0,10	0,11

Visočica - hidrološki profil Bračevci. U periodu od 1965-1986. godine na profilu Bračevci proneto je ukupno 63532,8 t suspendovanog nanosa, odnosno 279,9 t/km², što čini specifični pronos od 12,7 t/km²/god. Pronos nanosa kretao se u rasponu od 405,6 t (1,79 t/km²/god) koliko je proneto 1985. godine do 12136,5 t (53,5 t/km²/god) tokom 1966. godine, što čini odnos 1:29.

Sa aspekta sezone najveći pronos nanosa ostvari se u proleće, a najmanji u jesen, a odnos je 1:7. Zima i leto kao sezona potpuno su izjednačeni u pronosu, ali je varijabilnost tokom zime veća. U pogledu varijabilnosti suspenovanog nanosa ona je najveća tokom jeseni, a najmanja u proleće.

Tabela 127. Pronos Qs (t) i specifični pronos Qs, (t/km²) suspendovanog nanosa po sezonama - profil Bračevci (1965-1986).

	Z	P	L	J
Qs (t)				
min	18,3	125,7	10,7	2,4
max	4805,2	5109,8	5072,5	1628,2
sr	766,7	1206,3	757,9	172,8
stdev	1309,1	1209,6	1186,4	366,9
kv	1,71	1,00	1,57	2,12
max/min	263	41	473	665
Qs, (t/km²)				
min	0,08	0,55	0,05	0,01
max	21,2	22,5	22,3	7,2
sr	3,4	5,3	3,3	0,8
stdev	5,8	5,3	5,2	1,6

Na mesečnom nivou izdvajaju se dva meseca u pogledu najvećeg pronosa suspendovanog nanosa. To su jun i februar, dok se kao treći izdvaja mesec maj. Najmanji pronos je u avgustu i oktobru. Odnos između janskog i avgustovskog pronosa je 1: 29. Svi meseci karakterišu se velikom varijabilnošću u pronosu nanosa. Koeficijent je veći od jedan u svim mesecima, izuzev u maju, ali je veoma blizak jedinici. U pogledu ekstrema najmanji odnosi između maksimuma i minimuma su u martu i aprilu, kada je i protocaj relativno ujednačen.

Najveći dnevni pronos nanosa bio je 4. juna 1966. godine. Tada je, pri izrazito visokom proticaju od čak 46 m³/s i koncentraciji nanosa od 0,7452 g/l, proneto 2961,7 t suspendovanog nanosa, odnosno 13 t/km²/dan. Veoma visok pronos bio je iste godine 13. februara (2529,3 t, odnosno 11,1 t/km²/dan), pri proticaju od 42 m³/s i koncentraciji silta od 0,697 g/l.

Tabela 128. Mesečne vrednosti pronosa Q_s (t) i specifičnog pronosa Q_s (t/km²) suspendovanog nanosa - profil Braćeveci (1965-1986).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Q_s (t)											
min	0,58	0,91	15,63	18,56	3,48	3,79	0,22	0,43	0,13	0,16	0,58	0,76
max	450,7	4551,4	1653,3	2684,2	1403,5	5012,1	2490,6	115,6	994,4	557,9	672,0	1156,5
sr	96,5	494,1	316,7	421,6	468,0	545,3	193,6	18,9	62,6	39,3	70,8	160,3
stddev	122,4	1150,5	398,9	601,4	432,5	1047,0	520,0	29,6	209,8	117,8	148,8	249,2
kv	1,27	2,33	1,26	1,43	0,92	1,92	2,69	1,56	3,35	2,99	2,10	1,55
max/min	777	5007	106	145	403	1322	11239	268	7730	3573	1155	1529
	Q_s (t/km ²)											
min	0,003	0,004	0,069	0,082	0,015	0,017	0,001	0,002	0,001	0,001	0,003	0,003
max	2,0	20,1	7,3	11,8	6,2	22,1	11,0	0,5	4,4	2,5	3,0	5,1
sr	0,4	2,2	1,4	1,9	2,1	2,4	0,9	0,1	0,3	0,2	0,3	0,7
stddev	0,5	5,1	1,8	2,6	1,9	4,6	2,3	0,1	0,9	0,5	0,7	1,1

Tabela 129. Dnevni minimalni i maksimalni pronos Q_s (t) i specifični pronos Q_s (t/km²) suspendovanog nanosa - profil Braćeveci (1965-1986).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Q_s (t)											
min	0,002	0,003	0,005	0,017	0,003	0,002	0,001	0,001	0,0001	0,0004	0,0003	0,002
max	353,0	2529,3	677,7	320,5	682,6	2961,7	1196,2	49,1	497,9	230,7	357,9	753,6
sr	3,1	17,6	10,2	14,1	15,1	18,2	6,2	0,6	2,1	1,3	2,4	5,2
stddev	18,0	150,4	37,0	31,3	48,1	129,1	52,7	2,7	22,1	9,6	15,4	34,3
kv	5,77	8,54	3,62	2,22	3,18	7,10	8,43	4,44	10,57	7,58	6,52	6,64
max/min	204270	914813	140060	18550	225733	1224257	1609884	71021	3893851	580370	1218309	411423
	Q_s (t/km ²)											
min	8E-06	1E-05	2E-05	8E-05	1E-05	1E-05	3E-06	3E-06	6E-07	2E-06	1E-06	8E-06
max	1,55	11,14	2,99	1,41	3,01	13,05	5,27	0,22	2,19	1,02	1,58	3,32
sr	0,014	0,078	0,045	0,062	0,067	0,080	0,028	0,003	0,009	0,006	0,010	0,023

Jerma - hidrološki profil Trnski Odorovci. U periodu od 1964-1985. godine na profilu Trnski Odorovci ukupno je proneto 887058,2 t suspendovanog nanosa, odnosno 1592,6 t/km² tj. 72,4 t/km²/god. Pronos je varirao od 1883,6 t (3,4 t/km²/god) 1985. godine do 267504,0 t (480,3 t/km²/god) koliko je zabeleženo 1969. godine. Ove ekstremne godišnje vrednosti stoje u odnosu 1: 142.

Tabela 130. Pronos Qs (t) i specifični pronos Qs_s (t/km²) suspendovanog nanosa po sezonama - profil Trnski Odorovci (1964-1985).

	Z	P	L	J
Qs (t)				
min	163,9	548,7	98,8	65,4
max	129523,5	121360,0	19897,0	15006,7
sr	11810,3	19252,5	6625,8	2678,0
stdev	28108,87	25247,61	6200,859	4022,331
kv	2,38	1,31	0,94	1,50
max/min	790	221	201	230
Qs_s (t/km²)				
min	0,29	0,99	0,18	0,12
max	232,5	217,9	35,7	26,9
sr	21,9	35,1	11,4	4,0
stdev	51,6	46,4	11,2	6,2

Posmatrano po sezonama, najveći pronos suspendovanog nanosa je tokom proleća, a najmanji tokom jeseni. Odnos između ovih sezona u pronosu nanosa je 1: 7. Za razliku od Visočice, u slivu Jerme zimska sezona je jasno diferencirana u pogledu pronosa u odnosu na letnju. Tokom zime ostvari se skoro dva puta više nanosa nego tokom leta.

Mart i februar izdvajaju se kao meseci sa najvećim pronosom suspendovanog nanosa, dok je najmanji pronos nanosa u avgustu i septembru. Ekstremne martovske i avgustovske vrednosti pronosa nanosa nalaze se u odnosu 1 : 17,5. Varijabilnost pronosa nanosa je velika u svim mesecima i kreće se u rasponu od 0,96 kolika je u maju do 3,03 u februaru. Ovu varijabilnost prate i mesečni ekstremi u pogledu odnosa između maksimalnih i minimalnih vrednosti pronosa. Tako je taj odnos najveći u februaru, a najmanji u avgustu.

Minimalne dnevne vrednosti pronosa silta kreće se u rasponu od 0,009 t do 0,082 t, dok se maksimalne vrednosti pronosa suspendovanog nanosa kreću od 362 t (0,6 t/km²/dan) do 15158,6 t (27,2 t/km²/dan). Ovaj maksimalan pronos ostvaren je 22. februara 1969. godine kada je izmerena jedna od najvećih vrednosti koncentracija suspendovanog nanosa od 8,048 g/l, a pri proticaju od 21,8 m³/s.

**Tabela 131. Mesečne vrednosti pronosa Q_s (t) i specifičnog pronosa Q_{s_k} (t/km²) suspendovanog nanosa
- profil Trnski Odorovci (1964-1985).**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Q_s (t)											
min	40,2	34,4	38,4	75,9	34,3	40,2	19,2	11,5	9,0	4,6	15,5	3,1
max	15954,1	123535,2	104752,6	22364,9	16738,4	13248,2	16157,5	2905,4	4959,4	11669,3	10482,2	5676,3
sr	1926,7	8712,4	9946,6	4824,1	4481,8	3588,8	2469,3	567,7	662,9	901,4	1113,7	1125,4
stdev	3485,5	26362,8	21684,9	5896,0	4283,3	3854,9	4031,6	830,3	1170,0	2453,3	2288,8	1411,6
kv	1,81	3,03	2,18	1,22	0,96	1,07	1,63	1,46	1,77	2,72	2,06	1,25
max/min	397	3591	2728	295	488	329	842	253	553	2525	675	1861
	Q_{s_k} (t/km²)											
min	0,072	0,062	0,069	0,136	0,062	0,072	0,034	0,021	0,016	0,008	0,028	0,005
max	28,6	221,8	188,1	40,2	30,1	23,8	29,0	5,2	8,9	21,0	18,8	10,2
sr	3,5	15,6	17,9	8,7	8,0	6,4	4,4	1,0	1,2	1,6	2,0	2,0
stdev	6,3	47,3	38,9	10,6	7,7	6,9	7,2	1,5	2,1	4,4	4,1	2,5

**Tabela 132. Dnevni minimalni i maksimalni pronos Q_s (t) i specifični pronos Q_{s_k} (t/km²)
suspendovanog nanosa - profil Trnski Odorovci (1964-1985).**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Q_s (t)											
min	0,029	0,057	0,022	0,027	0,025	0,082	0,009	0,019	0,018	0,009	0,019	0,012
max	6934,8	15158,6	11444,4	3594,3	4283,3	4339,8	5771,7	362,0	3744,1	2525,0	3914,5	1729,2
sr	62,2	308,2	320,9	160,8	144,6	119,6	79,7	18,3	22,1	29,1	37,1	36,3
stdev	361,6	1426,3	980,9	312,9	308,4	358,6	355,3	40,6	158,5	142,7	178,0	104,3
k.v	5,8	4,6	3,1	1,9	2,1	3,0	4,5	2,2	7,2	4,9	4,8	2,9
max/min	236071	264227	517417	134196	169777	52761	668019	19046	208341	292240	204082	147162
	Q_{s_k} (t/km²)											
min	5E-05	0,0001	4E-05	5E-05	5E-05	0,0001	2E-05	3E-05	3E-05	2E-05	3E-05	2E-05
max	12,5	27,2	20,5	6,5	7,7	7,8	10,4	0,6	6,7	4,5	7,0	3,1
sr	0,11	0,55	0,58	0,29	0,26	0,21	0,14	0,03	0,04	0,05	0,07	0,07

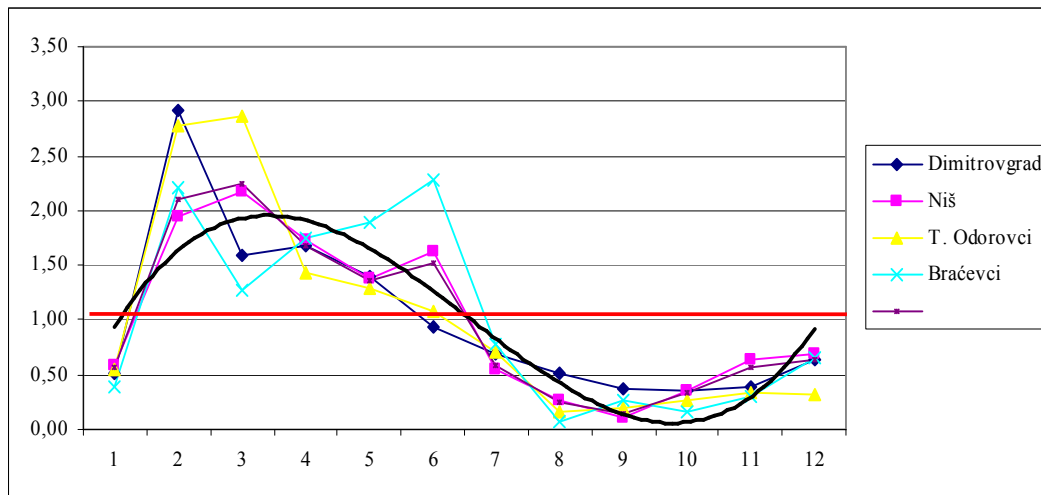
5.3.4. INTRAGODIŠNJA RASPODELA PRONOSA SUSPENDOVANOG NANOSA

Generalno, godišnja raspodela pronosa suspendovanog nanosa pokazuje određenu pravilnost, sa izvesnim specifičnostima svakog profila. Rastuća grana godišnje raspodele pronosa nanosa počinje krajem leta i početkom jeseni i ima blag fazni karakter. Na Jermi i Visočici počinje nešto ranije (u avgustu), na Nišavi na profilu Niš u septembru, a na Dimitrovgradu u oktobru. Linija rastućeg trenda svoj maksimum ima krajem zime ili početkom proleća. Maksimum pronosa kod Dimitrovgrada je u februaru, a kod Niša i Trnskih Odorovaca u martu. Izuzetak predstavlja Visočica, kod koje je maksimum pronosa u junu. Međutim, na Visočici i donjem toku Nišave izdvajaja se i sekundarni maksimum pronosa. Kod Visočice je to februarski, a kod Niša junski maksimum. Odstupanje pojavljivanja primarnog maksimuma pronosa nanosa kod Visočice od opšte linije trenda ogleda se u pojavi ekstremnih junskih proticaja u vreme kada se merila koncentracija suspendovanog nanosa. Naime u tom dvadestdvogodišnjem periodu javile su se četiri godine koje su imale od dva do tri puta veći proticaj u odnosu na prosek za taj mesec, a koncentracije suspendovanog nanosa generalno u tom mesecu su prosečno 1,6 puta veće od srednjegodišnje vrednosti. Opadajuća grana godišnje raspodele pronosa nanosa počinje od marta u Dimitrovgradu, odnosno od aprila na Nišu i Trnskim Odorovcima, dok je za Braćevce ona vezana za jul. Njena dužina trajanja je veoma različita: kod Dimitrovgrada traje 7 meseci, 5 meseci kod Niša, 4 meseca kod Trnskih Odorovaca, a najkraće kod Braćevaca samo 2 meseca.

Može se zaključiti da u najvećoj meri godišnja raspodela pronosa suspendovanog nanosa u prvom redu determinisana proticajem. Jedino kod Visočice koncentracija suspendovanog nanosa dominirajući faktor u pojavi maksimuma pronosa.

Tabela 133. Mesečni pronos suspendovanog nanosa iskazan modulno (sr.mes. / sr. god)

Reka	Profil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nišava	Dimitrovgrad	0,51	2,92	1,60	1,67	1,39	0,94	0,69	0,51	0,38	0,35	0,39	0,64
Nišava	Niš	0,58	1,95	2,17	1,72	1,37	1,62	0,55	0,26	0,11	0,35	0,63	0,69
Jerma	T. Odorovci	0,56	2,78	2,87	1,44	1,29	1,07	0,71	0,16	0,20	0,26	0,33	0,32
Visočica	Braćevci	0,39	2,20	1,28	1,76	1,89	2,27	0,78	0,08	0,26	0,16	0,30	0,65



Grafik 42. Grafički prikaz modulnih vrednosti pronosa suspendovanog nanosa.

U godišnjoj raspodeli pronosa nanosa, iznad prosečne vrednosti, javljaju se u periodu od februara zaključno sa junom. Za ovih pet meseci obavi se od 70-78 % od ukupnog pronosa nanosa. Na profilu Dimitrovgrad samo februar nosi 22,7 % od godišnjeg pronosa, a na Jermi samo na februar i mart otpada 46,3 % . Za Visočicu je interesantno da se 18,9 % pronosa nanosa obavi u junu, koliko i u peridu od jula do decembra.

Tabela 134. Godišnja raspodela pronosa suspendovanog nanosa (%).

Reka	Profil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nišava	Dimitrovgrad	4,3	22,7	13,8	13,9	12,1	7,8	5,9	4,4	3,2	3,1	3,3	5,5
Nišava	Niš	5,0	14,8	18,8	13,7	11,0	14,1	4,9	2,4	1,0	3,1	5,5	5,8
Jerma	T. Odorovci	4,8	21,6	24,7	12,0	11,1	8,9	6,1	1,4	1,6	2,2	2,8	2,8
Visočica	Bračevci	3,3	17,1	11,0	14,6	16,2	18,9	6,7	0,7	2,2	1,4	2,5	5,6

5.3.4.1 UČESTALOST POJAVLJIVANJA MAKSIMALNIH I MINIMALNIH VREDNOSTI PRONOSA SUSPENDOVANOG NANOSA.

Iz priloženog grafika 43 uočava se da se maksimalan godišnji pronos nanosa na većini profila najčešće javlja u martu, izuzev kod Visočice kada se javlja u maju. Iako je u godišnjoj raspodeli najveći pronos nanosa na profilu Dimitrovgrad u februaru, u martu se maksimalan godišnji pronos nanosa javlja čak 11 puta, što je duplo više od prethodnog meseca. Drugi mesec po čestini pojavljivanja maksimalnog pronosa je april

(10 puta), zatim maj (6) puta, a tek na četvrtom mestu je februar. Naime, 70 % od ukupnog broja maksimum pronosa javio se u toku ova četiri meseca, dok se u oktobru nije javio ni jedan put.

Na profilu Niš slična je situacija. Najčešće se maksimalan pronos javlja u martu 14 puta, odnosno 28 % od ukupnog broja. Potom se februar i april sa podjednakom učestalošću, ali sa duplo manjom u odnosu na mart. Izraženo u procentima, čestina javljanja maksimuma pronosa nanosa u periodu od februara do maja bila je 68 %. Maksimum pronosa na ovom profilu nikada se nije javio tokom avgusta i septembra.

Na Jermi se, takodje, mart izdvaja po čestini javljanja maksimuma pronosa. U ovom mesecu maksimum se javio 5 puta, dok se u februaru, aprilu i maju javio po 4 puta. To znači da je verovatnoća javljanja maksimuma pronosa tokom ovih meseci skoro podjednaka. Od ukupnog broja čak 77 % učestalosti vezano je za ove mesece. Na ovoj reci broj meseci u kojim se maksimum nikada nije javio je 3, a to su avgust, septembar i januar.

U odnosu na prethodne profile, Visočica ima određene specifičnosti u ovom pogledu. Čestina javljanja maksimuma pronosa nanosa najveća je u maju (27 %). Slede jun sa 18 % i april sa 14 %. Na ovoj reci je i najveći broj meseci u kojim se maksimum pronosa nije nikada javio. Za razliku od ostalih profila mart je jedan od meseci u kojem se maksimum pronosa nije javio ni jedanput. Slede avgust, oktobar i novembar.

Tabela 135. Učestalost pojavljivanja maksimalnih vrednosti pronosa suspendovanog nanosa.

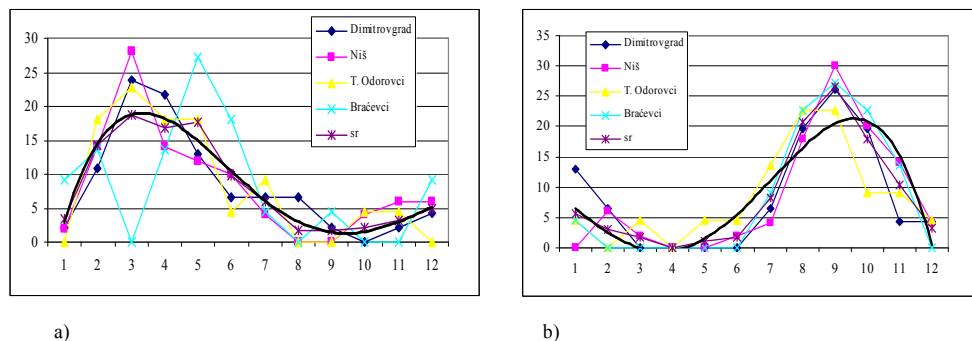
Profil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dimitrovgrad	2(1)	11(5)	24(11)	22(10)	13(6)	7(3)	7(3)	7(3)	2(1)	0(0)	2(1)	4(2)
Niš	2(1)	14(7)	28(14)	14(7)	12(6)	10(5)	4(2)	0(0)	0(0)	4(2)	6(3)	6(3)
T. Odorovci	0(0)	18(4)	23(5)	18(4)	18(4)	5(1)	9(2)	0(0)	0(0)	5(1)	5(1)	0(0)
Braćeveci	9(2)	14(3)	0(0)	14(3)	27(6)	18(4)	5(1)	0(0)	5(1)	0(0)	0(0)	9(2)

* Napomena: prvi broj označava % pojavljivanja max pronosa; broj u zagradi je broj javljanja maksimalneog pronosa suspendovanog nanosa

Tabela 136. Učestalost pojavljivanja minimalnih vrednosti pronosa suspendovanog nanosa.

Profil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dimitrovgrad	13(6)	7(3)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	7(3)	20(9)	26(12)	20(9)	4(2)	4(2)
Niš	0(0)	6(3)	2(1)	0(0)	0(0)	2(1)	4(2)	18(9)	30(15)	20(10)	14(7)	4(2)
T. Odorovci	5(1)	0(0)	5(1)	0(0)	5(1)	5(1)	14(3)	23(5)	23(5)	9(2)	9(2)	5(1)
Braćeveci	5(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	9(2)	23(5)	27(6)	23(5)	14(3)	0(0)

* Napomena: prvi broj označava % pojavljivanja min pronosa; broj u zagradi je broj javljanja minimalnog pronosa suspendovanog nanosa



Grafik 43. Grafički prikaz procentualne učestalosti max (a) i min (b) mesečnog pronosa suspendovanog nanosa.

5.3.4.2. FAZNO POMERANJE UČESTALOSTI MESEČNIH MAKSIMUMA PRONOSA SUSPENDOVANOG NANOSA

Kao i kod koncentracija suspendovanog nanosa, tako se i kod pronosa nanosa zapaža promena u čestini pojavljivanja maksimalnih mesečnih vrednosti u istraživanom periodu.

Na profilu Dimitrovgrad za I izdvojeni vremenski period bila je karakteristična pojava maksimuma u martu (4 puta) i februaru (3puta). Ova dva meseca učestvovala su sa 64 % u godišnjoj raspodeli. U II periodu u potpunosti se gubi februarski maksimum pronosa, i fazno se pomera ka aprilu (5 puta) i maju (4), s tim što je i dalje najčešće maksimum pronosa u martu (6 puta). Sada mart i april u godišnjoj raspodeli učestvuju sa 55 %, a zajedno sa majom 75 %. U III periodu u potpunosti nestaje maj, a maksimum pronosa se u najvećem broju vezuje za april (5 puta). Karakteristično za ovaj poslednji period od 15 godina je da se maksimum pronosa počeo javljati i u zimskoj sezoni, tj. u periodu od novembra do januara, što ranije nije bio slučaj.

Tabela 137. Fazno pomeranje učestalosti maksimalnog pronosa suspendovanog nanosa na Nišavi.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Period	Dimitrovgrad											
III 1996-2010	7 (1)	13(2)	13(2)	33(5)	0(0)	0(0)	0(0)	13(2)	0(0)	0(0)	7 (1)	13(2)
II 1976-1995	0(0)	0(0)	30(6)	25(5)	20(4)	15 (3)	5(1)	5(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
I 1965-1975	0(0)	27(3)	36(4)	0(0)	18(2)	0(0)	18(2)	9(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	Niš											
III 1996-2010	7 (1)	7 (1)	27(4)	33(5)	7 (1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	7 (1)	13(2)
II 1976-1995	0(0)	10(2)	25(5)	10(2)	15(3)	15(3)	5(1)	0(0)	0(0)	5(1)	10(2)	5(1)
I 1961-1975	0(0)	27(4)	33(5)	0(0)	13(2)	13(2)	7 (1)	0(0)	0(0)	7 (1)	0(0)	0(0)

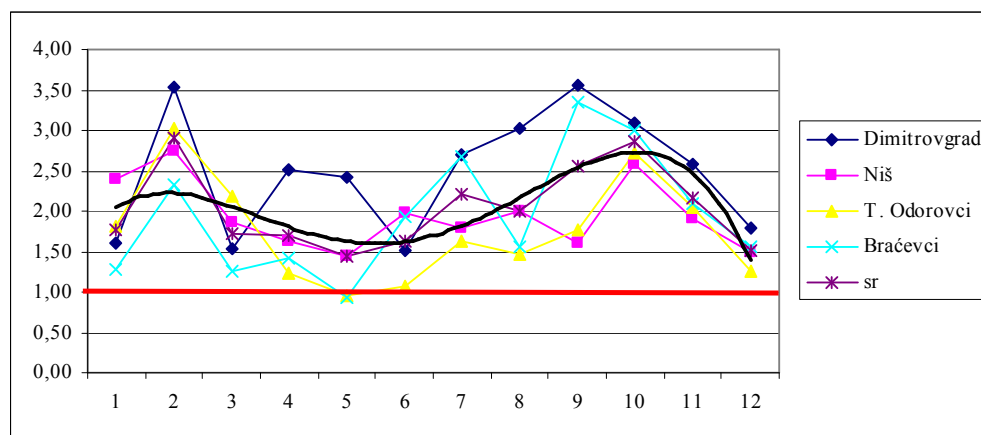
Na profilu Niš u I periodu maksimum pronosa nanosa bio je krajem zime i početkom proleća. Od ukunog broja, 5 puta se javio u martu, a četiri u februaru, što predstavlja 60 % godišnje raspodele. U II periodu februarski maksimum se gubi i fazno pomera prolećno - letnjim mesecima. Maksimum pronosa i dalje je u martu (5 puta, tj. 25 %), ali se po čestini pojavljivanja izdvajaju maj i jun (po 3 puta), što se u ovom slučaju poklapa sa pojavom maksimuma koncentracija. Sada se pojava maksimuma rastegla na četiri meseca koja čine 65 % od godišnje raspodele. U III periodu dolazi do faznog pomeranja maksimuma ka sredini proleća. Martovski maksimum i dalje je izražen, ali se gubi junski i majski, tako da sad imamo situaciju da se maksimum pronosa vezuje za mesec april (5 puta). U ovom poslednjem periodu na april i mart dolazi 60 % pojave maksimuma. Takođe, za ovaj poslednji period karakteristično je da se maksimum pojave pronosa nanosa nikada nije javio od juna do oktobra.

Analiza izdvojenih vremenskih serija ukazuje da je na oba profila u odnosu na I period došlo do faznog pomeranja pojave maksimuma pronosa nanosa i to za fazu od jednog meseca, tj. od marta na april.

Čestina javljanja minimalnog pronosa suspendovanog nanosa jasno je diferencirana na period koji obuhvata kraj leta i jesen. Na svim profilima po ovom kriterijumu se izdvaja septembar. Čestina javljanja minimuma pronosa u ovom mesecu najmanja je kod Trnskih Odorovaca (23%), a najveća kod Niša (30 %). Najmanji pronos nanosa kod Niša i Braćevaca podjednako se javio u avgustu i oktobru, dok je kod Dimitrovgrada nešto veća učestalost u oktobru u odnosu na avgust. Za Jermu je interesantno da se najmanji pronos može očekivati i u avgustu (23%) podjednako kao i u septembru, a verovatnoća da se javi u julu znatno je veća u odnosu na jesenje mesece.

Koeficijent varijabilnosti pronosa suspendovanog nanosa na svim profilima je izuzetno visok. Srednji koeficijent varijabilnosti je najveći na Nišavi, na profilu Dimitrovgrad i iznosi 2,49 a u Nišu 1,95. Sledi Visočica sa prosečnom varijabilnošću pronosa silta od 1,95, i na kraju Jerma sa 1,76. Na profilu Dimitrovgrad koeficijent varijabilnosti kreće se u rasponu od 1,52 do 3,54, na Nišu od 1,44 do 2,74, na Visočici ima vrednosti od 0,92 do 3,35, a na Jermi od 0,96 do 3,03.

U godišnjoj raspodeli jasno se izdvajaju dva maksimuma varijabilnosti: zimski-februarski i jesenji - oktobarski, s tom razlikom što se kod Visočice septembar izdvaja kao mesec sa najvećom varijabilnošću pronosa nanosa. Minimalan koeficijent varijabilnosti je u maju, sa izuzetkom Niša gde je pomeren za fazu od jednog meseca i vezan je za jun.



Grafik 44. Koeficijent varijabilnosti pronosa suspendovanog nanosa.

5.3.5. EFEKAT HISTEREZIS PETLJE

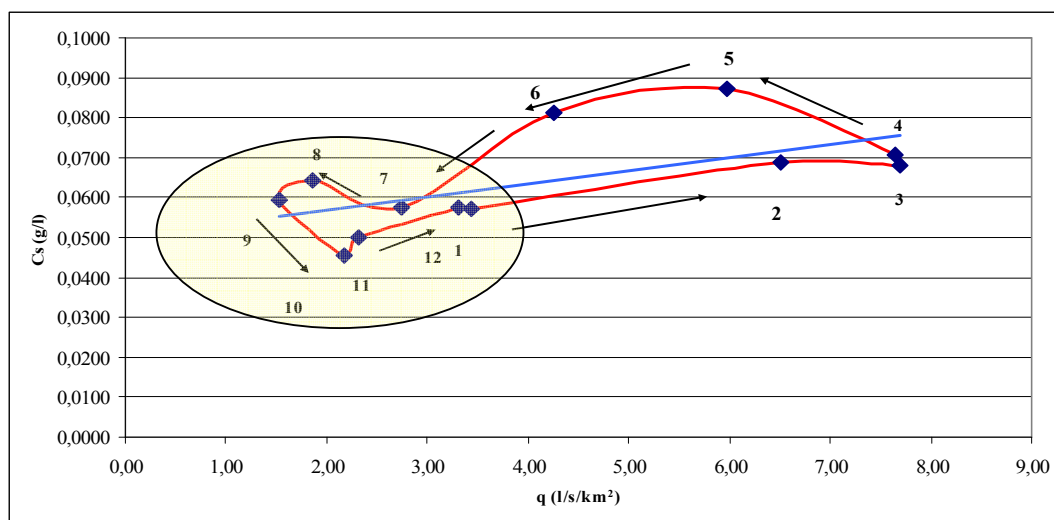
Sliv Nišave odlikuje se velikom varijabilnošću koncentracija i pronosa suspendovanog nanosa na intragodišnjem nivou. Osim ove varijabilnosti, kao što je već prikazano u poglavlju o hidrološkim karakteristikama sliva, reke se odlikuju i znatnom varijabilnošću proticaja. Komparacijom podataka o koncentracijama suspendovanog nanosa i proticaja može se utvrditi kako su na intragodišnjem nivou koncentracije nanosa distribuirane u odnosu na proticaj. Jedan od pokazatelja veze između koncentracije silta i proticaja je utvrđivanje postajanja *histerezis petlje*. Histerezis efekat može se posmatrati sa stanovišta srednjih višegodišnjih vrednosti, ali i na nivou pojedinačnog događaja, odnosno poplavnog talasa, u okviru različitih sezona i sl. (Grenfell S.E., Ellery W.N., 2009; Lenzi M., Marchi L., 2000; Soler M., Latron J., Gallart F., 2008; Aleksandrov Y., Laronne J.B., Reid I., 2007). U bilo kom slučaju koji se uzima u razmatranje identifikacija različitih tipova histerezis krugova ukazuje na

vrstu i lokaciju izvora sedimenata, kao i na dominantne faktore koji aktiviraju poreklo sedimenata. To znači da različiti oblici histerezis petlji, zapravo, ukazuju na dominantne faktore uslova procesa oticanja i denudacije, koji ima za posledicu različit transport denudacionog materijala do rečnih tokova.

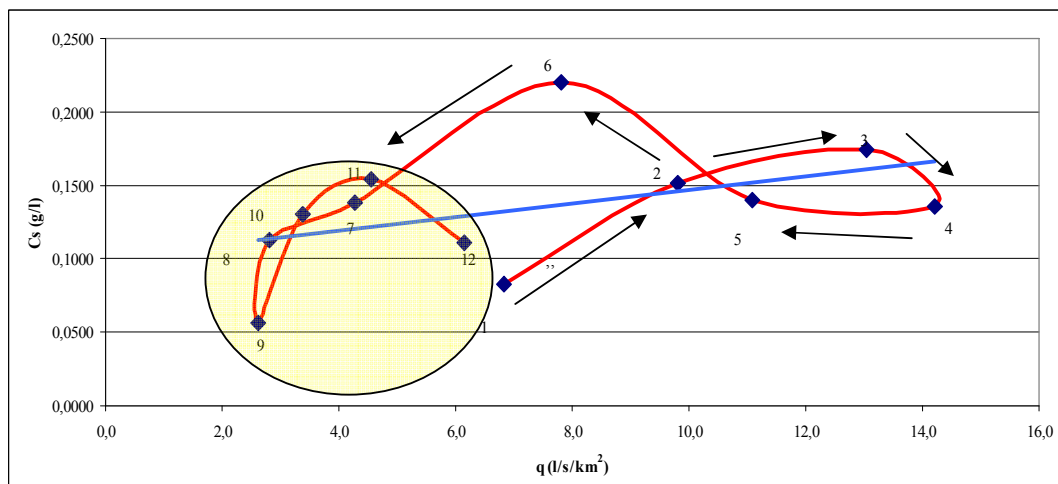
Analiza srednje mesečnih koncentracija suspendovanog nanosa i proticaja, odnosno specifičnog oticaja pokazala je dugoročni histerezis efekat. Ranija istraživanja ukazala su na postojanje pet vrsta histerezis pelji (Williams, G.P., 1989). Na prostoru sliva Nišave ustanovljene su tri vrste histerezis petlji:

- I u smeru kazaljke na satu - na Jermi,
- II u suprotnom smeru - na Visočici i na Nišavi na profilu Dimitrovgrad i
- III u obliku osmice - na Nišavi na profilu Niš.

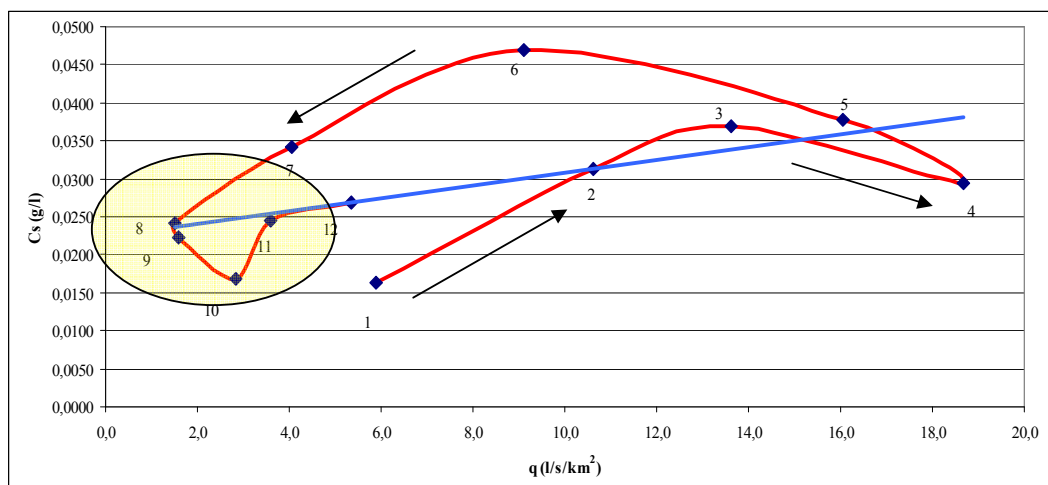
Klasifikacije rezličitih vrsta histerezis petlji ukazuju na različite događaje koji determinišu odnos između oticaja i koncentracija silta. Time se postiže cilj da se utvrde i razumeju glavni faktori koji dovode do ustanovljenog obrasca na relaciji oticanje - proticaj - koncentracija suspendovanog nanosa - transport nanosa.



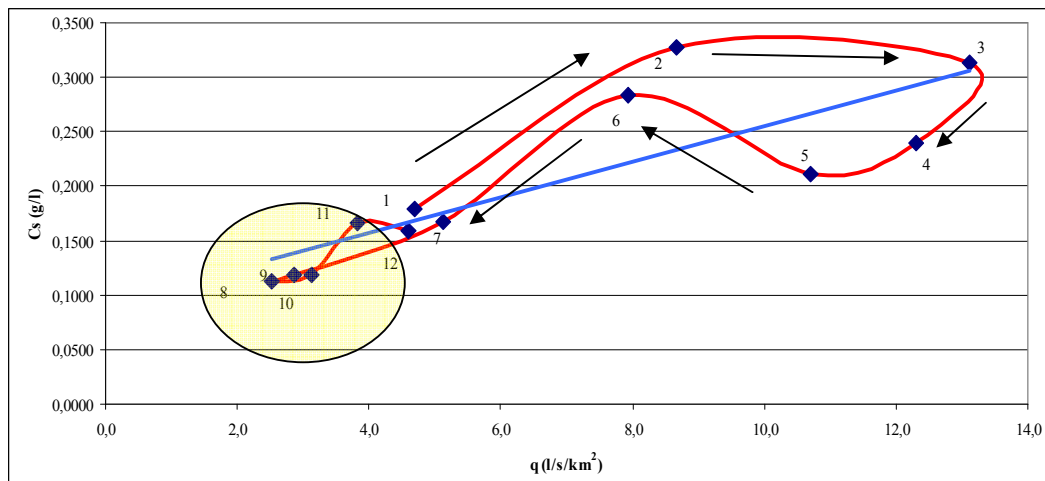
Grafik 45. Srednja godišnja histerezis petlja - profil Dimitrovgrad.



Grafik 46. Srednja godišnja histerezis petlja - profil Niš



Grafik 47. Srednja godišnja histerezis petlja - profil Braćevci.



Grafik 48. Srednja godišnja histerezis petlja - profil Trnski Odorovci.

I *Histerezis petlja u smeru kazaljke na satu* znači da se nanos generiše pod "normalnim" uslovima oticanja, kada je u slivu dosta vlage, a oticanje i količina sedimenata su limitirani na područje koje gravitira neposrednoj blizini rečnog toka kao i na samo rečno korito. Za ovaj slučaj karakteristično je brzo transporovanje sedimentnog nanosa do rečnog korita (Walling, D.E., Webb, B.W., 1982, Seeger M., et al., 2004).

Posmatrajući histerezis petlju na Jermi vidi se da povećanje proticaja od januara do marta prati i povećanje koncentracija suspendovanog nanosa. Prema tome, povećanje koncentracija silta sa povećanjem proticaja u ovom delu godine u skladu je sa intragodišnjim hidrogramom, kada koncentracija silta beleži najveću vrednost upravo kada je i maksimalan proticaj. Period od marta do maja, takodje je u skladu sa hidrološkim režimom: koncentracije se smanjuju sa smanjenjem proticaja. Međutim, nagli porast koncentracije silta od maja ka junu, i to znatno iznad linije trenda, ukazuje na druge faktore njegove determinacije. To se može objasniti pluviometrijskim režimom. Naime, primarni maksimum padavina je upravo u junu mesecu. Nakon juna dolazi od smanjenja količine padavina, što se odražava na naglo smanjenje koncentracija silta, tako da on beleži male vrednosti u sušnom delu godine.

II *Histerezis petlja u suprotnom smeru od kazaljke na satu* znači da su sedimentni izvori inkorporirani na prostoru celog sliva. To su uslovi visoke vlažnosti zemljišta, znatne količine padavina, a visoke koncentracije silta javljaju se za vreme vlažnog perioda (Seeger M., et al., 2004).

Gornji deo sliva Nišave i Visočice odlikuje se veoma sličnim histerezis petljama. Najveće koncentracije silta javljaju se nakon maksimuma proticaja. Za Nišavu na profilu Dimitrovgrad taj maksimum se javlja u maju, a na Visočici u junu, a nastaje kao posledica velike količine padavina. Minimalna koncentracija slita vezana je za mesec oktobar, kada se javlja i minimum padavina i postepeno raste sve do aprila kada se javlja maksimalan proticaj. Ovaj pravilan šestomesečni trend rasta naročito je izražajan na profilu Dimitrovgrad i u najvećoj meri prati pravolinijsku liniju trenda, s tom razlikom što su vrednosti koncentracija nešto manje u odnosu na trend linije. I kod Visočice generalno postoji uočeni trend, ali odstupanja od linearnog trenda u plusu i minusu su izraženija. To upućuje na zaključak da je koncentracija nanosa na Nišavi na profilu Dimitrovgrad više pod uticajem vodnosti, nego na Visočici. Nakon pojave maksimuma koncentracija silta u maju, odnosno junu, dolazi do njegovog smanjenja.

III *Histerezis petlja u obliku osmice* upućuje na složene uslove. Ona sadrži i elemente petlje koje ima smer kazaljke na satu, ali i elemente petlje suprotnog smeru. Ova vrsta petlje može se shvatiti kao redosled dominantnih uslova.

Karakteristična je za najnižvodniji profil na Nišavi. U prvoj fazi orijentacija petlje je u smeru kazaljke na satu (od februara do aprila, odnosno maja). Počevši od maja pa do septembra ima suprotan karakter. Maksimalna koncentracija silta, kao i u prethodnim slučajevima, javlja se nakon pojave maksimalnog proticaja, nakon čega pada i svoj minimum dostiže u septembru. Od septembra orijentacija petlje opet se menja i zauzima smer kretanja kazaljke na satu.

Unutargodišnje varijacije koncentracija silta mogu se tumačiti na više načina. Različite vrste petlji povezane su sa različitim indikatorima procesa oticanja i transporta nanosa u slivu (Seeger M., et al., 2004). Samim tim uticaj sezonskih karakteristika poplava na odnos između vode i koncentracije nanosa nije lako otkriti i ustanoviti sve faktore koji ih uslovljavaju.

Diferencijacija koncentracija suspendovanog nanosa u vezi je, pre svega, sa sezonskim padavinama i njihovom varijabilnošću. Tako, histereza rezultati pokazuju

znatno veće koncentracije silta u maju i junu u odnosu na one koje bi se očekivale u odnosu na pravolinijske linije trenda, tj. u odnosu na vrednosti proticaja. Visoke koncentracije nanosa nakon pojave maksimuma proticaja posledica su kišne sezone. Pojava prvog maksimuma padavina dovodi do karakterističnih visokih koncentracija suspendovanog nanosa koji nakon prolaska padavina ispoljava trend pada i za vreme sušnog perioda ima male vrednosti.

Varijabilnost suspendovanog opterećenja je u velikoj meri pod uticajema karakteristika i lokacije aktivnih sedimentnih izvora (Lenzi, M., Marchi, L., 2000), ali i mehanike transporta nanosa do rečnih tokova (Jansson M. B., 2002).

Za histerezis petlju u smeru kazaljke na satu nagli porast koncentracije nanosa (u slučaju Jerme posebno se ističe period od januara do marta), *objašnjava se brzim odnošenjem sedimanata iz denudovanog prostora koji se nalazi relativno blizu rečnog toka, kao i iz samog rečnog korita*. Posredno, to ukazuje na veliku gustinu rečne mreže, pa time i velike brzine oticanja padavina. Koncentracije suspendovanog nanosa vrhunac dostižu nakon pojave maksimalnog proticaja. Kako se intenzitet padavina smanjuje (naročito od juna) naglo smanjenje koncentracija (nagib linije trenda izrazito strm) označava da su izvori sedimentnog nanosa ograničeni i da se relativno brzo iscrpljuju. Drugim rečima, to znači da su uslovi oticanja i mobilizacija nanosa ograničeni na područja u blizini rečnog toka.

U slučaju histerezis petlje u suprotnom smeru od kazaljke na časovniku razlog pojave visoke koncentracije nanosa posle pika proticaja, *je dugo putovanje sedimenata do rečnog toka*, jer se sedimenti transportuju iz oblasti koje su od njega jako udaljeni. To istovremeno posredno ukazuje i na malu gustinu rečne mreže, pa time i manju brzinu oticanja padavina. Inkorporacija sedimanata je takva da oni potiču iz oblasti koje nisu stalno povezane u mrežu kanala. Ove oblasti su povezane u jedinstvenu mrežu samo kad je oticanje intenzivno na širem području. A to je moguće samo pod izuzetno visokim padavinama i velikom zasićenošću zemljišta vlagom, tako da prezasićenost uslovljava intenzivno oticanje nezavisno od topografskih karakteristika terena (Seeger M. et al., 2004).

Oblik histerezisa, pored padavina i izvora sedimentnog materijala, može da kontroliše i veličina sliva (Zabaleta A., et al., 2007, Soler M., Latron J., Gallart F. 2008), ali u najvećoj meri vlažnost zemljišta (Klein, M., 1984.). Vlažnost zemljišta ima

značajnu ulogu u oticanju, što se ogleda u infiltracionom kapacitetu zemljišta i njegove sposobnosti da zadrži padavinsku vodu. Iz tog razloga u pojedinim slivovima veličinu oticanja upravo u većoj meri determinišu karakteristike zemljišta, nego same padavine. Na nivou pojedinačnih događaja, naročito u uslovima složene petlje (histerezis u obliku osmice) kvantitativna analiza pokazala je da je vlažnost zemljišta jedini značajan faktor koji objašnjava 80 % varijanse svih uočenih poplavnih talasa (Seeger M. et al., 2004).

Histerzis petlja u obliku osmice, kakvu srećemo na profilu Niš, upravo sumira sve relevantne faktore. Kao najnižvodniji profil na njemu su sumirane sve karakteristike sliva. Dominantni uslovi tokom godine se smenjuju. Na prostorima za koje je tipična kriva oblika osmice, povezuju se kompleksni događaji koji se dešavaju posle suvih prethodnih uslova (Soler M., Latron J., Gallart F., 2008). Konkretno, za ovaj deo sliva Nišave prva faza nastaje nakon sušnog jesenjeg perioda i stabilnih zimskih uslova. Usled otapanja snega s proleća i prolećnih padavina, zemljište je natopljeno vlagom a izdan pod visokim nivoom. U prvoj fazi (smer kazaljke na satu) nastaje prezasićenje makro i mikro pora u zemljištu a njegov kapacitet da zadrži vodu je sve manji, tako da se uslovi oticanja inteziviraju. *U ovom slučaju uslovi zemljišta se ističu kao dominantan faktor.* U drugoj fazi (suprotan smer) nastaje situacija kojom dominiraju padavine visokog intenziteta, a to znači da izvor sedimenata može biti aktivan na širem prostoru sliva.

Glavna razlika između I i II histerezis petlje je što se prva stvara u uslovima visoke ali prostorno ograničene vlažnosti, dok je II tipična za uslove kada su zemljišta prezasićena vlagom na širem prostoru sliva, što doprinosi transportu nanosa sa šireg područja. U oba slučaja prezasićenost zemljišta vlagom stvara uslove površinskog oticanja. Treći tip histerezis krive predstavlja prostorno-vremensku kombinaciju prethodne dve. Karakterističan je za slivove većih površina i složenih fizičko-geografskih faktora.

S obzirom na sve navedene karakteristike, slučajevi histerezis petlje I mogu se okarakterisati kao događaji kratkog trajanja, dok u slučaju petlje II kao događaji dugog trajanja. To znači da je za smer petlje koji je suprotan od smera kazaljke na satu, sedimentni fluks poreklom iz šireg erozivnog prostora, koji je na većoj udaljenosti od merne stanice. U tom slučaju visoke vode korespondiraju sa visokim koncentracijama silta, a poplave traju duže. U suprotnom, ukoliko je trend histerezik petlje u smeru

kazaljke na satu, poplave su vezane za kraći vremenski period, ali mogu ispoljavati jači intenzitet delovanja.

Svodjenjem proticaja na specifični oticaj uočava se da za iste vrednosti q postoji značajna razlika u vrednosti koncentracije nanosa na datim profilima. Osim gore navedenih dominantnih uslova koji determinišu intragodišnju varijabilnost koncentracije suspendovanog nanosa, uočava se postojanje još nekih faktora koji se u određenim uslovima mogu, takodje, smatrati dominantnim.

U tom smislu sliv Jerme pokazuje niz specifičnosti. Izrazito visoke koncentracije silta krajem zime u slučaju Jerme u odnosu na ostale profile, upućuju na postojanje još nekih faktora koji determinišu ovakvu pojavu. Pojava velike vrednosti koncentracija silta znatno iznad linije trenda u februaru mesecu može biti posledica kombinacije još nekih faktora. Naglo topljenje snežnog pokrivača, koje se javlja usled visokih temperatura vazduha, može usloviti velike proticaje. S druge strane, uloga vegetacije na intenzitet denudacionog procesa je od odsutnog značaja. Nerazvijen vegetacioni pokrivač u tom delu godine utiče na veću dostupnost i bržu migraciju rastresitog sedimentog materijala do rečnih tokova. Izuzetno gusta rečna mreža od $1,32 \text{ km/km}^2$ (iznad preseka Srbije), ukupan pad rečnog korita od 1007 m, kao i prosečan pad rečnog toka od 13,63 m/km (Djokić M., 2010), doprinose inteziviranju procesa denudacije. Kao krajnji rezultat imamo pojavu visokih koncentracija suspendovanog nanosa u tom delu godine.

Suprotno od Jerme, kod Visočice su prilično niske vrednosti koncentracija silta za date specifične oticaje. Iako su specifični oticaji visoki, koncentracije silta ne prelaze vrednost od 0,05 g/l. U ovom slučaju uloga vegetacionog pokrivača je od odsudnog značaja. Ovaj deo Stare planine odlikuje veliko prostranstvo šume i bogat travni pokrivač. Nekoliko značajnih istraživanja na temu uloge šumskog pokrivača pokazala su veliku zavisnost izmedju vrednosti koncentracija silta i površine koja je pod šumskim kompleksom. Zahvaljujući šumskom pokrivaču produkcija je niska, što znači da je veoma niska i količina sedimanata koja je dostupna za transport do rečnog toka (Zabaleta A., at. all., 2007; Erskine, W.D., Mahmoudzadeh, A., Myers, C., 2002).

Bez obzira koji tip histerezis petlje je u pitanju, u *slivu Nišave je karakteristična pojava da koncentracije suspendovanog nanosa maksimum dostižu nakon pojave maksimuma proticaja*. Podaci su na datim dijagramima veoma rasuti u odnosu na liniju

trenda. Nakon toga, koncentracija silta generalno se smanjuje, a trend smanjenja ispoljava nagli trend koji je najviše uočljiv kod Jerme (najstrmiji nagib linije trenda). Krajem leta, tokom jeseni i najvećim delom zime podaci su manje rasuti, u odnosu na period izazvan kišama. Tokom trajanja zimskog perioda, naročito tokom postepenog otapanja snežnog pokrivača, proces erozije se u suštini sastoji u uklanjanju labavih fino-zrnastih čestica zemljišta sa padina terena, a kao posledica toga pronos suspendovanog nanosa se odvija u uslovima prilično niskih proticaja.

5.3.6. DETERMINACIJA FAKTORA FAZNOG POMERENJA KONCENTRACIJA I PRONOSA SUSPENDOVANOG NANOSA

Efekat histerezis petlje dao je odgovor na uticaj pojedinih faktora na intragodišnju varijabilnost koncentracija nanosa. Međutim, preko petlje ne može se utvrditi zašto je došlo do faznog pomeranja koncentracija i pronosa nanosa u njihovoj unutragodišnjoj raspodeli.

Za profil Dimitrovgrad maksimalne koncentracije silta bile su karakteristične za maj, a potom i jun. U periodu koji traje poslednjih petnaest godina, junski maksimum fazno je pomeren ka proleću, tako da je vezan za april. Fazno pomeranje koncentracija suspendovanog nanosa posledica je nastalih promena u trendu proticaja. Kako je već utvrđeno na intergodišnjem nivou na oba profila na Nišavi je konstatovan trend smanjenja proticaja, koji je na nivou signifikantnosti od 0,05 naročito izražen na profilu Niš. Međutim, unutargodišnja raspodela pokazuje izvesne razlike u trendu proticaja u odnosu na godišnju vrednost. Na profilu Dimitrovgrad od opšteg trenda smanjenja proticaja odstupaju april i oktobar, koji beleže trend povećanja. Kako su ekstremne maksimalne koncentracije nanosa, kao i njegov pronos vezani za kišovitiiji deo godine, iz tog razloga će se promene trenda kod proticaja posmatrati u tom kontekstu.

Prvo pitanje koje se nameće jeste zašto je došlo do pojave da tokom maja i juna u poslednjih petnaest godina nijedan put nije registrovan maksimum koncentracija ? Rezultati Man-Kendalovog (MK) testa pokazuju trend smanjenja proticaja i u maju i u junu. Ovakav negativan trend je uslovljen smanjenjem količine padavina. U kojoj meri je došlo do smanjenja u količini padavina pokazuje njihova analiza na nivou

vremenskih serija tokom kojih je i uspostavljena fazna promena u koncentraciji nanosa. Naime, broj dana sa količinom padavina većom ili jednakom od 0,1 mm postepeno se smanjivao od I ka III izdvojenom periodu. Tokom I perioda jun mesec je u godišnjoj raspodeli sa 10,8 % zauzima prvo mesto. Tokom II perioda udeo padavina se neznatno smanjio, tako da je jun sa prvog u ovom periodu, sa učešćem od 10,2 % u godišnjoj raspodeli padavina, došao na drugo mesto. U poslednjem III periodu došlo je do većeg smanjenja u količini padavina, tako da ovaj mesec u godišnjoj raspodeli sa 8,3 % zauzima tek peto mesto. Istovremeno, došlo je do povećanja proticaja u aprilu, kao posledica povećanja padavina. U odnosu na prva dva perioda, kada je ovaj mesec u ukupnoj godišnjoj raspodeli količine padavina bio na drugom, odnosno trećem mestu, u poslednjem III periodu on sa 9,8 % od ukupne godišnje količine padavina nalazi na prvom mestu. Kako za intenzitet erozivnog procesa veći značaj imaju padavine većeg intenziteta, kao pokazatelj nastalih promena uočava se i trend maksimalnih dnevnih količina padavina. Rezltati MK testa pokazuju da je upravo tokom meseca juna došlo do smanjenja pojave maksimalnih dnevnih količina padavina ($Z = -1,31$), a tokom aprila do njihovog povećanja ($Z = 0,64$). Prosečna vrednost maksimalnih dnevnih količina padavina u junu u I periodu iznosila je 28,7 mm, i II periodu 25,3 mm, a III 23,3 mm. Istovremeno prosečno povećanje u aprilu sa 13,0 mm u I prvom periodu, na 15,2 mm u II periodu, odnosno 16,1 mm u III periodu pokazuje intenzitet promene. Naročito je došlo do promena u broju dana sa padavinama čija je vrednost veća od 10 mm. U I periodu jun je bio na prvom mestu po broju dana kada se izlučilo više od 10 mm padavina. Od ukupnog boja dana, 18,4 % registrovano je tokom ovog meseca. Postepeno taj udeo opada: tokom II perioda smanjio se na 13,8 %, a u III periodu na 11,0 %. Prema tome, došlo je do smanjenja broja dana sa padavinama većim od 10 mm za 40 % u odnosu na prvi period.

Tabela 138. Rezultati Mann-Kendall testa za proticaj Q (m^3/s) i količinu padavina X (mm).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Z												
Q Dimit.	-1,30	-1,02	-1,20	0,33	-1,29	-0,99	-1,29	-0,18	-0,74	0,43	-0,57	-0,17
Q Nis	-0,18	-0,52	-1,82+	-1,19	-2,66**	-1,36	-1,30	-0,57	-1,17	1,77+	0,32	-0,13
X Dimit.	0,34	-0,16	-0,18	0,19	-0,42	-1,47	-0,10	0,69	2,25*	1,75+	-1,64	0,05
X Niš	0,06	-0,74	0,21	0,96	-0,54	-0,89	0,18	1,35	0,59	1,91+	-0,49	-0,11

Legenda: nivo signifikantnosti : + 0,1 ; * 0,05 ; ** 0,01

Razlog pojave izostanka maksimuma koncentracija silta u junu, na račun pojave istih u aprilu na najnižvodnijem profilu na Nišavi je sličan kao i kod najuzvodnijeg. Trend smanjenja proticaja u junu mesecu posledica je smanjenja količine padavina u tom mesecu. Broj dana sa padavinama jednakim ili većim od 0,1 mm postepeno se smanjivao. U ukupnoj godišnjoj raspodeli u I prvom periodu ovaj mesec je učestvovao sa 9,6 %, da bi se tokom II perioda taj udeo smanjio na 9,2 %, a u III na 7,3 %. Rezultati MK testa beleže trend smanjenja ($Z = -1,06$) maksimalnih dnevnih količina padavina. Prosečna dnevna količina padavina u junu u I periodu iznosila je 24,9 mm, u II periodu 21,4 mm, a u III 20,4 mm. Naročito je izražena trend smanjenja broja dana sa padavinama većim od 10 mm. Udeo meseca juna u godišnjoj raspodeli tokom izdvojenih perioda smanjivao se sa 13,7 % koliko mu je bilo učešće u I periodu, na 12,9 % u II periodu, da bi u III periodu iznosio samo 8,6 %. Ovaj trend smanjenja izražajni je nego na profilu Dimitrovgrad: broj dana sa padavinama većim od 10 mm u odnosu na I period smanjio se za 47,4 %.

U slučaju meseca aprila prema podacima iz tabele 138 postoji izvesna nelogičnost: proticaj beleži trend pada, a količina padavina trend povećanja. Međutim, kako profil Niš kao najnižvodniji odslikava stanje na širem području sliva, a ne samo lokalne uslove, to se u razmatranju determinanti moraju sagledati hidrološke i padavinske stanice u širem okruženju. U hidrološkom pogledu pored profila Niš koji, kao što je već rečeno beleži signifikantan trend pada srednjegodišnjih proticaja, ova signifikantnost na nivou značajnosti od 0,5 registrovana je i na hidrološkom profilu Bela Palanka. Smanjenje proticaja na Nišavi kod Bele Palanke nastalo je kao posledica smanjenja količine padavina koje su registrovane na padavinskim stanicama srednjeg Ponišavlja. MK test beleži izuzetno visok nivo signifikantnosti smanjenja količine padavina na tim stanicama. Statistička signifikantnost registrovana je na stanici Krupac na nivou značajnosti od 0,1, na stanicama Glogovac i Bazovik na nivou značajnosti od 0,01 i na stanici Donji Rinj na nivou značajnosti od 0,05. Kao pritoka koja se u Nišavu uliva između Pirota i Bele Palane, Temštica, takodje, ispoljava trend pada proticaja. Na padavinskim stanicama u slivu Temštice zapažen je trend smanjenja u količini padavina. Visok stepen značajnosti ispoljen je na stanici Dokjinci (0,01). Trend smanjenja postoji i na stanicama Visočka Ržana, Piroto i Bela Palanka (ali nemaju statističku signifikantnost). Ovako značajan trend u smanjenju količine padavina na prostoru srednjeg

Ponišavlja, kao i dela sliva Temšnice, uticao je na smanjenje proticaja, što se odrazilo i na najnižvodnijoj hidrološkoj stanici Niš. Međutim, upravo na tom profilu registrovano je fazno pomeranje koncentracija nanosa, tako da je čestina pojave maksimuma koncentracija najveća u aprilu. Za razliku od navedenih stanica koje se prostorno nalaze uzvodno od Šićevečke klisure, padavinske stanice u neposrednoj okolini Niša, kao i pritoka koja se u Nišavu ulivaju nizvodno od pomenute klisure, ispoljavaju drugačiji trend u količini padavina. Pored padavinske stanice Niš, na stanicama Gornji Matejevac i Kaletinac (sliv Kutinske reke) prisutan je trend povećanja padavina. U intragodišnjoj raspodeli trend povećanja količine padavina na ovim stanicama od svih prolećnih meseci jedino je izražen u aprilu. Detaljna analiza nastalih promene u količini padavina tokom ovog meseca jedino je ostvariva na profilu Niš. Mk test registruje trend povećanja maksimalnih dnevnih količina padavina ($Z=0,64$). Prosečna maksimalna dnevna količina padavina u I i II periodu bila je 15,9 mm, a u III periodu se povećala na 17,2 mm. To povećanje naročito je izraženo u drugoj pentadi prve decenije XXI veka: prosečna količina maksimalnih dnevnih padavina u aprilu u periodu od 2005-2010 iznosi 19,4 mm. Takođe, je došlo i do promene u broju dana sa padavinama većim od 10 mm. Za razliku od prethodnih perioda kada je jun dominirao u broju takvih dana, u poslednjem III periodu tokom aprila registrovan je veći broj takvih dana nego u junu.

Na osnovu iznetog može se zaključiti da na pojavu maksimuma koncentracija u aprilu najveći značaj imaju lokalni uslovi, odnosno delovi sliva koji su najbliži najnižvodnijoj hidrološkoj stanici. Tome ide u prilog i ustanovljeni efekat histerezis petlje na profilu Niš. Kako je ova petlja tipa osmice, ona u prvoj polovini godine, tj. od januara do maja, ima smer kazaljke na satu. Osnovna karakteristika histerezis petlje u smeru kazaljke na satu je brzo transporovanje sedimenatnog nanosa do rečnog korita, odnosno ona ukazuje da su oticanje i količina sedimenata limitirani na područje koje gravitira neposredno u blizini rečnog toka.

Prema tome, iako proticaj na profilu Niš beleži generalno trend smanjenja, povećanje količine padavina na stanicama u najnižvodnijem delu sliva u mesecu aprilu odrazilo se na povećanje koncentracija nanosa u tom mesecu, što je uslovalo i pojavu najveće učestalosti pronosa nanosa u tom mesecu u poslednjih petnaest godina.

5.4. DETERMINACIJA PRONOSA SUSPENDOVANOG NANOSA PREMA FREKVENCIJSKOJ DISTRIBUCIJI SPECIFIČNIH OTICAJA

Pored statističke analize intenziteta pronosa nanosa (i varijabli koje ga definišu) kroz analizu vremenskih serija, u cilju sveobuhvatnosti proučavanja, primenjena je i strukturna analiza. Ova vrsta metodološkog postupka podrazumeva svodjenje podataka na kvantitativnu analizu njihovih distribucija. To podrazumeva da se analizi i razmatranju svih obeležja pronosa nanosa može prići i sa domena frekvencija. Kroz usvojene vremenske intervale, strukturne serije podataka o proticaju, tj, specifičnom oticaju, koncentraciji i pronosu suspendovanog nanosa distribuirane su tako da pokazuju njihov raspored po vrednostima obeležja, odnosno njihovim modalitetima. Modaliteti su grupisani po veličini ili intenzitetu, a veličina grupnog intervala određena je prema Sturgesovom pravilu (Njegić R., Žižić M., 1987), čija primena u proučavanju erozivnih procesa ima svoje opravdanje (Manojlović P., 1992). Na taj način oticaji, koncentracija i pronos suspendovanog nanosa dovedeni su u funkciju frekvence, odnosno učestalosti pojavljivanja u izdvojenim grupama.

Ova vrsta istraživačkog postupka najpre je obuhvatila distribucije frekvenci proticaja, koncentracija i pronosa suspendovanog nanosa za svaki izdvojeni profil, a kroz već ranije usvojene vremenske serije. Time je omogućen samo uvid u elementarna obeležja svih komponenti. Mogućnosti uporedne analize preko proticaja i sumarnog pronosa nanosa na ovaj način nisu ostvarive, jer vrednosti ove dve varijable zavise od površine sliva. Zato su u funkciji sinteznog komparativnog pristupa proučavanja prostorne diferencijacije proticaji svedeni na specifične oticaje. Kroz distribuciju frekvenci specifičnih oticaja kao modaliteta data je procentualna distribucija pronosa nanosa, koji je takodje, sveden na svoju specifičnu meru, tj. na vrednost po 1 km². Na osnovu distribucije frekvenci specifičnih oticaja, izračunat je procentualni udeo pronosa nanosa u svakoj od formiranih klasa.

Iz formirane *distribucije frekvenci proticaja* na profilu Dimitrovgrad uočava se da su proticaji raspoređeni u 11 klasa. Najveći deo proticaja, tačnije 83 % nalazi u klasama do 3 m³/s, pri čemu je najveći deo (34,6 %) pripada klasi od 1,01-3,0 m³/s. Proticaji preko 30 m³/s su izuzetno retki. Javili su se ukupno 22 puta, što čini svega 0,1 % od ukupnog broja.

Tabela 139. Distribucija frekvenci proticaja Q (m³/s).

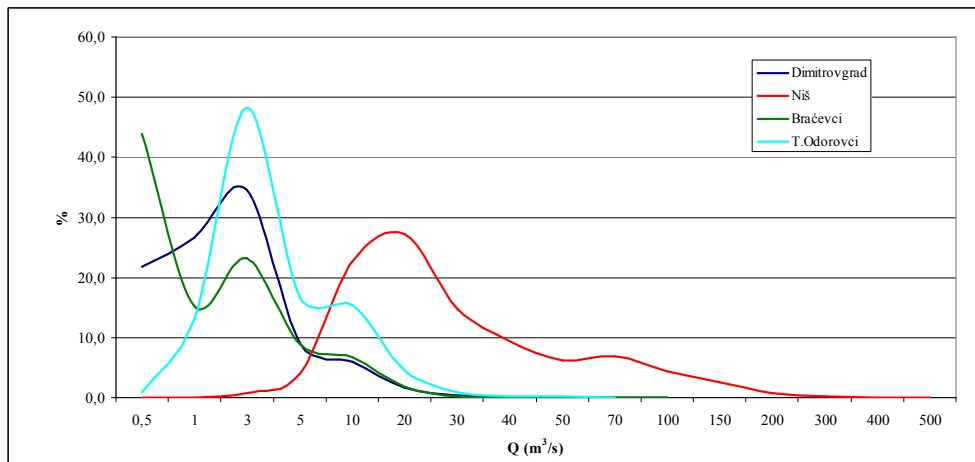
Br.	Klasa Q (m ³ /s)	Nišava Dimitrovgrad		Nišava Niš		Visočica Braćeveci		Jerma Trnski Odorovci	
		Frekv	%	Frekv	%	Frekv	%	Frekv	%
1	do 0,5	3565	21,7	-	-	3519	43,8	66	0,8
2	0,05 - 1,0	4377	26,6	-	-	1217	15,2	1042	13,0
3	1,01 - 3,0	5683	34,6	139	0,8	1860	23,2	3879	48,3
4	3,01 - 5,0	1485	9,0	738	4,0	716	8,9	1342	16,7
5	5,01 - 10,0	977	5,9	4144	22,7	542	6,7	1230	15,3
6	10,01 - 20,0	264	1,6	4971	27,2	150	1,9	369	4,6
7	20,01 - 30,0	52	0,3	2716	14,9	18	0,2	76	0,9
8	30,01 - 40,0	11	0,1	1733	9,5	5	0,1	14	0,2
9	40,01 - 50,0	2	0,01	1141	6,3	2	0,02	9	0,1
10	50,01 - 70,0	6	0,04	1264	6,9	1	0,01	3	0,04
11	70,01 - 100,0	3	0,02	784	4,3	-	-	-	-
12	100,01 - 150,0	-	-	447	2,4	-	-	-	-
13	150,01 - 200,0	-	-	123	0,7	-	-	-	-
14	200,01 - 300,0	-	-	41	0,2	-	-	-	-
15	300,01 - 400,0	-	-	6	0,03	-	-	-	-
16	400,01 - 500,0	-	-	2	0,01	-	-	-	-
17	više od 500,0	-	-	1	0,01	-	-	-	-

Tabela 140. Distribucija frekvenci koncentracija suspendovanog nanosa Cs (g/l).

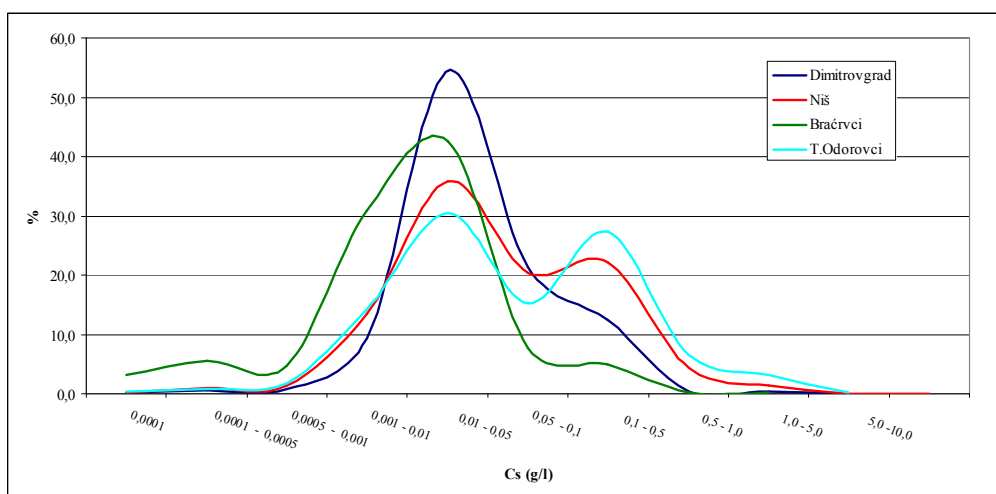
Br.	Klasa Cs (g/l)	Nišava Dimitrovgrad		Nišava Niš		Visočica Braćeveci		Jerma Trnski Odorovci	
		Frekv	%	Frekv	%	Frekv	%	Frekv	%
1	0,0001	34	0,2	36	0,2	247	3,1	24	0,3
2	0,0001 - 0,0005	93	0,6	170	0,9	447	5,6	65	0,8
3	0,0005 - 0,001	111	0,8	239	1,3	386	4,8	151	1,9
4	0,001 - 0,01	1347	9,2	2453	13,4	2488	31,0	1139	14,2
5	0,01 - 0,05	7959	54,5	6557	35,9	3422	42,6	2449	30,5
6	0,05 - 0,1	3114	21,3	3706	20,3	624	7,8	1217	15,2
7	0,1 - 0,5	1816	12,4	4032	22,1	391	4,9	2196	27,3
8	0,5 - 1,0	72	0,5	780	4,3	17	0,2	522	6,5
9	1,0 - 5,0	52	0,4	264	1,4	8	0,1	251	3,1
10	5,0 - 10,0	2	0,01	9	0,05	-	-	16	0,2
11	više od 10,0	-	-	4	0,02	-	-	16	0,2

Tabela 141. Distribucija frekvenci pronosa suspendovanog nanosa Qs (t).

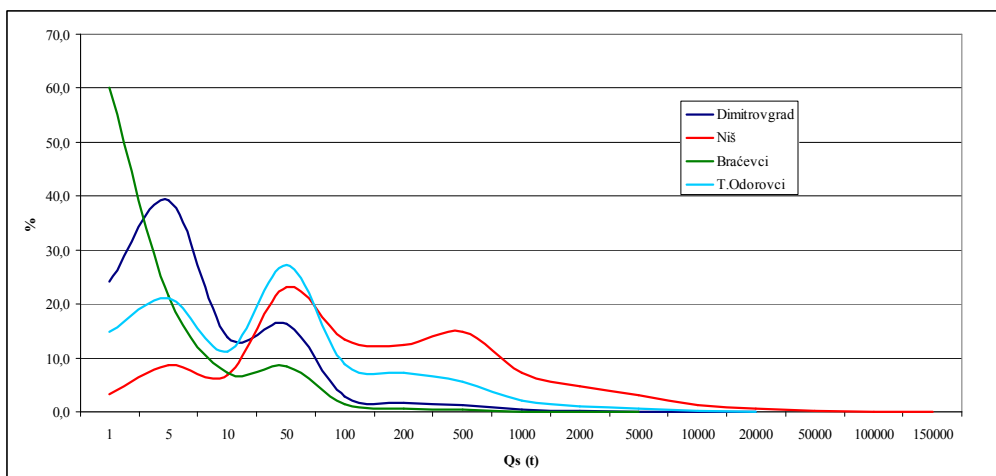
Br.	Klasa Qs (t)	Nišava Dimitrovgrad		Nišava Niš		Visočica Braćeveci		Jerma Trnski Odorovci	
		Frekv	%	Frekv	%	Frekv	%	Frekv	%
1	Do 1	3956	24,1	605	3,3	4825	60,1	1190	14,8
2	1 - 5	6442	39,2	1579	8,7	1724	21,5	1699	21,2
3	5 - 10	2275	13,9	1242	6,8	575	7,2	898	11,2
4	10 - 50	2684	16,3	4236	23,2	688	8,6	2192	27,3
5	50 - 100	477	2,9	2444	13,4	123	1,5	710	8,8
6	100 - 200	279	1,7	2248	12,3	52	0,6	584	7,3
7	200 - 500	198	1,2	2728	14,9	30	0,4	449	5,6
8	500 - 1000	73	0,4	1335	7,3	7	0,1	164	2,0
9	1000 - 2000	23	0,14	867	4,8	3	0,04	77	1,0
10	2000 - 5000	12	0,07	574	3,1	3	0,04	47	0,6
11	5000 - 10000	3	0,02	210	1,2	-	-	14	0,2
12	10000 - 20000	3	0,02	111	0,6	-	-	6	0,1
13	20000 - 50000	-	-	55	0,3	-	-	-	-
14	50000 - 100000	-	-	12	0,07	-	-	-	-
15	100000 - 150000	-	-	3	0,02	-	-	-	-
16	više od 150000	-	-	1	0,01	-	-	-	-



Grafik 49. Procentualna distribucija proticaja Q (m^3/s).



Grafik 50. Procentualna distribucija koncentracija suspendovanog nanosa C_s (g/l).



Grafik 51. Procentualna distribucija pronosa suspendovanog nanosa Q_s (t).

Broj klasa proticaja na profilu Niš je najveći, ukupno ih je 15, pri čemu su raspoređeni u klasama od 1,01-3,0 m³/s do 400 - 500 m³/s. Procentualna zastupljenost proticaja najveća je u rasponu koji varira od 5 m³/s pa do 30 m³/s. Na ovu grupu otpada 64,8 %, a u okviru nje dominiraju proticaji u klasi od 10,01-20,0 m³/s sa ukupnim udelom od 27,2 %. Ekstremno visoki proticaji preko 200 m³/s za pedeset godina javili su se ukupno 50 puta.

Proticaji na Visočici raspoređeni su u 10 klasa. Dominiraju proticaji u najnižoj klasi. Grupa do 0,5 m³/s čini 43,8 % svih proticaja. Slično kao i kod Dimitrovgrada, 83 % svih proticaja gupisano je u klase do 3 m³/s. Proticaji čija je vrednost veća od 20 m³/s javili su se 26 puta. Od toga u klasi od 40,01-50,0 m³/s samo dva, a u klasi od 50,01-70,0 samo 1 put.

Kao i na Visočici i na Jermi su proticaji raspoređjeni u 10 klasa. Dominacija proticaja do 3 m³/s nešto je manja (78%). Do te vrednosti u najvećem broju, nešto manje od polovine, su zastupljeni proticaji koji pripadaju klasi od 1,01-3,0 m³/s. Oni učestvuju sa nešto manje od polovine od ukupnog broja. Skoro podjednak procentuali udeo pripada klasama od 3,01-5,0 m³/s (16,7 %) i 5-10 m³/s (15,3 %). Izuzetno retko, 0,3 %, odnosno 26 puta, javili su se proticaji koji su bili veći od 30 m³/s.

Pronos nanosa na profilu Dimitrovgrad podeljen je u 12 klasa. U klasama koje figuriraju do 50 t nalazi se 93,5 % svih proticaja. Dominira nanos u klasi od 1,01-5,0 t. U ukupnom broju on učestvuje sa 39,2 %. U periodu od četrdesetšest godina pronos nanosa veći od 5000 t javio se samo 6 puta. Po tri puta zastupljen je u klasama od 5000-10000 t, odnosno 10000-20000 t.

Na profilu Niš pronos nanosa raspoređen je u 16 klasa. Do vrednosti od 500 t distribuirano je 82,6 % nanosa. Dominira nanos u klasi od 10-50 t, sa 23,2 %. Relativno ravnomerno nanos je raspoređen u tri naredne klase: u klasi od 50-100 t nalazi se 13,4 %, u klasi od 100-200 t 12,3 %, a u klasi od 200-300 t 14,9 % od ukupne sume suspendovanog nanosa. U klasama preko 10000 t odlazi samo 1 % nanosa.

Od ukupno 10 klasa u okviru kojih je nanos raspoređen, njegova distribucija na Visočici je takva da se čak 60 % nalazi u najmanjoj klasi, tj. do 1 t. U klasi od 1-5 t zastupljeno je 21,5 % nanosa, a u naredne dve 15,7 %. Prema tome, do vrednosti od 50 t distribuirano je 97,3% nanosa.

Nešto veći broj klasa (12) zastupljen je na Jermi. U grupu do 50 t distribuirano je 74,5 % nanosa. Sa zastupljenošću od 27,3 % dominira klasa od 10-50 t. Posle nje najveći udeo od 21,2 % pripada klasi od 1-5 t. Veoma retko javile su se vrednosti nanosa veće od 2000 t, ukupno 67 puta. Od toga 6 puta vrednost nanosa pripala je klasi od 10000-20000 t.

Formirana *distribucija frekvenci koncentracija suspendovanog nanosa* pužila je mogućnost utvrđivanja dominantne frekvencije. Iz nje se uočava da je *težište grupisanja na svim profilima u okviru iste klase, čije su granične vrednosti od 0,01-0,05 g/l*. Najveća frekventnost koncentracija nanosa u pomenutoj klasi je na profilu Dimitrovgrad (54,5 %), a potom na Visočici (42,6 %), dok je oko trećine podataka u datoj klasi zastupljeno na profilu Niš (35,9 %) i na Jermi (30,5 %).

Koliki je nivo rasipanja modaliteta najbolje se može videti na osnovu broja klasa. Kao primer poslužiće grupisanje oko 3/4 podataka. Naime, 75,8 % koncentracija na profilu Dimitrovgrad praktično se nalazi u dve klase. U dve klase 73,6 % koncentracija raspoređeno je i na Visočici. S druge strane, na profilu Niš 78,3 %, a na Jermi 73,0 % koncentracija silta distribuirano je u tri klase.

Idući od dominantne klase ka ekstremnim vrednostima modaliteta grupisanje je sve manje. Ali frekventnost grupisanja ka ekstremno minimalnim i ekstremno maksimalnim vrednostima je različita. *Na svim profilima, sa izuzetkom Visočice, najveće grupisanje je u klasama koje se nalaze iznad dominantne*. Tako se na profilu Dimitrovgrad iznad vrednosti od 0,05 g/l (koja predstavlja gornju graničnu vrednost dominantne klase) nalazi 34,6 % podataka, a ispod 0,01 g/l (koja predstavlja donju graničnu vrednost dominantne klase) nalazi 10,9 % istih. U odnosu na dominantnu klasu na profilu Niš 48,2 % ostalih koncentracija grupisano je iznad date klase, a 15,9 % ispod nje. Kod Jerme je taj odnos najveći. Iznad dominantne klase je distribuirano čak 52,3 %, a ispod nje 17,2 % od ukupnog broja. Na Visočici je obrnuta situacija. Frekventnost koncentracija silta najveća je do pomenute dominantne klase. U grupu do 0,01 g/l odlazi 44,2 %, a iznad 0,05 g/l samo 13 % podataka.

Sa aspekta ekstremnih maksimalnih vrednosti veoma je značajno kolika je učestalost pojavljivanja koncentracija većih od 1 g/l. Distribucija frekvenci koncentracija silta pokazuje da su se najčešće koncentracije preko ove vrednosti javljale u Jermi. Za dvadesetdve godine 267 puta javile su se koncentracije silta koje su imale

vrednost veću od 1 g/l, dok je za isti vremenski period na Visočici bilo samo 8 takvih slučajeva. U Nišavi na profilu Niš za pedeset godina bilo je 227 takvih slučajeva, a na profilu Dimitrovgrad za četrdesetšest godina samo 54.

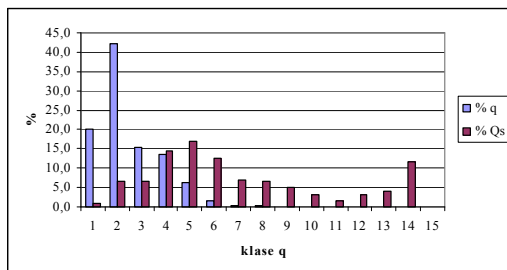
Ovakvom analizom proticaja, koncentracija i pronosa nanosa dobijen je uvid u elementarna obeležja strukturne serije svih komponenti. Ali, kao što je već rečeno, komparativni pristup determinisan kroz aspekt distribucije frekvenci jedino je prihvatljiv, a i moguć, ako se komponente svedu na zajednički imenitelj, a to je površina sliva. Tako je distribucija pronosa nanosa razmatrana prema frekventnoj raspodeli specifičnih oticaja. Kako frekvenca, zapravo predstavlja broj dana pojavljivanja određene komponente (u ovom slučaju specifičnog oticaja) u zadatoj klasi, kroz njihovu strukturnu seriju specifičnosti pronosa nanosa moguće je sagledati i kroz vremenski dimenziju. Na ovaj način utvrđena frekvenca datog modaliteta obeležja determinisana je i na nivou vremenskih serija.

U slivu Nišave specifični oticaji podeljeni su u 16 klasa (tabela 142). Generalno, između 38 % i 52 % pronosa nanosa ostvareno je kroz tri klase specifičnih oticaja koji su distribuirani u rasponu od 5 l/s/km² do 30 l/s/km². Procentualno učešće pronosa nanosa ne prati istovremeno i podjednaka procentualna distribucija oticaja. Takvo stanje najuočljivije je na primeru Jerme i Nišave na profilu Dimitrovgrad. Na Jermi u četvrtoj, petoj i šestoj klasi distribuirano je 38 % q, a proneto je 50,6 % ukupnog nanosa. Ilustrativan je i primer profila Dimitrovgrad: u navedene tri klase frekvencija q je 21,4 %, a u navedenoj frekvenci ostvareno je 44 % pronosa nanosa. Dominacija pronosa nanosa u odnosu na frekvencu oticaja primetna je i na profilu Niš: 52,6 % nanosa ostvareno je u frekvenci q od 44,6 %. Jedino je na Visočici ovaj odnos ujednačeniji: 38,1 % pronosa nanosa kroz 33,5 % frekvence q.

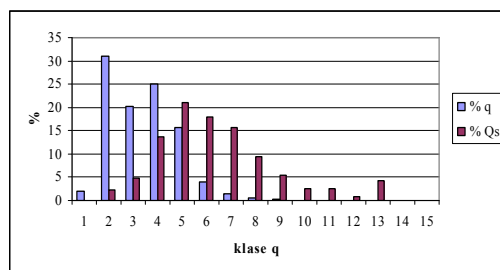
Od navedene tri klase po pronosu nanosa na svim profilima najdominantnija je klasa od 10,01-20,0 l/s/km². Dominacija ove klase u pronosu nanosa najizraženija je na Jermi i Nišavi na profilu Niš. Oko 1/4 od ukupnog pronos nanosa ostvareno je u ovoj klasi oticaja, dok je frekvenca q bila na nivou od 15,6 %, odnosno 12,6 %. Pri tome, specifični pronos nanosa na Jermi je iznosio 365,6 t/km², a na Nišavi čak 618,1 t/km². Na druga dva profila u dominantnoj klasi, specifični pronos iznosio je znatno manje: 141 t/km² kod Dimitrovgrada i 46,3 t/km² na Visočici.

Tabela 142. Distribucija pronosa suspendovanog nanosa (Qs) prema frekvencijskoj raspodeli specifičnog oticaja (q).

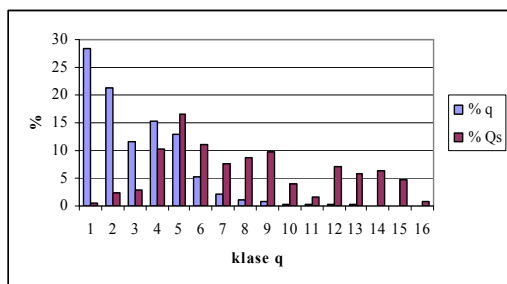
Br.	Klase q (l/s/km ²)	Nišava - Dimitrograd							Nišava - Niš							Višića - Braćeveci							Jerma - Trnski Odorovci						
		Frekv	q (%)	Qs _s (t/km ²)	Qs _s (%)	Cs (g/l)	Frekv	q (%)	Qs _s (t/km ²)	Qs _s (%)	Cs (g/l)	Frekv	q (%)	Qs _s (t/km ²)	Qs _s (%)	Cs (g/l)	Frekv	q (%)	Qs _s (t/km ²)	Qs _s (%)	Cs (g/l)	Frekv	q (%)	Qs _s (t/km ²)	Qs _s (%)	Cs (g/l)			
1	do 1	3306	20,1	7,3	0,9	0,0383	353	1,9	0,9	0,03	0,0511	2283	28,4	1,3	0,5	0,0185	130	1,6	0,4	0,03	0,0423								
2	1,01-3,0	6941	42,3	53,6	6,5	0,0474	5670	31,1	63,2	2,2	0,0598	1717	21,4	6,6	2,4	0,0236	2788	34,7	62,1	3,9	0,1287								
3	3,01-5,0	2524	15,4	56,0	6,8	0,0670	3666	20,1	140,7	4,8	0,1080	936	11,7	8,2	2,9	0,0261	1873	23,3	92,7	5,8	0,1499								
4	5,01-10,0	2232	13,6	119,9	14,5	0,0873	4570	25,0	401,2	13,7	0,1404	1228	15,3	28,9	10,3	0,0362	1830	22,8	244,9	15,4	0,2105								
5	10,01-20,0	1039	6,3	141,0	17,0	0,1120	2840	15,6	618,1	21,1	0,1753	1041	13,0	46,3	16,5	0,0368	1015	12,6	365,6	23,0	0,2968								
6	20,01-30,0	238	1,4	103,9	12,5	0,2095	730	4,0	522,1	17,8	0,3383	425	5,3	31,3	11,2	0,0338	210	2,6	195,1	12,3	0,4392								
7	30,01-40,0	64	0,4	57,2	6,9	0,2988	265	1,5	455,1	15,5	0,5845	174	2,2	21,3	7,6	0,0415	111	1,4	315,6	19,8	0,9332								
8	40,01-50,0	37	0,2	53,8	6,5	0,3748	97	0,5	278,5	9,5	0,7371	95	1,2	24,0	8,6	0,0646	37	0,5	163,2	10,2	1,1422								
9	50,01-60,0	19	0,1	41,2	5,0	0,4507	33	0,2	155,5	5,3	0,9987	57	0,7	27,4	9,8	0,1016	18	0,2	61,2	3,8	0,7324								
10	60,01-70,0	7	0,04	26,4	3,2	0,6771	12	0,1	72,2	2,5	1,0571	26	0,3	10,9	3,9	0,0741	5	0,06	19,2	1,2	0,7221								
11	70,01-80,0	5	0,03	11,8	1,4	0,3726	6	0,03	74,1	2,5	1,6867	11	0,1	4,1	1,5	0,0583	5	0,06	29,6	1,9	0,9345								
12	80,01-100,0	4	0,02	25,0	3,0	0,8608	3	0,02	26,1	0,9	1,2245	21	0,3	20,0	7,1	0,1247	7	0,09	35,9	2,3	0,7037								
13	100,01-150,0	6	0,04	34,8	4,2	0,5796	5	0,03	122,4	4,2	2,6427	11	0,1	16,5	5,9	0,1391	1	0,01	6,6	0,4	0,7244								
14	150,01-200,0	3	0,02	96,9	11,7	2,3441	-	-	-	-	-	3	0,04	17,8	6,4	0,3892	-	-	-	-	-								
15	200,01-250,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,01	13,0	4,7	0,7452	-	-	-	-	-								
16	više od 250,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,01	2,2	0,8	0,0905	-	-	-	-	-								



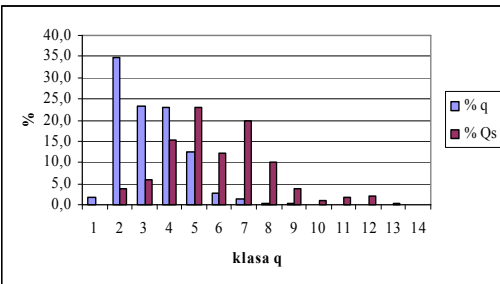
a) Nišava - profil Dimitrovgrad



b) Nišava - profil Niš



c) Visočica - profil Braćeveci



d) Jerma - profil Trnski Odorovci

Napomena: vrednosti klasa specifičnog oticaja (q) iste su kao u tabeli 142.

Grafik 52. Procentualna distribucija specifičnog oticaja (q) i pronosa nanosa (Qs) prema klasama specifičnih oticaja.

Medjutim, odnos izmedju Qs i q za datu klasu najveći je na profilu Dimitrovgrad: za samo 6,3 % vremena ostvareno je 17 % nanosa, pri čemu je njegova specifična vrednost iznosila 141 t/km^2 .

Pravilnost koja je uočena kod distribucije frekvenci koncentracije silta da je idući od dominantne klase ka ekstremnim vrednostima modaliteta, grupisanje sve manje; kod raspodela pronosa nanosa prema distribuciji frekvenci q samo delimično je potvrđjena. Naime, procentualni pronos nanosa se povećava idući od najmanjih klasa q do dominantne klase za Qs (klasa 5), ali posle nje ne postoji isključivi trend pada pronosa uspendovanog nanosa.

Na profilu Dimitrovgrad od dominantne 5 klase procentualni udeo pronosa nanosa se postepeno smanjuje sve do 11 klase, nakon koje se povećeva. Čestina javljanja q u klasama iznad 70 l/s/km^2 izuzetno je mala. Ukupno je bilo 18 dana sa q većim od 70 l/s/km^2 . Ali za tih 0,11 % vremena izneto je 20,3 % suspendovanog nanosa. Od ovog procenta čak je 11,7 % je ostvareno u klasi q od $150\text{--}200 \text{ l/s/km}^2$ i to

za samo 3 dana, pri čemu je sumarni specifični pronos bio $96,9 \text{ t/km}^2$, što ovu klasu svrstava na četvrto mesto po rangi pronosa.

I na profilu Niš sličan je trend: procentualni udeo pronosa nanosa se postepeno smanjuje sve do 11 klase, nakon koje se povećeva. Tokom pedesetogodišnjeg perioda bilo je samo 14 dana tokom kojih je q bio veći od 70 l/s/km^2 , ali je za tih 0,08% vremena proneto 7,6 % nanosa. Pri tome od tih 7,6 % nanosa više od polovine je proneto za samo 5 dana, što je rezultiralo visokim sumarnim petodnevним specifičnim pronosom od $122,4 \text{ t/km}^2$. Procentualno smanjenje pronosa nanosa do 11 klase prisutno je i na Jermi. Za samo 13 dana tokom kojih je q bio veći od 70 l/s/km^2 , proneto je 4,5 % nanosa.

Kod Visočice trend procentualnog smanjenja pronosa nanosa od dominantne klase nije konstantan, već postoji znatna varijabilnost u tom smislu. Ali ono što je tipično je da se za 0,6 % vremena (koliko su se javili oticaji veći od 70 l/s/km^2) proneto čak 26,3 % suspendovanog nanosa.

Ako se dominantna 5 klasa uzme kao referentna, a procentualni udeo pronosa nanosa posmatra kroz klase ispod i iznad nje može se zaključiti sledeće: *Za relativno male vrednosti klase q , tokom kojih je frekvencija proticaja najveća, ostvari se relativno malo pronosa nanosa. Za klase q čija je vrednost veća od 20 l/s/km^2 , a koji vremenski traju znatno kraće, ostvari se najveći pronos suspendovanog nanosa.* Konkretno za svaki profil podaci su dati u tabeli 143.

Tabela 143. Procentualna distribucija specifičnog oticaja (q) i pronosa nanosa (Q_s) prema usvojenoj graničnoj vrednosti specifičnih oticaja od 20 l/s/km^2 .

Klasa q (l/s/km^2)	Nišava Dimitrovgrad		Nišava Niš		Visočica Braćeveci		Jerma Trnski Odorovci	
	% q	% Q_s	% q	% Q_s	% q	% Q_s	% q	% Q_s
> 20	97,7	45,6	93,7	41,8	89,7	32,6	95,1	48,1
< 20	2,3	54,4	6,3	58,2	10,3	67,4	4,9	51,9

Iz priložene tabele se vidi da se, generalno, za manje od 10 % vremena na svim profilima ostvari više od 50 % pronosa nanosa.

5.4.1. DETERMINACIJA PRONOSA SUSPENDOVANOG NANOSA U ODNOSU NA STANJA EKSTREMNE VODNOSTI

Distribucija pronosa suspendovanog nanosa prema frekvencijskoj raspodeli specifičnog oticaja otvorila je novo pitanje. Koliko se pronosa nanosa ostvari za vreme trajanja malih, onosno velikih voda?

Jedno pitanje otvara drugo: koji su kriterijumi razgraničenja malih i velikih voda? Sveobuhvatnu analizu i kompleksnu valorizaciju svih determinanti oticaja, uz pregled najznačajnijih hidroloških istraživanja koja se bave ovom oblasti dao je Živković N. (Živković N., 1995, 2009). Problem koji tretira zastupljenost, prognozu stanja i uslova koji dovode do pojave malih voda ili sušnih perioda i velikih voda ili poplava je, pre svega, hidrološke prirode. Kompleksnost problematike je višestruka, polazeći od toga da se u hidrološkoj praksi često javljaju problemi i u vezi samih termina. Kako navodi Živković N. (Živković N., 2009) ni u hidrološkoj literaturi nije jasno postavljena granica koja bi ih ne samo terminološki, već i praktično razgraničila. Kako sam autor navodi u hidrološkim studijama ne postoji jedinstven kriterijum ne samo za terminološku determinaciju, već ni značaj i broj svih faktora koji utiču na pojavu velikih ili malih voda. Iz tog razloga u ovom radu neće biti reči u smislu postavljanja razlika između malih voda i hidroloških suša, ili pak izdvajanja sezonskih pojava velikih voda od pojave poplava.

Istraživanja srednje godišnjih voda veoma su značajna, jer bez njihovog poznavanja bilo bi jako otežano definisanje ekstremnih stanja. Zapravo, srednje vode, odnosno podatak o srednjem proticaju, odnosno srednjem specifičnom oticaju, predstavlja najprepoznatljiviju osobinu režima neke reke, a kao takva služi za standardizaciju definisanja ekstremnih stanja (Živković N., 2009).

Najmanji godišnji oticaji obično se javljaju svake godine tokom iste sezone, u vreme recesionog perioda. Neke od karakteristika koje se na različite načine koriste u analizi malih voda su veličina godišnjih malih voda, varijacije njihovih oticaja, kontinuitano trajanje i značaj u ukupnom godišnjem oticaju (Živković N., 2009). Kada nema površinskog oticanja, koji je posledica padavina ili topljenja snega, tada proticaj u prirodnim uslovima predstavlja bazni oticaj, odnosno potiče od podzemnih voda. Prema tome, male vode predstavljaju fazu rečnog oticaja u kojoj se proticaj vode u reci u prirodnim uslovima dominantno formira na račun iscrpljivanja dinamičkih rezervi

podzemnih voda (Nikić Z., 2003), što ističe značaj hidrogeoloških uslova kao faktora koji u najvećoj meri kontrolišu trajanje i veličinu malih voda (Prohaska S., Nikić Z., Ristić V., 1999).

Hidrološki pokazatelj velikih voda koji se najčešće koristi je srednji godišnji maksimum, koji se dobija kao aritmetička sredina najvećih dnevnih proticaja svake godine u toku višegodišnjeg perioda (Ristić R., Radić B., Vasiljević N., 2009; Ristić R. at all., 2012). Osnovna karakteristika velikih voda je da se one formiraju kao posledica intenzivnog površinskog oticaja koji nastaje na tri načina: pojavom jakih kiša kraćeg trajanja ili dužih kiša slabijeg intenziteta, otapanjem snega i koincidencijom pojave kiše i otapanja snega (Ristić R., Radić B., Vasiljević N., 2009). Analiza učestalosti pojavljivanja velikih voda, tj. maksimalnih proticaja pokazala je da su daleko izraženije u pojedinim delovima godine, što znači da imaju izrazit sezonski karakter (Ristić R., 2000). Kako navodi Živković N. (2009) uzročnik pojave su mogli faktori sredine, kao što su površina silva, efektivne padavine, gustina rečne mreže, tip zemljišta, pad rečnog toka, s tim da naglašava da su klimatske promene, naročito padavine, mnogo uticajnije na formiranje ekstremnih oticaja nego ostali faktori.

Kako su način i težište kojim se postavlja problem, u ovom radu usmereni ka analizi erozivnog procesa, pristup koji je korišćen za kategorizaciju voda u sebi sadrži statističku opravdanost. Kategorizacija proticaja, tj. specifičnog oticaja, izvršena je na osnovu I i III kvartile kumulativnih frekvenci dnevnih proticaja na nivou već utvrdjenih vremenskih serija. Postupak se sastoji od nekoliko faza. U prvoj fazi dnevne vrednosti Q su rangirane od najmanje ka najvećoj. U drugom koraku proticaji su rangirani u zavisnosti od njihovog procentualnog udela (ili percentila) u odnosu na sumarni iznos. U odnosu na takvu distribuciju frekvenci utvrdjen je kumulativni procentualni udeo Q. Za udeo malih voda odredjena je I kvartila tj. prvih 25 % kumulativnih vrednosti proticaja počev od minimalne vrednosti, a za velike vode III kvartila tj. počev od 75 % od minimalnih proticaja. Prema tome, graničnih 25 % predstavljaju zapravo ekstremne vode, a interkvartilna razlika, tj. preostalih 50 % srednje vode.

Na ovaj način determinisan kriterijum rezgraničenja i kategorizacija voda poslužio je samo svrsi deteminacije pronosa suspendovanog nanosa, bez pretenzija u povezivanje u jedinstven hidrološki sistem istraživanja oticanja voda. Cilj je bio da se istakne ekscesivnost erozivnog procesa za vreme kratkotrajnih, ali velikih proticaja,

odnosno u uslovima intenzivnog oticanja. U tom smislu termini male, srednje i velike vode samo su uslovno korišćeni, bez njihovog stvarnog hidrološkog dimenzioniranja.

Tabela 144 . Kvartilna distribucija frekvenci q i Qs.

	Q (m ³ /s)	q (l/s/km ²)	% q	% Qs
Nišava - Dimitrovgrad				
I kvartila	< 1,61	< 3,34	66,0	9,0
III kvartila	> 7,66	> 15,89	3,7	60,5
Nišava - Niš				
I kvartila	< 23,10	< 5,97	60,0	9,6
III kvartila	> 80,00	> 20,67	5,9	56,2
Visočica - Bračevci				
I kvartila	< 2,14	< 9,43	75,2	15,1
III kvartila	> 8,46	> 37,27	3,3	50,4
Jerma - Trnski Odorovci				
I kvartila	< 2,82	< 5,06	60,1	9,9
III kvartila	> 10,80	> 19,39	5,1	52,5

Prema priloženoj klasifikaciji, najveća frekvenca q nalazi se u I kvartili. Na svim profilima preko 60% q pripada ovoj grupi. Posebno se ističe Visočica kod koje se 75,2 % svih proticaja nalazi u I kvartili. Međutim, pronos suspendovanog nanosa je veoma mali i ne prelazi 10 %, osim na Visočici gde je od ukupnog pronosa u ovoj kvartili ostvareno 15,1 %.

Frekventnost q u III kvartili veoma je mala. To su oticaji koji su na Nišavi, na profilu Dimitrovgrad, veći od 15,89 l/s/km², odnosno veći od 20,67 l/s/km² na profilu Niš. Na Visočici u toj grupi su oticaji veći od 37,27 l/s/km², a na Jermi veći od 19,39 l/s/km². Oticaji iznad ovih vrednosti zastupljeni su vremenski veoma kratko. Na njih dolazi između 3,3 % i 5,9 % vremena. Ali za ovako kratko vreme pronos nanosa je izuzetno veliki. Na svim profilima *proneto je između 50,4 % i 60,5 % od ukupnog suspendovanog nanosa.*

Opšti zaključak koji je izveden iz predhodne analize mogao bi se označiti kao: Ekstremna stanja vodnosti u slivu definisana su specifičnim oticajima koji se kreću od 15,89 l/s/km² (Nišava kod Dimitrovgrada), odnosno 20,67 l/s/km² (Nišava kod Niša), 19,39 t/km² (Jerma) i do 37,27 l/s/km² (Visočica). Vremenski okvir njihovog trajanja izuzetno je mali, na njih dolazi između 3,3-5,9 % vremena, ali se za tako kratko vreme ostvari između 50,4-60,5 % ukupnog godišnjeg ili višegodišnjeg pronosa suspendovanog nanosa.

5.5. INTENZITET SUSPENDOVANOG I HEMIJSKOG NANOSA U OPSERVACIJSKOM PERIODU 2009/2010. GODINE

5.5.1. SUSPENDOVANI NANOS

5.5.1.1. OSNOVNE KARAKTERISTIKE KONCENTRACIJE SUSPENDOVANOG NANOSA

Nišava - hidrološki profil Dimitrovgrad. Srednja godišnja koncentracija suspendovanog nanosa tokom 2009. godine pri srednjegodišnjem proticaju od $4,01 \text{ m}^3/\text{s}$ iznosila je $0,0633 \text{ g/l}$. Maksimalna srednjemesečna koncentracija tokom ove godine bila je u julu ($0,1318 \text{ g/l}$), potom u decembru i martu. Minimalna srednjemesečna od $0,0179 \text{ g/l}$ zabeležena je u avgustu. Odnos između maksimalne i minimalne srednjemesečne vrednosti koncentracije silta je $1:7,4$. Ako se odnos između ekstrema posmatra u okviru istog meseca, najveći je u julu ($1:386$), slede decembar ($1:83$) i januar ($1:72$). Maksimalne vrednosti koncentracija silta kreću se u rasponu od $0,0315 \text{ g/l}$, koliko je izmereno u maju, do $1,04 \text{ g/l}$ koliko je izmereno u decembru. Maksimalna dnevna koncentracija silta od $1,04 \text{ g/l}$ izmerena je 28.12.2009. pri proticaju od $25 \text{ m}^3/\text{s}$. Minimalne vrednosti koncentracija silta kreću se u rasponu od $0,0022 \text{ g/l}$ (jul) do $0,0176 \text{ g/l}$ (mart). Odnos između maksimalne i minimalne dnevne vrednosti Cs iznosi $1:473$. Ovu godinu karakterišu izuzetno visoki koeficijenti varijabilnosti koncentracija. Tokom šest meseci varijabilnost je bila veća od 1, a najveća je u januaru, decembru i aprilu. Izuzetno mala varijabilnost koncentracija bila je tokom maja i septembra.

Tokom 2010. godine srednja godišnja koncentracija silta pri srednjegodišnjem proticaju od $6,68 \text{ m}^3/\text{s}$ bila je $0,1415 \text{ g/l}$. Maksimalna srednjemesečna koncentracija silta od $0,4501 \text{ g/l}$ zabeležena je u aprilu, a minimalna od $0,0223 \text{ g/l}$ u oktobru. Odnos između njih je $1: 20,1$. Pored aprila, visoke srednjemesečne koncentracije bile su i tokom februara i maja. Odnos između minimalnih i maksimalnih koncentracija silta tokom istog meseca bio je najveći u februaru ($1:302$) i januaru ($1:212$), a najmanji u letnjim i jesenjim mesecima. Maksimumi koncentracija silta kreću se u rasponu od $0,0238 \text{ g/l}$ koliko je izmereno u avgustu do $2,66 \text{ g/l}$ u februaru. Ova najveća koncentracija silta izmerena je 18.02.2010. godine kada je vrednost proticaja bila $77 \text{ m}^3/\text{s}$. Minimalne vrednosti koncentracija silta kreću se u rasponu od $0,0017 \text{ g/l}$ (januar) do $0,145 \text{ g/l}$ (april). Odnos između dnevnih ekstrema iznosi $1: 15645$. Za razliku od prethodne godine, tokom 2010. godine koeficijent varijabilnosti nanosa bio je nešto

ujednačeniji. Naime, samo četiri meseca imala su Kv veći od 1, a Kv manji od 0,5 bilo je tipičan za period od juna do novembra.

**Tabela 145. Srednje mesečne vrednosti koncentracije suspendovanog nanosa Cs (g/l)
na profilu Dimitrovgrad 2009. i 2010. godine**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2009												
min	0,0087	0,0108	0,0176	0,0110	0,0135	0,0142	0,0022	0,0024	0,0132	0,0028	0,0122	0,0125
max	0,6300	0,2170	0,5900	0,5400	0,0315	0,0734	0,8500	0,0461	0,0425	0,1890	0,2380	1,0400
sr	0,0627	0,0436	0,1171	0,0729	0,0200	0,0262	0,1318	0,0179	0,0288	0,0598	0,0518	0,1235
stdev	0,1546	0,0417	0,1204	0,1162	0,0049	0,0151	0,1759	0,0104	0,0082	0,0442	0,0581	0,1988
k.v	2,47	0,96	1,03	1,59	0,25	0,58	1,33	0,58	0,29	0,74	1,12	1,61
max/min	72	20	34	49	2	5	386	19	3	67	20	83
2010												
min	0,0017	0,0088	0,1050	0,1450	0,0218	0,0164	0,0213	0,0206	0,0207	0,0205	0,0203	0,0261
max	0,3600	2,6600	0,6510	1,2800	1,6900	0,0638	0,0442	0,0238	0,0255	0,0269	0,0521	0,9720
sr	0,0780	0,3466	0,2391	0,4501	0,3402	0,0314	0,0264	0,0224	0,0230	0,0223	0,0240	0,1128
stdev	0,0787	0,6577	0,1198	0,3248	0,3564	0,0135	0,0063	0,0012	0,0009	0,0018	0,0077	0,1687
k.v	1,01	1,90	0,50	0,72	1,05	0,43	0,24	0,05	0,04	0,08	0,32	1,50
max/min	212	302	6	9	78	4	2	1	1	1	3	37

Nišava - hidrološki profil Niš. Srednja godišnja koncentracija suspendovanog nanosa tokom 2009. godine iznosila je 0,0355 g/l, a ostvarena je pri srednjegodišnjem proticaju od 27,2 m³/s. Srednjegodišnje koncentracije kretale su se u dijapazonu od 0,0031 g/l (avgust) do 0,1007 g/l (decembar), tako da njihov odnos iznosi 1:32. Odnos izmedju ekstremnih vrednosti na mesečnom nivou najveći je u decembru (1:679), a najmanji krajem leta i početkom jeseni (1:2, tj, 1:3). Dijapazon maksimalnih koncentracija silta je od 0,0055 g/l, koliko je izmereno u avgustu, do 1,0191 g/l, koliko je zabeleženo u decembru. Maksimalna dnevna koncentracija silta od 1,0191 g/l zabeležena je 18.12.2009. godine kada je proticaj bio 119 m³/s. Minimalne koncentracije su u rasponu od 0,015 g/l (decembar) do 0,0099 g/l (mart). Prema tome, najveća i najmanja koncentracija silta tokom ove godine bila je u istom mesecu - decembru, a odnos izmedju ekstrema 1: 679. Tokom pet meseci koeficijent varijabilnosti ima vrednosti veće od 1, pri čemu je vrednost veću od 2 imao u januaru i decembru. Najmanja varijabilnost koncentracija je od avgusta do oktobra kada je i najmanji odnos izmedju dnevnih ekstrema.

Godina 2010. ima znatno veću srednju godišnju koncentraciju suspendovanog nanosa. Pri srednjegodišnjem proticaju od 47,8 m³/s srednja godišnja koncentracija silta iznosila je 0,1272 g/l. Raspon srednjemesečnih koncentracija kreće se od 0,0118 g/l (septembar) do 0,3806 g/l (maj). Maksimalne vrednosti po mesecima kreću se u rasponu

od 0,0312 g/l, koliko je zabeleženo u avgustu, do 2,8166 g/l koliko je iznosila u februaru. Koncentracija od 2,8166 g/l izmerena je 20.02.2010. godine kada je proticaj iznosio 169,0 m³/s. Najveći odnos između ekstremnih vrednosti na dnevnom nivou bio je u februaru (1:1565), a najmanji u junu (1:6). Minimalne koncentracije imaju vrednosti od 0,0018 g/l (februar) do 0,033 g/l (mart). I za ovu godinu karakteristično je da su se i najveća i najmanja koncentracija silta javile tokom istog meseca, u ovom slučaju u februaru (1:1565). Koefficient varijabilnosti ima visoke vrednosti tokom prvih pet meseci od 0,72 u martu do 1,83 u aprilu. Tokom leta i jeseni koncentracija je znatno ujednačenija, a najmanja varijacija je u junu i julu.

Tabela 146. Srednje mesečne vrednosti koncentracije suspendovanog nanosa Cs (g/l) na profilu Niš 2009. i 2010. godine

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2009												
min	0,0094	0,0039	0,0099	0,0062	0,0064	0,0035	0,0019	0,0021	0,0035	0,0033	0,0048	0,0015
max	0,6070	0,0673	0,3738	0,5160	0,0421	0,0637	0,1160	0,0055	0,0061	0,0104	0,1400	1,0191
sr	0,0538	0,0200	0,0969	0,0769	0,0170	0,0166	0,0151	0,0031	0,0040	0,0049	0,0141	0,1007
stdev	0,1104	0,0153	0,0838	0,1175	0,0084	0,0137	0,0197	0,0007	0,0005	0,0017	0,0240	0,2034
k.v	2,05	0,76	0,87	1,53	0,49	0,82	1,30	0,23	0,12	0,36	1,70	2,02
max/min	65	17	38	83	7	18	61	3	2	3	29	679
2010												
min	0,0023	0,0018	0,0330	0,0125	0,0205	0,0315	0,0091	0,0026	0,0040	0,0083	0,0150	0,0260
max	0,2020	2,8166	0,5300	1,8690	1,7300	0,1740	0,1147	0,0615	0,0312	0,0979	0,1000	0,5698
sr	0,0326	0,3457	0,2021	0,2181	0,3806	0,0797	0,0529	0,0188	0,0118	0,0448	0,0418	0,1137
stdev	0,0416	0,5806	0,1451	0,3992	0,4578	0,0290	0,0239	0,0133	0,0061	0,0280	0,0199	0,1124
k.v	1,28	1,68	0,72	1,83	1,20	0,36	0,45	0,71	0,52	0,62	0,48	0,99
max/min	88	1565	16	149	84	6	13	24	8	12	7	22

Nišava - hidrološki profil Piroć. Srednja godišnja koncentracija suspendovanog nanosa tokom 2009. godine iznosila je 0,0244 g/l, a ostvarena je pri srednjegodišnjem proticaju od 15,9 m³/s. Dijapazon srednjemesečnih koncentracija silta kretao se od 0,0035 g/l u septembru do 0,0500 g/l u martu, tako da one stoje u odnosu 1:14. Maksimalne koncentracije imale su vrednosti od 0,0088 g/l, takodje u septembru do 0,2272 g/l u martu. Vrednosti minimalnih koncentracija bile su od 0,0004 g/l koliko je izmereno u oktobru do 0,0141 g/l koliko je izmereno u julu. Maksimalna koncentracija silta ove godine od 0,2272 g/l izmerena je 07.03. i prema najmanjoj izmerenoj koncentraciji stoji u odnosu 1: 568. Posmatrano u okviru svakog meseca najveći odnos između ekstrema je u oktobru (1:95), a najmanji u julu (1:5). Koefficient varijabilnosti silta u najvećem delu godine je ispod 1. Najveća varijabilnost silta bila je u oktobru 2,07, a iznad jedinice bili su meseci januar, mart i decembar.

**Tabela 147. Srednje mesečne vrednosti koncentracije suspendovanog nanosa Cs (g/l)
na profilu Piroć 2009. i 2010. godine.**

2009													2010											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6						
min	0,0083	0,0031	0,0058	0,0059	0,0026	0,0059	0,0141	0,0056	0,0005	0,0004	0,0010	0,0039	0,0111	0,0041	0,0224	0,0183	0,0289	0,0225						
max	0,2180	0,0210	0,2272	0,1940	0,0298	0,0450	0,0650	0,0437	0,0088	0,0380	0,0451	0,1510	0,0528	0,1291	0,0820	0,3748	0,2345	0,0781						
sr	0,0413	0,0114	0,0500	0,0464	0,0123	0,0235	0,0375	0,0181	0,0035	0,0039	0,0117	0,0310	0,0262	0,0318	0,0501	0,0709	0,1127	0,0451						
stdev	0,0442	0,0049	0,0532	0,0447	0,0074	0,0112	0,0128	0,0097	0,0019	0,0081	0,0083	0,0351	0,0097	0,0287	0,0169	0,0890	0,0663	0,0180						
k.v	1,07	0,43	1,06	0,96	0,60	0,47	0,34	0,54	0,53	2,07	0,70	1,13	0,37	0,90	0,34	1,26	0,59	0,40						
max/min	26	7	39	33	11	8	5	8	18	95	45	39	5	31	4	20	8	3						

**Tabela 148. Srednje mesečne vrednosti koncentracije suspendovanog nanosa Cs (g/l)
na profilu Bela Palanka 2009. i 2010. godine.**

2009												2010											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6						
min	0,0010	0,0047	0,0020	0,0064	0,0049	0,0015	0,0016	0,0018	0,0006	0,0018	0,0027	0,0096	0,0045	0,0103	0,0110	0,0019	0,0193						
max	0,1346	0,0492	0,0868	0,1259	0,0145	0,0206	0,1352	0,0621	0,0058	0,0108	0,0305	0,1152	0,0320	0,2730	0,1897	0,7500	0,2142						
sr	0,0242	0,0181	0,0230	0,0316	0,0098	0,0079	0,0171	0,0069	0,0020	0,0058	0,0176	0,0309	0,0155	0,0926	0,0837	0,0914	0,0832						
stdev	0,0329	0,0089	0,0219	0,0292	0,0025	0,0038	0,0282	0,0110	0,0015	0,0025	0,0076	0,0206	0,0072	0,0978	0,0539	0,1350	0,0564						
k.v	1,36	0,50	0,95	0,92	0,26	0,49	1,65	1,59	0,77	0,44	0,43	0,67	0,46	1,06	0,64	1,48	0,68						
max/min	131	10	43	20	3	13	84	35	10	6	11	12	7	27	17	395	10						

Tokom 2010. godine u periodu od januara zaključno sa junom srednja koncentracija silta iznosila je 0,0565 g/l. U odnosu na isti period prethodne godine koncentracija je veća za 1,8 puta, a proticaj veći za 2,3 puta. Maksimalna koncentracija silta od 0,3748 g/l izmerena je 22.04. za vreme proticaja koji je iznosio 85,2 m³/s. Minimalna koncentracija silta od 0,0041 g/l izmerena je u februaru, tako da odnos između ovih ekstrema iznosi 1:91. Koeficijent varijabilnosti je imao najveću vrednost u aprilu (1,26), dok je najmanje varijabilan mart. Izuzetno mala varijabilnost bila je i u januaru i junu.

Nišava - hidrološki profil Bela Palanka. Tokom 2009. godine pri srednjegodišnjem proticaju od 22,8 m³/s srednjegodišnja koncentracija suspendovanog nanosa iznosila je 0,0166 g/l. Maksimalna srednjemesečna koncentracija od 0,0316 g/l zabeležena je u aprilu, a minimalna srednjemesečna koncentracija silta od 0,0020 g/l u septembru, tako da odnos između njih iznosi 1:8,6. Maksimalne koncentracije u mesečnoj raspodeli kretale su se od 0,0058 g/l u septembru do 0,1352 g/l u julu, dok su minimalne u rasponu od 0,0006 g/l do 0,0096 g/l koliko je izmereno u septembru, odnosno decembru. Pomenuta maksimalna koncentracija od 0,1352 g/l izmerena je 12.07. za vreme proticaja koji je iznosio 27,2 m³/s, a prema najmanjoj izmerenoj koncentraciji stoji u odnosu 1:225. Koeficijent varijabilnosti tokom najvećeg dela godine je ispod jedinice. Izuzetak je jul kada je njegova vrednost iznosila 1,65, zatim avgust i januar. Koncentracije silta najmanje su bila varijabilne u maju, oktobru, novembru i junu.

Tokom 2010. godine u periodu od januara zaključno sa junom srednja koncentracija silta iznosila je 0,0670 g/l. U odnosu na isti period prethodne godine koncentracija je veća za 3,4 puta, a proticaj veći za 2 puta. Maksimalna koncentracija silta od 0,7500 g/l izmerena je 21.04. za vreme proticaja koji je iznosio 216 m³/s. Minimalna koncentracija silta od 0,0019 g/l, takodje, je izmerena u istom mesecu. Odnos između ovih ekstrema je 1:395. Shodno tome i koeficijent varijabilnosti najveću vrednost imao je u aprilu (1,48). U svim ostalim mesecima varijabilnost je ispod jedinice, a najmanje varijabilan mesec upogledu koncentracija silta je jun.

5.5.2.2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE PRONOSA SUSPENDOVANOG NANOSA

Nišava - hidrološki profil Dimitrovgrad. Tokom 2009. godine ukupno je proneto 18233,9 t suspendovanog nanosa, odnosno 37,8 t/km²/god. Sumarni pronos nanosa po mesecima varirao je od 103,8 t u avgustu do 4295,8 t u decembru. To daje specifični pronos u rasponu od 0,2 t/km²/mes do 8,9 t/km²/mes, što daje odnos od 1:41. Maksimalne vrednosti pronosa nanosa tokom svih meseci kretale su se od 6,4 t do 2282,3 t. Minimalne vrednosti pronosa nanosa bile su u dijapazonu od 0,3 t do 9,6 t. Najveći dnevni pronos nanosa od 2282,3 t, odnosno 4,7 t/km²/dan, ostvaren je 28.12.2009. godine kada je izmerena i najveća koncentracija silta. Odnos između ekstremnih dnevnih vrednosti iznosi 1:6711. Varijabilnost pronosa nanosa u godišnjoj raspodeli veoma je visoka. Samo četiri meseca imaju Kv manji od 1, a to su maj, jun, avgust i septembar. Najveća varijabilnost bila je u januaru, decembru i julu. Visoke koeficijente varijabilnosti prati i veliki odnos između ekstremnih vrednosti datih meseci. Tako je tokom jula meseca odnos između maksimalnog i minimalnog pronosa nanosa iznosio čak 1: 4446.

Tabela 149. Mesečne vrednosti pronosa Qs (t) i specifičnog pronosa Qs_s (t/km²) suspendovanog nanosa na profilu Dimitrovgrad 2009. i 2010. godine .

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Qs (t) 2009												
min	0,7	3,7	9,6	5,0	2,6	2,3	0,4	0,3	1,7	0,4	2,0	2,0
max	1083,2	270,0	983,8	592,5	13,3	17,9	1681,8	12,7	6,4	96,0	146,8	2282,3
sr	80,1	31,4	122,3	56,6	5,6	5,4	113,8	3,3	3,9	14,7	18,1	138,6
stdev	263,6	51,2	188,9	125,2	2,8	3,6	321,0	2,8	1,4	19,0	34,4	419,0
k.v	3,29	1,63	1,54	2,21	0,50	0,67	2,82	0,83	0,35	1,29	1,90	3,02
max/min	1563	73	103	118	5	8	4446	37	4	223	75	1142
Qs_s (t/km²)												
min	0,001	0,008	0,020	0,010	0,005	0,005	0,001	0,001	0,003	0,001	0,004	0,004
max	2,247	0,560	2,041	1,229	0,028	0,037	3,489	0,026	0,013	0,199	0,305	4,735
sr	0,166	0,065	0,254	0,117	0,012	0,011	0,236	0,007	0,008	0,031	0,038	0,287
stdev	0,547	0,106	0,392	0,260	0,006	0,008	0,666	0,006	0,003	0,039	0,071	0,869
Qs (t) 2010												
min	0,7	3,6	101,6	127,8	5,0	2,5	2,1	1,4	1,5	1,6	1,7	3,2
max	538,1	17696,4	1175,5	3561,1	4380,5	30,9	15,7	2,2	2,0	3,7	18,5	2972,9
sr	73,4	1581,0	309,3	714,1	539,8	8,5	4,4	1,9	1,7	2,1	3,3	126,0
stdev	111,8	4510,8	236,6	876,5	1013,7	7,3	3,5	0,2	0,1	0,4	3,8	531,0
k.v	1,52	2,85	0,76	1,23	1,88	0,87	0,80	0,09	0,06	0,21	1,12	4,21
max/min	803	4931	12	28	881	12	7	2	1	2	11	931
Qs_s (t/km²)												
min	0,001	0,007	0,211	0,265	0,010	0,005	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003	0,007
max	1,116	36,715	2,439	7,388	9,088	0,064	0,032	0,005	0,004	0,008	0,038	6,168
sr	0,152	3,280	0,642	1,482	1,120	0,018	0,009	0,004	0,004	0,004	0,007	0,261
stdev	0,2319	9,3585	0,4908	1,8185	2,1030	0,0152	0,0073	0,0004	0,0002	0,0009	0,0078	1,1017

Pronos nanosa tokom 2010. godine iznosio je 98861,9 t, što daje specifični pronos od 205,1 t/km²/god. Variranje mesečnog pronosa bilo je u rasponu od 51,9 t koliko je ukupno proneto u septembru do 44267,7 t u februaru. Svedeno na specifični pronos to je raspon od

0,11-91,8 t/km²/mes. Raspodela maksimalnih vrednosti pronosa nanosa po mesecima kretala se od 2 t u septembru do 17696,4 t u februaru, a raspodela minimalnih vrednosti od 0,7 u januaru t do 127,8 t u martu. Odnos izmedju najekstremnijih vrednosti pronosa nanosa iznosi 1: 25280. Najveći dnevni pronos nanosa od pomenutih 17696,4 t, odnosno 36,7 t/km²/dan, bio je 18.02.2010. godine kada je izmerena i najveća koncentracija silta. Ova godina se, u odnosu na prethodnu, razlikuje u pogledu varijabilnosti nanosa. Kv manji od 1 bio je tokom šest meseci, a najmanja varijabilnost nanosa bila je tokom jula, avgusta i septembra. Izuzetno visok Kv beleži decembar, a sledi februar. Medjutim, iako je Kv manji u februaru odnos izmedju ekstremnih dnevnih vrednosti najveći je bio upravo tokom ovog meseca (1:4931).

Nišava - hidrološki profil Niš. Nišava je kod Niša tokom 2009. godine ukupno pronela 77282,4 t suspendovanog materijala, što daje specifični pronos od 20 t/km²/god. Sumarni pronos nanosa po mesecima kretao se od 95 t u avgustu do 22021,6 t u decembru, tako da je raspon specifičnog pronosa bio od 0,02 - 5,69 t/km²/mes. Maksimalne vrednosti pronosa po mesecima bile su od 11,5 t do 10478 t, a minimalne od 1,5 t do 18,8 t. Odnos izmedju ekstremnih dnevnih vrednosti iznosi 1:6778. Na dnevnom novou najviše je proneto nanosa 28.12.2009. godine ukupno 10478 t, odnosno 2,7 t/km²/dan, kada je izmerena maksimalna koncentracija silta. Za ovu godinu karakteristična je visoka varijabilnost nanosa tokom svih meseci, izuzev septembra kod kojeg je Kv bio ispod 0,5. Odnos izmedju ekstrema prati mesece tokom kojih je bila najveća varijabilnost. Tako je odnos izmedju minimalnog i maksimalnog dnevnog pronosa najveći u decembru (1: 7018).

Nišavom je na profilu Niš tokom 2010. godine proneto ukupno 475792,2 t suspendovanog nanosa, odnosno 122,9 t/km²/god. Na mesečnom nivou ukupan pronos nanosa kretao se u rasponu od 342,2 t u avgustu do 147307,3 t koliko je proneto u maju. To znači da su mesečne vrednosti specifičnog pronosa bile u rasponu od 0,1 do 38,1 t/km²/mes. Maksimalne vrednosti pronosa po mesecima bile su od 53,9 t do 50220,8 t, a minimalne od 2,1 t do 165,4 t. Odnos izmedju ekstremnih dnevnih vrednosti iznosi 1: 24221. Interesantno je da se najveći dnevni pronos nanosa od 50220,8 t, odnosno 12,9 /km²/dan, nije ostvario za vreme maksimalne dnevne koncentracije koja je bila u februaru, već 21.04.2010. godine pri najvišem proticaju od 311 m³/s i koncentraciji silta od 1,8690 g/l. Koeficijent varijabilnosti pronosa nanosa je izuzetno visok tokom cele godine. Najmanji je u junu i julu, a najveći u aprilu i decembru.

Tabela 150. Mesečne vrednosti pronosa Q_s (t) i specifičnog pronosa Q_s , (t/km²) suspendovanog nanosa na profilu Niš 2009. i 2010. godine.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q_s (t) 2009												
min	6,9	6,5	18,8	16,4	6,5	2,6	2,2	1,5	2,4	2,8	3,6	1,5
max	7552,1	281,4	3423,4	5795,7	111,3	189,3	635,4	13,1	11,5	31,5	756,0	10478,0
sr	399,4	68,5	605,2	573,0	31,8	27,7	44,7	3,1	4,0	7,5	45,4	710,4
stdev	1364,5	68,6	785,7	1257,4	26,5	38,1	112,2	2,1	1,8	7,1	135,4	2013,7
k.v	3,42	1,00	1,30	2,19	0,83	1,38	2,51	0,70	0,46	0,94	2,98	2,83
max/min	1098	43	182	354	17	74	294	8	5	11	210	7018
Q_s, (t/km²)												
min	0,002	0,002	0,005	0,004	0,002	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,0001
max	1,951	0,073	0,885	1,498	0,029	0,049	0,164	0,003	0,003	0,008	0,195	2,707
sr	0,103	0,018	0,156	0,148	0,008	0,007	0,012	0,001	0,001	0,002	0,012	0,184
stdev	0,353	0,018	0,203	0,325	0,007	0,010	0,029	0,001	0,000	0,002	0,035	0,520
Q_s (t) 2010												
min	4,9	3,1	165,4	84,0	78,1	65,0	13,4	2,1	2,6	4,6	12,2	38,2
max	1815,1	41126,9	5403,5	50220,8	29894,4	1007,3	453,9	140,8	53,9	353,6	291,3	6695,4
sr	193,5	4274,2	1854,1	3570,6	4751,8	291,2	142,3	31,0	11,4	105,0	71,9	592,0
stdev	364,6	8473,1	1655,1	9886,4	7523,1	193,2	106,3	31,6	10,3	112,4	70,9	1247,5
k.v	1,88	1,98	0,89	2,77	1,58	0,66	0,75	1,02	0,90	1,07	0,99	2,11
max/min	370	13222	33	598	383	15	34	68	21	76	24	175
Q_s, (t/km²)												
min	0,001	0,001	0,043	0,022	0,020	0,017	0,003	0,001	0,001	0,001	0,003	0,010
max	0,469	10,627	1,396	12,977	7,725	0,260	0,117	0,036	0,014	0,091	0,075	1,730
sr	0,050	1,104	0,479	0,923	1,228	0,075	0,037	0,008	0,003	0,027	0,019	0,153
stdev	0,094	2,189	0,428	2,555	1,944	0,050	0,027	0,008	0,003	0,029	0,018	0,322

Nišava - hidrološki profil Pirot. Tokom 2009. godine na ovom profilu ukupno je proneto 22545,2 t suspendovanog materijala, tako da je specifični pronos iznosio 12,9 t/km²/god. Po mesecima sumarni pronos nanosa bio je između 77,6 t koliko je proneto u septembru do 5963,5 t koliko je proneto u martu. To znači da je specifični pronos iznosio od 0,04 - 3,42 t/km²/mes. Maksimalne vrednosti pronosa nanosa bile su u rasponu od 15,7 - 1326 t, a minimalne od 0,1 - 7,2 t. Maksimalan dnevni pronos nanosa bio je 29.01., a iznosio je pomenutih 1326 t, (0,76 t/km²/dan), ostvaren je za vreme proticaja od 70,4 m³/s i pri koncentraciji silta od 0,2180 g/l. Odnos između ekstremnih dnevnih vrednosti pronosa nanosa iznosi 1:9592. Varijabilnost pronosa nanosa izuzetno je visok u pojedinim mesecima. Kreće se u rasponu od 0,67 do 3,02. Najveća varijabilnost je u oktobru, decembru i januaru, a najmanja u februaru. Visoka varijabilnost praćena je i velikim odnosom između ekstremnih vrednosti pronosa nanosa. Tako je u oktobru odnos između ekstrema iznosio 1: 407, a u decembru 1: 368.

Tokom prvih šest meseci 2010. godine proneto je ukupno 52912,5 t silta, što po jediničnoj površini daje iznos od 30,3 t/km². Najveći pronos bio je u maju 19480 t, tj. 11,2 t/km²/mes, a najmanji u januaru 2294,2 t, tj. 1,3 t/km²/mes. Maksimalan dnevni pronos nanosa bio je 22.04., tj. istog dana kada je izmerena i najveć koncentracija silta, i iznosio je 2759 t, odnosno 1,6 t/km²/dan. Varijabilnost pronosa nanosa najveća je bila tokom aprila, a najmanja u martu. Međutim, odnos između dnevnih ekstrema najveći je bio u februaru 1:106, dok je najmanji vezan za mesec sa najmanjim Kv.

Tabela 151. Mesečne vrednosti pronosa Q_s (t) i specifičnog pronosa Q_s (t/km^2) suspendovanog nanosa na profilu Piroć 2009. i 2010. godine.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Q_s (t) 2010		1	2	3	4	5	6
min	4,2	1,9	3,7	7,2	1,4	2,2	2,8	2,2	0,1	0,2	0,4	1,8			11,8	9,3	75,1	72,7	70,9	34,9
max	1326,0	49,9	1323,3	1119,7	48,9	96,2	165,7	38,2	15,7	96,9	74,0	668,0			204,8	979,3	522,1	2759,0	1570,2	504,2
sr	151,0	18,2	192,4	166,8	14,9	21,1	48,2	10,2	2,6	7,1	13,0	90,2			74,0	176,1	270,0	409,1	628,4	185,2
stdev	263,1	12,1	303,2	254,5	14,2	20,1	46,6	8,9	3,4	21,5	14,8	158,5			50,0	216,2	132,2	698,1	522,1	151,5
k _v	1,74	0,67	1,58	1,53	0,96	0,95	0,97	0,88	1,32	3,02	1,13	1,76			0,68	1,23	0,49	1,71	0,83	0,82
max/min	318	26	355	156	34	44	60	18	113	407	183	368			17	106	7	38	22	14
min	0,002	0,001	0,002	0,004	0,001	0,001	0,002	0,001	0,0001	0,0001	0,0002	0,001	Q_s (t/km^2) 2010		0,007	0,005	0,043	0,042	0,041	0,020
max	0,760	0,029	0,758	0,642	0,028	0,055	0,095	0,022	0,009	0,056	0,042	0,383			0,117	0,561	0,299	1,581	0,900	0,289
sr	0,087	0,010	0,110	0,096	0,009	0,012	0,028	0,006	0,001	0,004	0,007	0,052			0,042	0,101	0,155	0,234	0,360	0,106
stdev	0,151	0,007	0,174	0,146	0,008	0,012	0,027	0,005	0,002	0,012	0,008	0,091			0,029	0,124	0,076	0,400	0,299	0,087

Tabela 152. Mesečne vrednosti pronosa Q_s (t) i specifičnog pronosa Q_s (t/km^2) suspendovanog nanosa na profilu Bela Palanka 2009. i 2010. godine .

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Q_s (t) 2010		1	2	3	4	5	6
min	1,5	11,6	6,0	10,7	4,5	1,2	1,1	1,2	0,2	1,2	2,8	13,9			9,8	19,8	36,1	8,0	70,9	40,5
max	1135,7	169,2	421,5	694,7	28,0	37,9	317,7	156,7	8,4	22,5	103,5	905,7			135,5	3561,7	1835,7	13996,8	2542,1	287,4
sr	120,2	48,1	97,0	128,8	13,8	10,3	34,5	9,7	2,0	8,9	37,2	114,8			54,3	803,8	580,8	938,0	665,9	113,7
stdev	258,1	31,4	117,0	180,3	5,9	7,2	73,3	28,2	2,2	6,1	24,9	172,6			34,7	1098,9	488,9	2534,7	711,8	70,3
k _v	2,15	0,65	1,21	1,40	0,42	0,70	2,13	2,90	1,12	0,68	0,67	1,50			0,64	1,37	0,84	2,70	1,07	0,62
max/min	760	15	70	65	6	31	297	130	54	19	38	65			14	179	51	1754	36	7
min	0,0005	0,0037	0,0019	0,0035	0,0015	0,0004	0,0003	0,0004	0,0001	0,0004	0,0009	0,0045	Q_s (t/km^2) 2010		0,003	0,006	0,012	0,003	0,023	0,013
max	0,368	0,055	0,137	0,225	0,009	0,012	0,103	0,051	0,003	0,007	0,034	0,293			0,044	1,154	0,595	4,534	0,823	0,093
sr	0,039	0,016	0,031	0,042	0,004	0,003	0,011	0,003	0,001	0,003	0,012	0,037			0,018	0,260	0,188	0,304	0,216	0,037
stdev	0,084	0,010	0,038	0,058	0,002	0,002	0,024	0,009	0,001	0,002	0,008	0,056			0,011	0,356	0,158	0,821	0,231	0,023

Nišava - hidrološki profil Bela Palanka. Ukupan iznos pronosa suspendovanog nanosa u 2009. godini bio je 18665,6 t, tj. 6,0 t/km². Na mesečnom nivou najmanji je bio tokom septembra 59,8 t (0,02 t/km²/mes), a najveći u aprilu 3863,3 t (1,25 t/km²/mes). Minimalan pronos nanosa bio je u rasponu od 0,2 t (septembar) do 13,9 t (decembar). Maksimalne vrednosti pronosa nanosa bile su u rasponu od 8,4 t koliko je iznosio u septembru do 1135,7 t koliko je bilo u januaru. Interesanto je da navči dnevni pronos nanosa od 11357 t ostvario istoog dana kao i na profilu Pirot, tj. 29.01. za vreme proticaja od 118 m³/s i koncentraciji silta od 0,1114 g/l. Odnos između ekstremnih dnevnih vrednosti sita iznosi 1:7302. Varijabilnost pronosa nanosa tokom ove godine najveća je bila u letnjem periodu i u januaru, a najmanja u maju, junu i februaru. Samim tim i najveći i najmanji odnosi između dnevnih ekstrema bili su u tim mesecima

U 2010. godini od januara do kraja juna proneto je 93085,7 t silta, što po jedinici površine za 6 meseci iznosi 30,2 t/km². Najveći pronos ostvaren je u aprilu 281391,1 t, a najmanji u januaru 1628 t, što daje specifični pronos od 6,5 t/km²/mes, odnosno 0,5 t/km²/mes. Maksimalan dnevni pronos bio je istog dana kada je izmerena maksimalna koncentracija silta, a iznosio je 13996,8 t, odnosno 4,5 t/km²/dan. Varijabilnost pronosa nanosa u ovom periodu bila je najveća u aprilu, a najmanja u junu, što prati i najveći (1:395) i najmanji odnos između dnevnih ekstrema (1:3).

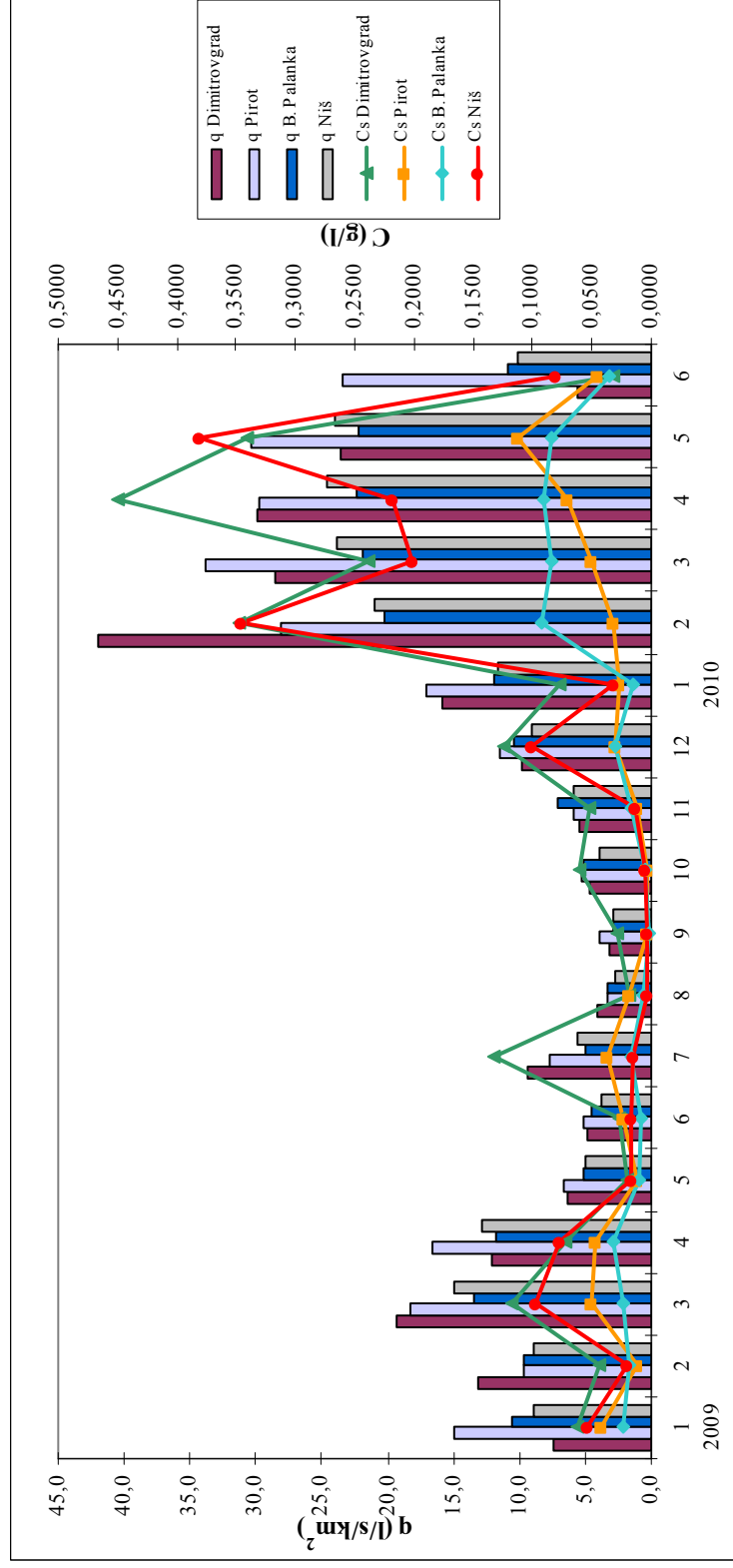
5.5.1.3. KOMPATIVNA ANALIZA KONCENTRACIJA I PRONOSA SUSPENDOVANOG NANOSA PO IZDVOJENIM SUBSLIVOVIMA

Na osnovu analize koncentracija suspendovanog nanosa po izdvojenim profilima uočava se da su njihove vrednosti različite. Prosečna koncentracija silta na profilu Dimitrovgrad u periodu od januara 2009. godine do juna 2010. godine iznosila je 0,1245 g/l, na profilu Pirot 0,0349 g/l, na profilu Bela Palanka 0,0331 g/l, a na profilu Niš 0,0934 g/l. Uočava se da je najveća koncentracija na najuzvodnijem profilu, zatim na najnižvodnijem, dok međusliv, odnosno profili Pirot i Bela Palanka imaju bliske vrednosti koncentracija silta.

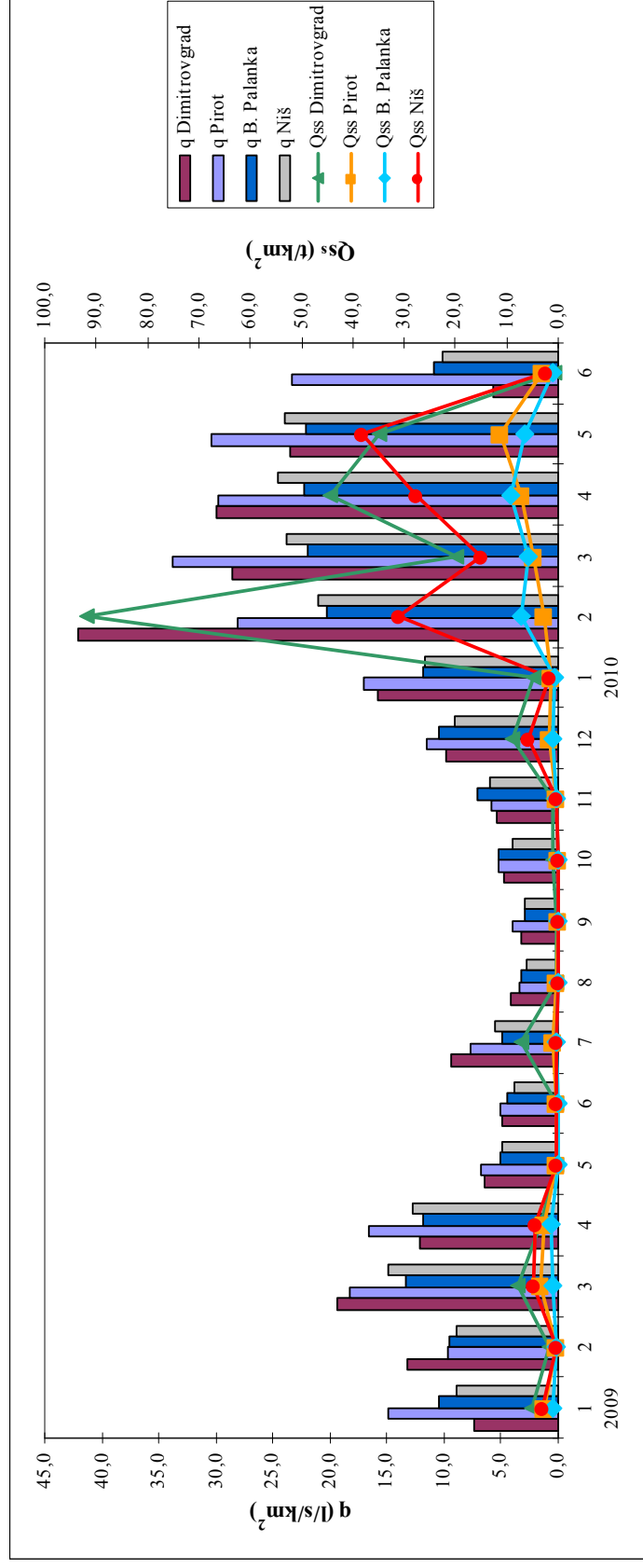
Kakav je odnos između koncentracija po izdvojenim profilima i u kojoj meri postoje odstupanje u njihovim vrednostima? U kontekstu komparativne analize jedan od najboljih pokazatelja je usvajanje određenog referentnog nivoa. U tom smislu kao referentni nivo poslužiće profil Dimitrovgrad, a kriterijum za izbor ovog profila je konstatacija su na njemu izmerene najveće koncentracije silta.

Tabela 153. Uporedni pregled padavina X (mm), proticaja Q (m³/s) i pronosa suspendovanog nanosa Qs (t)
i procentualni udeo pronosa suspendovanog nanosa % Qs po mesecima.

profil	2009						2010					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	X (mm)											
Dimitrovgrad	75,4	58,8	59,9	25,0	56,1	128,3	95,7	48,0	52,4	96,7	44,1	69,9
Pirot	67,7	42,0	35,5	10,2	42,2	122,6	42	32,5	30,3	84,5	54,2	54,5
B. Palanka	74,0	39,2	61,3	21,7	30,6	115,7	71,3	24,9	27,3	80,2	53,1	76,3
Niš	52,4	37,6	50,9	21,4	25,6	119,2	44,0	43,0	35,8	106,3	100,9	73,5
	Q (m ³ /s)											
Dimitrovgrad	3,5	6,4	9,3	5,8	3,1	2,3	4,5	2,0	1,6	2,3	2,6	4,7
Pirot	26,1	16,8	31,9	29,1	11,7	8,9	13,3	5,9	6,9	9,2	10,3	20,1
B. Palanka	32,4	29,6	41,3	36,5	15,7	13,9	15,2	10,1	9,1	16,1	21,9	32,0
Niš	34,6	34,5	57,9	49,5	19,1	14,9	21,5	10,7	11,3	15,5	23,0	34,9
	Qs (t)											
Dimitrovgrad	2483,6	878,3	3792,1	1697,3	173,7	163,0	3528,7	103,8	118,5	456,2	542,7	4295,8
Pirot	4680,3	510,7	5963,5	5003,4	460,9	633,3	1493,6	315,5	77,6	220,7	390,9	2794,8
B. Palanka	3605,2	1347,3	2911,1	3863,3	415,5	310,4	1034,5	292,4	59,8	267,5	1114,5	3444,0
Niš	12381,2	1919,3	18759,9	17188,7	986,0	829,8	1386,0	95,0	119,6	232,2	1363,2	22021,6
	% Qs											
Dimitrovgrad	2,20	0,78	3,36	1,51	0,15	0,14	3,13	0,09	0,11	0,40	0,48	3,81
Pirot	6,20	0,68	7,90	6,63	0,61	0,84	1,98	0,42	0,10	0,29	0,52	3,70
B. Palanka	3,23	1,21	2,60	3,46	0,37	0,28	0,93	0,26	0,05	0,24	1,00	3,08
Niš	2,36	0,37	3,58	3,28	0,19	0,16	0,26	0,02	0,02	0,04	0,26	4,21
	Qs po mesecima											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dimitrovgrad	77,3	64,2	77,3	64,7	117,3	81,3	77,3	64,7	117,3	81,3	77,3	64,7
Pirot	61,8	68,7	61,8	70,7	116,4	98,7	61,8	70,7	116,4	98,7	61,8	70,7
B. Palanka	60,4	103,5	60,4	67,7	74,1	103,4	60,4	67,7	74,1	103,4	60,4	67,7
Niš	48,8	88,3	48,8	79,5	68,8	67,4	48,8	79,5	68,8	67,4	48,8	79,5
	Qs po mesecima											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dimitrovgrad	13,8	20,2	13,8	14,4	11,4	2,7	13,8	20,2	13,8	14,4	11,4	2,7
Pirot	59,0	49,0	59,0	51,9	53,0	40,8	59,0	49,0	59,0	51,9	53,0	40,8
B. Palanka	67,7	62,4	67,7	68,9	68,3	33,7	67,7	62,4	67,7	68,9	68,3	33,7
Niš	92,1	81,2	92,1	95,3	92,8	39,2	92,1	81,2	92,1	95,3	92,8	39,2
	Qs po mesecima											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dimitrovgrad	9587,7	44267,7	9587,7	21423,5	16733,2	254,4	9587,7	44267,7	9587,7	21423,5	16733,2	254,4
Pirot	8368,7	4930,3	8368,7	12273,5	19480,0	5557,3	8368,7	4930,3	8368,7	12273,5	19480,0	5557,3
B. Palanka	17423,3	22507,6	17423,3	28139,1	19977,2	3410,5	17423,3	22507,6	17423,3	28139,1	19977,2	3410,5
Niš	57477,8	119676,6	57477,8	107116,6	147307,3	8736,7	57477,8	119676,6	57477,8	107116,6	147307,3	8736,7
	Qs po mesecima											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dimitrovgrad	8,50	39,25	8,50	19,00	14,84	0,23	8,50	39,25	8,50	19,00	14,84	0,23
Pirot	11,09	6,53	11,09	16,27	25,82	7,37	11,09	6,53	11,09	16,27	25,82	7,37
B. Palanka	15,59	20,14	15,59	25,18	17,88	3,05	15,59	20,14	15,59	25,18	17,88	3,05
Niš	10,98	22,86	10,98	20,46	28,13	1,67	10,98	22,86	10,98	20,46	28,13	1,67



Grafik 53. Odnos izmedju specifičnog oticaja q ($l/s/km^2$) i koncentracija suspendovanog nanosa Cs (g/l).



Grafik 54. Odnos izmedju specifičnog oticaja q (l/s/km²) i specifičnog pronosa suspendovanog nanosa Q_s (t/km²).

Najmanje odstupanje od referentnog nivoa zapaža se kod profila Niš. U odnosu na srednju vrednost naznačenog perioda ovaj profil ima za 25 % nižu koncentraciju silta. Intragodišnja raspodela je takva da je samo tokom tri meseca koncentracija silta na profilu Niš bila veća od koncentracije silta na profilu Dimitrovgrad. To su meseci april 2009., i maj i jun 2010. godine. Kod aprila koncentracije silta su veće za 5,5 %, kod maja za 11,9 %, dok jun beleži koncentracije koje su za 154 % veće nego u Dimitrovgradu za isti mesec. Tokom svih ostalih meseci, koncentracije silta bile su manje nego na profilu Dimitrovgrad. Najveće odstupanje ja bilo tokom letnjih i jesenjih meseci, odnosno u periodu od jula do novembra 2009. godine, kada se beleže koncentracije koje su bile manje od 72,8 % do 91,8 %. Kod ostalih meseci odstupanje je se kreće u granicama 0,3 - 58 %, a prosečna vrednost je 28,1 %.

Profili Pirot i Bela Palanka u odnosu na referentni profil imaju znatno manje koncentracije suspendovanog nanosa. Na nivou osamnaestomesečnog proseka Pirot ima manju vrednost koncentracija silta od Dimitrovgrada za 72 %, a Bela Palanka za 73,4 %. Odstupanje na profilu Pirot ima veću varijabilnost. Koncentracije su manje za 34 %, u pojedinim mesecima i do 93,4 %. Generalno, najmanje odstupanje bilo je tokom proleća i početkom leta 2009. godine, a najveće u jesenjem periodu iste, kao i tokom proleća 2010. godine. Na mesečnom nivou varijabilnost je znatno manja na profilu Bela Palanka. Odstupanja se kreću od 51 % do 93 %. Takodje, je najmanje odstupanje u prolećnim mesecima 2009. godine, a najveće u jesen.

Navedene manje koncentracije suspendovanog nanosa na nizvodnim profilima u odnosu na Dimitrovgrad naročito su izražene kod Pirota i Bele Palanke. Međutim, razlike postoje i u neposrednim međuslivovima. Naime, koncentracije kod Bele Palanke tokom najvećeg dela godine imaju manje koncentracije silta u odnosu na uzvodni profil Pirot. Veća koncentracija silta u nizvodnom profilu bila je u februaru, oktobru i novembru 2009. i februaru, martu i aprilu 2010. godine. U ostalim mesecima koncentracije silta bile su manje u odnosu na uzvodni profil od 20,8 - 6,4 %. Situacija je obrnuta kada je u pitanju međusliv Niš-B.Palanka. Niš je samo tokm četiri meseca (jul, avgust, oktobar i naovembar 2009.) imao koncentracije silta manje u odnosu na Pelu Palanku. Tokom svih ostalih meseci koncentracije su bile znatno veće, od 1,1 puta (februar 2009) do 4,58 puta (maj 2010.).

S obzirom da se idući od izvorišta ka ušću proticaj povećava, ovo povećanje količine vode u reci treba da ima za posledicu i povećanje pronosa nanosa. Međutim, kao i kod koncentracija, tako se i kod pronosa suspendovanog nanosa uočava da je najveći pronos ostvaren na profilu Dimitrovgrad. Naime, na ovom profilu u naznačenom vremenskom periodu ukupno je proneto 112777,3 t suspendovanog materijala. Na profilu Pirota proneto je 75449,2 t, na profilu Bela Palanka 111751,2 t, a na najnižvodnijem Nišu ukupno 523597 t. Svedeno na jedinicu površine, prosečno odnošenje materijala idući nizvodno po izdvojenim profilima je 234 t/km², 43,2 t/km², 36,2 t/km² i 135,3 t/km². U ovom slučaju specifični pronos nanosa na pojedinim uzvodnim sektorima veći je od pronosa na nizvodnom. Ta razlika najveća je u međuslivu između Dimitrovgrada i Pirota, a zapaža se, ali u znatno manjoj meri, i između Bele Palanke i Pirota. *To upućuje da na pojedinim sektorima postoji proces akumulacije materijala.*

Metodom bilansa masa moguće je utvrditi kada je došlo do erozije, odnosno akumulacije u prostorno-vremenskom aspektu, odnosno koji delovi sliva i u kom delu godine su bili podložni erozivnim, tj. akumulativnim procesima.

Bilansom masa izračunato je da se na prostoru između Dimitrovgrada i Pirota javlja debalans suspendovanog nanosa od 37328,1 t, *što znači da je na ovom sektoru došlo do procesa akumulacije.* Ako se ova količina materijala podeli sa površinom međusliva, koja iznosi 1263 km², dobija se da je prosečno akumulirano 29,6 t/km². Konkretno, u *analiziranom vremenskoj periodu smenjivali su se periodi akumulacije i erozije.* Meseci kada je bila prisutna akumulacija materijala su januar 2009, kao i skoro ceo period od jula 2009. do aprila 2010. godine, sa izuzetkom avgusta i januara kada postoji manji intenzitet erozivnog procesa. Najveći intenzitet akumulacije bio je od februara do aprila. Debalans suspendovanog materijala u februaru iznosio je 39337, t, u martu 1219 t, a u aprilu 9150,1 t, što znači da je za ova tri meseca akumulirano 39,4 t/km².

Bilansom masa utvrđeno je da neopredni deo sliva između Pirota i Bele Palanke ne beleži debalans nanosa (posmatrano u okviru vremenskog perioda od 18 meseci), jer kod nizvodnog profila pronos silta je za 36302 t veći nego kod uzvodnog. To po jedinici površine iznosi prosečno 27 t/km² nanosa koje je erodovan za dati period. Međutim, samo na osnovu ovog podatka stekao bi se pogrešan zaključak da je na

prostoru ovog međusliva bio prisutan samo proces erozije. *Unutargodišnja varijabilnost pronosa nanosa ukazuje na smenjivanje akumulativno-erozivnih procesa.* Najveći deo godine 2009. beleži debalans nanosa (januar, kao i ceo period od marta do septembra), koji iznosi ukupno 6135,9 t.

Intenzitet erozivnog procesa najveći je u međuslivu Bela Palanka – Niš. Fluks međusliva iznosi 411845,7 t, tako da je na ovom prostoru, koji zahvata površinu od 783 km², prosečno erodovano 526 t/km². Od toga najveći intenzitet erozije bilo je tokom prvih šest meseci 2010. godine - 451 t/km², dok je 74,9 t/km² erodovano tokom cele 2009. godine.

Prostorna i vremenska varijabilnost pronosa nanosa ukazala je da na pojedinim međuslivovima dolazi do procesa akumulacije suspendovanog materijala. Međutim, to ne znači da je došlo do procesa akumulacije na prostoru celog međuslivsilva, već samo na onom sektoru koji je vezan za neposredni tok Nišave. To je u okviru međusliva Dimitrovgrad - Pirot prostor nižih delova Pirotske kotline. Približno, prostor na kojoj je moguća akumulacija materijala na ovom sektoru zahvata površinu od oko 30-38 km² (Grupa autora, 1983), a na sektoru Pirot-Bela Palanka, prostor Beolpalanačke kotline. Ukoliko nema izlivanja rečnog toka nije isključena mogućnost i akumulacije materijala u rečnom koritu. Takva pretpostavka ima opravdanje, jer su slična zapažanja utvrđena u slivu Kolubare (Dragičević S., 2007), ali koliko je zadržavanje (retenca) ili etapno premeštanje detritusa u slivu, posebno je pitanje i u ovom slučaju nije od referentnog značaja. U tom smislu, podatke o specifičnim vrednostima akumulacije po jedinici površine treba shvatiti sa rezervom, već u smislu opšteg pokazatelja.

Preko bilansa masa i baznih indeksa varijabilnosti suspendovanog nanosa utvrđeno je da ne postoji jedinstven obrazac u pojavi određenih vrednosti koncentracija silta i pronosa nanosa posmatrjući promene niz rečni tok. Počevši od Dimitovgrada, koncentracija suspendovanog nanosa se smanjuje, a uočeno smanjenje je naročito izraženo između Pirota i Bele Palanke. Objašnjenje može biti u činjenici da se nizvodno povećava količina vode. Ali kod Niša koncentracije silta su u odnosu na uzvodni profil Belu Palanku u najvećim delu osmatračkog perioda bile znatno veće, iako je proticaj na ovom profilu imao najveću vrednost. Prema tome, vodnost se ne može shvatiti kao faktor koji sam determiniše vrednosti koncentracija silta na nizvodnim profilima.

Uočena prostorna varijabilnost u koncentracijama silta, posledica je uticaja više faktora. Razlog pojave znatno nižih koncentracija slita u međuslivu treba pripisati velikim udelom šumskog i travnog pokrivača, kao i sprovedenim antierozivnim merama. S druge strane, iseljavanje stanovništva (naročito izraženo u slivu Jerme) doprinelo je značajnom smanjenju koncentracija silta koje su kod Pirota znatno niže nego kod Dimitrovgrada. Veća varijabilnost koncentracija slita kod Pirota u odnosu na Belu Palanku može se pripisati uticaju Jerme, koja ispoljava veću varijabilnost proticaja pa samim tim i nanosa; dok je režim proticaja suspendovanog nanosa kod Bele Palanke regulisan uticajem vodne akumulacije Zavoj. Izgradnja akumulacije u izvesnoj meri uticala je da transport nanosa bujičnih tokova gornjeg dela sliva Visočice bude zadržana uzvodno od brane.

5.5.1.4. SEZONSKA VARIJABILNOST SUSPENDOVANOG NANOSA

Posmatrano po sezonama, najveća prosečna koncentracija silta je u prolećnom delu godine, a zatim u toku zime, dok je najmanja u jesenjim mesecima. U tom smislu ovaj istraživački period ne odstupa od opšteg trenda sezonske varijabilnosti koncentracije nanosa. S obzirom da je istraživački period obuhvatio dve prolećne sezone, može se izvršiti komparativna analiza. Prosečna koncentracija silta tokom proleća 2009. godine iznosila je 0,0700 g/l na profilu Dimitrovgrad, 0,0363 g/l na profilu Pirota, 0,0214 g/l na profilu Bela Palanka i 0,0636 g/l na profilu Niš. Istim redosledom tokom proleća 2010. godine prosečne koncentracije iznosile su 0,3431 g/l, 0,0779 g/l, 0,0861 g/l i 0,2669 g/l. Prema tome, prosečne koncentracije silta tokom proleća 2010. godine bile su za 2,1 puta kod Pirota, zatim 4,0 kod Bele Palanke, 4,2 puta kod Niša i 4,9 puta kod Dimitrovgrad veće nego tokom iste sezone prethodne godine. Ako se uzmu u razmatranje prosečne koncentracija između proleća 2010. i jeseni 2009. godine kao najkestenijih delova godine, odnosi su još veći. Ali u tom pogledu postoje velike prostorne razlike. Najmanji odnos između ovih ekstrema je na profilu Dimitrovgrad. Proleće 2010. godine imalo je koncentracije silta veće od jesenjih 2009. godine 7,3 puta. Kod Pirota i Bele Palanke prosečne koncentracije bile su veće za 12,2, odnosno 10,2 puta. Najveća razlika je na profilu Niš - 34,8 puta je veća prolećna koncentracija silta od jesenje.

Sezonsku varijabilnost koncentracija prati i sezonska varijabilnost pronosa nanosa. *Najveći pronos nanosa je tokom proleća i zime, a najmanji u jesenjim mesecima.* Ovakva sezonska varijabilnost posledica je klimatsko-hidroloških uslova. Početkom proleća dolazi do otapanja snežnog pokrivača, a krajem ovog godišnjeg doba do izlučivanja značajne količine padavina, što uslovljava povećanje proticaja. Imajući u vidu činjenicu da je na svim profilima u hidrološkom pogledu 2010. godina bila najvodnija u pedesetogodišnjem nizu (samo je na profilu Niš druga po vodnosti) prolećni meseci ove godine učestvuju sa 42,3 % na profilu Dimitrovgrad, 53,2 % i 58,6 % na profilima Pirot i Bela Palanka, i 59,6 % na profilu Niš u sumarnom pronosu nanosa. Uzimajući u obzir samo 2009. godinu, proleće je, takodje, dominantno u pronosu nanosa. Razlika u vodnosti izmedju prolećnih meseci 2009. i 2010. godine uslovlila je i znatnu razliku u pronosu nanosa. Proticaji tokom prolećnih meseci 2010. bili su 2,2 puta veći u odnosu na isti period prethodne godine, a količina padavina veća od 1,8 do 2,8 puta. Kao posledica toga, pronos nanosa bio je veći za 8,4 puta na profilima Dimitrovgrad i Niš, a na profilu Bela Palanka za 9,1 puta. Jedino na profilu Pirot taj odnos je manji i iznosi 3,5 puta. Ako se pronos nanosa posmatra izmedju prolećnih i jesenjih meseci kao najekstremnijih, odnosi su još izraženiji. Idući od Dimitrovgrada nizvodno oni iznose: 1:43, 1:58,1:45 i 1:182. Prema tome, odnos izmedju najekstremnijih sezona najizraženiji je na najnižvodnijem profilu, a to je Niš. Pored prolećnih meseci izuzetno visok pronos nanosa bio je i tokom zime. Decembar 2009., januar i februar 2010. godine u sumarnom pronosu nanosa učestvovali su od profil do profila od 13,3 % (Pirot), preko 24,7 (B. Palanka) i 28,2 % (Niš) do 45,1 % (Dimitrovgrad). Ako se ovi meseci udruže sa prolećnim mesecima 2010. godine dobija se podatak da je za šest meseci, od ukupno osamnaest, ukupno proneto od 66,5 do 88 % suspendovanog materijala. Promenljivost pronosa suspendovanog nanosa može se sagledati i kroz šestomesečni period od januara do juna. U odnosu na sumarni pronos nanosa za prvih šest meseci 2009. godine proneto je prosečno 13% nanosa, a u istom periodu 2010. godine prosečno 80 %. Najujednačeniji odnos je kod Pirot: pronos nanosa u periodu januar-jun 2010. godine 3,5 puta je veći nego za isti period 2009. Ostali profili pokazuju znatno veće razlike. Kod Bele Palanke i Niša ta razika je 7,4 i 8,5 puta, a najveća je kod Dimitrovgrada gde je pronos silta 2010. bio 10,3 puta veći u odnosu na dati period 2009.

Za istu sezonu specifični pronos suspendovanog nanosa znatno varira u prostornoj distribuciji. Tokom prolećnih meseci 2010. godine njegova vrednost kreće se od 21,3 t/km², preko 23 t/km² kod Bele Palanke i Pirota, do 80,6 t/km² koliko iznosi do profila Niš, a najveći je na najuzvodnijem profilu i iznosi 99,1 t/km². Za istu sezonu prethodne godine specifični pronos nanosa iznosio je 11,7 t/km² kod Dimitrovgrada, 6,5 t/km² kod Pirota, 2,3 t/km² kod Bele Palanke i 9,5 t/km² kod Niša. Jesenje vrednosti specifičnog pronosa su izuzetno male i kreću se u rasponu od 0,4 - 2,3 t/km², s tim što je najveća vrednost na najuzvodnijem profilu.

5.5.2. HEMIJSKI RASTVOREN NANOS

5.2.2.1. OSNOVNE KARAKTERISTIKE RASTVORENIH MINERALNIH MATERIJA

Nišava - hidrološki profil Dimitrovgrad. Srednja godišnja mineralizacija vode Nišave na ovom profilu u 2009. godini iznosila je 275,3 mg/l. Na mesečnom nivou najmanja mineralizacija bila je u martu 196,7 mg/l, a najveća u septembru 351,9 mg/l, tako da one stoje u odnosu 1: 8. Maksimalna mineralizacija po mesecima bila je u dijapazonu od 219,4 mg/l u februaru do 382,2 u septembru, dok su minimalne imale raspon od 120,2 mg/l u decembru do 329,0 mg/l u septembru. Ekstremne vrednosti mineralizacije prate vrednosti proticaja. Pomenuta najmanja mineralizacija u decembru zabeležena je 27. marta pri srednjednevnom proticaju koji je iznosio 25 m³/s što predstavlja najveći izmereni proticaj ove godine. Maksimalna vrednost mineralizacije vode vezana je za najniže proticaje, a zabeležana je 27. septembra pri proticaju od 1,35 m³/s. Ove ekstremne vrednosti ukupne mineralizacije nalaze se u odnosu 1:3,2. Odnosi izmedju dnevnih maksimuma i minimuma u okviru svakog pojedinačnog meseca variraju od 1:1,16 u septembru do 1:2,64 u julu. Koeficijent varijabilnosti hemizma je izuzetno nizak, a najvišu vrednost od 0,23 imao je tokom mesca decembra.

U prvih šest meseci 2010. godine srednja mineralizacija vode iznosila je 246,6 mg/l, dok je u istom periodu prethodne godine iznosila 305,5 mg/l. Najveća srednja mesečna vrednost bila je u junu 245,6 mg/l, a najmanja u februaru 150,1 mg/l. Pojava najviše dnevne vrednosti od 303,4 mg/l, zabeležene 26. juna, vezuje se za najniži proticaj od 1,79 m³/s, dok je najniža mineralizacija od 78,8 mg/l zabeležena 19. februara pri proticaju od 77 m³/s, koji predstavlja najveću izmerenu vrednost protivaja ove godine. Odnos izmedju ovih ekstremnih mineralizacija iznosi 1:3,85. Analizirajući svaki mesec pojedinačno, najveći odnos izmedju ekstrema je u maju i iznosio je 1: 2,8. Koeficijent varijabilnosti najveći je u februaru (0,28) i maju (0,23), a najmanji u martu (0,11), što generalno ima nešto veće vrednosti u odnosu na isti period prethodne godine.

Nišava - hidrološki profil Pirot. Srednja godišnja mineralizacija voda 2009. godine na ovom profilu iznosila je 266,0 mg/l. Najniža srednja mesečna vrednost bila je u martu 203,5 mg/l, a najviša u septembru 248,5 mg/l, što predstavlja odnos od 1:7,0. Maksimalne vrednosti u mesečnoj rapodeli bile su u rasponu od 249,3 mg/l, koliko je

ustanovljeno u martu, do 385,5 mg/l u septembru, dok se raspon minimalnih vrednosti kretao od 155,8 mg/l u januaru do 284,4 mg/l u avgustu. Ekstremne vrednosti mineralizacije prate i ekstremne proticaje. Najniža mineralizacija zabeležena je 29. januara pri proticaju od 70,4 m³/s, a najviša 5. septembra za vreme proticaja od 4,0 m³/s. Tokom ove godine odnos izmedju navedenih ekstremnih vrednosti bio je 1: 2,5

U opservacijskom periodu tokom 2010. godine srednja vrednost mineralizacije iznosila je 211,7 mg/l, dok je za isti šestomesečni period prethodne godine imala vrednost od 277,1 mg/l. Mart je mesec sa najnižom mineralizacijom 193,5 mg/l, a jun sa najvišom 236,3 mg/l. Najniže dnevne vrednosti mineralizacije od 150,5 mg/l i 156,3 mg/l i utvrđene su za vreme minimalnih proticaja, i to prva 21. aprila, a druga 21. februara pri proticajima od 85,2 m³/s, odnosno 87,8 m³/s. Najveća vrednost mineralizacije od 280,3 mg/l zabeležena je 25. juna u vreme izuzetno niskog proticaja koji je iznosio 16,6 m³/s.

Nišava - hidrološki profil Bela Palanka. Vode Nišave na ovom profilu tokom 2009. godine beleže srednju mineralizaciju od 281,5 mg/l. Srednje mesečne vrednosti varirale su od 213,1 mg/l u martu do 356,6 mg/l u septembru (odnos 1: 1,67). U ovim mesecima zabeležene maksimalne vrednosti mineralizacije bile su u rasponu od 262,1 mg/l do 392,7 mg/l. Minimalne vrednosti mineralizacije varirale su od 144,4 mg/l koliko je utvrđeno u januaru do 310,2 mg/l koliko je utvrđeno u septembru. Kao i u prethodnim slučajevima ekstremne vrednosti mineralizacije karakteristične su za pojavu ekstremnih proticaja. Najniža mineralizacija bila je 29. januara kada je srednje dnevni proticaj iznosio 118 m³/s, a najviša 13. septembra kada je proticaj bio 3,0 m³/s, pri čemu je odnos izmedju ekstrema iznosio 1: 2,7. Varijabilnost mineralizacije voda je mala i ne prelazi vrednost od 0,14. To se odražava i na odnose izmedju ekstremnih dnevnih vrednosti kod svih meseci, tako da je najveći odnos od 1: 1,9 zabeležen u januaru i decembru.

Srednja mineralizacija u prvih šest meseci 2010. godine iznosila je 231,5 mg/l, a u istom periodu prethodne godine 309,5 mg/l. Srednje mesečna mineralizacija najniža je bila u martu 204,5 mg/l, a najviša 262,0 mg/l u junu. Ekstremne dnevne vrednosti bile su 21. aprila kada je utvrđena mineralizacija od 137,9 mg/l, za vreme proticaja od 216 m³/s, i 30. juna kada je vrednost mineralizacije bila 295,0 mg/l, a proticaj 24,2 m³/s (odnos 1: 2,1). Varijabilnost mineralizacije neznatno je veća u odnosu na prethodini

Tabela 154. Srednje mesečne vrednosti rastvorenih mineralnih materija (mg/l) na profilu Dimitrovgrad 2009. i 2010. godine

	2009												2010					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
min	151,9	171,3	141,3	163,7	235,8	263,9	122,5	282,1	329,0	251,4	230,5	120,2	127,5	78,8	139,4	110,2	106,1	171,0
max	296,1	219,4	236,2	277,1	340,1	335,5	323,7	334,4	382,2	369,7	352,2	311,4	217,9	213,4	217,6	237,2	290,2	303,4
sr	248,6	197,6	196,7	224,1	292,2	305,5	273,3	310,3	351,9	334,8	314,2	254,7	178,8	150,1	188,1	221,2	246,6	
stddev	44,5	14,6	23,3	29,9	31,9	17,4	47,3	15,5	13,1	22,5	25,9	58,0	22,4	42,7	21,4	36,3	50,8	31,1
k.v	0,18	0,07	0,12	0,13	0,11	0,06	0,17	0,05	0,04	0,07	0,08	0,23	0,13	0,28	0,11	0,19	0,23	0,13
max/min	1,9	1,3	1,7	1,7	1,4	1,3	2,6	1,2	1,2	1,5	1,5	2,6	1,7	2,7	1,6	2,2	2,9	1,8

Tabela 155. Srednje mesečne vrednosti rastvorenih mineralnih materija (mg/l) na profilu Pirot 2009. i 2010. godine

	2009												2010					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
min	155,8	194,2	159,0	165,2	215,2	224,8	215,9	284,4	251,3	214,7	227,3	163,8	179,6	156,3	165,3	150,5	164,7	179,0
max	291,0	249,5	249,3	259,5	282,3	317,5	330,4	374,7	385,5	358,7	368,5	296,0	258,9	264,5	238,8	268,6	257,8	280,3
sr	221,4	221,5	203,5	220,2	251,6	277,1	276,1	320,6	348,5	312,8	297,1	241,2	216,6	199,7	193,5	209,7	214,5	236,3
stddev	37,0	13,6	20,9	27,1	18,2	26,4	31,6	21,7	34,2	42,3	43,8	36,7	20,5	31,9	19,6	24,0	29,8	28,6
k.v	0,17	0,06	0,10	0,12	0,07	0,10	0,11	0,07	0,10	0,14	0,15	0,15	0,09	0,16	0,10	0,11	0,14	0,12
max/min	1,9	1,3	1,6	1,6	1,3	1,4	1,5	1,3	1,5	1,7	1,6	1,8	1,4	1,7	1,4	1,8	1,6	1,6

Tabela 156. Srednje mesečne vrednosti rastvorenih mineralnih materija (mg/l) na profilu Bela Palanka 2009. i 2010. godine

	2009												2010					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
min	144,4	215,9	181,2	179,1	253,8	267,7	227,6	259,7	310,2	279,9	219,5	157,6	206,2	148,1	157,5	137,9	160,1	225,4
max	270,3	262,3	262,1	278,9	332,5	332,5	360,6	383,0	392,7	380,0	386,4	294,2	288,9	284,7	245,9	259,4	281,5	295,0
sr	232,3	237,1	213,1	231,8	289,2	309,5	304,8	337,1	356,6	331,8	295,9	239,0	251,9	222,1	204,5	220,7	226,7	262,0
stddev	28,6	11,0	20,0	30,4	18,4	15,7	29,7	26,3	26,1	26,2	41,5	32,8	21,2	40,5	23,5	29,2	41,5	18,1
k.v	0,12	0,05	0,09	0,13	0,06	0,05	0,10	0,08	0,07	0,08	0,14	0,14	0,08	0,18	0,12	0,13	0,18	0,07
max/min	1,9	1,2	1,4	1,6	1,3	1,2	1,6	1,5	1,3	1,4	1,8	1,9	1,4	1,9	1,6	1,9	1,8	1,3

Tabela 157. Srednje mesečne vrednosti rastvorenih mineralnih materija (mg/l) na profilu Niš 2009. i 2010. godine

	2009												2010					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
min	182,8	242,9	212,7	201,1	240,6	264,1	232,4	290,6	300,4	268,0	227,3	193,2	200,6	159,3	197,1	138,4	162,7	225,0
max	324,7	308,3	300,7	300,2	326,0	359,9	375,4	388,9	386,9	380,1	373,3	349,4	325,6	320,0	259,8	239,9	250,2	308,0
sr	276,8	275,1	247,6	263,6	297,9	314,0	309,9	358,6	351,5	329,0	310,7	285,9	265,2	241,3	226,9	214,5	209,9	269,1
stddev	35,2	18,4	17,4	26,8	18,9	23,8	41,0	25,4	24,5	28,8	35,6	43,4	31,5	46,6	18,6	25,9	26,3	17,4
k.v	0,13	0,07	0,07	0,10	0,06	0,08	0,13	0,07	0,07	0,09	0,11	0,15	0,12	0,19	0,08	0,12	0,13	0,06
max/min	1,8	1,3	1,4	1,5	1,4	1,4	1,6	1,3	1,3	1,4	1,6	1,8	1,6	2,0	1,3	1,7	1,5	1,4

period, ali ne prelazi 0,18, a odnos između dnevnih ekstrema po mesecima nije veći od 1,9.

Nišava - hidrološki profil Niš. Na najnižvodnijem profilu Nišave srednja godišnja mineralizacija iznosila je 301,7 mg/l. Srednje mesečne vrednosti bile su u rasponu od 247,6 mg/l u martu do 258,6 mg/l u avgustu, tako da odnos između ovih vrednosti iznosi 1:1,45. Maksimalne vrednosti mineralizacije, posmatrene po mesecima, kreću se u rasponu od 300,7 mg/l (mart) do 388,9 mg/l (avgust, a minimalne od 182,8 mg/l (januar) do 300,4 mg/l (septembar). Najniža pomenuta mineralizacija bila je 29. januara, u vreme izuzetno visokog proticaja, čija je vrednost iznosila 144 m³/s, a najviša je utvrđena 8. avgusta pri proticaju od 8,4 m³/s. Odnos između ovih ekstrema iznosi 1:1,28. U pogledu varijabilnosti ovaj profil se ne razlikuje od prethodnih; ona je izuzetno mala i ne prelazi vrednost od 0,15.

U 2010. godini od januara zaključno sa junom srednja vrednost mineralizacije je iznosila 237,8 mg/l, a u istom periodu 2009. godine 314 mg/l. Na mesečnom nivou srednje vrednosti mineralizacije bile su u rasponu od 209 mg/l, koliko je utvrđeno za maj, do 269,1 mg/l koliko je utvrđeno za jun. Dnevni ekstremi bili su u rasponu od 138,4 mg/l do 325,6 mg/l, što daje odnos od 1: 2,4. Najniža mineralizacija bila je 22. aprila kada je srednji dnevni proticaj iznosio 311 m³/s, a najviša 26. januara pri proticaju od 19,3 m³/s. Varijabilnost mineralizacije veća je nego u istom periodu prethodne godine, ali ne prelazi vrednost od 0,19.

5.5.2.2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE PRONOSA HEMIJSKI RASTVORENOG NANOSA

Nišava - hidrološki profil Dimitrovgrad. Sumarni pronos hemijski rastvorenog nanosa u 2009. godini iznosio je 29320,2 t, odnosno 60,8 t/km²/god. Najmanji mesečni pronos od 1421 t bio je u septembru, a najveći od 4732,8 t u martu. To znači da je specifični pronos u rasponu od 2,9 - 9,8 t/km²/mes, a odnos između ekstremnih vrednosti 1: 3,3. Maksimalne vrednosti pronosa nanosa tokom svih meseci kretale su se od 55,4 t, u septembru, do 276,7 t u januaru, a minimalne od 18,0 t, u januaru, do 115,7 t u martu. Prema tome, i najveći i najmanji pronos nanosa ostvaren je u istom mesecu, a odnos između njih iznosi 1:15. Shodno tome, i varijabilnost hemijskog nanosa najveća je u januaru (1,16). Kod ostalih meseci je relativno mala izuzev kod decembra (0,76). Odnos između ekstremnih dnevnih vrednosti pronosa hemijskog nanosa prati varijabilnost, tako da varira od 1,3 u septembru do pomenutih 15,4 u januaru.

U 2010. godini za šest meseci ukupno je proneto 30018,5 t hemijski rastvorenog nanosa, što po jedinici površine iznosi 62,3 t/km². Najveći pronos bio je u martu 6822,1 t

(14,2 t/km²/mes), a najmanji u junu 1653,9 t (3,4 t/km²/mes). Maksimalan dnevni pronos od 528,9 t ostvaren je za vreme najvećeg proticaja, tj. 18. februara, dok je minimalan iznosio 41,8 t i vezan je za nizak junski proticaj. Varijabilnost pronosa nanosa, shodno varijabilnosti proticaja i mineralizacije, najveća je u februaru (0,59), koji ima i najveći odnos između ekstremnih dnevnih vrednosti (1: 6,5).

Nišava - hidrološki profil Piroć. Nišava je na ovom profilu 2009. godine pronela ukupno 115367 t hemijski rastvorenog nanosa, što čini specifični pronos od 66,1 t/km²/god. Po mesecima sumarni pronos nanosa iznosio je između 4940,2 t i 16843,3 t, koliko je proneto u martu i avgustu (odnos 1: 3,4). To znači da je specifični pronos iznosio 2,9 t/km²/mes, odnosno 9,7 t/km²/mes. Maksimalne vrednosti pronosa nanosa bile su u rasponu od 339,1 u avgustu do 1158 t u martu, a minimalne od 34,7 u julu do 272,2 t u aprilu. Najveći dnevni pronos nanosa od 1158 t bio je 31. marta za vreme proticaja od 67,4 m³/s, a pomenuti najmanji od 34,7 t 28. jula kad je proticaj iznosio samo 1,2 m³/s, tako da oni stoje u odnosu 1: 33,3. Varijabilnost pronosa bila je u rasponu od 0,23 u februaru do 0,62 u julu. Shodno tome i odnosi između dnevnih ekstrema najmanji u tim mesecima (februar 1:3, jul 1: 19,9).

Za prvih šest meseci 2010. godine Nišavom je proneto 149608,1 t hemijski rastvorenog nanosa, tj. 85,7 t/km². Na mesečnom nivou ukupan pronos nanosa kretao se u rasponu od 16782,4 t u januaru do 30164 t koliko je proneto u martu. To znači da su vrednosti specifičnog pronosa bile u rasponu od 9,6 - 17,3 t/km²/mes. Maksimalan dnevni iznos pronosa hemijskog nanosa u ovom periodu od 1520,1 t bio je 27. maja za vreme srdenjednevnog proticaja od 75,8 m³/s. Minimalan je bio tokom istog meseca, tačnije 7. maja, a iznosio je 257,1 t pri proticaju od 25,6 m³/s. Varijabilnost pronosa bila je relativno mala i nije prelazila 0,37 koliko je utvrđeno za maj mesec.

Nišava - hidrološki profil Bela Palanka. Na ovom profilu u 2009. godine proneto je 181032,5 t hemijski rastvorenog materijala. Po jedinici površine to daje specifični pronos od 375,6 t/km²/god. Sumarni pronos po mesecima kretao se od 8131,0 t u septembru do 23622,3 t u februaru, tako da se ove ekstremne mesečne vrednosti nalaze u odnosu 1:2,9. Maksimalne vrednosti pronosa hemijskog nanosa varirale su od 466,3 t, u septembru, do 1471,9 t u januaru, a minimalne od 100,9 t takodje u septembru do 439,4 t u martu. Najveći i najmanji pronos nanosa stoji u odnosu 1: 14,6. Najveći pronos bio je u vreme najvećeg izmerenog proticaja 27. januara, a najmanji 13. septembra kada je zabeležen najniži proticaj. Varijabilnost nanosa tokom svih meseci je ispod 0,5, s tim što je najveća u januaru 0,47 a najmanja u 0,12 u maju. Ovakva varijabilnost paraćena je i odnosom između dnevnih

ekstrema na mesečnom nivou. Najveći odnos je upravo u januaru (1:6,8, a najmanji u maju (1:1,79).

U 2010. godini pronos nanosa iznosio je 192856 t, odnosno 62,5 t/km². Najveći pronos od 23169,2 t (7,5 t/km²/mes) bio je u junu, a najveći od 38421 t (12,4 t/km²/mes) u maju. Najveći dnevni pronos iznosio je 2574 t, koliko je proneto 21. maja u vreme najviše vrednosti proticaja, dok je manjmanji pronos od 521,7 t bio 1. februara za vreme proticaja od 22,3 m³/s. Varijabilnost prinetog hemijskog nanosa nešto je manji u odnosu na prethodnu godinu. Najveća varijabilnost (0,39) bila je u februaru a najmanja u u martu (0,17). Odnosi izmedju dnevnih ekstrema kreću se od 1: 1,9 do 1: 37, koliko iznose u martu, odnosno u februaru.

Nišava - hidrološki profil Niš. Na najnižvodnijem profilu Nišave ukupno je proneto 233474,1 t hemijski rastvorenog nanosa, što daje specifični pronos od 60,3 t/km²/god. Ekstremne vrednosti sumarnog pronosa iznosile su 10068,6 t (2,6 t/km²) u avgustu i 37659,7 t (9,7 t/km²) koliko je proneto u martu, tako da odnos izmedju njih iznosi 1:3,7. Po mesecima maksimalne vrednosti pronosa hemijskog nanosa bile su u rasponu od 585,2 t (septembar) do 2273,9 t (januar), dok su se minimalne kretale u rasponu od 209,6 t (januar) do 603,6 t (april). Prema tome, najekstremnije vrednosti bile su tokom istog meseca; maksimalna 29. januara, za vreme najvećeg proticaja (144 m³/s), a minimalna 4. januara za vreme najnižeg proticaja (7,6 m³/s), tako da ovi ekstremi stoje u odnosu 1: 10,8. Varijabilnost pronosa nanosa najveća je upravo u januaru (0,65), a najmanja u februaru (0,22).

Tokom 2010. godine u prvih šest meseci proneto je ukupno 252881 t hemijskog nanosa, odnosno 65,3 t/km². Najmanji pronos bio je u junu (26922,1 t), a najveći u martu (54934,2 t), pa je specifični pronos iznosio 6,9 t/km²/mes, odnosno 14,2 t/km²/mes. Dnevni ekstremi bili su u rasponu od 518,8 t do 2651,5 t, koliko je izneto 1. februara, odnosno 21. aprila, a pri proticajima od 20 m³/s i 311 m³/s. Varijabilnost pronosa kretala se od 0,17 do 0,46, a odnosi izmedju dnevnih ekstrema od 1: 1,9 u martu do 1: 5,1 u februaru.

Tabela 158. Mesečne vrednosti pronosa Qh (t) i specifičnog pronosa Qh_s (t/km²) hemijski rastvorenog nanosa na profilu Dimitrovgrad 2009. i 2010. godine.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Qh (t) 2010		1	2	3	4	5	6
min	18,0	71,9	115,7	79,8	61,6	50,6	48,8	42,4	41,3	40,5	47,4	43,2			71,2	81,1	193,7	171,8	66,9	41,8
max	276,7	213,1	235,6	179,6	99,6	72,2	242,4	78,0	55,4	127,7	142,2	263,9			190,5	528,9	257,5	315,3	364,8	83,7
sr	59,1	106,1	152,7	107,9	76,1	61,2	90,9	52,4	47,4	64,0	68,2	79,2			111,8	204,3	220,1	218,5	187,2	55,1
stddev	68,3	30,2	28,5	23,9	9,5	6,4	42,6	8,5	3,6	21,9	26,2	55,9			36,1	120,1	15,7	34,7	61,7	13,2
k.v	1,16	0,28	0,19	0,22	0,13	0,10	0,47	0,16	0,08	0,34	0,38	0,71			0,32	0,59	0,07	0,16	0,33	0,24
max/min	15,4	3,0	2,0	2,3	1,6	1,4	5,0	1,8	1,3	3,2	3,0	6,1			2,7	6,5	1,3	1,8	5,5	2,0
min	0,04	0,15	0,24	0,17	0,13	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,10	0,09			0,15	0,17	0,40	0,36	0,14	0,09
max	0,57	0,44	0,49	0,37	0,21	0,15	0,50	0,16	0,11	0,26	0,30	0,55			0,40	1,10	0,53	0,65	0,76	0,17
sr	0,12	0,22	0,32	0,22	0,16	0,13	0,19	0,11	0,10	0,13	0,14	0,16			0,23	0,42	0,46	0,45	0,39	0,11
stddev	0,14	0,06	0,06	0,05	0,02	0,01	0,09	0,02	0,01	0,05	0,05	0,12			0,07	0,25	0,03	0,07	0,13	0,03
	Qh _s (t/km ²) 2009												Qh _s (t/km ²) 2010							

Tabela 159. Mesečne vrednosti pronosa Qh (t) i specifičnog pronosa Qh_s (t/km²) hemijski rastvorenog nanosa na profilu Pirot 2009. i 2010. godine.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Qh (t) 2010		1	2	3	4	5	6
min	140,8	153,3	156,8	272,2	148,8	103,2	34,7	108,8	104,2	144,0	127,7	111,0			275,1	310,1	682,0	570,1	527,1	363,9
max	947,6	461,3	1158,0	1082,4	490,8	560,4	690,2	339,1	445,1	576,8	437,5	743,7			771,1	1185,6	1323,4	1461,5	1520,1	1268,0
sr	450,6	317,6	543,3	523,6	246,7	204,9	295,4	159,4	195,7	227,8	245,2	379,9			541,4	792,4	973,0	922,9	938,3	790,0
stddev	226,5	73,6	201,6	201,6	94,2	98,0	184,6	54,6	79,7	111,4	93,2	199,1			124,2	256,9	149,8	197,7	344,4	271,9
k.v	0,50	0,23	0,37	0,39	0,38	0,48	0,62	0,34	0,41	0,49	0,38	0,52			0,23	0,32	0,15	0,21	0,37	0,34
max/min	6,7	3,0	7,4	4,0	3,3	5,4	19,9	3,1	4,3	4,0	3,4	6,7			2,8	3,8	1,9	2,6	2,9	3,5
min	0,08	0,09	0,09	0,16	0,09	0,06	0,02	0,06	0,06	0,08	0,07	0,06			0,16	0,18	0,39	0,33	0,30	0,21
max	0,54	0,26	0,66	0,62	0,28	0,32	0,40	0,19	0,26	0,33	0,25	0,43			0,44	0,68	0,76	0,84	0,87	0,73
sr	0,26	0,18	0,31	0,30	0,14	0,12	0,17	0,09	0,11	0,13	0,14	0,22			0,31	0,45	0,56	0,53	0,54	0,45
stddev	0,13	0,04	0,12	0,12	0,05	0,06	0,11	0,03	0,05	0,06	0,05	0,11			0,07	0,15	0,09	0,11	0,20	0,16
	Qh _s (t/km ²) 2009												Qh _s (t/km ²) 2010							

Tabela 160. Mesečne vrednosti pronosa Qh (t) i specifičnog pronosa Qh_s (t/km²) hemijski rastvorenog nanosa na profilu Bela Palanka 2009. i 2010. godine.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Qh (t) 2010		1	2	3	4	5	6
min	215,2	417,2	439,4	436,3	301,7	260,2	224,4	168,6	100,9	249,6	332,0	295,8			531,6	521,7	782,5	796,2	689,5	586,0
max	1471,9	742,3	1185,3	1111,0	504,4	492,7	704,0	655,2	466,3	616,6	755,0	1238,8			1215,1	1932,1	1524,5	2574,0	1964,7	1134,2
sr	613,9	602,5	762,0	692,5	386,4	369,1	378,2	281,9	271,0	446,4	536,8	617,6			793,5	1113,1	1205,8	1270,7	1239,4	772,3
stddev	288,9	77,1	151,2	211,4	46,8	54,8	117,0	96,9	110,7	107,4	112,6	232,6			171,5	429,9	200,6	371,7	410,8	153,5
k.v	0,47	0,13	0,20	0,31	0,12	0,15	0,31	0,34	0,41	0,24	0,21	0,38			0,22	0,39	0,17	0,29	0,33	0,20
max/min	6,8	1,8	2,7	2,5	1,7	1,9	3,1	3,9	4,6	2,5	2,3	4,2			2,3	3,7	1,9	3,2	2,8	1,9
min	0,07	0,14	0,14	0,14	0,10	0,08	0,07	0,05	0,03	0,08	0,11	0,10			0,17	0,17	0,25	0,26	0,22	0,19
max	0,48	0,24	0,38	0,36	0,16	0,16	0,23	0,21	0,15	0,20	0,24	0,40			0,39	0,63	0,49	0,83	0,64	0,37
sr	0,20	0,20	0,25	0,22	0,13	0,12	0,12	0,09	0,09	0,14	0,17	0,20			0,26	0,36	0,39	0,41	0,40	0,25
stddev	0,09	0,02	0,05	0,07	0,02	0,02	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,08			0,06	0,14	0,06	0,12	0,13	0,05
	Qh _s (t/km ²) 2009												Qh _s (t/km ²) 2010							

Tabela 161. Mesečne vrednosti pronosa Qh (t) i specifičnog pronosa Qh_s (t/km²) hemijski rastvorenog nanosa na profilu Niš 2009. i 2010. godine.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Qh (t) 2010		1	2	3	4	5	6
min	209,6	503,5	571,5	603,6	306,3	248,8	257,6	253,0	234,8	280,8	262,7	295,3			543,0	518,8	1228,0	1025,5	893,1	636,0
max	2273,9	1116,7	2004,3	2259,1	739,7	785,0	1273,2	700,4	585,2	848,3	1227,5	1986,7			1802,7	2651,5	2366,9	3717,8	2811,0	1304,2
sr	746,5	805,8	1214,8	1068,2	483,6	394,1	531,3	324,8	335,8	425,5	583,6	772,2			977,3	1499,0	1772,1	1655,6	1583,5	897,4
stddev	483,2	173,7	334,8	436,3	130,4	122,1	258,4	79,8	76,5	140,2	238,5	429,8			314,1	684,4	307,9	573,6	622,1	159,1
k.v	0,65	0,22	0,28	0,41	0,27	0,31	0,49	0,25	0,23	0,33	0,41	0,56			0,32	0,46	0,17	0,35	0,39	0,18
max/min	10,9	2,2	3,5	3,7	2,4	3,2	4,9	2,8	2,5	3,0	4,7	6,7			3,3	5,1	1,9	3,6	3,1	2,1
min	0,05	0,13	0,15	0,16	0,08	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,08			0,14	0,13	0,32	0,26	0,23	0,16
max	0,59	0,29	0,52	0,58	0,19	0,20	0,33	0,18	0,15	0,22	0,32	0,51			0,47	0,69	0,61	0,96	0,73	0,34
sr	0,19	0,21	0,31	0,28	0,12	0,10	0,14	0,08	0,09	0,11	0,15	0,20			0,25	0,39	0,46	0,43	0,41	0,23
stddev	0,12	0,04	0,09	0,11	0,03	0,03	0,07	0,02	0,02	0,04	0,06	0,11			0,08	0,18	0,08	0,15	0,16	0,04
	Qh _s (t/km ²) 2009												Qh _s (t/km ²) 2010							

5.5.2.3. KOMPARATIVNA ANALIZA RASTVORENIH MINERALNIH MATERIJ I HEMIJSKI RASTVORENOG NANOSA PO IZDVOJENIM SUBSLIVOVIMA

Generalno, mineralizacija površinskih voda povećava se nizvodno. To znači da se sa smanjenjem specifičnih oticaja, povećava vrednost ukupne mineralizacije i obrnuto. Prema tome, mineralizacija voda nekog sliva je pod jakim uticajem njegove vodnosti (Manojlović P., 1992).

Ako se kao pokazatelj uzme u obzir srednja vrednost mineralizacije voda osamnaestomesečnog perioda, prostorna promena vrednosti mineralizacije voda Nišave pokazuje da se ona u Dimitrovgradu i Pirotu skoro ne razlikuje. Od Pirota ukupna mineralizacija raste prema Beloj Palanci i Nišu. Hemizam voda 2009. godine je takav da je mineralizacija kod Pirota znatno niža nego kod Dimitrovgrada, a nizvodno je i dalje prisutan trend porasta. Dug opservacijski period omogućava da se sagleda mineralizacija za isto doba godine, tj. period od januara do juna. Varijabilnost hemizma je takva da nizvodno od Pirota i 2009. i 2010. godine mineralizacija raste. Međutim, profil Pirota odstupa od opšteg trenda. U odnosu na Dimitrovgrad u 2009. godini mineralizacija je manja, a za isti period 2010. godine veća.

Tabela 162. rastvorene mineralne materije na izabranim hidrološkim profilima za različite vremenske sserije u periodu januar 2009-jun 2010.

Period	I 2009-VI 2010		2009		I-VI 2009		I-VI 2010	
Profil	UM	q	UM	q	UM	q	UM	q
Dimitrovgrad	248,8	13,6	275,3	8,3	244,1	10,5	195,8	24,3
Pirota	247,9	15,1	266,0	9,1	232,5	11,9	211,9	27,1
B. Palanka	264,8	11,0	281,5	7,4	252,2	9,2	231,3	18,2
Niš	280,4	11,1	301,7	7,0	279,2	9,1	237,8	19,2

Tokom istraživačkog perioda uočava se prostorna varijabilnost hemizma voda. Ali je još više uočljiva vremenska varijabilnost mineralizacije koja je najočiglednija na profilu Pirota. Uzrok prostorne i vremenske promenljivosti mineralizacije nalazi se, pre svega, u različitim vodnim karakteristikama ovog dela sliva. Period januar-jun beleži znatne razlike u specifičnom oticaju kod Pirota: u 2009. godini specifični oticaj je kod Pirota neznatno viši u odnosu na uzvodni profil, dok je ta razlika 2010. godine dva puta veća. Ovo povećanje specifičnih oticaja odrazilo se na smanjenje ukupne mineralizacije kod Pirota. Uočena pravilnost validna je i u intragodišnjoj raspodeli proticaja i hemizma. Svi meseci kod kojih je specifični oticaj kod Pirota bio manji nego kod Dimitrovgrada, mineralizacija voda u tim

mesecima bila je veća. Takva situacija zabeležena je u februaru, martu, julu i avgustu 2009. godine, kao i u aprilu i junu 2010. godine.

Variranje mineralizacije na profilu Pirota može se smatrati kao posledica uticaja vodnosti Jerme. Taj uticaj se ogleda u specifičnosti da je kod Pirota specifični oticaj veći nego kod Dimitrovgrada, uprkos povećanju površine sliva (Živković N., 1994). S obzirom na prisutnu zanačajnu varijabilnost proticaja Jerme (Djokić M., 2010), njen uticaj na vodnost Nišave kod Pirota je evidentan. Promena u vodnosti odražava se na promenu u hemizmu voda. U situacijama kada je vodnost Jerme takva da je data godina (rangirana prema vodnosti), manje (slabije) vodna u odnosu na rang iste godine kod Dimitrovgrada, mineralizacija voda Nišave kod Pirota biće veća nego kod Dimitrovgrada. Kao primer može poslužiti 1987. godina kad su na prostoru sliva Nišave permanentno vršene analize hemizma voda (Manojlović P., 1989). Rangirana po vodnosti 1987. godina kod Dimitrovgrada bila je u grupi srednje vodnih godina ali znatno iznad proseka, tj. bila je po vodnosti u gornjoj granici ka vodnim godinama. Ista godina na Jermi klasifikovana je kao srednje vodna, ali bliže granici ka sušnim godinama. Na profilu Pirota uticaj Jerme na vodnost Nišave je evidentan, pa je tako ova godina bila u klasi srednjevodnih godina na donjoj granici ka sušnim godinama. Kao posledica različite vodnosti hemizam voda Nišave kod Dimitrovgrada i Pirota bio je takav da je nizvodni profil imao znatno veću mineralizaciju. Mineralizacija voda Nišave kod Dimitrovgrada iznosila je 211,1 mg/l, dok je kod Pirota bila 299,5 mg/l, tj. neznatno niža nego kod Jerme (304,4 mg/l). Povećana mineralizacija na nizvodnom profilu u velikoj je zavisnosti od vodnosti neposrednog dela sliva između Dimitrovgrada i Pirota. Drugim rečima, manja vodnost Jerme (čiji sliv zauzima najveći površinu na datom prostoru međusliva) odrazila se na dužinu kontakta stene i vode. U uslovima smanjene vodnosti, dužina kontakta stene i vode je veća, a kao posledica nastaje povećana mineralizacija. S druge strane, povećana vodnost kod Dimitrovgrada imala je suprotan efekat, pa je i mineralizacija bila niža. Prema tome, može se zaključiti da je hemizam voda kod Pirota u najvećoj meri diktiran hidrološkim uslovima u slivu Jerme.

Nizvodno od Pirota, tj. na profilima Bela Palanka i Niš mineralizacija je u stalnom porastu ne samo na srednjegodišnjem nivou, već posmatrano i kod unutargodišnje raspodele specifičnog oticaja i rastvorenih mineralnih materija. Iako u pojedinim slučajevima oticaj kod Niša ima manje vrednosti nego kod Bele Palanke, povećana mineralizacija kod Niša javlja se kao posledica velikog udela neogenih sedimenata u donjem delu sliva Nišave. Za ovaj tip stena karakteristični su lako rastvorljivi minerali koji daju visoku mineralizaciju autohtonim vodama (Manojlović P., 1990, Živković N., 1990)

Svakodnevnim uzimanjem uzoraka analizirani hemijski sastav rečne vode ($\text{RMM} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{HCO}_3^- + \text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{SiO}_2$) varirao je od 78,8 - 382,2 mg/l kod Dimitrovgrada, zatim od 150,5 - 385,5 mg/l kod Pirota, 137,9 - 392,7 mg/l kod Bele Palanke i od 138,4 - 388,9 mg/l kod Niša. Struktura rastvorenih mineralnih materija ne ispoljava veliku varijabilnost na datim profilima (grafik 56a). Dominira hidrokarbomatni jon, koji od profila do profila u ukupnoj mineralizaciji učestvuje 60-65 %. Drugi po zastupljenosti su joni kalcijuma čije učešće u ukupnoj mineralizaciji iznosi od 17-20 %. Treći i četvrti po zastupljenosti su sulfati i hloridi. Sulfatni jon učestvuje u ukupnoj strukturi sa 4,6-6,3 %, a hloridni od 3,4 - 4,8 %. Joni natrijuma i kalijuma zajedno učestvoju sa 2,5- 4,4 %, koliko i magnezijumov jon (2,8-3,1 %), dok silikati učestvuju sa 1,5-3,6 %.

Ukupno rastvoreni katjoni ($\text{TZ}^+ = 2\text{Ca}^{2+} + 2\text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+$) i anjoni ($\text{TZ}^- = \text{HCO}_3^- + \text{Cl}^- + 2\text{SO}_4^{2-}$) prema zastupljenosti rangirani su u molarnoj proporciji na sledeći način: $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$, odnosno $\text{HCO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-}$. Od svih katjona dominantan je Ca^{2+} sa 68-75 %, zatim Mg^{2+} sa 17-19,5%, na trećem mestu je Na^+ sa 7,4-13 % i na kraju K^+ sa 0,6-1 %. U anjonskom kompleksu dominira HCO_3^- sa 79-83 %, potom SO_4^{2-} sa 79-85 %, dok Cl^- učestvuje sa 7,4-10,3 %. Jedini izuzetak u molarnoj proporciji anjona predstavlja profil Dimitrovgrad kod koga su sulfatni joni ispred hloridnih. U vodni Nišave, shodno navedenom, u godišnjem jonskom sastavu dominiraju kalcijumovi i hidrokarbonatni joni koji čine između 73 % i 79 % ukupno rastvorenih mineralnih materija.

Ukupan katjonski naboj varira između 0,03-3,41 meq/l kod Dimitrovgrada, 0,03-3,59 meq/l kod Pirota, 0,03-3,6 meq/l kod Bele Palanke i 0,03-3,61 meq/l kod Niša, sa srednjom vrednošću od 1,20 - 1,32 meq/l što je u rangu svetskog proseka koji iznosi 1,25 (Meybeck, 1981). Anjonski naboj kod Dimitrovgrada varira između 0,36-3,92 meq/l, kod Pirota od 0,35-3,94 meq/l, kod Bele Palanke 0,4-4,46 meq/l, a kod Niša od 0,48-4,01 meq/l, sa srednjom vrednošću od 1,55 - 1,68 meq/l.

U strukturi ukupne mineralizacije, na izučavanim profilima toka Nišave, primećuje se blaga promena u vrednostima koncentracije pojedinih makroelemenata. Od svih elemenata, silikati, hloridi i joni kalijuma pokazuju evidentan trend porasta idući u nizvodnom pravcu. Procentualno učešće silikata kod Niša 2,5 puta je veće u odnosu na najuzvodniji sektor. Povišena koncentracija silikata u vidu ortosilicijumske kiseline posledica je specifičnog mineraloškog sastava neopsrednog dela sliva između Bele Palanke i Niša. U silvu Crvene reke silikati čine čak 8 % suvog ostatka, što je posledica velikog učešća kvarcnih i crvenih peščara i značajnog udela alumosilikata (Manojlović P. i dr., 2010). Veća zastupljenost hlorida u nizvodnom delu sliva može se objasniti izrazitim sezonskim udelom malih

proticaja u letnjem i jesenjem delu godine, odnosno izrazitijom polarizacijom sezone u hidrološkom smislu. Dominacija malih voda u naznačenom delu godine kroz procentualno veći udeo hlorida u ukupnoj mineralizaciji ukazuje na dominaciju podzemnih voda, odnosno duži kontakt stene i vode. Hloride u mineraloškom sastavu prate kalijumovi joni u vidu različitih vrsta soli karakteristični za neogene sedimente, tako da povećanje hlorida ujedno prati i povećanje kalijuma.

Koeficijent varijabilnosti ukupne mineralizacije kreće se u rasponu od 0,19 do 0,28 i najveći je kod Dimintrovgrada, a najmanji kod Niša. Prema ovom pokazatelju Cv koncentracija rastvorenih mineralnih materija, u poredjenju sa varijabilnosti proticaja, pokazuje znatno niži stepen promenljivosti. Analizom koncentracija pojedinih makroelemenata najveću promenljivost imaju joni kalijuma (0,35-0,49), natrijuma (0,3-0,46) i magnezijuma (0,29-0,34), a najmanju silikati (0,19-0,26), dok su joni kalcijuma kod Bele Palanke i Niša najmanje varijabilni (0,16).

Mala varijabilnost suvog ostatka na sva četiri profila u toku Nišave rezultat je, pre svega, uticaja geološkog sastava i relativno male promene vodnosti sliva. Naime, dosadašnjim istraživanjima na prostoru Srbije utvrđeno je da na slivovima heterogenog geološkog sastava mineralizacija površinskih voda ujednačenija, u odnosu na petrološki homogene slivove (Manojlović P., 1992).

Medjutim, kako je jedan od mehanizama koji kontroliše ukupnu mineralizaciju količina vode, svakodnevno uzimanje uzoraka omogućilo je utvrđivanje koncentracije svih makroelemenata i suvog ostatka za konkretne slučajeve ekstremnih proticaja i uporedjenje sa prosečnim vrednostima. Kao ilustracija poslužiće primeri najuzvodnije i najnižvodnije stanice.

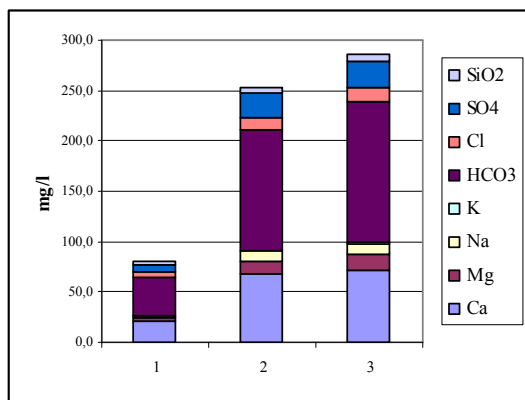
Mineralizacija voda Nišave kod Dimitrovgrada, u zavisnosti od ekstremne vodnosti, (odnos 1:77) varira 79,5 - 285,6 mg/l, što daje odnos između ekstrema suvog ostatka od 1:3,6. Niš se odlikuje oticajem koji je u odnosu na Dimitrovgrad u ekstremnom pogledu bio 3,7 puta manji. Manji odnosi ekstremnih oticaja (1:23) uslovili su i manji odnos između ekstremnih vrednosti mineralizacije koje se kreću u rasponu 159,3 - 323,4 mg/l, što daje odnos od 1:2. Najveći odnos između ekstremnih koncentracija katjonsko-anjonskog kompleksa, ispoljili su kalijum kod oba profila (1:9,1) kod Dimitrovgrada i 1: 4,7 kod Niša, zatim magnezijum kod Dimitrovgrada, kao i hloridi kod Niša. Velika varijabilnost magnezijuma pokazala je da je njegova koncentracija i do 6,1 puta veća u uslovima ekstremno male vodnosti u odnosu na veliku vodu, što je posledica vremenske komponente, odnosno odnosa između rastvorljivosti i brzine rastvaranja (Manojlović P., 1992). Variranje u

koncentracijama izraženo je i kod hlorida, naročito na najnižvodnijem profilu. Njihova koncentracija je 5,9 puta veća za vreme niskog povodnja. Vode Nišave odlikuje i značajna razika u koncentracijama sulfata. Tako je koncentracija ovog elementa u za vreme izuzetno male vodnosti od 3,3 do 4,2 puta veća nego za vreme velikih voda.

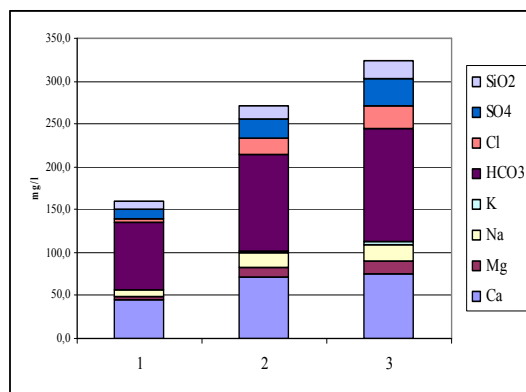
Sve hemijske komponente pokazuju izvesnu varijabilnost u poredjenju sa znatnim varijacijama proticaja. Suvi ostatak, kao i svi makroelementi katjonsko-anjonskog kompleksa, pokazuju niže koncentracije u periodu velikih voda na svim profilima.

Tabela 163. Struktura mineralizacije voda UM (mg/l) za ekstremne i srednje specifične oticaje q (l/s/km²)

q	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	SiO ₂	UM
Dimitrovgrad									
q max	159,8	21,3	2,4	2,9	0,2	75,1	6,0	6,2	79,5
q sr	14,0	68,6	11,2	10,3	1,2	239,4	12,6	23,5	248,8
q min	1,8	72,0	14,4	12,1	1,8	278,0	14,3	25,8	285,6
Niš									
q max	48,1	44,6	4,34	7,1	0,581	158,0	4,4	9,79	159,3
q sr	11,2	72,3	11,3	15,9	2,1	244,5	19,4	23,2	280,8
q min	2,1	75,3	14,2	19,7	2,8	265,8	26,1	32,6	323,4

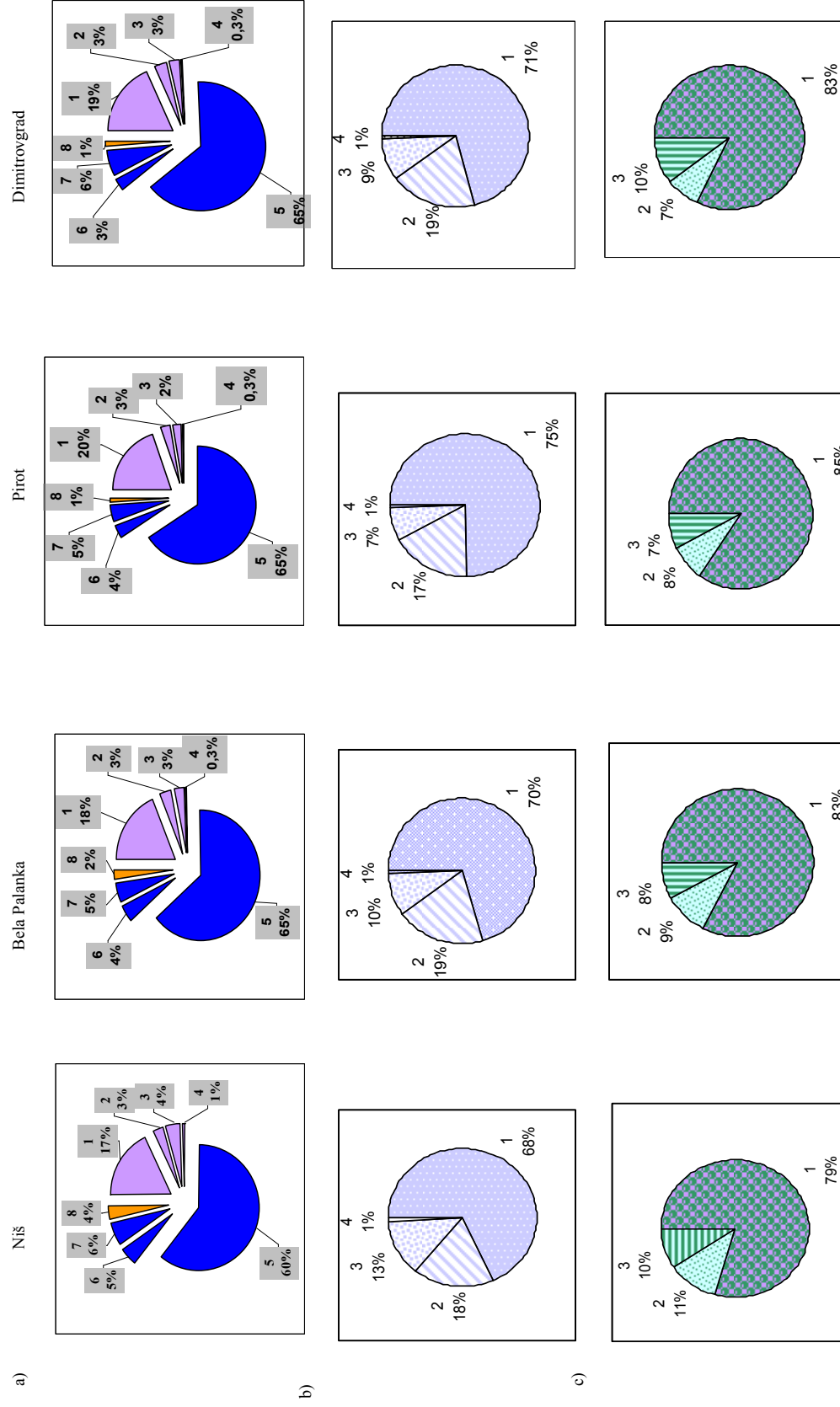


a)



b)

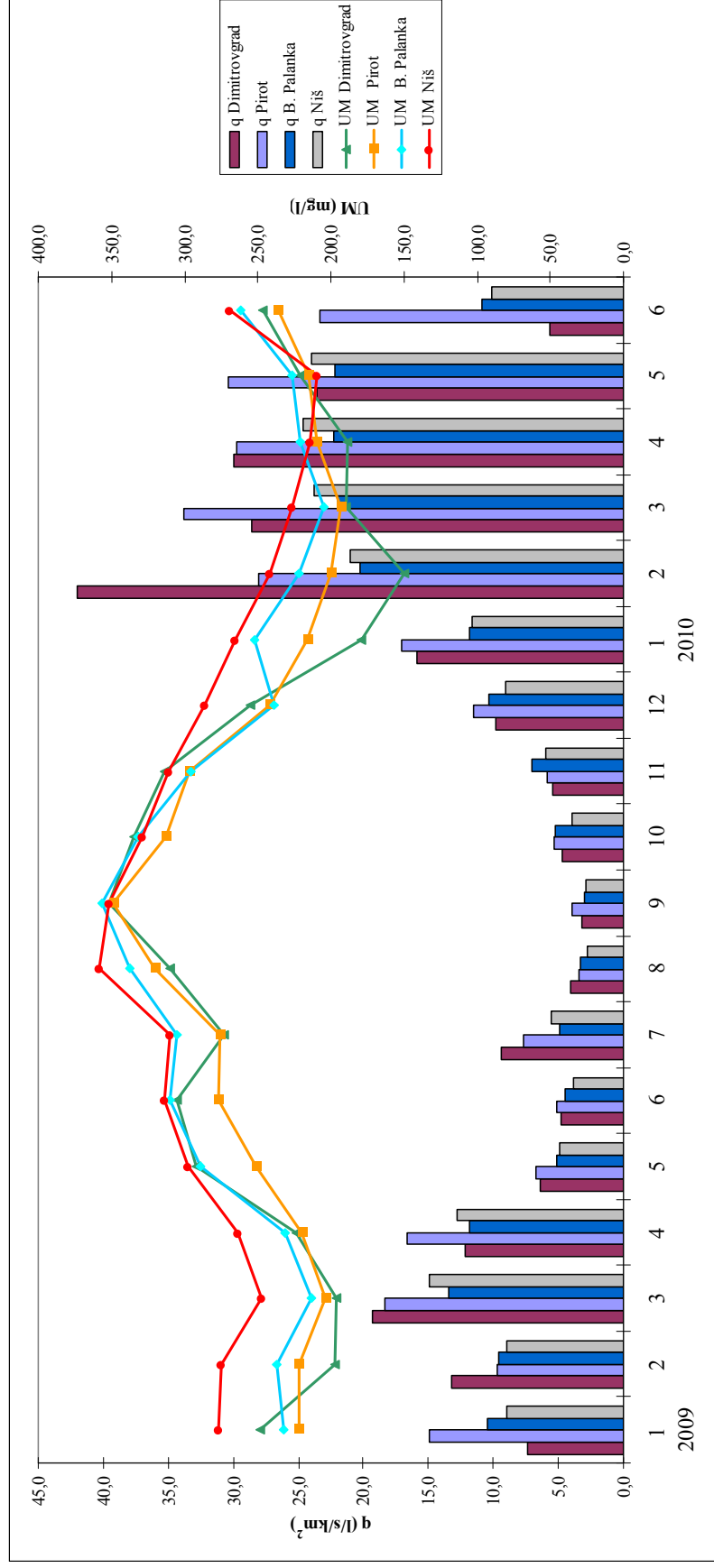
Grafik 55. Struktura mineralizacije voda (mg/l) Nišave na profilima Dimitrovgrad (a) i Niš (b) za najviše (1), srednje (2) i najniže (3) specifične oticaje.



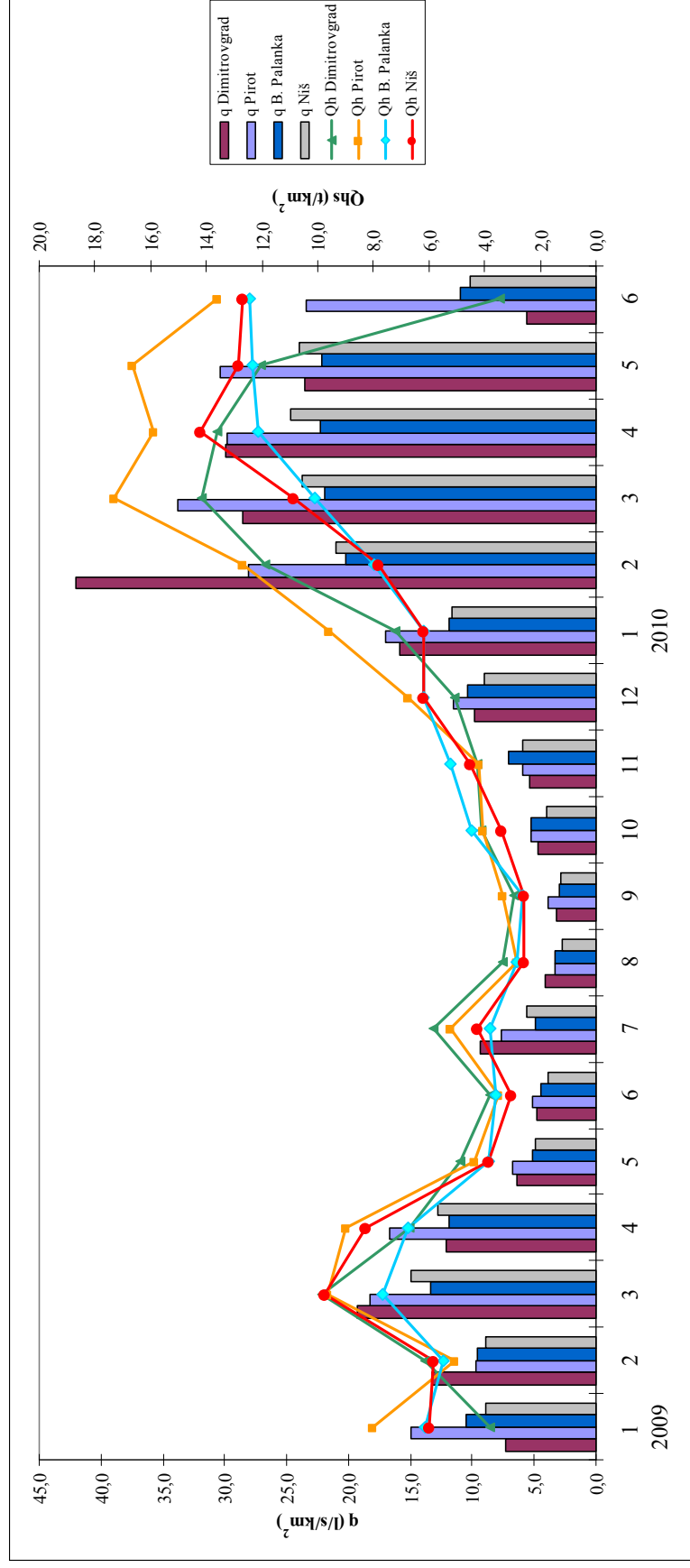
Grafik 56. Struktura RMM: a) procentualni udeo makroelemenata (mg/l) 1. Ca^{2+} ; 2. Mg^{2+} ; 3. Na^+ ; 4. K^+ ; 5. HCO_3^- ; 6. Cl^- ; 7. SO_4^{2-} ; 8. SiO_2 ; b) molarna proporcija katjona (meq/l) 1. Ca^{2+} ; 2. Mg^{2+} ; 3. Na^+ ; c) molarna proporcija anjona (meq/l) 5. HCO_3^- ; 6. Cl^- ; 7. SO_4^{2-} .

Tabela 164. Uporedni pregled proticaja Q (m³/s) i pronosa hemijski rastvorenog nanosa Qh (t)
i procentualni udeo pronosa hemijski rastvorenog nanosa % Qh po mesecima.

profil	2009												2010					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
	Q (m³/s)																	
Dimitrovgrad	3,5	6,4	9,3	5,8	3,1	2,3	4,5	2,0	1,6	2,3	2,6	4,7	7,6	20,2	13,8	14,4	11,4	2,7
Pirot	26,1	16,8	31,9	29,1	11,7	8,9	13,3	5,9	6,9	9,2	10,3	20,1	29,8	49,0	59,0	51,9	53,0	40,8
B. Palanka	32,4	29,6	41,3	36,5	15,7	13,9	15,2	10,1	9,1	16,1	21,9	32,0	36,6	62,4	67,7	68,9	68,3	33,7
Niš	34,6	34,5	57,9	49,5	19,1	14,9	21,5	10,7	11,3	15,5	23,0	34,9	44,9	81,2	92,1	95,3	92,8	39,2
	Qh (t)																	
Dimitrovgrad	1831,7	2970,2	4734,8	3235,8	2360,3	1837,3	2819,3	1624,7	1421,0	1985,4	2045,3	2454,4	3465,9	5719,7	6822,1	6553,7	5803,3	1653,9
Pirot	13967,5	8892,3	16843,3	15708,2	7647,7	6146,6	9156,6	4940,2	5871,2	7062,8	7355,1	11776,0	16782,4	22186,8	30164,4	27685,7	29087,5	23701,3
B. Palanka	19030,7	16871,0	23622,3	20775,0	11977,8	11071,7	11724,2	8739,5	8131,0	13839,2	16105,3	19144,9	24599,5	31166,4	37378,9	38120,2	38421,8	23169,2
Niš	23142,1	22563,8	37659,7	32045,7	14991,8	11823,1	16468,8	10068,6	10075,0	13189,5	17506,8	23939,2	30297,3	41971,3	54934,2	49667,3	49089,4	26922,1
	% Qh																	
Dimitrovgrad	3,1	5,0	8,0	5,5	4,0	3,1	4,8	2,7	2,4	3,3	3,4	4,1	5,8	9,6	11,5	11,0	9,8	2,8
Pirot	5,3	3,4	6,4	5,9	2,9	2,3	3,5	1,9	2,2	2,7	2,8	4,4	6,3	8,4	11,4	10,4	11,0	8,9
B. Palanka	5,1	4,5	6,3	5,6	3,2	3,0	3,1	2,3	2,2	3,7	4,3	5,1	6,6	8,3	10,0	10,2	10,3	6,2
Niš	4,8	4,6	7,7	6,6	3,1	2,4	3,4	2,1	2,1	2,7	3,6	4,9	6,2	8,6	11,3	10,2	10,1	5,5



Grafik 57. Odnos izmedju specifičnog oticaja q (l/s/km^2) i ukupne mineralizacije UM (mg/l).



Grafik 58. Odnos izmedju specifičnog oticaja q (l/s/km^2) i specifičnog pronosa hemijski rastvorenog nanosa Q_h (t/km^2).

Za razliku od pronosa suspendovanog nanosa, pronos RMM povećava se nizvodno sa povećanjem količine vode. Tokom osamnaestomesečnog perioda kod Dimitrovgrada je ukupno proneto 59338,8 t, kod Pirota 264975,7 t, a kod Bele Palanke i Niša 373888,6 t i 486355,8 t hemijski rastvorenog nanosa. Po jedinici površine proneto je (istim redosledom) 123,1 t/km², 151,8 t/km², 121,1 t/km² i 125,7 t/km².

Prema ovim podacima uočava se da je na prostoru sliva intenzitet hemijske evakuacije relativno ravnomerno raspoređen. Međutim, metod bilansa masa omogućava utvrđivanje prosečnog specifičnog pronosa u okviru odgovarajućih međuslivova. Jednopoligodišnji bilans masa između Dimitrovgrada i Pirota pokazuje specifičnu hemijsku evakuaciju od 162,8 t/km². Vremenska dimenzionirano u okviru datog perioda ukazuje na različit intenzitet. Tako je specifična hemijska erozija u međuslivu za 2009. godinu iznosila 68,1 t/km². Ako se u analizu uzme samo prvih šest meseci 2009. godine dobija se specifični pronos od 41,4 t/km², koji je zapravo 2,3 puta manji u odnosu na isti period 2010. godine, kada je po jedinici površine bilo 94,7 t/km² hemijski rastvorenog nanosa.

Međusliv Pirot - Bela Palanka ima najmanji specifični pronos RMM. Bilans rastvorenih mineralnih materija za ceo period iznosi 81,2 t/km², pri čemu je tokom 2009. iznosio 48,9 t/km². Odnos šestomesečnog perioda januar-jun 2010. i 2009. bio je 1: 1,27, tj. 2010. godine specifični pronos iznosio je 32,2 t/km², a 2009. godine 25,4 t/km².

Treći međusliv Bela Palanka - Niš odlikuje visok iznos specifične evakuacije RMM: po jedinici površine to je vrednost od 143,6 t/km² za ceo osmatrački period. Prema utvrđenim vremenskim serijama u 2009. godini iznosio je 67,0 t/km² što je blisko vrednosti najuzvodnijeg međusliva. Odnos šestomesečnog perioda je takav da je tokom 2010. godine 1,54 puta bio veći pronos RMM nego za isti period 2009. godine. Po jedinici površine to su vrednosti od 76,7 t/km², odnosno 49,7 t/km².

Može se zaključiti da je prostorna i vremenska varijabilnost pronosa RMM na teritoriji sliva Nišave evidentna. Najveći intenzitet je u neposrednom delu sliva između Dimitrograda i Pirota, a najmanji u međuslivu Pirot- Bela Palanka.

5.2.4. SEZONSKA VARIJABILNOST RASTVORENIH MINERALNIH MATERIJ

Na nivou izdvojene sezone promenljivost koncentracija RMM u vodama Nišave na svim profilima relativno je ujednačena. Na malu varijabilnost suvog ostatka, pored uticaja geološkog kompleksa, u smislu njegovog heterogenog sastava, koji dovodi do izvesnog izravnjavanja vrednosti ukupne mineralizacije, značajan udeo pripisuje se vodnosti. Prosečna jesenja koncentracija RMM na osmatranim profilima varirala je između 319,4 mg/l i 333,6 mg/l. Ovako mala razlika od samo 14,2 mg/l posledica je relativno izjednačenih vrednosti specifičnog oticaja na izdvojenim profilima: q je kod Dimitrovgrada iznosio 4,4 l/s/km², kod Pirota i Bele Palanke 5,0 i 5,1 l/s/km², a kod Niša 4,3 l/s/km². Tokom letnje sezone srednja vrednost mineralizacije iznosila je između 291,3 mg/l i 327,5 mg/l, dok su se specifični oticaji kretali u rasponu 4,3 - 5,1 l/s/km². Ukupna mineralizacija tokom zimskih meseci na početku 2009. godine bila je u opsegu 223,1 - 275,9 mg/l, a vrednosti specifičnih oticaja iznosile su 8,9 - 12,3 l/s/km². Najveća razika u mineralizaciji voda Nišave bila je tokom zimske sezone: decembar 2009 - februar 2010. godine, a javila se kao posledica velike razlike u vodnosti. Najniža mineralizacija od 194,6 mg/l vezana je za izuzetno visok specifični oticaj kod Dimitrovgrada (22,5 l/s/km²), a mineralizacija od 264,1 mg/l kod Niša prati vrednost oticaja od 13,9 l/s/km².

Iz napred iznetih podataka može se konstatovati da je sezonska varijabilnost rastvorenih mineralnih materija takva da su njene koncentracije najviše tokom jeseni i leta, a najniže u proleće i tokom zime. Svakako, to je posledica vodnosti. Tokom leta i jeseni dominiraju male vode u čijoj strukturi značajan udeo pripada podzemnim vodama. To znači da je kontakt stene i vode vremenski bio dug, što je uslovalo povećano hemijsko rastvaranje stena. Ipak, samo uloga kontakta stene i vode ne objašnjava u potpunosti povećanu mineralizaciju u ovom delu godine. Smena različitih vegetacijskih, a pre svega pedogenetskih procesa, značajno utiče na varijabilnost koncentracija RMM tokom sezona. Intenzivno raspadanje organske materije tokom leta odražava se na povećanu koncentraciju ugljen-dioksida u zemljišnom vazduhu (Zhao J., et al, 2009), čiji je kumulativni efekat najizrazitiji u jesenjim mesecima (Roberge J., 1979). Upravo jesenje vode Crvene reke (Manojlović P. i dr., 2010) karakteriše povećan udeo pCO₂, što ukazuje da je intenzivan pedogenetski proces, pored male vodnosti u ovom delu godine, uticao na povećanu mineralizaciju. Smanjena

mineralizacija tokom prolećne sezone posledica je povećane vodnosti, što utiče na njenu vremenski skraćenu dužinu kontakta sa stenskim kompleksom. Na smanjenu vrednost suvog ostatka tokom zime kao indirektan modifikator javlja se i temperatura vazduha, jer zbog njenih niskih vrednosti nema dovoljno raspoživog ugljen-dioksida kao modifikatora hemizma voda (Manojlović P., 1992).

Sezonske fluktuacije u hemizmu vode mogu biti manje ili više izražene, a dominantni faktori sredine koji ih determinišu različiti su od sezone do sezone. U našim uslovima, generalno, petrološko-litološki kompleks objašnjava do 31 % suvog ostatka, a smena sezonskih meteorološko-vegetacijskih uslova 6,5 % varijabilnosti koncentracija RMM. Ipak preostali deo promenljivosti ukupne mineralizacije pripada vodi kao faktoru determinacije (Manojlović P., 1992). Konkretno za sliv Nišave (Manojlović P., 2002), multifaktorska regresiona analiza sa procentima petroloških tipova i specifičnim oticajima kao nezavisno promenljivim vrednostima, dala je model koji sa ove dve komponente objašnjava 98,5 % varijabilnosti ukupne mineralizacije.

Za razliku od ukupne mineralizacije, *pronos* hemijski rastvorenog nanosa direktno je proporcionalan količini vode. Sa povećanjem proticaja dolazi do smanjenja koncentracije RMM, ali ne linearno i proporcionalno; zbog toga povećanim proticajima i pored snižene mineralizacije odgovara veće iznošenje hemijskog nanosa (Dragičević S., 2002). Sveobuhvatnim istraživanjima u slivovima Istočne Srbije utvrđeno je da vodnost određuje čak 94,4 % hemijske evakuacije (Manojlović P., 1989). Shodno tome, sezonska varijabilnost hemijskog nanosa praćena je sezonskim promenama proticaja.

Najveći pronos hemijski rastvorenog nanosa ostvaren je tokom prolećnog perioda. U datom opservacijskom periodu najveći pronos hemijskog nanosa ostvaren je tokom proleća 2010. godine, tako da je za tri meseca od ukupne sume proneto između 30 % i 32,8 % hemijski rastvorenog nanosa. Ako se pronos nanosa sagleda samo kroz 2009. godinu, proleće kao sezona ima najveći pronos nanosa. Tako su tokom ove godine prolećni meseci učestvovali sa 31-36 % od sumarnog godišnjeg pronosa nanosa. Razlika u vodnosti između proleća 2009. i proleća 2010. godine odrazila se i na razliku u pronosu nanosa. Tako je pronos hemijskog nanosa 2010. godine kod Niša i Dimitrovgrada bio 1,9, tj. 1,8 puta veći nego za isti period prethodne godine, a kod Bele

Palanke i Pirota veći za 2 do 2,2 puta. Najniži pronos ostvaren je tokom jeseni. U celom periodu osmatranja ovi meseci učestvovali su sa 7,7-10,2 % od ukupnog pronosa nanosa. Kao najekstremniji prolećni i jesenji meseci stoje u odnosu od 1:3 do 1:4,3. Pronos nanosa tokom letnje sezone, takodje, beleži niske vrednosti. U sumarnom pronosu nanosa ova sezona učestvuje sa 7,6-10,6 % tako da se u ovom osmatračkom periodu veoma malo razlikuje od pronosa tokom jeseni. Pored prolećnih i tokom zimskih meseci povećan je pronos hemijskog nanosa. Ukupno je tokom zimskih meseci izmedju 2009. i 2010. godine proneto oko 20 % od sumarnog pronosa hemijskog nanosa. Koliko vodnost diktira pronos nanosa pokazuje i sledeća činjenica. U periodu od januara do juna 2010. godine proneto je 22-30 % više nanosa nego za isti period prethodne godine, pri čemu je prosečan specifični oticaj bio dva puta veći 2010. u odnosu na 2009. godinu.

Upoređivanjem sva četiri profila, specifični pronos hemijski rastvorenog nanosa ne pokazuje veliku promenljivost za istu sezonu. Recimo, tokom proleća 2010. specifični pronos hemijskog nanosa varira od 36,9 - 39,8 t/km², a u jesenjoj sezoni on iznosi izmedju 10,5 - 12,3 t/km². Letnje vrednosti specifičnog pronosa hemijskog nanosa kreću se u rasponu od 9,9 - 13 t/km², dok su zimske u rasponu od 24,1 do 29,1 t/km². Prostorna distribucija specifične hemijske evakuacije dolazi do izražaja samo u slučaju svodjenja podataka i utvrđivanja rezultata za međuslivove. U tom smislu vrednosti specifičnog pronosa nanosa znatno variraju. Njegova vrednost u međuslivu Piroto-Dimitrovgrad iznosi za prolećnu sezonu 2010. godine 53,6 t/km². Za međusliv Bela Palanka-Piroto specifični pronos je 20,1 t/km², dok je u sektoru izmedju Niša i Bele Palanke 50,8 t/km². Istim redosledom tokom proleća 2009. godine specifični pronos iznosio je 23,6 t/km², 12,1 t/km² i 36,2 t/km². Jesenje vrednosti su manje i kreću se od 3,4 t/km² u međuslivu Niš-Bela Palanka, preko 11,7 t/km² za neopstrdni deo sliva izmedju Pirota i Dimitrovgrada, do 13,3 t/km² izmedju Bele Palanke i Pirota.

5.3.3. BILANS NANOSA

Jednu od najboljih interpretacija ove problematike iznosi Dragičević S. (2002): "Da bi se izveli zaključci koji definišu odnos između ova dva tipa rečne erozije, potrebno je izvršiti mnogobrojne analize, ali se ni tada, zbog dejstva brojnih faktora, koji su međusobno tesno isprepleteni, ne može reći da su raščlanjene sve njihove međusobne veze", što zapravo ukazuje na složenost same problematike.

Za potrebe ovog rada prethodno su izvršene detaljne analize koncentracija suspendovanog nanosa i rastvorenih mineralnih materija, njihove promene na intragodišnjem nivou, ali i analize promena pronosa suspendovanog i hemijski rastvorenog nanosa kroz njihovu unutargodišnju raspodelu. Kroz ovu vrstu analize utvrdili su se relevantni faktori koji utiču na njihov intenzitet. I pored toga, upravo zbog dejstva mnogobrojnih faktora koji su tesno međusobno isprepleteni i uzročno-posledično povezani, ne može se reći da su raščlanjene sve njihove međusobne veze. Sagledavanje intenziteta različitih procesa kroz analitičko-sintetski i sistemski pristup *determinacije dominantnih faktora* snažno uporište ima u radu Dragičević S. (2007). Zato je prilikom definisanja odnosa između ova dva integralna dela rečnog nanosa u slivu Nišave, akcenat usmeren na dominantne faktore koji ih determinišu u datim uslovima.

5.3.3.1. KOMPARATIVNA ANALIZA IZMEĐU KONCENTRACIJA SILTA I RMM

Komparativna analiza između ova dva tipa rečnog nanosa biće u prvom redu usmerena ka komparativnoj analizi njenih integralnih varijabli - koncentracije suspendovanog nanosa i koncentracije ukupno rastvorenih mineralnih materija (RMM). Imajući u vidu dužinu vremenske opservacije i u okviru nje veliki raspon proticaja, omogućeno je sagledavanje koje su to granične vrednosti koncentracija silta i RMM, kakav je njihov odnos prema ekstremnim uslovima vodnosti i kolika je njihova varijabilnost.

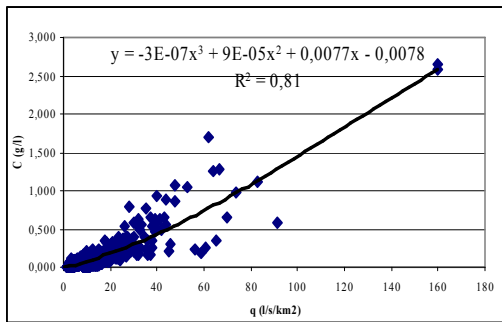
Kao što se iz prethodnih poglavlja može konstatovati, koncentracija suspendovanog nanosa pokazuje izuzetnu prostornu i vremensku promenljivost. Faktori i modifikatori koji determinišu vrednosti koncentracije silta su različiti i mnogobrojni.

Medju primarnim faktorima ističe se vodnost sliva. Matematička zavisnost izmedju specifičnog oticaja i koncentracije silta izuzetno je visoka. U slivu Nišave koeficijent korelacije figurira izmedju 0,7 i 0,87. Tesna povezanost koncentracije silta sa vodnošću sliva pokazuje i očekivani trend porasta koncentracija suspendovanog nanosa sa porastom odgovarajućih proticaja, tj. specifičnih oticaja. Ovakav trend na nivou zavisnosti od 0,88 do 0,98 zapažen je i u slivovima zapadne Srbije (Dragičević S., 2002). Prema tome, vodnost u najvećoj meri diktira povećanje ili smanjenje koncentracija silta. Kolike će konkretne vrednosti koncentracije biti u jednom litru vode zavisi od drugih faktora sredine: geološkog sastava, stanja vegetacionog pokrivača pošumljenosti, adsorpcionog kapaciteta zemljišta, godišnjeg doba i sl.

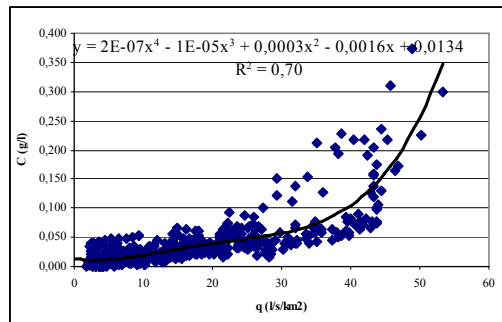
Varijabilnost rastvorenih mineralnih materija, takodje je pod snažnim uticajem vodnosti, s tim što, za razliku od odnosa sa koncentracijom slita, u ovom slučaju povećanje proticaja uslovljava smanjenje koncentracije RMM. Izračunavanjem krivolinijskog koeficijenta korelacije izmedju specifičnih oticaja i odgovarajuće mineralizacije, dobijaju se po pravilu negativne i relativno visoke vrednosti od -0,7 do -0,91 (Dragičević S., 2002, Dragičević S., Manojlović P., Mustafić S., 2003; Dragičević S., 2007; Manojlović P. i dr., 2010), što znači da visoki proticaji (specifični oticaji) dovode do smanjenja vrednosti suvog ostatka. U slivu Nišave, na izdvojemim profilima, odnos izmedju specifičnog oticaja sa jedne, i ukupne mineralizacije sa druge strane, definisan je nivoom zavisnosti koji se kreće izmedju 0,70 i 0,93.

Može se zaključiti da su koncentracije silta i rastvorenih mineralnih materija visoko korespondirane sa vrednostima proticaja, s tom razlikom što povećanje proticaja ima suprotan efekat na date varijable. U prvom slučaju povećanje vodnosti uslovljava povećanje koncentracija silta, a u drugom smanjenje koncentracija RMM.

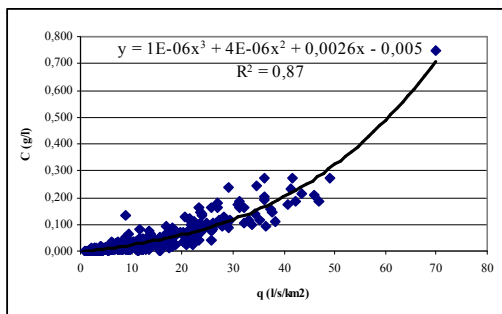
Medjutim, za komparativnu analizu ove dve varijable daleko je interesantnije utvrditi koja od njih više varira za iste vrednosti proticaja. Očigledna je izrazita varijabilnost koncentracija suspendovanog nanosa u odnosu na varijabilnost rastvorenih mineralnih materija. Koeficijent varijabilnosti silta u najvećem delu istraživačkog perioda ima vrednosti preko 1: kod Dimitrovgrada i Niša tokom devet meseci, a kod Pirota i Bele Palanke pet meseci. Oscilacije kod koeficijenta varijabilnosti silta izuzetno su visoke. Kod Dimitrovgrada kreću se u rasponu od 0,24 do 2,47, kod Pirota izmedju 0,34 i 2,1, Bele Palanke od 0,26 do 1,65, a kod Niša od 0,12 do 2,05.



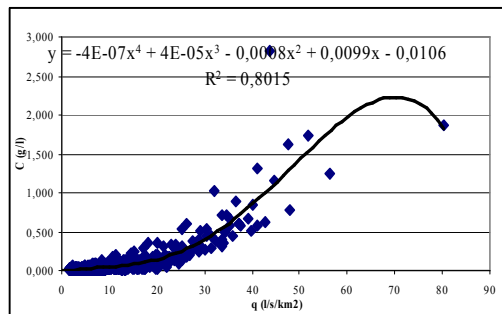
Dimitrovgrad



Pirot

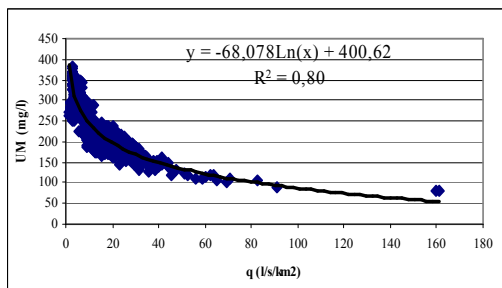


Bela Palanka

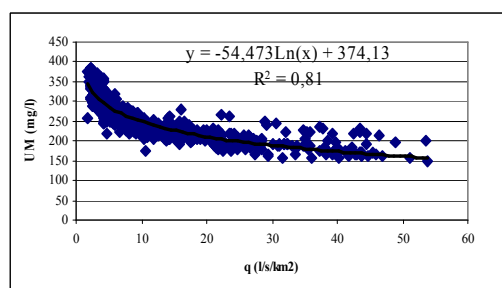


Niš

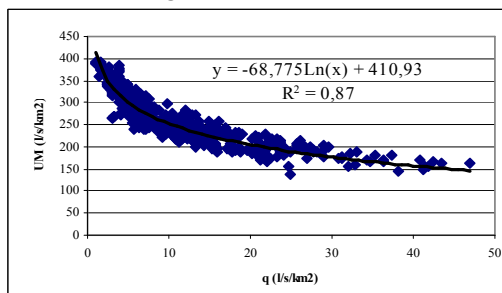
Grafik 59. Odnos izmedju specifičnih oticaja q (l/s/km²) i koncentracije silta C_s (g/l).



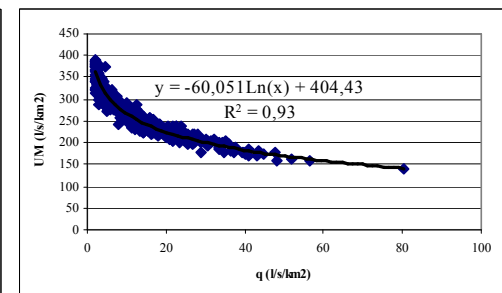
Dimitrovgrad



Pirot

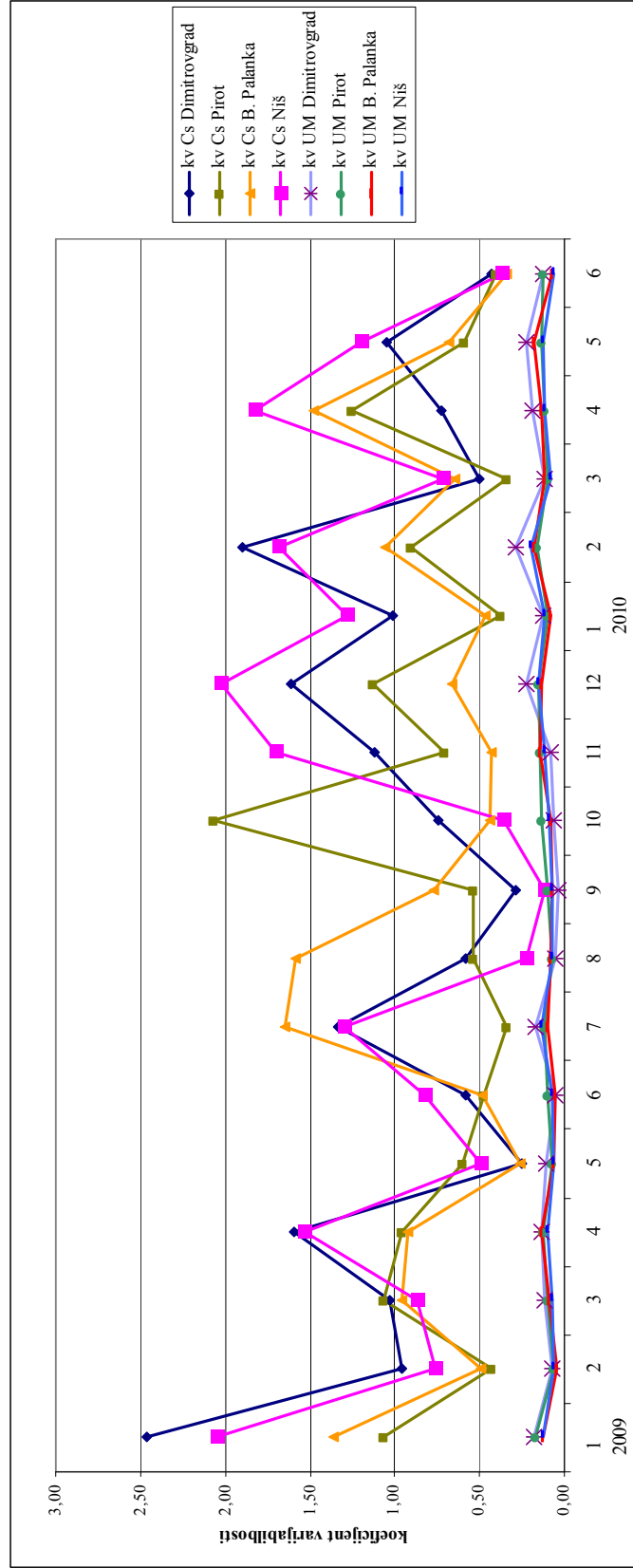


Bela Palanka



Niš

Grafik 60. Odnos izmedju specifičnih oticaja q (l/s/km²) i ukupne mineralizacije UM (mg/l).



Grafik 61. Komparativni prikaz koeficijenta varijabilnosti koncentracija suspendovanog nanosa (Cs) i rastvorenih mineralnih materija (UM) u periodu januar 2009- jun 2010. godine

Tabela 165. Odnos koeficijenta varijabilnosti koncentracije silta prema koncentraciji RMM u periodu januar 2009. - jun 2010. godine.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
Dimitrovgrad	13,8	12,9	8,7	11,9	2,3	10,2	7,7	11,6	7,6	11,0	13,6	7,1	8,1	6,7	4,4	3,8	4,6	3,4
Pirot	6,4	7,0	10,3	7,8	8,3	5,0	3,0	7,9	5,4	15,3	4,8	7,4	3,9	5,6	3,3	11,0	4,2	3,3
B. Palanka	11,0	10,6	10,2	7,0	4,1	9,6	16,9	20,3	10,5	5,6	3,1	4,9	5,5	5,8	5,6	11,2	3,7	4,9
Niš	16,1	11,4	12,3	15,0	7,8	10,9	9,8	3,2	1,7	4,1	14,9	13,3	10,7	8,7	8,8	15,2	9,6	5,6

S druge strane, varijabilnost RMM izuzetno je mala. U principu, u unutargodišnjoj raspodeli ona prati promenljivost silta, ali je veoma slabo izražena. Koeficijent varijabilnosti RMM kod svih profila manji je od 0,30. Raspon varira od 0,04 do 0,28 kod Dimitrovgrada. Kod Pirota se kreće od 0,06 do 0,17, a kod Bele Palanke i Niša od 0,05 do 0,18, odnosno 0,06 do 0,19. Iz priložene tabele 165 može se videti koliko je na mesečnom nivou koeficijent varijabilnosti suspendovanog nanosa veći od koeficijenta varijabilnosti RMM. Kod profila Dimitrovgrad koeficijent varijabilnosti veći je od 2,3 do 13,8 puta od koeficijenta varijabilnosti RMM. Kod Pirota koncentracije silta variraju u odnosu na koncentracije RMM od 3 do 15,3 puta više. Kod Bele Palanke taj raspon je još izraženiji, koncentracija silta je za 3,1 do 20,3 puta veća od iste kod RMM, dok se taj raspon kod Niša kreće od 1,7 do 16,1 puta više.

Izraženo u apsolutnim vrednostima, a sagledano kroz ekstreme, može se uočiti veći raspon koncentracija silta u odnosu na RMM. Tako, koncentracije suspendovanog nanosa u slivu Nišave variraju od 0,0017 g/l do 2,66 g/l kod Dimitrovgrada. Kod Pirota ekstremne vrednosti iznose 0,0004 g/l i 0,3748 g/l. U vodi Nišave kod Bele Palanke koncentracije silta kreću se u rasponu od 0,0006 - 0,75 g/l, a kod Niša od 0,0015 - 2,8166 g/l. Rastvorene mineralne materija imaju znatno manji dijapazon koncentracija. One se kreću u rasponu od 78,8 - 382,2 mg/l kod Dimitrovgrada, a 150,3 - 385,5 mg/l kod Pirota. Hemizam voda Nišave kod Bele Palanke je takav da je njen raspon od 137,9 - 392,7 mg/l, a kod Niša se kreće od 138,4 - 388,9 mg/l. Ako se ovi pokazatelji prevedu u odnose između ekstrema očigledna je razlika između ova dva tipa koncentracija. Tako je odnos između ekstrema na profilu Dimitrovgrad 1:1565 kod koncentracija silta, 1:4,9 kod koncentracija RMM. Na profilu Pirota iznosi 1:937 za silta, a 1: 2,6 za RMM. Kod profila Bela Palanka odnosi su sledeći: 1: 1250 kod silta i 1: 2,8 kod RMM. Odnosi kod profila Niš su 1: 1921 za silt, odnosno 1: 2,8 za RMM.

5.3.3.2. KOMPARATIVNA ANALIZA PRONOSA SUSPENDOVANOG I HEMIJSKI RASTVORENOG NANOSA

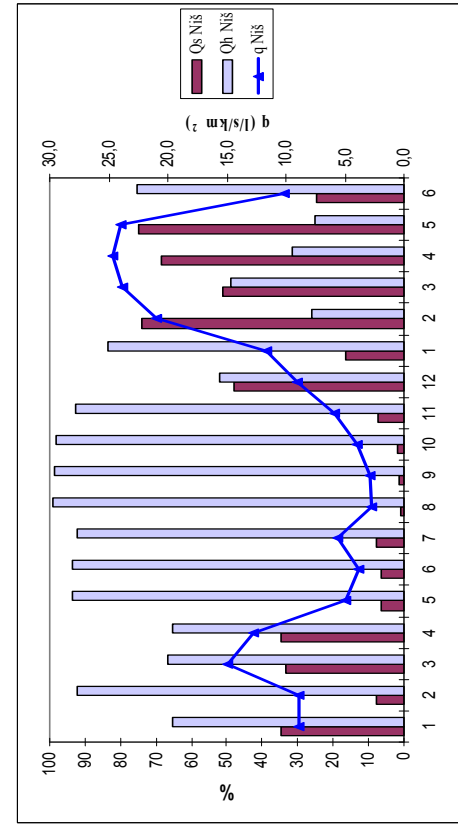
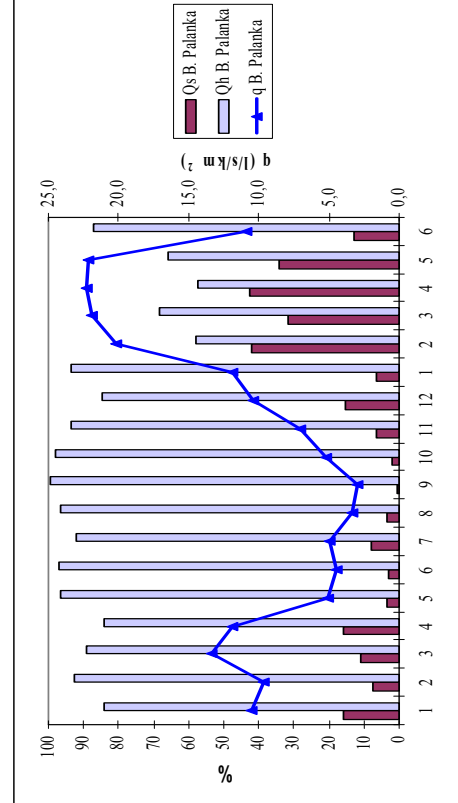
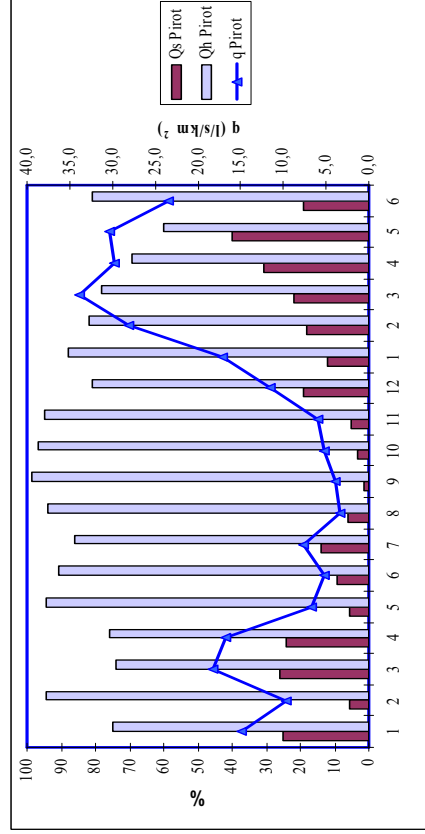
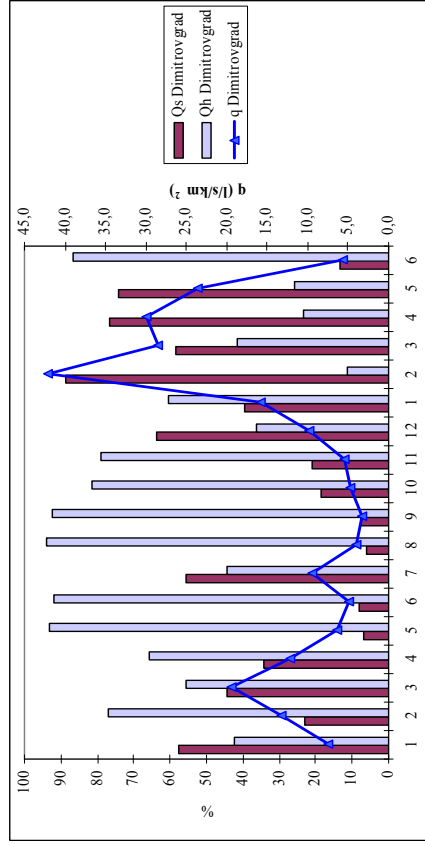
Ovakva analiza upućuje na zaključak da koncentracija suspendovanog nanosa u vodama Nišave ispoljava veoma izraženu promenljivost. S druge strane, rastvorene mineralne materije pokazuju, u apsolutnim iznosima, znatno niže koncentracije koje ispoljavaju manji stepen varijabilnosti. To upućuje da, u sadejstvu sa proticajima, oba tipa nanosa ispoljavaju slične odnose.

Da bi se utvrdili konkretni uslovi i zakonitosti pod kojima se ova dva tipa rečnog nanosa međusobno korespondiraju, bilans nanosa je razmatran sa nekoliko aspekata. U prvom redu to je iznos sumarnog pronosa nanosa, kao i procentualni udeo navedena dva tipa rečnog nanosa. Utvrđivanje udela suspendovanog i hemijskog nanosa izvršeno je i kroz prostornu komparativnu analizu, kao i sezonsku varijabilnost istih. Sledeći korak podrazumeva utvrđivanje dinamike promena ova dva tipa rečnog nanosa. Frekvencijska distribucija pronosa suspendovanog i hemijski rastvorenog nanosa prema klasama specifičnih oticaja omogućila je determinisanje vodnosti kao značajnog faktora intenziteta datih procesa. Na kraju je kroz vremensku perspektivu utvrđen odnos između vodnosti s jedne strane i intenziteta jednog i drugog tipa nanosa sa druge strane, čime je u suštini utvrđen nivo ekscresivnosti procesa.

5.3.3.2.1. Sumarna erozija, prostorna komparacija i sezonska varijabilnost

Pod bilansom nanosa svakako se podrazumeva učešće integralnih komponenti u njegovom sumarnom pronosu i utvrđivanja koji od dva tipa nanosa i u kojoj meri dominira u tom sumarnom iznosu. S obzirom da je analiza vršena na četiri profila, moguće je izvršiti prostornu komparaciju ova dva tipa rečnog nanosa.

Iz sliva Nišave, na najnižvodnijem profilu, za osamnaest meseci ukupno je proneto 1009952,8 t nanosa, što po jedinici površine iznosi 261 t/km². Na uzvodnim sektorima sumaran pronos nanosa iznosio je: na profilu Dimitrovgrad 172116,1 t (357,1 t/km²), na profilu Pirot 340424,9 t (195,1 t/km²), a na profilu Bela Palanka 485639,8 t (157,3 t/km²). *U sumarnom osamnaestomesečnom nivou pronos suspendovanog nanosa dominantan je na najuzvodnijem i najnižvodnijem profilu, dok medjusektor beleži dominaciju hemijskog nanosa.* Udeo suspendovanog nanosa najveći je kod Dimitrovgrada i on u ukupnoj sumi učestvuje sa 65,5 %. Kod Niša suspendovani nanos skoro da je izjednačen sa hemijskim, ali ima blagu dominaciju nad njom. U ukupnoj sumi na njega odlazi 51,8 %. Medjusliv ima izrazitu dominaciju hemijski rastvorenog nanosa, koji je na oba profila skoro isti. Kod Pirota on u ukupnoj sumi učestvuje sa 77,8 %, a kod Bele Palanke sa 77 %.



Grafik 62. Procentualni udeo pronosa suspendovanog nanosa (Qs) i hemijski rastvorenog nanosa (Qh) u sumarnom pronosu u periodu januar 2009 - jun 2010. godine.

Unutargodišnja raspodela oba tipa rečnog nanosa je takva da hemijski rastvoren nanos u potpunosti dominira nad suspendovanim u međjuslivu (tj. na profilima Piroć i Bela Palanka), dok na ostala dva profila u pojedinim mesecima dominira suspendovani nanos. Dominacija hemijskog nanosa pokazuje izvesnu varijabilnost. Njeno učešće u sumarnom pronosu, u mesečnoj raspodeli je takvo, da se kreće u rasponu od 55,9 % do 98,7 % kod Piroća, odnosno od 57,5 % do 99,3 % kod Bele Palanke. Već pomenuta dominacija suspendovanog nanosa na profilu Dimitrovgrad tek uvidom u mesečnu raspodelu pokazuje period kada je dominantna. Zapravo, u najvećem delu istraživačkog perioda, tačnije tokom jedanaest meseci, na ovom profilu ističe se dominacija pronosa hemijskog nanosa. Suspendovani nanos u sumarnom pronosu bio je dominantan u januaru, julu i decembru 2009. godine, kao i u periodu od februara zaključno sa majem 2010. godine. U ukupnoj sumi prinetog nanosa silt je varirao od 55,6 %, koliko ga je bio u julu 2009, do čak 88,6 % u februaru 2010. godine. Izrazita dominacija suspendovanog nanosa bila je i tokom aprila i maja 2010. godine kada je učestvovao sa 76,6 %, odnosno 74,2 %. Slično je i kod profila Niš. Tokom cele 2009. godine dominirao je hemijski nanos, dok je dominacija suspendovanog evidentna samo tokom četiri meseca 2010. godine, tj. u periodu od februara a zaključno sa majem. U tom periodu procentualni udeo ovog tipa nanosa iznosio je 51,1 % u martu, 68,3 % u aprilu, dok je dominacija najveće bila u februaru i maju 74 % i 75 %.

Tabela 166. Sumarni pronos suspendovanog (Qs) i hemijski rastvorenog (Qh) nanosa i njihov procentualni udeo iskazan preko sezone.

Godina	2009				2010	
Sezona	Z	P	L	J	Z	P
Σ Qs+Qh (t)						
Dimitrovgrad	8163,9	15994,0	10076,9	6569,1	62480,4	66923,6
Piroć	28050,8	51627,2	22685,8	20978,3	60764,5	127059,7
B. Palanka	40854,2	63565,0	33172,6	39517,3	102490,4	179460,5
Niš	60006,4	121631,7	40671,3	42486,3	243905,6	465592,7
Qs (%)						
Dimitrovgrad	41,2	35,4	37,7	17,0	81,4	71,3
Piroć	18,5	22,1	10,8	3,3	16,5	31,6
B. Palanka	12,1	11,3	4,9	3,6	26,9	36,5
Niš	23,8	30,4	5,7	4,0	60,6	67,0
Qh (%)						
Dimitrovgrad	58,8	64,6	62,3	83,0	18,6	28,7
Piroć	81,5	77,9	89,2	96,7	83,5	68,4
B. Palanka	87,9	88,7	95,1	96,4	73,1	63,5
Niš	76,2	69,6	94,3	96,0	39,4	33,0

Prethodna analiza pokazala je da pronos suspendovanog i hemijskog nanosa ima izrazito sezonsko obeležje. Za oba tipa nanosa karakteristično je da se najveći njihov pronos

ostvari tokom proleća i u zimskom periodu, a najmanji u jesen. Na osnovu iznetog, kao i priložene tabele, uočava se izrazita dominacija hemijski rastvorenog nanosa. *Suspendovani nanos kao dominantna kategorija prisutan je jedino u prolećnoj i zimskoj sezoni*, ali ne na svim profilima. Njegova dominacija isključivo je vezana za profile Niš i Dimitrovgrad, gde na njega odlazi između 60 % i 81,4 % od ukupne sume nanosa. *U ostalim sezonama isključiva je dominacija hemijskog nanosa, a kao takva prisutna je na svim profilima*. Ova dominacija hemijskog nanosa najizraženija je u jesenjoj i letnjoj sezoni, kada ona od ukupne sume zauzima više od 83,%, a na većini profila i preko 95 %.

Sezonska obeležja oba tipa rečnog nanosa mogu se sagledati iz još jedne perspektive. Mogu se posmatrati kroz odnose između njihovih ekstremnih vrednosti. S obzirom da se i kod jednog i kod drugog tipa nanosa u proleće javlja njihov najveći pronos, a tokom jeseni najmanji, postavlja se pitanje koliki su odnosi između ovih ekstremnih vrednosti?

Tabela 167. Odnosi između ekstremnih sezonskih vrednosti pronosa suspendovanog nanosa(Qs), hemijskog nanosa (Qh), koncentracija silta (Cs) i ukupne mineralizacije (UM).

	P/J Qs	P/J Qh	J/P Cs	P/J UM
Dimitrovgrad	1: 43	1: 3,5	1: 4,9	1: 1,7
Pirot	1: 58	1: 4,3	1: 2,1	1: 1,6
B. Palanka	1: 42	1: 3,0	1: 4,0	1: 1,5
Niš	1: 182	1: 3,8	1: 4,2	1: 1,5

Uporedna analiza pokazuje da znatno veći stepen odnosa između ekstrema vezan za pronos suspendovanog nanosa. Tokom proleća bude proneto najmanje 42 puta više nanosa nego tokom jeseni. Taj odnos naročito je izražena na najnižvodnijem profilu, kada je tokom proleća 2010. godine u odnosu na jesen 2009. godine proneto za čak 182 puta više suspendovanog nanosa. Ti odnosi su kod hemijski rastvorenog nanosa izrazito niži. Tako je odnos između pronosa hemijskog nanosa tokom proleća oko 4 puta veći u odnosu na jesenji pronos. S obzirom na identične hidrološke uslove, veći raspon u odnosima između sezona, koje se po karakteru erozije izdvajaju kao ekstremne, kod pronosa suspendovanog nanosa nalazi se u činjenici da je varijabilnost koncentracija silta izrazito velika. S druge strane, varijabilnost rastvorenih mineralnih materija u odnosu na koncentracije silta veoma je mala. Tako su i odnosi između jesenjih i prolećnih koncentracija RMM veoma mali.

Upravo, ovakva komparativna analiza pokazuje koliko je hemijska erozija manje varijabilna, i ističe ekscesivnost mehaničke vodne erozije. Statistička obrada podataka koja u

još jednom stepenu potkrepljuje ovu konstataciju, može se izvesti uvođenjem u analitičko-sintezni postupak lančanih indeksa dinamike promena oba tipa nanosa.

5.3.3.2.2. Lančani indeksi dinamike promena

Za razliku od indeksa sa baznom osnovom, lančani indeksi imaju pokretnu osnovu. Pokretna osnova predstavljena je prethodnim podatkom koji se upoređuje sa narednim. Prednost lančanih indeksa je u tome što oni ukazuju na dinamiku promene odgovarajuće pojave, odnosno procesa.

Za potrebe ovog rada lančani indeksi radjeni su na nivou mesečnih vrednosti. Cilj je bio da se utvrdi kolike su varijacije u pronosu jednog i drugog tipa nanosa u odnosu na mesečnu promenu oticaja. Odnosno, *koji tip nanosa više varira za iste hidrološke uslove i u kojoj meri*. Ove mesečne varijacije, izražene kroz lančane indekse, veoma su pogodan parametar poređenja, imajući u vidu uticaj meteoroloških podataka, a pre svega količine padavina i temperature vazduha, na dinamiku promene pronosa nanosa. *Redistribucija podataka specifičnog oticaja, pronosa suspendovanog nanosa i pronosa hemijskog nanosa, na lančani indeks omogućava komparativnu analizu podataka i uvid o promeni kretanja pojave tokom godine*.

Za iste promene proticaja (specifičnog oticaja), pronos suspendovanog nanosa pokazuje izrazito veće promene u odnosu na pronos hemijskog nanosa. Ovakva pravilnost uočljiva je na svim profilima. U pogledu dinamičnosti uočava se njema prostorna varijabilnost. Za razliku od dinamike pronosa hemijskog nanosa, koji je relativno prostorno ujednačen, kod pronosa silta postoje značajne razlike. Prema lančanim indeksima u dinamici promena prednjači najuzvodniji profil, a potom i najnižvodniji, dok međusliv ispoljava ublaženiju promenljivost.

Najizraženija dinamika u pronosu suspendovanog nanosa u celom istraživačkom periodu osmatranja, bila je u leto 2009. godine na profilu Dimitrovgrad. Konkretno, dinamika promene u pronosu silta između meseca jula i juna ima indeks od 21,6. Ovako veliki indeks posledica je izražene promene dinamike oticaja. Sa prosečnom mesečnom vrednošću od 4,8 l/s/km² u junu, specifični oticaj u narednom mesecu iznosio je 9,4 l/s/km², što daje vrednost lančanog indeksa od 1,93, koja je jedna od većih u godišnjoj raspodeli. Šta je, zapravo, uticalo na tako velike vrednosti lančanih indeksa, naročito izraženog kod pronosa silta? Sezonske i mesečne varijacije su lako shvatljive kada se ima u vidu uticaj meteoroloških promena, u prvom redu padavina. Iako je količina padavina od 119 mm u junu mesecu bila znatno veća

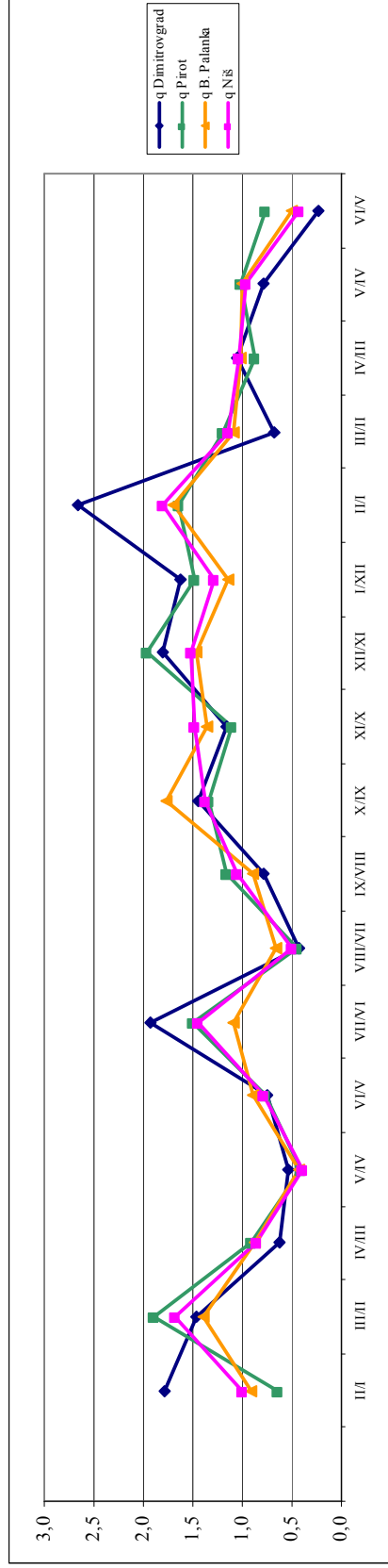
nego u julu (44 mm), intenzitet erozivnog procesa bio je veći upravo u julu mesecu. To pokazuje da veća količina padavina ne mora uvek da izazove intenzivnu eroziju. Razlog se nalazi u činjenici da ako su padavine ravnomerno raspodeljene tokom datog meseca njihova povećana količina ne mora da utiče na povećenu eroziju. U prilog tome govore i koeficijenti varijabilnosti padavina, koji je za mesec jun iznosilo 1,1 a za jul 2,0. U ovom slučaju ponovo dolazi do izražaja značaj uspostavljenih pragova za intenzivne padavine, a u smislu njihove determinacije kao faktora intenziviranja erozivnog procesa. Kao što je već u ranijem poglavlju dokazano, upravo jul mesec karakterišu padavine čije su dnevne maksimalne količine bile veće od uspostavljenog praga za visokih 52 %. Drugim rečima, količina padavina od 35 mm koja se izlučila 12. jula uticala je na intenziviranje pluvijalne erozije i denudacije, a samim tim i na pojavu povećane koncentracije silta u vodi Nišave, a kao krajnji rezultat je veliki pronos suspendovanog nanosa.

Veoma velika vrednost lančanog indeksa u istraživanom periodu bila je tokom zime 2010. godine. Na najuzvodnijem i najnižvodnijem profilu vrednost indeksa između februara i januara je skoro identična i nešto je veća od 19. Pri tome vrednost lančanog indeksa oticaja od 2,65, odnosno 1,81, ukazuje na izraženu promenu u količini vode. Oticaj je kod Dimitrovgrada sa 15,8 l/s/km², koliko je njegova srednjemesečna vrednost iznosila u januaru, porastao na čak 42 l/s/km² u februaru, a kod Niša sa 11,6 l/s/km² u januaru na 21 l/s/km² u februaru. I u ovom slučaju količina padavina je ta koja je uslovlila intenziviranje erozivnog procesa. Njen koeficijent varijabilnosti u januaru iznosio je 1,8, a u februaru 3,0. Za tri dana (11.12. i 16. februara) intenzitet padavina je bio takav da se izlučila dnevna količina od 30,1 mm, 15 mm i 39 mm, što daje vrednosti intenzivnih padavina znatno iznad utvrdjenog praga. Medjutim, ovde količina padavine ne igra presudnu ulogu, jer da se izlučila u vidu snega erozija bi bila znatno niža zbog malog oticanja. Kao drugi faktor ističe se temperatura vazduha koja je za ovo doba godine bila izuzetno visoka. Tačnije, srednja maksimalna temperatura bila je za 10 % veća od utvrdjenog praga za ovaj mesec, a izmerena je i apsolutno maksimalna temperatura od 19,2 °C. Tako je kombinacija padavina i temperatur vazduha uticala na izuzetno visoku dinamiku promene u intenzitetu erozije.

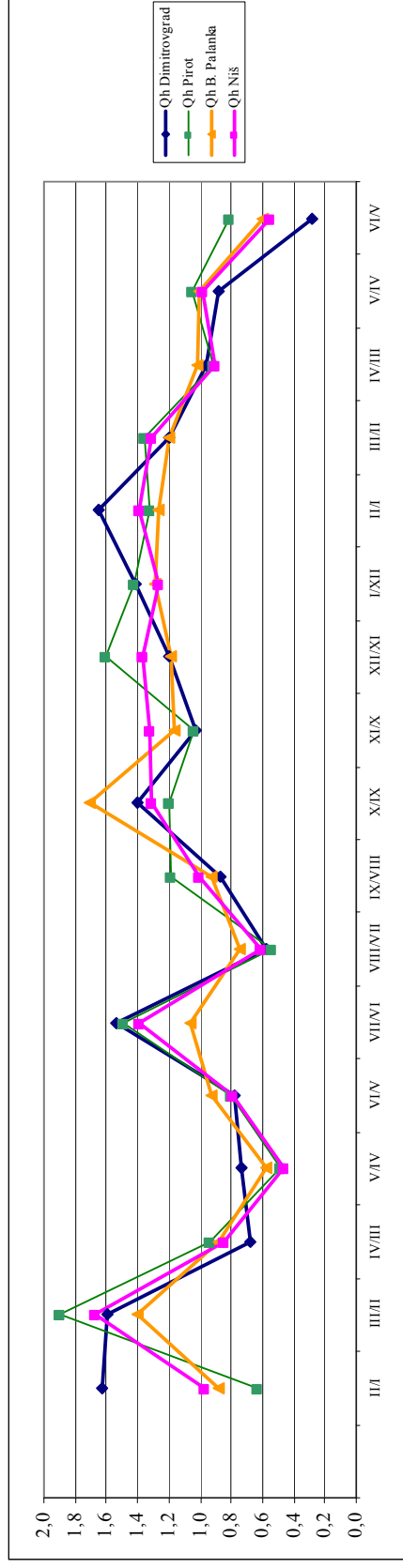
Istovremeno ovakva dinamičnost u promeni proticaja i količine padavina nije se u tolikoj meri odrazila na dinamiku promene hemijskog nanosa. Svakako da navedeni periodi godine ispoljavaju, u okviru hemijske erozije, povećanu i izraženu dinamiku (lančani indeks u prvom slučaju iznosi 1,53, a u drugom 1,65 i 1,39), ali su lančani indeksi dinamike promene u poredjenju sa dinamikom pronosa silta znatno manji.

Tabela 168. Lančani indeksi dinamike promena specifičnih oticaja (q), pronosa suspendovanog nanosa (Qs) i pronosa hemijski rastvorenog nanosa (Qh) u periodu januar 2009 - jun 2010. godine.

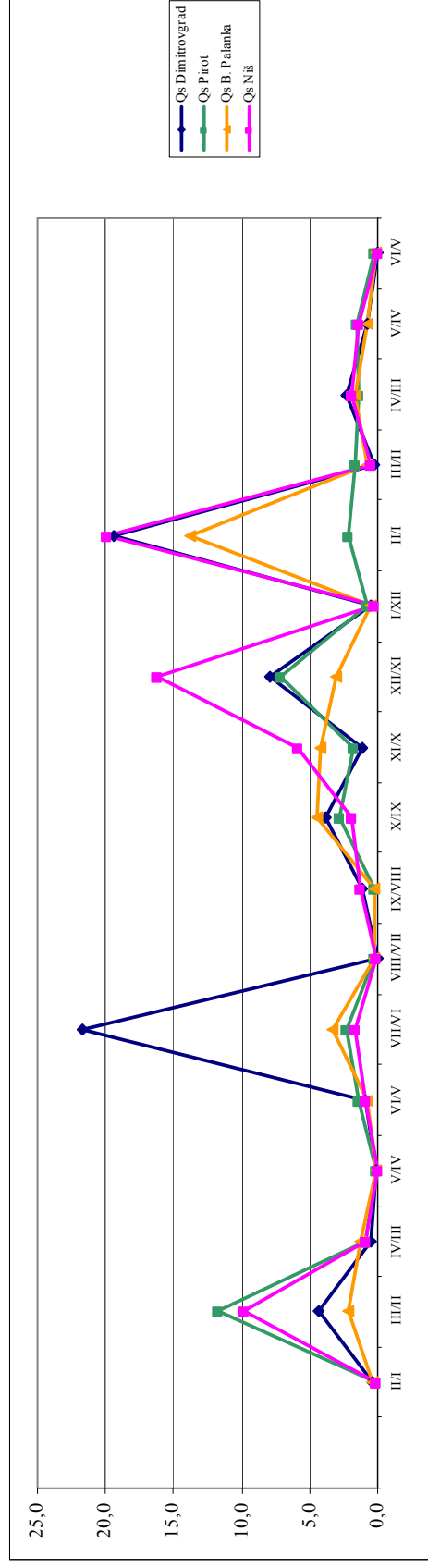
profili	II/I	III/II	IV/III	V/IV	VI/V	VII/VI	VIII/VII	IX/VIII	X/IX	XI/X	XII/XI	I/XII	II/I	III/II	IV/III	V/IV	VI/V
Lančani indeksi specifičnih oticaja																	
q Dimitrovgrad	1,79	1,47	0,63	0,53	0,76	1,93	0,44	0,79	1,45	1,15	1,81	1,62	2,65	0,68	1,05	0,79	0,24
q Piroć	0,64	1,90	0,91	0,40	0,76	1,49	0,44	1,17	1,35	1,11	1,96	1,48	1,64	1,20	0,88	1,02	0,77
q B. Palanka	0,91	1,40	0,88	0,43	0,89	1,09	0,67	0,90	1,77	1,36	1,46	1,14	1,70	1,08	1,02	0,99	0,49
q Niš	1,00	1,68	0,85	0,39	0,78	1,44	0,50	1,05	1,37	1,49	1,52	1,28	1,81	1,13	1,03	0,97	0,42
Lančani indeksi pronosa suspendovanog nanosa																	
Qs Dimitrovgrad	0,35	4,32	0,45	0,10	0,94	21,6	0,03	1,14	3,85	1,19	7,92	0,53	19,44	0,22	2,23	0,78	0,02
Qs Piroć	0,11	11,68	0,84	0,09	1,37	2,36	0,21	0,25	2,84	1,77	7,15	0,82	2,15	1,70	1,47	1,59	0,29
Qs B. Palanka	0,37	2,16	1,33	0,11	0,75	3,33	0,28	0,20	4,47	4,17	3,09	0,47	13,83	0,77	1,62	0,71	0,17
Qs Niš	0,16	9,77	0,92	0,06	0,84	1,67	0,07	1,26	1,94	5,87	16,15	0,27	19,95	0,48	1,86	1,38	0,06
Lančani indeksi hemijski rastvorenog nanosa																	
Qh Dimitrovgrad	1,62	1,59	0,68	0,73	0,78	1,53	0,58	0,87	1,40	1,03	1,20	1,41	1,65	1,19	0,96	0,89	0,28
Qh Piroć	0,64	1,89	0,93	0,49	0,80	1,49	0,54	1,19	1,20	1,04	1,60	1,43	1,32	1,36	0,92	1,05	0,81
Qh B. Palanka	0,89	1,40	0,88	0,58	0,92	1,06	0,75	0,93	1,70	1,16	1,19	1,28	1,27	1,20	1,02	1,01	0,60
Qh Niš	0,98	1,67	0,85	0,47	0,79	1,39	0,61	1,00	1,31	1,33	1,37	1,27	1,39	1,31	0,90	0,99	0,55



Graik 63. Lančani indeksi dinamike promena specifičnih oticaja.



Graik 64. Lančani indeksi dinamike promena pronosa hemijski rastvorenog nanosa.



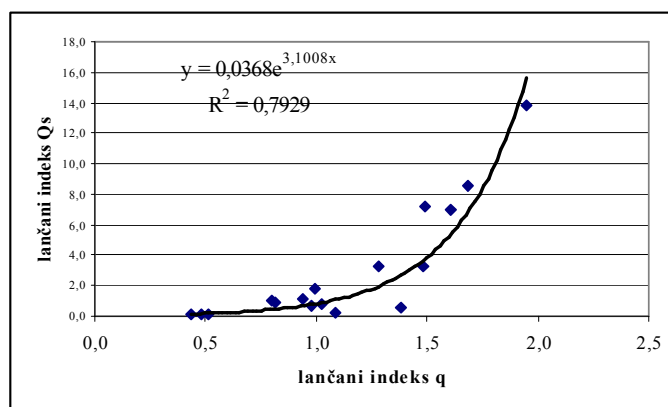
Graik 65. Lančani indeksi dinamike promena pronosa suspendovanog nanosa.

Lančane indekse specifičnih oticaja i adekvatnih indeksa pronosa silta i hemijski rastvorenih mineralnih materija definišu dva različita numerička modela. Ukoliko se specifični oticaji od meseca do meseca povećavaju ili smanjuju, to se onda lančani indeksi pronosa silta povećavaju ili smanjuju, što objašnjava eksponencionalna jednačina. Obrnuto, što se specifični oticaji od meseca do meseca povećavaju ili smanjuju, to se *pronos hemijskog nanosa distribuira po zakonitostima polinomialne regresije*.

Prvi numerički model je eksponencionalni koji u analitičkom obliku ima sledeći izraz

$$y = a \cdot \ln^{b \cdot x}$$

Ovaj matematički model definiše odnos lančanog indeksa specifičnog oticaja i lančanog indeksa pronosa suspendovanog nanosa sa koeficijentom determinacije od 0,8. Interpretacija modela: što je razlika između q prethodnog i narednog meseca veća (to je lančani indeks veći), to se lančani indeks erozije između datih meseci povećava po pravilu eksponencijalne regresije. To znači da povećanje pronosa nanosa nije u linearnom odnosu sa povećanjem specifičnih oticaja, već je povećanje znatno veće. Drugim rečima, povećanje specifičnih oticaja prati višestruko povećanje pronosa suspendovanog nanosa.



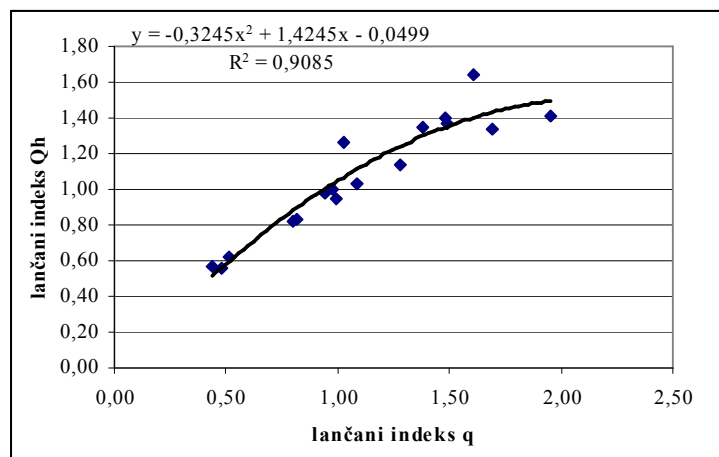
Grafik 66. Odnos između lančanih indeksa specifičnih oticaja (q) i lančanih indeksa pronosa suspendovanog nanosa (Qs).

Drugi numerički model je determinisan polinomialnom regresijom drugog stepena koja u analitičkom obliku ima sledeći izraz

$$y = a + b_1x_1 + b_2x^2$$

Ovaj matematički model dovodi u odnos lančane indekse specifičnih oticaja i lančane indekse pronosa hemijski rastvorenog nanosa sa koeficijentom determinacije od 0,91. Za razliku od prethodnog modela koji ima izrazit rastući karakter, ovaj odnos je takav da promena u

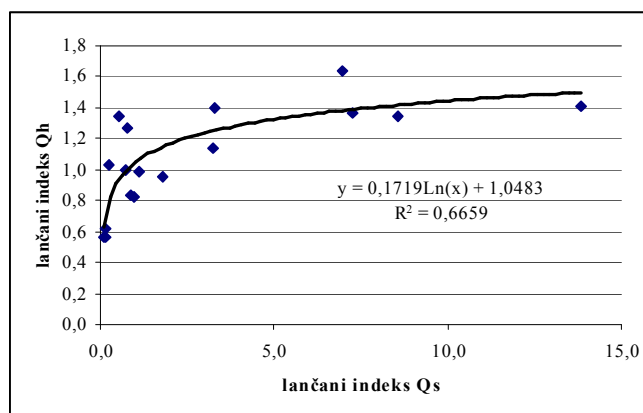
povećanju specifičnih oticaja utiče na povećanje pronosa hemijskog nanosa, ali u numerički manjem odnosu.



Grafik 67. Odnos između lančanih indeksa specifičnih oticaja (q) i lančanih indeksa pronosa hemijski rastvorenog nanosa (Q_h).

Dok se prosečni lančani indeksi specifičnih oticaja Nišave kreću u rasponu od 0,44 - 1,95, to se lančani indeksi pronosa silta kreću prosečno od 0,09 - 13,8, dotle se za iste vrednosti lančanih indeksa q lančani indeksi pronosa hemijskog nanosa imaju raspon od 0,56 - 1,64. Ovaj podatak pokazuje da je *intenzitet hemijske erozije utrvnoteženiji u odnosu na mehaničku*, tj. da *poslednja ispoljava ekscesivan karakter*.

Odnos između dinamike promena oba tipa nanosa najbolje se determiniše logaritamskog funkcijom. Mala promena u intenzitetu hemijske erozije u vezi je sa velikom promenom mehaničke vodne erozije. To znači da je *dinamika intenziteta mehaničke vodne erozije višestruko veća od promene intenziteta hemijske erozije*.



Grafik 68. Odnos između lančanih indeksa pronosa suspendovanog (Q_s) i hemijski rastvorenog (Q_h) nanosa.

5.3.3.2.3. Frekvencijska distribucija pronosa suspendovanog i hemijskog nanosa prema klasama specifičnih oticaja

Utvrđivanje udela pronosa nanosa preko distribucionih frekvenci specifičnih oticaja omogućava dublje razumevanje odnosa između mehaničke i hemijske vodne erozije. Ovakav pristup proučavanju doprinosi *tačnijem sagledavanju i definisanju hidroloških uslova pod kojima se izdvaja dominacija jednog ili drugog tipa nanosa*.

Formirana distribucija frekvenci specifičnih oticaja pokazuje da su oni podeljeni u različit broj klasa. Na profilu Dimitrovgrad specifični oticaji raspodeljeni su u 12 klasa, a kod Profila Niš u 9. Distribucija specifičnih oticaja kod Pirota i Bele Palanke je takva da su oni raspodeljeni kroz 8, odnosno 7 klasa. Frekvencija oticaja ukazuje da je njihova dominacija različit u klasnim kategorijama. Na profilu Dimitrovgrad dominiraju relativno male vode. Tako je kod ovog profila dominantna druga klasa, tj. klasa specifičnih oticaja koji su u rasponu od 3-5 l/s/km². U ukunjoj distribuciji na njih odlazi 29,7 %. Kod Pirota sa 24,7 % dominiraju specifični oticaji u klasi od 10-20 l/s/km². Specifičnost distribucije oticaja kod Bele Palanke i Niša je takva da je njihova dominacija vidljiva kroz dve klase. U slučaju Bele Palanke 29,7 % i 29,5 % specifičnih oticaja nalazi se u trećoj i četvrtoj klasi, dok su kod Niša sa po 25,8 % specifični oticaji raspodeljeni takođe, kroz treću i četvrtu klasu.

Međutim, dominacija oticaja u datim klasama istovremeno ne znači i dominaciju pronosa jednog ili drugog tipa nanosa. U većini slučajeva pronos suspendovanog i hemijskog nanosa nije dominantan u datim klasama oticaja. Jedini izuzetak predstavlja profil Pirota. U dominantnoj klasi oticaja od 10-20 l/s/km² dominantan je i pronos hemijskog nanosa. *Raspodela pronosa oba tipa nanosa je takva da je hemijski nanos dominantan u nižim klasama oticaja u odnosu na pronos suspendovanog nanosa*. Tako je kod profila Dimitrovgrad najveći pronos hemijski rastvorenog nanosa (23,5 %) ostvaren u petoj klasi oticaja koji čini 13,2 % ukupne frekvence vodnosti. Suspendovani nanos, sa 31 % od njegove ukupne sume, dominira u poslednjoj klasi oticaja u okviru koje je distribuirano tek 0,4 % voda. Kao što je već rečeno kod Pirota je dominantna klasa hemijskog nanosa (24,9 %) istovremeno i dominantna klasa oticaja. Ali pronos suspendovanog nanosa dominira tek u sedmoj klasi oticaja. Naime u ovoj klasi raspodeljeno je svega 5,9 % oticaja, a čak 37,7 % suspendovanog nanosa.

Na profilu Bela Palanka situacija je sledeća. Dominacija oticaja je u trećoj klasi, dominacija hemijskog nanosa u četvrtoj, a dominacija suspendovanog nanosa u petoj klasi. Hemijski nanos distribuiran je sa učešćem od 38,4 % u klasi oticaja na koju otpada 29,5 %

istih, a suspendovani nanos sa učešćem od 40,5 % u kali na koju dolazi 10,1 % oticaja. Profilu Niš predstavlja najdrastičniji primer. Sa 33,1 % hemijski nanos dominantan je u četvrtoj klasi kojoj pripada 25,8 % oticaja. S druge strane sa 27,4 % suspendovani nanos dominira u sedmoj klasi na koju dolazi samo 1,5 % svih specifičnih oticaja. Ovakav redosled koji ispoljavaju oba tipa nanosa ukazuje da oni nemaju ravnomernu distribuciju za iste klase oticaja.

Data raspodela pronosa nanosa po odgovarajućim klasama pokazuje da ova dva modaliteta ispoljavaju određene pravilnosti u datoj distribuciji. *Najveći deo hemijskog nanosa ostvari se u dominantnoj i u klasama koje predhodne dominantnoj klasi pronosa.* Dominantna klasa hemijskog nanosa na svim profilima je 4 klasa, dok je jedino kod Dimitrovgrada to 5 klasa. Kod Dimitrovgrada 77,2 % od ukupnog nanosa ostvari se do dominantne klase, pri čemu je udeo oticaja do iste klase čak 90 %. Do dominantne klase Qh kod Bele Palanke ostvari se 73,2 % hemijskog nanosa, dok je udeo oticaja do te klase 86,4 %. Kod Niša 85,2 % oticaja i 66,7 % hemijskog nanosa ostvari se zaključno sa pomenutom četvrtom klasom. Jedino je kod Pirota udeo pronosa hemijskog nanosa nešto niži u odnosu na ostale profile. Zaključno sa dominantnom klasom ostvari se 44,9 % nanosa, a 71 % oticaja.

Suspendovani nanos takodje ispoljava određene specifičnosti. *Izuzetno veliki pronos suspendovanog nanosa ostvari se iznad njegove dominantne klase, a za istovremeno vremenski kratko trajanje oticaja.* Najekstremniji primer sreće se na profilu Dimitrovgrad. U poslednjoj klasi na koju odlazi 0,4 % oticaja (koja je vremenski trajala 2 dana), proneto je 30 % od ukupne sume ovog tipa nanosa. Kod Pirota za 6,4 % vremena, iznad dominantne sedme klase pronosa ukupno je proneto 42,3 % suspendovanog nanosa. Čak 75,5 % ukupnog suspendovanog nanosa kod Bele Palanke distribuirano je za klase oticaja na koje otpada 13,9 % vremena. Profil Niš, takodje predstavlja ekstreman slučaj. Za samo jedanaest dana (na koje odlazi 2 % vremena istraživačkog perioda) proneto je 47,2 % suspendovanog nanosa.

Distribucija frekvenci nanosa, kroz ustanovljene klase oticaja, pruža još jedan značajan podatak, a to je utvrđivanje bilansa nanosa u okviru svake izdvojene klase. Time je omogućano, ne samo sagledavanje odnosa između ova dva tipa nanosa, već i utvrđivanje u kojim klasama vodnosti dominira jedan od njih uz istovremeno utvrđivanje njihove prostorne distribucije.

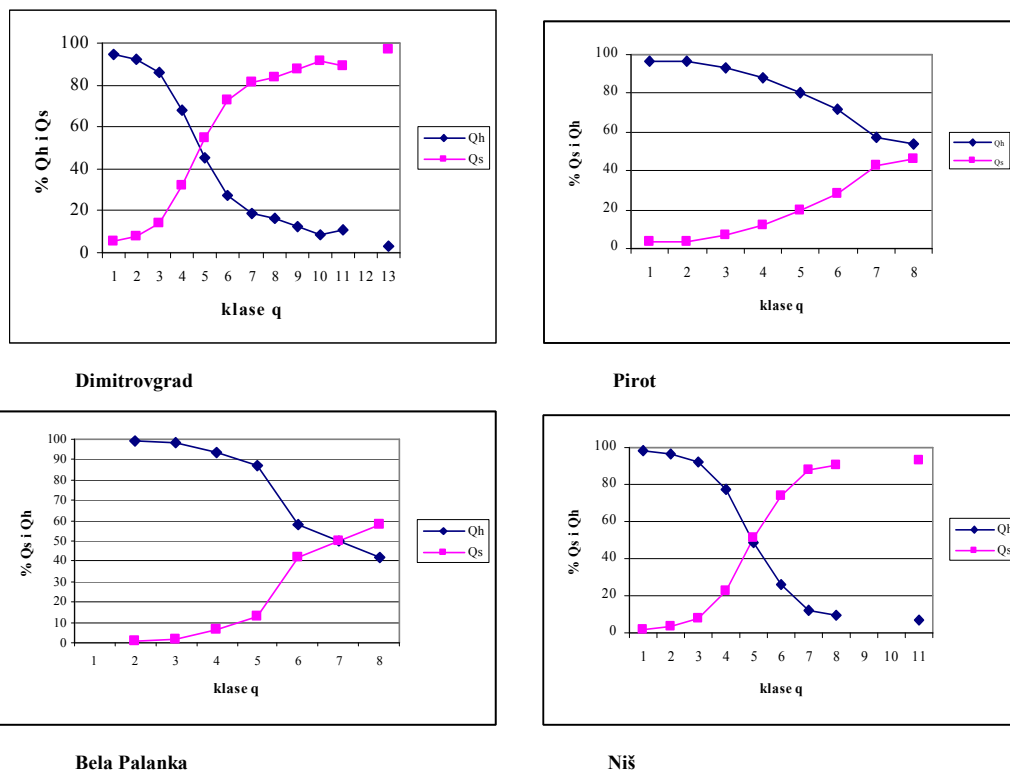
Tabela 169. Distribucija pronosa suspendovanog (Qs) i hemijskog (Qh) nanosa prema frekvencionalnoj raspodeli specifičnog oticaja (q) na profilima Dimitrovgrad i Niš.

Br.	Klase q (l/s/km ²)	Dimitrovgrad										Niš							
		Frek	q	Qh (t/km ²)	Qh (%)	Qs (t/km ²)	Qs (%)	Σ Qs+Qh	Qh (%)	Qs (%)	Frek	q	Qh (t/km ²)	Qh (%)	Qs (t/km ²)	Qs (%)	Σ Qs+Qh	Qh (%)	Qs (%)
1	do 3,0	30	5,5	1,8	1,5	0,1	0,05	938,9	94,4	5,6	91	16,7	6,9	5,5	0,1	0,1	27034,4	98,6	1,4
2	3,01-5,0	162	29,7	17,3	14,0	1,5	0,7	9086,5	91,8	8,2	92	16,8	9,8	7,8	0,3	0,2	39344,1	96,9	3,1
3	5,01-10,0	123	22,5	20,1	16,3	3,3	1,4	11284,6	86,0	14,0	141	25,8	25,4	20,2	2,2	1,6	107094,0	91,9	8,1
4	10,01-20,0	106	19,4	26,9	21,8	12,5	5,3	18982,6	68,3	31,7	141	25,8	41,6	33,1	12,0	8,9	207397,8	77,7	22,3
5	20,01-30,0	72	13,2	29,0	23,5	35,2	15,0	30922,0	45,2	54,8	49	9,0	22,3	17,7	23,3	17,2	176235,9	48,9	51,1
6	30,01-40,0	30	5,5	13,7	11,1	36,0	15,4	23969,3	27,6	72,4	21	3,8	11,9	9,5	33,6	24,8	176227,0	26,2	73,8
7	40,01-50,0	9	1,6	4,7	3,8	20,4	8,7	12105,1	18,8	81,2	8	1,5	5,2	4,2	37,0	27,4	163501,4	12,4	87,6
8	50,01-60,0	4	0,7	2,2	1,8	11,2	4,8	6436,9	16,4	83,6	2	0,4	1,5	1,2	13,8	10,2	59179,6	9,8	90,2
9	60,01-70,0	5	0,9	3,1	2,5	21,6	9,2	11882,6	12,5	87,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	70,01-80,0	1	0,2	0,7	0,5	7,4	3,2	3885,1	8,3	91,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	80,01-100,0	2	0,4	1,5	1,2	12,4	5,3	6695,1	10,6	89,4	1	0,2	1,0	0,8	13,0	9,6	53938,6	6,9	93,1
12	100,01-150,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	150,01-200,0	2	0,4	2,2	1,8	72,5	31,0	35984,6	2,9	97,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 170. Distribucija pronosa suspendovanog (Qs) i hemijskog (Qh) nanosa prema frekvencionalnoj raspodeli specifičnog oticaja (q) na profilima Pirot i Bela Palanka.

Br.	Klase q (l/s/km ²)	Pirot										Bela Palanka									
		Frek	q (%)	Qh (t/km ²)	Qh (%)	Qs (t/km ²)	Qs (%)	Σ Qs+Qh	Qh (%)	Qs (%)	Frek	q (%)	Qh (t/km ²)	Qh (%)	Qs (t/km ²)	Qs (%)	Σ Qs+Qh	Qh (%)	Qs (%)		
1	do 3,0	58	10,6	4,2	2,8	0,2	0,4	7609,6	96,4	3,6	45	8,6	3,2	2,6	0,03	0,1	9837,1	99,2	0,8		
2	3,01-5,0	92	16,8	9,4	6,2	0,3	0,8	16919,5	96,5	3,5	102	18,7	11,5	9,5	0,2	0,6	36066,9	98,1	1,9		
3	5,01-10,0	103	18,9	16,8	11,1	1,2	2,7	31296,8	93,6	6,4	162	29,7	27,5	22,7	1,8	4,9	90521,8	93,8	6,2		
4	10,01-20,0	135	24,7	37,8	24,9	5,0	11,5	74720,7	88,4	11,6	161	29,5	46,5	38,4	7,0	18,9	165113,7	86,9	13,1		
5	20,01-30,0	80	14,7	34,3	22,6	8,2	19,1	74306,5	80,6	19,4	55	10,1	21,1	17,4	15,0	40,5	111422,5	58,4	41,6		
6	30,01-40,0	43	7,9	25,2	16,6	10,1	23,3	61543,3	71,5	28,5	14	2,6	7,2	5,9	7,2	19,3	44288,9	50,1	49,9		
7	40,01-50,0	32	5,9	21,7	14,3	16,3	37,7	66384,6	57,1	42,9	7	1,3	4,2	3,5	5,8	15,7	31017,8	42,1	57,9		
8	50,01-60,0	3	0,5	2,3	1,5	2,0	4,6	7554,1	53,8	46,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Najveći iznos sumarnog pronosa nanosa ostvari se u klasi u kojoj je dominantan bio hemijski nanos, i to je uočljivo na svim profilima: za Dimitrovgrad je to peta klasa, a za ostale profile četvrta. Ali procentualna zastupljenost tipa nanosa je različita od profila do profila. Kod Dimitrovgrada u ovoj klasi dominira suspendovani nanos sa 54,8 %, dok je kod ostalih profila u ovoj klasi prisutna dominacija hemijskog nanosa. Na profilu Pirot hemijski nanos učestvuje sa 88,4 %, kod Bele Planke njegov udeo je nešto manji i iznosi 86,9 % a kod Niša na njega odlazi 77,7 %. Interesantno je da se kod dva profila, najuzvodnijeg i najnižvodnijeg, do dominantne klase pronos hemijskog nanosa procentualno više zastupljen, dok je zastupljenost suspendovanog nanosa u njihovom zbirnom iznosu veća iznad utvrdjene dominantne klase.



Grafik 69. Procentualni udeo suspendovanog (Qs) i hemijskog (Qh) nanosa prema frekvencionalnoj rapodeli specifičnih oticaja (q).

Prema tome, kod Dimitrovgrada i Niša hemijska erozija dominira u klasama proticaja koji figuriraju do 20 l/s/km^2 , dok je iznad ove vrednosti specifičnog oticaja dominantna mehanička vodna erozija.

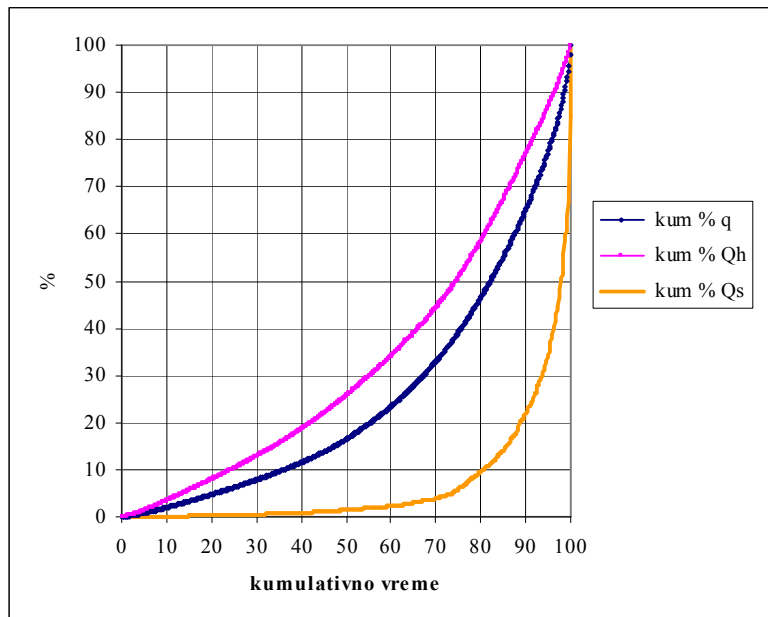
Kako je ranije već ustanovljeno, hemijski nanos je na profilima Pirot i Bela Palanka bio dominantan u celom istraživačkom periodu. Međutim, analizom distribucije frekvenci utvrđeno je da na profilu Bela Palanka u jednom slučaju postoji dominacija suspendovanog nanosa. U sedmoj klasi, kojoj pripadaju specifični oticaji od 40-50 l/s/km², dominira suspendovani nanos. Tačnije, od sumarnog pronosa, 57,9 % čini suspendovani, a 42,1 % hemijski nanos. *To znači da se na profilu Bela Palanka dominacija suspendovanog nanosa može očekivati za vreme specifičnih oticaja većih od 40 l/s/km².*

Dominacija udela pronosa suspendovanog i hemijskog nanosa koji je distribuiran kroz klase vodnosti ispoljava jednu pravilnost. *Udaljavanjem od manjih klasa oticaja ka većim klasama, udeo pronosa hemijskog nanosa se konstantno samnjuje, dok se istovremeno konstantno povećava udeo suspendovanog nanosa.*

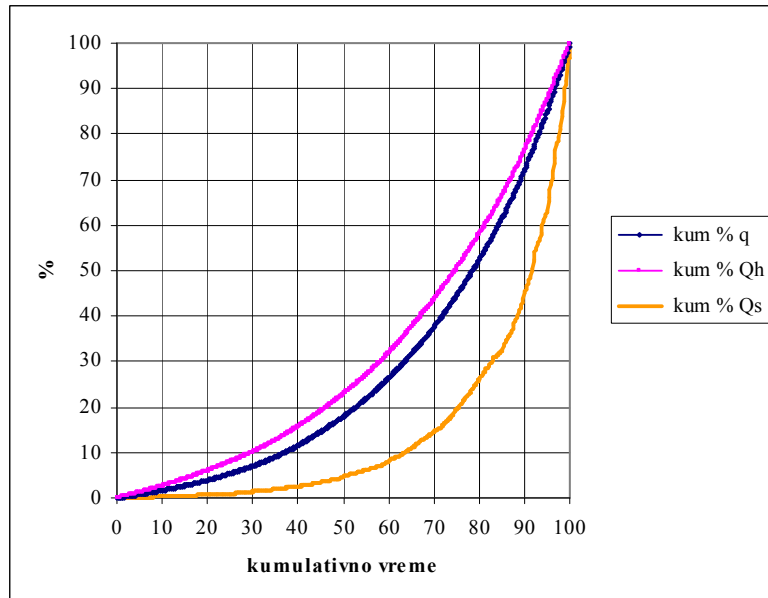
5.3.3.2.4. Vremenska distribucija i ekscesivnost erozivnog procesa

Utvrđjivanje odnosa između suspendovanog i hemijskog nanosa preko komparativne analize koncentracija silta i rastvorenih mineralnih materija, zatim njihove sezonske varijabilnosti, lančanih indeksa, dimanike promena i njihove frekvencijske distribucije preko klasa oticaja, upućuje na zaključak o ekscesivnosti mehaničke vodne erozije. Konačno definisanje bilansa između ova dva tipa nanosa ne može se izvršiti bez uključivanja vremenske distribucije. Kada se ova dva tipa nanosa posmatraju sa tog aspekta konačno se uspostavlja nivo zavisnosti između vremenske perspektive i količine oticajne vode sa jedne strane i intenziteta mehaničke i hemijske erozije sa druge strane.

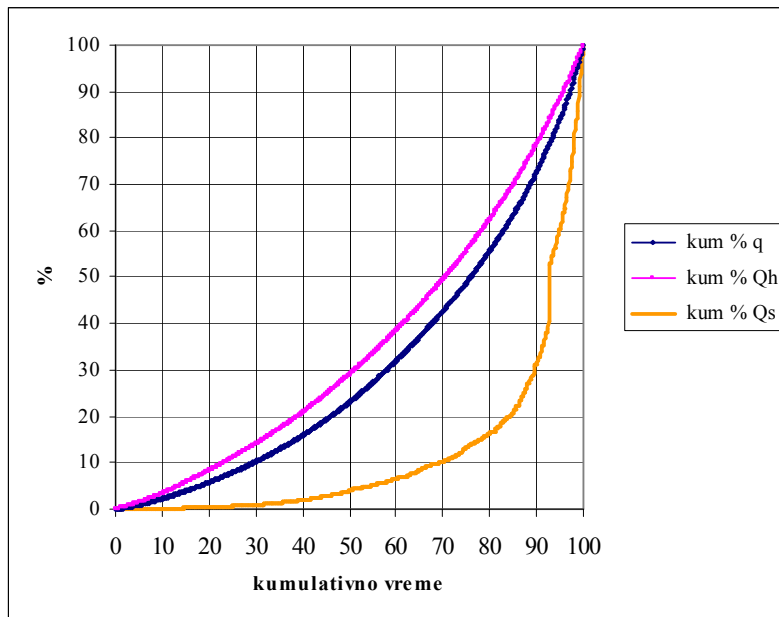
Iz priloženih grafika najbolje se uočava odnos između mehaničke i hemijske erozije, odnosno karakter jedne i druge prema količini oticajne vode. I dok pronos hemijskog nanosa prati trend oticaja, dotle pronos silta ispoljava velika odstupanja. Komparativna analiza sva četiri profila pokazuje da pronos hemijskog nanosa ne varira od profila do profila, i uglavnom za datu oticajnu količinu vode ima procentualno sličanu vrednost pronosa. Ako se izvrši isto uporedjenje suspendovanog nanosa, uočavaju se znatne razlike između profila.



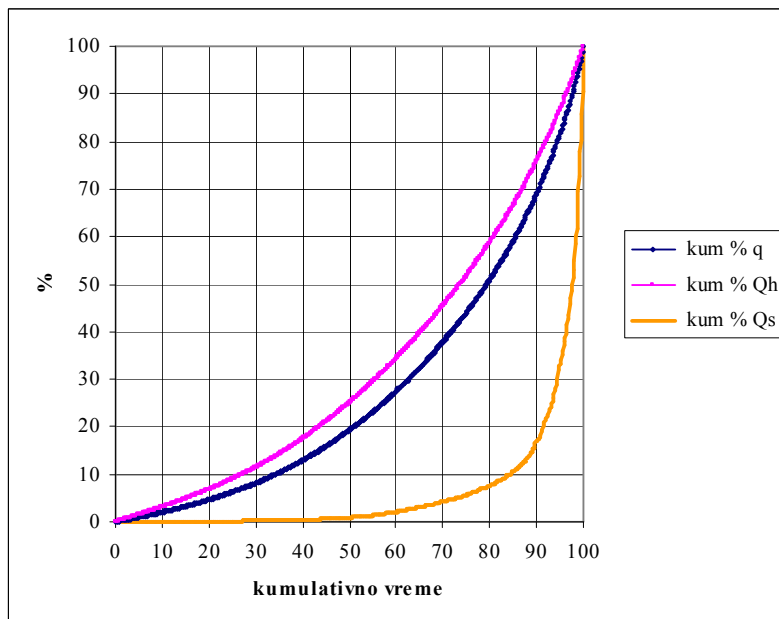
Grafik 70. Odnos specifičnog oticaja (q), pronosa suspendovanog (Qs) i hemijskog (Qh) nanosa prema vremenskoj komponenti - profil Dimitrovgrad.



Grafik 71. Odnos specifičnog oticaja (q), pronosa suspendovanog (Qs) i hemijskog (Qh) nanosa prema vremenskoj komponenti - profil Pirot.



Grafik 72. Odnos specifičnog oticaja (q), pronosa suspendovanog (Qs) i hemijskog (Qh) nanosa prema vremenskoj komponenti - profil Bela Palanka.



Grafik 73. Odnos specifičnog oticaja (q), pronosa suspendovanog (Qs) i hemijskog (Qh) nanosa prema vremenskoj komponenti - profil Niš.

Ako se kao mera uporedjenja uzme 50 % vremena, može se sagledati kolika je količina oticajne vode, pronosa hemijskog i pronosa suspendovanog nanosa na izdvojenim profilima. Za polovinu vremenskog perioda na datim profilima otekne između 16,5 % i 23 % vode, pri čemu se transportuje između 22,8 % i 29 % hemijski rastvorenog nanosa. Za to isto vreme transport suspendovanog nanosa znatno je manji i kreće se u rasponu od 1 - 4,8 % od ukupne godišnje sume. To znači da se za polovinu vremenskog perioda u Nišavi transportuje znatno više hemijskog nego suspendovanog nanosa. Konkretno, kod Dimitrovgrada pronos hemijskog nanosa 17,1 puta je veći od suspendovanog. Kod Pirota i Bele Palanke taj odnos je znatno manji. Pronos hemijskog nanosa kod Pirota je 4,8 puta veći od pronosa silta, a kod Bele Palanke veći za 7,3 puta. Najveća razlika u transportu ova dva tipa nanosa je kod Niša: pronos hemijskog nanosa za 25 puta je veći od pronosa silta za datu vremensku odrednicu.

Tabela 171. Vremenska raspodela oticaja, hemijskog i suspendovanog nanosa.

	Dimitrovgrad	Pirot	B.Palanke	Niš	Dimitrovgrad	Pirot	B. Palanke	Niš
	50 % vremena				90 % vremena			
% q	16,5	18,0	23,0	19,0	65,4	72,5	72,9	69,3
% Qh	25,6	22,8	29,0	25,0	77,0	76,3	78,6	76,0
% Qs	1,5	4,8	4,0	1,0	22,0	45,4	31,4	17,0

Kakav je odnos između mehaničke i hemijske erozije za 90 % vremena najbolje se može videti iz priložene tabele. Za taj vremenski period otekne između 65,4 % i 72,9 % vode, a transportuje se između 76 % i 78,6 % hemijski rastvorenog nanosa. Za isti vremenski period, transport suspendovanog nanosa pokazuje veliku varijabilnost kod datih profila. Tako se kod Pirota transportovalo 45,4 % silta, kod Bele Palanke 31,4 %, dok je kod Dimitrovgrada transport ovog tipa nanosa znatno manji. Za 90 % vremena kod Dimitrovgrada transportovalo se 22 % silta, dok je taj procenat kod Niša još manji, pa je za taj vremenski period transportovano samo 17 % suspendovanog nanosa. Međutim, sada je odnos između dva tipa nanosa ujednačeniji. Kod Pirota i Bele Palanke hemijski nanos je za 1,7 odnosno 2,5 puta veći od suspendovanog. Taj odnos je nešto veći kod Dimitrovgrada, a najveća razlika je na najnižvodnijem profilu. Tako je kod Niša pronos hemijskog za 4,5 puta veći od suspendovanog nanosa.

Upravo ovi podaci pokazuju kakav je karakter jednog i drugog tipa nanosa. *Hemijska erozija ne pokazuje velike fluktuacije, dok mehanička vodna erozija ispoljava*

izrazitu vremensku varijabilnost. Najveći pronos supspendovanog nanosa ostvari se za veoma kratak vremenski period, što govori o ekscesivnom karakteru ovog tipa rečnog nanosa. Ta ekscesivnost najviše je izražena u najuzvodnijem i najnižvodnijem sektiru, dok međjusliv ispoljava blaži vid ekscesivnosti.

6. UPOREDNA ANALIZA VARIJABILNOSTI SUSPENDOVANOG NANOSA KRATKOROČNOG I DUGOROČNOG PERIODA OSMATRANJA

Dug vremenski period osmatranja koncentracija suspendovanog nanosa na Nišavi na profilima Dimitrovgrad i Niš omogućava da se sagleda koliko 2009. i 2010. godina odstupaju od prosečne višegodišnje vrednosti. U tom smislu ove dve godine ličnih opservacija poslužiće za utvrđivanje uticaja pojedinih relevantnih faktora koji su imali efekat na promenu u intenzitetu erozivnog procesa u datim uslovima. Drugim rečima, komparativna analiza poslednje dve godine prve dekade XXI veka sa utvrđenim trendovima i vrednostima tokom analize vremenske serije od pedeset, odnosno četrdesetšest godina, pružiće mogućnost utvrđivanja dejstva nekih od faktora koji determinišu intenzitet mehaničke vodne erozije.

Prilikom analize kolika su odstupanja pomenute dve godine od prosečne vrednosti, tabelarno i grafički prikazane su njihove modulne vrednosti. Odstupanja su prikazana na dva načina. Prvi način podrazumeva da se srednja mesečna vrednost neke varijable podeli sa srednjom godišnjom vrednošću iste. U ovom analitičkom postupku kao uporedna vrednost uzeta je srednja godišnja vrednost višegodišnjeg niza. Kao drugi pokazatelj odstupanja od proseka uzeteo je odstupanje mesečnih vrednosti 2009. i 2010. godine od srednjemesečnih vrednosti istih meseci dobijenih na osnovu višegodišnjeg niza.

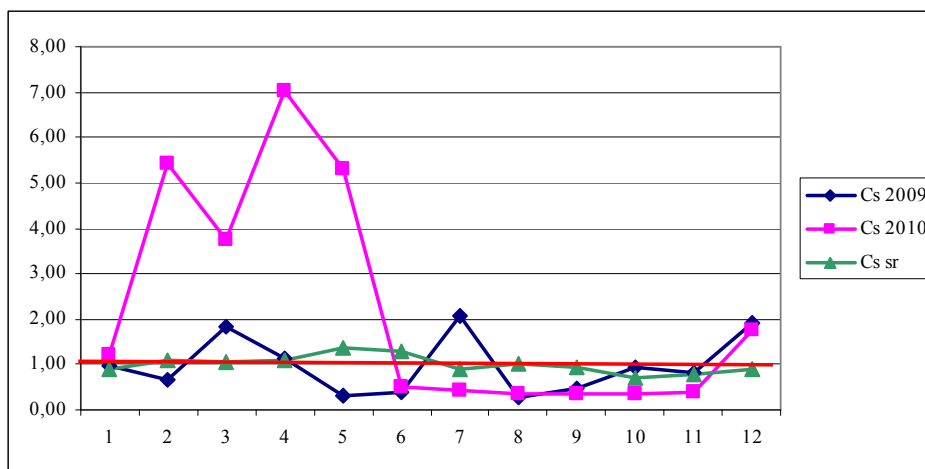
Srednja godišnja vrednost koncentracija suspendovanog nanosa na *profilu Dimitrovgrad* u 2009. godini (0,0633 g/l) je na nivou višegodišnjeg proseka (0,0639 g/l). Ali intragodišnja raspodela pokazuje znatna odstupanja pojedinih meseci. Maj, jun, avgust i septembar beleže koncentracije ispod proseka, dok su januar, oktobar i novembar u prosečnom rangju. Sa aspekta ekstrema od većeg zančaju su periodi koji su znatno iznad proseka. Najekstremniji od svih meseci je jul, koji u odnosu na prosek za taj mesec ima 2,29 puta veću koncentraciju silta. Slede decembar, čija je koncentracija za 2,15 puta veća, i mart sa 1,72 puta većom koncentracijom od prosečne mesečne. Nešto malo iznad proseka je i april.

Godina 2010. je u pogledu ekstrema veoma izražajna, kako za iznadprosečne, tako i za ispodprosečne vrednosti. Srednjegodišnja koncentracija silta je za 2,2 puta veća od srednje višegodišnje vrednosti. Period godine od jula zaključno sa novembrom

karakteriše se ispodprosečnim vrednostima koncentracija nanosa. Decembar, januar, februar, mart, april i maj su ekstremno iznad proseka. U odnosu na srednjegodišnju vrednost najveće odstupanje je kod aprila - 7,04 puta je koncentracija veća od srednje godišnje, a 6,36 puta veća od srednje mesečne. Izuzetno veliko odstupanje imaju februar i maj. Prvi ima za 5,42, a drugi 5,32 veću koncentraciju silta od višegodišnjeg prosega. U odnosu na prosečnu mesečnu vrednost februar ima 5,05 puta, a maj 3,91 puta veću koncentraciju.

**Tabela 172. Srednje mesečne koncentracije suspendovanog nanosa (Cs)
iskazane modulno (sr.mes/sr.god) - profil Dimitrovgrad.**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cs 2009	0,98	0,68	1,83	1,14	0,31	0,41	2,06	0,28	0,45	0,94	0,81	1,93
Cs 2010	1,22	5,42	3,74	7,04	5,32	0,49	0,41	0,35	0,36	0,35	0,38	1,76
Cs sr	0,89	1,07	1,07	1,11	1,36	1,27	0,90	1,00	0,93	0,71	0,78	0,90



**Grafik 74. Grafički prikaz modulnih vrednosti koncentracija suspendovanog nanosa
(sr.mes/sr.god).**

**Tabela 193. Srednje mesečne koncentracije suspendovanog nanosa (Cs)
iskazane modulno (sr.mes/sr. mes. višegodišnjeg perioda) - profil Dimitrovgrad.**

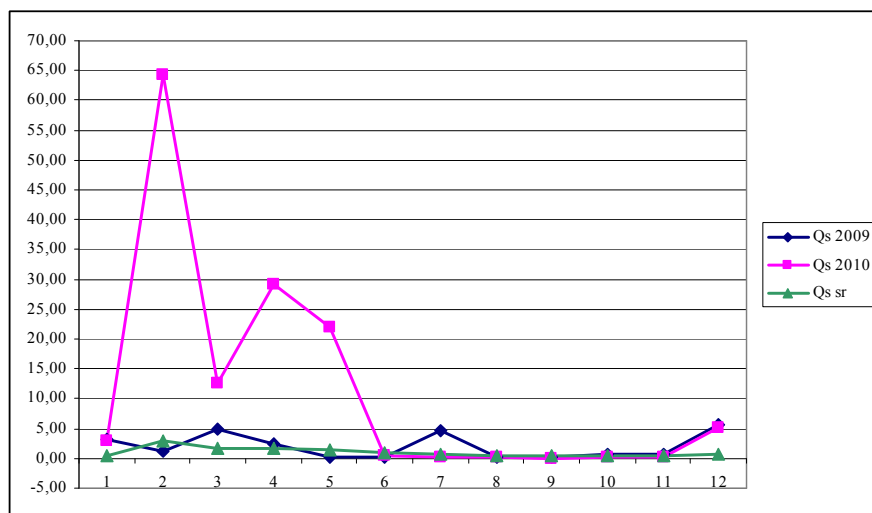
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cs 2009	1,10	0,63	1,72	1,03	0,23	0,32	2,29	0,28	0,48	1,31	1,04	2,15
Cs 2010	1,37	5,05	3,51	6,36	3,91	0,39	0,46	0,35	0,39	0,49	0,48	1,97

Pronos suspendovanog nanosa ispoljava veoma velika odstupanja u 2010. godini, dok je 2009. u tom pogledu uravnoteženija u odnosu na prosečnu višegodišnju

vrednost. Srednjegodišnji pronos suspendovanog nanosa u 2009. godini je 2 puta veći od višegodišnjeg proseka. Unutargodišnja raspodela pronosa nanosa je takva da su ispod proseka meseci maj i jun, i period od avgusta zaključno sa novembrom. Iznad prosečne vrednosti su u periodu od januara zaključno sa aprilom, zatim meseci jul i decembar. Najveće odstupanje je kod decembra, koji ima 5,64 puta veći pronos od višegodišnjeg proseka, a čak 8,8 puta veći pronos od proseka za taj mesec. Slično je i kod jula: 4,63 puta je veći pronos od prosečnog višegodišnjeg, a 6,7 puta veći od srednjemesečnog višegodišnjeg proseka. U tom pogledu ekstreman je i januar: 3,26 puta veći pronos u odnosu na srednje godišnji, odnosno 6,5 puta veći pronos od srednje mesečnog januarskog proseka.

Tabela 174. Mesečni pronos suspendovanog nanosa(Qs) iskazan modulno (sr.mes/sr.god) - profil Dimitrovgrad.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Qs 2009	3,26	1,28	4,98	2,30	0,23	0,22	4,63	0,14	0,16	0,60	0,74	5,64
Qs 2010	2,99	64,34	12,59	29,06	21,97	0,35	0,18	0,08	0,07	0,08	0,14	5,13
Qs sr	0,51	2,92	1,60	1,67	1,39	0,94	0,69	0,51	0,38	0,35	0,39	0,64



Grafik 75. Grafički prikaz modulnih vrednosti pronosa suspendovanog nanosa(sr.mes/sr.god).

Tabela 175. Mesečni pronos suspendovanog nanosa(Qs) iskazan modulno (sr.mes/sr. mes. višegodišnjeg perioda) - profil Dinitrovgrad.

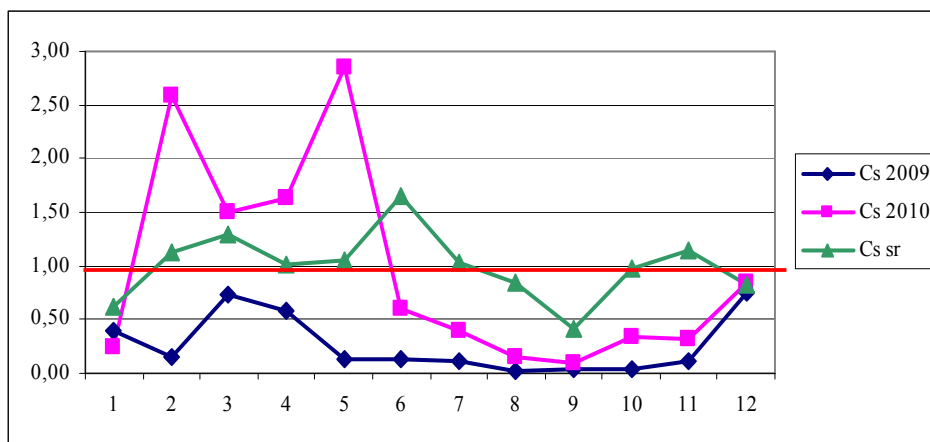
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Qs 2009	6,5	0,4	3,1	1,4	0,2	0,2	6,7	0,3	0,4	1,7	1,9	8,8
Qs 2010	5,9	22,1	7,9	17,4	15,8	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	8,0

Ekstremi su još više izraženi u 2010. godini. Pronos suspendovanog nanosa u odnosu na srednju višegodišnju vrednost veći je za 11 puta. Na mesečnom nivou odstupanje od srednjegodišnjeg proseka je veće 12,6 puta u martu, 22 puta u maju, 29 puta u aprilu i 64,3 puta u februaru. Februar je imao 22,1 put veći pronos od februarskog višegodišnjeg proseka, slede april sa 17,4 i maj sa 15,8 puta većom vrednošću u odnosu na njihove srednjevišegodišnje vrednosti.

Za razliku od profila Dimitrovgrad, koncentracije suspendovanog nanosa tokom 2009. godine na *profilu Niš* su znatno ispod prosečnih vrednosti i na godišnjem i na mesečnom nivou. Od svih meseci jedino decembar ima vrednost relativno blisku srednjevišegodišnjoj, a u odnosu na višegodišnji prosek koncentracija silta manja je za samo 9 %.

Tabela 176. Srednje mesečne koncentracije suspendovanog nanosa (Cs)
iskazane modulno (sr.mes/sr.god) - profil Niš.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cs 2009	0,40	0,15	0,72	0,57	0,13	0,12	0,11	0,02	0,03	0,04	0,11	0,75
Cs 2010	0,24	2,58	1,51	1,63	2,84	0,60	0,40	0,14	0,09	0,33	0,31	0,85
Cs sr	0,62	1,13	1,30	1,01	1,04	1,65	1,03	0,84	0,42	0,97	1,15	0,83



Grafik 76. Grafički prikaz modulnih vrednosti koncentracija suspendovanog nanosa
(sr.mes/sr.god).

Tabela 177. Srednje mesečne koncentracije suspendovanog nanosa (Cs)
iskazane modulno (sr.mes/sr. mes. višegodišnjeg perioda) - profil Niš.

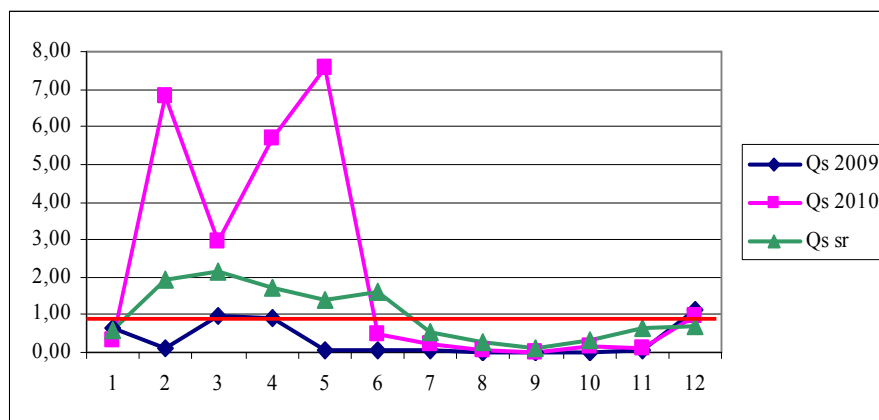
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cs 2009	0,65	0,13	0,56	0,57	0,12	0,08	0,11	0,03	0,07	0,04	0,09	0,91
Cs 2010	0,39	2,28	1,16	1,61	2,72	0,36	0,38	0,17	0,21	0,34	0,27	1,03

Srednja godišnja koncentracija silta tokom 2010. godine manja je od prosečne višegodišnje vrednosti za 5 %. Po tome bi se zaključilo da je ova godina prosečna. Međutim, ova godina je ekstremna i u pogledu nadprosečnih i u pogledu ispodprosečnih vrednosti koncentracija silta u intragodišnjoj raspodeli. Mesec januar, kao i period od juna zaključno sa novembrom ima vrednosti koncentracija silta izuzetno ispod višegodišnjeg proseka, dok je decembar relativno blizak proseku. S druge strane, februar, mart, april i maj su meseci koje odlikuje izuzetno visoka vrednost koncentracije silta. U odnosu na višegodišnji prosek najviše odstupaju maj - 2,84 puta veća koncentracija silta, i februar - 2,58 puta veća koncentracija silta. Na trećem mestu je april sa 1,63, a na četvrtom mart sa 1,51 puta većom koncentracijom. I u odnosu na višegodišnji mesečni prosek odstupanja su velika. Tako su koncentracija silta u maju 2,72, februaru 2,28, aprilu 1,61 i martu 1,16 puta veće od srednjemesečnih višegodišnjih vrednosti.

Kao i kod koncentracija suspendovanog nanosa, tako i kod pronosa 2009. godina ima vrednosti manje od prosečnih. Izuzetak je decembar, tokom kojeg je pronos nanosa bio nešto veći od prosečnog višegodišnjeg i prosečnog mesečnog.

Tabela 178. Mesečni pronos suspendovanog nanosa(Qs) iskazan modulno (sr.mes/sr.god) - profil Niš.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Qs 2009	0,64	0,11	0,97	0,91	0,05	0,04	0,07	0,005	0,01	0,01	0,07	1,13
Qs 2010	0,31	6,82	2,96	5,70	7,59	0,46	0,23	0,05	0,02	0,17	0,11	0,94
Qs sr	0,58	1,95	2,17	1,72	1,37	1,62	0,55	0,26	0,11	0,35	0,63	0,69



Grafik 77. Grafički prikaz modulnih vrednosti pronosa suspendovanog nanosa (sr.mes/sr.god).

**Tabela 179. Mesečni pronos suspendovanog nanosa(Qs)
iskazan modulno(sr.mes/sr. mes. višegodišnjeg perioda) - profil Niš.**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Qs 2009	1,09	0,06	0,45	0,53	0,04	0,03	0,13	0,02	0,06	0,03	0,12	1,65
Qs 2010	0,53	3,50	1,37	3,31	5,52	0,29	0,42	0,19	0,16	0,48	0,18	1,38

Tokom 2010. godine pronos nanosa bio je 2 puta veći od višegodišnjeg proseka. U intragodišnjoj raspodeli nadprosečni period bio je februar - maj, a blizak proseku je decembar. Najekstremniji mesec je maj koji je imao vrednosti pronosa nanosa koje su 7,59 puta veće od srednje višegodišnje. Sledi februar sa 6,82 puta većim pronosom, zatim april sa 5,7 i mart sa 2,96 puta većim pronosom nanosa. Kada se uporede mesečne vrednosti sa srednjim mesečnim vrednostima višegodišnjeg perioda ekstremi su izraženiji. Maj je 5,52 puta veći od proseka za taj mesec, februar i april za 3,5, odnosno 3,3 puta imaju veće vrednosti od mesečnog proseka.

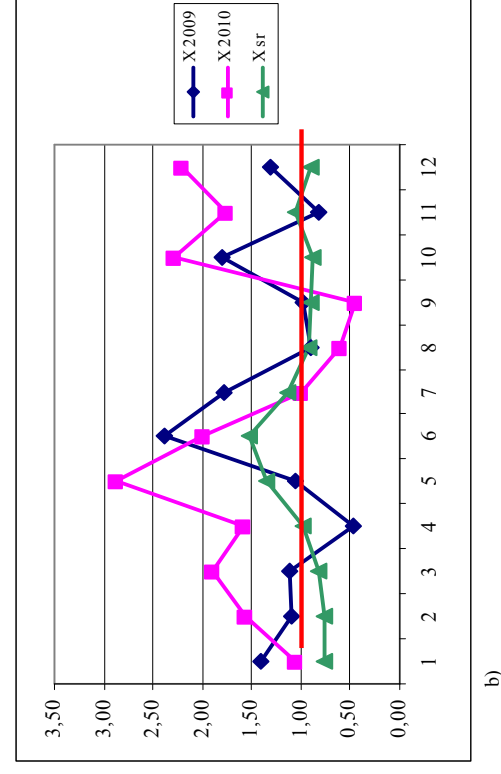
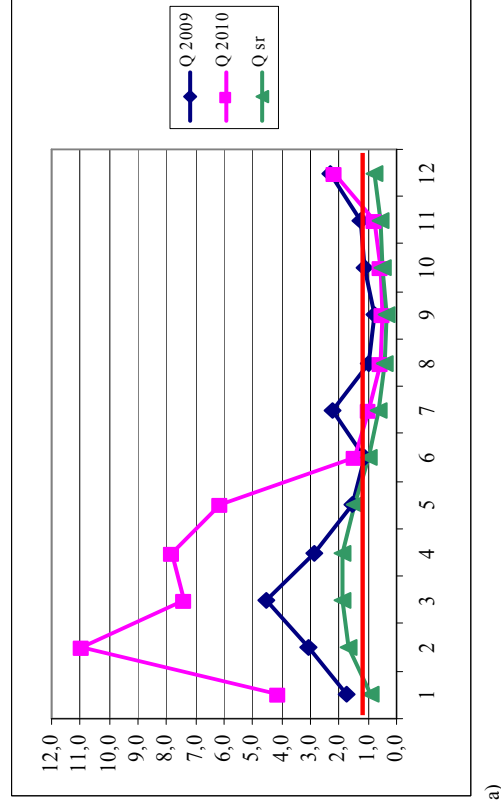
Determinacija faktora. Poslednje dve godine prve dekade XXI veka po intenzitetu erozivnog procesa odlikuje niz specifičnosti u odnosu na prosečne vrednosti. To se naročito odnosi na obe uzorkivačke godine na profilu Dimitrovgrad, dok na profilu Niš najviše odstupa 2010. godina.

Rangirana po vodnosti 2010. godina na profilu Dimitrovgrad zauzima prvo mesto, a u klasifikaciji pripada grupi katastrofalno vodnih godina. U klasifikacija pronosa nanosa u odnosu na vodnost godine, takodje, je na prvom mestu. Prema tome, 2010. godina na najuzvodnijem profilu Nišave po oba kriterijuma je najekstremnija u celom četrdesetšestogodišnjem nizu. Godina 2009., takodje, je visoko pozicionirana. U kategoriji vodnosti nalazi se na četvrtom mestu, dok peto mesto zauzima po pronosu nanosa.

Na profilu Niš 2010. godina je u klasifikaciji godina po vodnosti na drugom mestu i to u kategoriji veoma vodnih godina, a po pronosu nanosa na sedmom. Generalno 2009. godina na ovom profilu je u rangu proseka. Po vodnosti rangirana je na 23. mestu kao srednjevodna godina, a po pronosu nanosa je na 33. poziciji.

Tabela 180. Srednji mesečni proticaji (Q) i srednje mesečne padavine (X) iskazani modulno (sr.mes. / sr. god)
- profil Dimitrovgrad.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Q 2009	1,73	3,10	4,55	2,85	1,51	1,14	2,20	0,96	0,76	1,10	1,27	2,30		X 2009	1,41	1,10	1,12	0,47	1,05	2,39	1,79	0,90	0,98	1,80	0,82	1,30
Q 2010	4,12	10,92	7,42	7,79	6,13	1,46	0,96	0,53	0,47	0,57	0,74	2,17		X 2010	1,06	1,57	1,89	1,59	2,88	1,99	1,00	0,61	0,46	2,28	1,76	2,21
Q sr	0,90	1,66	1,88	1,87	1,43	0,99	0,64	0,42	0,36	0,50	0,55	0,78		X sr	0,76	0,76	0,82	0,98	1,36	1,52	1,14	0,93	0,89	0,88	1,05	0,91



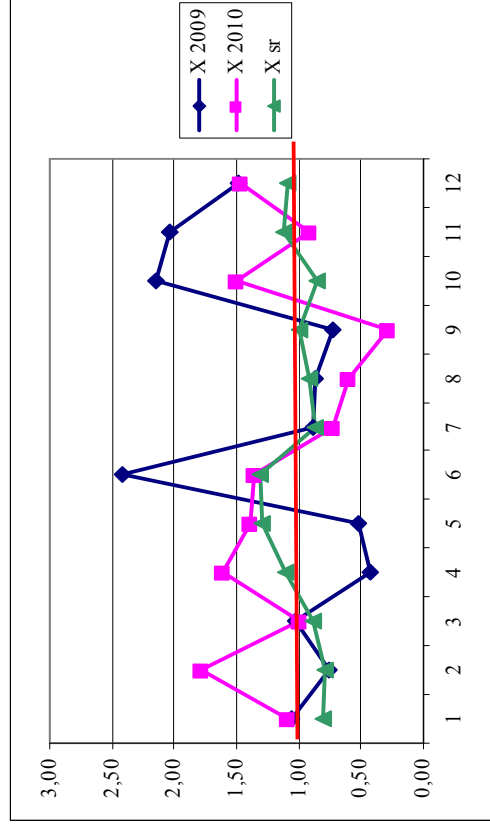
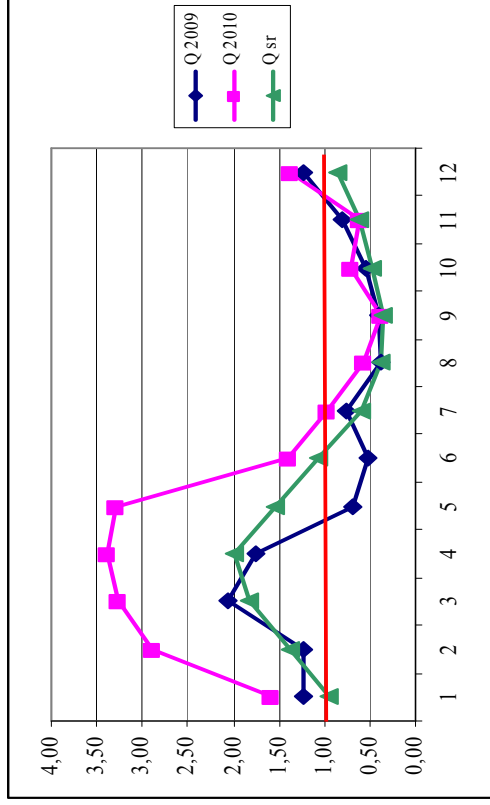
Grafik 78. a) Srednji mesečni proticaji (Q) i b) srednjemesečne padavine (X) iskazani modulno (sr.mes. / sr. god)

Tabela 181. Srednji mesečni proticaji (Q) i srednje mesečne padavine (X) iskazani modulno (sr.mes/sr. mes. višegodišnjeg perioda)
- profil Dimitrovgrad.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Q 2009	1,91	1,87	2,41	1,52	1,05	1,14	3,45	2,26	2,11	2,21	2,30	2,94		X 2009	1,85	1,45	1,36	0,48	0,77	1,57	1,56	0,97	1,10	2,05	0,78	1,44
Q 2010	4,12	5,94	3,56	3,76	3,86	1,33	1,36	1,13	1,18	1,04	1,21	2,50		X 2010	1,06	1,59	1,75	1,24	1,61	1,00	0,67	0,50	0,39	1,97	1,27	1,85

Tabela 182. Srednji mesečni proticaji (Q) i srednje mesečne padavine (X) iskazani modulno (sr.mes. / sr. god)
- profil Niš.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
Q 2009	1,23	1,22	2,05	1,75	0,68	0,53	0,76	0,38	0,40	0,55	0,82	1,24												
Q 2010	1,59	2,88	3,27	3,38	3,29	1,39	0,98	0,56	0,38	0,70	0,61	1,38												
Q sr	0,96	1,37	1,81	1,98	1,53	1,06	0,60	0,39	0,36	0,47	0,62	0,86												
X 2009	0,97	0,70	0,95	0,40	0,48	2,22	0,82	0,80	0,67	1,98	1,88	0,97												
X 2010	1,00	1,64	0,91	1,48	1,28	1,25	0,67	0,55	0,27	1,37	0,84	1,00												
X sr	0,74	0,73	0,81	1,01	1,18	1,20	0,80	0,84	0,91	0,79	1,02	0,74												



Grafik 79. a) Srednji mesečni proticaji (Q) i b) srednjemesečne padavine (X) iskazani modulno (sr.mes. / sr. god)

Tabela 183. Srednji mesečni proticaji (Q) i srednje mesečne padavine (X) iskazani modulno (sr.mes/sr. mes. višegodišnjeg perioda)
- profil Niš.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
Q 2009	1,28	0,89	1,13	0,89	0,44	0,50	1,28	0,98	1,10	1,17	1,31	1,45												
Q 2010	1,66	2,10	1,80	1,71	2,15	1,31	1,64	1,45	1,04	1,49	0,98	1,62												
X 2009	1,33	0,96	1,17	0,39	0,40	1,85	1,03	0,95	0,73	2,50	1,83	1,37												
X 2010	1,37	2,26	1,12	1,46	1,08	1,04	0,84	0,65	0,30	1,74	0,82	1,35												

Nagla promena u intenzitetu erozivnog procesa javlja se najčešće kao reakcija različitih klimatskih promena, a najveći uticaj ima promena u količini i intenzitetu padavina, dok se drugi dominantan uticaj ogleda kroz promene temperature vazduha (Nearing M. A., et al., 2005). Kako što se iz priloženih tabela i propratnih grafikona može videti (tabela 180,182, grafikon 78,79) svakako da je ovako povećana vodnost posledica promena u količini padavina. Međutim, *svako povećanje padavina ne doprinosi isključivo intenziviranju erozivnog procesa, posebno ne ekscesivnog procesa*. Postavlja se pitanje koja se to količina padavina može smatrati relevantnom ili graničnom koja će uticati na pojavu ekscesivne erozije. Na prostoru Srbije pojedina istraživanja pokazuju da se izlivanje reka javlja kod padavina čiji intenzitet iznosi 25 mm na dan (Milanović A., 2006), dok se kao pokazatelj uslova za ekscesivnu eroziju uzimaju dnevne padavine preko 30 mm (Dragičević S., 2007). Na osnovu globalne analize pluviometrijskog režima na području Srbije u najvećem broju slučajeva dnevne padavine veće od 40 mm izazivaju intenzivnu produkciju nanosa, ali kako je njihova učestalost mala, kao realna vrednost uzima se količina između 20-30 mm (Petković S., 1993). U izvesnim slučajevima i manja količina padavina u sadejstvu sa visokom temperaturama može uticati na pojavu ekscesivne erozije. Determinisanje padavina kao faktora intenziteta erozivnog procesa biće razmotreno kroz metodološku koncepciju uspostavljanja odgovarajućih pragova (Andjelković G., 2009).

5.6.1. PADAVINE KAO DETERMINANTA EROZIVNOG PROCESA

Posmatrano kroz hidrološku komponentu (tabela 180 i grafikon 78) za 2009. godinu na profilu Dimitrovgrad karakteristični su proticaji koji u intragodišnjoj raspodeli imaju (izuzev avgusta i septembra) nadprosečne vrednosti. Ove dnevne nadprosečne vrednosti proticaja, uglavnom prati i nadprosečna količina padavina. Međutim, kako je konstatovano, koncentracije suspendovanog nanosa i pronos nanosa koji su imale vrednosti znatno iznad prosečnih zabeležene su samo tokom tri meseca: u martu, julu i decembru. To potvrđuje činjenicu da svako povećanje u količini padavina ne doprinosi i intenzivnom povećanju pronosa nanosa. Uspostavljanjem veze između maksimalnih dnevnih količina padavina za svaki mesec i odgovarajućih pagova koji definišu padavine kao intenzivnu pojavu, uočava se konkretniji uticaj padavina na proces erozije (tabela 184). Kod Dimitrovgrada granična vrednost praga kod padavina za mesec jul je 25,3 mm, a za decembar 13,8 mm. U 2009. godini maksimalna dnevna količina padavina iznosila je 38,6 mm, a u decembru 18,2 mm. To znači da je količina padavina u julu bila za 52,3 % , a u decembru za 31,6 % veća od datog mesečnog praga.

Tabela 184. Maksimalne dnevne količine padavina X (mm) 2009. i 2010. godine i pragovi za intenzivne padavine.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Dimitrovgrad											
X 2009	22,9	18,5	11,8	7,5	15,3	29,9	38,6	26,5	20,0	19,6	15,6	18,2
X 2010	8,9	9,5	22,7	20,4	35,7	21,6	12,6	12,9	6,6	18,1	29,9	29,7
X dmax	12,5	13,2	14,7	14,8	21,0	25,5	25,3	20,0	18,4	17,3	17,7	13,8
	Niš											
X 2009	16,4	11,2	7,2	13,0	6,0	29,2	35,0	31,4	24,0	32,8	29,1	12,1
X 2010	12,8	14,2	19,9	23,5	16,9	16,9	13,2	12,9	3,4	19,0	15,8	18,4
X dmax	11,3	12,0	13,3	16,3	19,1	22,2	16,3	18,9	18,0	15,7	16,3	14,3

Legenda: X dmax - prosečne maksimalne dnevne količine padavina u mm (1961-2010), kao pragovi za intenzivne padavine.

Godina 2010. u hidrološkom pogledu je nadprosečna godina. Svi meseci imaju proticaj koji je veći od prosečnog višegodišnjeg mesečnog proticaja, izuzev novembra (tabela 181). Koncentracija i pronos suspendovanog nanosa ekstremni su samo u februaru, martu, aprilu, maju i decembru, tako da ne prate povećanje proticaja i količine padavina u svim mesecima. Ovako ekstremne koncentracije i pronos nanosa posledica su visokih vrednosti dnevnih maksimuma padavina, koji su od utvrdjenih pragova veći

za 1,4 do 2,1 puta. Tako je prag za april 14,8 mm, a dnevna količina padavina u 2010. godini je za 38 % veća od njega. Martovska dnevna količina padavina je za 54,7 % veća od utvrđenog praga, majska za 69,8 %, a decembarska za čak 215 %.

Slično je i na profilu Niš u 2010. godini. Proticaji su u svim mesecima iznad prosečnih srednjemesečnih vrednosti. Iznad prosečne koncentracije i pronos nanosa su u istim mesecima kao i na uzvodnom profilu. Dnevni maksimumi padavina veći su od 1,2 do 1,5 od utvrđenih pragova. Procentualno, februar ima dnevnu količinu padavina za 18,1 % veću od utvrđenog praga, decembar 28,7 %, april 44,1 %, a mart 49,9 %.

5.6.2.TEMPERATURA VAZDUHA KAO DETERMINANTA EROZIVNOG PROCESA

Prilikom utvrđivanja uticaja intenzivnih padavina na pronos suspendovanog nanosa pokazalo se da one u pojedinim mesecima ne prelaze utvrđene pragove, iako u tim mesecima koncentracija i pronos imaju ekstremne vrednosti. Takavi su, recimo, mart 2009. godine ili februar 2010. godine, oba na profilu Dimitrovgrad. Njihove maksimalne dnevne količine padavina su ispod utvrđenih pragova. Prema tome, u ovoj situaciji količina padavina ne može se smatrati dominantnim faktorom koji doprinosi ekscesivnosti erozivnog procesa. Zato je drugi klimatski elemenat važan za intenziviranje erozivnog procesa, a to je temperatura vazduha. Za istraživanje nepovoljnih klimatskih pojava u funkciji pojave ekscesivne erozije najznačajnije su vrednosti, ne toliko srednjih mesečnih temperatura, koliko njene maksimalne i apsolutne dnevne vrednosti. Ove vrednosti posebno imaju značaj u hladnijem delu godine, jer direktno utiču na intenziviranje denudacionog procesa. Iz tog razloga uticaj temperature vazduha na intenzitet erozivnog procesa biće razmotren kroz nekoliko najtipičnijih slučajeva u tom delu godine.

Objašnjenje visokih koncentracija i pronosa nanosa znatno iznad proseka tokom jula i decembra 2009. godine na profilu Dimitrovgrad dato je kroz uticaj intenzivnih padavina. Ali povećanje koncentracija silta u martu ne mogu se objasniti samo tim faktorom. Količina padavina u martu ima za 36 % veću količinu padavina od prosečne vrednosti za ovaj mesec, što se moralo odraziti na povećane koncentracije i pronos nanosa. Ali maksimalna dnevna količina padavina bila je ispod utvrđenog praga za 19,6 %. To ukazuje na postojanje još nekog faktora koji je uslovio dato povećanje koncentracija i pronosa suspendovanog nanosa. Srednja temperatura vazduha u ovom

mesecu iznosila je 4,9 °C, što je u rangu proseka za ovaj mesec, a i srednja maksimalna temperatura (10,4 °C) ima vrednost ispod višegodišnjeg proseka (11,1 °C). Medjutim, ovaj mesec je specifičan po tome što ima izuzetno visoku apsolutnu vrednost temperature vazduha od 23,3 °C. Tokom meseca bilo je 11 dana čija je maksimalna dnevna temperatura bila veća od 11,1 °C. S obzirom da je temperatura vazduha u prethodna dva meseca bila ispod proseka, ovako visoke temperature u martu uticale su na otapanje snežnog pokrivača. Izlučivanje padavina u vidu kiše, kao i naglo topljenje snega, imali su za posledicu povećanu koncentraciju silta i povećan pronos nanosa.

Tabela 185. Srednje mesečne maksimalne temperature vazduha t (°C) 2009. i 2010. godine i srednje maksimalne temperature t_{dmax} (°C) za period 1961-2010.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dimitrovgrad												
t 2009	3,6	5,0	10,4	19,3	24,0	26,1	28,0	28,2	24,0	17,2	13,9	7,3
t 2010	4,0	6,6	12,0	16,6	21,9	25,3	27,7	30,0	23,8	14,5	17,0	6,1
t dmax	3,4	6,0	11,1	16,7	21,6	24,9	27,3	27,6	23,3	17,7	10,8	4,8
Niš												
t 2009	4,5	6,7	11,8	21,1	25,7	27,3	30,0	30,6	26,4	18,4	14,5	8,8
t 2010	5,1	7,9	13,2	18,5	23,3	27,2	29,6	31,4	25,2	15,4	18,9	7,7
t dmax	4,4	7,4	12,6	18,2	23,4	26,7	28,9	29,3	24,7	19,0	12,1	5,7

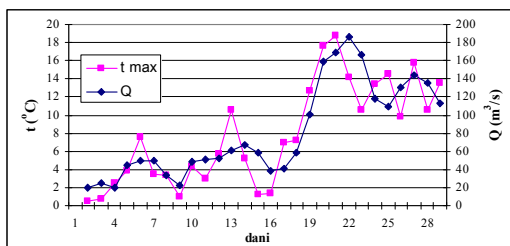
Tabela 186. Apsolutno maksimalne temperature vazduha t (°C) 2009. i 2010. godine.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dimitrovgrad												
t amax 2009	12,6	17,6	23,3	24,5	29,5	32,6	35,7	34,1	32,4	27,0	20,3	20,8
t amax 2010	17,8	19,2	23,3	24,3	28,4	33,8	33,4	36,1	31,7	20,5	24,4	19,6
Niš												
t amax 2009	18,5	18,7	24,2	25,5	32,0	33,6	36,6	36,0	35,0	28,4	21,0	22,2
t amax 2010	18,6	18,7	23,2	26,5	30,0	36,0	35,0	37,6	33,3	22,7	26,4	21,0

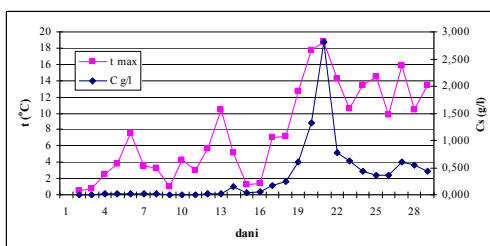
Kao ilustrativan primer uticaja temperature vazduha na erozivni proces, na istom profilu, može poslužiti mesec februar 2010. godine. Zapravo ovaj mesec je primer kako udruženo dejstvo povećene količine padavina i povišenih temperatura vazduha utiče na pomenuti proces. Srednja mesečna količina padavina je tokom februara bila za 59 % veća od prosečne za ovaj mesec, ali maksimalna dnevna količina padavina nije prešla utvrdjeni prag, manja je od njega za čak 27,9 %. Kako je ovo tipičan zimski mesec, količina padavina u vidu snega ne bi ostavila posledice kakve su navedene. Medjutim, temperatura vazduha je bila znatno iznad proseka. Tačnije, srednja maksimalna temperatura bila je za 10 % veća od utvrdjene prosečne višegodišnje vrednosti za ovaj mesec, a izmerena je i apsolutno maksimalna temperatura od 19,2 °C. Inače u poslednjoj

dekadi ovog meseca svi dani imali su maksimalne dnevne vrednosti temperatura veće od 6 °C, od toga tokom pet dana temperatura je bila veća od 12 °C.

Izrazito visoka koncentracija silta, kao i veliki pronos nanosa tokom februara 2010. godine na nizvodnom profilu, takodje se objašnjava uticajem temperature vazduha. U kojoj meri su vrednosti koncentracija silta determinisane pojavom visokih temperatura vazduha prikazano je na grafiku 77 i 78. Veza izmedju temperature vazduha i proticaja s jedne strane, i temperature vazduha i silta sa druge strane, najbolje opisuje eksponencijalna regresija sa koeficijentom determinacije od 0,79, odnosno 0,77. Iako ovaj mesec na profilu Niš beleži maksimalne dnevne padavine veće od utvrdjenog praga, uticaj temperature je evidentan. Temperatura vazduha je prešla srednju višegodišnju vrednost za 6,1 %, a apsolutno maksimalna temperatura iznosila je 18,7 °C, pri čemu su maksimalne dnevne vrednosti tokom celog meseca bile su pozitivne. Vrhunac poplavnog talasa bio je 21. februara kada je vrednost proticaja iznosila 186,0 m³/s ($q=48,1$ l/s/km²). Ovako visok proticaj rezultat je visoke srednjednevne temperature vazduha prethodnog dana koja je iznosila 12,7 °C, a maksimalna dnevna rekordnih 18,7 °C. To je uslovalo pojavu najviše koncentracije silta tokom cele 2010. godine od 2,8166 g/l. Tog dana transportovano je 34,4 % mesečne sume nanosa.

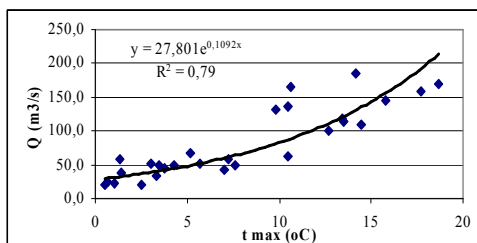


a)

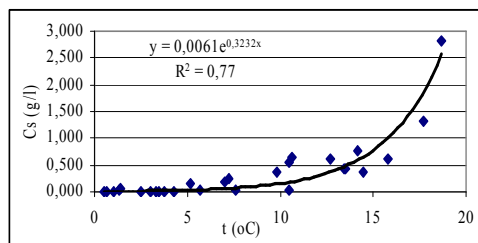


b)

Grafik 80. Dnevni hod proticaja Q i maksimalnih dnevnih temperatura vazduha u februaru 2010. a) i dnevni hod koncentracija silta i maksimalnih dnevnih temperatura vazduha u februaru 2010 b) - profil Niš



a)



b)

Grafik 78. Odnos izmedju dnevnih maksimalnih temperatura vazduha i proticaja a) i dnevnih maksimalnih temperatura vazduha i koncentracija silta b) - profil Niš

Združeni uticaj padavina i temperature vazduha najbolje se može sagledati kroz mesec decembar 2009., ali i 2010. godine. Generalno, prema intragodišnjoj raspodeli koncentracija i pronosa nanosa ovaj mesec nalazi se ispod vrednosti 1. Odnosno, koncentracije i pronos nanosa imaju vrednosti koje se ispod prosečnih srenjegodišnjih. Ali i 2009. i 2010. godine na oba profila decembar se nalazi iznad crvene linije, tj. ima nadprosečne vrednosti koncentracija i pronosa nanosa. Kako je ovo tipičan zimski mesec, temperatura vazduha imala je značajnu ulogu u intenziviranju erozivnog procesa. Već je objašnjena uloga intenzivnih padavina. Ona je pojačana dejstvom temperature vazduha. Na profilu Dimitrovgrad decembar 2009. godine imao je za 31,6 % veću količinu padavina od utvrdjenog praga, a 2010. godine 2,15 puta veću količinu padavina. Temperature vazduha iznad prosečnih višegodišnjih vrednosti bile su veće u prvom sučaju za 53 %, a u drugom za 28 %. Apsolutne temperature vazduha iznosile su 20,8 °C i 19,6 °C. Na profilu Niš u decembru 2010. godine količina padavina iznad praga bila je veća za 28,7 %, a temperatura vazduha za 35 %.

Složenost interaktivnog uticaja srednjemesečnih količina padavina, dnevnih maksimuma padavina, ekstremnih vrednosti padavina i temperature vazduha znatno iznad utvrdjenih pragova, na intenzitet erozivnog procesa poslužiće sledeći primer. To je mesec novembar 2010. godine - profil Niš. Ovaj mesec ima za 68,8 % veću maksimalnu dnevnu količinu padavina od utvrdjenog praga, temperaturu vazduha za 56 % veću od utvrdjene srednje vrednosti, visoku apsolutnu vrednost temperature vazduha od 26,4 °C, ali ni koncentracija ni pronos nanosa nisu prešli crvenu liniju, tj. nemaju vrednost veću od 1, čak su nešto malo ispod proseka za ovaj mesec. Jedan uslov, zapravo, nije ispunjen, a to je dovoljna količina padavina. Naime, na priloženom grafiku može se videti da u godišnjoj raspodeli padavina ovaj mesec ima vrednost ispod proseka. Srednja mesečna količina padavina u novembru 2010. godine bila je za 10 % manja od prosečne za ovaj mesec. Takođe, je količina padavina u ovom mesecu bila ispodprosečne višegodišnje vrednosti. To znači da niz neophodnih uslova diktira intenziviranje erozivnog procesa.

Na primeru ovih opservacija i klimatsko-hidroloških karakterisika datog perioda koji su diktirali promene u intenzitetu erozivnog procesa, može se izdvojiti nekoliko najznačajnijih uslova koji su neophodni da bi se pojavila ekscesivna erozija. Neophodni uslovi koji dovode do pojave ekscesivne erozije su: 1) Srednja mesečna količina

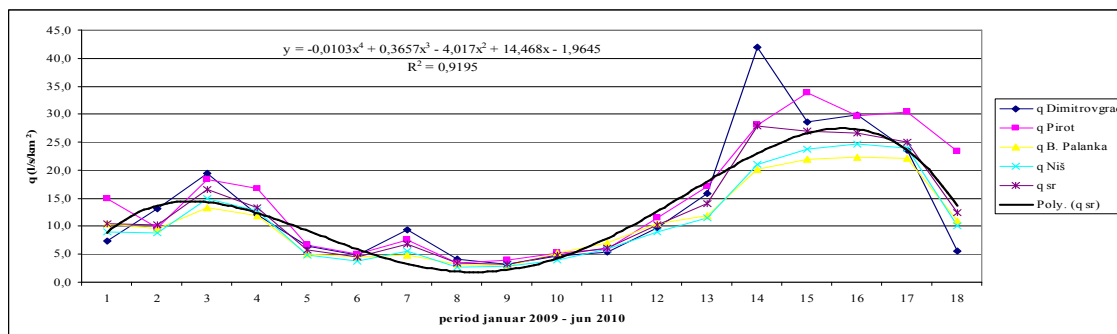
padavina mora da bude veća od prosečne višegodišnje vrednosti; 2) Srednja mesečna količina padavina mora da bude veća od prosečne mesečne vrednosti; 3) Dnevne maksimalne padavine moraju biti veće od utvrđenog praga za intenzivne padavine; 4) Srednje mesečne maksimalne temperature vazduha morju biti veće od njihovih prosečnih vrednosti višegodišnjeg perioda.

Ovakvi uslovi doveli su do pojave visokih proticaja, čije su vrednosti bile znatno iznad prosečnih, što je sve zajedno uslovalo pojavu visokih koncentracija silta i pronosa nanosa. U suprotnom, nedostatak jednog od navedenih uslova neće stvoriti ekscesivnu eroziju. Međutim, treba napomenuti da su ovi uslovi tipični za vremenski period neposrednih opservacija i da ga treba proveriti u i drugim vremenskim odrednicama kada su postojali drugačiji klimatsko-hidrološki uslovi.

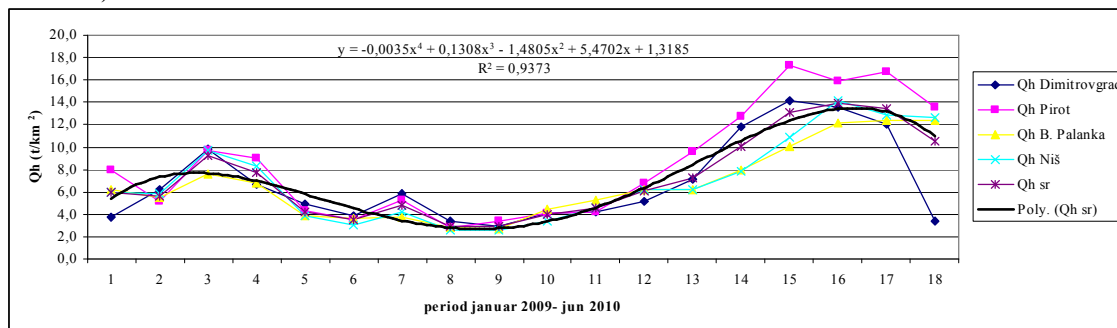
5.7. DETERMINACIJA SEZONE (GODIŠNJEG DOBA)

KAO FAKTORA INTENZITETA EROZIVNOG PROCESA

Samostalan, odnosno direktni uticaj godišnjeg doba na intenzitet hemijske erozije utvrđen je ranijim istraživanjima na prostoru Srbije. Pokazalo se da "uticaj sezonskih varijacija u našim uslovima gotovo da nema značaja na proces hemijskog raspadanja stena (manji je od $\pm 6,5$ %). U svakom od godišnjih doba dolazi do smene vodećih faktora raspadanja: oni koji su bili dominantni leti, u toku zime ustupaju mesto nekim drugim. Na taj način tokom godine dolazi samo do neosetnog smenjivanja odredišnih faktora raspadanja stena, odnosno promene smera i intenziteta njihovog delovanja, ali ne i rezultata koji iz toga proističe " (Manojlović P., 1992). Međutim, prema istom autoru direktan uticaj proticaja na promenljivost iznosa pronosa hemijski rastvorenog nanosa iznosi 88 % (Manojlović P., 1989). S obzirom na godišnju raspodelu proticaja, pronos hemijskog nanosa ispoljava izrazito sezonsko obeležje. Trend pronosa hemijski rastvorenog nanosa prati godišnju liniju trenda proticaja, koje su u oba slučaja u odnosu na mesece na nivou veze veće od 0,9.



a)



b)

**Grafik 81. Intragodišnja distribucija specifičnih oticaja (a)
i specifičnog pronosa hemijski rastvorenog nanosa (b) u periodu januar 2009 - jun 2010.**

Prilikom utvrđivanja samostalog (potencijalog) uticaja godišnjeg doba na varijabilnost suspendovanog nanosa moguće je sagledati na dva načina: preko koncentracija suspendovanog nanosa i preko pronosa nanosa. Kako proticaj, tj. vodnost ima veliki uticaj na obe varijable, njegov direktni uticaj može se sagledati samo preko odnosa sa koncentracijom, jer je u pronosu nanosa on već sadržan kao integralna komponenta i kao takav već unapred sezonski definisan (multikolinearnost). Zato je u regresioni model kao nezavisna promenljiva uzeta koncentracija silta.

Ako se u regresioni model kao zavisno promenljiva uzme koncentracija silta, a kao nezavisno promenljive proticaj, odnosno specifični oticaj i godišnje doba, preko parcijalnih koeficijenata elastičnosti dobija se uvid u relativan uticaj svake od nezavisno promenljivih na koncentraciju nanosa, a preko standardizovanih parcijalnih koeficijenata potencijalne mogućnosti istih.

Tabela 187. Parcijalni i standardizovani koeficijenti elastičnosti oticaja (q) i godišnjeg doba (GD) u funkciji determinacije koncentracije slita.

Reka	Profil	pke q	pke GD	ske q	ske GD
Nišava	Dimitrovgrad	0,44	0,17	0,52	0,1
Nišava	Niš	0,67	0,47	0,43	0,2

Parcijalni koeficijent elastičnosti na profilu Dimitrovgrad ukazuje da q ima 2,6 puta veći uticaj u odnosu na fizičko-geografske uslove koji determinišu godišnje doba. Međutim, potencijalna mogućnost q je 5,3 puta veća od godišnjeg doba uz isključeni uticaj oticaja.

S druge strane, *pke* na profilu Niš ukazuje na 1,4 puta veći uticaj q od relativnog uticaja godišnjeg doba, ali je zato potencijalna mogućnost q veća, i to za 2,3 puta, u odnosu na fizičko-geografske uslove sadržane u sezoni.

Može se izvesti zaključak da je nezavistan (samostalan) uticaj vodnosti na formiranje određene koncentraciju silta dominantan faktor, ali da je taj uticaj veći kod profila Dimitrovgrad nego na profilu Niš. Potencijalne mogućnosti vodnosti na formiranje određene koncentracije silta su, takodje, na profilu Dimitrovgrad veće. Prema tome, neosporan je uticaj vodnosti na koncentraciju silta na oba profila, s tom

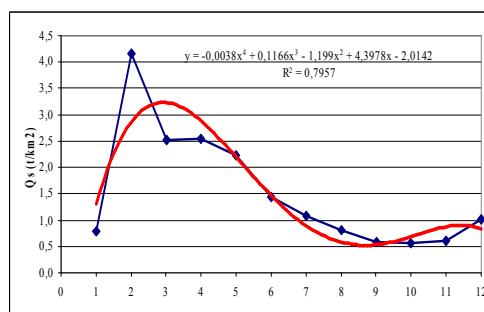
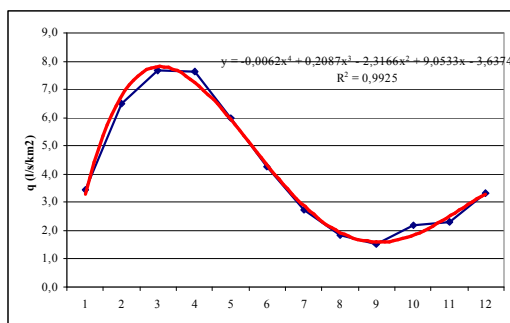
razlikom da je q značajniji na Dimitrovgradu (5,3 puta veći uticaj) nego kod Niša (2,3 puta veći uticaj). Ako se uporede ove dve vrednosti dobija se skriveni uticaj sezone.

Posredno, to znači da je pri istim ili sličnim hidrološkim uslovima na formiranje određene koncentracije silta u rečnom toku na profilu Niš uticaj godišnjeg doba veći za 2,3 puta u odnosu na profil Dimitrovgrad.

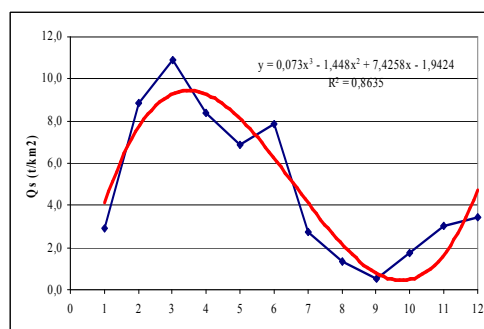
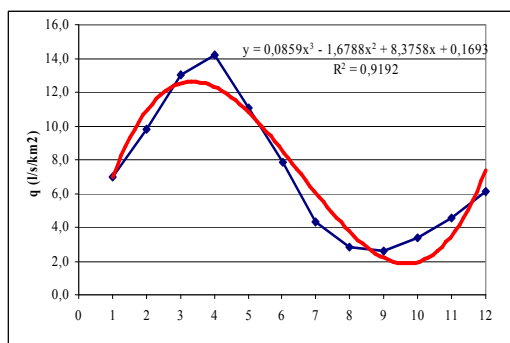
Različiti uticaj sezone na koncentraciju suspendovanog nanosa determinisan na ovaj način nalazi potvrdu u ranije analiziranim karakteristikama izdvojenih profila.

I) Učestalost pojavljivanja maksimalnih srednjemesečnih koncentracija silta na ova dva profila veoma se razlikuje. Dimitrovgrad se izdvaja kao profil u kome su se maksimumi koncentracija tokom istraživanog perioda javili u svakom mesecu bar po jedan put. Za razliku od Dimitrovgrada, na profilu Niš jasno je izdvojen prolećno-letnji period pojave maksimuma srednjemesečnih koncentracija silta; a mesec septembar se izdvaja po tome da u periodu od pedeset godina maksimum koncentracija nikada nije zabeležen. Takodje, uočeno fazno pomeranje učestalosti maksimuma srednjemesečnih koncentracija suspendovanog nanosa jasnije je izdiferencirano na profilu Niš, na jednu sezonu, u odnosu na uzvodni profil. I dok je za profil Niš jasno izdvojen jedan prolećni maksimum (koji je vezan za početak proleća), učestalosti pojave koncentracija silta, za Dimitrovgrad je karakteristična izražena učestalost koncentracije silta kroz pojavu drugog maksimuma koji je prisutan tokom leto.

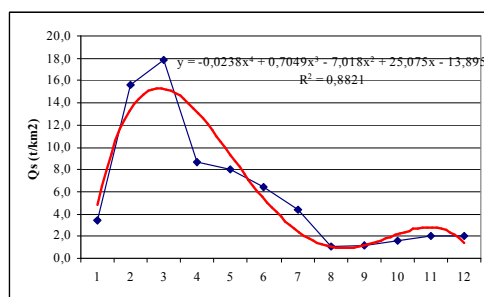
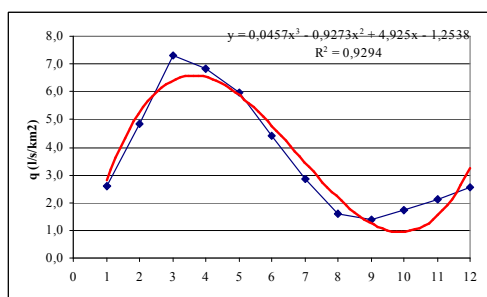
II) Prilikom komparativne analize sezonske varijabilnosti koncentracija i pronosa suspendovanog nanosa u opservacijskom periodu 2009/2010. godina uočena je znatna razlika u veličini odnosa istih tokom različitih sezona. Odnos između koncentracija silta između prolećne i jesenje, kao ekstremnih sezona, znatno je veći kod profila Niš nego na Dimitrovgradu. U prvom slučaju taj odnos iznosi 1: 34,8, a u drugom 1: 7,3. Slično je i sa pronosom nanosa. Ekstremne sezonske vrednosti pronosa znatno su izraženije na profilu Niš i nalaze se u odnosu 1: 181,9, dok je kod profila Dimitrovgrad taj odnos mnogo manji i iznosi 1: 42,7.



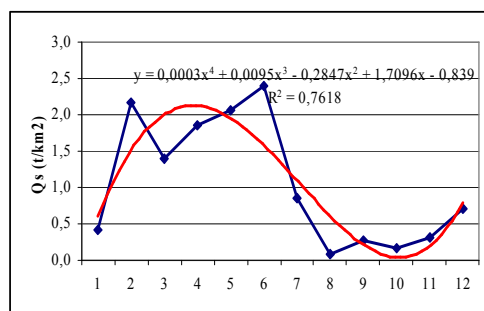
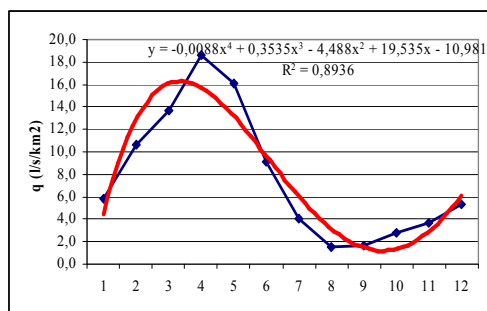
Nišava - Dimitrovgrad (1965-2010)



Nišava - Niš (1961-2010)



Jerma - Trnski Odorovci (1964-1985)



Visočica - Bračevci (1965-1986)

Grafik 82. Intragodišnja distribucija specifičnog oticaja (q - l/s/km²) i srednjemesečnog specifičnog pronosa suspendovanog nanosa (Q_s - t/km²).

Prema tome, godišnje doba sagledano kroz splet fizičko-geografskih karakteristika koje ga određuju, jasnije je diferencirano na nizvodnom delu sliva u odnosu na uzvodni deo sliva. Ovakva diferencijacija odrazila se na intenzitet erozivnog procesa tako da je on izraženiji tokom određenih sezona u nizvodnom sektoru. Diferenciranje uticaja sezone omogućava tačniju procenu i verovatnoću predviđanja ekscesivne erozije u određeno doba godine u nizvodnom delu sliva. Kod uzvodnog sektora, mogućnost pojave ekscesivne erozije je takva da je ona teže predvidiva, s obzirom da se može očekivati u različitim periodima godine.

S druge strane, posredni uticaj sezonskog faktora, koji se u najvećoj meri iskazuje delovanjem pluviometrijskog režima, daleko je veći. *Godišnje doba, kao faktor determinacije intenziteta i hemijske i mehaničke vodne erozije, dolazi do izražaja u sadejstvu sa količinom oticajne vode.* Kao što se u prethodnim analizama moglo zaključiti, sezonska varijabilnost pronosa oba tipa nanosa je jako izražena. Zbog izrazitog prolećnog maksimuma proticaja, količina transportovanog suspendovanog i hemijskog materijala tada je najveća. Prema tome, *uticaj sezone, odnosno klimatskih promena nema direktan, već indirektan uticaj, koji se ogleda preko vodnosti sliva i pronosa oba tipa nanosa.*

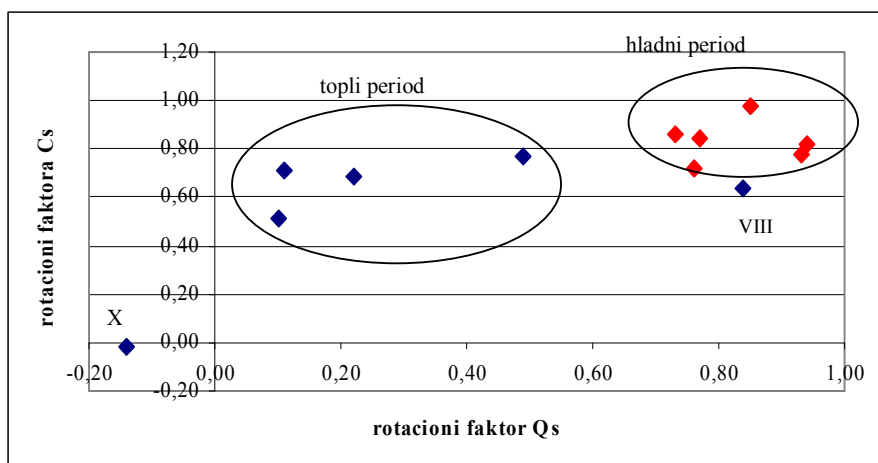
Godišnja raspodela pronosa suspendovanog nanosa prikazana je kroz profile na kojima je postojalo višegodišnje osmatranje ovog tipa nanosa. S obzirom na utvrdjenu varijabilnost ovog tipa nanosa, dug vremenski period onemogućava eksplicitno isticanje pojedinačnih ekstremnih događaja (kao što je to slučaj sa opservacijskim periodom januar 2009. - jun 2010. godine). Na taj način stvorena je mogućnost za realno sagledavanje uticaja sezone na pronos suspendovanog nanosa.

Ako se u razmatranje uzmu svi profili na kojima je utrdjivan pronos suspendovanog nanosa, polinomialna regresija trećeg i četvrtog stepena sa velikom zanačajnošću objašnjava godišnju raspodelu pronosa nanosa. Koeficijent determinacije ima vrednosti od 0,76 do 0,99. Prikazana godišnja raspodela pronosa suspendovanog nanosa determinisana je godišnjom raspodelom proticaja (specifičnih oticaja). *Sliv u celini, zapravo, karakteriše postojanje dve sezone u pronosu nanosa. Sezone su polarizovane na zimsko-prolećnu i letnje-jesenju sezonu, koje po svojim karakteristikama predstavljaju ekstremne varijante.*

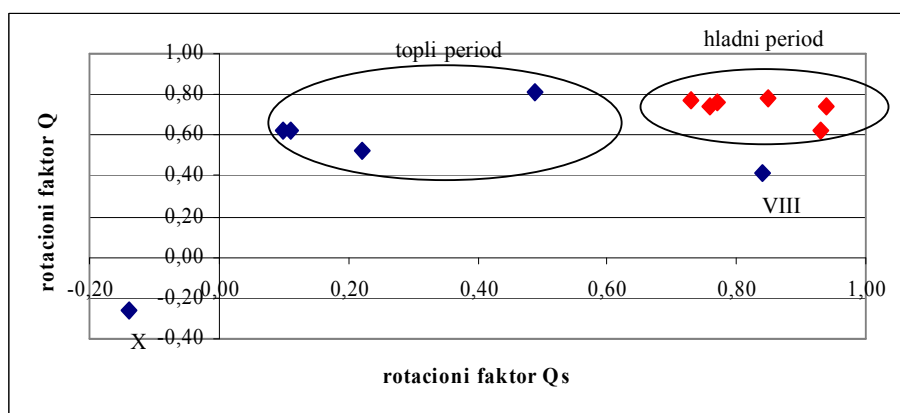
Tabela 188. Rezulati faktorske analize.

mesec	Qs		Cs		Q	
	f1	f2	f1	f2	f1	f2
Januar	0,93	-0,11	0,78	0,04	0,62	-0,23
Februar	0,94	-0,05	0,81	-0,05	0,74	-0,18
Mart	0,77	0,43	0,84	0,17	0,76	-0,08
April	0,73	0,43	0,86	0,02	0,77	-0,10
Maj	0,10	0,23	0,51	0,07	0,62	0,04
Jun	0,11	0,59	0,71	0,12	0,62	0,27
Jul	0,22	0,62	0,69	0,22	0,52	0,32
Avgust	0,21	0,84	0,64	0,31	0,41	0,66
Septembar	0,49	0,40	0,77	0,09	0,06	0,81
Oktobar	-0,14	0,21	-0,02	0,87	-0,26	0,61
Novembar	-0,06	0,85	0,04	0,98	-0,27	0,78
Decembar	0,11	0,76	0,47	0,72	0,04	0,74

Legenada: Qs - pronos suspendovanog nanosa; Cs - koncentracija suspendovanog nanosa; Q - proticaj



a)



b)

Grafik 83. Odnos faktora pronosa suspendovanog nanosa Qs
prema faktoru koncentracija slita Qc (a)
i odnos faktora pronosa suspendovanog nanosa Qs prema proticaju Q (b)

Na osnovu prikazanih karakteristika i zakonomernosti u pronosu suspendovanog nanosa faktorskom analizom najbolje mogu da se objasne postojeće relacije izmedju datih varijabli. U cilju utvrđivanja uticaja sezonskog faktora, odnosno sličnih karakteristika meseci po pitanju pronosa suspendovanog nanosa i njegovih sastavnih varijabli, proticaja i koncentracije slita, izvršena je faktorska analiza sa varimaks rotacijom. U obračun su razmatrane odgovarajuće srednje mesečne vrednosti za pedesetogodišnji period na najnižvodnijem hidrološkom profilu Niš kao reprezentu sumarnog stanja u slivu. Faktorskom analizom potvrđeno je postojanje dva jasno diferencirana vremenska perioda: hladni (zimsko-prolećni) i topli (letnje-jesenji) period godine.

Hladni period godine počinje sa novembrom, a završava sa aprilom. To je, u godišnjoj raspodeli, period najvećeg pronosa nanosa. Međutim, u cilju što bolje diferencijacije i sagledavanja sličnosti meseci po nabrojanim parametrima, faktorskom analizom su u okviru hladnog perioda godine po značajnosti jasno izdvojene dve grupe meseci. Prva je vezana za novembar i decembar, a druga za period od januara do aprila. Generalno, to odgovara godišnjoj raspodeli pronosa suspendovanog nanosa. Počevši od oktobra pronos nanosa ima rastući trend, ali rastuća grana u početku ima blag trend povećanja, koji je još uvek ispod prosene godišnje vrednosti. Od januara rastuća grana pronosa nanosa ima snažnije izražen trend rasta i svoj maksimum dostiže krajem zime i početkom proleća.

Drugu grupu meseci čini topliji period godine gde je varijabilnost osmatranih obeležja velika i nepredvidiva. To je naravno u skladu sa klimatsko-hidrološkim uslovima koji su u tom periodu godine jako promenljivi i nestabilni. U drugom periodu postoje ekstremi događaji koji traju kratko, ali dovode u sezonskim i mesečnim nivoima do drastičnih promena. Koicidencija izmedju faktora pronosa nanosa i koncentracija silta i proticaja narušena je u prirodu izmedju sedmog i osmog meseca. Faktorskom analizom utvrđeno je da je sa aspekta pronosa nanosa ekstremno dominantan avgust mesec, a sa aspekta visokih koncentracija i proticaja septembar. Razlog te pojave ogleda se u ekscesivnosti padavina u ovom delu godine. Drugim rečima, jedan do tri dana može da promeni sliku sezonskog trenda koji može biti ekstremno naglašen.

Prema tome, klasična podela na četiri godišnja doba na primeru ovog sliva je zanemarljiva. Prelazni karakter između sezona nije toliko upečatljiv. To ne znači da se ekscesivna erozija ne može manifestovati i u letnjem i jesenjem periodu (primer je jul 2009. godine), već da je njihova učestalost pojavljivanja u tom delu godine manja. Sezonalnost pojave pronosa nanosa omogućava da se suzi priroda pojave velikog pronosa nanosa i time lakše prognozira period i čestina javljanja ekstremnih događaja koji se odnose na pronos suspendovanog nanosa.

6. DISKUSIJA

Poboljšanje modela i računarskih kapaciteta u proteklim decenijama doveli su do velikog broja studija čiji je jedan od osnovnih ciljeva održivo korišćenje prirodnih resursa, planiranje i korišćenje zemljišta. Modeli erozije tla su, sa svoje strane, dizajnirani da procene pojedinačno gubitak zemljišta simulirajući procese u prirodi koji su uključeni, direkto i indirektno, u erozivni ciklus. Postojeći modeli se razlikuju po složenosti i kao takvi više ili manje su primenljivi u različitim delovima sveta. Koncepti modela zasnovani su na empirijskim posmatranjima, matematičko-statističkim jednačinama, terenskim opservacijama, laboratorijskim merenjima ili kombinacijom više njih.

Njihova zajednička svrha ogleda se u davanju odgovora na pitanja: Koliki je intenzitet erozivnog procesa? Koji faktori na njega utiču? U kojoj meri se uticaji klimatskih promena i ljudske aktivnosti razlikuju, gde i kako postaviti granicu determinacije ova dva faktora? Integralno sagledavanje erozije zemljišta kao geomorfološkog procesa upućuje na naglašavanje potrebe integracije geomorfoloških sa hidrološkim istraživanjima, u prvom redu istraživanjima rečnog režima i režima nanosa. To otvara pitanje koje su to promenljive najviše relevantne za promenu u trendu pronosa nanosa. S druge strane, potrebno je dati odgovor koliki je uticaj i kakav je efekat promene namene zemljišta na sam intenzitet pronosa. Kakva je promena jedne varijable u interakciji sa drugim ili uz isključeno dejstvo neke? Mogu li sinergijski efekti biti identifikovani? I ne samo to. Kako kvantitativno proceniti pojedinačan uticaj hidroloških, klimatskih i antropogenih faktora još uvek je nerešeno pitanje i njemu su posvećena mnogobrojna istraživanja i studije.

Opšti trend - determinacija faktora - antropogeni uticaj

Opsežna istraživanja u svim delovima sveta pokazala su da je *kod većine reka tokom određenog vremenskog perioda došlo da izvesnih promena u pronosu nanosa*. Podaci pokazuju da je kod pojedinih reka prisutan trend rasta, a kod drugih, trend smanjenja pronosa suspendovanog nanosa. U oba slučaja uticaj čoveka na utvrđene trendove je evidentan (Walling D.E., 2006), samo je manifestovan na različite načine.

Generalno, uticaj čoveka može biti usmeren u dva pravca - u pravcu degradacije i intenziviranja procesa erozije i u pravcu delovanja različitih aktivnosti usmerenih na smanjenje istog. Tako recimo, različiti načini korišćenja zemljišta imaju značajan uticaj na pronos sedimenata u rečnim tokovima. Deforestacija i širenje i intenziviranje poljoprivrede dovodi do povećanja pronosa suspendovanog nanosa, a programi kontrole sedimenata do obrnutog procesa.

Uticaj poljoprivrednih aktivnosti na intenziviranje erozivnih procesa usled izrazite antropopresije, naročito izražen u nerazvijenim afričkim i azijskim zemljama, doveo je do snažne degradacije zemljišta i intenziviranja procesa erozije (Hurni H., 1983). Kolikog obima može biti destruktivan uticaj čoveka na zemljište pokazuju podaci da se u drugoj polovini dvadesetog veka, naročito šezdesetih i sedamdesetih godina, šumski pokrivač u Etiopiji smanjio sa 27 % na 2 %. Porast broja stanovnika uticao je na intenzivno krčenje šuma za potrebe poljoprivredne proizvodnje, što je uslovalo povećanje kultivisanog zemljišta sa 39 % na 70 %. Ovakve dramatične promene za četrdeset godina dovele su do izrazite degradacije zemljišta (Zelege G., Hurni H., 2001), a oticaj sa površina koje su bile degradirane i onih pod intenzivnom poljoprivrednom proizvodnjom bio je od 5 do 30 puta veći nego sa površina pod šumama (Hurni H., Tato, K., Zelege, 2005). Međutim, antropopresija ne mora da znači da će eksplicitno doći do intenziviranja erozivnog procesa. Na primer, u slivu Jangcekjanga u periodu od 1950-1990. godine ustanovljen je lagani, ali stabilan trend smanjenja pronosa nanosa, iako je u tom periodu došlo do trostrukog porasta stanovništva. Iako su ljudskim aktivnostima pokrenute znatne količine sedimenata, one su staložene iza brana u gornjem sektoru, odnosno u jezerima u srednjem toku reke. Takodje, trend smanjenja može se pripisati i drugim aktivnostima: velike količine vode koriste se za različite potrebe stanovništva i industrije, a naročito za navodnjavanje. Takodje, progresivno smanjenje pronosa sedimentnog nanosa povezano je i sa vadjanjem velike količine peska iz reke za potrebe građevinarstva (Dai D., Tan Y., 1996).

U pokušaju da se utvrdi trend pronosa sedimenata svetskim rekama na osnovu podataka sa 145 svetskih reka (uglavnom stacioniranih u razvijenim zemljama severne hemisfere), čije su površine slivova veće od 10000 km², rezultati su pokazali da je na 70 reka zabeležen stabilan trend pronosa, na 68 smanjenje, a samo na 6 rast pronosa

suspendovanog nanosa, pri čemu je trend smanjenja povezan sa izgradnjom brana (Walling D.E., Fang D., 2003). Procena uticaja izgradnje vodnih akumulacija na zadržavanje sedimentnog nanosa, koja je obuhvatila studije o 633 najveća svetska rezervoara i 44700 manjih akumulacija širom sveta, pokazala je da je u periodu između 1950. i 1958. godine došlo do utrostručenja zadržavanja nanosa u akumulacijama od 5 % do 15 %, a do 1985. do dupliranja na 30 %, da bi nakon toga došlo do izvesne stabilizacije; a da su sa stanovišta zadržavanja nanosa najviše regulisani drenažni baseni u Evropi (Vorosmarty C.J., et.al., 2003).

Analiza vremenskih serija u periodu od 1970-2002. godine u Kanzasu je pokazala da je od 13 lokacija na 3 je utvrđen trend opadanja koncentracija suspendovanog nanosa koji je signifikantan na 0,10 nivou verovatnoće, a na ostalim lokacijama trend na nivou statističke značajnosti od 0,05. Faktori koji su uslovili smanjenje koncentracija suspendovanog nanosa u rečnim tokovima su isključivo antropogenog karaktera, a pre svega to su razne vrste pregrada za kontrolu pronosa nanosa u koritima reka, kao i druge vrste konzervatorskih radova koji su sprovedeni u slivovima, među kojima su konturni uzgoj i formiranje terasa (Putnam J.E., Pope L.M., 2003). Slična situacija je u slivu Misisipija. Analizom vremenskih serija šezdesetogodišnjeg, tridesetčetvorogodišnjeg i dvanaestogodišnjeg perioda, utvrđen je konstantan trend smanjenja koncentracija i pronosa suspendovanog nanosa na svim većim pritokama, a naročito u nizvodnom sektoru reke. Svi značajni trendovi smanjenja u najvećem broju slučajeva determinisani su izgradnjom različitih vrsta pregrada na pritokama Misurija, a naročito smanjenje pronosa nanosa konstatovano je nakon izgradnje Fort Rendal brane (Heimann D.C., Sprague L.A., Blevins D.W., 2011). Primer reke kod koje je gradnja brane dovela do smanjenja pronosa sedimenata je i Dunav. Na mernoj stanici Izmail u Rumuniji konstatovan je izrazit trend smanjenja nanosa, a najveći uticaj imala je izgradnja Džerdapske brane, a u manjem obimu i gradnja manjih akumulacija na pritokama. Opservacije koje su vršene u periodu od 1931-1997 su pokazale da je došlo do smanjenja pronosa suspendovanog nanosa za 70 % nakon izgradnje brane (Walling D.E., Fang D., 2003; Walling D.E., 2006). Značaj izgradnje vodnih akumulacija na transport suspendovanog nanosa pokazuje i primer reke Ebro u Španiji. Iako je u poslednjih sto godina izvršena ogromna deforestacija za potrebe voćarstva i vinogradarstva, što je dovelo do enormnog intenziviranja erozivnih

procesa, gradnjom brana pronos nanosa u poslednjoj deceniji sveden je na minimum. Sveobuhvatna procena opterećenja rečnog toka suspendovanim nanosom u periodu 2002-2004 (Vericat D., Batalla R.J., 2006) i 1998-2008 (Tena A., et. al, 2011) pokazala su da je pronos sedimenata tri do četiri puta niži ispod brane, a da utvrđena vrednost pronosa iznosi samo 1 % od onoga što je proneto na početku dvadesetog veka.

Različiti načini tretiranja zemljišta imaju značajan uticaj na pronos sedimenata u rečnim tokovima. Deforestacija i širenje i intenziviranje poljoprivrede dovodi do povećanja pronosa suspendovanog nanosa, a programi kontrole sedimenata do obrnutog procesa. U mnogim slučajevima mere konzervacije voda i zemljišta su usmerene na smanjenje erozije na licu mesta, a to smanjenje dovodi do smanjenje opterećenja reka sedimentacionim nanosom. Kao primer Walling D.E. (2006) navodi sliv reke Sančua u Kini u kojoj je poredjenjem opterećenja sedimentnog nanosa u dva perioda (1957-1970. i 1980-1990.) nakon sprovedenih anterozivnih mera (izgradjeno 267 km² terasa, 703 km² je pošumljeno, a 47 km² zatravljeno, izgradjeno je devet akumulacija) pronos sedimentnog nanosa u drugom periodu smanjen za 25 % u odnosu na prvi period. Očigledan uticaj čoveka na smanjenje pronosa nanosa u slivu Biserne reke determinisan je preko dve vrste testova koji registruju postepene i nagle trendove. Oba testa pokazala su da tokom druge polovine dvadesetog veka i početkom dvadeset prvog nije došlo do značajne signifikantnosti u smanjenju proticaja, a da pronos nanosa beleži izrazitu tendenciju pada (na nivou statističke značajnosti od 0,1) naročito nakon 1990. godine. Uloga čoveka je dvojaka: veliki udeo pripada desertifikaciji u pojedinim delovima sliva, a nakon devedesetih godina trend smanjenja pripisuje se izgradnji rezervoara i brana (Zhang S. et al., 2008). Kompleksan uticaj prirodnih i antropogenih faktora na trend smanjenja nanosa u periodu 1950-2005 na Hoanghou determinisan preko nekoliko postupaka (mas-plot dijagrama, kumulativnih odnosa i analize vremenskih serija), takdje je ukazao na dominantan antropogeni uticaj. Naime, analize su pokazale da je smanjenje u količini padavina odgovorno za smanjenje u pronosu nanosa za 30 %, a da se preostalih 70 % antropogenim aktivnostima u slivu. Pri tome, 10-30 % pripisuje se ulozi brana u zadržavanju nanosa, a najviše 40 % izraženoj politici u realizaciji različitih vrsta konzervacijskih radova u slivu.

Uloga i značaj sprovođenja politike pošumljavanja i zatravljiavanja na smanjenje intenziviranja erozivnog procesa, pokazali su rezultati nekoliko eksperimentalnih

stanica za konzervaciju zemljišta i voda u lesnom platou Kine (Xu J., 2011). Sprovedeni su uporedni eksperimenti na različitim karakteristikama koje se odnose na nagib terena, dužini padine, tipu vegetacije i zemljišta. Rezultati pokazuju da pošumljavanje može da smanji površinsko oticanje od 30 do 75 %, a travni pokrivač od 17 do 59 %, što se reprecusira na smanjenje erozivnog procesa. Dalja istraživanja na konkretnim parcelama pokazala su da je uticaj padavina na intenzitet oticanja znatno manji nakon izvršenih konzervacijskih radova. Kvantitativno, uticaj padavina na oticanje smanjen je u jednom slučaju sa 78,6 % na 35 %, a u drugom sa 72,9 % na 43,9 %.

Mnogobrojna istraživanja širom sveta utvrdila su da se antropogeni uticaj na intenzitet erozivnog procesa u najvećoj meri odražava preko načina korišćenja zemljišta. Koristeći USLE, RUSLE, MUSLE istraživanja u Australiji pokazala su da *je način korišćenja zemljišta dominantan faktor* određivanja količine prinetog sedimentnog nanosa i stope gubitka zemljišta (Erskine W.D., Mahmoudzadeh A., Myers C., 2002). Eksperimentalnim istraživanjima u Španiji utvrđeno je da je ukupan gubitak zemljišta oko 14 puta veći pod poljoprivrdnim parcelama nego na onim gde je prisutna gusta žbunasta vegetacija. Koliko način korišćenja zemljišta utiče na erozivne procese napuštanje obradivih površina u planinskim delovima zemlje dovelo je do smanjenje oticaja i erozije, ali i posle više od pedeset godina pojedini geomorfološki procesi i dalje su aktivni (Lasanta et al., 2006).

Prema modelovanim rezultatima intenzitet erozije zemljišta na prostoru Srbije smanjen je za 25-50 % (Lazarević R., 2009). Intenzitet erozivnog procesa determinisan je i prirodnim, ali i antropogenim faktorima, koji u različitim delovima sveta kao i u Srbiji mogu imati različit karakter. Za razliku od ustanovljenog trenda smanjenja erozije zemljišta u većem delu sveta koji je nastao kao rezultat planskog delovanja čoveka, na prostoru Srbije stepen smanjenja determinisan je drugačijim okolnostima. Znatne disproporcije u stepenu društveno-ekonomske razvijenosti gradskih i seoskih naselja, kao i višedecenijske specifičnosti u njihovim prostorno-demografskim razvojnim tendancijama, razultirale su iseljavanjem stanovništva naročito iz planinskih predela Srbije, pri čemu je demografska održivost naselja, naročito u pojedinim regijama, dovedena u pitanje (Milinčić M., 2009). Posledice ovih društveno-geografskih procesa ostavile su trag na jačinu i intenzitet erozivnih procesa. Dosadašnja istraživanja na prostoru Srbije pokazala su da je u najvećoj meri čovek sasvim nesvesno i posredno

uticao na smanjenje erozije zemljišta. Stihijsko napuštanje ruralnih predela dovelo je tokom vremena do promene u načinu korišćenja zemljišta, što je za posledicu imalo smanjenje erozivnog procesa. Kao izraziti primeri su sliv Ljiga (Dragičević S., Stepić M., 2006), kao i pogranični jugoistočni delovi Srbije (Dragičević S., Milevski I., 2009), pogranični delovi istočne Srbije - sliv Temštica (Mustafić S., 2007; Mustafić S., Manojlović P., Kostadinov S., 2009), teritorija opština Zaječar (Dragičević S., Novković I., Milutinović M., 2009) i Knjaževac (Dragičević et. al. 2012). Takodje, smanjenje intenziteta erozivnih procesa razultat je i primene različitih vrsta konzervacijskih radova, koji su naročito bili primenjeni osamdesetih godina dvadesetog veka (Kostadinov S., 1999), čime je antropogeni uticaj na ovaj proces evidentno doprineo nastalim promenama.

Koristeći dva pristupa, hidrotehnički metod utvrđivanja promena u pronosu suspendovanog nanosa za višegodišnje nizova osmatranja i empirijsku formulu Gavrilovića za dva vremenska perioda, **utvrđeno je da je i u slivu Nišave došlo do smanjenja intenziteta erozivnog procesa**. Statistička značajnost ustanovljenog trenda, preko Mann-Kendall testa, pokazala je da je za *pronos suspendovanog nanosa karakterističan trend smanjenja na svim profilima u okviru svih izdvojenih vremenskih serija, sa izuzetno visokim stepenom signifikantnosti*.

Kombinacija ova dva metodološka postupka omogućila je determinaciju dominantnih faktora koji su uticali na intenzitet smanjenja. Kvantitativno definisanje uticaja količine vode na trend smanjenja pronosa suspendovanog nanosa determinisano je preko regresionog modela $Q_s = f(q)$, uvođenjem u analitički postupak pearcijalnih koeficijenata elastičnosti. Prema *pke* promena količine oticajne vode za 1 % dovodi do promena u pronosu suspendovanog nanosa od 0,9 - 2,3 %. Dekompozicijom osmatračkog perioda na vremenske serije i određivanjem referentnog perioda, ustanovljeno je da je tokom vremena došlo do smanjenja pronosa nanosa između 22,6 % i 87,4 % (sa izuzetkom kod profila Dimitrovgrad kod kojeg je nakon 2005. godine došlo do povećanja pronosa nanosa u odnosu na referentni period). Prema *pke* stvarni uticaj vodnosti kao faktora smanjenja pronosa nanosa znatno je manji. Na primer, na najnižvodnijem profilu na Nišavi najveće smanjenje specifičnog oticaja bilo je između 1979-1995. godine, kada je q smanjen za 37,8 % u odnosu na referentni nivo, a procenat smanjenja pronosa suspendovanog nanosa iznosio je 73,9 %. Prema ustanovljenom *pke*

za količinu oticajne vode dobija se smanjenje prinetog nanosa za 47,6 %. Slično je i za ostale profile na kojima su vršena osmatranja. *Proizilazi da je **nivo smanjenja pronosa suspendovanog nanosa znatno veći u odnosu na nivo koji daju parcijalni koeficijenti elastičnosti za količinu oticajne vode.***

Medjutim, procenat smanjenja pronosa nanosa tokom izdvojenih vremenskih serija nije pratilo uvek i smanjenje u količini vode. Kao najizrazitiji je primer Jerme kod koje je tokom sedamdesetih i osamdesetih godina došlo do povećaja proticaja u odnosu na period šezdesetih godina, ali pronos nanosa beleži konstantno smanjenje. Činjenica da je *prisutno konstantno smanjenje pronosa suspendovanog nanosa, bez obzira na trend proticaja - ukazala je na postojanje "skrivenog" faktora kao determinante promene intenziteta erozivnog procesa.*

Uvid u odnose izmedju svih relevantnih faktora koji figuriraju u empirijskog formuli Gavrilovića preko korelacione matrice ukazao je na druge faktore koji su uticali na smanjenje erozije. Pokazao je da na iznos produkcije nanosa u slivu Nišave po značajnosti ističe Z koeficijent. Utvrđivanjem samostalnog uticaja sve četiri komponente koje su sadržane u Z koeficijentu po stepenu značajnosti istakla su sa dva faktora koji pokazuju da su u korelacijom odnosu sa Z koeficijentom na nivou od 0,82, odnosno 0,77: koeficijent X, definisan kao način korišćenja zemljišta i koeficijent ϕ , predstavljen vidom erozije. Kako je interpretacija koeficijenta ϕ kombinacija načina korišćenja zemljišta i geomorfoloških karakteristika terena *može se konstatovati da koeficijent X, odnosno **način korišćenja zemljišta** ističe kao **primarni faktor jačine erozivnog procesa.***

*Upravo visoka pozitivna koreliranost od 0,82 na nivou zavisnosti $Z=f(X)$, kao i koeficijent korelacije od 0,52 za vezu $W=f(Z)$ ukazuje na neosporan značaj **antropogenog uticaja na jačinu i intenzitet erozivnog procesa i količinu produkovanog materijala, koji je zapravo manifestovan preko načina korišćenja zemljišta.***

Konstantne negativne razvojne tendencije u drugoj polovini XX veka i tokom prve dekade XXI veka odrazile su se i na prostoru Ponišavlja. Negativne višedecenijske nasebinsko-demografske razvojne tendencije najviše su bile izražene sa aspekta pražnjenja i usitnjavanja većeg broja naselja, koje je praćeno intenziviranjem procesa demografskog starenja i pojavom spontanog raseljavanja ruralnih naselja. Podela naselja prema stadijumu demografske starosti ukazuje na prostornu izraženost procesa

demografskog starenja naselja. Demografsko pražnjenje ruralnih naselja imalo je za posledicu smanjenje aktivnog radno sposobnog stanovništva i stvaranje staračkih domaćinstava. Kao posledica ovakvih procesa javio se jedan od primarnih ruralnih problema, a to je *intenzivno opadanje stepena iskorišćenosti prirodnih i proizvodnih potencijala, naročito na većim nadmorskim visinama*. Tako je uporedo sa nastajanjem staračkih domaćinstava došlo je do izvesnih promena u načinu korišćenja zemljišta. Tokom vremena došlo je do zatravljiivanja i zakorovljavanja oraničnih površina ili su one ponovo pretvorene u pašnjačke površine. Kao posledica ovakvog stanja došlo je do smanjenja erozivnih procesa. S druge srtane, antropogeni uticaj na smanjenje erozivnih procesa izražen je i kroz različite vrste konzervacijskih radova. Sveobuhvatna politika koja je rezultirala znatnim konzervacijskim radovima, doprinela je smanjenju degradiranih površina na prostoru sliva.

Karakterističan trend smanjenja pronosa suspendovanog nanosa, sa izuzetno visokim stepenom signifikantnosti, utvrđen na svim mernim stanicama u okviru svih izdvojenih vremenskih serija, pokazuje da su *trendovi prostorno povezani na nivou celog sliva*. Međutim, nivo trendova (statistička značajnost varira od 0,1 do dominantne vrednosti od 0,001) sugerise da je postojalo drugačije kontrolisanje faktora pronosa nanosa u različitim vremenskim periodima. Tako je stepen promena u pronosu nanosa do sredine osamdesetih godina XX veka bio intenzivniji na prostoru gornjeg Ponišavlja, što se pokalapa sa trendom iseljavanja stanovništva iz tog kraja (naročito planinskih predela) i napuštanja obradivih površina.

Zapravo, svi navedeni procesi usloveli su određene pravilnosti u pogledu raspodele stanovništva i intenziteta erozije. Populaciona zastupljenost, odnosno raspodela koncentracije stanovništva ispoljava pravilnost u pogledu njene distribucije prema visinskoj zonalnosti.

Najveća koncentracija stanovništva sa izraženom tendencijom rasta (1971. - 67,3 %, 2011 - 90,6 %) kontinuirano je zastupljena u visinskoj zoni do 500 m nadmorske visine, gde se ujedno nalazi i najveći broj naselja (50 %). S druge strane, teritorijalno razredjivanje sela prisutno je u višim hipsometrijskim zonama. Najviše je izraženo u pojasu od 800-1100 m (11 % naselja) u kome je 1971. godine živelo 6,6 % stanovništva, a 2011. godine samo 1,1 %. Razvojne tendencije naselja u središnjem visinskom pojasu od 500-800 m, takodje ispoljavaju karakter depopulacije koji je u

odnosu na viši hipsometrijski pojas nešto blaže izražen. U okviru ovog pojasa koncentrisano je 37,6 % svih naselja, a trend smanjenja stanovništva je takav da je u periodu 1971-2011. godine ukupno stanovništvo sa 26,1 % smanjilo na 8,3 %.

Shodno ovakvom naseobinsko-populacionom razmeštaju, odnosno intenzitetu antroporesije, na prostoru sliva Nišave jasno su izdvojene *tri predeone celine jačine erozivnog procesa*: 1) prostor do 500 m nadmorske visine koga karakteriše najveći srednji koeficijent erozije od 0,489; 2) zatim prostor između 500-1100 m nadmorske visine sa srednjim koeficijentom erozije od 0,328 i 3) najviši delovi sliva preko 1100 m koji je u naseobinsko-populacionom smislu prazan, te ga karakteriše najniža vrednost srednjeg koeficijenta erozije od 0,175.

Prema datim istraživanjima može se zaključiti da je čovek svojim aktivnostima samo delimično planski uticao na smanjenje erozivnih procesa i to kroz konkretne antierozivne mere. Međutim, najveći uticaj na smanjenje erozije uticalo je konstantno stihijsko iseljavanje stanovništva u periodu dugom pola veka, a koje je kao posledicu ostavilo činjenicu da veliki deo poljoprivrednog zemljišta bude napušten, tako da se sada više ne obrađuje.

Dinamika transporta suspendovanog nanosa

- odnos padavina, oticaja i pronosa suspendovanog nanosa

Pored utvrđivanja prostornih varijacija u opštem trendu, analiza unutrgodišnje varijabilnosti suspendovanog nanosa, u prvom redu na nivou mesečnih promena, ali i na nivou sezona, a posebno ekstrema, pokazala je na izrazitu diferenciranost sliva po pitanju dinamike transporta suspendovanog materijala do rečnog toka.

U radu su *ispitivani odnosi između padavina, oticanja kao i transporta suspendovanog materijala u slivu*. Rezultati potvrđuju složenu i heterogenu prirodu hidroloških i sedimentnih procesa. Poboljšanje u *razumevanju dinamike transporta suspendovanog nanosa iz izvora sedimentacije do rečnog toka utvrđeno je preko histerezis petlji*. U skladu sa odnosom oticanje - koncentracija suspendovanog materijala, u slivu Nišave identifikovane su *tri vrste histerezis petlji* sa značajnim razlikama u oticaju, transportu nanosa, i padavinskim uslovima.

Histerezis petlja u smeru kazaljke na satu (pozitivna kriva) karakteristična je za sliv Jerme. Ona ukazuje na uslove kada je vlažnost dosta velika, padavine intenzivne,

veliki proticaji potiču od drenažnih oblasti koje karakteriše veoma gusta rečna mreža, a izvor sedimentata je u neposrednoj blizini rečnog korita. To omogućava brz transport sedimentnog materijala do reke i po pravilu odlikuje se visokim koncentracijama suspendovanog nanosa.

Petlja suprotna smeru kazaljke na satu, definisana i kao manje frekventna petlja ili negativna kriva, povezuje događaje sa relativno vlažnim uslovima kada je veći deo sliva hidrološki povezan, što omogućava transport materijala sa većeg dela njegove površine. Najveće sedimentne koncentracije se dešavaju nakon vrha proticaja, a to pokazuje da sedimenti dolaze od udaljenih izvora. Ovakva situacija tipična je za gornje Ponišavlje, odnosno Nišavu do Dimitrovgrada i Visočicu.

Histerzis petlja u obliku osmice, kakvu srećemo na nizvodnom sektoru sliva, identifikovanoj na profilu Niš, upravo sumira sve relevantne faktore. Na prostorima za koje je tipična, kriva oblika osmice povezuje se sa kompleksnijim događajima koji se dešavaju posle suvih prethodnih uslova. Složena sedimentna dinamika posledica je smenjivanja sušnih i vlažnih perioda godine, naročito kada je taj prelaz jako izražen.

Hidrološki i geomorfološki procesi u slivu se odvijaju pod različitim uslovima, a pre svega pod uticajem prostorne i vremenske varijabilnosti padavina. Nagib terena determiniše brzinu oticanja, a samim tim i brzinu transporta sedimentnog nanosa do rečnog toka. To je zapravo kombinacija uticaja erozivnog dejstva padavina, veličine oticanja, dinamike transporta sedimentata iz njihovog izvora, karakteristika pedološkog pokrivača i reljefnih uslova reprezentativnih preko nagiba terena, kao i stanja vegetacionog pokrivača. Poznavanje mobilizacije i redistribucije velikih količina od velikog je značaja za savremena proučavanja problematike voda i zemljišta u cilju adekvatnog upravljanja prirodnim resursima.

Klima kao determinanta erozije zemljišta

Istraživanja intragodišnje varijabilnosti suspendovanog nanosa pokazala su da je različita dinamika transporta sedimentnog materijala do rečnih tokova u najvećoj meri determinisana preko prostorne i vremenske varijabilnosti padavina, što je uputilo na detaljno utvrđivanje uticaja ovog klimatskog elementa kao faktora promene intenziteta erozije.

Kako navodi Dragičević S. (2007) "uticaj klime na erozivne procese mora se posmatrati kao ukupno stanje svih činilaca, a ne samo kroz količinu, intenzitet i raspodelu padavina tokom godine. Samo takav pristup omogućava razumevanje zašto ista količina padavina ne prouzrokuje uvek iste erozivne posledice i isti intenzitet pluvijalne erozije, denudacije i fluvijalne erozije". Promene u pronosu suspendovanog nanosa nastale kao posledica klimatskih promena predmet su istraživanja mnogobrojnih studija u svetu. Kvantifikacija nastalih promena vršena je različitim tipovima istraživanja, koja su pružila osnovu za predviđanja budućih stanja. Pruski i Nearing različitim vrstama modelovanja pokazali su da promene u količini padavina od 1 % mogu dovesti do promena u gubicima zemljišta do 2,4 %, a da će promene u veličini oticaja biti do 2,5 % (Pruski, F.E., Nearing, M.A., 2002). Uzimajući u razmatranje ne samo količinu padavina, već i promene njenog intenziteta, na promenu u intenzitetu erozije zemljišta, dolazi se do različitih podataka. Tako su različite vrste modela predvidele da bi na svakih 1 % porasta ukupnih padavina, intenzitet erozije porastao za samo 0,85 %. Međutim, ako se zajedno analiziraju promena i intenzitet padavina, stepen erozije će porasti za 1,7 % na svakih 1 % povećanja padavina (Nearing M. A., et al., 2005). Učestalost i intenzitet padavina u vidu ekstremnih događaja povećava se u pojedinim regionima, što dovodi do povećanja intenziteta erozivnog procesa. Simulacioni modeli, zasnovani na rezultatima dobijenim na osnovu opservacija poslednje dve dekade XX veka, ukazuju na moguće trendove u budućnosti. Matematički modeli koji opisuju intenzitet erozije u uslovima ekstremnih klimatskih događaja predviđju sledeći obim promena: ukoliko se ukupan intenzitet padavina poveća za 23 %, gubici zemljišta bi se povećali od 22 - 66 %. Pri ovoj aproksimaciji uticaja klimatskih promena na eroziju zemljišta nisu uzimani u razmatranje promene koje mogu nastati usled promene u načinu korišćenja zemljišta, promene u strukturi tla, kao ni različiti vidovi promene ekonomskih uslova (Michael, A., Schmidt, J., Enke, W., Deutschlander, T., Malitz, G., 2005). Druga vrsta modelovanja uzele su u obzir ulazne varijable kao što su prosečna temperatura i padavine za procenu uticaja klimatskih promena na pronos suspendovanog nanosa u Kini, pod pretpostavkom da su drugi faktori, kao što je uticaj čoveka, ostaju nepromenjeni. Kalibracija modela vršena je na osnovu istraživanja u periodu od 1960-1990. godine tokom kojih je uticaj ljudskih aktivnosti bio relativno stabilan. Rezultati studije pokazuju da u uslovima kada temperatura ostaje

nepromenjena, povećanje padavina će dovesti do povećanja sedimentnog pronosa, a u slučaju kada padavine ostaju nepromenjene povećanje temperature će verovatno rezultirati smanjenju sedimentnog fluksa. Ove hipotetičke promene razmatrane u istom odnosu, na sezonskom nivou dovešće do znatno većeg obima intenziviranja procesa erozije tokom vlažnog perioda godine (Zhu Y. M., Lu X.X., Zhou Y., 2008).

Povećanje ukupne količine padavina na prostoru SAD-a od 53 % tokom dvadesetog veka odrazilo se na intenzitet erozije zemljišta. Pri tome, najveće promene nastale su kod povećanja najintenzivnijih padavina. Procenat dana sa padavinama preko 50 mm, takodje, je u porastu. To je uslovalo povećanje oticaja za oko 1/6. Rezultati ovih istraživanja inkorporirani u nekoliko modela pokazali su da će u budućnosti efekti klimatskih promena na eroziju biti još veći. Simulacioni modeli ukazuju da je do sredine dvadesetprvog veka moguće povećanje oticaja za 10 % do čak 310 % i gubitke zemljišta za 33% do 274 % (O'Neal M. R., et al., 2005). Interesantno je da u nekim delovima Kine dolazi do izrazitih sezonskih varijacija u količini padavina. U poslednjih pedeset godina došlo je do smanjenja u količini padavina, osim u proleće. Trend smanjenja je izražen u letnjem periodu, naročito posle 1980. godine, što se odrazilo na pojavu velikih poplava i ekstremno sušnih perioda (Qihu L., et. al., 2011.). Drugi delovi zemlje (gornji tok Jangcekjanga) utvrđeno je da se prirodni oticaj povećava tokom leta, a da je u velikoj meri smanjen u jesen. To podrazumeva sve veći rizik od poplava u letnjem periodu godine, a nestašice vode u jesenjem delu godine (Xu J., et al., 2008).

Trend analiza padavina za dnevne vremenske serije za centralnu Evropu ukazuje na opšte povećanje ekstremnih događaja u zimskom i prolećnom periodu, delimično povećanje tokom jeseni, ali i smanjenje padavina u letnjem periodu. Pozitivne tendencije tokom zime, proleća i jeseni pokazale su porast od 13 % po dekadi, a negativni trendovi u letnjem periodu smanjenje ekstremnih padavina za 8 % po dekadi. Analiza izvršena za različite klase intenziteta padavina pokazuje da je tokom zime linearno povećanje intenzivnih (teških) padavina. Statistički značajni negativni linearni trendovi u leto identifikovani su za klase padavina svih intenziteta (Zolina et al., 2008). Najnovija istraživanja pokazuju da je u poslednjih sedamdeset godina primetan trend porasta broja padavina sa intenzitetom koji može uzrokovati eroziju zemljišta. Analiza padavina je obuhvatila intenzitet veći od 20 mm/h, a testiranjem značajnosti pokazalo se

da je njihov trend porasta naročito izražen u poslednjih tridesetpet godina. (Mueller E.N., Pfister A. 2011).

Sezonska preraspodela padavina uočena u centralnoj Evropi (Scholz G., Quinton J. N., Strauss P., 2008) pokazala je da je došlo do preraspodele padavina od leta i jeseni, prema zimi i proleću. Uočena promena manifestuje se na intenzitet erozivnog procesa. Povećan intenzitet erozije u proleće (mart, april, maj) i zimu (decembar, januar, februar), rezultat je porasta količine padavina, koji je mnogo značajniji od smanjenja intenziteta erozije u leto i jesen nastalog zbog manje količine padavina u ovom delu godine.

Na *prostoru sliva Nišave*, takodje su utvrđene **sezonske promene u količini padavina, koje su ostavile posledice na erozivni proces**. Date promene naročito su izražene poslednjih petnaest godina, odnosno u periodu nastalom od druge polovine devedesetih godina dvadesetog veka. U slivu Nišave došlo je do **faznog pomeranja koncentracija suspendovanog nanosa od početka leta ka početku proleća**. Fazno pomeranje koncentracija suspendovanog nanosa posledica je nastalih promena u trendu proticaja. Njegova unutargodišnja raspodela pokazala je da je trend smanjenja proticaja naročito izražen u maju i junu. Ovakav negativan trend je uslovljen smanjenjem količine padavina. Nasuprot tome, uspostavljen je trend povećanja proticaja u aprilu mesecu, a nastao je kao posledica povećanja količine padavina. Povećanje količine padavina u aprilu odrazilo se na unutargodišnju raspodelu padavina. Raspodela padavina je takva da ovaj mesec u periodu nakon 1995. godine nalazi na prvom mestu po količini padavina u odnosu na njenu ukupnu godišnju sumu. Kako na intenzitet erozivnog procesa veći značaj imaju padavine većeg intenziteta, kao pokazatelj nastalih promena ustanovljen je trend maksimalnih dnevnih količina padavina. Rezltati MK testa pokazuju da je upravo *tokom meseca juna došlo do smanjenja pojave maksimalnih dnevnih količina padavina, a tokom aprila do njihovog povećanja*. Takodje, je *došlo i do promene u broju dana sa padavinama većim od 10 mm*. Za razliku od ranijih perioda kada je jun dominirao u broju takvih dana, krajem devedesetih godina dvadesetog veka i tokom prve dekada dvadeset prvog veka tokom aprila registrovan je veći broj takvih dana nego u junu.

Nagla promena u intenzitetu erozivnog procesa javja se najčešće kao rekacija različitih klimatskih promena. Najveći uticaj ima promena **u količini i intenzitetu**

padavina, dok se drugi dominantan uticaj ogleda u **promeni temperature vazduha** (Nearing M. A., et al., 2005). Ove promene za sobom povlače reakciju nekoliko ključnih varijabli. Velika količina padavina utiče na povećanje vlažnosti zemljišta i njegove nemogućnosti infiltracije velike količine vode. To dovodi do intenziviranja procesa oticanja, čime se intenzivira i denudacioni proces. Kao posledica u rečnom koritu se javlja velika količina suspendovanog materijala, koja u sadejstvu sa povećanim proticajem rezultira velikim pronosom nanosa.

U cilju determinacije padavina kao ekstremne klimatske pojave mogu se uzimati različiti pragovi. U Evropi su se u nekim istraživanjima obično kao pragovi erozivnosti kiše uzimale vrednosti od 10 mm/h kao što je slučaj u Engleskoj, 6 mm/h u Nemačkoj ili 1 mm/h u Belgiji, dok je u Zimbabveu, Tanzaniji i Maleziji uzeta vrednost od 25 mm/h (Morgan R.P.C, 1995). U Srbiji se optimalna smatra vrednost od 20-30 mm na dan kao pokazatelj uslova za izlivanje reka i ekscesivnu eroziju (Milanović A., 2006, Dragičević S., 2007, Petković S., 1993).

Za detrmnacju padavina kao ekstremne klimatske pojave u ovom radu primenjena je metodologija po kojoj se kao odredišni faktor uzimaju u obzir maksimalne dnevne količine padavina (Andjelković G., 2009). Opravdanost postupka nalazi se u činjenici da "godišnje vrednosti pragova (za padavine) ne pokazuju zavisnost od reljefa kao što je slučaj kod prosečnih padavina" (Andjelković G., 2009), *tako da je time omogućeno direktno utvrđivanje padavina kao determinante erozivnog procesa (bez sadejstva sa drugim faktorima).*

"Nepovoljne klimatske pojave vezane za temperaturu vazduha nemaju direktan uticaj, odnosno direktni uticaj tepmeraturnih ekstrema je najnižeg nivoa štetnosti, jer skoro da nemaju direktno dejstvo na materijalna dobra". Njihov uticaj je indirektan, ali i kao takav, on je ogroman imajući u vidu da temperatura ima uticaj na ostale klimatske elemente (Andjelković G., 2009). Sa stanovišta geomorfoloških istraživanja erozije zemljišta njen uticaj na druge klimatske elemente - snežni pokrivač, snežne padavine - veoma je značajan. Jedan od potencijalnih uticaja klimatskih promena je prelazak snežnih padavina u kišne. Smanjenje snežnih dana i povećanje broja kišnih dana svakako vodi ka povećanju erozije zemljišta. *Više temperature i veća količina padavina, naročito u hladnijem delu godine, vode ka većoj vlažnosti zemljišta, a oba faktora zajedno ka promenama u intenzitetu erozivnog procesa. Združeni uticaj ekstremnih*

padavina i temperatura vazduha na intenzitet erozivnog procesa, na osnovu opservacijskog perioda 2009-2010. godina, pokazao je da se *moraju steći odgovarajući uslovi u kojima se ova dva klimatska elementa mogu smatrati dominantnim faktorom eksczesivnosti erozivnog procesa*. Kao najupečatljiviji primer je izizetno veliki pronos nanosa u periodu od februara do kraja maja 2010. godine.

Odnos izmedju pronosa suspendovanog i hemijski rastvorenog nanosa

Za razliku od pojedinačnih istraživanja u kojima posebno dominiraju istraživanja suspendovanog nanosa, a u manjem obimu hemijskog nanosa, u savremenoj svetskoj geomorfološkoj literaturi malo je radova koji istovremeno sagledavaju intenzitet hemijske i mehaničke vodne erozije. Takvih radova u Srbiji je takodje, relativno malo. Utvđivanje odnosa ova dva tipa rečnog nanosa vršeno je na primerima samo nekoliko slivova: Crnog i Belog Timoka (Manojlović P., Gavrilović Lj., 1991), Crnice (Manojlović P., 1993) Kolubare (Dragičević S., 2002, 2007), Temšice (Mustafić S., 2006) i Mlave (Mladenović B., 2006, Manojlović P., Mustafić S., Mladenović B., 2012). Značaj istovremenog sagledavanja navedenih procesa ogleda se u činjenici da u prvoj fazi procesom hemijske erozije nastaje dezintegracija stenskog kompleksa, odnosno detritusa, a u sadejstvu sa pedogenetskim procesima dolazi do stvaranja zemljišta, koje će kasnije pod uticajem denudacionog procesa biti erodovano. Prema Chakrlpani G.J (2005) transport sedimentnog nanosa, sa površine zemljišnog pokrivača kroz rečni sisitem predstavlja jedan od najvažnijih procesa koji utiču na formiranje i degradaciju zemljišta i stabilnost obala, što su pokazala i istraživanja na prostoru Srbije (Roksandić M. et al., 2011), ali i na značajne gubitke organske materije (Dragičević S., 2002). S druge strane, transportom suspendovanog i hemijski rastvorenog materijala, ostvariuje se biogeochemijski ciklus elemenata i jedinjenja (Maybeck M., 1980; Maybeck M., Helmer R., 1989), kako na globalnom, tako i na regionalnom i lokalnom nivou.

Koji će od navedenih tipova nanosa dominirati zavisi od lokalih faktora sredine. Prema Chakrapani G.J. (Chakrlpani G.J 2005, Chakrapani, G.J., Subramanian V., 1990) faktori koji u najvećoj meri kontrološu pronos suspendovanog nanosa su padavine, oticaj i litološki sastav. Medjutim, i drugi faktori imaju manji ili veći značaj na intenzitet pronosa rečnog nanosa, uključujući lokalnu topografiju terena, vegetacioni

pokrivač, način korišćenja zemljišta, klimatske promene (Walling D.E., 2006, Xu J., 2011). Na intenzitet hemijske erozije 89 % utiče vodnost, ali se kao značajni faktori ili modifikatori ističu tip stena, zemljište i klima (Manojlović P., 1992). Novija istraživanja ukazuju na sve veći uticaj čoveka na oba tipa rečnog nanosa. Već pomenuta istraživanja pokazala su da je smanjenje pronosa nanosa u nekim rekama je direktna posledica uticaja čoveka u smislu izgradnje vodnih akumulacija, kao i činjenica da su krčenje prirodne vegetacije i promena u načinu korišćenja zemljišta ili konzveracija zemljišta uticale na promene i pronosu sedimentnog nanosa širom sveta.

Upravo od navđenih faktora sredine zavisi koliki je udeo određenog tipa nanosa u njihovoj ukupnoj sumi. Uticaj ljudskih aktivnosti, uključujući seču šuma, promene u načinu korišćenja zemljišta, pravljenje zemljanih terasa i sl., ostavio je snažne posledice na rečne sisteme u mediteranskom regionu Evrope (Hooke J.M., 2005). Tako je manji udeo suspendovanog nanosa u odnosu na hemijski u slivu reke Ebro direktna posledica uticaja čoveka. Izgradnja brana odigrala je veliku ulogu u regulisanju pronosa suspendovanog nanosa. Sa vrednošću od 69-93 t/km²/god, u odnosu na 1,2-5,1 t/km²/god hemijski nanos izrazito dominira su slivu ove reke (Negrel P. at all., 2007). Udeo hemijskog nanosa u ukupnom pronosu u rekama Venecuele varira od 30 %, pa i manje, do izrazite dominacije od čak 90 % (Tosiani T. at all). Sasvim suprotno, u pojedinim planinskim predelima Kanade vučeni nanos izdvaja se kao dominantan sa učešćem od 50 %, dok na suspendovani i hemijski odlazi 35 %, odnosno 15 % (Schiefer E at all., 2010). S druge strane, suspendovani nanos u sumarnom pronosu može da učestvuje sa čak 96,2 %, dok hemijskom pripada 3,3 %, a na vučeni dolazi neznatnih 0,5 %, kao što pokazuje primer sliva reke Creek, Rock Mountains, koji se takodje nalazi u Kanadi (Mcpherson H. J. 1969). Dominacija suspendovanog nanosa tipična je i za neke reke Himalaja, gde prosečan udeo suspendovanog nanosa iznosi 85,7 %, a hemijskog 14,2 % (Singh O. at all, 2008). Na izučavanim slivovima u Srbiji odnos između ova dva tipa rečnog nanosa je različit, ali generalno dominacija je u korist hemijskog nanosa. Uporedna analiza pronosa suspendovanog i hemijskog nanosa u slivu Belog Crnog i Timoka pokazala je da se ova dva sliva bitno razlikuju po strukturi prinetog materijala: kod prvog dominira Silt (82,8 %), a kod drugog hemijski rastvorene materije (94,9 %) (Manojlović P., Gavrilović Lj., 1991). U gornjem delu sliva Crnice taj odnos je nešto ujednačeniji, ali je hemijski nanos dominantniji (62,6 %)

u odnosu na pronos silta (37,5 %) (Manojlović P., 1993). Sveobuhvatna istraživanja na reci Kolubari potvrdila su dominaciju hemijskog nanosa u odnosu 1:3, s tom razlikom da u pojedinim godinama pronos rastvorenih mineralnih materija može biti i do 7, odnosno 9 puta veći od pronosa lebdećeg nanosa. Medjutim, u intragodišnjoj raspodeli suspendovani nanos je dominantan u pojedinim mesecima koje karakteriše visoka vodnost, tako da u sumarnom pronosu pojedinih godina udeo lebdećeg nanosa može da bude i do 66,8 %. Pored ovakvog sumarnog stanja na Kolubari, istraživanja su pokazala znatnu prostornu varijabilnost, koja je nastala kao posledica uticaja geološkog sastava terena gde je u slivovima sa preovladjujućim uticajem kračnjaka dominantna hemijska erozija (Dragičević S., 2002). Slično je i u slivu Mlave gde na godišnjem nivou pronos hemijski rastvorenog nanosa do 2,5 puta veći od pronosa suspendovanog nanosa (Manojlović et al., 2012; Manojlović P., Mustafić S., Mladenović B., 2012)

Odnos između hemijskog i suspendovanog nanosa u slivu Nišave je takav da pokazuje različitu intragodišnju distribuciju, ali ispoljava i izrazitu prostornu varijabilnost. **U sumarnom godišnjem pronosu suspendovani nanos dominira na najuzvodnijem i najnižvodnijem profilu, dok medjusliv beleži dominaciju hemijskog nanosa.** Udeo pojedinih tipova nanosa na posmatranim profilima je različit. Tako je kod Dimitrovgrada učešće suspendovanog nanosa u sumarnom iznosu najveće - 65,5 % pripada suspendovanom, a 34,5 % hemijski rastvorenom nanosu. Kod Niša suspendovani nanos ima blagu dominaciju nad hemijskim - 51,8 % pripada suspendovanom, a 48,2 % hemijskom nanosu. U medjuslivu je suprotna situacija: u ukupnoj sumi dominira hemijski nanos a njegov udeo na oba profila je skoro isti. Kod Pirota 77,8 %, a kod Bele Palanke 77 % pripada hemijski rastvorenom nanosu, a 22,2 % , odnosno 23 % suspendovanom nanosu. Prostorna raspodela pokazuje da je *odnos hemijskog nanosa prema suspendovanim najveći u medjuslivu 1:3,5*; a dominacija slita, odnosno *odnos između suspendovanog i hemijskog nanosa najveća na najuzvodnijem sektoru i iznosi 1:1,9*. Intragodišnja raspodela ova dva tipa rečnog nanosa je takva da kod Pirota i Bele Palanke tokom svih osamnaest meseci istraživačkog perioda u ukupnoj sumi dominirao hemijski nanos. Kod Niša suspendovani nanos dominirao je tokom 4 meseca (februar-maj 2010. godine), dok je kod Dimitrovgrada dominirao tokom 7 meseci (januar, jul i decembar 2009. i februar-maj 2010. godine).

Uzimajući u obzir glavne profile analiziran je odnos između vodnosti s jedne strane i pronosa hemijskog, odnosno suspendovanog nanosa, s druge strane. Dominacija udela pronosa suspendovanog i hemijskog nanosa koji je distribuiran kroz iste klase vodnosti ispoljava jednu pravilnost. *Udaljavanjem od manjih klasa oticaja ka većim klasama, procentualni udeo hemijskog nanosa se konstantno samnjuje, dok se istovremeno konstantno povećava udeo suspendovanog nanosa.* Kod Dimitrovgrada i Niša hemijska erozija dominira u klasama proticaja koji figuriraju do 20 l/s/km^2 , dok iznad ove vrednosti specifičnog oticaja dominantna mehanička vodna erozija. Kod Bele Palanke dominacija silta može očekivati tek za vreme specifičnih oticaja većih od 40 l/s/km^2 , dok kod Pirota nije zabeležen slučaj dominacije silta u bilo kojoj frekvencijskoj distribuciji oticaja.

Determinacija pronosa nanosa prema količini oticajne vode

- ekscesivnost erozivnog procesa

Može se zaključiti da na **vremensku dinamiku promene u intenzitetu i mehaničke i hemijske erozije u prvom redu definiše promena u količini oticajne vode**, koja je uslovljena padavinskim, temperaturnim i vegetacionim prilikama datih meseci. Ovi faktori u mnogo većem iznosu determinišu promenljivost mehaničke nego hemijske erozije. Ali na samu dinamiku, pre svega pronosa suspendovanog nanosa, utiču i još neki faktori (modifikatori) koji u prvom planu ne dolaze do izražaja. To je recimo uloga vegetacionog pokrivača. Velika koncentracija silta u decembru 2009. u odnosu na jul iste godine, pri čemu je količina padavina bila tri puta manja, objašnjava nedostatkom vegetacionog pokrivača u toku zimskog perioda. Zemljište je u tom slučaju ranjivije na uticaj pluvijalne erozije i denudacije u odnosu na leto kada je vegetacioni pokrivač u punom zamahu.

Definisanjem odnosa između ova dva tipa nanosa rečne erozije može se zaključiti da je u **periodu malih i srednjih voda hemijska erozija dominantna, dok je u uslovima povećane vodnosti mehanička vodna erozija ta koja dominira u sumarnom pronosu.** Kako u vremenskoj odrednici velike vode traju znatno kraće, a za to vreme izvrši veliki deo pronosa suspendovanog nanosa, to potvrđuje ekscesivan karakter ovog tipa rečnog nanosa.

Komparativna analiza odnosa između suspendovanog i hemijskog nanosa izražena lančanim indeksima preko zajedničkog imenitelja - količine otekle vode, pokazala je veći stepen dinamike suspendovanog nanosa, što upućuje na ekscesivan karakter istog. Potvrda i konkretizacija navedene konstatacije nalazi se i u sledećim rezultatima. *Lančane indekse specifičnih oticaja i adekvatnih indeksa pronosa silta i hemijski rastvorenih mineralnih materija definišu dva različita numerička modela* U slučaju hemijskog nanosa kao najbolja pokazala se polinomialna jednačina sa koeficijentom detrmnacije od 0,91. S druge strane, isti odnos oticaja, ali sa prinetim suspendovanim nanosom kao zavisnom promenljivom najbolje opisuje eksponencijalna jednačina sa koeficijentom determinacije od 0,79. To znači da *intenzitet hemijske erozije u odnosu na vodnost ima svoj limit* i predstavljen je asimptotom. Drugim rečima, koliko god se povećavala količina oticajne vode intenzitet hemijske erozije neće proporcionalno rasti. Suprotno, *sa povećavanjem vodnosti intenzitet mehaničke vodne erozije ima neprekidni uzlazni trend*. U tom smislu klasifikacija pronosa hemijski rastvorenog i suspendovanog nanosa prema klasama specifičnih oticaja potvrđuje navedenu konstataciju. Rezultati upućuju na **zaključak da je pod istim uslovima vodnosti intenzitet hemijske erozije uravnoteženiji u odnosu na mehaničku vodnu eroziju, što znači da suspendovani nanos ispoljava ekscesivan karakter.**

Jedan od najboljih pokazatelja ekscesivnosti erozivnih procesa je *vremenska raspodela oticaja i pronosa hemijskog i suspendovanog nanosa*. Preko kumulativnih raspodela datih varijabli uočeno je da **pronos hemijski rastvorenog nanosa ne pokazuje velike fluktuacije, dok mehanička vodna erozija ispoljava izrazitu vremensku varijabilnost**. Najveći pronos suspendovanog nanosa ostvari se za veoma kratak vremenski period, što je uočeno na svim osmatranima profilima, samo je nivo ekscesivnosti delimično različit. Ilustracija navedenog zaključka može se razmotriti kroz primer da je za 90 % vremena Nišavom na najnitvodnijem hidrološkom profilu oteklo 69 % vode, a istovremeno se transportovalo 76 % hemijskog i 17 % suspendovanog nanosa. Drugim rečima to znači da se za poslednjih 10 % vremena obavilo 83 % pronosa suspendovanog materijala. Ekscesivan karakter mehaničke vodne erozije ilustruje i primer iz 2010. godine. U periodu od februara do maja izlučilo 41 % godišnje sume padavina, pri čemu je oteklo 62 % godišnjeg oticaja a istovremeno obavilo 91 % godišnje sume pronosa nanosa. Po erodibilnosti najviše se istakao maj

tokom koga je proneto 31 % godišnje sume suspendovanog nanosa. Da je ekscesivnost posebno izražena na dnevnom nivou pokazuje činjenica da je 21. februara 2010. godine, kada je izmerena najviša dnevna koncentracija slita od 2,8166 g/l, transportovano je 34,4 % mesečne sume suspendovanog nanosa.

Pronos oba tipa nanosa determinisan prema količini oticajne vode, koja je pak u funkciji pluviometrijskog režima, ispoljava snažan sezonski karakter, s tom razlikom da su ekstremni događaji van date sezone tipični za suspendovani nanos. Opšti zaključak da su pojave maksimalnih koncentracija suspendovanog nanosa, pa samim tim i njegovog pronosa posledica ili prolećnog otapanja snega ili obilnih prolećnih i pljuskovitih letnjih kiša, a da se ekstremne koncentracije koje se javljaju u drugim delovima godine posledica, pre svega, specifičnih klimatskih događaja (Dragićević S., 2002) potvrđen je i na primeru sliva Nišave.

7. ZAKLJUČAK

U okviru ovog rada proučavani su samo neki segmenti složene problematike kakva je erozija zemljišta. Akcenat je dat na dominantne faktore koji su determinisali postojeće stanje erozivnog procesa, kao i stanja u kojima se pojedini faktori mogu smatrati dominantnim u smislu determinisanja intenziteta produkcije i pronosa suspendovanog i hemijski rastvorenog nanosa.

1. Analiza fizičko-geografskih karakteristika ukazuje da je prostor sliva Nišave predisponiran za pojavu intenzivne erozije: veliki nagibi terena, znatno rasprostranjenje stena podložnih erozivnim procesima, potencijalna pluviometrijska agresivnost, velika gustina rečne mreže.

2. Pored predisponiranosti terena intenzivnim erozivnim procesima, analiza vremenskih serija pokazuje uzastopno smanjenje pronosa suspendovanog nanosa u poredjenju sa prethodnim periodom na prostoru čitavog sliva.

3. Kontinuirano smanjenje produkcije i pronosa nanosa bilo je pod snažnim uticajem antropogenog faktora, delimično i klimatskih promena, s uočenim izvesnim varijabilnostima nastalim usled vremenskih i prostornih razlika.

4. Uticaj klimatskih promena najviše se odrazio na pojavu faznog pomeranja koncentracija i pronosa suspendovanog nanosa. Konstatovane sezonske promene u količini i intenzitetu padavina, odrazile su se na promene u trendu proticaja, koje su ostavile posledice na erozivni proces - došlo je do faznog pomeranja koncentracija suspendovanog nanosa od početka leta ka početku proleća.

5. Rezultati analize odnosa izmedju padaviskih uslova, oticanja, koncentracija suspendovanog materijala i pronosa nanosa ukazuju na složenu transportnu dinamiku sedimentnog nanosa od njihovog izvora do rečnog toka. Unutargodišnja raspodela datih varijabli pokazala je postojanje dugoročnog histerezis efekta, koji je prostorno diferenciran kroz pojavu tri različite vrste petlji, što znači da u slivu ne postoji jedinstven obrazac preko koga je moguće utvrditi njihovo međusobno delovanje.

6. Pronos suspendovanog i hemijski rastvorenog nanosa u najvećoj meri definiše promena u količini oticajne vode. Oba tipa rečnog nanosa posmatrana kroz hidrološku komponentu imaju snažno izraženo sezonsko obeležje. Sliv u celini, zapravo, karakteriše postojanje dve sezone u pronosu nanosa. Sezone su polarizovane na zimsko-

prolećnu i letnje-jesenju sezonu, koje po svojim karakteristikama predstavljaju ekstremne varijante.

7. Definisanje odnosa između suspendovanog i hemijski rastvorenog nanosa prema količini oticajne vode pokazalo je da u periodu malih i srednjih voda hemijska erozija dominantna, dok je u uslovima povećane vodnosti mehanička vodna erozija ta koja dominira u sumarnom pronosu. Vremenska raspodela količine oticajne vode pokazala je da velike vode vremenski traju znatno kraće, ali sa se za vreme njihovog trajanja transportuje najveći deo suspendovanog nanosa, što ovaj tip rečnog nanosa definiše kao ekscisivnu kategoriju.

Osnovna ograničenja u postojećoj mreži monitoringa u slivu ukazuju da se moraju pronaći mehanizmi prevazilaženja istog, jer onemogućavaju adekvatno sagledavanje obima uticaja svih faktora geosredine na proces i intenzitet erozije zemljišta. Veća zastupljenost osmatračkih profila na manjim rekama u slivu bi, takodje doprinela razvoju boljih modela za predikciju i razumevanje procesa i pre svega predviđanje stanja. Samim tim adekvatno razumevanje geomorfoloških, hidroloških, klimatoloških i naseobinsko-populacionih osebenosti prostora rezultiralo bi savremenim trendovima u smislu njihovog prožimanja sa različitim vidovima ekoloških implikacija.

LITERATURA

1. Anderson S.P. (2005): Glaciers show direct linkage between erosion rate and chemical weathering fluxes. *Geomorphology* 67, 147-157
2. Alexandrov Y., Laronne J.B., Reid I. (2007): Intra-event and inter-seasonal behaviour of suspended sediment in flash floods of the semi-arid northern Negev, Israel. *Geomorphology* 85, 85-97.
3. Andjelković G. (2009): Ekstremne klimatske pojave u Srbiji. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet, Beograd
4. Atanacković B. (1968): Ekološki faktori u procesu erozije tla. *Zbornika radova Geografskog instituta PMF*, 15, 65-76
5. Atanacković B. (1970): O intenzitetu recentne erozije tla u slivu Crvene reke. *Zbornika radova Geografskog instituta PMF*, 17, 59-69
6. Atlas klime SFRJ 1931-1960
7. Avendano S., Sanz Montero C., Gomez Montana, J.L. (1997): Sediment yield at Spanish reservoirs and its relationship with the drainage basin area, Digne-Neuve 1^{me} Congrès des Grands Barrages. Commission Internationale De Grands Barrages, Florence, 863– 874.
8. Belyaev V.R., Wallbrink P.J., Golosov V.N., Murray A.S., Sidorchuk A.Yu (2005): A comparison of methods for evaluating soil redistribution in the severely eroded Stavropol region, southern European Russia. *Geomorphology* 65, 173–193
9. Beylich A, Kolstrup E, Thyrsted T, Linde N, Pedersen L, Dynesius L.(2004): Chemical denudation in arctic-alpine Länjavagge (Swedish Lapland) in relation to regolith as assessed by radio magnetotelluric-geophysical profiles. *Geomorphology* 57, 303-319
10. Blinkov I., Kostadinov S. (2010): Applicability of Various Erosion Risk Assessment Methods for Engineering Purposes, BALWOIS 2010 - Ohrid, Republic of Macedonia - 25, 29 May 2010
11. Burrough P., McDonnell R., (2006): Principi Geografskih Informacionih Sistema. Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd.

12. Campbell S.W., Dixon J.C., Thorn C.E., Darmody R.G. (2002): Chemical denudation rates in Karkevagge, Swedish Lapland. *Geografiska Annaler* 84 A (3-4), 179-185
13. Chakrapani, G.J., 2005. Factors controlling variations in river sediment loads. *Current Science* 88, 569–575
14. Chakrapani, G.J., Subramanian V. (1990): Factors controlling sediment discharge in the Mahanadi River Basin, India. *Journal of Hydrology*, Volume 117, Issues 1-4, 169-185
15. Dai, D., Tan, Y., (1996): Soil erosion and sediment yield in the Upper Yangtze River basin. In: Walling, D.E., Webb, B.W. (Eds.), *Erosion and Sediment Yield: Global and Regional Perspectives*. Proceedings of the Exeter Symposium, July 1996, IAHS Publication, vol. 236. IAHS Press, Wallingford, UK, pp. 191–203
16. De Jong S.M., Paracchini M.L., Bertolo F., Folving S., Megier J., De Roo A.P.J. (1999): Regional assessment of soil erosion using the distributed model SEMMED and remotely sensed data. *Catena* 37, 291–308
17. De Jong, S.M. (1994): Vegetation parameters derived from satellite images for erosion modelling. *Earth Surf. Processes Landforms* 19, 1–14
18. Desir G, Marin C. (2007): Factors controlling the erosion rates in a semi-arid zone (Bardenas Reales, NE Spain). *Catena* 71: 31-40
19. Deventer J., Poesen J. and Verstraeten G. (2005): The application of semi-quantitative methods and reservoir sedimentation rates for the prediction of basin sediment yield in Spain. *Journal of Hydrology*, 305, (1-4), 63-86
20. Dixon J.C, Thorn C. (2005): Chemical weathering and landscape development in mid-latitude alpine environments. *Geomorphology* 67: 127-145
21. Djokić M. (2010): Hidrogeografska studija reke Jerme. Magistarski rad, Beograd: Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet, 1-111
22. Dragičević S. (2001): Erozijska u slivu Kolubare. Beograd: Geografski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Magistarski rad.
23. Dragičević S. (2002): Bilans nanosa u slivu Kolubare. Geografski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd
24. Dragičević S. (2002): Losses of organic matter in Kolubara basin. International Scientific Conference in memory of prof. dr Dimitar Jaranov, Varna

25. Dragičević S., Manojlović P., Mustafić S. (2003): Prilog određivanju intenziteta hemijske erozije Zapadne Srbije. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, LXXXIII (1), 7-14
26. Dragičević S., Stepić M. (2006): Promene intenziteta erozije u slivu Ljiga - uticaj antropogenog faktora. *Glasnik Srpskog geografskog društva* 86 (2), 37-44
27. Dragičević S. (2006): Geomorfološka analiza dominantnih erozivnih procesa na primeru sliva Kolubare. Beograd: Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet, Doktorska disertacija
28. Dragičević S. (2007): Dominantni erozivni procesi u slivu Kolubare. Beograd: Univerzitet u Beogradu -Geografski fakultet, Beograd: Jantar grupa, 1-246
29. Dragičević S., Novković I., Prica M. (2009): Rizik od padinskih procesa na teritoriji opštine Ub. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, LXXXIX (3), 147-164
30. Dragičević S., Novković I., Milutinović M. (2009): Promena intenziteta erozije na teritoriji opštine Zaječar. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, LXXXIX (4), 3-16
31. Dragičević S., Milevski I., (2009): Human impact on the landscape - examples from Serbia and Macedonia. International Conference Land Conservation - LANDCON, Global change - challenges for soil management. Tata Mountain, Serbia
32. Dragičević S., Nenadović S., Jovanović B., Milanović M., Novković I., Pavić D., Lješević M., (2010): Degradation Of Topciderska River Water Quality (Belgrade). *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* 5, (2), 177 - 184
33. Dragičević S., Filipović D., Kostadinov S., Ristić R., Novković I., Živković N., Andjelković G., Abolmasov B., Šećerov V., Djurdjić S., (2011): Natural Hazard Assessment for Land-use Planning in Serbia. *Interntional Journal of Environmental Research* 5(2), 371-380
34. Dragičević S., Martinović M., Sibinović M., Novković I., Tošić R., Babović S. (2012): Recent changes of the erosion intensity caused by socio-demographic and land use changes (case study: Knjaževac municipality, Serbia). International Conference on "Land Conservation" - LANDCON 1209, Sustianable land management and climate change, September 17-21, Danube Region, Republic of Serbia

35. Ducić V., Radovanović M. i Milovanović B. (2003): Prostorni raspored padavina na Staroj planini u zavisnosti od nadmorske visine i ekspozicije. *Zbornik radova Geografskog fakulteta*, LI, 39-55
36. EEA (1992): CORINE soil erosion risk and important land resources in the southern regions of the European Community. Final report EUR 13233-EN, European Environment Agency
37. Erskine, W.D., Mahmoudzadeh, A., Myers, C. (2002): Land use effects on sediment yields and soil loss rates in small basins of Triassic sandstone near Sydney, NSW, Australia. *Catena* 49, 271–287.
38. Gavrilović D. (1984): Merenje intenziteta površinske korozije u krasu Srbije. *Zbornik radova instituta za geografiju*, 31, 19-27
39. Gavrilović D., Manojlović P., (1989): Metodološki problemi merenja intenziteta površinske korozije u krasu. *Naš krš*, XV (26-27), 129-132
40. Gavrilović Lj. (1988): Hidrologija u prostornom planiranju. Prirodno-matematički fakultet - Odsek za geografiju i prostorno planiranje, Beograd.
41. Gavrilović Lj., Dukić D. (2002). Reke Srbije. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, 1-218
42. Gavrilović Lj., Milanović -Pešić A., Urošev M. (2012): A Hydrological Analysis of the Greatest Floods in Serbia in the 1960-2010 period. *Carpathian Journal of the Environmental Sciences* 7 (4): 107-116
43. Gavrilović S. (1972): Inženjering o bujičnim tokovima i eroziji. *Izgradnja*, 1-292
44. Grenfell S.E., Ellery W.N. (2009): Hydrology, sediment transport dynamics and geomorphology of a variable flow river: The Mfolozi River, South Africa. *Water SA* 35 (3), 271-282
45. Grupa autora (2008): Zemljišta sliva Nišave. Institut za zemljište, Beograd, 1-214
46. Grupa autora 1977, Geologija Srbije II-3, Stratigrafija, Kenozoik. Beograd).
47. Grupa autora, (1975): Geologija Srbije II-1, Stratigrafija, prekambrijum i paleozoik. Zavod za regionalnu geologiju i paleontologiju Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd,
48. Hall F.R (1970): Dissolved solids-discharge relationships: I Mixing models. *Water Resources Research* 6.

49. Heimann D. C., Sprague L. A., Blevins D. W., (2011): Trends in suspended-sediment loads and concentrations in the Mississippi River Basin, 1950–2009. U.S. Geological Survey, Scientific Investigations Report 2011–5200, 33
50. Heregeweyn N., Poesen J., Nyssen J., Verstraeten G., de Vente J., Govers G., Deckers S., Moeyersons J. (2005): Specific sediment yield in Tigray-Northern Ethiopia: Assessment and semi-quantitative modelling. *Geomorphology*, 69 (1-4), 315-331
51. Hooke J.M. (2006): Human impacts on fluvial system in the mediterranean region. *Geomorphology* 79 (3-4), 311-335
52. Hren M.T, Champerlian C.P, Hilley G.E, Blisniuk P.M, Bookhagen B. (2007): Major ion chemistry of the Yarlung Tsangpo-Brahmaputra river: Chemical weathering, erosion, and CO₂ consumption in the southern Tibetan plateau and eastern syntaxis of the Himalaya. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 71, 2907-2935
53. Huang W.H, Kiang W.C. (1970): Laboratory dissolution of plagioclase feldspars in water and organic acids at room temperature. *Amer. Mineralogist* 57
54. Hurni H. (1983): Soil Erosion and Soil Formation in Agricultural Ecosystems: Ethiopia and Northern Thailand. *Mountain Research and Development* 3 (2), 131-142
55. Hurni H., Tato, K., Zeleke G. (2005): The Implications of Changes in Population, Land Use, and Land Management for Surface Runoff in the Upper Nile Basin Area of Ethiopia. *Mountain Research and Development* 25 (2), 147-154
56. Ivanović R., Martić-Bursać N., Ivanović M., Nikolić M., (2011): termičke karakteristike vazduha Niške kotline u funkciji bržeg razvoja privrede. *Glasnik srpskog geografskog društva*, 91 (2), 83-98
57. Jansson M. B. (2002): Determining sediment source areas in a tropical river basin, Costa Rica. *Catena* 47, 63–84
58. Jansson M., (1982): Land erosion by water in different climates. Uppsala University, Department of Physical Geography, Uppsala, Sweden, 1-151
59. Joksić D., Bajat B. (2007): Ocene kvaliteta GIS proizvoda. Zbornik radova, Prvi kongres srpskih geografa, knj.3, Beograd.

60. Jun Peng, Shenliang Chen, Ping Dong (2010): Temporal variation of sediment load in the Yellow River basin, China, and its impacts on the lower reaches and the river delta. *Catena* 83 135–147
61. Khayat S., Moller P., Geyer S., Marei A., Siebert C., Hilo F.A. (2009): Hydrochemical variation in the springs water between Jerusalem-Ramallah Mountains and Jericho Fault, Palestine. *Environ. Geol.*, 57, 1739-1751
62. King C., Baghdadi N., Lecomte V., Cerdan O. (2005): The application of remote-sensing data to monitoring and modelling of soil erosion. *Catena*, 62, 79-93.
63. Klein M. (1984): Anti-clockwise hysteresis in suspended sediment concentration during individual storms. *Catena* 11, 251–257
64. Kolić B. (1988): Šumarska ekoklimatologija sa osnovama fizike atmosfere. Beograd: Naučna knjiga, 1-397
65. Kostadinov S. (1999): Studija efekata protiverozionih radova u slivu Nišave u funkciji zaštite vodoprivrednih objekata. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd.
66. Kostadinov S. (2008): Bujični tokovi i erozija. Beograd: Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet, 1-505
67. Kostić M. (1970): Belopalanačka kotlina - društvenogeografska proučavanja. Geografski institut "Jovan Cvijić", posebna izdanja, knjiga 23, Beograd
68. Kovačević-Majkić J., Štrbac D. (2008): Prostorna interpolacija padavina u zavisnosti od nadmorske visine u slivu Skrapeža. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, LXXXVIII (1), 89-100
69. Lasanta T., Beguería S., García-Ruiz J.M. (2006): Geomorphic and Hydrological Effects of Traditional Shifting Agriculture in a Mediterranean Mountain Area, Central Spanish Pyrenees. *Mountain Research and Development*, 26, 2, 146-152
70. Lazarević R. (2009). *Erozija u Srbiji*. Beograd: Želnid,
71. Lazarević R. (1985): Novi postupak za određivanje koeficijent erozije. *Erozija*, 12, Društvo bujičara Jugoslavije, Beograd
72. Lazarević R. (1976): Prvi jugoslovenski simpozijum o geomorfološkom kartiranju. Zbornik radova Geografski institut "Jovan Cvijić", SANU, knj. 27
73. Lazarević R. (2004): Eksperimentalna istraživanja intenziteta vodne erozije. Beograd: Društvo bujišara Srbije i Crne Gore, 1-234

74. Lenzi M., Marchi L. (2000): Suspended sediment load during floods in a small stream of the Dolomites (northeastern Italy). *Catena* 39, 267–282
75. Liughran R.J., Wallbrink P.J., Walling D.E., Appleby P.G., (2003): Sampling Methods. In (Zapata F., ed): Handbook for the Assessment of Soil Erosion and Sedimentation Using Environmental Radionucleides. IAEA, Netherlands
76. Manojlović P. (1989): Eksperimentalna istraživanja intenziteta korozije u krasu Istočne Srbije. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Prirodno-matematički fakultet - Geografski fakultet, Beograd, 1-251
77. Manojlović P. (1989a): Uticaj veštačkih đubriva na intenzitet korozije. *Glasnik srpskog geografskog društva*, LXIX (1), 41-46
78. Manojlović P. (1990a): Neki aspekti hemijske erozije u slivu Sikolske reke. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, LXX (2), 35-42
79. Manojlović P. (1990b): Hemijska erozija nekarbonatnih stena. Zbornik referatov, V znanstveno posavetovanje geomorfologa Jugoslavije, Krško, 18-23 jun 1990, Ljubljana.
80. Manojlović P. (1990c): Intenzitet hemijske erozije u slivu Visočice. Četvrti skup geomorfologa Jugoslavije, Pirot, 20-23. jun 1989, Geografski fakultet PMF, Beograd.
81. Manojlović P., Gavrilović Lj. (1991): Uporedna analiza pronosa suspendovanog i hemijskog nanosa u slivovima Belog i Crnog Timoka. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, LXXI (2), 45-56
82. Manojlović P., Stah A., (1990/1991): Čestina uzorkovanja tekućih voda u funkciji utvrđivanja intenziteta hemijske erozije. *Zbornik radova, Geografski fakultet PMF*, 37/38, 49-56
83. Manojlović P. (1992a): Metodologija izrade karte intenziteta hemijske erozije Srbije. *Zbornik radova, Geografski fakultet PMF*, 39, 29-39
84. Manojlović P. (1992): Hemijska erozija kao geomorfološki proces - teorijski, analitički i metodološki aspekt. Beograd: Prirodno-matematički fakultet - Geografski fakultet - laboratorija fizičke geografije, 1-112
85. Manojlović P. (1993): Rečna erozija u gornjem delu sliva Crnice. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, LXXIII (1), 3-14

86. Manojlović P., Gavrilović Lj., Živković N. (1994): Metodološke osnove proučavanja hemijske erozije. *Zbornik radova, Geografski fakultet PMF*, LXIV, 9-14
87. Manojlović P., Živković N. (1994): Prirodni fon unosa rastvorenih mineralnih materija padavinama u Srbiji. *Zbornik radova, Geografski fakultet PMF*, LXIV, 9-20
88. Manojlović P. (1994): Intenzitet hemijske erozije stena timočkog andezitskog masiva. *Zbornik radova sa naučnog skupa "Jovan Cvijić i Istočna Srbija"*. Srpsko geografsko društvo, Beograd.
89. Manojlović P., Živković N. (1997): Karta specifičnih oticaja u Srbiji. *Zbornik radova, Geografski fakultet PMF*, XLVII, 15-25
90. Manojlović P., (1998): Prirodni fon mineralizacije tekućih voda Srbije. *Zbornik radova, Geografski fakultet PMF*, XLVIII, 27-40
91. Manojlović P., (2002): Intenzitet hemijske erozije u slivu Nišave. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, LXXXII (1), 3-8
92. Manojlović P., (2002): Metodološki postupci istraživanja intenziteta hemijske erozije. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, LXXXII, (2), 35-44
93. Manojlović P., Dragičević S., Mustafić S. (2003): Some chemical characteristic of karst waters in easter Serbia in the function of tourism development. The International Scientific Conference "the development and potentials of ecotourism on Balkan peninsula", Geographical Institute "Jovan Cvijić" SASA, Belgrade, Serbia; Geographical Institute of Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria, Faculty of Tourism and Hospitality, Ohrid Macedonia, Volume II, 59-68
94. Manojlović P., Damjanović-Rakić M. (2007): Uticaj sezonskog faktora na varijabilnost hemijskog rastvaranja krečnjaka u Svrliškoj kotlini. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, LXXXVI (2), 29-36
95. Manojlović P., Nikolić M., Mustafić S., Luković J. (2010): Sezonska varijabilnost mineralizacije voda u slivu Crvene reke. *Glasnik srpskog geografskog društva* XC (4), 9-21
96. Manojlović P., Mustafić S., Luković J., Milošević M. (2012): Transport of chemically dissolved and silt deposit in the Mlava river basin. International Conference on "Land Conservation" - LANDCON 1209, Sustianable land

- management and climate change, September 17-21, Danube Region, Republic of Serbia
97. Manojlović P., Mustafić S., Mladenović B., (2012): Odnos hemijske i mehaničke vodne erozije u slivu Mlave. *Glasnik Srpskog geografskog društva XCII (1)*, 27-46
 98. Marković M. (1983): Osnovi primenjene geomorfologije. Geoinstitut, OOUR Istraživanje mineralnih sirovina, inženjerska i hidrogeologija. Posebna izdanja, knj. 8, Beograd.
 99. Martin J.M., Burton J.D., Eisma D. (Eds.): River Inputs to Ocean Systems. United Nations Press, New York, pp. 18–30
 100. Martinović M. (2009): Antropogeografska i savremena geografska istraživanja naselja Zaplanja. Beograd: Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet, Doktorska disertacija, 1-335
 101. Martinović M., Matijević D. (2006): Neke prostorno-demografske razvojne tendencije naselja Suve planine. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, LXXXVI (1), 133-140
 102. Mcpherson H.J. (1969): Dissolved, suspended and bed load movement patterns in Two O'Clock Creek, Rocky Mountains, Canada, summer, 1969. *Journal of Hydrology*, 12 (3), 221-233
 103. Meybeck, M. (1980): Pathways of major elements from land to ocean through rivers. In (Ed: Burton D., Eisma D., Martin J.M): River Inputs to Ocean System. IOC Unesco Workshop, 18-30
 104. Maybeck M., Helmer R. (1989): The quality of river: from pristine stage to global pollution. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology (Global and Planetary Change Section)*, 75, 283-309
 105. Michael, A., Schmidt, J., Enke, W., Deutschlander, T., Malitz, G., (2005): Impact of expected increase in precipitation intensities on soil loss results of comparative model simulations. *Catena* 61 (2–3), 155–164
 106. Milanović A., (2006): Hidrološka prognoza velikih voda u slivu Lepenice i zaštita od poplava. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, LXXXVI (1), 47-54
 107. Milanović A., Urošev M., Milijašević D. (2010): Poplave u Srbiji u periodu 1999-2009 godina – hidrološka analiza i mere zaštite od poplava. *Glasnik Srpskog geografskog društva XC (1)*, 93-122

108. Milevski I., Dragičević S., Kostadinov S. (2007): Digital elevation model and satellite images an assessment of soil erosion potential in the Pcinja catchment. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, LXXXVII (2), 11-20
109. Milijašević D. (2010): Hidrogeografska studija reke Djetinje. Geografski institut "Jovan Cvijić" SANU, 1-124
110. Milinčić M., (2009): Izvorišta površinskih voda Srbije - ekološka ograničenja i revitalizacija naselja. Beograd: Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet, 1-281
111. Milošević M. (2010): Klizišta na teritoriji grada Jagodine - genetski faktori i posledice. Geografski institut "Jovan Cvijić", SANU, Beograd.
112. Milovanović B. (2005): Rezultati primene statističkih postupaka u istraživanju padavina na Staroj planini, *Zbornik radova Geografskog instituta "Jovan Cvijić"*, 54, 33-45
113. Milovanović B. (2010): Kilma Stare planine. Geografski institut "Jovan Cvijić", SANU, Beograd 75, 1-135
114. Mladenović B. (2006): Erozijska u slivu Mlave. Beograd: Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet, Magistarski rad, 1-202
115. Morgan R.P.C. (1995): Soil Erosion and Conservation. Second Edition, Longman, 1-198
116. Morgan R.P.C. (2001): A simple approach to soil loss prediction: a revised Morgan–Morgan–Finney model. *Catena*, 44 (4), 305-322
117. Mueller E.N., Pfister A. 2011 Increasing occurrence of high-intensity rainstorm events relevant for the generation of soil erosion in a temperate lowland region in Central Europe. *Journal of Hydrology* 411, 266–278
118. Mustafić S., Manojlović P., (2000): Pronos slita u slivu Dragovišnice. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, LXXX (2), 75-81
119. Mustafić S. (2006): Erozijska u slivu Temšnice. Beograd: Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet, Magistarski rad, 1-142
120. Mustafić S., (2006): Prostorna distribucija oticaja u slivu Temšnice. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, LXXXVII (2), 45-52

121. Mustafić S., Manojlović P., Dragičević S., (2007): Primena teledetekcionih metoda i GIS-a u istraživanjima erozivnih procesa. *Zbornik radova Geografskog instituta "Jovan Cvijić", SANU*, 57, 465-473
122. Mustafić S., (2007): Neki aspekti antropogenog faktora na intenzitet erozivnih procesa u slivu Temštice. *Glasnik Srpskog geografskog društva* 87 (1), 23-30
123. Mustafić S., Kostadinov S., Manojlović P., (2008): Ugroženost akumulacije "Zavoja" erozivnim procesima - metodološki, saznavni i zaštitni aspekt. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, LXXXVIII (1), 29-42
124. Mustafić S., Kostadinov S., Manojlović P., (2009): Influence of demographic and socio-economic factors on the intensity of erosive processes in Temstica river basin. International conference "Land conservation – LAN-DCON", Tara mountain, Serbia.
125. Mustafić S., Kostadinov S., Manojlović P., (2009): Influence of demographic and socio-economic factors on the intensity of erosive processes in temstica river basin. International Conference Land Conservation - LANDCON, Global change - challenges for soil management. Tata Mountain, Serbia
126. Nearing M. A., Jetten V., Baffaut C., Cerdan O., Couturier A., Hernandez M., Le Bissonnais Y., Nichols M.H., Nunes J.P., Renschler C.S., Souchere V., van Oost K. (2005): Modeling response of soil erosion and runoff of change in precipitation and cover, *Catena*, 61 (2-3), 131-154
127. Negrel P., Roy S., Petelet-Giraud E., Millot R., Brenot A. (2007): Long-term fluxes of dissolved and suspended matter in the Ebro River Basin (Spain), *Journal of Hydrology* , 342, 249– 260
128. Nenadović S., Nenadović M., Vukanac I., Djordjević A., Dragičević S., Lješević M. (2010): Vertical distribution of ¹³⁷Cs in cultivated and undisturbed areas. *Nuclear Technology and Radiation Protection*, 25 (1), 30-36
129. Nikić Z., (2003): Hidrogeološka analiza formiranja i regionalizacija malih voda. Beograd: Zadužbina Andrejević, 1-154
130. Nikolić J., Ducić V., Dragičević S., (2005): Analiza padavina na primeru gornjeg dela sliva Zapadne Morave. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, LXXXV (1), 21-30

131. Njegić R., Žižić M. (1987): Osnovi statističke analize. Savremene administracija, Beograd, 1-376
132. Novković I. (2009): Primena GIS-a u istraživanju prirodnih potencijala i degradiranih površina na primeru opštine Ub. Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet, Master rad.
133. Ocokoljić M. (1987): Visinsko zoniranje voda u slivu Velike Morave i neki aspekti njihove zaštite. Beograd: Srpsko geografsko društvo, posebna izdanja, knjiga 64, 1-92
134. Ocokoljić M. (1994): Cikličnost sušnih i vodnih perioda u Srbiji. Beograd: Geografski institut "Jovan Cvijić" - SANU, posebna izdanja, knjiga 41, 1-110
135. OGK 1:100.000, Tumač za list Bela Palanka, 1980.
136. OGK 1:100.000, Tumač za listove Pirot i Breznik, 1977
137. O'Neal M. R., Nearing M. A., Vining R. C., Southworth J., Pfeifer R. A., (2005): Climate change impacts on soil erosion in Midwest United States with changes in crop management. *Catena* 61, 165 - 194
138. Panda D.K., kumar A., Mohanty S. (2011): Recent trends in sediment load of tropical (Peninsular) river basins of India. *Global and Planetary Change*, 75, 108-118
139. Pannin V.A., Walling D.E., Golosov V.N., (2001): The role of soil erosion and fluvial processes in the post-fallout redistribution of Chernobyl-derived caesium-137: a case study of the Lapki catchment, Central Russia. *Geomorphology* 40, 185-204
140. Petković S. (1993): Uticaj strukture padavina i oticaja na erozionu produkciju i transport nanosa. U "Uzroci i posledice erozije zemljišta i mogućnost kontrole erozionih procesa". Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, 1-13
141. Petković S., (1993): Analiza zavisnosti morfološkog razvoja malih vodotoka od geomorfoloških, geoloških i erozionih faktora slivnog područja. U "Uzroci i posledice erozije zemljišta i mogućnosti kontrole erozionih procesa". Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, 45-57
142. Petrović J. (1998): Priroda Bele Palanke i srednjeg Ponišavlja. Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet-Institut za geografiju, Novi Sad

143. Petrović J. (1999): Priroda Pirotske kotline i gornjeg Ponišavlja. Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet-Institut za geografiju, Novi Sad
144. Petrović V., Djordjević A., Životić Lj., Nikolić N., Kadović R., Belanović S. (2012): Soil Erosion Modelling in the complex terrain of Pirot Municipality. *Carpatian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 7 (12), 93-100
145. Porder S, Hilley G.E, Chadwick O.A. (2007): Chemical weathering, mass loss, and dust inputs across a climate by time matrix in the Hawaiian Islands. *EPSL* 258: 414-427
146. Prohaska S., Nikić Z., Ristić V. (1999): Regionalizacija malih voda, malih i srednjih slivova u Srbiji - hidrogeološki pristup. XII Jugoslovenski simpozijum o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji. Savez inženjera rudarstva i geologije SR Jugoslavije, Novi Sad
147. Pruski, F.E., Nearing, M.A., 2002. Climate-induced changes in erosion during the 21st century for eight U.S. locations. *Water Resources Research*, 38
148. Putnam J.E., Pope L.M., (2003): Trends in Suspended-Sediment Concentration at Selected Stream Sites in Kansas, 1970-2002. *Water-Resources Investigations Report 03-4150*, U.S. department of the Interior, U.S. Geological Survey, Lawrence, Kansas, 1-41
149. Qihu L., Yaning C., Yanjun S., Xingong L., Jianhua X., 2011. Spatial and temporal trends of climate change in Xinjiang, China. *Journal of Geographical Sciences*, 21(6), 1007-1018
150. Radovanović M. (2001): Uticaj reljefa i atmosfere cirkulacije na diferencijaciju klimata u Srbiji. Doktorska disertacija, Geografski fakultet, Beograd
151. Rakićević T. (1979): Osnovne zakonitosti u geografskom rasporedu padavina na teritoriji SR Srbije. *Zbornik radova Geografskog instituta PMF*, 26,
152. Renard K.G., Foster G.R., Weesise G.A., Porter J.P. (1991): RUSLE: Revised Universal Soil Loss Equation. *Journal of Soil and Water Conservation*, 46 (1), 30-33
153. Renard, K.G., Foster G.R., Weesies G.A., McCool D.K. and Yoder D. C.(1997): Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation. US Department of Agriculture, Agriculture Handbook 703, pp.384

154. Ristić R. (2000): Režim pojave i karakteristike velikih voda na bujičnim slivovima u Srbiji. Doktorska disertacija. Beograd: Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet
155. Ristić R., Kostadinov S., Abolmasov B., Dragičević S., Trivan G., Radić B., Trifunović M. and Radosavljević Z. (2012): Torrential floods and town and country planning in Serbia. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 12, 23–35
156. Ristić R., Radić B., Vasiljević N. (2009): Karakteristike velikih voda na bujičnim slivovima u Srbiji. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, LXXXIX (4), 161-189
157. Roksandić M., Dragičević S., Živković N., Kostadinov S., Zlatić M., Martinović M. (2011): Bank erosion as a factor of soil loss and land use change in the Kolubara River Basin, Serbia. *African Journal of Agricultural Research*, 6 (32), 6604-6608
158. Roberge, J. (1979): Geomorphologie de karst de la Haute-saumons, Ile d'anticosti, Quebec. McMaster Univrsity: unpub. Msc thesis
159. Ryu J.S, Lee K.S, Chang H.W, Shin H. S. (2008): Chemical weathering carbonates and silicates in the Han River basin, South Korea. *Chemical Geology*, 247, 66-80
160. Schiefer E., Hassan M.A., Menounos B., Pelpola C.P., Slaymaker O. (2010): Interdecadal patterns of total sediment yield from a montane catchment, southern Coast Mountains, British Columbia, Canada. *Geomorphology* 118, 207–212
161. Scholz G., Quinton J. N., Strauss P., (2008): Soil erosion from sugar beet in Central Europe in response to climate change induced seasonal precipitation variations. *Catena* 72, 91–105
162. Seeger M., Errea M.P., Begueria S., Arnaez J., Marti C., Garcia-Ruiz J.M. (2004): Catchment soil moisture and rainfall characteristics as determinant factors for discharge/suspended sediment hysteretic loops in a small headwater catchment in the Spanish pyrenees. *Journal of Hydrology* 288, 299–311
163. Shurong Zhang, Xi Xi Lu, David L. Higgitt, Chen-Tung Arthur Chen, Jingtai Han, Huiguo Sun (2008): Recent changes of water discharge and sediment load in the Zhujiang (Pearl River) Basin, China. *Global and Planetary Change* 60, 365–380

164. Singh O., Sharma M.C, Sarangi A., Singh P. (2008): Spatial and temporal variability of sediment and dissolved loads from two alpine watersheds of the Lesser Himalayas. *Catena*, 76, 27–35
165. Soler M., Latron J., Gallart F. (2008): Relationships between suspended sediment concentrations and discharge in two small research basins in a mountainous Mediterranean area (Vellcebre, Eastern Pyrenees). *Geomorphology*, 98, 143-152
166. Stocking M.A., Elwell, H.A., (1973): Soil erosion hazard in Rhodesia. *Rhodesia Agricultural Journal* 70 (4), 93–101.
167. Stocking, M.A., Chakela, Q., Elwell, H.A., (1988): An improved methodology for erosion hazard mapping: Part I. The technique. *Geografiska Annaler* 70 (3), 169–180
168. Tangestani M., (2005): Comparison of EPM and PSIAC models in GIS for erosion and sediment yield assessment in a semi-arid environment: Afzar Catchment, Fars Province, Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 27 (5), 585-597
169. Tena A., Batalla R.J., Vericat D., Lopez-Tarazon J.A., (2011): Suspended sediment dynamics in a large regulated river over a 10-year period (the lower Ebro, NE Iberian Peninsula). *Geomorphology*, 125, 73-84
170. Tosiani T., Loubet M., Viers J., Valladon M., Tapia J., Marrero S., Yanes C., Ramirez A., Dupre B. (2004): Major and trace elements in river-borne materials from the Cuyuni basin (southern Venezuela): evidence for organo-colloidal control on the dissolved load and element redistribution between the suspended and dissolved load. *Chemical Geology*, 211, 305–334
171. Toy, T.J., Foster, G.R., and Renard, K.G. (2002): Soil Erosion: Processes, Prediction, Measurement, and Control, New York: John Wiley and Sons, 1-338
172. Trudgill S. (1977): Reaction rates and equilibrium levels in the dissolution of limestones in organic acids. Proc. Of the 7th Int. Speleo. Congres, Sheffield
173. Trudgill S., (1975): Measurement of erosional weight-loss of rock tablets. *British Geomor. res. Gr.p. Techn. Bull.* 17, 13-19
174. Tsegaye D., Meshesha D.T, Tsunekawa A., Tsubo M., Haregeweyn N. (2011): Spatial analysis and semi-quantitative modeling of specific sediment yield in six catchments of the central rift valley of Ethiopia. *Food, Agriculture & Environment*, 9, (3-4), 784-792

175. Urošev M.(2007): Sliv Goljske Moravice - hidrološka analiza. Geografski institut "Jovan Cvijić" SANU, 1-123
176. Ustun B. (2008): Soil Erosion Modelling By Using Gis & Remote Sensing : A Case Study, Ganos Mountain. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B7. Beijing 2008, 1681-1684.
177. Velojić M. (2002): Prirodni efekti antierozionih tehničkih objekata u slivu reke Nišave. Zadužbina Andrejević, Beograd
178. Vericat D., Batalla R.J. (2006): Sediment transport in a large impounded river: The lower Ebro, NE Iberian Peninsula. *Geomorphology*, 79, 72-92
179. Vidanović-Sazda G. (1955): Visok - privredno-geografska ispitivanja. Srpska akademija nauka, Geografski institut, posebna izdanja, knj.6, Beograd 1-195
180. Vorosmarty C.J., Meybeck M., Fekete B., Sharma K., Green P., Syvitski J.P.M. (2003): Anthropogenic sediment retention: major global impact from registered river impoundments. *Global and Planetary Change*, 39, 169-190
181. Vuai S.A.H, Tokuyama A. (2007): Solute generation nad CO₂ consumption during silicate weathering under subtropical, humid climate, northern Okinawa Island, Japan. *Chemical Geology* 236, 199-216
182. Vujević P. (1953): Podneblje FNRJ. Arhiv za poljoprivredne nauke, sv. 12, Poljoprivredni fakultet, Zemun
183. Walford N., (2011): Practical Statistic for Geograohers and Earth Scientists. Weley - Blackwell, 1-415
184. Walling D. E., Web B.W. (1981): The reliability of suspended load data. Erosion and Sediment Transport Measurement. Proceedings of the Florence Symposium, IAHS Publication, vol 133. IAHS Press, Wallingford, UK, 177-194
185. Walling D.E., (2006): Human impact on land–ocean sediment transfer by the world's rivers. *Geomorphology* 79, 192–216).
186. Walling D.E., Fang D. (2003): Recent trends in the suspended sediment loads of the world's rivers. *Global and Planetary Change* 39, 111– 126
187. Walling, D.E., Webb, B.W. (1982): Sediment availability and prediction of storm-period sediment yield. IAHS.

188. Williams, G.P. (1989): Sediment concentration versus water discharge during single hydrologic events in rivers. *Journal of Hydrology* 111, 89–106
189. Wischmeier W.H. and Smith D.D. (1978): Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. Agriculture Handbook No. 537, US Dept. of Agric., Washington, DC
190. Xu J. (2011): Variation in annual runoff of the Wudinghe River as influenced by climate change and human activity. *Quaternary International*, 244, 230 - 237
191. Xu J., Yang D., Yi Y., Lei Z., Chen J., Yang W. (2008): Spatial and temporal variation of runoff in the Yangtze River basin during the past 40 years. *Quaternary International* 186, 32–42
192. Zabaleta A., Martinez M., Uriarte J. A., Antigüedad I. (2007): Factors controlling suspended sediment yield during runoff events in small headwater catchments of the Basque Country. *Catena*, 71 (1), 179-190
193. Zakharova E.A., Pokrovsky O.S., Dupre B., Gaillardet J., Efimova L.E. (2007): Chemical weathering of silicate rocks in Karelia region and Kola peninsula, NW Russia: Assessing the effect of rock composition, wetlands and vegetation. *Chemical Geology* 242, 255-277
194. Zeleke G., Hurni H., (2001): Implications of Land Use and Land Cover Dynamics for Mountain Resource Degradation in the Northwestern Ethiopian Highlands. *Mountain Research and Development*, 21, 184-191
195. Zhang S., Lu X. X., Higgitt D. L., Chen C. A., Han J., Sun H. (2008): Recent change of water discharge and sediment load in the Zhujiang (Pearl River) Basin, China. *Global and Planetary Change*, 60, 365-380
196. Zhao J., Wang C., Jin Y., Sun G., Xiao J. (2009). Seasonal variation in nature and chemical compositions of spring water in Cuihua Mountain, Shaanxi province, central China. *Environ. Geol*, 57, 1753-1760
197. Zhu Y. M., Lu X.X., Zhou Y., (2008): Sediment flux sensitivity to climate change: A case study in the Longchuanjiang catchment of the upper Yangtze River, China. *Global and Planetary Change*, 60, 429–442
198. Zolina O., Simmer C., Bachner S., Gulev S., Maechel H. (2008): Seasonally dependent changes of precipitation extremes over Germany since 1950 from a

- very dense observational network. *Journal of Geophysical Research*, 113, doi:10.1029/2007JD008393
199. Živković N. (1990): Uticaj petroloških tipova na vrednost hemijske erozije u slivu Jovanovačke reke. Zbornik referatov: "5. znanstveno posvetovanje geomorfologov Jugoslavije", Krško, Ljubljana, 137-142
 200. Živković N. (1994): Prilog proučavanju vodnog bilansa sliva Nišave. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, LXXIV (1), 65-72
 201. Živković N., (1995): Uticaj fizičko-geografskih faktora na visinu oticaja u Srbiji. Beograd: Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet, 1-113
 202. Živković N., Andjelković G. (2004): Visinske gradijenti padavina u Srbiji. *Glasnik srpskog geografskog društva*, LXXXIV (2), 31-36
 203. Živković N., Smiljanić S., (2005): Izotermna karta Istočne Srbije. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, LXXXV (1), 31-38
 204. Živković N. (2005): Precipitation in Eastern Serbia in the period 1961-1990. In (Ed: Gavrilović Lj.) " Physico-geographical problems of Carpatoho-Balkanian Mountains in Serbia". Belgrade: Faculty of Geography, 45-58
 205. Živković N. (2009): Prosečni godišnji i sezonski oticaji reka u Srbiji. Beograd: Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet, 1-175
 206. Živković N., Gavrilović Lj. (2009): O režimu velikih reka Kosova i Metohije. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, LXXXIX (4), 225-253

PRILOZI

Prilog 1. Osnovni podaci analize voda Nišave.

HIDROLOŠKI PROFIL NIŠ										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
I 2009										
1	2,7	76,2	15,6	18,6	2,5	261,7	25,3	29,2	22,5	320,7
2	2,3	79,2	16,0	20,0	2,4	257,2	25,4	31,0	12,4	315,0
3	2,1	75,3	14,2	19,7	2,8	265,8	26,1	32,6	19,8	323,4
4	2,0	76,0	16,7	21,8	2,3	253,6	25,0	34,6	16,8	320,0
5	2,0	75,4	15,2	20,1	2,6	275,0	28,1	29,7	12,9	321,5
6	9,5	65,8	11,5	13,3	1,6	227,0	21,5	22,6	12,2	262,0
7	9,7	64,0	12,1	9,9	1,5	228,2	18,7	21,7	17,8	259,7
8	2,9	71,9	14,0	17,7	2,3	229,0	24,6	32,0	9,4	286,3
9	7,0	65,4	12,3	17,0	2,0	221,5	22,8	27,3	17,1	274,6
10	8,3	68,7	13,1	16,1	2,3	225,2	21,8	26,9	11,4	272,9
11	7,5	68,0	13,1	15,8	2,1	241,7	19,2	27,9	20,0	286,8
12	7,0	67,9	11,1	15,1	2,3	247,0	19,9	22,4	20,5	282,6
13	10,1	62,7	10,9	12,6	1,9	225,2	17,8	22,9	19,6	261,1
14	10,7	64,6	11,9	11,6	2,0	231,2	20,4	21,1	19,6	267,0
15	6,8	71,7	13,7	16,3	2,3	248,8	21,5	25,9	16,6	292,3
16	4,5	70,3	14,0	16,9	2,6	226,7	23,0	26,0	18,1	284,3
17	8,7	64,2	12,1	14,7	2,2	223,1	20,0	24,4	21,0	270,1
18	3,9	74,3	16,0	19,5	2,1	247,6	24,9	25,8	16,9	303,2
19	3,6	76,1	15,6	21,1	2,7	252,1	26,1	27,9	21,2	316,8
20	3,2	73,2	15,5	22,3	2,7	268,9	23,7	24,3	8,6	304,7
21	3,3	77,3	16,7	15,6	2,5	288,0	22,8	27,0	18,9	324,7
22	4,8	71,3	14,0	15,6	2,5	240,9	21,5	23,6	12,9	281,8
23	7,3	68,3	13,3	15,8	2,3	226,4	25,2	23,8	17,0	278,8
24	9,7	63,1	11,1	13,4	1,9	211,8	19,8	22,5	14,3	252,0
25	9,7	66,3	12,3	15,8	1,9	251,6	17,0	26,5	13,6	279,2
26	13,2	63,4	11,0	10,5	1,7	226,6	17,0	22,0	9,7	248,5
27	17,7	60,1	9,2	11,2	1,3	216,6	17,0	19,8	15,2	242,1
28	20,0	57,8	9,1	8,0	1,1	196,3	11,0	17,7	9,2	212,1
29	37,2	52,6	6,6	6,8	0,8	178,0	7,0	12,8	7,2	182,8
30	23,3	56,7	8,0	10,7	1,1	201,3	11,4	17,5	9,6	215,7
31	16,4	61,7	9,6	10,2	1,5	218,3	15,0	19,0	12,5	238,6
II 2010										
1	13,4	66,0	10,0	12,3	1,8	220,0	16,0	18,0	14,4	248,5
2	9,9	71,3	10,9	14,2	2,2	226,3	18,9	25,4	9,8	265,8
3	8,1	73,3	12,1	14,2	2,4	245,9	19,8	22,6	10,6	278,0
4	8,5	70,1	11,1	15,0	1,7	218,7	18,9	22,5	15,2	263,8
5	12,3	68,8	11,5	13,5	1,5	222,9	16,1	21,4	16,3	260,5
6	13,4	63,6	10,1	11,5	1,5	225,7	16,3	19,3	13,1	248,2
7	11,2	68,5	10,6	13,4	1,5	233,9	13,8	19,5	16,9	261,1
8	9,7	67,6	10,3	12,0	1,9	247,7	16,4	21,3	18,6	272,0
9	9,3	71,3	10,3	13,7	2,0	223,9	17,0	22,7	13,1	262,0
10	8,5	68,9	11,5	12,9	2,0	222,5	20,8	24,4	14,1	265,8
11	7,9	76,5	11,5	13,2	1,9	228,6	18,4	28,3	19,3	283,4
12	12,5	66,6	10,0	12,1	1,5	208,7	16,3	19,3	12,7	242,9
13	12,7	66,4	11,1	10,3	1,3	233,0	16,8	24,6	7,8	254,8
14	10,3	68,5	12,1	13,5	1,9	229,4	15,8	24,4	14,4	265,4
15	8,9	74,6	12,2	16,3	2,4	246,8	18,9	23,5	13,2	284,4
16	7,7	70,9	13,3	17,3	2,7	256,0	17,9	22,8	11,5	284,3
17	7,0	72,1	12,5	14,2	2,2	235,5	18,9	32,5	14,0	284,2
18	7,7	71,7	11,4	13,6	2,1	235,5	21,8	23,5	16,1	278,0
19	7,7	75,4	10,9	15,4	2,2	253,2	17,0	23,5	8,6	279,6
20	7,3	76,2	11,4	15,6	2,7	265,1	19,8	28,5	18,3	305,0
21	7,7	73,2	11,1	14,0	2,1	235,8	20,4	21,4	19,7	279,7
22	5,7	77,8	11,4	15,4	2,5	260,0	23,9	27,4	14,0	302,4
23	6,0	75,0	13,5	18,1	2,5	270,6	22,9	25,3	15,7	308,2
24	8,1	70,5	13,2	16,8	2,5	235,8	17,1	24,6	15,4	277,9
25	7,0	72,0	12,6	17,7	2,6	236,0	19,5	23,4	11,8	277,6
26	11,0	72,1	11,3	9,8	1,8	216,5	17,6	21,3	15,9	258,1
27	5,0	75,0	15,8	18,0	2,8	256,0	20,8	25,5	16,1	302,0
28	5,0	76,8	12,8	19,7	2,6	260,0	23,2	26,9	16,3	308,3
29										
30										
31										

HIDROLOŠKI PROFIL NIŠ										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
III 2009										
1	5,7	74,6	14,7	18,2	2,6	254,0	21,8	26,7	15,1	300,7
2	8,9	74,6	11,2	15,8	2,4	240,0	15,2	23,3	7,7	270,2
3	11,0	71,0	10,1	15,2	1,8	227,6	15,2	21,1	14,0	262,3
4	13,0	67,2	10,1	14,1	1,8	222,0	14,3	19,9	12,4	250,8
5	16,4	64,0	8,5	11,1	1,8	225,1	11,9	16,4	17,3	243,4
6	21,0	64,9	8,1	9,1	0,9	213,0	11,1	16,7	10,8	228,1
7	24,0	64,3	7,3	9,2	0,8	211,0	10,0	15,4	13,8	226,4
8	27,4	60,8	7,5	8,7	0,8	190,0	9,5	14,9	15,5	212,7
9	20,4	67,0	8,5	9,8	1,2	222,9	13,0	15,4	10,7	237,1
10	18,0	67,0	8,9	10,6	1,0	219,6	11,9	18,4	11,2	238,9
11	18,6	62,3	8,3	10,4	1,3	227,5	15,2	16,6	15,9	243,8
12	16,1	65,9	9,7	12,7	1,2	234,9	14,3	19,3	9,8	250,4
13	15,6	60,0	9,6	12,2	1,8	207,3	11,1	18,1	9,8	226,2
14	15,6	62,6	9,2	10,9	1,5	211,4	11,1	17,2	14,9	233,0
15	11,6	66,6	10,5	11,0	2,0	218,7	17,9	18,9	7,7	243,9
16	11,4	67,0	9,7	11,9	1,7	212,2	17,9	21,4	13,4	249,1
17	11,4	66,0	11,1	13,9	2,0	213,0	17,9	17,4	17,3	252,2
18	13,7	64,0	10,6	12,9	1,6	217,9	11,9	21,1	9,8	240,8
19	13,0	63,0	9,1	11,4	1,8	219,3	12,2	17,9	14,4	239,4
20	11,4	69,9	9,5	13,5	2,1	239,4	12,4	19,6	14,8	261,3
21	11,4	71,4	11,1	13,9	1,7	229,3	14,0	21,3	17,5	265,5
22	12,1	69,3	9,1	13,6	2,1	251,4	12,7	19,3	9,3	261,1
23	10,7	70,3	9,2	13,3	2,3	219,5	16,3	19,0	12,3	252,4
24	11,0	67,2	10,4	12,1	2,0	252,3	13,6	22,7	12,9	266,9
25	13,4	64,2	8,9	12,1	2,0	222,8	13,5	18,8	14,1	244,9
26	14,9	70,3	9,6	12,5	1,5	219,6	14,0	19,5	16,2	253,4
27	12,1	66,6	9,4	12,8	2,3	237,4	15,2	20,4	6,5	251,9
28	12,5	73,4	9,3	12,9	1,6	237,4	12,7	20,6	17,2	266,3
29	14,9	69,9	9,0	10,6	1,7	231,2	12,7	17,9	10,8	248,1
30	19,7	62,3	8,1	10,8	0,9	216,3	13,8	17,7	14,0	235,8
31	27,4	60,5	6,9	8,2	0,6	204,6	10,3	15,4	14,7	218,8
IV 2009										
1	33,6	58,9	6,4	8,0	0,6	183,1	8,1	14,9	12,6	201,1
2	28,9	60,5	7,2	8,8	0,6	185,2	9,5	15,1	10,6	205,0
3	25,3	63,6	7,7	9,6	0,8	201,5	10,5	15,3	11,9	220,2
4	24,3	63,6	7,0	8,9	0,8	195,1	11,8	16,0	14,0	219,5
5	18,0	66,5	9,7	9,7	0,9	210,2	12,7	18,4	12,9	235,7
6	15,1	67,0	9,3	11,8	1,6	222,3	11,1	20,2	15,2	247,3
7	14,9	67,1	10,1	12,5	1,4	218,5	12,7	18,3	12,1	243,4
8	15,1	65,6	8,5	13,2	1,3	240,1	11,9	17,2	16,8	254,4
9	14,4	69,6	9,9	13,5	1,6	221,7	16,0	17,5	19,8	258,8
10	14,6	70,1	8,5	11,4	1,4	212,1	18,5	22,2	11,4	249,5
11	12,1	72,4	10,1	10,6	1,9	233,1	20,3	22,9	17,9	272,7
12	11,0	69,0	10,1	11,9	1,7	251,1	17,0	20,4	10,6	266,3
13	12,5	68,4	10,4	13,4	1,5	222,2	16,1	19,3	15,7	255,9
14	14,4	64,2	9,9	11,8	1,6	229,0	16,4	19,9	12,4	250,6
15	12,3	65,3	10,1	14,8	1,9	234,1	14,3	20,3	18,4	262,2
16	8,9	77,1	10,6	15,2	2,0	241,9	19,8	20,0	16,8	282,5
17	9,1	70,6	9,9	15,7	2,1	221,7	21,0	22,1	16,0	268,1
18	7,3	76,4	12,6	16,3	2,2	251,1	17,9	20,7	15,4	287,0
19	7,5	76,1	13,0	13,3	2,1	248,7	19,8	20,0	14,6	283,3
20	7,2	78,0	13,0	16,1	2,1	258,4	22,8	21,8	17,2	300,2
21	6,8	71,3	13,7	14,8	2,9	244,7	19,8	22,6	11,1	278,4
22	7,9	78,1	10,9	14,8	2,3	251,1	21,8	23,1	19,0	295,5
23	11,4	73,8	11,6	13,2	1,6	243,9	17,9	24,7	14,5	279,3
24	8,9	70,1	11,6	14,8	2,2	231,8	19,8	23,2	12,0	269,7
25	8,3	72,4	11,3	14,1	2,5	244,2	20,8	22,5	9,0	274,7
26	6,8	71,8	12,6	15,6	2,2	254,3	19,8	22,7	13,7	285,6
27	6,2	75,3	14,0	18,7	2,0	248,2	22,9	24,0	15,1	296,0
28	6,8	73,4	14,5	18,0	1,8	250,3	17,9	24,0	11,9	286,7
29	7,9	74,3	12,8	16,6	1,6	258,4	15,9	21,3	15,0	286,6
30	6,2	76,7	12,2	16,7	2,0	251,1	18,8	20,7	18,5	291,1
31										

HIDROLOŠKI PROFIL NIŠ										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
V 2009										
1	5,9	73,4	13,0	17,1	1,7	266,1	16,4	24,7	15,4	294,6
2	6,8	73,4	11,0	16,4	1,9	242,2	18,7	20,5	16,5	279,5
3	7,0	72,8	11,2	17,2	1,7	263,3	16,2	24,0	19,0	293,8
4	6,6	72,2	12,2	14,8	1,9	270,6	16,8	23,2	13,1	289,4
5	8,3	64,0	11,1	15,1	1,6	222,9	14,6	21,7	17,3	256,9
6	7,5	71,6	11,1	17,5	1,7	233,0	15,6	22,4	16,4	272,7
7	7,9	61,7	9,7	16,6	1,4	197,2	18,2	22,0	12,4	240,6
8	7,9	71,6	10,7	16,1	1,5	248,5	18,0	21,4	16,3	279,8
9	5,3	74,0	12,8	17,5	2,1	255,5	17,1	23,7	10,7	285,6
10	5,7	75,4	11,9	19,7	1,9	250,8	20,3	25,2	18,9	298,7
11	6,4	74,4	12,4	18,7	2,0	252,3	16,8	23,4	12,9	286,7
12	4,8	75,6	11,8	19,1	2,0	267,8	18,3	25,3	20,9	306,9
13	4,7	76,7	13,6	18,4	2,1	260,8	19,0	26,2	18,2	304,5
14	4,8	76,5	11,8	19,6	2,2	279,4	18,4	23,6	17,2	309,0
15	4,3	75,7	12,6	17,7	2,0	237,6	22,1	25,8	14,1	288,7
16	4,2	75,4	13,6	20,7	2,2	268,8	19,3	27,3	19,7	312,5
17	4,1	76,2	13,5	20,0	2,3	269,3	19,5	26,2	10,1	302,5
18	3,8	78,3	14,1	20,3	2,4	265,5	23,1	26,7	17,3	314,9
19	3,9	76,8	13,2	19,2	2,5	245,7	22,8	28,3	10,8	296,4
20	3,8	77,8	14,2	21,3	2,2	261,1	22,6	26,2	18,2	313,0
21	4,2	78,1	12,4	19,5	2,4	255,4	19,7	25,6	14,9	300,3
22	3,8	77,2	13,0	18,4	2,5	250,1	19,5	25,9	13,7	295,2
23	3,5	77,6	14,6	19,6	2,6	273,4	20,8	28,5	18,4	318,8
24	3,0	78,0	15,5	21,4	2,8	285,9	21,8	27,3	16,2	326,0
25	3,0	78,4	13,0	21,4	2,5	283,6	21,8	30,0	13,4	322,4
26	3,0	77,6	13,7	20,8	2,7	275,7	21,6	26,0	11,2	311,4
27	2,9	78,4	13,5	21,0	2,6	280,5	21,5	28,3	16,4	322,0
28	2,9	78,0	14,2	19,0	2,8	261,8	25,2	29,5	14,1	313,7
29	4,2	77,1	11,9	19,0	2,1	255,2	20,7	22,3	15,3	296,0
30	5,0	76,0	11,3	19,9	2,1	244,1	18,3	26,5	17,7	293,8
31	4,1	77,4	12,3	20,9	2,5	255,0	23,2	27,9	17,6	309,2
VI 2009										
1	3,0	81,7	11,3	23,6	3,0	278,8	23,9	29,4	15,8	328,0
2	5,3	79,6	9,2	17,7	2,1	242,4	18,3	28,0	17,0	293,2
3	8,9	72,2	8,0	14,2	1,6	228,2	16,9	23,5	13,7	264,1
4	6,6	76,7	8,8	16,6	1,8	240,1	16,4	25,9	21,5	287,7
5	4,1	81,6	11,7	18,9	2,2	255,5	25,4	29,0	16,1	312,6
6	3,8	82,9	11,7	21,3	2,3	248,6	25,3	31,5	13,8	313,0
7	3,3	82,9	11,4	22,7	2,6	260,0	26,4	31,7	13,8	321,5
8	2,8	88,1	13,7	21,0	2,6	297,0	22,9	33,8	13,2	343,7
9	2,6	83,8	13,1	20,9	2,5	261,1	25,8	32,0	18,2	326,8
10	2,9	82,3	12,8	23,1	2,7	258,3	25,9	33,3	10,4	319,7
11	4,1	80,1	10,4	19,5	2,0	245,3	21,8	28,0	14,8	299,3
12	5,0	80,4	9,7	19,5	1,8	251,4	20,0	26,2	11,7	295,0
13	3,0	69,5	12,1	21,8	2,7	239,0	24,8	32,0	15,5	297,9
14	3,6	79,3	10,9	20,8	2,7	258,3	24,7	29,7	17,5	314,8
15	2,6	85,1	14,2	22,2	3,2	268,0	26,3	33,8	23,1	341,9
16	2,4	88,8	14,2	23,8	3,1	297,1	27,4	32,5	21,5	359,9
17	2,3	86,9	13,5	23,0	2,7	270,5	26,7	30,8	19,0	337,9
18	5,5	75,2	10,3	19,2	1,9	255,7	19,9	24,2	11,5	290,0
19	2,4	73,7	14,9	22,8	3,2	255,0	27,0	35,2	18,0	322,3
20	2,2	88,8	14,5	20,8	2,6	274,6	28,1	32,2	18,4	342,8
21	2,2	86,2	13,8	20,9	2,8	269,9	29,2	35,0	18,3	341,2
22	2,7	87,3	12,6	22,1	2,8	268,6	28,3	31,7	11,7	330,7
23	3,6	83,3	12,6	19,5	2,6	263,0	20,5	29,7	19,9	319,6
24	4,5	75,0	10,9	19,7	2,1	237,6	18,7	30,2	11,8	287,2
25	5,0	70,2	11,0	19,2	2,1	222,0	17,9	27,8	13,3	272,4
26	4,3	79,6	9,7	20,5	2,4	245,2	21,2	28,6	15,8	300,4
27	3,6	82,9	12,7	21,8	2,3	270,0	22,4	29,7	12,6	319,5
28	3,5	85,9	12,3	19,7	2,4	273,4	33,5	32,7	14,0	337,3
29	3,8	85,3	10,7	20,6	2,6	272,5	24,1	28,2	16,3	324,0
30	5,9	72,5	9,3	18,9	2,1	229,4	22,8	26,6	10,1	277,0
31										

HIDROLOŠKI PROFIL NIŠ										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
VII 2009										
1	3,6	72,9	13,3	21,6	2,5	285,0	24,2	33,5	18,4	328,9
2	5,5	63,3	14,5	19,7	2,2	271,6	21,7	29,5	13,4	300,0
3	6,2	69,8	13,2	16,5	1,8	270,1	20,6	27,7	12,3	296,9
4	5,3	62,8	9,9	21,1	2,0	247,9	21,7	29,1	18,5	289,1
5	5,0	74,3	11,1	16,7	2,4	254,0	26,3	24,8	15,5	298,1
6	4,2	81,9	15,9	19,4	2,1	276,0	32,3	29,5	14,9	333,9
7	3,8	86,5	16,5	17,9	2,4	277,0	24,2	31,0	14,3	331,3
8	3,8	84,7	12,8	23,0	2,6	265,0	26,4	29,4	17,7	329,2
9	3,9	67,5	13,9	21,7	2,4	291,0	28,0	27,9	15,2	321,9
10	3,2	70,5	14,5	21,2	2,3	288,0	27,1	31,5	12,9	324,0
11	3,6	73,4	10,5	22,2	2,3	281,0	26,3	27,9	11,3	314,2
12	13,2	65,4	10,2	14,4	2,0	208,8	18,0	22,0	11,5	247,9
13	16,4	63,2	9,1	14,0	1,5	200,2	16,0	21,1	7,5	232,4
14	11,0	60,0	11,8	16,6	1,8	201,3	19,1	20,6	11,8	242,4
15	11,0	66,2	8,9	15,3	1,3	205,4	15,0	22,6	11,4	243,5
16	9,9	65,5	10,4	17,2	1,9	207,1	17,3	26,0	16,6	258,3
17	10,5	63,2	10,9	14,3	1,3	208,3	15,0	21,5	21,3	251,6
18	8,7	63,8	11,0	16,7	1,9	214,4	14,4	24,8	12,3	252,1
19	6,8	68,1	11,4	17,5	1,9	240,0	20,4	25,7	11,2	276,2
20	4,5	75,8	15,0	19,2	2,2	287,0	24,0	30,3	12,0	321,9
21	3,3	80,7	15,0	19,8	2,4	298,0	35,9	30,7	15,6	349,1
22	3,6	82,1	14,2	18,7	2,6	296,4	24,5	27,9	19,2	337,4
23	4,8	79,8	15,9	18,2	2,3	268,0	22,9	32,4	9,7	315,3
24	2,7	90,1	15,0	22,3	2,6	282,0	34,1	32,4	15,4	352,9
25	3,8	81,7	17,1	18,4	2,5	275,0	23,5	30,1	11,8	322,5
26	2,6	85,1	16,2	24,2	2,8	282,0	30,6	31,8	16,5	348,1
27	2,4	83,7	16,2	20,0	2,8	318,0	29,6	29,7	16,8	357,7
28	2,3	88,8	16,2	22,5	3,1	312,0	32,8	28,6	11,1	358,9
29	2,3	69,8	14,0	24,1	3,4	288,6	29,8	30,2	18,6	334,2
30	2,3	94,7	11,9	24,1	3,4	294,0	33,8	29,9	17,2	362,0
31	2,3	91,7	18,4	25,0	3,4	298,3	35,0	32,9	19,9	375,4
VIII 2009										
1	2,6	90,0	15,5	24,4	2,9	303,0	35,7	33,2	21,0	374,1
2	2,2	93,6	19,4	24,8	3,3	320,6	35,6	32,4	17,9	387,3
3	2,8	80,7	15,8	22,1	2,9	278,0	34,3	31,2	16,7	342,7
4	3,8	76,8	14,3	21,7	2,9	240,0	31,5	31,8	12,5	311,3
5	2,3	91,0	17,1	24,5	3,6	300,0	32,6	33,7	10,9	363,3
6	2,4	86,2	18,4	23,7	3,4	322,8	33,1	35,0	20,8	381,8
7	2,6	96,4	16,5	24,7	3,3	314,0	33,4	31,9	12,9	376,0
8	2,2	92,5	15,2	22,9	3,2	346,0	37,1	34,2	10,8	388,9
9	2,3	83,3	15,2	25,0	3,6	338,0	33,4	33,3	16,4	379,2
10	2,2	88,4	19,3	24,8	3,4	330,0	31,1	34,1	17,2	383,2
11	2,1	92,7	18,0	24,0	3,4	308,0	33,0	33,1	9,7	367,8
12	2,6	83,2	18,8	23,9	3,2	295,0	31,1	33,3	16,1	356,9
13	2,7	82,6	16,8	23,9	2,9	302,0	31,9	32,9	13,6	355,6
14	2,3	88,4	19,3	26,3	3,5	324,0	35,0	32,9	15,9	383,2
15	2,3	90,5	19,6	25,4	3,1	315,3	32,7	31,9	12,0	372,9
16	2,9	83,8	17,1	23,3	3,2	279,0	28,8	32,0	14,6	342,2
17	2,9	80,4	15,4	21,8	2,9	290,0	25,5	32,0	15,1	338,1
18	2,4	82,9	18,1	22,9	2,9	275,0	31,9	34,3	14,6	345,1
19	7,2	69,4	13,5	18,5	2,4	227,6	22,1	28,6	22,3	290,6
20	2,5	86,9	18,7	23,1	3,1	292,3	28,8	34,6	18,4	359,7
21	3,1	84,4	15,4	22,1	3,0	296,9	26,1	31,3	15,4	346,1
22	4,1	77,7	13,3	20,6	2,7	254,7	24,0	30,1	18,6	314,2
23	2,4	84,0	17,1	22,4	3,0	339,0	28,8	33,3	19,1	377,1
24	2,2	84,4	17,5	26,5	3,6	314,0	35,7	35,9	14,6	375,2
25	3,2	80,4	14,1	21,9	3,0	263,0	27,7	32,1	11,1	321,7
26	3,5	78,6	14,1	20,5	2,9	280,0	24,5	32,0	24,2	336,8
27	2,7	86,2	17,4	23,8	3,2	284,0	28,6	34,1	20,2	355,5
28	2,8	85,3	15,4	22,2	2,9	284,0	28,7	31,0	16,9	344,4
29	2,2	92,8	18,6	22,8	3,3	331,0	31,1	34,6	19,4	388,0
30	2,2	89,0	16,2	24,4	3,1	334,0	35,1	35,5	12,9	383,1
31	2,2	90,6	15,9	23,3	3,1	296,0	36,7	33,8	23,5	374,9

HIDROLOŠKI PROFIL NIŠ										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
IX 2009										
1	2,1	92,5	19,0	24,0	3,4	294,9	38,4	35,0	18,3	378,1
2	2,2	96,5	17,9	26,9	3,2	319,4	34,4	35,8	12,5	386,9
3	2,2	92,5	18,9	27,4	3,4	299,5	38,4	33,9	14,3	378,5
4	2,1	93,4	19,2	25,0	3,4	298,9	35,9	36,1	21,8	384,1
5	2,1	98,3	13,1	25,1	3,4	300,9	35,9	33,4	14,8	374,4
6	2,1	95,2	17,3	24,0	3,1	294,9	37,2	35,0	18,5	377,8
7	4,2	66,6	11,9	21,9	2,6	255,9	21,7	34,4	13,4	300,4
8	2,2	93,6	19,1	26,0	3,1	301,4	36,1	35,8	12,9	377,2
9	3,2	64,3	13,9	22,5	2,7	274,9	25,6	33,5	22,5	322,4
10	2,2	94,7	18,1	25,5	3,0	293,9	37,5	35,9	14,1	375,8
11	2,9	69,8	15,9	21,9	2,9	274,9	33,9	32,3	17,4	331,5
12	2,2	91,0	17,8	24,3	3,5	302,9	32,2	34,6	11,0	365,8
13	2,1	96,5	16,8	25,5	3,3	297,9	38,3	37,5	19,6	386,4
14	2,1	74,2	11,5	26,4	3,1	278,1	37,4	35,0	14,9	341,5
15	2,9	79,6	16,1	23,0	2,8	278,9	29,9	33,3	21,4	345,5
16	2,9	88,8	16,6	21,6	2,9	278,9	29,8	33,3	15,0	347,3
17	4,2	78,5	13,6	19,7	2,8	268,9	22,2	28,5	16,6	316,3
18	3,3	86,2	14,6	22,0	2,8	278,9	27,9	31,9	13,2	338,0
19	3,9	82,9	13,4	22,8	2,8	266,9	25,0	31,7	15,3	327,3
20	3,5	83,3	13,8	21,4	2,8	271,9	25,5	31,2	23,2	337,1
21	2,9	87,0	14,6	22,8	2,9	284,9	31,1	35,8	12,1	348,8
22	2,9	87,0	15,3	23,2	3,1	286,9	29,7	34,3	24,9	360,9
23	3,3	85,6	14,3	23,9	3,0	275,8	26,4	32,7	17,0	340,8
24	3,6	88,0	15,6	22,7	2,8	272,1	31,5	32,1	18,3	346,9
25	3,2	71,4	14,5	23,9	2,9	273,9	27,1	32,8	14,6	324,0
26	2,7	89,5	15,4	23,5	3,2	278,9	31,7	31,8	17,4	351,9
27	2,8	88,4	15,2	25,2	3,9	284,9	29,4	33,2	14,5	352,3
28	2,1	91,4	19,3	23,9	3,9	306,6	33,2	35,8	15,0	375,8
29	3,3	84,0	13,1	22,0	3,5	273,9	28,0	32,7	22,5	342,7
30	5,7	82,0	9,1	19,9	2,4	241,9	25,0	30,9	17,6	307,9
31										
X 2009										
1	6,4	65,0	9,4	18,3	2,4	241,0	26,0	29,1	21,7	292,4
2	9,0	69,1	8,6	16,8	2,1	229,0	22,0	29,6	17,8	280,5
3	8,9	58,3	8,8	18,1	2,2	233,0	21,4	28,2	14,5	268,0
4	3,6	80,4	14,4	21,0	3,5	265,0	26,2	31,8	16,6	326,3
5	2,8	83,6	14,5	22,2	3,5	281,3	26,7	31,5	13,3	336,0
6	3,2	85,4	14,9	23,1	3,9	277,0	26,1	30,7	13,7	336,4
7	5,7	63,3	9,4	19,9	2,8	244,0	20,0	27,9	15,8	281,2
8	2,9	89,5	16,4	22,5	3,6	318,4	29,5	32,4	18,9	372,0
9	2,9	85,5	16,0	23,9	3,4	282,0	27,5	31,9	20,4	349,6
10	2,7	94,3	16,3	25,0	3,6	336,1	28,1	31,1	13,7	380,1
11	3,5	82,9	12,8	23,2	3,7	275,0	28,6	31,1	14,4	334,2
12	2,8	83,2	18,8	24,1	3,7	288,6	29,4	30,0	14,9	348,5
13	3,3	83,7	13,3	22,8	3,2	278,0	28,3	31,0	14,4	335,7
14	4,7	76,7	13,0	21,4	3,1	261,0	20,6	27,8	15,1	308,2
15	5,8	78,7	14,2	18,3	2,7	257,0	23,1	26,9	14,7	307,0
16	5,2	82,3	11,7	18,9	3,0	261,6	18,8	27,2	17,5	310,2
17	4,9	79,6	11,9	19,5	3,2	259,0	19,7	28,3	16,3	308,0
18	2,9	92,5	12,6	20,6	3,4	280,6	26,7	31,2	12,8	340,1
19	3,9	85,5	12,8	20,7	2,6	274,4	21,6	29,5	12,7	322,5
20	5,0	80,4	9,9	20,5	3,0	254,0	18,8	28,2	12,3	300,1
21	4,9	66,7	11,5	19,5	2,8	250,0	19,0	29,3	19,4	293,3
22	4,1	83,3	11,4	22,6	3,3	270,8	23,0	30,0	9,8	318,8
23	3,5	88,0	12,1	24,5	2,8	279,4	25,2	28,3	12,8	333,3
24	3,1	84,8	13,8	21,9	3,2	276,2	24,0	28,1	14,2	328,1
25	2,9	87,7	16,8	23,2	3,4	309,2	23,1	29,8	15,4	354,1
26	2,7	87,7	17,1	23,4	3,8	292,7	28,0	32,5	13,6	352,4
27	2,5	95,0	16,3	21,1	3,7	295,9	28,8	33,2	20,9	367,0
28	2,5	92,8	18,1	23,8	3,1	320,3	28,5	31,4	11,7	369,5
29	2,7	89,5	12,1	21,7	3,3	279,0	24,6	31,9	13,8	336,3
30	2,5	94,3	13,5	22,2	3,1	296,4	23,5	31,1	20,8	356,7
31	2,4	90,3	16,2	21,3	3,4	291,3	29,2	29,8	16,3	352,1

HIDROLOŠKI PROFIL NIŠ										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
XI 2009										
1	2,4	89,3	13,0	21,7	3,2	280,0	27,5	29,8	18,4	342,9
2	2,2	87,5	16,7	22,2	3,4	303,0	29,5	30,2	14,7	355,6
3	2,2	92,7	14,5	25,0	3,1	298,8	27,6	30,2	19,2	361,6
4	2,2	88,7	13,8	23,8	3,7	282,2	27,5	30,2	20,8	349,5
5	2,2	92,5	13,2	22,9	3,5	303,0	26,0	33,3	14,3	357,2
6	2,5	82,2	13,8	23,8	3,6	303,0	26,3	31,9	12,6	345,5
7	4,1	75,6	11,4	20,5	3,0	252,0	29,2	28,6	26,2	320,4
8	6,2	67,5	11,8	17,4	2,2	246,0	25,2	26,2	19,2	292,6
9	6,4	75,8	13,8	18,4	2,1	276,0	21,0	23,3	18,4	310,8
10	11,8	60,0	8,9	14,9	1,6	200,0	17,0	25,7	19,7	247,9
11	16,1	57,6	8,6	14,5	1,4	195,0	16,5	20,5	10,7	227,3
12	12,7	60,0	10,6	15,1	1,4	216,0	20,0	20,3	16,9	252,4
13	9,6	66,8	9,4	16,3	1,8	226,0	18,0	22,2	13,4	260,9
14	9,3	68,3	11,1	15,1	1,8	237,0	17,2	24,3	20,5	276,8
15	7,0	70,1	9,1	19,6	2,1	235,0	18,2	25,4	14,8	276,7
16	6,4	74,0	9,9	20,3	2,8	280,0	18,1	29,9	15,7	310,7
17	5,7	63,8	11,0	21,6	2,8	246,0	19,7	30,7	20,3	292,8
18	4,9	78,9	10,5	20,9	2,5	253,0	23,0	24,0	12,2	298,5
19	4,7	93,4	15,4	23,0	2,9	347,1	19,0	29,8	16,4	373,3
20	5,2	74,9	10,6	21,8	2,2	256,8	22,2	32,1	15,4	307,6
21	5,0	74,5	11,6	20,8	2,6	242,0	23,5	27,0	17,9	299,0
22	3,9	83,2	11,6	23,5	3,3	300,0	23,2	29,7	18,9	343,5
23	4,7	79,6	11,8	19,5	2,6	273,0	21,4	27,3	19,7	318,5
24	6,2	75,6	11,1	20,6	2,6	261,0	22,3	29,4	13,9	305,9
25	5,2	75,2	12,8	22,0	2,7	284,0	17,7	25,2	17,7	315,2
26	4,2	83,7	13,3	20,5	2,5	286,0	31,1	30,1	15,7	339,8
27	6,4	77,7	11,0	17,1	2,0	263,0	20,8	25,3	18,0	303,3
28	6,7	72,5	10,2	20,8	2,3	278,0	20,3	24,7	20,5	310,4
29	6,4	77,1	10,8	17,4	2,3	273,0	24,8	24,1	18,5	311,5
30	5,8	78,3	10,0	21,0	2,5	279,0	23,5	24,8	14,0	313,6
31										
XII 2009										
1	5,3	82,9	12,3	13,7	2,2	277,0	21,3	24,3	15,5	310,6
2	3,8	89,9	13,8	14,9	2,9	300,0	23,8	25,4	17,4	338,1
3	5,3	81,7	11,6	14,0	2,6	280,0	26,6	26,0	15,0	317,4
4	5,8	79,2	12,9	16,8	2,1	275,0	21,7	23,9	14,7	308,7
5	4,1	86,0	12,5	12,8	2,3	294,0	21,1	27,0	14,9	323,6
6	2,8	88,4	14,9	17,6	3,0	300,0	22,8	29,6	15,9	342,2
7	2,7	83,1	15,2	22,0	2,9	278,0	22,8	28,5	18,4	331,9
8	3,5	68,3	14,3	13,9	2,5	280,0	24,7	26,5	21,3	311,4
9	10,2	58,8	11,5	16,4	2,1	218,0	14,2	24,6	13,1	249,6
10	14,1	60,3	8,4	16,1	1,4	200,0	11,2	23,9	15,6	236,8
11	11,8	63,1	10,6	14,5	1,5	212,4	12,8	19,5	9,8	238,1
12	6,8	78,3	12,6	15,2	2,4	254,0	24,7	27,9	10,7	298,8
13	5,3	75,9	13,5	16,6	2,3	252,0	25,5	25,4	10,8	295,9
14	5,9	62,9	14,3	15,4	3,0	240,0	26,7	25,1	11,1	278,5
15	6,6	77,4	12,8	13,9	2,3	238,8	21,9	23,3	16,6	287,7
16	8,3	74,3	12,1	18,6	2,0	249,0	23,2	21,2	20,1	296,0
17	6,2	81,2	11,3	17,0	3,0	278,0	22,5	24,7	14,4	313,1
18	5,2	79,5	11,9	17,8	2,9	252,0	28,3	25,1	13,8	305,4
19	3,3	86,5	12,8	19,5	3,3	287,4	22,1	24,5	16,4	328,9
20	3,2	80,9	14,3	20,6	2,7	276,6	24,5	25,8	15,8	322,9
21	2,8	88,4	14,5	23,9	3,0	298,0	23,8	27,4	19,3	349,4
22	7,2	77,1	12,1	17,6	2,2	258,0	22,6	27,1	14,0	301,8
23	5,2	66,7	13,9	20,4	2,4	273,4	25,7	23,8	21,5	311,2
24	8,7	71,2	11,8	18,3	2,5	237,0	17,3	22,5	8,6	270,7
25	12,5	68,5	10,5	16,9	1,6	230,0	14,9	23,3	12,3	263,0
26	15,1	63,3	9,3	13,7	1,4	230,0	12,0	19,2	15,0	248,8
27	20,0	59,0	8,7	13,7	1,3	191,0	12,0	18,6	6,6	215,3
28	30,7	52,0	6,6	9,3	0,7	183,5	9,9	15,7	7,3	193,2
29	25,3	51,4	7,5	10,8	1,2	180,0	11,3	16,8	9,0	198,1
30	19,1	56,3	8,4	13,7	1,3	191,0	13,9	18,1	16,0	223,2
31	13,0	67,0	9,3	17,0	2,0	213,0	17,2	19,4	13,4	251,8

HIDROLOŠKI PROFIL NIŠ										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
I 2010										
1	11,2	69,4	9,4	14,3	1,6	215,0	15,2	23,9	16,6	257,9
2	10,1	70,0	10,2	14,1	1,9	222,2	15,5	19,0	16,7	258,6
3	13,0	69,4	8,5	12,4	1,5	214,0	17,4	18,6	15,1	249,8
4	13,4	70,9	10,4	11,2	1,7	209,4	16,8	24,2	16,9	256,8
5	12,1	74,3	9,5	10,4	1,7	215,4	18,8	22,0	19,2	263,6
6	13,9	65,4	10,3	11,9	1,4	214,0	13,5	17,4	11,5	238,5
7	22,9	55,0	8,0	12,0	1,1	183,0	13,4	14,0	12,8	207,7
8	26,9	53,5	7,3	11,1	0,8	186,0	11,3	13,1	10,5	200,6
9	21,0	56,3	8,4	11,9	1,4	188,7	14,0	12,1	10,3	208,7
10	18,9	58,4	7,4	12,8	1,6	203,0	12,3	15,9	12,7	222,6
11	18,3	58,7	9,3	12,0	1,4	220,0	11,6	16,1	8,6	227,6
12	17,1	56,6	9,2	12,7	1,6	207,0	12,6	16,4	14,2	226,8
13	13,9	71,3	9,2	12,9	1,8	227,0	16,5	16,0	15,4	256,5
14	11,4	72,8	10,5	14,1	1,8	243,0	20,7	15,9	19,8	277,1
15	10,7	78,2	8,9	12,9	1,5	240,0	14,2	19,7	14,6	269,9
16	9,9	79,1	9,8	13,4	1,6	243,0	22,6	19,1	16,3	283,4
17	8,7	76,0	11,9	13,4	2,1	234,0	23,8	18,7	12,7	275,6
18	8,3	83,2	10,7	10,7	2,0	249,0	18,0	18,9	9,5	277,5
19	7,9	84,0	10,5	14,3	2,6	255,0	22,4	20,1	10,6	292,1
20	9,7	70,6	8,9	12,1	1,9	235,0	22,0	17,8	13,8	264,7
21	6,0	77,7	11,7	12,8	2,2	266,0	21,3	20,2	9,9	288,8
22	7,2	74,0	11,0	16,1	2,4	245,0	24,2	19,0	12,3	281,4
23	10,3	72,6	9,4	10,9	2,3	230,0	18,8	16,5	14,5	260,0
24	8,7	75,2	10,6	14,9	2,1	240,0	20,6	17,1	19,7	280,2
25	6,4	77,7	10,0	13,9	2,3	250,0	29,6	24,4	11,1	293,9
26	5,0	82,3	13,5	16,0	2,4	296,0	25,8	22,4	15,3	325,6
27	7,5	80,4	9,4	11,8	1,9	267,9	20,0	17,8	19,1	294,3
28	8,1	73,3	9,7	15,1	2,2	243,0	22,3	18,2	17,6	279,9
29	8,9	76,0	9,8	10,6	1,9	238,0	17,4	20,5	14,2	269,4
30	6,4	84,9	12,1	13,8	2,3	283,6	20,9	21,2	19,5	316,5
31	6,0	88,1	13,5	14,7	2,2	268,0	28,6	24,0	9,6	314,8
II 2010										
1	5,2	82,8	11,6	15,9	2,8	244,0	27,9	21,4	15,7	300,2
2	6,4	87,2	12,8	15,6	2,2	284,5	24,5	18,4	17,1	320,0
3	5,2	76,8	10,6	15,0	1,7	255,0	31,4	27,3	10,7	301,0
4	11,6	75,1	9,9	13,1	1,6	243,0	15,2	17,1	15,7	269,2
5	12,7	77,9	10,1	14,7	1,5	244,0	18,7	17,0	13,6	275,5
6	12,7	80,4	10,3	13,0	1,5	266,3	17,2	15,8	15,5	286,8
7	8,7	73,0	10,5	15,0	2,1	260,0	21,5	19,9	13,3	285,3
8	5,7	84,9	13,0	15,2	2,3	268,5	21,0	20,6	11,2	302,4
9	12,5	64,5	7,8	13,8	1,4	231,0	17,1	17,1	19,8	256,9
10	13,2	61,5	9,2	15,2	1,6	244,0	17,0	22,0	18,3	266,8
11	13,4	66,1	8,0	12,7	1,6	242,0	12,7	16,7	14,0	252,8
12	15,9	71,8	9,2	13,7	1,3	250,8	9,8	15,9	8,6	255,6
13	17,4	59,3	8,3	14,3	1,4	212,1	9,2	12,4	10,0	220,9
14	15,1	62,4	8,8	15,2	1,5	247,0	11,6	14,5	7,9	245,2
15	9,9	83,2	11,2	14,6	1,9	271,0	17,0	15,8	12,2	291,4
16	10,7	76,7	10,5	14,5	2,1	254,4	13,7	16,1	7,7	268,5
17	15,1	72,6	7,7	13,7	1,9	239,9	12,7	15,0	6,8	250,3
18	26,1	60,0	6,7	11,2	1,0	216,0	7,1	14,4	6,3	214,6
19	41,1	48,0	4,8	8,0	0,8	186,2	6,2	11,1	11,8	183,8
20	43,7	45,6	5,4	8,2	0,9	187,0	6,3	10,8	10,9	181,6
21	48,1	44,6	4,3	7,1	0,6	158,0	4,4	9,8	9,5	159,3
22	42,9	48,3	5,1	8,5	0,7	168,1	5,1	10,6	9,5	171,8
23	30,5	50,0	7,0	9,8	0,8	190,0	6,3	13,5	13,7	196,0
24	28,2	61,2	6,1	10,1	1,2	210,0	8,9	13,0	12,0	217,5
25	33,9	47,1	6,1	9,5	0,9	190,5	7,9	12,1	11,9	190,7
26	37,2	47,1	5,1	9,8	0,9	178,2	5,9	10,9	9,2	177,9
27	35,1	54,0	5,6	9,3	0,6	207,0	6,4	12,8	12,5	204,7
28	29,2	51,1	7,7	10,9	1,0	210,0	8,7	11,8	13,4	209,5
29	5,2	82,8	11,6	15,9	2,8	244,0	27,9	21,4	15,7	300,2
30	6,4	87,2	12,8	15,6	2,2	284,5	24,5	18,4	17,1	320,0
31	5,2	76,8	10,6	15,0	1,7	255,0	31,4	27,3	10,7	301,0

HIDROLOŠKI PROFIL NIŠ										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
III 2010										
1	28,7	62,6	5,6	9,6	1,1	197,2	6,8	13,6	10,1	207,9
2	35,9	57,5	6,2	8,3	0,7	187,0	7,7	11,8	11,4	197,1
3	34,4	59,8	6,3	9,0	0,9	192,1	7,7	10,7	8,6	199,1
4	30,5	62,5	5,8	9,0	0,9	193,8	6,2	13,1	11,7	206,0
5	31,3	58,6	6,7	7,2	1,1	188,7	8,6	10,4	14,1	201,1
6	31,3	60,0	6,9	9,4	1,0	196,4	7,0	11,0	9,5	203,0
7	26,1	63,3	6,8	8,6	1,3	196,4	9,5	12,2	9,0	208,8
8	22,9	64,8	6,5	9,8	1,3	214,2	9,3	14,0	11,2	224,1
9	24,0	67,8	7,2	9,6	1,4	222,7	12,0	13,8	15,7	239,0
10	22,6	65,0	8,5	11,3	1,3	222,7	10,9	14,6	14,5	237,3
11	15,0	72,4	9,7	9,4	1,4	232,9	16,3	15,1	12,1	252,8
12	21,7	68,0	8,5	10,0	1,3	227,8	9,0	12,6	15,2	238,5
13	21,3	66,4	8,0	10,4	1,5	226,0	10,3	15,1	11,1	235,7
14	18,0	68,0	9,2	10,0	1,4	227,5	11,7	15,2	12,4	241,6
15	18,3	72,7	9,2	10,4	1,8	230,2	11,2	13,9	7,2	241,3
16	15,9	72,9	9,4	11,2	1,5	231,2	17,6	15,9	11,5	255,5
17	16,9	71,8	8,1	11,5	1,6	227,8	13,7	15,5	17,7	253,7
18	18,3	69,2	8,7	11,0	1,4	217,6	10,6	15,9	14,3	239,8
19	14,1	74,6	9,8	11,4	1,6	239,8	14,8	14,8	13,0	259,8
20	16,1	70,9	9,2	8,2	1,2	234,6	12,8	17,3	16,5	253,3
21	18,0	67,8	7,2	11,2	1,3	209,9	13,3	13,7	14,7	234,1
22	22,3	65,4	8,6	10,6	1,2	224,4	11,5	10,7	15,8	236,0
23	26,1	61,7	7,6	9,4	0,8	203,2	8,7	12,1	10,6	212,5
24	24,7	62,0	7,7	10,6	1,3	221,3	9,1	10,8	10,1	222,3
25	25,0	64,1	7,9	7,6	1,1	207,8	8,0	12,3	10,6	215,5
26	22,6	63,6	7,0	11,1	1,3	219,3	13,0	12,9	12,7	231,2
27	22,3	68,0	7,7	10,8	1,1	221,7	8,3	13,6	9,4	229,8
28	24,7	64,8	6,8	8,1	1,0	221,0	7,3	14,1	11,1	223,6
29	32,3	61,7	5,5	7,8	0,6	206,6	6,1	10,9	11,9	207,7
30	30,0	58,6	7,0	8,1	1,1	209,1	6,7	12,7	10,2	209,0
31	26,9	59,7	7,9	7,7	1,0	215,9	7,9	13,3	12,5	217,9
IV 2010										
1	22,3	68,0	7,6	9,1	1,4	205,7	11,1	15,8	13,3	229,1
2	20,0	65,6	8,0	9,6	1,3	218,5	9,0	16,0	10,8	229,6
3	17,7	65,3	8,4	8,9	1,5	205,1	12,0	14,9	13,3	226,8
4	16,9	67,3	7,8	8,8	1,4	216,1	11,1	18,2	17,2	239,9
5	13,0	63,9	8,0	9,2	1,4	208,5	15,9	16,6	17,2	236,4
6	14,6	71,5	8,0	9,3	1,5	213,2	15,8	14,9	9,9	237,5
7	18,3	59,7	8,3	9,2	1,3	225,8	11,0	15,7	14,9	232,9
8	19,7	65,6	8,9	8,5	1,5	221,6	9,2	12,4	11,4	228,3
9	16,1	60,4	8,5	7,9	1,7	205,1	12,2	14,4	19,0	226,6
10	15,9	67,2	7,6	9,4	1,3	219,5	11,9	15,5	11,7	234,4
11	16,1	69,0	7,7	9,7	1,3	212,7	11,8	17,8	14,8	238,5
12	17,4	66,9	8,9	8,6	1,7	230,4	11,8	15,8	8,7	237,7
13	16,1	62,9	8,2	9,5	1,4	200,7	11,2	12,4	12,6	218,5
14	14,6	70,9	8,3	8,8	1,4	218,7	11,5	15,6	12,6	238,5
15	19,1	63,5	7,8	7,7	1,6	212,7	8,5	15,4	10,7	221,5
16	23,6	57,7	6,1	7,1	1,1	215,3	8,6	11,8	12,0	212,0
17	28,7	54,0	7,4	7,3	1,1	191,5	8,5	10,3	15,6	200,0
18	27,4	55,5	5,8	8,1	0,9	203,4	8,0	10,8	8,7	199,5
19	23,6	62,9	7,8	8,5	1,1	201,7	7,4	11,4	8,3	208,2
20	41,1	46,5	5,3	6,3	0,6	175,3	5,6	10,9	7,6	170,5
21	80,4	42,3	3,7	3,9	0,3	138,0	3,4	8,6	7,2	138,4
22	56,3	45,4	4,4	5,3	0,6	162,6	4,3	9,4	6,9	157,6
23	39,8	48,9	6,1	6,3	0,8	176,2	5,6	10,5	12,1	178,4
24	33,6	48,7	5,5	6,7	0,9	187,9	7,3	11,4	10,4	185,0
25	25,3	55,8	6,2	8,2	1,3	205,1	7,2	11,8	11,0	204,1
26	24,7	61,3	7,1	9,3	1,2	202,5	8,1	14,4	13,0	215,7
27	22,0	58,0	7,6	7,8	0,8	197,4	10,2	15,0	7,1	205,3
28	20,0	64,0	7,9	7,3	1,2	217,4	11,5	13,4	12,4	226,4
29	17,4	65,3	8,4	8,4	1,1	210,2	9,5	18,0	10,9	226,7
30	17,1	64,7	8,1	8	1,6	206,8	12,0	16,2	16,8	230,8
31										

HIDROLOŠKI PROFIL NIŠ										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
V 2010										
1	16,1	55,4	10,2	7,5	1,1	225,6	11,2	13,3	14,8	226,2
2	14,4	57,8	10,9	8,3	1,3	224,4	10,6	16,0	18,0	235,1
3	11,4	62,1	10,9	9,4	1,3	244,0	13,6	17,3	13,5	250,2
4	11,8	57,9	9,4	9,6	1,1	224,8	14,8	15,7	15,4	236,3
5	12,3	58,0	8,4	8,4	1,6	225,0	11,6	15,8	13,1	229,4
6	14,1	56,7	9,0	7,9	0,9	214,7	13,3	15,9	13,9	225,0
7	22,6	69,4	8,5	7,9	0,9	230,5	9,5	14,1	13,0	238,5
8	18,0	54,8	8,9	7,9	1,1	211,2	9,8	12,8	15,3	216,1
9	13,2	60,6	9,7	8,8	1,6	237,0	12,3	16,5	14,4	242,3
10	13,0	59,5	8,9	7,9	1,5	237,6	12,0	15,3	9,0	232,9
11	13,2	58,0	7,9	8,0	1,1	220,3	11,9	16,5	14,1	227,6
12	14,1	60,0	8,2	9,0	1,1	238,2	11,8	14,8	14,4	238,5
13	11,4	58,7	10,4	8,6	1,4	225,0	15,0	15,1	12,8	234,4
14	13,9	55,0	10,1	7,7	1,4	231,0	11,6	13,0	12,3	226,6
15	12,5	57,5	9,4	9,5	1,4	234,0	12,2	16,3	9,7	233,1
16	33,6	51,4	6,9	7,4	1,1	201,8	6,3	12,7	8,1	194,7
17	36,4	52,0	6,7	7,4	0,9	178,0	6,9	11,8	5,5	180,2
18	44,7	47,7	5,1	6,8	0,7	180,5	6,0	9,9	5,8	172,2
19	51,7	46,2	4,9	6,0	0,5	165,1	4,7	9,7	8,1	162,7
20	47,5	46,7	5,8	6,1	0,8	187,2	6,0	9,6	8,0	176,5
21	40,1	48,9	5,4	6,9	0,8	180,0	6,8	8,8	5,5	173,1
22	34,6	45,7	5,3	6,7	0,9	178,0	6,4	10,8	12,4	177,2
23	39,3	46,5	5,8	6,8	0,6	180,0	8,0	11,6	9,5	178,8
24	37,5	47,0	6,8	7,8	1,0	198,2	6,2	9,7	10,9	188,4
25	33,6	48,2	7,0	6,3	0,6	183,5	7,6	12,2	13,6	187,4
26	28,7	46,0	6,4	6,8	1,0	170,6	7,3	12,7	12,8	178,3
27	26,9	51,6	7,1	6,9	1,0	184,4	8,9	14,7	13,7	196,0
28	23,6	54,0	7,7	7,5	1,2	190,2	8,6	15,3	9,3	198,6
29	22,0	53,7	6,9	7,3	1,4	200,0	8,8	14,9	12,8	205,7
30	16,6	53,8	8,9	7,5	0,9	213,8	12,5	17,3	13,9	221,7
31	14,3	58,9	8,2	7,7	1,13	221,5	15,9	13,8	7,8	224,1

HIDROLOŠKI PROFIL BELA PALANKA										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
I 2009										
1	3,0	76,8	10,0	9,4	1,1	231,6	16,8	21,6	13,2	264,8
2	3,2	77,0	11,0	11,7	1,5	242,3	16,4	24,2	7,3	270,3
3	3,2	77,3	10,9	11,0	1,2	232,4	17,2	24,2	11,6	269,7
4	3,1	72,5	11,5	13,2	1,3	228,4	18,6	23,2	9,9	264,4
5	5,7	70,0	10,6	9,0	1,3	210,3	15,5	21,8	7,6	241,0
6	14,2	63,7	7,1	6,4	0,8	192,1	12,4	18,4	7,1	212,0
7	7,2	70,0	10,2	7,1	1,1	212,1	15,8	19,9	10,5	240,7
8	6,3	74,0	8,6	7,7	1,2	225,2	17,9	20,0	5,5	247,5
9	12,9	61,7	7,7	6,9	0,8	196,7	11,6	18,1	10,0	215,3
10	9,1	65,0	8,5	7,6	1,0	202,1	11,1	21,1	6,7	222,0
11	9,6	64,1	8,2	6,4	0,9	210,6	12,8	19,5	11,7	228,9
12	12,2	62,1	7,9	6,6	0,8	190,0	12,6	19,4	12,0	216,4
13	12,9	61,9	7,3	6,4	0,9	194,2	11,4	19,4	11,5	216,0
14	10,9	65,4	8,0	7,5	0,9	205,3	13,6	19,9	11,6	229,5
15	7,5	75,6	9,4	7,6	1,1	220,5	13,6	20,5	9,8	247,9
16	10,2	68,0	7,0	7,0	0,9	223,6	12,3	18,2	10,7	235,9
17	7,5	74,1	9,9	6,9	1,1	218,3	15,0	18,3	12,3	246,7
18	5,7	72,3	10,9	9,0	1,3	220,1	17,0	24,0	9,9	254,4
19	5,7	74,5	10,8	8,6	1,3	225,6	16,0	24,1	12,5	260,6
20	5,4	76,0	10,9	9,0	1,3	222,0	18,0	21,9	5,1	253,2
21	5,4	77,0	11,0	9,4	1,2	235,1	17,6	20,7	11,1	265,6
22	7,5	72,1	10,7	7,1	1,2	228,4	17,2	21,7	7,6	251,8
23	9,6	72,1	10,0	6,8	1,0	228,4	12,9	19,0	10,0	246,0
24	10,9	65,3	9,1	7,4	1,0	221,2	12,4	18,4	8,4	232,7
25	10,2	65,0	9,5	6,9	1,0	214,7	14,1	19,9	8,0	231,7
26	13,5	61,2	8,4	6,5	0,7	202,1	12,5	16,8	5,7	212,8
27	18,6	58,3	6,8	6,2	0,5	183,5	8,8	16,5	8,9	197,8
28	24,0	55,0	6,1	5,8	0,5	172,3	7,4	15,4	5,4	181,7
29	38,2	40,9	5,2	5,4	0,5	138,0	6,4	12,7	4,2	144,4
30	19,8	58,9	7,1	6,3	0,5	186,3	8,7	15,5	5,7	195,8
31	17,8	60,1	7,6	6,3	0,6	191,5	10,3	16,0	7,3	203,9
II 2009										
1	11,6	65,9	9,4	7,1	0,8	207,5	14,3	18,6	8,5	228,3
2	10,2	67,5	10,2	7,2	0,7	212,4	15,1	17,5	5,8	230,2
3	8,9	69,4	11,2	7,3	0,8	215,0	16,2	21,1	6,2	239,6
4	9,9	67,9	10,8	7,5	0,9	210,3	15,8	20,8	8,9	237,8
5	10,9	66,6	10,0	7,1	0,8	208,0	14,7	18,9	9,6	231,7
6	10,9	62,4	10,6	7,0	0,7	206,8	14,2	21,1	7,7	227,0
7	10,2	67,5	10,2	7,1	0,7	210,3	16,2	20,8	10,0	237,7
8	9,2	74,2	9,7	7,3	0,7	219,3	15,9	21,2	10,9	249,6
9	9,2	72,3	10,5	7,4	0,7	215,3	15,9	21,6	7,7	243,8
10	8,9	71,0	10,8	7,5	0,8	212,8	16,2	21,4	8,3	242,4
11	9,9	62,2	10,0	7,5	0,8	213,2	14,6	21,5	11,3	234,5
12	12,9	61,4	8,5	6,8	0,6	200,4	14,6	16,3	7,5	215,9
13	11,9	65,5	8,8	6,7	0,6	203,4	13,4	20,5	4,6	221,8
14	10,2	69,8	9,3	6,6	0,7	201,0	15,6	21,9	8,5	232,8
15	9,2	63,2	10,8	6,8	0,8	208,7	15,9	20,0	7,8	229,6
16	8,6	69,9	11,6	7,2	1,0	212,6	16,4	22,7	6,7	241,7
17	8,9	63,6	11,5	7,3	0,9	209,4	16,2	18,8	8,2	231,2
18	9,6	71,3	10,4	7,5	0,8	210,2	15,6	19,0	9,5	239,2
19	9,2	68,8	10,5	7,4	0,8	207,0	16,5	22,0	5,1	234,7
20	9,6	65,0	10,4	7,1	0,7	212,6	16,5	18,5	10,8	235,3
21	8,6	73,4	10,8	7,0	0,9	215,9	13,8	21,2	11,6	246,6
22	7,2	72,1	11,6	7,2	1,0	218,3	18,8	22,8	8,3	250,9
23	11,2	61,1	8,6	6,8	0,7	208,6	13,8	20,7	9,2	225,2
24	9,2	72,0	8,4	6,6	0,9	210,0	14,7	19,5	9,0	236,1
25	11,6	65,9	8,9	6,5	0,6	203,0	14,3	18,6	6,9	223,2
26	8,9	72,1	12,1	7,2	0,8	214,3	17,9	22,1	9,4	248,7
27	6,0	74,0	12,8	9,3	1,0	227,6	18,5	23,5	9,5	262,3
28	6,0	73,8	12,0	9,2	1,0	230,2	17,9	22,4	9,6	261,0
29										
30										
31										

HIDROLOŠKI PROFIL BELA PALANKA										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
III 2009										
1	6,3	74,9	9,2	9,7	0,9	240,5	17,9	20,5	8,9	262,1
2	7,5	76,7	11,3	8,7	0,8	230,1	17,2	19,8	4,6	254,1
3	9,2	73,6	8,9	7,1	0,8	223,4	16,3	16,7	8,2	243,3
4	12,2	67,6	8,7	6,8	0,8	197,5	14,5	16,2	7,3	220,6
5	15,6	59,5	7,4	6,5	0,7	178,8	11,6	17,2	10,2	202,5
6	17,8	56,2	6,7	6,4	0,7	168,8	11,1	15,7	6,4	187,6
7	22,1	50,9	5,6	6,2	0,6	171,9	8,8	15,1	8,1	181,2
8	20,1	49,8	6,6	6,3	0,7	180,2	8,8	13,0	9,1	184,5
9	15,6	59,0	7,4	6,5	0,6	181,0	12,2	16,2	6,3	198,8
10	15,3	56,4	8,4	6,6	0,6	184,2	12,3	17,3	6,6	200,3
11	15,6	55,5	7,4	6,5	0,6	182,8	12,6	15,6	9,4	199,0
12	14,2	60,4	6,5	6,6	0,7	187,2	15,4	15,8	5,8	204,8
13	15,6	60,2	7,4	6,9	0,7	182,2	14,5	15,6	5,8	202,1
14	12,2	67,3	8,7	6,8	0,8	197,5	14,1	18,3	8,8	223,5
15	11,2	69,9	7,3	7,9	0,7	206,9	14,6	18,7	4,5	227,1
16	10,9	69,0	9,3	7,9	0,8	210,4	15,0	18,0	7,9	233,1
17	12,2	71,0	8,7	7,0	0,6	203,5	13,6	18,3	10,2	231,2
18	13,5	63,6	8,2	7,2	0,6	191,8	13,4	17,9	5,8	212,5
19	11,2	71,9	9,1	6,9	0,8	208,6	15,5	18,7	8,5	235,7
20	11,9	66,2	8,9	6,5	0,7	202,2	15,0	17,1	8,7	224,2
21	12,2	61,6	9,3	6,8	0,7	200,1	12,6	18,3	10,3	219,7
22	10,9	66,4	8,0	6,9	0,7	196,8	12,2	18,5	5,5	216,5
23	10,9	64,0	9,9	7,6	0,7	195,2	14,1	17,3	7,2	218,3
24	11,2	65,0	6,9	6,9	0,8	185,0	11,3	18,1	7,6	208,9
25	15,3	55,5	6,1	6,6	0,7	180,5	11,3	18,7	8,3	197,4
26	12,2	66,7	7,9	7,8	0,7	197,5	12,3	18,3	9,5	222,0
27	11,6	61,9	10,2	7,5	0,6	201,6	13,2	19,0	3,8	217,0
28	13,2	59,2	6,2	6,7	0,7	176,3	12,0	16,7	10,1	199,8
29	26,8	57,1	7,7	7,5	0,8	183,4	10,8	16,7	6,4	198,6
30	18,2	54,0	5,9	6,8	0,6	185,5	9,2	14,9	8,3	192,4
31	23,6	50,7	7,5	6,1	0,6	181,0	8,7	13,6	10,3	187,9
IV 2009										
1	23,3	50,2	5,8	5,7	0,5	176,8	9,3	11,8	7,4	179,1
2	20,5	54,8	7,1	5,9	0,5	185,0	10,2	14,9	6,2	192,1
3	21,3	52,2	6,2	6,2	0,6	188,0	8,9	13,8	7,0	188,9
4	17,5	56,0	7,9	6,4	0,6	202,0	9,8	15,8	8,2	205,8
5	14,2	60,8	8,3	7,0	0,7	208,5	10,2	14,9	7,6	213,7
6	13,5	61,3	8,2	7,8	0,8	189,2	12,2	13,8	8,9	207,6
7	16,0	58,3	8,5	6,0	0,7	176,6	11,0	15,0	7,1	194,9
8	15,3	59,1	8,8	6,6	0,7	189,3	12,2	17,0	9,9	209,0
9	15,6	61,1	6,8	6,8	0,6	189,3	10,6	15,1	11,7	207,4
10	13,5	59,9	9,1	7,5	0,7	193,7	12,8	17,0	6,7	210,6
11	12,2	66,0	7,3	9,0	0,8	212,8	12,9	16,2	10,5	229,2
12	13,2	66,0	7,8	8,1	0,8	217,2	11,7	17,2	6,3	226,5
13	17,1	55,8	6,5	7,2	0,7	177,2	12,4	14,7	9,3	195,2
14	29,6	59,0	8,2	7,3	0,6	179,7	11,4	15,8	7,3	199,5
15	10,6	70,0	8,5	9,2	0,8	208,2	14,3	17,5	10,8	235,3
16	6,9	69,6	10,2	11,5	1,1	216,2	16,1	19,6	9,9	246,2
17	6,3	75,9	11,7	12,0	1,2	247,1	17,6	20,0	9,4	271,4
18	6,3	78,1	11,7	12,9	1,2	247,1	17,6	21,0	9,0	275,1
19	6,3	78,8	11,5	14,1	1,2	252,7	17,6	20,6	8,6	278,9
20	6,0	73,1	12,1	13,7	1,2	250,6	18,0	19,4	10,1	273,0
21	6,3	74,5	12,1	13,4	1,2	247,1	17,6	19,2	6,5	268,1
22	6,3	70,8	11,9	14,0	1,2	247,1	17,6	19,2	11,2	269,5
23	8,2	72,3	9,6	13,1	1,2	227,0	15,7	18,0	8,5	251,9
24	8,2	67,5	9,0	13,5	1,2	219,0	16,6	18,7	7,1	243,0
25	8,2	70,3	9,6	12,8	1,1	240,2	17,0	19,7	5,3	255,9
26	6,3	74,3	10,1	12,6	1,2	234,9	17,6	19,2	8,1	260,6
27	6,3	74,4	10,0	12,5	1,2	247,1	17,6	20,4	8,9	268,6
28	9,6	66,0	7,5	11,0	0,9	221,7	15,4	17,9	7,0	236,6
29	11,6	63,4	9,8	9,0	0,9	211,4	14,1	18,3	8,8	230,0
30	12,2	60,9	10,5	9,4	0,8	214,5	12,5	16,9	10,9	229,1
31										

HIDROLOŠKI PROFIL BELA PALANKA										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
V 2009										
1	6,1	72,6	14,4	11,7	1,2	248,3	17,0	20,2	9,0	270,3
2	6,1	71,0	13,9	12,6	1,2	250,4	16,2	20,5	9,7	270,4
3	6,1	73,2	10,4	10,8	1,2	227,0	16,4	21,6	11,2	258,2
4	5,8	75,3	13,5	12,1	1,3	247,0	17,4	21,5	7,7	272,2
5	5,5	76,6	12,4	12,3	1,3	264,1	17,8	21,7	10,2	284,3
6	5,8	76,0	13,5	11,9	1,3	260,7	17,4	22,0	9,7	282,1
7	7,5	73,6	9,3	10,7	1,1	231,4	15,6	20,5	7,3	253,8
8	5,5	74,3	12,3	12,1	1,3	250,0	18,3	21,4	9,6	274,3
9	5,3	74,5	14,3	12,8	1,3	266,6	18,6	22,5	6,3	283,7
10	5,1	75,1	16,0	14,1	1,3	265,0	18,4	22,1	11,1	290,7
11	5,1	75,7	14,7	13,5	1,3	270,0	18,6	22,3	7,6	288,7
12	4,8	75,4	15,2	13,0	1,4	268,2	18,8	22,2	12,3	292,3
13	4,8	75,9	15,2	13,1	1,4	270,0	19,4	23,0	10,7	293,6
14	4,8	76,0	15,2	13,3	1,4	270,8	19,3	21,5	10,1	292,2
15	4,6	76,8	15,6	13,1	1,4	272,9	19,0	22,5	8,3	293,1
16	4,6	76,1	15,6	12,8	1,4	268,3	19,4	22,5	11,6	293,5
17	5,1	75,2	15,2	13,1	1,3	265,0	17,8	21,7	6,0	282,8
18	4,6	77,5	17,6	13,6	1,4	269,3	20,3	24,0	10,2	299,2
19	4,8	76,6	15,2	13,1	1,4	260,7	20,0	23,2	6,3	286,1
20	4,6	75,4	16,9	13,0	1,4	254,5	20,4	23,0	10,7	288,1
21	5,5	74,2	13,5	12,6	1,3	263,3	14,7	22,6	8,8	279,4
22	4,8	76,4	15,2	14,0	1,4	274,1	19,3	23,6	8,1	294,9
23	4,3	76,1	16,0	14,6	1,4	266,5	20,7	24,0	10,8	296,9
24	4,3	76,9	14,7	15,1	1,4	291,3	19,9	23,4	9,5	306,6
25	4,1	78,3	16,5	14,2	1,5	296,1	20,4	24,3	7,9	311,1
26	3,9	80,7	18,3	16,1	1,5	317,0	20,3	24,3	6,6	326,3
27	3,6	80,2	17,6	16,3	1,5	308,9	20,8	23,5	9,7	324,1
28	3,4	81,3	18,2	15,8	1,6	324,2	20,1	25,2	8,3	332,5
29	5,8	73,2	13,5	14,1	1,3	251,2	13,9	20,7	9,0	271,2
30	6,9	73,9	11,9	11,7	1,2	247,0	15,3	20,9	10,4	268,8
31	4,1	80,2	15,2	15,5	1,5	282,0	15,0	23,6	10,3	302,2
VI 2009										
1	3,6	80,2	19,1	18,6	1,5	308,9	21,3	23,7	9,3	328,2
2	4,8	76,5	15,2	18,1	1,4	291,1	19,3	22,5	10,0	308,5
3	5,8	74,4	14,4	16,9	1,4	279,5	18,0	21,6	8,0	294,4
4	5,8	74,4	10,9	16,8	1,4	263,0	18,0	21,6	12,7	287,2
5	5,1	75,9	14,7	17,8	1,4	285,0	15,1	21,5	9,4	298,4
6	5,3	75,4	12,9	17,5	1,4	280,3	16,7	21,7	8,1	293,8
7	4,8	75,8	16,2	17,2	1,4	288,0	19,3	22,5	8,1	304,4
8	3,2	81,3	17,4	19,0	1,6	305,1	23,3	25,4	7,7	328,3
9	2,9	82,5	19,5	19,3	1,6	298,6	22,8	25,9	10,7	331,7
10	3,2	80,7	17,6	19,7	1,6	302,6	21,5	25,9	6,1	324,3
11	3,4	81,6	19,3	18,6	1,6	300,5	22,7	25,3	8,7	328,1
12	4,6	77,1	16,4	18,0	1,4	286,5	19,7	22,7	6,9	305,4
13	4,8	76,5	15,2	17,6	1,4	278,0	19,3	22,5	9,1	300,6
14	4,8	74,2	14,0	17,3	1,4	271,2	19,3	22,5	10,3	294,5
15	4,6	77,1	14,6	18,0	1,4	273,0	19,7	22,7	13,6	303,5
16	4,6	77,1	14,2	18,1	1,4	285,0	19,7	22,7	12,7	308,3
17	5,1	76,8	13,5	16,3	1,3	276,0	19,7	23,7	11,2	300,4
18	4,6	77,8	16,7	14,8	1,4	303,0	15,2	22,7	6,8	306,8
19	4,8	76,5	16,9	17,6	1,4	299,0	20,0	22,5	10,6	314,9
20	4,6	76,2	16,6	17,8	1,4	292,0	20,4	24,5	10,8	313,7
21	5,5	73,3	15,5	16,2	1,3	272,0	15,5	23,5	10,7	292,0
22	4,8	78,9	14,0	17,0	1,3	312,0	18,8	24,1	6,9	317,0
23	4,3	77,7	16,0	17,6	1,4	285,7	20,0	22,9	11,7	310,2
24	4,3	77,7	14,7	17,9	1,4	270,3	20,0	22,9	7,0	296,7
25	4,1	79,2	15,6	18,0	1,5	318,5	19,4	24,5	7,8	325,4
26	3,9	81,5	16,0	20,0	1,6	314,4	21,2	25,7	9,3	332,5
27	3,6	82,0	15,8	19,0	1,6	311,0	21,8	25,0	7,4	328,1
28	3,4	82,5	17,2	19,1	1,5	306,0	20,7	25,6	8,3	328,0
29	6,9	69,2	11,0	14,2	1,2	250,0	16,7	20,8	9,6	267,7
30	4,3	77,7	17,0	18,0	1,5	296,5	20,6	23,7	6,0	312,6
31										

HIDROLOŠKI PROFIL BELA PALANKA										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
VII 2009										
1	4,3	78,2	17,1	15,5	1,3	312,7	21,1	22,5	10,9	323,0
2	5,5	74,1	16,5	15,3	1,3	305,2	19,6	19,5	7,9	306,7
3	6,1	72,4	15,2	15,0	1,2	270,9	18,9	19,3	7,2	284,7
4	5,3	69,7	15,0	16,3	1,3	255,0	20,6	22,0	10,9	283,3
5	5,1	77,4	14,5	17,3	1,3	286,1	19,2	20,1	9,1	302,0
6	4,6	80,3	16,7	15,9	1,4	292,0	20,9	21,8	8,7	311,8
7	4,1	79,3	17,0	16,3	1,5	287,7	21,7	21,0	8,4	308,9
8	3,9	80,4	17,3	17,2	1,4	302,1	21,6	22,5	10,4	322,0
9	4,1	79,3	16,8	16,3	1,5	287,7	21,7	21,0	8,9	309,3
10	3,6	81,5	17,0	16,7	1,5	294,0	22,6	21,6	7,6	315,5
11	6,1	72,4	14,1	15,0	1,2	268,1	19,5	21,1	6,6	284,0
12	8,8	64,0	11,0	14,1	1,2	250,1	16,2	17,7	6,8	256,0
13	11,6	60,7	9,5	10,2	0,9	217,0	16,9	16,5	4,4	227,6
14	7,5	64,3	12,3	13,8	1,2	254,0	17,9	20,0	7,0	263,4
15	6,1	72,4	13,0	15,0	1,2	245,0	20,5	21,8	6,7	273,2
16	5,5	74,1	14,8	15,3	1,3	288,0	19,6	22,3	9,8	301,2
17	5,5	74,1	15,0	14,3	1,2	276,3	21,2	20,8	12,6	297,2
18	5,1	69,7	13,7	15,6	1,3	277,3	22,0	19,2	7,2	287,4
19	4,6	72,9	14,9	15,4	1,3	286,9	21,8	23,5	6,6	299,8
20	4,1	79,3	16,0	17,9	1,4	287,7	21,7	21,8	7,0	308,9
21	3,6	77,4	17,0	18,7	1,5	294,0	22,6	22,6	9,2	316,0
22	4,1	74,8	16,8	17,9	1,4	309,0	22,8	24,3	11,3	323,7
23	8,8	65,6	12,9	12,0	1,0	232,0	17,8	19,1	5,7	250,2
24	3,2	84,0	16,0	18,5	1,5	282,6	20,7	24,4	9,1	315,6
25	3,6	84,4	16,8	18,0	1,4	294,0	23,6	23,7	6,9	321,9
26	2,7	82,8	17,1	18,4	1,7	308,5	24,6	25,0	9,7	333,6
27	2,7	91,7	17,0	20,6	1,6	341,0	25,3	24,0	9,9	360,6
28	2,5	88,2	17,3	21,2	1,8	305,2	25,2	23,2	6,5	336,0
29	2,5	88,2	17,5	21,2	1,8	301,0	25,2	23,2	11,0	338,5
30	2,5	88,2	17,8	21,2	1,8	312,7	25,2	23,2	10,1	343,8
31	2,5	88,2	17,0	21,2	1,6	307,1	25,2	24,8	11,7	343,2
VIII 2009										
1	2,9	85,3	16,7	20,3	1,7	315,6	24,1	25,2	12,3	343,3
2	2,7	89,4	16,4	20,1	1,7	310,0	24,6	28,2	10,6	345,9
3	3,8	73,6	15,1	19,2	1,5	290,1	22,2	24,0	9,8	310,5
4	3,1	84,1	14,1	19,0	1,6	283,0	25,0	24,9	7,3	317,6
5	2,9	85,4	16,5	20,1	1,7	305,1	24,1	25,2	6,4	332,0
6	2,9	85,4	16,7	19,8	1,7	305,1	23,7	25,2	12,2	337,3
7	2,5	88,2	17,0	20,0	1,8	312,8	25,2	25,9	7,6	342,1
8	2,5	88,2	17,5	20,3	1,8	312,8	25,2	25,9	6,3	341,6
9	2,5	88,1	18,0	20,1	1,8	312,0	25,2	25,9	9,7	344,8
10	2,5	88,2	18,3	19,7	1,8	312,8	24,6	25,9	10,1	345,0
11	2,5	88,2	18,4	19,8	1,8	312,8	26,0	24,9	5,7	341,2
12	3,8	77,1	16,5	18,0	1,5	315,0	22,2	24,0	9,5	326,3
13	3,4	87,3	16,8	18,6	1,6	327,0	25,6	23,4	8,0	344,8
14	2,9	85,4	18,0	20,0	1,8	347,0	26,8	25,2	9,3	360,0
15	2,5	82,0	17,6	19,6	1,7	327,0	27,1	27,0	7,1	345,5
16	4,3	75,1	15,3	17,6	1,4	284,4	21,4	23,5	8,6	305,1
17	3,6	85,7	16,0	15,4	1,5	277,0	21,8	26,8	8,9	314,6
18	2,9	85,4	17,6	19,8	1,6	322,0	25,3	26,6	8,6	346,0
19	6,6	75,3	13,5	17,0	1,4	264,2	19,1	22,9	13,1	294,4
20	2,3	86,3	17,6	19,3	1,8	339,0	27,0	26,3	10,8	358,6
21	2,7	82,2	17,0	19,5	1,6	329,0	26,6	24,5	9,1	344,9
22	9,5	64,4	12,6	12,0	1,1	245,6	15,7	20,3	10,9	259,7
23	4,3	84,0	15,0	17,6	1,4	290,3	21,4	25,8	11,2	321,6
24	4,0	85,0	16,2	18,0	1,5	288,1	23,8	25,2	8,6	322,3
25	3,8	75,5	16,7	18,5	1,6	268,0	23,2	24,0	6,5	300,0
26	3,1	77,7	17,5	18,3	1,5	310,6	25,7	25,9	14,2	336,1
27	2,3	97,2	18,0	19,6	2,1	340,0	27,5	27,2	11,9	373,4
28	2,1	98,2	17,0	20,7	1,8	335,8	28,6	30,0	10,0	374,1
29	1,9	94,2	18,9	21,1	1,8	327,2	27,3	26,5	11,4	364,8
30	1,7	101,7	18,5	20,8	2,0	332,4	28,0	27,6	7,6	372,4
31	1,7	101,7	18,2	21,0	2,0	343,0	26,7	27,6	14,3	383,0

HIDROLOŠKI PROFIL BELA PALANKA										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
IX 2009										
1	1,7	100,5	18,5	21,1	2,0	338,9	27,2	29,3	10,8	378,8
2	1,7	100,7	19,0	20,8	1,9	345,2	27,5	29,3	7,4	379,2
3	1,7	98,4	19,3	20,7	2,0	340,0	27,8	29,3	8,4	375,9
4	1,7	100,2	18,9	21,0	2,1	348,0	29,9	29,3	12,8	388,3
5	1,7	101,2	19,0	20,9	2,0	348,3	27,3	29,3	8,7	382,5
6	1,7	99,6	19,2	20,7	2,0	350,0	27,9	29,3	10,9	384,7
7	1,7	105,1	18,8	21,6	2,1	355,8	26,8	29,3	7,9	389,5
8	1,7	96,3	18,7	21,7	2,1	348,9	26,9	29,3	7,6	377,0
9	1,7	102,0	18,5	20,8	2,0	356,1	27,5	28,4	13,2	390,5
10	1,3	100,5	18,9	21,8	2,1	350,1	28,2	29,5	8,3	384,3
11	2,9	95,5	17,5	19,4	2,0	343,8	23,3	28,5	10,2	368,2
12	3,4	94,0	17,1	18,5	1,5	338,1	21,5	26,5	6,5	354,6
13	1,0	104,3	19,8	22,6	2,2	350,0	25,5	31,8	11,5	392,7
14	1,0	97,5	18,8	22,9	2,1	355,8	30,0	31,1	8,8	389,1
15	3,8	90,2	17,0	19,4	1,9	335,4	19,0	24,1	12,6	351,9
16	3,4	88,9	15,0	19,7	2,0	320,0	20,6	27,0	8,8	342,0
17	3,4	85,4	14,9	19,6	2,0	318,9	21,8	24,8	9,7	337,7
18	4,7	83,7	14,7	17,8	1,5	304,2	20,7	23,8	7,8	322,1
19	5,0	82,3	14,3	17,7	1,6	308,1	20,2	22,5	9,0	321,6
20	4,9	88,4	13,9	17,1	1,4	310,0	20,2	22,4	14,9	333,4
21	2,9	90,1	17,9	18,8	1,5	313,2	21,7	27,8	7,1	341,5
22	4,0	88,7	13,3	17,7	1,4	309,8	21,7	25,8	14,7	338,2
23	4,5	82,3	13,0	18,8	1,5	289,2	25,0	23,9	10,0	319,0
24	3,6	91,0	15,9	18,7	1,9	321,8	22,2	26,0	10,8	347,4
25	5,0	80,3	12,1	17,1	1,5	296,0	20,3	22,3	8,6	310,2
26	3,6	87,5	15,0	18,1	1,8	328,0	22,5	24,9	10,2	344,0
27	4,3	88,7	13,2	17,6	1,4	320,0	21,1	23,3	8,5	333,9
28	1,5	97,1	18,4	19,3	2,0	320,0	27,7	27,0	8,8	360,3
29	5,4	80,1	17,0	15,6	1,3	301,2	19,2	24,2	13,2	321,2
30	3,6	93,6	15,5	18,3	1,9	302,0	21,1	27,0	10,4	338,8
31										
X 2009										
1	4,0	79,0	17,6	16,6	1,8	306,9	24,8	26,8	12,8	332,9
2	6,0	76,4	16,7	16,5	1,7	317,5	20,7	22,7	10,5	323,9
3	7,1	80,3	16,5	15,4	1,6	305,7	19,8	21,0	8,5	316,0
4	2,7	91,3	21,6	18,1	1,9	365,0	26,8	28,1	9,8	380,0
5	2,5	88,9	21,0	19,3	2,0	353,0	29,5	29,1	7,8	374,2
6	5,0	84,4	18,7	16,9	1,5	330,0	24,5	23,4	8,1	342,4
7	5,4	86,6	15,8	16,5	1,5	310,5	22,7	20,4	9,3	328,2
8	5,0	84,4	17,6	16,0	1,4	328,0	23,4	22,3	11,1	340,1
9	3,4	87,0	18,5	17,3	1,8	341,0	26,3	24,3	12,0	357,8
10	2,5	92,2	21,3	18,2	1,9	355,0	27,0	29,4	8,1	375,6
11	6,3	81,7	15,9	16,9	1,4	293,1	20,8	23,1	8,5	314,8
12	4,9	82,4	17,2	17,7	1,8	332,0	24,1	24,2	8,8	342,1
13	6,3	81,6	16,7	15,5	1,3	290,0	22,4	22,3	8,5	313,4
14	7,9	74,0	14,3	15,2	1,4	274,2	19,4	20,0	8,9	290,3
15	8,2	70,2	13,2	14,3	1,2	272,3	17,5	18,6	8,6	279,9
16	6,3	80,1	15,8	16,3	1,4	298,8	19,1	21,3	10,3	313,8
17	7,2	76,5	15,5	16,0	1,4	296,1	15,7	20,9	9,6	303,7
18	4,3	78,7	18,0	16,3	1,5	320,4	20,5	23,1	7,5	325,9
19	7,2	70,2	15,1	15,2	1,5	286,0	16,1	19,1	7,4	287,6
20	7,5	78,0	14,9	15,9	1,7	308,6	16,5	19,1	7,2	307,6
21	6,6	80,4	14,7	15,5	1,4	315,0	18,7	19,8	11,4	319,5
22	5,7	82,5	16,0	15,9	1,6	310,0	17,5	20,7	5,8	315,0
23	4,9	82,8	16,7	19,0	1,9	304,8	21,5	21,2	7,5	323,0
24	4,6	85,2	18,5	16,4	1,8	308,3	19,5	22,3	8,3	326,1
25	4,3	85,9	19,5	17,9	1,8	315,7	18,1	25,2	9,1	335,3
26	4,0	85,5	20,3	17,6	1,5	323,0	18,1	25,4	8,0	338,0
27	4,0	86,7	18,6	17,5	1,6	318,0	20,3	21,7	12,3	337,8
28	4,3	88,1	19,0	17,9	1,5	338,9	20,5	22,9	6,9	346,3
29	4,0	88,5	18,8	16,0	1,7	350,0	20,6	23,5	8,1	352,3
30	3,8	90,4	18,4	17,0	1,5	364,8	25,4	23,8	12,2	371,2
31	3,8	90,2	19,7	17,1	1,6	370,0	24,4	25,1	9,6	372,7

HIDROLOŠKI PROFIL BELA PALANKA										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
IX 2009										
1	3,8	94,8	20,0	17,0	1,7	370,0	25,0	22,9	10,8	377,2
2	3,5	94,0	18,9	17,0	1,5	362,0	21,6	23,2	8,6	365,8
3	3,8	93,5	22,1	17,1	1,6	372,1	26,7	28,0	11,3	386,4
4	3,8	92,0	21,2	17,2	1,5	332,0	21,2	27,7	12,2	359,0
5	3,8	90,0	20,1	14,7	1,6	340,0	21,9	23,5	8,4	350,2
6	4,3	68,1	13,0	16,5	1,5	276,0	20,1	22,2	7,4	286,8
7	5,7	70,0	14,9	15,3	1,4	289,0	20,1	21,6	15,4	303,2
8	7,2	71,2	15,1	13,8	1,4	271,3	19,3	20,0	11,3	287,7
9	6,9	73,4	15,9	14,0	1,5	304,0	18,3	19,6	10,8	305,4
10	9,9	70,2	13,2	11,4	1,4	240,0	17,1	17,6	11,6	262,5
11	13,2	57,3	10,4	10,2	1,0	207,0	14,8	16,1	6,3	219,5
12	10,6	62,8	10,8	10,2	1,2	209,8	14,4	18,3	10,0	232,6
13	10,6	63,0	8,9	10,0	1,2	220,0	14,1	16,9	7,9	232,0
14	9,2	65,7	11,2	10,8	1,5	260,1	15,2	17,9	12,0	264,4
15	7,9	81,5	12,6	11,2	1,5	258,4	15,9	19,6	8,7	280,2
16	7,5	82,8	13,5	11,6	1,5	272,5	16,3	19,9	9,2	291,0
17	7,2	80,0	15,2	11,7	1,4	270,0	16,8	19,0	11,9	291,0
18	6,0	89,8	18,1	12,0	1,5	320,0	17,5	22,7	7,2	328,7
19	6,6	80,0	17,8	15,3	1,7	293,0	18,2	20,4	9,6	309,5
20	6,6	77,1	17,0	12,8	1,6	322,0	18,3	21,8	9,0	318,6
21	6,9	75,4	16,5	11,5	1,5	270,0	20,4	18,9	10,5	289,7
22	4,9	78,6	16,4	12,6	1,5	318,0	19,3	22,6	11,1	321,0
23	8,2	78,3	12,9	10,3	1,3	266,4	19,9	21,3	11,6	288,8
24	7,9	74,9	15,4	11,0	1,3	269,3	16,1	20,9	8,2	282,4
25	6,3	79,2	14,1	10,0	1,2	292,0	17,4	20,0	10,4	298,2
26	7,2	67,0	12,5	9,8	1,2	265,1	16,3	20,6	9,2	269,2
27	9,9	64,6	11,9	9,8	1,2	240,5	17,6	17,4	10,6	253,4
28	7,5	70,0	15,2	10,5	1,3	260,3	16,3	21,9	12,1	277,4
29	8,2	72,3	13,9	10,0	1,4	270,4	15,8	18,6	10,9	278,1
30	7,9	75,3	9,2	10,0	1,3	255,6	16,4	18,4	8,2	266,6
31										
XII 2009										
1	7,2	80,2	12,2	9,3	1,3	260,0	17,2	18,5	9,1	277,9
2	5,4	84,1	15,3	10,0	1,3	270,4	18,3	19,8	10,2	294,2
3	8,6	68,9	13,4	8,8	1,2	250,0	13,4	17,8	8,8	257,3
4	7,5	71,0	13,2	9,1	1,2	233,0	18,4	18,4	8,6	256,4
5	6,0	72,3	13,0	10,7	1,4	246,9	18,0	19,3	8,8	267,0
6	4,0	74,0	16,0	12,0	1,5	250,0	16,4	21,1	9,4	275,4
7	4,0	76,3	12,0	13,5	1,6	242,8	17,1	21,1	10,8	273,9
8	7,5	61,2	11,9	10,8	1,4	226,0	15,8	18,4	12,5	244,9
9	14,5	62,4	10,0	7,9	0,9	210,6	12,9	16,3	7,7	223,3
10	15,3	59,6	8,8	7,5	0,9	210,0	13,3	13,9	9,2	218,1
11	11,6	58,8	11,1	8,1	1,2	211,5	15,3	16,0	5,8	221,8
12	6,3	65,9	12,5	10,9	1,3	226,5	16,4	18,1	6,3	244,6
13	6,9	64,1	12,1	9,8	1,3	223,5	16,7	18,0	6,3	240,1
14	9,6	59,3	10,6	8,4	1,2	224,0	14,6	17,3	6,5	229,9
15	10,6	58,3	11,2	9,7	1,2	224,0	14,2	15,2	9,8	231,6
16	9,6	60,4	11,2	10,2	1,4	223,1	13,7	16,4	11,8	236,6
17	7,9	68,9	12,9	10,8	1,5	228,1	14,6	19,5	8,5	250,7
18	7,5	73,8	11,0	10,5	1,4	235,5	16,7	21,3	8,1	260,6
19	5,4	75,2	12,5	12,4	1,6	275,1	15,3	22,0	9,7	286,1
20	5,2	74,5	10,8	11,6	1,5	242,0	19,8	21,3	9,3	269,7
21	6,9	63,2	12,3	11,6	1,4	236,5	18,3	19,2	11,4	255,7
22	8,6	60,1	11,1	8,9	1,2	229,0	17,1	17,8	8,3	238,9
23	6,6	65,2	12,1	9,3	1,3	220,1	17,9	17,7	12,7	246,2
24	8,9	64,3	10,2	8,7	1,3	225,0	15,6	19,2	5,1	236,9
25	12,9	57,1	9,9	8,2	1,0	222,0	13,5	16,0	7,3	224,0
26	15,7	60,2	8,5	7,2	0,9	219,0	12,9	16,1	8,8	224,2
27	21,3	48,3	6,5	6,1	0,7	166,0	9,8	13,1	3,3	170,8
28	32,1	44,3	6,1	4,8	0,5	153,0	9,1	12,0	4,3	157,6
29	22,5	48,2	6,0	6,2	0,6	170,4	9,3	12,6	5,3	173,4
30	17,8	51,3	7,1	6,6	0,7	178,4	11,9	14,6	9,4	190,8
31	11,9	60,3	10,4	8,8	1,0	222,0	12,6	17,1	7,9	229,0

HIDROLOŠKI PROFIL BELA PALANKA										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
I 2010										
1	11,2	73,4	9,6	9,1	1,2	226,4	14,7	16,7	9,8	247,7
2	10,9	71,8	9,8	7,3	1,2	244,0	16,1	19,0	9,8	257,0
3	12,2	70,0	10,7	8,3	1,1	250,0	14,9	17,6	8,9	256,4
4	12,9	68,2	10,8	7,5	1,1	232,1	12,9	17,3	10,0	243,9
5	13,5	68,2	10,9	6,7	1,0	245,7	15,3	15,8	11,3	252,1
6	13,9	65,2	11,0	8,7	0,9	237,0	13,6	15,7	6,8	240,5
7	20,9	60,1	9,0	6,2	0,9	201,9	12,9	13,5	7,5	211,1
8	22,1	57,1	8,9	6,4	0,8	202,5	12,3	13,3	6,2	206,2
9	17,1	61,8	9,5	7,0	0,9	215,0	14,1	14,7	6,1	221,5
10	17,5	63,5	9,5	6,9	0,9	197,9	13,5	13,0	7,5	213,7
11	18,2	62,0	9,1	6,6	1,0	228,6	12,2	13,2	5,0	223,4
12	15,6	64,9	10,1	7,3	1,0	220,7	13,7	12,9	8,3	228,6
13	12,6	67,4	10,8	8,7	1,2	243,0	13,7	15,7	9,0	248,0
14	12,9	66,5	11,3	8,1	1,1	233,3	15,1	13,9	11,7	244,2
15	11,9	69,3	11,0	8,3	1,2	240,6	13,7	16,6	8,6	248,9
16	10,9	71,2	10,7	7,8	1,1	230,0	16,7	16,8	9,6	248,9
17	10,2	76,0	10,0	8,9	1,1	258,6	15,8	17,1	7,5	265,7
18	8,6	75,1	11,0	9,5	1,4	235,6	15,2	18,8	5,6	254,4
19	10,6	77,1	11,5	7,9	1,2	246,0	15,1	18,4	6,2	260,4
20	9,6	75,5	10,8	9,2	1,2	245,4	14,5	20,7	8,1	262,7
21	8,2	74,8	10,4	9,8	1,2	278,8	17,5	18,2	5,8	277,1
22	10,9	73,8	11,6	9,5	1,3	250,2	13,9	16,0	7,2	258,3
23	11,6	71,5	9,5	7,9	1,1	257,7	15,2	17,4	8,5	260,0
24	8,9	79,2	9,9	8,9	1,2	277,0	15,4	19,9	11,6	284,6
25	8,2	77,0	10,0	10,8	1,4	283,4	16,1	19,4	6,5	282,8
26	9,9	73,7	10,1	8,3	1,2	250,2	17,1	16,2	9,0	260,7
27	9,9	72,0	11,7	8,2	1,2	236,5	15,2	17,3	11,2	255,0
28	9,6	72,6	9,6	9,2	1,2	267,8	16,1	18,3	10,4	271,3
29	10,2	72,6	10,3	9,9	1,4	244,8	16,3	17,9	8,3	259,1
30	6,9	79,2	11,5	10,4	1,4	273,7	16,1	21,9	11,5	288,9
31	7,5	78,0	10,2	10,1	1,4	268,1	17,3	20,6	5,6	277,2
II 2010										
1	7,2	76,2	11,7	11,8	1,5	245,4	16,4	21,2	9,3	270,8
2	7,5	75,0	10,5	10,1	1,4	255,8	18,1	18,4	10,0	271,4
3	10,2	72,0	9,9	10,7	1,3	257,6	15,2	16,1	6,3	260,3
4	14,5	70,0	10,1	7,6	0,9	210,7	15,6	15,2	9,3	234,0
5	14,9	72,7	9,1	6,6	1,1	231,0	14,5	16,0	8,0	243,5
6	12,9	71,2	9,8	8,1	1,1	233,3	14,6	16,1	9,1	246,5
7	7,5	76,3	10,2	10,1	1,4	283,4	17,0	20,1	7,8	284,7
8	10,2	73,7	11,3	7,7	1,0	238,2	16,0	19,0	6,6	254,3
9	14,9	69,3	9,6	8,3	0,8	223,9	14,8	14,1	11,7	240,5
10	15,3	72,2	10,7	6,0	0,9	239,4	13,1	15,1	10,8	248,4
11	15,3	69,7	9,8	6,2	0,9	213,5	14,6	14,8	8,3	231,1
12	15,6	70,0	8,9	7,1	0,8	213,3	13,1	16,0	5,1	227,5
13	12,9	71,2	9,6	8,1	1,1	216,3	14,8	17,1	5,9	235,8
14	11,2	75,6	11,3	7,8	1,1	264,1	15,7	16,8	4,6	265,0
15	9,6	72,8	11,3	7,7	1,0	246,6	15,4	16,5	7,2	255,2
16	12,9	70,0	9,7	8,1	1,1	218,1	14,8	17,7	4,5	234,8
17	12,6	76,7	9,6	7,1	0,9	254,0	14,5	14,4	4,0	254,2
18	23,3	68,3	8,7	5,8	0,8	214,6	12,6	11,7	3,1	218,2
19	34,7	50,0	7,8	4,2	0,5	163,0	9,7	7,8	7,0	168,5
20	41,8	47,8	5,9	3,6	0,5	157,2	5,9	6,4	6,4	155,1
21	41,2	46,0	5,5	3,4	0,4	147,0	6,6	6,2	6,5	148,1
22	36,3	50,2	6,3	4,4	0,5	166,0	7,2	8,4	7,5	167,5
23	25,7	63,2	8,3	5,4	0,7	188,7	12,1	11,0	8,1	203,1
24	29,1	59,1	8,0	5,2	0,6	180,0	11,5	9,6	10,0	193,9
25	36,3	52,5	6,3	4,1	0,5	166,3	8,5	7,1	7,0	169,1
26	41,5	48,9	5,7	3,3	0,4	155,2	6,8	7,4	5,4	155,5
27	21,0	54,7	6,6	5,0	0,5	171,1	9,6	9,0	7,4	178,4
28	29,1	62,5	8,4	5,0	0,6	191,2	12,0	10,1	9,7	203,8
29										
30										
31										

HIDROLOŠKI PROFIL BELA PALANKA										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
III 2010										
1	25,7	53,0	7,6	5,8	0,7	200,0	9,6	11,9	5,9	194,5
2	27,8	54,5	7,3	5,1	0,5	194,0	9,3	11,8	6,7	192,3
3	31,3	52,0	8,0	4,7	0,5	173,0	8,2	10,7	5,1	175,6
4	27,0	56,7	9,1	5,3	0,7	186,4	9,0	9,4	6,9	190,1
5	31,3	53,6	7,6	4,7	0,6	173,0	7,8	9,2	8,3	178,3
6	29,1	54,5	7,1	5,0	0,6	171,0	8,1	12,8	5,6	179,2
7	21,9	59,5	8,2	6,0	0,8	202,0	10,4	13,3	5,3	204,5
8	24,0	53,5	8,9	5,7	0,7	202,5	10,5	12,7	6,6	199,8
9	23,6	56,9	9,6	5,8	0,8	215,6	10,1	10,8	9,3	210,9
10	21,9	57,1	8,0	6,0	0,8	180,3	10,4	11,4	10,1	193,9
11	21,9	60,2	8,4	6,0	0,8	184,6	10,4	14,4	7,1	199,6
12	20,2	59,5	8,5	6,8	0,8	220,0	10,2	12,5	9,0	217,3
13	18,2	61,6	9,2	6,7	0,9	228,3	11,3	15,3	6,5	225,7
14	15,4	65,7	10,3	7,4	1,0	228,0	12,1	16,8	7,3	234,6
15	15,0	62,8	10,9	8,3	0,9	224,0	12,3	16,3	3,3	226,7
16	12,3	65,7	11,5	8,2	1,2	234,3	12,3	15,5	6,7	238,3
17	17,4	63,8	8,9	6,6	1,0	227,6	12,3	14,4	10,4	231,2
18	15,4	64,0	10,3	6,8	0,9	235,1	12,1	14,1	8,4	234,1
19	12,3	65,0	11,5	7,3	1,0	244,2	13,7	17,6	7,7	245,9
20	14,2	66,0	11,2	7,2	0,9	234,0	12,0	18,4	9,7	242,4
21	16,6	61,6	10,4	7,7	0,9	234,0	11,8	16,0	8,6	234,0
22	23,6	58,8	8,1	5,1	0,8	217,1	9,5	13,3	9,3	213,4
23	15,9	56,3	7,5	4,9	0,7	184,0	10,1	10,5	6,2	188,1
24	18,8	55,4	8,7	5,9	0,5	183,0	9,5	12,7	5,9	190,0
25	24,8	54,5	9,4	6,0	0,7	179,2	9,1	13,8	6,2	189,2
26	23,2	56,3	9,2	5,8	0,7	215,3	10,1	11,7	7,4	209,0
27	21,1	57,8	8,4	6,7	0,9	202,5	10,6	12,6	5,5	203,7
28	24,4	54,5	9,5	6,2	0,7	185,6	8,6	11,2	6,5	189,9
29	24,6	48,3	6,5	4,1	0,5	148,0	7,3	9,8	7,0	157,5
30	30,8	52,4	6,8	5,5	0,5	167,3	9,4	9,6	6,0	173,9
31	27,0	52,2	7,1	4,9	0,6	162,0	8,6	10,6	9,6	174,7
IV 2010										
1	22,3	63,2	9,4	6,0	0,8	209,4	10,3	14,3	7,8	216,6
2	17,8	65,3	8,9	5,9	1,0	222,7	10,6	15,3	6,4	224,6
3	18,2	69,8	10,4	6,0	0,9	221,8	11,3	14,0	7,8	231,1
4	15,0	76,7	11,0	8,2	1,1	249,9	11,6	15,9	10,1	259,4
5	11,7	76,2	11,4	7,3	1,1	237,3	13,5	17,8	10,1	256,0
6	16,9	73,8	8,7	8,4	0,8	235,7	10,7	16,6	5,8	242,7
7	21,1	63,8	8,0	5,2	0,7	218,6	10,6	13,9	8,8	220,3
8	18,6	68,2	9,9	7,1	0,9	233,0	10,1	12,9	6,7	232,3
9	15,7	70,6	10,1	7,3	1,0	239,3	12,0	15,8	11,2	247,6
10	15,7	73,7	10,2	7,3	1,0	235,7	12,0	14,7	6,9	243,6
11	16,6	69,8	10,0	6,5	0,9	215,3	12,7	15,1	8,7	231,3
12	18,6	71,5	8,6	7,3	0,8	215,6	11,4	14,2	5,1	226,8
13	15,4	73,4	10,7	6,4	0,9	237,0	12,1	16,3	7,4	245,6
14	16,1	67,4	10,2	6,3	1,0	217,2	11,2	17,6	7,4	229,8
15	19,0	64,6	8,3	6,1	0,9	230,0	10,2	16,0	6,3	227,4
16	23,2	61,8	8,1	5,0	0,7	196,2	10,1	12,5	7,1	203,5
17	28,2	59,1	6,6	4,4	0,7	173,2	10,0	12,8	9,2	189,3
18	25,7	63,5	8,8	5,0	0,6	196,9	9,2	15,0	5,1	205,7
19	18,6	68,2	8,5	6,3	0,7	217,7	10,6	12,9	4,9	220,8
20	42,4	52,2	5,8	3,5	0,4	170,0	7,2	7,7	4,5	166,3
21	24,8	45,3	4,4	2,5	0,3	138,0	6,0	4,1	6,4	137,9
22	47,0	49,4	6,2	3,1	0,4	171,3	6,7	8,4	4,7	164,5
23	37,3	56,0	6,5	4,0	0,5	180,0	7,0	8,9	7,1	180,0
24	27,4	61,0	6,6	4,6	0,7	201,5	9,7	10,4	6,1	199,8
25	22,7	64,1	7,8	5,3	0,7	217,2	10,7	14,7	6,5	218,4
26	20,6	65,4	8,5	5,7	0,9	220,8	10,0	15,4	7,6	223,8
27	17,4	70,0	9,8	6,3	0,8	220,2	10,9	17,2	4,2	229,3
28	15,7	71,8	10,8	7,3	1,0	237,4	12,4	17,9	7,3	247,1
29	15,7	74,0	10,7	7,8	1,0	245,9	12,7	16,4	6,4	252,1
30	15,7	72,3	10,4	8,2	1,1	233,7	11,1	17,6	9,9	247,4
31										

HIDROLOŠKI PROFIL BELA PALANKA										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
V 2010										
1	13,8	74,2	11,3	8,5	1,0	248,5	13,1	18,3	8,7	259,2
2	13,0	75,8	10,0	8,6	1,1	236,2	12,6	17,0	10,6	253,8
3	9,7	90,2	11,8	8,5	1,1	285,4	15,0	19,2	8,0	296,5
4	11,7	74,5	11,3	7,5	1,1	240,3	13,5	18,9	9,1	256,0
5	11,7	77,4	11,3	7,3	1,1	254,9	13,5	16,3	7,7	262,0
6	11,7	82,0	11,3	7,8	1,1	260,0	14,0	17,4	8,2	271,7
7	26,1	66,6	8,5	5,4	0,7	205,6	10,1	11,6	7,7	213,3
8	15,4	68,4	9,1	8,1	1,0	244,8	12,7	14,6	9,0	245,3
9	12,0	84,0	11,9	9,0	1,1	267,8	14,2	18,9	8,5	281,5
10	12,0	86,0	11,2	8,6	1,2	270,4	14,0	16,8	5,3	278,2
11	12,3	70,2	10,9	9,2	1,0	262,3	12,6	17,1	8,3	260,4
12	13,3	81,0	10,8	8,5	1,0	265,0	12,5	16,4	8,5	271,1
13	10,4	82,3	11,6	9,5	1,1	255,6	15,1	19,5	7,5	274,3
14	13,0	71,8	11,4	6,8	1,1	232,5	13,9	17,0	7,2	245,4
15	11,7	78,0	10,2	9,2	1,2	245,3	14,1	17,2	5,7	258,3
16	32,2	60,7	7,1	4,6	0,5	181,3	8,5	10,0	4,8	186,8
17	34,3	54,9	6,8	4,3	0,5	168,3	7,6	9,4	3,2	170,8
18	40,8	53,5	6,1	4,3	0,4	171,3	7,0	10,7	2,6	170,1
19	32,8	51,2	5,2	3,9	0,4	161,3	6,8	7,3	4,7	160,1
20	43,4	48,8	5,5	3,8	0,4	165,3	6,8	9,1	4,7	161,7
21	22,0	50,9	6,8	4,7	0,6	164,3	8,2	10,1	3,2	166,6
22	33,0	58,3	7,4	4,0	0,6	184,3	8,6	10,4	7,3	188,7
23	19,5	55,5	6,5	4,1	0,4	185,3	10,6	10,1	10,6	190,5
24	35,3	56,2	7,1	4,7	0,5	172,3	8,1	11,3	6,4	180,5
25	27,0	58,0	8,1	4,6	0,6	182,3	8,2	13,0	10,2	193,7
26	27,8	57,1	7,6	5,5	0,7	179,3	8,6	11,1	7,5	187,7
27	26,1	58,9	7,9	4,8	0,6	188,3	10,4	13,0	8,1	197,8
28	13,8	69,6	8,4	4,9	0,7	214,1	9,3	14,5	5,5	219,8
29	21,9	63,2	9,4	6,1	0,7	231,1	10,4	15,0	7,6	227,9
30	16,1	77,0	9,4	6,5	1,0	250,9	11,0	18,0	8,2	256,6
31	13,0	79,8	10,5	7,3	1,0	269,3	14,0	19,1	4,6	270,9

HIDROLOŠKI PROFIL PIROT										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
I 2009										
1	11,5	64,7	9,7	7,2	0,9	206,4	15,2	15,2	6,50	222,6
2	4,6	66,1	9,5	7,0	0,8	198,2	15,3	14,8	5,26	218,0
3	11,5	63,6	9,0	6,9	0,8	201,3	15,5	14,9	6,25	217,6
4	11,5	68,2	9,2	7,0	0,9	203,4	15,4	14,7	5,21	222,3
5	17,2	61,7	8,0	6,3	0,8	192,3	14,0	13,8	4,79	205,4
6	26,7	53,0	7,5	5,4	0,5	173,4	11,3	13,2	4,56	182,1
7	6,6	63,6	10,7	8,8	1,0	204,4	14,9	16,2	4,63	222,0
8	6,8	70,7	11,0	8,8	1,0	218,4	15,0	16,6	4,75	237,1
9	24,0	55,3	7,0	5,7	0,6	191,4	11,3	13,0	4,81	193,4
10	13,8	63,1	9,0	6,2	0,6	209,0	12,6	14,2	4,72	215,0
11	16,3	58,4	7,9	5,9	0,7	205,2	12,1	13,7	5,26	206,6
12	22,2	56,4	8,6	5,5	0,6	174,8	11,9	12,6	5,31	188,4
13	24,6	54,7	7,1	5,3	0,5	165,0	11,4	13,5	4,22	179,3
14	17,5	58,0	8,3	5,9	0,7	187,2	12,6	13,9	5,73	198,7
15	4,6	73,3	12,4	8,2	1,1	228,3	15,4	18,8	4,83	248,1
16	7,4	72,3	11,6	6,7	0,8	219,7	16,2	15,7	6,05	239,2
17	7,9	79,5	10,4	6,9	0,9	238,7	16,8	15,7	5,13	254,7
18	3,6	84,8	10,9	7,6	1,0	251,2	18,3	21,0	4,41	273,6
19	3,8	84,4	10,5	7,3	1,1	253,7	15,9	21,9	4,86	272,9
20	3,3	87,7	11,0	7,8	1,1	281,7	17,8	20,2	4,50	291,0
21	3,3	85,3	11,5	8,2	1,3	262,4	18,1	19,0	4,57	279,1
22	4,5	81,2	10,5	7,9	0,9	277,4	16,3	18,4	4,31	278,2
23	11,5	68,0	10,0	6,4	0,8	236,4	15,3	14,4	5,32	238,5
24	9,5	73,0	11,0	6,9	1,0	258,4	15,9	16,2	5,42	258,7
25	9,3	74,5	10,8	7,3	1,1	254,4	16,1	14,7	4,25	256,0
26	21,5	56,9	7,8	5,9	0,6	176,4	12,9	12,9	3,77	189,0
27	24,3	54,9	6,9	5,4	0,6	183,4	11,4	12,6	4,53	188,0
28	36,0	47,0	5,6	4,9	0,4	159,4	5,9	12,3	3,46	159,3
29	40,3	46,4	3,8	4,9	0,3	158,2	5,9	11,8	3,45	155,8
30	25,8	55,1	7,3	5,6	0,5	178,4	11,4	12,0	3,81	184,9
31	23,6	55,6	7,8	5,5	0,5	181,4	11,3	12,3	4,12	187,8
II 2009										
1	13,5	63,6	8,0	6,8	0,9	203,5				
2	10,3	67,3	8,7	7,0	1,0	195,5	14,3	15,7	4,23	215,3
3	8,1	66,7	9,0	6,9	1,1	198,3	15,5	15,3	4,50	217,1
4	10,0	64,9	9,5	7,2	0,9	196,0	16,3	16,3	4,57	220,0
5	11,7	61,3	9,5	6,7	0,8	189,7	14,0	14,9	4,49	213,9
6	11,7	62,3	9,4	6,6	0,7	190,3	15,2	15,2	4,46	207,9
7	10,3	60,8	9,0	6,9	0,8	182,9	14,8	14,3	4,23	207,4
8	9,1	67,3	9,5	7,0	0,7	200,0	14,9	15,3	4,10	203,2
9	9,1	69,2	9,5	7,0	0,9	202,1	15,0	15,9	4,46	219,8
10	8,4	69,6	9,4	7,3	0,8	205,3	16,3	15,9	4,29	224,1
11	10,0	67,8	9,0	7,2	0,7	209,8	15,8	16,2	4,11	225,8
12	15,8	56,3	6,7	6,1	0,7	185,5	14,0	16,4	4,01	224,0
13	13,8	57,1	7,2	6,4	0,6	196,9	13,6	14,5	3,56	194,2
14	10,9	62,7	8,1	6,5	0,7	192,5	13,9	13,2	3,70	200,6
15	9,1	70,2	9,2	7,0	0,7	215,5	14,0	17,0	3,92	209,1
16	7,9	73,0	10,1	7,9	0,8	220,1	16,0	15,1	4,32	230,3
17	8,1	70,8	10,8	7,4	0,8	215,3	15,4	15,8	4,53	237,5
18	9,5	67,9	10,0	7,5	0,9	216,3	14,8	15,6	4,96	232,8
19	8,8	66,9	8,5	7,3	0,8	210,3	15,7	15,6	4,34	230,1
20	9,5	61,2	8,2	7,5	0,7	209,6	16,2	16,0	4,15	224,9
21	7,7	67,9	9,2	7,7	0,8	206,5	16,3	15,6	4,68	219,1
22	5,7	75,3	9,9	7,9	0,8	223,1	16,1	16,6	4,89	226,4
23	12,3	65,5	8,9	6,3	0,7	205,8	16,8	17,6	4,44	244,2
24	9,1	72,7	8,5	7,4	0,7	210,0	14,0	15,9	5,14	219,3
25	13,5	61,9	8,5	6,0	0,6	195,3	14,6	16,8	4,00	229,7
26	8,1	66,4	9,5	8,0	0,8	198,0	13,4	14,7	4,65	207,4
27	4,1	76,3	10,1	8,3	1,0	226,5	15,0	18,9	4,46	222,1
28	4,1	75,9	10,0	8,5	1,0	222,6	16,8	19,3	4,43	249,5
29										
30										
31										

HIDROLOŠKI PROFIL PIROT										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
III 2009										
1	4,3	74,0	7,7	8,3	1,0	220,0	16,5	21,3	3,84	242,6
2	6,4	76,0	8,7	8,1	1,1	232,5	15,8	19,7	3,67	249,3
3	9,1	74,3	7,9	7,6	0,9	210,6	16,1	18,3	3,63	234,0
4	14,3	64,1	6,2	7,0	0,6	180,8	14,0	17,9	3,59	203,8
5	21,2	57,6	5,0	6,1	0,6	176,3	12,1	14,7	3,55	187,7
6	10,5	51,8	4,1	5,6	0,4	170,6	10,6	13,1	3,34	174,2
7	35,1	63,1	3,8	5,2	0,4	210,1	9,9	12,6	3,47	203,5
8	31,6	49,2	3,4	5,0	0,4	159,5	5,8	11,8	3,68	159,0
9	22,5	54,9	4,9	5,8	0,5	165,0	8,7	14,9	3,36	175,6
10	21,5	58,1	5,6	5,7	0,5	168,9	11,8	15,3	3,95	185,5
11	22,5	59,2	5,6	5,8	0,5	179,2	11,4	14,9	4,34	191,4
12	19,7	60,3	7,5	6,0	0,7	188,4	12,8	16,2	3,93	201,6
13	22,1	57,5	6,3	5,8	0,5	186,3	12,0	15,2	4,11	194,6
14	15,5	62,8	7,3	6,3	0,6	199,2	14,3	16,7	4,28	211,9
15	13,4	70,2	8,0	6,5	0,7	196,0	14,9	18,5	3,95	220,8
16	12,3	67,2	8,2	6,4	0,8	192,9	13,9	18,8	3,87	215,6
17	15,1	63,2	6,5	6,3	0,6	189,2	13,0	17,8	3,75	205,8
18	17,8	61,2	6,4	6,1	0,7	190,5	12,7	16,7	3,92	203,0
19	13,4	67,4	8,0	6,3	0,7	196,5	14,2	18,3	4,32	217,4
20	14,6	65,0	8,9	6,5	0,6	193,8	14,6	17,4	3,72	213,6
21	15,5	66,6	8,6	6,3	0,6	199,2	14,3	17,7	4,39	218,1
22	12,6	71,0	9,3	6,5	0,7	206,3	14,6	17,8	4,21	227,2
23	12,6	67,4	7,1	6,4	0,8	192,0	14,5	18,2	3,95	214,4
24	13,4	67,2	9,0	6,7	0,6	191,2	15,0	17,7	3,74	215,5
25	21,5	55,6	5,9	6,0	0,7	184,2	11,7	15,8	4,41	192,2
26	14,0	63,0	7,4	6,4	0,6	183,1	14,3	17,3	4,61	205,2
27	14,0	63,0	7,6	6,2	0,7	180,0	13,8	18,1	3,86	203,3
28	17,5	63,0	6,9	6,1	0,6	178,3	13,6	16,5	4,33	200,2
29	21,8	55,0	6,7	5,7	0,5	165,2	8,0	14,1	4,39	177,1
30	27,3	49,5	4,4	5,5	0,4	159,2	8,6	13,4	4,47	165,8
31	38,6	60,9	4,0	5,1	0,3	206,2	9,3	12,3	3,87	198,9
IV 2009										
1	38,3	52,8	4,6	5,1	0,3	164,0	6,9	11,8	3,90	167,4
2	32,0	70,0	5,2	5,5	0,3	234,8	9,8	12,6	3,68	224,5
3	33,7	52,0	5,1	5,2	0,4	162,1	6,0	11,7	3,78	165,2
4	26,0	55,8	6,0	5,7	0,5	175,3	10,8	14,2	3,70	184,4
5	19,0	63,4	7,8	5,8	0,6	193,0	12,2	15,6	3,74	205,7
6	18,1	60,6	9,0	6,2	0,5	190,0	12,0	16,3	4,56	204,2
7	23,1	57,3	7,9	5,6	0,4	175,0	11,9	14,4	4,53	189,6
8	21,2	60,7	6,5	5,7	0,5	172,6	11,5	14,2	4,26	189,7
9	22,5	60,0	6,2	6,0	0,6	172,3	11,6	13,4	4,78	188,7
10	17,8	65,6	8,8	6,3	0,6	194,1	12,5	15,9	4,34	211,1
11	15,5	69,2	8,6	6,5	0,6	208,0	13,0	16,4	5,02	223,3
12	17,0	62,2	7,6	6,0	0,5	200,0	13,1	17,4	3,91	210,7
13	25,4	60,7	6,8	5,5	0,5	178,0	11,4	14,0	4,32	192,2
14	22,8	60,9	6,2	5,9	0,5	181,2	12,3	14,6	4,53	195,5
15	12,8	71,8	8,2	6,5	0,7	215,0	12,5	18,1	4,79	230,1
16	14,0	70,0	9,7	6,2	0,6	212,0	12,4	18,0	4,72	227,6
17	10,2	74,3	10,2	6,6	0,7	232,4	13,5	18,8	4,08	244,5
18	9,5	78,4	10,7	8,0	0,8	239,0	14,2	18,7	5,23	255,5
19	9,3	73,2	10,5	8,1	0,8	231,7	14,3	19,4	4,12	246,3
20	8,8	76,8	10,2	9,3	0,9	237,0	14,0	18,8	4,75	253,2
21	9,0	73,4	10,4	7,1	0,8	220,9	13,9	19,3	3,98	239,4
22	14,8	66,5	9,2	6,1	0,6	204,1	12,1	17,7	4,14	218,4
23	13,1	69,0	9,7	6,2	0,7	205,0	12,9	18,2	4,70	223,9
24	12,0	72,2	9,1	6,8	0,6	223,2	13,1	18,3	4,73	236,4
25	9,3	73,4	10,0	7,0	0,8	223,2	13,8	19,4	4,02	240,0
26	8,1	81,7	10,6	7,2	0,7	240,0	14,9	19,7	4,78	259,5
27	8,5	78,0	10,5	7,6	0,8	231,5	13,6	19,6	4,14	250,0
28	12,8	68,3	7,6	6,4	0,6	213,9	13,1	17,3	4,94	225,2
29	8,1	75,4	9,8	7,9	0,8	233,2	14,0	19,9	4,14	248,5
30	7,0	77,6	10,1	8,0	0,9	239,3	14,6	20,6	4,71	256,2
31										

HIDROLOŠKI PROFIL PIROT										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
V 2009										
1	7,9	72,8	11,8	7,9	0,8	224,6	15,2	19,8	4,25	244,8
2	9,7	67,1	10,3	7,4	0,9	221,8	15,1	18,7	4,28	234,7
3	9,0	67,6	10,8	7,0	1,0	223,1	15,7	19,1	5,17	237,9
4	13,1	66,6	9,0	6,5	0,8	210,0	13,1	16,1	5,07	222,2
5	12,6	66,3	9,0	6,6	0,9	211,5	14,5	17,4	4,28	224,8
6	9,5	73,2	10,9	7,0	1,0	219,8	14,9	18,5	5,89	241,2
7	15,1	63,9	8,1	6,3	0,9	207,3	12,1	15,9	4,32	215,2
8	6,8	78,4	10,9	7,4	1,1	234,6	16,7	20,3	4,16	256,2
9	6,4	78,7	11,0	7,5	1,2	228,0	16,3	23,6	4,15	256,4
10	11,2	65,0	9,3	6,7	1,0	208,3	14,7	17,3	4,91	223,0
11	6,0	70,2	10,6	7,6	0,9	219,1	17,2	19,5	4,56	240,1
12	5,8	79,2	11,0	7,6	1,0	230,0	17,7	19,8	5,54	256,8
13	6,4	72,8	11,6	7,5	1,0	219,4	16,9	20,2	5,11	244,7
14	5,2	73,7	11,4	7,7	1,2	222,0	16,8	20,5	4,87	247,2
15	5,0	75,6	11,3	7,8	1,1	221,3	18,5	21,4	5,24	251,6
16	5,0	74,3	12,5	7,8	1,2	225,4	16,5	21,9	5,90	252,8
17	5,0	74,1	13,5	7,8	1,3	223,4	18,8	21,9	4,14	253,2
18	5,0	78,0	11,9	7,8	1,2	234,0	17,2	22,1	4,38	259,6
19	4,9	80,0	11,8	7,8	1,0	239,0	14,1	22,8	4,64	261,7
20	4,5	82,0	12,0	8,0	1,0	240,0	17,9	23,0	4,11	268,0
21	4,3	81,3	12,8	8,6	1,3	242,0	18,8	22,0	4,70	270,5
22	4,1	77,2	11,8	8,4	1,2	225,8	19,1	22,0	4,62	257,3
23	4,0	78,4	12,3	8,9	1,0	248,0	15,1	23,0	4,38	267,1
24	3,7	85,0	12,3	8,7	1,2	256,0	15,1	22,0	4,42	276,7
25	3,7	82,3	13,7	8,2	1,3	257,0	15,4	23,3	4,23	276,9
26	3,7	84,0	13,0	8,2	1,0	256,4	16,0	22,0	4,36	276,8
27	3,5	84,7	14,0	8,3	1,0	256,0	18,7	22,4	5,27	282,3
28	4,5	79,2	13,0	8,0	1,0	251,0	18,0	22,2	4,61	271,5
29	9,3	66,3	9,6	7,0	1,2	213,7	14,9	17,7	4,43	227,9
30	8,3	70,9	10,0	7,1	1,0	215,1	15,0	18,9	4,58	235,1
31	4,7	78,2	12,0	8,4	1,0	250,8	13,8	20,3	5,28	264,3
VI 2009										
1	8,5	68,1	11,6	7,1	0,9	204,9	16,1	20,0	4,96	231,2
2	14,3	76,0	8,5	6,4	0,9	267,2	13,7	15,4	6,01	260,5
3	9,5	66,0	9,8	6,9	1,0	203,8	16,5	18,5	4,22	224,8
4	4,9	80,0	12,5	8,5	1,3	253,0	16,3	21,6	4,77	271,4
5	4,1	82,9	13,8	8,9	1,3	250,0	19,1	21,5	4,19	276,7
6	4,3	81,7	12,4	9,0	1,2	260,7	15,5	21,0	5,31	276,5
7	3,3	88,7	13,7	8,8	1,3	275,3	17,4	22,9	4,12	294,5
8	2,9	91,1	14,5	9,7	1,0	290,6	14,0	22,3	4,82	302,7
9	3,2	84,4	13,8	10,3	1,0	295,4	14,1	22,4	6,50	300,2
10	6,8	71,3	11,7	7,4	1,0	236,0	17,4	18,7	4,13	249,6
11	7,0	73,7	10,5	7,3	1,2	222,0	16,7	19,3	4,59	244,3
12	3,2	89,0	13,8	8,4	1,3	318,0	19,0	21,9	5,14	317,5
13	5,2	79,0	12,7	7,7	1,0	261,0	18,8	21,2	4,30	275,2
14	2,9	86,5	12,0	8,5	1,0	300,0	13,9	23,6	5,92	301,4
15	2,9	85,3	12,7	8,5	1,0	299,0	15,2	23,0	6,37	301,6
16	2,6	93,6	12,4	8,7	1,2	284,0	14,7	21,7	5,51	299,7
17	8,8	71,0	10,5	7,6	1,2	220,7	15,9	19,2	5,69	241,4
18	3,7	82,6	13,5	9,3	1,1	278,0	18,7	20,5	4,96	289,6
19	2,4	87,2	15,7	9,1	1,4	314,0	16,5	22,9	5,30	315,2
20	2,3	91,1	14,7	9,0	1,3	295,0	15,8	24,0	5,28	308,7
21	2,7	82,6	14,6	9,2	1,3	280,1	16,8	22,7	5,53	292,7
22	3,8	82,0	15,1	9,0	1,0	268,0	15,0	21,4	4,28	281,7
23	6,2	76,0	11,8	8,2	1,2	240,0	14,1	19,0	6,11	256,4
24	6,2	74,0	13,2	8,4	1,3	239,0	17,9	20,4	4,64	259,3
25	5,4	76,3	12,4	8,7	1,3	250,0	16,6	20,1	4,80	265,2
26	4,7	75,8	12,9	9,3	1,2	267,0	18,8	21,2	5,26	278,0
27	4,1	83,8	12,6	9,5	1,2	271,0	17,0	21,5	4,78	285,8
28	2,3	87,2	13,4	9,7	1,3	300,0	14,2	23,2	5,14	304,1
29	11,2	67,3	8,7	6,7	0,9	210,3	15,7	17,8	4,43	226,7
30	4,5	81,7	12,5	9,0	1,2	264,8	18,2	19,5	4,45	279,0
31										

HIDROLOŠKI PROFIL PIROT										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
VII 2009										
1	6,4	82,0	12,6	8,8	0,8	266,9	20,0	21,2	5,49	284,3
2	9,3	76,0	11,8	8,0	0,8	259,7	18,7	19,3	5,36	269,8
3	8,5	80,0	13,1	8,3	0,8	261,8	18,1	19,5	3,95	274,6
4	7,2	87,1	11,5	8,7	0,9	264,0	19,0	19,9	4,40	283,5
5	6,2	86,0	12,9	9,7	1,0	271,0	19,5	20,9	5,10	290,6
6	5,2	87,1	14,9	9,2	1,0	272,3	20,4	25,4	4,03	298,2
7	4,7	87,1	14,7	9,5	0,9	289,0	20,5	25,5	5,49	308,2
8	5,4	86,1	13,8	9,7	1,0	271,6	17,9	24,2	6,34	294,8
9	4,5	88,4	14,9	10,3	1,0	282,1	18,5	26,0	6,21	306,4
10	4,0	84,6	15,0	10,8	1,1	285,0	19,0	26,6	5,41	305,0
11	9,3	79,2	13,2	8,2	0,7	253,0	18,7	21,0	4,54	272,1
12	14,8	69,9	9,5	8,0	0,6	236,3	16,3	15,8	3,00	241,2
13	18,1	66,0	9,3	7,8	0,7	216,0	17,0	16,8	3,42	229,0
14	21,2	63,4	6,4	6,7	0,5	206,0	15,4	15,9	4,62	215,9
15	15,8	69,6	6,9	8,2	0,6	221,8	17,7	17,1	4,24	235,2
16	19,5	65,4	7,7	6,8	0,6	216,3	16,8	16,4	4,27	226,1
17	18,6	66,4	6,8	7,6	0,6	212,6	16,6	16,9	5,26	226,5
18	10,9	75,4	8,2	8,0	0,7	230,9	18,7	17,0	4,34	247,8
19	6,2	71,8	12,5	8,3	0,9	226,9	19,7	18,9	4,11	249,6
20	3,8	76,1	12,9	10,0	1,5	247,1	22,0	22,2	4,71	272,9
21	4,6	74,2	12,8	9,2	1,1	248,1	16,8	20,7	4,77	263,6
22	7,4	71,0	10,9	9,0	0,8	233,3	16,5	19,0	5,61	249,4
23	3,2	76,4	12,9	10,0	1,1	269,5	16,9	25,1	4,30	281,5
24	5,3	73,0	11,6	11,0	1,5	257,5	19,3	20,0	4,93	270,1
25	3,0	76,7	13,9	12,4	1,5	264,0	18,8	22,6	4,14	282,0
26	2,8	78,3	14,1	12,6	1,5	266,0	18,6	25,0	5,60	288,7
27	2,6	85,1	11,8	13,0	1,6	283,3	17,0	24,9	4,88	299,9
28	2,4	92,0	13,9	14,2	2,5	284,1	25,1	33,0	4,16	326,9
29	2,4	90,3	13,1	13,0	1,6	265,8	25,3	28,0	5,31	309,4
30	2,3	93,6	14,4	13,7	1,7	283,8	28,0	32,3	4,83	330,4
31	3,2	94,1	13,6	13,9	1,7	280,3	26,3	30,1	5,17	324,9
VIII 2009										
1	2,7	83,8	17,7	13,5	1,7	292,0	23,1	27,6	6,80	320,2
2	3,6	81,2	18,9	12,7	1,5	291,8	20,2	25,9	5,25	311,5
3	5,5	71,4	16,1	12,0	1,6	278,3	20,5	25,0	4,70	290,5
4	2,4	81,6	17,4	13,4	1,7	304,0	18,0	26,3	4,46	314,8
5	2,6	82,5	17,3	12,8	1,8	297,0	18,3	29,4	4,27	314,9
6	3,1	80,1	16,7	12,8	1,6	280,0	21,6	26,8	5,29	304,9
7	2,8	84,6	17,5	13,2	1,8	298,0	19,0	27,0	4,06	316,2
8	2,8	81,5	17,8	12,7	1,7	306,0	21,7	27,7	4,43	320,5
9	2,8	83,8	18,1	13,0	1,5	297,0	20,3	27,7	5,08	317,9
10	2,8	82,2	16,8	13,4	1,6	289,9	18,3	27,5	5,80	310,6
11	3,0	83,4	17,4	13,0	1,5	293,0	21,4	27,8	4,26	315,2
12	3,2	81,0	18,5	13,8	1,6	294,1	19,2	25,2	5,03	311,4
13	3,2	82,3	18,2	13,6	1,7	296,0	18,7	26,2	4,88	313,5
14	3,2	83,0	15,4	14,1	1,7	294,0	22,8	26,5	5,17	315,7
15	3,2	80,8	16,9	14,0	1,7	287,0	17,9	27,1	4,30	306,2
16	3,6	78,5	16,5	12,8	1,4	294,0	19,7	26,5	5,10	307,5
17	4,1	80,8	16,7	12,3	1,5	282,0	19,3	26,9	4,28	302,8
18	7,9	77,0	16,3	9,7	1,0	263,0	20,9	22,9	5,12	284,4
19	7,0	76,7	16,5	10,3	1,1	266,0	19,9	25,8	5,27	288,6
20	5,1	79,7	16,2	12,3	1,7	276,0	22,9	27,6	4,17	302,6
21	4,5	82,3	17,1	11,7	1,4	288,0	19,4	25,8	4,41	306,2
22	3,2	87,1	17,7	13,1	1,6	308,0	18,9	26,2	4,33	322,9
23	2,3	89,3	18,5	14,2	1,7	326,0	20,2	29,9	5,89	342,7
24	2,6	92,4	18,7	13,8	1,8	339,0	19,5	27,9	5,24	348,8
25	3,2	85,0	17,7	12,3	1,5	317,0	18,9	29,3	4,63	327,8
26	2,2	86,4	19,3	14,5	1,8	323,7	19,0	28,3	7,04	338,2
27	3,0	87,4	19,6	14,0	2,0	322,0	18,4	27,2	4,98	334,6
28	2,1	89,4	17,2	14,3	1,8	338,0	21,0	30,9	6,05	349,7
29	2,1	95,0	19,7	14,0	1,7	343,8	23,0	31,6	4,41	361,3
30	2,2	97,1	19,8	14,0	1,8	338,0	22,8	31,9	4,87	361,3
31	2,3	99,0	19,0	14,6	2,0	354,0	23,0	32,7	7,34	374,7

HIDROLOŠKI PROFIL PIROT										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
IX 2009										
1	2,3	91,1	15,6	14,0	2,3	342,6	19,2	26,3	4,25	344,0
2	2,3	102,8	15,3	15,0	2,7	389,0	18,6	26,9	4,74	380,5
3	2,2	100,8	16,9	15,0	2,4	370,0	17,5	26,7	4,84	369,1
4	2,4	108,9	17,5	14,3	2,3	376,0	17,8	26,6	5,53	381,0
5	2,3	110,7	17,7	14,1	2,4	375,0	19,5	28,3	5,22	385,5
6	6,0	88,8	12,2	11,0	1,1	325,0	16,8	20,9	5,55	318,8
7	2,3	104,8	16,1	12,8	2,3	354,0	19,4	27,6	4,32	364,4
8	4,1	95,5	17,4	14,0	2,2	362,4	19,0	23,0	4,41	356,7
9	2,2	108,5	20,6	13,0	2,5	373,0	20,3	26,6	6,69	384,6
10	3,6	103,3	15,0	13,5	1,9	366,1	16,3	24,8	4,49	362,4
11	2,7	101,6	19,0	13,4	2,4	372,0	18,7	25,8	5,31	372,1
12	2,1	103,8	20,3	13,0	2,5	370,1	19,0	26,8	4,74	375,2
13	2,1	100,7	17,9	13,2	2,3	368,7	19,2	28,1	7,05	372,8
14	3,2	106,9	16,6	12,9	2,2	370,2	18,0	25,8	5,15	372,6
15	3,9	95,5	14,0	13,0	2,1	350,0	18,1	23,7	5,11	346,5
16	6,2	86,0	13,2	11,3	1,3	302,0	17,9	21,7	5,24	307,6
17	3,8	95,7	13,1	13,5	2,4	307,8	18,5	23,7	4,63	325,4
18	5,5	88,4	13,2	12,7	1,8	295,8	17,2	21,1	4,48	306,7
19	5,0	95,2	13,0	13,0	1,7	299,1	17,8	21,7	5,16	317,1
20	3,8	98,2	15,2	13,2	2,4	321,7	18,0	25,4	7,63	340,9
21	3,5	97,1	18,0	13,1	2,3	358,8	18,2	24,1	4,95	357,1
22	4,1	98,2	19,0	13,8	2,2	345,2	16,5	23,9	8,16	354,4
23	4,3	90,6	18,3	13,7	2,0	353,4	17,2	26,0	4,44	348,9
24	4,3	94,2	18,7	14,1	2,1	348,1	17,7	24,1	4,56	349,5
25	3,5	96,7	16,4	14,6	2,3	327,1	18,1	25,1	4,55	341,4
26	3,2	101,3	17,3	14,0	2,5	369,4	18,0	25,6	4,52	367,9
27	1,8	98,9	19,6	14,5	2,6	380,0	18,4	27,6	5,18	376,7
28	3,2	95,1	18,0	15,0	2,1	374,4	18,7	26,6	5,23	367,9
29	11,7	67,8	9,0	8,5	1,1	250,1	14,7	18,9	6,39	251,3
30	6,5	73,2	10,2	9,4	1,1	243,6	15,0	18,0	5,94	254,7
31										
X 2009										
1	16,9	64,7	6,9	7,3	0,8	205,0	12,0	14,4	6,16	214,7
2	17,8	62,4	7,0	6,9	0,8	215,0	12,1	13,8	4,78	215,3
3	5,7	83,7	9,9	11,9	1,5	286,3	13,8	18,3	4,52	286,8
4	3,2	92,6	13,0	11,6	1,9	328,3	22,4	19,9	4,41	330,0
5	3,8	89,2	16,8	11,8	2,1	350,0	20,2	18,9	5,09	339,2
6	10,3	73,2	9,8	8,8	1,0	252,0	13,1	16,5	5,26	253,6
7	4,6	91,2	13,0	11,0	2,0	307,2	17,0	19,7	4,78	312,2
8	3,9	92,4	12,5	11,0	2,0	310,4	17,2	19,0	5,47	314,8
9	3,5	88,8	12,7	11,2	2,0	301,8	17,8	20,7	5,68	309,6
10	3,2	92,8	13,9	11,0	2,1	319,8	16,7	19,8	4,67	320,8
11	4,6	88,4	12,9	10,6	2,1	333,2	17,1	19,9	4,38	321,9
12	3,6	101,0	14,2	10,8	1,9	340,1	18,3	20,6	5,25	342,1
13	6,4	82,7	11,3	10,0	1,6	290,1	15,8	19,0	4,44	289,9
14	10,6	70,5	7,4	8,6	1,1	242,4	12,8	16,6	4,79	242,9
15	9,1	70,5	7,9	8,9	1,3	245,1	12,9	16,9	5,44	246,4
16	6,8	82,9	9,4	9,0	1,3	252,0	13,5	18,1	4,21	264,5
17	3,8	84,0	11,3	9,1	1,8	289,3	14,8	18,7	4,26	288,7
18	3,6	90,1	12,8	9,3	1,8	310,2	15,5	20,8	4,68	310,1
19	4,3	88,8	14,6	9,0	1,7	339,0	16,4	19,2	4,28	323,4
20	4,1	97,1	14,9	8,1	1,4	335,0	17,1	19,7	4,39	330,2
21	4,1	93,3	16,0	8,5	1,5	339,0	16,8	20,3	5,27	331,0
22	3,8	99,5	16,9	8,6	1,5	347,0	16,5	18,5	4,22	339,2
23	3,3	103,5	16,9	8,0	1,5	363,6	17,1	19,2	4,15	352,1
24	3,1	100,6	17,6	8,6	1,5	358,0	17,1	21,6	4,60	350,6
25	3,0	100,1	14,9	8,4	1,5	341,2	17,6	19,6	4,70	337,4
26	2,8	104,5	14,9	9,0	1,7	347,2	17,0	20,0	5,99	346,6
27	2,8	104,9	15,5	8,8	1,6	351,3	23,3	21,3	7,04	358,1
28	3,1	97,7	15,9	9,0	1,8	361,0	23,0	19,7	4,65	352,3
29	2,7	100,5	16,4	8,4	1,6	359,2	27,1	20,1	5,07	358,7
30	2,7	100,5	17,8	8,7	1,7	360,0	22,8	20,6	5,58	357,7
31	2,7	101,7	15,9	8,1	1,4	361,0	23,4	19,9	4,55	355,4

HIDROLOŠKI PROFIL PIROT										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
IX 2009										
1	2,7	98,1	16,4	8,6	1,7	367,0	21,4	20,1	5,58	355,4
2	2,7	99,3	17,2	8,8	1,8	366,6	20,1	19,1	5,59	355,2
3	2,4	100,2	14,9	8,7	1,6	370,0	24,4	20,5	4,25	359,5
4	2,4	101,8	14,8	8,4	1,6	369,0	30,0	20,5	6,98	368,5
5	2,4	100,7	14,9	8,6	1,7	359,7	24,4	20,5	4,96	355,5
6	2,4	99,7	16,2	8,0	1,4	349,8	24,2	19,9	4,96	349,3
7	2,6	95,8	14,9	8,4	1,6	345,2	15,6	19,6	6,88	335,4
8	3,0	95,2	14,5	8,1	1,4	336,1	16,1	19,8	4,62	327,7
9	3,1	92,4	14,8	8,0	1,4	330,0	27,5	19,7	6,39	335,1
10	6,0	81,4	9,5	7,4	1,2	296,0	13,9	16,2	4,93	282,5
11	10,9	64,6	8,1	7,1	0,9	230,0	12,7	15,3	4,75	228,5
12	8,6	70,4	8,8	7,8	1,0	256,3	13,1	16,1	3,97	249,3
13	11,7	62,3	8,0	7,0	1,0	237,0	12,0	14,2	4,33	227,3
14	7,2	84,6	8,9	8,1	0,9	278,9	12,9	16,7	5,16	276,7
15	5,5	82,0	11,9	8,2	1,0	299,3	13,8	17,7	3,95	288,2
16	5,6	81,7	14,0	8,3	1,0	310,1	29,1	17,6	4,85	311,6
17	4,5	91,4	11,9	8,7	1,2	330,0	21,2	19,7	4,90	324,0
18	4,3	97,3	13,3	9,0	1,3	339,0	19,5	18,5	4,26	332,7
19	4,8	94,4	11,7	9,1	1,0	317,8	14,3	18,1	5,51	313,1
20	5,5	83,9	10,8	8,6	1,0	306,0	19,5	17,1	5,19	299,1
21	4,3	86,1	9,9	8,9	1,2	300,0	14,2	18,2	4,89	293,4
22	4,6	80,8	10,4	9,0	1,1	298,1	13,8	19,2	6,09	289,4
23	10,0	67,5	7,5	9,1	0,8	251,0	13,3	14,7	5,45	243,9
24	7,7	77,5	8,9	9,3	0,8	270,1	13,1	15,2	4,43	264,3
25	5,0	80,5	9,4	9,0	1,0	278,0	14,3	19,1	4,27	276,5
26	9,1	68,8	9,3	8,1	0,9	252,0	13,1	14,3	4,48	245,0
27	12,6	65,3	7,3	8,5	0,8	232,0	12,4	14,8	5,06	230,2
28	8,1	73,9	10,1	8,6	1,0	270,0	13,6	16,3	4,95	263,4
29	8,4	81,7	8,5	9,0	0,9	273,2	13,2	17,3	6,06	273,1
30	1,7	68,4	10,4	9,2	1,3	271,0	13,4	15,9	4,68	258,7
31										
XII 2009										
1	7,9	75,0	12,3	10,0	1,4	268,3	13,7	17,9	5,24	269,6
2	6,0	79,0	11,8	10,2	1,5	270,3	14,1	18,2	6,46	276,4
3	10,3	70,9	8,8	8,3	0,8	248,6	12,7	15,5	4,91	246,2
4	5,7	77,0	11,0	10,0	1,6	261,0	14,5	17,8	5,07	267,4
5	3,1	85,6	11,3	10,5	1,6	278,0	16,1	19,7	5,21	289,0
6	2,6	87,9	11,7	11,7	1,7	284,0	16,8	19,1	5,13	296,0
7	2,6	86,7	11,0	10,9	1,8	278,0	15,8	18,4	4,32	288,0
8	12,6	68,4	9,7	8,5	0,8	221,5	12,5	14,8	6,02	231,5
9	26,5	51,4	7,6	6,4	0,5	186,2	11,2	12,3	4,46	186,9
10	25,0	52,7	7,0	6,3	0,5	190,1	11,0	12,5	5,12	190,2
11	10,3	59,0	10,3	8,5	0,8	230,1	12,6	15,5	4,80	226,6
12	4,3	74,9	12,3	12,0	1,3	250,0	14,0	17,6	4,28	261,5
13	10,6	68,5	10,7	9,4	1,0	226,0	13,0	15,4	4,75	235,7
14	11,7	67,1	7,4	9,0	1,2	230,0	12,8	14,3	4,32	231,0
15	9,3	71,9	8,4	10,0	1,0	231,0	13,1	16,3	5,02	241,3
16	10,9	69,9	7,3	9,6	1,1	238,5	12,9	15,9	5,27	241,2
17	7,7	71,8	8,3	10,0	1,2	241,3	13,7	15,4	5,07	246,2
18	5,3	79,4	9,9	11,3	1,7	265,0	14,8	18,4	4,14	272,2
19	4,5	76,0	11,6	11,8	1,8	262,0	14,6	16,5	4,32	267,6
20	3,6	77,0	11,8	11,6	1,8	274,0	15,7	17,9	4,15	277,0
21	12,0	67,5	8,3	7,9	1,1	229,8	12,7	15,4	5,07	232,9
22	6,8	74,2	8,9	11,0	1,5	241,0	14,7	16,2	4,26	251,2
23	5,3	76,8	10,4	10,5	1,7	256,3	14,5	16,8	5,85	264,6
24	7,2	76,8	10,8	9,2	1,2	254,0	14,3	17,6	3,99	260,8
25	11,7	68,0	9,8	8,9	1,2	226,2	12,7	13,4	3,71	230,7
26	18,6	58,7	7,4	6,8	0,6	210,0	11,5	13,5	3,57	207,0
27	17,5	57,4	7,8	7,9	0,6	204,0	11,6	13,7	3,37	204,4
28	29,3	47,4	5,7	5,9	0,4	170,0	8,7	11,9	3,08	168,1
29	29,3	46,7	5,1	5,6	0,4	165,0	8,0	11,9	3,67	163,8
30	23,8	49,0	5,8	6,6	0,5	173,0	11,5	12,0	3,57	175,5
31	16,0	85,6	8,4	7,5	0,8	293,7	12,2	12,9	4,00	278,2

HIDROLOŠKI PROFIL PIROT										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
I 2010										
1	14,0	67,3	10,6	8,4	1,1	224,4	10,6	11,6	4,26	226,1
2	10,2	70,0	11,8	8,9	1,2	241,3	13,1	13,6	3,92	243,2
3	12,0	68,3	11,0	8,0	1,0	229,1	11,7	12,4	4,67	231,6
4	17,8	58,7	8,7	7,0	0,8	219,2	9,5	11,5	4,30	210,2
5	21,5	56,8	8,3	7,0	0,7	215,3	9,2	10,8	3,94	204,4
6	21,2	57,5	8,6	6,9	0,8	211,2	9,1	10,8	3,81	203,1
7	20,6	58,0	8,6	6,7	0,7	208,1	8,4	11,8	3,26	201,5
8	26,0	54,5	6,4	6,5	0,6	187,2	8,3	9,7	3,38	183,0
9	24,3	56,7	7,0	6,9	0,7	192,0	9,2	11,1	3,36	190,9
10	26,0	53,1	6,4	6,7	0,7	185,0	7,6	10,1	3,24	180,3
11	28,5	53,7	5,9	6,0	0,7	182,6	8,0	10,5	3,43	179,6
12	25,7	56,7	6,2	6,2	0,6	193,6	8,2	10,9	4,03	189,6
13	19,6	60,0	7,7	6,7	0,7	217,2	9,4	11,1	3,56	207,8
14	19,6	59,4	8,0	7,0	0,6	220,3	9,2	11,1	4,27	209,7
15	16,8	60,0	9,0	7,2	1,0	223,2	11,1	11,3	4,66	215,7
16	15,2	63,3	8,4	7,5	1,0	217,4	11,2	13,5	4,20	217,8
17	13,4	66,9	9,0	8,0	1,0	222,0	11,7	12,6	4,26	224,5
18	10,7	73,2	11,1	9,3	1,3	242,4	12,5	13,5	4,76	246,8
19	15,8	64,0	8,6	8,3	1,0	232,1	9,4	12,0	4,06	223,4
20	10,4	77,1	11,4	9,6	1,3	257,6	11,5	13,8	4,78	258,3
21	10,4	70,2	10,3	9,4	1,2	228,3	11,3	13,5	3,89	234,0
22	17,8	62,5	9,8	6,9	0,8	229,4	10,8	12,2	3,89	221,6
23	19,0	57,5	8,9	6,6	0,9	218,0	9,5	11,7	4,42	208,6
24	16,6	63,6	9,7	7,0	0,9	217,3	9,5	11,8	4,32	215,5
25	13,1	66,5	11,3	8,6	1,1	222,0	10,8	13,3	4,85	227,4
26	17,5	59,0	8,6	7,8	0,9	214,3	8,9	12,6	4,44	209,3
27	16,3	62,8	8,9	7,4	0,9	217,3	10,4	13,4	4,04	216,5
28	19,0	59,2	8,0	7,0	0,8	213,8	9,0	12,3	5,30	208,5
29	13,4	68,8	10,6	7,9	0,9	230,7	10,7	13,7	4,15	232,1
30	10,4	69,7	10,3	8,6	1,0	228,0	11,1	14,0	4,70	233,4
31	7,0	75,7	11,4	9,0	1,3	258,7	12,5	15,0	4,59	258,9
II 2010										
1	10,2	71,3	10,1	9,2	1,2	234,2	12,2	15,1	4,48	240,6
2	9,5	77,9	11,0	9,0	1,3	268,2	12,1	15,1	4,00	264,5
3	19,6	67,2	8,8	6,8	0,8	215,4	8,7	12,0	4,63	216,5
4	27,9	55,2	8,5	6,0	0,6	190,2	7,9	11,3	4,74	189,4
5	28,1	56,1	6,8	5,8	0,5	183,0	7,9	9,8	3,92	182,3
6	21,1	61,3	8,6	6,0	0,6	201,5	9,6	12,2	3,89	202,9
7	8,4	72,3	10,0	9,0	1,1	242,3	12,8	15,0	4,42	245,8
8	18,4	65,6	8,9	7,5	0,9	213,6	10,3	12,6	3,84	216,4
9	28,1	52,8	7,9	7,0	0,6	202,9	7,9	10,4	3,85	191,8
10	28,5	53,7	6,9	6,2	0,6	200,3	8,1	10,4	4,81	190,8
11	28,8	76,9	7,7	6,3	0,5	266,0	9,5	11,0	4,84	249,7
12	27,9	55,0	6,8	6,5	0,6	210,0	8,4	10,6	3,55	196,4
13	20,2	66,4	9,4	7,6	0,7	215,0	9,2	11,3	2,75	214,7
14	13,1	73,8	10,2	8,0	1,0	235,6	10,2	13,5	2,90	237,4
15	12,7	74,1	11,3	8,6	1,0	242,1	10,8	12,8	3,07	242,7
16	21,7	60,4	9,0	7,2	0,9	209,4	8,7	11,6	3,26	205,8
17	15,8	70,6	10,4	8,3	1,0	237,2	10,7	12,0	3,01	234,5
18	26,4	59,4	7,6	6,0	0,7	198,0	9,0	11,7	2,61	196,0
19	35,5	49,6	6,5	6,0	0,5	195,6	7,0	10,9	2,56	180,8
20	41,1	49,0	6,0	5,9	0,5	186,9	6,9	10,4	2,80	174,9
21	51,1	45,4	5,1	5,2	0,4	165,0	4,7	10,0	2,93	156,3
22	44,6	45,7	5,5	5,3	0,5	173,0	6,5	9,8	2,95	162,8
23	37,2	51,2	7,0	5,5	0,6	180,0	6,8	9,7	3,57	174,4
24	39,7	47,3	6,8	5,6	0,5	185,6	6,6	9,6	3,84	172,9
25	43,7	46,5	6,0	5,9	0,5	165,0	6,2	10,3	3,41	161,3
26	46,9	48,0	5,7	5,1	0,4	165,0	5,1	9,7	3,10	159,7
27	41,8	46,5	5,9	5,3	0,5	170,2	6,3	9,5	3,48	162,5
28	39,3	48,2	6,0	5,6	0,5	171,0	7,5	10,6	3,12	167,0
29										
30										
31										

HIDROLOŠKI PROFIL PIROT										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
III 2010										
1	38,6	48,2	6,3	5,7	0,5	186,3	6,7	9,9	3,35	173,8
2	37,2	71,1	6,9	5,9	0,5	260,4	7,8	9,7	3,55	235,7
3	43,7	48,0	6,4	5,3	0,4	178,0	7,3	9,6	3,54	169,5
4	39,4	55,2	6,7	5,1	0,5	172,3	7,2	9,9	3,25	174,0
5	43,7	51,2	6,2	5,3	0,4	167,0	6,5	9,6	3,26	165,9
6	42,9	50,0	6,0	5,0	0,4	169,0	6,2	9,6	3,53	165,3
7	35,9	70,0	5,9	5,3	0,5	239,7	7,5	10,1	2,98	222,2
8	40,4	54,7	5,5	5,1	0,5	179,2	7,5	9,8	3,40	176,1
9	40,1	53,2	6,0	5,7	0,5	192,4	7,0	10,5	3,59	182,6
10	37,9	56,0	5,8	5,6	0,5	191,6	7,6	10,0	3,70	184,9
11	38,3	52,0	6,1	5,3	0,4	194,0	7,0	9,5	3,78	181,1
12	35,9	57,6	6,6	6,0	0,5	195,0	7,5	10,1	3,48	189,4
13	31,9	60,1	6,5	6,0	0,6	198,0	6,9	10,5	3,78	193,3
14	28,5	63,1	6,9	6,5	0,6	208,7	7,3	10,8	3,62	203,1
15	27,6	64,4	7,2	6,4	0,6	203,0	7,5	10,9	4,09	202,5
16	53,7	61,2	7,0	6,3	0,7	209,1	7,9	11,1	3,47	202,2
17	34,9	57,5	5,3	5,8	0,6	198,0	6,7	10,2	3,54	188,6
18	22,2	68,8	7,9	6,9	0,7	217,0	8,7	11,5	3,69	216,7
19	19,9	71,2	9,1	7,1	0,8	226,9	10,2	11,8	3,74	227,5
20	22,2	64,0	8,6	6,9	0,7	216,9	9,7	11,8	3,87	214,0
21	24,8	62,4	7,5	7,1	0,6	215,3	9,5	10,5	4,10	209,4
22	35,2	58,7	6,4	5,6	0,5	185,0	8,0	10,2	4,05	185,9
23	33,1	60,0	6,7	5,9	0,5	188,0	8,1	10,4	3,57	189,1
24	33,9	55,6	6,6	5,9	0,6	186,0	6,7	10,3	3,99	182,6
25	31,2	58,9	6,9	6,1	0,6	187,2	8,0	10,5	3,65	188,2
26	30,9	58,0	6,7	6,1	0,6	192,0	7,3	10,6	3,65	188,8
27	27,9	63,6	7,0	6,7	0,6	193,2	8,8	11,6	3,66	198,6
28	29,1	72,3	6,4	6,0	0,6	260,9	8,6	11,2	3,24	238,8
29	42,2	53,4	5,2	5,3	0,4	195,0	7,0	9,3	3,57	181,7
30	39,7	50,7	6,0	5,5	0,5	194,8	6,6	9,8	3,46	179,9
31	33,9	57,2	6,8	6,2	0,5	190,0	7,6	10,0	3,75	187,0
IV 2010										
1	30,5	72,7	7,0	6,4	0,6	267,9	8,6	11,2	3,97	244,4
2	26,4	58,8	7,8	6,5	0,7	213,6	8,3	12,9	3,47	205,2
3	27,3	62,0	6,8	6,6	0,7	210,0	8,1	12,3	3,57	205,0
4	19,9	66,0	8,9	8,1	0,7	214,8	10,0	13,0	3,26	217,3
5	16,0	69,6	9,5	8,4	0,9	240,0	10,1	13,5	3,62	235,7
6	24,1	62,1	7,0	6,7	0,8	218,3	9,3	12,9	3,87	211,8
7	23,8	67,3	7,6	6,7	0,7	216,8	8,6	11,3	3,63	214,3
8	24,1	60,0	7,6	7,6	0,8	212,5	8,0	12,4	4,21	206,9
9	23,8	62,9	8,3	7,4	0,7	227,4	8,6	12,6	4,26	218,5
10	23,5	68,1	7,8	7,3	0,8	223,0	8,7	12,0	4,34	220,4
11	23,5	78,7	8,0	7,3	0,7	276,1	11,1	13,0	3,93	260,9
12	30,1	57,1	5,9	6,7	0,6	195,0	8,4	11,4	4,20	191,8
13	22,2	81,2	7,9	7,6	0,7	290,3	10,4	12,0	3,63	268,6
14	25,4	61,8	6,2	7,1	0,6	209,0	8,7	12,4	3,74	205,0
15	26,4	61,0	6,8	6,9	0,7	208,0	8,3	12,9	4,10	204,5
16	28,5	64,6	7,9	7,0	0,6	202,1	7,8	12,3	3,73	205,0
17	32,3	60,9	6,2	6,0	0,6	190,2	7,5	11,3	3,55	191,1
18	31,2	61,0	6,5	5,9	0,6	192,3	7,6	11,9	3,25	192,9
19	31,9	57,1	6,8	6,0	0,5	196,2	8,1	11,6	3,08	191,2
20	39,3	68,0	6,0	5,8	0,4	231,7	7,5	11,2	3,67	218,4
21	53,9	45,1	4,5	4,5	0,3	157,4	4,4	9,8	3,22	150,5
22	48,8	62,7	5,2	5,0	0,3	212,8	6,4	9,7	2,79	198,5
23	45,8	49,4	4,6	4,9	0,4	178,0	5,7	9,9	2,86	166,8
24	35,2	68,2	6,2	6,0	0,5	235,8	7,2	11,6	3,22	220,8
25	34,9	70,2	5,8	5,4	0,5	250,0	8,1	10,8	3,46	229,3
26	33,6	51,9	6,9	5,5	0,6	193,8	8,0	10,9	3,24	183,9
27	32,3	58,0	6,8	6,3	0,6	197,2	7,5	11,1	3,28	192,2
28	25,7	64,8	8,3	6,5	0,7	223,9	8,0	11,5	3,29	215,0
29	26,6	65,0	8,2	7,2	0,7	208,9	9,0	11,5	3,48	209,6
30	26,4	61,3	7,1	7,5	0,6	228,4	8,3	12,5	3,42	214,8
31										

HIDROLOŠKI PROFIL PIROT										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
V 2010										
1	24,1	65,8	8,8	7,2	0,7	227,5	5,1	13,0	3,67	218,0
2	17,2	71,3	10,2	8,3	0,8	256,9	5,4	12,9	3,77	241,3
3	16,3	72,7	9,3	8,5	0,9	236,4	5,5	14,3	4,05	233,5
4	17,2	70,0	9,7	9,0	0,9	232,1	5,4	13,0	4,40	228,5
5	21,4	65,0	7,7	7,3	0,8	220,2	5,2	12,5	3,83	212,4
6	14,1	75,9	11,2	9,0	1,0	272,5	5,6	14,5	4,33	257,8
7	14,7	73,1	9,7	9,6	1,0	242,5	5,6	14,2	3,89	238,3
8	15,8	70,4	9,4	8,6	0,9	275,2	5,5	13,0	3,75	249,2
9	14,7	72,3	11,4	9,3	1,0	252,3	5,6	13,9	4,15	243,8
10	15,8	72,0	10,0	9,3	0,9	258,7	5,5	13,8	3,76	244,6
11	21,1	68,3	9,7	8,2	0,8	248,6	5,3	13,0	3,47	233,1
12	16,3	71,8	9,9	8,4	0,8	236,4	5,5	13,2	3,82	231,6
13	14,2	72,5	10,5	9,5	1,0	262,4	5,6	13,6	4,24	248,1
14	16,6	74,6	10,5	9,2	0,9	264,2	5,5	14,2	3,60	250,6
15	21,7	69,6	9,4	8,3	0,8	230,0	5,2	13,2	4,08	225,6
16	46,4	66,0	5,1	5,3	0,4	235,3	4,5	10,5	3,88	213,3
17	37,8	70,3	6,5	5,9	0,4	252,7	4,7	11,9	3,32	229,5
18	41,9	51,6	5,8	4,8	0,4	180,4	4,6	10,2	3,35	170,9
19	44,4	68,7	5,0	5,0	0,4	241,1	4,6	10,4	2,55	217,2
20	45,4	51,5	5,5	5,2	0,4	175,7	4,6	11,0	2,91	169,0
21	43,4	50,8	5,1	5,1	0,4	178,3	4,6	10,4	3,34	168,9
22	42,5	69,4	5,2	5,7	0,5	237,5	4,6	11,3	3,42	218,8
23	43,8	48,7	5,4	5,1	0,5	177,8	4,6	11,3	3,90	168,4
24	43,4	50,8	5,1	5,1	0,4	178,3	4,6	10,5	4,64	170,3
25	43,4	50,8	5,1	5,1	0,4	178,3	4,6	11,4	4,20	170,7
26	42,8	53,1	4,8	4,8	0,5	165,1	4,6	10,3	4,13	164,7
27	43,4	73,4	5,1	5,1	0,4	257,1	4,6	10,8	4,13	232,1
28	43,4	68,2	5,1	5,5	0,4	244,1	4,6	10,7	4,46	221,0
29	44,4	60,5	4,5	5,0	0,4	204,8	4,6	11,1	3,76	192,3
30	35,0	58,0	6,0	6,4	0,6	191,1	4,8	11,7	4,15	187,2
31	39,7	62,3	5,8	5,6	0,5	205,2	4,7	11,2	4,51	197,2

HIDROLOŠKI PROFIL DIMITROVGRAD										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
I 2009										
1	1,8	70,3	12,9	11,8	1,6	278,0	16,2	25,6	6,9	284,4
2	1,9	72,9	13,2	12,3	1,7	292,0	14,5	28,3	7,3	296,1
3	1,8	73,2	13,3	11,0	1,8	292,0	13,6	25,8	8,2	292,8
4	1,2	66,0	11,6	12,4	2,1	234,0	14,0	31,1	8,5	262,7
5	1,8	73,5	14,2	10,6	1,8	240,0	13,1	28,4	7,5	269,1
6	1,8	67,0	13,0	12,7	1,9	273,0	15,1	26,9	7,1	280,2
7	1,8	72,0	14,4	12,1	1,8	278,0	14,3	25,8	6,3	285,6
8	2,0	74,6	11,7	10,6	1,5	269,0	14,7	25,0	6,4	278,9
9	2,9	62,3	12,8	11,8	1,4	246,0	13,1	26,6	5,1	256,1
10	2,6	69,8	12,2	11,7	1,4	278,0	13,5	26,5	7,0	281,1
11	2,0	68,8	13,3	11,3	1,7	269,0	13,5	26,6	6,4	276,1
12	2,1	67,0	12,9	13,3	1,5	270,0	15,7	24,7	6,0	276,0
13	4,4	64,0	12,5	9,3	1,3	250,0	14,9	25,1	6,7	258,8
14	2,9	63,7	11,5	9,9	1,2	237,0	13,5	26,7	6,6	251,6
15	2,1	67,0	11,8	13,0	1,4	239,0	13,5	27,0	5,7	259,0
16	2,1	67,0	11,8	12,1	1,4	275,0	13,4	25,7	5,7	274,7
17	2,0	75,4	12,4	11,0	1,6	288,0	15,1	25,4	8,2	293,1
18	2,0	75,3	12,4	11,2	1,5	248,0	14,3	25,8	7,2	271,7
19	1,8	69,3	13,3	10,4	1,7	250,0	14,5	26,6	8,5	269,3
20	1,6	70,2	11,9	11,0	2,1	253,0	16,5	25,6	8,0	271,7
21	1,8	80,4	11,7	11,0	2,0	269,0	17,1	27,3	7,9	291,8
22	3,4	60,5	12,7	11,5	1,3	237,0	14,5	26,7	5,7	251,3
23	6,5	61,4	11,2	9,3	1,0	204,0	11,8	22,0	6,8	225,5
24	5,9	60,9	11,2	10,3	1,0	204,0	11,9	23,2	6,0	226,5
25	9,8	52,0	10,3	8,3	1,0	185,0	11,1	22,3	4,5	202,0
26	19,1	46,5	8,9	7,8	0,8	167,5	9,8	19,1	6,3	183,0
27	12,0	52,6	9,5	8,0	1,0	163,8	11,0	20,2	5,1	189,4
28	41,3	45,0	6,1	6,4	0,4	152,0	7,9	13,9	5,2	160,9
29	39,4	38,0	6,3	6,3	0,5	147,0	8,7	14,1	4,5	151,9
30	27,4	38,7	7,1	7,3	0,6	150,0	9,3	17,4	4,6	160,0
31	19,3	44,7	8,5	7,8	0,8	160,1	10,4	19,0	5,8	177,0
II 2009										
1	16,1	48,0	8,8	8,4	0,7	174,0	9,9	19,1	6,6	188,4
2	13,9	50,7	9,0	8,4	0,7	163,0	11,4	19,3	3,4	184,5
3	13,1	50,0	9,2	8,7	0,7	170,9	11,5	20,3	3,6	189,5
4	13,1	51,6	10,9	9,0	0,7	172,2	10,7	22,0	3,8	194,8
5	18,8	45,6	8,5	7,7	0,7	174,6	9,6	19,3	4,6	183,2
6	18,4	44,7	8,9	8,1	0,8	163,4	11,1	18,7	3,3	177,2
7	15,2	48,9	9,3	8,5	0,7	175,0	10,0	19,2	5,1	189,1
8	13,5	49,8	11,3	7,8	0,8	181,3	11,1	19,4	5,3	196,0
9	13,5	47,7	10,7	8,0	0,8	178,7	10,2	20,6	4,8	192,1
10	12,2	51,6	11,3	8,0	0,7	171,6	10,4	19,2	4,0	191,0
11	15,8	48,4	10,2	7,8	0,7	171,0	10,6	19,0	5,4	187,6
12	29,9	43,0	7,5	7,0	0,5	160,8	9,3	18,2	5,4	171,3
13	20,3	47,4	8,8	7,5	0,7	152,8	9,7	19,0	5,3	174,7
14	16,6	44,7	9,9	7,9	0,8	176,0	10,9	18,8	5,8	186,8
15	14,4	49,2	10,3	8,7	0,8	162,3	10,5	19,6	4,3	184,6
16	12,6	51,6	9,9	8,8	0,9	165,6	11,3	21,9	4,3	191,5
17	11,3	49,8	11,4	8,8	0,9	193,6	11,9	19,8	6,2	205,7
18	10,9	51,6	10,7	8,1	0,7	180,0	10,7	20,7	6,4	198,9
19	10,9	54,4	11,1	8,1	0,9	187,3	11,5	21,8	5,7	207,2
20	10,1	56,7	11,6	8,5	0,7	192,0	12,3	22,6	5,3	213,7
21	9,4	59,1	11,3	9,1	0,9	187,0	11,6	21,1	5,4	212,1
22	9,0	53,0	11,5	9,4	0,9	200,0	11,7	21,6	5,9	214,0
23	9,0	55,8	12,0	9,5	1,1	202,0	12,3	20,4	4,7	216,9
24	8,7	53,5	11,5	9,5	1,0	197,0	11,0	21,2	6,2	212,4
25	8,3	58,1	11,8	8,8	0,9	190,0	12,6	20,7	5,6	213,4
26	7,9	58,6	12,2	8,4	0,9	199,0	11,6	21,2	6,1	218,5
27	8,3	57,2	11,2	9,3	0,8	202,0	11,2	21,6	4,8	217,1
28	8,3	59,5	11,8	9,3	0,9	202,0	13,2	19,7	4,0	219,4
29										
30										
31										

HIDROLOŠKI PROFIL DIMITROVGRAD										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
III 2009										
1	11,8	68,5	10,3	10,3	0,7	203,3	15,2	24,5	5,0	236,2
2	17,9	50,2	9,7	9,9	0,8	164,0	10,5	19,8	4,0	186,9
3	20,3	52,0	8,6	8,6	0,8	170,0	9,1	20,2	5,2	189,6
4	22,6	50,7	8,8	9,1	0,7	159,0	10,7	20,0	4,6	184,1
5	25,9	43,5	8,5	7,5	0,7	144,8	9,1	18,1	4,9	164,8
6	30,3	40,0	8,1	7,2	0,6	134,0	9,3	17,8	5,6	155,6
7	40,0	37,2	7,5	6,1	0,5	129,0	7,8	13,0	4,8	141,3
8	32,8	37,5	7,8	7,2	0,5	142,0	8,9	16,5	4,7	154,0
9	24,7	45,6	8,3	9,1	0,7	153,3	10,2	18,9	5,0	174,5
10	23,0	50,0	8,6	9,4	0,6	170,0	9,5	19,0	4,8	186,9
11	22,0	51,0	9,0	7,9	0,6	163,0	11,0	18,5	6,0	185,5
12	20,7	51,1	8,3	8,9	0,6	170,2	8,7	16,8	3,9	183,4
13	19,3	53,7	8,6	9,9	0,6	196,7	11,0	21,5	4,7	208,3
14	17,9	52,6	8,9	9,4	0,9	178,3	9,1	22,2	5,5	197,8
15	16,6	60,0	8,9	9,7	0,6	188,4	11,9	21,1	5,5	211,9
16	16,1	59,1	9,2	10,0	0,6	190,2	10,5	21,8	5,4	211,7
17	16,1	54,9	9,7	10,4	0,7	181,7	10,8	22,0	3,7	203,1
18	16,1	56,0	10,1	9,9	0,8	177,0	11,9	20,8	4,5	202,5
19	16,6	50,2	9,9	10,2	0,9	180,4	11,3	22,7	5,6	201,0
20	15,2	58,0	10,6	10,2	0,6	199,8	11,4	21,5	6,3	218,5
21	14,8	58,7	11,8	10,6	0,6	195,3	11,2	22,4	3,5	216,5
22	14,5	56,0	11,6	9,8	0,7	184,0	11,4	21,8	5,5	208,8
23	14,4	56,0	11,0	11,0	1,0	187,3	11,4	23,7	4,8	212,5
24	14,4	62,9	10,1	10,5	0,7	194,0	12,0	23,2	6,2	222,5
25	14,4	59,4	10,0	9,8	0,7	207,0	12,0	21,8	5,1	222,3
26	14,4	61,2	11,1	9,4	0,7	196,0	12,3	23,0	3,9	219,5
27	13,9	58,9	10,3	10,7	0,7	185,0	12,3	22,7	7,0	215,0
28	13,1	58,8	9,9	10,2	0,7	194,2	12,3	24,2	5,0	218,1
29	14,4	59,2	10,8	10,1	0,9	189,0	11,4	21,0	4,6	212,5
30	19,3	49,0	8,2	9,5	0,8	167,5	9,4	20,4	3,7	184,7
31	26,3	42,6	8,7	7,3	0,5	150,0	10,0	17,6	4,7	166,5
IV 2009										
1	26,3	39,0	8,5	8,5	0,7	153,0	9,5	17,6	3,5	163,7
2	23,7	40,1	9,0	7,6	0,7	159,0	9,8	18,2	3,3	168,1
3	20,3	43,1	9,1	7,6	0,6	159,0	10,6	19,2	4,1	173,7
4	18,4	44,9	8,2	9,0	0,8	147,0	11,1	21,0	4,5	173,0
5	17,0	46,1	9,4	8,2	0,9	162,0	11,4	21,1	4,9	182,9
6	15,2	55,5	8,3	8,2	0,9	164,0	12,3	22,5	5,3	195,0
7	14,4	57,1	10,5	9,9	0,8	190,0	12,6	21,8	4,1	211,8
8	13,5	52,3	9,3	10,3	0,7	182,0	12,9	22,2	6,4	205,1
9	12,6	53,6	9,3	9,4	0,7	165,0	12,7	24,1	6,0	198,4
10	11,8	66,9	11,7	10,5	0,7	213,6	13,3	24,8	5,7	240,4
11	11,3	61,4	9,3	10,9	0,8	197,0	13,4	23,2	6,8	224,2
12	10,5	57,3	8,9	10,3	0,7	210,0	13,7	25,5	3,7	225,2
13	10,1	61,2	11,4	10,3	0,9	215,1	13,5	24,4	6,1	235,4
14	10,1	62,6	9,5	9,9	0,8	190,0	13,2	26,0	6,4	223,4
15	9,8	57,9	12,1	10,6	0,8	216,6	12,8	27,3	5,7	235,5
16	9,4	73,2	9,7	9,6	0,9	227,0	12,7	27,0	5,9	252,5
17	9,0	78,0	10,0	10,0	1,0	232,0	13,5	26,8	5,3	260,6
18	8,7	60,8	9,5	9,5	0,9	218,0	13,9	27,4	6,1	237,1
19	8,3	76,8	10,3	10,3	0,8	264,0	13,3	26,7	6,9	277,1
20	9,0	64,8	13,2	10,9	0,9	208,2	13,4	27,7	5,9	240,9
21	10,9	56,7	9,9	9,0	1,0	187,0	14,0	25,9	3,7	213,7
22	10,5	73,2	11,2	10,3	1,0	222,0	13,8	26,1	3,9	250,5
23	11,5	61,4	10,0	11,0	0,8	196,2	13,9	23,7	4,8	223,7
24	10,1	68,0	9,8	9,4	1,2	200,0	14,0	26,1	6,2	234,8
25	9,4	70,9	10,0	10,3	1,2	224,0	14,0	26,7	3,9	248,9
26	9,0	57,9	10,5	10,1	1,1	201,0	13,1	27,3	5,0	225,6
27	8,7	72,5	9,8	10,5	1,2	209,0	14,6	28,1	6,1	247,3
28	8,3	68,5	11,4	11,0	1,1	230,0	14,2	26,4	6,1	253,7
29	7,9	66,9	12,4	11,9	1,3	211,8	13,9	28,6	6,5	247,3
30	7,5	71,5	11,2	11,6	1,4	222,0	14,5	27,6	5,8	254,5
31										

HIDROLOŠKI PROFIL DIMITROVGRAD										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
V 2009										
1	8,3	68,5	11,2	11,6	1,1	208,9	15,4	26,2	4,1	242,6
2	9,4	66,2	11,2	11,5	1,1	214,3	14,0	23,8	6,2	241,2
3	10,1	64,0	10,0	10,9	1,0	210,0	13,3	25,5	6,1	235,8
4	9,0	64,7	10,0	11,6	1,1	207,2	14,2	27,5	4,6	237,3
5	8,7	67,0	12,3	11,3	1,2	216,0	14,2	25,2	4,3	243,5
6	7,9	72,0	10,7	12,1	1,1	224,0	16,1	27,7	4,3	256,0
7	7,5	74,1	11,4	13,0	1,2	230,0	16,1	29,2	4,3	264,3
8	6,6	76,0	13,5	12,3	1,3	238,1	16,5	29,0	4,8	272,5
9	6,4	71,4	11,8	13,6	1,4	250,8	16,3	29,8	5,2	274,9
10	6,1	79,0	10,9	12,6	1,4	259,1	17,6	29,2	6,0	286,1
11	6,1	86,5	12,3	13,0	1,3	271,6	17,9	30,5	5,6	302,9
12	5,9	78,3	10,9	13,0	1,1	268,3	17,1	32,1	5,9	292,6
13	5,9	85,0	13,2	12,8	1,3	280,1	17,9	30,0	4,8	304,9
14	5,9	82,8	14,5	13,4	1,3	278,0	17,5	29,5	7,1	305,0
15	5,6	84,9	17,1	13,9	1,5	307,0	17,5	31,9	4,6	324,9
16	6,6	80,5	10,5	12,3	1,4	300,1	16,3	28,1	4,0	303,1
17	6,4	78,6	13,0	13,4	1,1	275,0	16,3	31,0	7,6	298,5
18	7,9	67,3	12,2	13,0	1,3	255,0	14,8	27,5	4,3	268,0
19	6,7	74,9	11,6	12,9	1,2	281,0	17,1	31,0	5,5	294,8
20	5,9	76,3	11,4	12,7	1,2	270,6	16,5	28,8	5,1	287,2
21	5,6	77,5	12,6	12,7	1,2	257,0	16,6	31,4	4,1	284,6
22	5,4	77,9	14,5	13,6	1,2	263,0	16,5	32,2	6,2	293,5
23	5,1	94,8	15,4	13,5	1,4	307,0	17,6	32,9	5,7	334,7
24	4,8	81,6	13,5	13,6	1,3	315,6	17,9	32,6	5,9	324,2
25	5,1	96,0	14,5	15,0	1,3	313,0	17,4	32,3	7,1	340,1
26	4,8	85,2	16,6	15,7	1,5	300,0	16,9	32,4	5,8	324,0
27	4,6	95,2	15,3	15,1	1,3	302,1	17,3	32,8	7,7	335,8
28	4,6	92,2	14,8	15,0	1,7	306,0	17,1	32,8	7,7	334,3
29	4,6	86,5	14,1	14,4	1,4	305,0	16,6	32,8	5,6	323,8
30	5,4	84,3	12,3	14,4	1,2	298,7	17,4	30,8	5,8	315,6
31	5,9	77,9	15,7	13,8	1,2	302,1	17,4	28,8	4,6	310,5
VI 2009										
1	80,4	10,5	13,9	1,9	275,3	80,4	13,6	30,0	6,7	294,6
2	71,4	10,9	14,3	1,8	259,3	71,4	13,6	30,0	4,3	275,9
3	67,0	11,3	13,9	1,7	241,7	67,0	13,9	29,9	5,3	263,9
4	74,1	10,9	14,3	1,6	265,7	74,1	14,2	30,7	5,2	283,8
5	74,9	13,3	14,3	2,0	294,7	74,9	14,5	30,0	5,0	301,2
6	91,8	13,5	14,3	1,8	316,4	91,8	14,7	30,5	6,1	330,8
7	85,7	12,2	14,7	2,1	311,5	85,7	14,8	29,8	5,6	320,6
8	86,3	11,6	14,3	2,0	302,1	86,3	16,6	30,8	6,1	318,7
9	76,7	10,7	14,3	1,7	260,7	76,7	15,3	29,7	4,3	283,1
10	70,3	12,2	14,3	2,0	264,7	70,3	15,6	30,8	6,5	284,1
11	84,9	10,6	13,9	2,2	298,3	84,9	15,8	29,8	4,6	311,0
12	83,6	11,2	14,2	2,2	301,3	83,6	14,8	31,0	4,9	312,6
13	78,2	14,2	13,9	1,8	282,7	78,2	16,1	30,0	6,5	302,0
14	80,5	11,6	14,6	2,0	264,7	80,5	16,1	28,4	6,1	291,6
15	86,9	12,8	16,1	2,2	290,7	86,9	16,7	30,4	6,9	317,3
16	83,6	14,3	13,9	2,2	310,4	83,6	17,3	30,0	7,4	324,0
17	94,7	13,5	14,6	2,4	314,5	94,7	16,5	29,3	7,2	335,5
18	85,4	11,4	15,1	2,4	275,7	85,4	16,9	28,7	7,2	304,9
19	92,3	12,5	14,3	2,3	285,3	92,3	16,8	28,7	5,3	314,9
20	91,0	17,1	14,9	2,4	305,6	91,0	17,0	27,8	7,4	330,3
21	80,0	13,3	14,5	2,3	299,7	80,0	16,2	30,8	6,7	313,7
22	85,3	13,0	13,9	2,4	315,7	85,3	15,9	31,0	6,6	326,0
23	78,3	13,3	13,8	2,2	277,9	78,3	15,3	29,8	5,6	297,2
24	85,7	13,3	13,4	2,3	303,7	85,7	15,2	30,8	7,7	320,1
25	78,2	11,8	15,0	1,9	300,2	78,2	15,2	29,9	6,7	308,7
26	81,3	14,2	15,1	2,0	286,7	81,3	14,6	30,4	5,9	306,9
27	78,5	13,8	15,2	2,1	254,5	78,5	16,3	31,6	7,3	292,0
28	80,3	14,3	13,3	2,3	274,9	80,3	15,0	30,2	5,2	298,0
29	82,1	11,8	14,5	2,4	294,3	82,1	15,5	29,0	6,4	308,8
30	77,5	12,0	13,1	2,0	277,7	77,5	15,0	28,3	7,3	294,1
31										

HIDROLOŠKI PROFIL DIMITROVGRAD										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
VII 2009										
1	5,9	71,8	11,1	13,4	1,2	250,0	14,1	23,1	7,0	266,6
2	9,0	81,5	11,3	11,6	1,1	287,0	10,7	19,7	4,7	284,1
3	14,8	59,7	7,8	10,7	1,0	224,0	8,9	17,9	4,8	222,7
4	10,9	69,4	10,0	11,0	1,2	255,0	11,2	20,2	6,3	256,8
5	9,0	86,8	10,3	11,7	1,3	294,0	13,3	22,3	6,0	298,8
6	7,5	82,7	12,5	12,0	1,4	285,0	13,0	22,0	4,4	290,5
7	6,4	93,7	10,3	13,1	1,3	311,4	12,7	21,7	6,0	314,5
8	5,6	88,2	14,8	13,6	1,4	330,0	12,9	21,9	5,9	323,7
9	5,1	91,3	10,7	13,4	1,5	305,0	12,5	21,5	4,6	307,9
10	4,8	90,1	14,6	12,7	1,4	320,0	11,4	20,4	6,7	317,3
11	7,2	70,2	10,6	10,5	1,3	235,0	12,0	23,4	4,3	249,8
12	51,3	35,8	5,0	6,1	0,4	115,3	7,0	7,1	3,5	122,5
13	31,5	32,9	6,0	6,9	0,5	132,9	8,8	8,0	3,3	132,9
14	17,5	57,3	7,0	10,0	0,9	203,0	9,3	17,0	6,0	208,9
15	12,6	65,7	8,8	11,0	1,1	231,0	10,4	18,5	6,5	237,5
16	9,8	81,9	9,9	11,1	1,2	276,0	11,1	20,1	4,7	277,9
17	8,7	78,2	9,8	11,6	1,4	255,4	12,2	21,2	5,4	267,6
18	9,8	72,1	10,2	10,9	1,3	253,3	12,5	21,5	5,2	260,4
19	7,9	74,4	12,0	12,3	1,3	274,3	11,6	20,6	4,0	273,4
20	6,9	81,1	12,8	13,2	1,5	312,6	15,0	24,0	5,0	308,9
21	6,1	83,1	10,2	12,4	1,2	295,5	12,0	21,0	6,0	293,7
22	5,9	75,9	11,4	13,9	1,5	270,0	14,0	23,0	4,9	279,7
23	5,1	79,0	10,2	13,5	1,5	274,2	13,3	22,3	5,9	282,9
24	4,8	76,6	12,4	13,5	1,9	275,6	14,9	23,9	6,4	287,3
25	4,6	83,1	12,2	12,5	1,5	293,4	14,8	23,8	5,3	299,8
26	4,4	85,2	10,7	14,6	1,7	317,4	15,0	24,0	6,3	316,2
27	4,3	77,1	11,9	14,1	1,7	276,0	14,0	23,0	6,4	286,2
28	4,3	78,2	11,3	13,4	1,7	280,0	14,6	23,6	7,2	290,0
29	4,1	87,0	12,8	13,6	1,5	285,0	15,8	24,8	6,2	304,3
30	4,1	78,6	11,7	14,1	1,5	285,1	16,0	25,0	5,1	294,5
31	4,0	82,3	12,4	13,9	1,5	269,3	17,2	26,2	6,2	294,4
VIII 2009										
1	4,0	76,6	11,8	13,0	1,3	274,2	16,6	24,0	6,3	286,7
2	4,0	85,6	12,4	13,6	1,1	283,1	16,8	25,7	6,2	303,0
3	4,0	84,2	11,5	12,9	1,1	295,1	16,1	24,9	6,0	304,2
4	4,1	82,4	15,8	13,5	1,2	305,0	16,1	25,2	6,7	313,4
5	5,9	77,0	11,7	12,4	1,1	290,8	16,5	22,0	5,8	291,9
6	6,6	78,6	8,3	11,4	1,1	278,0	16,5	21,0	6,3	282,1
7	5,4	78,8	11,9	13,0	1,1	286,2	16,3	22,1	5,7	292,1
8	4,6	88,6	13,4	14,5	1,6	301,8	18,3	23,0	5,6	315,9
9	4,6	74,6	11,4	14,6	1,5	275,0	18,3	23,4	4,7	286,0
10	4,1	93,8	11,9	14,4	1,1	314,0	15,8	23,4	6,7	324,1
11	4,1	77,6	13,2	14,3	1,4	298,0	16,6	24,0	6,3	302,3
12	4,1	87,2	12,2	12,7	1,3	297,6	16,7	26,2	6,3	311,5
13	4,1	93,5	13,2	13,0	1,2	320,8	16,2	26,2	5,0	328,6
14	4,1	84,7	11,6	15,6	1,5	310,4	16,8	25,9	8,0	319,3
15	4,8	85,5	12,0	13,9	1,1	297,0	16,2	25,7	6,8	309,7
16	4,8	79,9	14,4	13,6	1,1	317,4	16,4	25,7	6,3	316,0
17	4,3	73,8	11,9	12,7	1,1	270,6	15,8	26,2	7,3	284,1
18	4,0	77,3	14,4	13,6	1,3	297,3	17,8	26,2	4,4	303,6
19	3,8	79,1	14,3	13,2	1,2	282,6	17,0	25,9	6,5	298,5
20	3,7	82,2	14,9	13,5	1,2	319,0	16,6	26,2	5,0	319,0
21	3,7	76,1	13,6	13,7	1,4	301,0	16,8	26,2	7,8	306,2
22	3,5	79,9	11,5	14,3	1,3	283,8	17,1	26,4	6,3	298,6
23	3,5	78,7	13,4	16,8	1,7	291,0	18,1	26,1	6,5	306,7
24	3,5	89,7	15,4	15,7	1,6	320,0	17,4	26,4	5,8	331,9
25	3,4	81,8	14,0	15,0	1,8	324,0	18,8	26,3	5,9	325,6
26	3,4	91,6	15,3	13,1	1,2	324,0	16,8	26,6	6,5	333,1
27	3,3	87,4	13,6	14,6	1,5	329,0	18,5	27,0	7,2	334,4
28	3,3	81,0	12,8	14,0	1,4	307,0	17,5	27,3	5,4	312,9
29	3,1	85,5	14,3	14,8	1,5	320,0	18,2	28,0	5,8	328,1
30	3,3	77,0	13,2	15,3	1,6	315,1	16,8	27,0	7,6	316,0
31	3,3	84,3	14,2	16,2	1,2	325,7	16,5	31,7	6,2	333,2

HIDROLOŠKI PROFIL DIMITROVGRAD										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
IX 2009										
1	3,3	86,1	16,9	18,5	2,1	325,2	17,7	34,5	7,9	346,2
2	3,4	88,8	13,8	16,2	1,8	306,0	18,8	33,9	6,6	332,9
3	3,3	89,5	17,4	19,3	2,3	303,0	18,5	34,0	7,9	340,5
4	3,0	94,0	15,5	19,8	2,4	320,0	19,2	33,0	6,6	350,4
5	3,0	100,4	17,5	15,7	2,0	342,0	18,6	30,5	5,4	361,1
6	3,3	87,3	14,2	18,8	2,3	307,8	19,9	34,0	5,9	336,4
7	3,7	82,8	13,5	18,5	1,9	315,0	17,2	32,3	6,4	330,1
8	3,7	86,9	13,5	19,6	2,0	334,0	19,7	32,7	7,6	348,9
9	3,7	94,0	13,3	19,4	2,2	347,7	18,1	33,2	6,0	360,0
10	3,5	82,8	14,7	17,0	2,0	331,0	18,6	29,7	5,5	335,8
11	3,4	95,2	15,1	18,1	2,0	347,1	17,2	31,4	7,2	359,7
12	3,3	92,9	14,0	17,0	1,9	326,0	17,4	30,9	6,4	343,5
13	3,3	100,0	16,7	17,5	1,9	320,0	17,8	33,2	7,5	354,7
14	3,4	88,8	13,5	16,9	1,9	315,0	17,1	34,0	5,8	335,5
15	3,7	85,3	13,6	18,2	1,9	312,0	19,3	30,2	4,6	329,0
16	3,5	90,7	14,7	18,9	2,3	337,0	17,2	34,0	6,7	353,0
17	3,3	93,3	15,6	19,9	2,2	342,0	18,8	32,4	6,4	359,6
18	3,4	95,5	16,0	19,3	2,1	329,0	18,2	33,2	7,0	355,8
19	3,5	86,9	13,3	19,7	2,4	347,3	18,1	31,8	6,4	352,1
20	3,4	87,6	13,5	16,5	1,9	344,2	17,3	29,4	5,2	343,5
21	3,1	99,7	14,3	18,3	1,9	338,2	17,9	31,8	7,5	360,5
22	3,0	102,3	14,3	16,5	2,0	336,0	18,6	29,8	7,1	358,5
23	3,0	102,0	18,4	19,0	2,2	347,4	20,1	33,4	7,4	376,2
24	2,9	96,3	18,1	18,0	2,1	344,0	19,5	33,8	6,2	366,0
25	2,9	94,7	17,1	14,9	2,2	328,2	19,8	33,2	6,9	353,0
26	2,9	99,3	15,5	15,2	2,3	345,0	18,0	31,3	6,0	360,2
27	2,8	110,2	18,0	14,8	2,3	356,3	20,0	33,0	5,8	382,2
28	2,9	93,7	17,3	14,0	2,3	311,0	20,0	33,2	5,1	341,0
29	2,8	99,7	19,4	13,2	2,3	327,0	19,5	28,9	8,0	354,4
30	2,8	105,7	16,0	16,8	2,4	335,9	19,8	32,3	7,6	368,6
31										
X 2009										
1	2,8	97,0	14,2	12,9	2,3	382,0	16,0	29,0	7,2	369,7
2	2,8	106,5	14,4	12,6	2,3	340,2	16,7	28,1	5,4	356,1
3	3,7	93,8	17,6	11,0	2,1	339,0	15,5	27,6	6,6	343,8
4	4,1	96,3	16,5	10,4	1,7	336,0	12,8	27,0	7,6	340,2
5	3,7	86,1	16,3	9,9	1,6	298,8	13,2	27,9	7,4	311,8
6	3,4	95,6	17,1	10,0	1,8	312,0	14,9	23,7	6,0	325,0
7	3,3	93,0	13,7	10,1	1,8	343,8	13,2	28,2	6,9	338,9
8	3,0	103,2	14,6	11,7	2,1	336,0	13,7	25,9	6,8	346,1
9	3,0	91,4	13,7	11,2	2,1	315,6	14,5	28,9	7,2	326,7
10	3,0	92,6	15,0	11,6	2,2	368,0	16,8	26,0	5,7	353,9
11	2,9	91,8	15,9	10,6	2,0	327,0	15,3	30,7	5,3	335,2
12	3,0	102,0	15,2	12,2	2,0	321,0	13,8	25,6	7,5	338,8
13	3,7	100,8	13,3	11,2	2,2	310,9	15,8	27,5	7,0	333,1
14	5,1	92,5	15,4	10,5	1,8	316,2	14,9	22,9	5,3	321,4
15	4,3	110,2	15,5	10,5	1,9	350,0	13,2	22,5	5,7	354,4
16	4,4	97,5	16,7	11,0	2,1	351,0	14,3	23,8	6,0	346,9
17	5,9	92,0	13,8	8,9	1,5	307,0	13,7	23,1	5,7	312,2
18	5,4	108,9	16,4	9,2	1,5	340,2	14,4	23,3	5,7	349,5
19	7,2	97,1	15,1	9,7	1,6	333,6	13,8	20,8	5,8	330,7
20	12,2	72,6	12,4	8,6	1,1	239,0	12,1	21,2	3,8	251,4
21	9,0	80,5	11,3	9,4	1,3	286,0	12,7	22,5	5,6	286,4
22	7,2	103,6	14,4	9,2	1,6	348,6	12,6	22,5	5,3	343,5
23	6,1	104,4	13,5	9,1	1,5	348,0	13,7	24,0	6,1	346,4
24	5,4	98,3	16,4	9,7	1,7	345,0	14,1	24,2	5,1	342,0
25	5,1	98,3	15,4	10,1	1,8	353,4	13,1	23,4	5,2	344,0
26	4,6	98,7	13,0	11,2	2,0	342,0	13,2	23,5	7,7	340,3
27	4,3	99,6	16,4	9,1	1,4	351,0	13,2	24,7	7,1	347,0
28	4,3	91,8	14,5	9,6	1,7	305,0	14,8	23,0	5,3	313,3
29	4,3	99,8	13,9	10,2	1,8	355,2	14,9	23,4	7,3	348,8
30	4,3	98,3	15,2	9,9	1,7	333,6	12,6	22,7	6,2	333,5
31	4,1	99,6	15,7	9,8	1,9	355,0	14,3	22,9	7,2	348,9

HIDROLOŠKI PROFIL DIMITROVGRAD										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
IX 2009										
1	4,0	88,5	17,6	11,1	1,7	307,2	14,8	22,5	6,2	316,0
2	4,0	96,7	13,7	10,7	1,6	332,4	13,6	24,2	6,5	333,1
3	3,8	87,6	13,1	10,1	1,7	336,6	15,7	24,5	5,8	326,7
4	3,8	90,2	13,2	9,9	1,7	322,2	13,1	24,8	7,7	321,6
5	3,8	93,8	13,4	9,9	1,6	365,0	13,7	24,4	6,1	345,5
6	3,8	95,1	12,8	11,9	1,6	336,0	12,9	25,2	5,4	332,9
7	4,0	89,8	15,0	10,0	1,7	331,2	14,3	24,4	6,9	327,6
8	4,8	93,0	14,0	10,3	1,6	314,6	12,6	23,0	7,0	318,8
9	5,4	90,7	12,6	11,0	1,4	331,2	13,5	24,0	7,0	325,8
10	4,8	88,9	17,4	10,3	1,4	337,8	15,0	24,4	7,2	333,6
11	6,1	85,4	13,1	10,3	1,5	332,0	14,7	22,9	5,3	319,3
12	12,6	64,3	12,5	8,4	1,1	251,0	11,6	20,3	5,5	249,2
13	14,8	60,6	10,9	8,2	1,0	228,0	11,4	19,0	5,5	230,5
14	10,9	79,7	13,7	9,0	1,3	256,0	13,5	21,3	6,5	273,0
15	8,7	83,1	14,6	9,4	1,4	295,0	13,0	22,8	5,3	297,0
16	6,9	81,3	12,1	9,7	1,5	324,0	11,9	24,0	5,7	308,1
17	6,4	81,6	16,7	9,3	1,5	330,0	14,6	21,3	6,3	316,4
18	5,9	80,9	15,7	10,2	1,5	330,6	12,9	22,0	4,6	313,1
19	5,4	83,6	12,0	9,8	1,5	328,0	12,4	23,4	6,5	313,2
20	4,6	93,8	14,5	9,8	1,5	350,0	12,6	23,4	6,2	336,8
21	4,1	80,6	13,1	11,4	2,1	300,6	14,9	24,0	7,3	303,5
22	4,1	76,5	14,5	11,1	2,2	282,0	15,5	25,0	6,1	291,9
23	4,0	82,0	15,7	9,9	2,0	295,0	13,1	23,5	7,1	300,9
24	3,5	93,0	16,9	10,8	1,7	368,0	14,3	24,0	7,4	352,2
25	3,7	87,3	13,4	11,3	1,9	310,8	13,9	23,2	6,2	312,6
26	3,5	90,2	13,3	10,4	1,7	337,8	13,7	25,0	7,8	331,0
27	3,7	89,4	15,7	10,6	2,1	331,0	15,5	23,2	6,4	328,3
28	3,5	93,7	14,7	9,9	1,7	324,6	13,7	25,2	7,6	328,9
29	3,5	88,9	12,3	9,8	1,9	328,2	13,1	25,7	5,1	320,9
30	3,8	82,8	14,0	10,4	1,5	328,8	14,2	22,9	6,8	317,0
31										
XII 2009										
1	3,8	81,2	12,8	11,6	1,9	300,0	13,8	24,7	6,4	302,4
2	3,8	84,6	13,5	11,6	1,9	310,0	13,4	24,5	7,0	311,4
3	3,8	81,5	15,0	11,8	1,9	302,0	13,5	23,8	5,4	303,9
4	3,8	80,6	14,5	10,7	2,0	287,0	14,6	24,6	7,6	298,0
5	3,8	81,8	11,0	10,6	1,9	313,0	13,2	24,1	5,8	304,8
6	3,7	78,3	12,6	10,9	1,9	298,0	13,0	24,5	7,1	297,3
7	3,7	80,2	12,3	10,3	2,1	302,1	14,5	25,0	5,6	301,1
8	3,5	75,6	12,1	10,3	2,0	301,0	13,2	23,1	5,5	292,3
9	4,0	76,0	13,3	10,6	2,0	287,0	15,7	24,7	6,1	291,9
10	5,6	71,5	13,0	10,0	1,8	266,7	12,8	22,2	5,5	270,2
11	5,4	73,6	13,4	10,3	1,7	267,8	12,7	24,1	7,4	277,0
12	4,8	70,0	13,7	10,9	1,9	268,0	14,0	23,2	6,0	273,6
13	4,6	72,0	11,1	10,2	1,8	267,0	14,8	23,8	5,7	273,0
14	4,4	75,6	12,0	9,9	1,7	272,0	13,2	23,6	5,7	277,7
15	4,3	76,0	11,0	9,7	2,0	276,1	13,6	24,7	6,2	281,3
16	4,3	75,0	10,9	10,3	1,9	282,0	15,4	26,1	7,4	287,9
17	4,3	77,5	13,8	9,8	1,8	270,0	13,8	23,4	7,4	282,5
18	4,6	73,0	11,6	9,2	2,0	272,0	15,7	23,4	5,1	276,0
19	4,6	74,5	11,6	8,8	1,7	271,0	14,5	25,3	6,0	277,8
20	4,6	71,8	10,7	9,2	1,9	270,0	13,0	23,4	5,7	270,7
21	4,0	72,0	11,5	9,7	1,8	272,0	15,3	25,0	6,7	278,0
22	4,3	75,2	12,4	8,7	1,8	272,0	14,4	23,5	7,6	279,6
23	4,6	70,0	10,9	8,5	1,7	269,0	14,5	25,0	4,6	269,6
24	8,8	68,0	11,5	9,0	1,3	237,5	12,5	24,2	4,8	250,0
25	20,3	43,8	7,4	6,6	0,7	135,7	8,5	19,1	6,5	160,5
26	29,9	39,6	7,1	5,9	0,5	138,0	7,6	14,9	3,6	148,1
27	29,3	40,4	6,4	5,8	0,5	130,2	7,1	16,8	4,2	146,3
28	52,7	30,8	5,9	5,1	0,4	115,0	6,9	11,5	2,1	120,2
29	29,3	42,9	6,0	5,7	0,5	140,0	7,7	16,8	3,7	153,3
30	19,7	42,0	8,5	6,2	0,8	160,0	8,9	18,9	5,4	170,7
31	15,7	46,7	8,1	6,7	0,9	144,0	9,1	19,4	6,4	169,3

HIDROLOŠKI PROFIL DIMITROVGRAD										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
I 2010										
1	13,5	51,7	6,3	7,9	0,7	156,3	8,1	17,4	6,0	176,4
2	16,1	45,8	6,9	7,6	0,7	178,6	8,6	17,0	4,3	180,2
3	16,1	48,0	7,3	6,8	0,7	173,0	7,7	17,9	4,5	179,4
4	13,1	50,8	6,6	8,0	0,8	192,0	8,4	17,6	6,6	194,6
5	11,8	49,6	8,0	7,1	0,8	188,0	9,0	19,9	4,2	192,5
6	14,4	48,0	6,5	7,4	0,7	186,0	8,0	16,0	5,9	185,5
7	35,9	36,3	4,5	6,1	0,6	111,7	7,0	14,5	2,7	127,5
8	31,3	41,3	5,6	6,5	0,7	130,0	6,8	13,6	4,4	143,9
9	25,7	38,3	5,5	6,4	0,6	150,0	7,4	13,7	5,1	151,9
10	32,0	36,7	5,6	5,9	0,6	136,0	6,8	13,0	3,4	139,9
11	27,0	39,2	6,3	5,7	0,6	153,0	7,2	15,8	5,8	157,1
12	23,2	40,8	6,0	6,2	0,7	125,4	7,7	14,2	5,4	143,5
13	20,7	43,3	6,2	6,1	0,7	156,0	7,4	16,5	5,3	163,4
14	18,5	43,3	6,9	6,7	0,7	166,0	7,4	16,5	4,9	169,3
15	16,8	43,3	6,0	7,2	0,7	166,5	7,6	15,3	4,5	167,8
16	15,1	45,8	7,6	7,9	1,1	147,0	8,0	16,8	4,9	165,6
17	13,8	48,8	6,2	7,4	0,7	179,1	8,0	17,3	4,3	182,3
18	13,4	48,8	6,5	6,8	0,7	170,2	9,3	16,3	4,4	177,8
19	13,0	49,6	7,8	8,0	0,7	152,8	9,7	18,5	5,2	175,9
20	12,5	50,0	7,0	7,5	0,7	152,7	9,9	17,0	4,8	173,3
21	11,7	52,9	6,8	7,7	0,7	155,6	9,7	18,5	5,2	179,4
22	10,8	56,7	8,3	8,4	0,8	189,7	10,2	16,9	6,1	202,1
23	10,5	56,0	9,0	8,0	0,9	197,0	10,1	17,8	5,4	205,7
24	9,5	52,9	7,1	8,6	0,8	173,3	10,6	18,9	5,9	191,4
25	9,1	50,0	7,2	8,7	0,8	169,2	10,6	20,1	5,5	187,4
26	9,5	59,2	9,0	8,6	0,7	213,0	10,8	18,6	4,5	217,9
27	9,1	53,3	9,1	8,7	0,8	194,0	11,1	20,0	5,7	205,6
28	9,1	50,0	9,3	8,7	0,8	197,0	11,4	17,9	6,5	203,1
29	9,1	58,8	7,5	8,7	0,8	200,0	11,2	17,6	6,6	211,1
30	9,1	51,4	8,4	8,1	0,8	171,8	11,2	19,3	6,2	191,2
31	9,5	56,7	7,8	8,9	0,7	190,0	10,5	18,0	3,9	201,6
II 2010										
1	9,8	56,0	7,0	8,0	1,2	210,0	10,0	20,0	4,8	212,0
2	9,1	57,9	7,5	7,7	1,2	205,0	9,7	20,4	6,5	213,4
3	10,8	56,3	6,8	7,8	0,8	203,0	10,4	19,9	6,0	209,5
4	13,8	50,8	7,5	7,2	0,8	168,1	9,9	18,2	6,1	184,5
5	12,5	55,0	7,3	8,1	0,8	174,9	10,6	19,3	5,9	194,3
6	12,1	49,2	7,2	8,1	0,7	173,0	10,9	18,9	6,3	187,8
7	12,5	56,0	6,8	8,1	0,7	203,0	10,7	18,8	4,6	207,1
8	13,0	50,4	7,6	7,6	0,8	192,0	10,5	19,3	6,3	198,6
9	12,5	49,2	7,0	8,1	0,7	173,7	10,1	18,3	5,6	185,8
10	12,1	47,2	6,6	8,1	0,8	168,3	10,1	18,7	5,9	181,6
11	12,5	47,1	7,0	7,4	0,8	167,9	10,6	19,0	5,4	181,2
12	24,3	44,8	6,2	6,4	0,7	148,0	7,3	16,2	3,3	158,9
13	91,3	26,3	3,1	3,5	0,4	80,0	5,4	9,6	2,8	91,1
14	65,1	29,2	4,2	4,6	0,4	90,3	6,2	11,0	4,3	105,0
15	56,0	31,2	3,9	4,7	0,5	92,9	6,9	11,9	3,6	109,2
16	45,9	33,5	4,8	4,9	0,5	105,0	6,5	12,6	5,2	120,5
17	69,5	27,2	3,5	4,1	0,4	90,0	6,0	11,4	3,2	100,8
18	159,8	21,3	2,4	2,9	0,2	75,1	6,0	6,2	3,0	79,5
19	161,0	22,5	1,9	2,7	0,3	72,3	6,1	7,0	2,2	78,8
20	58,9	31,5	4,5	4,1	0,5	98,0	7,1	10,7	4,3	111,6
21	60,4	34,0	3,9	4,4	0,4	100,0	6,5	11,5	3,0	113,7
22	45,2	38,0	5,1	5,1	0,6	117,0	6,5	12,3	3,6	129,8
23	35,3	42,2	5,3	6,1	0,7	133,5	7,2	14,7	3,0	146,0
24	31,3	41,4	5,5	6,3	0,8	140,2	7,7	13,6	3,6	149,0
25	32,0	40,4	5,7	5,5	0,7	131,3	7,4	13,3	4,9	143,6
26	35,9	41,1	5,1	5,0	0,7	122,0	6,7	13,7	5,6	138,9
27	38,5	36,6	4,5	5,3	0,7	120,8	7,1	12,2	4,3	131,0
28	37,1	38,0	4,6	5,6	0,7	134,2	6,8	13,8	4,4	140,9
29										
30										
31										

HIDROLOŠKI PROFIL DIMITROVGRAD										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
III 2010										
1	39,6	40,8	6,3	5,4	0,7	126,8	8,0	12,1	2,7	139,4
2	32,6	48,7	7,2	5,3	0,8	157,8	8,6	14,4	3,7	167,6
3	28,8	52,3	8,0	4,9	0,9	191,0	9,0	17,4	5,2	193,2
4	39,8	38,5	6,1	4,7	0,7	147,5	8,1	12,3	5,6	149,7
5	34,4	46,5	6,6	5,5	0,7	160,0	8,4	16,8	2,9	167,4
6	30,7	56,0	7,7	4,7	0,9	173,3	9,0	15,0	3,6	183,5
7	43,4	40,0	6,2	4,4	0,6	135,7	7,8	12,9	2,9	142,6
8	37,8	43,4	6,6	4,5	0,8	137,9	8,2	12,0	4,2	148,6
9	30,7	55,5	7,4	5,5	0,8	160,3	8,9	18,0	4,6	180,8
10	27,6	58,0	8,0	6,1	0,9	196,9	8,8	17,0	3,9	201,1
11	25,7	54,6	8,6	6,7	0,9	193,2	9,5	19,7	5,4	202,1
12	24,3	62,1	9,2	6,3	0,9	191,0	9,7	17,8	3,5	205,0
13	23,2	54,2	9,1	5,1	1,0	200,6	9,8	19,5	4,7	203,7
14	22,2	58,3	8,4	5,8	1,0	200,2	9,2	21,0	5,6	209,5
15	22,8	64,3	9,6	5,6	1,0	193,8	9,4	21,2	4,5	212,5
16	28,8	56,3	7,6	5,1	0,9	163,7	9,2	18,3	5,2	184,5
17	31,3	48,8	7,2	4,8	0,8	172,6	8,6	17,1	3,6	177,1
18	28,8	57,6	7,7	5,9	1,0	180,7	8,8	19,2	3,2	193,7
19	27,0	51,7	7,9	4,8	0,9	179,2	8,9	18,3	6,0	188,1
20	25,3	61,6	8,6	5,1	0,9	199,1	8,7	20,4	4,1	209,0
21	24,3	52,5	9,5	5,5	0,9	208,7	8,9	16,5	3,8	201,9
22	23,2	51,7	9,0	6,1	1,0	199,3	9,7	21,0	5,8	204,0
23	22,8	64,5	9,0	5,9	1,0	194,7	9,2	19,4	6,0	212,3
24	22,2	61,9	8,9	5,4	0,9	202,1	9,2	19,6	5,4	212,3
25	23,2	62,0	8,5	6,9	0,9	207,2	9,1	20,8	5,8	217,6
26	25,3	57,6	8,4	5,1	0,9	185,1	9,3	19,7	4,8	198,3
27	27,6	55,2	8,5	4,9	0,9	185,6	9,1	19,0	5,0	195,4
28	29,5	55,0	8,4	5,0	0,9	169,3	9,0	18,5	5,2	186,6
29	28,8	52,0	8,2	5,1	0,8	173,3	9,2	17,3	5,8	185,0
30	27,6	54,5	7,2	4,8	0,9	182,9	9,4	18,0	4,0	190,2
31	25,7	51,3	8,9	6,9	0,9	200,3	9,0	18,3	4,8	200,2
IV 2010										
1	24,3	52,5	7,7	7,2	1,0	191,2	9,0	19,7	3,6	196,2
2	22,8	55,5	8,2	7,5	0,8	210,3	9,4	21,4	3,1	211,0
3	26,3	47,1	9,3	8,8	0,8	198,0	9,0	18,5	4,7	197,2
4	32,6	51,2	6,2	5,6	0,8	154,9	8,7	14,8	4,2	168,9
5	28,2	50,4	7,2	7,7	0,9	177,0	9,2	19,4	5,7	189,1
6	22,8	55,0	8,6	8,8	1,0	206,2	10,2	21,5	4,2	212,3
7	21,2	56,3	8,0	6,3	1,0	195,8	10,2	22,3	5,7	207,8
8	21,8	56,7	8,4	6,9	0,9	205,3	10,2	21,0	3,4	210,1
9	21,2	55,4	6,8	8,5	0,8	194,3	10,1	21,7	5,0	205,4
10	20,2	67,0	9,3	8,1	0,9	230,0	9,8	22,0	5,0	237,2
11	20,2	56,3	8,3	7,6	0,9	201,1	9,4	23,1	6,6	212,9
12	19,6	57,9	9,9	9,7	0,9	220,0	9,0	22,6	4,0	224,0
13	18,5	67,1	8,9	8,8	0,9	227,4	10,2	21,9	5,3	236,7
14	17,4	68,8	10,4	8,6	0,9	222,0	9,7	23,2	4,5	237,2
15	19,1	63,7	9,1	8,0	1,1	232,7	9,3	22,1	5,9	235,6
16	20,7	62,9	8,5	7,8	0,8	211,0	8,3	22,0	5,1	220,9
17	25,3	57,5	7,2	6,3	0,8	200,7	7,6	19,8	4,1	203,7
18	41,5	39,8	5,9	4,9	0,6	140,0	6,8	13,5	3,8	145,2
19	37,8	45,1	5,2	4,8	0,6	142,1	6,9	14,0	3,1	150,8
20	32,0	50,8	6,3	5,2	0,8	155,2	7,2	14,7	4,8	167,4
21	37,1	41,2	6,1	6,9	0,7	136,3	6,8	14,4	3,6	147,8
22	70,6	30,1	5,2	4,8	0,4	98,2	6,3	10,2	4,1	110,2
23	63,7	32,8	5,7	5,3	0,4	105,7	6,5	11,8	3,5	118,9
24	47,9	38,0	5,6	4,4	0,5	120,8	6,5	11,5	2,6	129,5
25	39,6	42,5	5,8	5,6	0,6	135,9	7,4	11,9	6,2	147,9
26	35,3	45,1	6,7	6,3	0,6	154,0	8,2	13,9	4,8	162,5
27	32,0	48,3	6,7	6,9	0,8	167,0	7,8	17,5	4,7	176,1
28	30,1	50,2	7,1	6,8	0,8	185,0	8,6	18,0	3,0	187,0
29	27,6	54,3	7,7	8,3	0,9	190,3	8,6	18,5	3,5	196,8
30	25,3	60,0	8,7	8,6	0,8	205,9	8,9	19,8	3,8	213,6
31										

HIDROLOŠKI PROFIL DIMITROVGRAD										
datum	q (l/s/km ²)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)
V 2010										
1	23,7	58,7	8,3	7,6	0,8	200,0	8,2	20,3	4,6	208,5
2	22,8	57,6	9,2	9,8	0,9	189,0	7,8	21,0	5,9	206,7
3	22,2	55,7	9,1	8,2	0,8	183,0	8,2	21,5	3,1	198,1
4	20,7	64,3	9,8	8,5	1,0	225,0	8,2	22,9	3,9	231,1
5	20,2	60,5	7,8	8,7	0,9	214,0	8,2	21,4	4,6	219,0
6	20,2	63,5	8,7	8,9	0,9	202,0	7,8	22,8	3,8	217,4
7	20,2	56,9	8,1	8,5	0,9	222,0	8,7	22,0	3,8	219,9
8	19,6	66,0	9,5	8,9	0,9	206,0	8,6	22,8	3,6	223,3
9	17,9	64,5	10,7	10,5	1,1	213,0	9,0	24,1	6,6	233,0
10	27,6	53,7	6,8	7,4	0,8	194,0	7,5	15,3	5,4	193,8
11	23,7	60,5	9,2	8,3	1,0	210,0	8,5	20,2	3,8	216,5
12	23,2	54,2	8,6	8,1	0,9	194,0	8,2	17,6	4,5	199,0
13	22,2	57,3	9,6	8,3	0,9	209,0	9,4	20,6	2,9	213,5
14	19,6	59,5	9,9	9,5	1,0	210,0	8,2	22,2	5,4	220,6
15	18,5	66,8	8,4	10,1	1,0	228,0	8,2	23,3	3,5	235,3
16	17,9	65,8	9,2	10,8	1,0	213,0	8,1	23,7	5,9	230,9
17	44,0	36,4	6,3	5,1	0,5	132,0	6,6	13,6	4,6	139,1
18	31,3	50,2	7,1	7,0	0,9	179,0	7,3	16,9	5,7	184,5
19	82,6	28,0	4,4	4,3	0,4	100,0	7,7	9,6	1,7	106,1
20	62,2	35,0	4,8	4,7	0,4	106,8	6,2	10,5	3,5	118,6
21	43,8	39,3	5,3	6,1	0,6	142,3	6,7	15,3	3,2	147,6
22	28,2	56,0	7,6	8,7	0,7	177,0	7,3	18,8	4,8	192,5
23	20,0	60,5	9,7	8,3	0,9	192,0	7,7	21,6	4,9	209,4
24	15,6	72,6	9,7	10,7	1,0	240,0	8,2	21,2	3,8	247,1
25	11,2	70,0	12,0	12,6	1,1	293,0	9,4	25,3	6,6	283,5
26	9,1	79,5	11,1	13,6	1,1	282,0	10,9	27,8	4,1	289,1
27	12,0	77,8	10,6	12,1	1,0	290,0	9,2	24,4	6,5	286,6
28	10,1	78,0	11,0	12,9	1,0	289,3	10,6	27,0	5,1	290,2
29	8,5	79,6	12,8	13,8	1,2	297,0	11,4	26,8	5,6	299,6
30	6,5	80,0	13,0	14,9	1,2	295,0	11,9	28,0	6,9	303,4
31	5,5	83,2	9,6	15,4	1,3	280,0	12,0	27,6	4,1	293,2

Prilog 2. Koncentracije suspendovanog nanosa Cs (g/l) u vodama Nišave

HIDROLOŠKI PROFIL NIŠ 2009. GODINA												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,0125	0,0376	0,0099	0,5160	0,0165	0,0130	0,0130	0,0033	0,0035	0,0073	0,0053	0,0059
2	0,0141	0,0180	0,0116	0,3420	0,0184	0,0178	0,0150	0,0027	0,0040	0,0104	0,0048	0,0037
3	0,0189	0,0108	0,0396	0,3080	0,0235	0,0637	0,0154	0,0032	0,0037	0,0104	0,0063	0,0062
4	0,0105	0,0100	0,0368	0,2270	0,0238	0,0454	0,0145	0,0037	0,0038	0,0046	0,0069	0,0057
5	0,0129	0,0260	0,1221	0,0730	0,0319	0,0197	0,0146	0,0024	0,0038	0,0036	0,0072	0,0035
6	0,0359	0,0342	0,1232	0,0378	0,0269	0,0069	0,0130	0,0024	0,0038	0,0044	0,0074	0,0085
7	0,0291	0,0240	0,2750	0,0354	0,0333	0,0067	0,0135	0,0033	0,0045	0,0056	0,0068	0,0154
8	0,0173	0,0123	0,2890	0,0698	0,0421	0,0051	0,0019	0,0021	0,0038	0,0039	0,0087	0,0455
9	0,0145	0,0310	0,1306	0,0334	0,0260	0,0063	0,0248	0,0027	0,0042	0,0039	0,0098	0,0670
10	0,0169	0,0327	0,0712	0,0872	0,0215	0,0105	0,0121	0,0024	0,0040	0,0037	0,0159	0,1730
11	0,0258	0,0097	0,0750	0,0232	0,0210	0,0122	0,0120	0,0027	0,0039	0,0041	0,1400	0,1380
12	0,0298	0,0673	0,0620	0,0689	0,0114	0,0280	0,0189	0,0024	0,0036	0,0043	0,0197	0,0913
13	0,0311	0,0523	0,0763	0,0921	0,0093	0,0055	0,1160	0,0029	0,0038	0,0036	0,0169	0,0158
14	0,0344	0,0401	0,1223	0,0442	0,0115	0,0177	0,0201	0,0025	0,0038	0,0053	0,0158	0,0042
15	0,0235	0,0173	0,0880	0,0164	0,0073	0,0075	0,0199	0,0027	0,0039	0,0069	0,0112	0,0133
16	0,0173	0,0092	0,0690	0,0129	0,0133	0,0067	0,0193	0,0029	0,0039	0,0058	0,0104	0,0400
17	0,0304	0,0159	0,0880	0,0419	0,0139	0,0058	0,0187	0,0030	0,0048	0,0051	0,0098	0,0034
18	0,0136	0,0081	0,0322	0,0098	0,0119	0,0300	0,0182	0,0027	0,0037	0,0045	0,0094	0,0091
19	0,0130	0,0066	0,0398	0,0143	0,0162	0,0056	0,0153	0,0055	0,0041	0,0044	0,0101	0,0015
20	0,0097	0,0055	0,0321	0,0145	0,0148	0,0035	0,0098	0,0031	0,0043	0,0057	0,0097	0,0020
21	0,0113	0,0095	0,0359	0,0533	0,0143	0,0070	0,0092	0,0037	0,0039	0,0048	0,0093	0,0016
22	0,0094	0,0112	0,0426	0,0448	0,0154	0,0071	0,0087	0,0045	0,0037	0,0045	0,0088	0,0108
23	0,0219	0,0150	0,0352	0,0241	0,0139	0,0205	0,0082	0,0031	0,0039	0,0046	0,0089	0,0039
24	0,0229	0,0104	0,0800	0,0155	0,0114	0,0210	0,0065	0,0029	0,0040	0,0039	0,0109	0,0777
25	0,0348	0,0117	0,0633	0,0149	0,0064	0,0249	0,0052	0,0040	0,0037	0,0036	0,0099	0,1060
26	0,0336	0,0186	0,0640	0,038	0,0098	0,0197	0,0054	0,0041	0,0036	0,0033	0,0101	0,1300
27	0,1110	0,0103	0,0860	0,0119	0,0080	0,0112	0,0052	0,0034	0,0042	0,0038	0,0097	0,1650
28	0,1300	0,0039	0,1090	0,0129	0,0103	0,0150	0,0047	0,0036	0,0039	0,0041	0,0093	1,0191
29	0,6070		0,1150	0,0062	0,0196	0,0142	0,0036	0,0029	0,0042	0,0043	0,0072	0,5390
30	0,1930		0,2050	0,0174	0,0104	0,0390	0,0033	0,0030	0,0061	0,0033	0,0068	0,2854
31	0,0830		0,3738		0,0123		0,0028	0,0028		0,0045		0,1300

HIDROLOŠKI PROFIL NIŠ 2010. GODINA												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,0237	0,0018	0,3970	0,1280	0,0970	0,1740	0,0926	0,0195	0,0135	0,0083	0,0520	0,0685
2	0,0165	0,0071	0,4480	0,0125	0,1140	0,1260	0,1147	0,0154	0,0155	0,0160	0,0560	0,0685
3	0,0390	0,0125	0,4459	0,0667	0,0205	0,1040	0,0734	0,0360	0,0122	0,0160	0,0570	0,0954
4	0,0313	0,0148	0,5300	0,0322	0,0630	0,0640	0,0979	0,0615	0,0196	0,0113	0,0501	0,2810
5	0,0258	0,0156	0,4439	0,0378	0,0630	0,0951	0,0699	0,0224	0,0058	0,0217	0,0430	0,5698
6	0,0209	0,0150	0,2970	0,0752	0,0851	0,1245	0,0611	0,0378	0,0147	0,0177	0,0259	0,3630
7	0,1170	0,0102	0,1950	0,0420	0,1444	0,0731	0,0350	0,0184	0,0312	0,0152	0,0476	0,2160
8	0,2020	0,0052	0,3227	0,0300	0,3500	0,0611	0,0573	0,0283	0,0116	0,0243	0,0273	0,2030
9	0,0990	0,0069	0,3354	0,0216	0,0579	0,0937	0,0434	0,0126	0,0080	0,0256	0,0285	0,1140
10	0,0680	0,0061	0,1830	0,0244	0,0817	0,0490	0,0349	0,0120	0,0070	0,0273	0,0284	0,1030
11	0,0607	0,0166	0,0330	0,0361	0,0781	0,0315	0,0447	0,0220	0,0176	0,0273	0,0322	0,0768
12	0,0530	0,0266	0,1890	0,0321	0,0577	0,0413	0,0349	0,0385	0,0056	0,0176	0,0420	0,0560
13	0,0385	0,1500	0,1120	0,0640	0,0460	0,0731	0,0651	0,0084	0,0105	0,0206	0,0377	0,0517
14	0,0148	0,0324	0,0680	0,0640	0,0837	0,0860	0,0662	0,0377	0,0043	0,0320	0,0388	0,0800
15	0,0350	0,0648	0,0559	0,0671	0,0886	0,0713	0,0480	0,0133	0,0110	0,0338	0,0514	0,0517
16	0,0213	0,1709	0,0475	0,1268	0,4870	0,0599	0,0611	0,0183	0,0055	0,0531	0,0194	0,0260
17	0,0089	0,2400	0,0392	0,2466	0,8960	0,0662	0,0372	0,0252	0,0043	0,0827	0,0186	0,0650
18	0,0150	0,5976	0,1080	0,2490	1,1500	0,0713	0,0453	0,0121	0,0043	0,0870	0,0380	0,0531
19	0,0075	1,3177	0,0487	0,3020	1,7300	0,1160	0,0319	0,0070	0,0056	0,0814	0,0194	0,0810
20	0,0124	2,8166	0,0489	0,5800	1,6300	0,0800	0,0614	0,0091	0,0134	0,0979	0,0180	0,0510
21	0,0033	0,7770	0,0699	1,8690	0,8542	0,0602	0,0853	0,0070	0,0043	0,0733	0,0580	0,0305
22	0,0095	0,6300	0,1720	1,2480	0,7863	0,0867	0,0538	0,0026	0,0040	0,0443	0,0150	0,0610
23	0,0212	0,4430	0,1870	0,5050	0,6560	0,0994	0,0705	0,0049	0,0143	0,0260	0,0443	0,0600
24	0,0099	0,3640	0,1360	0,3100	0,5740	0,0834	0,0462	0,0296	0,0152	0,0564	0,0688	0,1240
25	0,0068	0,3540	0,1380	0,1300	0,4040	0,0734	0,0469	0,0245	0,0152	0,0607	0,0851	0,0663
26	0,0032	0,5980	0,1011	0,1000	0,3400	0,0611	0,0091	0,0189	0,0160	0,0936	0,1000	0,1250
27	0,0077	0,5510	0,0985	0,0530	0,2520	0,0800	0,0236	0,0065	0,0160	0,0499	0,0443	0,1220
28	0,0132	0,4330	0,1610	0,0494	0,2060	0,0563	0,0315	0,0112	0,0160	0,0480	0,0260	0,0769
29	0,0148		0,3760	0,0174	0,1700	0,0480	0,0280	0,0048	0,0160	0,0873	0,0560	0,0530
30	0,0023		0,2570	0,0220	0,1340	0,0827	0,0510	0,0031	0,0160	0,0720	0,0260	0,0890
31												

HIDROLOŠKI PROFIL DIMITROVGRAD 2009. GODINA												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,0098	0,0530	0,0343	0,5400	0,0239	0,0168	0,0531	0,0242	0,0184	0,0598	0,0372	0,0125
2	0,0087	0,0350	0,0760	0,3980	0,0283	0,0193	0,1120	0,0213	0,0298	0,0531	0,0342	0,0189
3	0,0101	0,0325	0,0896	0,1360	0,0315	0,0195	0,1840	0,0182	0,0192	0,0481	0,0336	0,0172
4	0,0125	0,0243	0,1130	0,1290	0,0302	0,0177	0,1450	0,0150	0,0132	0,0552	0,0303	0,0236
5	0,0126	0,0880	0,1570	0,1240	0,0250	0,0168	0,1240	0,0410	0,0242	0,0569	0,0310	0,0389
6	0,0099	0,1120	0,2140	0,0970	0,0275	0,0172	0,0910	0,0461	0,0221	0,0123	0,0345	0,0456
7	0,0106	0,0470	0,5900	0,1430	0,0240	0,0162	0,0586	0,0338	0,0348	0,0068	0,0299	0,0132
8	0,0118	0,0430	0,2490	0,0740	0,0180	0,0161	0,0493	0,0237	0,0415	0,0082	0,0280	0,0690
9	0,0094	0,0260	0,1770	0,0412	0,0218	0,0226	0,0421	0,0200	0,0362	0,0125	0,0251	0,0693
10	0,0120	0,0199	0,1160	0,0181	0,0172	0,0187	0,0441	0,0225	0,0366	0,0162	0,0174	0,0710
11	0,0138	0,0430	0,1660	0,0418	0,0175	0,0173	0,0421	0,0123	0,0378	0,0156	0,0451	0,0583
12	0,0133	0,2170	0,1290	0,0349	0,0172	0,0174	0,8500	0,0158	0,0363	0,0145	0,2180	0,0883
13	0,0210	0,0815	0,1460	0,0312	0,0167	0,0176	0,5620	0,0262	0,0383	0,0028	0,2380	0,0427
14	0,0148	0,0590	0,0790	0,0262	0,0170	0,0157	0,3470	0,0205	0,0404	0,0321	0,1760	0,0158
15	0,0112	0,0370	0,0900	0,0240	0,0163	0,0148	0,2300	0,0273	0,0376	0,0128	0,1070	0,0277
16	0,0110	0,0461	0,0900	0,0205	0,0188	0,0164	0,1980	0,0339	0,0325	0,0799	0,0780	0,0303
17	0,0107	0,0386	0,0574	0,0216	0,0210	0,0164	0,1600	0,0147	0,0270	0,0800	0,0710	0,0617
18	0,0115	0,0351	0,0950	0,0221	0,0248	0,0147	0,1700	0,0140	0,0227	0,0359	0,0570	0,0542
19	0,0108	0,0239	0,0415	0,0263	0,0225	0,0142	0,1350	0,0084	0,0425	0,1180	0,0244	0,0171
20	0,0107	0,0294	0,0295	0,0159	0,0160	0,0142	0,1380	0,0065	0,0336	0,1890	0,0265	0,0627
21	0,0129	0,0173	0,0537	0,0112	0,0156	0,0301	0,0970	0,0096	0,0298	0,1340	0,0245	0,0450
22	0,0136	0,0293	0,0334	0,0115	0,0209	0,0427	0,0526	0,0135	0,0303	0,1013	0,0256	0,0555
23	0,0152	0,0125	0,0493	0,0110	0,0171	0,0360	0,0461	0,0160	0,0275	0,1109	0,0271	0,0757
24	0,0169	0,0180	0,0393	0,0275	0,0197	0,0371	0,0348	0,0167	0,0213	0,0970	0,0249	0,0600
25	0,0359	0,0108	0,0244	0,0260	0,0176	0,0573	0,0300	0,0024	0,0186	0,0969	0,0236	0,2340
26	0,0720	0,0150	0,0298	0,0329	0,0135	0,0420	0,0474	0,0072	0,0232	0,0866	0,0204	0,3730
27	0,0398	0,0114	0,0310	0,0262	0,0138	0,0336	0,0198	0,0049	0,0207	0,0788	0,0188	0,3520
28	0,6300	0,0143	0,0176	0,0253	0,0135	0,0427	0,0036	0,0097	0,0236	0,0644	0,0175	1,0400
29	0,6300		0,0300	0,0253	0,0135	0,0503	0,0033	0,0098	0,0176	0,0296	0,0169	0,3310
30	0,1640		0,1830	0,0248	0,0185	0,0734	0,0022	0,0101	0,0257	0,0745	0,0122	0,2170
31	0,0760		0,3980		0,0204		0,0135	0,0105		0,0701		0,2060

HIDROLOŠKI PROFIL DIMITROVGRAD 2010. GODINA												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,1172	0,0088	0,4990	0,1800	0,2540	0,0193	0,0427	0,0215	0,0238	0,0220	0,0210	0,0261
2	0,0631	0,0118	0,2670	0,1880	0,2426	0,0200	0,0414	0,0215	0,0238	0,0214	0,0207	0,0302
3	0,0690	0,0151	0,2480	0,327	0,2389	0,0467	0,0442	0,0215	0,0238	0,0218	0,0208	0,0439
4	0,0861	0,0169	0,4600	0,5000	0,2356	0,0538	0,0352	0,0215	0,0238	0,0212	0,0208	0,0439
5	0,0680	0,0241	0,4040	0,3410	0,2224	0,0453	0,0285	0,0215	0,0222	0,0207	0,0208	0,1012
6	0,1285	0,0361	0,2390	0,2640	0,2256	0,0638	0,0222	0,0213	0,0224	0,0251	0,0208	0,1390
7	0,3600	0,0492	0,6510	0,1860	0,2269	0,0553	0,0232	0,0214	0,0238	0,0226	0,0203	0,9720
8	0,2120	0,0682	0,3400	0,1498	0,2272	0,0401	0,0230	0,0214	0,0225	0,0222	0,0208	0,2920
9	0,1729	0,0932	0,2610	0,1450	0,2299	0,0400	0,0213	0,0216	0,0255	0,0244	0,0205	0,1770
10	0,1748	0,1005	0,1770	0,1520	0,3842	0,0315	0,0215	0,0214	0,0238	0,0214	0,0205	0,1270
11	0,1497	0,1040	0,1820	0,1920	0,3446	0,0222	0,0233	0,0212	0,0238	0,0222	0,0203	0,0640
12	0,1194	0,1000	0,1900	0,1890	0,3617	0,0328	0,0264	0,0211	0,0238	0,0219	0,0205	0,0590
13	0,1250	0,5700	0,1050	0,2000	0,2188	0,0281	0,0302	0,0211	0,0238	0,0217	0,0205	0,0843
14	0,1147	0,3600	0,1140	0,2000	0,2571	0,0180	0,0213	0,0210	0,0232	0,0250	0,0205	0,0590
15	0,0926	0,2400	0,1580	0,2620	0,3160	0,0233	0,0258	0,0225	0,0228	0,0223	0,0203	0,0340
16	0,0818	0,3000	0,2110	0,3200	0,2540	0,0260	0,0297	0,0226	0,0219	0,0267	0,0205	0,0760
17	0,0360	0,3700	0,2480	0,3640	0,5600	0,0180	0,0223	0,0228	0,0220	0,0215	0,0205	0,1080
18	0,0308	2,6600	0,2260	0,4800	0,5610	0,0252	0,0223	0,0229	0,0233	0,0213	0,0205	0,0720
19	0,0403	2,5900	0,2280	0,5430	1,1100	0,0269	0,0221	0,0238	0,0229	0,0213	0,0203	0,0460
20	0,0315	0,3500	0,2080	0,5480	1,6900	0,0262	0,0221	0,0238	0,0228	0,0215	0,0205	0,0363
21	0,0126	0,2600	0,1430	0,6530	0,8860	0,0206	0,0247	0,0238	0,0227	0,0213	0,0205	0,0346
22	0,0213	0,2200	0,1390	1,2800	0,7800	0,0184	0,0245	0,0238	0,0226	0,0210	0,0203	0,0329
23	0,0325	0,2400	0,1370	1,2500	0,3070	0,0228	0,0258	0,0238	0,0227	0,0208	0,0205	0,0800
24	0,0237	0,1629	0,1590	1,0660	0,0760	0,0291	0,0232	0,0238	0,0226	0,0205	0,0230	0,0308
25	0,0025	0,1638	0,1490	0,9270	0,1096	0,0176	0,0223	0,0238	0,0228	0,0205	0,0521	0,0850
26	0,0017	0,1600	0,1900	0,7720	0,0310	0,0164	0,0274	0,0238	0,0225	0,0205	0,0426	0,0850
27	0,0024	0,2600	0,2380	0,6280	0,0400	0,0233	0,0241	0,0238	0,0227	0,0213	0,0368	0,0890
28	0,0101	0,1700	0,2440	0,5730	0,0556	0,0300	0,0232	0,0238	0,0207	0,0269	0,0274	0,0680
29	0,0182		0,2060	0,3730	0,0403	0,0448	0,0279	0,0238	0,0211	0,0241	0,0319	0,1420
30	0,0130		0,2300	0,2500	0,0389	0,0562	0,0258	0,0206	0,0227	0,0256	0,0331	0,1440
31	0,0063		0,1600		0,0218		0,0216	0,0238		0,0211		0,1140

HIDROLOŠKI PROFIL BELA PALANKA																		
	2009. GODINA										2010. GODINA							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
1	0.0060	0.0244	0.0058	0.0821	0.0104	0.0052	0.0075	0.0025	0.0018	0.0052	0.0027	0.0146	0.0314	0.0103	0.0880	0.1120	0.0636	0.0636
2	0.0055	0.0154	0.0148	0.1259	0.0130	0.0089	0.0082	0.0029	0.0008	0.0072	0.0061	0.0096	0.0320	0.0136	0.0970	0.0691	0.0343	0.0624
3	0.0039	0.0209	0.0173	0.1222	0.0139	0.0138	0.0062	0.0024	0.0009	0.0093	0.0072	0.0169	0.0236	0.0155	0.1603	0.0667	0.0308	0.0629
4	0.0036	0.0253	0.0451	0.0313	0.0120	0.0116	0.0059	0.0034	0.0015	0.0034	0.0068	0.0175	0.0217	0.0290	0.1782	0.0322	0.0322	0.0480
5	0.0063	0.0137	0.0457	0.0415	0.0115	0.0110	0.0051	0.0032	0.0011	0.0027	0.0083	0.0130	0.0220	0.0180	0.1870	0.0480	0.0480	0.0413
6	0.0246	0.0212	0.0514	0.0241	0.0094	0.0097	0.0047	0.0030	0.0014	0.0033	0.0090	0.0200	0.0216	0.0220	0.1090	0.0900	0.0448	0.0480
7	0.0082	0.0137	0.0680	0.0339	0.0141	0.0089	0.0049	0.0024	0.0010	0.0047	0.0107	0.0199	0.0224	0.0310	0.1082	0.0378	0.1063	0.0413
8	0.0074	0.0047	0.0685	0.0223	0.0112	0.0018	0.0043	0.0023	0.0011	0.0062	0.0137	0.0172	0.0230	0.0290	0.1380	0.0752	0.0287	0.0320
9	0.0088	0.0124	0.0375	0.0371	0.0092	0.0015	0.0022	0.0021	0.0007	0.0028	0.0124	0.0442	0.0230	0.0330	0.0702	0.0420	0.0420	0.0387
10	0.0058	0.0123	0.0313	0.0181	0.0100	0.0045	0.0073	0.0018	0.0007	0.0018	0.0272	0.0370	0.0133	0.0240	0.0453	0.0019	0.0315	0.0394
11	0.0078	0.0110	0.0232	0.0224	0.0100	0.0035	0.0330	0.0020	0.0010	0.0108	0.0301	0.0341	0.0181	0.0220	0.0389	0.0216	0.0216	0.0352
12	0.0082	0.0492	0.0214	0.0329	0.0091	0.0079	0.1352	0.0035	0.0011	0.0078	0.0305	0.0270	0.0199	0.0360	0.0356	0.0244	0.0244	0.0224
13	0.0089	0.0302	0.0188	0.0480	0.0091	0.0089	0.0822	0.0038	0.0006	0.0086	0.0240	0.0269	0.0095	0.0240	0.0332	0.0361	0.0361	0.0302
14	0.0105	0.0175	0.0080	0.0284	0.0091	0.0068	0.0341	0.0032	0.0008	0.0082	0.0215	0.0226	0.0079	0.0270	0.0307	0.0321	0.0321	0.0215
15	0.0112	0.0280	0.0020	0.0148	0.0083	0.0079	0.0224	0.0027	0.0012	0.0103	0.0218	0.0354	0.0160	0.0240	0.0286	0.0671	0.0252	0.0308
16	0.0118	0.0135	0.0065	0.0282	0.0083	0.0077	0.0200	0.0088	0.0010	0.0076	0.0221	0.0239	0.0158	0.0330	0.0110	0.1612	0.1612	0.0322
17	0.0106	0.0068	0.0092	0.0171	0.0110	0.0082	0.0155	0.0082	0.0029	0.0098	0.0220	0.0210	0.0151	0.0180	0.0339	0.1268	0.1400	0.0330
18	0.0100	0.0073	0.0043	0.0121	0.0083	0.0098	0.0070	0.0075	0.0032	0.0055	0.0218	0.0313	0.0101	0.0970	0.0333	0.0420	0.1740	0.0384
19	0.0097	0.0100	0.0089	0.0094	0.0099	0.0078	0.0059	0.0158	0.0041	0.0073	0.0193	0.0173	0.0128	0.2430	0.0297	0.0420	0.2072	0.0306
20	0.0010	0.0173	0.0073	0.0162	0.0071	0.0064	0.0089	0.0101	0.0031	0.0081	0.0186	0.0128	0.0048	0.2730	0.0271	0.1850	0.2142	0.0287
21	0.0099	0.0178	0.0120	0.0064	0.0125	0.0134	0.0025	0.0098	0.0009	0.0070	0.0180	0.0264	0.0045	0.2730	0.0358	0.7500	0.1425	0.0420
22	0.0187	0.0155	0.0146	0.0171	0.0087	0.0103	0.0020	0.0621	0.0027	0.0047	0.0124	0.0296	0.0133	0.2030	0.0699	0.1870	0.1136	0.0320
23	0.0183	0.0232	0.0073	0.0158	0.0084	0.0070	0.0515	0.0102	0.0036	0.0041	0.0207	0.0196	0.0152	0.1650	0.0781	0.1570	0.0918	0.0310
24	0.0358	0.0234	0.0052	0.0075	0.0086	0.0057	0.0096	0.0074	0.0015	0.0049	0.0205	0.0210	0.0131	0.2380	0.1059	0.1170	0.1171	0.0264
25	0.0222	0.0192	0.0125	0.0151	0.0074	0.0051	0.0098	0.0071	0.0057	0.0039	0.0234	0.0414	0.0086	0.2710	0.1062	0.0981	0.1031	0.0230
26	0.0748	0.0250	0.0063	0.0187	0.0049	0.0069	0.0094	0.0052	0.0013	0.0042	0.0256	0.0509	0.0117	0.2310	0.1011	0.0518	0.0953	0.0249
27	0.0586	0.0116	0.0099	0.0224	0.0058	0.0032	0.0021	0.0041	0.0029	0.0034	0.0282	0.0495	0.0082	0.1000	0.0781	0.0228	0.0840	0.0302
28	0.1346	0.0149	0.0219	0.0339	0.0050	0.0054	0.0030	0.0038	0.0008	0.0028	0.0152	0.1152	0.0092	0.0880	0.0880	0.0189	0.1021	0.0193
29	0.1114		0.0178	0.0296	0.0133	0.0206	0.0016	0.0027	0.0058	0.0035	0.0142	0.0600	0.0088		0.1897	0.0174	0.0993	0.0264
30	0.0706		0.0868	0.0125	0.0145	0.0082	0.0017	0.0031	0.0050	0.0042	0.0138	0.0499	0.0096		0.1760	0.0101	0.0480	0.0230
31	0.0549		0.1441		0.0052		0.0020	0.0021		0.0046		0.0409	0.0098		0.1606		0.0413	

HIDROLOŠKI PROFIL PIROT																
2009. GODINA																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2010. GODINA				
1	0.0112	0.0166	0.0058	0.1940	0.0309	0.0480	0.0221	0.0030	0.0380	0.0010	0.0131	0.0247	0.0155	0.0521	0.0402	0.0775
2	0.0119	0.0112	0.0059	0.1370	0.0447	0.0530	0.0437	0.0030	0.0280	0.0013	0.0147	0.0223	0.0065	0.0638	0.0447	0.0730
3	0.0375	0.0072	0.0094	0.1530	0.0160	0.0287	0.0500	0.0370	0.0011	0.0083	0.0160	0.0222	0.0112	0.0671	0.0432	0.0637
4	0.0336	0.0147	0.0351	0.0850	0.0248	0.0148	0.0238	0.0206	0.0037	0.0009	0.0056	0.0261	0.0087	0.0557	0.0408	0.0781
5	0.0360	0.0168	0.0516	0.0377	0.0248	0.0180	0.0194	0.0034	0.0013	0.0029	0.0039	0.0290	0.0226	0.0740	0.0384	0.0706
6	0.0690	0.0133	0.0641	0.0520	0.0161	0.0211	0.0230	0.0044	0.0022	0.0026	0.0060	0.0295	0.0118	0.0675	0.0358	0.0677
7	0.0097	0.0110	0.2130	0.0570	0.0212	0.0157	0.0310	0.0231	0.0035	0.0009	0.0030	0.0342	0.0136	0.0640	0.0369	0.0580
8	0.0091	0.0093	0.1110	0.0530	0.0112	0.0142	0.0340	0.0047	0.0004	0.0048	0.0128	0.0335	0.0077	0.0740	0.0347	0.0669
9	0.0510	0.0078	0.0939	0.0637	0.0094	0.0150	0.0181	0.0267	0.0012	0.0101	0.0690	0.0457	0.0170	0.0820	0.0328	0.0508
10	0.0326	0.0119	0.0478	0.0460	0.0191	0.0158	0.0141	0.0294	0.0037	0.0012	0.0220	0.0461	0.0216	0.0580	0.0324	0.0480
11	0.0320	0.0140	0.0470	0.0222	0.0124	0.0245	0.0540	0.0033	0.0019	0.0451	0.0158	0.0405	0.0118	0.0498	0.0305	0.0858
12	0.0730	0.0210	0.0408	0.0266	0.0138	0.0322	0.0650	0.0024	0.0023	0.0160	0.0138	0.0528	0.0128	0.0594	0.0289	0.0289
13	0.0880	0.0208	0.0750	0.0700	0.0076	0.0300	0.0607	0.0112	0.0034	0.0028	0.0146	0.0340	0.0041	0.0397	0.0308	0.0545
14	0.0400	0.0165	0.0350	0.0499	0.0068	0.0340	0.0500	0.0164	0.0041	0.0120	0.0106	0.0303	0.0090	0.0259	0.0315	0.0665
15	0.0103	0.0077	0.0273	0.0267	0.0060	0.0193	0.0400	0.0068	0.0046	0.0117	0.0200	0.0253	0.0080	0.0228	0.0317	0.1025
16	0.0109	0.0081	0.0223	0.0150	0.0051	0.0156	0.0400	0.0101	0.0058	0.0015	0.0096	0.0199	0.0165	0.0298	0.0364	0.1124
17	0.0104	0.0060	0.0162	0.0071	0.0088	0.0348	0.0340	0.0174	0.0051	0.0018	0.0098	0.0228	0.0200	0.0591	0.0407	0.1664
18	0.0086	0.0132	0.0222	0.0184	0.0103	0.0139	0.0351	0.0320	0.0050	0.0011	0.0118	0.0146	0.0492	0.0317	0.0426	0.2265
19	0.0090	0.0090	0.0180	0.0200	0.0087	0.0059	0.0195	0.0269	0.0043	0.0005	0.0080	0.0259	0.0639	0.0326	0.0790	0.2345
20	0.0083	0.0113	0.0128	0.0292	0.0094	0.0081	0.0403	0.0029	0.0012	0.0132	0.0084	0.0191	0.0728	0.0224	0.0854	0.2178
21	0.0084	0.0106	0.0144	0.0212	0.0053	0.0087	0.0270	0.0013	0.0008	0.0146	0.0160	0.0197	0.1291	0.0318	0.2984	0.2035
22	0.0122	0.0048	0.0181	0.0567	0.0085	0.0101	0.0485	0.0157	0.0021	0.0007	0.0102	0.0236	0.0432	0.0430	0.3748	0.1920
23	0.0238	0.0157	0.0251	0.0386	0.0054	0.0410	0.0384	0.0098	0.0021	0.0017	0.0145	0.0276	0.0235	0.0438	0.3105	0.1900
24	0.0277	0.0058	0.0169	0.0439	0.0037	0.0340	0.0481	0.0056	0.0028	0.0021	0.0135	0.0186	0.0632	0.0532	0.0666	0.1655
25	0.0104	0.0180	0.0560	0.0228	0.0026	0.0288	0.0409	0.0091	0.0023	0.0024	0.0090	0.0166	0.0537	0.0376	0.0629	0.1628
26	0.0570	0.0068	0.0214	0.0059	0.0059	0.0344	0.0375	0.0098	0.0014	0.0015	0.0135	0.0460	0.0652	0.0387	0.0567	0.1662
27	0.0650	0.0059	0.0158	0.0080	0.0049	0.0222	0.0386	0.0095	0.0005	0.0019	0.0211	0.0850	0.0189	0.0436	0.0452	0.1593
28	0.1270	0.0031	0.0480	0.0139	0.0064	0.0129	0.0260	0.0087	0.0009	0.0011	0.0139	0.1510	0.0255	0.0451	0.0398	0.1550
29	0.2180		0.0530	0.0114	0.0152	0.0321	0.0409	0.0080	0.0088	0.0023	0.0163	0.1215	0.0182		0.0820	0.1300
30	0.0710		0.1009	0.0074	0.0256	0.0450	0.0352	0.0092	0.0083	0.0019	0.0133	0.0600	0.0166		0.0582	0.1062
31	0.0690		0.2272		0.0298		0.0287	0.0072	0.00152		0.0450	0.0111		0.0402		0.0776

BIOGRAFIJA

Sanja Mustafić rođena je u Užicu 12.07.1974. godine. Osnovnu školu i gimnaziju - prirodno-matematički smer završila je u Bajinoj Bašti. Geografski fakultet u Beogradu upisala je 1993. godine, a na istom diplomirala 1998. temi "*Erozija u slivu Dragovištice*". Na istom fakultetu, u školskoj 1998/99. godini, upisala je poslediplomske studije na smeru fizička geografija - smer geomorfologija. Magistarski pod nazivom "*Erozija u slivu Temštice*" odbranila je u martu 2007. godine.

Od januara 2000. godine, zaposlena je na Geografskom fakultetu u Beogradu, u Laboratoriji za fizičku geografiju, na mesto istraživača pripravnika. Od novembra 2002. je u zvanju stručnog saradnika. U zvanje asistenta (uža naučna oblast fizička geografija) izabrana je 2007. godine.

Od 2001-2005. bila je angažovana na projektu "*Geografske osnove razvoja Srbije*", a od 2006-2010. na projektu "*Intenzitet mehaničke i hemijske erozije i akumulacije u Istočnoj Srbiji*" koje su finansirali Ministarstva nauke i zaštite životne sredine Republike Srbija, a čiji je nosilac bio Geografski fakultet Univerziteta u Beogradu. Od 2012. godine angažovana je na projektu "*Istraživanje klimatskih promena na životnu srednu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje*" čiji je nosilac Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, a koji finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.

Član je Srpskog geografskog društva od 1993., a od 2006. godine član je World Association of Soil and Water Conservation.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а мр Сања Мустафдић
број индекса _____

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом
ГЕОГРАФСКИ ФАКТОРИ КАО ДЕТЕРМИНАНТЕ ИНТЕНЗИТЕТА ЕРОЗИЈЕ
У СЛИВУ НИШАВЕ

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, _____

Прилог 2.

**Изјава о истоветности штампане и електронске
верзије докторског рада**

Име и презиме аутора _____ мр Сања Мустафић _____
Број индекса _____
Студијски програм _____
Наслов рада _____ ГЕОГРАФСКИ ФАКТОРИ КАО ДЕТЕРМИНАНТЕ
ИНТЕНЗИТЕТА ЕРОЗИЈЕ _____
У СЛИВУ НИШАВЕ _____
Ментор _____ др Предраг Манојловић _____

Потписани/а _____

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, _____

Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

ГЕОГРАФСКИ ФАКТОРИ КАО ДЕТЕРМИНАНТЕ ИНТЕНЗИТЕТА ЕРОЗИЈЕ
У СЛИВУ НИШАВЕ

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанда

У Београду, _____

1. Ауторство - Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
5. Ауторство – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а мр Сања Мустафдић
број индекса _____

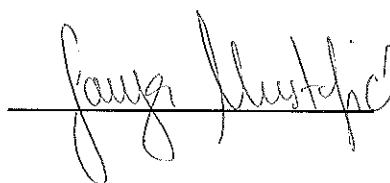
Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом
ГЕОГРАФСКИ ФАКТОРИ КАО ДЕТЕРМИНАНТЕ ИНТЕНЗИТЕТА ЕРОЗИЈЕ
У СЛИВУ НИШАВЕ

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 25.12.2012.



Прилог 2.

**Изјава о истоветности штампане и електронске
верзије докторског рада**

Име и презиме аутора _____ мр Сања Мустафић _____
Број индекса _____
Студијски програм _____
Наслов рада _____ ГЕОГРАФСКИ ФАКТОРИ КАО ДЕТЕРМИНАНТЕ
ИНТЕНЗИТЕТА ЕРОЗИЈЕ _____
У СЛИВУ НИШАВЕ _____
Ментор _____ др Предраг Манојловић _____

Потписани/а _____

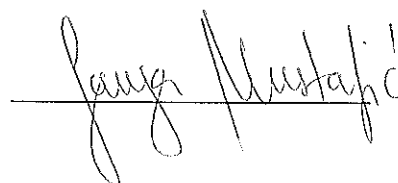
Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 25. 12. 2012



Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

ГЕОГРАФСКИ ФАКТОРИ КАО ДЕТЕРМИНАНТЕ ИНТЕНЗИТЕТА ВРОЗИЈЕ
У СЛИВУ НИШАВЕ

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

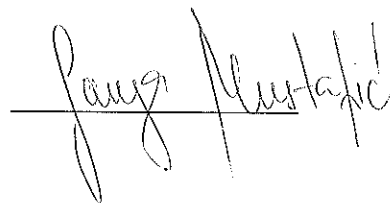
Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
- ☒ 3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанда

У Београду, 25. 12. 2012.



1. Ауторство - Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
5. Ауторство – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.