

UNIVERZITET U BEOGRADU
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET

Momčilo D. Blagojević

**ODRŽIVO UPRAVLJANJE MEĐUGRANIČNIM
PODZEMNIM VODNIM RESURSIMA U SLIVU
CIJEVNE (CRNA GORA – ALBANIJA)**

doktorska disertacija

Beograd, 2020.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF MINING AND GEOLOGY

Momčilo D. Blagojević

**SUSTAINABLE TRANSBOUNDARY
GROUNDWATER MANAGEMENT OF THE
CIJEVNA RIVER BASIN (MONTENEGRO –
ALBANIA)**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2020

Mentor:

1. dr Zoran Stevanović, redovni profesor, Uža naučna oblast:
Hidrogeologija
Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet

Članovi komisije:

1. dr Zoran Stevanović, redovni profesor, Uža naučna oblast:
Hidrogeologija
Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet

2. dr Igor Jemcov, redovni profesor, Uža naučna oblast:
Hidrogeologija
Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet

3. dr Saša Milanović, docent, Uža naučna oblast:
Hidrogeologija
Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet

4. dr Milan Radulović, vanredni profesor, Uža naučna oblast:
Hidrogeologija
Univerzitet Crne Gore, Građevinski fakultet

Datum odbrane:

Zahvalnica

Završni korak doktorskih studija na Departmanu za hidrogeologiju Rudarsko-geološkog fakulteta, predstavlja ova disertacija, pripremljena pod mentorstvom prof. dr Zorana Stevanovića. Poštovanom profesoru i dragom prijatelju se posebno zahvaljujem za shvatanje i usmjerenje na pojedine aspekte hidrogeologije koji su bili u skladu sa mojim afinitetima, kao i prilikom pripreme drugih naučnih radova. Takođe zahvalnost dugujem i članovima komisije: prof. dr Saši Milanoviću, prof. dr. Igoru Jemcovu i prof. dr. Milanu Raduloviću.

Veliku zahvalnost dugujem i kolegama Branislavu Petroviću i Veljku Marinoviću koji su mi pomogli prilikom prikupljanja podataka i terenskih istraživanja, kao i timu Zavoda za hidrometeorologiju i seizmologiju Crne Gore.

Međudržavni karakter disertacije bio bi nepotpun, bez podrške prof. dr Romea Eftimija, koji mi je pomogao da se upoznam sa prilikama u Albaniji i na osnovu njih dobijem kompletnu sliku međudržavnog sliva, na čemu mu izražavam posebnu zahvalnost.

Veliku pomoć pri izradi doktorske disertacije su mi ukazali prof. dr Mićko Radulović i prof. dr Milan M. Radulović, koji su mi svojim nesebičnim savjetima, literaturom i terenskim radom pomogli da ciljano sprovedim svoja istraživanja na neistraženom dijelu terena, na čemu im se posebno zahvaljujem.

Posebnu zahvalnost dugujem potpredsjedniku Vlade Crne Gore i ministru poljoprivrede i ruralnog razvoja g-dinu Milutinu Simoviću koji mi je ukazanim povjerenjem i datom podrškom za rad na odgovornim zadacima omogućio da shvatim i upoznam način i model kvalitetnog upravljanja projektima.

Geološkom zavodu Crne Gore i direktoru g-dinu Zoranu Jankoviću zahvaljujem na punoj podršci prilikom terenskih istraživanja i omogućenoj literaturi.

Na kraju, najveću zahvalnost dugujem supruzi Eleni, koja je svojom neizmjernom ljubavlju i podrškom ovaj teški put učinila veoma lakim, roditeljima Tatjani i Draganu, bratu Milošu i dragom prijatelju o. Nikiforu.

Momčilo

Održivo upravljanje međugraničnim podzemnim vodnim resursima u slivu Cijevne (Crna Gora – Albanija)

Sažetak

Prekogranični sliv rijeke Cijevne dijele Albanija i Crna Gora. Sliv ima površinu od 695,4 km². Izuzetno je važan za upravljanje vodama, a od posebne važnosti za Crnu Goru koja je nizvodna država. Zbog velike propustljivosti karstnih izdani, koje su veoma zastupljene u slivu rijeke, Cijevna u ljetnim mjesecima ponire u cijeloj dužini svog nizvodnog dijela korita u Crnoj Gori, a obično potpuno presužuje u zoni ušća u Moraču. Hidrometrija rađena tokom sušnog perioda duž rijeke u Zetskoj ravnici identifikovala su najpropusnije zone, dok gubitak između sekcija varira između 0,137 m³/s/km' i 0,765 m³/s/km'.

Procjena ranjivosti akvifera sprovedena je primjenom i EPIK i DRASTIC metoda. Identifikovanje najpropusnijih i najugroženijih zona u slivu pomoglo je u početnom dizajnu zajedničke mreže za osmatranje podzemnih voda za Crnu Goru i Albaniju. Monitoring voda bi se trebao sastojati od 21 osmatračke tačke, automatske hidrološke stanice na rijeci, i odabranih izvora na kojima bi se registrovali podaci preko instaliranih piježometara.

Završetkom sistema daljinskog prenosa podataka i primjenom mehanizma za razmjenu podataka u stvarnom vremenu, obezbijediće se prvi takve vrste u „klasičnom“ Dinarskom kraškom regionu, što će predstavljati i rezultat dijaloga između država i odlučnosti u očuvanju podzemnih vodnij resursa.

Ključne riječi: Upravljanje prekograničnim vodama, Monitoring, Karstni akviferi, Bilans voda, Vodna tijela, Ranjivost podzemnih voda, Albanija i Crna Gora

Naučna oblast: Geološko inženjerstvo

Uža naučna oblast: Hidrogeologija

UDK broj: 556.3(497)(043.3)

Sustainable transboundary groundwater management of the Cijevna River Basin (Montenegro – Albania)

Abstract

The transboundary Cijevna River Basin shared between Albania and Montenegro has a surface area of 695,4 km². It is extremely important for water management, especially in the country of Montenegro which is downstream. Due to the high permeability of both the karst and intergranular aquifers that exist in the basin, the River Cijevna sinks along the length of its riverbed and in summer months it usually dries up completely at the confluence section. Hydrometry surveys undertaken during a drought period have identified the most permeable zones along the river, while the loss between sections varies between 0.137 and 0.765 m³/s/km².

An aquifer vulnerability assessment has been conducted through the implementation of both the EPIK and DRASTIC methods. The aquifer vulnerability assessment was conducted using both EPIK and DRASTIC methods. Identifying the most permeable and endangered zones in the basin helped in the initial design of a joint groundwater monitoring network for Montenegro and Albania. Water monitoring should consist of 21 monitoring points, an automatic hydrological station on the river, and selected sources to record data through installed piezometers.

The termination of the long-distance data transmission system and the implementation of a real-time data exchange mechanism will provide the first system of its kind in the "classic" Dinaric Karst region. Real time data exchange will implementation will be result of dialog between countries and their dedication on groundwater protection.

Key words: Transboundary water management, Monitoring network, Karst aquifers, Water balance, Water bodies, Groundwater vulnerability, Albania and Montenegro

Scientific field: Geological engineering

Scientific subfield: Hydrogeology

UDC number: 556.3(497)(043.3)

SADRŽAJ:

1	UVOD.....	1
2	CILJ DOKTORSKE DISERTACIJE	3
3	UPRAVLJANJE MEĐUDRŽAVNIM SLIVOVIMA U CRNOJ GORI I U SVIJETU	5
3.1	Sektor voda u Crnoj Gori – pritisci, regulativa i hijerarhija nadležnosti.....	7
3.2	Međunarodni propisi u oblasti upravljanja prekograničnim vodama	10
3.3	Integralno upravljanje rječnim slivovima.....	12
3.4	Evropski propisi o vodama – Direktive o vodama	13
3.5	Primjena Konvencije o vodama i Okvirne direktive o vodama na prekogranične slivove	14
4	METODOLOGIJA RADA NA DISERTACIJI I POLAZNE HIPOTEZE.....	15
5	PREKOGRANIČNI SLIV RIJEKE CIJEVNE – SOCIO DEMOGRAFSKE ODLIKE	19
6	OPŠTE KARAKTERSITIKE SLIVA.....	20
6.1	Geografski položaj sliva	20
6.2	Klimatske karakteristike	22
6.2.1	Temperatura vazduha.....	22
6.2.2	Padavine.....	25
6.2.3	Sunčevo zračenje	28
6.2.4	Evapotranspiracija (ET).....	30
6.3	Hidrografske i hidrološke karakteristike	32
6.4	Biomorfološke i fizičko-hemijske karakteristike rijeke Cijevne	36
7	GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE.....	37
7.1	Pregled dosadašnjih geoloških istraživanja	37
7.2	Geološki sastav terena	39
8	HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE SLIVA	44
8.1	Pregled dosadašnjih hidrogeoloških istraživanja.....	44
8.2	Hidrogeološke jedinice – tipovi izdani	44
8.3	Funkcionisanje karstne izdani prekograničnog sliva rijeke Cijevne	47
8.3.1	Prihranjivanje i pravci kretanja podzemnih voda	48
8.3.2	Dreniranje karstne izdani sliva rijeke Cijevne.....	50
8.3.3	Rezultati simultanih hidrometrijskih mjerenja na utvrđenim profilima	53
8.3.4	Režim voda	58
8.3.5	Kvalitet voda.....	60
9	DELINEACIJA VODNIH TIJELA U SKLADU SA OKVIRNOM DIREKTIVOM O VODAMA	62
9.1	Delineacija površinskih vodnih tijela u slivu Cijevne	62
9.1.1	Metodologija delineacije površinskih vodnih tijela.....	62
9.1.2	Izdvajanje površinskih vodnih tijela.....	66
9.2	Delineacija podzemnih vodnih tijela	69
9.2.1	Metodologija delineacije podzemnih vodnih tijela.....	69
9.2.2	Delineacija podzemnih vodnih tijela	74
10	OCJENA BILANSA VODA NA SLIVU RIJEKE CIJEVNE	82

10.1	Elementi vodnog bilansa.....	82
10.1.1	Padavine.....	87
10.2	Faktori koji utiču na bilansiranje izdanskih voda u karstu	88
10.3	Konceptualni model i metodologija bilansiranja sliva Cijevne.....	90
10.4	Bilans voda na slivu rijeke Cijevne	91
11	OCJENA RANJIVOSTI IZDANI I PRITISAKA NA SLIVU	96
11.1	Predlog metodologije ocjene ranjivosti izdani	100
11.1.1	EPIK	101
11.1.2	DRASTIC	104
11.2	Ocjena ranjivosti izdani na slivu.....	108
11.2.1	EPIK na slivu Cijevne	108
11.2.2	DRASTIC na slivu Cijevne	114
11.3	Uporedna analiza dobijenih rezultata primjene metoda za ocjenu ranjivosti.....	125
11.4	Predlog metodologije ocjene pritiska na vodne resurse na slivu	127
11.5	Ocjena stanja i pritiska na površinske i podzemne vodne resurse	128
11.5.1	Pritisaci na vodne resurse u slivu rijeke Cijevne.....	131
12	ANALIZA DOBIJENIH REZULTATA KARAKTERIZACIJE I PROGRAM MJERA ZA ODRŽIVO UPRAVLJANJE VODNIM RESURSIMA.....	134
12.1	Ocjena ukupnog stanja vodnih resursa i registrovani problemi.....	134
12.2	Monitoring – način formiranja mreže i organizacija	134
12.2.1	Regulativa, ocjena i analiza infrastrukture postojećeg monitoringa voda.....	140
12.2.2	Predlog programa i infrastrukture neophodne za sprovođenje monitoringa	141
12.3	Program mjera unaprijeđenja informacija o slivu na osnovu analize rezultata karakterizacije – Međugranično konsultativno tijelo	144
13	IMPLEMENTACIJA PROGRAMA MJERA I KOMPARACIJA USPJEŠNOSTI PREDLOŽENOG PROGRAMA.....	145
13.1	Formiranje međudržavne komisije za upravljanje prekograničnim vodama između Crne Gore i Albanije	146
13.2	Ocjena ranjivosti voda na osnovu novih podataka	146
13.3	Ocjena raspodjele vodnih resursa na prekograničnom slivu	147
13.4	Ocjena uslova i mogućnosti zaštite izdanskih voda (uspostavljanje ZSZ).....	147
13.4.1	Izvori zagađivanja površinskih i podzemnih voda u Crnoj Gori.....	147
13.4.2	Zone sanitarne zaštite izvora – trenutno stanje.....	151
14	PRIMJENA DOBIJENIH REZULTATA ISTRAŽIVANJA.....	152
14.1	Socio-ekonomski benefiti	152
14.1.1	Vodosnabdijevanje i potencijalna nova izvorišta	152
14.1.2	Navodnjavanje	153
14.2	Međudržavni benefiti.....	157
14.2.1	Uspostavljanje regulativnog okvira	159
15	ZAKLJUČAK.....	161
	LITERATURA	163

Tabele:

Tabela 5.1. Prikaz naselja u slivu rijeke Cijevne	20
Tabela 6.1. Mjesečne i godišnje temperature vazduha u Podgorici za period 1949 – 2018. godine, ZHMS Crne Gore	23
Tabela 6.2. Mjesečne i godišnje vrijednosti padavina na meteorološkoj stanici Podgorica za period od 1949-2018. godine (Prema podacima ZHMS Crne Gore).....	25
Tabela 6.3. Mjesečne i godišnje vrijednosti sunčevog zračenja na stanici Podgorica za period od 1950-1991. godine i za period od (Prema podacima ZHMS Crne Gore).....	29
Tabela 6.4. Proračunata evapotranspiracija za sliv rijeke Cijevne prema osrednjenim vrijednostima ulaznih parametara prema ZHMSZ Crne Gore za period od 1949 - 2018.....	32
Tabela 6.5. Prikaz mjesečnih i srednje godišnjih proticaja na v.s. Trgaj (Cijevna), u periodu rada stanice (prema podacima ZSHMS Crne Gore).....	34
Tabela 8.1. Prikaz stalnih izvora u slivu Cijevne u Crnoj Gori	52
Tabela 8.2. Hidrometrijski profili sa proticajima i gubicima na sekcijama duž toka rijeke Cijevne (Jul, 2018)	55
Tabela 8.3. Fizičko-hemijske analize (N. Dević, 2018).....	59
Tabela 8.4. Analize vode na izvorima u slivu Cijevne u albanskom dijelu	62
Tabela 9.1. Sistem A : Rijeke.....	64
Tabela 9.2. Preliminarni formular za inicijalnu karakterizaciju površinskih vodnih tijela.....	68
Tabela 9.3. Opis površinskih vodnih tijela prema ODV	68
Tabela 9.4. Prikaz kvaliteta voda izvorišta u albanskom dijelu sliva rijeke Cijevne (Albania Country report, 2012).....	82
Tabela 10.1. Računanje bilansa na gornjem slivu rijeke Cijevne (do v.s. Trgaj).....	93
Tabela 10.2: Računanje bilansa na gornjem slivu rijeke Cijevne (od v.s. Trgaj do Dinoše)	94
Tabela 11.1.: Prikaz definicija ranjivosti podzemnih voda od raznih autora:	98
Tabela 11.2.: Prikaz klasa ranjivosti	100
Tabela 11.3. Ocjena i rangiranje faktora E.....	102
Tabela 11.4. Ocjena i rangiranje faktora P	102
Tabela 11.5. Ocjena i rangiranje faktora I	102
Tabela 11.6. Ocjena i rangiranje faktora K	103
Tabela 11.7. Vrednovanje klasa za svaki EPIK parametar	103
Tabela 11.8. Određivanje klasa zaštitnog faktora F i zona sanitarne zaštite.....	103
Tabela 11.9.: Faktor D.....	105
Tabela 11.10.: Faktor R.....	106
Tabela 11.11.: Faktor A.....	106
Tabela 11.12.: Faktor S	106
Tabela 11.13.: Faktor T	107
Tabela 11.14.: Faktor I	107
Tabela 11.15.: Faktor C.....	107
Tabela 11.16.: Vrijednosti DRASTIC parametara	108
Tabela 11.17.: Intervali za izdvajanje ranjivosti podzemnih voda.....	108

Tabela 11.18.: Klase terena	116
Tabela 11.19.: Ocena i rangiranje karte godišnjih padavina za potrebe proračuna veličine prihranjivanja - faktora R	116
Tabela 11.20.: Vrijednosti faktora A za stijene na teritoriji sliva rijeke Cijevne.....	118
Tabela 11.21. Vrijednosti faktora za stijene na području sliva rijeke Cijevne.....	121
Tabela 11.22. Vrijednosti faktora C na području sliva rijeke Cijevne	122
Tabela 11.23.: Intervali za izdvajanje ranjivosti podzemnih voda.....	123
Tabela 11.24. Parametri koji su korišćeni za ocjenu ranjivosti prekograničnog sliva rijeke Cijevne.....	126
Tabela 11.25. Praćenje (4 puta godišnje) odabranih parametara u skladu sa EQS Direktivom na rijeci Cijevni, za period 2006-2016	129
Tabela 11.26. Ocjena kvaliteta voda rijeke Cijevne u skladu sa standardima Evropske agencije za zaštitu životne sredine (EAZZŽS).....	131
Tabela 12.1: Predlog monitoringa podzemnih voda u slivu rijeke Cijevne	144
Tabela 14.1. Moguće finansijske posledice zagađenja i uslovi sanacije.....	153
Tabela 14.2. Potrošnja vode za navodnjavanje (hilj. m ³ , ha)	156

1 UVOD

U toku doktorskih studija imao sam privilegiju da kao službenik Ministarstva poljoprivrede i ruralnog razvoja Crne Gore, budem koordinator aktivnosti na implementaciji više projekata u saradnji sa Evropskom Komisijom (EC), Svjetskom bankom (WB), UNESCO-m, Globalnim partnerstvom za vode (GEF) i drugim međunarodnim organizacijama. Jedan od najznačajnijih projekata koji je zapravo i prekretnica u oblasti upravljanja vodnim resursima u Crnoj Gori jeste projekat „**Jačanje kapaciteta u cilju implementacije Okvirne Direktive o vodama EU**“. Ovim projektom je uspostavljena baza za početak adekvatnog upravljanja vodama, monitoring podzemnih voda i početak razvoja Vodnog informacionog sistema u Crnoj Gori.

Kao koordinator ovog projekta u periodu od 2016. do 2019. godine, sagledao sam aspekte koje je neophodno sprovesti u cilju jačanja kapaciteta, zakonodavnog okvira kao i strukturu aktivnosti sprovođenja kvalitetnih reformi u sektoru voda.

Kroz unaprijeđenje stečenog znanja i rad na gore pomenutom i drugim projektima u oblasti upravljanja vodnim resursima, došao sam na ideju da nastavim svoje studije i pokušam upotpuniti određene nedostatke kada je u pitanju pokrivenost hidrogeološkog aspekta prilikom donošenja strateških, planskih i drugih dokumenata, a što kasnije definiše i politiku upravljanja vodnim resursima u cjelosti.

Linearni trend rasta potrebe za ekspertskim usavršavanjem u oblasti održivog upravljanja vodnim resursima, prvenstveno u cilju raspodjele međudržavnih voda, korišćenja podzemnih voda i njihovom očuvanju je pravac u kojem je isključivo bio usmjeren rad na pripremi ove disertacije.

Vodni resursi predstavljaju početnu tačku razvoja mnogih sektora, od kojih se očekuju benefiti po socio-ekonomski razvoj društva i samih država. Kao glavni sektori izdvajaju se:

1. Poljoprivreda,
2. Energetika,
3. Rekreacija i turizam,
4. Ribarstvo i
5. Plovidba.

Ovi sektori su takođe i glavni konstituenti razvoja Planova upravljanja rječnim slivovima, Strategija razvoja vodnih resursa i drugih razvojnih dokumenata.

Prekogrančne vode su izdani (podzemne vode), rijeke i jezera koje dijele dvije ili više država. U vremenu kada je sve veće opterećenje na vode, upravljanje ovim resursom je od vitalnog značaja za promociju zajedništva, saradnje i održivog razvoja. S druge strane, loše upravljanje i degradiranje prekograničnih vodnih resursa može izazvati socijalnu nejednakost, konflikte unutar i između zemalja. Iz razloga značaja ovih resursa UN su usvojile i « Zakon o međugraničnim izdanima » (2008) koji propisuje uslove, obaveze i način saradnje u ovoj oblasti.

Svjedoci smo da je uticaj klimatskih promjena na vodne resurse sve veći, a potreba za vodom sve veća usled rasta stanovništva i ekonomskog razvoja, što zahtjeva upravljanje prekograničnim vodnim resursima kroz integralan (jedinstven) pristup koji se zasniva na poštovanju zakonskih i institucionalnih okvira – dijeljenje benefita prekograničnih voda uz zajedničko zalaganje i investicije za njihovo očuvanje.

Prema izvještaju UN-Water iz 2008 o stanju prekograničnih vodnih resursa, definisana su 263 prekogranična rječna sliva, koja prekrivaju skoro polovinu površine planete Zemlje. Postoji oko 300

prekograničnih izdani (podzemnih voda) koje služe za vodosnabdijevanje skoro 2 milijarde stanovnika, u djelovima koji zavise isključivo od ovog resursa. Registrovano je i 145 značajnih izdani koje prelaze teritoriju dve ili više država, i od kojih su većina esecijalni resursi za snabdijevanje stanovništva vodom.

Nadeksploatacija izdani (podzemnih voda), rijeka i jezera, može potpuno uništiti ekosisteme koji zavise od njih, pa čak izazvati i veće posledice kao gubitak izvora za vodosnabdijevanje, što podstiče dalji razvoj negativnih efekata u socio-ekonomskom i svakom drugom pogledu.

Nekad čak i pozitivna aktivnost može izazvati negativnu reakciju, npr. izgradnja brane na rijeci u jednoj zemlji u cilju borbe protiv klimatskih promjena, može smanjiti proticaj rijeke i izazvati negativnu reakciju u zemlji/zemljama lociranim nizvodno.

Prekogranično upravljanje vodama treba da stvori benefite za sve u pogledu: jačanja otpornosti na klimatske promjene, ekonomski razvoj, obezbjeđenje hrane, unapređenje prava i regionalne integracije.

Međunarodno pravo u oblasti upravljanja prekograničnim vodnim resursima definisano je brojnim konvencijama i Direktivama Evropske Unije.

Postoje opravdane slutnje da bi se u skoroj budućnosti mogli voditi i ratovi oko vodnih resursa, usled sve većeg pritiska. Poslednji „pravi“ rat koji je u prošlosti zabilježen i za koji postoje dokazi je vođen između Sumerskih gradova-država Lagaša i Ume, 2500 p.n.e., odnosno prije 4500 godina (Mostert, 2003). I tokom poslednjih decenija bilo je oružanih konflikata oko vodnih resursa, posebno na Bliskom Istoku, ali su se srećom ovi incidenti ipak zadržavali u ograničenim okvirima.

Održivost ekosistema direktno je zavisna od načina upravljanja njegovim prirodnim resursima. Prekogranična slivna područja predstavljaju veoma kompleksnu i problematičnu oblast upravljanja vodama. Velika je razlika između prekograničnog i nacionalnog upravljanja vodama. Ova razlika je rezultat različitih pristupa upravljanju, od kojih je najproblematičniji očuvanje režima dijeljenog slivnog područja. Prekogranični menadžment takođe zahtjeva saradnju na političkom i institucionalnom međudržavnom nivou prvenstveno u cilju razmjene „kvalitetnih“ informacija.

Upravljanje vodama u zemljama Evropske Unije je definisano Okvirnom direktivom o vodama (WFD). Osnovni koncept Direktive za međugranične riječne slivove odnosi na zaštitu i koordinaciju na području sliva, a za slivove koji nisu u granicama EU, prema direktivi zemlje članice se obavezuju da će osigurati odgovarajuću saradnju sa zemljama nečlanicama.

Iz svega navedenog, kao eklatantan primjer prekograničnog sliva, za uspostavljanje svih segmenata i mogućnosti metodološkog pristupa u Crnoj Gori, pokazao se prekogranični sliv rijeke Cijevne (albanski: Cemi). Rijeka Cijevna je jedan od najznačajnijih vodotoka za Crnu Goru, a čiji se značaj ne ogleda samo sa aspekta kvaliteta vode već sa aspekta funkcionisanja ovog prekograničnog karstnog sistema i njegovog širokog uticaja na izvore po obodnom dijelu preko kojih se drenira.

Bilans, kvalitet voda, ranjivost, hidraulička povezanost površinskih i podzemnih voda, regulativa na nacionalnom nivou i bilateralni ugovori, samo su neke od tema koje su razmatrane ovim radom, a sve u svrhu uspostavljanja adekvatnog pristupa upravljanju prekograničnim slivom rijeke Cijevne, što će biti model uz dodatne korekcije i za druga slična slivna područja, posebno u karstnim, i drugim veoma vodopropusnim terenima širom svijeta.

2 CILJ DOKTORSKE DISERTACIJE

Opšti cilj doktorske disertacije je sagledavanje hidrogeoloških uslova u slivu Cijevne radi uspostavljanja kvalitetnih stručnih osnova za prekogranično upravljanje rječnim slivom u pogledu pravičnog korišćenja vodnih resursa, ostvarivanja zajedničkih benefita i izbjegavanja potencijalnih konfliktnih situacija, a u konačnom involviranje hidrogeoloških istraživanja kao osnovnih za kvalitetnu ocjenu podzemnih vodnih resursa u okviru rječnog sliva.

Do sada u praksi nije bilo mnogo primjera održivog upravljanja prekograničnim vodama sa hidrogeološkog aspekta, već se isključivo cjelokupan upravljački model zasnivao na hidrološko-biološkim karakteristikama sliva, bez detaljnog sagledavanja hidrogeoloških karakteristika sliva, čak i kada su u pitanju vodom bogate izdani pored rijeka, ili i područja u kojima su one osnovni resurs vode za piće.

U pogledu donošenja nacionalnih regulativa i bilateralnih ugovora kada su u pitanju prekogranični slivovi, ovim radom će se unaprijediti model pripreme podloga kroz davanje akcenta na značaj određivanja hidrogeoloških karakteristika.

Pregovarački procesi između država kada su u pitanju prekogranični vodotoci, vode se u više faza i na različitim nivoima. Uključivanje informacije o podzemnim vodama, prvenstveno kao strateškom resursu, nesumnjivo je od vitalnog značaja za postizanje pravičnih dogovora o upravljanju, posebno kada se u obzir uzme bilans, razgraničenje izdani, potencijalne opasnosti od zagađenja i očuvanja ovog resursa.

Pored opšteg cilja, ove disertacija sadrži razvoj modela održivog korišćenja međugraničnih podzemnih voda uz poštovanje svih principa definisanih međunarodnim ugovorima, konvencijama i direktivama Evropske Unije koja se mogu grupisati u sledeća načela:

1. Načelo pravične raspodele podzemnih vodnih resursa,
2. Zagađivač plaća, i
3. Razmjena informacija.

Praktična primjena ovih načela predstavlja kompleksni zadatak u oblasti upravljanja vodnim resursima. S druge strane, nepoznavanje karaktera međugraničnih površinskih i podzemnih vodnih resursa i njihovog režima, ne može rezultirati njihovim održivim korišćenjem i zaštitom. Ukoliko se ne poznaje dovoljno priroda sredine i njen režim, što se posebno odnosi na vodne resurse, nema ni mogućnosti za pravičnu raspodjelu ovih voda, kao ni njihovu zaštitu od zagađivanja. Stoga je od ključnog značaja obezbijediti pouzdane i kvalitetne, naučno zasnovane podloge za donošenje odluka u oblasti upravljanja vodnim resursima, što je bio i glavni zadatak predložene disertacije.

Kumulativna ocjena dosadašnjih hidrogeoloških istraživanja na slivu rijeke Cijevne, kao jednog od najznačajnijih prekograničnih vodotoka u Crnoj Gori, je na veoma niskom nivou. Izuzetan je značaj potencijala podzemnih voda za potrebe vodosnabdijevanja naročito što se tiče izdani Tuškog polja, koje se prihranjuje na račun reke Cijevne nakon njenog prelaska sa teritorije Albanije u Crnu Goru i predstavlja jednu od najvećih izdani u Crnoj Gori. Tuško polje je tehnički prihvatljiva i najbliža opcija za obezbjeđivanje dodatnih količina vode za vodosnabdijevanje glavnog grada Podgorice i drugih krajeva Crne Gore, posebno primorskog dijela koji i sada dobija pijaće vode iz basena Skadarskog jezera. Na vodovodni sistem Podgorice su uključeni izvedeni istražno-eksploatacioni bunari u Milješu, Koniku (na 200 m od vodotoka Ribnice) i Dinoši (oko 80 l/s), koji su hidraulički povezani sa vodama rijeke Cijevne. Pored toga, navodnjavanje preko 1000 ha velikog agro-industrijskog kompleksa "Plantaže 13 jul" se vrši iz izdani hidraulički povezane sa rijekom Cijevnom.

Upravljanje prekograničnim vodnim resursima zahtjeva multidisciplinarni pristup kao i sinhronizovane aktivnosti, kako bi se došlo do najboljih rješenja. Uspostavljanje sistema za adekvatno upravljanje vodnim resursima na slivnom području možemo podijeliti u tri faze:

- Definisanje karakteristika slivnog područja Cijevne koja je predmet disertacije,
- Uspostavljanje konceptualnog modela funkcionisanja podzemnih voda slivnog područja,
- Predlog menadžmenta vodnih resursa i definisanje programa mjera za održivi razvoj međugraničnog sliva.

Zbog nedovoljnih hidrogeoloških informacija o slivu reke Cijevne, stanju kvantiteta i kvaliteta podzemnih voda, bilo je neophodno započeti rad rekognosciranjem terena i definisanjem početnog stanja, u cilju pribavljanja kvalitetnih i pouzdanih ulaznih podataka za dalji razvoj modela.

Model održivog upravljanja prekograničnim vodama sliva reke Cijevne ima više podkomponenti koje će svojim rezultatima omogućiti ocjenu stanja podzemnih voda na slivu i ukazati na dalje korake u cilju njihovog održivog upravljanja. Najvažnija među njima je komponenta stalnog monitoringa vodnih resursa na obje strane granice, kao i na samom pograničnom dijelu, koja je razvijena i opisana u ovoj disertaciji.

Definisanje ugroženosti od zagađenja podzemnih voda kroz izradu karata ocjene ranjivosti, koristeći više metoda, kao podloge za pripremu karata rizika od zagađenja, lociralo je zone koje su najugroženije i za koje će biti potreban dodatni napor obje države koje dijele ovaj sliv (Crne Gore i Albanije) da iste sačuvaju od mogućeg štetnog dejstva.

Simultanim hidrometrijskim mjerenjima koja su sprovedena na vodotoku Cijevne, definisana je hidraulička povezanost sa podinskim izdanima – fluvioglacialnim i karstnim. Ovi podaci su bili ulazni parametri za definisanje bilansa voda sliva Cijevne, kao i potencijala Dinoškog i Tuškog polja, kao najznačajnijih izdani u slivu. Pravilno definisan bilans voda omogućioće uspostavljanje polaznih osnova za održivo upravljanje međugraničnim podzemnim vodama. Predloženi koncept formiranja stalne osmatračke mreže monitoringa na izlaznim profilima (izvorima) preko kojih se drenira sliv reke Cijevne kao i na istražnim bušotinama u crnogorskom dijelu sliva, doprinijeće ne samo preciznijem bilansiranju voda, već i upoznavanju režima vodotoka i istraživanih izdani.

Definisanje funkcionisanja sistema podzemnih voda sliva reke Cijevne zahtijevalo je multidisciplinarni pristup i dodatna istraživanja na osnovu kojih su obezbjeđeni potrebni elementi konceptualnog modela i to: prihranjivanje, pravci kretanja podzemnih voda, dreniranje, kvalitet voda.

Prateći postavljene ciljeve disertacijom je obuhvaćeno sledeće:

1. Ocjena ukupne vodnosti rekognosciranjem istražnog terena (sliv reke Cijevne),
2. Definisanje zona prihranjivanja i isticanja,
3. Delineacija podzemnih vodnih tijela u slivu i njihova kategorizacija,
4. Uspostavljanje profila za simultana hidrometrijska merenja,
5. Preraspodjela podzemnih voda,
6. Fizičko-hemijske i biološke analize vode na definisanim profilima,
7. Ocjena bilansa i potencijalnosti sliva reke Cijevne sa pripadajućim vodnim tijelima,
8. Ocjena ranjivosti i predlog zaštite podzemnih voda na slivu rijeke Cijevne,
9. Predlog koncepta stalne monitoring mreže,
10. Predlog modela održivog upravljanja međugraničnim podzemnim vodama.

3 UPRAVLJANJE MEĐUDRŽAVNIM SLIVOVIMA U CRNOJ GORI I U SVIJETU

Menadžment vodnih resursa teži obezbjeđenju harmoničnog odnosa čovjeka (društva) i upotrebe vodnih resursa sa ciljem očuvanja za buduće generacije. Dosadašnje iskustvo u pogledu korišćenja vodnih resursa nam ukazuje da je ono bilo skoro isključivo antropocentričnog karaktera.

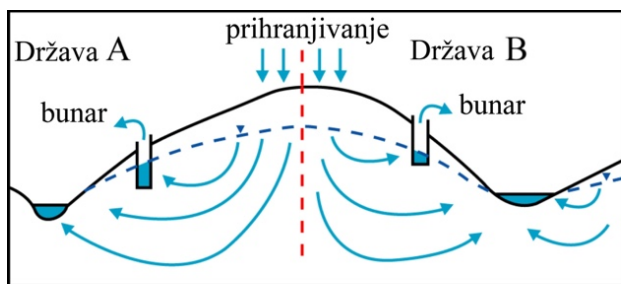
Činjenica je da smo zavisni od ekosistema u kojem živimo, i u zavisnosti od njegovih karakteristika možemo planirati dalji razvoj društva. Dva ključna uslova za razvoj nekog društva su:

- **pitanje zemljišta i**
- **pitanje “čiste” vode.**

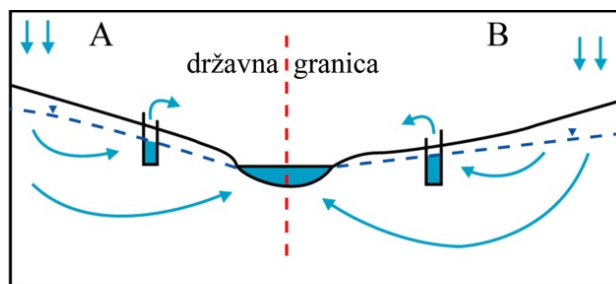
Povoljni uslovi sredine u kojoj živimo (bogatstvo prirodnim resursima) nam obezbjeđuju da sprovodimo određene aktivnosti kao što su: razvijanje biznisa, urbanizacija, rešavanje problema ishrane populacije, korišćenje vode u razne svrhe (za piće, navodnjavanje, flaširanje, proizvodnju hidroenergije itd.) i mnoge druge. Ukoliko radi obezbjeđivanja navedenih ili neke druge aktivnosti narušimo ili uništimo određene djelove ekosistema možemo se suočiti sa posledicama za koje bismo bili nepripremljeni (Strange & Bayley, 2008).

Loše upravljanje vodama jedne ili više država može dovesti do nestanka vode u susjednoj državi ili državama. Iz tog razloga se veliki broj izvorišta u svijetu nalazi pod pritiskom prekomjerne eksploatacije od strane susjednih država. U izvještaju UNECE (2000) razvijeno je nekoliko tipskih šema (slika 3.1) odnosa državnih teritorija prema podzemnim vodnim resursima. U principu se razlikuju:

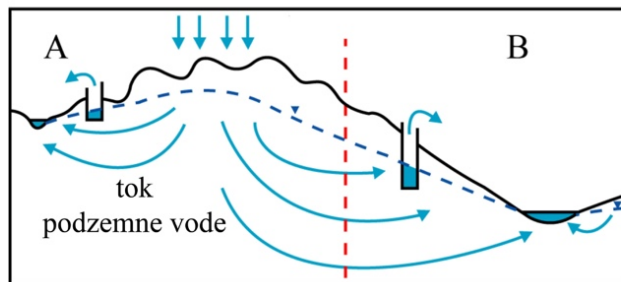
1. “neutralna” situacija - nema prekograničnog uticaja (izdani pored velikih rijeka gde svaka crpi “svoj” resurs ili gde se poklapaju granica država za topografskim i podzemnim slivom, npr. vrh planine);
2. situacija “jedna država je zona prihranjivanja, druga dreniranja”. U tom slučaju druga država (nizvodna) je privilegovani korisnik,
3. situacija “obostrani uticaji” u kojoj se u obe nalaze i zone prihranjivanja i dreniranja i postoji značajan prekogranični uticaj koji ne bi trebalo narušavati. U principu utvrđene bilansne kategorije i reursi treba da budu osnova za međudržavne sporazume o nivou i obimu korišćenja resursa,
4. situacija “duboke izdani”, u kojoj je zona prihranjivanja udaljena daleko od granice i nije povezana sa loklanim površinskim i podzemnim vodama.



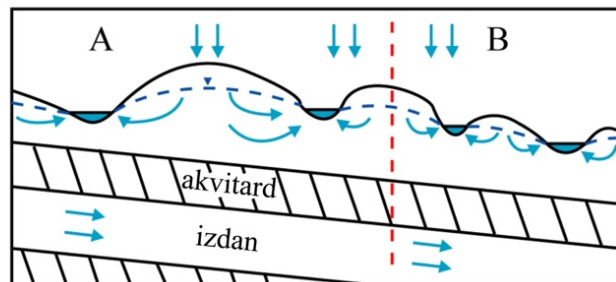
(1) državna granica prati površinsku i podzemnu vododelnicu, mali uticaj međugraničnih podzemnih voda



(3) državna granica prati najveću reku ili jezero, aluvijalne izdani su u vezi sa rekom, mali međugranični uticaj



(2) vododelnice površinski i podzemnih voda potpuno različite od državne granice, prihranjivanje u jednoj, dreniranje u susjednoj državi



(4) duboka izdan velike izdašnosti, prihranjuje se daleko od granice, nije povezana sa lokalnim površinskim niti podzemnim vodama

Sl. 3.1. Tipške izdani za određivanje akvifer država u prekograničnom području (UNECE, 2000)

U konkretnom slučaju sliva rijeke Cijevne situacija je između slučaja 2. i 3. Crna Gora je nizvodnija država, sa daleko većim interesom za vodni resurs, ali se i u Albaniji drenira i korisiti deo podzemnih voda ovog sliva.

Širom svijeta neracionalno upravljanje sa jedne i korišćenje podzemnih voda kao jedinog resursa za ljudske potrebe sa druge strane dovelo je do promjena režima izdani. Takođe ne izostaju primjeri lošeg upravljanja površinskim vodama, kao ni devastacije vodotoka korišćenjem rječnog materijala za potrebe građevinarstva.

Kao rezultat intenzivne eksploatacije podzemnih voda tokom višegodišnjeg perioda dovelo je do drastičnog smanjenja nivoa voda u najvećim svjetskim akviferima, bilo da su međugraničnog, bilo unutrašnjeg karaktera.

U SAD-u imamo primjere obaranja nivoa vode u Ogallala akviferu, jednom od najvećih u svijetu sa površinom od oko 450.000 km². Obaranje nivoa je zabilježeno 60 m u Teksasu i 50m u Kansasu. Ovde se radi o “unutrašnjem” uticaju na pojedine američke države, ali se u slučaju Rio Grande koja je drastično smanjila protok, radi o direktnom uticaju pumpanja rečne vode na susedne države SAD i Meksiko.

Izvor Ras el Ain koji se nalazi u Siriji, u blizini granice sa Turskom, koji je u minimalnoj izdašnosti smatran za najveći izvor u svijetu, zbog neracionalnog korišćenja na površini terena više ne postoji. Eksploatacija vode iz velikog broja bušenih bunara u pograničnoj oblasti poslednjih 100 godina su potpuno izmjenili ambijent i uslove života u ovom dijelu Bliskog Istoka (Stevanović, 2011).

Neracionalna eksploatacija karstnog akvifera Sierra de Crevillente, u blizini Alikantea, dovela je do obaranja nivoa podzemnih voda 250m za 20 godina.

Akvifer u istočnom Peloponezu, koji pripada regiji Argolisu, bilježi pad nivoa podzemnih voda od 80 do 150 m, a nivo izdani je ispod nivoa mora.

Kao primjere neracionalnog upravljanja vodnim resursima takođe možemo navesti rijeku Kolorado, koja zbog prekomjernog korišćenja više ne dotiče do svog ušća, Žutu rijeku u Kini koja u svom donjem dijelu ima suvo korito 250 dana u godini “popravila” je izgradnja velike akumulacije “Tri klisure”. Rijeka Nil je zbog prekomjernog korišćenja već svedena na ušću na samo oko 0,5% od svog nekadašnjeg godišnjeg protoka, što drastično mijenja ekološke uslove u zoni delte. Zbog prekomjernog zahvatanja voda rijeka Amu Darje i Sir Darje, Aralsko jezero i čitava veoma široka okolina doživljavaju ne samo ekološku, već i ekonomsku i socijalnu tragediju. Slična sudbina zadesila je i jezero Čad, čija je površina zbog pretjeranog korišćenja pritoka smanjena na samo jednu četvrtinu, uz radikalno obaranje i nivoa podzemnih voda na ogromnom prostoru. Dorjansko jezero u Makedoniji je zbog prekomjernog zahvatanja je ekološki ugroženo, jer je nivo vode u jezeru snižen za više od 4 m. Zemlje Sjeverne Afrike eksploatišu svoje neobnovljive rezerve podzemne vode, ili radikalno obaraju nivoe podzemnih voda za po više desetina metara, sa tragičnim ekološkim posledicama (Đorđević B. et al., 2010).

Neracionalno korišćenje prekograničnih slivnih područja može biti uzrok ne samo ekoloških već i međunarodnih kriza. Tako već godinama imamo primjer rijeke Jordan kao uzroka krize u odnosima zemalja Bliskog Istoka koje se nalaze u ovom slivnom području, takođe su prisutni primjeri Tigra i Eufrata koji su najvećim dijelom uzrok krize u odnosima Turske, Sirije i Iraka, a kriza između Irana i Iraka, između ostalih problema i zbog voda Šat el Araba, je kulminirala ratnim dešavanjima osamdesetih godina XX veka.

3.1 Sektor voda u Crnoj Gori – pritisci, regulativa i hijerarhija nadležnosti

Crna Gora je aktivan član Međunarodne komisije za zaštitu rijeke Dunav (ICPDR), ima ulogu posmatrača u Međunarodnoj komisiji za sliv rijeke Save i potpisnica je Barselonske konvencije o zaštiti Sredozemnog mora od zagađenja („Sl. list CG“ br. 64/07) i njenih pet protokola, kao i punopravni član Mediteranskog Akcionog Plana (UNEP/MAP). Odnosi Crne Gore sa susjednim državama Hrvatskom i Albanijom regulisani su Ugovorima sklopljenim između država¹. Predstoji uređenje odnosa sa Republikom Srbijom i Federacijom BiH.

Iako je u poslednjim godinama zabilježen značajan napredak u zakonodavnom dijelu, mnogi izazovi su ostali nerješeni u oblasti upravljanja vodnim resursima u Crnoj Gori. Kao najveći izazov možemo tretirati zaštitu podzemnih voda, uzimajući u obzir da se skoro cjelokupno vodosnabdijevanje stanovništva odvija iz podzemnih voda karstnih izdani oko 92%. Takođe, i industrija velikim dijelom koristi podzemne vode za snabdijevanje. Ukupna potrošnja vode u industriji u poslednjih nekoliko godina iznosila je 50-60 miliona m³/god.

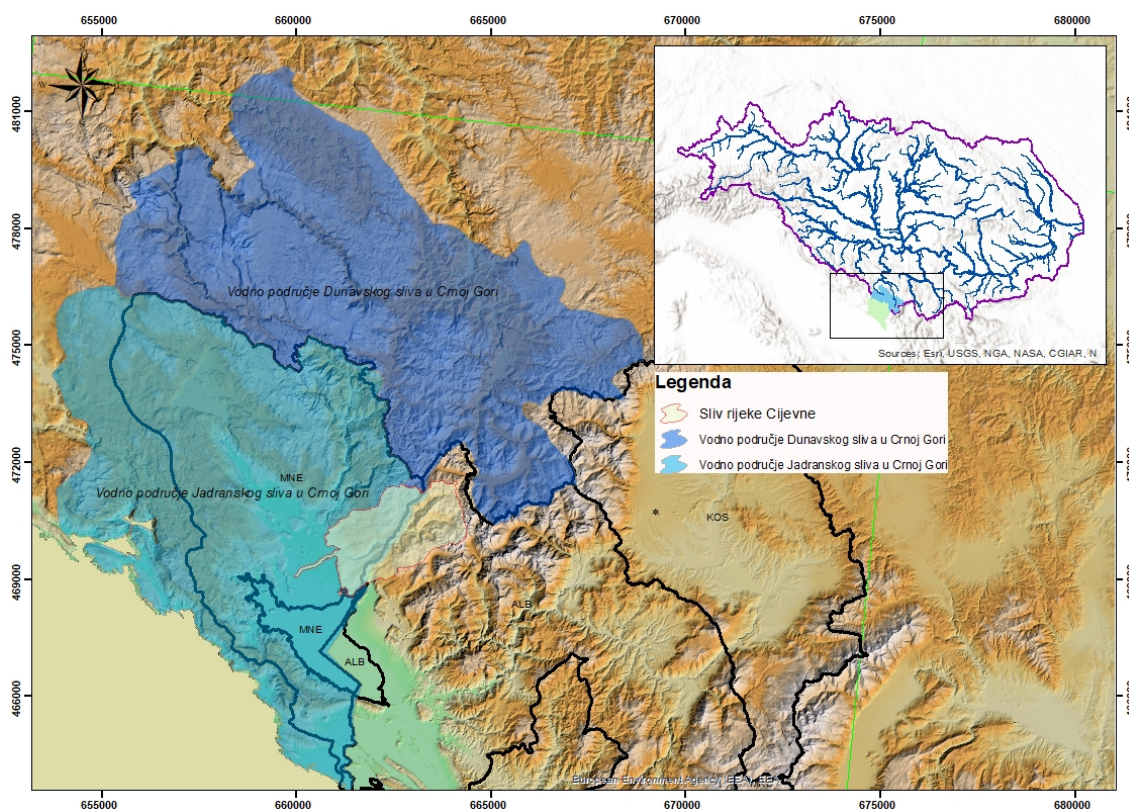
Najveći industrijski potrošači vode su metalurška postrojenja (KAP, Željezara) i Termoelektrana u Pljevljima. Ovi potrošači koriste oko 43 miliona m³/god, a procjenjuje se da se oko 2/3 od ove vode recirkuliše. Poljoprivreda nije značajan potrošač, zvanični podaci ukazuju da sekoristi samo oko 6 miliona m³ godišnje, ali nedostaju podaci zahvata podzemnih voda za potrebe “Plantaža 13 jul” u Skadarskom basenu kod Podgorice .

Osnovna odlika hidrografije Crne Gore je postojanje dva približno jednaka slivna područja (slika 3.2.): Jadranski (oko 47,5% površine Crne Gore) i Dunavski (oko 52,5% površine Crne Gore).

Značajne rijeke Dunavskog sliva (prema novom Zakonu o vodama („Sl list RCG“, br. 48/15) su: Piva, Tara, Čehotina, Lim i Ibar. Najznačajniji vodotoci Jadranskog sliva su: Morača, Zeta, Rijeka

¹ Ugovor između Vlade Crne Gore i Vlade Republike Hrvatske o međusobnim odnosima u oblasti upravljanja vodama, sačinjen i potpisan 04. IX 2007. u Zagrebu; Ugovor između Vlade Republike Crne Gore i Vlade Republike Albanije o problemima voda, zaključen 03. VII 2018. u Skadru.

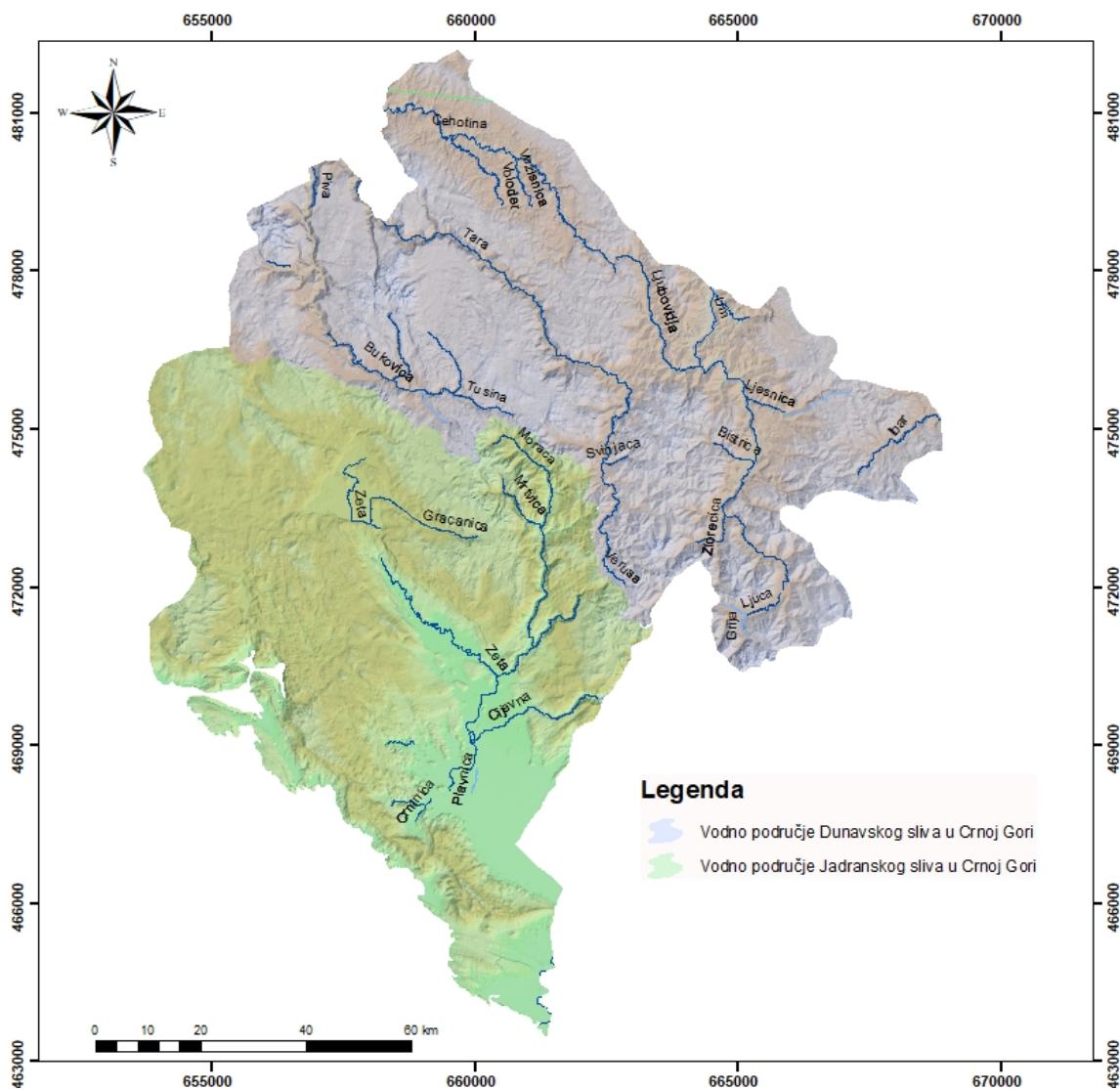
Crnojevića i Cijevna koje sve gravitiraju Skadarskom jezeru iz koga vode rijekom Bojanom otiču u Jadransko more (slika 3.3).



Sl. 3.2. Vodna područja Dunavskog i Jadranskog sliva u Crnoj Gori

Neadekvatan monitoring površinskih i podzemnih voda i priobalnih morskih voda, identifikacija područja ugroženih zagađenjem nitratima i iz drugih izvora zagađenja, definisanje ekološkog i hemijskog statusa i ciljeva za površinske i podzemne vode, uspostavljanje vodnog informacionog sistema predstavljaju, takođe, jedan od izazova za dostizanje dobrog statusa voda. U Crnoj Gori ima samo nekoliko uspostavljenih stanica za praćenje kvaliteta i kvantiteta podzemnih voda. One su postavljene i blizini potencijalnih izvora zagađenja, poput KAP-a.

Shodno tome, aktuelni sistem praćenja ne obezbjeđuje relevantnu bazu podataka za propisno planiranje upravljanja resursima podzemnih voda i gazdovanje njima. S tim u vezi, program monitoringa treba uskladiti s parametrima i šemama klasifikacije voda iz EU Direktiva.



Sl. 3.3. Značajniji vodotoci Jadranskog i Dunavskog sliva u Crnoj Gori

U oblasti kvaliteta vode za piće potrebno je uspostavljanje programa monitoringa na nacionalnom nivou, jer sadašnji program monitoringa koji je zasnovan na ugovorima između vodovodnih preduzeća i laboratorija nije u potpunosti u skladu sa Direktivom o vodi za piće (akrilamidi i bromati se uopšte ne analiziraju u crnogorskim laboratorijama).

Pored toga, poljoprivredne aktivnosti, posebno u centralnom i primorskom regionu, gdje je poljoprivredna proizvodnja intenzivnija, predstavljaju izvor zagađenja organskim materijama riječnih tokova i podzemnih voda.

Ministarstvo poljoprivrede i ruralnog razvoja (MPRR) ima primarnu odgovornost za upravljanje vodama. MPRR vrši poslove koji se odnose na razvojnu politiku u upravljanju vodama, sistemska rješenja za obezbjeđenje i korišćenje voda, zaštitu voda od zagađivanja, uređenje voda i vodotoka i zaštitu od štetnog dejstva voda. S tim u vezi, MPRR odgovorno je za harmonizaciju i implementaciju Direktive 2000/60/EC, Direktive 2008/105/EC, Direktive 2006/118/EEC, Direktive 91/271/EEC, Direktive 91/676/EEC, Direktive 2007/60/EC i Direktive 2006/7/EC). Ministarstvo održivog razvoja i turizma (MORT) je nadležno za komunalne djelatnosti, vodosnabdijevanje i sakupljanje i tretman urbanih otpadnih voda (Direktiva 91/271/EEC), kao i za Direktivu o morskoj strategiji 2008/56/EC. Ministarstvo zdravlja (MZ), preko Instituta za javno zdravlje, koji vrši fizičko-hemijske analize vode i mikrobiološko testiranje vode za piće, odgovorno je za kontrolu i monitoring bezbjednosti vode za piće (Direktiva 98/83/EC).

Ministarstvo unutrašnjih poslova (MUP) zaduženo je za upravljanje vanrednim situacijama (Direktiva o poplavama 2007/60/EC). Takođe, Ministarstvo ekonomije odgovorno je za hidro energiju, dok je Ministarstvo saobraćaja i pomorstva, preko Uprave pomorske sigurnosti, nadležno za zagađenje mora s brodova.

Ostali organi uprave i institucije koje se bave pojedinim segmentima u oblasti kvaliteta voda su: Uprava za vode CG koja je nadležna za izdavanje dozvola korišćenje voda, izradu planova, programa i bilansa u oblasti vodoprivrede, pripremu dokumentacije za određivanje izvorišta za regionalno vodosnabdijevanje i vodosnabdijevanje gradova, kao i za određivanje zona sanitarne zaštite tih izvorišta. Agencija za zaštitu životne sredine(AZZŽS) zadužena je za praćenje stanja životne sredine i očuvanje prirode prikupljanje i ažuriranje podataka o kvalitetu svih segmenata životne sredine, uključujući vode i izvještavanje prema nacionalnim i evropskim institucijama. (Zavod za hidrometeorologiju i seizmologiju Crne Gore (ZHMS) bavi se monitoringom kvaliteta i kvantiteta površinskih i podzemnih voda, prognozom poplava i praćenjem hidrološke situacije, davanjem upozorenja institucijama koje su nadležne za upravljanje rizicima od poplava. Javno preduzeće za upravljanje morskim dobrom (JPMD) zaduženo je za upravljanje morskim dobrom i morskim područjem. Inspeksijski nadzor vrši UIP preko vodoprivredne inspekcije (monitoring i sprovođenje Zakona o vodama) i sanitarne inspekcije (kontrola bezbjednosti vode).

Lokalne samouprave nadležne su za pružanje usluga vodosnabdijevanja pijaćom vodom, prikupljanje i tretman otpadnih voda, kao i za zaštitu od štetnog dejstva voda. „Vodacom” je zajedničko uslužno i koordinaciono društvo za vodosnabdijevanje i odvođenje otpadnih voda za Crnogorsko primorje i opštinu Cetinje, koje su osnovale opštine Crnogorskog primorja s ciljem planiranja i optimizacije budućeg razvoja sistema vodosnabdijevanja i odvođenja otpadnih voda na lokalnom nivou, kao i pružanja stručne pomoći na realizaciji projekata iz oblasti komunalnih djelatnosti koje donose jedinice lokalne samouprave, odnosno Vlada, shodno ugovorima sa međunarodnim finansijskim institucijama. Kao i Vodacom, Procon obavlja poslove kandidovanja projekata i pružanja stručne pomoći u izradi neophodne dokumentacije za realizaciju projekata i obavlja analize projekata. Dajući prednost stabilnosti u kontinuitetu obavljanja javne funkcije vodosnabdijevanja i većem stepenu sigurnosti funkcionisanja sistema u svim uslovima, Vlada Crne Gore se opredijelila za koncept izgradnje regionalnog vodovodnog sistema kojim se voda iz zaleđa, basena Skadarskog jezera, dovodi do svih 6 opština na Crnogorskom primorju i izgradnju tog sistema i upravljanje povjerila JP “Regionalni vodovod Crnogorsko primorje”. Preduzeće vrši kontinuiranu ispruku vode u vodovodne sisteme opština Crnogorskog primorja.

3.2 Međunarodni propisi u oblasti upravljanja prekograničnim vodama

Prekogranični vodni menadžment se zasniva na saradnji među različitim korisnicima/sektorima. Glavna saradnja se ostvaruje na nivou dvije ili više zemalja koje dijele rječni sliv, dok se mogu ostvariti i drugi „lokalni“ vidovi saradnje između zainteresovanih strana, kao što je npr. saradnja lokalnih vlasti u slivu. Nepostojanje efektivnog okvira saradnje između zemalja sliva znači da se ne stvaraju povoljni uslovi za razvoj. Razvoj sliva se ogleda u spremnosti sektorskih planskih dokumenata u zemljama sliva i njihovoj primjeni. Nakon pripreme ovih dokumenata potrebno je uložiti dodatan napor u cilju njihovog objedinjavanja sa planovima upravljanja vodama kao i sa planovima ekonomskog razvoja. To mora biti učinjeno istovremeno na nivou pod-sliva/ova (pritoke/a), jer mnogi zahvati imaju samo lokalni uticaj i služe samo za lokalne interese. Svaka zemlja sliva ima suverena prava i nacionalne razvojne prioritete. Takva integracija bi pomogla određivanju prioriteta ulaganja, na temelju identifikacije među-odnosa između različitih predloga na lokalnom ili regionalnom nivou, koji mogu biti konkurentni ili sinergični u prirodi.

Prekogranični menadžment zahtjeva saradnju na političkom i institucionalnom međudržavnom nivou u cilju razmjene informacija o samom upravljačkom pristupu, a takođe i finansijsku podršku od strane država. Inicijative pokrenute od strane međunarodnih organizacija, za rezultat su imale veoma važne međunarodne dokumente. Neki od ovih međunarodnih dokumenata imaju i obavezujući karakter, dok su neki samo smjernice ka pravilnom upravljanju vodama. Bez obzira da li su ovi dokumenti ratifikovani od strane Crne Gore, nesumnjiv je njihov uticaj a i obaveznost primjene u oblasti upravljanja vodnim resursima. U cilju poboljšanja prekogranične saradnje u upravljanju prekograničnim vodama usvojen je međunarodni ugovor **Konvencija o zaštiti i upotrebi prekograničnih vodotoka i međunarodnih jezera** (Helsinki, 17. marta 1992), koja je u tom periodu bila otvorena samo za zemlje članice Komisije Ujedinjenih nacija za Evropu (ECE) kao i za zemlje članice Regionalne ekonomske organizacije². Konvencija je stupila na snagu 6. oktobra 1996 godine.

Vremenom se ukazala potreba za širim djelovanjem Konvencije, pa je 28. Novembra 2003 usvojena odluka o amandmanima na članove 25 i 26 Konvencije. Tako je izmjenom članova 25 i 26 dozvoljeno pristupanje Konvenciji svim zemljama članicama Ujedinjenih nacija.

UNECE Konvencija o zaštiti i upotrebi prekograničnih vodotoka i međunarodnih jezera (Konvencija o vodama) omogućuje zajednički pravni osnov zemljama da sarađuju u cilju obezbjeđivanja održivog upravljanja vodnim resursima.

Barselonska konvencija o zaštiti Sredozemnog mora od zagađivanja, usvojena u Barseloni 1976. od strane zemalja Mediterana, stupila je na snagu 1978. kao instrument Mediteranskog akcionog plana. Konvencija je dopunjena 1995. kada je dobila naziv „Konvencija za zaštitu morske sredine i priobalnog područja Sredozemlja“. Pored Barselonske konvencije, pravni okvir nazvan "Barcelona Sistem" čini i sedam Protokola koji se odnose na specifične aspekte zaštite životne sredine:

1. Protokol o sprječavanju i otklanjanju zagađivanja Sredozemnog mora usljed potapanja otpadnih i drugih materija sa brodova i vazduhoplova ili spaljivanjem na moru,
2. Protokol o saradnji u sprječavanju zagađivanja Sredozemnog mora sa brodova i borbi protiv zagađivanja u slučaju udesa,
3. Protokol o zaštiti Sredozemnog mora od zagađivanja iz kopnenih izvora i kopnenih aktivnosti,
4. Protokol o područjima pod posebnom zaštitom i biodiverzitetu Sredozemlja,
5. Protokol o zaštiti Sredozemnog mora od zagađenja kao posledice istraživanja i iskorišćavanja epikontinentalnog pojasa,
6. Protokol o prevenciji zagađivanja Sredozemnog mora putem prekograničnih kretanja opasnog otpada i njihovog odlaganja,
7. Protokol o Integralnom upravljanju obalnim područjima (IUOP) Sredozemlja.

Konvencija za zaštitu rijeke Dunav o saradnji za zaštitu i održivo korišćenje rijeke Dunav (*Convention on Cooperation for Protection and Sustainable Use of the Danube River*), potpisana u Sofiji 29. juna 1994, stupila na snagu 22. oktobra 1998, uspostavila je bazu za upravljanje rijekama u slivu Dunava.

U cilju saradnje zemalja u slivu rijeke Dunav u okviru Konvencije formirana je Međunarodna komisija za zaštitu rijeke Dunav „*International Commission for the Protection of the Danube River – ICPDR*“. Ova komisija je jedno od najvećih i najaktivnijih međunarodnih tijela koje se bave

² Regionalna ekonomska organizacija predstavlja organizaciju konstituisanu od zemalja koje sačinjavaju jedinstveni sistem, bez granica. Za primjer navodimo tri ovakve organizacije organizacije, kojima su upravljale iste institucije. Prva organizacija je bila Evropska zajednica za uglj i čelik (ECSC), druga poznata pod imenom Evropska zajednica za atomsku energiju (EAEC ili Euroatom) i treća Evropske ekonomske zajednica (EEC), koja je kasnije preimenovana u Evropsku zajednicu (EC) 1993 ugovorom iz Matrihta, kojim je formirana Evropska Unija.

upravljanjem vodnim resursima. Od svog nastanka 1998. godine, pa do danas u rad ICPDR je uključeno 14 zemalja (od kojih je 9 članica Evropske Unije, 5 nečlanice) i EU kao posebnog entiteta.

Crna Gora je 2008 godine ratifikovala ovu Konvenciju i pristupila ICPDR-u kao punopravna članica.

3.3 Integralno upravljanje rječnim slivovima

Integralno upravljanje vodnim resursima je veoma složen process koji uključuje više različitih aspekata upravljanja prirodnim resursima i potrebama za vodom. Integracija (povezivanje) se posmatra sa aspekta dvije osnovne kategorije (Globalno partnerstvo za vode GWP, 2004):

1. Prirodnog sistema (kvalitet i raspoloživost vodnih resursa)
2. Društvenog sistema (uticaj ljudskog faktora)

U okviru integracije prirodnog sistema, jedan od najznačajnijih aspekata je integracija upravljanja vodnim resursima i zemljištem (prostorom). Hidrološki ciklus tj. kretanje vode u direktnoj je zavisnosti sa cjelokupnim prostorom, tako da integralno upravljanje resursima predstavlja ključni faktor održanja ekosistema u cjelini. U prethodnom dijelu je bilo više riječi o značaju vode za održanje ekosistema i uticaju na ekosistema, međutim da bi kvalitet i kvantitet vode bio povoljan za nesmetano funkcionisanje ekosistema, princip integralnog upravljanja uključivanjem svih segmenata koji mogu uticati na njegov kvalitet u cjelini daje rješenja racionalnog (održivog) upravljanja.

Jedinstvena definicija Integralnog upravljanja vodnim resursima u daljem tekstu IWRM ne postoji, najčešće se koristi definicija Globalnog Partnerstva za vode (GWP), po kojoj IWRM predstavlja uvezivanje više sektora: vode, zemljišta i ostalih povezanih sektora, u cilju maksimiziranja nastalog ekonomskog i društvenog bogatstva na pravičan način, bez ugrožavanja održivosti vitalnih ekosistema (GWP, 2004). Zapravo ovakav pristup je sve više zastupljen i poznat je pod nazivom "Neksus".

Kao prostor u kojem se u prirodi odvijaju različiti hidrološki procesi, slivno područje predstavlja logičnu i praktičnu jedinicu za upravljanje vodama. Pristup upravljanja na nivou slivnog područja omogućava rješavanje konflikata između različitih zainteresovanih strana u okviru jedinstvenog hidrološkog sistema, što često nije moguće na nivou administrativnih jedinica upravljanja, koje obuhvataju samo djelove pojedinih slivova. Upravo na nivou rječnih slivova moraju se zajednički definisati aktivnosti koje slijede iz osnovnih ciljeva integralnog upravljanja vodnim resursima, a to bi su:

- Racionalno korišćenje vodnih resursa
- Planiranje i upravljanje vodnim resursima na naučnoj i stručnoj osnovi
- Izbjegavanje konflikata između interesnih grupa
- Učešće javnosti u procesu planiranja i upravljanja
- Jačanje institucionalnih, finansijskih i drugih mehanizama

3.4 Evropski propisi o vodama – Direktive o vodama

Kako bismo približili značaj Direktive kao pravnog akta, treba se upoznati sa obavezujućim i neobavezujućim aktima Evropske Unije. Prema hijerarhiji akata Evropske Unije izdvajamo **uredbu, uputstvo i odluku**.

1. **Uredba** (regulativa) – opšti pravni akt koji obavezuje u cjelini i direktno se primjenjuje u državama članicama,
2. **Uputstvo** (direktiva) – obavezuje države članice kojima je upućena u pogledu cilja koji treba postići i roka,
3. **Odluka** – obavezuje u cjelini subjekt kom je upućena.

Preporuke i mišljenja su akti koji nisu pravno obavezujući.

Upravljanje vodama u zemljama Evropske Unije je definisano Okvirnom direktivom o vodama (WFD). Parlament i Savjet EU su krajem 2000. usvojili Direktivu o vodama (*Directive of the European parliament and of the Council 2000/60/EC establishing a framework for community action in the field of water policy*), koja je važeća za sve zemlje članice EU. Direktiva definiše odgovarajući normativni okvir, kojim se objedinjuju mehanizmi planiranja zaštite voda u okviru zaštite čitavog okruženja. Osnovni ciljevi donošenja Okvirne direktive o vodama su:

- Sveobuhvatna zaštita svih voda uz primjenu načela integralnog upravljanja vodnim resursima,
- Integralno upravljanje rječnim slivovima i formiranje kompetentnih službi za upravljanje vodama na nivu slivova,
- Koordinirano upravljanje rječnim slivom u slučaju da je prekografičnog karaktera,
- Ekonomska politika koja omogućava samofinansiranje sektor voda kroz naplaćivanje vode i svih vodnih usluga,
- Poštovanje principa “korisnik plaća” i “zagađivač plaća”,
- Učešće javnosti u svim aktivnostima u oblasti voda.

Osnovni koncept Direktive za međugranične rječne slivove odnosi se na njihovu zaštitu, koordinaciju na području cijelog sliva, a za slivove koji nisu u granicama EU, prema Direktivi zemlje članice se obavezuju da će osigurati odgovarajuću saradnju sa zemljama nečlanicama.

Ostale direktive koje se bave o vodama su :

- *"Direktiva o otpadnim vodama" - Direktiva 91/271/EEC o prečišćavanju urbanih otpadnih voda;*
- *"Direktiva o vodi za piće" - Direktiva 98/83/EC o kvalitetu vode namijenjene ljudskoj upotrebi;*
- *"Direktiva o nitratima" - Direktiva 91/676/EEC o zaštiti voda od zagađenja uzrokovanog nitratima iz poljoprivrednih izvora;*
- *"Direktiva o podzemnim vodama" - Direktiva 2006/118/EC o zaštiti podzemnih voda od zagađenja i pogoršanja kvaliteta;*
- *"Direktiva o vodi za kupanje" - Direktiva 2006/7/EC o upravljanju kvalitetom vode za kupanje;*
- *"Direktiva o opasnim supstancama" - Direktiva 2006/11/EC o zagađenju izazvanom izvjesnim opasnim supstancama ispuštenim u akvatični okoliš Zajednice;*
- *"Direktiva o poplavama" - Direktiva 2007/60/EC o procjeni i upravljanju rizicima od poplava;*
- *"Direktiva o moru" (Okvirna direktiva o morskj strategiji) - Direktiva 2008/56/EC o uspostavljanju okvira za djelovanje Zajednice u oblasti pomorske politike životne sredine.*

- "Direktiva o industrijskoj emisiji" - Direktiva 2010/75/EU o industrijskoj emisiji (integralna prevencija i kontrola zagađenja);
- "Direktiva o pristupu informacijama" - Direktiva 2003/4/EC o javnom pristupu informacijama vezanim za životnu sredinu;
- "Direktiva o učešću javnosti" - Direktiva 2003/35/EC o obezbjeđenju učešća javnosti u procesu kreiranja određenih planova i programa vezanih za životnu sredinu;
- "Direktiva o procjeni uticaja na životnu sredinu" - Direktiva 85/337/EEC o procjeni uticaja određenih javnih i privatnih projekata na životnu sredinu;
- "Direktiva o strateškoj procjeni uticaja na životnu sredinu" - Direktiva 2001/42/EC o procjeni učinaka pojedinih planova i programa na životnu sredinu.

3.5 Primjena Konvencije o vodama i Okvirne direktive o vodama na prekogranične slivove

Da bismo u potpunosti shvatili funkcionisanje međunarodnog prava u oblasti upravljanja prekograničnim vodnim resursima kao i o osnivanju zajedničkih tijela za saradnju, moramo ukazati na nekoliko stvari o principima i praksi prije usvajanja EU Okvirne Direktive o vodama. Naime, još prve napore u definisanju međunarodnog prava za korišćenje neplovidbenih međunarodnih vodotoka je uloženo od strane Instituta za međunarodno pravo i Udruženja za međunarodno pravo (ILA), nakon čega je 1966. usvojen Pravilnik o upotrebi voda međunarodnih rijeka (Helsinška pravila). Ova pravila nijesu bila mandatornog tipa, međutim bila su veoma priznata jer su zapravo refletovala Međunarodno pravo u oblasti voda.

Helsinška pravila su bila preteča „**Konvencije o pravu neplovidbenih korišćenja međunarodnih vodotoka**“³ ili Konvencija Ujedinjenih Nacija iz 1997. godine. Ovom konvencijom su definisana pravila funkcionisanja zemalja koje dijele vodotoke. Za razliku od ove konvencije koja je stupila na snagu 17. Avgusta 2014. godine, **Konvencija o vodama** je nakon samo 4 godine od datuma usvajanja u UN stupila na snagu, nakon ratifikovanja od strane zemalja članica UNECE-a, 6. oktobra 1996. godine. Skoro sve zemlje UNECE-a sa prekograničnim vodotocima, su članice Konvencije o vodama.

Za razliku od **Konvencije Ujedinjenih Nacija iz 1997.** koja ohrabruje zemlje prekograničnih slivova na rešavanje i zaključivanje ugovora o vodotocima, **Konvencija o vodama**⁴ zahtjeva od zemalja koje dijele prekogranične vodotoke da pokrenu bilateralne ili multilateralne pregovore ili druge aranžmane, sa druge strane da se adaptiraju na postojeće ugovore ili aranžmane, kako bi se eliminisale nesuglasice sa osnovnim principima Konvencije. Prema Konvenciji o vodama, ovakvi ugovori treba da se obezbjede u cilju osnivanja zajedničkog tijela.

EU Okvirna Direktiva o vodama je bazirana na prethodno pomenutoj Konvenciji o vodama. Dakle, Konvencijom o vodama je definisan način funkcionisanja zajedničkih tijela, dok ODV definiše aktivnosti po dubini koje je potrebno sprovesti da se osigura očuvanje ili poboljšanje statusa vodnih tijela, koji je prethodno definisan aktivnostima opisanim u članu 5. Okvirne Direktive o vodama.

Tako EU ODV prepoznaje principe Integralnog upravljanja vodnim resursima (IUVR) o kojima je prethodno bilo riječi, gdje je **rječni sliv** osnovna jedinica upravljanja. Osnovni zahtjev Direktive je da zemlje članice identifikuju rječna slivna područja, koja mogu uključivati jedan ili više slivova i da izrade planove upravljanja rječnim slivovima i programe mjera za svako slivno područje, takođe i izradu planova i programa mjera na međunarodnom nivou. Da bi se ovaj zahtjev Direktive ostvario, neophodno je prethodno bilo razmotriti mogućnosti na koji način se mogu ostvariti ovi zahtjevi za

³ http://legal.un.org/ilc/texts/instruments/english/conventions/8_3_1997.pdf

⁴ <http://www.unece.org/env/water/text/text.html>

veće slivove (npr. Dunav, Rajna, Sava i dr.). Tako su postojeće komisije postale platforme za koordinaciju na implementaciji EU ODV, npr. Međunarodna komisija za zaštitu Rajne (ICPR) je dobila ulogu da koordinira implementaciju EU ODV na vodnom području sliva rijeke Rajne. Međunarodna komisija za zaštitu rijeke Odre od zagađenja (Odra/Oder Komisija), Međunarodna komisija za zaštitu rijeke Labe/Elbe, Međunarodna komisija za rijeku Meuse/Maas (Mezu), Međunarodna komisija za Scheldt (Šeldu) i Međunarodna komisija za zaštitu rijeke Dunav (ICPDR) su koordinacione platforme za ostale međunarodne riječne slivove (vodna područja). Ostala pridružena tijela, npr. Međunarodna komisija za sliv rijeke Save (ICSRB) ima ulogu implementacije EU ODV na podslivu, u ovom slučaju slivu Save kao najveće pritoke rijeke Dunav.

Komisija za sliv rijeke Save je međunarodna komisija sa zadatkom koordinacije aktivnosti u cilju pravilnog upravljanja vodama u slivu rijeke Save. Crna Gora još uvijek nije punopravna članica ove komisije, međutim sve aktivnosti na tehničkom nivou uključuju Crnu Goru kao punopravnog člana, dok se na nivou donošenja odluka Crna Gora tretira kao posmatrač.

U slučaju da je slivno područje van teritorije EU tj. van zemalja članica, EU ODV podstiče na obezbjeđenju odgovarajuće koordinacije sa relevantnom zemljom nečlanicom, kako bi se postigli ciljevi EU ODV.

Osnovni cilj Okvirne Direktive o vodama bio je dostizanje „dobrog“ statusa svih vodnih tijela (dobar ekološki i hemijski status površinskih, dobar hemijski i kvantitativni status podzemnih vodnih tijela) u riječnom slivu do decembra 2015 (sa mogućim produženjem roka do decembra 2027.). Dobar status voda (ekološki, hemijski i kvantitativni kriterijum) je detaljno opisan u aneksima Okvirne Direktive o vodama. Obilje i raznolikost flore i faune u vodnim tijelima je potrebno ispitati i pratiti.

Zemlje članice moraju da definišu riječne slivove (tj. vodna područja) kao osnovne jedinice za sve upravljačke aktivnosti.

4 METODOLOGIJA RADA NA DISERTACIJI I POLAZNE HIPOTEZE

Rad na izradi doktorske disertacije možemo podijeliti u pet faza i to:

I faza: Razvoj metodologije karakterizacije vodnih resursa

II faza: Hidrogeološko istraživanje prekograničnog sliva rijeke Cijevne

III faza: Menadžment vodnih resursa na slivnom području sa Programom mjera

IV faza: Primjena razvijene metodologije na prekogranični sliv rijeke Cijevne

V faza: Izrada i odbrana doktorske disertacije

Aktivnosti u sklopu **prve faze** doktorske disertacije podrazumijevale su naučno-istraživački proces razvijanja metodologije za karakterizaciju podzemnih vodnih resursa u slivnom području.

U okviru ove faze bilo je neophodno sprovesti sledeće aktivnosti:

- ✓ Prikupljanje i proučavanje stručne dokumentacije,
- ✓ Upoznavanje sa do sada primenjenim metodologijama karakterizacije vodnih resursa,
- ✓ Upoznavanje sa iskustvima na upravljanju međugraničnim izdanima i vodnim tijelima,
- ✓ Terenski istraživački rad,
- ✓ Konsultacije sa mentorom i drugim relevantnim istraživačima.

U okviru **druge faze** izvršila su se detaljna hidrogeološka istraživanja prekograničnog sliva rijeke Cijevne. U okviru ovih istraživanja izvršilo se:

- ✓ Prikupljanje i proučavanje podloga (geologija, hidrologija, klima, hidrogeologija, topografija, demografija, ekonomija i dr.)
- ✓ Rekognosciranje terena
- ✓ Daljinska detekcija
- ✓ Hidrogeološko kartiranje terena
- ✓ Fizičko-hemijska ispitivanja vode
- ✓ Biološka ispitivanja vode
- ✓ Formiranje stalne osmatračke mreže (monitoring)

U okviru **treće faze** razvijala se i primjenila definisana metodologija karakterizacije vodnih resursa na slivnom području Cijevne sa predloženim Programom mjera.

U okviru ove faze odrađene su sledeće aktivnosti:

- ✓ Metodologija karakterizacije vodnih resursa
- ✓ Bilansiranje vodnih tijela
- ✓ Osnove za održivo korišćenje vodnih resursa – ekološki aspekt
- ✓ Predlog mjera unaprijeđenja upravljanja vodnim resursima

IV faza je rezultat primjene i funkcionalnosti predložene metodologije upravljanja podzemnim vodnim resursima. U okviru ove faze izvršena je komparacija postojećih istraživanja sa istraživanjima nakon implementacije programa mjera na slivu.

V faza predstavlja finalizovanu Doktorsku disertaciju, kroz sintezu rezultata prethodnih faza. Rezultat svih prethodno navedenih aktivnosti ima za cilj prezentaciju rezultata odnosno „odbranu Doktorske disertacije“.

Izrada Doktorske disertacije prošla je kroz više metodoloških postupaka u sklopu geoloških i negeoloških metoda, koji su se obavili kroz: terenska, laboratorijska i kabinetska istraživanja.

Istraživanje u karstnim terenima sa karakterističnim specifičnostima, zahtjevalo je značajan terenski rad koji je bilo neophodno sprovesti u cilju prikupljanja što kvalitetnijih informacija. Primjena geoloških terenskih metoda istraživanja omogućila je ocjenu funkcionisanja podzemnih voda sliva rijeke Cijevne. Geološka istraživanja su dodatno proširena korišćenjem negeoloških disciplina kao što je primjena socio-ekonomskih analiza na slivu, koje su objedinjene u cjelinu kroz upravljački model održivog korišćenja podzemnih voda.

Za dobijanje modela održivog upravljanja međugraničnim podzemnim vodama što je i konačni cilj disertacije, primjenjene su naučne metode istraživanja, kako bi se aktivnosti predviđene konceptualnim modelom u praksi sprovele fazno.

Od geoloških i negeoloških metoda kao i terenskih istraživanja primjenjene su:

Geomorfološke i geološke metode

Geomorfološka istraživanja su pomogla pri ocjeni ranjivosti na zagađenje podzemnih voda kroz definisanje zona sa pojavom vrtača, škrapa i drugih oblika karakterističnih za karst Dinarida kojem istražno područje pripada. Analizom geomorfoloških oblika došlo se do podataka koji su veoma značajni za analizu hidrogeoloških uslova u karstnim terenima.

Za rasprostranjenje pojedinih litostratigrafskih elemenata na slivu korišćeni su podaci izrađenih Osnovnih geoloških karata SFRJ 1:100.000 i njihovih podloga u razmjeri 1:25000, uz reambulaciona

verifikaciona istraživanja na pilot područjima u slivu. Analiziran je i model odnosa karstnih i glaciofluvijalnih sedimenata koji su dominantno rasprostranjeni na crnogorskom dijelu sliva u Zetskoj ravnici.

Klimato-hidrološke metode

Padavinski režim, osmotren za cijeli sliv kao jedna od ulaznih komponenti za ocjenu bilansa, uz geološke i geomorfološke analize, pomogao je u definisanju uslova prihranjivanja sliva rijeke Cijevne.

Osim osmatranja padavina i drugih klimatskih elementa potrebnih za bilansiranje, izvršena su i simultana hidrometrijska mjerenja na definisanim profilima duž vodotoka.

Na osnovu ovih hidroloških istraživanja definisana je hidraulička povezanost rijeke sa podzemnim vodama. Ovim se riješilo i pitanje prihranjivanja podzemnih voda na slivu, kao i dreniranja sliva što je bio osnov za formiranje stalne osmatračke mreže.

Fizičko-hemijske analize vode

Fizičko-hemijske analize sprovedene su na definisanim izlaznim profilima, na osnovu čega su se i opredijelile dalje aktivnosti na zaštiti voda. Takođe, ove analize su pomogle i prilikom određivanja statusa voda u skladu sa Okvirnom direktivom o vodama, što je prvi put urađeno za neko vodno tijelo na ovom nivou u Crnoj Gori.

Terenska istraživanja

Obim i sadržaj terenskih istraživanja je definisan u odnosu na kompleksnost:

1. Geomorfoloških karakteristika terena,
2. Klimatskih karakteristika,
3. Razvijenosti hidrografske mreže,
4. Hidroloških karakteristika,
5. Načina prihranjivanja i pražnjenja izdani slivnog područja.

Istražno bušenje

U cilju preciznijeg definisanja geoloških i hidrogeoloških karakteristika izvedeno je istražno bušenje na definisanim lokacijama.

Istražno bušenje izvedeno je na dvije lokacije u Crnoj Gori, čime su se implementirali i postavljeni ciljevi u programu mjera ovog rada.

U istražnim bušotinama instalirani su uređaji za praćenje nivoa podzemnih voda (diveri), a sve u cilju uspostavljanja kontinuiranog monitoringa voda. Redovnim osmatranjem nivoa podzemnih voda i proticaja rijeke Cijevne imaćemo još bolju informaciju o njihovoj hidrauličkoj povezanosti i definisanju mjera zaštite.

Ocjena bilansa i resursa podzemnih voda

U okviru terenskih istraživanja izvedena su simultana hidrometrijska mjerenja na rijeci Cijevni u crnogorskom dijelu sliva.

Izvedena hidrološka mjerenja rađena su u dvije faze, u prvoj pomoću doplera i u drugoj fazi pomoću hidrološkog krila marke SEBA i to na više profila.

Na osnovu izvedenih mjerenja po prvi put je određena količina vode kojom se prihranjuju podzemne vode na račun rijeke Cijevne i linearni gubici na vodotoku. Dodatno, ova istraživanja su pomogla i kod shvatanja funkcionisanja cjelokupnog slivnog područja.

Izvedena istraživanja u albanskom delu sliva

Da bismo imali potpunu sliku i razmatrali održivo međugranično upravljanje vodama, sprovedena su terenska istraživanja i na albanskom dijelu sliva rijeke Cijevne. U okviru istraživanja, koja su bila dosta limitirana u odnosu na crnogorski dio, budući da se radi o drugoj državi, prikupljene su informacije o postojećim i potencijalnim zagađivačima na slivu, kao i dodatna osmatranja u cilju prikupljanja kvantitativnih i kvalitativnih podataka o albanskom dijelu sliva rijeke Cijevne.

Na osnovu prikupljenih podataka, za dio sliva koji pripada Albaniji, će se oceniti bilans vodnih tela, pripremiti karte ranjivosti, kao i karte rizika od zagađenja.

Polazne hipoteze za izradu ove disertacije su u najvećoj mjeri dokazane.

Nepostojanje monitoringa površinskih i podzemnih voda u slivu reke Cijevne kao osnovnog preduslova za sva druga istraživanja i analize, jedan je od najvećih problema sa kojim se suočavamo kada je u pitanju održivo upravljanje ovim prekograničnim slivom.

Kontinuirano praćenje stanja kvalitativnih i kvantitativnih karakteristika vode, kao i donošenje brzih odluka ukoliko dođe do njihovih promjena, osnovni je preduslov za obezbjeđenje dobrog „statusa“ podzemnih i površinskih voda u slivu. Prisustvo velikog broja potencijalnih izvora zagađenja od stanovništva, poljoprivrede, turizma, prvenstveno zbog neregulisanog upravljanja otpadnim vodama, koji se direktno upuštaju u rijeku ili putem septičkih jama u podzemlje, bez kontinuiranog monitoringa i preventivnih mjera, predstavlja poseban problem u obje države, ali je problematičnije na uzvodnim profilima (Albanija) zbog gravitacionog prenosa nizvodno (Crna Gora). Ovo je dakle posebno značajno na uzvodnom dijelu sliva, na području albanske teritorije i zato se mora uspostaviti kontrola ulaznog kvaliteta vode (profil Trgaj). Polazna hipoteza je da se ovdje kvalitet vode zahvaljujući trenutnom stanju nenaseljenosti i slabom industrijskom razvoju, procjenjuje kao zadovoljavajući. Međutim, zagađenje voda Dinoškog i Tuškog polja bi moglo da ostavi Crnu Goru bez potencijalno dvije najveće izdani, od ključnog značaja za budući demografski i privredni razvoj.

Prvobitna hipoteza da rijeka Cijevna u gornjem dijelu toka po prelasku na terene Crne Gore, prihranjuje podzemne vode fluvioglacialnih sedimenata je ovim istraživanjima i potvrđena. Ovo se najvećim dijelom odvija do profila Kuća Rakića, gdje Cijevna ima funkciju visećeg korita, dok se u drugom dijelu toka na profilu do lokaliteta Mahala nalazi u specifičnoj hidrauličkoj vezi tako da dijelom gubi vode u podzemlje, a dijelom se prihranjuje na račun podzemnih voda, zavisno od stanja nivoa izdani. Po podacima prethodnih opita trasiranja voda sa ponora Traboin teče sistemom karstnih kanala ispod korita reke Cijevne i pojavljuje se na izvorima desne obale.

Takođe, veoma značajna hipoteza funkcionisanja sliva je potencijalna hidraulička povezanost karstne izdani koja se nalazi ispod fluvioglacialnih sedimenata kroz koje protiče rijeka Cijevna sa izvorima

koji ističu po obodu Skadarskog jezera, od kojih je najznačajniji izvor Bolje Sestre, sa kojeg se vrši vodosnabdijevanje Crnogorskog primorja. Iako je izveden jedan test trasiranja u periodu niskih voda, ova hipoteza nije verifikovana, ali ostaje kao vjerodostojna s obzirom na bilans voda Cijevne, i treba je dalje provjeravati kroz detaljna istraživanja.

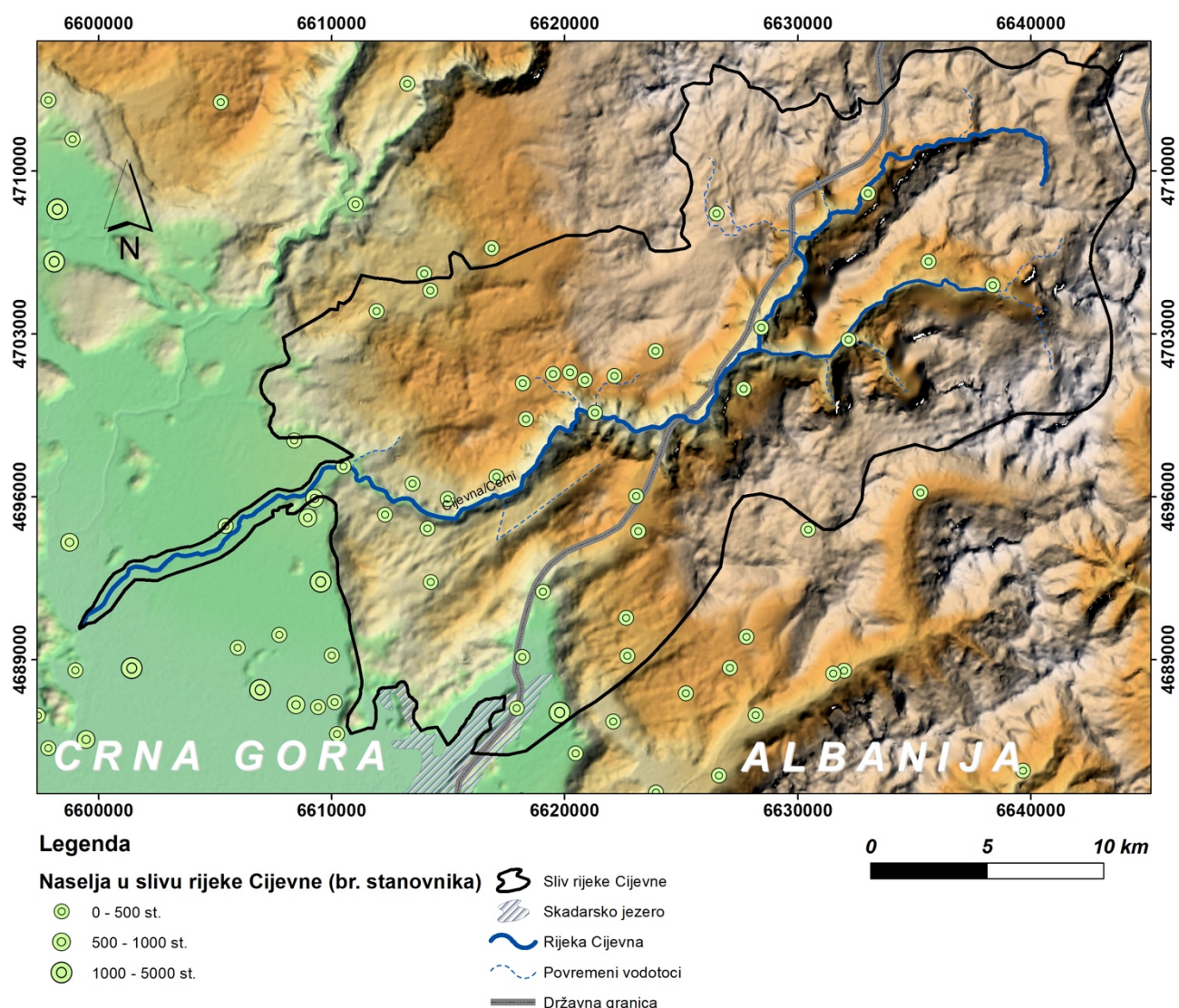
5 PREKOGRANIČNI SLIV RIJEKE CIJEVNE – SOCIO DEMOGRAFSKE ODLIKE

Naselja u slivu rijeke Cijevne skoncentrisana su uglavnom u blizini vodotoka, industrijskog razvoja u slivu praktično nema, dok za postojeće farme u slivu ne postoje detaljnije informacije.

U slivu Cijevne se nalazi 18 naselja, od kojih je 8 na albanskom dijelu sliva, dok se 10 nalazi na crnogorskom dijelu sliva (tabela 5.1.).

Stanovništvo (slika 5.1., tabela 5.1.) predstavlja jedan od većih potencijalnih izvora zagađenja, prvenstveno zbog neregulisanog upravljanja otpadnim vodama, koje se direktno upuštaju u rijeku ili se putem septičkih jama proceđuju u podzemlje.

Ovakvim upravljanjem otpadnim vodama direktno su ugrožene površinske i podzemne vode u slivu.



Sl. 5.1. Položaj naselja u slivu Cijevne

Naselja urbanog karaktera su Dinoša, Milješ, Kuće Rakića, Mitrovići i Srpska. U ovim naseljima je skoncentrisan najveći dio stanovništva (tabela 5.1.). Ovakav raspored se objašnjava boljim uslovima života u ovim naseljima. Ruralna naselja se nalaze u gornjem dijelu kanjona i karakteriše ih slaba naseljenost.

Tabela 5.1. Prikaz naselja u slivu rijeke Cijevne⁵

Ime i država (Al/ME)	Broj stanovnika
Vermosh (Al)	1300
Lëpushë (Al)	750
Selcë (Al)	820
Tamarë (Al)	920
Brojë (Al)	760
Kozhnja (Al)	550
Nikç (Al)	540
Vukël (Al)	704
Selište (ME)	29
Lovka (ME)	59
Nabom (ME)	49
Pikalj (ME)	83
Krševo (ME)	183
Dinoša (ME)	520
Milješ (ME)	1063
Kuće Rakića (ME)	164
Mitrovići (ME)	288
Srpska (ME)	515
UKUPNO	9307

6 OPŠTE KARAKTERSITIKE SLIVA

6.1 Geografski položaj sliva

Najznačajniji površinski vodotok na području istočnog oboda Zetske ravnice je rijeka Cijevna. Rijeka Cijevna izvire na teritoriji Albanije (slika 6.1.), na oko 325 m.n.m, na sjevernoj strani Prokletija, zapadno od planine Trojana (2183 m). U svom najuzvodnijem dijelu drenira vodonepropusne terene izgrađene od glinaca, laporaca i pješčara. Kod mjesta Tamara u Albaniji, Cemi Selcit se spaja sa drugim krakom toka Cemi Vuljit, nakon čega Cijevna dobija svoj puni vodni kapacitet i ulazi u Crnu Goru, južno od planine Suka Mizdarkut (1144 m).

Ukupna dužina toka iznosi 56 km, od kojih se 32,3 km nalazi na teritoriji Crne Gore. Na dužini do 25 km rijeka Cijevna je usjekla duboku kanjonsku dolinu (10 km na albanskoj teritoriji i 15 km na crnogorskoj teritoriji), najprije u krečnjacima i dolomitima a zatim u fluvio-glacijalnim sedimentima Zetske ravnice, nakon čega se uliva u rijeku Moraču, na oko 14 m.n.m, na oko 500 metara jugozapadno od sela Mahala.

Rijeka Cijevna sa Zetskom ravnicom kroz koju protiče čini južnu i jugozapadnu granicu Kučke krajine.

⁵ Podaci za Albaniju su preuzeti iz završnog izvještaja projekta DIKTAS, dok su podaci za Crnu Goru preuzeti iz godišnjeg izvještaja Zavoda za statistiku Crne Gore (MONSTAT)

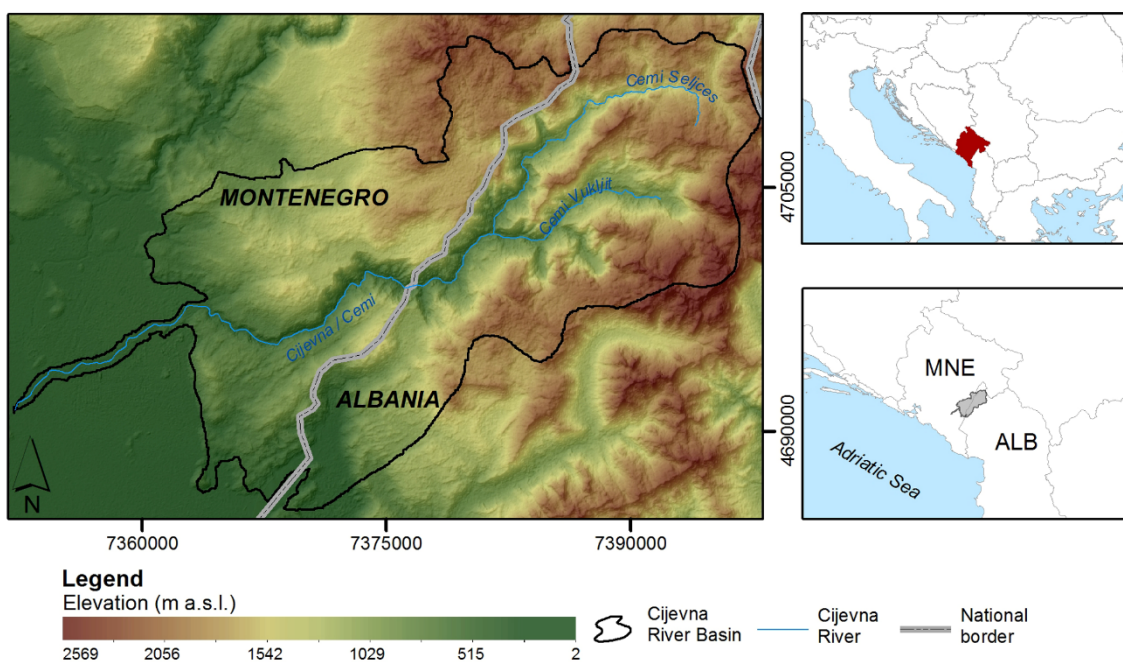
Prosječan pad rijeke Cijevne je 3,67 ‰, a godišnje kolebanje vodostaja je prosječno oko 150 cm, zbog neravnomjerne raspoređenosti padavinskog režima i prihranjivanja.

Sliv rijeke Cijevne pripada karstu spoljašnjih Dinarida prema Cvijiću⁶ (1895).

Cvijić je podjelio karst spoljašnjih Dinarida na tri prostora i to :

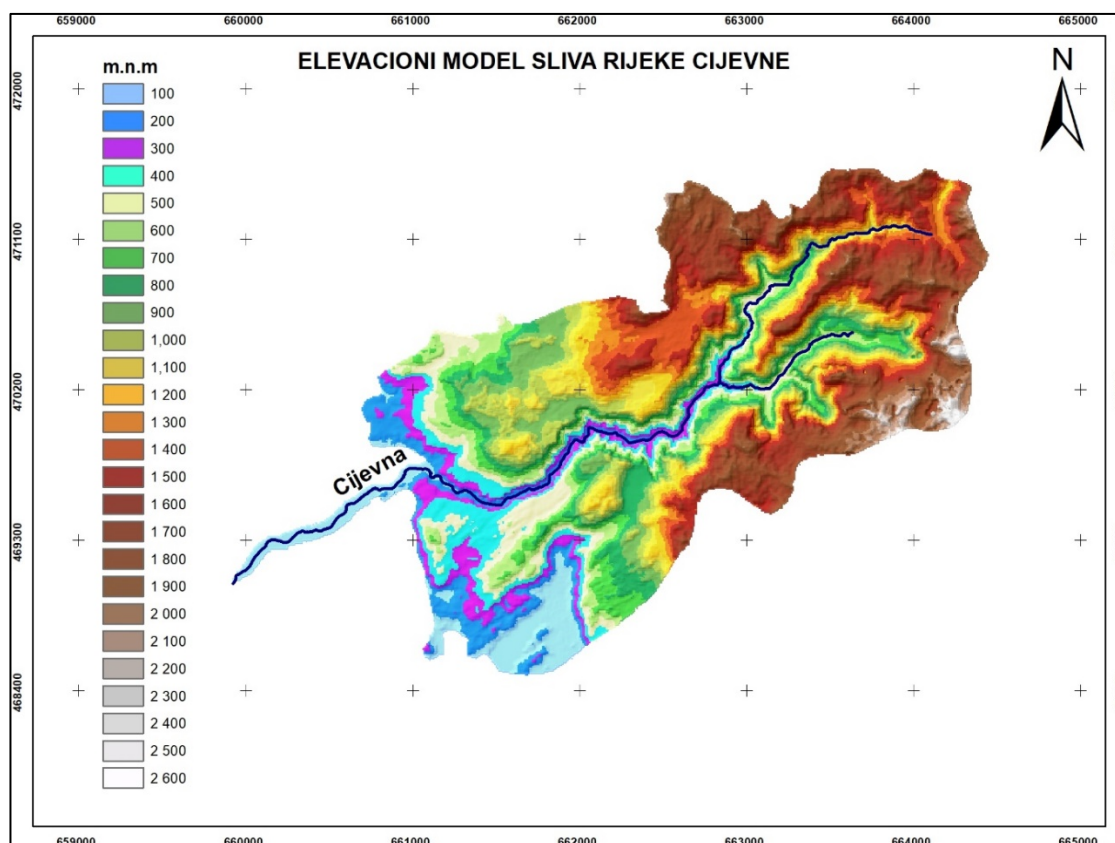
1. Prostor površi i brda
2. Prostor mrežastih bila i
3. Prostor humina i rudina.

Dio sliva rijeke Cijevne sa planinama Žijovom i Prokletijama je svrstan u prostore površi i brda, dok je drugi deo sliva koji prolazi kroz Zetsku ravnicu svrstan u prostor humina i rudina (Bešić, 1969). Ovo je ilustrovano za potrebe ovog rada izrađenim elevacionim modelom sliva rijeke Cijevne (slika 6.2.).



Sl. 6.1. Geografski položaj istražnog područja

⁶ "Karstni tereni spoljašnjih Dinarida stepeničasto rastu u visini idući od mora prema sjeveroistoku i dostižu najveće visine duž granične zone između spoljašnjih i unutrašnjih Dinarida, odnosno duž granice moćnoga karsta i klastičnog dinarskog terena. Ove visine opet rastu idući od sjeverozapada ka jugoistoku, pa dostižu maksimum na prostoru Volujaka, Durmitora, Komova i Prokletija i to baš u prostoru povijanja dinarskog pravca pružanja u novi metohijski pravac."



Sl. 6.2. Elevacioni model sliva rijeke Cijevne

6.2 Klimatske karakteristike

Sagledavanje klimatskih karakteristika istražnog područja biće predstavljeno raspoloživim podacima sa klimatološke stanice Podgorica za vremenski period od 1949 do 2018. godine za dostupne podatke temperature vazduha, padavina, sunčevog zračenja.

6.2.1 Temperatura vazduha

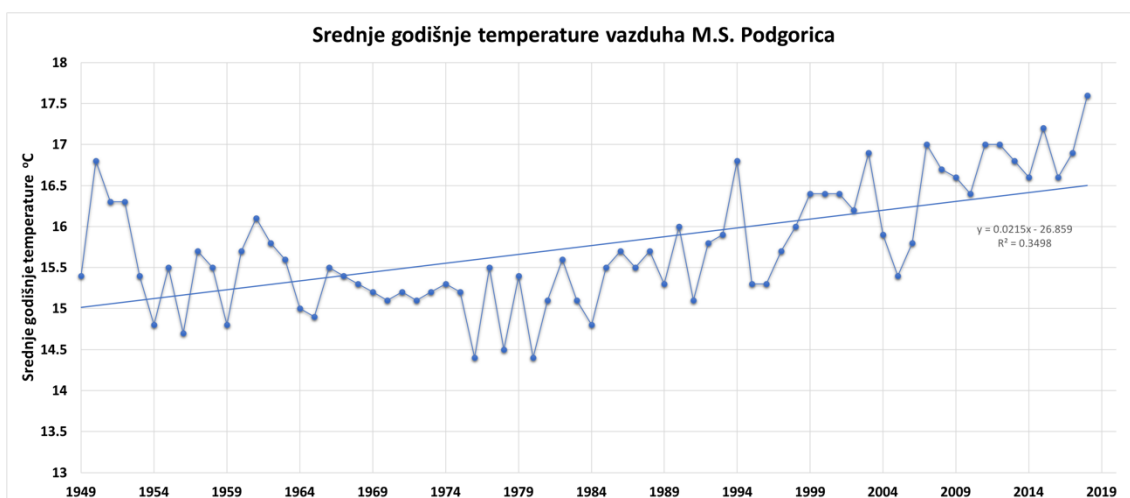
Temperatura vazduha spada u najvažnije klimatske elemente, jer promjena toplotnog stanja vazduha uslovljava promjene ostalih meteoroloških elemenata i pojava. Zetska ravnica predstavlja najtopliji dio Crne Gore, dok je Podgorica jedan od toplijih gradova Evrope.

Prosječna godišnja temperatura vazduha u Podgorici iznosi $15,7^{\circ}\text{C}$. Najtopliji mjesec je jul, sa prosječnom temperaturom od $26,8^{\circ}\text{C}$, a najhladniji januar sa $5,5^{\circ}\text{C}$ (tabela 6.2.1.).

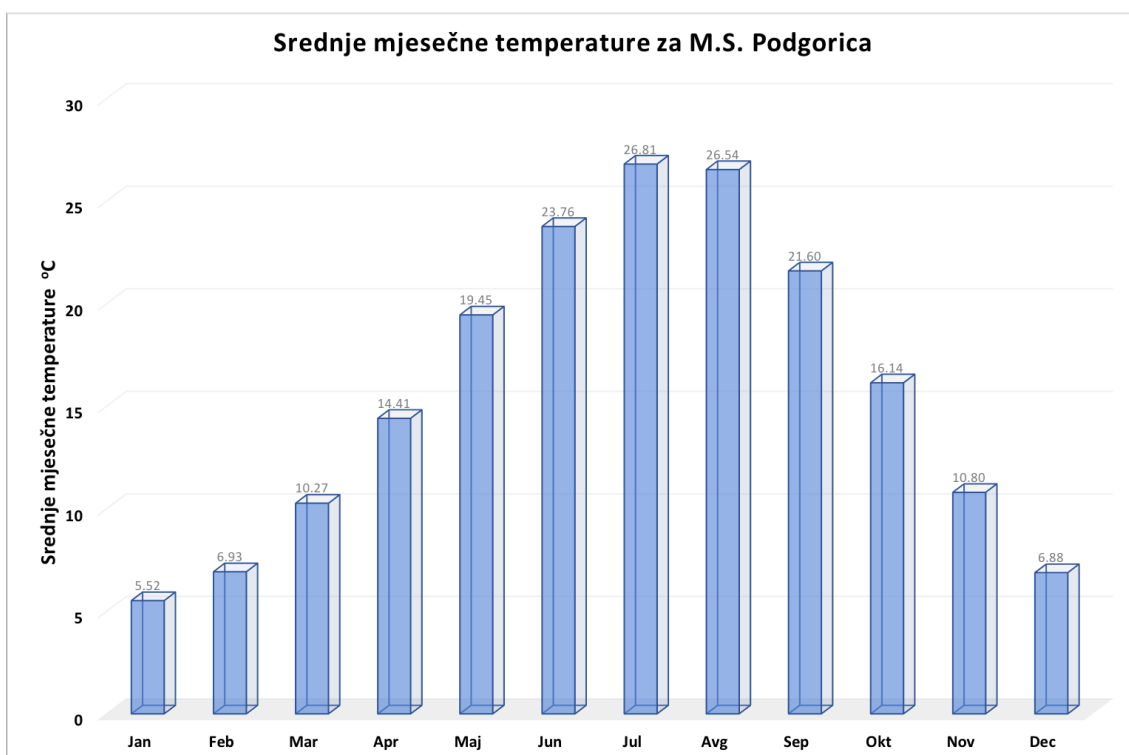
Tabela 6.1. Mjesečne i godišnje temperature vazduha u Podgorici za period 1949 – 2018. godine, ZHMS Crne Gore

God	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	Sr god
1949	7,2	6,4	6,6	15,5	19,6	20,9	25,1	24,7	22	16,9	12,3	7,6	15,4
1950	3,8	8,1	12	15,1	20,9	25,6	29,7	28,2	22,4	15,7	10,4	9,2	16,8
1951	7	9,5	10,6	14,2	19,1	24,3	27	27,4	23,3	14,7	12	7	16,3
1952	5,8	6	8,7	17,1	18,4	25,1	28,9	29,4	22,6	14,7	10,4	8,8	16,3
1953	5,7	6,1	9,2	15,1	18,5	23,1	27,4	26,4	21,9	17,1	9	5,4	15,4
1954	1,9	1,8	11,3	13	16,8	24,8	26,1	25,8	23,6	15,3	10,1	7,5	14,8
1955	8,4	8,8	9,4	12,3	20,1	23,6	25	23,6	20,3	15,6	10,2	8,5	15,5
1956	6,4	0,5	6,6	13,3	18,7	21,5	26,6	28,1	23,5	15,3	9,8	5,9	14,7
1957	4,7	8,7	10,6	15	17,2	25,3	26,9	25,7	20,9	16,4	11,1	6,4	15,7
1958	5,9	8,3	6,7	11,7	20,7	22,5	26,4	26,9	21	15,6	10,9	9,1	15,5
1959	4	5,5	12,2	13,9	18,1	21,1	25,8	23,9	19,2	14,2	10,5	9,2	14,8
1960	6,2	6,9	10,3	14,5	18,4	23,8	24,3	26,3	20,3	16,7	11,9	8,9	15,7
1961	5,7	7,2	11,9	16,1	17,5	23	25,6	26,7	23,3	17,4	11,8	7,3	16,1
1962	7	5,5	7,9	14,2	19,4	22,9	26,4	29,4	22,3	17,7	11,7	5,2	15,8
1963	3,1	5,3	8,2	15,5	19,7	23,3	27	26,5	22,5	16	13	7,6	15,6
1964	2,2	5,9	10,3	13,9	18,4	24,3	25,7	24,4	20,8	15,7	11,3	7,3	15
1965	5,4	2,1	10,4	12,2	18	22,9	26,8	24,5	21,1	16,7	11,1	7,9	14,9
1966	3	9,2	9,2	15	18,3	23,1	25,2	26,3	21,8	18	10,2	6,5	15,5
1967	3,5	5,8	10,5	13,2	19,5	22	26,6	27,1	21,2	17,5	11,5	5,9	15,4
1968	2,4	7,8	9,9	17,3	22,4	22,8	25,7	21,6	19,7	15,7	11,9	6,2	15,3
1969	4,3	6,6	9,5	13,4	21,2	20,9	24,8	24,9	21,7	16,9	12	5,7	15,2
1970	6,9	6,1	9,2	13,1	16,5	23,6	25,6	25,7	22,2	14,8	10,8	6,8	15,1
1971	7,5	7,1	6,6	14,5	21	23	26	27,6	19	14,2	10,1	6,5	15,2
1972	5,9	8,6	12,2	15	19,1	25,3	25,1	24,3	18,3	12	10,5	4,7	15,1
1973	5,7	6,7	9	11,9	20	23,3	25,8	26	22,9	16,4	9	5,7	15,2
1974	6,5	8,8	11,4	12,9	16,6	21,7	25,9	27,6	22,1	13,5	9,7	6,5	15,3
1975	5,1	6	10,3	14	19,6	22,5	25,9	24,9	23,1	15,7	9,4	6,4	15,2
1976	4,2	7,1	9,1	13,5	19,2	21,9	24,8	21,4	18,7	16,3	10,1	6,5	14,4
1977	6,2	9,7	11,8	13,7	19,1	22,6	26,1	24,6	20,7	15,2	11,3	5,3	15,5
1978	5,1	7,3	10,6	12,9	16,3	22,7	25,3	25,1	18,3	15,1	7,8	8	14,5
1979	4,4	8,2	11,2	12,3	20,1	24,5	24,8	23,5	20,4	15,6	11,5	8,3	15,4
1980	3,2	7,2	9,2	11,7	15,6	21,3	24,7	25,8	21,7	16,1	10,8	5	14,4
1981	3,4	6,3	12	14,4	18,3	24,4	24,9	25,7	20,6	16,4	7,9	7	15,1
1982	5	5,2	9,4	13,7	20,2	25	26,1	25,3	23,9	15,8	9,9	8,1	15,6
1983	6,1	4,7	10,4	14,6	19,7	21,7	26,9	24,7	21	15,5	8,7	7	15,1
1984	6,3	6,6	9,2	13,6	17,5	21,8	25,4	24,2	19,9	16,7	10,9	5,8	14,8
1985	3,2	3,5	9,6	14,6	20,1	22,2	27,1	26,5	23,2	16,3	11,1	8,4	15,5
1986	5,7	6,1	10,9	14,6	21,7	22,6	25,2	27,4	22,8	16,6	10,4	4,1	15,7
1987	4,7	7,4	5,7	13,9	16,6	22,4	27,7	25,2	25,4	16,9	12,2	7,5	15,5
1988	8	7,4	9,1	14	19,8	22,2	29,5	27,7	21,6	15,8	6,6	6,6	15,7
1989	5,2	8,5	13,2	14,6	18,2	21	26,1	25,4	20,8	14,5	9,8	6,6	15,3

1990	4,3	9,6	13,1	13,6	19,6	23,2	27	26,7	20,3	16,9	12,2	5,4	16
1991	5,1	5,6	12,4	12,9	15,5	23,9	26,4	26,4	22,8	15,4	11	3,5	15,1
1992	4,8	6,3	10,2	13,7	20,3	21,9	25,9	29,4	22,6	17,2	11,7	5,3	15,8
1993	5,7	5,5	8,7	14,4	20,9	25	26,4	28,1	20,7	17,1	9,8	8,4	15,9
1994	7,5	7,1	12,5	13,8	20,3	24,1	28,7	28,5	24,1	17,2	11,8	6,6	16,8
1995	5,4	9,4	9,1	12,7	18,4	24	28,2	24,5	18,9	16,2	8,1	9	15,3
1996	7,1	5,9	7,7	13,8	19,7	25,4	26,8	26,2	17,5	15,1	11,8	6,9	15,3
1997	7,4	7,2	11,4	10,4	20,1	24,8	26,4	25,1	22,5	14	11,5	7,8	15,7
1998	8	9,9	8,6	14,5	18,8	25,3	27,9	27,9	20,2	16,3	9,2	4,9	16
1999	6,1	4,9	10,8	14,6	20,7	24,9	27,2	27,6	23,2	17,7	10,6	8	16,4
2000	2,8	7,1	9,3	16,3	21,9	26,3	26,5	28,3	20,8	16,9	13,2	7,8	16,4
2001	7,8	8,5	13,1	13,7	21,3	23,6	28	29,1	19,5	18,4	10,3	3,3	16,4
2002	5	9,9	12,8	15,2	20,3	25,3	27	24,4	19,7	15,4	12,1	7,6	16,2
2003	7,2	4,4	10,3	13,7	23,5	28,6	28,8	30,3	21,1	15,3	12,8	6,9	16,9
2004	4,8	7	10	15,6	17,4	23,7	27,5	25,7	22,3	18,1	10,1	8,5	15,9
2005	5,2	4,4	9,6	13,9	20,8	24,2	27,4	24,7	22	16,1	9,8	6,8	15,4
2006	4,7	6,2	9,3	15,5	19,9	23,8	28,1	24,8	22,3	18,3	9,5	7,6	15,8
2007	8	9,8	12,2	17,6	21,2	26,1	30,1	28,2	20,3	16,2	9,2	5,4	17
2008	6,6	7,7	11,1	15,1	21	25	27,3	28,7	21,4	16,7	12	7,6	16,7
2009	6,3	6,3	9,9	17	22	23,5	27,5	28,6	23	15,1	10,7	9,1	16,6
2010	5,8	7,7	10,4	15,9	19,4	24,1	28	28,5	21,3	14,9	13	7,3	16,4
2011	5,8	7,8	10,7	16,8	20,3	25,6	27,2	29,3	26,3	16,3	9,9	8	17
2012	4,9	3	13,3	14,5	19,9	27,3	30,4	29,7	23,9	18,2	13,3	5,6	17
2013	6,7	7,7	10,8	17,1	20,1	24,5	28,5	28,8	21,3	16,7	12,5	6,6	16,8
2014	8,6	10,4	12,7	15	19,1	24,2	25,2	26,4	20,5	17,1	12,4	8,2	16,6
2015	6,4	7,7	11	14,7	21,1	25,6	31	29	24,1	17	11,9	6,6	17,2
2016	6,5	10,8	11,5	17,2	18,6	24,7	28,3	27,6	22,1	15,9	10,4	5,3	16,6
2017	2,6	9,2	14	15,2	20,5	27	29,3	29,9	20,9	16,1	10,7	7,3	16,9
2018	7,4	7,4	10,2	19,2	22,8	25,4	27,5	28,9	24,2	18,9	12,8	6,7	17,6



Sl. 6.3. Srednje godišnje temperature na meteorološkoj stanici Podgorica za period 1949-2018. godina



Sl. 6.4. Srednje mjesečne temperature na meteorološkoj stanici Podgorica za period 1949-2018. godina

6.2.2 Padavine

Količine padavina su naročito važne za sagledavanje bilansa voda na istražnom području. Istraživano područje se odlikuje mediteranskim tipom godišnjeg hoda padavina, tj. maksimalnom količinom padavina tokom kasne jeseni (novembar-decembar) i izrazitim minimumom padavina u julu. Prosječna godišnja količina padavina u Podgorici je 1663 mm. Najkišovitiiji mjesec je novembar sa prosječnom visinom padavina od 240 mm ili 14 % od godišnje sume padavina, a najsuvlji jul sa 37,8 mm (tabela 6.2.).

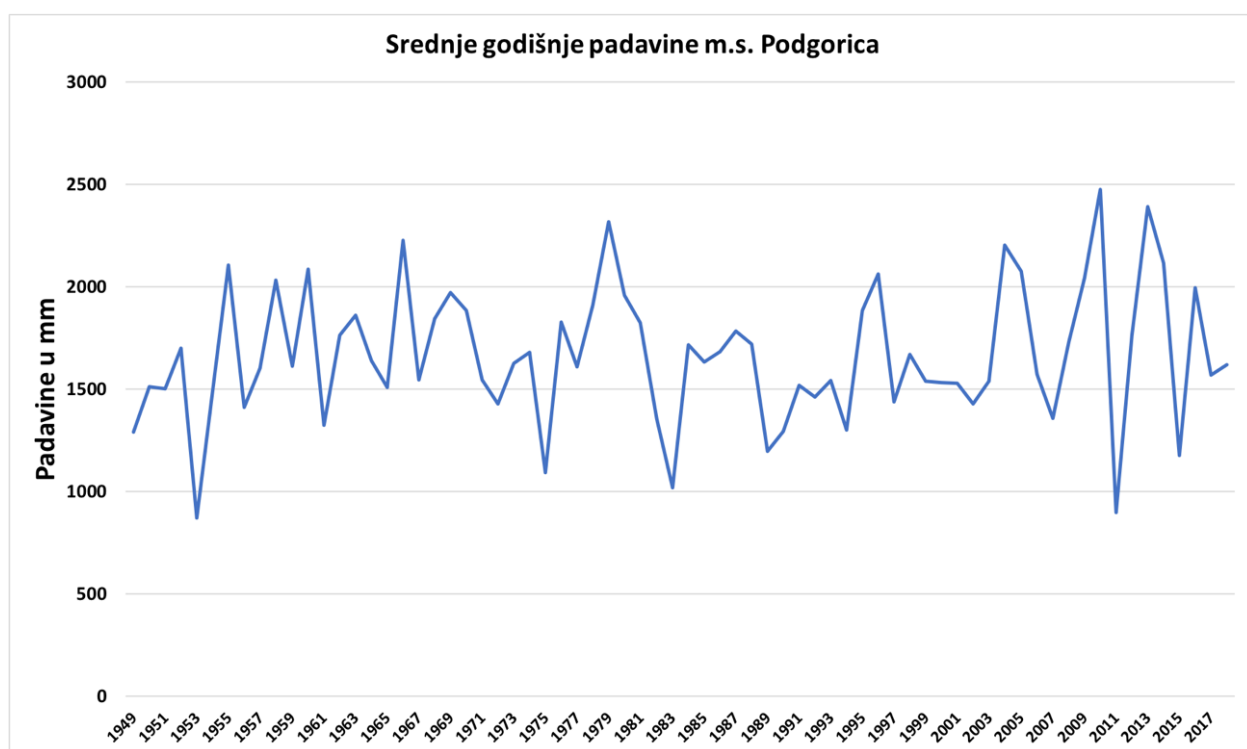
Raspored i debljina sniježnog pokrivača značajno utiče na prihranjivanje karstne izdani, a time i na oscilacije izdašnosti karstnih vrela, posebno u periodu topljenja snjegova. S obzirom na to neophodno je praćenje broja dana sa snijegom, rasporeda i debljine sniježnog pokrivača, kao i trajanja sniježnog pokrivača.

Tabela 6.2. Mjesečne i godišnje vrijednosti padavina na meteorološkoj stanici Podgorica za period od 1949-2018. godine (Prema podacima ZHMS Crne Gore)

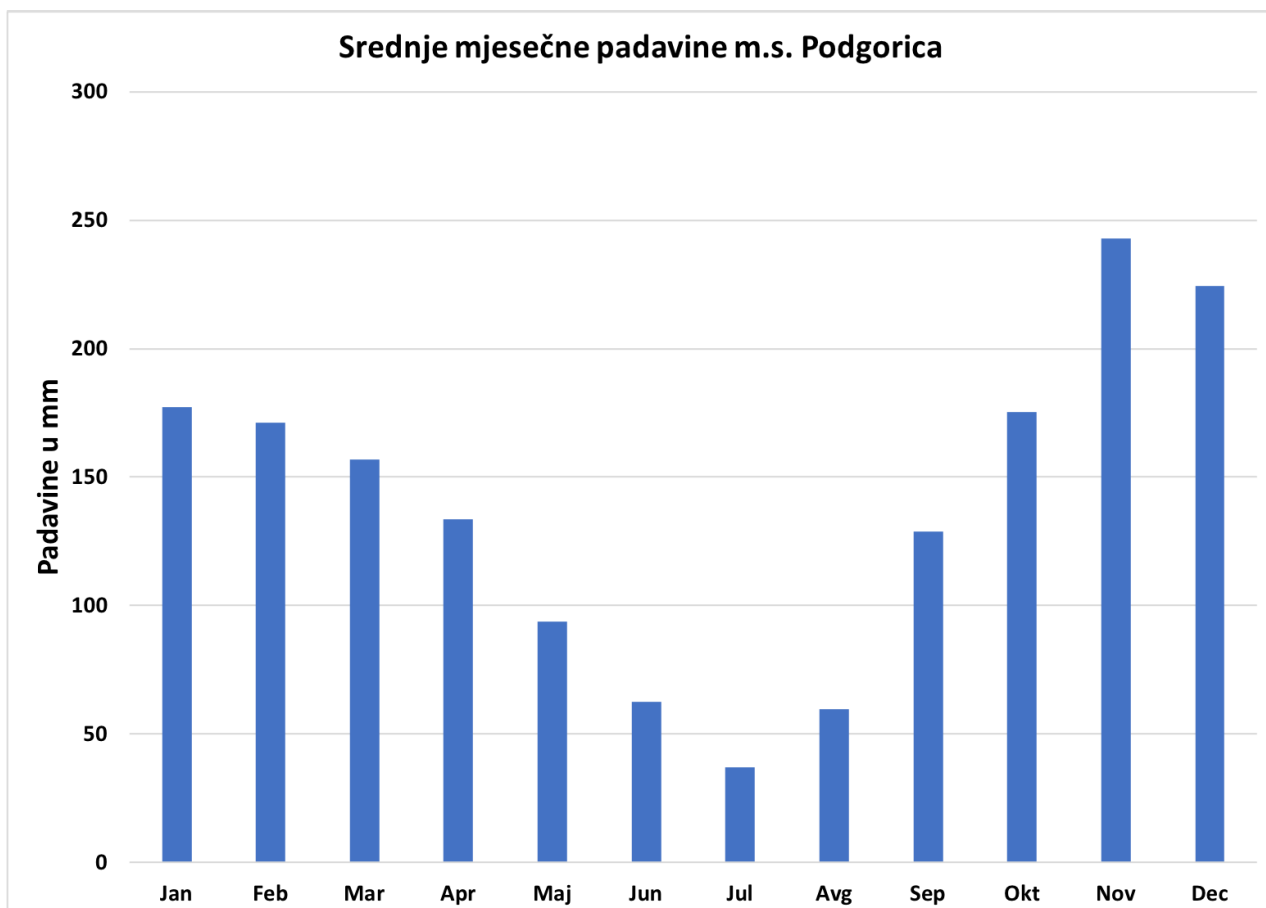
God	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	ΣGod
1949	59,9	3	83,4	29,8	157,2	120,8	11,9	97,1	30,4	68,2	366,7	260,9	1289,3
1950	137,9	195,4	41,3	110,9	26,6	2,7	22,9	11,3	126,8	274	191,8	371,5	1513,1
1951	101,2	236	205,1	121,5	173,8	30,5	19,6	42,7	150,6	120,8	192,6	107,3	1501,7
1952	246	109	65,3	17,5	42,5	9,3	17,2	1,3	142,3	289,6	343,6	415,9	1699,5
1953	70,6	207,7	3	109,4	70,6	119,8	32,5	90,8	81,9	24,8	2,6	55,9	869,6
1954	198	193,7	255,6	111,6	172,8	36,4	6,1	35,3	70,7	115,1	134,8	159,6	1489,7
1955	257,1	325,9	114	17	12,2	41,5	100	100,3	288,5	414,2	232,1	201,9	2104,7
1956	189,8	250,7	78	94,4	71,4	100,9	6,9	12,4	18,6	146,9	328,3	113,3	1411,6
1957	150,8	184,6	19,2	66,1	188,4	17,3	64,7	70,5	131,8	257,9	163,4	286,9	1601,6

1958	198,9	135,4	280,1	234,5	92,3	87	58,8	60,7	50,3	209,5	290,1	335,8	2033,4
1959	233,5	63,9	81,6	62,6	179,7	146,8	42,9	197,7	72,7	64,7	141,3	326,5	1613,9
1960	145,2	343,5	244,6	149,3	44,3	11,3	52,1	12,9	119,3	372	301,8	288,8	2085,1
1961	155,2	63,8	37,6	124,9	123,6	103,2	38	56	2,7	188,9	299,3	131	1324,2
1962	84,9	83,4	349,4	268	42,3	14	53,3	5,9	68,1	114,8	453,5	226,7	1764,3
1963	330,4	333,5	114,4	47,7	92,6	109,5	68	112,9	64,7	43,6	183,4	360,9	1861,6
1964	2,5	125,4	278,3	147,4	91,7	21,3	40,4	68,8	54,9	288,7	114,7	406,3	1640,4
1965	157,7	97,6	157	258,1	50,4	58,7	66,3	47,2	74,8	0	309,6	231,2	1508,6
1966	331,9	261,9	143,7	72,5	150	24,7	52,1	24,5	135,5	522,5	317,1	189,2	2225,6
1967	262,4	33,4	101,6	191,3	51,5	115	77,2	15,7	207,6	57	189,5	242,3	1544,5
1968	275,9	161	169	13,8	70,7	113,1	6,4	273,5	132,2	44,6	267,4	315,2	1842,8
1969	150,8	350,8	167,1	153	137,9	125,7	14,2	116,3	136,7	0	238,3	380,4	1971,2
1970	333,4	207,9	205,6	269,3	78,6	25	76,9	116,3	0	169,6	213,5	188	1884,1
1971	339,3	113,1	176,8	135,4	42	41,1	38,3	26,4	215,2	75,5	244,8	96,7	1544,6
1972	248,4	151,7	33,2	148,1	44,2	24,1	78,7	145,3	204,1	129,3	179,4	41,1	1427,6
1973	205,1	228,6	75,2	128,2	27,5	22,7	100	29,5	210,5	153,6	214,7	229,5	1625,1
1974	47	151,5	68	150,9	187,8	43,5	11,4	15,5	249	523,4	156,6	75,2	1679,8
1975	41,3	33,7	143,1	93,4	61,1	43,6	23,8	54,5	117,7	244	169,1	67,9	1093,2
1976	161,2	80,2	157,8	212,2	88,1	110	68,9	94,1	106,9	142,8	247,8	358,9	1828,9
1977	234,2	204,8	153,6	143,3	61,9	8	36,6	78,6	126,7	96,2	235,6	228,3	1607,8
1978	186,6	316,1	203,4	181,8	229,7	68,2	5,2	23,8	341,7	66,3	48,7	238,7	1910,2
1979	341	226,8	155,9	306,8	21,3	119,2	61,7	185	42,8	258,2	411,6	187,2	2317,5
1980	171,5	98,7	209,8	88,7	188,3	63,8	29,8	17,9	14,5	328,4	489	258,9	1959,3
1981	156,6	138,5	219,3	132,4	102,3	56,6	39,4	33,2	201,8	307,3	44,6	390,7	1822,7
1982	50,2	65,1	235,9	62,5	0,9	58	24	129,6	108,5	216,5	134,7	268,8	1354,7
1983	42,3	153,9	83,7	81,9	77,1	62,9	27,6	35,5	74,6	46,9	149,6	182,1	1018,1
1984	353	160,6	146,5	57,3	138,4	16,6	14	54,2	288,3	149,8	253,4	83	1715,1
1985	209,1	137	176	64,9	62,3	63,3	4,4	23,1	4	22	639,4	225,9	1631,4
1986	381	403,4	157,6	90,4	65	162,1	44,6	4,6	38,8	177,2	20	136,8	1681,5
1987	314,4	141,9	190,6	78,9	203,6	63,3	17	49	9,7	121,3	289,2	304	1782,9
1988	123,7	307,2	241,2	204,2	78,8	57,5	0	11,9	227,9	74,5	196,9	194,9	1718,7
1989	0,5	99,6	189,6	162,7	68,3	84,5	31,4	112,9	77	155,4	178,4	36,6	1196,9
1990	57,3	65	28,5	287	54,6	20,8	6,4	14,4	50,8	207	264,7	238	1294,5
1991	22,6	245,1	48,3	175,1	124,7	53,2	25,9	30,2	54,4	286,4	406,3	47,2	1519,4
1992	48,1	33,8	91,5	211,9	70,4	108	30,7	5,8	78,9	390,7	272,3	118,3	1460,4
1993	30,7	0	219,5	108,8	82,5	28,9	14,9	22	199	232,5	328,4	273,8	1541
1994	140,6	169,4	10,4	340,1	63,3	54,2	15	24,9	112,2	188,2	78,6	104	1300,9
1995	182,2	207,6	236,7	175,1	128,5	16,4	54,4	156,3	201,4	6,3	168,6	351,7	1885,2
1996	154,9	190,5	236	212,7	133,9	15	0,2	51,7	390,3	197,9	277,7	201,2	2062
1997	103	82,9	62,8	110,3	109,5	13,9	30,3	121,3	17	255,5	199,4	330,5	1436,4
1998	95,4	20	29,1	166,2	148,7	31,2	79,6	120,4	387,9	193	199,1	198,4	1669
1999	182,8	231,6	83,5	132,1	45,8	96,9	26,9	52,2	11,4	94,4	168,9	413,8	1540,3
2000	57,2	96	106,8	104,3	14,3	20,9	77	9,7	271,2	142,2	346,6	285,1	1531,3
2001	279,7	87,6	161,8	182,2	64	23,8	16,2	13,6	259	25	326,2	91	1530,1
2002	74,1	85,9	26	139,2	96,9	80,1	47,5	132	199	194,8	118,3	235,4	1429,2
2003	338	120,2	6,2	93,2	16,6	37,4	23,6	15,3	231,5	318	255,4	82,9	1538,3

2004	259,8	235,9	266,8	182,3	170,6	93,9	30,4	62,9	116	129,4	285,6	370,8	2204,4
2005	115,9	266,7	229,7	112,6	53,2	59,8	38,7	101,7	249,1	132,4	278,1	438,2	2076,1
2006	97,2	215,2	255,8	132,6	65,9	87,8	31,8	172	180,2	72,4	117,7	142,9	1571,5
2007	95,6	228,5	194,8	32,2	72,6	40,4	0,2	43,9	119,7	139,8	273,7	116,2	1357,6
2008	209,1	63,1	326,4	98,4	40,8	142,4	28,9	14,8	75,6	150,8	221,7	355,3	1727,3
2009	343,6	134,6	202	49,9	31,2	225,2	17,6	12,9	62,6	260,3	331	371,7	2042,6
2010	273,8	345,9	153,3	167,7	115	50,8	20,4	42,1	101,9	297,6	539,1	368,1	2475,7
2011	79,5	113,8	100,5	44,1	89,5	25,8	31,4	2,1	43,3	75,6	37,1	254,2	896,9
2012	60,3	200,9	0	351,2	132	33,7	11,3	0,5	86,6	296,3	285,8	305	1763,6
2013	324,3	246,8	518,6	101,2	211,2	51	10,3	123,1	178,4	239,3	341	45,8	2391
2014	410,5	157	98	172,7	63	123,4	168,8	8,4	260,2	93,2	296,6	265,9	2117,7
2015	233,2	184,8	186,7	63,8	38,9	28,7	3,6	64,7	43,6	194,7	133,3	0	1176
2016	240,1	273,3	316	82,6	268,2	158,7	78	3,8	84,4	223,8	264,1	0,7	1993,7
2017	84,6	222	115,7	106,5	79,8	13	33,2	30,8	110,6	50,5	365,2	358,2	1570,1
2018	134,9	284,6	461,5	26,3	109,1	46,1	40,7	17,7	9,2	117,3	236,2	136,9	1620,5



Sl. 6.5. Srednje godišnje padavine izmjerene na meteorološkoj stanici Podgorica za period 1949-2018.

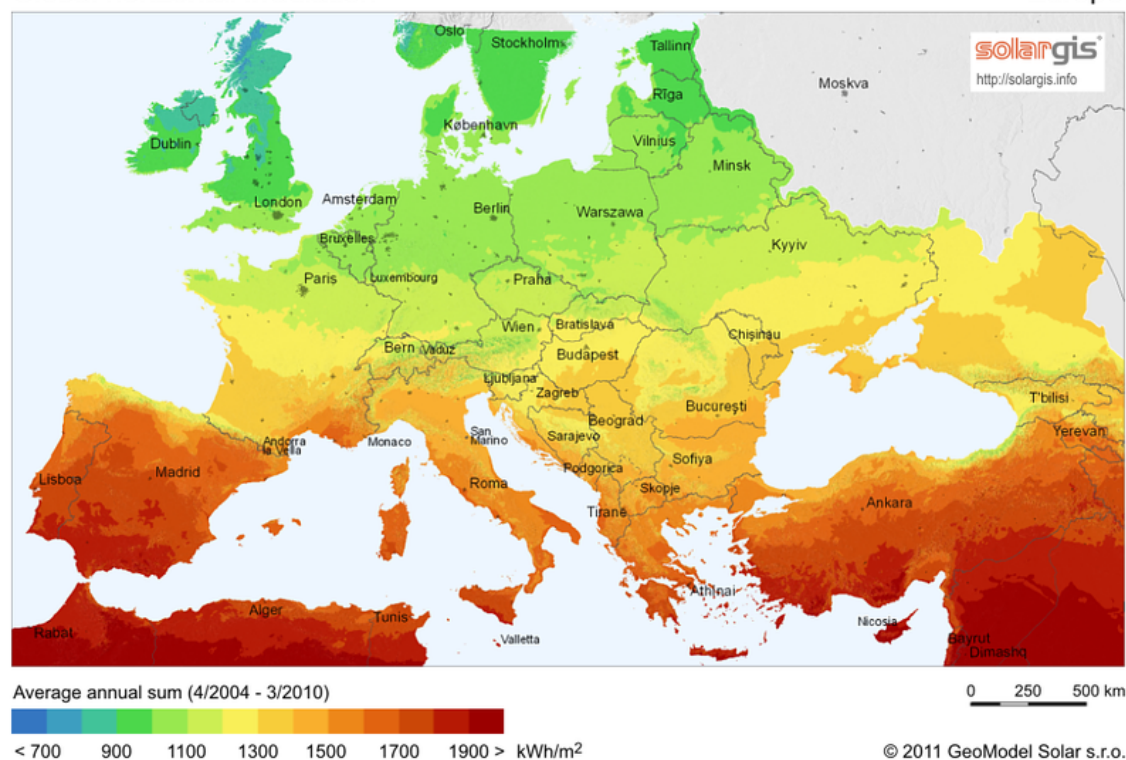


Sl. 6.6. Srednje mjesečne padavine izmjerene na meteorološkoj stanici Podgorica za period 1949-2018.

6.2.3 Sunčevo zračenje

Maksimalne vrijednosti sunčevog zračenja zabilježene su u julu, čak 393 W/m^2 , dok se najmanje vrijednosti sunčevog zračenja bilježe tokom decembra.

Vrijednost sunčevog zračenja predstavlja jednu od bitnih komponenti prilikom računanja evapotranspiracije, o čemu će biti detaljnije riječi prilikom proračuna bilansa.



Sl. 6.7. Ukupne prosječne godišnje količine sunčevog zračenja na horizontalnu površinu za Evropu (Preuzeto sa GeoModel Solar, 2011)

Tabela 6.3. Mjesečne i godišnje vrijednosti sunčevog zračenja na stanici Podgorica za period od 1950-1991. godine i za period od (Prema podacima ZHMS Crne Gore)

God	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sept	Okt	Nov	Dec	Sr. God
1950	144	139	235	195	245	283	341	318	248	196	124	111	215
1951	107	121	171	214	279	331	370	340	224	161	105	140	214
1952	121	130	184	253	231	342	361	362	193	151	104	64	208
1953	138	151	276	207	213	256	342	319	284	160	213	147	226
1954	67	43	116	179	206	298	368	335	269	201	84	125	191
1955	63	62	153	233	303	312	287	270	196	116	145	115	188
1956	151	58	168	171	261	269	367	375	288	217	61	149	211
1957	151	95	253	196	177	313	365	317	220	198	155	121	213
1958	143	98	123	150	304	281	363	349	279	218	85	76	206
1959	105	223	175	191	231	236	330	268	266	231	83	69	201
1960	114	87	119	216	205	320	325	357	231	176	114	67	194
1961	112	212	231	198	245	292	347	362	314	203	86	99	225
1962	122	126	93	201	308	244	311	343	227	204	56	98	194
1963	77	79	165	216	266	268	335	341	280	214	100	89	203
1964	207	142	134	215	246	289	337	308	250	99	119	89	203
1965	126	127	214	170	263	306	393	300	238	291	110	73	218
1966	97	109	178	160	255	310	336	335	290	159	84	68	198
1967	137	176	159	162	239	286	324	361	224	251	171	80	214
1968	127	84	215	262	251	243	377	247	205	238	114	97	205
1969	144	55	96	225	289	233	335	286	215	285	115	47	194
1970	68	89	185	189	219	310	344	298	301	222	148	142	210
1971	85	144	138	184	220	297	321	337	195	247	130	154	204

1972	49	106	196	179	248	318	266	289	178	149	145	150	189
1973	85	102	182	146	305	279	306	324	257	222	150	71	202
1974	154	127	201	159	219	280	369	336	248	157	150	154	213
1975	199	180	116	229	241	272	359	284	291	192	116	176	221
1976	145	173	219	169	253	266	305	290	214	176	88	92	199
1977	102	100	221	250	276	321	357	309	257	256	105	161	226
1978	119	68	195	140	184	286	381	327	211	181	211	82	199
1979	97	102	164	178	285	268	356	290	271	185	81	124	200
1980	80	206	156	175	131	270	325	316	283	164	79	122	192
1981	136	120	185	227	253	281	314	314	237	182	163	62	206
1982	144	176	193	196	269	300	313	308	265	148	168	88	214
1983	137	131	174	233	257	210	324	275	244	245	157	87	206
1984	111	67	140	190	207	289	387	262	215	151	153	125	191
1985	66	130	100	202	239	281	368	324	310	206	87	144	205
1986	88	45	155	197	302	253	311	351	289	221	198	133	212
1987	72	104	130	199	221	285	346	337	271	185	96	116	197
1988	110	106	137	206	250	248	387	341	245	210	150	147	211
1989	229	161	208	170	261	220	295	307	226	232	164	144	218
1990	201	215	219	180	253	287	363	324	218	168	117	89	220
1991	177	123	163	199	169	336	298	323	260	178	116	157	208
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2004	55	90	130	180	235	250	272	244	189	113	69	56	157
2005	52	93	142	185	242	270	271	224	174	126	73	46	158
2006	73	83	111	179	255	255	267	224	170	142	90	64	159
2007	63	83	124	232	209	263	279	241	183	119	75	59	161
2008	61	111	123	164	265	261	288	264	174	122	64	51	162
2009	45	102	127	193	260	237	293	251	181	101	65	32	157
2010	54	66	134	185	225	258	281	273	179	103	58	55	156
2011	65	98	147	211	240	250	271	257	199	102	86	48	165
2012	72	98	179	153	240	260	265	256	180	121	80	47	163
2013	56	75	117	214	227	277	302	260	190	110	82	64	165
2014	50	82	162	205	229	258	270	262	162	128	67	53	161
2015	59	76	155	216	230	295	297	250	155	110	75	72	166
2016	56	63	143	226	235	292	275	262	162	114	70	56	163
2017	61	83	169	198	247	300	283	254	165	135	62	46	167
2018	59	66	114	219	242	265	278	255	155	115	71	50	157

6.2.4 Evapotranspiracija (ET)

Evapotranspiracija predstavlja sumarno isparavanje vode u slivu, koje se sastoji od isparavanja vode sa terena, slobodnih vodenih površina, sa biljaka i transpiracijom kroz biljke. Takođe evapotranspiracija je najteže odredljiv član bilansne jednačine, s obzirom da do danas nije razvijena zadovoljavajuća metodologija njenog određivanja u karstnim terenima. Najčešće su u primjeni metode utvrđivanja ovih veličina pomoću empirijskih formula (L. Serra, P. Kuzin, L. Turc, Penman, Thornthwaite i drugi), različitih dijagrama, nomograma, kao i posrednog određivanja bilansne jednačine kada su svi drugi elementi poznati.

Isparavanje sa terena je složeno i nema praktičnog načina za njegovo pouzdano određivanje. Transpiracija je proces u kome biljke uzimaju vodu iz zemljišta, troše je za svoje fiziološke potrebe, a višak vode ispuštaju u atmosferu u obliku vodene pare. Evapotranspiracija predstavlja pojavu, na koju, pored svih meteoroloških parametara, posebno utiče vlažnost zemljišta, a na obraslo zemljište i vrsta kulture koja na njemu raste i stepen razvoja iste.

Vlažnost zemljišta se ne mijenja samo sa padavinama i poniranjem vode, na nju utiče i kretanje vode u podzemlju (kapilarno izdizanje), gdje kao činioci ulaze geo-pedološki sastav terena i visina podzemne izdani.

Da bi se za praktične potrebe omogućila ocjena evapotranspiracije, uveden je pojam potencijalne evapotranspiracije – PET. Pod ovim pojmom podrazumijeva se maksimalni intenzitet evapotranspiracije, koji bi se ostvario pod pretpostavkom da raspoloživa količina vode za ET nije ograničena. U ovim uslovima PET zavisi samo od meteoroloških faktora koji su promjenljivi u vremenu i prostoru. Pri ograničenom obnavljanju vlage, količina vode koja ispari naziva se stvarna evapotranspiracije – ET, pri čemu je $ET \leq ET$.

Metode određivanja isparavanja sa slobodne vodene površine :

- metoda vodnog bilansa,
- metoda toplotnog bilanca,
- mjerenje instrumentima,
- određivanje isparavanja po obrascima na osnovu mjerenja meteoroloških veličina, i
- određivanje isparavanja po obrascima teorijske analize.

Metoda vodnog bilansa koristi jednačinu bilansa hidrološkog ciklusa za jedan određeni sliv u vidu :

$$Q = P - ET$$

gdje su :

Q – riječni oticaj,

P – sve vrste padavina u slivu,

ET – evapotranspiracija sa sliva.

Iz navedene jednačine u kojoj su poznati oticaj i padavine, nepoznata evapotranspiracija može se izračunati iz jednačine :

$$ET = P - Q$$

Za proračun potencijalne evapotranspiracije koristimo formulu Thornthwaite-a, koja je koncipirana na empirijskoj vezi između potencijalne evapotranspiracije i mjesečne temperature vazduha. Ovaj metoda nije najtačnija, takođe može ima i određene teorijske nedostatke, ali obezbjeđuje razumne izlazne vrijednosti potencijalne evapotranspiracije.

Potencijalna evapotranspiracija koristeći Thorntwate-ov metod se računa na sledeći način (Thornthwaite, 1948):

$$PET = 16 (10T/I)^a \text{ (mm)}$$

gdje je :

PET – potencijalna evapotranspiracija u mm

T – srednja mjesečna temperatura vazduha

I – toplotni indeks

a – empirijski dobijena komponenta, koja je u funkciji toplotnog indeksa.

Dok će se za proračun realne evapotranspiracije koristiti koristiti linearizovna formula Thornthwaite-a po Mintz & Walker (Friesland, et al, 1998):

$$ETP = 0.17 * T_m * (n_{max}/ 12)$$

gdje je :

ETP – realna evapotraspiracija

n_{max} – maksimalno moguće trajanje sunčevog sjaja

T_m – srednje dnevna temperatura vazduha

Mjesečni toplotni indeks i se određuje na osnovu izraza (Lazić, 1990) :

$$i = \left(\frac{T}{5}\right)^{1,514}$$

dok se vrijednost "a" dobija na osnovu izraza (Palmer & Havens, 1958) :

$$a = 6.75 * 10^{-7} * I^3 - 7.71 * 10^{-5} * I^2 + 1.79 * 10^{-2} * I + 0.49$$

Tabela 6.4. Proračunata evapotranspiracija za sliv rijeke Cijevne prema osrednjenim vrijednostima ulaznih parametara prema ZHMSZ Crne Gore za period od 1949 - 2018

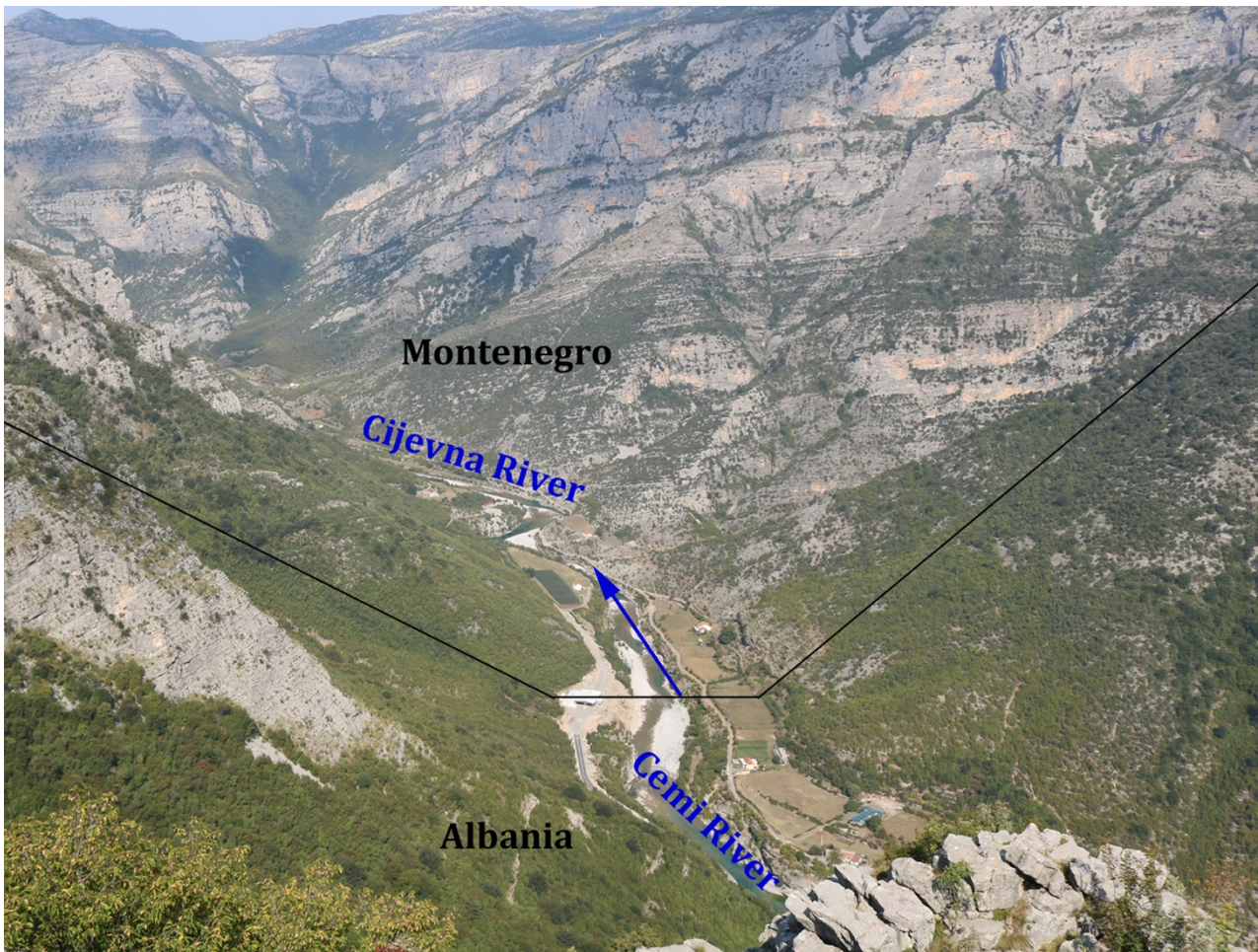
Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	
44,0	42,8	49,4	57,8	68,0	77,0	78,4	78,8	69,8	55,4	50,6	43,9	F
91,7	179,5	185,7	179,0	173,3	286,0	342,0	327,3	246,5	174,0	81,0	114,6	Nmax
6,7	6,0	9,7	14,3	20,0	25,0	25,8	26,0	21,0	13,0	10,3	6,6	Tm
123	126	102	84	76	79	80	80	76	90	103	126	If
50,6	52,2	38,9	28,9	24,4	26,1	26,7	26,7	24,4	32,2	39,4	52,2	Ti
1,3	1,3	1,1	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,1	1,3	a
14,2	23,7	64,8	114,1	202,2	272,7	369,5	340,2	228,2	136,7	49,5	20,2	PET
8,89	11,54	23,85	37,82	65,89	90,60	124,42	114,43	75,11	44,71	18,41	10,37	ETP
169,3	157,3	147,9	152,7	93,8	62,6	38	59,5	133	175,4	242,8	221,3	Sr Padavine

6.3 Hidrografske i hidrološke karakteristike

Cijevna je jedna od većih rijeka koja protiče kroz Albanske Alpe (sl 6.1.). Sastoji iz dva dijela i to : Cemi Seljces i Cemi Vukljit. Cemi Seljces je dužine oko 23,7 km i predstavlja sjeverni dio (ogranak) toka koji nastaje od izvorišta Koprišti (springs of Koprishiti), dok je Cemi Vukljit dužine oko 17,9 km i nastaje od izvora Vujlji/Vukli (Luga). Ove dvije rijeke se spajaju kod mjesta Tamara u Albaniji, gdje nastaje rijeka Cijevna. Cijevna dalje teče kroz krečnjake u blizini Graboma gdje napušta teritoriju Albanije.

Definisanje površine rječnog sliva u karstu predstavlja jedan od kompleksnijih zadataka. Imajući u vidu da jedan dio toka Cijevne u Crnoj Gori ponire u ljetnjem periodu i prihranjuje Zetsku ravnicu dok jedan dio voda koje poniru prihranjuje izvore po obodu Zetske ravnice kao što su Ribnička vrela, Vitoja, Mileš, povremeni izvor Krvenica, slivno područje koje se do sada definisalo ne uzimajući u obzir ove veze, je značajno izmjenjeno izvedenim istraživanjima za potrebu izrade ove disertacije. Prilikom regionalnog definisanja rječnih slivova nije moguće uvidjeti greške koje se javljaju pretežno kod manjih slivova u karstu, kao što je slučaj sa slivom rijeke Cijevne. Prema Vodoprivrednoj osnovi Crne Gore površina sliva je definisana na oko 383 km², M. Radulović u *Hidrogeologiji Karsta Crne Gore* navodi da je površina sliva Cijevne 357 km² dok je prema nekim drugim literaturnim izvorima veličina sliva Cijevne oko 368 km². Površine sliva definisane prema prethodno navedenim autorima

se odnose na dio sliva tj. profil od h.s. Trgaj. Ovim radom je definisana površina sliva na cjelokupnom vodotoku koja iznosi 695,4 km², što je urađeno po prvi put od izvora do ušća u rijeku Moraču. Prosječna nadmorska visina toka u Albaniji je oko 1,237 m.

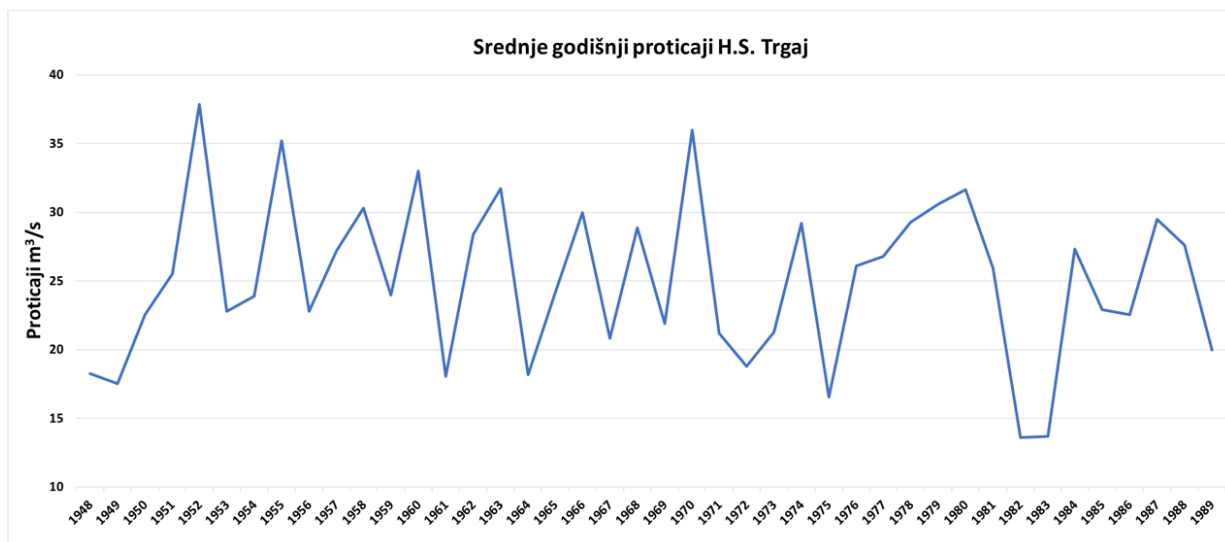


Sl. 6.8. Rijeka Cijevna na granici između Crne Gore i Albanije (foto M. Blagojević, 2018, pogled sa albanske strane)

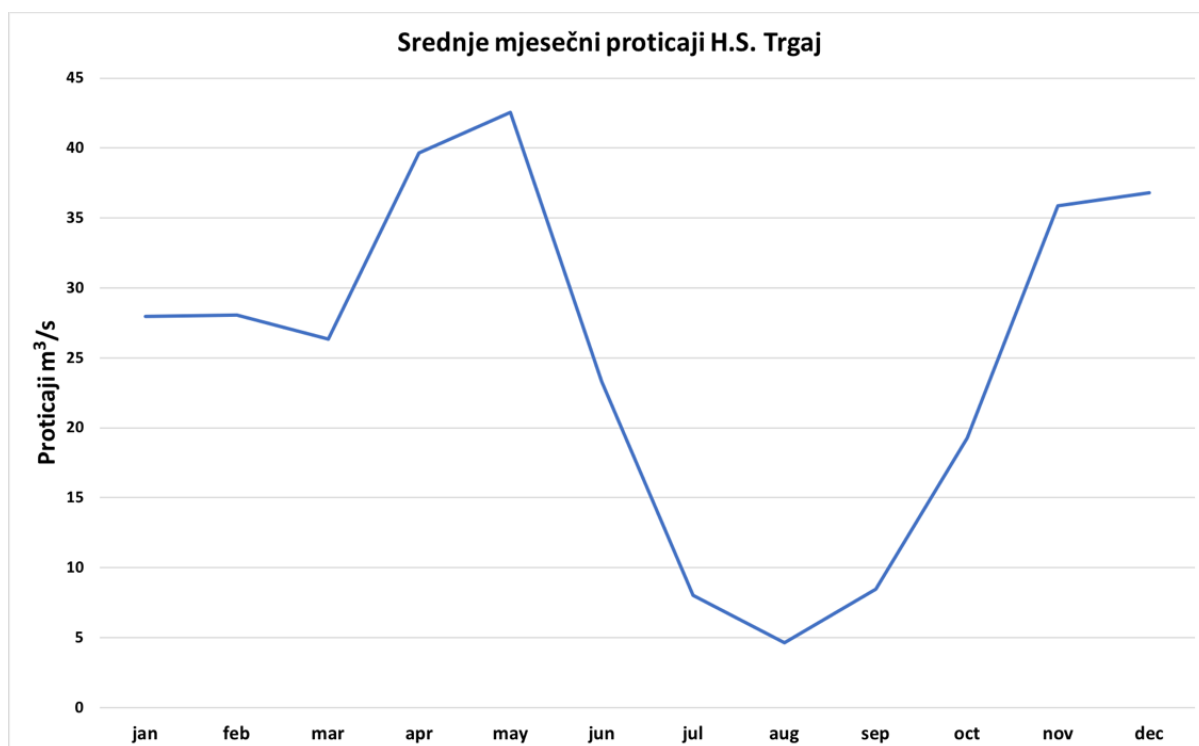
Kako se radi o karstnoj izdani koja se drenira preko više izvora po obodnom dijelu na kontaktu za Zetskom ravnicom, potrebno je jasno razdvojiti njene granice od samih granica hidrološkog sliva Cijevne. Hidrološka vododjelnica sliva Cijevne određuje se preko najvećih pripadajućih topografskih tačaka i ona predstavlja granicu površinskog vodnog tijela, međutim kada je u pitanju podzemno vodno tijelo, granica se mora proširiti na djelove koji su izvan hidrološkog sliva tj. na slivove izvora preko kojih se drenira sliv Cijevne (sl. 6.11.).

Tabela 6.5. Prikaz mjesečnih i srednje godišnjih proticaja na v.s. Trgaj (Cijevna), u periodu rada stanice (prema podacima ZSHMS Crne Gore)

GOD	JAN	FEB	MART	APR	MAJ	JUN	JUL	AVG	SEP	OKT	NOV	DEC	God
1948	55.9	27.7	13.3	22.9	28.7	19.9	7.9	5.3	2.6	11.9	17.7	5.29	18.28
1949	11.6	2.22	10.2	22.1	27.9	16.2	4.31	2.43	1.19	3.58	61.4	47.2	17.53
1950	13.1	25.4	16.4	47.1	22.8	7.73	2.14	1.07	2.57	19.2	47.3	65.8	22.55
1951	12.4	37.1	46.3	45.3	58.7	31.6	8.42	3.01	2.87	7.53	39.8	13.3	25.53
1952	55.9	21.3	18.4	45.5	33.1	14.2	3.52	1.37	14.2	50.8	78.9	117	37.85
1953	33.8	29.2	15.4	52.1	59.4	46.2	15.3	6.63	7.26	3.49	2.54	1.99	22.78
1954	5.78	15.9	54.6	36.3	63.8	29.1	7.46	3.12	3.03	17.8	21.2	28.7	23.90
1955	69	59	30.5	24.3	29.5	12.4	9.29	6.81	37.1	51.6	49.9	42.8	35.18
1956	40.2	20.5	17.6	40.7	46.8	23.5	6.77	2.34	1.37	7.68	45.8	20.2	22.79
1957	12.3	57.7	21.1	36.4	47.1	19.1	10.3	3.69	11.6	35.8	23.6	47.5	27.18
1958	31.3	29.9	33.8	47.7	64.8	32.1	9.93	2.94	1.32	11.9	41.9	56	30.30
1959	31.8	13.4	23.2	30	34.7	26.4	12.3	8.85	10.6	13.1	27.2	56.1	23.97
1960	23.3	65.1	36.6	37.5	40.8	26	12.4	4.2	3.44	40.9	51.2	54.6	33.00
1961	22.1	11.9	14.6	26.8	39.4	17.8	5.29	3.42	2.1	7.16	43	22.9	18.04
1962	21.2	17.7	54.2	60.6	51.1	20.8	11.4	4.71	3.16	7.52	52	36	28.37
1963	72.2	39.7	19.5	36.3	50.2	34.9	13.7	6.13	6.77	7.35	22.7	71.3	31.73
1964	5.68	16.2	28.8	33.6	26	17	6.88	2.55	1.8	3.56	24.5	51.5	18.17
1965	18.7	12	30.1	37.8	36.7	34.3	9.42	2.32	5.76	0.97	44	57.2	24.11
1966	31	41	22.9	42.7	41.3	27.4	11.2	4.76	4.96	43	52.7	36.6	29.96
1967	20.9	9	22.2	45.4	48.8	22.4	14.9	4.97	6.44	6.29	13.4	35	20.81
1968	32.6	27.8	28	41.3	37.6	24.3	7.29	14.6	15.7	10.2	60.5	46.7	28.88
1969	18.7	36	20.7	36.9	54.2	29.9	4.52	7.71	15.6	5.42	17.1	15.8	21.88
1970	50.2	40.4	42.4	83.2	53.4	46	13.7	6.62	6.64	24.6	39.8	24.7	35.97
1971	43.1	17.2	18.8	37.1	42.7	16.3	5.33	3.71	7.34	12.1	29.6	21.1	21.20
1972	14.8	17.7	14.9	34.7	28.7	12.1	5.9	9.8	25.3	19.4	36.2	5.93	18.79
1973	20	21.7	11.8	30.3	47.7	13.4	12.2	5.64	12.1	25.4	22.7	32.5	21.29
1974	15.3	18.8	12.7	20.3	51.7	21.6	5.84	2.9	13.7	90.2	64.6	32.7	29.20
1975	15	14.6	21.5	41.8	20.6	9.63	5.32	2.56	3.01	19.1	27.8	17.6	16.54
1976	14.5	16.5	17.9	36.2	46.3	39.8	7.34	7.84	8.3	20.6	40.5	57.6	26.12
1977	30.3	54.1	34.9	41.6	30.9	16	6.63	7.82	9.26	15.2	44.8	30.2	26.81
1978	24.6	59.9	40.4	40	59.7	30.8	10.2	5.06	18.6	15.4	5.07	41.4	29.26
1979	43.2	41.6	30.1	46.7	34.5	20.9	6.52	6.62	2.39	17.4	78.8	38.5	30.60
1980	25.9	28.6	21.6	24.2	78.1	40.3	8.7	3.59	3.09	49.2	70.7	25.6	31.63
1981	7.84	17.7	46	53.2	41.4	18	5.28	2.68	3.53	31.8	13.3	70.6	25.94
1982	22.5	5.34	13	37.9	22.2	12.5	4.69	2.39	2.7	5.15	7.91	26.7	13.58
1983	6.95	20.8	27.1	39.7	18.1	7.68	4.06	2.41	3.81	4.49	5.72	23.2	13.67
1984	38.4	12.3	18.9	36.3	80.3	30.2	7.2	3.35	27.9	31	27.1	14.7	27.30
1985	16.9	37.9	18.2	43.9	42.5	17.1	5.99	2.57	2.84	4.21	51.2	31.6	22.91
1986	66.1	44.4	38	42.7	29.2	24.9	5.81	2.1	2.24	4.01	5.63	5.29	22.53
1987	54.1	30.2	24	41	59.3	32.9	7.9	3.2	1.4	6.4	42.2	51.4	29.45
1988	18.6	47.3	36.6	48.8	36	19.4	6.8	3.5	27.4	15.4	24.6	46.7	27.59
1989	5.9	16.4	38.42	37.1	20.72	15.9	5.7	7.4	12.1	31.9	30.8	17.5	19.98

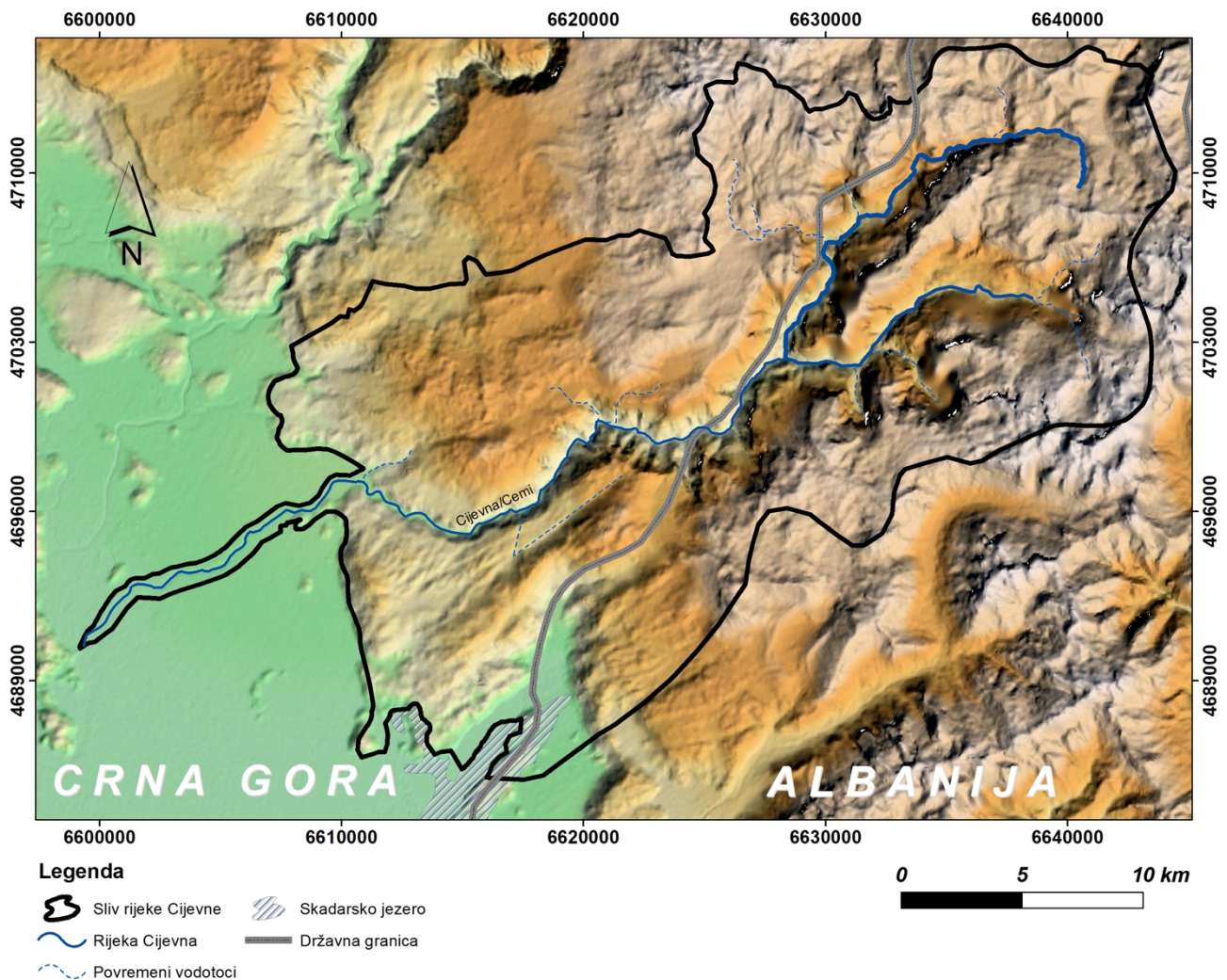


Sl. 6.9. Srednje godišnji proticaji na hidrološkoj stanici Trgaj za period 1948-1989 (vrijeme funkcionisanja navedene stanice)



Sl. 6.10. Srednje mjesečni proticaji na hidrološkoj stanici Trgaj za period 1948-1989 (vrijeme funkcionisanja navedene stanice)

Srednji višegodišnji proticaj Cijevne na vodomjernoj stanici „Trgaj“, neposredno prije ulaza u Zetsku ravnicu, iznosi oko $26 \text{ m}^3/\text{s}$. Maksimalni srednjemjesečni proticaji Cijevne na ovoj vodomjernoj stanici su registrovani u maju, i iznose oko $43 \text{ m}^3/\text{s}$, dok minimalni srednjemjesečni proticaji, registrovani u julu, iznose oko $5 \text{ m}^3/\text{s}$. U najsušnijem period godine proticaji na ovom profilu mogu da spadnu na svega $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Vode rijeke Cijevne, u ljetnjem periodu, potpuno presušuju u dijelu toka preko Zetske ravnice. Poznato je, da Rijeka Cijevna prihranjuje veći broj karstnih vrela po obodu ravnice kao i prostranu zbijenu izdan.



Sl. 6.11. Prekogranični sliv rijeke Cijevne određen prema najvećim topografskim pripadajućim tačkama

6.4 Biomorfološke i fizičko-hemijske karakteristike rijeke Cijevne

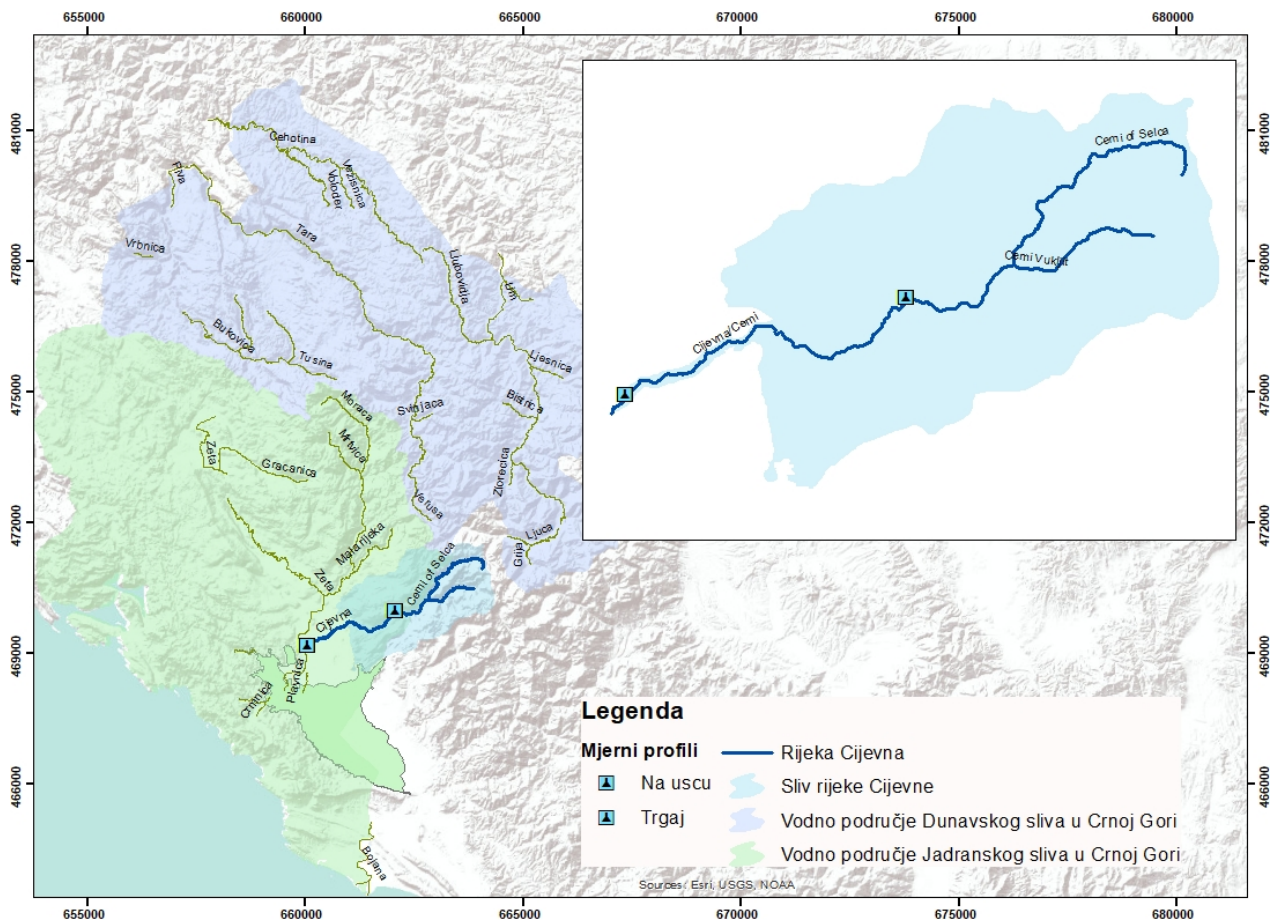
U gornjem dijelu toka Cijevne korito rijeke često mijenja profil od pravilnog trapezastog oblika, preko brzaka i tijesnih dionica sve do mjesta sa virovima i sporim tečenjem. Zastupljene su sve frakcije zrna od sitnog pijeska do blokova velikih dimenzija.

Donji dio toka tipičan je po koritu duboko urezanim u podlogu. Nema površinskog slivanja padavina u korito – prisutna je samo infiltracija i podzemno oticanje. Radi se o takozvanom „visećem toku“, kada nivo podzemnih voda biva ispod nivoa Cijevne u koritu, i na mnogim mjestima dolazi do poniranja velikog dijela vode.

U sklopu regionalnog projekta finansiranog iz Globalnog Fonda za Životnu sredinu (GEF) *“Obezbjedenje prekogranične saradnje i integralnog upravljanja vodnim resursima u slivu rijeke Drima”*, urađen je veliki broj fizičko-hemijskih analiza na svim vodotocima sliva rijeke Drim, među kojima i rijeke Cijevne.

Na osnovu odrađenih analiza vode, konkretno za rijeku Cijevnu na mjestima Trgaj i Ušće (slika 6.12.), dobijeni su veoma dobri rezultati, koji pokazuju da je rijeka Cijevna jedna od namjanje zagađenih u Evropi, a sve to zbog niskog sadržaja nitrata, amonijaka i fosfata.

Opadajući trendovi glavnih parametara koji uglavnom nastaju usled ispuštanja otpadnih voda, ohrabruju činjenicom da su takvi pokazatelji upravo trend poboljšanja kvaliteta stanja vodnog tijela.



Sl. 6.12. Mjerne stanice na rijeci Cijevni (Trgaj i Ušće)

7 GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE

7.1 Pregled dosadašnjih geoloških istraživanja

Prvi geološki podaci o ovom terenu, dali su strani istraživači, međutim njihova promatranja su najvećim dijelom bila vezana za glavne saobraćajnice i riječne doline koje su bile pristupačne (Tumač OGK Titograd, 1973).

E. Teitze (1884), L. Baldacci (1889), K. Hassert (1895), su prvi dali doprinos poznanju geoloških uslova sliva Skadarskog jezera uključujući i sliv rijeka Morače i Cijevne.

Od naših istraživača J. Cvijić (1899, 1901) daje prve podatke o ovim terenima. On je ukazao na značaj Zetsko-skadarske ravnice u Dinarskom sistemu.

A. Martelli (1908) smatrao je krečnjake sa rekvieniamama u kanjonu Cijevne djelimično donjokrednim.

F. Nopcasae (1929) koji je proučavao sjevernoalbanske terene obuhvatajući i područje rijeke Cijevne i Skadarskog jezera, u donju kredu je uvrstio tamnosive krečnjake sa istim školjkama oko Mileša, ka

oi sve krečnjake po obodu polja Vuksan Lekića do granice. Međutim, iste takve krečnjake iz doline Cijevne, sa istim fosilima stavio je u gornju kredu.

Na području koje je sjeverno od Cijevne karakteristično je istaći kraljušaste strukture Huma Premičkog, duž kojih su gornjokredni krečnjaci naslonjeni na sedimente kredno-paleogenog fliša. Na njihovom kontaktu javljaju se stalni izvori male izdašnosti. Slojevi na ovom dijelu terena padaju uglavnom prema zapadu ili sjevero-zapadu pod uglom od 15-20°.

Područje Zetske ravnice, odnosno basen Skadarskog jezera čiji je ona dio, po Cvijiću (1901) je depresija koja se spustila u najskorije geološko vrijeme, tako da je danas dno Skadarskog jezera ispod nivoa mora. U geomorfološkom pogledu Cvijić (1926) je smatrao ovaj prostrani basen u Dinaridima kao karstno polje.

Po Z. Bešiću (1951) Zetska ravnica je dio jedne depresije koja nije karstno polje, nego tip ravnice čiji je postanak tektonski uslovljen. Dalje ističe da se ova ravnica nalazi uklještena između dva pravca planinskih bora, Dinarskog i Zetskog.

Na osnovu podataka istražnog bušenja u području Zetske ravnice, može se reći da stari reljef preko koga su nataloženi fluvio-glacijalni sedimenti izgrađuju uglavnom krečnjaci i dolomitični krečnjaci.

Istražni teren izgrađuju pretežno slojeviti krečnjaci, dolomitični krečnjaci i čisti dolomiti (slika 7.2.), jurske i kredne starosti. Tektonska građa ovog dijela terena nije veoma složena. Slojevi imaju uglavnom pružanje jugozapad-sjeveroistok ili istok-zapad, sa padom prema sjeverozapadu ili sjeveru najčešće od 15-20°. Ovdje se uočava pružanje slojeva iz klasičnog dinarskog pravca (SZ-JI) u pravac prema istoku i sjeveroistoku. Slojevi su često ubrani u sekundarne bore koje se u pravcu pružanja i pada ne poklapaju uvijek sa generalnim pružanjem slojeva (JZ-SI ili I-Z). Zbog toga se na terenu često sreću i drugi padovi. Ovo sekundarno ubiranje naročito je izraženo u krečnjacima i dolomitima koji izgrađuju zapadne padine Dečića (slika 7.1.).

Na ovom dijelu terena karakterističan je veliki rasjed pravca sjeveroistok-jugozapad, po kome se u kontaktu donjokredni krečnjaci Čemera, Traboina Starog i Skorača sa slojevitim dolomitima koji izgrađuju teren duž Albanske granice od Bukovičića do sela Arze. Ovaj rasjed ima značajnu hidrogeološku funkciju. Duž njega na kontaktu dolomita i krečnjaka javlja se više povremenih i stalnih izvora male minimalne izdašnosti, kao i niz ponora sa povremenim gutanjem vode.



Slika 7.1. Sekundarno ubiranje u krečnjacima i dolomitima zapadne padine Dečića (foto M. Blagojević, 2019)

7.2 Geološki sastav terena

Osnova za prikaz geološke građe terena sliva rijeke Cijevne preuzeta je iz Tumača izrađenog za potrebe OGK list “Titograd” 1:100 000.

TRIJAS (T)

Od trijaskih sedimenata na istražnom području zastupljen je gornji trijas.

Gornji trijas (T₃)

Gornji trijas je razvijen u faciji dolomita, dolomitičnih krečnjaka i ređe čistih krečnjaka. U gornjim horizontima mjestimično su zastupljene i krečnjačko-dolomitske breče.

Najzastupljeniji sedimenti su dolomiti. Mjestimično čitav gornji trijas je predstavljen istima. Boje su bjeličaste i svijetlosive na svježem prelomu, a na površini sivomrki.

JURA (J)

Jurske tvorevine imaju znatno rasprostranjenje. Konstatovani su i prelazni slojevi jura-kreda. U području kanjona Cijevne izdvojeni su doger i stariji malm predstavljeni dolomitima, dolomitičnim krečnjacima i oolitičnim krečnjacima.

Doger, oksford i dio kimeridža (J_{2,3})

Na istočnom obodu Zetske ravnice, u području Čemera i dalje u kanjonu Cijevne kao i sjeveroistočno u oblasti Deljaja i Benkanija razvijena je serija karbonatnih sedimenata za koje se pretpostavlja da bi mogle odgovarati dogeru i oksford-kimeridžu. Sedimenti koji bi mogli odgovarati dogeru počinju sivim i svijetlosivim krečnjacima koji se bočno i vertikalno smjenjuju sa dolomitima. Najniži slojevi u ovoj seriji dosta liče na lijaske krečnjake.

U kanjonu Cijevne krečnjaci su jako oolitični, pizoolitični sadrže obilje koralala i dicerasa. Svuda su krečnjaci sivomrki do crni, mjestimično malo laporoviti.

Gornji kimeridž-portland (J₃)

Uzana zona ovih sedimenata otkrivena je na desnoj strani kanjona Cijevne u području Šumica, odakle se nastavlja prema sjeveroistoku sve do jugoistočnih padina Suke Raz, gdje prelaze na teritoriju Albanije.

To je krečnjačko dolomitska facija sa foraminiferama, ostrakodama i drugom faunom.

Titon-valendinijen (J,K)

U području Žijova, u Kućima u Donjoj i Gornjoj Kržanji, razvijeni su sprudni i subsprudni krečnjaci titonske i valendijske starosti.

Na čitavom području titon i valendinijen su predstavljeni sprudnim i subsprudnim krečnjacima, sive, svijetlosive, žućkaste, smeđe i bjeličaste boje. Isti su detritični, pseudoolitični, grumuljičasti, mikrokristalasti, kristalasti, organogeni i oolitični. Masivni su i uslojeni u debele banke. Jako su karstifikovani.

Krečnjaci područja Žijeva su jako bogati sa elipsaktinijama.

KREDA

Kredni sedimenti na području koji obuhvata list Titograd 1:100 000 imaju veće rasprostranjenje nego sve ostale stratigrafske jedinice zajedno. Razvijeni su svi odjeljci krede tako da se na većini mjesta kontinuirano mogu pratiti mjestimično i potkatovi.

Kredni sedimenti su predstavljeni krečnjacima, dolomitičnim krečnjacima i dolomitima. Facijalna raznovrsnost je znatna, tako da, u opštim crtama, pojedinim odjeljcima krede odgovara određena boja i sastav sedimenata.

Donja kreda (K₁)

Sedimenti donje krede imaju znatno manje prostranstva u odnosu na gornjokredne sedimente.

U oblasti Skorača, Helmice i Trabojina Starog imaju pružanje SI-JZ, da bi u području Zatrijepča i Orahova imali pružanje približno pravcu sjever-jug.

Sedimenti su predstavljeni bankovitim i slojevitim krečnjacima, dolomitima i dolomitičnim krečnjacima.

Gornja kreda (K₂)

Gornja kreda rasprostranjena je u Kučima. U krajnjem sjeveroistočnom dijelu terena razvijena je u faciji fliša. U svim djelovima terene sedimentacija se kontinuirano nastavlja.

Gornja kreda je razvijena u krečnjačko-dolomitskoj faciji. Dolomiti preovlađuju u njenom donjem dijelu, dok krečnjaci preovlađuju u senonu.

Flišni sedimenti gornje krede javljaju se u sjeveroistočnim djelovima terena. To je mali dio prostranog flišnog pojasa koji se iz Hercegovine proteže preko središnjih dijelova Crne Gore i nastavlja u sjevernu Albaniju.

Kreda-paleogen (K, Pg)

Kredno-paleogeni sedimenti imaju relativno malo rasprostranjenjena OGK list Titograd, 1:100 000.

Sedimenti su predstavljeni glincima, laporcima i pješčarima. Zastupljeni su u slivu Cijevne u Crnoj Gori i u Albaniji.

KVARTAR

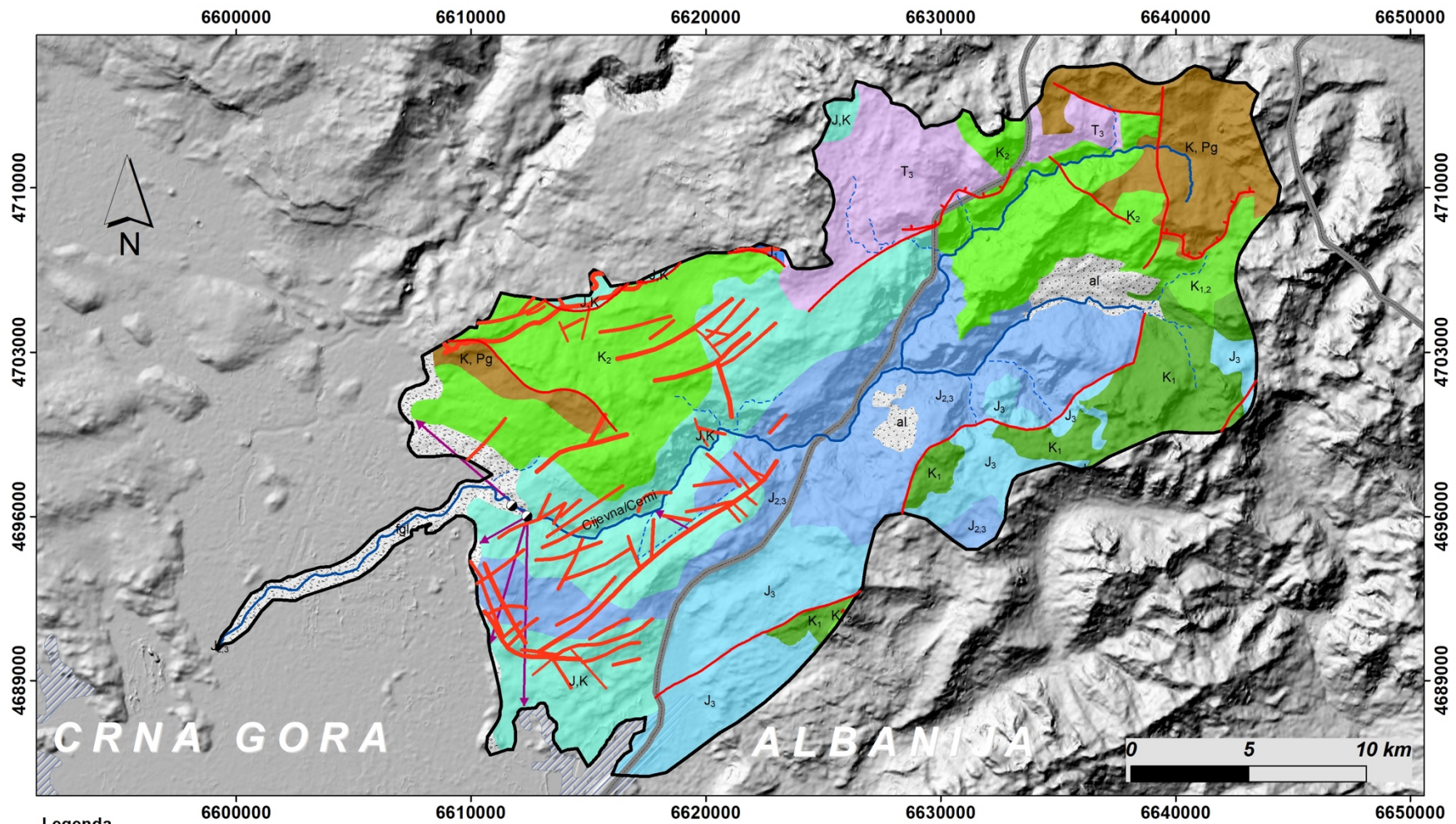
Od kvartarnih sedimenata na istražnom području najzastupljeniji su fluvioglacialni (fgl) i aluvijalni (al) sedimenti.

Fluvioglacialni sedimenti (fgl)

Nalaze se u području Zetske ravnice i kanjonu Cijevne. Detaljnije se ovom tematikom bavila J. Marković-Marjanović (1961) godine. To je uglavnom šljunkovito-pjeskoviti materijal, mjestimično vezan u kompletne konglomerate.

Aluvijalni sedimenti (al)

Aluvijalni sedimenti su predstavljeni šljunkovima i pjeskovima. U okviru istražnog područja zastupljeni su u albanskom dijelu sliva Cijevne, Vukel-Broje, koji pripada platou Albanskih Alpa.



Legenda

Geološke jedinice

- T₃ - Gornji trijas: dolomiti
- J₁ - Donja jura: Dolomitni krecnjaci, dolomiti i sivi litiotski krecnjaci
- J_{2,3} - Srednja jura, gornja jura: krecnjaci i dolomiti
- J₃ - Gornja jura: Bankoviti dolomitni krecnjaci i dolomiti
- J,K - Jura, kreda: masivni, bankoviti i stratifikovani krecnjaci i dolomitni krecnjaci

- K, Pg - Kreda, paleogen: glinci, laporci i pješčari (Durmitorski fliš)
- K₁ - Donja kreda: krecnjaci, dolomitni krecnjaci i dolomiti
- K_{1,2} - Donja kreda, gornja kreda: krecnjaci i dolomitni krecnjaci
- K₂ - Gornja kreda: krecnjaci
- fgl - Kvartar: gline, pjeskovi i konglomerati (fluvioglacijalni sedimenti)
- al - Kvartar: pjeskovi i šljunkovi mjestimično zaglinjeni (aluvijalni sedimenti)

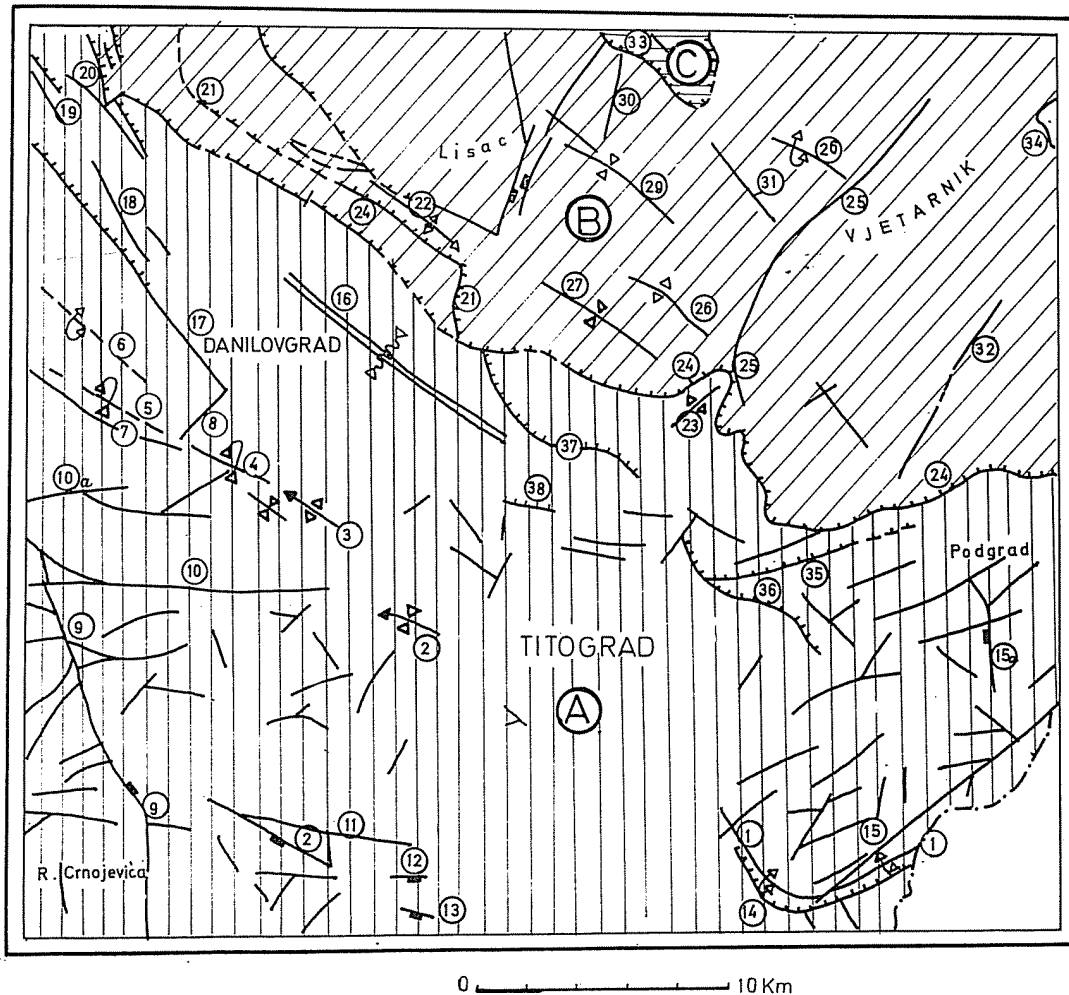
Ostali simboli

- Rasjedi
- Rijeka Cijevna
- Povremeni vodotoci
- Sliv rijeke Cijevne
- Skadarsko jezero
- Državna granica

Sl. 7.2. Geološka karta sliva rijeke Cijevne prema OGK Titograd 1:100 000, OGK SFRJ Titograd i OGK Skadar 1:100 000

Tereni sliva rijeke Cijevne pripada terenima Starocrnogorske kraljušti (slika 7.3.). Ovaj teren zahvata južne i zapadne djelove lista Titograd i graniči se sa Kučkom kraljušti duž tektonske linije drugog reda.

Najjasniji rasjed ove oblasti je rasjed Čemera (15) kojeg su konstatovali V. Simić, V. Čubrilović, R. Jovanović (1939). To je rasjed koji se pruža pravcem sjeveroistok-jugozapad od Cijevne preko Čemerna, Traboina Starog, Helmice, Skorača i gubi se zapadno od Spinja. Ovaj reversni rasjed ima amplitudu izdizanja.



Сл. 3. Прегледна тектонска карта листа Титоград

A. Терен Староцрногорске краљушти.—В. Терен Кучке краљушти.—С. Дијелови Дурмиторске навлаке.
Generalized tectonic map of the Titograd sheet.

A. The area of the Old Montenegrous thrust. — В. The area of the Kuči thrust. — С. Some parts of the Durmator nappe.

Озборная тектоническая карта листа Титоград

A. Область староцрногорского надвига. — В. Область кучкого надвига. — С. Часть дурмиторского покрова.

Sl. 7.3. Pregledna tektonska karta lista Titograd (OGK 1:100 000, Tumač)

8 HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE SLIVA

8.1 Pregled dosadašnjih hidrogeoloških istraživanja

Prvo istraživanje karstne rasprostranjenosti i obilježja u Dinarskoj oblasti obavio je Jovan Cvijić i to objavio u svojoj doktorskoj disertaciji 1893. (preštampano 1895), a ovaj rad bio je osnova za stvaranje nove naučne discipline - karstologije. Kasniji radovi na Dinarskom kršu Heraka (1972), Mijatovića (1984), Milanovića (2005) i mnogih drugih autora pomogli su boljem upoznavanju kompleksnih sistema podzemnih voda u ovom veoma razvijenom karstu, koji je jedan od najvećih na svijetu (Ford i Villiams, 2007), a koji se u globalu često naziva „klasičnim“. Radulović V. (1989) i Radulović M. (2000) dali su značajne podatke o karstnim vodonosnicima Crne Gore u svojim objavljenim doktorskim disertacijama i mnogim drugim radovima, dok je veliki doprinos poznavanju karstnih akvifera u Albaniji dao Eftimi (2010). Neki noviji članci o ovoj oblasti obuhvataju radove Radulović M. (2010) i Radulović M.M. et al. (2016).

Kao najnovija istraživanja sprovedena u slivu rijeke Cijevne možemo navesti i istražno bušenje, sprovedeno u cilju dodatnog utvrđivanja povezanosti rijeke za podzemnim vodama kao i uspostavljanja monitoringa podzemnih voda.

Nedavno završen GEF (Globalni fond za životnu sredinu) projekat DIKTAS (Dinarski kraški prekogranični akviferi) fokusiran je na zaštitu i održivo korišćenje kraških vodnih resursa koje dijeli nekoliko zemalja i koji se koriste za vodosnabdijevanje, kao i za proizvodnju električne energije i poljoprivredu. Za ovaj region i njegove karstne akvifere idealno je mjesto za primjenu novih i integrisanih pristupa upravljanja ovim jedinstvenim slatkovodnim resursima i ekosistemima (Stevanović i dr. 2016). Sliv rijeke Cijevne, kao jedan od nekoliko prioriternih prekograničnih akvifera dinarskog karsta, predložen je kao mjesto za uspostavljanje prekogranične mreže za monitoring podzemnih voda (DIKTAS, 2014).

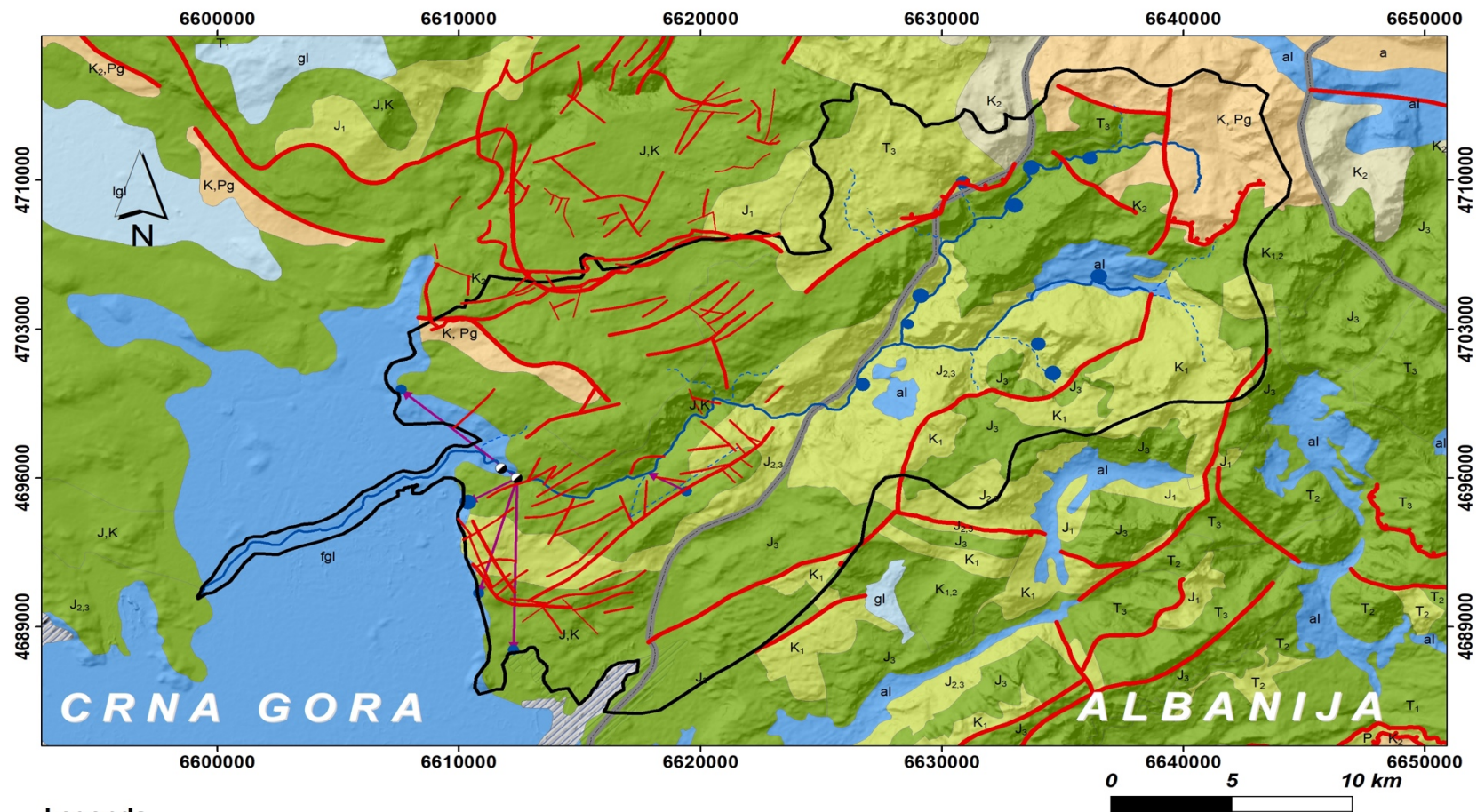
8.2 Hidrogeološke jedinice – tipovi izdani

Karstna izdan sliva Cijevne (slika 7.2.) je najvećim dijelom izgrađena od jurskih i donjokrednih krečnjaka ($J_{2,3}$, K_1). Karbonatne stijene koje najvećim dijelom čine sliv Cijevne su tektonski značajno deformisane, naročito je tektonska oštećenost izražena u dijelu sliva Cijevne koji pripada Crnoj Gori. Na istočnom obodu Zetske ravnice, u području Čemera i dalje u kanjonu Cijevne kao i sjeveroistočno u oblasti Deljaja i Bankanija razvijena je serija karbonatnih sedimenata koji odgovaraju dogeru i oksford kimeridžu ($J_{2,3}$). Sedimenti donje krede (K_1) imaju rasprostranjenje od Zetske ravnice gdje su pokriveni fluvio-glacijalnim sedimentima, preko Zatrijepča i Orahova gdje im se dalje pružanje nastavlja u pravcu sjever-jug prema granici sa Albanijom u kojoj se dalje nastavlja njihovo rasprostranjenje.

Karstna do karstno pukotinska izdan srednje izdašnosti je okarakterisana trijaskim, jurskim i krednim dolomitima, dolomitičnim krečnjacima, krečnjacima sa kojima se javljaju kao proslojci glinoviti slojevi koji mjestimično prelaze u glinene škriljce i škriljave laporce crne boje (T_3 ; J_3 ; J,K ; K_2 ; $K_{1,2}$). U području Žijova razvijeni su sprudni i subsprudni krečnjaci, titonske i valendijske starosti. Mjestimično ovi krečnjaci prelaze u bankovite dolomitične krečnjake koji se smjenjuju sa čistim dolomitima.

Pukotinska izdan male izdašnosti izgrađena je od gornjo-krednih sedimenata, predstavljenih krečnjačko-dolomitičnom facijom. Dolomiti preovlađuju u njenom donjem dijelu (cenoman, turon), dok krečnjaci preovlađuju u senonu. Za stariju gornju kredu karakteristična je i bituminoznost sedimenata.

Intergranularnu izdan veće izdašnosti izgrađuju glaciofluvijalni (glf) i aluvijalni sedimenti (al). Glaciofluvijalni sedimenti se nalaze na području Zetske ravnice i u kanjonu Cijevne. To je uglavnom šljunkovito-pjeskoviti materijal, mjestimično vezan u kompaktne konglomerate. Obluci su krečnjačkog i dolomitskog sastava. Manje su zastupljeni rožnaci i pješčari.



Sl. 8.1. Hidrogeološka karta prekograničnog izdani sliva rijeke Cijevne prema 1:100 000 OHK i OGK listova Podgorica i Skadar

Terene sliva rijeke Cijevne najvećim dijelom izgrađuju karbonatne stijene. U dijelu sliva koji pripada Albaniji postoji veći broj izvora prikazanih na hidrogeološkoj karti (slika 8.1.), o kojima će biti riječi u kratkim crtama zbog ograničenih podataka.

Rasprostranjenje karstnog tipa izdani prate brojne hidrogeološke pojave u obliku stalnih i povremenih karstnih vrela, vrulja, jama, pećina, estavela, izvora i ponora. U slivu Cijevne koji je primarno izgrađen od ovog tipa izdani mogu se zapaziti mnoge od ovih pojava, koje u nastavku i navodimo.

8.3 Funkcionisanje karstne izdani prekograničnog sliva rijeke Cijevne

Režim podzemnih voda je proces izmjene nivoa, proticaja, hidrauličkog gradijenta, brzine, temperature, viskoziteta, hemijskog, radiološkog, mikrobiološkog i gasnog sastava izdanskih voda u vremenu i prostoru, pod uticajem prirodnih i antropogenih faktora.

Cirkulacija podzemnih voda u karstnim izdanima je drugačija u odnosu na cirkulaciju podzemnih voda u drugim tipovima nekarstnih izdani. U karstnim izdanima voda se kreće sistemima pukotina, kaverni i kanala. Ekstremno izražena heterogenost karstne izdani je posledica višestruke poroznosti i anizotropije (Ford and Williams, 2007).

Izdanci podzemnih voda sliva rijeke Cijevne prisutni su u vidu povremenih i stalnih izvora. Prema položaju pojavljivanja izvora u slivu Cijevne možemo grupisati u:

1. Izvore koji se pojavljuju na nižim kotama (po obodu Zetske ravnice i u koritu rijeke Cijevne) i
2. Izvore koji se pojavljuju na kontaktu između krečnjaka i dolomita i izvore iz dolomita na višim kotama terena.

Razbijena karstna izdan sliva rijeke Cijevne formirana je u karbonatnim stijenskim masama kredne i jurske starosti (krečnjaci, dolomitični krečnjaci i dolomiti), okarakterisane kavernošću i pukotinskom poroznošću.

Sa hidrogeološkog aspekta krečnjaci koji izgrađuju terene sliva rijeke Cijevne, mogu se uvrstiti u grupu dobro vodopropusnih stijena. Karstifikacija i tektonska oštećenost sedimenata uslovile su da je razbijena karstna izdan, u vidu koje su prisutne podzemne vode na ovom dijelu terena, spuštene duboko u podzemlje (Radulović M, 2000).

Karstna izdan se prazni preko povremenih i stalnih izvora po obodu Zetske ravnice, u koritu vodotoka Cijevne i po obodu Malog blata i vrulja u samom Malom blatu (Radulović V., 1989)

Proces karstifikacije najslabije je izražen u donjokrednim bituminoznim krečnjacima koji su najčešće pločasti ili debeloslojeviti. Kada se javljaju na nižim kotama u terenu, kakav je slučaj po istočnom obodu Zetske ravnice, to su slabo vodopropusne ili vodonepropusne stijene – barijere za podzemne vode koje uslovljavaju njihovo isticanje na površinu terena. Takav primjer su vrela Mileša.

U grupu slabo-vodopropusnih i vodonepropusnih stijena izdvojili smo dolomite gornjojurske, donjokredne i gornjokredne starosti ($J_3^{2-3}, K_1^5 + K_2^1$) koji izgrađuju terene prema Albaniji (Traboin, Čemer, Helmica, Barlaj), i dio kanjona rijeke Cijevne (Radulović V., 1989).

8.3.1 Prihranjivanje i pravci kretanja podzemnih voda

Istočno od zetske ravnice, prostrani karstni tereni Kuča, Dečića i dalje na istok nastavljajući se u Republiku Albaniju, prihranjuju se na račun padavina najvećim dijelom.

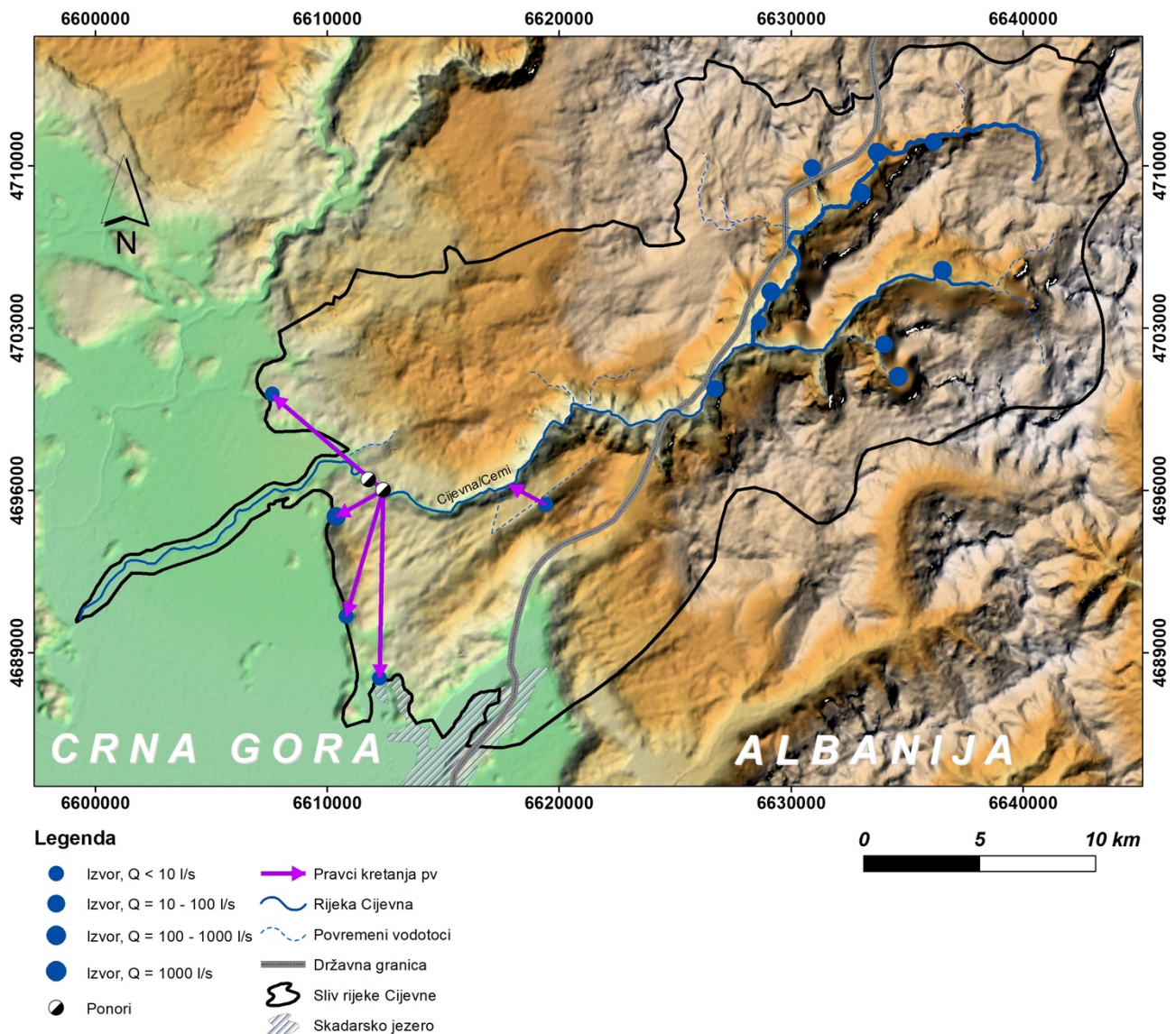
Zbijena izdan zetske ravnice je najprostranija i vodom najbogatija. Izdan se prihranjuje vodom direktno od padavina na samoj ravnici, od Cijevne i drugih vodotoka koji idu ravnicom (Morača, Ribnica, Sitnica), od povremenih karstnih vrela (Ribnička vrela, izvori Mileša, Krvenice) i direktno podzemljem od razbijene karstne izdani koja je okružuje sa zapada, sjevera i istoka na kojoj leži (Radulović V., 1989).

U cilju utvrđivanja podzemnih hidrogeoloških veza, pravcem i brzinom kretanja podzemnih voda izvođena su bojenja, preko ponora u koritu Cijevne uzvodno od mjesta Dinoša. Bojenjem uzvodnijeg ponora utvrđena je veza sa povremenim karstnim vrelima Milešom, Krvenicom i vruljom Vitoja, a preko nizvodnijeg za Ribničkim vrelima (Radulović V., 1996.).

Bojenje podzemnih voda izvođeno je korišćenjem natrujum-flourosceina, preko ponora u koritu Cijevne, ponora u Traboinu i ponora sjeverno od Brežina. Bojenjem ponora u Traboinu utvrđena je veza sa stalnim izvorom u koritu Cijevne, koji ističe s njene desne strane. Ponor preko kojeg je izvršeno bojenje nalazi se oko 250 m. jugozapadno od stalnog izvora Kroni – Traboin, kod postojeće vodenice koja radi na ponirućim vodama (slika 8.2.).

Preko ove pojave u kišovitom dijelu godine kada se izdašnost pomenutog izvora znatno poveća, čak i preko $2\text{m}^3/\text{sec}$, dio voda koncentrisano ponire na ovom lokalitetu (vode su skrenute kanalom prema vodenici). Znatno veći dio voda zaobilazi ovaj najuzvodniji ponor da bi se gubile preko niza drugih ponora na potezu dužine od oko 1000m. Ova ponorska zona kao što je ranije rečeno oformljena je duž regionalnog čemerskog rasjeda na kontaktu slojevitih dolomita i krečnjaka. Po kapacitetu je najnizvodniji ponor oformljen u dnu postojeće vrtače kružnog oblika sa prečnikom oko 20m, mada je i njegov kapacitet manji od količina voda koje ovdje površinski dotiču, u kišnom dijelu godine što uslovljava ujezeravanje u ovom dijelu terena.

Obilježavanje voda koje su ponirale izvršeno je sa 25 kg natrijum-fluorosceina 6.11.1965 godine od 10 h do 10h 30'. Obojena voda pojavila se na Ribničkim vrelima 13.11.1965 godine oko 6h. Obilježena voda koja je ponirala prešla je podzemni put gledano pravolinijski od 5.125 m pri visinskoj razlici od 37 m za oko 164 h, krećući se brzinom od oko 0,86 cm/s (0,0086 m/s). Ova brzina ukazuje na veliku skaršćenost vodonosne sredine (Radulović V., 1996.).



Sl. 8.2. Ustanovljene veze ponor-vrelo u slivu rijeke Cijevne

Na osnovu rezultata bojenja može se pretpostaviti da karstne terene Traboina Starog, Karamaje dreniraju izvori u koritu vodotoka Cijevne. Utvrđeni pravac kretanja podzemnih voda je kao što se vidi od jugoistoka prema sjeverozapadu. Podzemne vode iz ovog dijela terena nijesu nastavile kretanje prema jugozapadu, duž postojećeg regionalnog rasjeda tj. prema karstnom vrelu iz pećine Krvenica ili vrulji Vitoja (sjeveroistočni obod Skadarskog jezera). Lokalnost kretanja podzemnih voda na ovom dijelu terena prema sjeverozapadu uslovljena je pružanjem, odnosno padom slojeva dolomita, koji u ovom slučaju predstavljaju barijere za slobodne podzemne vode.

U samom koritu Cijevne od mjesta Lovka pa nizvodnije do Dinoša registrovano je više ponora sa stalnim i povremenim poniranjem vode. Vode koje poniru na tim lokalitetima nastavljaju put podzemljem u različitim pravcima i to:

- ✓ Vode koje poniru preko najuzvodnijih ponora ispod mjesta Lovka pojavljuju se ponovo u koritu Cijevne preko postojećih izvora što je utvrđeno opitom bojenja,
- ✓ Vode koje poniru u koritu Cijevne uzvodno od Dinoša kod kuće Adžovića nastavljaju put prema jugozapadu i jugu odnosno prema Mileškim vrelima, povremenom karstnom vrelu iz pećine Krvenice i vrulji Vitoja što je utvrđeno izvedenim bojenjem u sklopu regionalnih hidrogeoloških istraživanja sliva Skadarskog jezera,

- ✓ Vode koje poniru preko ponora kod mjesta Dinoša nastavljaju kretanje prema sjeverozapadu, odnosno prema Ribničkim vrelima što je takođe utvrđeno ranije izvedenim bojenjem (Radulović V., 1989).

Na osnovu navedenog možemo zaključiti da ispod korita Cijevne postoji razgranat splet karstnih kanala koji odvede podzemne vode različitim pravcima. Do ponora koji su uzvodno od Dinoše podzemne vode gravitiraju prema Cijevni ili cirkulušu ispred njega, da bi se ponovo pojavile u koritu, a od Dinoše nizvodnije nastavljaju put u više pravaca.

Pravci kretanja podzemnih voda na dijelu terena koji se nalazi između Cijevne i Albanske granice djelimično su utvrđeni metodom bojenja.

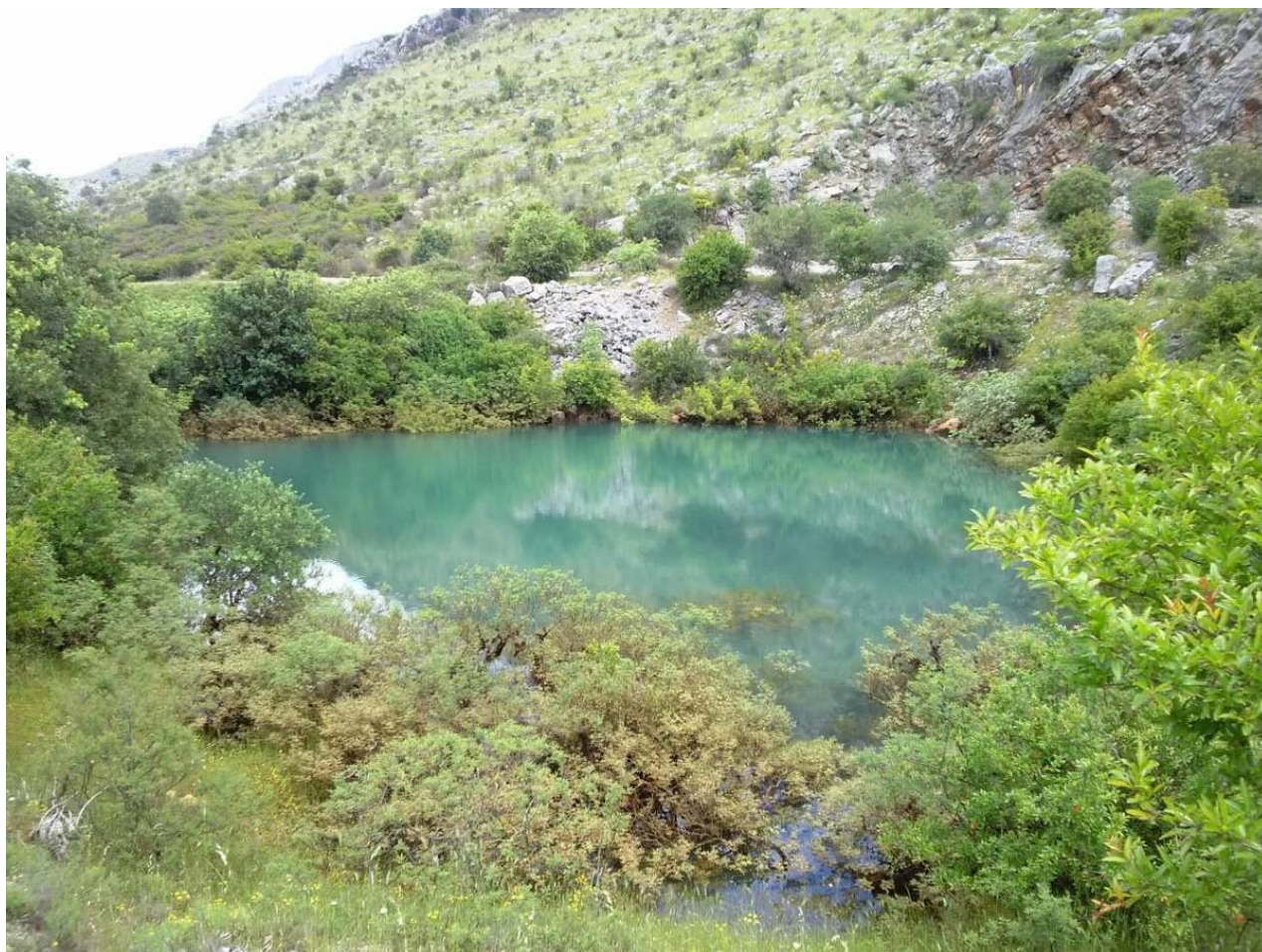
8.3.2 Dreniranje karstne izdani sliva rijeke Cijevne

Karstna vrela i vrulje

Stalna karstna vrela su u ovim terenima relativno rijetka. Na širem području istraživanja najznačajnija su **Ribnička vrela** koja se nalaze sjeverno od kanjona Cijevne (istočni obod Zetske ravnice između Dinoša na jugu i Maslina na sjeveru). Ovo razbijeno izvorište ističe na potezu dužine 5 km, na kotama od 49 do 65 m.n.m. Stalni su samo najnižvodniji izvori, koji ističu iz krečnjaka sa desne strane korita Ribnice. Na ovom dijelu u sušnom periodu godine ističe nekoliko izvora čija minimalna izdašnost iznosi oko 10 l/s. Svi ostali uzvodniji izvori, duž korita povremenog vodotoka Ribnice, ističu samo nakon obilnijih padavina u predjelu Kuča i slivu Cijevne. U hidrološkom maksimumu skoro svi ovi izvori su potopljeni vodama Ribnice, čiji proticaj tada iznosi preko 50 m³/s.

Izvor Vitoje je razbijeno karstno izvorište, koje ističe na području Humskog blata iz niza izvora i vrulja na kotama od 0.6 do 9mm, na samom obodu Skadarskog jezera. Slivno područje karstne izdani Vitoja obuhvata prostore od rijeke Cijevne na sjeveru do Humskog blata na jugu, odnosno od kontakta karstnih terena i Zetske ravnice na zapadu do karstnih terena prema Albanskoj granici, površine od oko 80km. Karstna izdani izvora Vitoje izgrađena je od karbonatnih sedimenata, jurske i kredne starosti. Karstna izdani se prazni i u zapadnom dijelu terena (Milješ i Krvenica). Režim izdanskih voda ove prostrane karstne izdani zavisen je od režima padavina, proticaja vodotoka rijeke Cijevne i površinskih voda Jezera, koja ga potapaju za vreme visokih voda. Procenjena minimalna izdašnost kaptiranog izvorišta Vitoje kreće se od 10-20 l/s (Vujisić et al., 1984; Radulović V. 1989).

Krvenica je povremeno karstno vrelo, koje se nalazi na koti od oko 37.5mm, na kontaktu krečnjaka Bratilje na sjeveroistoku i glaciofluvijalnih sedimenata Tuškog polja na jugozapadu. Vode tog vrela izbijaju iz pećine. Prostorni položaj i veličina sliva vrela Krvenice, pa samim tim ni veličina razbijene karstne izdani tog vrela, nije definisana. Ovi tereni se nalaze u prostoru sjeverno i sjeveroistočno od Tuškog polja u masivu Dečića, sa svojim zaleđem u slivu rijeke Cijevne, površine preko 350 km², i pripadaju međugraničnoj izdani između Crne Gore i Albanije. Dok se karstni tereni rijeke Cijevne na sjeveru i istočno od Tuškog polja do granice prema Albaniji, dreniraju direktno tokom čitave godine u zbijenu izdani Tuškog polja, dotle se dijelom ta izdani prihranjivanjem vodama Cijevne u kišovitoj dobi godine, prazni upravo preko vrela Krvenice i Mileša, kao i vrulje Vitoje na jugoistoku. Vode razbijene-karstne izdani vrela Krvenice se tokom godine, u doba dužih i obilnijih padavina primjetno mute. Uz ovo vode se zagađuju vodama rijeke Urelje i otpadnim materijama stanovnika sela Dinoša, Tuzi i okolnih naselja. Vode vrela Krvenice koristi mjesno stanovništvo za piće, a dijelom i za navodnjavanje poljoprivrednih usjeva i zasada (Radulović V. 1989).



Sl. 8.3. Pećina Krvenica u hidrološkom maksimumu (foto Dević N., 2016)

Povremena **vrela Mileša** predstavljaju izvorski horizont na oko 70mm, od kojih nastaje vodotok Urelje. Nalaze se na sjeverozapadnom obodu karstnog masiva Dečića (650mm), a na kontaktu sa glaciofluvijalnim sedimentima Rogamskog polja. Bojenjem ponora u koritu rijeke Cijevne prije izlaska iz njenog kanjona u Dinoško polje utvrđena je veza sa Mileškim vrelima. Na osnovu ovoga može se reći da je izdan Mileških vrela u njihovom sjevernom i sjeveroistočnom zaleđu u krečnjacima masiva Planinice (267 mm) i okolnim terenima. Vode sliva Cijevne koje poniru, prolaze kroz krečnjačke mase krajnje sjeverozapadnih ogranaka Dečića. Kada su vode rijeke Cijevne u prostoru atara sela Dinoša mutne, onda se i na Mileškim vrelima, primećuje ta mutnoća. Izdan Mileških vrela se zagađuje otpadnim materijama stanovništva Dinoša, a stanovništvo sela Mileša zagađuje vode ove izdani neposredno u izvorskom horizontu (Radulović V., 1989).

Vrelo Traboin se nalazi u blizini sela Traboina, na koti od 410 m.n.m. Sjeveroistočno od ovog vrela se nalaze vrela Stari Traboin u prostoru katuna Čemera i to:

1. Donje vrelo na koti od 416 m.n.m
2. Gornje vrelo na koti od 475 m.n.m, istočno od Gornjeg vrela je Vrelo Grzo na koti od oko 1015 m.n.m.

Vrela Starog Traboina i Vrelo Traboina prihranjuju se na račun atmosferskih padavina. Višegodišnji prosjek padavina je između 1750 mm i 2000 mm.

U Starom Traboinu i Traboinu postoje četiri stalna vrela čija se ukupna izdašnost u sušnom periodu godine procjenjuje na svega 2 l/s. U periodima godine sa povećanim režimom padavina izdašnost vrela dostiže i 100 l/s (Radulović V. 1996).



Sl. 8.4. Traboin (Foto Dević N., 2017)

Tabela 8.1. Prikaz stalnih izvora u slivu Cijevne u Crnoj Gori

Naziv izvora	Minimalna izdašnost
Ribnička vrela	100 l/s
Vrelo Milješ	100 l/s
Vitoja	10 - 20 l/s
Traboin	2 l/s

Estavele

Istočnim obodom Zetske ravnice pruža se estavelski horizont Cijevne. To je dio korita od kote 100 m.n.m do kote 80 m.n.m u kojem za vrijeme kištovitog perioda dolazi do isticanja podzemnih voda, dok u sušnom dijelu godine na tom dijelu poniru vode rijeke Cijevne, prihranjujući tako Ribnička vrela, Milješka vrela, izvor Krvenicu, kao i izvore po obodu Humskog zaliva (vrulje Vitoje). Ovaj dio korita proteže se od sela Pikalja i Privta do ulaska Cijevne u Zetsku ravnicu (Radulovic M.M. et. al., 2012).

Promjene nivoa podzemnih voda karstne izdani iznose u toku godine 5-8 m. Ovi rezultati su dobijeni praćenjem n.p.v. preko prirodnog bunara u Milešu i preko nivoa vode u pećini Krvenica.

Pećine

Najznačajnija pećina u slivu Cijevne u Crnoj Gore je već gore pomenuta Krvenica, iz koje ističu karstne vode u određenom dijelu godine (jesen-proljeće), dok u sušno doba godine ova pećina funkcioniše kao jama sa vodom (stagnantni nivo).

Ponori

Pri ulasku u ravnicu Cijevna gubi vodu koja ponire u fluvio-glacijalni nanos, tako da nizvodno od Dinoše u ljetnim mjesecima jul, avgust i septembar se prekida tok rijeke, dok je nizvodno od kuća Rakića korito rijeke uglavnom suvo. Bojenjem voda rijeke Cijevne (Radulović V., 1989.), dokazana je veza sa estavelama na istočnom obodu Zetske ravnice (Krvenica, Milješka vrela) i Vitoja (sublakustrični izvori), dok su vode koje odlaze kroz nizvodne ponore na samom izlazu iz kanjona u vezi sa Ribničkim vrelima koja se nalaze na sjevernom obodu Zetske ravnice.

Estavelski horizont rijeke Cijevne koji je pozicioniran pri izlasku iz kanjonskog dijela, predstavlja najznačajniju ponorsku zonu u sušnom periodu. Izvedenim opitima bojenja, utvrđene su veze ponora u koritu Cijevne sa vrelima koja se nalaze po obodu Zetske ravnice i to :

- 1. Mileš**
- 2. Krvenica**
- 3. Vitoja**
- 4. Ribnička vrela**

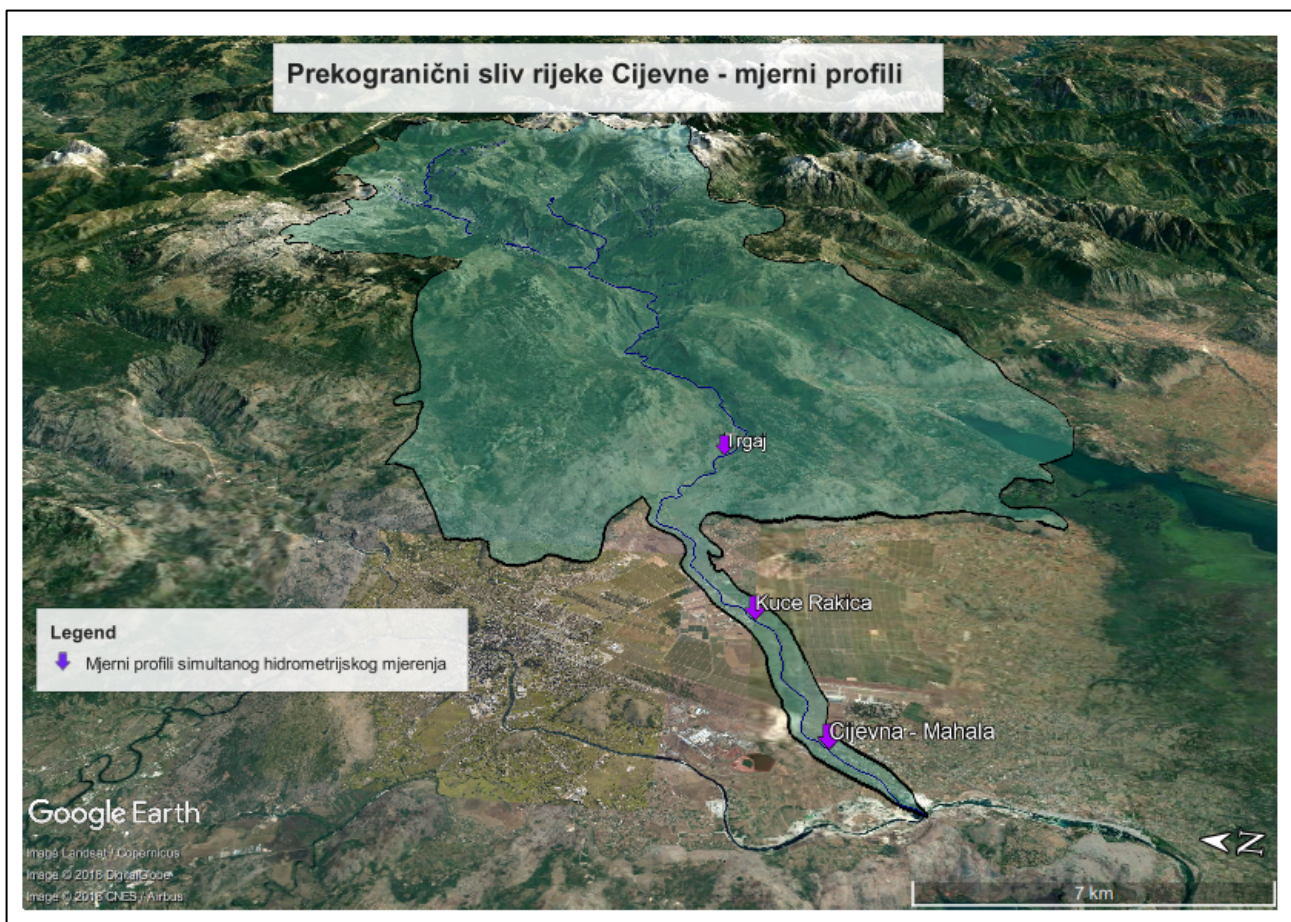
U nizvodnom dijelu Cijevne, počevši od izlaska iz Kanjonskog dijela nema vodnih pojava sve do samog ušća u Moraču.

8.3.3 Rezultati simultanih hidrometrijskih mjerenja na utvrđenim profilima

Nakon rekognosciranja terena, pristupilo se definisanju profila za izvođenje simultanih hidrometrijskih mjerenja (slika 8.5.). Kako je veliki dio toka rijeke Cijevne kanjonskog tipa, bilo je veoma praktično da se sa mjerenjima počne na profilu samog izlaska rijeke iz kanjona, što je u ovom slučaju mjerni profil Trgaj, zatim na profilu Kuće Rakića, koji se nalazi u središnjem dijelu toka kroz glaciofluvijalne sedimente i na profilu Mahala prije ušća rijeke Cijevne u Moraču.

Na osnovu hidrogeološke karte 1:100 000 lista Titograd, na kojoj se mogu vidjeti 3 profila gdje su zabilježena istorijska hidrološka mjerenja, čiji podaci nažalost danas nijesu dostupni, isti profili su uzeti i za izvođenje simultanih hidrometrijskih mjerenja. Ova tri profila su Trgaj (koji je bio u funkciji do 1989. godine), Kuće Rakića i Mahala.

U gornjem dijelu toka Cijevne korito rijeke često mijenja profil od pravilnog trapezastog oblika, preko brzaka i tijesnih dionica sve do mjesta sa virovima i sporim tečenjem.



Sl. 8.5. Profili na kojima su urađena hidrometrijska mjerenja

Na osnovu izvedenih simultanih hidrometrijskih mjerenja došlo se do veoma značajnih podataka, koji pokazuju da se nivo podzemnih voda izdani nalazi ispod dna korita rijeke Cijevne na profilu Kuće Rakića.

Sledeće vrijednosti proticaja rijeke Cijevne su zabilježene na dan mjerenja 18.04.2018⁷:

3. **Mjerni profil: Trgaj – $Q = 51.8 \text{ m}^3/\text{s}$**
4. **Mjerni profil: Kuće Rakića – $Q = 40.5 \text{ m}^3/\text{s}$**
5. **Mjerni profil: Mahala – $Q = 47.3 \text{ m}^3/\text{s}$**

Udaljenost od mjernog profila Trgaj do mjernog profila Kuće Rakića iznosi oko 11 km, dok do mjernog profila Mahala iznosi oko 16.2 km.

U ovom slučaju možemo konstatovati da se na udaljenosti od mjernog profila Trgaj do mjernog profila Kuće Rakića gubi oko $0.97 \text{ m}^3/\text{s}$ po kilometru dužnom rječnog toka, dok se na drugoj dionici od mjernog profila Kuće Rakića do mjernog profila Mahala, rijeka prihranjuje na račun podzemnih voda i to oko $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$ po dužnom kilometru rječnog toka.

Na osnovu prikazanih podataka, duž cjelokupnog toka rijeke Cijevne u Crnoj Gori, $0,685 \text{ m}^3/\text{s}$ je srednji linearni gubitak po km.

⁷ Napomena: uzimajući u obzir da je mjerenje proticaja Dopplerom, treba uzeti u obzir mogućnost greške izmjerene proticaja zbog neravnomjernog dna korita $\pm 10\%$

Dodatna simultana hidrometrijska mjerenja

Merenja vršena sonarnim hidrometrijskim krilom marke Seba, na 5 profila od ulaznog profila Trgaj u basen Skadarskog jezera do ušća u Moraču (Slika 8.6.), potvrdila su tačnost prvog ciklusa simultanih hidrometrijskih mjerenja, da se na cjelokupnom toku Cijevne, od ulaska u Crnu Goru, jedan dio voda gubi preko ponora, dok se na pojedinim djelovima rijeka prihranjuje na račun izvora u samom koritu.



Sl. 8.6. Položaj hidrometrijskih profila rijeke Cijevne

Tabela 8.2. Hidrometrijski profili sa proticajima i gubicima na sekcijama duž toka rijeke Cijevne (Jul, 2018)

Opis lokacije	Koordinate	Izmjerena brzina proticaja	Proračun proticaja	Gubici
Profil 1: Trgaj – oko 300 m nizvodno od mosta Koordinate: N: 42°23'52.5'' E: 19°22'42.8'' Z: 85 mmm Širina korita 32m, dubine rečnog korita 0.6-0.98m, merenja na 7 odabranih vertikalna sa po 2 merne tačke (selektovane dubine od 0.15; 0.3; 0.6; 0.7 m) Max merena brzina 0.034 m/s. Minimalna 0.051 m/s. Kvalitet vode T = 14.9 0C; pH = 8.2; EC = 212 μS/cm; O2= 5.4 mg/l.	N: 42°23'52.5'' E: 19°22'42.8'' Z: 85 mmm	Maksimalni: 0.051 m/s Minimalni: 0.034 m/s	5,695 m ³ /s	

<p>Profil 2: Dinosa Bridge Koordinate: N: 42°24'40.1''; E: 19°19'57.2''; Z: 67 mnm Od Trgaja do Dinoše vidljivo smanjenje proticaja, deo voda se gubi u širokom koritu reke (i moguće ponovo vraća), vidljive brojne pumpe, cevi za navodnjavanje (procena da se ipak ne radi o znatniim količinama s obzirom na prethodne obilnije kiše, grublja procena do 200-300 l/s)</p> <p>Širina korita 13m, dubine rečnog korita 0.00 - 0.63 m, merenja na 12 vertikala sa po 1 ili 2 merne tačke u zavisnosti od dubine konkretne vertikale (selektovane dubine od 0.20; 0.25; 0.50 m),</p> <p>Kvalitet vode T = 190C; pH = 8.5; EC = 210µS/cm; O2= 5.43 mg/l.</p>	<p>N: 42°24'40.1''; E: 19°19'57.2''; Z: 67 mnm</p>	<p>Maksimalni: 0.720 m/s Minimalni: 0.088 m/s</p>	<p>2,14 m³/s</p>	<p>Između profila 1 i 2: 3.55 m³/s Udaljenost 4,64 km = 0,765 m³/s/km'</p>
<p>Profil 3: Kuće Rakića – 1650 m nizvodno od mosta kod ulaska na plantaže „13. jul“ Koordinate: N: 42°23'15.0''; E: 19°17'05.4''; Z: 46 mnm uski kanjonski deo, vršeno merenje brzine u jednoj profilskoj vertikali, širina korita 7m, dubina vodenog stuba 3.5m, brzina 0.058 m/s;</p>	<p>N: 42°23'15.0''; E: 19°17'05.4''; Z: 46 mnm</p>	<p>Brzina: 0.058 m/s</p>	<p>1,42 m³/s</p>	<p>Između profila 2 i 3: 0.72 m³/s 5,27 km = 0,137 m³/s/km'</p>
<p>Profil 4: Mahala, u blizini aerodroma, 75 m nizvodno od mosta Širina korita 19 m, dubine rečnog korita 0.20 - 0.80 m, merenja na 9 vertikala sa po 1 ili 2 merne tačke u zavisnosti od dubine konkretne vertikale (selektovane dubine od 0.25; 0.30; 0.60 m) Max merena brzina 0.087 m/s. Minimalna 0.0165 m/s. Kvalitet vode T = 230C; pH = 8.3; EC = 202µS/cm; O2= 4,98 mg/l.</p>	<p>N: 42°22'05.0''; E: 19°13'27.4''; Z: 13 mnm</p>	<p>Maksimalna: 0.087 m/s Minimalna: 0.0165 m/s</p>	<p>0,67 m³/s</p>	<p>Između profila 3 i 4: 0.75 m³/s Udaljenost 5,97 km = 0,126 m³/s/km'</p>
<p>Profil 5: ušće u Moraču Suvo korito, zabareni delovi, nema vidljive otoke, moguć djelimični podzemni doticaj u korito Morače.</p>	<p>N: 42°21'30.8''; E: 19°12'54.2''; Z: 9 mnm</p>	<p>0 m/s</p>	<p>0 m³/s</p>	<p>Između profila 4 i 5: 0.67 m³/s Udaljenost 1,30 km = 0,515 m³/s/km'</p>

Ukupna dužina osmatranog toka Cijevne: **17,18 km**

Gubici među profilima:

1. Trgaj – Dinoša = 3,55 m³/s (gubici), rastojanje 4,64 km = 0,765 m³/s/km'
2. Dinoša – Kuće Rakića = 0,72 m³/s (gubici), rastojanje 5,27 km = 0,137 m³/s/km'
3. Kuće Rakića – Aerodrom = 0,75 m³/s (gubici), rastojanje 5,97 km = 0,126 m³/s/km'
4. Aerodrom – Ušće u Moraču = 0,67 m³/s (gubici), rastojanje 1,30 km = 0,515 m³/s/km'

Procjena lineranog gubitka na cjelokupnoj osmatranoj dionici:

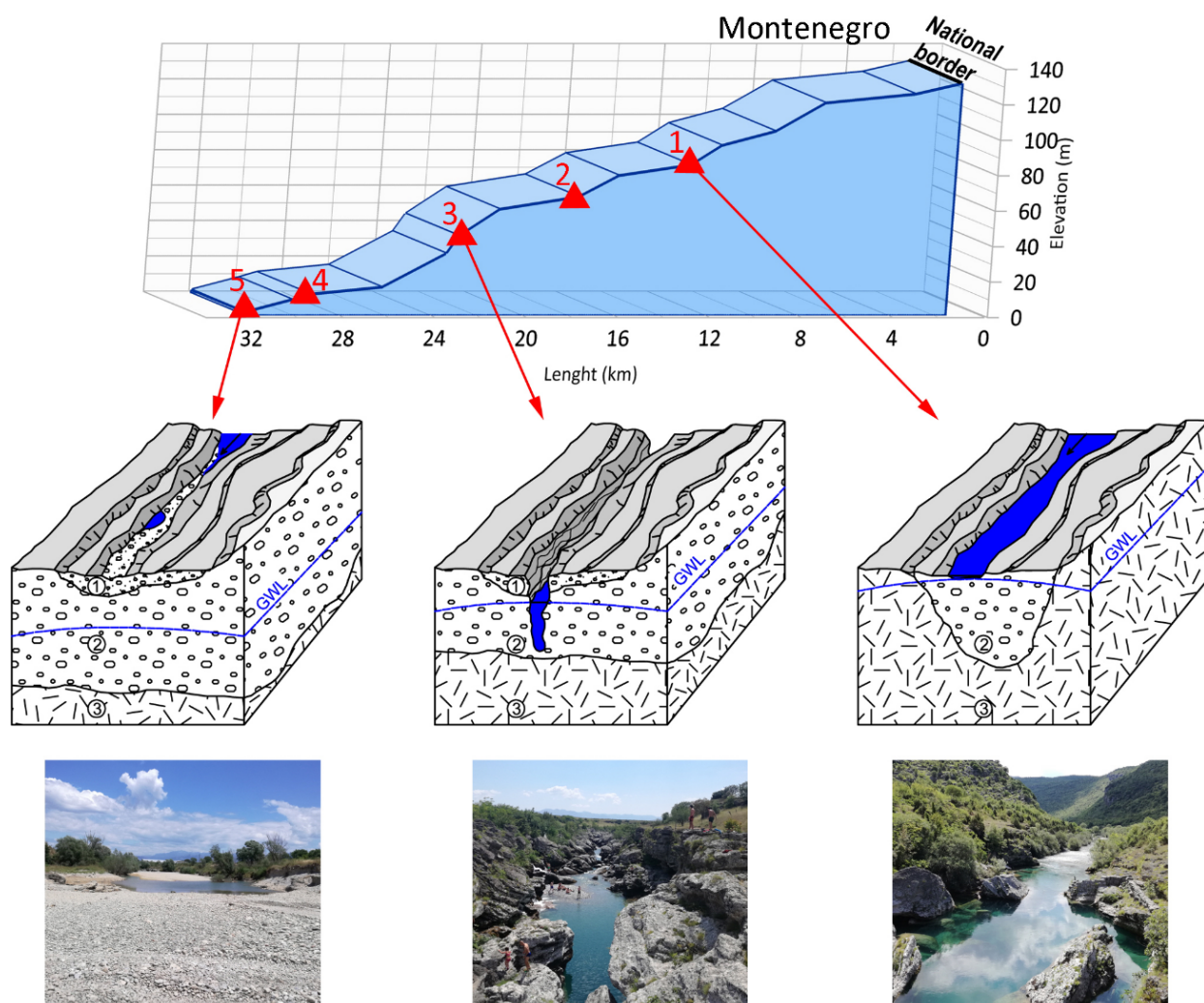
5,6 m³/s (gubici), rastojanje 17,18 km = 0,326 m³/s/km'

Ukupan gubitak u fluvioglacialnim sedimentima Skadarskog basena (Tuško polje) Podgoričkog polja je veći od 5 m³/s.

Razlika između prvog i drugog simultanog hidrometrijskog mjerenja, kada su u pitanju linearni gubici na cjelokupnoj osmatranoj dionici iznosi nešto oko 0,35 m³/s/km', što je prihvatljiv rezultat uzimajući u obzir da je tokom prvog simultanog hidrometrijskog mjerenja korišćen Dopler i da se radilo o drugačijem periodu vodnosti na slivu (srednje vode).

Ovakvi rezultati ukazuju da se u dijelu izlaska rijeke Cijevne iz Albanije do mjernog profila Kuće Rakića, radi o visećem koritu, gdje se nivo podzemnih voda nalazi ispod korita rijeke, dok u drugom dijelu profila imamo slučaj da se nivo podzemnih nalazi iznad nivoa rijeke, zbog čega imamo i slučaj prihranjivanja (slika 8.6.).

Na osnovu dobijenih rezultata simultanih hidrometrijskih mjerenja, možemo konstatovati da se rijeka Cijevna od ulaska u Crnu Goru na više profila, u različitim sezonama prihranjuje podzemne vode ili se prihranjuje na račun podzemnih voda (slika 8.7.).



Sl. 8.7. Uzdužni presjek duž reke Cijevne na teritoriji Crne Gore (od ulaza do ušća), sa šematskim blok dijagramima na tri reprezentativna hidrometrijska profila. Legenda: 1. mlađi aluvijum, 2. fluvio-glacijalni sedimenti, 3. karstna izdan

8.3.4 Režim voda

U cilju utvrđivanja korelacije površinskih i podzemnih voda u predjelu Zetske ravnice vršena su hidrološka osmatranja i mjerenja na vodotoku Cijevne (profil Ržanički most na kojem postoji reper i vodomjernom profile “Mahala” uzvodno od ušća u Moraču). Treba istaći da su osmatranja, odnosno očitavanja na vodomjernoj letvi postavljenoj na profile “Mahala” (uzvodno od ušća u Moraču) bila znatno otežana, dijelom i potpuno onemogućena. Iskopina šljunka i pijeska koji se vrše iz korita Cijevne na ovom dijelu za potrebe šljunkare znatno je produbljeno njeno korito, tako da postojeća vodomjerna letva u većem dijelu godine ostaje iznad nivoa vode Cijevne, čak i u vrijeme kada ovim vodotokom protiču znatne količine vode. Stoga se podaci osmatranja na profilu “Mahala” ne mogu uzeti kao pouzdani, pri korelaciji podzemnih i površinskih voda na ovom dijelu terena.

8.3.4.1 Fizičko-hemijske analize podzemnih voda u slivu rijeke Cijevne

Fizičko-hemijskim analizama voda na više lokaliteta u slivu rijeke Cijevne (tabela 8.3), došlo se do rezultata koji ukazuju da se radi o veoma osjetljivom području sa aspekta zagađenja iz difuznih izvora, od kojih je primarni poljoprivredna djelatnost.

Povećana koncentracija nitrata i kalijuma u podzemnim vodama, na osnovu rezultata analiza koji su dobijeni uzorkovanjem podzemnih voda Dinoškog polja (tabela 8.3.), ukazuje na negativan uticaj poljoprivrede na podzemne vode.

Povišena temperatura je posledica sporog tečenja vode, pH odgovara slabo baznoj sredini, a provodljivost ukazuje na malu zagađenost površinske vode. Sadržaj makro katjona, među kojima dominira kalcijum, bio je relativno nizak. Priordni odnos Ca/Mg bio je iznad propisane klase.



Sl. 8.8. Istražno-eksploataciona bušotina Dinoško polje

Tabela 8.3. Fizičko-hemijske analize (Dević N., 2016 i 2017)

Parametri	Busotina Dinosko polje- Dec 2016	Busotina Dinosko polje- Nov 2017	Pecina Krvenica Nov 2017	Kroni I Traboini Nov 2017
Temperatura °C	13	13.0	12.5	11.5
pH vrijednosti	8.11	7.59	8.25	7.97
Elektroprovodljivost ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	340	359	245	325
Ukupna tvrdoća (°dH)	11.65	10.86	7.73	10.3
Alkalitet M ml n/10HCl/dm ³	4.16	4.17	2.81	3.85
Mutnuća (NTU)	0.52	0.22	0.13	0.19
SO 105°C (mg/l)	214	200.9	139.8	185.2
Mineralizacija (mg/l)	339	317	222	295
Amonijak - N (mg/l)	0.64	0.18	0.13	0.39
Nitriti NO ₂ (mg/l)	0.000	0.013	0.001	0.000
Nitrati NO ₃ (mg/l)	6.34	6.01	1.50	3.75
Fosfati PO ₄ (mg/l)	0.03	0.021	0.002	0.007
Cl (mg/l)	4.4	5.2	4.2	6.0
SO ₄ (mg/l)	3.0	4.6	2.4	2.1
HCO ₃ (mg/l)	250	232	165	220
Na (mg/l)	3.06	2.46	1.20	1.79
K (mg/l)	2.53	1.81	0.43	0.42
Ca (mg/l)	58.4	60.8	40.0	52.0
Mg (mg/l)	15.07	10.2	9.23	13.12
Fe (mg/l)	0.03	0.02	0.00	0.01
Utrošak KMnO ₄ (mg/l)	3.26	2.56	1.36	1.80
HPK mg O ₂ /l	2.93	2.18	1.16	1.53
TOC (mg/l)	2.45	2.11	0.58	1.03
TN (mg/l)	2.02	1.58	0.49	0.98

8.3.5 Kvalitet voda

Podzemne vode Zetske ravnice su ispitivane tokom 2017. u 4 serije, u karakterističnim hidrološkim uslovima. Uzorkovanje vode na profilu Cijevna vršeno je 1 put.

Sva mjerenja monitoringa kvaliteta voda vrše se u okviru Laboratorije za ispitivanje kvaliteta voda Zavoda za hidrometeorologiju i seizmologiju, koja je akreditovana za poslove uzorkovanja i za hemijske analize prema standardu MEST EN ISO/IEC 17025:2011.

Za analizu fizičko-hemijskih, mikrobioloških i saprobioloških parametara koriste se odgovarajuće analitičke tehnike: volumetrijske, elektrohemijske, gravimetrijske, spektrofotometrijske, plamenofotometrijske i metode membranske filtracije.

Analitički postupak se izvodi u 2 dijela: na terenu i u laboratoriji. Istovremeno se na terenu konstatuju i zapisuju meteorološki i hidrodinamički parametri, zatim organoleptičke osobine i opšti izgled vode i mjernog mjesta.

Metode rada u svim fazama, uzorkovanje, analiza i obrada podataka je usklađena sa stručnim standardima iz ove oblasti. Standardizacija posla, s obzirom na njegovu specifičnost i svrhu, zasnovana je na primjeni smjernica, metoda i propisa WMO, APHA, AWWA, EPA, ISO, WHO.

Primijenjeni obim rada imao je za cilj da se obuhvati period najvećeg stepena zagađenja voda, što je uglavnom vezano za topliji dio godine. Ovim je određen dalji način rada na obradi podataka mjerenja, u skladu sa Uredbom o kategorizaciji voda. Mjerodavna vrijednost za svaki parametar dobijena je kao aritmetička sredina iz 2 najnepovoljnije opažene vrijednosti. Na osnovu pojedinačnih mjerodavnih vrijednosti određene su klase boniteta za pojedine grupe parametara, za svaki mjerni profil.

Izračunate su i srednje vrijednosti za svaki parametar, koje su često podrobne za određena izvještavanja, a među njima i za pripremu Izvještaja Agencije za zaštitu životne sredine Crne Gore (AZŽS) i prema Evropskoj mreža za informisanje i osmatranje (Eionet).

Zakonski propisi za ocjenu kvaliteta voda

Određivanje klase kvaliteta vode vršeno je poređenjem mjerodavnih vrijednosti parametara kvaliteta vode, sa graničnim vrijednostima iz Uredbe o klasifikaciji i kategorizaciji voda (Sl.1. CG 2/07).

U Uredbi je voda razvrstana u klase prema dozvoljenim graničnim vrijednostima pojedinih grupa parametara, u zavisnosti od namjene vode. U tom smislu vode se mogu koristiti za: piće i prehrambenu industriju; ribarstvo i uzgoj školjki; kupanje (član 3. Uredbe o klasifikaciji i kategorizaciji voda).

Vode koje se mogu koristiti za piće i prehrambenu indistriju razvrstane su u 4 klase: A, A₁, A₂, A₃.

Vode za uzgoj riba i školjki razvrstane su u 3 klase: S, Š i C. Vode za kupanje razvrstavaju se u 2 klase: K₁ i K₂.

Uredbom su definisani način i dinamika uzorkovanja, analitička metodologija i uslovi ocjene kvaliteta vode. U Uredbi je precizirana kategorizacija voda, kojom su vode razvrstane u 3 kategorije: I (klase A₁, S, K₁, a za slane vode i Š); II (klase A₂,C i K₂) i III (klasa A₃).

Rezultati analiza

Cijevna se uzorkuje na 2 mjesta i kao pritoka Morače, odnosno indirektna pritoka Skadarskog jezera, razvrstava se u A₁SK₁ klasu.

Kvalitet vode na profilu Trgaj imao je pomjeranje kvaliteta, 34,4% van propisane klase, odnosno 65,6% uzoraka bilo je u klasi. Parametri: jonski odnos Ca/Mg, sadržaji amonijaka i deterdženta bili su u A₃ klasu. Mjerno mjesto iznad ušća uzorkovano je samo 1 put, jer je u julu, septembru i novembru rijeka je bila presušila u donjem dijelu. U uzorkovanju koje je izvršeno u maju kvalitet se pokazao dobar, sa 75,0% klasa u zahtijevanom bonitetu. Mikrobiološki pokazatelji - broj fekalnih bakterija, bili su u A₂K₂ klasu.

Hidrobiološko uzorkovanje rijeke Cijevne rađeno je u toku 2017. Godine. Uzimanje uzoraka je vršeno u 2 serije (56 uzoraka): I serija u periodu 08.06 - 22.06. i II serija u periodu 24.08 - 18.09.

Što se tiče rezultata analiza uzoraka bioloških materijala Cijevna na Trgaju je pripala zoni β(beta) mezosaprobnoj zoni.

Vode I izdani Zetske ravnice uzorkuje se na 6 mjesta i svrstane su u najzahtijevaniju A klasu, jer voda nekih bunara se koristi i danas za piće bez ikakvog tretmana. Vode bunara su samo u 35,0% klasa bile u zahtijevanom bonitetu, odnosno u dosta slučajeva su bile izvan propisane klase - 65,0% slučajeva, a od toga je pripadalo 9,2% VK i to po sadržaju: jonskog odnosa Ca/Mg, TOC-a, fosfata i nitrata. Najviše ujednačene temperature imala je voda bunara Cijevna 0,8 °C. Vode su imale zadovoljavajuće organoleptičke osobine - bez boje i bez karakterističnog mirisa.

Mikrobiološko zagađenje pokazali su bunari u Cijevnoj sa fekalnim bakterijama -A₂ klasa i sa koli bakterijama imaju pomjeranje kvaliteta u A₁.

Izvršene su analize i na izvorima u Albanskom dijelu sliva, čiji su rezultati prikazani u tabeli 8.4.



Sl. 8.9. Mjerenje elektroprovodljivosti Cemi Seljces, nedaleko od Tamare (foto M. Blagojević, 2018)

Tabela 8.4. Analize vode na izvorima u slivu Cijevne u albanskom dijelu (izvor: Eftimi R.)

	gr/l	Vukel (31)	Jasenova Selce (28)	Kroi Krinit Selce(22)	Vrela Selces (23)	Broje Kelmend (42)	Kosnice Vukel (41)
(Na+K) ⁺		0.0046	0.0027	0.0062	0.0103	0.0188	0.0071
Ca ²⁺		0.0330	0.0335	0.0345	0.0905	0.0358	0.0364
Mg ²⁺		0.0036	0.0071	0.0089	0.0035	0.0058	0.0024
Fe ²⁺		Nema	Nema	Nema	Nema	Nema	Nema
Fe ³⁺		Nema	Nema	Nema	Nema	Nema	Nema
NH ₄ ²⁺		Nema	Nema	Nema	Nema	Nema	Nema
HCO ₃ ⁻		0.01037	0.1281	0.1403	0.01098	0.1440	0.1220
CO ₃ ²⁻		Nema	Nema	Nema	U tragovima	Nema	Nema
Cl ⁻		0.0035	0.0035	0.0071	0.0071	0.0088	0.0053
SO ₄ ²⁻		0.0173	0.0082	0.0107	0.0124	0.0065	0.0082
NO ₃		Nema	Nema	Nema	Nema	Nema	Nema
NO ₄		Nema	Nema	Nema	U tragovima	Nema	Nema
H ₂ SiO ₃		U tragovima	Nema	Nema	U tragovima	U tragovima	U tragovima
TDS - 180°		0.102	0.112	0.130	0.090	0.138	0.118
Ukupna tvrdoća u °dH			6.30	-	5.06	5.48	5.65

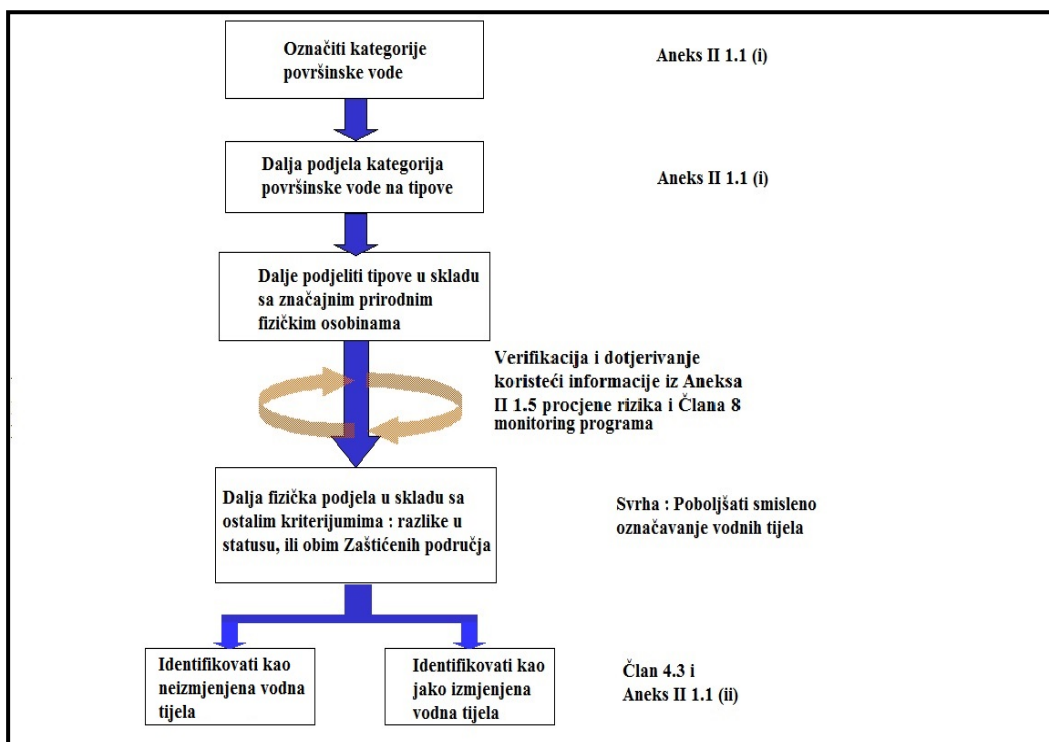
9 DELINEACIJA VODNIH TIJELA U SKLADU SA OKVIRNOM DIREKTIVOM O VODAMA

9.1 Delineacija površinskih vodnih tijela u slivu Cijevne

9.1.1 Metodologija delinacije površinskih vodnih tijela

Prema Okvirnoj direktivi o vodama (ODV) Evropske Unije, *površinsko vodno tijelo* je definisano kao izolovan, posebno posmatran i određen element površinske vode kao što je jezero, akumulacija, potok, rijeka ili kanal, koji se razlikuje od drugog po svojim prirodnim karakteristikama, uticajem ljudskih aktivnosti ili na osnovu drugih značajnih parametara.

Izdvajanje površinskih vodnih tijela definisano je u CIS br. 2 Vodiču (2003) za implementaciju ODV. Izdvajanje površinskih vodnih tijela obično se sprovodi u više koraka (slika 9.1.).



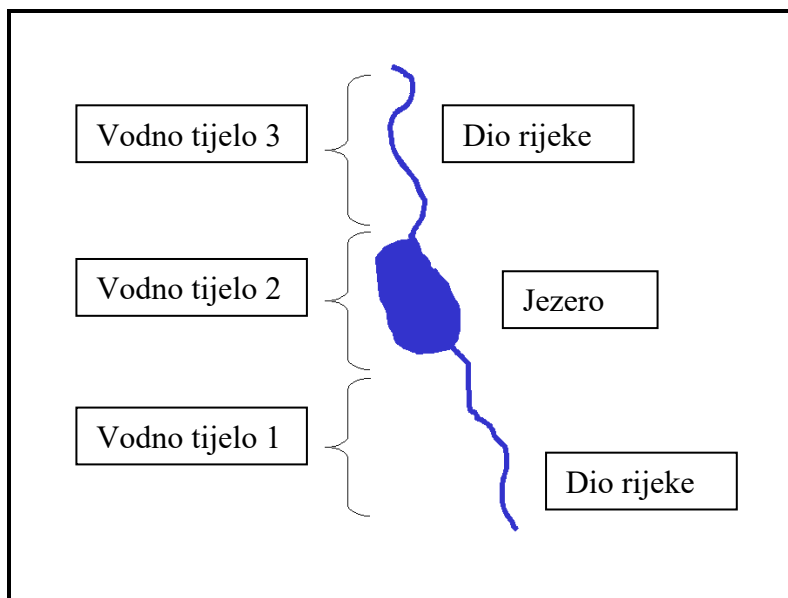
Sl. 9.1. Predlog mogućeg načina izdvajanja površinskih vodnih tijela prema CIS vodiču br.2

Kategorizacija

Kategorizacija se sprovodi tako da tijelo površinske vode ne smije biti podijeljeno u više različitih kategorija površinskih voda i mora pripadati samo jednoj kategoriji prema Aneksu II 1.1. (i) Direktive u kome se navodi da :

“Vodna tijela površinskih voda u vodnom području biće svrstana u jednu od sledećih kategorija površinskih voda – rijeke, jezera, miješovite vode ili priobalne vode – ili kao vještacka ili značajno modificovana vodna tijela površinskih voda.”

Takođe granica između vodnih tijela mora biti uspostavljena na kontaktu dva različita vodna tijela (slika 9.2.).



Sl. 9.2. Granice kategorija vodnih tijela koje ujedno predstavljaju i granice vodnih tijela

Utvrđivanje položaja i granica površinskih vodnih tijela, kao i sprovođenje početne karakterizacije svih takvih vodnih tijela prema metodologiji detaljno opisanoj u Aneksu II (ODV), predstavlja obavezu svih država članica.

Identifikacija i delineacija površinskih vodnih tijela se može primjeniti na rijeke (pritoke) sa slivnim područjem većim od 10 km² i jezera sa površinom većom od 0.5 km². Manji vodni objekti se obično ne izdvajaju kao zasebna površinska vodna tijela.

Površinska vodna tijela (SW) u riječnim slivovima se identifikuju kao jedna od sledećih kategorija površinskih voda :

1. Rijeka
2. Jezero
3. Miješovite vode
4. Priobalne vode

osim ovih postoje i dodatne kategorije prema ODV (Aneks II):

1. Vještačka vodna tijela
2. Značajno izmjenjena (modifikovana) vodna tijela

Prema već prikazanom načinu kategorizacije, rijeka Cijevna pripada kategoriji 1 površinskih voda (rijeka). U prvoj iteraciji kategorizacije, rijeka Cijevna se može okarakterisati kao prirodno površinsko vodno tijelo.

Određujući kategoriju površinskog vodnog tijela, ukoliko se radi o prekograničnom vodotoku kao što je slučaj sa rijekom Cijevnom ta okolnost se ne uzima kao ograničavajući faktor, već se rijeka tretira kao cjelina, dok će se prekogranični faktor naročito tretirati u narednim koracima.

Tipologija

Nakon odrađene kategorizacije vodnog tijela, slijedi tipizacija. Tipizacija predstavlja svrstavanje vodnih tijela u jedan od sistema : *sistem A* ili *sistem B*.

Kako će se u prvoj iteraciji primjenjivati sistem A, površinska vodna tijela (u ovom slučaju se daje samo dio prikaza za rijeke) će biti razvrstana prema tipovima površinskih vodnih tijela prema datom tabelarnom prikazu (Tabela 9.1).

Tabela 9.1. Sistem A : Rijeke

Tipologija	Rijeke Opis
Ekoregion	Jedan od 25 Ekoregiona
Tip	Tipologija po nadmorskoj visini <ul style="list-style-type: none"> • visok > 800 m • srednje visok 200 - 800 m • dolinski < 200 m
	Tipologija po veličini na osnovu površine sliva <ul style="list-style-type: none"> • mali 10 – 100 km² • srednji >100 – 1000 km² • veliki > 1000 – 10.000 km² • vrlo veliki > 10.000 km²

Geologija

- krečnjački
- silikatni
- organski

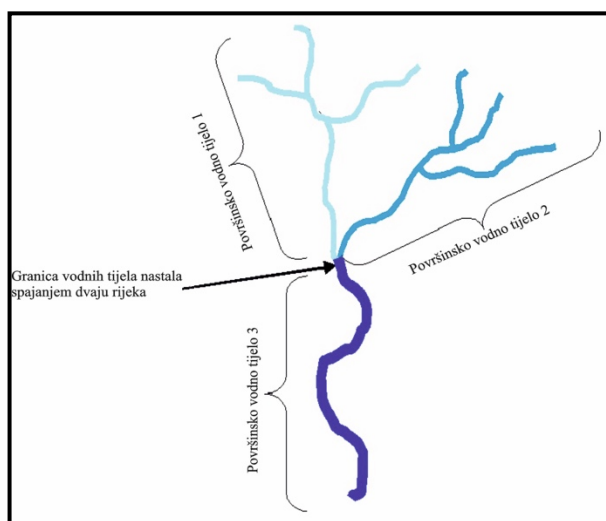
U drugom koraku predložene hijerarhije delineacije površinskih vodnih tijela rješava se potencijalni problem preklapanja tipova površinskih vodnih tijela, tako da se u njemu vrši identifikacija granica tipova površinskih voda. Prema predloženom načinu tipologije (CIS 3.2.3, 2003), površinsko vodno tijelo mora pripadati određenom tipu što je i svrha karakterizacije površinskih vodnih tijela.

Svako vodno tijelo predstavlja poseban i značajan element površinskih voda, pa se u trećem koraku predlaže delineacija u cilju definisanja granica uzimajući u obzir fizičke karakteristike. U fizičke karakteristike se svrstavaju :

1. *Geografske i*
2. *Hidromorfološke*

Tijelo površinske vode ne smije prelaziti granice između različitih tipova tijela površinskih voda(CIS 3.2.3, 2003.).

Hidromorfološke karakteristike mogu značajno uticati na ekosisteme površinskih voda i njihovu osjetljivost na ljudske aktivnosti. Te karakteristike mogu označavati i razliku među jasno određenim elementima površinske vode. Primjer bi bio ušće jedne rijeke u drugu koje predstavlja jasnu hidromorfološku granicu vodnog tijela (slika 9.3.).

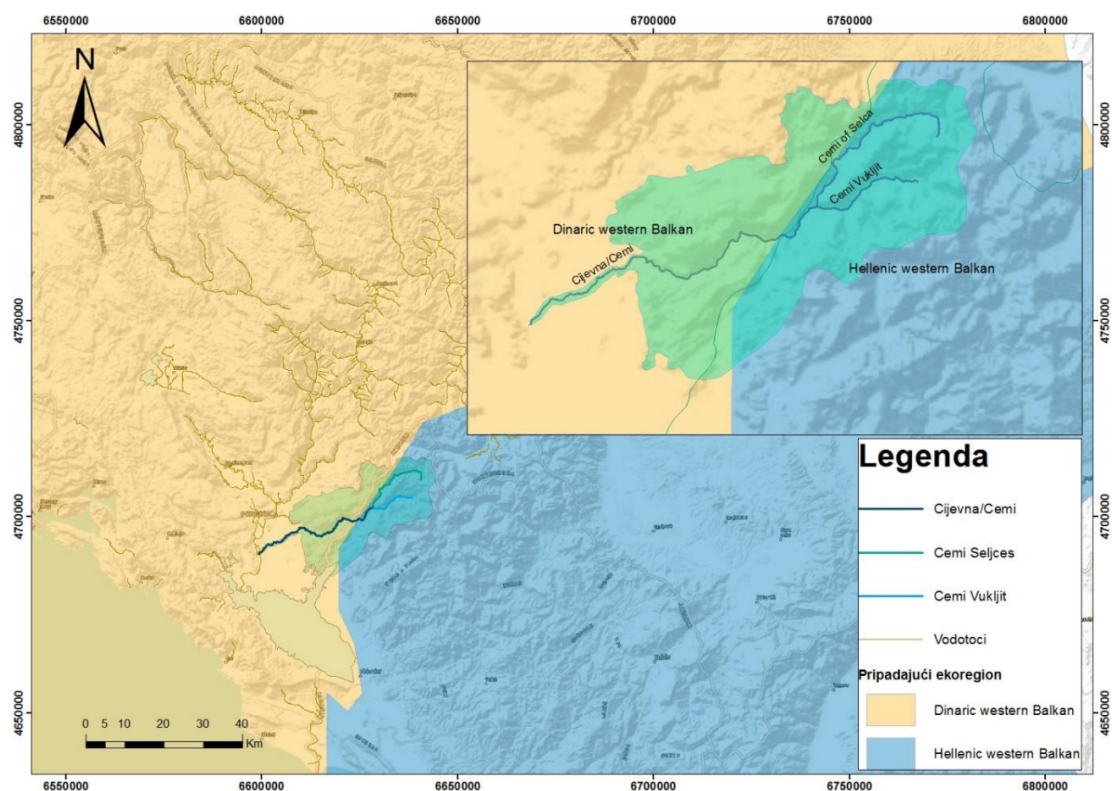


Sl. 9.3. Primjer podjele rijeke na osnovu fizičkih karakteristika

Međutim ukoliko se radi o rijekama manjih slivnih površina i sličnih karakteristika, Direktiva daje širinu u smislu grupisanja površinskih vodnih tijela, pa tako dvije rijeke sličnih karakteristika (ukoliko se radi o pritokama) se mogu svrstati u jedno vodno tijelo. Tako u ovom slučaju zbog ograničenog broja podataka i radi obezbjeđivanja što tačnije delineacije, rijeka Cijevna će prema prethodno prikazanoj metodologiji biti podjeljena na ukupno 3 površinska vodna tijela, i to Cemi Seljces, Cemi Vukljit i Cijevna/Cemi (kao prekogranično površinsko vodno tijelo).

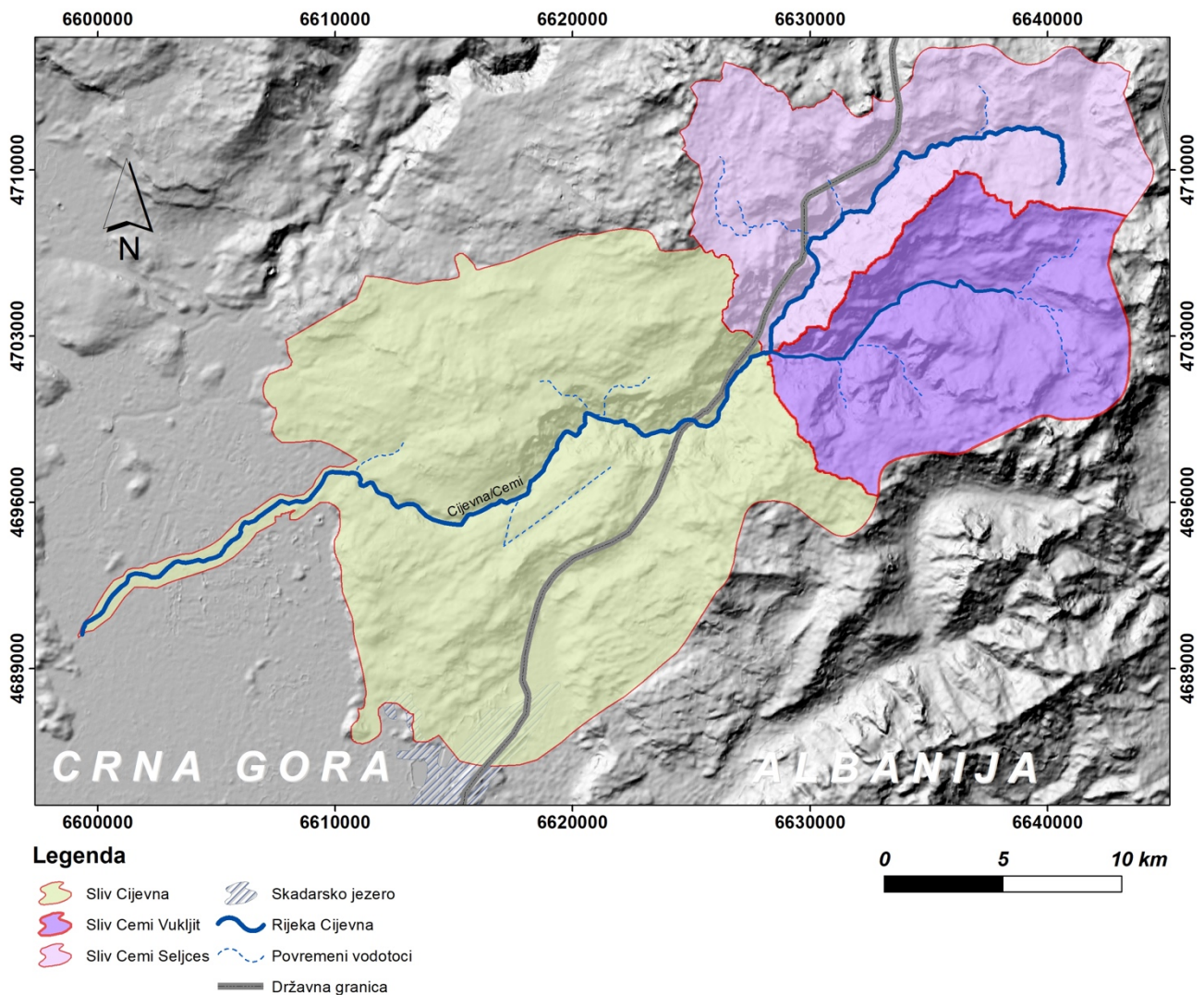
9.1.2 Izdvajanje površinskih vodnih tijela

Prema prvom koraku tipologije (tabela 9.1.), potrebno je definisati pripadnost izdvojenih vodnih tijela nekom od 25 ekoregiona. Tako rijeka Cijevna od svog izvorišta do ušća u Moraču protiče kroz dva ekoregiona (slika 9.4.): Dinarski i Helenski zapadno- Balkanskog regiona.



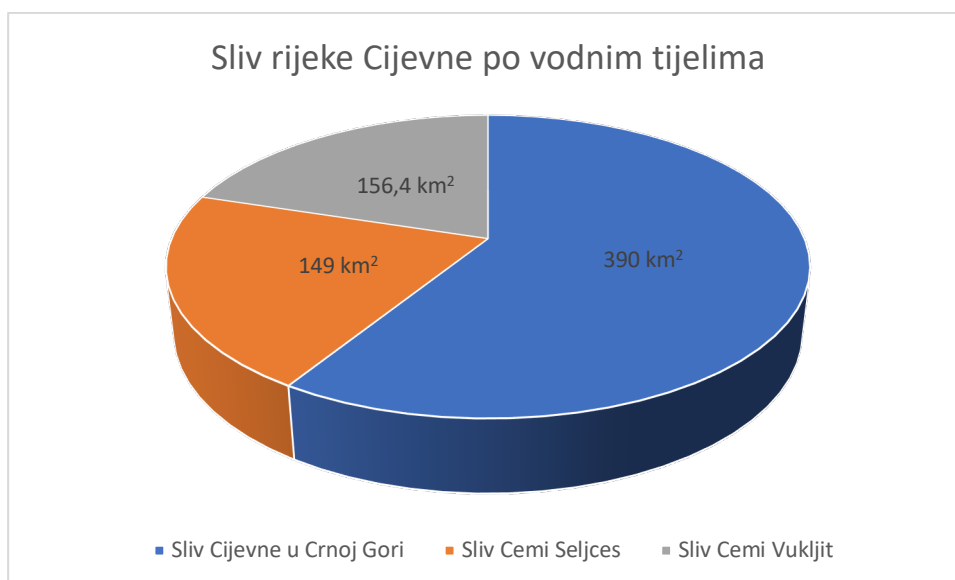
Slika 9.4. Ekoregioni sliva rijeke Cijevne (podaci o ekoregionima preuzeti sa EEA – *European Environment Agency*)

Da bi se odredila veličina sliva površinskih vodnih tijela, neophodno je prije svega imati dobre podloge (topografske karte, DEM i sl.). U ovom slučaju se koristio dodatni alat u okviru softverskog paketa ArcGis 10.1, pod nazivom ArcHydro, na osnovu koga je odrađena delineacija slivova Cemi Vukljit i Cemi Seljces, kao i Sliva Cijevne (Slika 9.5.). Ovaj pomoćni alat se koristi u cilju delineacije slivnih površina na osnovu DEM (digitalnog elevacionog modela). ArcHydro je veoma pogodan za manipulaciju DEM modelima i vema je zastupljena njegova primjena kada je u pitanju definisanje hidroloških karakteristika terena, naročito kada su u pitanju istražni tereni sa ograničenim podacima.



Slika 9.5. Finalni model slivova površinskih vodnih tijela sliva Cijevne

Tako se konačno došlo do prvih podataka koji predstavljaju prve tri faze delineacije prema već pomenutoj metodologiji (slika 9.5.). Na osnovu prikazanih podataka vezanih za geografske i hidromorfološke karakteriste, a takođe i na osnovu geoloških karakteristika sliva rijeke Cijeve urađena je delineacija površinskih vodnih tijela. Bazirano na preporukama ODV, CIS vodiča, kao i dobre prakse i iskustava zemalja u regionu koje su već pristupile Evropskoj Uniji ili su na putu i imaju već implementiran veliki dio Okvirne Direktive o Vodama, u tabeli 9.2. daje se predlog inicijalne karakterizacije površinskih vodnih tijela u slivu Cijevne.



Slika 9.6. Pripadajuće površine sliva rijeke Cijevne po vodnim tijelima

Tabela 9.2. Preliminarni formular za inicijalnu karakterizaciju površinskih vodnih tijela

Ime vodnog tijela	Kod	Tip vodnog tijela	Sliv (RBD) kojem pripada (M4/M5)	Država kojoj pripada (ME, ME/AL)	Dužina vodnog tijela (km)	Površina vodnog tijela (km ²)	HMWB	AWB
Cemi Seljces	SW_CES	Rijeka	M4	AL	22,5	149	-	-
Cemi Vukljit	SW_CEV	Rijeka	M4	AL	17,9	156,4	-	-
Cijevna/Cemi	SW_CJ	Rijeka	M4	Al/ME	38,5	390	-	-

RBD – Rječno vodno područje

M4 – Rječno vodno područje (sliv) Jadranskog mora,

SW – Površinsko vodno tijelo,

AWB – Vještačko vodno tijelo,

HMWB – Jako izmijenjeno vodno tijelo.

Dužina vodnog tijela – kada se radi o linijskim elementima

Tabela 9.3. Opis površinskih vodnih tijela prema ODV

Tipologija	<i>Cemi Seljces</i>
Ekoregion	5,6
Tip	Tipologija po nadmorskoj visini <ul style="list-style-type: none"> visok > 800 m srednje visok 200 - 800 m
	Tipologija po veličini na osnovu površine sliva <ul style="list-style-type: none"> srednji >100 – 1000 km²

	Geologija <ul style="list-style-type: none"> • krečnjački
Tipologija	<i>Cemi Vukljit</i>
Ekoregion	6
Tip	Tipologija po nadmorskoj visini <ul style="list-style-type: none"> • srednje visok 200 - 800 m
	Tipologija po veličini na osnovu površine sliva <ul style="list-style-type: none"> • srednji >100 – 1000 km²
	Geologija <ul style="list-style-type: none"> • krečnjački
Tipologija	<i>Cijevna/Cemi</i>
Ekoregion	5,6
Tip	Tipologija po nadmorskoj visini <ul style="list-style-type: none"> • srednje visok 200 - 800 m • dolinski <200 m
	Tipologija po veličini na osnovu površine sliva <ul style="list-style-type: none"> • srednji >100 – 1000 km²
	Geologija <ul style="list-style-type: none"> • krečnjački

9.2 Delineacija podzemnih vodnih tijela

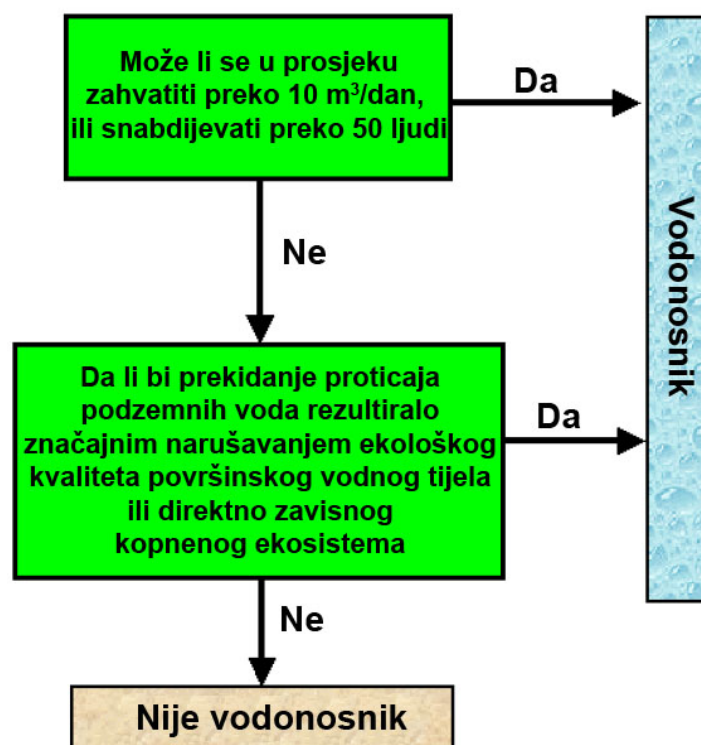
9.2.1 Metodologija delineacije podzemnih vodnih tijela

Dok su raniji propisi članica Evropske Unije, donošeni kao zajednički preporučujući dokumenti, imali za cilj bolju zaštitu voda kroz prevenciju prisustva toksičnih supstanci u vodama (pr. nitrati), ODV predstavlja ključni dokument kojim su bliže određeni principi vodnog menadžmenta i monitoring, koji ima direktan uticaj ne samo na zemlje članice Unije već i na cijeli evropski prostor (Stevanović, 2011). Tako su i zemlje nečlanice, uključujući i MNE, u većinu svojih propisa o vodama ugradile koncept i rješenja ove Direktive ("Službeni list CG", br. 84/2018). Osnovni koncept EU u oblasti životne sredine usmjeren je na očuvanje, zaštitu i poboljšanje kvaliteta okoline u smislu razumne i racionalne upotrebe prirodnih resursa koja treba da se bazira na predostrožnosti i preventivnim akcijama kako bi se potencijalna šteta otklonila, a zagađivač primjerenom sankcionisao (European Commission, 2008).

Prvo Uputstvo za identifikaciju vodnih tijela je izdato 2003. godine od strane Evropske komisije (CIS 2003a). U ovom Uputstvu se pored ostalog daje predlog metodologije za izdvajanje podzemnih vodnih tijela (ili tijela podzemnih voda).

Prema Uputstvu (CIS 2003a), vodonosnici sa „značajnim količinama podzemnih voda“, koje bi se mogle zahvatiti za potrebe vodosnabdjevanja stanovništva, su oni vodonosnici iz kojih je moguće prosječno zahvatiti količine od 10 m³/dan, ili je iz njih moguće snabdijevati vodom 50 ili više osoba

(izvedeno iz člana 7 Okvirne direktive o vodama). Ukoliko su oba kriterijuma ispunjena, geološka formacija se može tretirati kao vodonosnik (Slika 9.7.).

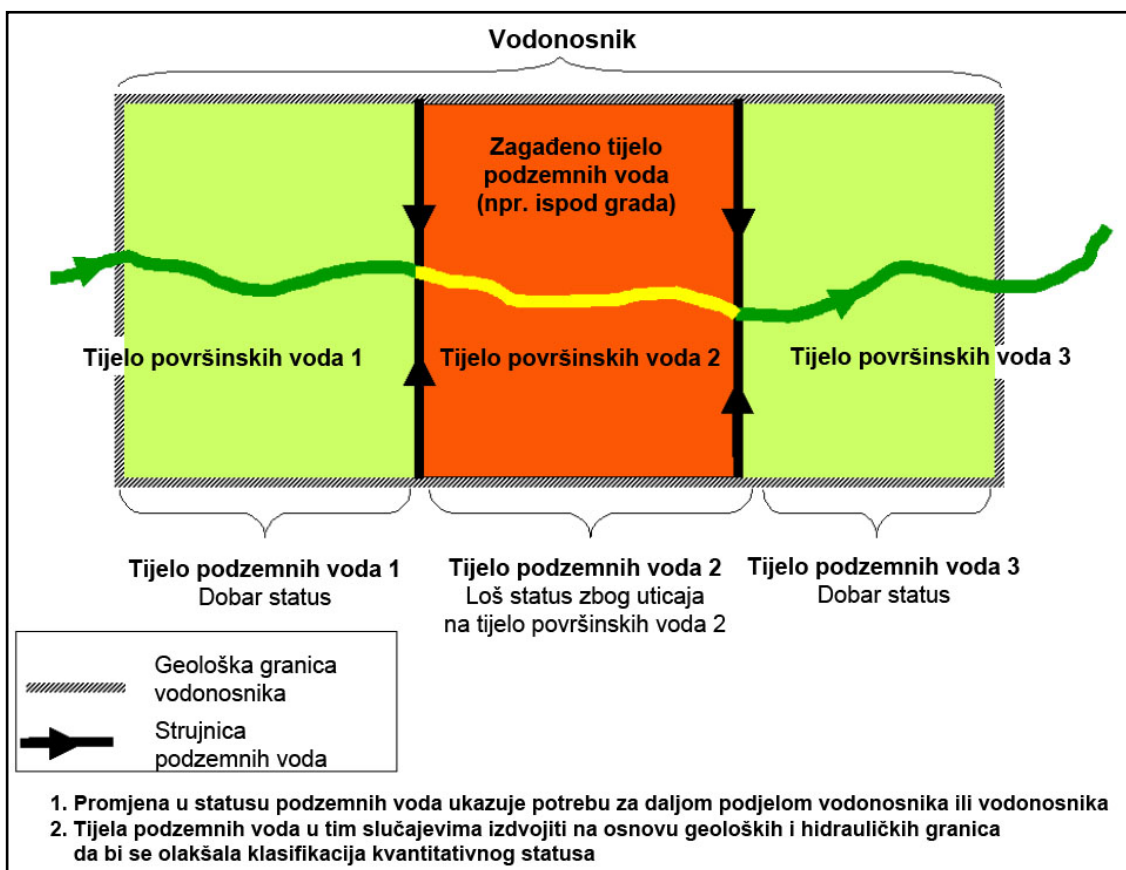


Sl. 9.7. Definicija vodonosnika ("akvifera") prema Direktivi

Izdani se mogu definisati kao akumulacije slobodnih podzemnih voda. Definicija termina tijelo podzemnih voda (*body of groundwater*) prema Direktivi glasi: „Tijelo podzemnih voda označava izolovan volumen podzemnih voda unutar jednog akvifera ili više akvifera“. Iz definicije je jasno da terminu „tijelo podzemnih voda“ najbolje odgovara naš termin *izdan*. Međutim, striktnom primjenom Direktive površine tijela podzemnih voda mogu da budu znatno redukovane u odnosu na površine izdani koje su već izdvojene na teritoriji Crne Gore (jer se primjenom Direktive uzima u obzir i hemijski status o čemu će biti rječi u nastavku).

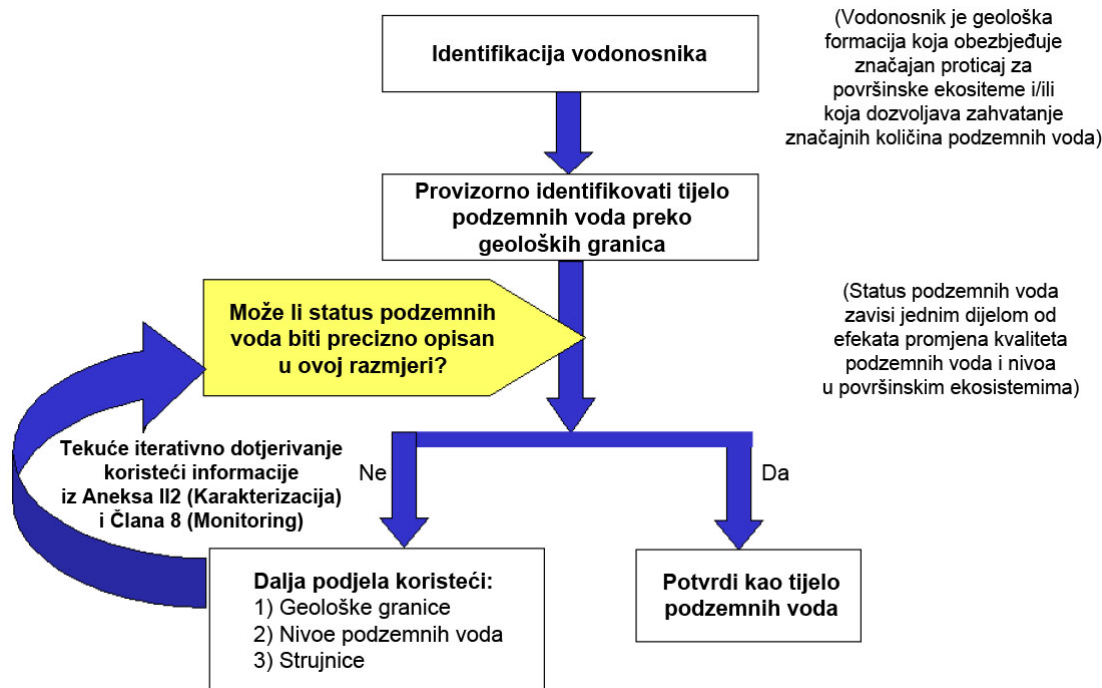
U Direktivi i pratećem Uputstvu nije definisano koliko bi trebale da iznose površine podzemnih vodnih tijela, već je samo navedeno da to treba odlučiti shodno karakteristikama vodnih područja na kojima se ona izdvajaju. Takođe, prema Uputstvu (CIS 2003a), tijela podzemnih voda treba izdvajati na način koji će omogućiti odgovarajuće definisanje kvantitativnog i hemijskog statusa, i jednostavnije upravljanje podzemnim vodama radi postizanja ciljeva Direktive.

Uputstvom (CIS 2003a) je preporučeno da se najprije izdvoje granice vodonosnika („akvifera“). Ukoliko se u okviru granica vodonosnika nalazi veći zagađivač (npr. naselje) koji narušava kvalitet podzemnih voda, Direktivom se preporučuje izdvajanje posebnog tijela podzemnih voda na području koje je zahvaćeno zagađenjem. Granice podzemnih vodnih tijela u okviru jednog vodonosnika se mogu dalje izdvojiti po hidrauličkim granicama (strujnice, podzemne vododelnice) kao što je to prikazano na slici 9.8.



Sl. 9.8. Dalje dijeljenje vodnosnika u tijela podzemnih voda prema hidrauličkim granicama (WFD CIS 2003a)

Tijela podzemnih voda se, osim u planu, mogu izdvajati i po dubini. Ukoliko je na istom području zastupljeno više vodnosnika rasprostranjenih na različitim dubinama, prema Uputstvu (WFD CIS 2003a) se preporučuje: a) grupisanje vodnosnika u jedno tijelo podzemnih voda ukoliko se ne razlikuju značajnije po karakteristikama i hemijskom sastavu vode, ili b) izdvajanje posebnih tijela podzemnih voda ukoliko se radi o vodnosnicima različitih karakteristika i hidrohemijskih osobina (takav je slučaj kada su plitki vodnosnici zahvaćeni zagađenjem sa površine, dok dublji izolovani vodnosnici nijesu). Ukoliko se radi o veoma dubokim vodnosnicima iz kojih nije opravdano zahvatati podzemne vode, a koji ujedno nemaju direktnu vezu sa akvatičnim i kopnenim ekosistemima, takve vodnosnike nije preporučljivo izdvajati kao posebna podzemna vodna tijela.



Sl. 9.9. Rezime hijerarhijskog pristupa identifikacije tijela podzemnih voda predložen Uputstvom za identifikaciju vodnih tijela (WFD CIS 2003a)

Sva izdvojena podzemna vodna tijela treba vezivati za odgovarajuće vodno područje (npr. sliv Jadranskog mora ili Dunavski sliv), a ukoliko se jedno tijelo podzemnih voda pruža van granica sliva, preporučljivo ga je pripojiti onom slivu kojem dominantno pripada ili kojem prirodno više odgovara.

Vodič o identifikaciji vodnih tijela definiše termin grupa vodnih tijela podzemnih voda u smislu grupisanja više vodnih tijela u jednu cjelinu u cilju procjene rizika, monitoringa i upravljanja resursima. Takođe, strani primjeri pokazuju da se grupisanje vodnih tijela može odnositi i na postupak smanjenja broja vodnih tijela na nacionalnom nivou. Naime, Norveška i Finska su imale administrativnih problema zbog velikog broja izdvojenih vodnih tijela, tako da je bilo neophodno grupisati ih prema principu analogije, čime se obezbeđuje jednostavnije upravljanje vodnim resursima na nacionalnom nivou (Izveštaj Evropske agencije za zaštitu životne sredine o podzemnim vodama, 2015).

Veličina sliva Cijevne nam daje mogućnost da razgraničenje vodnih tijela, shodno *efektu razmjere* bude detaljno na nivou sliva.

Granice tijela podzemnih voda se mogu korigovati nakon svakog planskog ciklusa (6 godina) shodno podacima koji se budu dobijali monitoringom, međutim granice koje su definisane Planom upravljanja rječnim vodnim područjem moraju biti fiksne za taj period, do trenutka donošenja novog plana (WFD CIS 2003a).

Metodologijom za izdvajanje vodnih tijela, koje je ustanovljeno Okvirnom direktivom o vodama i pratećim Uputstvom (CIS 2003a), date su samo osnovne preporuke kako bi trebalo izdvajati tijela podzemnih voda. Zbog raznovrsnosti terena na tlu evropskog kontinenta nije detaljno preciziran sami postupak izdvajanja, već je ostavljen prostor članicama da izdvajanje vodnih tijela sprovedu u skladu sa prirodnim karakteristikama vodnog područja.

S obzirom da je najveći dio površine Crne Gore izgrađen od krečnjaka i dolomita, u okviru kojih je razvijen karstni tip izdani, postupak izdvajanja tijela podzemnih voda je znatno kompleksniji nego što je to slučaj u terenima izgrađenim od drugih stijena (Radulović M.M. 2013). Kao podloge,

naročito za prvo izdvajanje podzemnih vodnih tijela, treba koristiti rezultate do sada izvedenih regionalnih i detaljnih hidrogeoloških istraživanja.

Jedan od najvećih problema u svim karstnim terenima, pa i u karstnim terenima Crne Gore, predstavlja precizno utvrđivanje položaja vododjelnica i pravaca kretanja podzemnih voda. Iz tog razloga, osim uspostavljanja monitoringa kvalitativnih i kvantitativnih parametara koji je preporučen Direktivom, poželjno bi bilo uporedo izvoditi i dopunska hidrogeološka istraživanja koja bi omogućavala preciznije određivanje granica podzemnih vodnih tijela. Prikupljanjem novih hidroloških, hidrogeoloških i hidrohemijskih podataka, granice podzemnih vodnih tijela bi trebalo poboljšavati tj. bolje precizirati nakon svakog planskog ciklusa.

Postupak karakterizacije podzemnih vodnih tijela je definisan članom 5 i Aneksom II (2) Okvirne direktive o vodama (2000/60/EC), a ovo pitanje je obrađeno i u pratećem Uputstvu br. 21 (2009).

“Vodna tijela podzemnih voda određuju se tako da se omogući odgovarajuće, dovoljno jednoznačno, opisivanje količinskog i hemijskog stanja podzemnih voda i planiranje mjera koje treba preduzeti za ostvarenje postavljenih ciljeva u zaštiti podzemnih voda i o njima zavisnih površinskih ekosistema. S obzirom na količinsko stanje, vodna tijela treba izdvojiti tako da između susjednih tijela nema značajnih podzemnih tokova ili, ako oni postoje, da ih je moguće dovoljno dobro kvantificirati. S obzirom na hemijsko stanje, vodna tijela moraju biti dovoljno jasno određena s obzirom na svoj prirodni hemijski sastav i s obzirom na stvarno stanje tvrdoće, uzrokovano antropogenim uticajem.”

Od država koje primjenjuju Okvirnu direktivu o vodama se zahtjeva da sprovedu dva nivoa karakterizacije podzemnih vodnih tijela:

- inicijalnu karakterizaciju, i
- detaljnu karakterizaciju.

Prilikom sprovođenja *inicijalne karakterizacije* podzemnih vodnih tijela potrebno je sagledati korišćenje voda na analiziranom području i njihov kvalitet, kao i ocjenu rizika od nepostizanja dobrog kvantitativnog i hemijskog statusa u narednom periodu (prema članu 4). U Aneksu II (2.1) se navodi da je prilikom inicijalne karakterizacije neophodno obraditi postojeće hidrološke, geološke, pedološke podatke, zatim podatke o upotrebi zemljišta, proticajima, količinama zahvatanja podzemnih voda i druge podatke, ali naročito treba identifikovati sledeće:

- lokacije i granice podzemnih vodnih tijela,
- pritiske na podzemna vodna tijela uključujući:
 - difuzne (rasute) izvore zagađenja,
 - koncentrisane izvore zagađenja,
 - zahvatanje podzemnih voda,
 - vještačko prihranjivanje,
- osnovne karakteristike povlatnih slojeva na slivnom području preko kojih može doći do prihranjivanja podzemnog vodnog tijela,
- podzemna vodna tijela koja su u direktnoj vezi sa vodenim (akvatičnim) ili kopnenim ekosistemima koji zavise od priliva podzemnih voda.

Izdvajanje podzemnih vodnih tijela zahtjeva usvajanje određenih pravila, kako bi se nesmetano upravljalo vodnim resursima u slivu. Tako na osnovu ODV, Konvencije o vodama i brojnih drugih međunarodnih dokumenata možemo zaključiti da vodna tijela treba da budu podjeljena u 2 kategorije, i to prema :

1. *Prirodnim karakteristikama*
2. *Administrativnim granicama*

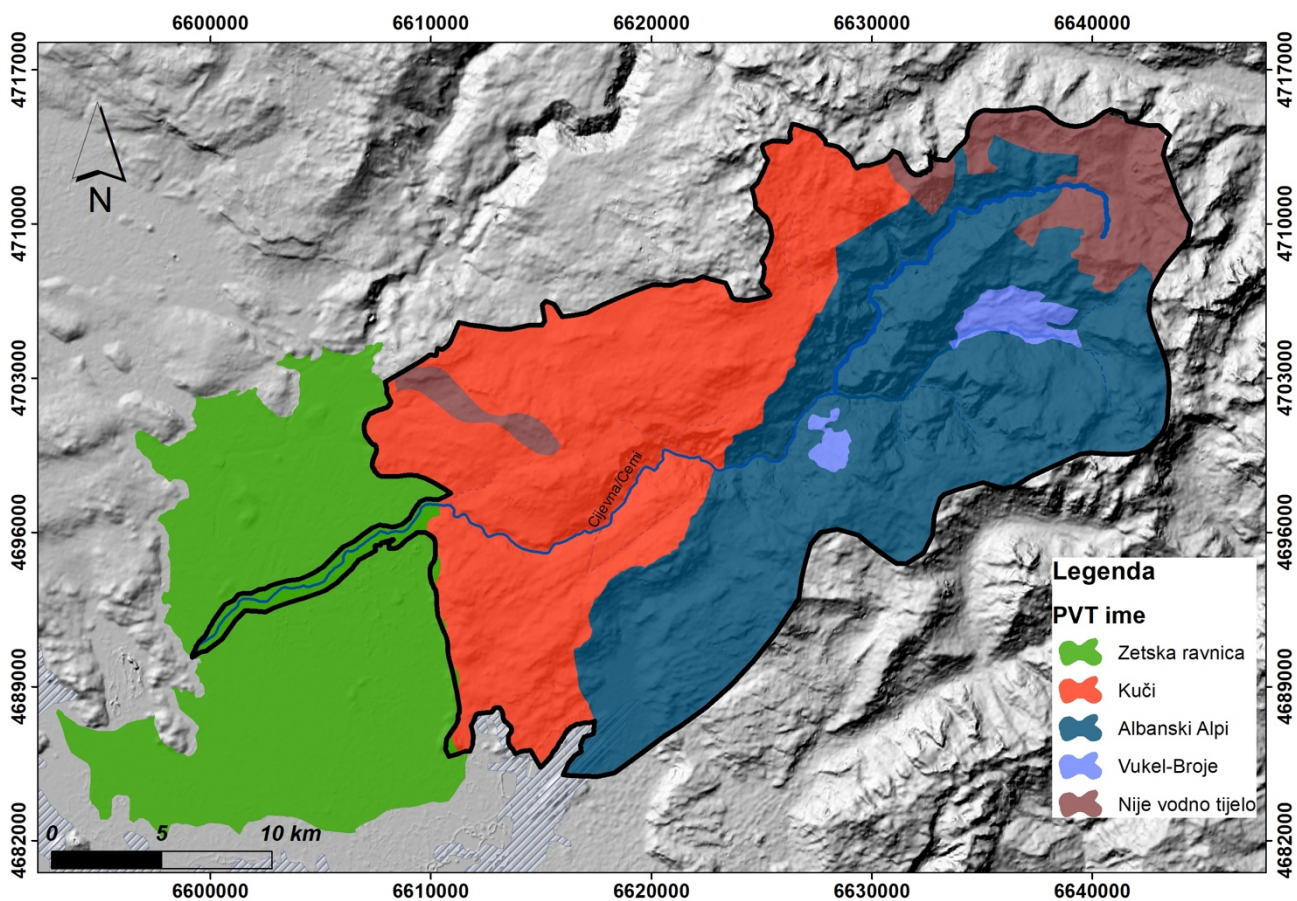
Kada su u pitanju prirodne karakteristike, vodna tijela će biti grupisane prema tipu poroznosti (karstni, intergranularni i složeni), dok će prema administrativnim granicama podzemna vodna tijela biti grupisana prema na državna i međudržavna.

Pojedine države su izradile posebna uputstva za izdvajanje i karakterizaciju podzemnih vodnih tijela od kojih se po značaju za istraživače i korisnike izdvajaju uputstva propisana od strane Engleske (UKTAG 2011) i Irske (IGWG 2003).

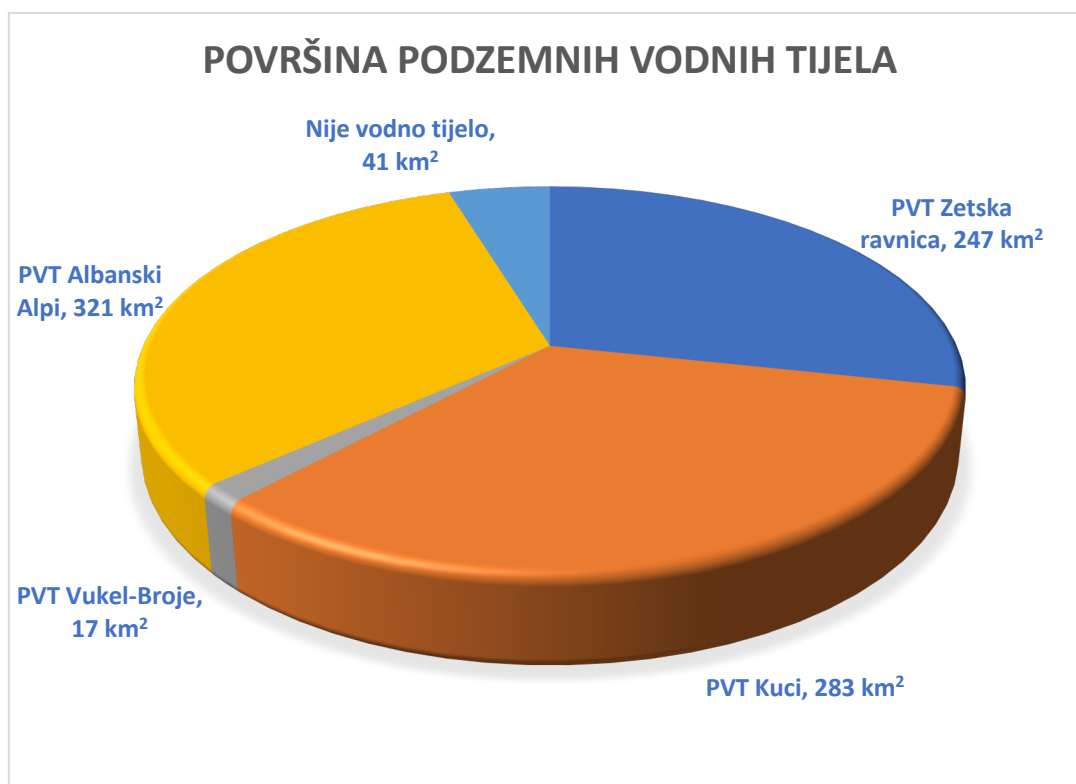
9.2.2 Delineacija podzemnih vodnih tijela

Prekogranični sliv rijeke Cijevne je podijeljen na četiri vodna tijela podzemnih voda, od kojih su dva u Crnoj Gori, a dva u Albaniji, (slika 9.10) i to :

1. *Zetska ravnica*
2. *Kuči*
3. *Albanski Alpi*
4. *Vukel-Broje*



Slika 9.10. Izdvojene Grupe Vodnih Tijela sliva Cijevne



Slika 9.11. Površine podzemnih vodnih tijela u slivu rijeke Cijevne

Vodno tijelo podzemnih voda „Zetska ravnica“

PVT „Zetska ravnica“ (slika 9.10) predstavlja posebnu geomorfološku cjelinu, ograničenu sa tri strane brdsko-planinskim predjelima, dok prema jugu postepeno prelazi u basen Skadarskog jezera. Izdan Zetske ravnice, koja predstavlja najbogatije ležište podzemnih voda u Crnoj Gori, formirana je u okviru fluvioglacialnih sedimenata (površine $>200\text{km}^2$ i debljine najčešće u granicama od 30-100m) koji su nataloženi preko krečnjačkog paleoreljefa. Prihranjuje se iz rječnih tokova (Morače i Cijevne), podzemnim doticanjem iz karstnih izdani obodnih krečnjačkih terena i infiltracijom padavina po cijeloj površini (Radulović, M. 2000). Pražnjenje zbijene izdani vrši se direktno isticanjem u Skadarsko jezero, tj. nivo izdani postepeno prelazi u nivo voda jezera, kao i preko brojnih vodotoka pritoka Skadarskog jezera.

Kvartarni sedimenti Zetske ravnice, odlikuju se dobrim filtracionim karakteristikama vodonosne sredine. Srednja vrednost koeficijenta filtracije, dobijena na osnovu velikog broja urađenih granulometrijskih analiza i rezultata crpljenja vodnih objekata iznosi $K_f=5.0 \times 10^{-3}\text{m/s}$.

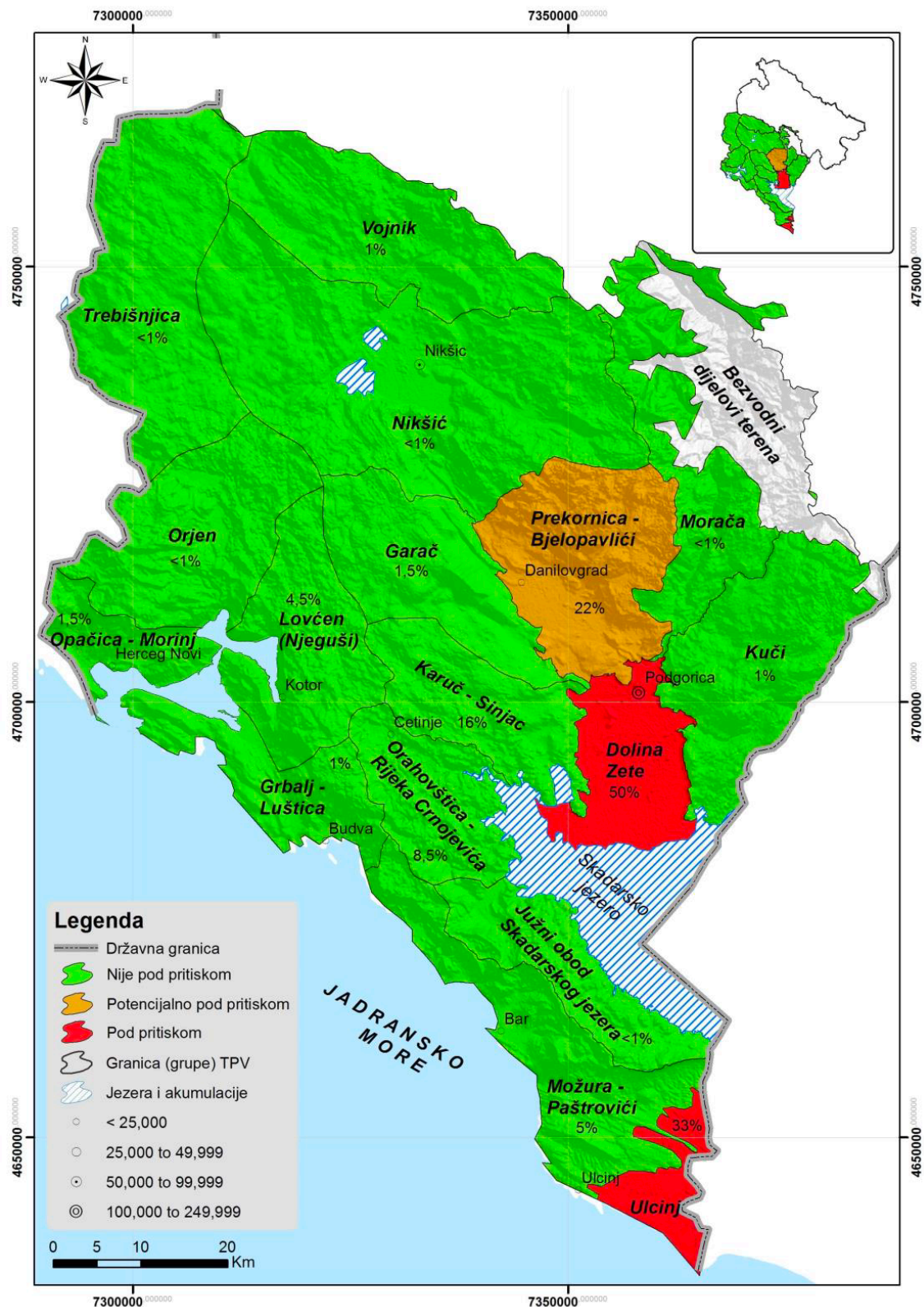
Dinamičke rezerve zbijene izdani Zetske ravnice nisu detaljnije istraživana, ali se na osnovu aproksimativnog proračuna, dinamičke rezerve, tj. minimalni podzemni proticaj izdanskog toka, procenjuju na $12\text{-}15\text{m}^3/\text{sec}$ (Radulović, M, 2000).

Vodno tijelo podzemnih voda „Zetska ravnica“ je takođe definisano i Planom upravljanja Jadranskim rječnim slivom (2019). Ovim dokumentom je pripremljena i mapa kvantitativnih pritisaka podzemnih vodnih tijela, gdje je VT „Zetska ravnica“ ocjenjena pod pritiskom.

Procenjene eksploatacione rezerve prema PUJRS (Plan upravljanja Jadranskim rječnim slivom) su $10\text{m}^3/\text{s}$, dok je projektovana potražanja vode $5\text{m}^3/\text{s}$. Prema ovakvom odnosu, PVT „Zetska ravnica“ je ocjenjeno da je pod kvantitativnim pritiskom (slika 9.12.).

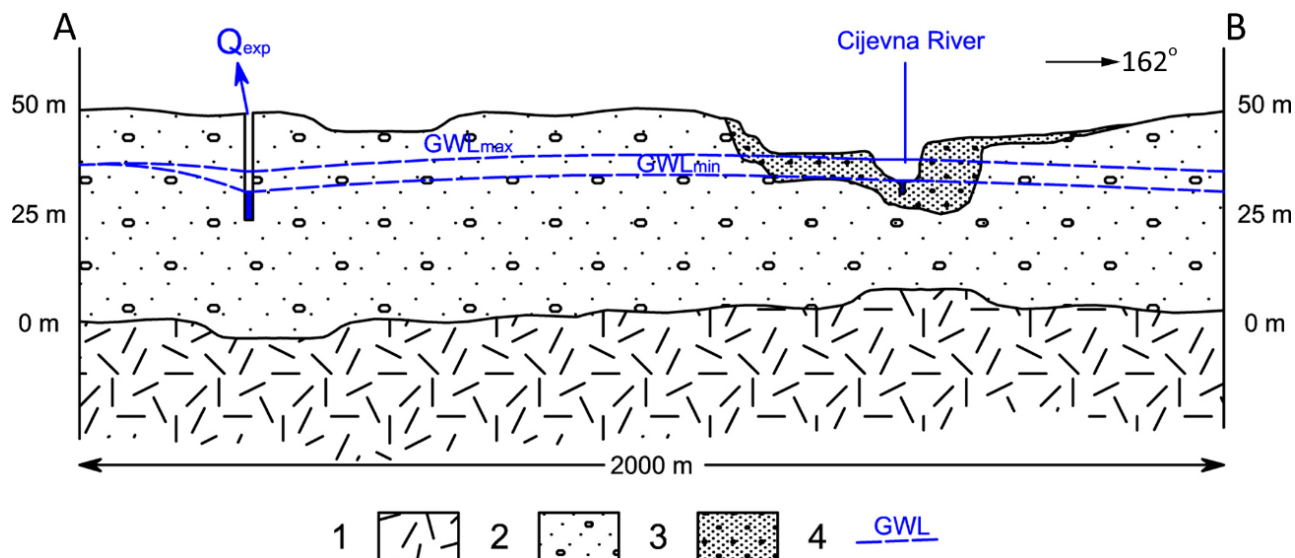
Daljim razmatranjem Strategije upravljanja vodnim resursima Crne Gore iz 2017. godine, gdje daje prikaz izvorišta podzemnih voda koja se koriste za vodosnabdijevanje, od kojih su direktno ili indirektno zavisna 4 i to Ćemosvko polje, Dinoša, Tuzi i Bolje sestre, ukupne izdašnosti oko 2 m³/s.

Navedenim se pokazuje koliki je značaj očuvanja ovog vodnog tijela i njegovog daljeg istraživanja u cilju smanjenja kvantitativnog pritiska, a i kvalitativnog.

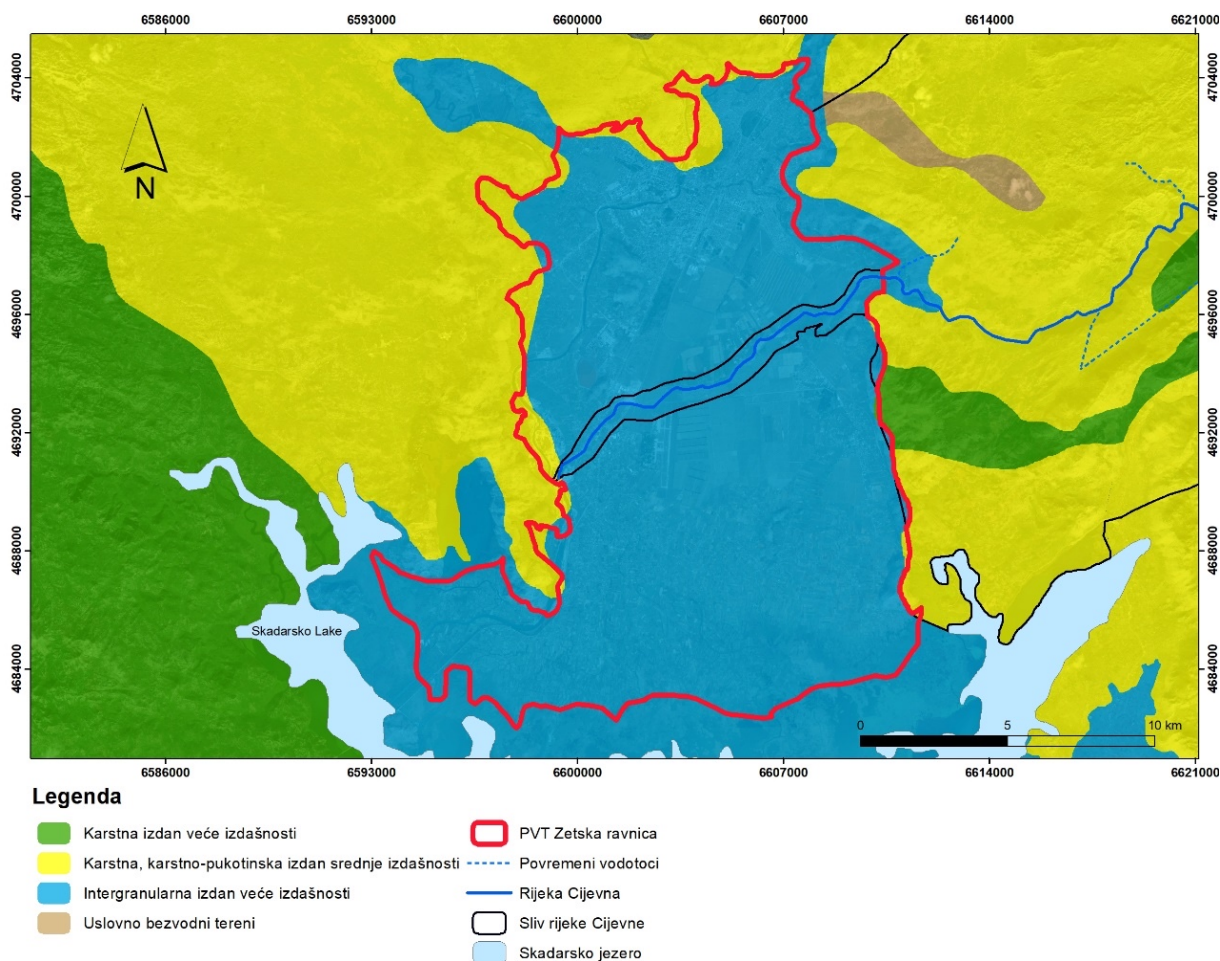


Sl. 9.12. Stepeni kvantitativnih pritiska na VTPB i GVTPV u Jadranskom slivu (Plan upravljanja Jadranskim slivom, 2019)

Uticaj „Plantaža“ ogleda se i kroz sve veće potrebe za podzemnim vodama, jer ovaj poljoprivredni kompleks, pojedinačno najveći u Evropi, površine 1500 hektara, ima instalirane bunare na 2 m³/s (slika 9.14.). Takođe, poslednjih godina broj bunara pojedinačnih domaćinstava u Zetskoj ravnici se takođe uvećao, pa se prema preliminarnim procjenama i mjerenjima koja sprovodi Geološki zavod Crne Gore, ukupna količina vode koja se eksploatiše iz ovog vodnog tijela kreće i preko 3 m³/s.



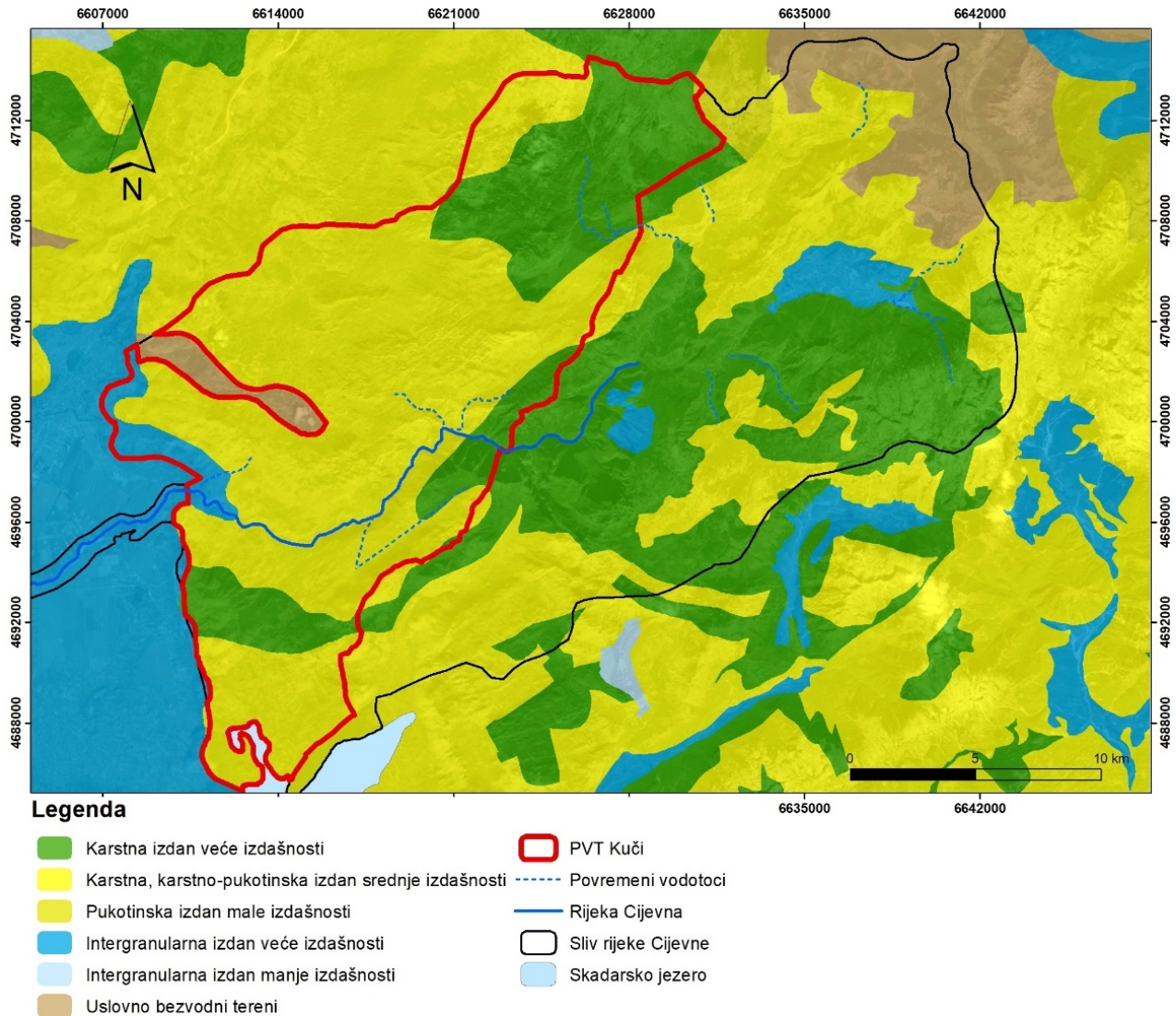
9.14. Hidrogeološki profil rijeka Cijevna - „Plantaže“. Legenda: 1. karstna izdan, 2. fluvio-glacijalni sedimenti, 3. aluvijalni sedimenti, 4. nivo podzemne vode (Blagojević et al., 2020)



Sl. 9.15. Podzemno vodno tijelo „Zetska ravnica“ (usklađeno sa Planom upravljanja Jadranskim rječnim slivom, 2019)

Vodno tijelo podzemnih voda „Kuči“

Vodno tijelo podzemnih voda „Kuči“ prostire se na istočnom obodu Zetske ravnice. Vodno tijelo se prazni preko opisanih Ribničkih vrela i preko izvora i vrulja u Hotskom i Humskom zalivu (Vitoja), i preko izvora (Mileš, Krvenica) na zapadnom obodu Zetske ravnice (slika 9.16.).



Sl. 9.16. Podzemno vodno tijelo “Kuči”

Izdan **Ribničkih vrela** ima svoje prirodne izdanke – niz karstnih vrela jugozapadnim i južnim obodom Kakaritske gore, na kotama između 48 i 70 mnm. Ta karstna vrela u stvari predstavljaju izvorski horizont u skaršćenim gornjokrednim krečnjacima Kakaritske gore, koji su u neposrednom kontaktu sa glaciofluvijalnim šljunkovima i pjeskovima Čemovskog polja. Najnizvodnija Ribnička vrela su već neposredno pored naselja istočnih dijelova Podgorice. Slivno područje razbijene karstne izdani Ribničkih vrela izgrađuju mezozojski karbonatni sedimenti, među kojima preovlađuju krečnjaci, kao i sedimenti paleogenog fliša. Razbijena-karstna izdan izvorskog horizonta Ribničkih vrela smještena u karstnim terenima između kanjona rijeke Morače i njene lijeve pritoke Male rijeke na zapadu i sjeverozapadu i kanjona Cijevne na sjeveroistoku i istoku se prihranjuje direktno od padavina, ali dio voda dobija i iz rijeke Cijevne. Rijeka Cijevna prije izlaska iz svog kanjona u Dinoško polje ponire neposredno u svom koritu. Obilježavanjima voda Cijevne koje poniru u nizvodnim ponorima korita utvrđena je veza sa Ribničkim vrelima o čemu je već bilo reči. U hidrološkom minimumu procjenjena izdašnost Ribničkih vrela je ispod 100 l/s. Suštinske rezerve ovog ležišta do danas nijesu procenjivane, jedino je poznato da Vrela brzo reaguju, povećavaju

izdašnost i zamućuju se nakon obilnijih padavina, ali isto tako relativno brzo smanjuju izdašnost nakon prestanka padavina u slivu (Radulović, V. 1976; Radulović, V. 1989).

Dok se u slivu javlja i znatan broj povremenih izvora sa velikom izdašnošću za vrijeme velikih padavina kao npr. vrelo Krvenica čija izdašnost ponekad prelazi i 10 m³/s.

Sa hidrogeološkog aspekta najznačajnije su stijene karstno-pukotinskog tipa poroznosti, koje imaju značajno rasprostranjenje na ovom terenu. Akumulacija većih količina voda je jedna od glavnih karakteristika ovih stijena. Jurski i kredni krečnjaci su formacije u kojima se akumuliraju i cirkulišu karstne izdanske vode, od koji su kredni krečnjaci okarakterisani kao izdani veće izdašnosti.

Kao što je već navedeno, obilježavanjem voda Cijevne koje poniru u nizvodnim ponorima njenog korita utvrđena je veza sa vrelima Milješ, Krvenica, Vitoja.

Prema Planu upravljanja Jadranskim rječnim slivom (2019), ukupno zahvatanje podzemnih voda je samo oko 180 l/s. Postoje dva opštinska izvorišta na području ove GVTPV, izvorište „Bioče“ i „Milješ“, i nekoliko manjih izvorišta koja se koriste za potrebe lokalnog stanovništva (Kržanja, Vrbica, Fundina). Procijenjene rezerve podzemnih voda su oko 20.000 l/s. Uzimajući u obzir sadašnje zahvatanje podzemnih voda (180 l/s), dobija se da se trenutno koristi samo oko 0,9% obnovljivih rezervi. Može se zaključiti da ova GVTPV ima dobar status, nije pod kvantitativnim pritiskom i da nije u riziku.

Istim Planom se ukazuje da je kvalitet podzemnih voda relativno dobar. Nakon ekstremnih padavina često dolazi do povećanja mutnoće i sadržaja bakterija u vodama većine izvora. Generalno, podzemne vode imaju malu mineralizaciju (TDS je oko 300 mg/l) sa povišenim sadržajem HCO₃²⁻ i Ca²⁺ jona. Zone sanitarne zaštite su određene za izvorišta „Bioče“ i „Milješ“.

Difuzni izvori zagađenja su predstavljeni poljoprivrednim površinama, smetlištima, lokalnom putnom mrežom i naseljima koja nijesu priključena na kanalizacioni sistem. Takođe, sporedni put Dinoša-Šumica koji prolazi uz Cijevnu, je potencijalni izvor zagađenja zato što se otpadne vode sa ovog puta ne prikupljaju i tretiraju. Uzimajući u obzir sadašnje izvore zagađenja i procijenjenu prirodnu ranjivost terena, rizik od zagađenja akvifera nije tako visok. Na osnovu procjene, može se zaključiti da ova GVTPV zapravo nije pod kvalitativnim pritiskom i da nije u riziku, ali su neophodne sve preventivne mjere zbog potencijalnih opasnosti.

Osrednjene eksploatacione rezerve iznose 17,8 m³/s, što u odnosu na prognozirane buduće potrebe predstavlja dovoljnu količinu vode, ovo vodno tijelo nije definisano pot kvantitativnim pritiskom.

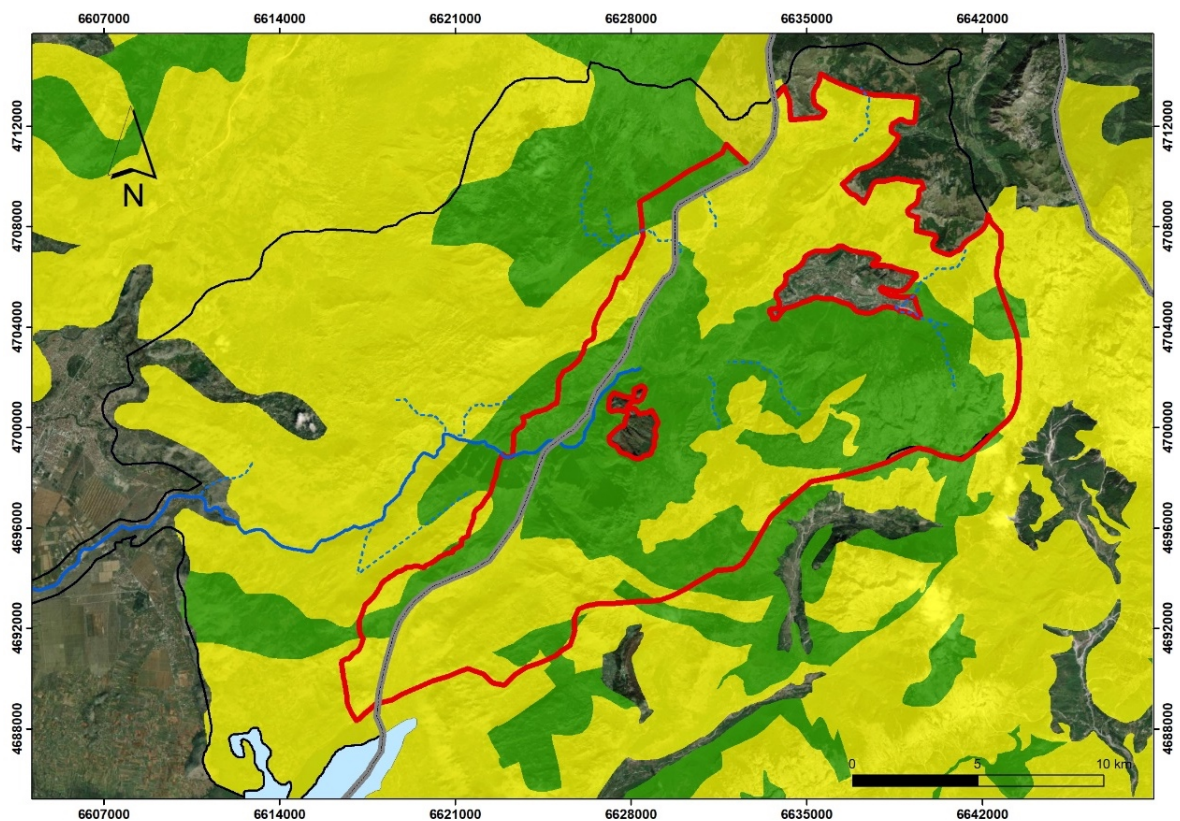
Imajući u vidu značaj ove GVTPV, potrebno je uspostaviti nadzorni monitoring kvantiteta, i operacioni monitoring kvaliteta podzemnih voda. Postojeća monitoring mreža je veoma loša (parametri se povremeno mjere samo na izvorištima „Bioče“ i „Milješ“). Predložena monitoring mreža će obezbijediti parametre za ocjenu kvalitativnog i kvantitativnog statusa, tako da sve preventivne mjere neophodne za održivo upravljanje podzemnim vodama mogu biti blagovremeno preduzete.

Vodno tijelo podzemnih voda „Albanski Alpi“

Sa geografskog aspekta ovo vodno tijelo se karakteriše izrazito planinskim reljefom, sa prosječnom nadmorskom visinom od 1237 m. „Albanski Alpi“ vodno tijelo je pozicionirano u zapadnom dijelu Bjeshkët e Namuna i pripada Jadranskom slivnom području (slika 9.18.).



Sl. 9.17. „Albanski Alpi“ (foto M. Blagojević, 2018)



Legenda

- | | | |
|--|--------------------|---------------------|
| Karstna izdan veće izdašnosti | Albanski Alpi | Sliv rijeke Cijevne |
| Karstna, karstno-pukotinska izdan srednje izdašnosti | Povremeni vodotoci | Skadarsko jezero |
| Pukotinska izdan male izdašnosti | Rijeka Cijevna | Državna granica |

Sl. 9.18. Podzemno vodno tijelo „Albanski Alpi“ (zelena boja)

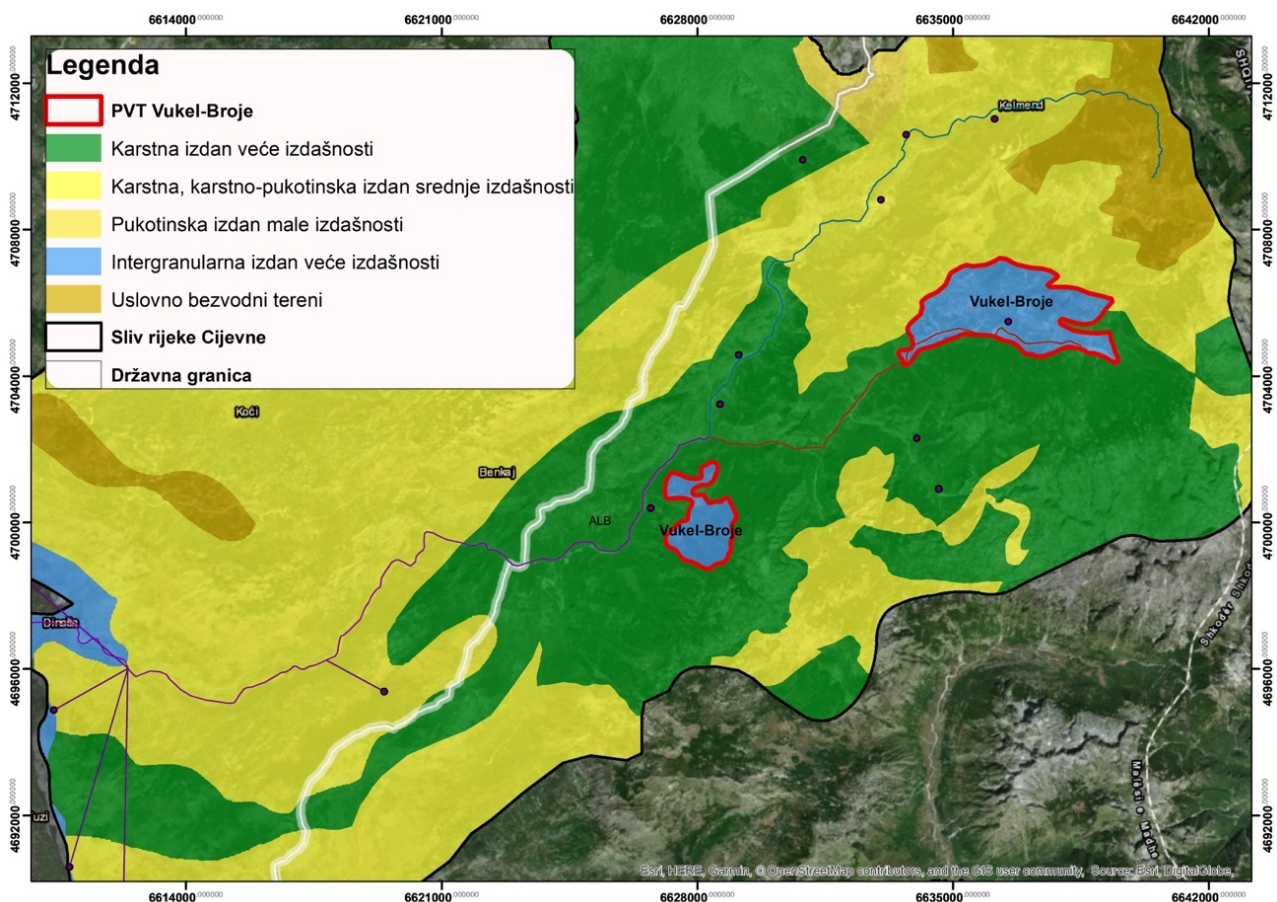
Sa hidrogeološkog aspekta osnovni vodonosnik ovog vodnog tijela je okarakterisan kompleksom ispucalih krednih krečnjaka. Ovaj kompleks stijena obuhvata praktično sve sjeverozapadne i sjeverne djelove terena i izgrađuje Albanske Sjeverne Alpe. Oni formiraju veliki antiklinorijum koji se karakteriše znatnim brojem antiklinalnih i sinklinalnih struktura. Podzemno vodno tijelo je izgrađeno primarno od krednih krečnjaka, sa manjim područjima trijaskih krečnjaka i dolomita. Velika ispucalost krečnjaka ukazuje na visok stepen skaršečnosti terena. Koeficijent oticaja se u poslednjih 20 godina usled pedoloških promjena (povećanje površine korišćenja zemljišta, šume), znatno povećao (DIKTAS izvještaj Albanija, 2012). Kako trasiranje prema postojećim literaturnim izvorim još uvijek nije rađeno na ovom području, nije moguće konstatovati podzemne veze ponor-vrelo, pa samim tim ni procjeniti prihranjivanje od površinskih tokova Cemi Seljces i Cemi Vukljit ukoliko postoji.

Izdašnost karstnih izvora je veoma promjenljiva. Procentualna varijabilnost izdašnosti prirodnih izvora varira do oko 85% između maksimuma i minimuma. Prema postojećim podacima DIKTAS projekta u Albaniji ne postoje rađeni testovi trasiranja, tako da tok podzemnih voda nije utvrđen.

Ovo vodno tijelo obuhvata skoro sve izvore u slivu Cijevne u Albaniji. Tako prema DIKTAS studiji za Albaniju dostupne rezerve podzemnih voda se procjenjuju na 2 m³/s. Minimalna izdašnost svih izvorišta u VT je 269 l/s, maksimalna izdašnost je 2000 l/s dok je srednja izdašnost procjenjena na 1030 l/s.

Kako se radi o dijelu sliva koji je slabo naseljen, ne postoje pritisci na kvantitet, dok usled izgradnje malih hidroelektrana u ovom vodnom tijelu postoji pritisak od mogućeg pogoršanja kvaliteta voda.

Vodno tijelo podzemnih voda „Vukel-Broje“



Sl. 9.19. Podzemno vodno tijelo „Vukel-Broje“

Podzemno vodno tijelo Vukel-Broje zapravo predstavlja aluvijalne sedimente u dolini desne pritoke rijeke Cijevne, Cemi-Vukljit. U okviru ovog vodnog tijela formirana je izdan koja se prihranjuje od površinskih voda Cemi-Vukljit, dok se prihranjivanje vrši i na račun padavina kao i voda koje ističu iz krečnjačkih formacija kojima je ovo vodno tijelo okruženo.

Minimalna izdašnost izvora koji dreniraju ovo vodno tijelo Vukel i Broje Kelmend iznosi 600 l/s (tabela 9.4).

Što se tiče kvantitativnih i kvalitativnih pritisaka na ovo vodno tijelo, oni zapravo ne postoje, jer se radi o nenaseljenom dijelu terena koji je veoma teško pristupačan i pogodan za bilo kakve aktivnosti kada je u pitanju razvoj infrastrukture, osim u dijelu izgradnje malih hidroelektrana, ali za sada ne postoje bilo kakve intervencije u ovom pogledu.

Tabela 9.4. Prikaz kvaliteta voda izvora u albanskom dijelu sliva rijeke Cijevne (Albania Country report, 2012)

X	Y	Z	Q l/s	Ca	Mg	Na	HCO ₃	SO ₄	Cl	T	Naziv izvora
4711600	4389690	1100	12	0,034	0,008	0,006	0,14	0,01	0,007	6	Kroi Krinet
4711250	4387250	700	400	0,03	0,003	0,01	0,109	0,012	0,003	5,3	Selce Vrela
4710660	4384400	800	100	0	0	0	0	0	0	6	Selce Kelmend
4709500	4386500	625	200	0,033	0,007	0,002	0,128	0,008	0,003	9,2	Selce Jasanova
4706050	4389870	600	500	0,036	0,002	0,007	0,122	0,008	0,005	6,3	Spring Vukel
4705400	4382450	400	150	0	0	0	0	0	0	9,5	Tamare Kelmend
4704070	4381900	250	5	0	0	0	0	0	0	0	Spring Tamare
4702950	4387250	600	40	0	0	0	0	0	0	7	Kosnice Vukel
4701550	4387800	625	500	0,033	0,003	0,004	0,103	0,017	0,003	5,2	Kosnice Vukel
4701300	4379900	450	100	0,035	0,005	0,018	0,144	0,006	0,008	9,8	Broje Kelmend

10 OCJENA BILANSA VODA NA SLIVU RIJEKE CIJEVNE

Na globalnom nivou, nekoliko inicijativa je pokrenuto u cilju razvijanja ocjene bilansa vodnih resursa, kao npr. kroz aktivnosti programa UNESCO-IHP. Pod ovim programom, u Svjetskom atlasu vodnih resursa koji je razvijen još 1970 godine, uključujući i vodiče za ocjenu vodnih resursa.

10.1 Elementi vodnog bilansa

Elementi bilansa se mogu određivati posredno i neposredno. Posredno određivanje bilansnih elemenata podrazumijeva određivanje ovih veličina iz opšte bilansne jednačine kad su poznati svi drugi elementi i veoma se često koristi u hidrogeološkoj praksi, s obzirom na veoma složene uslove određivanja pojedinih elemenata, posebno evapotranspiracije.

Pod neposrednim određivanjem podrazumijevaju se hidrometrijske, eksperimentalne i empirijske metode, od kojih svakako najveći značaj imaju hidrometrijske kao vid neposrednog određivanja pojedinih elemenata bilansa u prirodnim tj. terenskim uslovima. Posebno se izdvaja modeliranje kao vid eksperimentalnih metoda, međutim kompleksnost i problematika koji odlikuju karstne terene usložnjavaju primjenu ove metode, pa se ona i rijetko primjenjuje u ovim terenima.

U daljem tekstu će biti prikazani bilansni elementi posebno, kao i posredni faktori koji utiču na njih.

Bilansa latinski *bilanx* – vaga sa dva tase u ravnoteži ukazuje na stanje u kome figuriraju dva niza suprotnog karaktera, prihoda i rashoda (Stevanović, 1991).

Definisanjem opšteg vodnog bilansa bavili su se mnogi autori, a suština definicija je slična i ona podrazumijeva metodu izučavanja ulaznih i izlaznih elemenata vodnih masa jednog područja u određenom vremenskom intervalu.

Vodni bilans u širem smislu možemo definisati kao prikaz kvantitativnih vodnih karakteristika jednog područja. Detaljnije razmatranje vodnog bilansa obuhvata analizu, određivanje i upoređivanje kvantitativnih pokazatelja prihoda, rashoda i promjene zalihe vlage i vode na određenom prostoru u datom vremenskom trajanju.

Po P.P. Klimentovu (1971) pod opštim bilansom podzemnih voda podrazumijeva se količinsko izražavanje promjena rezervi podzemnih voda bilo kog područja za određeno vrijeme i određuje se odnosom ulaznih i izlaznih elemenata.

Po V. Jevđeviću (1956) pod vodnim bilansom podrazumijeva se metoda izučavanja, kojom se određuje za usvojeni vremenski period, koje vodne mase ulaze, izlaze ili se zadržavaju u nekom području. U odgovarajućem ograničenom području, u određenom vremenskom periodu, vodene mase koje uđu kroz utvrđenu površinu jednake su vodenim masama koje iz nje izađu, smanjenim ili uvećanim za promjenu vodenih masa u području.

Osnovne komponente vodnog bilansa možemo podijeliti u tri osnovne grupe :

- prihodne komponente bilansa
- rashodne komponente bilansa
- rezultujuće komponente, koje nastaju kao rezultat razlike između prihoda i rashoda

Prihodne komponente vodnog bilansa su :

- atmosferske padavine (kiše, snijeg i dr.)
- dotoci iz drugih slivova (površinski ili podzemni) i
- svi drugi vidovi dolaska vode i vlage iz atmosfere

Rashodne komponente vodnog bilansa su :

- oticaj sa sliva (površinski ili podzemni),
- svi vidovi isparavanja,
- korišćenje vodnih resursa za različite namjene i dr.

Određivanje vodnog bilansa razlikuje se u prostoru i u zavisnosti od vremenskog intervala za koji se analizira vodni bilans.

Razlikujemo dvije grupe metoda bilansiranja po A.V. Lebedev-u (1963) :

1. Metode zasnovane na prethodnom sastavljanju opšteg vodnog bilansa sa eksperimentalnim, hidrometrijskim ili empirijskim određivanjem pojedinih elemenata bilansa i
2. Metode hidrodinamičke analize režima podzemnih voda.

Opšta jednačina vodnog bilansa izražava se na sledeći način (Dragišić, 1997) :

$$U - I = \pm \Delta W (\Delta t)$$

gdje su :

- U – zapremina vode koja ulazi u posmatrano područje,
- I – zapremina vode koja izlazi iz posmatranog područja,
- ΔW – promjena zapremine vode u posmatranom području za vrijeme osmatranja (Δt) i
- Δt – period diskretizacije vremena za koji se radi vodni bilans.

Jednačina vodnog bilansa za određeni vremenski period Δt glasi :

$$\overbrace{P + K + Q'_{\text{pod}} + Q'_{\text{pov}} + W_1}^U = \overbrace{E + K + Q''_{\text{pod}} + Q''_{\text{pov}} + Q_{\text{extr}} + W_2}^I$$

gdje su za vremenski period Δt :

- U – ulaz,
- P – padavine prispjele na površinu zemlje,
- K – količina vode od kondenzacije vlage u zemljištu ili na površini terena,
- Q'_{pod} – podpovršinski (podzemni) doticaj vode,
- Q'_{pov} – površinski doticaj vode,
- I – izlaz,
- E – evapotranspiracija (isparavanje sa površine vode, kopna, snijega, leda, biljaka i transpiracija),
- Q''_{pod} – podpovršinski (podzemni) oticaj,
- Q''_{pov} – površinski oticaj,
- Q_{extr} – eksploatisana količina vode iz sliva
- W_1 – stanje rezervi vlage u zemljištu na početku vremenskog perioda Δt i
- W_2 – stanje rezervi vlage u zemljištu na kraju vremenskog perioda Δt .

Za konkretan riječni sliv, sa jasno definisanom vododjelnicom, jednačina vodnog bilansa ima sledeći oblik :

$$P = Q_{\text{pov}} + E \pm Q_{\text{pod}} \pm \Delta W$$

Jednačina vodnog bilansa za konkretan površinski tok može se transformisati u sledeću jednačinu :

$$P = Q + E \pm \Delta W$$

gdje su :

- P – padavine,
- Q – riječni oticaj,
- E – evapotranspiracija i
- ΔW – promjena rezervi vode u slivu.

Za duži vremenski interval koji uključuje suve i vlažne godine, jednačina vodnog bilansa sliva dobija sledeći oblik :

$$\bar{P} - (\bar{Q} - \bar{E}) = 0$$

odnosno :

$$\bar{P} = \bar{Q} + \bar{E}$$

gdje je :

- \bar{P} – srednje višegodišnje prosječne vrijednosti prosječnih suma padavina na slivu,
- \bar{Q} – srednje višegodišnje prosječne vrijednosti oticaja sa sliva,
- \bar{E} – srednje višegodišnje prosječne vrijednosti suma ukupnog isparavanja sa sliva.

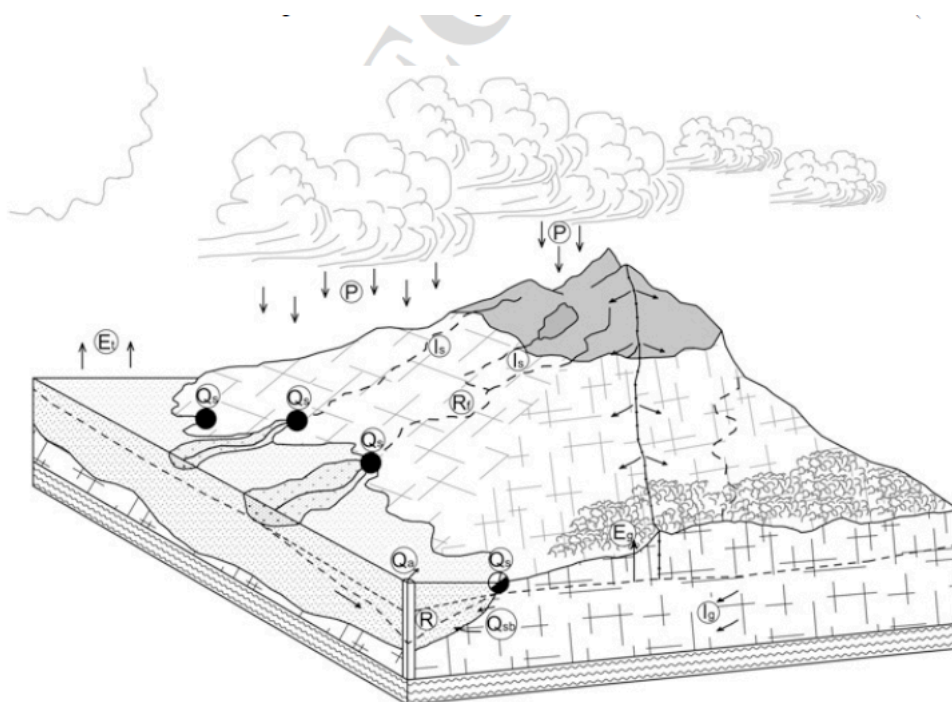
Stevanović (1991) pod bilansiranjem izdanskih voda u karstu podrazumijeva sagledavanje cjelokupnog složenog i dinamičkog procesa prihranjivanja, cirkulacije i isticanja izdanskih voda, kroz analizu ulaznih i izlaznih elemenata bilansa, i svih faktora koji na taj proces utiču u određenim vremenskim ciklusima.

Neravnoteža ulaznih i izlaznih elemenata, odgovara promjenama rezervi izdanskih voda u određenom vremenskom periodu, a mogu biti i posledica greške u određivanju veličina pojedinih elemenata (Stevanović, 1991) :

$$P + D_1 + D_2 = O + E_1 + Q_1 + Q_2 + E_2 \pm R \pm G$$

gdje su :

- P – atmosferski talozi,
- D₁ – površinski doticaj,
- D₂ – podzemni doticaj vode,
- O – površinski oticaj,
- E₁ – evapotranspiracija,
- Q₁ – isticanje preko vrela,
- Q₂ – podzemno oticanje,
- E₂ – evaporacija sa nivoa izdani,
- R – rezerve izdanskih voda,
- G – greška određivanja pojedinih veličina.



Sl. 10.1. Grafički prikaz jednačine bilansa karstne izdani (prema Stevanoviću, 2015)

U određenim uslovima mogu izostati pojedini elementi bilansa ili se praktično zanemariti, dok se uticaj antropogenog faktora (vještaki dovod, odvod odnosno potrošnja vode iz ležišta) ne smije zanemariti.

Pored antropogenog izdvajaju se i drugi faktori koji utiču na bilans i to :

1. Geološki (geološka građa ležišta, rasprostranjenje izdani u planu i profilu i sl.)
2. Klimatski (temperatura i vlažnost vazduha, radijacioni bilans, vjetrovi i sl.)
3. Morfološki (reljef terena)
4. Pedološki
5. Geobotanički i dr.

Takođe, osim navedenih, veoma bitan uticaj na krajnji rezultat bilansiranja ima vremenski interval u kome se ono vrši, jer je bitna razlika u promjenama pojedinih veličina u različitim ciklusima, i u zavisnosti od vremenskog perioda razlikujemo višegodišnji, godišnji ili sezonski bilans.

Od svih ulaznih elemenata bilansne jednačine, veličina atmosferskih taloga može se odrediti sa najvećim stepenom tačnosti. Osnovni problemi u sadašnjim uslovima su neravnomjerno raspoređena osnovna mreža kišomjernih stanica, kao i tačnost podataka, uzimajući u obzir greške u osmatranjima.

Određivanje svih članova bilansne jednačine usložnjava raspoloživi obim podataka, takođe i kasnije uvođenje odgovarajućih aproksimacija. S obzirom na to često se vrši modifikacija bilansne jednačine, uz zanemarivanje podzemnog doticaja u ležište i evaporacije nivoa izdani, pod pretpostavkom da se u dužem nizu uzastopnih hidroloških ciklusa, ne vrši promjena dinamičkih rezervi (Stevanović, 1991).

Tako se bilansna jednačina svodi na uprošćeni oblik :

$$P = Q_1 + \text{gubici}$$

gdje su :

P – efektivne padavine (uključujući i vode tokova formiranih u nekarstnim područjima),

Q_1 – sumarna izdašnost svih izvora,
gubici – sumarna veličina ostalih elemenata rashoda (evapotranspiracija E_{1+2} , površinski oticaj O i podzemno isticanje Q_2).

Iz veličine gubitaka ako su poznati evapotranspiracija i površinski oticaj, može se dobiti i procena o veličini podzemnog isticanja, koji je važan član bilansne jednačine i na kome se može bazirati regulacija izdani, tj. zahvatanje voda iz dubljih delova izdani. Po Stevanoviću (2015) je dakle:

$$Q_2 = \text{Gubici} - (E_{1+2} + O)$$

10.1.1 Padavine

Kao rezultat kondenzacije i sublimacije u atmosferi gdje se voda nalazi u gasnom, tečnom i čvrstom stanju pojavljuju se padavine. Vodena para koja potiče sa zemljine površine, najvećim dijelom kao posledica isparavanja mora i okeana, turbulencijom i vertikalnim strujanjem podiže se u gornje slojeve atmosfere. Kako temperatura pada sa visinom i sadržaj vodene pare varira na sličan način.

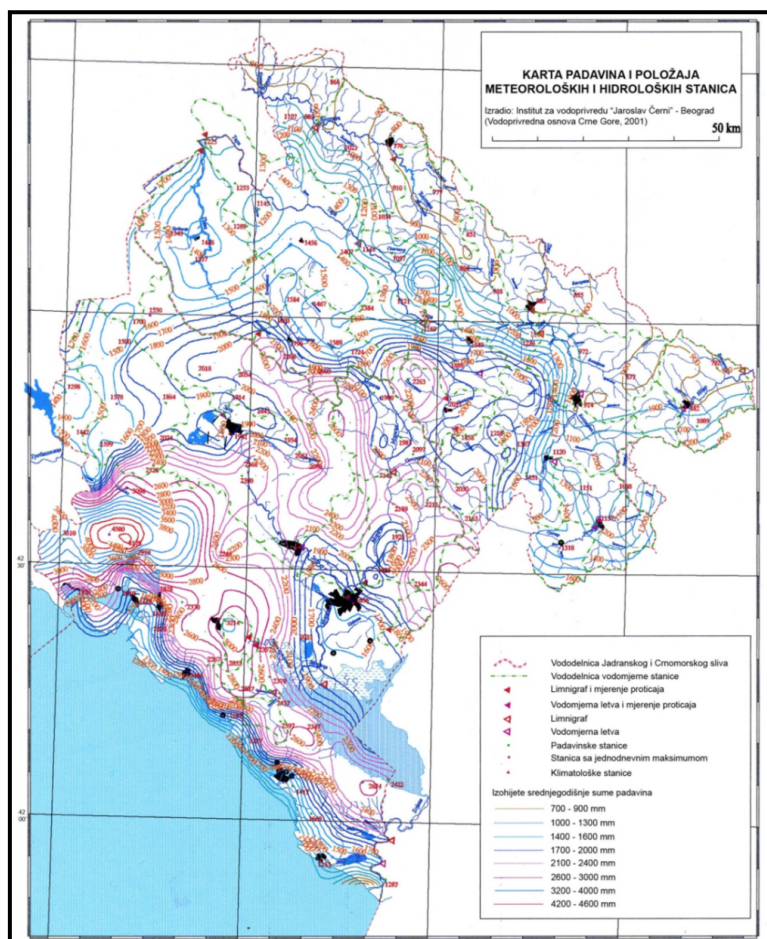
Pored opštih navedenih uslova za stvaranje padavina potrebno je da postoji dovoljno kondenzacionih jezgara, da bi se oko njih sitne kapljice sakupile u veće, koje će imati takvu težinu da ih vertikalne komponente vazduha, usled turbulencije, ne mogu održavati u lebdećem stanju.

Količine vode koje dopijevaju na zemljinu površinu u tekućem ili čvrstom stanju predstavljaju padavine. Dije se na horizontalne (rosa, inje, slana) i vertikalne (kiša, snijeg i grad).

Padavine se mjere na određenim karakterističnim lokacijama tj. padavinskim stanicama. Podaci registrovani na padavinskoj stanici važe samo za taj lokalitet, pošto je prostorna neravnomjernost padavina veoma izražena.

Mjerenje količine padavina vrši se određivanjem sloja visine u mm, koji u određenom vremenu padne na vodoravnu površinu. Ukoliko su padavine u čvrstom stanju onda se prethodno istope i mjere na isti način.

Za mjerenje padavina koriste se sledeći instrumenti : **kišomjer, pluviograf i totalizator.**



Slika 10.2. Karta izohijeta prema VOVG 2001

10.2 Faktori koji utiču na bilansiranje izdanih voda u karstu

Na veličine pojedinih analiziranih bilansnih elemenata utiče čitav niz faktora čije je poznavanje neophodno za pravilno sagledavanje cjelokupnog procesa prihranjivanja i dreniranja karstnih izdani (Hrvačević, 1996).

To su :

- geološka građa terena,
- rasprostranjenje izdani u planu i profilu,
- reljef terena,
- klimatski faktori,
- vegetacioni pokrivač itd.

Poznavanje geološkog sastava određenog ispitivanog područja u planu i profilu, je prvi zadatak kompleksnih bilansnih istraživanja. Takođe poznavanje makro i mikro ispućalosti je jedan od najbitnijih zadataka u procesu istraživanja za potrebe bilansa. Stepem ispućalosti i karakter presudno utiču na mogućnosti prihranjivanja, pravce cirkulacije i položaj zone isticanja izdanih voda. U tom smislu neophodno je utvrditi položaj regionalnih i lokalnih rasjednih struktura, promjenu ispućalosti i karstifikovanosti sa dubinom, zapunjenost i vrstu pripovršinskog sistema pukotina.

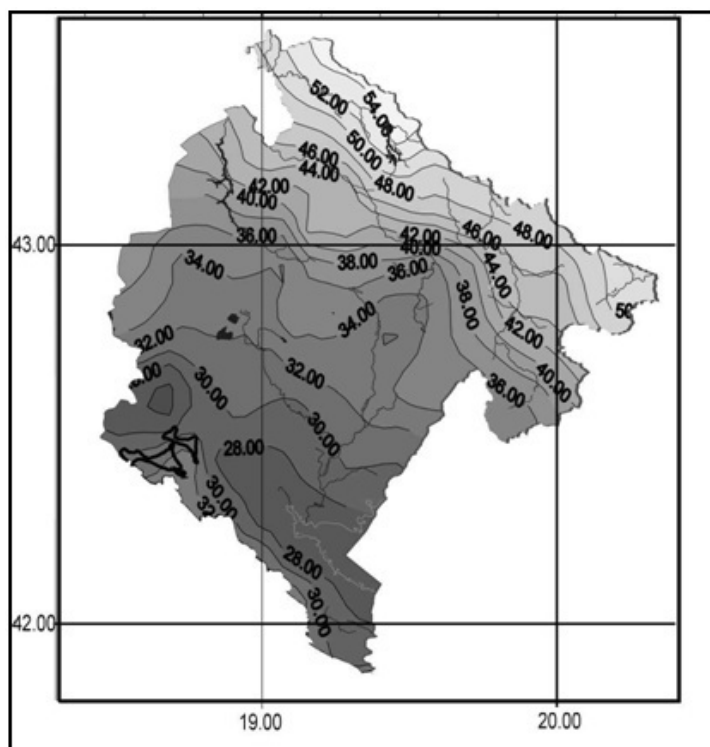
Kretanje većih količina podzemnih voda u karstu se često odvija po pravcu pružanja rasjeda i duž međuslojnih ravni, a posebno preko podzemnih karstnih oblika koji u velikom broju slučajeva predstavljaju pravu drenažnu mrežu razvijenu ispod površine terena.

Geološko kartiranje, istražno bušenje, geofizička istraživanja, daljinska detekcija predstavljaju neophodna istraživanja koja je potrebno uraditi.

Poznavanje rasprostranjenja, određene karstne izdani (slivnog područja) u planu i profilu je veoma značajno, prije svega sa aspekta utvrđivanja hidrogeoloških vododjelničkih zona, mogućnosti površinskog i podzemnog doticaja u ispitivano područje kao i podzemnog isticanja.

Reljef terena, takođe ima uticaja na infiltraciju voda od atmosferskih padavina, tako što je u zaravnjenim terenima infiltracija veća nego u morfološki izraženim terenima. Povećano površinsko oticanje u odnosu na infiltraciju se javlja na strmim padinama, dok je u ravničarskim terenima infiltracija intenzivnija zahvaljujući dužem vremenu zadržavanja vode. Vegetacioni pokrivač bitno utiče na evapotranspiraciju kao i površinski oticaj, koji predstavljaju najbitnije rashodne elemente.

Vegetacioni pokrivač bitno utiče i na proces površinskog oticanja, koje je veće ukoliko je teren ogoljeniji, a takođe i na oscilacije izdašnosti karstnih vrela. Vještačkim intervencijama (pošumljavanjem goleti) može povećavati veličina evapotranspiracije, što u krajnjoj liniji vodi i uravnoteženju režima karstnih vrela. Vegetacija, posebno šume takođe utiču i na veličinu padavina po određenim autorima čak i do 10% u ukupnoj godišnjoj sumi (slika 10.3.).



Sl. 10.3. Raspored padavina u vegetacionom periodu (%) (Preuzeto iz VO CG, 2001)

Činioci koji utiču na oblik makro klime, kao što su geografska širina, opšta cirkulacija atmosfere i makro reljef, utiču i na pojedine bilansne elemente, prije svega na veličinu izlučenog atmosferskog taloga. Raspored kopna i mora u oblasti primorskog karsta takođe je veoma značajan, s obzirom na uticaj koji ima vlažnost vazduha, a time i veličine padavina i evapotranspiracije.

Područje Crne Gore u skladu sa klasifikacijom po *Thorntwaiteu*, možemo podjeliti na dvije glavne klimatske zone (VO CG, 2001):

1. Zona perihumidne klime (proteže se jugozapadno od planinskog masiva Durmitor-Sinjajevina);

2. Zona humidne klime (sjeveroistočno od naznačenog planinskog masiva).

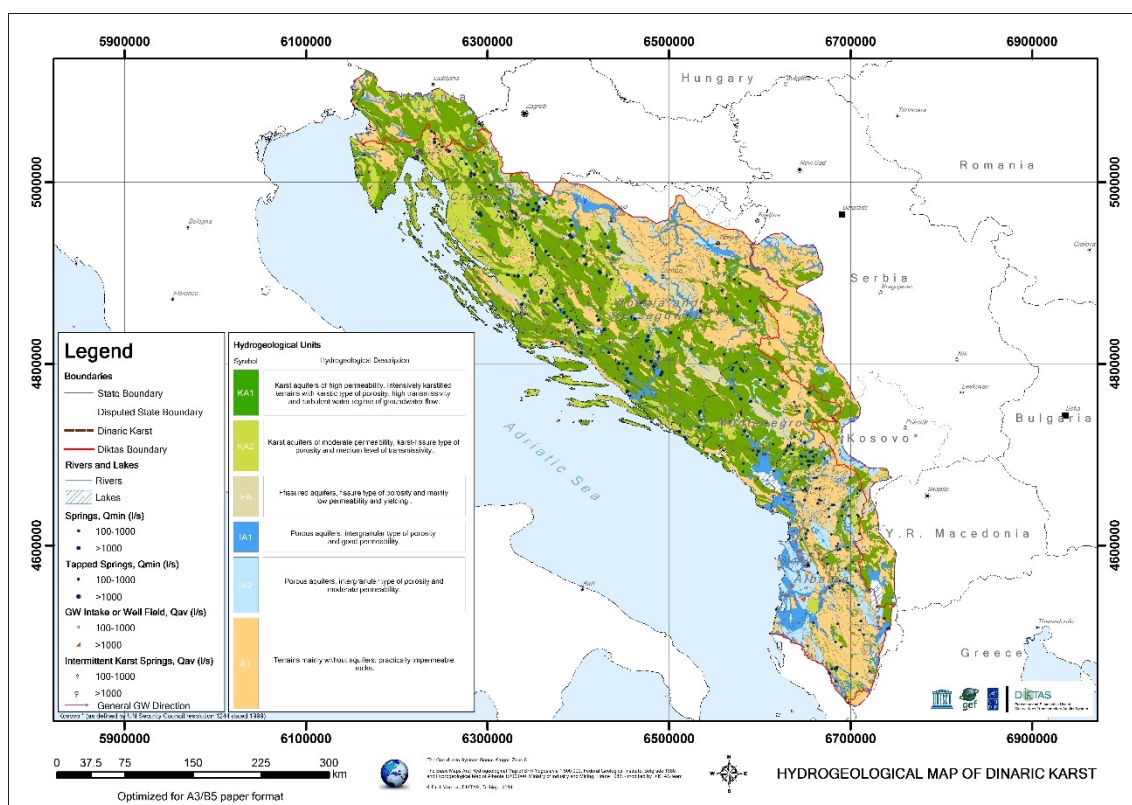
U zoni perhumidne klime, na osnovu glavnog klimatskog indeksa - I, mogu se izdvojiti 3 cjeline:

- Mezotermalna klima prvog reda ($I=20-40$) zahvata najveći prostor sjeverozapadnog dijela Crne Gore;
- Mezotermalna klima drugog reda ($I=40-60$) zastupljena je uz Jadransku obalu, a u kopno se uvlači preko Skadarskog jezera i dolinama Morače i Zete;
- Mezotermalna klima trećega reda ($I=60-80$) zastupljena je oko Skadarskog jezera.

U zoni humidne klime, preovlađuje humidna klima trećeg i četvrtog reda sa dosta niskim glavnim klimatskim indeksom.

10.3 Konceptualni model i metodologija bilansiranja sliva Cijevne

Sliv rijeke Cijevne (Sl. 6.1.) u potpunosti pripada Dinarskoj geostrukturnoj jedinici (Bešić, 1969; Radulović V, 1989). Dinarski sistem (Dinaridi) predstavlja geološki heterogen, južnoevropski orogeni pojas alpskog planinskog lanca (Alpida), orijentisan SZ-JI paralelno sa Jadranskim morem. Sistem se proteže od oblasti Carso u Italiji na sjeveru preko zemalja bivše Jugoslavije (Slovenija, Hrvatska, Bosna i Hercegovina, Crna Gora, Srbija i Sjeverna Makedonija) i završava u Albaniji (u obliku albanskih Alpa), sa daljim širenjem na južne alpske grane Pinde i Helenide. (Stevanović et al. 2016).



Sl. 10.4. – Hidrogeološka karta Dinarskog karsta, uprošćena verzija, jedan od rezultata DIKTAS projekta (<http://dinaric.iwlearn.org>; Stevanović et al. 2016)

Uzimajući u obzir specifičnost režima dreniranja karstnih akvifera, kontinuiranog monitoringa izvora preko kojih se drenira akvifer i dostupnosti samih podataka, za računanje bilansa akvifera Cijevne koristiće se metodologija koja je specifična za karstne terena, kao što je širi Dinarski prostor, a prema Stevanović et al. (2012).

Metodologija je najvećim dijelom bazirana na ocjeni bilansa na nivou sliva, je uključuje ocjenu bilansa podzemnih voda uzimajući u obzir situaciju kada je u pitanju dostupnost podataka, odnosno iskazuje i stepen pouzdanosti podataka.

Računanje bilansa je prikazano u tabeli 10.1. Podpovršinski proticaj (ili podzemno oticanje, Q_2) je razlika između **gubitaka** i **evapotranspiracije** iz jednačine bilansa prikazane u prethodnom poglavlju:

$$(E_{1+2} + Q_2) = (P + D_1) - (Q_1 + O), \text{ i}$$

$$Q_2 = \text{Gubici} - (E_{1+2} + O)$$

Statičke (neobnovljive) rezerve (Q_{st}) zavise od zapremine akvifera (površine i debljine zasićene zone ispod minimalnog nivoa podzemnih voda) i koeficijenta uskladištenja dubljih djelova karstnog akvifera, $F \times H_{av} \times \mu_{av}$. Dostupne (eksploatacione) rezerve se dobijaju kada se od dinamičkih oduzmu neophodne količine vode za zavisne ekosisteme. Dostupne rezerve su $Q_{dyn} - Q_{min} + Q_{st10\%/20 \text{ godina}}$.

10.4 Bilans voda na slivu rijeke Cijevne

U okviru projekta „Jačanje kapaciteta u cilju implementacije Okvirne direktive o vodama u Crnoj Gori“ (2019) pripremljen je Plan upravljanja Jadranskim slivom, u okviru koga je za VT PV „Kući“ i „Zetska ravnica“ izvršeno bilansiranje voda radi ocijene da li se ona nalaze pod pritiskom ili ne. Primjenjena metodologija je slična navedenoj u prethodnim poglavljima 10.1 – 10.3.

U navedenom projektu uvedene su sljedeće kategorije rizika:

- Nisu u riziku, kada su potrebe za podzemnim vodama $< 20 \%$ eksploatacionih rezervi podzemnih voda;
- Nisu u riziku (ali su potencijalno u riziku⁸), kada su potrebe za podzemnim vodama $= 20 - 33 \%$ eksploatacionih rezervi podzemnih voda;
- U riziku, kada su potrebe za podzemnim vodama $> 33 \%$ eksploatacionih rezervi podzemnih voda.

Za VT PV „Kući“ navedeni su sledeći parametri bilansa i zaključak o pritisku na kvanitet:

- Ukupni sliv: 430.8 km² (dominantno karstna izdan)
- Pripadnost vodnim tijelima PŠ voda: Cijevna, WB 2_North, Morača_4, Nožica, Mala Rijeka_1, i Mala Rijeka_2
- Prosječne sume godišnjih padavina na slivu: 2,344 mm (ili 1010 x 10⁶ m³/god)
- Efektivna infiltracija u karstu (osrednjena): 70% (ili 707 x 10⁶ m³/god)
- Specifični podzemni oticaj: 52 l/s/km²
- Ukupna sr. izdašnost svih izvora (dinamičke rezerve vode) / Minimalna izdašnost (ekološki protok):
- 20 m³/s / 2.2 m^s/s

⁸ Kategorija „Potencijalno rizično“ nije prepoznata u Okviru direktive o vodama ili dokumentima Evropske Unije (CIS). Međutim, ova kategorija je uvedena u neke pripremljene planove za implementaciju upravljanja podzemnim vodama i osnovna tehnička dokumenta za implementaciju Okvirne direktive o vodama u regionu (Bosna i Hercegovina, Srbija), iz pragmatičnih razloga - da se upozore oni koji donose odluke i lokalno stanovništvo da pumpanje podzemnih voda mora da se odvijava oprezno, praćeno sistematskim nadzorom posljedica koje se mogu javiti.

- Osrednjene eksploatacione rezerve (dinamičke – ekološki protok): 17.8 m³/s
- Aktuelna eksploatacija / rast potreba: 0.18 m³/s/0.22 m³/s
- Odnos: Potrebe prema Eksploatacione rezerve: 0.22/17.8 = 1,2 %

Zaključak: VT PV nije pod pritiskom, tj. nije u riziku od prekomjerne eksploatacije.

Za VT PV „Zetska ravnica“ navedeni su sledeći parametri bilansa i zaključak o pritisku na kvanitet:

- Ukupni sliv: 248.5 km² (dominatno intergranularna izdan u fgl i al sedimentima)
- Pripadnost vodnim tijelima PŠ voda: WB 3_South west, WB 4_Pelagic zone, Morača_3, Zeta_2
- Prosječne sume godišnjih padavina na slivu: 1,569 mm (ili 390 x 10⁶ m³/god)
- Efektivna infiltracija u karstu (osrednjena): 50% (ili 195 x 10⁶ m³/god, tj. 6.2 m³/s u prosijeku) i prosječna infiltracija od rijeke Cijevne na dijelu njenog toka kroz Zetsku ravnicu od 5 m³/s
- Specifični podzemni oticaj: 25 l/s/km²
- Ukupna sr. izdašnost svih izvora (dinamičke rezerve vode) / Minimalna izdašnost (ekološki protok): 12 m³/s + 5 m³/s (Cijevna) / 7 m³/s
- Osrednjene eksploatacione rezerve (dinamičke – ekološki protok): 10 m³/s
- Aktuelna eksploatacija / rast potreba: 4.2 m³/s / 5 m³/s
- Odnos: Potrebe prema Eksploatacione rezerve: 5 / 10 = 50 %

Zaključak: VT PV je pod pritiskom, tj. u riziku je od prekomjerne eksploatacije.

Za potrebe proračuna bilansa podzemnih voda, a u skladu sa usvojenim konceptualnim modelom, u slivu Cijevne, izdvojene su tri unutrašnje bilansne jedinice:

1. Sliv Cijevne u Albaniji i Crnoj Gori, do vodomjerne stanice Trgaj;
2. Sliv Cijevne u Crnoj Gori od vodomjerne stanice Trgaj do izlaska iz klisure (obod VT PV „Kuči” prema VT PV “Zetskoj ravnici”, sjeverno i južno od Dinoše);
3. Sliv Cijevne u “Zetskoj Ravnici” (od Dinoše do Mahale i ušća u Moraču).

Za jedinicu 1. karakteristično je dominantno prisustvo karstne izdani kojoj pripadaju tri VT PV, dva u Albaniji “Albanski Alpi” i „Vukel – Broje“ sa oko 290 km² ukupnog sliva, i jedan dio VT PV „Kuči“ u Crnoj Gori. Ukupna površina sliva je procijenjena na 415 km². Cirkulacija podzemnih voda karstne izdani odvija se u unutrašnjem dijelu, bez većih „prelivanja“ u susjedne slivove. Tako se vode svih pomenutih izvora u Albaniji „vraćaju u sliv“ jer se one javljaju duž korita rijeke Cijevne i kontrolišu na VS „Trgaj“. Tako je podzemno isticanje iz sliva verovatno minimalno, što potvrđuju i dole navedeni rezultati bilansa.

Za jedinicu 2. karakterističan je sasvim drugi mehanizam funkcionisanja. Njena površina je procijenjena na oko 247 km², ali će ostati potreba za ovom verifikacijom kroz buduća detaljna hidrogeološka istraživanja, trasiranja voda, osmatranja parametara vodnog režima. Na ovom dijelu sve do izlaska iz klisure kod Diniše, Cijevna gubi vodu iz svog korita. Opitima obilježavanja dokazana je veza sa Ribničkim vrelima, izvorima Vitoje, Milješa i drugim prethodno opisanim po obodu karsta i kontaktu sa sedimentima „Zetske ravnice“, a ostaje nepoznanica da li se eventualno i dio voda drenira i preko izvora – vrulje Syri Sheganit u Hotskom zalivu Skadarskog jezera. Prema tome, ovdje je podzemno isticanje jedan od dominantnih vidova pražnjenja karstne izdani ali ga je veoma teško definisati zbog: 1. promjenljivog režima proticaja Cijevne, 2. oscilacija dinamičkog nivoa izdani, koja čas može da primi velike količine vode rijeke kroz infiltraciju, a čas je potpuno saturisana i vodotok je ne može prihranjivati, 3. nepouzdanе ocjene koliko se voda drenira podzemno, jer se najveći dio odvija preko vrulja po obodu jezera i nije mjerljiv (Blagojević et al. 2020).

Za jedinicu 3. važi, slično kao i za jedinicu 2. da se ne može jednostavno bilansirati, upravo iz razloga dinamičnog režima izdani u fluvio-glacijalnim sedimentima koji takođe zavisno od stanja nivoa izdani (velike – male vode), mogu ili ne mogu da primaju poniruću vodu iz rijeke Cijevne. Utvrđeno je simultanim hidrometrijskim merenjima da su ovi „gubici“ vode iz rijeke najefektivniji u letnjim i ranim jesenjim mjesecima kada su nivoi u izdani najniži, i kada se dodatno spuštaju usled crpenja za potrebe „Plantaže 13 jul“ i drugih subjekata u poljoprivredi, ali to ne znači da su tada i najveći. Vjerovatno je da, kako je i hidrometrijom u proljećnim mjesecima konstatovano, su gubici veći i da mogu iznositi i do 10 m³/s između pojedinih dionica (Dinoša – Kuće Rakića).

Zbog navedenih razloga, bilans je urađen kao „srednji višegodišnji“ za prvu bilansnu jedinicu, s tim što je prikazan i razvoj parametara bilansa (padavine i proticaj Cijevne) kao unutrašnji godišnji hod, dok je za drugu jedinicu nužno sveden samo na osrednjene vrijednosti ulaznih i izlaznih parametara. Kod Cijevne je pokušano da se uradi na nivou prosečnih vrijednosti tokom godine, ali i kao sezonski, kao minimalni koji se odvija tokom perioda malovodja i intenzivnih crpenja vode iz „Zetske ravnice“.

1. Bilans voda sliva Cijevne u Albaniji i Crnoj Gori, do vodomjerne stanice Trgaj

Hod mjesečnih padavina na gornjem slivu Cijevne u Albaniji je sljedeći:

Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	Sr god
229	192	172	204	152	117	80	97	137	222	269	259	2127

Prema Karti izohijeta i bilansu primjenjenom za projekat „Jačanje kapaciteta u cilju implementacije Okvirne direktive o vodama u Crnoj Gori“ (2019) vrijednost sume godišnjih padavina u ovom visoko planinskom dijelu Albanije i Crne Gore je 2344 mm, što je vrijednost korišćena i ovdje u bilansu.

Tabela 10.1. Računanje bilansa na gornjem slivu rijeke Cijevne (do v.s. Trgaj)

Bilansni elementi jedinice GORNJI SLIV CIJEVNE (do VS Trgaj)															
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Sum mm	Korekcija za nadm.	suma 10 ⁶ m ³
P*(mm)	229	192	172	204	152	117	80	97	137	222	269	259	2127	2344	972.8
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	sr god (m ³ /s)	min god (m ³ /s)	Suma* 10 ⁶ m ³
Q _{ps} (m ³ /s)	27.94	28.07	26.32	39.66	42.56	23.3	7.99	4.63	8.45	19.27	35.89	36.78	25.07	1.4 (1987 god.)	790.6
Q _{iz sr} (m ³ /s)													2.8**		-
E***	8.89	11.5	23.8	37.8	65.8	90.6	80	97	75.11	44.7	18.4	10.4	564.19	24% Korekcija za razliku P – Q = 19%	182.2
Gubici Q _{podz} (G-E)															Praktično ih nema, sve vode se javljaju na VS Trgaj

Legenda:

P - padavine

Q_{ps} - površinski oticaj iz sliva

Q_{iz} - izdašnost izvora (svi izvori sa Q_{min} > 5 l/s ili Q_{sr} > 20 l/s)

E - evapotranspiracija (proračun isparavanja)

G - „gubici“ na podzemno oticanje, P – (Q_{ps} + E)

*Podaci padavina sa KS Lëpushë (Albanija), korigovani za efekat nadmorske visine sa karte izohijeta

** Podaci izdašnosti izvora u Albaniji (koji se „vraćaju“ u Cijevnu kao u unutrašnji sliv i javljaju ponovo na VS Trgaj)

*** Evapotranspiracija računata metodom Thornthwaite

Bilansna jednačina jedinice do VS Trgaj ima oblik:

$$\begin{aligned}
 P &= Q_{p\dot{s} + pdz} + E \\
 972.8 \times 10^6 \text{ m}^3 &= 790.6 \times 10^6 \text{ m}^3 + 182.2 \times 10^6 \text{ m}^3 \\
 100\% &= 82\% + 18\%
 \end{aligned}$$

gdje su:

P – ukupne prosječne padavine na slivu od 415 km²

Q_{pš + pdz} – ukupan oticaj Cijevnom na VS Trgaj koja kontroliše i podzemni oticaj koji se „vraća“ u korito

E – Evapotranspiracija određena po Thornthwaitu, i korigovana na realnu vrijednost na bazi razlike mjerenih vrednosti P – Q.

Značajno velika infiltracija i oticaj voda od padavina a mala realna evapotranspiracija rezultat su upravo velikog rasprostranjenja karsta u slivu.

2. Sliv Cijevne u Crnoj Gori od vodomjerne stanice Trgaj do izlaska iz klisure (obod VT PV “Kuči” prema VT PV “Zetskoj ravnici”, sjeverno i južno od Dinoše);

Veličina sliva: 247 km²

Tabela 10.2: Računanje bilansa na gornjem slivu rijeke Cijevne (od v.s. Trgaj do Dinoše)

Bilansni elementi jedinice SREDNJI SLIV CIJEVNE (od VS Trgaj do Dinoše)															
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Sum mm		suma 10 ⁶ m ³
P*(mm)	177.3	171.3	156.9	133.7	93.78	62.6	36.84	49.04	97.8	174.5	140.2	182.5	1476		364.6
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	sr god (m ³ /s)	min god (m ³ /s)	Suma* 10 ⁶ m ³
Q _{pš in} (m ³ /s)	27.94	28.07	26.32	39.66	42.56	23.3	7.99	4.63	8.45	19.27	35.89	36.78	25.07	1.4 (1987 god.)	790.6
Q _{pš out}													20 **	< 1	630.7
Razlika Q _{sp in} – Q _{pš out}															159.9
Q _{iz sr} (m ³ /s)													1.6***		50.5
Ribnička Vrela													0.3	0.1	
Vrelo Milješ													0.3	0.1	
Vitoja													0.2	0.01	
Alb. Syri Sheganit													0.8	0.25	
E****	8.89	11.54	23.85	37.82	65.89	62.6	36.8	49.0	75.11	44.71	18.41	10.37	445	30%	109.9
Gubici: Q _{podz} (G-E)															363.5

Legenda:

P - padavine u dijelu sliva od 247 km²

Q_{pš in} - površinski doticaj u bilansnu jedinicu na VS Trgaj

Q_{pš out} - površinski oticaj iz sliva i prelaz u ravničarski deo kod Dinoše (podaci proticaja nedostaju zbog nedostatka hidroloških stanica i aproksimirani su na bazi povremenih mjerenja)

Q_{izv} - izdašnost izvora (svi izvori sa Q_{min} > 5 l/s ili Q_{sr} > 20 l/s) koji se dreniraju iz sliva i za koje je utvrđena ili vjerodostojno pretpostavljena hidraulička veza sa Cijevnom,

E - evapotranspiracija (proračun isparavanja)

G - „gubici“ na podzemno oticanje iz sliva, P – (Q_{pš} + Q_{iz} + E)

* Podaci padavina sa KS Podgorica

** Procjena srednjeg proticaja iz klisure Cijevne kod Dinoše (prosječan gubitak vode u kanjonu do izlaza 5 m³/s)

*** Podaci izdašnosti izvora koji otiču izvan sliva Cijevne

**** Evapotranspiracija računata empirijskom metodom Thornthwaite

Bilansna jednačina jedinice silva Cijevne od VS Trgaj do Dinoše ima složeniji oblik od prethodne, sa više bilansnih elemenata:

$$\begin{array}{rcccccccc} P & + & Q_{p\dot{s} in} & = & Q_{p\dot{s} out} & + & Q_{izv} & + & Q_{pdz} & + & E \\ 364.6 \times 10^6 \text{ m}^3 & + & 790 \times 10^6 \text{ m}^3 & = & 630.7 \times 10^6 \text{ m}^3 & + & 50.5 \times 10^6 \text{ m}^3 & + & 363.5 \times 10^6 \text{ m}^3 & + & 109.9 \times 10^6 \text{ m}^3 \\ 31.6\% & + & 68.4\% & = & 55\% & + & 4.5\% & + & 31.5\% & + & 9.5\% \end{array}$$

Glavne komponente bilansa voda na ovom dijelu nijesu padavine, već ulazni dotok Cijevnom kao element prihoda, a rashodni elementi su oticaj Cijevnom (ulaz u Zetsku ravnicu), kao i podzemni oticaj koji se razlaže na dvije komponente: 1. vidljivi i mjerljivi oticaj preko izvora (za koje je veza sa Cijevnom utvrđena) i 2. podzemno preko vrulja ili direktno potpovršinski u fluvio-glacijalni materijal intergranularne izdani. Evapotranspiracija je u ovakvoj bilansnoj jednačini manja od 10%, ali je njen odnos prema padavinama 30% od njih, što je i veća vrijednost u odnosu na uzvodniju bilansnu jedinicu.

3. Sliv Cijevne u “Zetskoj Ravnici” (od Dinoše do Mahale i ušća u Moraču).

Veličina sliva: 33.4 km²

Bilans na bazi srednjih vrijednosti elemenata:

Prosječne sume godišnjih padavina na KS Podgorica: 1476 mm ili na slivu $49.30 \times 10^6 \text{ m}^3$

Infiltracija od padavina u izdan I_{ef} : 50% ili 738mm

Prihranjivanje od padavina: $F \times I_{ef} = 33.4 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 0,738 \text{ m} = 24.66 \times 10^6 \text{ m}^3$ tj. sr. $Q = 0.78 \text{ m}^3/\text{s}$

Prosječno prihranjivanje intergranularne izdani od Cijevne = $Q_{ulaz} - Q_{ušće} = 20 \text{ m}^3/\text{s} - 18.5 \text{ m}^3/\text{s} = 1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ (procijenjene vrijednosti za dio Ćemovskog polja i Karabuša)

Crpenje / dreniranje preko bunara: $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$

Evapotranspiracija 40% P: 590mm tj. $19.7 \times 10^6 \text{ m}^3$

Podzemni oticaj u jezero, ka Morači, Malom blatu, 10% P + deo voda Cijevne i intergranularne izdani: 10% P tj. 148mm tj. $4.94 \times 10^6 \text{ m}^3 + 23.96 \times 10^6 \text{ m}^3$ ($0.76 \text{ m}^3/\text{s}$) = $28.9 \times 10^6 \text{ m}^3$

Bilansna jednačina jedinice sliva Cijevne od Dinoše do Mahale i ušća u Moraču imala bi oblik:

$$\begin{array}{rcccccccc} P & + & Q_{p\dot{s} in} & = & Q_{p\dot{s} out} & + & Q_{crp} & + & Q_{pdz} & + & E \\ 49.30 \times 10^6 \text{ m}^3 & + & 630 \times 10^6 \text{ m}^3 & = & 583.4 \times 10^6 \text{ m}^3 & + & 47.3 \times 10^6 \text{ m}^3 & + & 28.9 \times 10^6 \text{ m}^3 & + & 19.7 \times 10^6 \text{ m}^3 \\ 7.3\% & + & 92.7\% & = & 86\% & + & 7.1\% & + & 4.3\% & + & 2.9\% \end{array}$$

U prosječnoj hidrološkoj godini od ukupnih padavina oko 50% se infiltrira u podzemlje, oko 40% se izgubi u procesu evapotranspiracije, dok oko 10% podzemno otekne ka jezeru. Dio voda se permanentno crpi (Q_{crp}) sa različite namene uključujući i deo voda za navodnjavanje tokom vegetacionog perioda. Od voda koje Cijevnom udju u Zetsku ravnicu tj. Tuško polje kod Dinoše preko 90% otekne koritom do ušća u Moraču, dok se oko 10% infiltrira u podzemlje (osrednjeno $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ od $20 \text{ m}^3/\text{s}$). Vrijednosti bilansnih elemenata su nešto drugačije od navedenih procenata jer su u jednačinu uključene srednje vrijednosti svih elemenata prihoda i rashoda.

Sezonski bilans za period malovođa i najnižih vrijednosti elemenata (period juli – septembar):

Prosječne padavine na KS Podgorica za period juli – septembar: 184mm

Infiltracija od padavina u izdan I_{ef} : 60% ili 110mm

Prihranjivanje od padavina: $F \times I_{ef} = 3.67 \times 10^6 \text{ m}^3$ (ili osrednjeno $0.47 \text{ m}^3/\text{s}$ tokom 90 dana)

Prosječno prihranjivanje intergranularne izdani od Cijevne = $Q_{ulaz} - Q_{ušće} = 5 \text{ m}^3/\text{s} - 0 \text{ m}^3/\text{s} = 5 \text{ m}^3/\text{s}$ (procijenjene vrijednosti za dio infiltracije u sedimente Ćemovskog polja i Karabuškog polja)

Dreniranje preko bunara: $3 \text{ m}^3/\text{s}$ (navodnjavanje)

Evapotranspiracija 30% P: 55mm ili $1.84 \times 10^6 \text{ m}^3$ (ili osrednjeno $0.24 \text{ m}^3/\text{s}$ tokom 90 dana).

Podzemni oticaj u jezero, ka Morači, Malom blatu, 10%P + deo voda Cijevne i intergranularne izdani: 19mm ili $0,64 \times 10^6 \text{ m}^3$ (ili osrednjeno $0.08 \text{ m}^3/\text{s}$ tokom 90 dana) i još kao podzemni tok više od $16 \times 10^6 \text{ m}^3$ (tj. sr. $2.15 \text{ m}^3/\text{s}$).

Bilansna jednačina jedinice sliva Cijevne od Dinoše do Mahale i ušća u Moraču za period malovodja imala bi oblik:

$$\begin{array}{rcccccccc} \mathbf{P} & + & \mathbf{Q}_{\text{pš in}} & = & \mathbf{Q}_{\text{pš out}} & + & \mathbf{Q}_{\text{crp}} & + & \mathbf{Q}_{\text{pdz}} & + & \mathbf{E} \\ 3.67 \times 10^6 \text{ m}^3 & + & 38.9 \times 10^6 \text{ m}^3 & = & 0 & + & 23.3 \times 10^6 \text{ m}^3 & + & 17.43 \times 10^6 \text{ m}^3 & + & 1.84 \times 10^6 \text{ m}^3 \\ 8.6\% & + & 91.4\% & = & 0\% & + & 55\% & + & 40\% & + & 5\% \end{array}$$

S obzirom na dinamičnost režima voda Cijevne i s njom povezanih izdani ovaj bilans u malovođu možemo prikazati i u obliku proticaja, u m^3/s :

$$\begin{array}{rcccccccc} \mathbf{P} & + & \mathbf{Q}_{\text{pš in}} & = & \mathbf{Q}_{\text{pš out}} & + & \mathbf{Q}_{\text{crp}} & + & \mathbf{Q}_{\text{pdz}} & + & \mathbf{E} \\ 0.47 & + & 5.0 & = & 0 & + & 3.0 & + & 2.24 & + & 0.23 \\ 8.6\% & + & 91.4\% & = & 0\% & + & 55\% & + & 40\% & + & 5\% \end{array}$$

Iz ove poslednje jednačine uočljivo je da je crpenje podzemnih voda dominantan faktor rashoda u malovodju i da bilans voda veoma, čak i presudno zavisi od dotoka i infiltracije voda Cijevne. Bez njenih voda u problem bi dospjeli i sistemi za navodnjavanje, a vjerovatno i vode koje su posredno u vezi sa Malim blatom i prihranjuju izvorište Bolje sestre, mada ova veza nije formalno potvrđjena. Odnos infiltracije Cijevne i prirodnog prihranjivanja izdani od padavina tokom ljetnjih mjeseci je u relaciji od čak 9:1, što opet svjedoči o važnosti ovog vodotoka za bilans voda ne samo Zetske ravnice, već i Crne Gore u cjelini.

Dinamičan i promjenljiv režim sa izdvojena tri segmenta u slivu Cijevne i sa različitim hidrauličkim mehanizmima potvrđuju izazove sa kojima se sreću istraživači karsta u tako kompleksnim sistemima kakav je Dinarski.

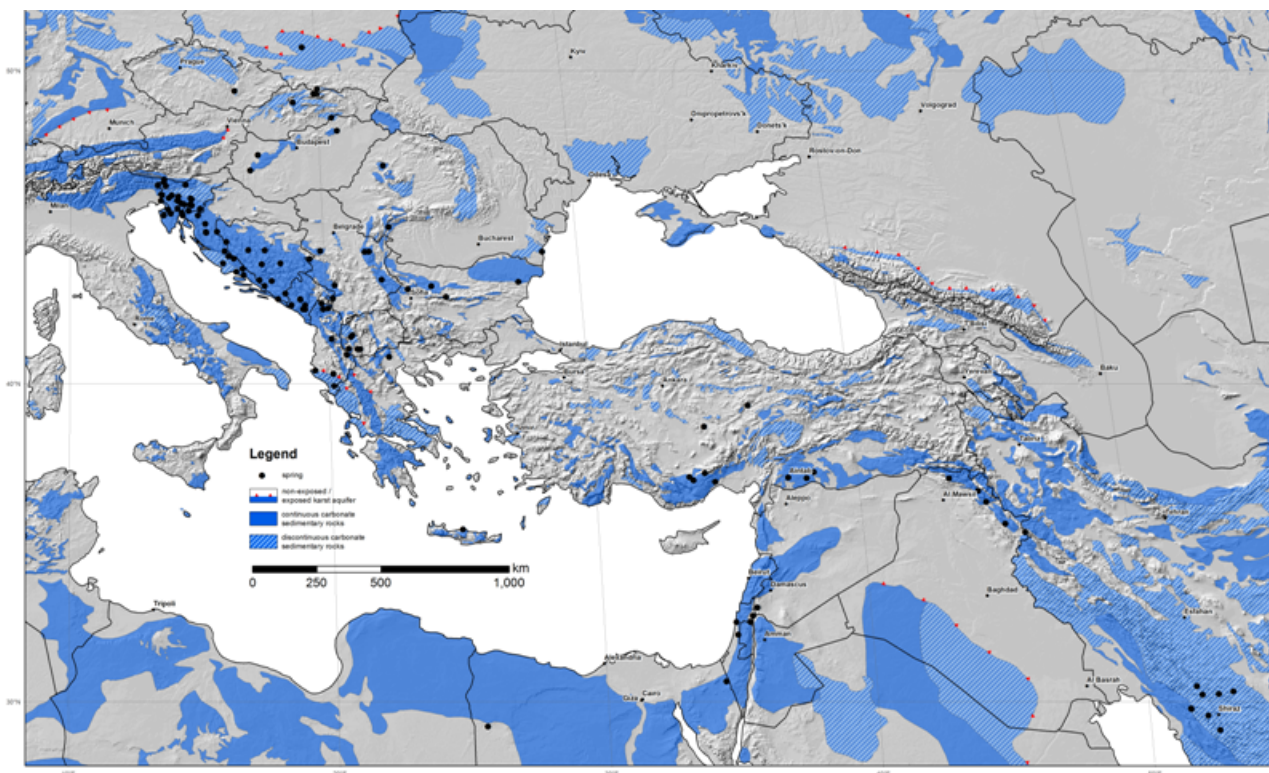
11 OCJENA RANJIVOSTI IZDANI I PRITISAKA NA SLIVU

Termin „karst“ predstavlja kompleksan geološki pojam vezan za teren sa specifičnim hidrogeološkim, geomorfološkim i hidrološkim karakteristikama i predstavlja terene koji su izgrađeni od krečnjaka, dolomita, gipsa, halita i ostalih rastvorljivih stena (Milanović 2004).

Usled rastvaranja stijena i raznih drugih geoloških procesa, različite morfološke, hidrogeološke i hidrološke pojave i oblici se javljaju u karstnim terenima:

- Vrtače
- Polja
- Uvale
- Padine
- Ponori
- Karstna vrela
- Ponori i dr.

Karbonatne stijene imaju veliko rasprostranjenje na evropskom kontinentu (slika 11.1.), a naročito veliku površinu ove stijene zauzimaju na teritoriji Crne Gore (preko 60%), gdje se odlikuju visokim stepenom karstifikacije.



Sl. 11.1. Preliminarna mapa rasprostranjenja karsta u Mediteranu kao jedan od rezultata WOKAM projekta (WOKAM Database, 2016; Chen et al. 2017). Uočljiva je dominacija jakih karstnih vrela u Dinarskom karstu u odnosu na druge oblasti karsta.

Ranjivost podzemnih voda je mjera koliko „lako“ ili koliko „teško“ zagađenje sa površine terena može da dospije u izdan, odnosno stepen izolovanosti podzemnih voda od prirodnih ili antropogenih uticaja koji mogu dovesti do njihovog zagađenja.

Ranjivost se ocjenjuje kao „visoka“ ukoliko prirodni faktori uslovljavaju slabe zaštitne karakteristike površinskog sloja od zagađujućih materija, takođe ranjivost se karakteriše kao „niska“, ukoliko prirodni faktori površinskog sloja obezbjeđuju dobru zaštitu od aktivnosti koje bi rezultirale zagađenjem podzemnih voda.

Termin „ranjivost podzemnih voda“ je počeo da se koristi u Evropi još šezdesetih godina prošlog vijeka od strane Margat-a (1970), koji definiše ranjivost izdani, kao mogućnost filtracije i rasprostranjenja zagađujućih materija kroz površinski sloj u vodonosnik, pod prirodnim uslovima. Ovaj pojam je kasnije definisan od strane različitih autora, čije se definicije prikazuju u nastavku hronološkim redosledom.

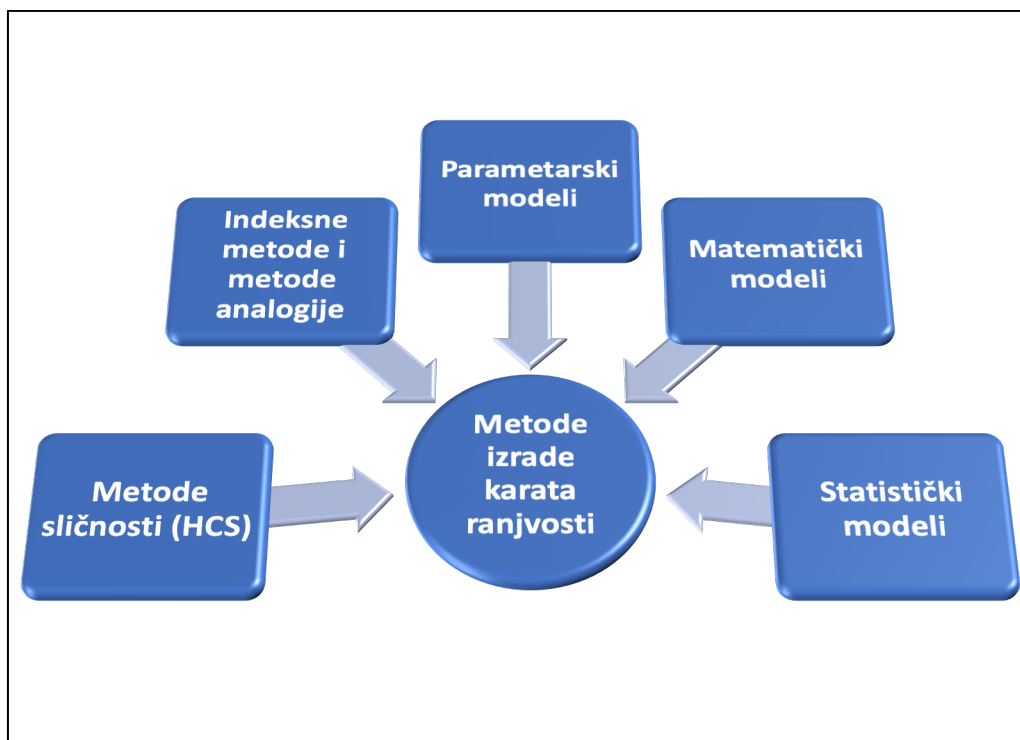
Tabela 11.1.: Prikaz definicija ranjivosti podzemnih voda od raznih autora:

<i>„Ranjivost podzemnih voda predstavlja stepen ugroženosti određen prirodnim uslovima nezavisno od trenutnog izvora zagađenja.“</i>	Olmer i Rezac, 1974
<i>„Ranjivost podzemnih voda je osjetljivost na antropogene aktivnosti koje se mogu pokazati kao štetne za sadašnje ili/i planirano korišćenje ovog resursa.“</i>	Bachmat i Collin, 1987
<i>„Ranjivost podzemnih voda je tendencija ili vjerovatnoća da zagađenje dospije do određene pozicije u sistemu podzemnih voda, poslije unošenja na nekoj lokaciji iznad najvišeg vodonosnika.“</i>	U.S. NRC, 1993
<i>„Ranjivost vodonosnika predstavlja lakoću kojom se zagađenje, koje se nalazi na, ili blizu površine, može da prodre do datog kolektora, i predstavlja funkciju prirodno postojećih karakteristika geološkog sastava, bilo izdanske bilo nadizdanske zone“</i>	US EPA, 1993
<i>„Ranjivost je svojstvo sistema podzemnih voda, koja zavisi od osjetljivosti tog sistema na antropogene i/ili prirodne uticaje.“</i>	IAH, Vrba i Zoporozec, 1994
<i>„Ranjivost predstavlja unutrašnje karakteristike sloja „nezasićene zone“ koji odvaja zasićenu zonu od površinskog sloja zemljišta, a koji obezbjeđuje informacije o uticaju korišćenja zemljišta u tački na kojoj pokriva vodonosnik“</i>	Robins (ed.), 1998

U praksi se je zaštita podzemnih voda sporadično primjenljiva kao dio određenih planskih dokumenata (npr. Prostorni planovi.), dok jedinstveni plan zaštite podzemnih voda u Crnoj Gori ne postoji.

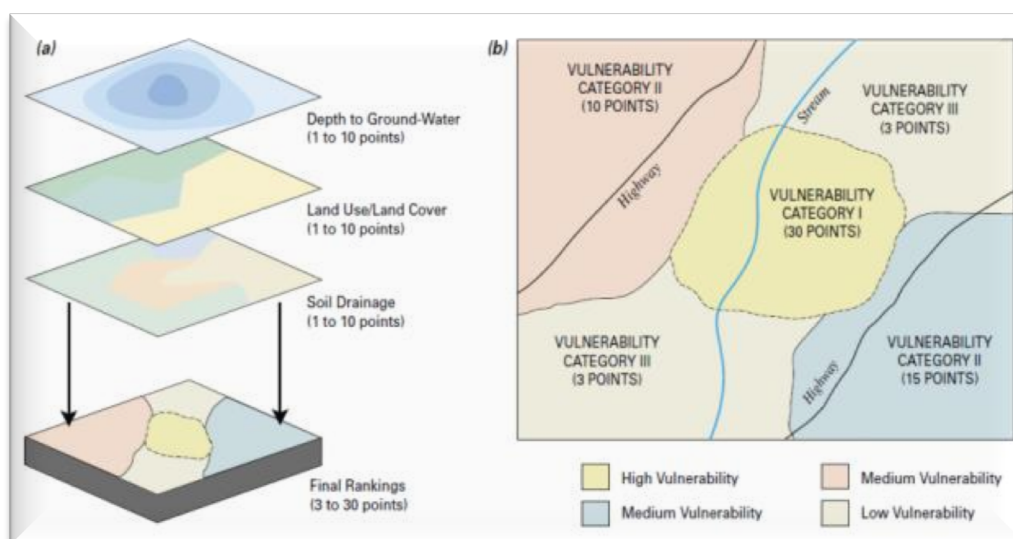
Karte ranjivosti predstavljaju podloge na kojima bi trebalo da se bazira prostorno planiranje u različitim razmjerama i različitim nivoima planiranja (regionalni, lokalni). Podloge dobijene na osnovu metoda ocjene ranjivosti u GIS (Geografski informacioni sistem) softveru bi trebalo da predstavljaju osnov za svako dalje planiranje u oblasti izgradnje infrastrukturnih objekata definisanih kao potencijalnih zagađivača životne sredine.

Ocjena ranjivosti podzemnih vodnih tijela omogućuje procjenu bezbjednog planiranja aktivnosti u cilju očuvanja dobrog statusa voda. Metode ocjene ranjivosti podzemnih voda možemo grupisati u pet kategorija (Slika 11.2.).



Sl. 11.2. Metode izrade karata ranjivosti.

Od prikazanih metoda (slika 11.2.), **statistički modeli su** najčešće korišćeni u praksi. Prema Vrba & Zaporozec (1994) razlikuju se: *metode sa matičnim sistemom (MS)*; *metode sa sistemom rangiranja (RS)*; *metode zasnovane na sistemu proračuna vrijednosti u tački (PCSM)*. Primjena se vrši tako što se svakom parametru za koji se procjeni da je bitan dodjeljuje fiksni opseg, koji se zatim podjeli na intervale u zavisnosti od variranja parametra. Svakom intervalu se dodjeljuju vrijednosti koje odražavaju stepen uticaja parametra na ranjivost sistema. Ranjivost se odeđuje tako što se kombinuju vrijednosti parametara koristeći matični sistem, sistem rangiranja ili sistem proračuna vrijednosti u jednoj tački. (Živanović, 2011).



Sl. 11.3. Primjer primjene parametarskih metoda (Focazio, et al, 2004)

Jedna od sveobuhvatnijih analiza zaštite podzemnih voda izbor i primjena metoda za analizu ugroženosti podzemnih voda u npr. karstnim terenima, predstavljena je u okviru projekata COST 65, 1996 i COST 620 iz 2003 godine, koji su izrađeni pod pokroviteljstvom Evropske Unije. Ovaj

projekat pod nazivom „Kartiranje ugroženosti i rizika od zagađenja u karstnim akviferima“, predstavlja tzv. „evropski pristup“ za zaštitu podzemnih voda u karstu Evrope.

Različiti evropski autori favorizuju različite metode za ocjenu stepena ugroženosti, a najčešće su primjenjivane sljedeće:

- DRASTIC (Aller et al, 1987)
- GOD (Foster et al, 1987)
- AVI (Van Stempvoort et al, 1992)
- GLA (Hölting et al, 1995)
- EPIK (Dörflinger, Zwahlen, 1997)
- PI (Goldscheider et al, 2000)

Značajnu ulogu karte ranjivosti imaju i prilikom izrade karte rizika od zagađivanja (hazarda), koja predstavlja vjerovatnoću događaja kojeg može da prouzrokuje prisustvo određenog polutanta. Karte rizika se dobijaju preklapanjem karte ranjivosti i karte hazarda (hazard označava potencijalni izvor zagađenja kao rezultat ljudske aktivnosti).

Pri izradi karte ranjivosti osnovni zadatak je da se izdvoje područja sa različitim stepenom zaštite, pa se ranjivost dijeli na više klasa. Prema Foster (2002) izdvaja se pet klasa:

Tabela 11.2.: Prikaz klasa ranjivosti

Veoma visoka – ranjivost podzemnih voda na sve zagađujuće supstance sa veoma brzim uticajem u vedini scenarija zagađivanja
Visoka – ranjivost na veliki broj zagađujućih supstanci (osim onih koje se lako apsorbuju i transformišu) u vedini scenarija zagađivanja
Srednja – ranjivost na neke zagađujuće supstance, ali samo kada se konstantno ispuštaju i infiltriraju sa površine
Niska – ranjivost podzemnih voda samo na najpostojanije zagađujuće supstance pri dugotrajnoj i širokoj infiltraciji sa površine
Veoma niska – prisustvo zasićenih slojeva sprečava bilo kakvo značajno vertikalno kretanje (procjeđivanje)

Sliv rijeke Cijevne, zbog svoje specifičnosti predstavlja veoma plodno tlo za istraživanja u mnogim oblastima, međutim kao osnov za bilo koje istraživanje neophodno je imati generalnu sliku o funkcionisanju samog slivnog područja.

Preliminarnom analizom ranjivosti sliva Cijevne, korišćenjem EPIK i DRASTIC metodologije, dobijeni su rezultati koji ukazuju da najveći dio sliva pripada kategoriji Visoke ranjivosti što je i logično s obzirom na činjenicu da je najveći dio sliva izgrađen od krečnjaka.

11.1 Predlog metodologije ocjene ranjivosti izdani

Za ocjenu ranjivosti podzemnih voda sliva rijeke Cijevne upotrebljene su metode EPIK i DRASTIC. Razlog što su odabrane navedene metode je prvenstveno prikaz generalne slike na terenu, velika površina sliva oko 620 km², limitiran nivo podataka. Karte ranjivosti podzemnih voda koje su dobijene ovim metodama urađene su u razmjeri 1:100 000, a prilikom njihove izrade korišćene su podloge u razmjeri od 1:500 000 do 1:25 000.

11.1.1 EPIK

EPIK metod je jedan od metoda ocjene ranjivosti, razvijen specijalno za procjenu unutrašnje ranjivosti u karstnim slivovima. Četiri parametra su od glavne važnosti za ovaj metod, **razvoj epikarsta (E)**, **zaštitni pokrivač (P)**; **uslovi infiltracije (I)**, **razvoj karstne mreže (K)**. Suma ova četiri težinska faktora daju zaštitni faktor (F) koji će biti pridružen svakoj ćeliji istražnog slivnog područja.

Metod se sastoji od analize gore navedena četiri glavna parametra, posebno, rezultirajući razvijanjem četiri karte, a zatim prostornom analizom kombinujući dobijena četiri „sloja“ (karte) baziranoj na dodatnom težinskom proračunu. Proizvod ovog metoda je mapa sa bojama kodiranim područjima ranjivosti na zagađenje podzemnih voda sa površine, koje takođe predstavljaju zone zaštite (SAEFL, 2000).

EPIK metoda je razvijena u Švajcarskoj (Doerfliger et al., 1999) i zasniva se na gore navedenim parametrima.

EPIK je skraćenica koji definiše četiri parametra analizirana ovom metodom:

Epikarst (E)

Epikarst odgovara jako karstifikovanoj zoni koja se nalazi ispod zemljišnog pokrivača. Ova zona uglavnom predstavlja postojanje izdani. Ona može biti decimetarske do metarske debljine i u okviru nje mogu se formirati spušteni kolektori koji brzo usmjeravaju infiltriranu vodu ka karstnoj mreži. Karakteriše je prisustvo ponora, depresija, dolina, kanala.

Zaštitni pokrivač – (*Protective cover*) (P)

Zaštitni pokrivač je određen debljinom zemljišnog pokrivača, odnosno drugim ne-karstnim geološkim formacijama koje pokrivaju glavnu izdan. Što je pokrivač tanji to je značajnija njegova zaštita tj. veća je vrijednost P faktora. Zaštitni pokrivač je podjeljen u četiri glavne kategorije sa vrijednostima od 1 do 4. Važni faktori koji se uzimaju u obzir prilikom definisanja zemljišnog pokrivača su: debljina, tekstura, sadržaj organske materije, hidraulička provodljivost.

Infiltracija – (*Infiltration Condition*) (I)

Infiltracija odgovara količini vode koja prihranjuje izdan, bilo da se radi o difuznoj ili koncentrisanoj. U karstnim sistemima, područja sa difuznom infiltracijom su generalno manje ranjiva u odnosu na područja sa koncentrisanom infiltracijom (npr. ponorni tokovi itd.). Ovaj atribut je podjeljen u četiri kategorije.

Karstna mreža – (*Karst network development*) (K)

Ovaj parametar odgovara stepenu karstifikacije karstne formacije. Uglavnom se bazira na površinskim oblicima i prisustvu podzemne karstne mreže. Karstna mreža je podjeljena u tri kategorije.

Standardna matrica za klasifikaciju prethodno navedenih parametara se koristi zajedno sa standardnim vrijednostima. Svaki parametar dobija vrijednosni koeficijent (tabele 11.3 – 11.6.). Klasifikacija parametara i oblasti se dobija sistematskim analiziranjem i koliko god je moguće i kartiranjem ovih parametara.

Tabela 11.3. Ocjena i rangiranja faktora E

E1	Veoma razvijen	Ponori, jame, vrtače, ruinirani reljef i intenzivno ispucali izdanci stjenske mase
E2	Srednje razvijen	Prelazne zone između vrtača, suvih dolina, izdanci stijena srednje ispucalosti
E3	Slabo razvijen ili odsutan	Bez karstnih morfoloških oblika, veoma mala ispucalost

Za određivanje faktora P uzimaju se u obzir zemljište, geološke formacije koje prekrivaju krečnjake i vegetacija. Određivanje ovog faktora je teško, jer uprkos postojanju pedoloških karata ostajemo uskraćeni za informacije o teksturi, sadžaju organskih materija, koeficijentu filtracije zemljišta itd. Određivanje kompletnih podataka iziskuje velika finansijska sredstva. Zbog toga se u obzir uzima prije svega orijentaciona debljina zaštitnog pokrivača.

Tabela 11.4. Ocjena i rangiranje faktora P

P1	Bez zaštitnog pokrivača (prisustvo sprata prizemne vegetacije i debljine tla do 20 cm)
P2	Sa zaštitnim pokrivačem (prisustvo žbunaste vegetacije i debljine tla 20 -100 cm)
P3	Sa srednjim zaštitnim pokrivačem (prisustvo visokog drveda i debljina tla 100-200 cm)
P4	Sa visokorazvijenim zaštitnim pokrivačem (prisustvo visokog drveda i debljina tla preko 200 cm ili prisustvo slabo propusnog tla - gline, mulj)

Prilikom izrade podloge I faktora potrebno je odrediti da li područje istraživanja pripada slivu ponora ili infiltracione zone ili je van ovih zona. Osnovne podloge koje se pri tome koriste su topografske karte, DEM (digitalni elevacioni model), satelitski i aerosnimci. Kod izrade ovog faktora najviše dolaze do izražaja prednosti korišćenja GIS aplikacija, gdje se vrše svi proračuni.

Tabela 11.5. Ocjena i rangiranje faktora I (Živanović, 2011)

<i>Oblasti koje se nalaze u slivu ponora</i>	<i>Oblasti koje se nalaze van slivova ponora</i>
I1 predstavljaju trajne ili povremene ponore i korita tokova koji poniru u ponor, tokovi koji postepeno poniru i vještački drenirane terene	
I2 predstavljaju djelove sliva zone E1 sa nagibom zemljišta preko 10% za obradiva zemljišta, preko 25% za pašnjake i livade i preko 35% za šume	
I3 predstavljaju djelove sliva E1 sa nagibom zemljišta manjim od 10% za obradiva zemljišta, manjim od 25% za pašnjake i livade i manjim od 35% za šume	I3 Djelove terene gdje se površinska voda skuplja u slivovima tih površi kada je nagib terena preko 10% za obradiva zemljišta, 25% za pašnjake i livade, i preko 35% za šume
	I4 Ostatak slivnog područja

Bitan faktor u formiranju ocjene ranjivosti je i razvijenost mreže karstnih kanala. Ovaj faktor može biti određen preko direktnih indikatora, a to je postojanje jama, pećina, ponora, itd. U slučaju nedostatka direktnih indikatora onda se koriste indirektni indikatori – hidrogrami oticaja, testovi trasiranja i hemijske analize vode. Konačan indikator može da bude i broj izvora prisutnih u karstnom sistemu, gdje se dobro razvijen karstni sistem karakteriše prisustvom jedne zone isticanja, dok slabo razvijen sistem karakteriše pojavu više manjih izvora. (Živanović, 2011).

Tabela 11.6. Ocjena i rangiranje faktora K

K ₁	Dobro razvijena mreža karstnih kanala	Dimenzije kanala dm do m dimenzija (kanali dobro)
K ₂	Srednje razvijena mreža karstnih kanala	Prisustvo slabo razvijene mreže, kanali cm dimenzija
K ₃	Prisustvo podzemnog isticanja	Ispucala sredina Porozna sredina u zoni isticanja vrela

Kada se dobiju navedeni faktori vrši se izračunavanje indeksa F, na osnovu kojeg se i vrši ocjena ranjivosti. Ovaj indeks se računa za svako polje u istražnom području preko jednačine u kojoj figuriraju sva četiri parametra. Svaka od klasa na koju su parametri podijeljeni ima svoju težinsku vrijednost, pri čemu najmanja vrijednost odgovara najvedoj ranjivosti.

Tabela 11.7. Vrednovanje klasa za svaki EPIK parametar

Epikarst			Zaštitni pokrivač				Infiltracioni uslovi				Karstni kanali		
E ₁	E ₂	E ₃	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	K ₁	K ₂	K ₃

Za proračun zaštitnog faktora F sa težinskim koeficijentima koristi se sledeća jednačina:

$$F = aE_i + bP_j + cI_k + dK_l$$

Gdje su **a, b, c i d** – relativni težinski koeficijenti,

E_i, P_j, I_k, K_l – linearni koeficijenti koji odgovaraju indeksu klasa (E₁=1, P₁=1, P₂=2...)

Autori metode (Döerfliger & Zwahlen, 1997) predlažu da jednačina izračunavanja zaštitnog faktora F ima sledeće težinske faktore:

$$F = 3E + P + 3I + 2K$$

Vrijednosti faktora F se nalaze u intervalu 9-24 i podijeljen je na četiri klase koje bi mogle da odgovaraju zonama sanitarne zaštite:

Tabela 11.8. Određivanje klasa zaštitnog faktora F i zona sanitarne zaštite

Površine ranjivosti	Indeks zaštite F	Zona zaštite
Veoma visoka	$F \leq 19$	S1 (neposredna zona zaštite)
Visoka	$19 < F \leq 25$	S2 (uža zona zaštite)
Srednja	$F > 25$	S3 (šira zona zaštite)
Niska	$F > 25, P=P_4, I=I_{3,4}$	Ostatak sliva

11.1.2 DRASTIC

DRASTIC metoda je razvijena od strane L. Aller 1985. godine, za potrebe Američke Agencije za zaštitu životne sredine (EPA). Ova metoda predstavlja jednu od prvih metoda za ocjenu ranjivosti podzemnih voda zasnovane na sistemu proračuna vrijednosti u tački (*Point Count Systems*). Osnovna funkcija ove metode je ocjena ponašanja zagađujuće supstance na površini zemlje u regionima većim od 40 ha, koja se infiltrira zajedno sa padavinama. Ocjena ranjivosti podzemnih voda vrši se na osnovu proračuna:

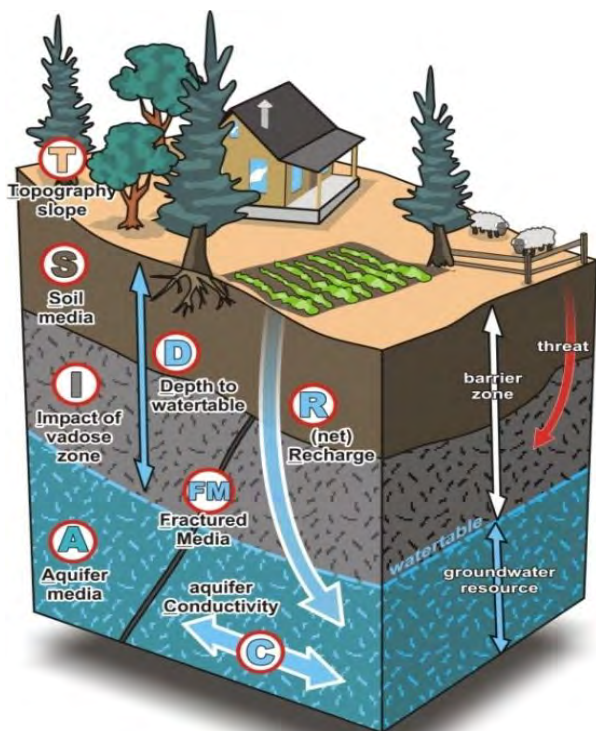
- Karakteristika izdanske i nadizdanske zone
- Nivoa podzemnih voda
- Topografije i
- Prihranjivanja izdani.

Akronim „DRASTIC” je nastao kombinacijom najznačajnijih hidrogeoloških parametara koji predisponiraju stepen prirodne zaštite podzemnih voda:

- *D* - Dubina do nivoa podzemnih voda (*Depth to the Water Table*)
- *R* - Prihranjivanje (*Net Recharge*)
- *A* - Geološka sredina u kojoj je formirana izdan (*Aquifer Media*)
- *S* - Tip zemljišta (*Soil Media*)
- *T* - Topografija (*Topography*)
- *I* - Uticaj zone aeracije (*Impacts of the Vadose Zone*)
- *C* - Koeficijent filtracije izdani (*Hydraulic*)

Osnovni nedostatak ovih parametara je taj što krajnji proračun ne uključuje parametre pukotina, pukotinskih zona i rasjeda. Iako se jednim dijelom ispucalost uključuje u okviru parametra A koji razmatra geološku sredinu u kojoj je formirana izdan, ne postoji prostorna defnicija karakteristika rasjeda i rasjednih zona, što u konačnom izostavlja ocjenu njihovog uticaja na kretanje podzemnih voda. Ovo je razlog zašto se pored navedenih parametara u zadnje vrijeme sve češće koristi modifikovana „DRASTIC-Fm“ metoda, koja uključuje i parametar Fm (Ispucalost sredine „*Fractured media*“).

Zato se pored ovih sedam parametara u posljednje vreme sve češće koristi modifikovana verzija DRASTIC metode, nazvana DRASTIC-Fm metoda (Denny et al. 2006). Ova izmjenjena metoda koristi i dodatni osmi parametar nazvan Fm parametar („*Fractured media*“ – ispucalost sredine). Ovaj parametar se definiše tako što se u obzir uzimaju tri osnovne karakteristike kojima se definiše mreža ispucalosti: orijentacija, dužina i gustina pukotina. Ova tri parametra se kombinuju u jedan parametar (Fm faktor) i njemu se u konačnom proračunu dodeljuje težinski koeficijent kao za A faktor.



Sl. 11.4. Šematski prikaz DRASTIC metode (Liggett et al. 2006)

(D - Dubina do nivoa podzemnih voda; R – Prihranjivanje; A – Geološka sredina u kojoj je formirana izdan; S - Tip zemljišta; T –Topografija; I - Uticaj zone aeracije; C -Koefficient filtracije izdani; FM – Stepen ispućalosti nadizdanske zone; barrier zone – nadizdanska zone; groundwater resource –izdan; water table – nivo podzemne vode; threat – opasnost od zagađivanja

Postoje četiri preduslova za primjenu ove metode (El-Naqa et al. 2002):

1. Zagađujuće supstance se javljaju samo na površini zemlje;
2. Zagađujuće supstance dolaze u dodir sa podzemnom vodom putem infiltracije padavina;
3. Brzina kretanja zagađujuće supstance je ista kao i brzina podzemne vode;
4. Minimalna površina za primjenu ove metode je 40 ha (0.4 km²).

Da bi se definisao svaki parametar posebno koji ulazi u proračun DRASTIC indeksa, neophodno je odrediti njihove intervale i vrijednosti koje se dodjeljuju svakom intervalu. DRASTIC je ujedno i najrasprostranjenija indeksna metoda.

Tabela 11.9.: Faktor D

Dubina do nivoa podzemnih voda (m)	Vrijednost
između 0 i 1.5	10
između 1.5 i 4.5	9
između 4.5 i 9	7
između 9 i 15	5
između 15 i 22	3
između 22 i 30	2
> 30	1

Tabela 11.10.: Faktor R

Prihranjivanje (mm)	Vrijednost
> 250	9
između 175 i 250	8
između 100 i 175	6
između 50 i 100	3
< 50	1

Tabela 11.11.: Faktor A

Sredina u kojoj je formirana izdan	Vrijednost	Srednja vrijednost
Gline i glinci, glinoviti škriljci	1-3	2
Magmatske i metamorfne stene	2-5	3
Magmatske i metamorfne stene sa pukotinama fizičkoga hemijskog raspadanja	3-5	4
Glacijalni til	4-6	5
Fliš	5-9	6
Konglomerati	4-9	6
Karbonatne tvorevine	4-9	6
Pesak i šljunak	4-9	8
Basalti	2-10	9
Karstifikovani krečnjaci	9-10	10

Tabela 11.12.: Faktor S

Tip zemljišta	Vrijednost
Tanko ili nepostojeće tlo	10
Šljunak	10
Pijesak	9
Treset	8
Gline koje se šire i skupljaju	7
Peskovita ilovača	6
Ilovača	5
Prašinasta ilovača	4
Glinovita ilovača	3
Humus	2
Gline koje se ne šire i ne skupljaju	1

Tabela 11.13.: Faktor T

Nagib terena (%)	Vrijednost
< 2	10
Između 2 i 6	9
Između 6 i 12	5
Između 12 i 18	3
> 18	1

Tabela 11.14.: Faktor I

Uticaj zone aeracije	Vrijednost	Srednja vrijednost
Lebdeća izdan u nadizdanskoj zoni	1	2
Glina, prašina	2-6	3
Magmatske i metamorfne stene	2-8	4
Laporci, škriljci	2-5	4
Krečnjaci i dolomiti	2-7	5
Peščari	4-8	6
Fliš	4-8	6
Šljunak i pesak sa značajnim sadržajem prašine i gline	4-8	6
Šljunak i pesak	6-9	8
Basalti	2-10	9
Karstifikovani krečnjaci	8-10	10

Tabela 11.15.: Faktor C

Koeficijent filtracije K (m/dan)	Vrijednost
između 0.05 i 4	1
između 4 i 12	2
između 12 i 30	4
između 30 i 40	6
između 40 i 80	8
> 80	10

DRASTIC indeks se računa primjenom sljedeće formule:

$$\text{Indeks ranjivosti} = D_r \cdot D_w + R_r \cdot R_w + A_r \cdot A_w + S_r \cdot S_w + T_r \cdot T_w + I_r \cdot I_w + C_r \cdot C_w$$

Gdje su : r – vrijednosti parametra u određenoj tački,
w – težinski koeficijent parametra.

Tabela 11.16.: Vrijednosti DRASTIC parametara

Parametar		DRASTIC	DRASTIC poljoprivreda
D	Dubina do nivoa podzemnih voda	5	5
R	Zone prihranjivanja	4	4
A	Sredina u kojoj je formirana izdan	3	3
S	Tip zemljišta	2	5
T	Topografija	1	3
I	Uticao zone aeracije	5	4
C	Hidraulička provodnost	3	2

Ukupan indeks ranjivosti, koji se u konačnom dobija primjenom DRASTIC jednačine za rezultat ima izdvojene zone sa različitim stepenom ranjivosti na zagađenje podzemnih voda.

Tabela 11.17.: Intervali za izdvajanje ranjivosti podzemnih voda

DRASTIC indeks ranjivosti	Stepen ranjivosti
< 75	Veoma niska
Između 75 i 100	Niska
Između 100 i 125	Nisko – srednja
Između 125 i 150	Srednje – visoka
Između 150 i 175	Visoka
> 175	Veoma visoka

11.2 Ocjena ranjivosti izdani na slivu

11.2.1 EPIK na slivu Cijevne

IZRADA KARTE E FAKTORA

Za određivanje E faktora korišćene su podloge:

- Geološka karta Titograd, 1:100 000
- Topografska karta Titograd, 1:25 000
- Elevacioni (DEM) 3D model terena (30x30 m rezolucije)
- Avio snimci (obrađeni Leica opreme Uprave za Nekretnine Crne Gore)

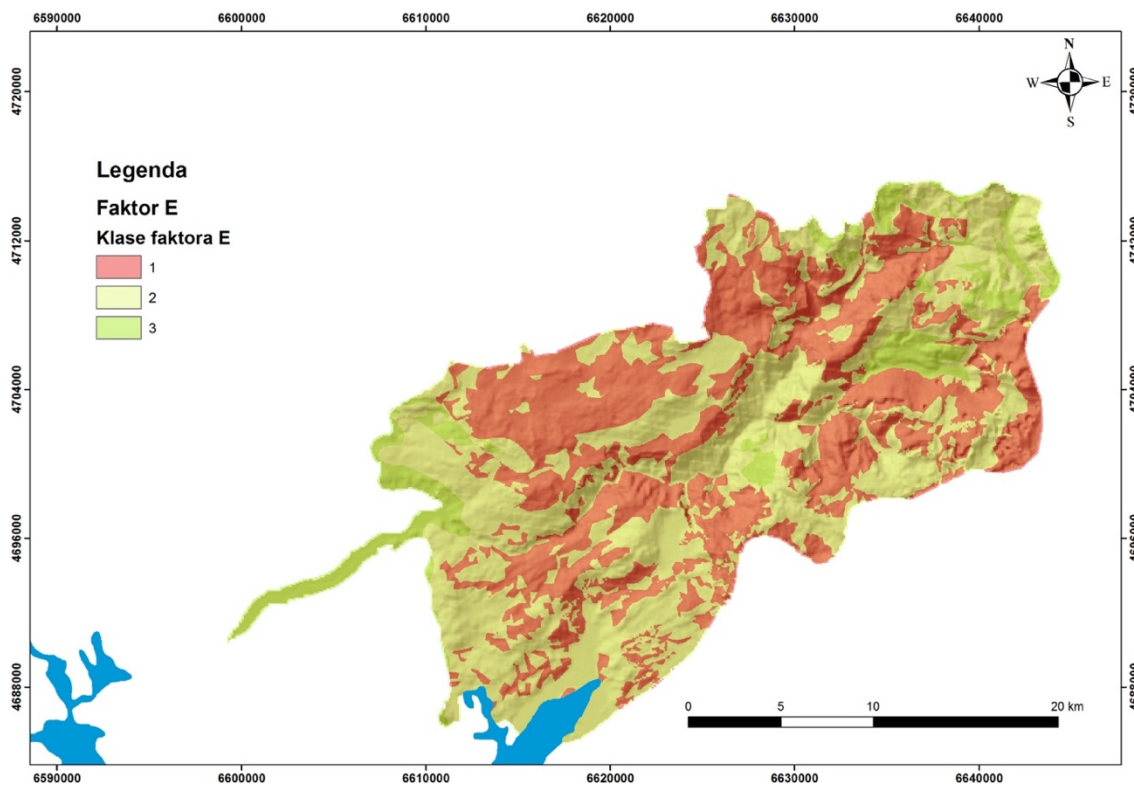
Kao prvi korak urađena je analiza geološke karte sa uporednom analizom aerofoto snimaka terena i topografske karte, na osnovu čega su izdvojeni karstni tereni svrstani u zonu E₁ (jame, vrtače ponori), nakon toga je izvršena dalja klasifikacija terena i izvajanje zona E₂ i konačno zona ostalih karstnih terena E₃.

Karta faktora E prikazana je na slici 11.5. sa koje se može vidjeti da je klasa E₁ zastupljena sa obje strane rijeke Cijevne, najrasprostranjenija na prostoru Kuča (Zatrijebač), takođe i u južnom dijelu koji se pruža ka Skadarskom jezeru i Jadranskom moru. Značajno je pomenuti izvor-ponor Traboin.



Sl. 11.5. Ponor Traboin foto (M. Blagojević, 2017)

Po autorima *EPIK* metode (Doerfliger and Zwahlen 1997), E_2 zona treba da obuhvati prelaznu zonu između područja koja su svrstana u E_1 klasu pa je zato E_2 klasa obuhvatila sve djelove terena u kojima je izdvojen karstni tip izdani, a koja nisu svrstana u E_2 klasu. Nekarstni djelovi terena pripadaju E_3 .



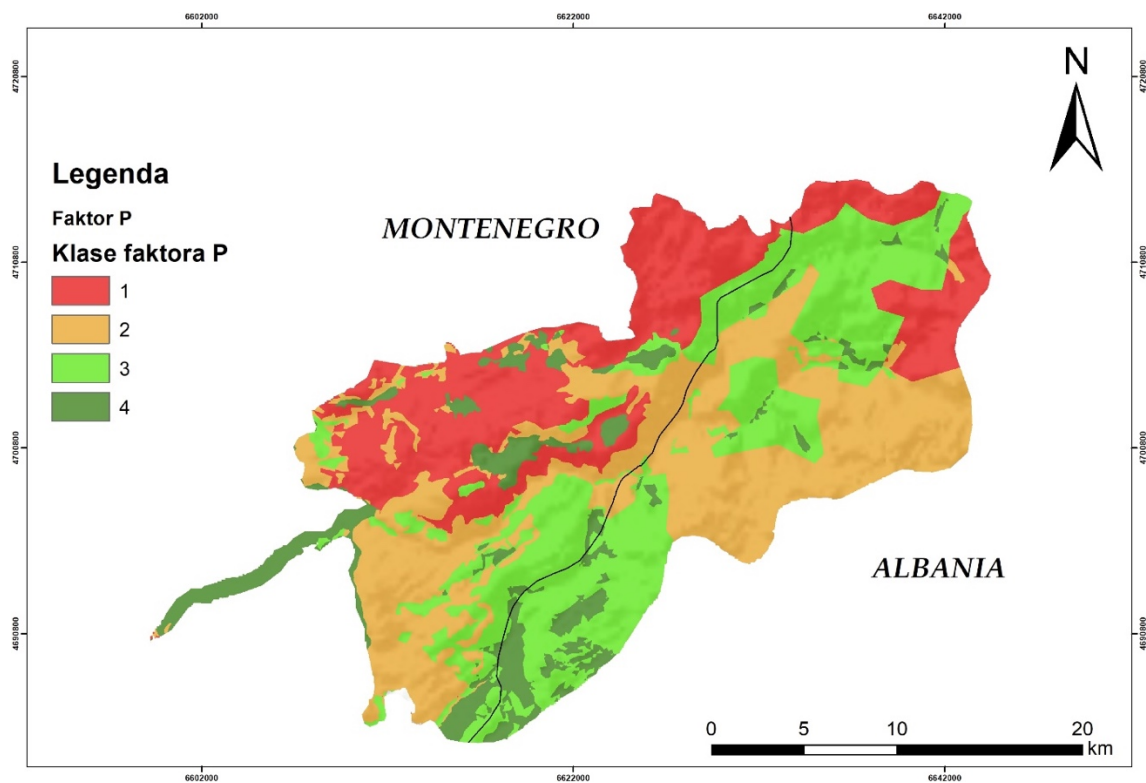
Slika 11.6. Karta faktora E

ODREĐIVANJE FAKTORA P

Određivanje faktora P na prvom mjestu uslovljeno je kvalitetnom pedološkom kartom istražnog područja. Na osnovu pedološke karte imamo pouzdane informacije o sastavu tla, vodopropusnosti tla kao i o njegovoj debljini.

Pedološka karta Crne Gore rađena je za čitavu zemlju u razmjeri 1:100 000, dok je dio sliva koji pripada Albaniji takođe bio pokriven kartama iste razmjere (podaci su preuzeti sa geoportala Albanije i direktno uvezeni u ArcGis).

Međutim, zbog pouzdanijih podataka za potrebe određivanja faktora P, koristila se podloga CORINE⁹. Važno je napomenuti da su podaci za dio sliva koji pripada Albaniji dosta siromašniji, što je bio i jedan od razloga da karta faktora P ima drugačije oblike poligona u dijelu sliva koji pripada Albaniji.



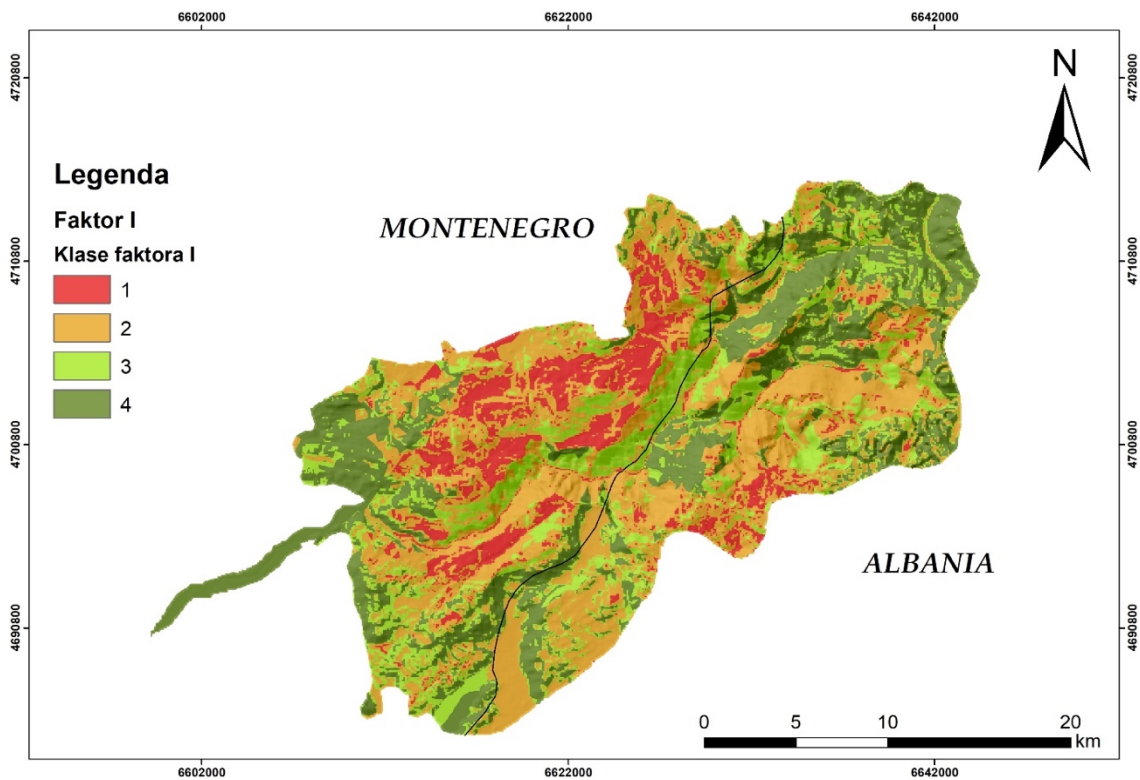
SI. 11.7. Karta faktora P

ODREĐIVANJE FAKTORA I

Određivanje faktora I iziskivalo je najviše vremena i napora, a razlog za to je potreba da se uključi što više podloga prilikom određivanja infiltracionih karakteristika istražnog područja. Prilikom procjene infiltracionih karakteristika korišćene su sledeće podloge:

- Hidrogeološka karta u razmjeri 1:100 000
- Topografske podloge u razmjeri 1:25 000
- Digitalni elevacioni model

⁹ The European Topic Centre on Land Use and Spatial Information. European Environment Agency.

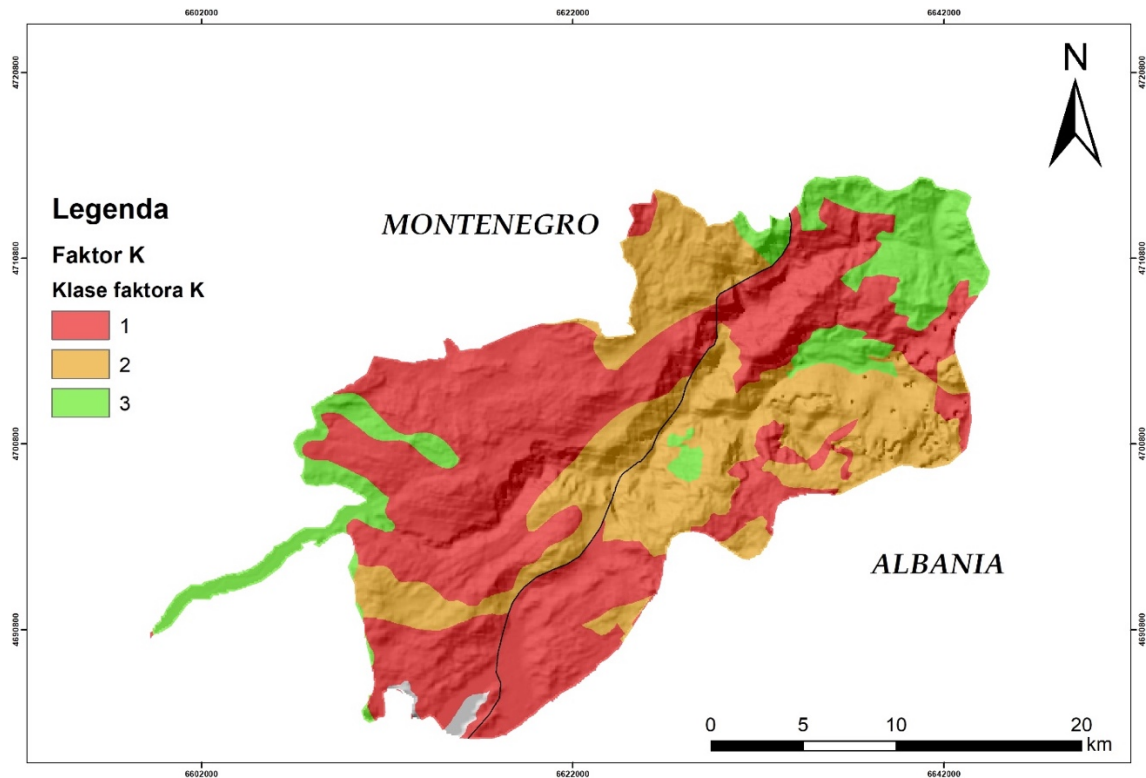


Sl. 11.8. Karta faktora I

Zone neposredno oko ponora, ponirućih potoka, kao i grupa vrtača u kojima je izražena infiltracija površinskih voda klasifikovane su kao zona I₁. Djelovi terena koji su van slivova ponora i ponirućih potoka su dalje klasifikovani:

- I₂ – obuhvata šumovita područja sa nagibom terena preko 35% i livade, pašnjake i obradiva područja sa nagibom preko 25%.
- I₃ – obuhvata šumovita područja sa nagibom terena ispod 35% i livade, pašnjaci i obradiva područja sa nagibom manjim od 25%
- I₄ – ostatak terena van slivova ponora i ponirućih potoka.

ODREĐIVANJE FAKTORA K



Sl. 11.9. Karta faktora K

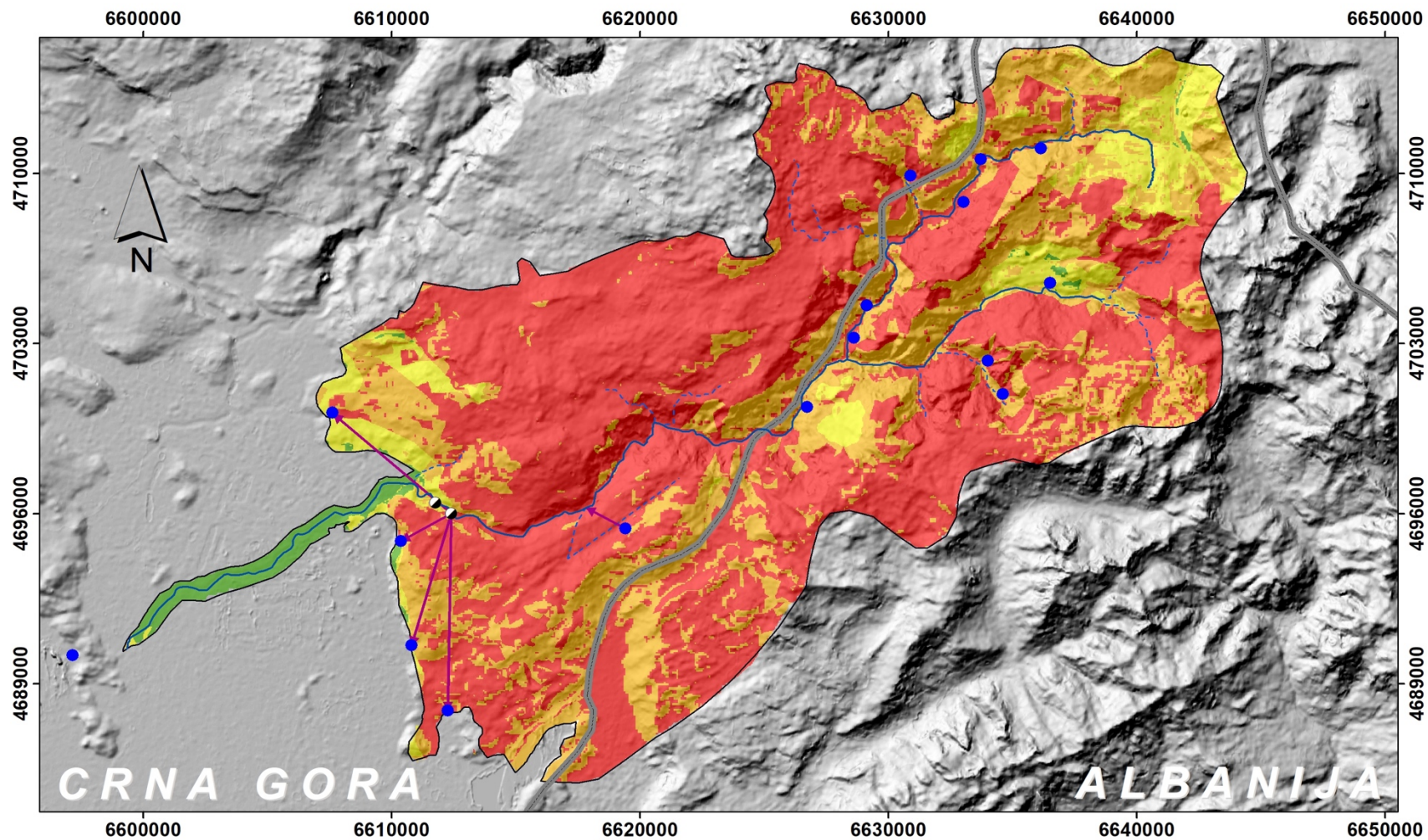
Istražno područje je podjeljeno na 3 klase: K_1 , K_2 i K_3 . Sve stijene okarakterisane gornjo krednim i jurskim sedimentima, u kojima je formirana karstna izdan svrstane su u klasu K_1 .

Izrada finalne karte ranjivosti podzemnih voda

EPIK indeks za čitavo istražno područje je proračunat kombinacijom sva četiri parametra pri čemu je korišđena standardna formula:

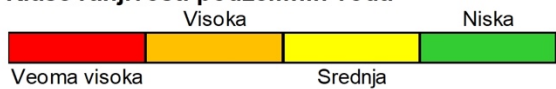
$$F = 3E + P + 3I + 2K$$

Na osnovu veličine indeksa ranjivosti izvršena je klasifikacija terena pri čemu su izdvojene 4 klase ranjivosti podzemnih voda. Dobijena karta je prikazana na slici 11.10.



Legenda

Klase ranjivosti podzemnih voda



- Ponori
- Izvori
- Rijeka Cijevna
- Pravci kretanja pv
- Državna granica
- ⊂ Sliv rijeke Cijevne

Sl. 11.10. Karta ranjivosti pozemnih voda dobijena metodom EPIK

Sliv rijeke Cijevne – Klase ranjivosti			
	Klasa	km ²	%
Niska ranjivost	F>25, P=P4, I=3,4	27,8	4
Srednja ranjivost	F>25	34,75	5
Visoka ranjivost	19<F≤25	271	39
Veoma visoka ranjivost	F≤19	361	52

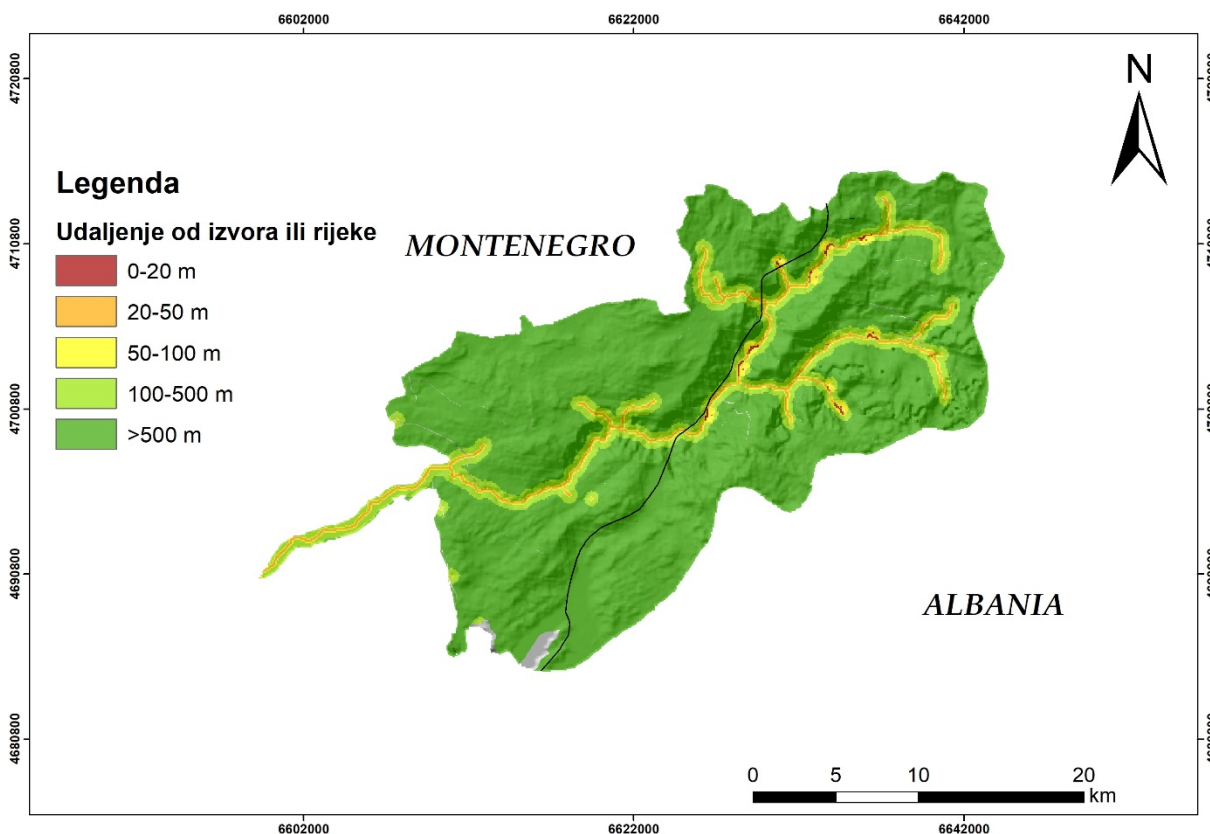
11.2.2 DRASTIC na slivu Cijevne

Određivanje faktora D

Određivanje factor D zapravo predstavlja vremenski period koji je potreban zagađivaču da dođe do izdani. Što je veća dubina do nivoa podzemnih voda to je više potrebno zagađivaču da dođe do vode, što implicira na mogućnost smanjenja koncentracije zagađivača.

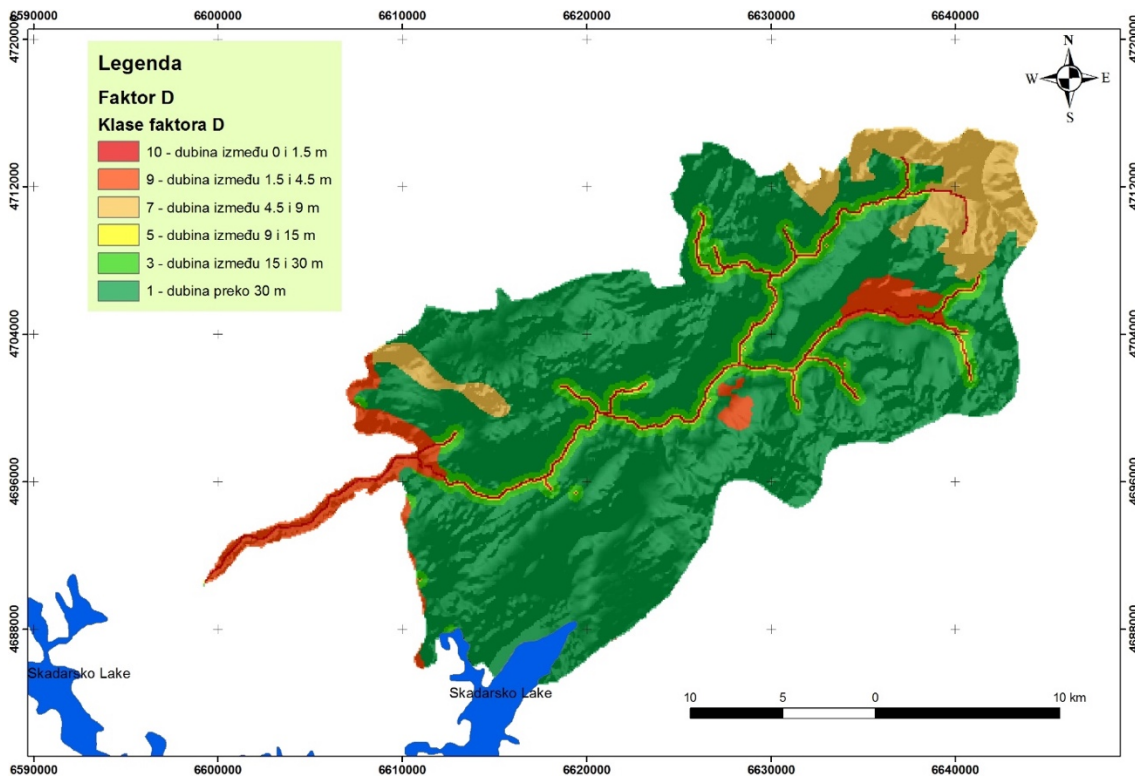
Kombinacijom karte vodnih objekata razmjere 1:50 000, korelisanom topografskom kartom razmjere 1:25 000, i hidrogeološke karte lista Titograd i hidrogeološke karte Albanije razmjere 1:100 000 urađena je karta faktora D.

Glavni faktori koji utiču na dubinu do nivoa podzemnih voda su hidrogeološke karakteristike terena sa jedne strane i blizina vodnih objekata i rijeka sa druge strane. Na osnovu karte vodnih objekata prvo je urađena karta koja pokazuje kolika je određena tačka na terenu udaljena od nekog izvora ili rijeke (Slika 11.11.).



Sl. 11.11. Karta udaljenja od izvora, rijeka i jezera

Kombinujući ovu kartu sa hidrogeološkom kartom sliva rijeke Cijevne, dobijen je faktor D (slika 11.12.).



Sl. 11.12. Karta faktora D

Određivanje faktora R

Faktor R predstavlja količinu vode koja se infiltrira kroz površinski sloj i dolazi do akvifera. Prilikom padavina sav potencijalni zagađujući material sa površine terena može da se infiltrira i transportuje u podzemlje, što definitivno predstavlja jedan od značajnih parametara prilikom ocjene ranjivosti podzemnih voda.

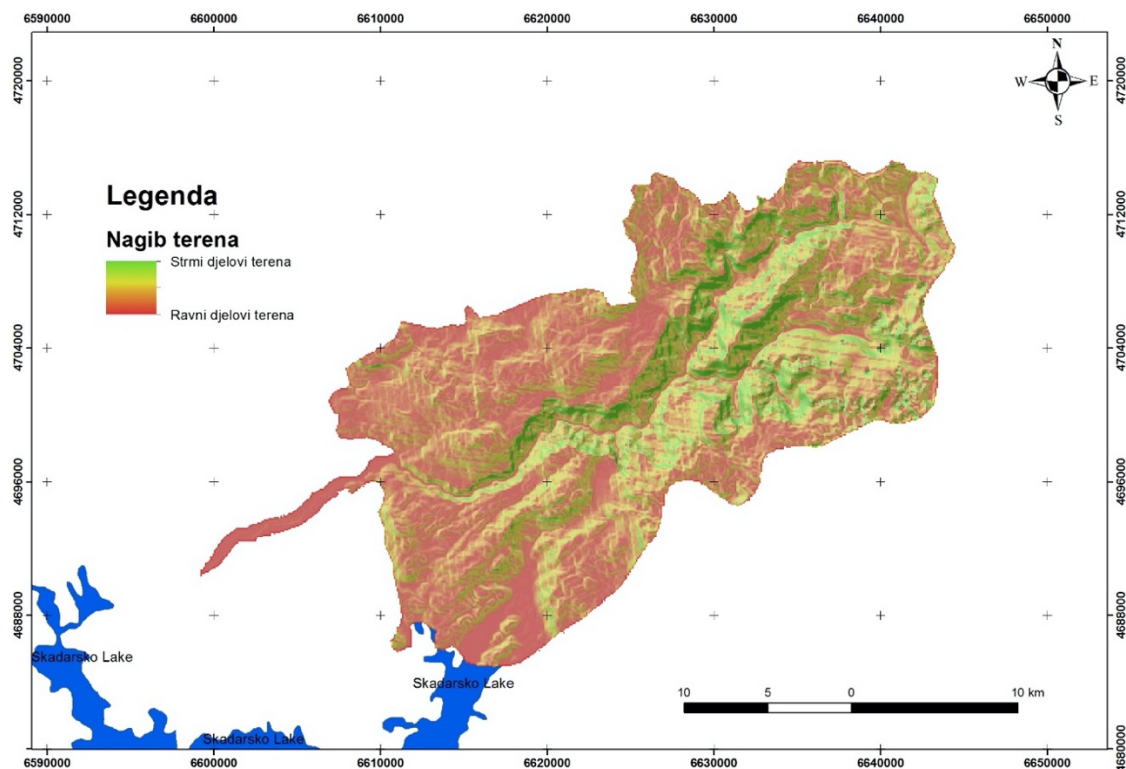
Ranjivost se povećava sa količinom vode koja se infiltrira u podzemlje, ali samo u zonama gdje su koncentracije zagađivača procjenjene kao potencijalno rizične.

Prilikom određivanja ovog faktora korišćene su sledeće podloge:

1. Oleata padavina
2. Oleata nagiba terena (odrađena *Slope* analizom terena)
3. Oleata pedoloških karakteristika zemljišta (dobijena na osnovu pedološke karte¹⁰)

Nagib terena je urađen pomoću alata **Slope**, na osnovu DEM modela sliva rijeke Cijevne (slika 11.13.).

¹⁰ Zbog deficita podataka dijela sliva koji pripada Albaniji, koristili su se podaci FAO pedološke karte za Evropu



Sl. 11.13. Karta nagiba terena sliva rijeke Cijevne

Karta terena je klasifikovana na 4 klase i to:

Tabela 11.18.: Klase terena

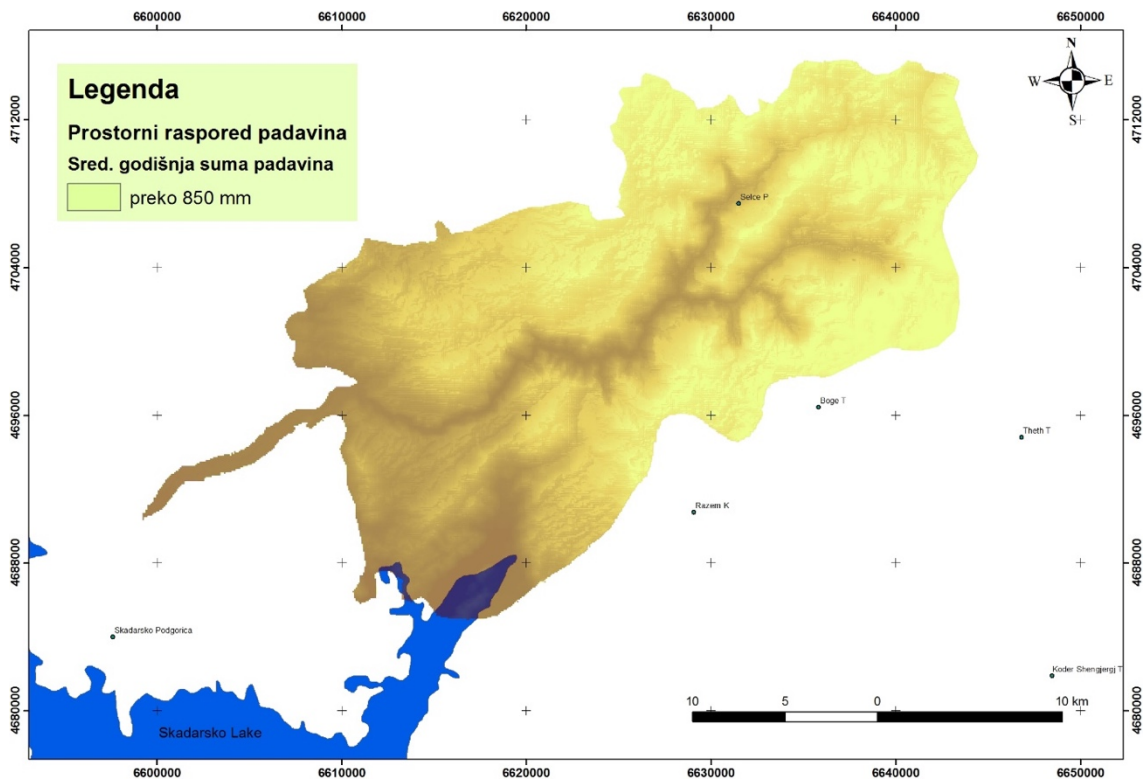
Nagib terena %	Vrijednost
<2	4
Između 2 i 10	3
Između 10 i 18	2
>18	1

Oleata padavina dobijena je interpolacijom rezultata srednje višegodišnjih padavina zabilježnih na kišomjernim stanicama u slivu Cijevne¹¹. Kao rezultat sublimiranih padavinskih podataka i njihovom interpolacijom dobijena je karta koja pripada klasi 4, sa padavinama preko 850 mm godišnje.

Tabela 11.19.: Ocena i rangiranje karte godišnjih padavina za potrebe proračuna veličine prihranjivanja - faktora R (Piscopo 2001) (V. Živanović, 2011)

Padavine (mm)	Vrijednost
>850	4
700-850	3
500-700	2
<500	1

¹¹ Podaci za dio sliva Cijevne koji pripada Albaniji su preuzeti sa projekta Svjetske Banke „Drin River Basin Management Plan“

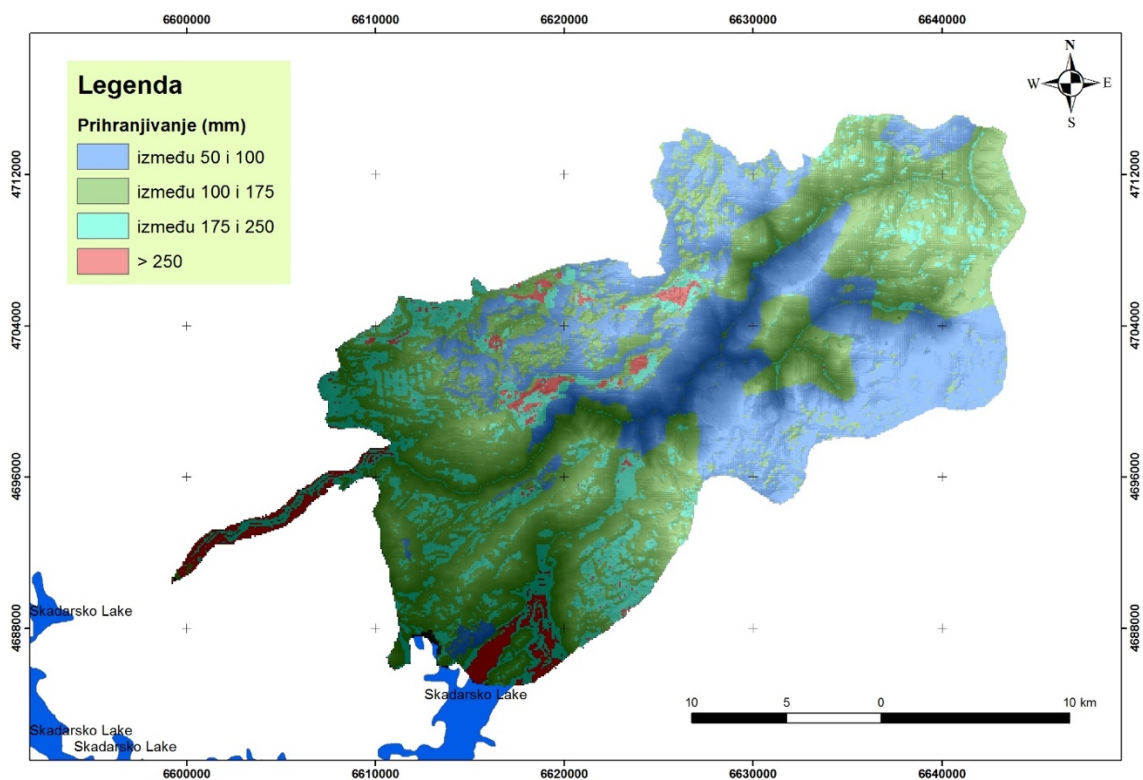


Sl. 11.14. Karta prostornog rasporeda padavina

Oleata sastava zemljišta urađena je na osnovu pedoloških karakteristika tla. Pedološka karta je zatim omogućila klasifikovanje tla u 5 kategorija.

Konačno vrijednost prihranjivanja je dobijena sabiranjem prethodno dobijenih karata :
 Faktor R = Karta nagiba terena + Karta padavina + Karta pedoloških karakteristika zemljišta.

Karta faktora R prikazana je na slici 11.15.



Sl. 11.15. Karta faktora R

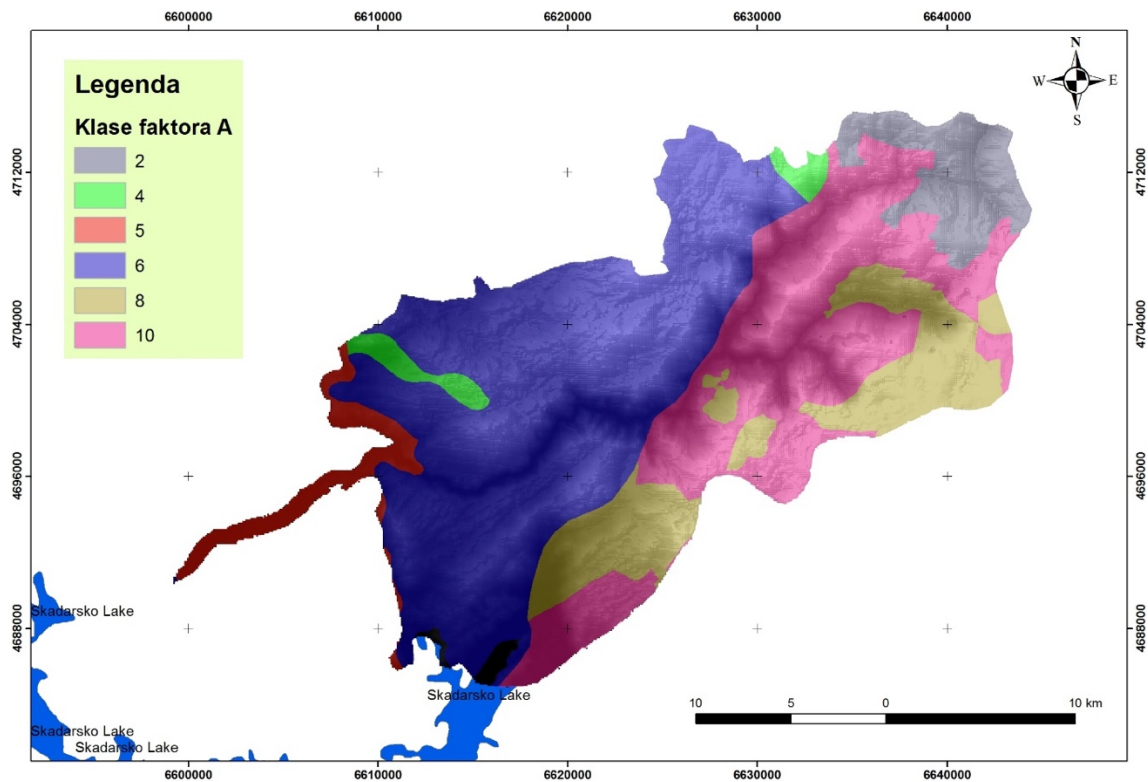
Određivanje faktora A

Faktor A predstavlja konsolidovane i nekonsolidovane stijene kroz koje voda cirkuliše. Tako svaka sredina u kojoj je formirana izdan ima svoje specifičnosti i način na koji utiče na tok podzemne vode. Prilikom izrade karte ranjivosti ove specifičnosti se koriste na način da se uslovi sredine pod kojima se kreću podzemne vode, definišu kao potencijalna opasnost po rasprostranjenje zagađujućih materija ili kao barijera njihovom dopiranjem do podzemnih voda.

Vrijednosti faktora A za sliv Cijevne prikazane su u tabeli 11.20.

Tabela 11.20.: Vrijednosti faktora A za stijene na teritoriji sliva rijeke Cijevne

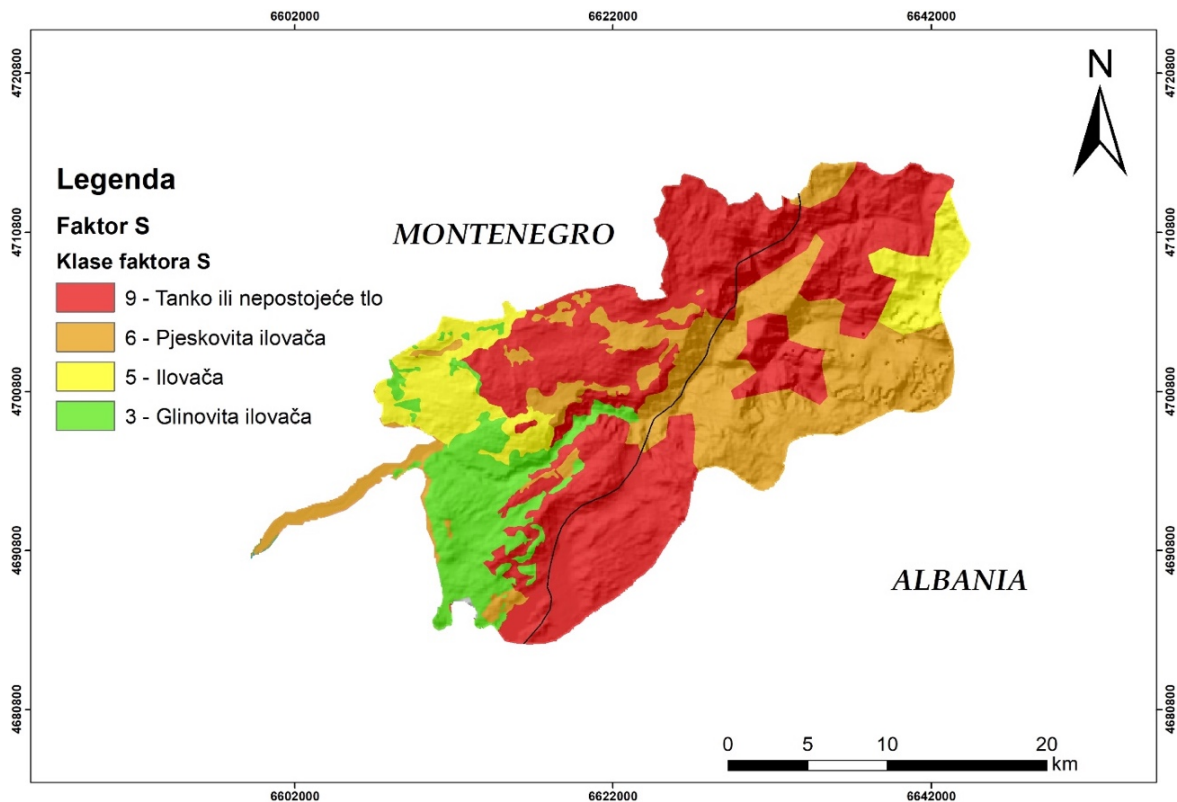
Geološka sredina u kojoj je formirana izdan	Oznaka	Sredna vrijednost
Aluvijalno-proluvijalni sedimenti. pleistocen-holocen	al	8
Dolomiti, dolomitični krečnjaci	K ₂	10
Glaciofluvijalni sedimenti	glf	8
Krečnjaci sa fosilima, krečnjaci, konglomerati , senon	K ₂ ³	10
Krečnjaci sa hidrozoama, koralima i algama i silikatnim sočivima i slojevima, kimeridž	J ₂ ³	10
Krečnjaci, dolomiti, baremski kat	K ₁ ³	10
Krečnjaci, dolomiti, titon	J ₃ ³	10
Krečnjaci, krečnjaci sa fosilima, albanski-cenoman	K ₁ ²	10
Krečnjaci, oolitični krečnjaci, srednja-gornja jura	J _{2,3}	10
Laporotivi krečnjaci, fliš kreda-paleogen	K, Pg	3
Sprudni, masivni i stratifikovani krečnjaci	J,K	10
Dolomiti, dolomitični krečnjaci, gornji trijas	T ₃	10
Stratifikovani dolomiti i krečnjaci	J _{2,3}	10



Sl. 11.16. Karta faktora A

Određivanje faktora S

Određivanje ovog faktora uslovljavaju pouzdane pedološke karte. Što se tiče Crne Gore korišćene su pedološke karte razmjere 1:100 000, međutim za albanski dio sliva korišćene su karte rađene za potrebe FAO izvještaja za Evropski kontinent razmjere 1:500 000 (slika 11.17).



Sl. 11.17. Karta faktora S

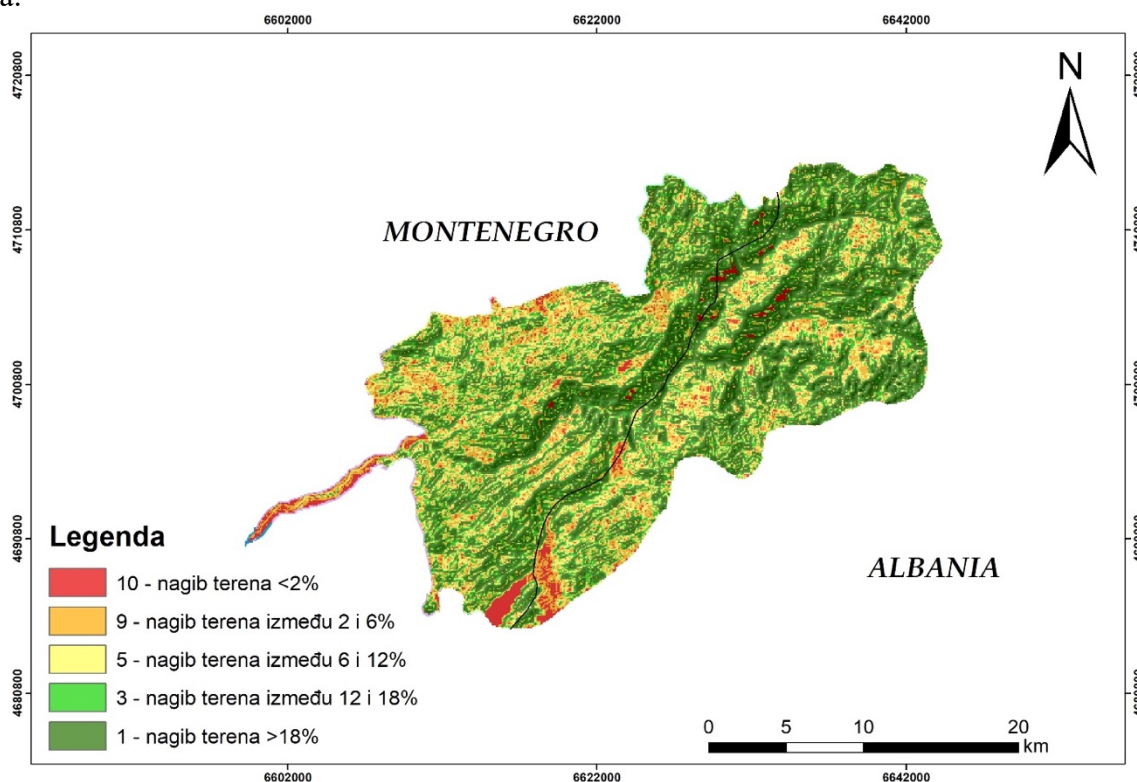
Nedostatak podataka za Albaniju je jasno vidljiv na karti faktora S, jer poligoni dobijeni konačnim određivanjem ovog faktora ukazuju na veoma sitnu razmjernu korišćenih karata.

Određivanje faktora T

Određivanje ovog faktora se zapravo odnosi na definisanje topografije terena (nagib i promjene u nagibu na reljefnim površinama). Ovaj faktor ukazuje na dvije mogućnosti i to:

1. Ukoliko se radi o površinama sa manjim nagibom, onda se otvara mogućnost da se zagađivač infiltrira, tj. kada su u pitanju nagibi terena manji od 2%, brzina površinskih oticaja je veoma mala što pogoduje infiltraciji i evapotranspiraciji
2. Ukoliko su u pitanju površine sa većim nagibom, onda je i rizik za infiltraciju zagađivača manji, tj. kod terena sa nagibom preko 18 % kiše veoma lako ispiraju i odnose velike količine zagađivača.

Koristeći Slope analizu terena na osnovu DEM modela, dobijen je model za sliv Cijevne površine 645 km² u razmjeri 1:25 000. Prethodno za potrebe određivanja R faktora je urađena karta nagiba terena.



Sl. 11.18. Karta faktora T

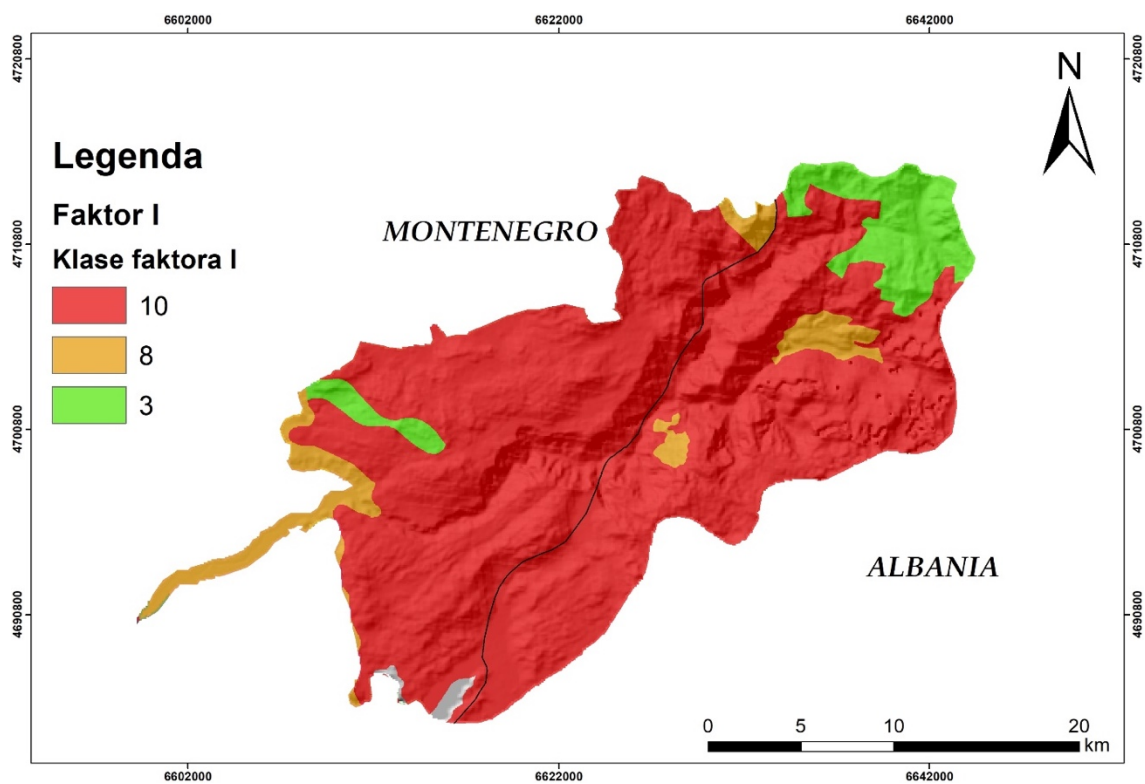
Određivanje faktora I

Određivanje faktora I zavisi od strukture, mineralnog i organskog sastava nezasićene zone. Parametar I za sliv Cijevne je definisan opisanim postupkom na osnovu karakteristika stijena koje se javljaju u nadzidanskoj zoni sliva rijeke Cijevne.

Tabela 11.21. Vrijednosti faktora za stijene na području sliva rijeke Cijevne

Geološka sredina u kojoj je formirana izdan	Oznaka	Srednja vrijednost
Laporotivi krečnjaci, fliš kreda-paleogen	K, Pg	3
Aluvijalno-proluvijalni sedimenti. pleistocen-holocen	al	8
Glaciofluvijalni sedimenti	glf	8
Dolomiti, dolomitični krečnjaci	K ₂	10
Dolomiti, dolomitični krečnjaci, gornji trijas	T ₃	10
Krečnjaci sa fosilima, krečnjaci, konglomerati, senon	K ₂ ³	10
Krečnjaci sa hidrozoama, koralima i algama i silikatnim sočivima i slojevima, kimeridž	J ₂ ³	10
Krečnjaci, dolomiti, baremski kat	K ₁ ³	10
Krečnjaci, dolomiti, titon	J ₃ ³	10
Krečnjaci, krečnjaci sa fosilima, albanski-cenoman	K ₁ ²	10
Krečnjaci, oolitični krečnjaci, srednja-gornja jura	J _{2,3}	10
Sprudni, masivni i stratifikovani krečnjaci	J,K	10
Stratifikovani dolomiti i krečnjaci	J _{2,3}	10

Karta faktora I prikazana je na slici 11.19.



Sl. 11.19. Karta faktora I

Određivanje faktora C

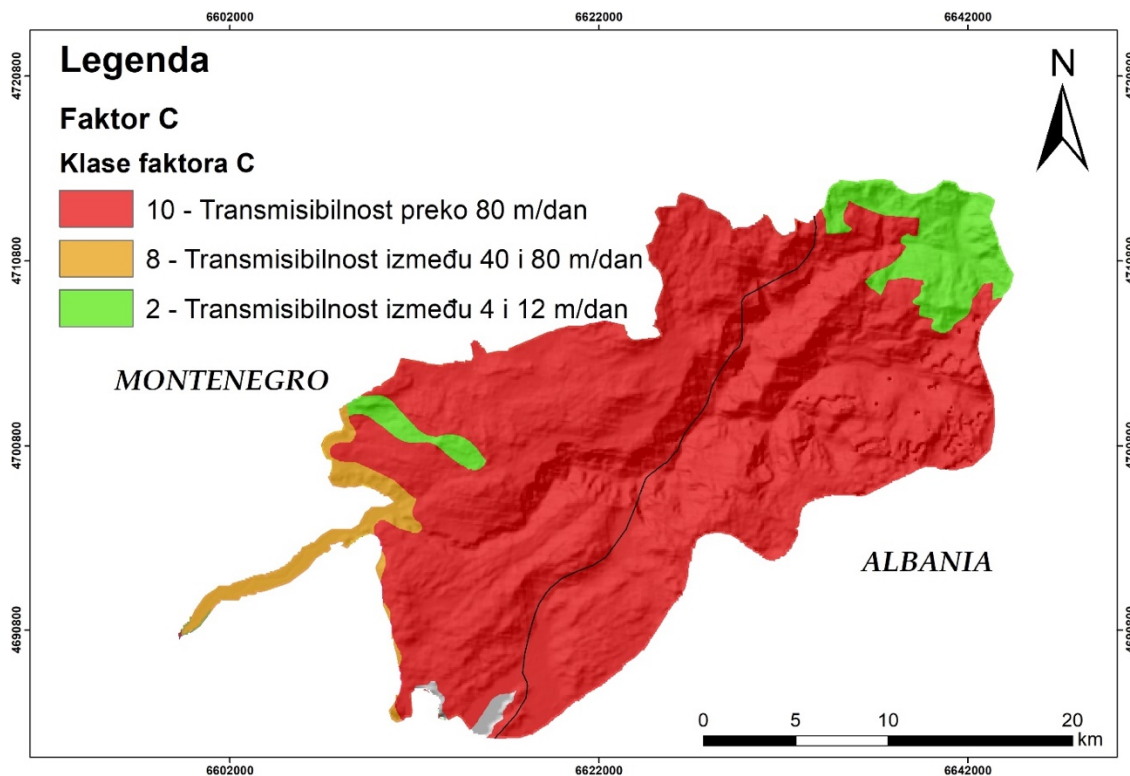
Veličina brzine kretanja podzemnih voda u izdanskoj zoni definiše faktor C. Kao što je već prethodno rečeno, ograničenost podacima i istraživanjima u ovom slivu uslovile su da je ovaj faktor određen na osnovu procenjene vrijednosti transmisibilnosti prema dijagramu Heath-a¹².

Tabela 11.22. Vrijednosti faktora C na području sliva rijeke Cijevne

Geološka sredina u kojoj je formirana izdan	Oznaka	Sredna vrijednost
Aluvijalno-proluvijalni sedimenti. pleistocen-holocen	al	10
Dolomiti, dolomitični krečnjaci	K ₂	10
Dolomiti, dolomitični krečnjaci, gornji trijas	T ₃	10
Glaciofluvijalni sedimenti	glf	8
Krečnjaci sa fosilima, krečnjaci, konglomerati, senon	K ₂ ³	10
Krečnjaci sa hidrozoama, koralima i algama i silikatnim sočivima i slojevima, kimeridž	J ₂ ³	10
Krečnjaci, dolomiti, baremski kat	K ₁ ³	10
Krečnjaci, dolomiti, titon	J ₃ ³	10
Krečnjaci, krečnjaci sa fosilima, albanski-cenoman	K ₁ ²	10
Krečnjaci, oolitični krečnjaci, srednja-gornja jura	J _{2,3}	10
Laporotivi krečnjaci, fliš kreda-paleogen	K, Pg	2
Sprudni, masivni i stratifikovani krečnjaci	J,K	10
Stratifikovani dolomiti i krečnjaci	J _{2,3}	10

Faktor C je prikazan na slici 11.20.

¹² Garsia-Barbon [ed.] 2004



Sl. 11.20. Karta faktora C

Izrada finalne karte ranjivosti podzemnih voda

DRASTIC indeks se računa primjenom sljedeće formule:

$$\text{Indeks ranjivosti} = D_r \cdot D_w + R_r \cdot R_w + A_r \cdot A_w + S_r \cdot S_w + T_r \cdot T_w + I_r \cdot I_w + C_r \cdot C_w$$

Gdje su : r – vrijednosti parametra u određenoj tački,
w – težinski koeficijent parametra.

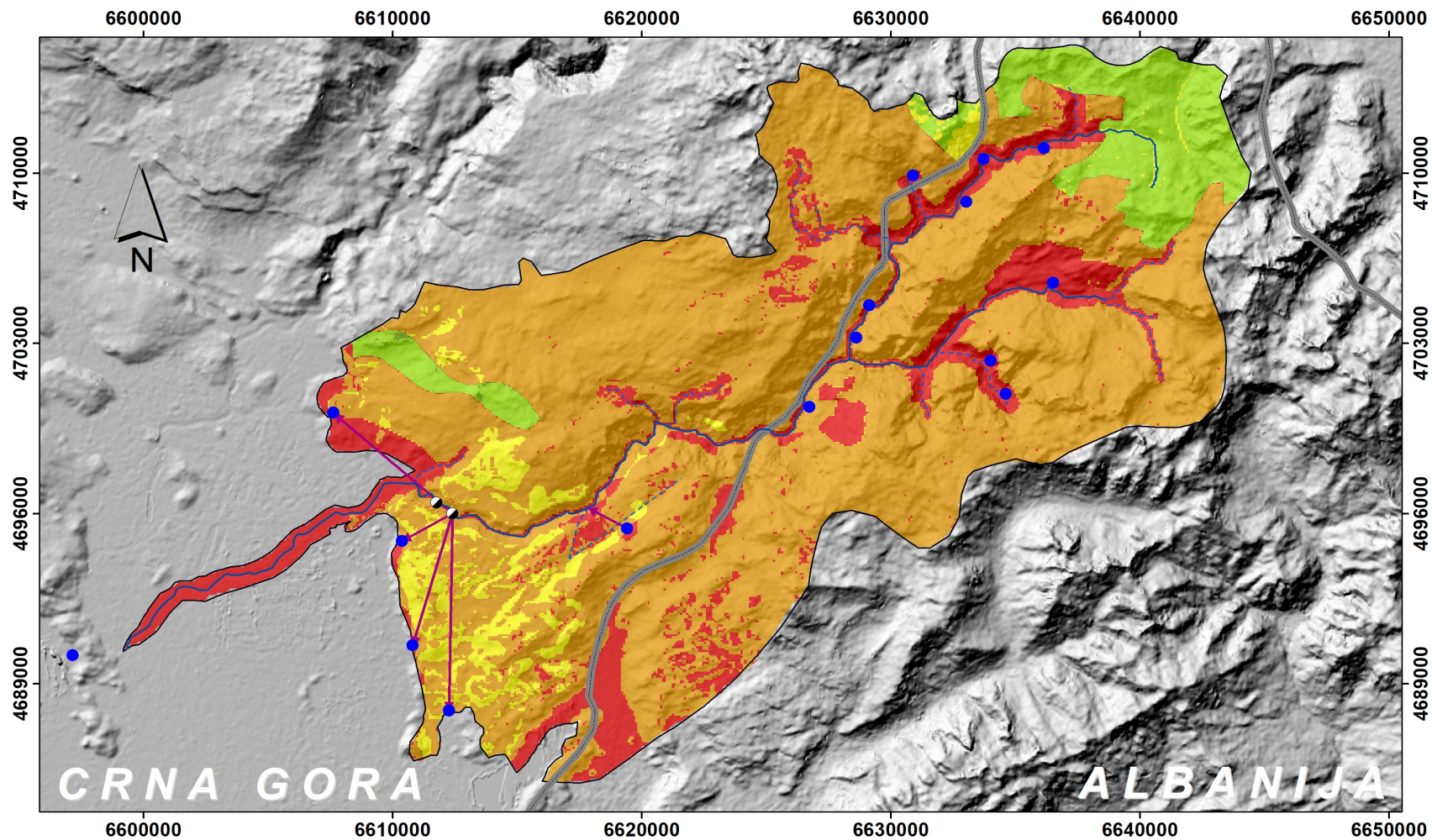
Određene vrijednosti za DRASTIC parametre

Ukupan indeks ranjivosti, koji se u konačnom dobija primjenom DRASTIC jednačine za rezultat ima izdvojene zone sa različitim stepenom ranjivosti na zagađenje podzemnih voda.

Tabela 11.23.: Intervali za izdvajanje ranjivosti podzemnih voda

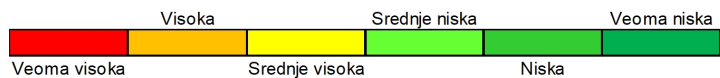
DRASTIC indeks ranjivosti	Stepen ranjivosti
< 75	Veoma niska
Između 75 i 100	Niska
Između 100 i 125	Nisko – srednja
Između 125 i 150	Srednje – visoka
Između 150 i 175	Visoka
> 175	Veoma visoka

Finalna karta dobijena metodom DRASTIC prikazana je na slici 11.21.



Legenda

Klase ranjivosti podzemnih voda



- Ponori ● Izvori — Rijeka Cijevna — Pravci kretanja pv — Državna granica S Sliv rijeke Cijevne

Sl. 11.21. Karta ranjivosti dobijena DRASTIC metodom

Konačna karta prikazana na slici 11.21., prikazuje svih 6 klasa na području sliva rijeke Cijevne. Zone definisane kao *Veoma visoka ranjivost*, rezultat su težinskih koeficijenata faktora A, S, I i C. Međutim, imamo zone određenih izvora (Vitoja, Krvenica, Traboin) koja se nalaze u zoni *Srednje visoke* do *Visoke ranjivosti*, na šta je imao uticaj faktor D (dubina do nivoa podzemnih voda).

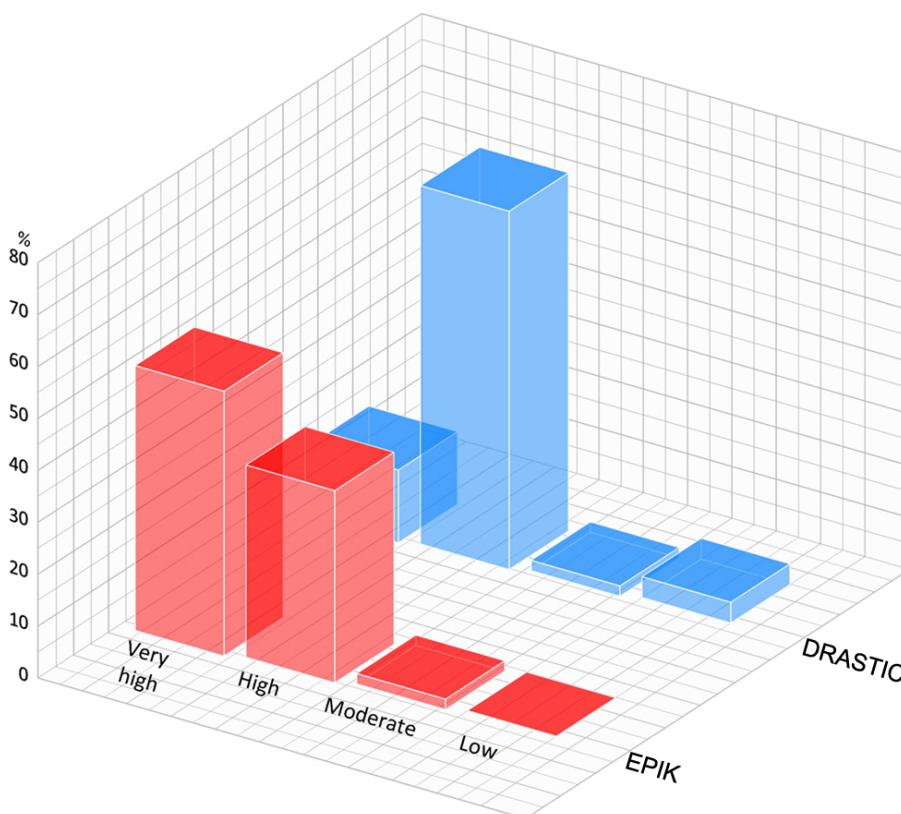
Sliv rijeke Cijevne – Klase ranjivosti			
	Klasa	km ²	%
Veoma niska ranjivost	62 - 75	4,86	0,7
Niska ranjivost	75 -100	55,6	8
Srednje niska ranjivost	100 - 125	27,8	5
Srednje visoka ranjivost	125 - 150	2,1	0,3
Visoka ranjivost	150 - 175	493,45	71
Veoma visoka ranjivost	175 - 275	104,25	15

11.3 Uporedna analiza dobijenih rezultata primjene metoda za ocjenu ranjivosti

Ocjena ranjivosti podzemnih voda na prekograničnom slivu rijeke Cijevne, urađena je primjenom dvije metode EPIK i DRASTIC.

Uporednom analizom dobijenih rezultata ove dvije metode najveći dio terena je Visoke do Veoma visoke ranjivosti, što je i realna slika uzimajući u obzir da je skoro 80% sliva izgrađuju karbonatne stijene.

Primjenom EPIK i DRASTIC metode vidimo da rasprostranjenost karsta direktno utiče na stepen ranjivosti podzemnih voda. Najveće površine sliva prema DRASTIC metodi zauzimaju zone *visoke ranjivosti*, dok kod EPIK metode najzastupljenije su zone *veoma visoke ranjivosti* (slika 11.22.).



Sl. 11.22. Komparativni dijagram koji pokazuje procentualnu zastupljenost klasa ranjivosti podzemnih voda dobijenih primjenom metoda EPIK i DRASTIC (Blagojević et al., 2020)

Parametri koji su korišćeni pri ocjeni ranjivosti podzemnih voda prekograničnog sliva rijeke Cijevne, primjenom metoda EPIK i DRASTIC prikazani su u tabeli 11.24.

Tabela 11.24. Parametri koji su korišćeni za ocjenu ranjivosti prekograničnog sliva rijeke Cijevne

<i>PARAMETAR/METOD</i>	<i>EPIK</i>	<i>DRASTIC</i>
<i>Dubina do NPV</i>	-	✓
<i>Nagib terena</i>	✓	✓
<i>Tlo (debljina)</i>	✓	-
<i>Tlo (tekstura i sastav)</i>	-	✓
<i>Tlo (efektivna vlažnost)</i>	-	-
<i>Veza izdani sa površinskim vodama</i>	✓	-
<i>Geomorfološke karakteristike</i>	✓	-
<i>Epikarst</i>	✓	-
<i>Prihranjivanje izdani</i>	✓ ^a	✓
<i>Karakteristike stijena u nadizdanskoj zoni</i>	-	✓
<i>Hidrogeološke karakteristike nadizdanske zone</i>	✓ ^b	✓
<i>Hidrodinamičke karakteristike izdani</i>	-	-
<i>Koeficijent filtracije</i>	-	✓
<i>Vegetacija</i>	✓	-
<i>Padavine</i>	-	✓ ^a

a djelimično; **b** samo karakteristične karstne izdani (K);

Obje metode uzimaju u obzir nagib terena, pedološke karakteristike tla u različitoj mjeri, DRASTIC analizira teksturu i sastav tla, dok EPIK uzima u obzir debljinu tla. DRASTIC analizira dubinu do nivoa voda, dok EPIK ne koristi ovaj parametar.

EPIK metoda analizira geomorfološke karakteristike terena, dok DRASTIC metoda ne tretira ovaj parametar.

Kada je u pitanju prihranjivanje DRASTIC uzima u obzir kvantitativnu komponentu ovog parametra (oleata padavina, prilikom određivanja faktora R), dok EPIK tretira parametre koji utiču na karakter prihranjivanja (nagi, tlo, vegetacija).

Za razliku od EPIK metode DRASTIC analizira hidrodinamičke karakteristike, određujući koeficijent filtracije izdanske zone, prilikom određivanja faktora C.

Iz svega navedenog možemo zaključiti da za primjenu ove dvije metode nije potreban veliki dijapazon podataka, već se sa osnovnim podacima mogu pripremiti osnovne karte ranjivosti.

Uprkos nekim razlikama u rezultatima dobijenim ovim dvjema metodama, postignut je glavni cilj identifikacije zona sa velikom i veoma velikom ranjivošću. Činjenica da su skoro svi izvori i ponori

u obje zemlje locirani u zonama ranjivosti „visoke“ i „veoma visoke“ je posebno važna sa aspekta daljeg ekološkog unaprijeđenja sistema (Blagojević et. al., 2019).

11.4 Predlog metodologije ocjene pritiska na vodne resurse na slivu

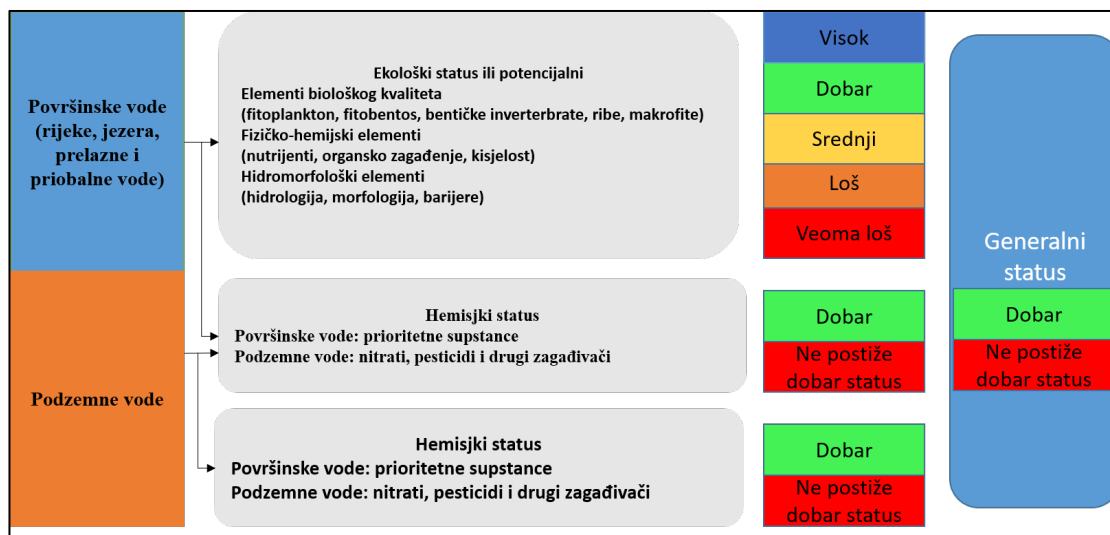
Ocjena pritiska na vodne resurse predstavlja jednu od osnovnih komponenti za očuvanje vodnih tijela i unaprijeđenje njihovog stanja.

Činjenica da vodotok od svog izvora pa do ušća, zajedno sa pripadajućim podzemnim vodnim tijelima, nema isti režim tj. status, ni po pogledu kvaliteta ni kvantiteta, što je uzrokovano prirodnim karakteristikama terena i uticajima prirodnih činilaca, jeste faktor koji može da se shvati kao prirodni ciklus i to je nešto što je u konačnom i prirodna konstanta.

Međutim, kada govorimo o antropogenim uticajima, koji se svrstavaju u pritiske na površinske i podzemne vode, odnosno vodna tijela, jeste nešto što ubrzava proces degradacije vodnih resursa i ne omogućava dostizanje dobrog statusa voda, što je osnovni cilj EU Okvirne direktive o vodama, kao ključnog pravnog dokumenta za upravljanje vodnim resursima.

Prema poslednjem izvještaju Evropske Agencije za zaštitu životne sredine, predstavljena je analiza površinskih i podzemnih vodnih tijela, koja ukazuje da se najvećim dijelom vodnih tijela u Evropi upravlja u skladu sa Okvirnom direktivom o vodama.

Kada je u pitanju status podzemnih vodnih tijela, rezultati su ohrabrujući, naime oko 74% površine izdvojenih vodnih tijela na nivou Evropske Unije je dostiglo dobar hemijski status, dok je čak 89% površine izdvojenih vodnih tijela dostiglo dobar kvantitativni status.

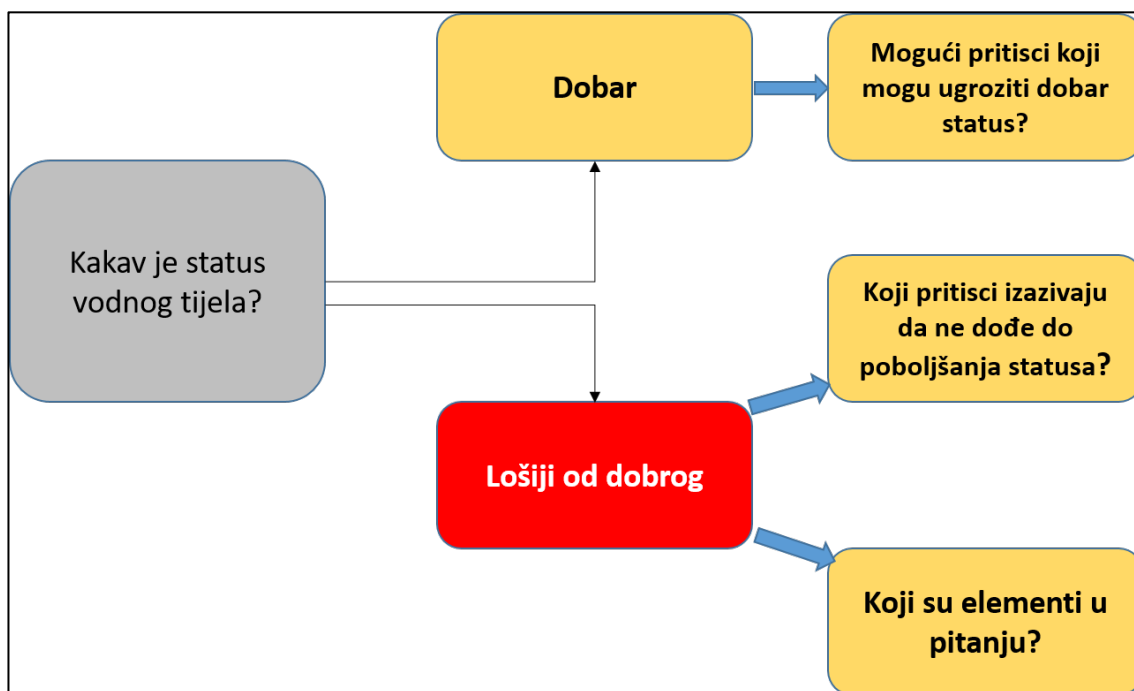


SI. 11.23. Metodologija ocjene statusa vodnih tijela (površinskih i podzemnih) prema Okvirnoj direktivi o vodama

Definisanje statusa vodnih tijela bazirano je isključivo na višegodišnjem monitoringu voda, koje se isključivo radi u skladu sa Okvirnom direktivom o vodama, tj. sa EQS Direktivom koja daje detaljno uputstvo o određivanju statusa voda. EQS Direktivom 2008/105/EC, ili Direktiva o standardima kvaliteta voda.

Određivanje pritiska vodnih tijela je osnov za dalje upravljanje vodama, tako da se prilikom detaljnog proučavanja predloženih metodologija i modela određivanja pritiska od strane Direktiva,

nije moglo vidjeti da se vodna tijela koja trenutno imaju dobar status mogu da se u budućnosti zaštite kroz analizu budućih pritisaka (slika 11.24.).



Sl. 11.24. Modifikovani dijagram povezanosti statusa vodnih tijela i pritisaka

Korišćenjem ovog modela ćemo u nastavku prikazati na primjeru prekograničnog vodotoka Cijevne i omogućiti da se pravilno definiše sadašnje stanje po pitanju pritisaka i buduće, sa mogućim pritiscima koji mogu ugroziti trenutni status vodnih tijela.

11.5 Ocjena stanja i pritisaka na površinske i podzemne vodne resurse

Za potrebe definisanja statusa voda, na rijeci Cijevni vršen je kontinuirani monitoring kvaliteta na dva mjesta i to, na mjestu gdje je postojala h.s. Trgaj i na Ušću lokalitetu prije ušća Cijevne u Moraču (slika 11.25.).



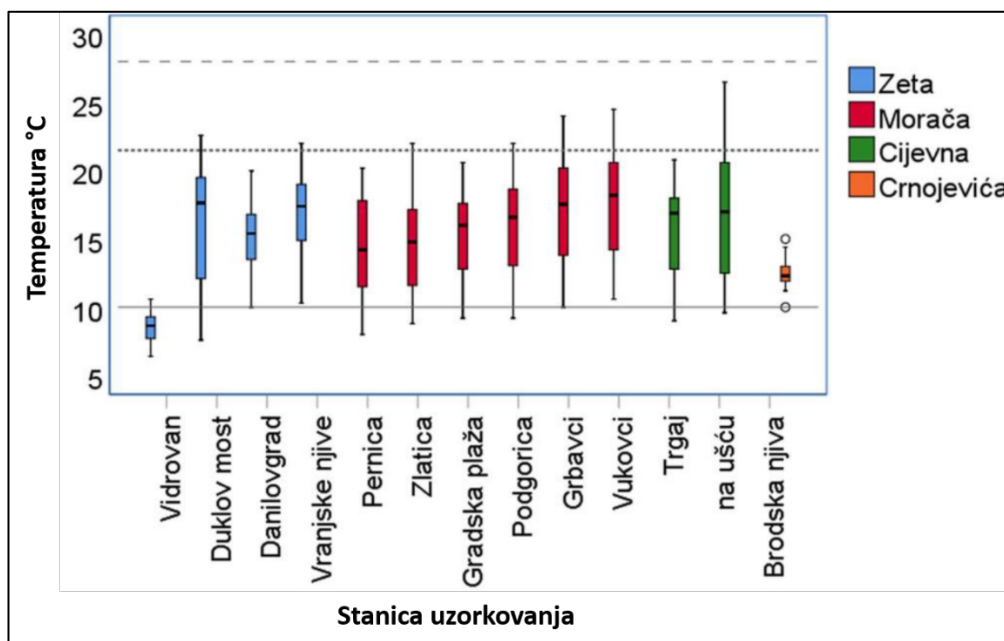
Sl. 11.25. Lokacije uzorkovanja površinskih voda na rijeci Cijevni

Tabela 11.25. Praćenje (4 puta godišnje) odabranih parametara u skladu sa EQS Direktivom na rijeci Cijevni, za period 2006-2016 (Projekat “Omogućavanje prekograničnog upravljanja vodama u proširenom slivu rijeke Drim”, GWP)

	N	Mean	Median	SD	Minimum	Maximum
T (°C)	69	16.1	17.00	4.0	9.0	26.5
pH	69	8.23	8.20	0.14	7.80	8.60
EC (µS/cm)	69	216	213	26	178	338
DO%	69	112	111	8	99	136
BPK (mg/L)	69	1.9	1.7	2.1	0.1	17.0
COD (mg/L)	69	1.5	1.3	0.9	0.3	5.1
N-NO ₃ ⁻ (mg/L)	69	0.274	0.278	0.150	<LOD	0.809
N-NO ₂ ⁻ (µg/L)	69	4	1	14	<LOD	108
N-NH ₄ ⁺ (mg/L)	69	0.036	0.016	0.048	<LOD	0.241
P-PO ₄ ³⁻ (µg/L)	68	14	10	19	<LOD	127
Fenoli (mg/L)	69	0.0006	0.0000	0.0014	<LOD	0.0070
Deterdženti (mg/L)	69	0.0059	0.0000	0.0125	<LOD	0.0660
Ukupne koliformne (cfu/100 mL)	68	57	22	97	<LOD	544
Fekalne koliformne(cfu/100 mL)	68	62	19	143	<LOD	1040

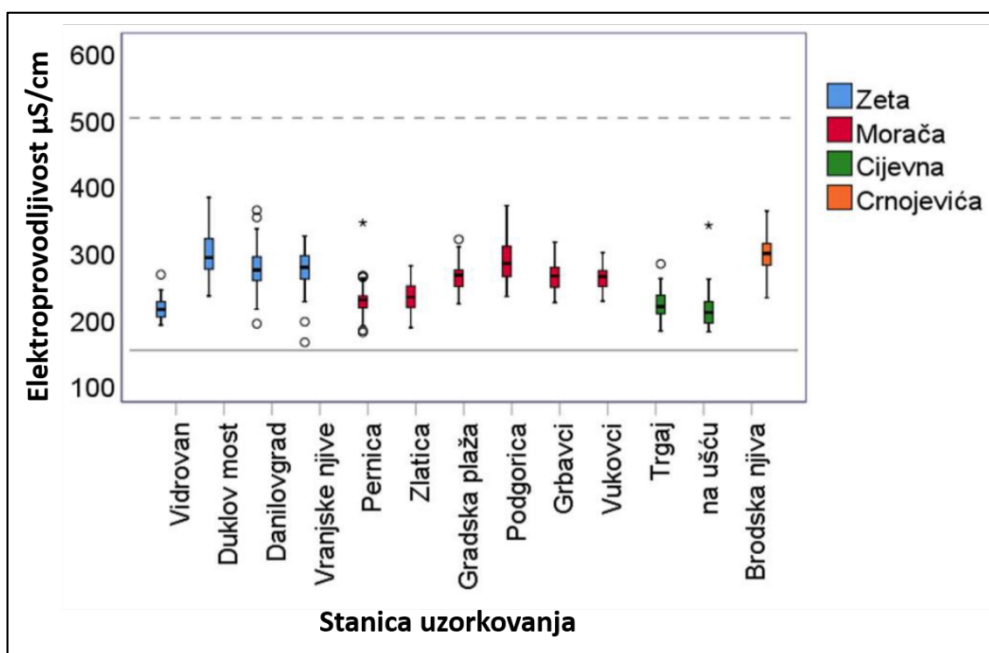
U isto vrijeme rađen je i monitoring na drugim vodotocima u Crnoj Gori, ono što je reprezentativan komparativni primjerak jeste sa drugim vodotocima sliva Skadarskog jezera (Zeta, Morača i Rijeka Crnojevića).

Komparativna analiza kvaliteta vode rijeke Cijevne u odnosu na druge vodotoke sliva Skadarskog jezera daje se u nastavku.

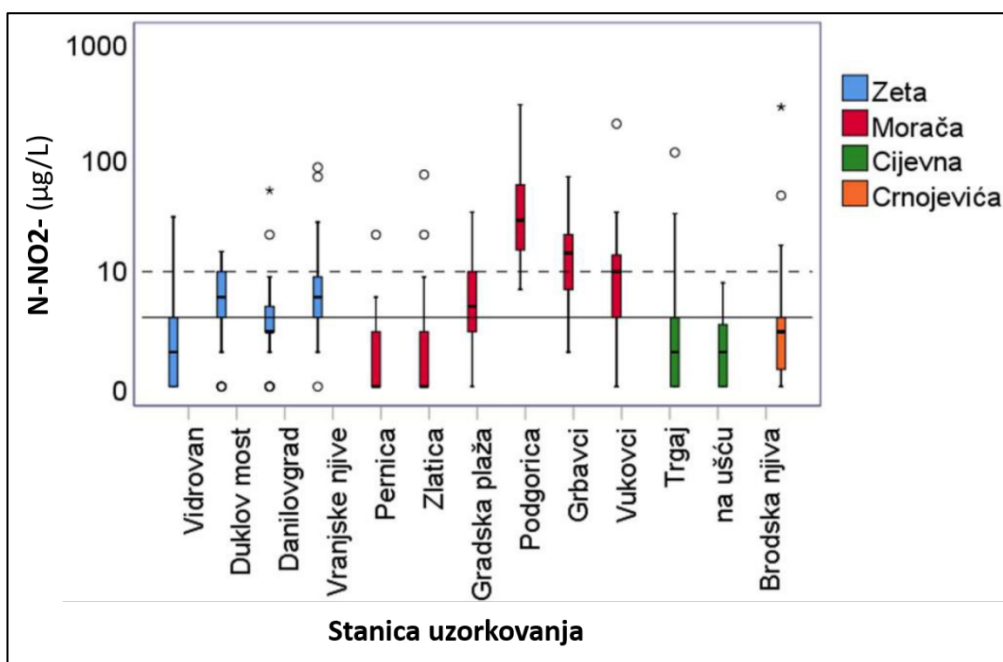


Sl. 11.26. Komparativni dijagram promjene temperature vode rijeke Cijevne i drugih vodotoka u slivu Skadarskog jezera.

Na dijagramu je punom linijom predstavljen limit postavljen Direktivom o ribama (2006/44/EC), u sezoni razvoja vrste, dok isprekidana linija predstavlja zahtjevane vrijednosti temperature kako bi se zaštitile salmonidne vrste.



Slika 11.27. Varijacija elektroprovodljivosti u rijeci Cijevni i drugim vodotocima sliva Skadarskog jezera u period od 2006 – 2016. Puna i isprekidana linija na dijagramu predstavljaju optimalni dijapazon za razvoj raznolikog akvatičnog života (prema Behar, 1996).



Sl. 11.28. Koncentracija nitrata (logaritmički prikaz) u rijeci Cijevni i drugim vodotocima sliva Skadarskog jezera u period 2006-2016. Puna i isprekidana linija predstavljaju limitirajuće vrijednosti u skladu sa EQS Direktivom

Prema definisanoj metodologiji od strane Evropske Agencije za životnu sredinu, ocjena stanja voda u slivu rijeke Cijevne, u skladu sa prethodno mjerenim vrijednostima u periodu od 2006-2016 data je u tabeli 11.26.

Tabela 11.26. Ocjena kvaliteta voda rijeke Cijevne u skladu sa standardima Evropske agencije za zaštitu životne sredine (EAZZŽS)

		BPK	N-NO ₃ ⁻	N-NO ₄ ⁺	P-PO ₄ ³⁻
Rijeka Cijevna	2016	[Blue]			
	2014-2016	[Yellow]	[Blue]		
	2011-2013	[Orange]	[Blue]		
	2008-2010	[Orange]	[Blue]	[Yellow]	[Blue]

		BPK	N-NO ₃ ⁻	N-NO ₄ ⁺	P-PO ₄ ³⁻
Trgaj	2014-2016	[Blue]			
	2011-2013	[Yellow]	[Blue]		
	2008-2010	[Orange]	[Blue]	[Yellow]	[Blue]
Ušće	2014-2016	[Yellow]	[Blue]		
	2011-2013	[Red]	[Blue]		
	2008-2010	[Orange]	[Blue]	[Yellow]	[Blue]

Legenda

[Blue]	Veoma dobar	[Yellow]	Srednji	[Orange]	Loš	[Red]	Veoma loš
--------	-------------	----------	---------	----------	-----	-------	-----------

Tokom kontinuiranog monitoringa u periodu od 3 godine, organsko opterećenje (izraženo parametrom BPK) smanjilo se od klase 3 u periodu 2008–2010 do klase 2 u periodu 2014–2016. Koncentracije amonijaka i fosfata su se smanjile od klase 2 u periodu 2008–2010 do klase 1 u periodu 2014–2016. U 2016. godini kvalitet vode je bio klasa 1 u odnosu na koncentraciju BPK, nitrata, amonijaka i fosfata.

11.5.1 Pritisici na vodne resurse u slivu rijeke Cijevne

Iako je kvalitativni status voda u slivu rijeke Cijevne, prema gore prikazanim parametrima i analizama kontinuiranog monitoringa generalno definisan kao dobar, u nastavku ćemo primjeniti modifikovani model povezivanja statusa vodnih tijela i pritisaka. Dakle, u ovom slučaju ćemo definisati potencijalne pritiske, koji će potencijalno onemogućiti kontinuirano popravljavanje statusa vodnih tijela u narednom periodu, kako je do sada trend pokazivao.

Prema poslednje izvještaju Evropske Agencije za životnu sredinu¹³, glavni pritisci na vodna tijela su tačkasti i difuzni izvori zagađenja, kao i drugi razni hidromorfološki pritisci. Difuzni izvori zagađenja na globalnom nivou imaju uticaj na 38% površinskih vodnih tijela, dok tačkasti imaju uticaj na 18%, a hidromorfološki pritisci utiču na čak 40% površinskih vodnih tijela.

Dakle, pritiske možemo svrstati u tri glavne grupe i to:

1. Hidromorfološki,
2. Difuzni i
3. Tačkasti

Od hidromorfoloških pritisaka, najveći uticaj imaju vještački izazvane promjene u vodotocima, usled izgradnje objekata, a u najvećem procentu se radi o malim hidroelektranama mHE, koje najveći profit donose samom koncesionaru, a kao krajnji rezultat čine nepopravljive posledice po vodotoke na kojima se izgrađuju.

¹³ European waters — Assessment of status and pressures 2018

U prethodnom periodu, je pokrenuta izgradnja jedne od njih na dijelu toka Cemi Selces, iznad mjesta Tamara. Ova mHE iako nema sve potrebne dozvole od strane Crne Gore je krenula u proces implementacije od strane investitora. Prema Konvenciji o procjeni prekograničnog uticaja na životnu sredinu (ESPOO) konvenciji, koja se tiče međunarodnih standarda u oblasti životne sredine i Strateške procjene uticaja na sve prekogranične aktivnosti, nijesu ispoštovana poglavlja koja striktno definišu način i procedure izgradnje objekata u susjednoj državi, za koje postoji sumnja da imaju prekogranični uticaj.

Prema svim relevantnim dokumentima i vodičima Ujedinjenih Nacija koji se bave politikom sprovođenja Helsinške konvencije i drugih konvencija, korišćenje prekograničnih vodotoka je veoma osjetljivo pitanje, ali ne smije doći do korišćenja istog na štetu jedne od strana koje dijele vodotok. Zbog toga je najvažniji dio redovno informisanje, što je definisano članom 6 ove Konvencije.

Ono što je dodatno specifično za slučaj Cijevne, jeste ekološki aspekt i kvalitet vode u dijelu gdje će se vodotok iz prirodne sredine premjestiti u „cijev“ hidrocentrale. Naime u potezu od nekih 2-3 kilometra, gdje se cijevi postavljaju u albanskoj strani, može doći do sledećih prirodnih promjena u režimu kvaliteta i kvantiteta voda i to:

1. Dionica aluvijona, koja je pod konstantnim prihranjivanjem podzemnih voda od strane Cijevne će biti suva, što će dovesti do prestanka prihranjivanja prekogranične podzemne izdani,
2. Usled prolaska kroz aluvijon, voda rijeke Cijevne se prirodno prečišćava, pa je na izlazu iz ovih sedimenata veoma dobrog kvaliteta, sa elektroprovodljivošću od 82 μS na temperaturi od 15°C, što ukazuje da je ova voda veoma dobra za flaširanje.



Slika 11.29. Aluvijalni sedimenti (Cemi Selces) (foto M. Blagojević, septembar 2018)



Slika 11.30. Mjesto gdje voda izlazi na površinu i počinje usjecanje kanjonskog dijela (foto M. Blagojević, septembar 2018)

Veoma je bitno napomenuti da je ovo samo jedan dio Cijevne (Cemi Seljces), dok je drugi dio Cijevne (Cemi Vukljit) koji je takođe potencijal za izgradnju mini-hidrocentrala još „neiskorišćen“.

Kao drugi potencijalni izvori zagađenja u slivu rijeke Cijevne, su najvećim dijelom registrovani u Crnoj Gori, i to kao tačkasti i difuzni.



Sl. 11.31. Rijeka Cijevna nakon većih padavina (Mahala)

12 ANALIZA DOBIJENIH REZULTATA KARAKTERIZACIJE I PROGRAM MJERA ZA ODRŽIVO UPRAVLJANJE VODNIM RESURSIMA

12.1 Ocjena ukupnog stanja vodnih resursa i registrovani problemi

Generalno, slika stanja rijeke Cijevne ukazuje da se radi o jednom unikatnom vodotoku, sa velikim uticajem na resurse podzemnih voda, koje predstavljaju dalji predmet proučavanja i otvaranje novih pogleda u dijelu vodosnabdijevanja i korišćenja ovih kvalitetnih voda i za druge potrebe.

Problemi koji su registrovani tokom obilaska cjelokupnog slivnog područja i u Crnoj Gori i u Albaniji, zapravo su najvećim dijelom usmjereni na potrebu intenziviranja saradnje odgovornih institucija u obe zemlje.

Slaba razmjena informacija i praktično nepostojanje jedinstvenog informacionog sistema u slivu rijeke Cijevne, je nešto što treba da bude ojačano i da predstavlja okosnicu daljeg razvoja upravljanja ovim prekograničnim vodotokom i podzemnim vodama u njegovom slivu.

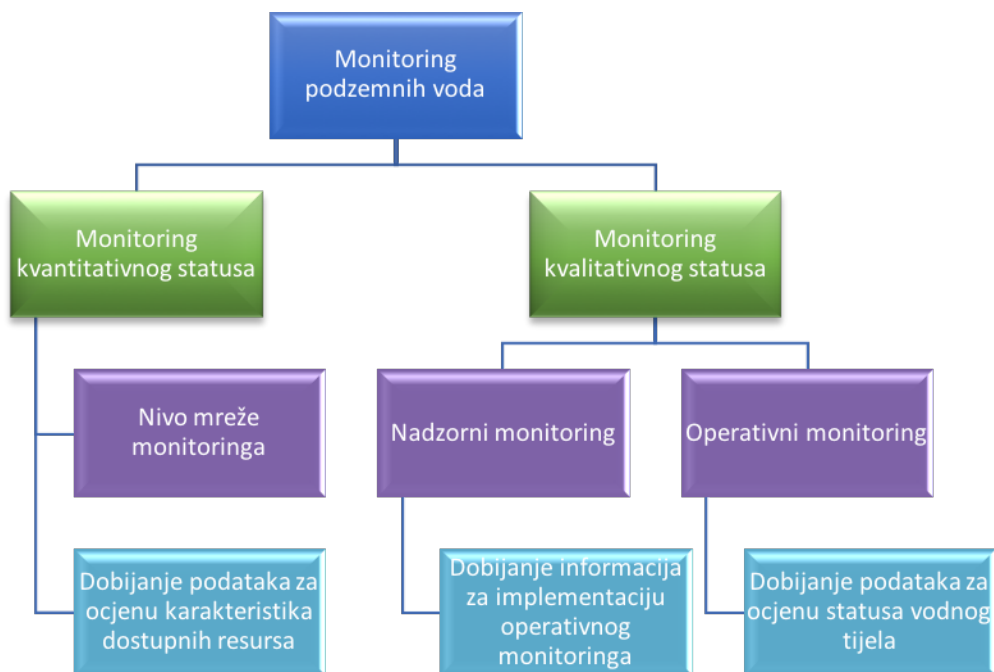
12.2 Monitoring – način formiranja mreže i organizacija

Osnov za upravljanje vodnim resursima je poznavanje režima voda. Adekvatno sagledavanje režima voda se može postići na osnovu kvalitetnih rezultata monitoringa voda. Nesistematsko praćenje kako površinskih tako i podzemnih može dovesti do velikih grešaka prilikom donošenja pojedinih upravljačkih odluka.

Prilikom uspostavljanja monitoring sistema neophodno je voditi računa o sistematičnom dobijanju informacija. Samo su ovakve informacije operativne i kvalitetne za njihovu dalju obradu. Takav način dobijanja informacija obično se uspostavlja uz ugradnju automatskih monitoring stanica površinskih voda, ili ugradnjom dajver uređaja uz instalaciju u pijeometare, kada se radi o podzemnim vodama.

Sistematski monitoring u slivu rijeke Cijevne trenutno praktično i ne postoji, i dve izrađene bušotine (pijeometri na ušću i iznad Dinoše) su prvi koraci u njegovom uspostavljanju. Formiranje monitoring sistema kao osnovnog prioriteta je neophodno uraditi u skladu sa Okvirnom direktivom o vodama.

Uspostavljanju kvalitetnog monitoringa prethodi razvoj konceptualnog modela sistema. Razvoj ovakvog modela uključuje multidisciplinarni pristup i ova disertacija je važan korak u tom pravcu. Tako npr. kada je u pitanju nadzorni monitoring, neophodan je monitoring bioloških, hidromorfoloških i određenih fizičko-hemijskih elemenata, dok operativni monitoring predstavlja nadogradnju nadzornog monitoringa jer se zapravo kroz operativni monitoring osmatraju elementi svi elementi kao kroz nadzorni, uz posebnu pažnju na registrovane parametre koji direktno utiču na nepovoljan status podzemnih voda (slika 12.1.).



Sl. 12.1. Shematski prikaz strukture monitoringa podzemnih voda u skladu sa EU ODV

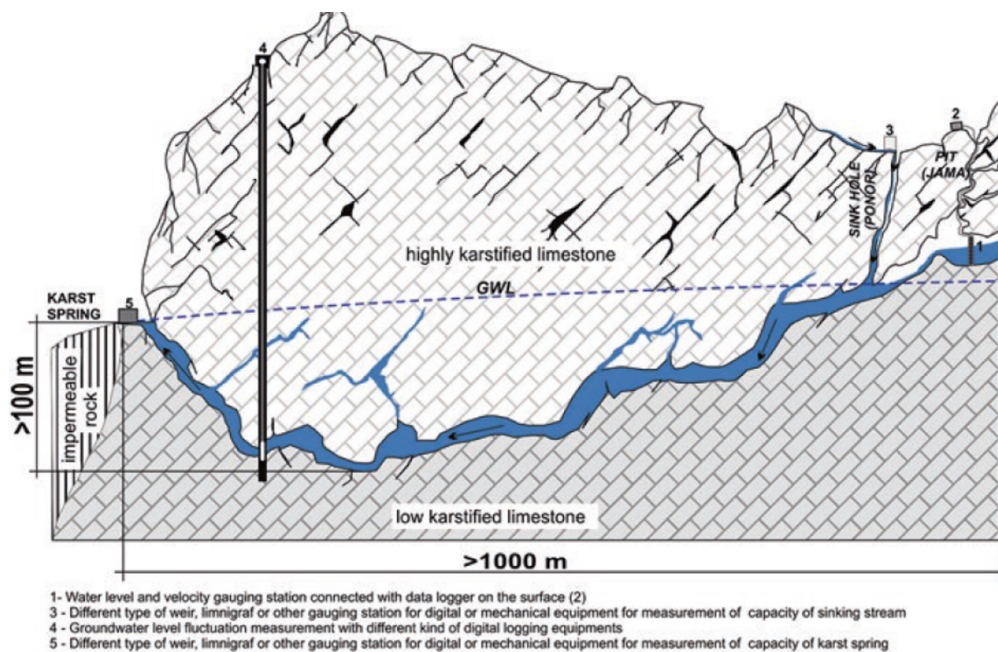
Uspostavljanje monitoringa na slivu treba da se sprovodi u skladu sa Okvirnom direktivom o vodama, tako da se monitoring mjesta lociraju na pozicijama nedostajućeg monitoringa (izvori, rijeke, podzemne vode) od značaja.

Koliki je značaj međugraničnog sliva rijeke Cijevne i pripadajućih podzemnih voda, svedoči i činjenica da je Strateški Plan Implementacije (SAP) projekta DIKTAS odabrao upravo ovaj sliv za demonstraciono područje na kome će se nabaviti i instalirati moderna automatska oprema sa daljinskim prenosom podataka. Ova disertacija u delu koji sledi daće značajan doprinos ovom zadatku, sa predlogom koncepta, opreme, tehnologije, načina izveštavanja i razmene podataka po principu „ranog upozoravanja“ („*Early warning system*“).

U slučaju prekograničnog sliva rijeke Cijevne, Crna Gora na čijoj teritoriji se najvećim dijelom drenira ovaj sliv, monitoring je potrebno vršiti na svim kontrolnim tačkama (što su u ovom slučaju svi prethodno navedeni izvori), a što je dodatno potvrđeno u skladu sa prethodno prikazanom analizom ranjivosti.

Takođe kada su u pitanju površinske vode, neophodno je uspostaviti hidrološku stanicu na mjestu Trgaj, gdje je u prošlosti ista postojala a i prije samog ušća u Moraču, radi tačnog mjerenja količine vode koja ponire prije samog ušća.

Svaki karstni akvifer je jedinstven u pogledu karakteristika, međutim neke strukturne komponente su široko rasprostranjene, iako je stepen sigurnosti ovih komponenti različit (Ford & Williams, 2007). Podaci o podzemnim vodama u karstnim terenima, što je slučaj sa prekograničnim slivom rijeke Cijevne, mogu biti dobijeni monitoringom hidrogeoloških pojava i objekata kao što su ponori, pećinski tokovi, izvori i bunari (slika 12.2.).



Sl. 12.2. Različite lokacije za monitoring u karstu (Milanović & Vasić, 2015)

Takođe kao dodatna aktivnost predlaže se i trasiranje kretanja podzemnih voda u slivu rijeke Cijevne, koja će dodatno osigurati pouzdanost dobijenih podataka.

Tako je na osnovu analize ranjivosti podzemnih voda, sprovedenih simultanih hidrometrijskih mjerenja, hidrauličke povezanosti podzemnih i površinskih voda, uspostavljena monitoring mreža sliva rijeke Cijevne, čijom bi se implementacijom definisali mnogi parametri koji su do sada bili nepoznati.

Monitoring voda je neophodan i na izvorima preko kojih se drenira sliv Cijevne (Ribnička vrela, Milješ i Vitoja).

Na osnovu navedenog, sumarno je predložena instalacija 21 stanice za praćenje podzemnih i površinskih voda.

Implementacija programa monitoringa je u toku, u sklopu projekta „Jačanje kapaciteta u cilju implementacije Okvirne direktive o vodama“ trenutno su instalirane dvije monitoring stanice (pijezometra) na lokacijama Trgaj i Ušće u Crnoj Gori, a završena je takođe i instalacija hidrološke stanice na Trgaju (12.3.), čime će se nastaviti mjerenje proticaja Cijevne, koje je prestalo 1989. godine, kada je stanica devastirana.



Sl. 12.3. Instalirana hidrološka stanica Trgaj (foto Čulafić G., 2019)

Instalacija pijezometara

Istražno bušenje je vršeno u sklopu projekta „Jačanje kapaciteta u cilju implementacije Okvirne direktive o vodama“. Projekat je urađen u skladu sa zakonskom regulativom - Zakon o geološkim istraživanjima („Sl.list RCG“, br. 28/93; 28/11) i Pravilnikom o izradi projekata („Sl.list SRCG“, br. 9/85) kao i datim Projektnim zadatkom. Ovim polaznim dokumentom razrađena je koncepcija i metodologija istraživanja u skladu sa datim Projektnim zadatkom.

Istražno bušenje je izvedeno mašinskom garniturom, rotacionom ili udarnom metodom što je isto zavisilo od geološkog sastava, strukture poroznosti i filtracionih karakteristika vodonose sredine i dubine bušotine. Bušaći pribor (krune, sržne cijevi i dr.) kao i parametri režima bušenja (broj obrtaja, osovinski pritisak, vrsta, količina i brzina cirkulacije isplake) prilagođeni su lokalnim geološkim uslovima.

Početni prečnik bušenja određivan je u zavisnosti od lokalnih geoloških uslova, stim što je završni prečnik bušenja, u zoni ugradnje piezometra, bio u granicama od 116-160 mm, što je omogućavalo ugrađivanje piezometarskih konstrukcija prečnika 75-125 mm, što je zavisilo od hidrogeoloških karakteristika predmetne lokacije, procijenjene izdašnosti i namjene vodnog objekta (testiranje, monitoring i dr).

Dubine bušotina na različitim lokalitetima određivane su tokom praćenja radova zavisno od strukture poroznosti vodonosne sredine, prostornog zalijeganja vodonepropusnih stijena u okviru paleoreljefa, kao i dubine do nivoa podzemnih voda. Kod istražnih bušotina koje su izvođene udarnom metodom vršeno je stalno praćenje i kontinuirano kartiranje nabušenog materijala.

U toku bušenja rotacionom metodom sa jezgrovanjem, vršeno je praćenje litološkog profila, odnosno nabušenog materijala, kao i registrovanje pojave i nivoa podzemnih voda. Za registrovanje nivoa

podzemnih voda korišćeni su električni nivomjeri, odnosno u kasnijoj fazi koristiće se “dajveri” koji će se ugrađivati u izvedene bušotine za potrebe monitoringa.

Bušotina na lokalitetu „Trgaj“ (Cijevna) – B1 (slika 12.4.)

Bušotina je izvedena na terasi vodotoka Cijevne, koja je izgrađena od glaciofluvijalnih sedimenata, dok su u osnovi terena zastupljeni krečnjaci donjekredne starosti.

- *Kota terena:* 105 m
- *Geološka sredina:* Kvarterni terasni sedimenti;
- *Hidrogeološki profil bušotine:*
- 0,0-16 m; Slabije vezani konglomerat, sa proslojcima pjeskovitog šljunka;
- 16-21 m; Pjeskovit šljunak, dobro propusan $k > 1 \times 10^{-3}$ m/s;
- 21-31 m Slabije do jače vezan konglomerat.

Dubina bušotine: 31m,

- *Pojava i nivo vode:* PPV 12,0 m; N.PV 12,0 m (2. 07.2018 godine);
- *Način bušenja i prečnik bušenja:* Udarno bušenje prečnikom 160 mm.
- *Piezometarska konstrukcija:* U bušotinu su ugrađene PVC pune i perforirane prečnika 125 mm, do dubine 25 m.
- *Ispiranje i testiranje bušotine:* Ispiranje bušotine vršeno je aerliftovanjem, kapacitetom 5l/s, do pojave bistre vode, dana 2.07. 2018 godine. Testiranje bušotine je vršeno potopnom električnom pumpom kapaciteta 5 l/s, dana 7 07. 2018 godine.

Nivo vode se ustalio poslije 5 minuta, uz depresiju od svega 5 cm. Radi se o veoma izdašnoj intergranularnoj vodonosnoj sredini.

- *Značaj bušotine:* Istražno-piezometarska bušotina izvedena na lokalitetu Trgaj je od značaja za uspostavljanje monitoringa podzemnih voda u pogledu praćenja režima oscilacija nivoa i kvaliteta izdanskih voda, a ujedno širi lokalitet može biti od značaja kao izvoriste pijaće vode, koja može biti korišćena i putem flaširanja.



Sl. 12.4. Testiranje isražne bušotine na lokaciji Trgaj

Bušotina na lokalitetu „UŠĆE“ (Cijevna) - B 2 (slika 12.5.)

Bušotina je izvedena na terasi vodotoka Cijevne, koja je izgrađena od glaciofluvijalnih sedimenata, dok su u osnovi terena zastupljeni krečnjaci krede starosti. Ovaj lokalitet je u bližoj zoni ušća Cijevne u Moraču.

- *Kota terena:* 15 m

- *Geološka sredina:* Kwartarni terasni sedimenti;

- *Hidrogeološki profil bušotine:*

- 16-31 m; Pjeskovit šljunak, različite granulacije, mjestimično slabije vezan.

Dobro propusana sredina intergranularne poroznosti ($k > 1 \times 10^{-2}$ m/s); Zbijeni tip izdani velike izdašnosti.

- *Dubina bušotine:* 31m,

- *Pojava i nivo vode:* PPV 8,1 m; N.PV 8,1 m (3. 07.2018 godine);

- *Način bušenja i prečnik bušenja:* Udarno bušenje prečnikom 160 mm.

- *Piezometarska konstrukcija:* U bušotinu su ugrađene PVC pune i perforirane prečnika 125 mm, do dubine 30 m.

- *Ispiranje i testiranje bušotine:* Ispiranje bušotine vršeno je aerliftovanjem, kapacitetom 5l/s, do pojave bistre vode, dana 3.07. 2018 godine. Testiranje bušotine je vršeno potopnom električnom pumpom kapaciteta 5 l/s, dana 7 07. 2018 godine.

Nivo vode se ustalio poslije 3 minuta, uz depresiju od svega 4 cm. Radi se o veoma izdašnoj intergranularnoj vodonosnoj sredini.

- *Značaj bušotine:* Istražno-piezometarska bušotina izvedena na lokalitetu Ušće je od značaja za uspostavljanje monitoringa podzemnih voda u pogledu praćenja režima oscilacija nivoa i kvaliteta izdanskih voda Zetske ravnice, a ujedno širi lokalitet može biti od značaja kao izvorište pijaće vode, uz prethodnu provjeru kvaliteta vode.



Sl. 12.5. Testiranje isražne bušotine na lokaciji Ušće

12.2.1 Regulatorna, ocjena i analiza infrastrukture postojećeg monitoringa voda

Tokom 2018. godine, u okviru projekta “Jačanje kapaciteta u cilju implementacije Okvirne direktive o vodama”, pripremljen je Program monitoringa voda u Crnoj Gori. Program monitoringa je usklađen sa najvišim standardima EU legislativne vezane za vode, tako da predstavlja osnovnu podlogu za dalji razvoj monitoringa voda.

Uspostavljanje monitoringa voda, iziskuje terenski i kabinetski pristup prilikom pripreme materijala za donošenje bilo kakvih daljih odluka o uspostavljanju mreže za monitoring voda.

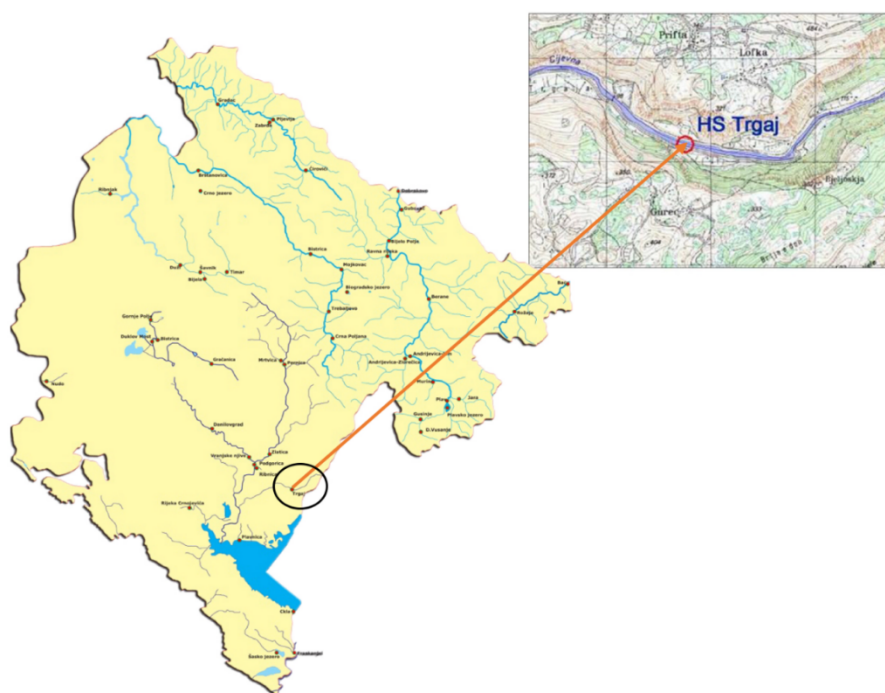
U skladu sa Zakonom o vodama CG organ nadležan za poslove upravljanja vodama je u obavezi da uspostavi monitoring voda, radi obezbjeđenja kontinuiranog praćenja stanja vodnih tijela.

Kada su u pitanju podzemne vode, do sada se nije radilo na uspostavljanju kontinuiranog monitoringa, tako da praktično na cjelokupnoj teritoriji Crne Gore, nije bila uspostavljena niti jedna stanica za kontinuirano praćenje osnovnih parametara podzemnih voda (nivoa, temperature, pH, EC).

Kontinuirano praćenje izdašnosti izvora na slivu ne postoji, takođe ni praćenje nivoa podzemnih voda. Mjerenje izdašnosti pojedinih izvora, je rađeno samo za potrebe izrade OHG list Titograd 1982. godine, koji uključuje i sliv Cijevne u Crnoj Gori.

Monitoring kvaliteta podzemnih voda se ne sprovodi kontinuirano. Do sada nije rađena kvalitativna analiza podzemnih voda u skladu sa standardima Okvirne direktive o vodama, već samo za potrebe pojedinih projekata i na osnovu godišnjeg programa monitoringa voda, koji ne obuhvata pomenute izvore, već samo profil Trgaj.

U okviru projekata koji se implementiraju i za potrebe Studije Doktorske disertacije rađene su analize voda na lokaciji Trgaj i Ušće, kako je i prethodno rečeno prilikom prikazivanja i analize dobijenih rezultata.



Sl. 12.6. Mjesto gdje je nekada bila HS Trgaj

Što se tiče dijela slliva Cijevne koji pripada Albaniji (sl. 12.7.), monitoring se takođe ne sprovodi (prema poslednjem UNECE izvještaju za životnu sredinu).



Sl. 12.7. Monitoring u slivu Cijevne izostaje prema poslednjem (drugom) UNECE¹⁴ izvještaju za životnu sredinu za Albaniju

12.2.2 Predlog programa i infrastrukture neophodne za sprovođenje monitoringa

Kada je u pitanju sliv rijeke Cijevne, a na osnovu podataka koje smo do sada prikazali, jasno je da je neophodno početi sa implementacijom Programa monitoring voda, u skladu sa EU Okvirnom direktivom o vodama (M. Blagojević, 2019).

Pokretanje pitanja monitoringa voda, nije samo naučno, već i političko. Smanjenje doticaja sa uzvodne Albanije, usled hidromorfoloških promjena na rijeci, isključivo antropogenim uticajem zasigurno će imati i mnogo veće finansijske posledice nego što bi to bilo uspostavljanje monitoringa voda, koji je zasigurno jedino rješenje kada je u pitanju pružanje konkretnih dokaza o uticajima na kvalitet i kvantitet na ovaj prirodni resurs i njegovo očuvanje.

Uspostavljanje novih stanica za potrebe monitoringa voda, a u skladu sa do sada urađenim istraživanjima, praktično je najbitniji dio upravljačkog sistema ovog prekograničnog rječnog sliva.

U uzvodnom dijelu sliva, na albanskoj strani predlog je da se uspostave pijezometri na oba kraka Cijevne, dakle Cemi Selces i Cemi Vuklit, iz razloga što se radi o manjim vodotocima, gdje je dominantan uticaj krečnjačkih terena, tako imamo da Cemi Selces ponire na više mjesta, pa i nije cjelishodno uspostavljati hidrološku stanicu.

Nastavljajući dalje od mjesta spajanje Cemi Selces i Cemi Vuklit, kod mjesta Broje, neophodno je uspostaviti hidrološku stanicu, što bi bio ujedno i izlazni profil iz Albanije.

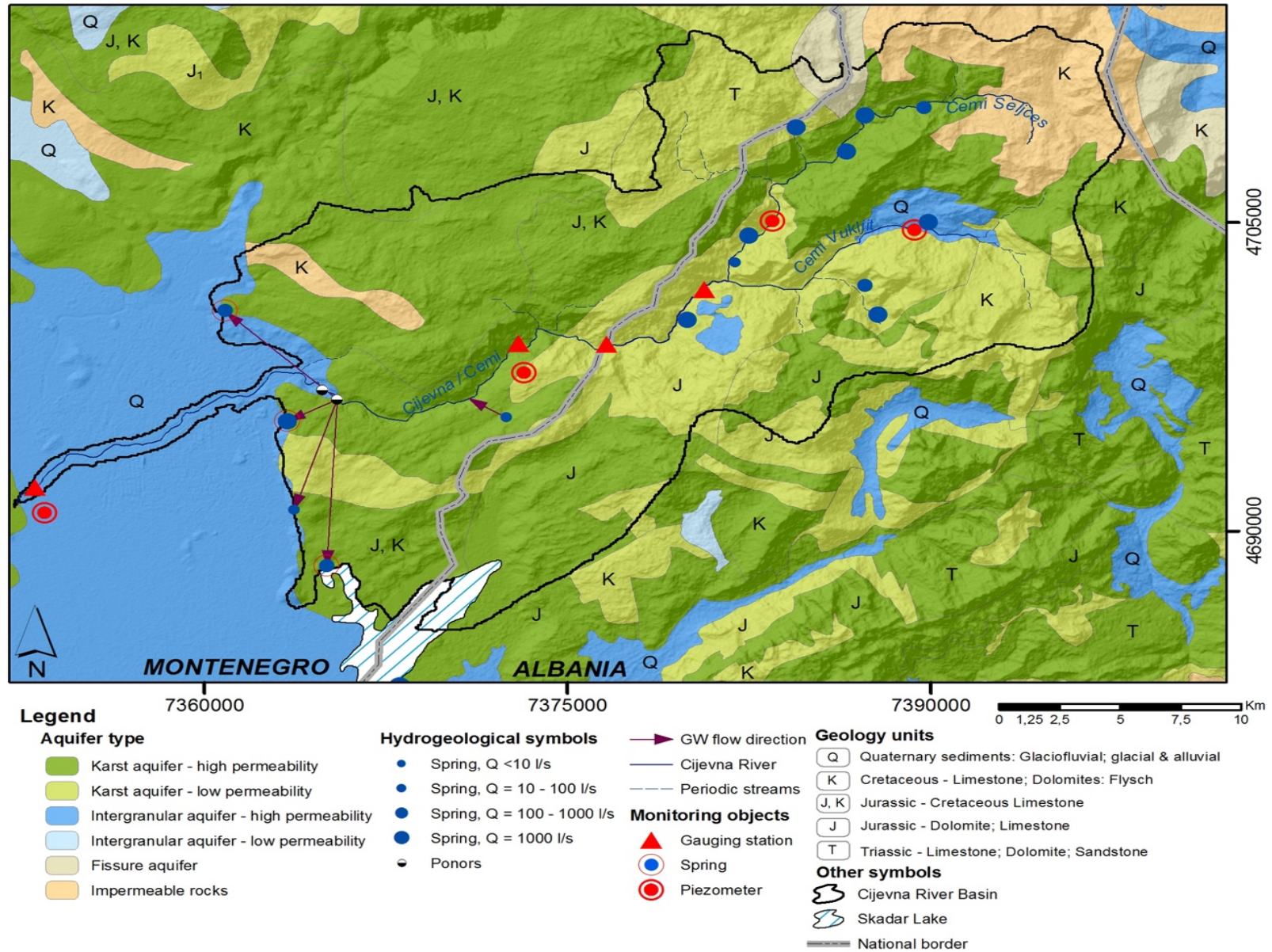
¹⁴ UNECE, Albania Environmental Performance Reviews, 2012

Kada je u pitanju crnogorski dio sliva, onda se veća pažnja mora obratiti na podzemne vode, jer zapravo kvalitet podzemnih voda na izvorima preko kojih se sliv Cijevne drenira najvećim dijelom (Ribnička vrela, Mileš, Vitoja) jesu prioriteta za uspostavljanje monitoring stanica.

Dodatno, neophodno je uspostaviti i hidrološke stanice na mjestima Ušće, i Trgaj na lokaciji gdje je ranije i postojala hidrološka stanica. Takođe, na ova dva profila veoma je važno uspostaviti i pijezometarske osmatračke bunare, kako bi se korelacijom nivoa p.v. i proticaja uspostavila zavisnost i time omogućilo konkretnije upoznavanje prihranjivanja Zetske ravnice, od strane rijeke Cijevne.

Sve stanice, zbog limitirajućeg faktora koji se odnosi na administrativne kapacitete, moraju biti bazirane na automatskom prenosu podataka, stanica – server (tabela 12.1.).

Predlog položaja uspostavljenih stanica za monitoring površinskih i podzemnih voda, prikazan je i grafički na slici 12.8.



SI. 12.8. Predlog uspostavljanja monitoringa površinskih i podzemnih voda na slivu rijeke Cijevne (Blagojević et al., 2020)

Tabela 12.1: Predlog monitoringa podzemnih voda u slivu rijeke Cijevne (Blagojević et al., 2020)

Tip stanice	Broj	Lokacija	Oprema	Tip analize	Period
Hidrološka/Kvalitet voda	4	Rijeka Cijevna (AL) Granica (AL/CG) Trgaj, Ušće (CG)	Limnigraf, GPRS set - Prenos podataka, Rečni profil	Kompletna: hidrohemija, biologija i fizički parametri <i>in situ</i>	Automatsko memorisanje podataka nivoa, hidrometrijsko mjerenje i uzorkovanje za analize jednom mjesečno
Izvori: Kvantite/kvalitet	13	9 springs in AL, 4 in MNE	Limnigraf i GPRS set - predajnik podataka na 6 najvećih izvora (3 u AL i 3 u CG); Rečni profil na ostatku.	Complete hydrochemistry, microbiology, and physical parameters <i>in situ</i> , and "short" analyses for critical parameters (over max. permitted level for drinking water)	Automatsko snimanje nivoa vode; Svakodnevna očitavanja na rječnom profilu; Analize dva puta godišnje: periodi visokog i niskog vodostaja. „Skrraćene“ analize je potrebno raditi učestalije.
Pijezometar (podzemne vode): Kvantitet/Kvalitet	4	2 u AL (Cemi Seljces i Cemi Vukljit) i 2 u CG (Trgaj i Ušće)	“Dajveri” (data logger) za automatsko memorisanje nivoa podzemnih voda, temperature i elektroprovodljivosti, sa prenosom podataka.	Kompletna hidrohemija, mikrobiologija, i fizički parameter <i>in situ</i> kao i “skraćene” analize za kritične parameter (preko maksimalno dozvoljenih količina za vodu za piće)	Kompletna analiza vode dva puta godišnje: periodi velikih i malih voda. “Skrraćene” analize za kritične parameter je potrebno raditi učestalije

12.3 Program mjera unaprijeđenja informacija o slivu na osnovu analize rezultata karakterizacije – Međugranično konsultativno tijelo

Razmjena informacija i pravovremena komunikacija predstavlja polaznu tačku za upravljanje vodama na slivu.

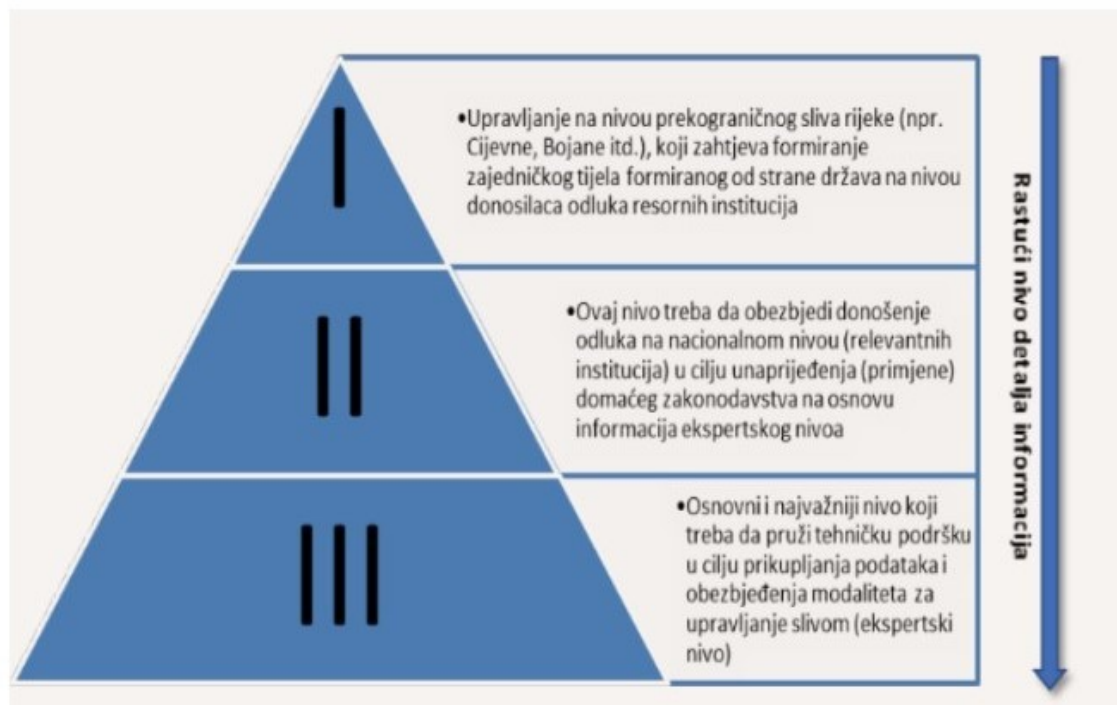
Osnovni uslov za dobro upravljanje vodnim resursima jeste izgrađen institucionalni kapacitet. Kada govorimo o institucionalnim kapacitetima, prije svega se misli na državne institucije (resorna ministarstva) koje donose upravljačke odluke (zakone, pravilnike, usmjeravanje investicija itd.).

Da bi se osigurao nesmetan razvoj i pravilna struktura u upravljanju prekograničnim rječnim slivom na slici 12.9. je prikazan predlog modela upravljanja prekograničnim rječnim slivovima.

Osim definicije hijerarhije upravljanja, neophodno je imati i uspostavljena tijela, koja će se baviti isključivo upravljanjem vodama u slivu rijeke Cijevne. Tako za primjer imamo već uspostavljene mehanizme upravljanja vodama, kroz rad međunarodnih Komisija za sliv Dunava i sliv Save. U okviru ovakvog sistema, postoji velika mogućnost da se zajedničkim djelovanjem država koje dijele vodotoke uspostavi saradnja na nivou koji može dovesti do omogućavanja poboljšavanja kvaliteta voda.

Kako sliv rijeke Cijevne pripada mnogo većem slivu rijeke Drim, moguće je sagledavati mogućnosti i za uspostavljanje međunarodne Komisije za zaštitu sliva rijeke Drim, u okviru koje će se djelovati i za posebne slivove, kao što bi u ovom slučaju bilo i za sliv rijeke Cijevne.

Osim ovakvog mehanizma, pozivajući se na odredbe Helsinške konvencije o vodama, kao i Ugovora o međudržavnim odnosima u oblasti upravljanja prekograničnim vodotocima, države Crna Gora i Albanija su u decembru 2018. godine, formirale međudržavne Komisije za saradnju i upravljanje prekograničnim vodotocima, u cilju što efikasnijeg i boljeg rješavanja problema i uspostavljanja kvalitetnog međudržavnog upravljanja vodnim resursima.



Sl. 12.9. Šematski prikaz preloga hijerarhije razvoja informacije na upravljanju prekograničnim i državnim vodnim resursima

Kao glavni prioriteti Programa mjera u cilju unaprijeđenja upravljanja vodnim resursima i statusa vodnih tijela u slivu rijeke Cijevne, predložene su sledeće aktivnosti:

1. *Uspostavljanje međudržavnog upravljačkog tijela,*
2. *Izvođenje istražno-eskpaloatacionih bunara u cilju definisanja nivoa podzemnih voda,*
3. *Instalacija novih stanica za praćenje podzemnih voda,*
4. *Simultana hidrometrijska mjerenja,*
5. *Instalacija hidroloških stanica za praćenje površinskih voda.*

13 IMPLEMENTACIJA PROGRAMA MJERA I KOMPARACIJA USPJEŠNOSTI PREDLOŽENOG PROGRAMA

Aktivnosti koje su do sada sprovedene u cilju dobijanja i razmjene podataka o slivnom području rijeke Cijevne, u skladu sa Programom mjera, možemo svrstati u dvije grupe:

Političke:

1. Formiranje međudržavne komisije za upravljanje prekograničnim vodama između Crne Gore i Albanije;

Stručne:

1. Istražno bušenje i uspostavljanje kontinuiranog monitoringa podzemnih voda na definisanim lokacijama u Crnoj Gori (Trgaj i Ušće),
2. Instalirana automatska hidrološka stanica na profilu Trgaj,
3. Simultana hidrometrijska mjerenja.

Važno je napomenuti da su ova istraživanja po prvi put rađena na ovom vodotoku, a u skladu sa Projektom doktorske disertacije.

13.1 Formiranje međudržavne komisije za upravljanje prekograničnim vodama između Crne Gore i Albanije

Da bi se formiralo neko međuvladino tijelo, koje će raditi na rješavanju problema u skladu sa tematikom, a u ovom slučaju u oblasti upravljanja vodnim resursima, neophodno je imati potpisan sporazum na osnovu koga se mogu formirati tijela isključivo u cilju implementacije sporazuma.

U ovom slučaju, nije moguće dati predlog da se formira međuvladino tijelo isključivo za sliv rijeke Cijevne, iz prostog razloga što Cijevna u širem obuhvatu, pripada slivu rijeke Drim, što obuhvata i druge prekogranične vodotoke i jezera.

Predlog potpisivanja, sporazuma, koji bi imao obim Okvirnog sporazuma i uključivao sva vodna tijela prekograničnog karaktera, jedino je racionalno rješenje za pravilno i sistematično postavljanja sistema upravljanja vodnim resursima.

Sledeći korak nakon potpisivanja Okvirnog sporazuma, jeste formiranje Međudržavnog tijela za upravljanje prekograničnim vodnim resursima.

Uspostavljanje ovog tijela je predviđeno Okvirnim sporazumom i sadržano je u Članu 16 koji definiše formiranje međudržavne Komisije za upravljanje prekograničnim vodama. Ova Komisija u svom sastavu treba da sadrži isključivo dokazane pojedince iz oblasti upravljanja vodnim resursima, inženjerstva, kao i predstavnike državnih institucija nadležnih za upravljanje vodama.

13.2 Ocjena ranjivosti voda na osnovu novih podataka

Generalno gledano na osnovu kontinuiranih osmatranja rijeke Cijevne, status kvaliteta voda je ocjenjen kao dobar, što ukazuje da ne postoje određeni pritisci u slivu, koji bi mogli narušiti ovo stanje.

Kontinuirana analiza parametara, u svrhu ocjene stanja rijeke Cijevne, je vršena u periodu prije početka radova na izgradnji mHE na lijevoj pritoci rijeke Cijevne, Cemi Selces. Ova aktivnost može u mnogome narušiti trenutno dobar kvantitativni status voda rijeke. Naime, u poglavlju 11.5.1. gdje je dat detaljan prikaz pritisaka u slivu Cijevne, kao glavni pritisak, hidromorfološke prirode, definisana je izgradnja mHE na dijelu vodotoka Cemi Selces, iznad mjesta Tamara.

Uzimajući u obzir karakter podzemnih vodnih tijela i veoma dobru hidrauličku vezu površinskih i podzemnih voda, a na osnovu ocjene ranjivosti zemljišta EPIK i DRASTIC metodama, možemo zaključiti da bilo kakve aktivnosti na slivu mogu doprinijeti pogoršanju statusa vodnih tijela i u konačnom zagaditi podzemne i površinske vode do stanja koje bi bilo čak i kritično i zahtevalo sanacione mere na slivu.

13.3 Ocjena raspodjele vodnih resursa na prekograničnom slivu

Raspodjela vodnih resursa u slivu rijeke Cijevne, treba da se bazira na pravu jednakosti i slivne zastupljenosti, dakle primjenom standarda međunarodnog prava, nizvodni korisnik treba da ima dovoljnu količinu vode i ista prava kao i uzvodni korisnik kada se radi o vodama koje se mogu koristiti u svrhu navodnjavanja i za piće.

Postoji veliki broj pravnih međunarodnih dokumenata, koji uređuju korišćenje voda, međutim najveći problem jednakosti korišćenja jeste odnos države ili država prema vodnim resursima. Ukoliko ne postoji razvijena svijest, ne postoji ni pravni akt koji bi mogao urediti i stvoriti jednakost korišćenja voda.

Podzemne vode u međunarodnom pravu (Burchi, 2005) kao ugledni primjer, gdje je definisan način jednakog korišćenja podzemnih voda, ukazuje na Konvenciju UN o korišćenju neplovidbenih vodotoka i njen član 6.

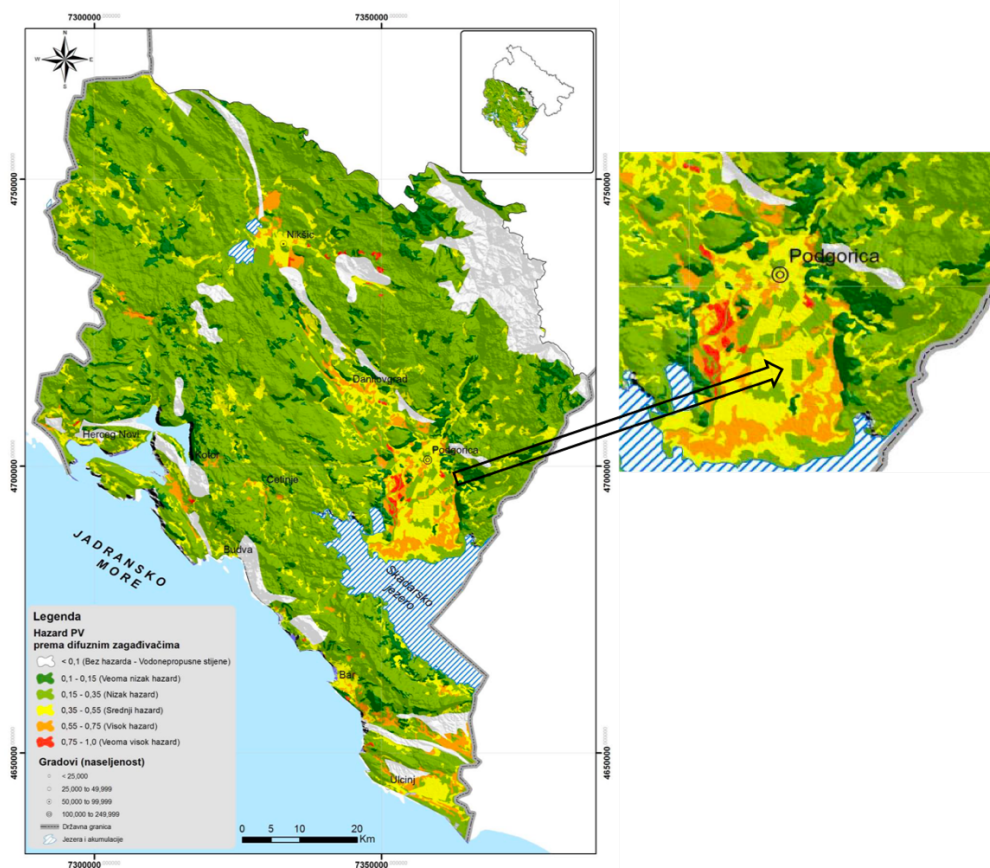
U članu 6 se definiše način jednakog i razumnog korišćenja prekograničnih vodotoka, u smislu da se uzimaju u obzir:

- a) Geografski, hidrografski, hidrološki, klimatski, ekološki i drugi prirodni faktori koji djeluju u slivu,
- b) Socio-ekonomske potrebe država u slivu,
- c) Stanovništvo u državama koje dijele sliv, koje zavisi od voda u slivu,
- d) Efekti korišćenja voda u jednoj od država sliva na drugu državu u slivu,
- e) Postojeće i potencijalne mogućnosti korišćenja voda u slivu,
- f) Konzervacija, zaštita, razvoj i ekonomsku opravdanost korišćenja vodnih resursa, kao i troškove mjera u cilju ublažavanja negativnih uticaja korišćenja voda,
- g) Dostupnost alternativnih rješenja, jednake koristi, za određene vrste korišćenja voda ili planirana rješenja korišćenja.

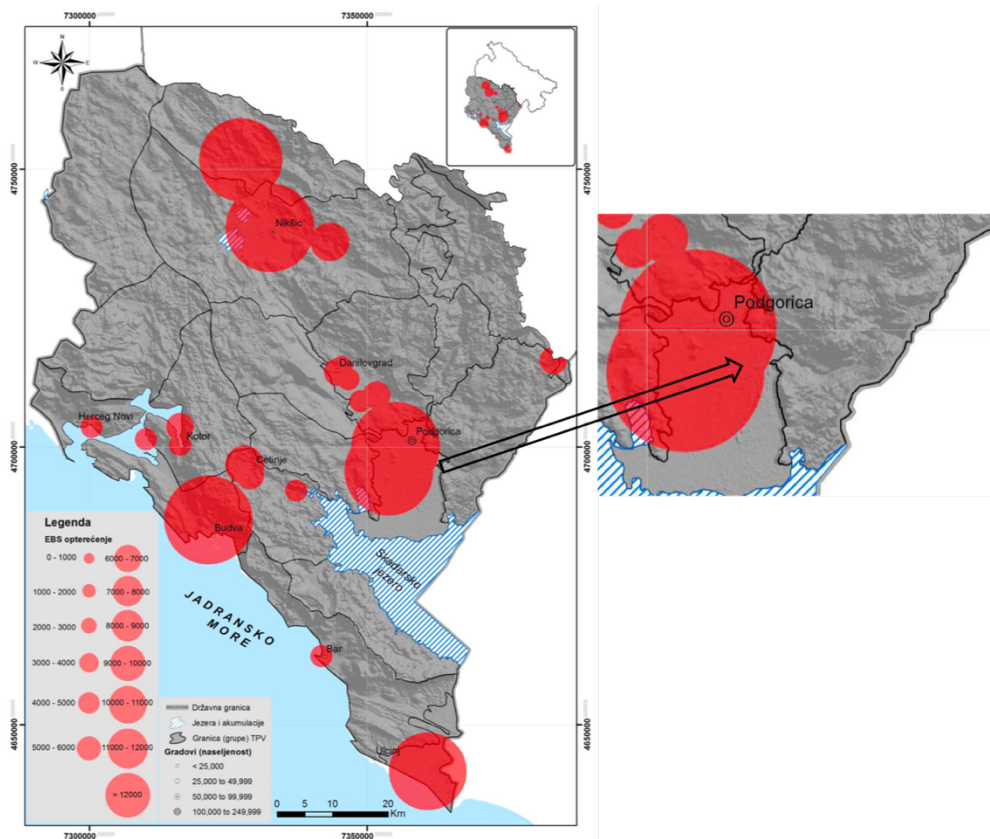
13.4 Ocjena uslova i mogućnosti zaštite izdanskih voda (uspostavljanje ZSZ)

13.4.1 Izvori zagađivanja površinskih i podzemnih voda u Crnoj Gori

Prilikom pripreme Plana upravljanja Jadranskim slivnim područjem (2019), izrađene su karte hazarda podzemnih voda prema difuznim zagađenjima (Sl. 13.1.) i prema koncentrisanim zagađenjima (Sl. 13.2.) u zonama industrija.



13.1. Karta hazarda za podzemne vode Jadranskog sliva za difuzno загаđenje (PUJRS, 2019)



13.2. Karta hazarda za podzemne vode u Jadranskom slivu za koncentrisane izvore загаđenja (PUJRS, 2019)

Podzemno vodno tijelo (PVT) Zetska ravnica predstavlja najugroženije područje sa oba aspekta kako je prikazano na kartama 13.1. i 13.2., što dodatno upozorava na potrebne mjere i način zaštite podzemnih voda ovog vodnog tijela.

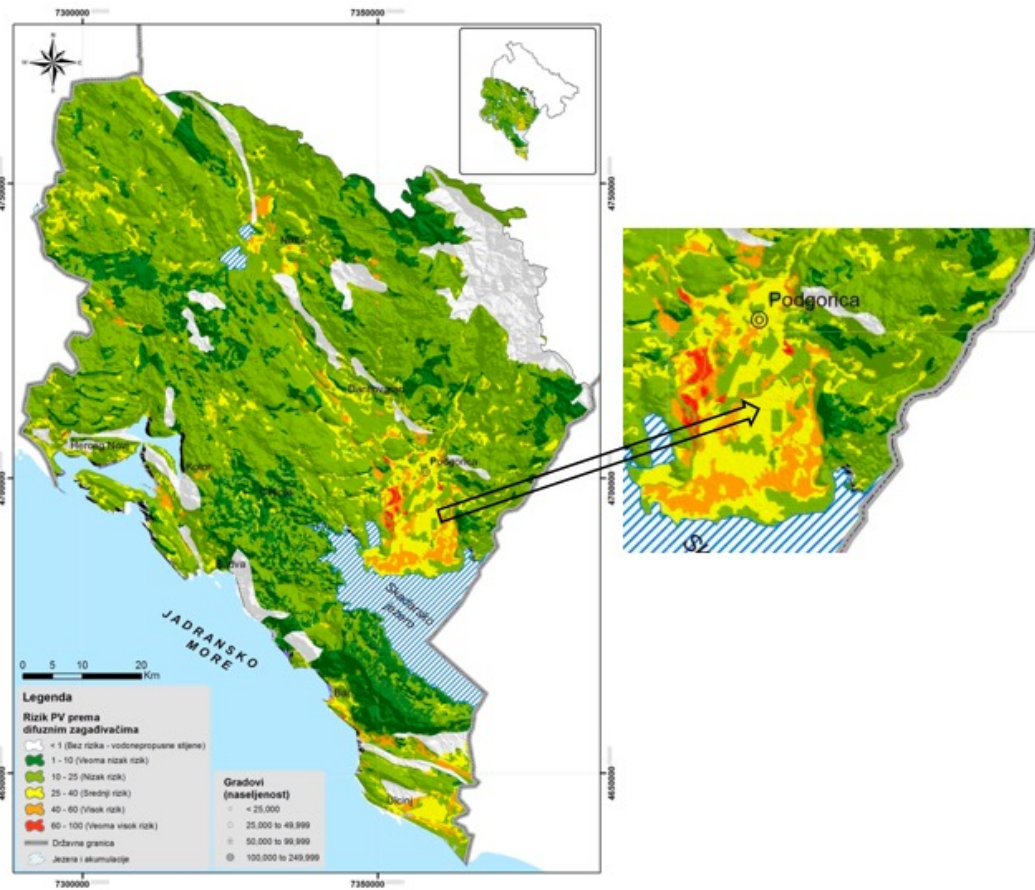
Dio zbijene izdani Zetske ravnice zagađuje se pretežno polutantima, porijeklom iz aluminijske industrije (KAP-a), u periodu već dužem od četiri decenije. Ali i pored velike i svestrane važnosti problema mikrolokacije izvora zagađenja, kao preduslova optimalne sanacije stanja, one nijesu potkrepljene naučnim i stručnim argumentima, do danas. U kolikoj mjeri se mijenja odstupanje (ili je trajno) od ravnotežnog stanja vode zbijene izdani Zetske ravnice, spoljnim uticajem osvijetliti će podaci neodložnog monitoringa (Dević i Filipović, 2005; Dević, i sar., 2011).

Plan upravljanja Jadranskim rječnim slivom (2019), definiše da je PVT Zetska ravnica pod pritiskom od strane difuznih izvora zagađenja, koji su poljoprivrednog karaktera, od kojih je vinograd „Plantaže“ prepoznat kao jedan od potencijalnih zagađivača (slika 13.3.).

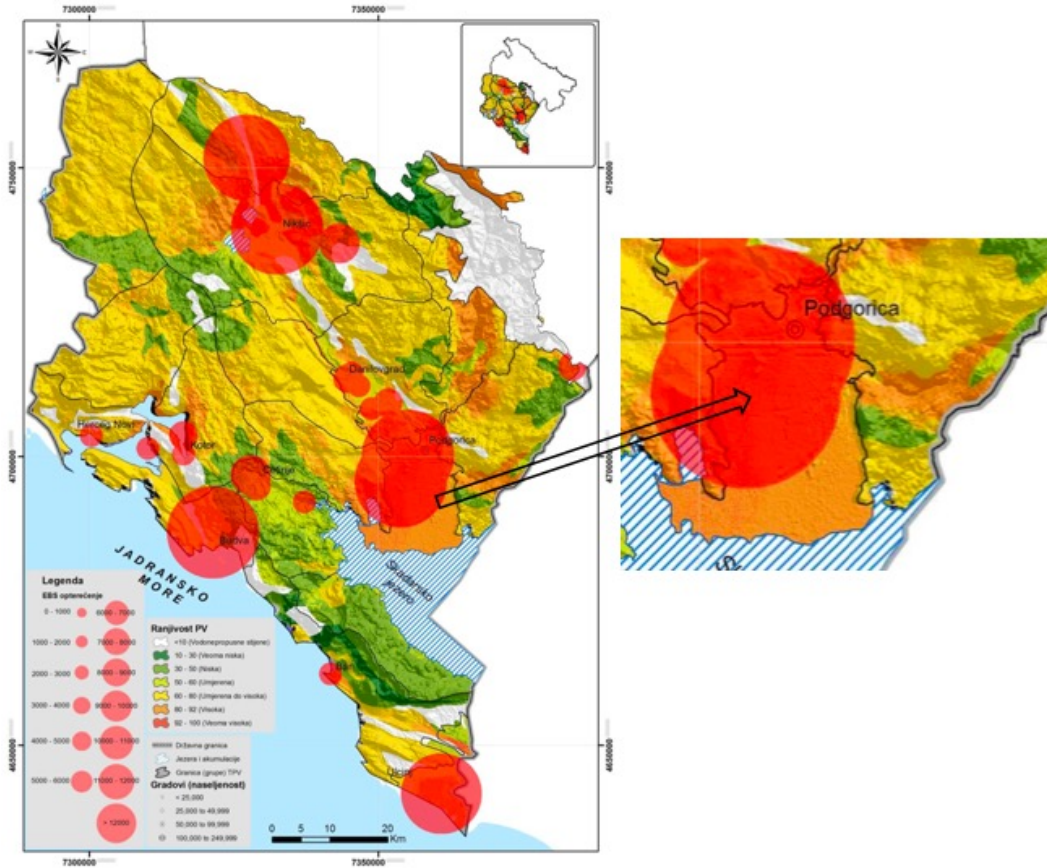
Proizvodnja vina može predstavljati značajan pritisak na lokalnom nivou na površinska i podzemna vodna tijela zbog širenja pesticida, herbicida i fungicida koji se koriste za komercijalni uzgoj vinove loze.

Poljoprivredna proizvodnja bez poštovanja i saglasja sa odredbama Nitratne direktve EU (Direktiva savjeta 91/676/EEC, 1991), predstavlja izvor zagađenja površinskih, podzemnih voda, flore i faune. Zagađenje vode i zemljišta iz poljoprivrede proizlazi iz otpadnih voda iz stočnih farmi i ispiranja mineralnih đubriva i upotrebljenih hemikalija iz obradivih površina (PUJRS, 2019).

Nivo ranjivosti vode usljed ovih procesa zavisi od vrste korišćenih đubriva, efikasnosti njihovog korišćenja, vrste usjeva i stoke, sistema zaštite životne sredine, poljoprivredne prakse i drugih faktora poljoprivredne proizvodnje.



Sl. 13.3. Karta rizika загађенja PV prema difuznim загађивачима (PUJRS, 2019)



Sl. 13.4. Karta rizika загађенja prema koncentrisanim izvorima загађенja (PUJRS, 2019)

Zagađenja površinskih voda potiču prije svega od otpadnih voda naselja i industrija, koji se javljaju kao koncentrisani izvori zagađenja i to uglavnom preko direktnih kanalizacionih ispusta u rijeku, ili preko septičkih jama u podzemne vode.

Rasuti, teže kontrolisani izvori, vezani su za atmosferske vode sa poljoprivrednih i drugih površina, kao i za neuređene deponije, koji pored površinskih zagađuju i podzemne vode. Ono što treba istaći je da su procesi tranzicije i ekonomske krize bitno smanjile privredne aktivnosti a time i količine otpadnih voda od industrije, odnosno efluentno opterećenje vodotoka.

Prema podacima Zavoda za statistiku Crne Gore ukupna količina otpadnih voda iz naselja u Crnoj Gori u 2017. godini iznosila je 20 417 000 m³. U poređenju sa 2014. godinom smanjena je za 34,2%. Količina prečišćenih otpadnih voda u 2017. godini povećana je za 21,9% u odnosu na 2014. godinu. Ovo je trend koji je prisutan tokom poslednje decenije iz razloga početka izgradnje kanalizacionih sistema i prije svega postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda u više gradova Crne Gore

Postojeća planska dokumentacija, na koju se poziva aktuelni Master plan za kanalizaciju i otpadne vode, čija je revizija u toku, opterećenje otpadnim vodama iz naselja iskazuje preko uobičajene jedinice – Ekvivalent Stanovnika (ES). Na nivou 2015. godine ukupno opterećenje, u vrijeme maksimalnog sezonskog pika za domaće upotrijebljene vode iznosi 512 226 ekvivalent stanovnika (ES), dok ukupno opterećenje za domaće upotrijebljene vode i ostale otpadne vode iz drugih izvora iznosi 877 933 ES. Pri tome je ukupni broj priključenih stanovnika na mrežu kanalizacije 326 000, odnosno oko 103 000 domaćinstava.

Kao što je već istaknuto, zahvaljući intenzivnoj izgradnji postrojenja za prečišćavanje u većini naselja u Crnoj Gori, ispuštanje neprečišćenih otpadnih voda u vodotoke i tlo je drastično smanjeno. Tako se danas, zahvaljujući izgrađenim postrojenjima (ukupno 12 koja su u punoj ili djelimičnoj funkciji), prečišćava oko 16.146.556 m³/d otpadnih voda, skoro pa pola ukupnog opterećenja na nivou cijele zemlje – 413 000 ES. Preostale količine neprečišćenih voda naselja koje se ispuštaju u prijemnike i dalje su problem po njihov kvalitet a posebno do izgradnje novog postrojenja za prečišćavanje za glavni i najveći grad Podgoricu, koja sama proizvodi opterećenje od nekih 180 000 ES.

13.4.2 Zone sanitarne zaštite izvora – trenutno stanje

Sprovođenje mjera sanitarne zaštite izvorišta koja se koriste za snabdijevanje vodom stanovništva, u cjelini uzevši, dosta je napredovalo zadnje decenije. Izmjenama i dopunama zakonske regulative i njenim usklađivanjem sa evropskim direktivama stvorena je zakonska podloga na osnovu koje je bilo moguće sprovesti prije svega zaštitu područja na kojima se nalaze izvorišta koja se po količini i kvalitetu mogu koristiti ili se koriste za snabdijevanje vodom za piće. Ove aktivnosti su prije svega pretpostavljale ustanovljavanje zona sanitarne zaštite izvorišta i to: šira zona zaštite, uža zona zaštite i zona neposredne zaštite. *Pravilnikom o načinu određivanja i održavanja zona i pojaseva sanitarne zaštite izvorišta vode za piće i ograničenjima u tim zonama* ("Sl. list Crne Gore", br. 66/09 od 2.oktobra 2009.) bliže su utvrđeni načini određivanja i održavanja tih zona i ograničenja u tim zonama.

Iako se ističe vidan napredak u mjerama sanitarne zaštite izvorišta problemi vezani za zaštitu izvorišta i dalje su „otvoreni“ i to kako sa gledišta pravne osnove, tako i sa gledišta postojećih tehničkih rješenja. Obzirom da bi trebalo da zakonska regulativa predstavlja osnovu za postavku i razradu tehničkog rešenja, ona treba da sadrži: jasno postavljen cilj zaštite; precizne kriterijume i uslove, mjerodavne za rešavanje problema zaštite; razrađenu metodologiju za pronalaženje najprihvatljivijeg rješenja, uz poštovanje zadatih kriterijuma. Postojeća regulativa ipak ne sadrži sve potrebne komponente, a najznačajniji nedostatak je odsustvo metodologije, kao i činjenica da su neki kriterijumi preširoko postavljeni, tako da imamo slučajeve da se prihvata rješenje koje je

tehnoekonomski neopravdano ali zakonski potpuno validno. Ukratko opisano regulativa CG reguliše zaštitu formiranjem zona zaštite u kojima, u zavisnosti od zone i tipa izvorišta, postoje jasno definisane zabrane i ograničenja. A kao konačan rezultat ovakvog stanja je ponekad nezadovoljavajući nivo zaštite izvorišta, prema realnom stanju zagađenosti.

Zadnji presjek stanja u ovoj oblasti, na nivou 2018. godine, daje pozitivnu sliku napretka u uspostavljanju zakonom propisanih zona sanitarne zaštite, za sva izvorišta vode za piće. Podaci koji su dati u narednoj tabeli ukazuju da su za sva veća gradska izvorišta stvoreni su uslovi za očuvanje kvaliteta i poboljšanje stanja voda koje se koriste za snabdijevanje stanovništva. Ipak vidljivo je da za jedan, još uvijek priličan broj izvorišta, nije bilo napretka u uspostavljanju propisanih zona zaštite. Ono što je „utješno“ da je broj korisnika vode sa tih izvorišta relativno mali u odnosu na ona izvorišta koja su uspostavila svoje zone zaštite.

14 PRIMJENA DOBIJENIH REZULTATA ISTRAŽIVANJA

14.1 Socio-ekonomski benefiti

14.1.1 Vodosnabdijevanje i potencijalna nova izvorišta

Kada je u pitanju upravljanje prekograničnim slivovima, i posebno kada je u pitanju sliv Cijevne, možemo prikazati više argumenata zbog čega je ulaganje u ovo slivno područje opravdano osim ekonomskog i sa mnogih drugih aspekata.

Sa oko 3000 stanovnika, koji žive u crnogorskom dijelu sliva, čije je pretežno zanimanje poljoprivreda, voda za njih predstavlja nesumnjivo najveće bogatstvo. Sa druge strane, očuvanje kvaliteta voda u slivu Cijevne a i šire (npr. Izdan Tuškog polja), ne samo da ima značaj za stanovništvo u slivu, već i van njega.

Kada je u pitanju uzvodni dio sliva, koji pripada Albaniji, u skladu sa Konvencijom o vodama i pripremljenim ugovorom o vodoprivrednim odnosima bi se definisale aktivnosti koje se moraju sprovoditi harmonizovano i zajednički.

Prema dosadašnjim istraživanjima, dokazano je da se sliv Cijevne drenira preko prethodno analiziranih izvora, ali isto tako da prihranjuje i Tuško polje koje važi za jednu od najvećih izdani u Crnoj Gori i predstavlja zonu veoma visoke ugroženosti.

Tuško polje je tehnički i najbliža opcija za obezbjeđivanje dodatnih količina vode za vodosnabdijevanje Glavnog grada Podgorice i drugih krajeva. Na vodovodni sistem Podgorice su uključeni izvedeni iztražno-eksploatacioni bunari u Milješu, Koniku (na 200 m od vodotoka Ribnice) i Dinoša (oko 80 l/s), koji su hidraulički povezani sa vodama Cijevne. Prema M. Raduloviću (2000) pojedini testirani bunari u Tuškom polju imali su izdašnost i do 150 l/s uz sniženja od svega nekoliko metara.

Ovi sistemi dodatnim količinama koje obezbjeđuju omogućavaju kontinuirano snabdijevanje vodom tokom cijele sezone. Ukoliko bi došlo do zagađenja nekog od navedenih izvorišta, šteta bi imala veliki uticaj na budžet Crne Gore.

Tabela 14.1. Moguće finansijske posledice zagađenja i uslovi sanacije

Izvorište	Priključen na vodovodni sistem Podgorica	Šteta izazvana zagađenjem (količina vode koja neće biti isporučena korisnicima)	Sanacija (metoda ispumpavanja sistemom bunara) ¹⁵
Dinoša	Da	415.000 €/mesečno ili 4.976.640 €/godišnje	350.000 €/god
Milješ	Da	308.448 €/mesečno ili 3.701.376 €/godišnje	150.000 €/god
Tuško polje	Ne		350.000 €/god
Ribnička vrela	Ne		250.000 €/god
Ukupno		8.678.016 €/godišnje	1.100.000 €/god
MOGUĆA ŠTETA U SEKTORU POLJOPRIVREDE¹⁶		50 miliona evra¹⁷	

Negativni uticaji na podzemne vode sliva Cijvne, takođe bi mogle imati nepopravljive posledice po vodosnabdijevanje crnogorskog primorja, koje se snabdijeva sa izvorišta Bolje sestre. Iako nije potvrđena direktna povezanost podzemnih voda sliva Cijevne sa izvorištem Bolje sestre, indirektna povezanost preko podzemnih voda Zetske ravnice koja se prihranjuje na račun rijeke Cijevne postoji, a takođe i povezanost sa rijekom Moračom u koju se Cijevna uliva.

Izvorište Bolje sestre predstavlja najznačajni resurs za dalji razvoj turizma crnogorskog primorja. Tako dakle, u finansijskom pogledu štete po turizam ukoliko bi se ovo izvorište degradiralo mogle bi da se mjere i milijardama eura, kao i onim već ulozenim do sada u razvoj turizma.

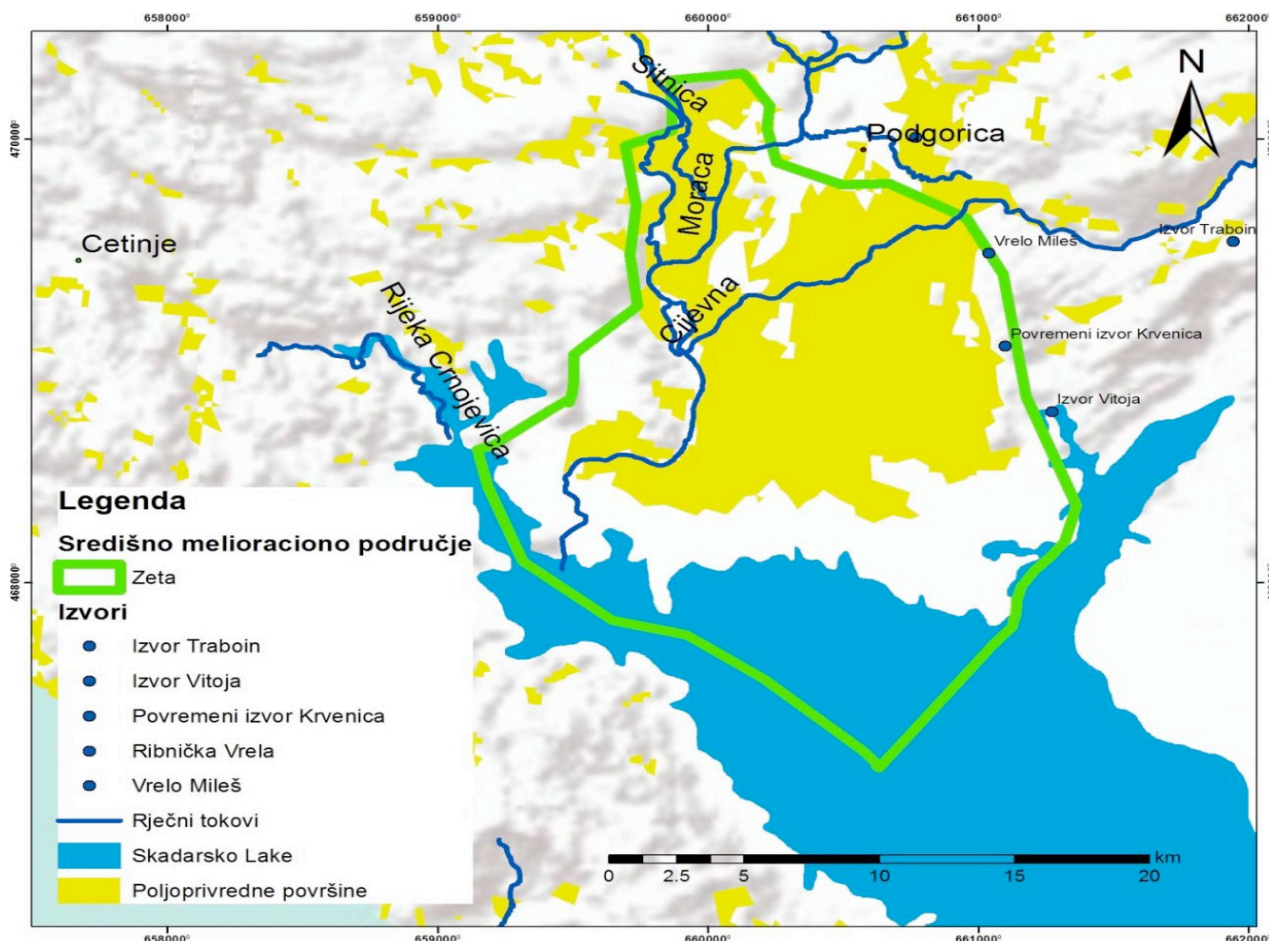
14.1.2 Navodnjavanje

Kada je u pitanju navodnjavanje, sliv rijeke Cijevne, pripada središnom melioracionom području u Jadranskom slivu Crne Gore (slika 14.1).

¹⁵ U okviru ove komponente u proračun je uključena potrošnja električne energije, nabavke pumpe, bušenje bunara (najmanje 4), pristupni put, obezbjeđenje električne energije, održavanje sistema, čuvari itd.

¹⁶ Uticaj na sektor poljoprivrede (ukoliko dođe do stopiranja proizvodnje na godinu dana)

¹⁷ Ukupan uticaj poljoprivrede na BDP je 15% (izvor MONSTAT), ukupno iskorišćena poljoprivredna površina u istražnom području u odnosu na ukupnu je 40%.



Sl. 14.1. Središnje melioraciono područje

Da je primjena najsavremenih tehnologija na održiv način važna karika u razvoju poljoprivrede prepoznalo je i Ministarstvo poljoprivrede i ruralnog razvoja kada je u junu 2013. godine usvojilo “Kodeks dobre poljoprivredne prakse“, koji je pripremljen u okviru Projekta institucionalnog razvoja i jačanja poljoprivrede Crne Gore.

Dobra poljoprivredna praksa podrazumijeva proizvodnju hrane na način kojim se vodi računa o očuvanju životne sredine. Preporuke date u ovoj prvoj verziji crnogorskog Kodeksa dobre poljoprivredne prakse pomoći će poljoprivrednicima da:

- Zaštite poljoprivredno zemljište u Crnoj Gori u korist svih njenih građana, turista i budućih generacija;
- Održite rijeke, jezera i pitke vode u Crnoj Gori čistima i zdravima izbjegavajući zagađivanje nitratima;
- Zaštite zdravlje i dobrobit životinja, štiteći time Crnu Goru od ozbiljnih bolesti koje bi mogle ugroziti egzistenciju poljoprivrednika, zdravlje potrošača i mogućnost Crne Gore da izvozi proizvode životinjskog porijekla;
- Bezbjedno koriste pesticide kako bi zaštitili sebe, svoje porodice, susjede i uopšte potrošače, životinje, životnu sredinu.

Najveći dio uslova vezanih za EU su oni koji se odnose na održivo korišćenje voda i zaštitu vode u blizini poljoprivrednog zemljišta (Nitratna direktiva EU).

Značajan doprinos održivom korišćenju vodnih resursa doprinosi i navodnjavanje poljoprivrednih površina kojim se postiže povećanje prinosa poljoprivrednih kultura.

Navodnjavanje se najčešće definiše kao dopunska mjera u poljoprivrednoj proizvodnji kojom se vrši nadomještanje prirodnih padavina, ako su one u nedostatku prema potrebama biljaka kako bi se ostvario njihov „puni“ genetski potencijal rodnosti. S druge strane, u slučaju proizvodnje u zatvorenom prostoru, navodnjavanje je jedini način kojim se biljke snabdijevaju potrebnim količinama vode za nesmetan rast i razvoj.



Sl. 14.2. Zasad vinove loze AD „Plantaže”

U specifičnim poljoprivrednim proizvodnjama kao što su povrtlarstvo i voćarstvo, vrlo su rijetke godine kada nije potrebno dodavati vodu, odnosno kada su prirodne padavine jednake potrebama biljke u svim fazama rasta i razvoja. Naime, i u prosječno kišnim godinama, u pojedinim razdobljima uglavnom se javlja određeni nedostatak lako pristupačne vode, koji posebno ako se javi u osjetljivim fazama rasta i razvoja pojedinih kultura, može usloviti veliko smanjenje prinosa kao i smanjenje kvaliteta proizvoda. Upravo zbog toga je neophodno imati sisteme za navodnjavanje kojima se može dodati potrebna količina vode u određenom periodu, posebno ljeti kada su padavine i najmanje.

Najbolji primjer primjene sistema za navodnjavanje i dobre poljoprivredne prakse na našem području je sistem navodnjavanja vinograda i voćnjaka na Čemovskom polju u vlasništvu AD „Plantaže“.

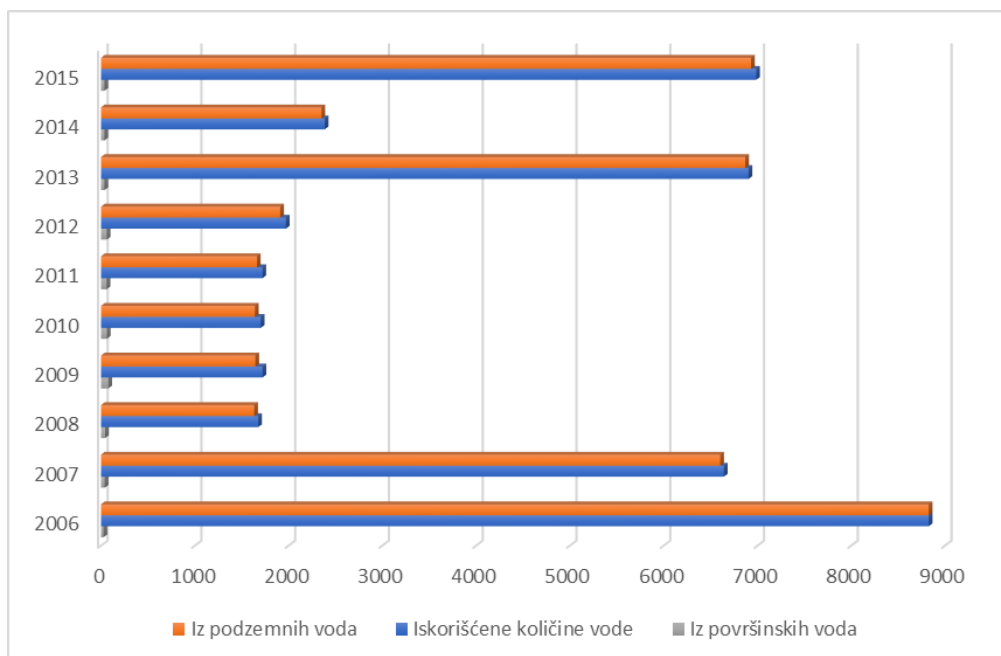
Podignut je jedan od najvećih i najljepših vinograda u Evropi – Čemovsko polje, površine 2.300 hektara, sa oko 11,5 miliona čokota i zasad bresaka i nektarina na površini od 85 ha.

“Plantaže” crpe kvalitetnu vodu iz intergranularne izdani Zetske ravnice odnosno Čemovskog polja, čak iz 23 bunara pumpama pojedinačne snage 90 l/sec. Sezona navodnjavanja traje prosječno tokom 2,5 mjeseca.

Korišćenje voda za navodnjavanja prema MONSTAT-u se kreće u dijapazonu:

Tabela 14.2. Potrošnja vode za navodnjavanje (hilj. m³, ha)

Godina	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Iskorišćene količine vode	8.826	6.642	1.676	1.722	1.703	1.721	1.971	6.905	2.385	6.978
- iz podzemnih voda	8.800	6.603	1.633	1.645	1.641	1.662	1.910	6.869	2.350	6.932
- Iz površinskih voda	26	39	43	77	62	59	61	36	35	36
Ukupno navodnjavane površ.	2.159	2.210	2.211	2.414	2.412	2.445	2.364	2.353	2.325	2.350



Sl. 14.3. Grafički prikaz potrošnje vode za navodnjavanje u Čemovskom polju

Potrebno je naglasiti, da rezultati prikazani u tabeli 14.2. iako su zvanični, pokazuju i određene nelogičnosti, dakle ukupna godišnja eksploatacija podzemnih voda za 2015. godinu iznosi nešto oko 2 m³/s, što pokriva samo period od 2,5 mjeseca kada je sezona navodnjavanja kompleksa “Plantaže”, dok “eksploatacija” tokom cijele godine nije uračunata. Dakle, važno je istaći da “Plantaže” tokom cijele godine vrše eksploataciju podzemnih voda preko bunara sa instaliranim pumpnim postrojenjima kapaciteta od oko 2 m³/s, što pokazuje da je podatak prikazan od strane MONSTAT-a dosta “iskalibrisan”.

Tačan podatak o korišćenju podzemnih voda od strane “Plantaža” i uticaja istog na podzemne vode Zetske ravnice, je moguće dobiti jedino uvođenjem sistematskog monitoring podzemnih voda.

Dalji razvoj “Plantaža” i proširenje proizvodnje, zahtjevaće i veću količinu vode, međutim oslanjajući se samo na podzemne vode, može dovesti do veoma negativnog trenda nadeksploatacije izdani Zetske ravnice, ako uključimo i lokalno stanovništvo, gdje svako domaćinstvo praktično ima sopstveni bunar sa kojeg se snabdijeva.

Pritisak na kvantitet podzemnih voda Zetske ravnice će samo rasti, ukoliko ne dođe do promjene načina korišćenja podzemnih voda. Kao jedan od mogućih i praktičnih modela za smanjenje kvantitativnog pritiska podzemnih voda Zetske ravnice jeste korišćenje voda Skadarskog jezera za potrebe navodnjavanja.

14.2 Međudržavni benefiti

Područje kanjona rijeke Cijevne predstavlja jednu od izuzetnih prirodnih vrijednosti sliva rijeke Morače i sliva Skadarskog jezera. Po svojim osobenostima izdvaja se i na nivou Crnoj Gori, pa i šire. Područje rijeke Cijevne predstavlja prirodnu sponu između Nacionalnog parka "Skadarsko jezero" (donji dio) sa Nacionalnim parkom "Prokletije" (izvorišni dio), a koji predstavljaju najreprezentativnije prostore Balkanskog poluostrva. Pogranične zone Prokletija, Komova, Cijevne, Skadarskog jezera i Bojane su predmetom Inicijative *Green Belt*¹⁸. Uspostavljanje inicijative Evropski zeleni pojas (*European Green Belt*) 2003. godine je predstavljao povezivanje različitih postojećih regionalnih inicijativa u jednu evropsku inicijativu. Danas Zeleni pojas povezuje 24 zemlje, i predstavlja oslonac pan-evropske ekološke mreže što vodi do značajnog doprinosa evropskoj "zelenoj infrastrukturi". Pojas predstavlja simbol prekogranične saradnje i zajedničkog evropskog i kulturnog nasleđa.

Naučni značaj ovog kanjona, kao i sličnih prostora refugijalnog tipa u Crnoj Gori, ogleda se kroz visok stepen prirodne očuvanosti i specifičnosti. Ovaj kanjon predstavlja dragocjen objekat za prirodnjačka istraživanja kroz koja se mogu dobiti različiti odgovori na ekološka pitanja, koja su još uvijek aktuelna, a na koja se više ne mogu dobiti istraživanjem drugih dijelova Balkanskog poluostrva i Evrope, obzirom da su slični predjeli djelimično ili potpuno degradirani ili čak uništeni.

Zbog svog biodiverziteta kanjon rijeke Cijevne je prepoznat kao (i) područje značajno za biljke - IPA područje (*Important Plant Areas*)¹⁹, (ii) područje značajno za ptice - IBA područje (*Important Bird Areas*)²⁰, a takođe je i (iii) EMERALD područje (ME0000008)²¹ koje se štiti odredbama Bernske konvencije. Već smo napomenuli da Cijevna ulazi u sistem Zelenog pojasa Evrope (Green Belt) i to zbog netaknutih staništa, naročito u gornjem toku rijeke. Mediteranski karakter kanjona Cijevne ističe njegov značaj ne samo u Crnoj Gori već i u regionu.

Skupština Glavnog grada Podgorica, je 21. decembra 2017. godine, donijela Odluku o proglašenju kanjona rijeke Cijevne u Crnoj Gori, Spomenikom prirode. Odlukom je kanjon Cijevne uvršten u II kategoriju zaštite u skladu sa Zakonom o zaštiti prirode ("Službeni list Crne Gore", br. 054/16 od

¹⁸ <http://www.erlebnisgruenesband.de/en/gruenes-band/europa/paneuropaeische-initiative.html>

¹⁹ Petrović D (ed) (2009): Važna biljna staništa u Crnoj Gori - IPA projekat. Zelena Gora, Pdgorica. 79: 44-45 (kanjon rijeke Cijevne sa Humom Orahovskim)

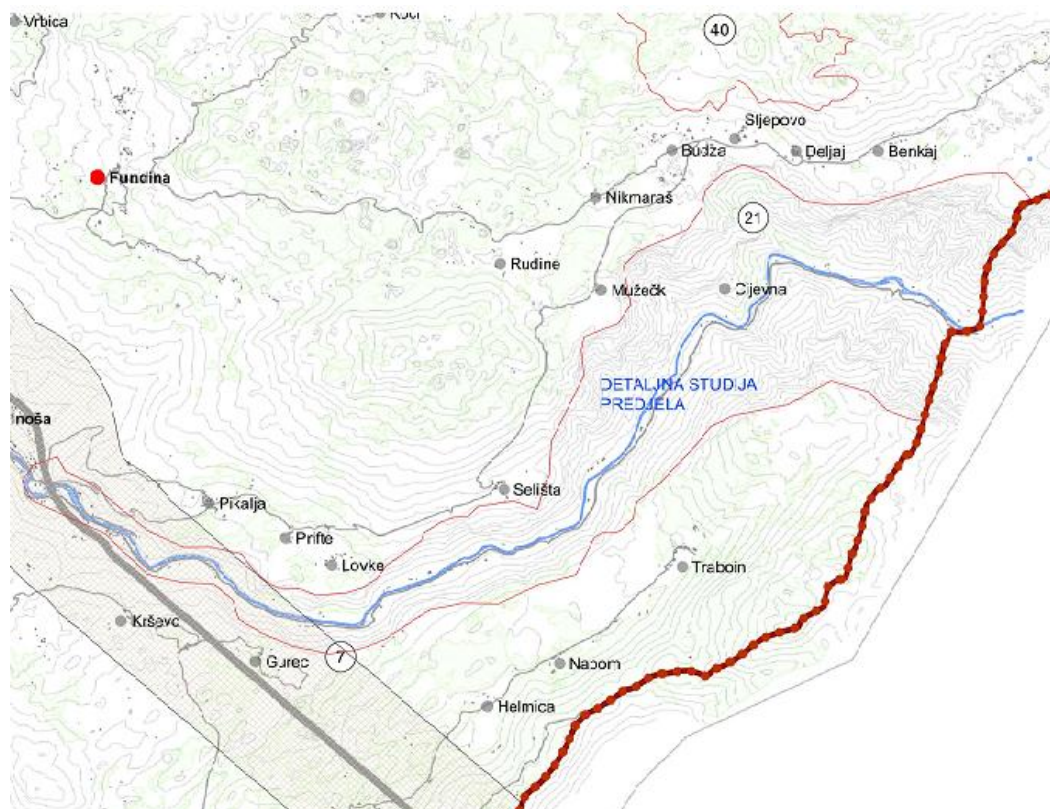
²⁰ Petrović D (ed) (2009): Važna biljna staništa u Crnoj Gori - IPA projekat. Zelena Gora, Pdgorica. 79: 44-45 (kanjon rijeke Cijevne sa Humom Orahovskim)

²¹ Izvor: CoE (2011): Lista kandidovanih EMERALD sajtova (predloženi ASCI sajtovi) [List of candidate EMERALD sites (proposed ASCIs)], str 33 i 34, usvojena na 31 sastanku Stalnog Komiteta Bernske konvencije 2 dec 2011, potvrđena na 32 sastanku Komiteta, dostupna na web linku <https://wcd.coe.int/com.instranet.InstraServlet?command=com.instranet.CmdBlobGet&InstranetImage=2194987&SecMode=1&DocId=1959666&Usage=2>

15.08.2016), što znači da se dalje korišćenje resursa ili infrastrukturna izmjena ovog predjela može vršiti samo u ograničenim količinama i gabaritima.

Dosadašnja istraživanja su pokazala da kanjon i dolina rijeke Cijevne obiluju brojnim geomorfološkim fenomenima, raznovrsnom geologijom, hidrologijom, pedologijom i klimom, bogatstvom ekosistemima, zanimljivom florom, vegetacijom i faunom.

Područje na koje su bila fokusirana terenska istraživanja stručnog tima Agencije za zaštitu životne sredine, koji je formiran za izradu Studije zaštite, obuhvata geografsko područje Kanjona Cijevne u granicama datim u Prostorno urbanističkom planu Podgorice 2025. godine prikazanim na sljedećoj karti²².



Sl. 14.4. Režimi uređenja prostora na području Glavnog grada (PUP Glavnog grada Podgorica)

Kanjon rijeke Cijevne predstavlja refugijum za rijetku, endemičnu i reliktnu floru i faunu koja je veoma interesantna za istraživanje. Priroda ovog kanjona je privlačna i od velikog značaja za ispitivanja vezana za ostale regione Crne Gore.

²² Prijedlog granica - [Prostorno urbanistički plan Podgorice 2025. godine](#)

14.2.1 Uspostavljanje regulativnog okvira

Radom sa pravnim timom međunarodnih eksperata, došlo se do forme završnog izgleda Okvirnog sporazuma, koji u sebi sadrži poseban dio posvećen očuvanju voda i uspostavljanju kontinuiranog monitoringa u skladu sa Helsinškom konvencijom i EU direktivama.

Okvirni sporazum između Crne Gore i Savjeta ministara Republike Albanije o međusobnim odnosima u oblasti upravljanja prekograničnim vodama, koji je potpisan 3. jula 2018. godine u Skadru, na sveobuhvatan način reguliše zajedničko djelovanje o rješavanju svih pitanja, uključujući radove i djelatnosti, kao i olakšavanje saradnje u oblasti prekograničnog održivog upravljanja slatkim vodama i vodnim objektima, za koje su zbog uticaja na promjenu količine ili kvaliteta voda zainteresovane obje ili jedna od Strana.

Sporazum će doprinijeti boljoj saradnji u cilju lakšeg upravljanja vodnim objektima i zajedničkim planiranjem novih, aktivnostima i događajima koji imaju ili mogu, s vodoprivrednog stanovišta, imati uticaj na vode, vodne objekte i uređaje za korišćenje voda, a posebno na: vodni bilans voda; zaštitu i odbranu od štetnog dejstva voda; uređivanje i održavanje vodotoka; zaštitu prekograničnih voda od zagađenja; korišćenje i upravljanje zajedničkim vodnim objektima; korišćenje svih voda od zajedničkog interesa (od kojih su od posebnog značaja vode Skadarskog jezera, rijeke Drima, Bojane, Morače, Grnčara i Cijevne); istraživanje uticaja intervencija vodoprivrednih zahvata na životnu sredinu; razmjenu mišljenja, informisanje, konsultovanje i razmjenu iskustava i saradnju na regionalnim i drugim nivoima organizovanja i povezivanja u oblasti voda.

Osnovna načela Okvirnog sporazuma bi se isključivo bazirala na međunarodnim sporazumima, standardima i direktivama EU, kao i nacionalnim zakonodavstvima.

U cilju realizacije ovog sporazuma, sporazumne strane će sarađivati putem: redovne i blagovremene razmjene potpunih i tačnih podataka i informacija o svim pitanjima koja su predmet ovog sporazuma; konsultovanja, usaglašavanja i aktivnog učešća u radu Stalne Crnogorsko – Albanske Komisije za upravljanje vodama od zajedničkog interesa (koja se osniva po ovom sporazumu) i tijela formiranih u okviru Komisije; i aktivnog sprovođenja pravnih, organizacionih, institucionalnih, tehničkih, ekonomskih i drugih mjera potrebnih za primjenu ovog sporazuma.

U dijelu korišćenja voda, sporazumne strane će, na osnovu bilansa voda od zajedničkog interesa, usaglašenih planova odnosno projekata, ranije izdatih vodoprivrednih akata i drugih relevantnih kriterijuma, obezbijediti pravično, razumno i održivo korišćenje raspoloživih količina voda. Takođe je predviđeno da će sporazumne strane, po potrebi, posebnim aktima bliže utvrditi: relevantne faktore za pravično, razumno i održivo korišćenje voda od zajedničkog interesa, metodologiju za izradu njihovog bilansa, način mjerenja protoka i utvrđivanje raspoloživih količina voda i dr. Iz navedenih određenja, dakle, proizilazi da su u Sporazumu našli svoje mjesto principi pravičnog, razumnog i održivog korišćenja voda od zajedničkog interesa, kao opšteprihvaćeni principi međunarodnog prava.

U dijelu zaštite voda, sporazumne strane će nastojati da spriječe pogoršanje i težiti poboljšavanju stanja voda od zajedničkog interesa, na način što će: po potrebi, dogovoriti da na osnovu zajednički usvojene metodologije bazirane na Okvirnoj direktivi o vodama, redovno ispituju kvalitet voda, kao i da na osnovu usaglašenih kriterijuma za kvalitet voda i metodologije za procjenu i određivanje rezultata ispitivanja, redovno zajednički procjenjuju stanje i tendencije promjena stanja voda; preduzeti mjere za sprječavanje i otklanjanje posljedica akcidentnih zagađenja i smanjenje uvođenja, odnosno dospjevanja u vodu opasnih materija i nutrijenata iz tačkastih i difuznih izvora zagađenja (sporazumne strane prihvataju listu opasnih materija iz Okvirne direktive o vodama); prilikom izdavanja vodne dozvole i drugih vodnih akata za nove objekte ili rekonstrukciju postojećih objekata na području koje je predmet ovog sporazuma, nastojati da primijene najbolju raspoloživu tehnologiju

za prečišćavanje voda koje se ispuštaju u vode od zajedničkog interesa i poštuju zajednički usvojene granične vrijednosti parametara kvaliteta tih voda; i uzeti u obzir odgovarajuće propise EU prilikom utvrđivanja graničnih vrijednosti parametara kvaliteta voda. Nadalje je predviđeno da će, u slučaju pojave prekograničnog uticaja difuznih izvora zagađenja na kvalitet voda, sporazumne strane preduzeti mjere radi smanjenja uticaja, odnosno njegove kontrole. Takođe su data i odgovarajuća rješenja koja se odnose na izradu procjene rizika za primarne opasne zagađujuće materije u okviru strategije protiv zagađenja voda; međusobno obavješćavanje o vanrednom zagađenju voda koje može da ima za posljedicu prekogranični uticaj ili se taj uticaj sa velikom vjerovatnoćom može očekivati; i preduzimanje mjera za intervencije na ugroženim površinama voda od zajedničkog interesa radi smanjenja posljedica od vanrednih zagađenja.

U dijelu zaštite od štetnog dejstva voda, sporazumne strane će preduzimati potrebne mjere radi zaštite od takvog dejstva voda od zajedničkog interesa, na način što neće izvoditi radove, niti jednostrano utvrđivati mjere, koje na teritoriji druge sporazumne strane mogu uzrokovati štetno dejstvo voda od prekograničnog uticaja.

U pogledu vodnih objekata i radova predviđeno je da će sporazumne strane, u skladu sa odredbama Sporazuma: zajednički održavati u dobrom stanju sve vodne objekte i uređaje, korita vodotoka i kanale koji su predmet ovog sporazuma; saglasno postupati u rukovanju i pogonu vodnih objekata i uređaja; sporazumno obavljati na području jedne ili druge države promjenu postojećih ili izgradnju novih vodnih objekata i uređaja, kao i preduzimati nove radove i mjere koje bi mogle imati uticaj na režim voda od zajedničkog interesa; i usaglasiti sve planske radnje, koje će se preduzeti na području jedne sporazumne strane, a koje mogu uticati na održivo upravljanje vodama druge sporazumne strane, izdavanjem prethodnog vodoprivrednog (vodnog) akta (vodoprivredni (vodni)uslovi, vodoprivredna (vodna) saglasnost, vodoprivredna (vodna) dozvola i druga odgovarajuća akta) one sporazumne strane na čijem se prostoru očekuje uticaj. Takođe je predviđeno da za izgradnju, korišćenje i održavanje pojedinih značajnijih vodnih objekata sporazumne strane mogu zaključiti poseban sporazum.

Za sprovođenje svih odredbi sporazumne strane će obezbijediti predviđeni monitoring, razmjenu i analizu podataka i informacija kao i konsultovanje javnosti.

Radi ostvarivanja saradnje u skladu sa odredbama Sporazuma, predviđeno je da sporazumne strane osnivaju Stalnu crnogorsko – albansku komisiju za upravljanje vodama od zajedničkog interesa. Komisija se sastoji od 20 članova od kojih svaka ugovorna strana imenuje po 10 svojih članova u Komisiji za upravljanje vodama.

Nadležnost, zadaci i djelokrug Komisije utvrđen je u skladu sa Sporazumom, Poslovníkom Stalne crnogorsko – albanske komisije za upravljanje vodama od zajedničkog interesa, usvojenom na prvom sastanku Komisije.

Pored navedenog, Sporazum sadrži potrebne odredbe o formiranju, u skladu s potrebama, stalnih potkomisija, ad hoc potkomisija i ekspertskih grupa, kao i angažovanju pojedinih eksperata, za pojedina pitanja i izradu predloga za njihovo rješavanje, odnosno za usaglašavanje i izvršenje zadataka od zajedničkog interesa, zatim o načinu donošenja odluka Komisije i javnosti njenog rada.

Usvojen je princip da sporazumne strane zajednički utvrđuju troškove. Ukoliko su troškovi izazvani potrebama, interesima ili radnjama jedne od strana, onda ih ta strana u cjelini i snosi. Troškove organizovanja i održavanja zasijedanja Komisije, sastanaka potkomisija, odnosno sastanaka stručnjaka, snosi ona ugovorna strana na čijoj državnoj teritoriji se sastanak održava, s tim da troškove za učešće predstavnika na zasijedanju Komisije i druge sastanke snosi svaka ugovorna strana za sebe.

U cilju pojednostavljenja postupka za uvoz i prenos građevinskog materijala, potrošnog materijala, mašina, pogonskog goriva i ostalih sredstava koja su potrebna za izvođenje radova, a koji su u vezi sa izvršenjem obaveza iz ovog sporazuma, utvrđene su određene olakšice, pa čak i oslobođanje od svih uvoznih i izvoznih dažbina.

Sporazum se zaključuje na neodređeno vrijeme i svaka Strana može u bilo koje vrijeme otkazati ovaj Sporazum, slanjem pisanog obavještenja o otkazivanju drugoj Strani, diplomatskim putem. U tom slučaju ovaj Sporazum prestaje da važi po isteku godinu dana od dana prijema pisanog obavještenja o njegovom otkazivanju. Svaka Strana može predložiti izmjene ovog Sporazuma koje stupaju na snagu u skladu sa utvrđenim postupkom.

15 ZAKLJUČAK

Ovim radom je prikazano stanje vodnih resursa u slivu Cijevne sa posebnom pažnjom na podzemne vode, uz predlog savremenog pristupa definisanja i implementacije modela prekograničnog upravljanja vodnim resursima i integralnog upravljanja rječnim slivom. Integralno upravljanje podrazumjeva uklanjanje geografskih granica i sagledavanje rječnog sliva kao cjeline, sa pripadajućim vodnim tijelima, podzemnih i površinskih voda.

Predlog mjera zajedničkog upravljanja prekograničnim slivom rijeke Cijevne je obuhvatio glavne elemente koji bi omogućili pravovremeno dobijanje kvalitetnih informacija o funkcionisanju sliva. Uspostavljanje zajedničkog monitoringa je jedna od najvažnijih komponenti koja je predložena programom mjera unaprijeđenja upravljanja prekograničnim slivom rijeke Cijevne, kako bi se pripadajuća podzemna vodna tijela očuvala i njihov kvalitet poboljšao.

Sve predviđene mjere nije bilo moguće implementirati u toku izrade disertacije, međutim, jedan dio predviđenih mjera je implementiran što je u radu i opisano. Takođe, kao veliki rizik dalje implementacije mjera može se navesti i pristup albanske strane, jer se u konačnom radi o potrebi instalacije osmatračkih stanica na albanskoj teritoriji.

Uzimanjem u obzir svih međunarodnih standarda, međunarodne legislative u oblasti voda i konvencija, ovim radom je napravljen iskorak kada je u pitanju implementiranje istih odnosno najvažnijih aktivnosti koje treba da budu sastavni dio svih bilateralnih i multilateralnih sporazuma u oblasti upravljanja vodnim resursima, i posebno monitoringa voda.

U disertaciji je prikazana aktivnost koja se odnosi na uspostavljanje monitoringa prekograničnih voda, a koja je dio formiranog *Okvirnog sporazuma o upravljanju prekograničnim vodnim resursima* od 3.07.2018, čije su potpisnice Crna Gora i Albanija, a u kojoj je i autor imao značajnu ulogu. Sporazum je urađen u skladu sa najvišim međunarodnim standardima u oblasti upravljanja vodnim resursima, Konvencijom o vodama, Konvencijom o procjeni uticaja na životnu sredinu u prekograničnom kontekstu (ESPOO Konvencija) i Okvirnom direktivom o vodama EU.

Rad je pokazao u značajnoj mjeri kompatibilnost sa nedavno izrađenim Planom upravljanja Jadranskim slivom (MPRR, 2019), što pokazuje da je usaglašen i sa EU standardima kada je u pitanju uspostavljanje monitoringa voda. Ovo se najviše odnosi na delineaciju vodnih tijela, gdje su praktično izdvojena ista vodna tijela u Crnoj Gori, što pokazuje da je pristup i metodologija jasno definisana i da su istraživanja obavljena na jedan sveobuhvatan način, kako za pripremu Plana upravljanja Jadranskim slivom, tako i za pripremu ovog rada.

Na prekograničnom slivu rijeke Cijevne predviđeno je uspostavljanje 21 osmatračke stanice. Od predviđenih stanica, uz podršku projekata koje Ministarstvo poljoprivrede i ruralnog razvoja CG implementira, a u cilju realizacije predviđenih mjera i uspostavljanja monitoringa, već su uspostavljene 3 osmatračke stanice na crnogorskoj strani sliva i to 2 pijezometra, i po prvi put nakon 1989 godine, opet je uspostavljena hidrološka stanica na Cijevni na profilu Trgaj.

Uspostavljene osmatračke stanice će imati veliki značaj kada je u pitanju uspostavljanje “nultog” stanja površinskih i podzemnih voda u slivu Cijevne po pitanju kvantiteta i kvaliteta. Izgradnja mHE na albanskom dijelu sliva, od kojih su do sada već izgrađene 4 i 6 novih je u pripremi, će imati zasigurno negativan uticaj na nizvodnom, crnogorskom dijelu sliva Cijevna.

Obzirom da je dokazano da rijeka Cijevna prihranjuje glaciofluvijal Zetske ravnice, iz kojeg se vodom snabdijeva najveći dio stanovništva ovog područja, kao i najveći kompleks vinograd “Plantaže”, preko uspostavljenih osmatračkih stanica imaćemo jasnu sliku o uticaju svih poljoprivrednih i drugih aktivnosti, ka oi izgrađenih mHE u Albaniji na crnogorski dio sliva.

Najveći negativni efekti izgradnje mHE u Albaniji, koji potencijalno može imati uticaj na izmjenu režima voda Cijevne, mogu se reflektovati na smanjenje prihranjivanja Čemovkog polja, Tuškog polja i drugih izvora preko kojih se sliv drenira, što u konačnom može dovesti do smanjenja dostupnih količina vode i presušivanju ili smanjenju raspoloživih voda zavisnih izdani i izvora.

Najveći rizik u očuvanju podzemnih voda prekograničnog sliva rijeke Cijevne jeste bilateralna saradnja između Crne Gore i Albanije. Nepostojanje stručnih podloga održive valorizacije vodnih resursa u slivu Cijevne, njihovo iskorišćavanje bez konsultacije susjedne države, kao što je bio slučaj prilikom izgradnje mHE i nepoštovanje potpisanih bilateralnih sporazuma, deklaracija i konvencija ugrožavaju se vodni resursi. Ovakav pristup bilo koje od strana (Crne Gore ili Albanije), može dovesti i do trajnog devastiranja i narušavanja postojećih potencijala valorizacije vodnih resursa u slivu rijeke Cijevne.

Preporuka daljih koraka je veoma jednostavna, jer su oni svi definisani i pravno potkrijepljeni potpisanim bilateralnim Sporazumom, Konvencijom o vodama, Okvirnom direktivom o vodama i u konačnom ovim radom koji je predvidio metodologiju razvoja zajedničkog sistema praćenja voda.

LITERATURA

- Aller, L., Bennet, T., Lehr, J. H., Petty, R. J., Hackett, G., 1987: DRASTIC: a standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeological setting. US EPA, 622 p.
- Allison G.B. 1988: A review of some of the physical, chemical, and isotopic techniques available for estimating groundwater recharge. p. 49–72. In I. Simmers (ed.) Estimation of natural groundwater recharge. D. Riedel Publishers, Norwell, MA.
- Alter S. L. 1980: Decision support systems current practices and continuing challenges. reading, MA: Addison-Wesley
- Al-Zabet, T., 2002, Evaluation of aquifer vulnerability to contamination–potential using the DRASTIC method: Environmental Geology, 43, 203–208.
- Andreo B., Vias J., Duran J., Jimenez P., Lopez-Geta J., Carrasco F. (2008): Methodology for groundwater recharge assessment in carbonate aquifers: application to pilot sites in southern Spain, Hydrogeology Journal, 16: 911-925.
- Bešić Z., 1969: Geologija Crne Gore, knj. II, Karst Crne Gore, Posebana izdanja zavoda za geološka istraživanja Crne Gore – Titograd.
- Blagojević M., 2016: Delineacija površinskih vodnih tijela, Izvještaj, UNDP, Podgorica.
- Blagojević M., 2016: Održivo upravljanje prekograničnim slivovima na primjeru rijeke Cijevne, Seminar, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.
- Blagojević M., Stevanović Z., 2019: Development of integrated water resources management model in the transboundary Cijevna River Basin (Montenegro – Albania), Proceedings of IAH2019, the 46th Annual Congress of the International Association of Hydrogeologists, Málaga (Spain), September 22-27.
- Blagojević M., 2019: Needs for better monitoring and studying of groundwater in Cijevna transboundary river basin (Montenegro – Albania), In: Proceedings of 4th Conference of the IAH CEG Danube Gorge, Donji Milanovac, Serbia.
- Blagojević M., Stevanović Z., Radulović M.M., Marinović V., Petrović B.. 2020: Transboundary groundwater resource management: needs for monitoring the Cijevna River Basin (Montenegro–Albania), Environmental Earth Sciences 79:74, ISSN 1866-6299, DOI 10.1007/s12665-020-8809-8
- Bonacci O., 1987: Karst Hydrology; with special reference to the Dinaric Karst. Springer-Verlag, Berlin; 184p.
- Bošković M., Živaljević R., Bajković I., 2006: Kvantitativne karakteristike površinskog oticaja voda u Crnoj Gori. Dio: Saveljić M, Sekulić G. Voda, vodosnabdijevanje, sanitarne tehnologije. Jadranski sajam, Budva, 1-8.
- Burchi S., Mechlem K., 2005: Groundwater in international law, Compilation of treaties and other legal instruments, FAO Legislative Study 86, FAO/UNESCO, Rome
- Burić M., 1976: Regionalna hidrogeološka istraživanja Pive, Tare i Čehotine. Geološki zavod Crne Gore, Titograd.
- Burić M., 1982: Objašnjenja karte zaštite podzemnih voda i terena Crne Gore. Geološki pregled SR Crne Gore, Titograd.
- Burke, J.J. Moench, H.M., 2000: Groundwater and society: Resources, tensions and opportunities. Spec ed. of DESA and ISET, UN public. ST/ESA/265, New York, 170 p.
- CEI (Central European Initiative), 2009: CLEAG (CLimate and Environment protection progrAm in MonteneGro dedicated to the hydrosphere monitoring, pollution control and raising awareness), Feasibility study. Czech Republic, Development Cooperation, Fund of HMZCG.
- Čenčur Curk, B. (Ed), 2014: CC – WARE Mitigating Vulnerability of Water Resources under Climate Change, WP3 – Vulnerability of Water Resources in SEE, annual report.
- CETI, 2007: Measurements of water quality on the Bolje Sestre spring for the period 2005-2007. Center for Eco-Toxicological Research, Podgorica.

- Chen, Z., Auler, A.S., Bakalowicz, M., Drew, D., Griger, F., Hartmann, J., Jiang, G., Moosdorf, N., Richts, A., Stevanović, Z., Veni, G., Goldscheider, N. 2017. The World Karst Aquifer Mapping Project – Concept, Mapping Procedure and Map of Europe. *Hydrogeology Journal*, (2017) 25: 771-785. Custodio, E. 1992. Hydrogeological and hydrochemical aspects of aquifer overexploitation. *Selected Papers of IAH*, vol. 3, Verlag Heinz Heise, 3-27.
- Ćorović A., Radulović M., Filipović S., Živaljević R., 1999: Izvori za dugotrajno vodosnabdevanje naselja u Crnoj Gori i mogućnosti njihove zaštite. Zbornik radova 28. konferencije Jugoslovenskog društva za kontrolu zagađenja vode.
- COST 620 2001: Guidelines for hazard mapping and GIS techniques. – Internal acts.
- COST 65 1995: Hydrogeological aspects of groundwater protection in karstic areas, Final report (COST action 65). – European Commission, Directorate-General XII Science, Research and Development, Report EUR 16547 EN: 446 p.; Brüssel, Luxemburg.
- Custodio, E. 1992. Hydrogeological and hydrochemical aspects of aquifer over-exploitation. *Selected Papers of IAH, Hydrogeology*, Verlag Heinz Heise, Hannover, Vol.3: 3-27.
- Cvijijć J., 1893: Das Karstphänomen. Versuch einer morphologischen Monographie. Geographischen Abhandlung, Wien, V(3); 218-329.
- Cvijijć J., 1895: Karst, geografska monografija, Izdanje štamparije kraljevine Srbije, Beograd.
- Cvijijć J., 1899: Glacijalne i morfološke studije o planinama Bosne, Hercegovine i Crne Gore. Glas Srpske kralj. Akad. nauka LVII, str. 1-195. Beograd 1899.
- Cvijijć J., 1926: Geomorfologija 2, Izd. Drž. Štamparija, 506 p.
- Cvijijć J., 1926: Geomorfologija, knj. II. Izdanje Državne štamparije, Beograd.
- Cvijijć J., 1960. La Géographie des terrains calcaires. Academie Serbe des Sciences et des Arts, Beograd, Monographies, T. CCCXLI; 212 p.
- Dale Van Stempvoort, Lee Ewert & Leonard Wassenaar (1993) AQUIFER VULNERABILITY INDEX: A GIS - COMPATIBLE METHOD FOR GROUNDWATER VULNERABILITY MAPPING, Canadian Water Resources Journal, 18:1, 25-37, DOI: 10.4296/ cwrj1801025
- Daly D., Goldscheider N., Kralik M., Söfner B., Suasta J. (2000b): Role of Protective Cover in Assessing and Mapping Groundwater Vulnerability, Recommendations to COST 620. – Results of the WG-Meeting „Protective Cover“, Hannover, 21-22 Jan. 2000: 7 p; Hannover.
- Dević, N., Filipović, S. 2005: Geohemijski parametri kvaliteta, kao traseri spoljnog uticaja na vode zbijene izdani Zetske ravnice. International Conference and Field seminars. Water resources & Enviromental problems in karst, Beograd – Kotor (2005). (201-207 str.
- Dević N., Vulović, Lj., Đurašković, P., Filipović, S. 2006: Opasnost prodora polutanata rijeke Cijevne u vode zbijene izdani Zetske ravnice. Srpsko društvo za zaštitu voda u sardnji sa Institutom za vodoprivredu «Jaroslav Černi» - Beograd, 35 Konferencija o korišćenju i zaštiti voda. VODA 2006.
- Dević. N., 2018: Godisnji izveštaj za projekat, Stanje, zastita i valorizacija PV Zetske ravnice, za 2016 i 2017 g. JU zavod za geoloska istrazivanja, Podgorica
- DIKTAS, 2014: Strategic action plan, Trebinje.
- Đorđević B., Sekulić G., Radulović M., Šaranović M., 2010: Water potentials of Montenegro. MASA, Special Publication, 74, Podgorica.
- Đorđević, B., Sekulić G., Radulović M., 2010: Vodni potencijali Crne Gore, knj. 74, CANU, Podgorica.
- Dörflinger, N., Zwahlen, F., 1997: EPIK: a new method for outlining of protection areas in karstic environment; In: Gunay, G., & Johnson, A.L., (Eds), International Symposium and Field Seminar on Karst Water and Environmental Impacts, Balkema, Rotterdam, pp. 117-123
- Dragišić V., Polomčić D., 2009: Hidrogeološki rečnik. Dept. za HG, RGF, UoB. Beograd.
- Dragović D., 1976: Water master Plan (Vodoprivredna osnova Crne Gore, Sliv Jadranskog mora), vol. 3., General data, 1, Titograd.
- Dubljević V., 2001: Hidrogeološke karakteristike sliva Bokokotorskog zaljeva. Magistarske teze. Min. Fakultet & Geol., Univerzitet u Beogradu, Beograd
- Eftimi, R. 2010: Hydrogeological characteristics of Albania. *AQUAmundi*. 1: 79-92.

- Eptisa, 2015: Nacrt plana upravljanja vodama za vodno područje rijeke Save u Federaciji Bosne i Hercegovine, Nacrt pratećeg dokumenta #4 - Podzemne vode, Sarajevo
- European Commission, 2000: Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council – Establishing a framework for Community action in the field of water policy. Brussels, Belgium, 23 October 2000.
- European Commission, 2000: Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council – Establishing a framework for Community action in the field of water policy. Brussels, Belgium, 23 October 2000.
- European Commission, 2008: Groundwater protection in Europe. EC Office for Official Publications, Luxembourg.
- European Commission, 2008: Groundwater protection in Europe. EC Office for Official Publications, Luxembourg.
- European Commission, 2012: Commission Staff Working Document, Member state: France, Report form the commission to the European parliament and the council.
- European Commission, 2012: Commission staff working document, Member state: France, Report form the commission to the European parliament and the council.
- Filipović B., 1980: Metodika hidrogeoloških istraživanja, Naučna knjiga, Beograd.
- Ford D., 2005: Jovan Cvijić and the founding of karst geomorphology. Publication: Cvijić and Karst (Editors: Stevanović Z., Mijatović B., 2005), Serbian Academy of Science and Arts, Board on Karst and Speleology, Beograd. str. 305 – 321.
- Ford D., Williams P. 2007: Karst hydrogeology and geomorphology, Boston (Unwin Hyman), p. 154.
- Foster S., Hirata R., Gomes D., D'Elia M., Parise M., 2002: Groundwater quality protection: a guide for water-service companies, municipal authorities and environmental agencies. World Bank Group, Washington, p. 105.
- Foster S., Loucks, DP. 2006: Non-renewable groundwater resources: a guidebook on socially-sustainable management for water-policy makers. UNESCO IHP-VI Series on Groundwater 10, UNESCO, Paris.
- Foster S., McDonald, A., 2014: The ‘water security’ dialogue: why it needs to be better informed about groundwater. Hydrogeology Journal, November 2014, 22/7: 1489-1492.
- Friesland H., Kersebaum K.-C. & Löpmeier F. J., (1998) : Operational use of irrigation models using medium range weather forecast, Report, Deutscher Wetterdienst Agrometeorological Research, 10-15, Braunschweig.
- Goldscheider N., Drew D. (eds) (2007): Methods in karst hydrogeology. Taylor & Francis
- Goldscheider N., Klute M., Sturm S. & Hötzl H. (2000b): The PI method – a GISbased approach to mapping groundwater vulnerability with special consideration of karst aquifers. – Z. angew. Geol., 46 (2000) 3: 157-166; Hannover.
- Groundwater Working Group, 2001: Guidance Document GW1. Water Framework Directive (WFD)
- Groundwater Working Group, 2005: Guidance document no. GW6. Advice on the implementation of guidance on monitoring groundwater WFD- River Basin District Management Systems, Dublin
- Group of authors, 1971: Crnogorske elektrane (Montenegro Hydropower Plants), Nikšić.
- Group of authors, 2003: Common implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance Document No 2.
- Group of authors, 2012: Procjena ekološki prihvatljivog protoka za rijeku Cijevnu. Podgorica
- Group of authors, 2012: Protection and sustainable use of the Dinaric karst transboundary aquifer system, DIKTAS, Country report Albania.
- Group of authors, 2012: Protection and sustainable use of the Dinaric karst transboundary aquifer system DIKTAS, Country report Montenegro.
- Grupa autora, 2001: Vodoprivredna osnova Crne Gore (in Serbian), Institut za vodoprivredu “Jaroslav Černi” – Beograd, and JP Vodovod – Podgorica.

- Heilweil V., Solomon D., Gardner P., (2006): Borehole environmental tracers for evaluating net infiltration and recharge through desert bedrock, *Vadose Zone Journal*, Soil Science Society of America, p. 99.
- Herak M., 1972: Karst of Yugoslavia. in Herak, M. and Stringfield, V.T. (eds), *Karst: Important Karst Regions of the Northern Hemisphere*. Amsterdam, Elsevier Publ. Co., 25-83.
- HGI – Institut za Geološka Istraživanja – Zagreb, Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju, 2015: Karakterizacija vodnih cjelina na Crnomorskom slivu u okviru implementacije okvirne direktive o vodama EU, Zagreb
- HGI – Institut za Geološka Istraživanja – Zagreb, Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju, 2015: Karakterizacija vodnih cjelina na Jadranskom slivu u okviru implementacije okvirne direktive o vodama EU, Zagreb
- ICPDR, 2007: Danube River Basin Management Plan, Significant Water Management Issues, Vienna Austria, www.icpdr.org.
- ICPDR, 2009: Danube River Basin Management Plan, Vienna Austria, www.icpdr.org.
- ICPDR, 2014: Danube River Basin Management Plan, Vienna Austria, www.icpdr.org
- ICPDR, 2014: Danube River Basin Management Plan, Vienna Austria, www.icpdr.org.
- IGRAC, 2013: *Groundwater around the World, A Geographic Synopsis*, EH Leiden, The Netherlands. ISBN 9036953154.
- ISRBS 2013: Sava River Basin Management Plan, Zagreb, Croatia, www.savacommission.org
- ISRBS, 2013: Sava River Basin Management Plan, Zagreb, Croatia, www.savacommission.org.
- Janković M., 1983: Water budget of Skadar Lake (in Serbian), vol 2., Vodoprivredna org. "Zeta"-Titograd.
- Jevđević V., 1956: Hidrologija – 1 deo, Hidrotehnički institute "Inženjer Jaroslav Černi", Beograd.
- Keen P.G.W. 1980: „Adaptive Design for Decision Support Systems.“ *Data Base*, Vol.12, Nos. 1 and 2.
- Klimentov P.P., 1971: *Metodika gidrogeoloških isledovanij*, Nauka, Moskva.
- Komatina M. 1965: A contribution to solving problem of delineation of watersheds and groundwater circulation in karst (in Serbian), *Vesnik Geozavoda*, ser. B. 4/5, 64-79.
- Komatina M. 1983: Hydrogeologic features of Dinaric karst. In: *Hydrogeology of the Dinaric Karst*. Mijatovic B (ed.). Spec. ed. Geozavod, Belgrade. 45-58.
- Kresic N., 2013: *Water in karst. Management, vulnerability, restoration*. McGraw Hill,
- Krešić N., Vujasinović S., Matić I., 2006: *Remedijacija podzemnih voda i geosredine*, Dept. za HG, RGF UoB. Beograd.
- Lankford B., 2013: *Water security: principles, perspectives and practices*. Routledge, London
- Lazić M., 1990: *Specijalna hidrogeologija*, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, 29-44, Beograd
- Lebedev A. V., 1965: Hydrodynamic and experimental study of unconfined ground water balance elements in representative and experimental basins, *International Association of Scientific Hydrology*, 25-34
- Margat J. Gun van der J., 2013: *Groundwater around the World: A Geographic Synopsis*. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, pp. 348
- Mijatović B., 1984: *Hydrogeology of the Dinaric Karst*. International Association of Hydrogeologists, Heise, Hannover. Vol. 4: 254 p.
- Milanović, P. 2000. *Geological engineering in karst*. Zebra, Belgrade, 346.
- Milanović P., 2005: Water potential in southeastern Dinarides. In: Stevanović Z. & Milanović P. (eds): *Water Resources and Environmental Problems in Karst—Cvijić 2005*,. Spec. ed. FMG. Belgrade, 249–257.
- Milanović S., 2007: Hydrogeological characteristics of some deep siphonal springs in Serbia and Montenegro karst. *Environ. Geol.* 51/5, 755-759.
- Milanović S., Stevanović, Z., Đurić, D., Petrović, T., Milovanović, M., 2010: Regionalni pristup izradi karte ugroženosti podzemnih voda Srbije – nova metoda "IZDAN"; In: *Zbornik radova XV Kongresa geologa Srbije*, pp. 585 – 590, Beograd

- Milanović S., Vasić Lj., 2015., Monitoring of karst groundwater, *Karst Aquifers – Characterization and Engineering.*, ed. Z. Stevanović., Springer, Professional Practice in Earth Sciences, ISSN 2364-0073, ISBN 978-3-319-12849-8, DOI 10.1007/978-3-319-12850-4, pp. 335-358
- Ministarstvo poljoprivrede i ruralnog razvoja, 2017: Strategija upravljanja vodama Crne Gore, Podgorica.
- Ministarstvo poljoprivrede i ruralnog razvoja, 2019: Plan upravljanja Jadranskim rječnim slivom, Podgorica.
- Mintz Y. & Walker G. K., 1993: Global Fields of Soil Moisture and Land Surface Evapotranspiration Derived from Observed Precipitation and Surface Air Temperature, Laboratory for Atmospheres, NASA/Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland
- MONSTAT, 2019: Statistički godišnjak, klima i životna sredina, Crna Gora, Podgorica.
- National Research Council. 1993. Ground Water Vulnerability Assessment: Predicting Relative Contamination Potential Under Conditions of Uncertainty. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/2050>.
- Neukum, C., Hötzl, H., 2005: Standardisation of vulnerability map, In: Proceedings of International Conference "Water Resources and Environmental Problems in Karst - CVIJIC", Stevanović, Z., and Milanović, P., (Eds), Beograd-Kotor, p. 11-19.
- Olmer M., Rezac B. 1974: Principles of maps for groundwater protection in Bohemia and Moravia 1:200 000. In: Mem. Ass. Int. Hydrogeol., X, Congr. Motpelier.
- Grupa autora, 1973: Osnovna geološka karta 1:100 000, Tumač, list Titograd, SFRJ, Beograd.
- Palmer C., Havens A., 1958: A graphical technique for determining evapotranspiration by the Thornthwaite method, Monthly weather review.
- PLTWSM, 2016: Review and update of "Projection of long-term water supply in Montenegro". Government of Montenegro, Ministry of Sustainable Development and Tourism & AMPLITUDO DOO, Podgorica
- Prohaska S., Ristić V., 1996: Praktikum iz Hidrologije, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.
- Prohaska S., Ristić V., 2002: Hidrologija kroz teoriju i praksu, Univerzitet u Beogradu.
- Puri S. 2001: The Challenge of managing transboundary aquifers – multidisciplinary and multifunctional approaches. In: Proceedings of the International Conference on Hydrological Challenges in Transboundary Water Resources Management, Koblenz, Germany, September 2001. German National Committee for the International Hydrological Programme (IHP) of UNESCO and for the Operational Hydrological Programme (OHP) of WMO. Sonderheft 12
- Puri S., Appelgren B., Arnold G., Aureli A., Burchi S., Burke J., Margat J., Pallas P., 2001: Internationally shared (transboundary) aquifer resources management, UNESCO, Paris.
- Quevauviller P. 2008: Integrated management principles for groundwater in the EU-WFD context. RSC, London, 473–493.
- Radojević, D., Dević, N., Filipović, S. 2007: Geohemijski pokazatelji u procjeni prodora i prenošenja zagađivača u sistemu kraškog akvifera. 15th INTERNATIONAL KARSTOLOGICAL SCHOOL. Management of Transboundary Karst Aquifers. Postojna.
- Radulović M., 2000: Hidrogeologija karsta Crne Gore. Posebno izdanje Geološkog glasnika, br. XVIII, Specijalno izdanje Geološkog zavoda Crne Gore, Podgorica, str. 271.
- Radulović M., 2002: Aktuelni problem vodosnabdijevanja crnogorskog primorja. Zbornik radova Jugoslovenskog simpozijuma hidrogeologije i inženjerske geologije, Br. 2, Hidrogeologija, Herceg Novi.
- Radulović M., Radulović V., Popović Z., 1982: Tumač Osnovne hidrogeološke karte, list "Titograd" 1:100 000, Geološki zavod Republike Crne Gore, Titograd.
- Radulović M.M., Dević N., 2016: Pregled metodologije za razgraničenje podzemnih voda prema Okvirnoj direktivi o vodama (2000/60/EC). Zbornik radova 6. međunarodne konferencije "Građevinarstvo - nauka i praksa", Žabljak 7-11 Mart 2016, str. 1471-1478.

- Radulović M.M., Novaković D., Dević N., Blagojević M., 2014: Završni izveštaj o projektu „Razgraničenje vodnih tela prema Okvirnoj Direktivi o vodama“. UNDP & Zavod za hidrometeorologiju i seizmologiju Crne Gore, Podgorica.
- Radulović MM., Novaković D., Sekulić G., 2013: Geological and hydrogeological characteristics of the Montenegrin part of the Skadar Lake catchment area (in Serbian). In: Development of hydrogeological and hydraulic study of regulation of Skadar Lake and Bojana river water regime (Sekulić G, Bushati S., eds), PA Project –Volume 1. Montenegrin Academy of Sci. and Arts, Podgorica, 9–115.
- Radulović MM., Radulović M., Stevanović Z., Sekulić G., Radulović V., Burić M., Novaković D., Vako E., Blagojević M., Dević N., Radojević D., 2015: Hydrogeology of the Skadar Lake basin (Southeast Dinarides) with an assessment of considerable subterranean inflow. *Environmental Earth Science*, 74/1: 71-82.
- Radulović MM., Stevanović Z., Radulović M., 2012: A new approach in assessing recharge of highly karstified terrains–Montenegro case studies. *Environ Earth Sci* 65(8):2221–2230.
- Radulović V., 1981: Pregled glavnih i značajnih izdani podzemnih voda na teritoriji Crne Gore i mogućnost njihovog kontaminacije (na srpskom). *Časopis za zaštitu prirode Republičkog zavoda i Prirodnjačkog muzeja Titograd*, 14, 129 – 160.
- Radulović V., 1983: Contribution to the knowledge of the position and size of the Skadar Lake and its water feeding and draining. *MASA, Conferences, Book 9, Titograd*, 45-56.
- Radulović V., 1989: Hidrogeologija sliva Skadarskog jezera. Objavljena doktorska disertacija, Geološki zavod Republike Crne Gore, Titograd.
- Radulović V., 1995: Hidrogeološka karta Crne Gore, 1:200.000, Geološki zavod Crne Gore, Podgorica.
- Radulović V., 1996: Izveštaj o mogućnostima vodosnabdijevanja, Geološki zavod Crne Gore, Podgorica.
- Radulović V., Radulović M., 1997: Karst Crne Gore, 100 godina Hidrogeologije u Jugoslaviji (Ur. Z. Stevanović), Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Belgrade, str. 147-185
- Report of COST Action 620, Working Group III: 8 p. River Basin District Management Systems: Technical Requirements for Groundwater and Related Aspects. Interim Report of Working Group on Groundwater, Dublin, 32 pp.
- Stevanović Z., 1987: Neki aspekti odnosa površinskih i izdanskih voda u karstu. *Geološki glasnik*, knj. XI, str. 103-111. Zavod za geol. istr. SR Crne Gore Titograd.
- Stevanović Z., 1991: Hidrogeologija karsta Karpato-balkanida istočne Srbije, Rudarsko-geološki fakultet, UoB, Beograd.
- Robins, N. S. (ed.) 1998. *Groundwater Pollution, Aquifer Recharge and Vulnerability*. Geological Society, London, Special Publications, 130.
- Stevanović Z., Vučetić Lj., 2006: Podzemne vode u propisima Evropske Unije (Groundwater in EU legislation). *Proceedings of the intern.conf. “Water – potential and valorization”*, Budva, 45-50.
- Stevanović Z., Radulović M., Puri S., Radulović MM., 2008: Karstic source Bolje sestre - Optimal solution for regional water supply of Montenegro coastal area. *Rec. de rapp. du Com. pour le karst et spéléologie Acad. Serbe des Sciences et des Arts, Belgrade*, 9: 33-64.
- Stevanović Z., 2010: Intake of the Bolje Sestre karst spring for the regional water supply of the Montenegro coastal area. In: Krešić, N. & Stevanović, Z. (eds.): *Groundwater Hydrology of Springs: Engineering, Theory, Management, and Sustainability*, Elsevier Inc., 459-480.
- Stevanović Z., 2011: DIKTAS project – Annual report of the international consultant. (<http://diktas.iwlearn.org>).
- Stevanović Z., 2011: Menadžment podzemnih vodnih resursa (Management of Groundwater Resources), *Fac. Min. & Geol. Univ. of Belgrade, Belgrade*, 340 p.
- Stevanović Z., 2011: Menadžment podzemnih vodnih resursa, Rudarsko-geološki fakultet, UoB, Beograd.
- Stevanović Z., Ristić V., Milanović S., 2012: Klimatske promene i njihov uticaj na vodosnabdevanje, Rudarsko-geološki fakultet, UoB. Beograd.

- Stevanović Z., 2014: A brief hydrogeology of the Dinaric karst with emphasis on the SE part of the Adriatic basin. Field trip guide of the conf. "Karst without boundaries" DIKTAS, Trebinje, 7-17.
- Stevanović Z., (Ed.), 2015: Karst Aquifers – Characterization and Engineering, Springer International Publishing Switzerland, pp. 692.
- Stevanović Z., 2015: Jačanje kapaciteta u sektoru voda, Izvještaj o podzemnim vodama, IPA program Evropske Unije 2011, Bosna i Hercegovina.
- Stevanović Z., Ristić Vakanjac V., Milanović S., 2015: Conception to set up a new groundwater monitoring network in Serbia. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 76:47-60.
- Stevanović Z., 2015: Karst Characterization and Engineering, Springer International Publishing Switzerland, 1-592.
- Stevanović Z., Kukurić, N., Pekaš, Ž., Jolović B., Pambuku A., Radojević D., 2016a. Dinaric Karst Aquifer – One of the world's largest transboundary systems and an ideal location for applying innovative and integrated water management, *In: Stevanović, Z., Krešić, N., Kukurić, N. (eds) Karst Without Boundaries*, CRC Press/Balkema, EH Leiden; Taylor & Francis Group, London, 3-25.
- Stevanović Z., Goldscheider, N., Chen Z. & the WOKAM Team. 2016b. WOKAM – The world karst aquifer mapping project, examples from South East Europe, Near and Middle East and Eastern Africa. *In: Stevanović, Z., Krešić, N. & Kukurić N. (eds.) Karst Without Boundaries*, CRC Press/Balkema, EH Leiden; Taylor & Francis Group, London, 39-51.
- Stevanović Z., Milanović S., 2017: Metode hidrogeoloških istraživanja, Rudarsko-geološki fakultet, UoB, Beograd.
- Simić V., Čubrilović V., Jovanović R. 1939: Geološka promatranja oko Skadarskog jezera. Godišnjak Geol. inst. Kralj. Jugoslavije za 1938. godinu, Beograd.
- Thornthwaite C.W., 1948: An approach toward a rational classification of climate geographical review, Vol. 38, No. 1. (Jan., 1948), pp. 55-94., JSTOR Archive.
- Torbarov K., Radulović V., 1966: Regional hydrogeological research of Montenegro and Eastern Herzegovina (in Serbian). Geological Survey of Montenegro, Titograd.
- Treidel H., Martin-Bordes J.L., Gurdak J.J., 2012: Climate changes effects on groundwater resources. A Global synthesis of findings and recommendations. IAH, Intern. Contrib. to Hydrogeol. vol. 27, CRC/Balkema. pp. 401.
- UN Water, 2008: Transboundary waters: sharing benefits, sharing responsibilities. united nations office to support the international decade for action 'Water for Life' 2005-2015 (UN-IDfA). Zaragoza, Spain.
- UNECE, 2000: Guidelines on monitoring and assessment of transboundary groundwaters. Ielystad, unece task force on monitoring and assessment, under the Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes (Helsinki 1992).
- UNECE, 2013: Convention on the protection and use of transboundary watercourses and international lakes. New York and Geneva.
- UNECE, 2015: Policy guidance note on the benefits of transboundary water cooperation. United Nations, New York and Geneva.
- UNECE, 2015: Reconciling resource uses in transboundary basins: assessment of the water-food-energy-ecosystems nexus, United Nations, New York and Geneva.
- United Kingdom Technical Advisory Group, 2005: Approach to Delineation of Groundwater Bodies, Paper by the Working Group on Groundwater, Guidance document no. GW2.
- United Kingdom Technical Advisory Group, 2005: Methodology for Risk Characterization of Ireland's Groundwater, Paper by the Working Group on Groundwater, Guidance document no. GW8.
- United Kingdom Technical Advisory Group, 2005: Technical Requirements for Groundwater and Related Aspects, Paper by the Working Group on Groundwater, Guidance document no. GW1.
- United States Environmental Protection Agency, 1993: Review of Methods Assessing Aquifer Sensitivity and Ground Water Vulnerability to Pesticide Contamination.

- Vías, J.M., Andreo, B., Perles, M.J., Carrasco, F., Vadillo, I., Jiménez, P., 2002: Preliminary proposal for contamination vulnerability mapping in carbonate aquifers. *Karst & Environment*, pp.75-83.
- Vlahović V., 1975: Karst of Nikšić polje and its hydrogeology (Kras nikšićkog polja i njegova hidrogeologija), Society for Science and Arts of Montenegro, Spec. ed, vol. III, Dept. of Natur. Sci., Titograd, 204 p.
- Vrba, J., Zaporozec, A., 1994: Guidebook on mapping groundwater vulnerability. IAH. Verlag Heinz Heise. Vol 16. 131 p.
- WFD CIS Guidance Document No. 1, 2003: Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Economics and the Environment The Implementation Challenge of the Water Framework Directive WATECO. Directorate General Environment of the European Commission, Brussels, Belgium.
- Y. Bachmat and M. Collin, "Mapping to assess ground-water vulnerability to pollution," Proc. Int. Conf. Vul-nerab. of Soil and Groundwater to pollutants, RIVM Proc. And Inf. Vol. 38, pp. 297–307, 1987.
- Zaporozec A., 2004: Groundwater contamination inventory. A methodological guide. IHP-VI, Series on groundwater no.2, UNESCO, Paris.
- Živaljević M., 1989: The explanatory notes of the geological map of SR Montenegro, 1:200 000, Geological Survey of SR Montenegro. Special Issue of the Geological Bulletin, Vol. VIII, Titograd.
- Živaljević R., Bošković M., 1984: The results of hydrological measurements in the catchment area of Orahovštica (in Serbian). Hydrological and Meteorological Service of Montenegro, Podgorica.
- Živaljević R., 1992: Hydrogeological analysis of the movement of karst water in the case of the River Crnojevica basin. Doct. Dissert., Faculty of Civil Engineering, University "Veljko Vlahović", Titograd.
- Zogović D., 1992: Final report of hydrogeological exploration of Karuč source (in Serbian). Energoprojekt, Beograd.
- Zwahlen, F., (Ed) 2004: Vulnerability and risk mapping for the protection of carbonate (karst) aquifers, Cost Action 620, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

Direktive, zakoni i web stranice:

- European Commission, 2000: Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council – Establishing a framework for Community action in the field of water policy. Brussels, Belgium, 23 October 2000.
- European Commission, 2008: Groundwater protection in Europe. EC Office for Official Publications, Luxembourg.
- European Environment Agency, 2006: CORINE Land Use Map
- European Environmental Agency: www.eea.europa.eu.
- Groundwater Daughter Directive to WFD 2006/118/EC.
- <http://www.monstat.org/cg/page.php?id=1006&pageid=64>
- ICPDR, www.icpdr.org.
- ISRBS, www.savacommisison.org.
- Regulation on establishing and maintaining of zones and belts of sanitary protection of water sources, "Official Gazette" of Montenegro 66/09.
- United Kingdom Technical Advisory Group 2005: Technical Requirements for Groundwater and Related Aspects, Paper by the Working Group on Groundwater, Guidance document no. GW1.
- United Kingdom Technical Advisory Group, 2005a: Approach to Delineation of Groundwater Bodies, Paper by the Working Group on Groundwater, Guidance document no. GW2.

- United Kingdom Technical Advisory Group, 2005b: Methodology for Risk Characterization of Ireland's Groundwater, Paper by the Working Group on Groundwater, Guidance document no. GW8.
- Vodoprivredna osnova Crne Gore, 2001: Republika Crna Gora - Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Podgorica.
- Water Framework Directive WFD, 2000: Official Journal of EU, L 327/1, 2000/60, Brussels.
- WFD CIS Guidance Document No. 1 (2003). Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Economics and the Environment The Implementation Challenge of the Water Framework Directive WATECO. Directorate General Environment of the European Commission, Brussels.
- WFD CIS Guidance Document No. 15, 2007: Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Guidance on Groundwater Monitoring, Directorate General Environment of the European Commission, Brussels.
- WFD CIS Guidance Document No. 16, 2006: Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Guidance on Groundwater in Drinking Water Protected Areas, Directorate General Environment of the European Commission, Brussels.
- WFD CIS Guidance Document No. 18, 2009: Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment, Directorate General Environment of the European Commission, Brussels.
- WFD CIS Guidance Document No. 2 (2003). Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Identification of Water Bodies, Directorate General Environment of the European Commission, Brussels.
- WFD CIS Guidance Document No. 3, 2003: Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Analysis of Pressures and Impacts, Produced by Working Group 2.1 – Impress, Directorate General Environment of the European Commission, Brussels.
- WFD CIS, 2005: Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Groundwater Summary Report, Directorate General Environment of the European Commission, Brussels.
- WFD Technical Report No. 6, 2011: Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Technical report on groundwater dependent terrestrial ecosystems, Directorate General Environment of the European Commission, Brussels.
- www.eea.europa.eu.
- Zakon o vodama, 2018: Službeni list Crne Gore, Br. 48/2018.
- Uredba o klasifikaciji i kategorizaciji voda (Sl.l. CG 2/07).

BIOGRAFIJA

Momčilo Blagojević, rođen je 7. oktobra 1987. godine u Nikšiću, gdje je završio osnovnu školu i gimnaziju. Diplomirao je na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu, na Departmanu za hidrogeologiju u oktobru 2010. godine. Master studije završio je na istom fakultetu, na Departmanu za hidrogeologiju u aprilu 2012. godine. U novembru 2012. godine upisuje doktorske studije na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu, uža naučna oblast Hidrogeologija i opredjelio se za izučavanje oblasti upravljanja prekograničnim podzemnim vodnim resursima.

Nakon završetka master studija zasnovao je radni odnos u Ministarstvu poljoprivrede i ruralnog razvoja Crne Gore, Direktorata za vodoprivredu. Od aprila 2018. godine obavlja funkciju Generalnog direktora Direktorata za vodoprivredu. Radi na poslovima upravljanja vodnim resursima, vodosnabdijevanja, implementacije Direktiva o vodama EU i vođenja nacionalne i međunarodne politike u oblasti voda.

Završio je više međunarodnih kurseva i obuka za vođenje projekata u saradnji sa Svjetskom bankom i Evropskom Komisijom.

Koordinator je više međunarodnih i domaćih projekata u oblasti upravljanja vodnim resursima, od kojih možemo navesti projekte „Jačanje kapaciteta u cilju implementacije Okvirne direktive o vodama“ podržan iz sredstava Evropske Unije i projekat podržan od strane Globalnog fonda za životnu sredinu (GEF) „Upravljanje slivom rijeke Drine na Zapadnom Balkanu“. Predsjednik je Savjeta za vode Crne Gore i Međunarodne komisije za vodoprivrednu saradnju sa Albanijom. Kao predsjednik Upravnog odbora Geološkog zavoda pokrenuo je više inicijativa, od kojih je najvažnija integracija i jačanje institucije na međunarodnom nivou i uspostavljanje monitoringa podzemnih voda u Crnoj Gori.

Član je Internacionalne asocijacije hidrogeologa (IAH), kao i međunarodnih komisija za zaštitu sliva rijeke Dunav (ICPDR) i Save (ISRBC).

Autor i koautor je više naučnih članaka objavljenih u časopisima sa SCI liste, poglavlja u monografijama i zbornicima.

Momčilo Blagojević se aktivno služi engleskim, ruskim i grčkim jezikom. Oženjen je i otac jednog djeteta.

Изјава о ауторству

Име и презиме аутора Момчило Благојевић

Број индекса Г807/12

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Одрживо управљање међуграничним подземним водним ресурсима у сливу Цијевне (Црна Гора – Албанија)

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

Потпис аутора

У Београду, _____

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора - Момчило Благојевић

Број индекса - Г807/12

Студијски програм - Хидрогеологија

Наслов рада - Одрживо управљање међуграничним подземним водним ресурсима у сливу Цијевне (Црна Гора – Албанија)

Ментор - проф. др. Зоран Стевановић

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањивања у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива 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 аутора

У Београду, _____

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Одрживо управљање међуграничним подземним водним ресурсима у сливу Цијевне (Црна Гора – Албанија)

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)

2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)

3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)

5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)

6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци. Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

Потпис аутора

У Београду, _____

1. **Ауторство.** Дозвољаваате 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.** Дозвољаваате 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 прерада.** Дозвољаваате 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.** Дозвољаваате 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 прерада.** Дозвољаваате 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.** Дозвољаваате 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.