

UNIVERZITET U BEOGRADU

Marina M. Ilić

**ODRŽIVO UPRAVLJANJE
GEODIVERZITETOM URBANIH PREDELA
PRIMENOM PROSTORNIH SISTEMA ZA
PODRŠKU ODLUČIVANJU
(PRIMER GRADA BEOGRADA)**

Doktorska disertacija

Beograd, 2016.godine

UNIVERSITY OF BELGRADE

Marina M. Ilić

**SUSTAINABLE MANAGEMENT OF
GEODIVERSITY IN URBAN AREAS USING
SPATIAL DECISION SUPPORT SYSTEMS
(CASE STUDY OF BELGRADE)**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2016

Mentori:

Prof. dr Ljupko Rundić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet

Prof. dr Sanja Stojković, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet

Članovi komisije:

Dr Ljubinko Rakonjac, naučni savetnik
Institut za šumarstvo

Dr Jelena Čalić, naučni saradnik
Geografski institut "Jovan Cvijić" SANU

Prof. dr Miodrag Ralević, redovni profesor u penziji
Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet

Datum odbrane:

ODRŽIVO UPRAVLJANJE GEODIVERZITETOM URBANIH PREDELA PRIMENOM PROSTORNIH SISTEMA ZA PODRŠKU ODLUČIVANJU (PRIMER GRADA BEOGRADA)

Rezime:

U urbanom području Beograda čest je konflikt oko načina korišćenja resursa. Sa jedne strane postoji stalna potreba prostora za izgradnju novih objekata za stanovanje, poljoprivredu i industrijsku proizvodnju, a sa druge strane da se rasursi zaštite jer im preči degradacija ili čak potpuno uništenje. Zbog toga se geodiverzitetom, kao prirodnim resursom, mora upravljati na održivi način pri čemu je veoma važna njegova zaštita. U zavisnosti od ugroženosti i vrednosti elemenata geodiverziteta (geoloških, geomorfoloških, hidroloških i pedoloških) određuje se i koliko i na koji način se oni mogu koristiti.

Održivo upravljanje geodiverzitetom podrazumeva balans između korišćenja i zaštite. Celokupna problematika upravljanja se može sagledavati sa aspekta proučavanja procesa donošenja odluka s obzirom na to da se tokom svih upravljačkih funkcija donose odgovarajuće odluke. Proces donošenja prostornih odluka je često kompleksan, multidisciplinarnan i uključuje veliki broj zainteresovanih strana. Relevantne informacije u vezi problema koji se rešava moraju biti prikupljene i organizovane na način da podržavaju analizu problema i zadovoljavaju potrebe donosilaca odluka i različitih interesnih grupa. Odlučivanje u vezi zaštite geodiverziteta mora biti vođeno jasnim ciljevima, identifikacijom prioriteta i zainteresovanih strana na različitim nivoima.

U kompleksnim situacijama kada se raspolože sa velikom brojem informacija neophodan je kompjuterski sistem za podršku donosiocima odluka. Uvođenjem prostornih sistema za podršku odlučivanju u proces upravljanja geodiverzitetom doprinosi se postizanju ovih ciljeva. Osnovna postavka ovog sistema, koji je prikazan u doktorskoj disertaciji, podrazumeva kombinaciju geografskih

informativnih sistema (GIS) sa tehnikama prostorne višekriterijumske analize u cilju podrške rešavanja problema održivog upravljanja geodiverzitetom na području grada Beograda, kroz izbor lokacija koje imaju najveći stepen pogodnosti da budu deo zaštićenih područja Beograda.

Ključne reči:

geodiverzitet, prostorni sistemi za podršku odlučivanju, održivo upravljanje, urbana područja, grad Beograd

Naučna oblast:

Multidisciplinarne studije

Uža naučna oblast:

Zaštita životne sredine

UDK broj:

SUSTAINABLE MANAGEMENT OF GEODIVERSITY IN URBAN AREAS USING SPATIAL DECISION SUPPORT SYSTEMS (CASE STUDY OF BELGRADE)

Abstract:

Conflict over natural resources figured prominently in the urban areas of Belgrade. On the one hand there is a constant need for space for the construction of new buildings for housing, agriculture and industrial production, and on the other hand the resources need protection because of the threat of degradation or even complete destruction. Therefore, the geodiversity, as well as natural resource, must be managed in a sustainable manner in which it is very important its protection. In what way and how will these resources be used depends on the vulnerability and values of the elements of geodiversity (geological, geomorphological, hydrological and soil).

Sustainable management of geodiversity implies a balance between use and protection. The whole issue of governance can be viewed as a study of the decision making process with regard to the fact that during all the control functions make appropriate decisions. Spatial decision-making process is often complex, multidisciplinary and includes a large number of stakeholders. Relevant information regarding the problem to be solved must be collected and organized in a way to support the analysis of the problems and meet the needs of decision makers and various stakeholders. Deciding on the protection of geodiversity must be guided by clear objectives, identifying priorities and stakeholders at different levels.

Complex situations when it has a large amount of information, requires a computer system to support decision-making. The introduction of spatial decision support systems in the process of managing geodiversity contributes to achieving these goals. The default setting of this system, which is shown in his doctoral dissertation, involves a combination of Geographic Information System (GIS)

techniques with spatial multi-criteria analysis in order to support solving problems of sustainable management of geodiversity in the city of Belgrade. The final result is a selection of geosites that have the greatest potential to be part of the protected area of Belgrade.

Keywords:

geodiversity, Spatial Decision Support Systems, sustainable management, urban areas, the city of Belgrade

Scientific Area:

Multidisciplinary study

Specific Scientific Area:

Environmental protection

UDK Number:

SADRŽAJ

1. UVOD	-----	1
1.1	PREDMET DISERTACIJE-----	1
1.2	NAUČNI CILJ DISERTACIJE -----	2
1.3	OSNOVNE HIPOTEZE -----	2
1.4	METODE ISTRAŽIVANJA -----	3
1.5	OBRAZLOŽENJE MULTIDISCIPLINARNOG KARAKTERA DISERTACIJE--	5
2. ODRŽIVO UPRAVLJANJE GEODIVERZITETOM U URBANIM PODRUČJIMA	-----	6
2.1	POJAM GEODIVERZITETA I ZAŠTITA GEOVREDNOSTI -----	6
2.2	GEOLOŠKI ELEMENTI -----	12
2.3	GEOMORFOLOŠKI ELEMENTI -----	15
2.4	PEDOLOŠKI ELEMENTI -----	17
2.4.1	PALEOZEMLJIŠTA -----	19
2.4.2	DIVERZITET ZEMLJIŠTA -----	20
2.4.3	ENDEMIZAM ZEMLJIŠTA -----	21
2.4.4	ZEMLJIŠTE KAO RESURS-----	22
2.4.5	UGROŽENOST ZEMLJIŠTA -----	24
2.4.6	ZEMLJIŠTA URBANIH SREDINA -----	25
3. PROSTORNI SISTEMI ZA PODRŠKU ODLUČIVANJU	-----	32
3.1	ODRŽIVO UPRAVLJANJE I ODLUČIVANJE -----	32
3.2	PROCES DONOŠENJA PROSTORNIH ODLUKA -----	34
3.3	VRSTE PROSTORNIH ODLUKA -----	37
3.4	DEFINICIJA PROSTORNIH SISTEMA ZA PODRŠKU ODLUČIVANJU ----	38
3.5	EVOLUCIJA PSPO-A-----	41
3.6	KOMPONENTE PSPO-A-----	44
3.6.1	GEOGRAFSKI INFORMACIONI SISTEMI-----	46
3.6.2	UPRAVLJANJA MODELOM -----	47
3.6.3	UPRAVLJANJE DIJALOGOM -----	49
3.6.4	ZAINTERESOVANE STRANE -----	50
3.6.5	UPRAVLJANJE ZNANJEM -----	51
3.7	PROCES RAZVOJA PSPO-A -----	51
3.8	POJAM VIŠEKRITERIJUMSKOG ODLUČIVANJA-----	53

3.9	METODE VIŠEKRITERIJUMSKOG ODLUČIVANJA -----	56
3.10	RAZVOJ I KOMPONENTE SOFTVERA -----	60
3.10.1	RAZVOJ PSPO-A INTEGRACIJOM RAZLIČITIH SOFTVERA -----	62
4. BEOGRADSKI GEODIVERZITET I OBJEKTI GEODIVERZITETA -----		65
4.1	GEOGRAFSKI POLOŽAJ I KARAKTERISTIKE GEODIVERZITETA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA -----	65
4.2	OBJEKTI GEODIVERZITETA BEOGRADA -----	69
4.2.1	GEOLOŠKI OBJEKTI -----	69
4.2.1.1	GEOLOŠKA GRAĐA I ISTORIJA STVARANJA TERENA -----	69
4.2.1.2	GEOTEKTONSKA GRAĐA TERITORIJE BEOGRADA -----	73
4.2.1.3	LITOSTRATIGRAFSKE KARAKTERITIKE TERITORIJE BEOGRADA ----	74
4.2.1.4	TEKTONSKO-STRUKTURNE KARAKTERISTIKE TERITORIJE BEOGRADA -----	82
4.2.1.5	HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE TERITORIJE BEOGRADA -----	82
4.2.1.6	PREGLED I PROCENA VREDNOSTI MINERALNIH SIROVINA -----	86
4.2.1.7	DIVERZITET MINERALA BEOGRADA -----	88
4.2.2	GEOMORFOLOŠKI I HIDROLOŠKI OBJEKTI -----	89
4.2.2.1	MORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE TERENA BEOGRADA -----	89
4.2.2.2	HIDROGRAFSKO - KLIMATOLOŠKI USLOVI U BEOGRADU -----	102
4.2.3	PEDOLOŠKI OBJEKTI -----	106
4.2.4	GEOARHEOLOŠKI OBJEKTI -----	116
4.2.4.1	ARHEOMETALURŠKO OBJEKTI KAO DEO GEODIVERZITETA BEOGRADA -----	120
5. ZAŠTITA GEONASLEĐA KAO OSNOVA ODRŽIVOG UPRAVLJANJA GEODIVERZITETOM -----		124
5.1	VREDNOVANJE I ZAŠTITA ZEMLJIŠTA -----	130
5.2	SISTEMATSKA ZAŠTITA GEONASLEĐA U SRBIJI -----	135
5.3	ZAŠTITA GEONASLEĐA U BEOGRADU -----	140
6. PROCES SELEKCIJE OBJEKATA GEONASLEĐA NA TERITORIJI BEOGRADA ---		145
7. PRIMENA PSPO U ODRŽIVOM UPRAVLJANJU GEODIVERZITETOM NA PRIMERU ODABIRA OBJEKATA ZA ZAŠTITU -----		158
7.1	METODOLOŠKI OKVIR ZA ODABIR LOKALITETA GEONASLEĐA ----	160
7.2	DEFINISANJE PROBLEMA -----	163

7.3	ODREĐIVANJE KRITERIJUMA-----	166
7.3.1	BOGATSTVO GEODIVERZITET-----	167
7.3.1.1	INDEKS GEODIVERZITETA NA TERITORIJI GRADA BEOGRADA-----	173
7.3.2	ZAŠTIĆENE OBLASTI -----	175
7.3.3	KORIŠĆENJE ZEMLJIŠTA -----	176
7.3.4	OGRANIČENJA-----	177
7.4	PROCENA TEŽINA KRITERIJUMA (KONSTRUKCIJA MATRICE PROCENE I ODABIR ODGOVARAJUĆE METODE)-----	179
7.5	KOMBINACIJA KRITERIJUMA I FORMIRANJE MAPE POGODNOSTI --	183
7.6	ODABIR ALTERNATIVA -----	185
7.7	RANGIRANJE I EVALUACIJA ALTERNATIVA-----	186
8.	DISKUSIJA-----	193
9.	ZAKLJUČAK -----	210
	LITERATURA-----	216
	PRILOG 1 - SPISAK GEOLOŠKIH OBJEKATA PRIKUPLJENIH NA TERENU -----	255
	PRILOG 2 - SPISAK GEOMORFOLOŠKIH OBJEKATA PRIKUPLJENIH NA TERENU	261
	PRILOG 3 - SPISAK HIDROLOŠKIH OBJEKATA PRIKUPLJENIH NA TERENU-----	266
	PRILOG 4 - SPISAK PEDOLOŠKIH OBJEKATA PRIKUPLJENIH NA TERENU -----	271
	PRILOG 5 - SPISAK GEOARHEOLOŠKIH OBJEKATA PRIKUPLJENIH NA TERENU	273
	PRILOG 6 - TABELA SA REZULTATIMA ANALIZE SVIH OBJEKATA PRIKUPLJENIH NA TERENU-----	276
	PRILOG 7 - SPISAK ZAŠTIĆENIH PRIRODNIH DOBARA U BEOGRADU KOJA OBUHVATAJU I GEONASLEDE-----	302
	BIOGRAFIJA AUTORA -----	308

1. UVOD

1.1 Predmet disertacije

Doktorska disertacija se bavi analizom i mogućnostima unapređenja sistema upravljanja geodiverzitetom urbanih predela sa posebnim osvrtom na primenu prostornih sistema za podršku odlučivanju. Geodiverzitet urbanih predela je po mnogo čemu specifičan, a ta specifičnost se ogleda kroz stalne promene nastale prirodnim i društvenim faktorima, najviše usled velikih antropogenih pritisaka izraženih u urbanim uslovima. Za urbani geodiverzitet osim što su bitne njegove prirodne karakteristike na čije stvaranje i modifikacije čovek nije imao veći uticaj već su oblici rezultat prirodnih procesa u urbanim sredinama bitna je i njegova povezanost sa razvojem grada na čijoj se administrativnoj teritoriji nalazi. To podrazumeva prirodne karakteristike (geomorfološke, geološke, hidrološke i pedološke) koje su uticale na fizički razvoj i rasprostranjenje grada, ali i njihov uticaj na njegov ekonomski i kulturno-socijalni razvoj. Za razliku od nenaseljenih područja, izraženi deo urbanog geodiverziteta su i elementi koji su nastali pod uticajem čoveka (zgrade, spomenici, zbirke minerala i stena, podzemni objekti, antropogena zemljišta, kanali, itd.). Prema Palacio-Prieto (2014) urbani geoobjekti se mogu definisati na osnovu dva kriterijuma, prvi se odnosi na činjenicu da se neki objekat nalazi u urbanoj sredini a drugi kriterijum na činjenicu da je taj objekat od značaja za razvoj samog grada. Dosadašnja praksa upravljanja geodiverzitetom u Beogradu susreće se sa sve više konceptijskih i operativnih problema, kako se pritisci na geodiverzitet u urbanim uslovima povećavaju. U oba slučaja osnovni uzrok nastanka problema je nedostatak kvalitetnih informacija o geodiverzitetu usled nepostojanja, zastarelosti ili nedostupnosti podataka. Nedostatak informacija je posledica nedovoljne istraženosti urbanog i suburbanog geodiverziteta kao i nestandardnosti naučnih rezultata različitih disciplina, što uzrokuje poteškoće pri njihovoj harmonizaciji koja je preduslov za stvaranje geoprostornih baza podataka. Većina naučnih rezultata ne iskazuje se na prostorno nedvosmislen i brzo proverljiv način. Uvođenjem prostornih sistema za podršku

odlučivanju u proces upravljanja geodiverzitetom doprinelo bi se rešavanju ovakvih problemi, jer osnovna postavka ovakvih sistema podrazumeva: izbor podataka koji će se koristiti, načine organizovanja podataka, modele odlučivanja i kriterijume za odlučivanje.

1.2 Naučni cilj disertacije

Imajući u vidu da trenutno u Srbiji ne postoje sistemi i postupci razvijeni sa ciljem uključivanja informacija o geodiverzitetu u proces donošenja odluka u urbanom planiranju, osnovni naučni cilj disertacije je da prikaže načine i mogućnosti za prevazilaženje ovih nedostataka. Rezultat istraživanja je dobijanje novih podataka o objektima geodiverziteta, kao i nadogradnja već postojećih podataka. Pored geoloških, geomorfoloških i pedoloških karakteristika, postojeći podaci su upotpunjeni dodatnim informacijama o ekološkim, ekonomskim, istorijskim, kulturnim aspektima, dajući nove, dodatne vrednosti ovim objektima. Naučni doprinos je i (1) pronalaženje načina i kriterijuma kako da se veliki broj podataka o geodiverzitetu uključi u proces upravljanja i donošenja prostornih odluka, (2) definisanje metodološkog okvira i formalan opis modela, (3) identifikacija, sistematizacija i kritička analiza postojećih metoda donošenja odluka u upravljanju geodiverzitetom, (4) proširenje nivoa naučnih saznanja u pogledu podrške odlučivanju u procesu upotrebe i zaštite geodiverziteta i (5) razvoj modela za podršku odlučivanju zasnovanog na metodama višekriterijumskog odlučivanja.

1.3 Osnovne hipoteze

Održivo upravljanje geodiverzitetom podrazumeva da se prilikom donošenja odluka koje se odnose na korišćenje nekog predela uradi procena da li, osim ekonomske isplativosti, može doći do ugrožavanja ili uništenja objekata geodiverziteta. Osnovna hipoteza ovog istraživanja iskazuje mogućnost postizanja veće efikasnosti održivim upravljanjem geodiverzitetom u urbanim uslovima uvođenjem prostornih sistema za podršku odlučivanju zasnovanih na tehnologiji

geografskih informacionih sistema (u daljem tekstu skr. GIS). Postavljena hipoteza pretpostavlja da će doći do poboljšanja procesa odlučivanja tako što će se donosiocima odluka i ostalim zainteresovanim stručnjacima obezbeđivati ono što im je zaista potrebno (kvalitetni podaci, indikatori, modeli, trendovi...), jer svi modeli razvijeni za potrebe donošenja odluka i prognoziranje njihovih efekata potpuno gube svoj praktični značaj u slučaju nepostojanja pouzdanih ulaznih podataka.

Teoretska strana problema je izvesna specifičnost geografskih informacionih sistema koji, prilikom unosa podataka, traže „jedinstvo mesta i vremena” u što preciznijim jedinicama, dok se naučni rezultati često iskazuju kao dinamični procesi i pojave sa oscilirajućim ili fluktuirajućim granicama. Sistemi za podršku odlučivanju zasnovani na GIS-u neophodni su za identifikaciju relevantnih informacija o geodiverzitetu, za pripremu baza podataka sa tematskim (integrisanim) slojevima i za analizu najefikasnijih rešenja koja neće ugroziti životnu sredinu gradskog i prigradskog područja.

Da bi se ovo postiglo, neophodno je uzeti u razmatranje sve činioce i aspekte ovog veoma složenog procesa, te ostaviti mogućnost da se upotrebom ovako dizajniranog sistema na lak način prevaziđu eventualni problemi koji se mogu pojaviti tokom realne implementacije. Proces donošenja odluka upotrebom ovakvog sistema obuhvata: a) prostorno modelovanje odluka, b) identifikaciju i evaluaciju relevantnih prostornih koncepata kao što su prostorni (npr. topološki) odnosi i osobine prostornih objekata, c) sakupljanje i grupisanje dobijenih rezultata na osnovu njihovih vrednosti i određivanje dostupnih opcija za rukovanje sistemom.

1.4 Metode istraživanja

S obzirom na složenost i multidisciplinarnost predmeta istraživanja, za izradu doktorske disertacije korišćeno je više raznorodnih metoda. Prva faza istraživanja obuhvatila je prikupljanje i identifikaciju podataka o objektima geodiverziteta i faktorima koji utiču na njihovo ugrožavanje. Terenski je prikupljeno i obrađeno

302 različitih geoloških, geomorfoloških, pedoloških i hidroloških objekata i urađena je njihova evaluacija. Podaci su prikupljeni i delom iz postojećih baza podataka i literature, kao i upotrebom ortofoto snimaka i korišćenjem GPS tehnologije. Prikupljeni podaci su obrađeni u Računarskoj laboratoriji Geografskog fakulteta korišćenjem GIS softverskih paketa. U drugoj fazi projektovan je prostorni sistem za podršku odlučivanju korišćenjem tehnika višekriterijumske evaluacije. Analiza prostornih odluka je specifična podklasa procesa analiza odluka u kojoj donosilac odluke mora da izabere najbolju alternativu iz grupe geografski definisanih alternativa, na osnovu višestrukih, konfliktnih i nemerljivih evaluacionih kriterijuma. Prostorni sistem za podršku odlučivanju (u daljem tekstu skr. PSPO) za zaštitu geodiverziteta je kompleksan i podrazumeva korišćenje integrisanih analiza i modela. Kompleksnost proizilazi iz činjenice da procena pogodnosti za zaštitu zahteva evaluaciju višestrukih kriterijuma na osnovu višestrukih ciljeva. U cilju transparentnosti predložena je jasna korak-po-korak metodologija. Svaka procena pogodnosti za cilj ima efikasnost i minimalni uticaj na životnu sredinu. Izrada PSPO-a odvijala se kroz dve faze. Nakon prve faze u kojoj je vršen odabir potencijalnih objekata koje bi trebalo zaštititi, u drugoj fazi je urađena evaluacija potencijalnih objekata i preporučeni su najadekvatniji. Procena i rangiranje alternativa korišćenjem tehnika za višekriterijumsku evaluaciju kao što su Ponderisana linearna kombinacija (u daljem tekstu skr. PLK) i Analitički hijerarhijski proces (u daljem tekstu skr. AHP), zasniva se na povezivanju vrednosnih kriterijuma, ciljeva i prioriteta različitih donosilaca odluka. Prioriteti zavise od toga kojoj kategoriji donosioca odluka pripadaju, a mogu se svrstati u nekoliko kategorija: ekonomski donosioci odluka, estetičari, teoretičari, socijalni donosioci odluka, politički donosioci odluka i religiozni donosioci odluka (Moody, 1983). Sistemi za podršku odlučivanju (u daljem tekstu skr. SPO) tradicionalno obuhvataju najmanje tri komponente: sistem upravljanja bazama podataka, sistem upravljanja bazama modela i sistem upravljanja korisničkim interfejsom. Za razliku od klasičnih SPO, sistem prikazan u radu je GIS-centričan. Kao i ostali PSPO on se oslanja na prostorno modelovanje i analitičke funkcije kojima raspoložu korišćeni GIS softveri (Geomedia Professional, QGIS, Idrisi). Od tehnika modelovanja korišćene su AHP (Saaty, 1980) i PLK, a za standardizaciju podataka

tehnike fazi logike. GIS pomaže u ovim pristupima višekriterijumske evaluacije veoma dobro, obezbeđujući attribute za sve lokacije kao i aritmetičke i logičke operatore za kombinovanje atributa (Jiang & Eastman, 2000).

1.5 Obrazloženje multidisciplinarnog karaktera disertacije

Doktorska disertacija predstavlja primer multidisciplinarnog pristupa u analizi i rešavanju problema zaštite životne sredine i održivog razvoja velikih urbanih celina.

Rad na disertaciji je podrazumevao primenu saznanja iz više različitih naučnih oblasti: zaštita životne sredine, GIS, informatika, geologija, geomorfologija, pedologija. Pojedinačno, ove naučne oblasti se izučavaju na različitim fakultetima u okviru Univerziteta u Beogradu: geologija na Rudarsko-geološkom fakultetu, geomorfologija na Geografskom i Rudarsko-geološkom fakultetu, pedologija na Šumarskom i Poljoprivrednom fakultetu, GIS na Geografskom i Građevinskom fakultetu, a zaštita životne sredine na svim navedenim, kao i na mnogim drugim fakultetima. U cilju postizanja odgovarajućeg kvaliteta doktorske disertacije i mogućnosti pristupa različitim podacima, obuhvaćena su geološka, geomorfološka i pedološka istraživanja pod jednakim uslovima i sa potpunim podacima iz sve tri naučne oblasti. Izrada teze samo na jednom od pomenutih fakulteta uticala bi jednostrano na proces izrade doktorske disertacije i umnogome smanjila njen kvalitet. Naučna istraživanja u okviru navedenih oblasti, a za potrebe izrade ove disertacije, dala su rezultate čija će interpretacija u punoj meri odražavati multidisciplinarni pristup za rešavanje problema ugrožavanja urbanog geodiverziteta i njegovo održivo upravljanje.

2. ODRŽIVO UPRAVLJANJE GEODIVERZITETOM U URBANIM PODRUČJIMA

2.1 Pojam geodiverziteta i zaštita geovrednosti

Nakon Konferencije u Rio de Ženeiru 1992. godine kada su se države članice Ujedinjenih nacija složile o važnosti zaštite biološke raznovrsnosti (biodiverziteta) širom sveta, stručnjaci iz različitih geonauka izrazili su zabrinutost za stanje geoloških vrednosti i ukazali na važnosti integralnog pristupa upravljanju i zaštiti prirodom. U poređenju sa aktivnostima koje su sprovedene na zaštiti živog sveta i kulturnog nasleđa, geodiverzitet je bio zapostavljen i dugo guran u drugi plan zbog stava da je manje osetljiv i ugrožen od ostalih segmenata životne sredine i da se njime ne mora posebno upravljati. To je dovelo do trajnog oštećenja i čak uništenja pojava i oblika na Zemlji, starih više desetina hiljada čak miliona godina, koji su se sporo stvarali pod specifičnim prirodnim uslovima koji se nikad više neće ponoviti. Danas, ključni razlozi za ovakav trend su loša informisanost, nedovoljno znanja i nizak nivo svesti ne samo kod stanovništva i donosilaca odluka, već i stručnjaka iz različitih geonauka (Ilić & Markićević, 2014). Takav opšti stav podržan je nepostojanjem ili skromnom zakonskom regulativom i slabom finansijskom podrškom aktivnosti koje se odnose na zaštitu geodiverziteta.

Termin geodiverzitet (Tab. 1) prvi put se počeo koristiti u kontekstu zaštite abiotičkih vrednosti početkom 1990-ih godina u Australiji (Sharples 1993, 1995), a istovremeno u Evropi, u ekološkim istraživanjima u Nemačkoj, Wiedenbein (1993, 1994) ga koristi u kontekstu zaštite geotopa. Geodiverzitet je kompleksan pojam, različito definisan tokom poslednje dve decenije. Pojedini autori pod ovim pojmom podrazumevaju samo geološki diverzitet (Johansson *et al.*, 1999; Stanley, 2001; Prosser, 2002). Drugi ga proširuju na diverzitet abiotičkih elemenata (geološke, geomorfološke, pedološke), procesa, fenomena, skupova (Duff, 1994; Dixon, 1995; Sharples, 1995; Serrano, 2002; Gray, 2004; Zwolinski, 2004). Eberhard (1997)

uključuje termin nasleđe i zalaže se za inkorporaciju koncepta u upravljanje životne sredine i prirode. On smatra da geodiverzitet obuhvata dokaze istorije

Tabela 1. Opis termina koji su povezani sa geodiverzitetom

Termin	Definicija
GEODIVERZITET	Geodiverzitet je prirodna diverzifikacija Zemljine površine uključujući geološke, geomorfološke, zemljišne oblike kao i oblike površinskih voda i sistema formiranih prirodnim procesima (endogenim i/ili egzogenim), na mestima sa različitim antropogenim uticajem (Kozłowski <i>et al.</i> 2004). Prema Zakonu o zaštiti prirode ("Sl. glasnik RS", br. 36/2009, 88/2010 i 91/2010 - ispr.) i Zakonu o zaštiti životne sredine ("Sl. glasnik RS", br. 135/2004, 36/2009, 36/2009 - dr. zakon, 72/2009 - dr. zakon i 43/2011 - odluka US i 14/2016), geološka raznovrsnost (geodiverzitet) jeste skup geoloških formacija i struktura, pojava i oblika geološke građe i geomorfoloških karakteristika različitog sastava i načina postanka i raznovrsnih paleoekosistema menjanih u prostoru pod uticajima unutrašnjih i spoljašnjih geodinamičkih činilaca tokom geološkog vremena.
GEONASLEDE	Geonasleđe su sve geološke, geomorfološke, pedološke i posebne arheološke vrednosti nastale tokom formiranja litosfere, njenog morfološkog uobličavanja i međuzavisnosti prirode i ljudskih kultura, koje predstavljaju ukupnu geološku raznovrsnost i imaju naučni značaj za proučavanje razvoja Zemlje (Zakon o zaštiti prirode, Službeni glasnik RS, br.36/2009 i 88/2010)
OBJEKAT	Odnosi se na izdvojenu vrednost geonasleđa. Termin se koristi u
GEONASLEĐA	Srbiji kao ekvivalent terminu na engleskom jeziku „gosite“ (u upotrebi su i termini koji imaju slično značenje „geological heritage site“, „geological monument“, „geological heritage object“, „geomorphosite“ i tako dalje). Prema Nacionalnoj strategiji održivog korišćenja prirodnih resursa i dobara

(usvojene 2012) objekti geonasleđa u Republici Srbiji se pretežno koriste u naučne i obrazovne svrhe, dok neki od njih predstavljaju i lokalitete za sport i rekreaciju i značajnije turističke destinacije, iako „geoturizam” kao posebna vrsta turizma još uvek nije široko rasprostranjen u Srbiji.

GEOTOP

Geološke formacije nežive prirode koje daju uvid u evoluciju Zemlje i živog sveta. Odnosi se na izdanke stena, zemljišta, minerala i fosila i obuhvata pojedinačne prirodne oblike kao i čitave predele (Wiedenbein, 1994). Štite se objekti koji su retki, jedinstveni ili lepi a od značaja su za nauku, istraživanje ili podučavanje o prirodi i istoriji Zemlje (Wiedenbein, 1994).

GEOPARK

Geopark je teritorija koja sadrži jedan ili više objekata geonasleđa kojima se upravlja po principima održivog razvoja. On mora imati plan upravljanja koji će podsticati socio-ekonomski razvoj područja i obezbediti obrazovanje iz različitih geonauka i značaju zaštite životne sredine. Prema Nacionalnoj strategiji održivog korišćenja prirodnih resursa i dobara (usvojene 2012) „geopark jeste područje od posebnog značaja za proučavanje razvoja Zemljine kore, koje ima izražen skup raznovrsnih pojava i procesa geodiverziteta nacionalnog ili međunarodnog značaja“.

ODRŽIVO KORIŠĆENJE PRIRODNIH DOBARA I/ILI RESURSA

Prema Zakonu o zaštiti prirode ("Sl. glasnik RS", br. 36/2009, 88/2010 i 91/2010 - ispr.) održivo korišćenje prirodnih dobara i/ili resursa je korišćenje komponenata biodiverziteta ili geodiverziteta na način i u obimu koji ne vodi ka dugoročnom smanjenju biodiverziteta, odnosno geodiverziteta, održavajući njihov potencijal radi zadovoljenja potreba i težnji sadašnjih i budućih generacija.

Zemlje (prošli životi, ekosistemi i životna sredina) kao i procese (biološke, hidrološke i atmosfere) koji trenutno deluju na stene, reljef i zemljište. Stanley (2001) dodaje geodiverzitetu socijalnu komponentu i smatra da je geodiverzitet veza između ljudi, oblika reljefa i kulture i da predstavlja varijetete geološke

sredine, fenomena i procesa koji čine te predele, stene, minerale i zemljište a koji predstavljaju osnov za sve životne procese na Zemlji. Kozłowski (2004) dodaje površinske vode (izvore, močvare, jezera, reke), a Serrano & Ruiz-Flano (2007) uključuju topografiju. Kozłowski *et al.* (2004) smatraju da je geodiverzitet "prirodna diverzifikacija Zemljine površine uključujući geološke, geomorfološke, zemljišne oblike i oblike površinskih voda i sistema formiranih prirodnim procesima (endogenim i/ili egzogenim), na mestima sa različitim antropogenim otiskom". Alexandrowicz & Kozłowski (1999) ograničavaju geodiverzitet samo na površinu zemlje i povezuju ga sa zaštitom pojedinih predela (predeo je razmatran kao sinteza geodiverzieteta). Fishman & Nusipov (1999), Erikstad (2000), Burek (2000) i Gordon (2004) naglašavaju značaj geodiverzieteta za razvoj i očuvanje biodiverzieteta i ekosistema.

Najveći broj radova koji se bavi geodiverzitetom odnosi se na ruralne i planinske oblasti gde je gustina naseljenosti mala ili su nenaseljene oblasti (Alexandrowicz & Kozłowski, 1999; Kozłowski, 2004; Serrano & Ruiz –Flaño, 2007; Benito-Calvo *et al.*, 2009; Serrano & Ruiz –Flaño, 2009; Serrano *et al.*, 2009; Hjort & Louto, 2010; Pellitero *et al.*, 2011; Pereira *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2013, 2014). Za razliku od njih u urbanim područjima živi veliki broj stanovnika, često su gusto naseljena i pritisak na geodiverzitet je izrazito veliki. Geodiverzitet u divljim predelima razmatra se u kontekstu uticaja na ostale prirodne komponente dok u urbanim uslovima njegov uticaj se više razmatra u kontekstu razvoja grada. U vangradskim sredinama on je preduslov razvoja biodiverzieteta i utiče na raznovrsnost predeonog diverzieteta dok u urbanim sredinama njegov značaj je pre svega da zadovolji potrebe stanovništva.

Prilivom stanovništva u gradove porasla je potreba za teritorijalnim širenjem i većim korišćenjem georesursa. Raznovrstan geodiverzitet doprinosi složenijim procesima razvoja gradova i u zavisnosti koliko je ta raznovrsnost u skladu sa čovekovim potrebama i razvoj samih gradova će biti olakšan. Povoljni prirodni uslovi, kao deo geodiverzieteta neke teritorije, koji doprinose razvoju gradova su: prostor, reljef, geološka građa, zemljišni pokrivač i vodne karakteristike. Oni uz klimatske uslove i društvene činioce (društveni sistem, broj stanovnika i gustina

naseljenosti, kultura i navike, naučno-tehnološka dostignuća) doprinose kojom brzinom i na koji način će se razvijati urbana teritorija. Da bi se izbegli konflikti bitno je planirati razvoj (prostorni, ekonomski, kulturni...) i upravljati resursima (prirodnim i društvenim) na održivi način.

Geodiverzitet je posebno ugrožen usled razvoja urbanizacije koja ne podrazumeva poštovanje prirodnih karakteristika područja. Posebnu pretnju predstavljaju građevinski radovi koji podrazumevaju uklanjanje površinskih slojeva i mešanje sa građevinskim materijalom čime se narušava struktura zemljišta; uklanjanjem zemljišnog površinskog sloja doći će do narušavanja prostornih oblika, formi i karakteristika i zaklanjanja matičnih stena, minerala i zemljišta; gube se podzemni sedimenti, fosili i stene; smanjuje se kvalitet vode (Gray *et al.*, 2004). Urbanizacija izaziva antropogenizaciju (čak totalnu destrukciju) pojedinih elemenata geodiverziteta i istovremeno formiranje novih antropogenih elemenata prostora koji mogu biti brojniji i zauzimati veće površine od prirodnih. Primer su zemljišta gde samo usled promene namene i načina korišćenja mogu nastati promene u kvalitetu zemljišta (fizičke, biološke i nutritivne vrednosti), gubitak organske materije i generalno smanjenje pedodiverziteta usled nastanka antropogenizovanih zemljišta što dovodi do narušavanja sistema sa aspekta erozije zemljišta, biodiverziteta, zagađenja i ekološke održivosti (Fanning & Fanning, 1989; Papa *et al.*, 2011). Takođe, izuzetno velika pretnja je trajno prekrivanje elemenata geodiverziteta asfaltom i betonom usled izgradnje zgrada i puteva. U upravljanju bitno je osim zaštite samog objekta zaštititi i specifične aspekte koji su od geološkog interesa. Oni mogu biti nekad u sukobu sa biološkim aspektima pa se mora pronaći kompromis. Posebnu pažnju treba obratiti da se lokaliteti koji se ne koriste više od strane čoveka ne zatrpavaju jer će tako oni postati nedostupni za dalja proučavanja. Sve dok takvi lokaliteti imaju edukativni značaj trebaju se zaštititi (Gonggrijp, 1998). Održivi razvoj, između ostalog, podrazumeva poštovanje prirodnih oblika i procesa koji se odnose na geodiverzitet i oni moraju biti uključeni u praktične politike, planiranje i sve aktivnosti koje su relevantne za njegov opstanak. Takođe, moraju se doneti mere koje bi se odnosile na: upravljanje, zakonsku regulativu, fiskalnu politiku, edukaciju, inventarizaciju i

monitoring. Održivi razvoj podrazumeva i upravljanje resursima na lokalnom nivou. Lokalno stanovništvo ima presudan značaj u zaštiti geodiverziteta. Posebno onih objekata koji nemaju svetski ili nacionalni nivo vrednosti, već su od značaja na lokalnom nivou. Iako je lokalno stanovništvo ponosno na svoje prirodne vrednosti ono često nije uljučeno u proces upravljanja i donošenja odluka. Iako je naučni pristup u zaštiti jako bitan, on nije presudan jer se odluke najčešće donose iz političkih razloga bez konsultacije stručnjaka ili zainteresovane javnosti. Da bi se izbegla dosadašnja praksa zaštite prirode koja se najčešće zasnivala na naučnim osnovama potrebno je i ostale zainteresovane u nekoj oblasti uključiti u proces donošenja odluka vezanih za upravljanje geodiverzitetom. Takođe, bitno je decentralizovati i sam proces donošenja odluka i promeniti klasično donošenje odluka "od gore-na dole" prenošenjem odgovornosti na lokalne uprave. Prema analizama urbanih zemljišta (City of Stuttgart, 2012), u pregovorima sa lokalnim samoupravama i donosiocima odluka za glavne argumente ograničavanja prenamene zemljišta i njegovog trajnog prekrivanja (prim. autor: odnose se i na geološke i geomorfološke elemente) treba isticati zaštitu. To će uticati na povećanje atraktivnosti grada u smislu kvaliteta života i rekreacije, očuvanje zdrave životne sredine i pomaganje regulisanja prirodnih mehanizama u životnoj sredini.

Za efikasno upravljanje geodiverzitetom potrebno je uskladiti lokalno i nacionalno zakonodavstvo u oblasti zaštite različitih elemenata geodiverziteta (zemljište, vode, prirodni resursi, zaštita prirode itd.) sa EU zakonodavstvom. Pri izradi planova i strategija moraju se pažljivo analizirati lokalni prirodni i društveni uslovi i izbegavati jednostavno kopiranje zakona. Isti elementi geodiverziteta mogu imati drugačije karakteristike i drugačije reagovati u različitim oblastima u zavisnosti od prirodnih i društvenih karakteristika. Izbegavanjem generalizacije i merenjem lokalnih karakteristika geodiverziteta može se doprineti održivom upravljanju.

Da bi sistem upravljanja i zaštite bio efikasniji potrebna je otvorena komunikacija između zainteresovanih strana kao i unapređenje međunarodne saradnje koja je od velikog značaja za pregovore sa donosiocima odluka koji često nisu zainteresovani da podrže zaštitu ovih objekata. Zbog toga su potrebni inovativni

edukativni naponi kao i stalna promocija i podizanje svesti javnosti. Bitno je nastaviti sa naučnim istraživanjem geodiverziteta, inventarisanjem objekata, pravljenjem baze podataka i stalnim monitoringom.

2.2 Geološki elementi

Geološki diverzitet urbanih područja je izložen brojnim antropogenim uticajima koji ga degradiraju u zavisnosti od intenziteta i trajanja. Antropogeni uticaj je najjači u oblastima intenzivne urbanizacije gde je pojačana potreba za prostorom, vodom, energijom, mineralnim sirovinama, građevinskim materijalom itd. Pod nešto slabijim, ali takođe značajnim, uticajem je i šira okolina grada. Istovremeno, geološka građa i procesi mogu ugroziti stanovništvo i infrastrukturu kao i ostale elemente geodiverziteta i prirodne sredine.

Geološki diverzitet ima različiti značaj i vrednost u zavisnosti da li je zastupljen u samom gradskom jezgru ili se nalazi u široj okolini, obuhvatajući prigradske opštine. U samom urbanom centru njegov značaj je u vezi gradnje objekata za stanovanje i nadzemnih i podzemnih infrastukturnih objekata (vodovod, kišna i fekalna kanalizacija, PTT i elektroinstalacije, toplovod i gasovod i sl), kao i za deponovanje otpada. U prigradskim oblastima, koje su delimično urbanizovane njegov značaj je i u korišćenju mineralnih (kamen, glina, šljunak, pesak i ostali nemetali) i energetske resursa (lignit), proizvodnji hrane (osnova za razvoj pedološkog pokrivača), snabdevanju vodom (izvorišta podzemne vode, geotermalni izvori) i sl.

Geološka istorija Beograda može se proučavati na prirodno stvorenim profilima na obalama reka ili rečnim terasama ali i u onim nastalim od strane čoveka kao što su profili nastali izgradnjom puteva, u kamenolomima, kopovima i bušotinama. Na području Beograda se javljaju geološke tvorevine paleozojske, jurske, kredne, terciarne i kvartarne starosti. Najmlađe beogradsko tle je kvartarne starosti. U najurbanizovanijem delu dominira les koji se nataložio preko neogenih sedimenata. U urbanim uslovima za izgradnju objekata i infrastrukture najvažnija je izrazita stišljivost lesa koju prati sleganje terena i objekata na njemu, a koja

nastaje najčešće usled promene vlažnosti (Lokin *et al.*, 1990). Povećanje vlažnosti je uvek tehnogenog karaktera i nastaje usled infiltracija vode u tlo ili povišenjem nivoa podzemnih voda. Prema istim autorima za Beograd je karakteristično i lokalno povišenje nivoa izdani kao posledica izgradnje dubljih temelja koji sprečavaju normalno oticanje podzemnih voda. Specifičnost Beograda je nasuto tlo, posebno prostor severno od Save i Dunava gde je intenzivno nasipanje počelo posle Drugog svetskog rata. Na tom terenu nastao je Novi Beograd, a nasipanje manjeg intenziteta sprovodi se i danas prilikom skoro svih građevinskih i infrastrukturnih radova. Poreklo materijala u nasutom tlu je vrlo raznovrsno, od prirodnog materijala koji je iskopan sa površine terena, zatim kao građevinski šut i razni komunalni otpad, a najčešće kao mešavina tih materijala (Ivetić, 1990). Prema istom autoru debljina nasutog materijala je vrlo različita (na nekim mestima je konstatovano i do 11m), uglavnom je nekontrolisano nasipano a izgrađeni objekti i saobraćajnice tokom vremena su uticali da se do nekog stepena završi zbijanje nasutog tla. "Pregledom dosadašnje geotehničke dokumentacije nasuto tlo je opisano kao: izrazito heterogenog sastava i pozornosti, neujednačeno vodocedno i jako promenljivih fizičko-mehaničkih parametara" (Ivetić, 1990).

Aktivnosti koje ugrožavaju geološku sredinu su (Lokin, 1990):

- planiranje i nasipanje terena,
- razna iskopavanja,
- izgradnja podzemnih objekata ("podzemni urbanizam", Beograd danas ima više od 40km tunela razne namene a podzemne instalacije sigurno su duge i više hiljada kilometara),
- izgradnja nadzemnih objekata,
- dinamički uticaj,
- stihijsko upuštanje vode u tlo (stihijsko upuštanje vode, pre svega iz oštećenih vodovodnih i kanalizacionih instalacija ali i na druge načine),
- smanjenje infiltracije površinskih voda,

- promena režima podzemnih voda njihovom eksploatacijom ili izgradnjom različitih objekata,
- regulacija obale vodotoka,
- različita zagađenja tla i podzemnih voda,
- aktiviranje savremenih geoloških procesa - klizišta, erozija i sl,
- deponovanje otpada i jalovina,
- poljoprivredna proizvodnja sa primenom veštačkih đubriva i sredstava zaštite bilja i dr.

U cilju održivog upravljanja geodiverzitetom potrebno je koristiti mineralne resurse na način kojim ne bi bila ugrožena njihova dostupnost budućim generacijama. Zbog toga je jako bitno sprovesti objektivnu procenu vrednosti mineralnih sirovina koja bi obuhvatala osim ekonomskog aspekta i socijalni, politički kao i aspekt životne sredine. Prema Tošović (2005) prilikom sprovođenja geoloških istraživanja potencijalnih ležišta mineralnih sirovina, prilikom kojih se rade geološko-ekonomska ocena rezultata dobijenih u istražnim fazama, nije dovoljno pažnje posvećeno objektima geonasleđa, a i u samom inventarisanju objekata geonasleđa i njihovoj zaštiti nisu obuhvaćeni oni koji se nalaze na ležištima mineralnih sirovina ili u njihovoj neposrednoj blizini. U cilju održive geološko-ekonomske procene potrebno je razviti i primenjivati metodologiju vrednovanja objekata geonasleđa kojom bi se utvrdila objektivna vrednost svakog pojedinačnog objekta. Kompleksnost procene vrednosti objekta geonasleđa posebno je naglašena ako se taj objekat nalazi na ležištu mineralnih sirovina kada treba sprovesti adekvatne geokonzervatorske mere. Takođe, prilikom izrade plana upravljanja jednim mineralnim ležištem treba predvideti i mogućnost da se prilikom eksploatacije mineralnih sirovina mogu otkriti i postati dostupni javnosti novi objekti i profili koji nisu bili vidljivi prilikom istraživanja pre početka radova. "Načini sagledavanja vrednosti objekata geonasleđa, za razliku od geološko-ekonomskih gde se vrednosti izražavaju u novčanim jedinicama, imaju znatno veću širinu aspekta ocenu vrednosti. U tom smislu značaj objekata geonasleđa daleko prevazilazi uski geološko-ekonomski pristup oceni ležišta mineralnih sirovina, a

njihovo upoređivanje je veoma kompleksno jer se mnoge vrednosti objekata geodiverziteta ne mogu ili veoma teško se mogu izraziti u novčanim jedinicama" (Tošović, 2005).

2.3 Geomorfološki elementi

U urbanim sredinama geomorfološki objekti procenjuju se uglavnom na osnovu vrednosti koje imaju za čoveka. Prema Erhartič & Zorn (2012) oblici reljefa postaju prirodna vrednost jedino ako sadrže i socijalnu komponentu. Oblici reljefa, posebno u urbanim oblastima, su izvor ekosistemskih usluga (geosistemske usluge) koje su fundamentalne za ekološki održivu ekonomiju i socijalni razvoj, kroz snabdevanje stanovništva ekonomskim, naučnim, kulturnim ili drugim dobrima (Kiernan, 2013). Međutim, iako imaju veliki značaj za razvoj gradova, prilikom izgradnje svaki oblik koji odstupa od ravnog, smatra se nepovoljnim i planira se njegova modifikacija. Kako Jarman primećuje "gde god počne razvoj postoji tendencija da se eliminišu karakteristike reljefa pre nego da se inkorporiraju u lokalne planove razvoja" (Jarman, 1994) . Takođe, osim uništavanja postojećeg dolazi do stvaranja novih oblika antropogenog (tehnogenog) reljefa. Prilikom izrade planova treba voditi računa o elementima reljefa i smanjiti pretnje koje mogu ugroziti njegov diverzitet i vrednosti. Gray (1997) primećuje "da se prilikom restauracije kamenoloma zasadi vegetacija pre nego da se naprave veštačka jezera. Za deponije postoji tendencija da se prekrivaju i pretvaraju u brda. Zatim kada se pravi šljunkara ili put postavljaju se nasipi radi zaštite od buke, a pri tome treba voditi računa da izgleda prirodno i da se uklapa u lokalni predeo. Kao što se u zaštiti biodiverziteta za rekultivaciju koriste lokalne autohtone vrste takav pristup treba imati i kada se vrše promene u reljefu. Posebno je dosta promena na rekama i obalama zbog rešavanja problema kao što su erozija ili poplave. Tokom lakših inženjerskih radova i sređivanja priobalja mnogo više se uzimaju u obzir geomorfološki i estetski aspekti, dok kod izgradnje visokih objekata, kanalsanja reka i nivelisanja terena postoji tendencija da se brda, reke i doline izgube kao i vizurne tačke. Restauracija reka i lakši inženjerski radovi na obalama su prirlično

uspešniji u ovome jer se mnogo više u obzir uzimaju geomorfološki i estetski aspekti. Bitno je zadržati topografiju u urbanom osmišljavanju posebno kada postoji tendencija da se brda, reke i doline izgube kao i vizurne tačke izgradnjom visokih objekata, kanalisanjem reka i nivelisanjem terena. Urbani planeri malo obraćaju pažnju na bitnost zadržavanje topografije prilikom osmišljavanja urbanih područja. Pitanje je da li treba menjati lokalni prirodni predeo jer dešava se da oblici koji su neobični upravo čine taj predeo interesantnim. Sve dok je neki oblik (brdo) vanvremenski, karakterističan i vredan za lokalni predeo kreiranjem novog brda menja se poznat predeo što može uznemiriti stanovništvo. Važnost većine od ovih faktora zavisi od mogućnosti da predeo apsorbuje morfološke promene. Ravan predeo kao što su rečne terase ili obale mogu da se uopšte ne promene dok je viša topografija reljefa mnogo osetljivija na remodelovanje reljefa".

U Srbiji praktičnim značajem reljefa za razvoj naselja se bavio još Cvijić (Cvijić, 1909) koji je analizirao vezu između jezerskih površi i razvoja naselja. Prilikom planiranja Beograda malo se vodilo računa o reljefu, najviše se vodilo računa da se zgrade uklope i prilagode Kalimegdanskom rtu a premalo se mislilo na teritorijalno širenje grada (Jovičić, 1960). Zanimljivo je da je intenzivna urbanizacija Beograda zahtevala prilagođavanje i izmenu osobina reljefa zbog njegove neadekvatnosti za izgradnju stambene infrastrukture. Primer je širenje grada prema terenima na desnoj obali Dunava koji su, iako izrazito skloni kliženju, izgrađeni uz prethodno sprovedene geoinžinjerske mere zaštite terena. Izgradnja industrijske zone na Ada Huji je takođe primer neodrživog upravljanja procesom urbanizacije. U vreme spajanja ade sa desnom obalom Dunava radi izgradnje industrijskog kompleksa nije se ispoštovala činjenica da se Beograd ubrzano razvija i da će u kratkom vremenskom roku ta oblast se naći u centru stambene zone i predstavljati ozbiljnu pretnju zbog industrijskih zagađenja. Zeremski (1960) smatra da čovek može pod određenim okolnostima da utiče na reljef i da ga menja u pozitivnom i negativnom smislu i navodi kao negativan primer izgradnju pruge Beograd-Bar kada su pokrenuta klizišta (Bagrdan - Barajevo), dok je pozitivan primer isušivanje fosilnih meandara čime su dobijene površne plodnog zemljišta (primer je isušivanje mrtvaja i starača u aluvijalnoj ravni Save zapadno od Obrenovca u kojoj su sve do

1950. godine postojale bare i močvare kao što su Velika Bara, Srednja Bara, Krajnja, Duboka, Plitka, Nurča, Jazmak, Krajnjača itd).

Najveće pretnje po geomorfološke objekte u Beogradu su: bujični tokovi, zasipanje dna rečnih korita, vodna erozija i klizišta. Ugroženost je veća što su oblici duže izloženi uticajima sredine ili ako su izgrađeni u mekšim stenama. Kanalisane reke, saobraćaj koji prouzrokuje zagađenje vazduha, vode i zemljišta, izgradnja objekata i infrastrukturnih sistema, industrija, dodatno izazivaju negativne posledice na geomorfološke objekte i procese.

2.4 Pedološki elementi

Zemljište je površinski sloj litosfere, debljine od nekoliko centimetara pa do nekoliko metara. U poljoprivredi i šumarstvu zemljište je medijum gde se razvijaju biljke i debljine je 1-2 m, u građevinarstvu zemljište je mekani i suvi sloj pogodan za gradnju. Zemljište je veoma složena dinamička celina u kojoj se obavlja razmena materije i energije između živih organizama i nežive prirode (Lješević, 2003) preko niza pedogenetskih procesa koji su određeni nizom faktora i nisu istog intenziteta na svim dubinama. Osnovni prirodni faktori koji utiču na formiranje zemljišta su: klima, živi organizmi, reljef, matična stena, vreme. Poslednjih decenija sve značajnija je komponenta čovek kao šesti faktor. Ovi faktori su međusobno povezani i od njihovog odnosa zavisi koji tip i karakteristike zemljišta će se razviti. U zavisnosti od intenziteta tih procesa u zemljištu se formiraju slojevi različitog sastava i osobina koji se nazivaju zemljišni horizonti. Gornji horizonti (A i O horizonti) su bogati organskom materijom i od značaja su za razvoj biljaka, dok dublji slojevi (B i C horizonti) sadrže delove matičnog supstrata. U zavisnosti od stadijuma razvoja i karaktera zemljišta horizonti su razvijeni nejednako i različite su debljine.

Zemljište se sastoji iz čvrstog dela (oko 10% organskog i oko 90% mineralnog) i tečnog ili gasovitog dela. Organski deo čini humus i organizmi koji žive u zemljištu, dok je mineralni deo raznolik i zavisi od tipa podloge i načina raspadanja matične stene (osnovu čine minerali gline). "Minerali u zemljištu se dele na: primarne

minerale koji su zaostali pri raspadanju, sekundarni minerali koji predstavljaju rezultat hidratacije aluminata i ferisilikata (minerali gline i dr) i krajnje produkte raspadanja sekundarnih i primarnih minerala. U zemljištu se javljaju uglavnom sve tri grupe minerala ali u različitim odnosima i od toga zavisi kvalitet zemljišta. Kod mladih zemljišta dominiraju primarni minerali, dok kod genetski razvijenih preovlađuju minerali glina i krajnji produkt raspadanja" (Lješević, 2003).

Prema starosti postoje dva osnovna tipa zemljišta: recentna i paleozemljišta. Recentna zemljišta stvaraju se u savremenim, a paleozemljišta su se formirala u ranijim klimatskim uslovima. Paleozemljišta mogu biti fosilna i reliktna (Resulović & Čustović, 2008). Fosilna paleozemljišta su danas prekrivena recentnim zemljištima i mogu se naći na različitim dubinama u pedološkom profilu, dok su reliktna paleozemljišta ona koja su prisutna i danas na površini usled delovanja erozije i odnošenja površinskih recentnih zemljišta. Malo je recentnih zemljišta koja su nastala pre pleistocena, a ne postoje ona čija starost datira pre kenozoika. Ostaci fosilnih paleozemljišta mogu datirati čak iz prekambrie. Osobine paleozemljišta ne mogu se objasniti savremenim faktorima pedogeneze već se moraju rekonstruisati oni koji su delovali u geološkom periodu njihovog formiranja. Razvoj zemljišta se odvija kroz različite faze i uporedo sa evolucijom predela i reljefa. Evolucionarna koncepcija o povezanosti razvoja zemljišta i predela razmatra se odvojeno uz pojedine morfostrukturne celine kopna kao što su: akumulativne ravnice, fluvijalne, aluvijalne i proluvijalno-deluvijalne ravnice, erozione površi. Saglasno trima glavnim morfostrukturnim jedinicama kopna izdvajaju se tri velika evolucionarna niza razvoja zemljišta: hidrogena, autogena i planinsko-erozivna pedogeneza koja imaju svojstvene osobenosti i evolucionarne stadijume" (Lješević, 2003). Osim evolucionarne povezanosti, postoji i zakonomernost u starosti zemljišta i geomorfoloških elemenata na kojima su se ona razvila. Prema Lješević (2003) "bliske grupe zemljišta su razvijene na geomorfološkim elementima iste starosti, što znači da elementi kopna iste starosti moraju imati isti zemljišni pokrivač iako su u različitim klimatskim uslovima, a površine različite starosti iako su u istoj klimi moraju imati različit zemljišni pokrivač. Dobar primer su rečne terase različite starosti koje se nalaze na istoj dolinskoj strani a imaju

različite zemljišne pokrivače". Takođe, što je stariji geomorfološki element javlja se veći broj zemljišnih tipova i složenije su strukture nego na mlađim oblicima reljefa gde se javljaju jednostavnija i manje raznovrsna zemljišta.

2.4.1 Paleozemljišta

Paleozemljišta imaju posebno značenje za različite geonauke. Za geologe termin paleozemljišta se koristi za sva "fosilna" zemljišta pronađena ukopana u sedimentnim ili vulkanskim naslagama, gde je u slučaju starijih naslaga došlo do litifikacije i pretvaranja u stenu. U pedologiji paleozemljišta su zemljišta koja su formirana u dalekoj prošlosti i čije karakteristike nisu povezane sa sadašnjom klimom i vegetacijom. U oba slučaja, istraživanjem paleozemljišta možemo saznati njegovu starost, klimatske uslove koji su vladali i prirodne procese koji su se dešavali u vreme njegovog formiranja i razvoja. Od važnosti za proučavanje geonasleđa je osobina zemljišta da uključi i akumulira u sebe pedogenetske i pedodinamske procese koji su se dešavali tokom njegovog razvoja. Prema Resulović & Čustović (2008) za analizu starosti i osobina zemljišta mogu se koristiti sledeći podaci o: dubini zemljišta u uslovima stvaranja zemljišta na ravnim reljefskim formama (bez uticaja vodne erozije), svojstvima geološko-petrološkog supstrata pre svega poznavanje stepena tvrdoće matičnog supstrata (1 cm zemljišta na tvrdim krečnjačkim stenama može se stvoriti za period od 1.000 godina, na manje tvrdim stenama ovaj period je kraći 250-300 godina za svaki cm zemljišta), sadržaj humusa može pokazivati uslove pod kojim se stvaraju zemljišta, količina ispranih čestica gline može ukazati na starost zemljišta (za 1.000 godina može se akumulirati gline u količini od 40-100 mg/m²), sadržaj radioaktivnog ¹⁴C može poslužiti za utvrđivanje starosti zemljišta (omogućava datiranje vremenskog perioda od nekoliko stotina do 40.000 godina), prisustvo artefakata (ostaci grđevinskog materijala, grnčarije, nakita, rudarski otpad itd) može pomoći u razjašnjavanju o poligenetskim karakteristikama zemljišnog profila itd.

2.4.2 Diverzitet zemljišta

Zbog značaja zaštite i kompleksnosti izučavanja zemljišta, kao i usled stalnog unapređenja pedološke nauke, 1990-ih godina koncept "diverzitet" je proširen i na zemljište, a pedolozi su počeli da koriste termin pedodiverzitet koji je postavio McBratney (1992) u cilju razvoja strategija zaštite predela zasnovane na raznovrsnosti zemljišta (Guo *et al.*, 2003) a prihvatio i uveo u korišćenje Ibáñez *et al.* (1990, 1995a). U narednim godinama termin pedodiverzitet se proširio u naučnoj literaturi ne samo sa filozofske tačke gledišta već i u pragmatičnim proračunima (Papa *et al.*, 2011) korišćenjem matematičkih alata razvijenih od strane ekologa za istraživanje biodiverziteta u cilju izučavanja prostornih pojava i oblika koji se odnose na raznovrsnost zemljišta (Ibáñez *et al.*, 1990, 1995a, 1995b).

Pedodiverzitet je varijabilnost zemljišta u određenoj oblasti ili regionu koja je determinisana građom, tipom, atributima i uslovima pod kojim su se različiti tipovi zemljišta formirali, a izučavanje pedodiverziteta može biti od značaja za buduće procene globalnih zemljišnih sistema, kao i za korišćenje i upravljanje zemljištem i zaštitu životne sredine (Chen *et al.*, 2001a). Po mišljenju Wilding & Nordt (1998) bitno je raditi procene diverziteta zemljišta u odnosu na starost zemljišta, topografiju i matični supstrat. Oni smatraju da primena pedodiverziteta i njegovo merenje treba da uključi: procenu globalnog pedodiverziteta zemljišta, identifikaciju i mapiranje zemljišnog resursa, odnos distribucije zemljišta i evolucije ekosistema, klime i tektonike ploča, uticaj zemljišta na globalno zagrevanje i razvijanje modela za predviđanje globalne distribucije brojnih prirodnih fenomena. Odeh (1998) uvodi termin funkcionalni pedodiverzitet koji u poređenju sa taksonomskim pedodiverzitetom treba da bude adekvatniji za primenu na regionalnom nivou.

Kolika je raznovrsnost zemljišta pokazuje i sama struktura zemljišta koja je veoma kompleksna. Samo u Evropi je identifikovano 10.000 tipova zemljišta (kategorisanih u preko 320 glavnih zemljišnih tipova). U svom radu Zalibekov (2006) iznosi mišljenje da se diverzitet zemljišta najčešće karakteriše u odnosu na raznovrsnost zemljišnih klasifikacionih jedinica, što nije dovoljno, jer postoje i

neke karakteristike zemljišta koje su sezonskog karaktera a koje nisu uzete u razmatranje pri izradi različitih klasifikacija zemljišta. Po njemu postoji stabilan diverzitet (genetički, ekološki, ameliorativni, erozivni, tehnogeni, hidrogeni, agrogeni) koji se može opisati u smislu zemljišnih klasifikacionih jedinica i nestabilan diverzitet (vrste diverziteta koje se zasnivaju na sezonskoj godišnjoj dinamici soli i biološkim/geološkim protocima materije) koji se odnosi na kratkotrajne procese u funkcionisanju zemljišta. Sa stanovišta geonasleđa bitan je njegov stav da je diverzitet zemljišta indikator evolucije zemljišnog pokrivača pod uticajem različitih prirodnih i antropogenih faktora. Sličnog mišljenja su i Ibáñez *et al.* (2013) koji su proučavali pedodiverzitet u odnosu na biogeografske regione u Evropi i koji smatraju da se raspored zemljišta ne poklapa sa biogeografskim regionima, ali može se koristiti za utvrđivanje klimatskih promena u prošlosti.

2.4.3 Endemizam zemljišta

Kada se govori o pedološkom nasleđu još jedan termin može ukazivati na raznovrsnost i vrednost zemljišta sa aspekta geonasleđa posebno za utvrđivanje retkih i ugroženih zemljišta. Termin endemizam za zemljište prvi put je upotrebljen u radu Guo *et al.* (2003). Oni su definisali endemizam kao "bogatstvo taksona zemljišnih zajednica" i sugerisali da je endemizam zemljišta predvidiv na osnovu teorije o formiranju zemljišta. Analogno biogeografskom terminu endemizam koji se odnosi na organizme koji su svojim rasprostranjenjem ograničeni na mala geografska područja, termin endemizam u pedologiji odnosi se na zemljišta koja su ograničena takođe na određene geografske oblasti. Ta ograničenost uslovljena je specifičnim pedogenetskim faktorima i može biti na nivou regiona ili predela/ekosistema. Zonalna i intrazonalna zemljišta su generalno endemična, a azonalna zemljišta imaju tendenciju da budu neendemična (Bockheim, 2005). Prema istom autoru na nivou regiona zemljišni endemizam je kontrolisan širokim uticajem klime i vegetacije stvarajući "zonalna" zemljišta dok na nivou predela ili ekosistema zemljišni endemizam nastaje usled neobičajnih karakteristika matičnog supstrata ili topografije (intrazonalna zemljišta). Zemljišni

endemizam se javlja uvek kada je neki od pedogenetskih faktora specifičan ili ekstreman.

2.4.4 Zemljište kao resurs

Zemljište kao resurs je od interesa još iz praistorijskog perioda, a naučno je počelo da se izučava tek od 19. veka prevažno sa ciljem poboljšanja poljoprivredne proizvodnje. Pod zemljišnim resursima uglavnom se podrazumevaju poljoprivredna zemljišta i ona koja se mogu koristiti na različite načine od strane čoveka. Čovek ne koristi samo dobra zemljišta već i ona koja su mu dostupna u zavisnosti od klime i reljefa. Za poljoprivredu najviše se koriste zemljišta u ravninama i dolinama reka u neekstremnim klimatskim uslovima kakvi vladaju npr. u pustinjama, na visokim planinama ili na većim geografskim širinama (zamrznuta zemljišta, tundre, lednici). U zavisnosti od potencijala za poljoprivredu zemljišta mogu biti produktivna (potrebna mala/nikakava ulaganja za korišćenje), maloproduktivna (potrebna velika ulaganja da bi se koristila) i neproduktivna (ne mogu se koristiti).

Danas se zemljište izučava i sa drugih aspekata, posebno sa povećanjem njegove uloge u gorućim izazovima današnjice kao što su klimatske promene, smanjenje neobnovljivih prirodnih resursa, siromaštvo, energetska kriza i degradacija životne sredine. Zajedno sa geološkim i geomorfološkim pojavama, prepoznato je od strane autora, koji su se bavili geodiverzitetom i geonasleđem, kao integralni deo geodiverziteta (Sharples, 1995, 2002; Eberhard, 1997; Alexandrowicz & Kozłowski, 1999; Stanley, 2002; Gray, 2004, 2008; Kozłowski, 2004). Prema IUCN-WCPA (2005) "geodiverzitet je prirodni opseg geoloških, geomorfoloških i pedoloških pojava, skupova, procesa i sistema. Geodiverzitet obuhvata dokaze zemljine istorije ali i procese koji trenutno deluje na stene, predeone forme i zemljište". Posmatrano kao komponenta geodiverziteta zemljište dobija novu dimenziju značaja i izučavanja, nadograđujući i unapređujući dosadašnje vrednovanje zemljišta, ne samo kroz ekonomski značaj (posebno u oblasti poljoprivrede i šumarstva), već mnogo šire kao deo prirodnog nasleđa koje se

mora zaštititi ne samo zbog svojih upotrebnih vrednosti već univerzalnih vrednosti koje ima za čoveka i planetu u celini.

To je prepoznala i Evropska komisija koja je prilikom izrade EU Tematske strategije korišćenja zemljišta, koja je usvojena 2006. godine, tražila mišljenje i preporuke stručnjaka iz oblasti geonauka o načinima vrednovanja zemljišta sa aspekta zaštite geodiverziteta i geonasleđa Evrope. U saradnji sa Evropskom federacijom geologa, napravljene su preporuke koje se zasnivaju na analizi čl. 21 i čl. 22 "Resolution of the European Parliament on the Commission communication 'TUPPVRds a Thematic Strategy for Soil Protection' (COM(2002), 179 - C5-0328/2002 - 2002/2172(COS))" iz 2003. godine (European Commission, 2003). U smislu održivog razvoja zemljište je shvaćeno pre kao prirodni sistem nego ekološki, estetski ili ekonomski. Preporučeno je da se zbog potrebe integrisanja održivog korišćenja zemljišnih sistema u prostorne planove i strategije korišćenja zemljišta uvede nova terminologija: geodiverzitet i geonasleđe u kontekstu održivog korišćenja zemljišta. Posledice gubitka zemljišta više koštaju nego dobit koja se dobije njegovim korišćenjem, a netaknuto zemljište je bitan deo geodiverziteta i geonasleđa. Geodiverzitet je značajan zbog svojih: unutrašnjih vrednosti, kulturnih, estetskih, ekoloških, funkcionalnih, ekonomskih, naučnih i edukativnih. Mora se koristiti održivo i ostaviti budućim generacijama da iz njega uče i da ga koriste.

Zemljište je najveći neobnovljivi i veoma kompleksan prirodni resurs koji je sve više oštećen i ugrožen ljudskim delatnostima. Kao strateški resurs ne može se uvoziti-izvoziti i njegova održivost u dužem periodu je od presudnog značaja za opstanak čoveka i živog sveta. Kao deo ekosistema značajna je komponenta životne sredine. Od presudnog je značaja za razvoj kopnenog živog sveta i uključeno je u skoro sve prirodne cikluse kruženja materije na zemljinoj površini (kruženje vode, ugljenika, azota, sumpora, fosfora itd). Na osnovu svojih fizičkih i hemijskih osobina kao i mikroorganizama koji žive u njemu može sprečiti zagađivanje životne sredine. Za ljude zemljište kao resurs ima najveći značaj u proizvodnji hrane koja je ograničena tipom zemljišta, klimom, hidrologijom i načinom upravljanja (Grimley, 2012). EU Tematska strategija korišćenja zemljišta navodi

sedam osnovnih funkcija zemljišta: proizvodnja hrane i biomase; skladištenje, filtriranje, transformisanje materije; stanište živog sveta i skladište genetskog materijala; fizičko i kulturno okruženje za čoveka; izvor sirovina; skladištenje karbona; čuvanje geološkog i arheološkog nasleđa.

2.4.5 Ugroženost zemljišta

Da bi se formiralo nekoliko centimetra zemljišta potrebni su vekovi, a može biti uništeno za nekoliko godina. Degradacija zemljišta je delom prirodni proces, a većim delom nastaje kao posledica neodrživog korišćenja. Ubrzana industrijalizacija, neodgovarajuća poljoprivredna proizvodnja, loša politika upravljanja i urbanizacija doveli su do smanjenja kvaliteta, kontaminacije ili čak totalnog uništavanja zemljišta. Uticaj pojedinih pretnji, posebno proces desertifikacije, je poslednjih godina u porastu usled klimatski promena i globalnog porasta temperature. EU Tematska strategija korišćenja zemljišta navodi osam mogućih pretnji po zemljište u Evropi: erozija, kontaminacija, gubitak organske materije, gubitak/smanjenje biodiverziteta, sabijanje i ostalo fizičko degradiranje, salinizacija, poplave i klizišta, prekrivanje infrastrukturom.

Erozija je osnovni nosilac degradacije zemljišta, a podrazumeva delimično ili celokupno fizičko odstranjivanje sloja zemljišta sa neke teritorije. Jednom erodirano zemljište teško se vraća u prirodno stanje, potrebne su stotine ili hiljade godina. Erozija može biti mehanička (vodna, eolska) i hemijska. Posebno su ugroženi površinski slojevi u kojima se nalazi organska materija (horizonti A i O) i zemljišta brdsko-planinskih terena. Erozija je delom prirodni proces u oblastima gde je nagib terena veći ili u oblastima sa rastresitim materijalom koji se može pokrenuti vetrom, vodom ili gravitacijom. Deforestacija i uklanjanje prirodnog biljnog pokrivača može značajno doprineti eroziji i narušavanju prirodnog odnosa vode i hranljivih materija u zemljištu. Do kontaminacije zemljišta dolazi zbog neadekvatne primene agrohemijskih sredstava (đubrivo, pesticidi...), odlaganja komunalnog i industrijskog otpada, od saobraćaja i rudarskih aktivnosti, taloženjem toksičnih elemenata iz vode i vazduha. Neodgovarajući sistemi za

navodnjavanje dovode do povećanja saliniteta, a agresivna poljoprivredna proizvodnja i erozija do gubitaka organske materije i smanjenja plodnosti zemljišta. Neodrživo, intenzivno stočarstvo i upotreba teške mehanizacije izazivaju sabijanje zemljišta, dok intenzivno korišćenje, promene vremenskih prilika, porast populacije (posebno u gradskim i prigradskim oblastima), turizam povećavaju rizik od klizišta i spiranja zemljišta. U urbanim sredinama povećano je trajno prekrivanje zemljišta izgradnjom puteva i zgrada, kao i prenamena korišćenja zemljišta. Spaljivanjem fosilnih goriva može doći do povećavanja radioaktivnosti zemljišta usled veće koncentracije radionukleida u blizini termoelektrana i saobraćajnica.

2.4.6 Zemljišta urbanih sredina

Zemljište je značajan prirodni resurs urbanih područja i jedan od resursa koji trpi najveće posledice usled procesa urbanizacije. Primarna uloga zemljišta u proizvodnji hrane je u urbanim područjima smanjena u korist izgradnje objekata (za stanovanje i industrijskih) i infrastrukture čijom izgradnjom se prekriva zemljište (bez obzira na plodnost) i trajno sprečava njegov dalji pedogenetski razvoj i buduće korišćenje. Izazov sa kojim se susreću i razvijene i nerazvijene države je kako obezbediti urbani razvoj uz istovremeno održivo korišćenje zemljišta kao prirodnog resursa.

U urbanim sredinama primarna funkcija zemljišta nije proizvodnja hrane. Zbog toga su uglavnom zanemarena i njima se ne upravlja na održiv način. Takođe, jako je niska svest stanovnika, gradskih planera i donosilaca odluka o funkcijama zemljišta i ona se svodi na sledeće funkcije: proizvodnja hrane, prostor za izgradnju objekata, prostor za deponovanje različitog materijala ili osnov za uređenje zelenih površina koje služe za rekreaciju. Zanemaruju se ostale, manje vidljive ali veoma važne funkcije zemljišta: doprinosi raznovrsnosti geonasleđa, doprinosi zaštiti kulturnog nasleđa, omogućava razvoj živog sveta (biljnog i životinjskog), reguliše kretanje površinske vode i ima ulogu prečišćivača vode koja hrani izdan, ima ulogu filtera koji upija i prečišćava štetne materije koje direktno ili

indirektno dospevanju u njega iz vode i vazduha, reguliše mikroklimu, deo je različitih prirodnih sistema kruženja materije i vode u prirodi, ima zaštitnu ulogu. Prema Vratuša (1999) zaštitna uloga zemljišta zavisi od intenziteta zagađenja i osobina zemljišta a zemljište može imati aktivnu (kada se ostavi biljni otpad da se razloži i pretvori u humus i tako zadrži toksične materije na duži rok) i pasivnu (nataloženi materijal ne vraća se ponovo u sistem već se zadržava u njemu) ulogu u očuvanju životne sredine gradova.

Za razliku od drugih područja urbana se posebno suočavaju sa problemima prenamene korišćenja zemljišta, najčešće pretvaranjem poljoprivrednog u građevinsko zemljište. Izgradnjom objekata za stanovanje, puteva, industrijskih postrojenja i sl. zemljište se trajno prekriva betonom i asfaltom. Posebna opasnost su nesantitarne deponije različitog otpada koje ubrzano nastaju usled porasta broja stanovnika i razvoja industrije, zauzimajući velike teritorije plodnog zemljišta i narušavajući kvalitet životne sredine. U periodu od 1990. godine do 2000. godine najmanje 275 ha zemljišta je dnevno izgubljeno u EU, u iznosu od 1.000 km² godišnje, od čega je polovina bila prekrivena slojevima betona i asfalta. To praktično znači da se na svakih deset godina betonom prekrije oblast veličine Kipra (European Commission, 2012). Takođe, podaci pokazuju da je prenamena korišćenja zemljišta i dalje u porastu u zemljama Evropske unije gde se godišnje više od 100.000 ha uglavnom poljoprivrednog zemljišta uzima za urbanizaciju (City of Stuttgart - Department for Environmental Protection, 2012). Prema Evropskoj agenciji za životnu sredinu, od sredine 1950-ih ukupna površina gradova u EU je povećana za 78%, dok je broj stanovnika porastao za samo 33%. Problem prekrivanja zemljišta, kao jedan od ključnih u urbanim područjima, analiziran je na nivou Evropske unije u dokumentu "Technical Document on Soil Sealing" na osnovu koga je urađen vodič za prevazilaženje ovog problema (European Commission, 2012). Rešavanje problema moguće je na tri načina: ograničavanjem prekrivanja, mitigacijom uticaja i kompenzacijom. Ograničenje prekrivanja podrazumeva smanjenje prenamene zemljišta kroz, pre svega, unapređenje prostornog planiranja, uvođenjem "negativnih" subvencija za aktivnosti koje trajno prekrivaju zemljište ili ponovnu upotrebu prekrivenog

zemljišta na primer kroz postupak remedijacije već degradiranih zemljišta. Ovaj način ima prednost u odnosu na ostala dva jer jednom oštećeno zemljište se teško ili nikako oporavlja. U slučaju kada je prekrivanje zemljišta neophodno treba sprovesti mere mitigacije uticaja na zahvaćenim zemljištima kao što su na primer korišćenje propusnih materijala, izgradnjom "zelene infrastrukture" ili izgradnjom zelenih krovova. Mere kompenzacije su aktivnosti ili instrumenti koji se primenjuju sa ciljem kompenzacije gubitka zemljišta ili degradacije kojima bi se nadoknadio gubitak u ekološkoj funkciji zemljišta u datom području. To se može postići merama koje mogu biti u obliku plaćanja, kao u Češkoj i Slovačkoj, ili obnovi već prekrivenih zemljišta.

U Strategiji upravljanja mineralnim resursima Republike Srbije do 2030. godine navodi se da: "zemljišni pokrivač Srbije nije velik po površini, ali je značajan po velikom broju sistematskih jedinica, koje su nastale kao posledica raznolikosti uslova postanka i pedogeneze pojedinih tipova zemljišta" (Strategiji upravljanja mineralnim resursima Republike Srbije do 2030. godine). Kao i ostali elementi geodiverziteta i zemljište trpi veoma jak antropogeni uticaj pod čijim delovanjem ono biva oštećeno ili trajno uništeno. U urbanim sredinama na zemljište kao i na ostale elemente geodiverziteta se gleda kao na građevinski prostor čime uglavnom dolazi do trajnog uništenja zemljišta. Najveće pretnje pedodiverzitetu Beograda su: prenamena korišćenja zemljišta, gubitak i degradacioni procesi (iskopi uglja i ruda, formiranje pepelišta termoelektrana, eksploatacija ruda, pozajmišta zemljišta, šljunkare), trajni gubitak poljoprivrednog zemljišta vezan za urbanizaciju i razvoj infrastrukture, sabijanje zemljišta, zakišeljavanje zemljišta, salinizacija zemljišta, smanjenje organske materije, klimatske promene i gubitak organske materije u zemljištima, vodna erozija, navodnjavanje zemljišta radi unapređenja njegove produktivnosti, ugroženost zemljišta opasnim i štetnim materijama (pesticidi, radionukleidi), deponovanje komunalnog i industrijskog otpada. Povećanom industrijalizacijom i urbanizacijom složeni prirodni procesi u zemljištu se narušavaju ili čak potpuno prekidaju čime se trajno narušava kruženje materije u prirodi koja je preduslov opstanka živog sveta. Osnovni izvor zagađenja zemljišta je gradski vazduh sa zagađivačima koje u sebi nosi i koji se kao suvi depozit ili u

obliku tzv. kiselih kiša unose u zemljište (Vratuša, 1992). Kako će se zemljište ponašati u ovakvim slučajevima zavisi od njegovog stanja i količine zagađujućih supstanci. Kada je zagađenje manje zemljište će se ponašati kao filter koji upija i zadržava u sebi ove materije, a ako je intenzitet zagađenja veći zemljište ih akumulira i postaje samo izvor zagađenja. U Strategiji upravljanja mineralnim resursima Republike Srbije do 2030. godine navodi se da sistemska kontrola korisnika i potencijalnih zagađivača zemljišta u Srbiji ne postoji zbog čega i nema dovoljno preciznih podataka o ugroženosti zemljišta i uzrocima. Zaključci se često donose na osnovu preseka stanja, preuzetih analiza na svetskom nivou i pojedinačnih istraživanja.

Zaštita zemljišta kao prirodnog dobra zbog pedloških vrednosti skoro da ne postoji (u Beogradu ne postoji) već se ono štiti kao deo nekog većeg prirodnog dobra ili na osnovu njegove povezanosti sa nekim manjim prirodnim dobrom. Na nivou države poslednjih decenija sprovode se mere uređenja zemljišta koje mogu biti administrativne i tehničke. Administrativnim se obično smatraju prostorne mere komasacije, arondacije i eksproprijacije a svi ostali oblici uređenja su melioracija koja podrazumeva sistem organizaciono-ekonomskih i tehničkih mera čiji je zadatak rešavanje osnovnih nepovoljnih prirodnih uslova (Lješević, 2003). Sve mere uređenja zemljišta preduzimaju se uglavnom radi poboljšanja poljoprivredne proizvodnje, ali i za potrebe šumarstva, građevinarstva, saobraćaja, turizma, vodoprivrede itd. Prema Lješeviću (2003) zaštita zemljišta je deo je strategije razvoja svake države i njegovo racionalno korišćenje i uređenje su "planske delatnosti od prvorazrednog značaja jer je zemljište zajedno sa vodom uslov opstanka života i osnovni privredni resurs". Isti autor smatra da mnoga istraživanja i na osnovu njih doneti planovi i strategije nisu se realizovali jer nije postojala politička i finansijska podrška. Najveći problem je u pretenziji mnogih na zemljišni prostor koji je i onako ograničen. Ovo je posebno izraženo u urbanim sredinama gde su izraženiji konflikti u korišćenju zemljišta.

Održivo korišćenje geodiverziteta Beograda podrazumeva brigu i postupanje sa zemljištem na način kojim neće biti ugrožene njegove funkcije koje su uslovljene njegovom raznovrsnošću i kvalitetom. Značaj zemljišta je veći ukoliko su sačuvane

njegove vrednosti, funkcije i usluge koje pruža. Raznovrsnost zemljišta Beograda je, preko pedogenetskih faktora (geološka građa, reljef, hidrologija, klima, vegetacija, čovek), indikator složenih prirodnih i antropogenih uslova koji u njemu vladaju. Izučavanje raznovrsnosti zemljišta Beograda ima važnu ulogu u zaštiti njegovog geo i biodiverziteta i racionalnom korišćenju prirodnih resursa.

Cilj upravljanja zemljištem u područjima koja su zahvaćena urbanizacijom je obezbeđivanje održivog korišćenja zemljišnog resursa uz očuvanje zdrave životne sredine. Među najvećim pretnjama po zemljište u urbanim sredinama su pre svega nepotpuno i površno razumevanje uloge zemljišta od strane stanovništva, zatim niske svesti i neinformisanosti gradskih planera i ignorisanja i nerazumevanja kod donosilaca odluka. Posebno je važno prilikom urbanog planiranja i donošenja odluka uzeti u razmatranje različite aspekte funkcije zemljišta. Pred onima koji se bave zaštitom zemljišta je izazov da se omogući urbani razvoj istovremeno ne smanjujući površine prirodnog zemljišta, ili gde ovo nije moguće, da se obezbedi mitigacija ili kompenzacija pre svega za prenamenu korišćenja i prekrivanje zemljišta (City of Stuttgart - Department for Environmental Protection 2012). Ostale pretnje po zemljište, ali i ostale komponente geodiverziteta su prema Gray *et al.* (2004): neadekvatno upravljanje rekama i obalama, poljoprivreda, urbanizacija, eksploatacija građevinskog kamena i drugih mineralnih sirovina, pošumljavanje i krčenje šuma, rekreacija i turizam. Oni ističu da prilikom eksploatacije građevinskog kamena i drugih mineralnih sirovina uvek dolazi do gubitka geodiverziteta. Ovo je manji problem na mestima gde određenog resursa ima u većim količinama ili na mestima koja su već degradirana, a veći na mestima gde je retka vrsta zemljišta, specifičan oblik reljefa, ograničena količina kamena ili važno ležište fosila. Takođe, prilikom pošumljavanja, koje se generalno koristi kao mera prevencije erozije i zaštite zemljišta, treba voditi računa da različito rastinje može umanjiti vidljivost i pristupačnost stenama i oblicima reljefa. Korenjenje biljaka može oštetiti osetljive geološke profile, dok četinari mogu zakiseliti zemljište.

Održivo korišćenje podrazumeva i sprovođenje mera i zaštite zemljišta od erozije. Erozioni procesi obuhvataju 98,08% prirodne degradacije zemljišta u Beogradu (Strategija pošumljavanja područja Beograda, 2011). Posebno treba imati u vidu da

antropogena zemljišta koja zahvataju sve veće teritorije su podložnija eroziji. Najbolji način za rešavanje pitanja zaštite zemljišta od erozije je utvrđivanje odgovarajućeg nivoa dozvoljenog gubitka zemljišta u prostornom smislu i otkrivanjem najuticajnijih činilaca koji uslovljavaju razvoj procesa erozije na datom nivou. Borba protiv erozije podrazumeva i održiv nivo proizvodnje na određenoj površini što znači da obim gubitka zemljišta bude ispod dozvoljenog praga (Lješević, 2003).

Bitno je usaglasiti različite planove na nivou grada Beograda, sa onim na nivou republike koji moraju biti usaglašeni sa zakonodavstvom EU u oblasti korišćenja i zaštite zemljišta. Za izradu plana zaštite diverziteta zemljišta, koja treba da bude deo strategije zaštite geodiverziteta Beograda, neophodno je utvrditi i definisati sve funkcije zemljišta i pretnje kojima je izloženo. Zatim izučiti vreme koje je potrebno da se jedan tip zemljišta transformiše u drugi kao i izračunati optimalni režim funkcionisanja zemljišta u datoj oblasti. Pri tome treba znati da se zemljišta koja su narušena antropogenim aktivnostima ne mogu vratiti u svoje inicijalno stanje (Zalibekov, 2006). Potrebno je poznavati osobine različitih tipova zemljišta u Beogradu i na osnovu toga predložiti procedure za upravljanje i adekvatne mere zaštite. S obzirom na to da je jedna od bitnih funkcija gradskih zemljišta da su kolektori štetnih materija, neophodno je znati da ne mogu sva zemljišta da imaju isti kapacitet retencije i da zadrže iste količine štetnih materija (Vratuša 1999). Zbog toga je bitno, na državnom nivou, prvo utvrditi kriterijume za svaki tip zemljišta i to za različite klimatske zone (nemaju iste osobine isti tipovi zemljišta u različitim klimatskim uslovima) i zatim odrediti količine zagađivača. Obično se za dozvoljene količine zagađivača uzimaju veličine koje su štetne za zemljište u istim klimatskim uslovima ili se ta količina, radi usklađivanja sa EU standardima, jednostavno prepíše bez istraživanja kakve mogu biti posledice po različite tipove zemljišta u različitim klimatskim uslovima i zonama u Srbiji. Mere adaptacije zemljišta na posledice klimatskih promena ne postoje. Ispitivanje zagađenosti zemljišta u Beogradu obavlja Gradski zavod za javno zdravlje Beograd po Programu ispitivanja zagađenosti zemljišta na teritoriji Beograda, a područja ispitivanja obuhvataju: zemljište u zoni sanitarne zaštite beogradskog vodovoda,

zemljište u blizini prometnih saobraćajnica, zemljište u okviru komunalne sredine i u okruženju javnih česmi (Ćalić, 2011). Monitoring treba da obuhvati i ostalo zemljište na čitavoj teritoriji grada.

Radi sprečavanja dalje antropogenizacije i potpunog gubitka prirodnih zemljišta, posebno u uslovima intenzivne gradnje, potrebno je uspostaviti jasne procedure i mere zaštite prilikom izvođenja građevinskih radova kada se gubi znatan procenat površinskog sloja prirodnog zemljišta ili on ostaje zatrpan na velikim dubinama usled nasipanja neodgovarajućim zemljišnim materijalom. "Kada počne gradnja prvo se površinski sloj uklanja i odnosi sa gradilišta i skladišti na zajedničkim deponijama, gde se zemljišni materijal ne sortira, već samo nasipa jedan preko drugog" (Vratuša, 1999). Isti autor ističe da "po završetku gradnje površina se ne čisti od otpada već se poravnjava i ostavlja na mestu. Zatim se sa ranijih deponija dovozi zemljišni materijal različitog porekla i nasipa do postizanja projektne kvote. Zatim se zbog sadnje travnjaka tanak zemljišni sloj od 10-ak cm obogaćuje tresetom. Ovaj sloj i posle nekoliko decenija može da se izdvoji kao humusni dok je ispod lesoliki materijal (najtipičniji matični supstrat u Beogradu) izmešan sa građevinskim otpadom" (Vratuša, 1999).

3. PROSTORNI SISTEMI ZA PODRŠKU ODLUČIVANJU

3.1 Održivo upravljanje i odlučivanje

Održivo upravljanje proisteklo je iz koncepta održivosti i povezuje se sa konceptom upravljanja. Može se definisati kao primena održivih mera u različitim oblastima (poslovanje, poljoprivreda, društvo, životna sredina i život pojedinca) na način da korist od njihove primene imaju današnje, ali i buduće generacije (Stead & Stead, 1992). Ova kompleksna disciplina za prioritet ima zaštitu prirodnih sistema i resursa uz istovremeno obezbeđivanje jednakih socijalnih i ekonomskih mogućnosti za sve ljude. Kod održivog upravljanja rešavanje jednog problema podrazumeva rešavanje i drugih srodnih izazova. Upravo suština upravljanja na održivi način znači da se problemi moraju rešavati na nov način koji u obzir uzima čitav kompleksan sistem u cilju povećanja efikasnosti i svedenja negativnih uticaja na minimum.

Odlučivanje je usko povezano sa upravljanjem. Ono je iznad funkcije upravljanja (postavljanje ciljeva, planiranje, organizovanje, vođenje i kontrola) i može se definisati kao upravljanje u užem smislu. Prema teoriji Simona (1960), koji se smatra osnivačem škole teorije odlučivanja, upravljanje je ustvari proces donošenja odluka, a ne proces obavljanja upravljačkih funkcija. Celokupna problematika upravljanja se može sagledavati sa aspekta proučavanja procesa donošenja odluka s obzirom na to da se tokom svih upravljačkih funkcija donose odgovarajuće odluke. Jedna grupa autora izjednačava upravljanje i odlučivanje, dok druga grupa smatra da ih ne treba izjednačavati jer je upravljanje znatno širi proces koji obuhvata sve faze odlučivanja, a ne samo fazu donošenja odluka (Kostić, 1972; Mescon *et al.*, 1985; Duncan, 1989).

Neosporno je da se kroz proces odlučivanja realizuje upravljanje. Donošenje odluka je proces izbora između dve ili više alternativa u nameri da se ostvare neki ciljevi i zadaci. Na ličnom planu za većinu odluka je dovoljna intuicija dok je za donošenje odluka na institucionalnom nivou potrebno prikupiti veliki broj podataka i

obraditi ih uz primenu različitih tehnika odlučivanja. Problem može predstavljati nedovoljan ali i preveliki broj podataka na osnovu kojih treba doneti ne bilo kakvu već pravu odluku. Ovaj proces zahteva dosta vremena i rada zbog čega su se poslednjih decenija i razvili računarski sistemi koji olakšavaju i podpomažu sam proces.

Odlučivanje može biti racionalno, intuitivno i odlučivanje na temelju prosuđivanja. Prvo zahteva raspolaganje sa svim bitnim činjenicama potrebnim za donošenje odluka, drugo se odnosi na situacije kada ne raspolažemo sa dovoljno činjenica i kada nije moguće objasniti donetu odluku kao posledicu razmišljanja, a treće se bazira na iskustvu i podrazumeva ponavljanje situacije ili nesvesno povezivanje različitih situacija i njihovo dovođenje u vezu sa trenutnom.

Rezultat procesa odlučivanja je odluka koja predstavlja izbor između više mogućih rešenja. Ona mora biti realna, precizna, nedvosmislena, jasna i pravovremena. Odluke se mogu klasifikovati na različitim osnovama. U zavisnosti od tipova problema koji se rešavaju one mogu biti rutinske, adaptivne i inovativne (Hellriegel & Slocum, 2011) ili strategijske, taktičke i rutinske (Drucker, 1967). Rutinske odluke se donose uvek na isti način, adaptivne se bave problemima a ne zadacima, dok su inovativne usmerene na promenu politike institucije u kojoj se donose. U zavisnosti ko donosi odluku one mogu biti: individualne odluke (donosi pojedinac) i grupne odluke (donosi veći broj pojedinaca koji rade na rešavanju nekog problema). U literaturi (Čupić & Suknović, 2010) se sreće i podela odluka na:

- strateške odluke - najznačajnije i sa dugoročnim posledicama; donosi ih najviši menadžment,
- taktičke odluke - obezbeđuju realizaciju strateških odluka; najčešće ih donosi srednji menadžment i
- operativne odluke - donosi ih svakodnevno menadžment.

Prema vrsti problema odluke mogu biti: strukturirane, nestruktuirane i polu (semi) strukturirane (Simon, 1960). Strukturirane odluke se odnose na poznate probleme za koja postoje standardna rešenja, nestruktuirane odluke se donose kada postoje kompleksni problemi za koje ne postoje očigledna i lako proverljiva rešenja i

polustrukturirane odluke se donose kada su samo neki segmenti u procesu odlučivanja mogući za programiranje. Svaki problem za koji se donosi odluka se nalazi u rangu od kompletno strukturiranih do nestruktuiranih (Malczewski, 1999). Većina problema iz realnog sveta su polustrukturirani jer se nalaze između ova dva ekstrema. Strukturirane odluke mogu biti programirane i rešene uz pomoć kompjutera a nestruktuirane odluke moraju biti rešene bez upotrebe kompjutera uz pomoć iskustva koje imaju donosioci odluka.

U cilju donošenja pravovremenih i tačnih odluka, osnovni zadaci upravljanja su (Obermeyer & Pinto, 2007):

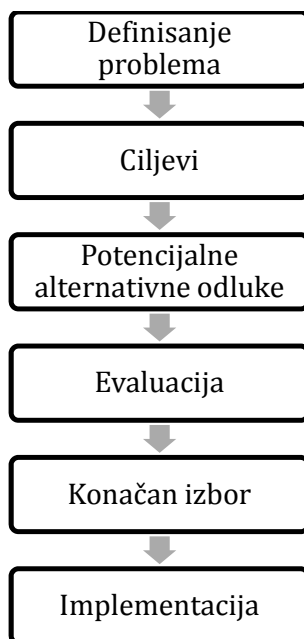
1. Planiranje – u procesu planiranja postavljaju se ciljevi koji se žele postići, kao i kratkoročni i dugoročni planovi za postizanje tih ciljeva.
2. Organizovanje – proces organizovanja se odnosi na metode na osnovu kojih se organizuje radno okruženje. Standardne metode obuhvataju razvoj organizacione strukture i operativnih pravila i procedura.
3. Nadgledanje – proces nadgledanja odnosi se na upravljanje ljudima tj. vođenje, motivisanje i razvoj podređenih.
4. Odabir kadrova – proces odabira kadrova odnosi se na odabir i profesionalni razvoj ljudi u organizaciji, a od suštinske važnosti je da odgovarajuća osoba, radi poslove koji su u skladu sa njenim znanjem i veštinama.
5. Kontrolisanje – proces kontrolisanja odnosi se na nadzor aktivnosti, sa ciljem da se one sprovode po predviđenom planu, a u slučaju odstupanja da se sprovede korekcija.

3.2 Proces donošenja prostornih odluka

Odluka se može definisati kao izbor proistekao iz procesa identifikacije i odabira između dve ili više alternativa na osnovu različitih faktora, uzimajući u obzir očekivanja donosilaca odluka. Pojedinaac mora da donese mnogo odluka svakog

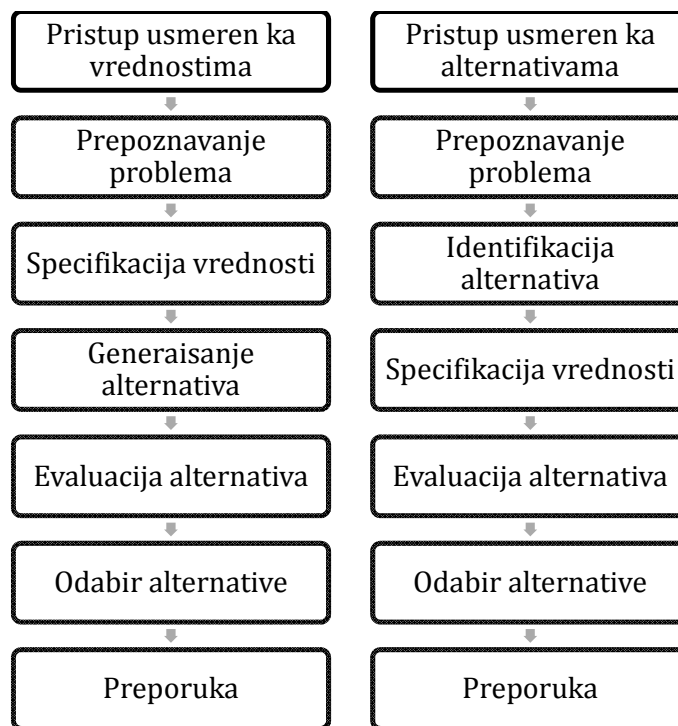
dana, i on ih u većini slučajeva donosi intuitivno. Donošenje odluka na organizacionom nivou institucija je obično mnogo kompleksnije, ali i na ovim nivoima odluke i dalje donose pojedinci koristeći dosta alata koji im pomažu u tom procesu. Iako raspolažu velikim resursima u ovakvim situacijama postoje i velika ograničenja, alternative i moguća rešenja. Geografske informacije su od velikog značaja u svim vrstama organizacija. Izračunato je da 80 posto podataka koje koriste menadžeri, donosioci odluka, imaju geografske karakteristike (Worrall, 1991).

Odlučivanje podrazumeva set aktivnosti koje započinju sa prepoznavanjem problema za koji se treba doneti odluka, i završavanjem sa preporukama (akcije, rešenja) za pomeranje sa početnog stanja do željenog, ciljanog stanja. Odlučivanje otežava višestruka grupa kriterijuma na osnovu kojih treba proceniti alternative, ciljeve koji su često konfliktni i različite grupe donosilaca odluka koje su uključeni u proces. Konflikt se manifestuje kao odnos između neograničenih želja i ograničenih mogućnosti (Čupić, 1987).



Slika 1. Faze u procesu donošenja prostornih odluka (prema Sugumaran & De Groote, 2011).

Proces odlučivanja (Sl. 1) prolazi kroz nekoliko faza (Simon, 1960; Keller, 1997; Feeney & Williamson, 2002; Sugumaran & De Groote, 2011;). Svaki postupak odlučivanja počinje sa prepoznavanjem i definisanjem problema koji predstavlja razliku između željenog i trenutnog stanja sistema. Postupak se završava sa preporukama za odlučivanje. Kvalitet odlučivanja zavisi od toga da li je proces prošao kroz sve faze i od kvaliteta aktivnosti koje su sprovedene. Prema Simonovom modelu (Simon, 1969) proces odlučivanja prolazi kroz tri faze: osmišljavanje, projektovanje i odabiranje. Osmišljavanje se odnosi na struktuiranje problema i istražuju se ciljevi i vrednosti. Zatim se bira jedan ili više kriterijuma ili atributa koji najbolje pokazuju stepen postignuća svakog cilja (Keeney, 1992). Projektovanje podrazumeva prikupljanje podataka i njihovu obradu, kao i razvoj struktura višekriterijumskog vrednovanja (Malczewski, 1999). Konačno, tokom faze odabiranja, evaluiraju se alternative.



Slika 2. Sekvence pristupa usmerenog ka vrednostima i pristupa usmerenog ka alternativama (prema Keeney, 1992)

Postoji veliki broj načina kako organizovati postupak odlučivanja i sam kvalitet odlučivanja zavisi upravo od aktivnosti koje se sprovode tokom postupka (Malczewski, 1999). Prema Keeney (1992) dva su osnovna pristupa: pristup ka alternativama i pristup ka vrednostima. Prvi pristup se fokusira na izbor alternativa pre specifikacije vrednosti, dok su u drugom pre odabira alternativa vrši utvrđivanje vrednosnih kriterijuma (Sl. 2). Na ovaj način odluke o potencijalnim objektima se donose na osnovu željenih vrednosti a ne na evaluaciji već utvrđenih mogućih alternativa. S tim u vezi, prvi pristup je dobro primeniti u uslovima kada alternative još uvek ne postoje a drugi pristup u situacijama kada se odluke odnose na izbor između već ponuđenih alternativa.

3.3 Vrste prostornih odluka

Postoji ogroman dijapazon prostorno zavisnih odluka za različite tipove organizacija. Jensen *et al.* (2002) nabrajaju tri kategorije prostornih odluka u kontekstu održivog razvoja:

1. odluke o raspodeli resursa,
2. odluke o statusu resursa,
3. odluke u vezi praktičnih politika.

Kemp (2008) prostorne odluke grupiše u četiri osnovne kategorije:

1. izbor mesta,
2. raspodela lokacija,
3. odabir načina korišćenja zemlje,
4. raspored korišćenja zemljišta.

Malczewski (1999) deli informacije koje se koriste u procesu donošenja prostornih odluka na „teške“ i „lake“. Teške informacije su one koje se dobijaju iz publikovanih činjenica, kvantitativnih proračuna ili sistemskih istraživanja stavova, dok se lake

zasnivaju na mišljenjima, prioritetima donosilaca odluka ili su zasnovane na "ad hoc" istraživanjima ili komentarima. Obe grupe informacija se moraju uzeti u razmatranje prilikom donošenja prostornih odluka.

Donošenje prostornih odluka je često kompleksno i zahteva informacije iz različitih izvora i interpretaciju od strane velikog broja donosilaca odluka u zavisnosti od različitosti ciljeva. Prostorne odluke se često karakterišu kao polustrukturirane jer su obično problemi višedimenzionalni, imaju ciljeve koji nisu kompletno definisani i imaju veliki broj alternativnih rešenja (Gao *et al.*, 2004). Najčešći problemi pri donošenju odluka su nepouzdanost i konfliktnost zbog velikog broja zainteresovanih strana koje su uključene u proces (Wang & Sheng, 2006). Obično ne postoji jedno rešenje koje bi zadovoljilo ciljeve svih strana (Xiao, 2007). Velika kompleksnost uključuje u proces donošenja prostornih odluka automatizovane ili kompjuterski zasnovane tehnike (Tolidis & Dimopoulou, 2012)

3.4 Definicija prostornih sistema za podršku odlučivanju

Iako su prostorni sistemi za podršku odlučivanju u poslednje dve decenije doživeli nagli razvoj, još uvek ne postoji opšteprihvaćena definicija. Neki autori u prošlosti su poistovećivali GIS sa PSPO-om koristeći jednostavno stanovište da se oba kompjuterska alata mogu koristiti u donošenju odluka (Keenan, 2003). Postoje savremenija shvatanja da GIS zasebno ne može biti PSPO-a (Keenan, 2003; Keenan, 2006; Sugumaran & De Groote, 2011). Densham (1991) definiše PSPO kao geoprocesni sistem projektovan da podrži proces odlučivanja za kompleksne prostorne probleme. Ova vrsta sistema mora uključivati analitičke tehnike koje su jedinstvene za prostorne analize i pomoću kojih se proizvode rezultati u vidu karata, izveštaja, grafikona i drugih prostornih formata. Malczewski (1999) definiše PSPO kao „iterativan kompjuterski zasnovan sistem projektovan da podrži korisnika ili grupu korisnika u cilju postizanja veće efikasnosti procesa donošenja odluka rešavajući semistrukturirane prostorno definisane probleme“. Prema Sugumaran & De Groote (2011) PSPO su integrisni kompjuterski sistemi koji podržavaju donosiocima odluka u rešavanju semistrukturiranih ili nestrukturiranih

prostornih problema na interaktivan i iterativan način sa mogućnošću korišćenja baza sa prostornim i neprostornim podacima, kapaciteta analitičkog modelovanja, alata za odlučivanje kao što su scenario analize, i alata za efikasno prezentovanje podataka i informacija.

Proces donošenja prostornih odluka je često kompleksan, multidisciplinarnan i uključuje veliki broj zainteresovanih strana. Relevantne informacije u vezi problema koji se rešava moraju biti prikupljene i organizovane na način da podržavaju analizu problema. U kompleksnim situacijama proces donošenja odluka je iterativan, interaktivan i participativan (Goel, 1999). U kompleksnim situacijama kada se raspolaze sa velikom brojem informacija neophodan je sistem za podršku. Ovi sistemi mogu pomoći pri opisu evolucije problema, simulirati posledice ili akcije različitih mogućih odluka i pomoći u implemetaciji strategija (Chen & Gold, 1992).

Zbog kompleksnosti velikog broja podataka u procesu donošenja prostornih odluka potrebno je koristiti kompjuterski zasnovane alate. Postoji nekoliko ovakvih alata, tehnologija ili sistema kao što su GIS, SPO, ekspertske sistemi, daljinska detekcija i PSPO, koji su mogu da podrže prostorno odlučivanje.

Iako je PSPO proistekao iz nauke o odlučivanju, njegov razvoj je bio najviše u vezi sa razvojem GIS-a. Sistemi za podršku odlučivanju se primenjuju u cilju podrške donosiocima odluka u različitim oblastima. Intenzivnije su se počeli razvijati 1970-ih godina u informatičkoj sferi, najintenzivniji razvoj je bio na Tehnološkom institutu u Masačusetsu u Sjedinjenim američkim državama (Gorry & Scott-Morton, 1971; Little, 1971). Početkom 1980-ih izdato je dosta literature u oblasti SPO-a (Sprague, 1980; Alter, 1980; Bonczek, Holsapple, & Whinston, 1981), a SPO je bio prepoznat kao informatička disciplina. Uporedo sa razvojem SPO u informatičkoj zajednici, odvojeno se razvijao i GIS kod koga je fokus u razvoju bio na obradi geografskih podataka (Nagy & Wagle, 1979). Jedan od prvih primera korišćenja mapa u procesu donošenja odluka odnosi se na rad McHarg (1969) koji je postavio osnovni koncept na bazi kojeg se kasnije razvio GIS (Charlton & Ellis, 1991). SPO i GIS se mogu koristiti nezavisno u rašavanju problema u odlučivanju. Često kompleksni problemi zahtevaju integraciju ovih sistema radi dobijanja što

boljih rešenja (Li *et al.*, 2004). Može se reći da je razvoj PSPO bio povezan sa potrebom da GIS proširi svoje mogućnosti zarad rešavanja kompleksnih, nestruktuiranih problema koji su zahtevali naprednu tehnologiju. Sa poboljšavanjem preformansa kompjutera došlo je do porasta interesovanja za prostorne analize i modelovanje. Ideja o PSPO razvila se sredinom 1980-ih (Armstrong *et al.*, 1986) i do kraja ove dekade već je zauzimala važno mesto u oblasti GIS-a (Densham, 1991). Razvoj je nastavljen tokom 1990-ih godina kada već zauzima ozbiljno mesto u GIS zajednici (Densham, 1991; Goodchild, 1993; Armstrong, 1993, Leung, 1997, Wu, 1998, Malczewski *et al.*, 1997; Malczewski, 1999; Thill, 1999). Tokom 2000-ih nastavljen je razvoj od strane velikog broja autora (Bedord *et al.*, 2001, Andrienko *et al.*, 2003, Aerts *et al.*, 2003; Church *et al.*, 2004, Feick & Hall, 2004; Kangas *et al.*, 2000; Store & Kangas, 2001; Walker & Veitch, 2001; Draganm *et al.*, 2003; Fuller *et al.*, 2003; Store & Jokimaki, 2003; Morari *et al.*, 2004; Arampatzis *et al.*, 2004; Giupponi *et al.*, 2004; Keenan, 2003; Hill *et al.*, 2005; Chakroun & Benie, 2005; Bottero *et al.*, 2013).

Prema Malczewski (2006a,b) ovi sistemi u literaturi se mogu sresti i pod imenima kolaborativni PSPO, grupni PSPO, SPO za životnu sredinu ili PSPO zasnovani na ekspertskim sistemima. Sreću se još i termini: multikriterijumski PSPO, PSPO zasnovan na Webu, sistemi za podršku planiranju, sistemi za podršku praktičnim politikama. Kombinovanje sofisticirane teorije odlučivanja sa naprednim prostornim analizama javilo se još 1980-ih godina u cilju unapređenja procesa donošenja odluka u oblasti raspodele zemljišta. Uporedo sa razvojem različitih pristupa u višekriterijumskoj analizi u odlučivanju javili su se i kompjuterski podržani pristupi kao što su na primer: ELECTRE III (Opperhuizen & Hutzinger, 1982; Roy, 1991); ASSESS (Bowyer & Veitch, 1994); IDRISI GIS (Eastman & Jiang, 1995); GIWIN (Ren, 1997); HERO (Kangas *et al.*, 2000); FORM (Kazana *et al.*, 2003); MEACROS (Mazzetto & Bonera, 2003); MULINO-DSS (Giupponi *et al.*, 2004). Malczewski (2004) navodi da su višekriterijumski PSPO najviše korišćeni za analizu podobnosti zemljišta. Korišćeni su i za rešavanje problema odlučivanja u životnoj sredini, urbanom planiranju i sl. (Chen *et al.*, 2001b; Draganm *et al.*, 2003;

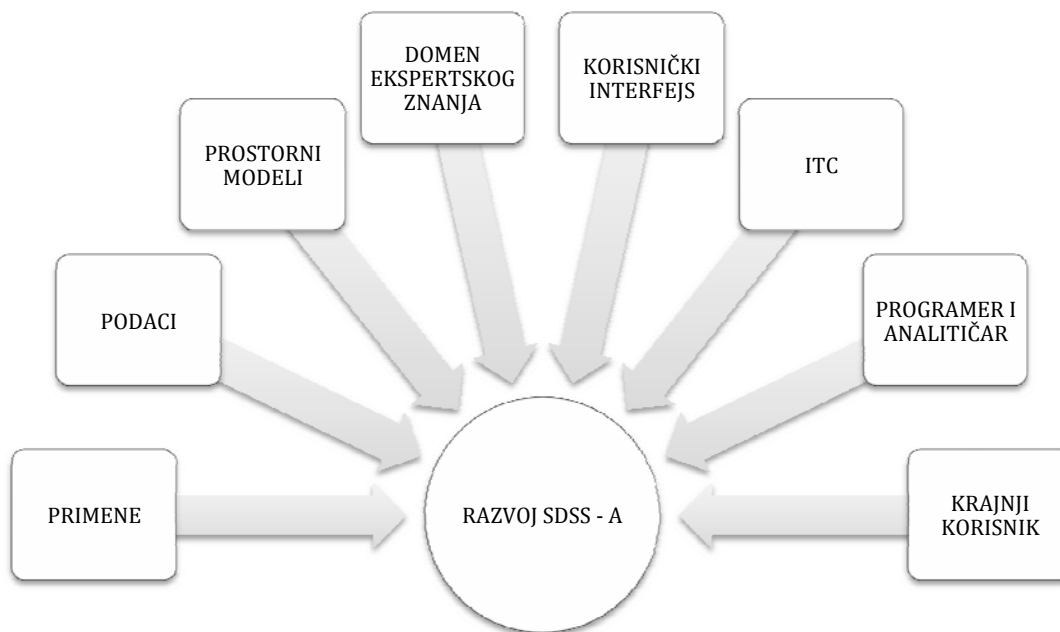
Geneletti, 2007; Zucca *et al.*, 2007, Keshkamat *et al.*, 2008; Geneletti & Abdullah, 2009; Huser *et al.*, 2009, Hala & Hegazy, 2009).

3.5 Evolucija PSPO-a

Istraživanja PSPO potiču iz dve osnovne discipline: SPO i GIS (Keenan 2006, Peterson 1998, Sugumaran & De Groot 2011). Razvoj ove dve discipline uticao je i na razvoj samog PSPO-a. SPO se može definisati kao interaktivni kompjuterski sistem koji pomaže donosiocima odluka da reše nestruktuirane ili semistruktuirane probleme odlučivanja korišćenjem podataka i modela (Gorry & Scott-Morton, 1971). Sastoji se iz tri komponente: upravljanje podacima, upravljnje modelom, korisnički interfejs. Počeo se razvijati 1970-ih godina i nastavio razvoj i 1980-ih. Krajem 1980-ih i početkom 1990-ih godina 20. veka na SPO je uticao razvoj veštačke inteligencije i šira primena ekspertskih sistema. Sredinom i krajem 1990-ih pravu revoluciju u primeni SPO je izazvao razvoj WEB-a, koji je doprineo razvoju SPO zasnovanih na WEB-u. Iako postoji duga tradicija korišćenja SPO-a oni tek u poslednjih dve decenije koriste prostorne podatke u analizama (Keenan, 2003). PSPO predstavlja napredak u razvoju SPO-a priključivanjem prostornih podataka u analizama koje se koriste u odlučivanju (Keenan, 2006; Jarupathirun & Zahedi, 2007). Razlozi za nekorišćenje prostornih podataka u analizama su nedostatak znanja i veština u odnosu na modele prostornih podataka, prostorne analize ili tehnika za interpretaciju i kartografske veštine (Sugumaran & De Groot, 2011).

Uporedo, ali nezavisno od razvoja SPO-a, razvijali su se Geografski informacioni sistemi. Pojavili su se 1960-ih u Kanadi. Razvoj ovih sistema tokom 1960-ih i 1970-ih godina bio je ograničen cenom i tehničkim kapacitetima (Malczewski, 2004) i nisu bili adekvatni da podrže bilo koju vrstu poslovnih odluka (Pittman, 1990). Nagli razvoj informaciono – komunikacionih tehnologija (ITC) 1980-ih i u prvoj polovini 1990-ih godina doveli su do razvoja hardvera i brže obrade podataka (Malczewski, 2004). GIS zasnovan na velikim radnim stanicama zamenjen je GIS-om na personalnim računarima, a ekspertski sistemi i sistemi zasnovani na znanju

su integrirani u GIS. U drugoj polovini 1990-ih godina razvoju GIS-a doprineo je i razvoj WEB-a i tehnologija zasnovanih na internetu. Iako se GIS karakteriše mnogim atributima, koji su ključni za PSPO, kao što su upravljanje podacima i mogućnosti za analizu, on se ne smatra PSPO-om. Glavni nedostatak mu je nepostojanje analitičkog modelovanja i nemogućnost da prezentuje efikasne tehnike za evaluaciju različitih scenarija (Sugumaran & De Groote, 2011). Takođe, nedostatak GIS-a je i ograničena efikasnost u rešavanju semi odnosno nestruktuisanih problema u odlučivanju (Densham, 1991).



Slika 3. Osnovni pokretači za razvoj PSPO-a (Sugumaran, De Groote 2011)

Nadogradnja SPO-a dodatnim tehnikama (Sl. 3) za upravljanje prostornim podacima omogućava da PSPO (Densham, 1991):

- skladišti i upravlja prostornim podacima,
- predstavlja strukturu geografskih objekata i njihovih prostornih relacija,

- širi rezultate upita korisnika i PSPO analiza na osnovu različitih prostornih formi uključujući mape, grafikone i tako dalje,
- sprovodi efikasne prostorne analize korišćenjem specifičnih tehnika.

Većina geografskih informacionih sistema može ispuniti prva tri zahteva dok kod četvrtog postoje određena ograničenja. Iako se GIS može koristiti prilikom definisanja problema postoje nedostaci u fazi kada se u procesu odlučivanja odabiraju alternative. Da bi se postigli ovi zahtevi, moraju se koristiti različite evaluacione tehnike.

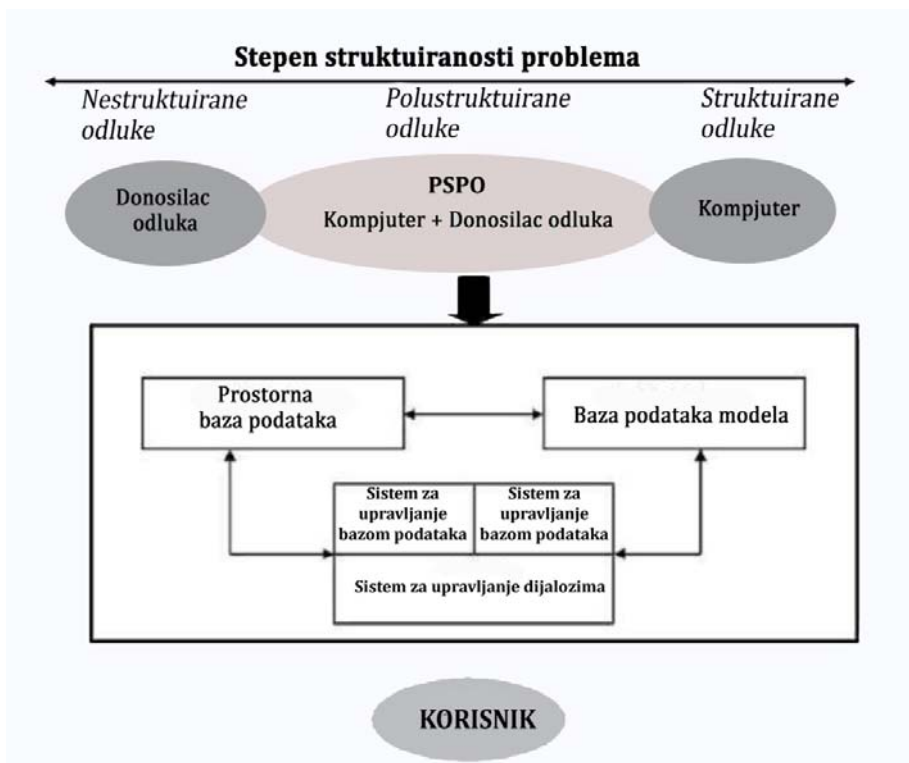
Prema Sugumaran & De Groot (2011) postoje tri faze u razvoju PSPO-a:

- Faza predstavljanja (1976-1989) - u ovoj fazi prvi put je eksplicitno geografska komponenta uključena u SPO, a GIS bio priključen zajedno sa drugim softverima u cilju formiranja PSPO-a. Termin PSPO je prvi put predstavljen početkom 1980-ih (Dobson, 1983), mada je tokom 1970-ih bilo više projektovanih sistema, koji su ličili na PSPO, ali se nisu tako nazivali. U ovoj fazi definisan je konceptualni okvir za PSPO, razvijeni su PSPO prototipovi, koristili su se PSPO za desktop/radne stanice za pojedinačne korisnike i komandna linija kao korisnički interfejs.
- Faza integracije (1990-2000) - u ovoj fazi mnogo novih tehnologija je integrisano u PSPO i njegov razvoj je brzo rastao iako često u formi prototipa. Tokom ove faze tri oblasti su presudno uticale na evoluciju PSPO: (a) ekspanzija grupnog PSPO i PSPO uz učešće javnosti, (b) inkluzija inteligentne komponente u PSPO, (c) početak PSPO-a zasnovanog na WEB-u.
- Faza implementacije (posle 2000.) - razvoj PSPO-a se nastavio i na njega utiču razvoj WEB-a i umrežavanja. Upotreba PSPO-a je postala lakša i pristupačnija širem krugu korisnika projektovanjem pristupačnijih grafičkih korisničkih interfejsova. Softver je nastavio da se razvija i dobija više mogućnosti za obradu prostornih podataka i njihovo vizuelno predstavljanje. Poslednjih godina trend razvoja je u pravcu korišćenja bežičnih tehnologija i softvera za mobilne uređaje koji imaju GPS. U ovoj fazi

PSPO je više okrenut korisnicima i pružanju različitih usluga kao i uključivanju nestručne javnosti u proces donošenja odluka.

3.6 Komponente PSPO-a

Mape su oduvek bile veoma važne u procesu donošenja odluka. Korišćenje lokacija ili geografskih informacija ima veliku primenu u svim organizacijama, državnim i privatnim, komercijalnim i neprofitnim. Razvojem informacionih tehnologija u poslednjih nekoliko decenija naglo su porasle mogućnosti prikupljanja, skladištenja i analize geografskih informacija. Osim osnovnih informacija gde se neki objekat nalazi, upotreba geografskih informacija je naglo porasla i u zaštiti životne sredine, upravljanju zemljištem, izgradnji saobraćajnica, upravljanju hazardnim situacijama itd. Takođe, podjednako je porasla upotreba i u akademskim, komercijalnim i državnim organizacijama.



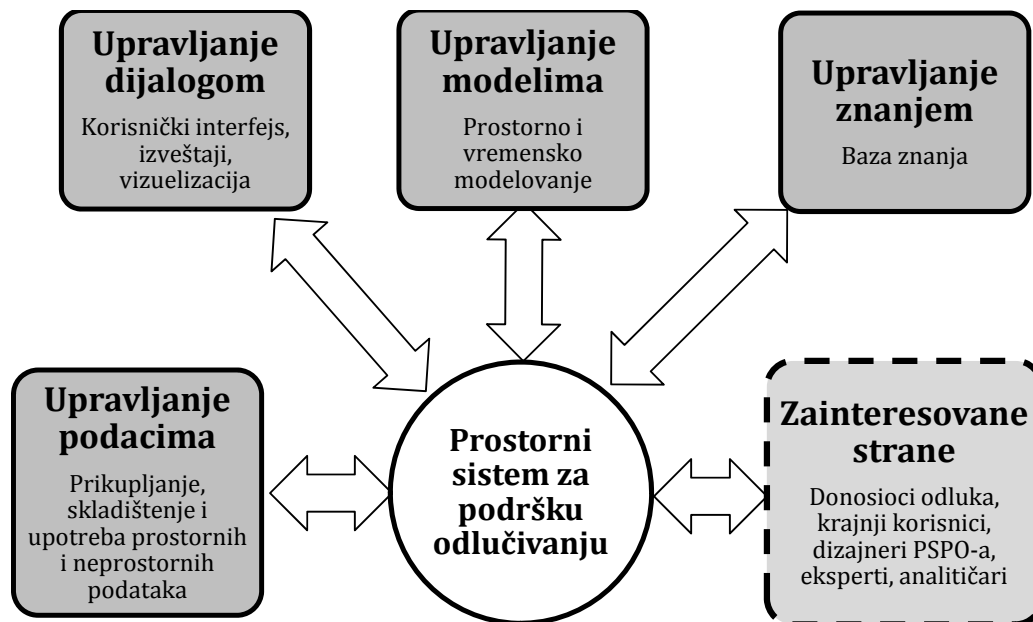
Slika 4. Osnovne komponente PSPO-a (Chakroun & Benie 2005)

Veliki broj alata iz oblasti menadžmenta koristi se uspešno u procesu donošenja odluka u različitim oblastima još od 1960-ih godina. GIS se, zbog određenog broja ograničenja, manje koristio pri donošenju prostornih odluka. Tokom 1990-ih godina dosta autora je sugerisalo integraciju sofisticiranih metoda modelovanja sa GIS-om u cilju povećanja njegovih mogućnosti za sprovođenje prostornih analiza i samim tim povećanju kapaciteta za korišćenje u procesu odlučivanja (Goodchild, 1987; Carver, 1991; Pereira & Duckstein, 1993; Batty & Xie, 1994; Jankowski, 1995; Laaribi *et al.*, 1996).

Iako se PSPO karakteriše velikim brojem pristupa, oblasti primene, tehnika razvoja, tehnologija koje se koriste i kompleksnošću softverskih konfiguracija, on mora sadržati osnovne komponente: bazu podataka, bazu prostornih modela, korisnički interfejs, mogućnost vizualizacije i izveštavanja i, po mogućstvu komponentu znanja (Sl. 4). Obično je glavna komponenta GIS, koji se koristi za upravljanje podacima i različite prostorne analize. GIS obezbeđuje prostorne i neprostorne podatke, njihovo skladištenje, upravljanje i kartografsko prezentovanje. Baza modela obezbeđuje da donosioci odluka imaju pristup različitim vrstama modelovanja (statističko, matematičko, multikriterijumska evaluacija itd), kojim će olakšati proces donošenja odluka. SPO uglavnom radi sa neprostornim podacima, ne podržava kartografsku prezentaciju i funkciju kartiranja ali sadrži komponentu modelovanja. Različiti GIS softveri uglavnom ne sadrže mogućnost analitičkog modelovanja (Keenan, 2006). I jedan i drugi sistem imaju korisnički interfejs pomoću koga ostvaruju kontakt sa korisnicima. PSPO se odnosi na situacije gde se polustrukturirane odluke potpomažu analitičkim sposobnostima GIS-a ali gde prema Densham sam GIS ne podržava adekvatno proces odlučivanja sam po sebi (Royo & Turkienicz, 2010). PSPO je upravo i razvijen s obzirom na to da GIS-u nedostaje mogućnost modelovanja, a da SPO ne podržava analizu prostornih podataka i kartografsko prikazivanje.

Na osnovu radova velikog broja autora (Densham & Goodchild, 1989; Keller, 1997; Malczewski, 1999; Gao *et al.*, 2004) identifikovane su četiri osnovne i jedna opcionalna komponenta PSPO-a (Sl. 5). Osnovne komponente su: 1. Upravljanje

bazom podataka, 2. Upravljanje modelom, 3. Upravljanje dijalogom, 4. Zainteresovane strane . Opcionalna komponenta je znanje.



Slika 5. Kompozitna šema komponenti PSPO (prema Sugumaran & De Groote, 2011)

3.6.1 Geografski informacioni sistemi

Većina današnjih GIS softvera omogućava donosiocima odluka da identifikuju listu lokacija koje zadovoljavaju određene kriterijume korišćenjem procesa preklapanja mapa ali u obzir ne uzimaju relativnu važnost svakog pojedinačnog kriterijuma. Neki primeri gde postoje mogućnosti analitičkog delovanja u okviru GIS softvera su prostorni modeli u ARCInfo, analize idealne tačke u CommonGIS i mogućnosti metoda Analitičkog hijerarhijskog procesa i Uredene ponderisane prosečne vrednosti (UPPV) u IDRISI softveru. Međutim, iako se modelovanje u nekim GIS softverima (ERDAS, IDRISI, ArcGIS) oslanja na postojeće funkcije u GIS-u, većina ne obezbeđuje korisnicima veće mogućnosti prostornog modelovanja, koje je neophodno za kompleksno donošenje prostornih odluka.

Kod prostornih sistema za podršku odlučivanju GIS je najčešće nosilac komponente upravljanja bazom podataka i upravljanja dijalogom (korisnički interfejs) i koristi se za prikupljanje, skladištenje, prikazivanje i analizu prostornih podataka. Iako je on moćan alat koji se koristi za analizu i upravljanje prostornim podacima poseduje i određena ograničenja u oblasti donošenja prostornih odluka (Janssen & Rietveld, 1990; Carver, 1991; Fischer & Nijkamp, 1993; Laaribi *et al.*, 1996; Malczewski, 1999). Neke od kritika koje se odnose na primenu GIS-a pri donošenju odluka su (Chakhar & Martel, 2004):

- Prioriteti donosilaca odluka se ne razmatraju u GIS-u.
- U većini GIS softvera funkcije prostorne analize se odnose na mogućnosti operacija preklapanja i baferovanja koje imaju ograničenja kada se koriste višestruki i međusobno konfliktni kriterijumi.
- Sadašnji GIS ne dozvoljava procenu i poređenje različitih scenarija. On identifikuje jedino rešenja koja zadovoljavaju sve kriterijume istovremeno.
- Analitičke funkcije koje se nalaze u većini GIS softvera su okrenute ka upravljanju a ne ka efikasnoj analizi podataka.
- Tehnike preklapanja koje se koriste u većini GIS softvera postaju teške za razumevanje kada ima više od četiri ili pet preklopljenih slojeva. Takođe, metode preklapanja podrazumevaju da sve pojave imaju istu važnost i značaj.

3.6.2 Upravljanja modelom

Ova komponenta PSPO-a pomaže u upravljanju, izvršavanju i integraciji različitih modela (Chakhar & Martel, 2004). Prostorni modeli obezbeđuju analitičke mogućnosti PSPO-u i pomažu u proračunima lokacija, atributa i odnosa među objektima u prostornim podacima kroz različita preklapanja i analitičke modele (Sugumaran & De Groote, 2011). PSPO zahteva razvoj specifičnih komponenti za upravljanje modelima pomoću kojih se upravlja setom modela koji su u interakciji

sa prostornim bazama podataka i GIS funkcionalnošću radi proizvodnje novih informacija relevantnih za proces donošenja odluka.

Veliki broj tehnika prostornog modelovanja se koriste u procesu donošenja prostornih odluka. Mnogi od ovih modela nisu isključivo prostorni već su prilagođeni za korišćenje u PSPO-u. Neki primeri su matematički modeli, statistički modeli, modeli simulacije, modeli predikcije, prostornovremenski modeli, modeli podobnosti zemljišta i dinamički modeli. Klasifikacija modela koji se koriste u PSPO-u je teška zbog postojanja velikog broja modela koji se primenjuju u različitim disciplinama. Collins *et al.* (2001) i Malczewski (2004) klasifikuju ovu vrstu modela u okviru GIS-a u tri glavne grupe: 1. kompjuterski potpomognuto preklapanje, 2. metode multikriterijumskog odlučivanja, 3. metode veštačke inteligencije. Oni opisuju i različite modele u okviru svake grupe. Na primer, metode PLK, AHP i (UPPV) su primeri metoda multikriterijumskog odlučivanja.

Prema Sugumaran & De Groot (2011) modeli koji se koriste u PSPO u se mogu klasifikovati u dve velike grupe:

[1] Generički modeli

Generički modeli su teoretski modeli koji mogu biti implementirani za bilo koju primenu. Mnoge od ovih tehnika su nastale za rešavanje neprostornih problema i prilagođene su situacijama donošenja prostornih odluka. Proces donošenja prostornih odluka se često karakteriše širokim spektrom atributa i kriterijuma koji su često u konfliktu. Ove situacije se često odnose na metode multikriterijumske evaluacije: višekriterijumsko odlučivanje (VKO), višekriterijumska analiza odluka (VKAO), i višekriterijumska analiza (VKA). Ove metode se koriste prilikom donošenja odluka tako što analiziraju veliki broj alternativa u odnosu na višekriterijumske uslove i konfliktne ciljeve (Voogd, 1983). Kod problema koji imaju prostornu dimenziju GIS je prirodna dopuna ostalim multikriterijumskim metodama. Neki od multikriterijumskih i drugih modela relevantnih za PSPO su: Bulova preklapanja, PLK, AHP, UPPV, fazi modelovanje.

[2] Aplikaciono – specifični modeli (modeli za specifične primene)

Ove metodologije su dizajnirane za specifične problemske situacije ili za predstavljanje specifičnih antropogenih, hemijskih, bioloških ili fizičkih procesa.

3.6.3 Upravljanje dijalogom

Ključna stvar za razvoj uspešnog PSPO-a je razvoj efikasnog mehanizma za interakciju korisnika sa softverom. Kompeneneta upravljanja dijalogom obezbeđuje povezivanje korisnika i ostalih komponenti u jednom SDDS-u. On obezbeđuje mehanizam pomoću kojeg se podaci ubacuju u sistem od strane korisnika i dobijaju povratne informacije u suprotnom pravcu - od sistema ka korisniku. Proces donošenja odluka je iterativan, interaktivan i participativan jer uključuje donosioca odluka ili krajnje korisnike. U kreiranju efikasnog korisničkog interfejsa Malczewski (1999) sumira pet stvari koje se moraju uzeti u razmatranje: 1. pristupačnost, 2. fleksibilnost, 3. interaktivnost, 4. ergonomski raspored, 5. funkcionalnost vođena procesom (znači da korisnik potpuno razume ono što dolazi i da kompletira zadatke jasno). Jankowski *et al.* (2006) smatraju da je neophodno da dizajneri PSPO-a dobijaju povratne informacije od krajnjih korisnika tokom celog procesa stvaranja, a Jarupathirun & Zahedi (2007) da bi trebalo da inteligentni interfejs navodi donosioca odluka u korišćenju PSPO-a. Rinner *et al.* (2005) napominju da kreiranje korisničkog interfejsa zavisi od kompleksnosti same aplikacije.

Evolucija korisničkog interfejsa u GIS-u i PSPO-u je generalno pratila razvoj softvera - od upotrebe komandne linije pa do sofisticiranih grafičkih korisničkih interfejsa. Sistemi koji su podrazumevali korišćene komandne linije tokom 1970-ih i 1980-ih godina zahtevali su korisnike sa značajnim iskustvom u prostornim naukama kao i u kompjuterskom programiranju. Razvojem programa 1990-ih sa jednostavnijim grafičkim interfejsom (desktop, WEB) uveliko se povećalo korišćenje PSPO. Uspešnost primene PSPO-a zavisi od sposobnosti korisnika da uspešno i efikasno komunicira sa korisničkim interfejsom.

3.6.4 Zainteresovane strane

Bitan aspekt u sistemu odlučivanja o kome se manje diskutovalo u SPO literaturi je uloga zainteresovanih strana i donosilaca odluka (Sl. 6). Mnogi socijalni i institucijalni aspekti donošenja odluka su izučavani u drugim disciplinama dok je u PSPO istraživanjima fokus više bio na tehnologiji. Uspešnost primene PSPO-a na prostorno zavisne probleme zavisi od efikasnosti uključivanja šireg kruga potencijalnih korisnika. Kategorija zainteresovanih strana u situaciji kada se PSPO primenjuje uključuje donosiocice odluka ili krajnje korisnike, analitičare, konstruktore i eksperte.

Eksperti su često, ali ne uvek, osobe koje predlažu PSPO i koje vide potencijalne vrednosti u razvoju mehanizma za podršku odlučivanju; dizajneri PSPO-a prikupljaju zahteve od krajnjih korisnika, dizajniraju arhitekturu sistema, korisnički interfejs i programiraju funkcionalnost sistema; analitičar je osoba koja je često uključena u odabir modela, sprovodi simulacije u PSPO-u, analizira podatke, interpretira rezultate koji su od pomoći donosiocima odluka; donosioci odluka su zainteresovane strane na kraju procesa kojima mora da se prezentuje značenje informacija u vezi različitih scenarija koji se odnose na prostorne probleme i koji se mogu koristiti da bi se donele odluke.



Slika 6. Zainteresovane strane uključene u PSPO (Sugumaran & De Groot, 2011)

Tri glavne komponente koje se moraju razmotriti na početku kompleksnog procesa odlučivanja (Nyerges *et al.*, 2006) su:

1. institucionalni uticaji kao što su zakoni i regulative,
2. uticaj grupnog participiranja kao na primer, ko je uključen,
3. informacione tehnologije.

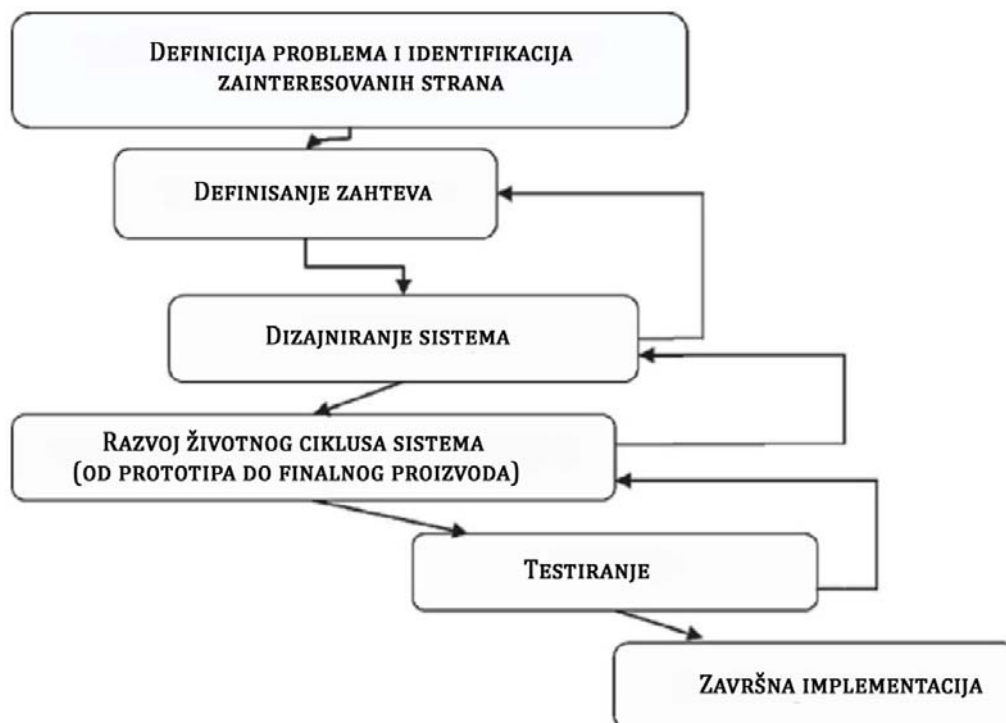
Većina PSPO-a se fokusira na treći aspekt dok prva dva mogu biti ključni za uspeh korišćenja informacionih tehnologija na način kao u PSPO-u. Značajna pažnja mora da se posveti komunikaciji između dizajnera, analitičara, eksperata i donosilaca odluka/krajnjih korisnika.

3.6.5 Upravljanje znanjem

Sistem upravljanja znanjem nije ključna komponenta PSPO-a ali je deo mnogih PSPO-ova. Njegova uloga je da obezbedi ekspertska znanja koja će pomoći korisnicima u pronalaženju sadržaja za specifične probleme ili da usmeri rad korisnika-početnika kroz proces donošenja odluka kao i u odabiru analitičkih modela (Armstrong *et al.*, 1990; Ehler, 1994; Zhu *et al.*, 1996; Peterson, 1998).

3.7 Proces razvoja PSPO-a

Razvoj jednog sistema za podršku odlučivanju je višefazni proces (Sl. 7). Koja će se metodologija primenjivati zavisi od dizajnera. Prema Veronica (2007) mogu se primeniti sledeće metodologije: fazni razvoj, evolucioni metod, izrada prototipa i pristup okrenut ka krajnjem korisniku. Power (2002) izdvaja tri metode ili procesa: životni ciklus razvoja sistema (System Development Life Cycle - SDCL), ubrzana izrada prototipa i razvoj okrenut ka krajnjem korisniku. Oba autora naglašavaju da razvoj mora biti jasno planiran i iterativan proces u cilju postizanja uspešnog proizvoda. Mora se imati na umu da svaki korak ili faze nisu fiksne i nepromenjive. One su deo iterativnog procesa u kome se stalno revidiraju tokom čitavog procesa razvoja.



Slika 7. Proces razvoja PSPO-a (prema Sugumaran & DeGroot, 2011)

Prvi korak u razvoju PSPO-a je prepoznavanje problema i motivisanje pojedinaca ili organizacija na koje se taj problem odnosi da ih reše korišćenjem kompjuterskog sistema za podršku odlučivanju. U početnoj fazi identifikuju se zainteresovane strane koje moraju biti uključene u proces što ranije. U ovoj ranoj fazi moraju da se definišu strateške vrednosti potencijalnog sistema u odnosu na praktične politike i upravljački kontekst potencijalnih krajnjih korisnika (Van Delden, 2009). Tokom početnih razgovora sa potencijalnim zainteresovanim stranama definišu se opšti i specijalni ciljevi, identifikuju privremene mere, kao i prostorna, vremenska, ekonomska i druga ograničenja definisana sistemom (Hahn, 2005).

Tokom druge faze definišu se mnogo formalniji zahtevi. Korak definisanja zahteva je ključan u procesu zato što tada zainteresovane strane zajedno identifikuju šta žele da dobiju od potencijalnog sistema. Na ovom koraku potrebno je prevesti brojne ideje ili ciljeve u konkretne ili kvantitativne mere, koje se mogu modelovati

ili analizirati u PSPO-u. U ovoj fazi zainteresovane strane (naučnici, analitičari, programeri, GIS specijalisti) počinju da stvaraju okvir mogućih izvora prostornih i neprostornih podataka, izbor tehnika modelovanja, potrebnih softvera i njihove dostupnosti i potrebnih outputa.

Treći korak – dizajniranje započinje nakon usaglašavanja opštih i specifičnih zahteva sistema. U preliminarnoj interakciji, tehnička pitanja treba da se odnose na izbor platforme (deskstop ili WEB) koji modeli ili tehnike modelovanja su korisne i primenjive, koje komponente softvera će odgovarati postavljenim zahtevima i koji su dostupni krajnjim korisnicima i koje okruženje ili programski jezik će se koristiti. Pitanje da li praviti novi softverski sistem ili razviti neki koji će integrisati postojeće programe mora da se definiše na ovom koraku. Takođe, izvori podataka moraju se prikazati i mora biti definisana struktura baze podataka.

Koraci četiri i pet pomeraju projekat od inicijalnog prototipa do krajnjeg sistema. Korak testiranja uključuje krajnje korisnike, koji utvrđuju da li sistem zadovoljava neophodne zahteve. Nakon implementacije sistem se mora održavati i redovno ažurirati (Veronica, 2007).

3.8 Pojam višekriterijumskog odlučivanja

Primena višekriterijumske analize u odlučivanju nastala je kao reakcija na tehnike jednokriterijumske optimizacije (najčešće linerano programiranje). Naglo se razvila 1960-ih i 1970-ih godina, uporedo u Americi i Evropi (Greene *et al.*, 2011). Analiza koja se sprovodi u procesu donošenja odluka može se definisati kao skup sistematskih procedura za analizu kompleksnih problema odlučivanja (Drobne & Lisec, 2009). Korišćenje višekriterijumske analize u odlučivanju pomaže donosiocima odluka u analizi potencijalnih akcija ili alternativa kada raspoložu nemerljivim faktorima/kriterijumima. Uz pomoć jasnih pravila odlučivanja cilj analize je kreiranje grupe merljivih kriterijuma ili alternativa koje se mogu rangirati (Malczewski, 1999; Eastman, 2009). Iako se pristupi i tretiranje kriterijuma razlikuju, za sve scenarije dobijene višekriterijumskom analizom je zajedničko da su u vezi sa različitim tipovima problema i da podrazumevaju izbor,

rangiranje, sortiranje, opis, projektovanje i portfolio (Roy, 1996; Belton & Stewart, 2002).

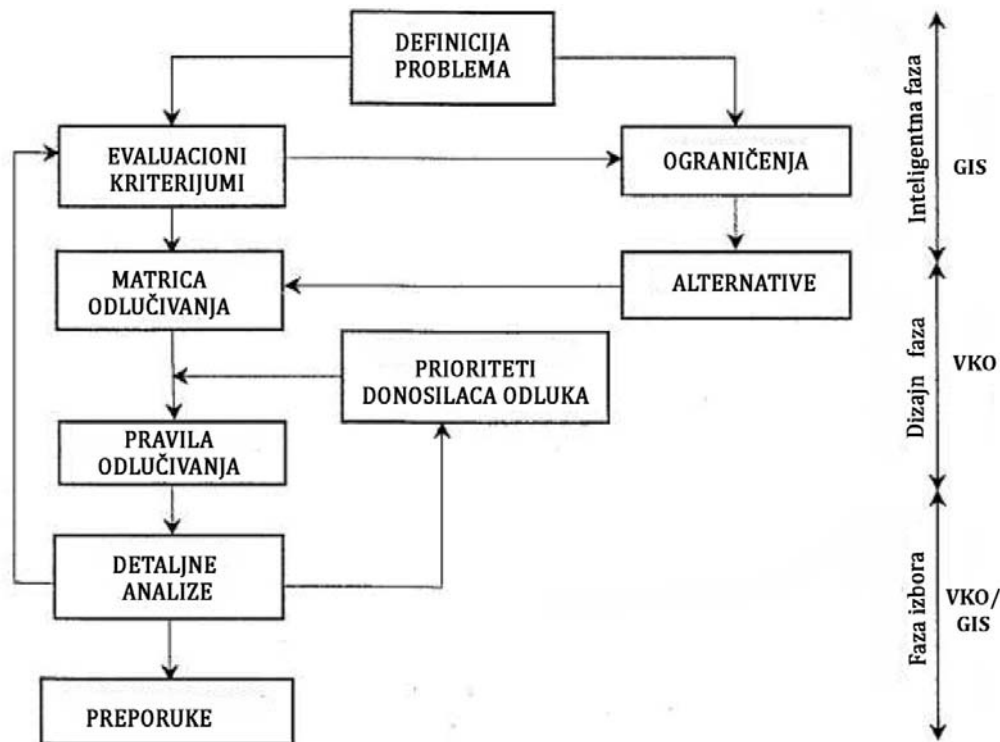
Procenjuje se da 80% podataka koje koriste upravljači i donosioci odluka su geografske po svojoj prirodi (Worrall, 1991). Problemi u odlučivanju koji uključuju geografske podatke se odnose na geografske probleme ili probleme prostornog odlučivanja (Malczewski, 1999). Prostorne odluke su višekriterijumske po svojoj prirodi (Nijkamp, 1979; Nijkamp & Rietveld, 1986; Chakhar & Mousseau, 2008) zbog čega su u njihovom rešavanju često korišćene tehnike koje se koriste za rešavanje neprostornih problema kao i one koje su prilagođene situacijama donošenja prostornih odluka.

Proces donošenja prostornih odluka se često karakteriše širokim spektrom atributa i kriterijuma koji su često u konfliktu. Ove situacije se često odnose na metode multikriterijumske evaluacije: višekriterijumsko donošenje odluka, višekriterijumska analiza odluka i višekriterijumska analiza. Ove metode često obuhvataju set procedura koje pomažu odlučivanju tako što izračunavaju veliki broj alternativa u odnosu na višekriterijumske uslove i konfliktne ciljeve (Voogd, 1983).

Prostorni višekriterijumski problemi u odlučivanju obično uključuju grupu geografski definisanih alternativa iz koje se bira jedna ili više alternativa na osnovu grupe evaluacionih kriterijuma (Jankowski, 1995; Ascough *et al.*, 2002). Ova analiza mnogo se razlikuje od tradicionalnih VKO tehnika zbog izražene geografske komponente (Sl. 8). Za razliku od tradicionalnih VKO analiza, prostorna višekriterijumska analiza zahteva informacije o vrednostima kriterijuma i geografske lokacije alternativa pored ostalih prioriteta donosilaca odluka poštujući grupu evaluacionih kriterijuma. Ovo znači da rezultati analiza zavise od geografske distribucije atributa kao i od vrednosnih procena koje su uključene u proces donošenja odluka.

U ovoj vrsti prostornih analiza dve su stvari bitne: GIS komponenta i VKO komponenta (Carver, 1991; Jankowski, 1995; Karnatak *et al.*, 2007). VKO i GIS iako imaju različite oblasti istraživanja mogu imati koristi jedna od druge. GIS tehnike i procedure su veoma bitne prilikom odlučivanja u smislu da pružaju velike

mogućnosti za automatizaciju, upravljanje, i analizu širokog spektra prostornih podataka. Sa druge strane, VKA je sredstvo koje omogućava poređenje različitih alternativa ili scenarija na osnovu više kriterijuma, često suprotstavljenih, u cilju vođenja donosilaca odluka ka razumnom izboru (Roy, 1985).



Slika 8. Proces odlučivanja kod prostorne višekriterijumske analize (prema Malczewski, 1999)

Višekriterijumsko donošenje odluka je kompleksan i dinamički proces koji uključuje jedan upravljački nivo i jedan inženjerski nivo. Na upravljačkom nivou definišu se ciljevi i odabiraju krajnje alternative dok se na inženjerskom nivou definišu alternative, ukazuje na posledice odabira za svaku alternativu na osnovu različitih kriterijuma i vrši se rangiranje alternativa. Glavi koraci u VKO su:

1. definiisanje problema, generisanje alternativa i utvrđivanje kriterijuma,

2. dodeljivanje težine kriterijumima,
3. konstrukcija evaluacione matrice,
4. odabir odgovarajuće metode,
5. rangiranje alternativa.

Bez obzira kako je definisan, kod svih VKA se predpostavlja da donosilac odluke ima mogućnost izbora između više mogućnosti odnosno alternativa. Grupa alternativa je kolekcija svih alternativa. Odabir jedne alternative iz grupe zavisi od mnogih karakteristika, često konfliktnih, koje se nazivaju kriterijumi. Prema tome, donosilac odluka generalno mora biti zadovoljan sa donošenjem kompromisnog rešenja.

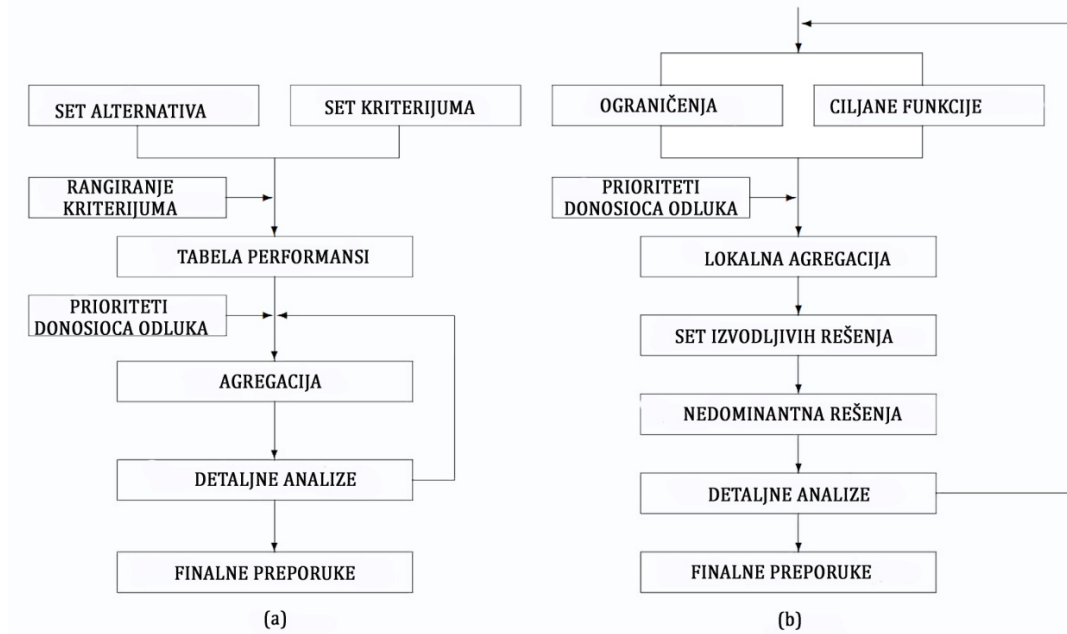
Ne mogu se svi kriterijumi maksimalno iskoristiti u odabiru alternativa i akcija, niti se koriste za jednostavnu kvantitativnu optimizaciju problema pomoću koje se identifikuje najbolje moguće rešenje. Umesto toga, fokus je na predstavljanju i omogućavanju transparentnosti subjektivnih vrednosti da budu više objektivno merljive, i da se omogući bolje razumevanje njihove uloge (Belton & Stewart 2002; Roy 2005).

3.9 Metode višekriterijumskog odlučivanja

VKO i veliki broj sličnih metodologija, kao što su višeciljno odlučivanje, višeatributivno odlučivanje, višeatributivne teorije korisnosti, teorije izbora javnosti i grupno odlučivanje, nude veliki broj tehnika i procedura pomoću kojih se mogu otkriti prioriteta u odlučivanju (Malczewski, 1999).

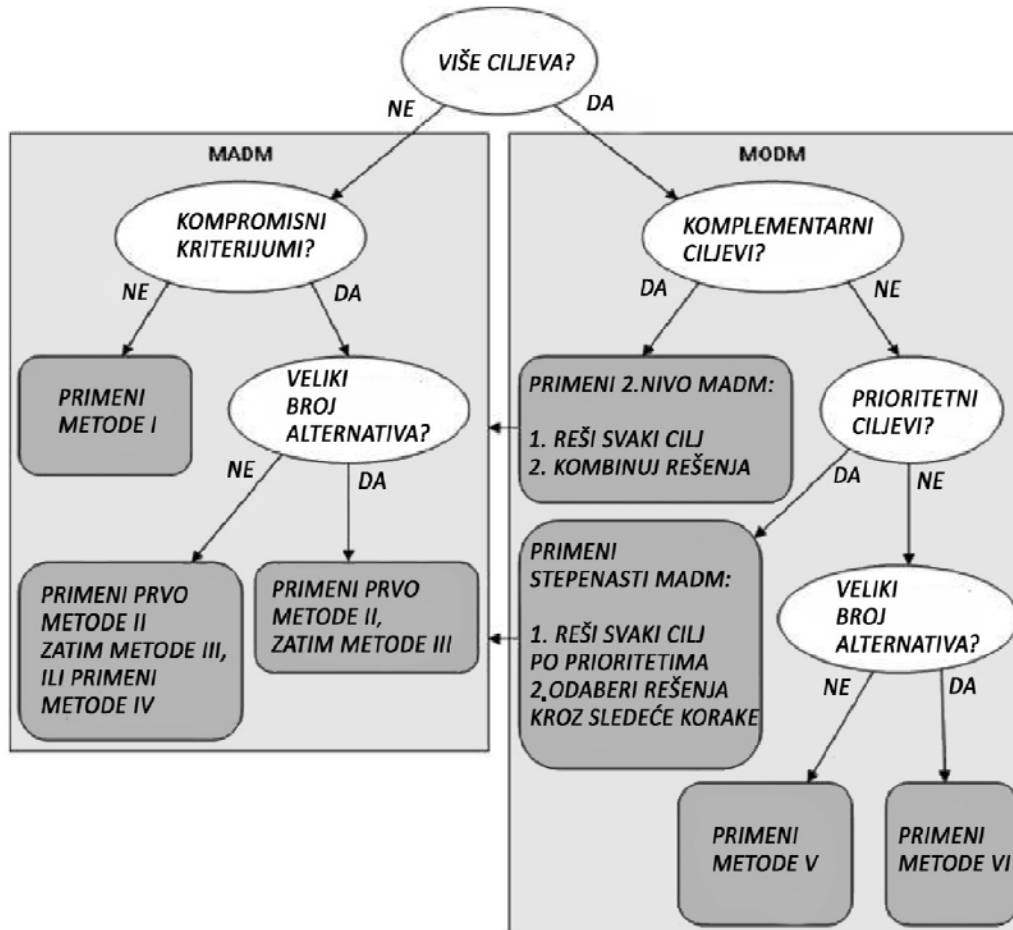
Prostorno odlučivanje obično uključuje veliki broj alternativa koje su evaluirane na osnovu višestrukih, često međusobno konfliktnih, kriterijuma zbog čega treba koristiti neke sistematične metode za identifikaciju najboljih alternativa (ili njihovo rangiranje). Prema Greene *et al.* (2011) koji su sproveli detaljnu analizu o metodama i situacijama kada se koji metod koristi u prostornom odlučivanju, odabir odgovarajuće metode ili grupe metoda zavisi od konteksta. Takođe, odabir

metoda se zasniva na tome da li ima jedan ili više ciljeva. Ako su višestruki ciljevi komplementarni i mogu se odrediti prioritete koristi se višeatributske metode a ako su ciljevi u konfliktu primenuju se višeciljne metode (Malczewski 1999; Eastman 2009). Hwang i Yoon (1981) takođe ih klasifikuju kao (a) višeatributivno odlučivanje i (b) višeciljno odlučivanje (Sl. 9).



Slika 9. Osnovni modeli Višeatributivnog (a) i Višeciljnog (b) odlučivanja (prema Malczewski, 1999)

Glavna razlika između ove dve grupe metoda je zasnovana na broju alternativa koje se evaluiraju. Kod VCO alternative nisu unapred utvrđene već određen broj funkcija optimizuju cilj na skup ograničenja i potrebno je pronaći najefikasnije i zadovoljavajuće rešenje (Sl. 10). Kod ovog rešenja nije moguće unaprediti performanse bilo kog cilja bez da se degradiraju performanse makar jednog drugog cilja. Kod VAO mali broj alternativa treba evaluirati na osnovu grupe atributa koji je često teško kvantifikovati (Hwang & Yoon, 1981).



Slika 10. Proces odabira adekvatnih metoda višekriterijumske analize (prema Greene *et al.*, 2011)

U zavisnosti od broja alternativa, bira se između matematičkog programiranja za lociranje jednog optimalnog rešenja, do heurističkih metoda za lociranje zadovoljavajućih rešenja koji su blizu optimuma (Tab. 2). Na žalost, ne postoji laka definicija za veliki broj alternativa zato što to zavisi od kapaciteta softvera ili algoritma koji se koristi. VAO strana je podeljena na osnovu pitanja za kriterijume. Nekompenzatorni pristup je lakši za razumevanje i primenu, ali on zahteva uključivanje ili isključivanje alternativa na osnovu oštih rezova. Kompenzatorni pristup je mnogo realniji i suptilniji za modelovanje jer dozvoljava da se krajnji kriterijumi dobijaju nakon međusobnog poređenja i merenja na osnovu jedinstvenih skala, tako da se gubici u jednom kriterijumu mogu kompenzovati

dobitima iz drugih kriterijuma. Treba napomenuti da je VCO metod kompenzatoran po svojoj prirodi i uvek dozvoljava kompromis između kriterijuma. Odabir kompenzatornih VAO metoda je različit i zasniva se na broju alternativa. Takođe, važno je naglasiti da metode ne isključuju jedna drugu zbog kompleksnosti i višefaznosti procesa odlučivanja. Na primer, nekompensatorne tehnike se mogu koristiti u preliminarnoj fazi pregleda alternativa i zatim da se primene kompensatorne metode u krajnjem odabiru (Carver 1991; Roy 2005).

Tabela 2. Grupe metoda višekriterijumske analize (prema Greene *et al.*, 2011)

<p>METODE I Nekompensatorne agregacione metode</p> <ul style="list-style-type: none"> - Konjuktivne - Disjunktivne - Leksikografske - Eliminacione na osnovu aspekta - Dominacija 	<p>METODE IV Agregacione metode višeg ranga</p> <ul style="list-style-type: none"> - metoda ELECTRE (grupa metoda ELECTRE I, II, III, IV i TRI) - metoda PROMETHEE
<p>METODE II Težinske metode</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rangiranje <ul style="list-style-type: none"> o Rang suma o Recipročni rang o Eksponentni rang - Ocenjivanje - Analiza kompromisa - Analitički hijerarhijski proces (AHP) 	<p>METODE V Metode matematičkog programiranja</p> <ul style="list-style-type: none"> - Linearno programiranje - Ciljno programiranje - Interaktivno programiranje (referentne tačke)
<p>METODE III Kompensatorne agregacione metode</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dodate metode <ul style="list-style-type: none"> o Ponderisana linearna kombinacija (PLK) o Dodatno fazi ponderisanje o Uređena ponderisana prosečna vrednost (UPPV) - Nedodate metode <ul style="list-style-type: none"> o "Idealna tačka" o "Nedominantna grupa" o Metoda razumnih ciljeva 	<p>METODE VI Heurističke metode</p> <ul style="list-style-type: none"> - Višeciljna preraspodela zemljišta - Genetski algoritam (GA) - <i>Simulated annealing</i> (SA)

3.10 Razvoj i komponente softvera

Za izradu softverskog dela PSPO-a može se koristiti kombinacija različitih metoda (Sl. 11) od dizajniranja i razvoja potpuno novog sistema, preko pravljenja sistema u okviru jednog GIS softvera sve do korišćenja postojećih softvera i njihovog kombinovanja na osnovu njihovih performansi za kombinovanje i interakciju (Djokic, 1996, Denzer, 2005, Herzig, 2008). Svaki PSPO se prilagođava specifičnom prostornom problemu ili specifičnoj geografskoj oblasti i retko se može upotrebiti za drugu vrstu problema ili geografsku lokaciju. Poteškoće u ponovnoj upotrebi gotovog PSPO-a se odnose na problem transfera jednog prostornog sistema prilagođenog jednoj oblasti nekoj drugoj lokaciji, pristupačnost neophodnih programa i podataka, nedostatak dokumentacije i mogućnosti za obuku korisnika, nedostatak opcija realističnih scenarija razvoja, nedostatak pristupačnosti specifičnim aspektima za dati problem, nefleksibilne prirode postojećih PSPO-a i tako dalje (Sugumaran & DeGroot, 2011). Prema mišljenju istih autora, sam termin Prostornih sistema za podršku odlučivanju varira i može da se odnosi na različite sisteme u zavisnosti od svrhe, fokusa, namene i implementirane tehnologije. Ono što svaki sistem mora da sadrži su softveri pomoću kojih će se upravljati podacima i koji će imati funkciju analiziranja i mogućnost analitičkog modelovanja koje se odnose na kompleksne i nestruktuirane situacije donošenja prostornih odluka. U zavisnosti od oblasti za koju se primenjuje variraju i forma i struktura baze podataka kao i funkcije modelovanja i uloga različitih zainteresovanih strana (Keenan, 1996; Malczewski, 1999; Ungerer & Goodchild, 2002). PSPO ne zahteva da bude smešten na jednu mašinu niti podrazumeva jedan softver i može se deliti putem Web-a ili preko umreženih računara (Sugumaran & DeGroot, 2011).

Kompleksni problemi prostornog odlučivanja zahtevaju prikupljanje prostornih podataka za obradu, modelovanje, evaluaciju alternativa i prezentaciju mogućih rešenja (Djokic, 1996). Softveri koji se najčešće koriste za izradu PSPO-a su:

I Softveri za prikupljanje prostornih podataka, upravljanje, analizu i vizuelizaciju

GIS softveri često zadovoljavaju većinu uloga potrebnih u PSPO-u. Njihova uloga odnosi se na upravljanje bazama podataka, kreiranje i obradu prostornih podataka, prostorne analize i grafičko prikazivanje rezultata u formi mapa, grafikona i 3D vizuelizacije. Neki od besplatnih softvera su Quantum GIS, GRASS, ILWIS, SAGA, OpenJUMP, gvSIG, uDIG. Od komercijalnih GIS softvera najviše se koriste ArcGIS (ESRI), Manifold, Autodesk linija proizvoda, Geomedia (Intergraph), MapInfo (Pitney Bowes), IDRISI (Clark Lab), Smallworld (General Electric). Većina GIS softvera ima mogućnost vizuelizacije izlaznih rezultata u formi kartografskih proizvoda, generisanih izveštaja i grafikona. Kasnih 1990-ih godina dolazi do razvoja internet tehnologija koje omogućavaju mehanizam za širu distribuciju prostornih informacija (*Internet Map Server*). Danas se koriste mnoge softverske ekstenzije čija je glavna funkcija da obezbede prostorne podatke u navigacionim mapama koje koristi GIS ili drugi geoprostorni servisi (MapServer, GeoServer, MapGuide, ArcGIS Server, GeoMedia WebMap, AltaMap Server).

II Softveri za upravljanje relacionim bazama podataka

Kao podrška velikom broju prostornih i neprostornih podataka i zbog veličine podataka koji su potrebni za primenu PSPO-a koriste se mnogi besplatni (PostGIS, MySQL, Spatial Lite. itd) i komercijalni (Spatial Query Server, Oracle Spatial, IBM DB2, Microsoft Access, Microsoft SQL Server, ArcSDE) sistemi upravljanja relacionim bazama podataka.

III Softveri za modelovanje

Postoji veliki broj ovih programa koji se mogu u konjukciji sa drugim softverima koristiti u PSPO konfiguracijama (FRAGSTATS, CrimeStat, ClusterSeer, SaTScan, AutoCad, Surfer, SAD, itd). Korišćenje matematičkih i statističkih softvera je uobičajno u PSPO-u pošto većini GIS softvera nedostaju robustne matematičke i statističke funkcije. Neki od tih softvera su Genstat, SAS, SPSS, R, MATLAB, Minitab, S-Plus itd.

IV Softveri za upravljanje znanjem

Komponenta znanja se ponekad ugrađuje u PSPO softver u cilju obezbeđivanja mogućnosti za neke aplikacije koje bi koristile automatizovanu inteligenciju. Postoji širok spektar softvera a neki su: Prolog, CLIPS, Jess, NetWeaver, Visual Rule Studio itd.

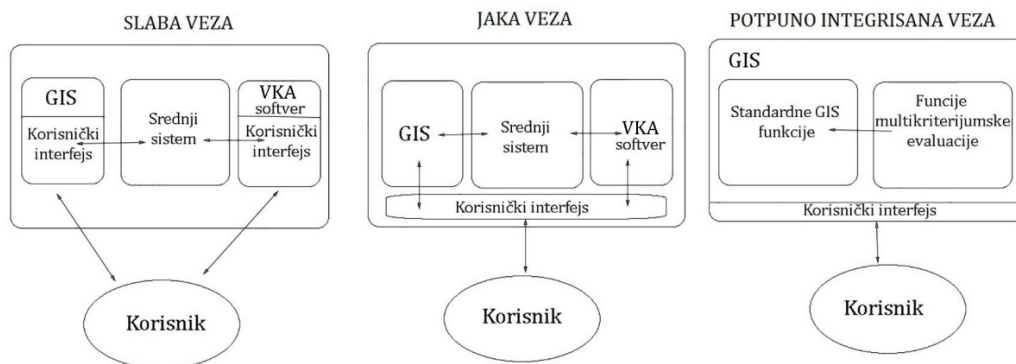


Slika 11. Tipovi softvera koji se koriste za razvoj PSPO-a (Sugumaran & De Groot, 2011)

3.10.1 Razvoj PSPO-a integracijom različitih softvera

Situacije u kojima se donose prostorne odluke su kompleksne, zahtevaju veliki broj različitih podataka i zainteresovanih strana. Svega par softverskih aplikacija obezbeđuju sve neophodne funkcije koje zahteva PSPO pa je zato potrebno povezati nekoliko softvera u jedan veći sistem (Sl. 12). Većina PSPO-a se razvijao u GIS okruženju jer oni najčešće imaju funkcije za analizu prostornih podataka, prostorno modelovanje, upravljanje prostornim i neprostornim bazama podataka, generisanje izveštaja, vizuelizaciju kroz mape i moguće 3D modele i često imaju okruženje za izradu korisničkog interfejsa. Integracija u okviru PSPO-a se može

odvijati na nivou tehnologija i strategija. Na nivou tehnologija najvažnije tehnike koje se koriste uključuju tzv „system calls“, DLL (dinamic-link libraries), DDE (dynamic data exchange), COM (Component Object Model), ActiveX. Ove tehnologije omogućavaju da različiti programi dele podatke i procese i da međusobno efikasno komuniciraju. Na nivou strategija integracija više programa u jedan PSPO može biti na jedan od sledećih načina: nepovezano, slabo vezano, jako vezano i potpuno integrisan (Malczewski, 1999, Chakhar & Mousseau, 2008).



Slika 12. Načini integrisanja softvera (prema Chakhar & Mousseau, 2008)

Kod nepovezanih sistema različiti programi se koriste posebno bez automatske međusobne integracije dok kod potpuno integrisanih sve funkcije su ugrađene u jedan softverski okvir. Kod slabo povezanih sistema primenjuje se softveri koji služe za konverziju podataka. U multikriterijumskom PSPO-u ovo najčešće uključuje razvoj posredničkog softvera za restrukturiranje podataka dobijenih GIS operacijama u formatu koji se može koristiti u odvojenim softverima za multikriterijumsku evaluaciju. Najčešći vid grupisanja koji se koristi u prameni PSPO-a se odnosi na povezivanje GIS softvera i nekog softvera za modelovanje. Kreatori PSPO-a najčešće pišu neku vrstu kompjuterskog progarma(e) koji omogućavaju transfer podataka između dva ili više softverska sistema. Ovako izgrađeni PSPO zahtevaju dobro obučene korisnike ili dodatno investiranje u

razvoj korisničkog interfejsa koji će omogućiti korišćenje PSPO-a i od manje obučениh korisnika.

Kod sistema sa jakim vezama, dva ili više odvojenih softvera se koriste preko zajedničkog korisničkog interfejsa koji je razvijen da bi korisnik imao bolju interakciju sa oba softvera. Ovaj pristup ima prednosti zbog efikasnije interakcije korisnika zasnovane na zajedničkom korisničkom interfejsu i efikasnijeg korišćenja podataka. Kao i predhodni način i ovaj se često koristi u izradi PSPO-a (Malczewski, 2006a).

Kod sistema kod kojih je urađena potpuna integracija znači da su sve komponente PSPO-a ugrađene u jedan softverski sistem. Najčešće primenjivan metod je da se sistem ugradi u GIS softver. U kontekstu multikriterijumskog PSPO-a, multikriterijumski metod je pozvan iz GIS interfejsa a GIS baza podataka je proširena da podrži neophodne prostorne i neprostorne podatke (Chakhar & Mousseau, 2008). Ovaj pristup se koristi manje od predhodnih za izradu PSPO (Malczewski, 2006a).

Nivoi integrisanja u okviru jednog PSPO-a se kreću od nepostojanja integrisanja do potpune integracije softvera. Sa povećanjem integracije raste efikasnost u razmeni podataka, interakcija sa korisnikom, korišćenje kompjuterski resursa kao i cena izrade samog sistema (Sugumaran & DeGroot, 2011). Na nižim nivoima integrisanja potrebna je veća količina ekspertskog znanja korisnika kao i veća veština korišćenja nekoliko različitih softvera.

4. BEOGRADSKI GEODIVERZITET I OBJEKTI GEODIVERZITETA

4.1 Geografski položaj i karakteristike geodiverziteta istraživanog područja

Teritorija grada Beograda zauzima površinu od 3.227 km² (322.700 ha), od čega 276,6 km² pokrivaju reke i priobalno zemljište. Područje naselja Beograd, užeg i urbanizovanog dela ukupne površine 360 km², obuhvata sledeće gradske opštine: Vračar, Zvezdaru, Savski venac, Stari grad, Rakovicu i Novi Beograd i delove Voždovca, Zemuna, Palilule i Čukarice (Sl. 13).

Tabela 3. Promena broja stanovnika u Beogradu (Republički zavod za statistiku, 2014)

Ime	Površina (km ²)	Stanovništvo (1991.)	Stanovništvo (2002.)	Stanovništvo (2011.)
Barajevo	213	20.846	24.641	27.036
Voždovac	148	156.373	160.768	157.152
Vračar	3	67.438	58.386	55.463
Grocka	289	65.735	75.466	83.398
Zvezdara	32	135.694	132.621	148.014
Zemun	150	141.695	152.950	166.292
Lazarevac	384	57.848	58.511	58.224
Mladenovac	339	54.517	52.490	53.050
Novi Beograd	41	218.633	217.773	212.104
Obrenovac	411	67.654	70.975	71.419
Palilula	451	150.208	155.902	170.593
Rakovica	31	96.300	99.000	108.413
Savski venac	14	45.961	42.505	38.660
Sopot	271	19.977	20.390	20.199
Stari grad	5	68.552	55.543	48.061
Surčin	288	34.463	38.695	42.012
Čukarica	156	150.257	168.508	179.031
UKUPNO	3.227	1.552.151	1.576.124	1.639.121



Slika 13. (A) Osenčena hipsometrijska karta (SCILANDS, 2015) i položaj teritorije Beograda; (B) Satelitski snimak istraživanog područja (Google Earth,2015); (C)Geografska karta istraživanog područja (Vojnogeografski institut, 1989); (D) Administrativna podela teritorije Beograda.

Od ukupne površine oko 218.064 ha je poljoprivrednog zemljišta, što predstavlja 69,1% od ukupne teritorije grada. U okviru poljoprivrednog zemljišta, obradive površine zauzimaju 205.832 ha. Prema popisu iz 2011. godine na teritoriji grada Beograda živi 1.639.121 stanovnika (Tab. 3), što daje gustinu naseljenosti od 508 stanovnika/km², odnosno 5 stanovnika/ha. Od ukupnog broja stanovnika samo 2,3% se bavi poljoprivredom.

Na teritoriji Beograda, kao prostoru koji je zahvaćen procesom urbanizacije, svake godine dolazi do promena u načinu korišćenja prostora. Promena načina korišćenja utiče na sve elemente geodiverziteta pri čemu je veoma opasan trajan gubitak nekog od elemenata geodiverziteta. U Beogradu je intenzivna promena namene poljoprivrednog zemljišta koje prelazi u građevinsko zemljište i biva trajno prekriveno i nedostupno. Degradacionim procesima, pre svega erozijom, zahvaćeni su svi elementi geodiverziteta a posledice su vidljivije na osetljivijim elementima i onim koji se više koriste. Efikasan način sprečavanja trajnog gubitka zemljišta je pošumljavanje. Trajan gubitak zemljišta ali i ostalih elemenata geodiverziteta je posebno izražen prilikom eksploatacije mineralnih sirovina, u aktivnim kamenolomima i na površinskim kopovima u Kolubarskom basenu. Strategija pošumljavanja predviđa formiranje zaštitnog zelenog prstena oko gradskog područja i njegovo povezivanje sa zelenilom na užoj gradskoj teritoriji pomoću zelenih koridora (Strategija pošumljavanja područja Beograda, 2011) Izgradnja zelenog prstena kao i samih koridora uveliko će zavisi od prostornog rasporeda i karakteristika geodiverziteta.

Veliki uticaj na stanje geodiverziteta kao i na ostale komponente prirodne sredine imaju i imaće klimatske promene. Planovi upravljanja geodiverzitetom moraju sadržati i analizu mogućih pretnji i posledica klimatskih promena na geodiverzitet Beograda kao i mere adaptacije i mitigacije. Mere adaptacije moraju da se odnose na sprečavanje i ublažavanje posledica koje mogu da ugroze geodiverzitet (pre svega objekte geonasleđa) a prouzrokovane su povećanjem prosečne godišnje temperature i količine padavina. Mitigacione mere treba u najvećoj meri da se odnose na smanjenje eksploatacije lignita u Kolubarskom basenu kao i da se prate procesi gubitka ugljenika iz ostalog zemljišta. Površinski rudnici Kolubarskog

basena su najveći te vrste u Srbiji i uz rudnik lignita u Kostolcu predstavljaju crne ekološke tačke. Iskopavanje lignita dovelo je do uništavanja plodnog zemljišta u aluvijalnoj ravni Kolubare i njenih pritoka, a na njihovim mestima su nastali deposoli od različitog nasutog materijala. Osim uništavanja plodnog zemljišta došlo je do uništavanja i geoloških, geomorfoloških i hidroloških elemenata geodiverziteta ali i ekoloških promena i narušavanja čitavog predela. U Strategiji upravljanja mineralnim resursima Republike Srbije do 2030. godine navedeno je da je rok za prelazak na nove tehnologije iskopa i selektivnog odlaganja otkrivke uglja 2012-2015. godina kao i revitalizacija postojećih degradiranih prostora. Kao posledice rada termoelektrane, takođe veoma negativno po zdravlje ljudi kao i degradirajuće po geodiverzitet i čitav ekosistem Beograda, su pepelišta u TE „Nikola Tesla” A i B u Obrenovcu, koja zauzimaju prostor od oko 800 ha. U pepelištu se nalaze velike količine štetnih i po zdravlje ljudi opasnih materija (pre svega teških metala) koji se vetrom raznose na velike razdaljine. Najveći uticaj pepelišta je neposredno uz termoelektranu gde je i zapažena degradacija zemljišta zbog emitovanja aerosola i gasova sa SO₂ i NO_x. Za rešavanje ovog problema predviđeno je uvođenje novih tehnologija i mera kojim bi se sprečilo dalje rasejavanje pepela. Poseban problem u Beogradu za sve elemente geodiverziteta predstavljaju divlje deponije i smetlišta komunalnog otpada i nerešen problem otpadnih voda.

U Beogradu nema rudnika metaličnih sirovina a stariji rudnici koji su se nalazili na Avali i Kosmaju više nisu aktivni. Takođe, smanjen je i broj iskopa nemetalčnih sirovina koji na teritoriji Beograda postoje vekovima. U manjoj meri postoje iskopi peska i šljunka u aluvijalnim ravnima većih reka, kamenolomi, iskopi gline. Ovim radovima uništeni su neki od objekata geonasleđa Beograda i plodno poljoprivredno zemljište, ali su i javnosti postali dostupni geološki profili na kojima se može istraživati geološka istorija Beograda

Radi efikasnijeg upravljanja prirodnim vrednostima Beograda potrebno je ukupnu teritoriju podeliti na manje teritorijalne jedinice za koje će opštine uraditi geobaza podataka o prirodnim resursima i pomoću koje će se upravljati ukupnim prirodnim diverzitetom (bio- i geo- zajedno). Potrebno je za čitavu teritoriju grada

napraviti tematske slojeve za svaku komponentu prirode (opšte i tematske) i zatim koristiti pristup analize slojeva prilikom planiranja i upravljanja. Pri planerskoj ili upravljačkoj aktivnosti trebalo bi raditi analize koje bi pokazale da li je potrebno nešto "žrtvovati" i izračunati kolika bi bila materijalna šteta i načine kako da se ona nadoknadi ako je moguće. Naravno, ako nije moguće izvršiti nadoknadu ne treba započinjati sa aktivnostima. Za Beograd je važna činjenica da opštine ne upravljaju pojedinačno prirodom već centralizovano na nivou grada što može biti dobar osnov za upravljanje prirodom pomoću manjih teritorijalnih jedinica koje neće biti uslovljene administrativnim granicama. S obzirom na to da veliki broj pojava teritorijalno obuhvata nekoliko opština one bi morale da sarađuju na zaštiti i upravljanju što može biti otežavajući faktor.

4.2 Objekti geodiverziteta Beograda

U objekte geodiverziteta Beograda spadaju geološki, geomorfološki, hidrološki, pedološki i geoarheološki objekti koji su formirani tokom duge geološke istorije (Tab. 4).

4.2.1 Geološki objekti

4.2.1.1 Geološka građa i istorija stvaranja terena

Na osnovu raznovrsnih dokaza, pre svega pronađenih fosila u stenama, ali i samih stena, utvrđeno je da najstariji geološki tragovi potiču iz paleozoika, pre oko 400 miliona godina (Filipović *et al.*, 1978; Filipović *et al.*, 1980a; Anđelković *et al.*, 1989). Geološka građa brdsko-planinskog područja južno od Save i Dunava, na teritorijama opština Palilula, Vračar, Stari grad, Savski venac, Zvezdara, Čukarica, Rakovica, Voždovac, Grocka, Sopot, Barajevo, Obrenovac, Lazarevac i Mladenovac, dosta je starija i složenija od građe ravničarskog terena severno od ovih reka, na teritoriji opština Novi Beograd, Palilula (Pančevački rit), Zemun, Surčin. Najstarije stene su paleozojske starosti (tragovi pronađeni u selima Loznica, Petka, Bistrica,

Županjac, Baroševac u opštini Lazarevac), a najmlađe stene su stvarane tokom holocena (sreću se na celoj teritoriji Beograda).

Prvi dokumentovani podaci o geološkoj prošlosti Beograda nalaze se u zapisima geologa koji su posećivali Kneževinu Srbiju i delom proučavali i teritoriju Beograda (A. Bue, A. Vikenel, A. Herder, J. Sabo i drugi). Kontinuirano naučno proučavanje geološke građe terena Beograda počelo je u 19. veku dolaskom J. Žujovića na katedru geologije Velike škole u Beogradu. Saradnici i naslednici J. Žujovića, V. Laskarev, V. Petković i M. Luković, su bili redaktori prve detaljne geološke karta područja Beograda u razmeri 1:25.000, koju je izdao 1931. godine Geološki institut Kraljevine Jugoslavije. Osim pomenutih, još veliki broj srpskih geologa (S. Radovanović, P. Pavlović, D. Antula, J. Cvijić, B. Dimitrijević, M. Gočanin, B. Milovanović, M. Ilić, K. Petković, P. Stevanović, M. Anđelković, O. Spajić, S. Karamata, M. Milojević, M. Petrović, M. Pavlović, J. Anđelković, P. Pavlović, M. Marović, D. Rabrenović, S. Knežević, Lj. Rundić itd) je proučavalo različite periode geološke istorije Beograda i na osnovu dobijenih rezultata stekla se slika o veoma raznovrsnoj geološkoj građi terena. Na osnovu istraživanja, geološke karakteristike teritorije Beograda su prikazane detaljnije na Osnovnoj geološkoj karti 1:100.000 koja je počela da se izrađuje početkom 1960-ih godina. U periodu 1992–2000. godine objavljen je „Geološki atlas Srbije“ sa 16 karata (Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja Republike Srbije, 1998).

Osnovna geološka karta za teritoriju Beograda je urađena 1970-ih i 1980-ih godina i obuhvata: list Beograd (Dimitrijević *et al.*, 1985), list Pančevo (Dimitrijević *et al.*, 1975), list Obernovac (Filipović *et al.*, 1980a), list Smederevo (Pavlović *et al.*, 1980), list Gornji Milanovac (Filipović *et al.*, 1978), list Vladimirci (Filipović *et al.*, 1973a). Uputstva za izradu Osnovne geološke karte su data 1962. godine ali je zbog dugog perioda izrade došlo do različitih tumačenja geoloških prilika pa postoje određena neslaganja između listova Beograd i Pančevo. Takođe, da bi se izbegla zabuna, za potrebe doktorske disertacije, je urađena uprošćena geološka karta za teritoriju Beograda na kojoj su usaglašeni listovi Beograd i Pančevo.

Kontinentalne i morske faze su se smenjivale nekoliko puta, ostavljajući za sobom tragove koji su, u zavisnosti od starosti i kasnijih endogeno-erozivnih procesa,

bolje ili lošije očuvani. Prva morska faza, koja je utvrđena na osnovu pronađenih fosila i sedimenata, započela je u gornjoj juri pre oko 200 miliona godina i trajala je tokom čitave krede sve do starijeg tercijara pre oko 65 miliona godina. U tom periodu došlo je do diferencijacije morskog dna i formiranja velikih depresija u koje je prodrla voda Velikog južnog okeana - Tetisa. Veći deo teritorije Beograda je bio prekriven ovim okeanom. Ovoj fazi predhodi kontinentalna faza, ali dokazi iz ovog perioda nisu pronađeni. Krajem krede, pa sve do oligocena područje Beograda nije bilo pokriveno morem pa je zbog toga i dokaza iz ovog perioda manje. Fosilni ostaci paleogene starosti su uglavnom erodovani ili uništeni kasnijim delovanjem morsko – jezerske vode. Početkom neogena, pre oko 23 miliona godina, beogradsko područje prolazi kroz buran period tokom koga su se smenjivale nekoliko kontinentalno-jezersko-morskih faza. Fosilni ostaci i sedimenti iz ovog perioda, koji je trajao oko 20 milina godina, se nalaze na brojnim lokacijama u Beogradu.

Tabela 4. Internacionalna stratigrafska skala (Internacionalna komisija za stratigrafiju, 2015)

EON	ERA	PERIOD	EPOHA	POČETAK (pre miliona godina)	
Fanerozoik	Kenozoik	Kvartar	Holocen	0,0117	
			Pleistocen	2,6	
		Neogen	Pliocen	5,3	
			Miocen	23	
		Paleogen	Oligocen	34	
			Eocen	56	
			Paleocen	65	
		Mezozoik	Kreda		145
				Jura	199
	Trijas			251	
	Paleozoik		Perm	299	
			Karbon	359	
			Devon	416	
			Silur	443	
			Ordovicijum	488	
Kambrija	542				
Proterozoik			2500		
Arhaik			4000+		

Kontinentalno-jezerski sedimenti donjomiocene starosti ukazuju da je ulazak u morsku fazu bio postepen (Rundić, 2006). Tokom donjeg miocena postojalo je nekoliko izolovanih jezera. U srednjem miocenu (baden i sarmat) teritorija sadašnjeg Beograda biva pokrivena morem. U badenu, pre oko 15,6 milona godina, dolazi do formiranja pravog mora koje je postojalo oko 2 milona godina. Voda je sadržala velike koncentracije soli a pod vodom nisu bile samo najviše tačke u Beogradu (Avala, Kosmaj itd). Tokom sarmata salinitet vode se smanjuje a more postaje brakično. Početkom gornjeg miocena (panon i pont), pre oko 11,6 milona godina, salinitet drastično opada i formira se veliko panonsko jezero. Tokom ovog perioda, u pontu, formiraju se i naslage lignita u Kolubarskom basenu. Ta jezerska faza postepno prestaje krajem miocena, pre oko 5,3 milona godina, i konačno sa potpunim padom saliniteta i povlačenjem preostale vode, odnosno zapunjavanjem tog jezera, tokom pliocena, pre oko 2,5 miliona godina, područje Beograda ulazi u kopnenu fazu koja traje sve do današnjih dana. Uslove koji su vladali početkom i tokom najmlađih geoloških perioda lakše je rekonstuisati zbog prisustva ne samo geoloških već i geomorfoloških, pedoloških, paleogeografskih, paleoklimatskih, paleobioloških, arheoloških i drugih dokaza.

Osim smena morskih i kontinentalnih faza, tokom geološke prošlosti na teritoriji Beograda dolazilo je do vulkanske aktivnosti čije posledice se sreću u vidu stena, dok oblika reljefa nastalih njenom aktivnošću nema. Na osnovu otkrivenih stena utvrđeno je da je prva jača vulkanska aktivnost bila tokom mezozoika (jura) i druga, mlađa, tokom krede i tercijara. Stene, nastale u starijoj fazi vulkanske aktivnosti, su ofiolitske stene, predstavljene serpentinitima, gabrovima, dijabazima, pegmatitima, kvarcdioritima i melafirima. Serpentiniti su nastali procesom metamorfoze starijih perioditita i gabra a pronađeni su u pojasu koji ide od Bujanj potoka, preko Avale i Ripnja, sve do Kosmaja (Rundić, 2010). Prema Stevanović (1974) sa serpentinitima na Avali su povezane pojave ležišta živine rude cinabarit i samorodne žive (Šuplja stena) kao i pojave magnezita (Karagača, Duboki potok) i azbesta (potok Prečica).

Tokom jure je formirana i vulkanogeno-sedimentna serija predstavljena dijabazom i melafirima (Avala). Vulkanska aktivnost koja se odvijala tokom krede

predstavljena je dacito-andezitskim stenama i lamprofirima, koji se sreću na Avali i njenom podnožju u Ripnju, Rušnju i Resniku (Stevanović, 1974, Rundić, 2010). Sa aspekta geonasleđa interesantan je ripanjski kersantin koji se koristio dosta u građevinarstvu i stena fonolit koja je pronađena u Jelezovačkom potoku i Banjici.

4.2.1.2 Geotektonska građa teritorije Beograda

U geotektonskom smislu, teritorija Beograda kao i čitava Srbija se nalazi u oblasti jugoistočnih Alpida. Shvatanja o geotektonskoj građi Srbije su se vremenom menjala i još uvek ne postoji jedinstveno mišljenje. Prva razmatranja o tektonskoj strukturi planinskih sistema izneo je još J. Cvijić početkom 20. veka. Opšte je prihvaćeno mišljenje da su glavne jedinice prvog reda u Srbiji: Srpsko-makedonska masa (neki je označavaju i kao Moravidi), Karpato-balkanidi, Dinaridi, Helenidi, Panonski basen, Vlaško-pontski basen (Marović, 2001; Marović *et al.*, 2007).

Cela teritorija Beograda nalazi se u okviru geotektonske jedinice Vardarska zona, a u najvećem delu je prekrivena sedimentima Panonskog basena (Dimitrijević, 2002; Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja Republike Srbije, 1998). Vardarska zona je najsloženija i najmarkantnija jedinica Dinarida (Marović, 2001). Formiranje Panonskog basena započelo je Alpskom orogenezom tokom donjeg miocena. Na teritoriji Srbije došlo je do intenzivnog spuštavanja blokova koji su zatim prekriveni debelim naslagama mlađih sedimenata. U podlozi Panonskog basena u Vojvodini nalaze se delovi tri geotektonske jedinice: Srpsko-makedonske mase, Vardarske zone i Tisijsko-dakijske jedinice. Spuštavanje blokova je bilo neujednačeno zbog čega se basen sastoji od niza većih ili manjih depresija (Marović, 2001; Marović *et al.*, 2007). Područje Panonske nizije južno od Save i Dunava, koje je genetski povezano sa Panonskim basenom naziva se i peripanonsko područje. Ne predstavlja zasebnu geotektonsku jedinicu, a prema Maroviću (2001) ima istočni i zapadni deo, koje deli morfostrukturni niz Avala-Kosmaj. "U zapadnom delu dominiraju tri krupna depresiona domena - jaderski basen, mačvanski rov i složeni kolubarsko-tamnavski basen. U kolubarsko-tamnavskom basenu u pontu deponovane su debele ugljonosne (lignit) naslage. Istočno od avalsko-kosmajskog horstovskog niza nalazi se prostran velikomoravski neogeni rov. On predstavlja

direktan južni nastavak južnobanatskog rova (banatske depresije) iz Panonskog basena. Otuda je i Dunav kao južna granica Panonskog basena samo uslovno više morfološka nego geostrukturalna." Marović (2001).

4.2.1.3 Litostratigrafske karakteristike teritorije Beograda

Paleozoik

Tragovi iz paleozoika sreću se na maloj teritoriji u opštini Lazarevac (selo Loznica, Petka, Bistrica, Županjac, Baroševac) i predstavljeni su paleozojskim (devon-karbon) metamorfizom nastalih metamorfizom klastičnih tvorevina u kontaktu sa brajkovačkim granitoidom (Filipović *et al.*, 1980b). Paleozojske starosti su i periodititi i gabro čijom metamorfozom su nastali serpentiniti zastupljeni na južnim i istočnim padinama Avale, a delimično u području Kosmaja, Sopota i Raljske Kovione kao i u okolini Vrčina (Dimitrijević *et al.*, 1985).

Trijas

Stene trijaskih starosti nisu pronađene na teritoriji Beograda. Pretpostavlja se da je tokom ovog perioda bila kopnena faza tokom koje su nastali sedimenti koji su uništeni kasnijim geološkim procesima (Dimitrijević *et al.*, 1985).

Jura

Značajniji podaci na osnovu kojih se detaljnije može pratiti geološka istorija Beograda potiču iz perioda srednje i gornje jure kada se na ovom prostoru rasprostiralo Veliki južni okean - Tetis. Sedimenti su predstavljeni sivim jedrim krečnjacima, raznobojnim peščarima, konglomeratima, laporcima, glincima, rožnacima itd. sa fosilnim ostacima raznovrsne faune. Osim intenzivne sedimentacije, utvrđeno je da je tokom jure došlo do prve veće vulkanske aktivnosti kada su nastale ofiolitske (serpentiniti) i vulkanogeno-sedimentne stene.

Iz ovog perioda su aptiški slojevi pronađeni kod Petrovog i Devojačkog groba, sprudni krečnjaci u srednjem toku Bele reke, malm-neokomska flišna serija u donjem i srednjem toku Bele reke i na levoj strani Topčiderske reke, kao i dijabaz-rožnačka formacija u dolini Bele reke, Hajdučkog potoka i Ripnja (potoci Dučevac i

Šutilovački potok). Sedimenti jurske starosti pronađeni su na sledećim lokalitetima: dolina Topčiderske reke, podnožje Avale (Pinosava, Ripanj, Barajevo), Avala, Bujanj potok, Kosmaj, Dedinje, Straževica (iz ovog perioda su i "straževački krečnjaci"), Kijevo, Rušanj (Devojački grob), obod Makiša (Julino brdo), gornji tok Železničkog potoka, okolina Resnika, Vezirovo brdo, dolina Bele reke, Žarkovo (Filipović *et al.*, 1980b; Dimitrijević *et al.*, 1985).

Kreda

Tokom krede vode Tetisa i dalje prekrivaju teritoriju Beograda, ali sa čestim kolebanjima usled intenzivnih tektonskih pokreta, sa povremenim regresijama i transgresijama. Sedimentne stene krednog perioda sreću se na više lokacija i različitog su sastava u zavisnosti od uslova pod kojim su se taložile (dubina mora, hemijskog sastava vode, temperature vode...). Tokom starijih perioda krede voda je bila bogatija CaCO₃ što je omogućilo razvoj sprudova. Iz ovog perioda najpoznatiji su tzv. urgonski krečnjaci, a osim njih, pronađene su različite flišne formacije i terigene naslage. U gornjoj kredi morski uslovi su se promenili što se odrazilo i na sedimentaciju. Brojni su lokaliteti na kojima se pronalaze sedimenti iz ovog perioda (cenomanski, turonski, senonski kat) predstavljeni su različitim plitkovodnim formacijama, flišom i laporcima. Pod zaštitom države je lokalitet "Mašin majdan" na Topčideru gde su otkriveni karbonati senonskog kata. Iz gornje krede je "avalski fliš" koji je nastao taloženjem peščara, krečnjaka i glinaca, u koje su zatim utisnute žice magmatskih stena u kasnijim geološkim periodima što ga i čini specifičnim, kao i "barajevski fliš" i "ostružnički fliš". Kredne starosti je i čuvena krečnjačka breča iz Ropočeva.

Mezozojski sedimenti kredne starosti pružaju se od Kosmaja, preko Sopota, do Ripnja i dalje prema Beogradu. Sedimenti alba pronađeni su na lokalitetima Vlaško brdo kod Ralje, izvorišnom delu Sopotske reke, potoku Pruten na Kosmaju. Sedimenti alb - cenomana nalaze se na brdu Košutica na Velikom Kosmaju i potoku Drumine, a sedimenti turon - senona u dolini Topčiderske reke, raljske Kovione, Parcanskih Visova, Baba, Sopot, Kosmaj, vrh Avale i njene padine, u potocima Bujanj i Klisura. Sprudni krečnjaci udruženi sa peščarem nalaze se u okolini Rudovaca, lokaliteti u dolini Bističke reke, reke Peštan, Crne reke, Trbušničke reke,

Rakovca, Kruševice itd. Tragovi su pronađeni i na sledećim lokalitetima: Barajevo-Guberevac, sliv Topčiderske reke, sliv Železničke reke, sliv Ostružničke reke, Makiš, Resnik, podnožje Avale, Straževica, Rušanj, Košutnjak, Dedinje, Banovo brdo, Žarkovo, Topčider (Mašin majdan), Lipovička šuma, Rakovica, Kanarevo brdo, Banjički potok, gotnji tok Bele reke, Ljuta strana (Dimitrijević *et al.*, 1985, Filipović *et al.*, 1980b).

Paleogen

Nakon povlačenja Tetisa, tokom paleogena na teritoriji današnjeg Beograda je bilo kopno, zbog čega i nema očuvanih fosila što otežava rekonstrukciju prirodnih uslova iz tog perioda. Krajem gornje krede i tokom paleogena, kao posledica tektonskih pokreta alpske orogeneze, dolazi do krupnih morfoloških promena u reljefu Beograda, spuštanjem nastaje Panonski basen a nabiranjem i izdizanjem šumadijskog tla, nastaju beogradske planine Avala i Kosmaj. Izdizanjem je obuhvaćeno i ostalo područje Beograda. Tektonske pokrete je pratila i intenzivna vulkanska aktivnost čiji tragovi se nalaze na Kosmaju i Avali. Pojedini autori (Stevanović, 1974) smatraju da je iz ovog perioda i otkrivena stena banjički fonolit. Nalazište fonolita u useku iznad Banjičkog potoka tj. pored Miljakovačke šume predstavlja jedino njegovo nalazište u Srbiji, što ga uz specifičan sastav čini veoma značajnim objektom geonasleđa. Prema Milić (1998) starost Banjičkog fenolita i njegova genetska povezanost sa drugim stenama još nije tačno utvrđena.

Neogen

Tokom neogena, koji je trajao oko 20 miliona godina, na području Beograda su se smenjivale različite kontinentalno – morsko – jezerske faze koje su ostavile brojne tragove. To su gline, peskovi, konglomerati, krečnjaci, koji su bogati raznim fosilima, školjkama, puževima, algama - svedocima duge geološke istorije nastanka područja Beograda. Skoro 3/4 teritorije Beograda prekriveno je miocenskim sedimentima (Rundić, 2010).

Severno od Save i Dunava na beogradskoj teritoriji nisu utvrđeni neogeni sedimenti na samoj površini jer su tokom kvartara preko njih navejane velike količine lesa. Njihovo prisustvo je utvrđeno brojnim bušotinama na više lokaliteta

(Stevanović, 1974; Rundić et al., 2011a, 2011b, 2013a, 2016). Na osnovu karakteristika sedimenata sa ostacima slatkovodnih fosila pronađenih južno od Save i Dunava, utvrđeno je da je pre prodora morske vode Paratetisa na prostoru dunavskog ključa (Slanci, Višnjica i Veliko selo), tokom donjeg miocena, postojalo slatkovodno, plitko jezero. Otkriveni kontinentalno-jezerski i vulkanogeni sedimenti (tufiti) su označeni kao "slanačka serija" koji zajedno sa konglomeratima pronađenim u potoku Bučvar u Velikom Mokrom Lugu predstavljaju dokaze postojanja donjeg miocena u Beogradu (Rundić et al., 2013b, 2013c). Transgresija Paratetisa tokom srednjeg miocena ostavila je za sobom široko rasprostranjene naslage morskih sedimenata bogate fosilima (Stevanović, 1974; Rundić et al., 2013a, Radivojević et al., 2014). Salinitet vode se tokom miocena takođe menjao: od slanog (33–38 ‰) tokom morskog stadijuma u badenu, nešto manje slanom (18–25 ‰) tokom brakičnog stadijuma u sarmatu i još manje slanom (5–15 ‰) tokom stadijuma u panonu i pontu (Stevanović, 1974; Schwarzahns et al., 2015; Ganić et al., 2016). Na tim morskim sprudnim srednjemiocenskim sedimentima se razvio centralni deo grada Beograda (Kalemegdan, Vračar, Zvezdara itd). Zahvaljujući njihovoj čvrstini i otpornosti smanjene su posledice bočne erozije Save i Dunava (Stevanović, 1974), a centralni deo Beograd je dobio sadašnju fizionomiju.

Za srednji miocen (Mitrović & Rundić, 2002; Rundić et al., 2005) vezuju se "rakovički peskovi" (Rakovički potok), "venčanska serija" (Tamnava i Vreoci), "višnjičke gline" (Višnjica, dolina Topčiderske reke, Miljakovac, Rakovica itd), "tašmajdanski krečnjaci" (Tašmajdan, savska padina, dolina Rakovičkog i Kaljavog potoka, padine Bukovice, Torlak, doline Mirijevskog i Mokroluškog potoka, Leštani) i "ceritski lajtovac" (Višnjica).

Tragovi srednjeg miocena pronađeni su na dosta lokaliteta u Beogradu (Filipović et al., 1973b; Dimitrijević et al., 1975; Filipović et al., 1980b; Pavlović, 1980; Dimitrijević et al., 1985; Rundić, 1989; Rundić et al., 1997, 2005; Ganić et al., 2016):

- slatkovodni sedimenti donjeg i delom srednjeg miocena - najstariji neogeni sedimenti, južni obod Kolubarskog basena, selo Kruševica i Venčani, dolina Bistrice i Trbušnice, gornji tok Kruševičke reke, Milićevo brdo,
- sedimenti morskog badena - zona od Mladenovačkog Stojnika do Ranilovića, u dolini Dučinske reke, Višnjica (facija plavih glina), Kumodraž, Kaluđerica, Leštane, Boleč. Poznat profil Nikino brdo (laporovite gline), Manastirski potok (laporovito-peskovite gline), Sinovac kod Višnjice (laporovite gline), Denin majdan u Višnjici (peskovite gline), od Višnjice do rospi Ćuprije (lajtovački krečnjaci), Milićevo brdo i brdo Lipak i brdo Osovlje (lajtovački krečnjaci),
- marinska naslaga badena - brakični sarmat - Mali Mokri Lug, okolina Vinče i Ritopeka, okolina Belog Potoka, kod Slanaca, kod Mirijeva, kod Kumodraža i Rakovice
- sedimenti brakičnog sarmata - baden (južno od Kosmaja između Ranilovića i Mladenovačkog Stojnika, Ripanj, Varovnica, Sopot, Dučina), Kosmaj, Ljuta strana, Baćevačka reka, Barajevska i Sibnička reka, Veliki Borak, gornji tok Beljanice, Duboki potok, Boždarevac, Guncatska reka, Doljanski potok, Lisovići, Beljine, Manići.

Iz ovog perioda su dakle i dva zaštićena geološka spomenika u Beogradu: sprud na Kalemegdanu i sprud na Tašmajdanu. Geološki profil ispod spomenika Pobedniku na Kalemegdanu obuhvata plitkovodne, sprudne i subsprudne tvorevine u nekadašnjem Panonskom moru (srednji miocen) izgrađene od različitih tipova stena. Tašmajdanski miocenski sprud, takođe predstavlja sprud u nekadašnjem Panonskom moru ali je izgrađen uglavnom od krečnjaka badenske starosti, koji leže preko donjokrednih urgonskih krečnjaka. Na takvoj geološkoj podlozi, sedimentima srednjeg i gornjeg miocena se razvio grad Beograd. Za razliku od badenskih sedimenata koji su pružili stabilnost centralnim delovima grada, laporovite serije gornjeg miocena na padinama predstavljaju aktivna ili potencijalna klizišta (Stevanović, 1974, Rundić *et al.*, 2011). Sarmatski krečnjaci su specifični jer se jedino u njima na teritoriji Beograda razvio kraški proces kojim su nastali različiti oblici kraškog reljefa (Rundić *et al.*, 1997, 2005).

Sedimenti starijeg gornjeg miocena panonske starosti prostiru se na celoj teritoriji Beograda (Dimitrijević *et al.*, 1975; Filipović *et al.*, 1980b; Pavlović, 1980; Dimitrijević *et al.*, 1985; Rundić, 1991; Rundić & Mitrović, 2005; Rundić *et al.*, 2011a): Ripanj, Vrčin, između Rogače i Dučine, između Velike i Male Ivanče, područje Makovica - Strugovnik, okolina Ralje, potok Karagača, okolina Belog Potoka, okolina Vrčina, kod Zaklopače i kod Grocke, u Kamenom potoku kod Kumodraža, beogradska posavina, selo Beljina, Barič, Vranić, Bačevci, Meljak, Borak, Beljine, Sibnica itd, dolina Baričke reke, Marice, Oparne itd.

Prema Rundić (1990, 2010), mlađi gornjomiocenski - pontski sedimenti (po starijoj geološkoj podeli pont je bio početak pliocena) nisu utvrđeni u centralnim delovima Beograda, već u njegovoj široj okolini: Posavina (Mislođin, Umka, Barič, Bačevac, Mala Moštanica, Vranić, Meljak, Boždarevac, Mislođin, desna obala Kolubare, Kik, Žuto brdo, Brkin potok, Belopoljac, okolina Stepojevca Meljak, Boždareva), belopotočka sinklinala (Beli Potok, Zuce, Pinosava, Čot, izvorište potoka Konopljište), gročansko Podunavlje (duž desne obale Dunava u okolini Grocke, Begaljice, izdvajaju se lokaliteti Crveni Breg kod Grocke, potok Dubočaj, Orešac na obali Dunava, lokalitet Gola Glava, Brestovik, a interesantni su gvožđeviti sedimenti u okolini sela Udovice i Crvenom Bregu). Prema Stevanović (1974) tokom pliocena (prema novoj podeli tokom ponta) dolazi do izdizanja beogradskog rta i formiranja dva zaliva (kolubarski i moravski) u tadašnjem Paratetisu koji još uvek postoji u Beogradu, ali zauzima mnogo manju površinu nego u miocenu (Marović *et al.*, 2007). Iz ovog perioda su i pojave lignita na teritoriji Beograda, nešto manje u Begaljici, dok se u južnim delovima Beograda, oko Vreoca i okoline javljaju i do 40m debeli slojevi lignita (Stevanović, 1974; Mitrović & Rundić, 2002). To je tzv. Kolubarski ugljeni basen.

Osim sedimentnih stena, tercijarne starosti su i vulkaniti pronađeni kod Lazarevca, Barajevo - Ripanj (Hajdučka reka, kod Ljute strane, potok Pruten, Guberevac, potok Vrelo) kao i vulkanska breča (Babe), granitoidi (selo Rogača na Kosmaju), apliti i lamprofiri otkriveni na Kosmaju i u Ripnju, riolitske žice (Kosmaj - Babe), hidrotermalno promenjene stene koje su povezane sa rudarskom aktivnošću olovo-cinka (Kosmaj - Babe).

Kvartar

Geodiverzitetu Beograda pripadaju i najmlađi sedimenti nastali tokom kvartara (pleistocena, holocena): različiti tipovi glina (donji i srednji pleistocen), rečno-jezerski sedimenti, les (gornji pleistocen), eolski peskovi i fluvijalne i padinske facije (holocen). Zastupljeni su svi delovi kvartara kao i svi genetski tipovi (osim glacijalnih). Za razliku od od sedimenata iz starijih geoloških perioda nataloženih u morskim uslovima, kvartarni sedimenti (rečni, jezerski, eolski) taloženi su na kopnu. Takođe, početkom kvartara dolazi do promene i klimatskih uslova i naglog zahlađenja. Pleistocena glacijacija nije dopirala na jugu do Beograda, ali je njen uticaj na klimu beogradskog područja bio izrazit i ogledao se u smeni suvih i vlažnih perioda. Donji i srednji pleistocen je predstavljen rečno-jezerskim šljunkovima i peskovima sa prisustvom školjke korbikula, *lat. Corbicula* (Rundić, 2010). Lesni sedimenti formirali su se tokom čitavog pleistocena i delom holocena, u kontinentalnim uslovima, navejavanjem peska i prašine sa severa preko ranije formiranih geoloških tvorevina i morfoloških oblika reljefa. (Nenadić et al., 2010, 2011). Prema radovima brojnih autora (Marković *et al.*, 2008, 2009; Nenadić *et al.*, 2010, 2011) les je ranije prekrivao mnogo veću teritoriju čak teritoriju čitave Šumadije. Na osnovu smene tamnijih i svetlijih horizonata ustanovljeno je da je les navejavan u Beogradu u nekoliko faza. Prema Antonović *et al.* (1978) najmoćniji je duž Dunava, oko Višnjice, Vinče i oko Vrčina. Na ostalim terenima je prilično erodiran i male je debljine ili ga čak nema. Nestajanje lesa posledica je procesa erozije koji su doveli na površinu starije tercijarne sedimente (Leštana, Belog Potoka i Zuca), a u Bujanj potoku na površinu je izbio serpentin. Les je od velikog značaja za geodiverzitet Beograda. On ima veliku naučnu i edukativnu vrednost za rekonstrukciju geoloških i paleoklimatskih prilika tokom pleistocena i holocena. Tokom holocena nastale su i još uvek se stvaraju najmlađe geološke i pedološke tvorevine u Beogradu, koje su predstavljene aluvijalnim nanosima Save i Dunava, deluvijalno-proluvijalno-koluvijalnim materijalom, različitim tipovima zemljišta, itd. Kvartarnu starost (pleistocenu i holocenu), prema podacima Osnovne geološke karte (Dimitrijević et al., 1985, Filipović et al., 1980b, Dimitrijević et al 1975,

Pavlović, 1980) a koji su potvrđeni novijim radovima (Knežević *et al.*, 2005; Nenadić *et al.*, 2010, 2011) imaju sledeći sedimenti i oblici reljefa,:

- pleistocene gline (donji pleistocen konstatovan samo u bušotinama, srednji južno od Mladenovca u okolini Belosavaca i okolini Grocke)
- deluvijalne gline - u okolini Kumodraža, Zuca i Leštana
- barske gline - u zamočvarenim terenima, kod Ovče
- kopneni les južno i severno od Save i Dunava
- facija korita (aluvijum u dolinama većih reka, sprudovi i plaže na Dunavu)
- facija povodnja - dolina Kolubare
- facija mrtvaja - dolina Kolubare
- aluvijalno - jezerski šljunkovi - najstariji kvartarni sedimenti, severno od Dunava ali ne izbijaju na površinu, taloženi u kvartaru
- aluvijalni šljunkovi, peskovi i sugline - taloženi krajem pleistocena i tokom holocena, na adama na Dunavu, oko Glogonja i Ovče
- recentni aluvijalni nanos - Dunav i savremeni manji tokovi
- proluvijalno-deluvijalne tvorevine (plavinski konusi, nastaju dejstvom bujičnih tokova najčešće na ušću pritoka u glavnu reku)
- rečne terase (viša i niža rečna terasa, više nema u Beogradu a niža duž toka Ralje, Konjske reke i Jezave kao i viša, srednja i niža rečna terasa Kolubare)
- peščani sprudovi - starače Save (Velika bara, Mala bara, Jazmak)

Tragovi kvartarnih sedimenata pronađeni su na sledećim lokalitetima: obale Save i Dunava, obale Kolubare i Tamnave, Novi Beograd, Pančevački rit, Makiš, Batajnica, Bežanijska kosa, Zemun, Grocka, Dunavski ključ, Karaburma, Višnjica itd.

4.2.1.4 Tektonsko-strukturne karakteristike teritorije Beograda

Prema Dimitrijević *et al.* (1975) sva tektonska zbivanja u okolini Beograda mogu se podeliti na premiocenska i postmiocenska. Premiocenska faza obuhvata pokrete pri kraju krede i u paleogenu, a postmiocenska je započela krajem neogena (Marović *et al.*, 2007). Bila je intenzivna i vulkanska aktivnost. Tektonskim pokretima i vulkanskom aktivnošću došlo je do poremećaja starijih sedimenata. Neogeni sedimenti su takođe bili zahvaćeni neotektonskim pokretima pre svega radijalnim pokretima ali mnogo slabijeg intenziteta. Formirali su se rasedi nad starim rasedima (zapaža se belopotočka sinklinala i torlačka antiklinala).

Glavni rasedi su (neki su i neotektonski aktivni): Stragarski rased, Lužničko-topčiderski rased, Varovnički rased, Orešačko-cerovački rased, rased Rogača-V. Ivanča-Jagnjilo, rased Vrčin-Umčari-Smederevska Palanka, rased Grocka-Kolari, Koviona-Sopot-Orašac, Raljski rased, Kosmajsko-mladenovački rased, rased Sopot-Smederevo, Baroševačko-zeočki rased, Bistrički rased, Kruševički rased, Peštansko-turijski rased, jugoistočni deo Kolubarsko-peštanskog raseda, Rudovački rased, Posavski rased itd. (Dimitrijević *et al.*, 1975; Filipović *et al.*, 1980b; Pavlović, 1980; Dimitrijević *et al.*, 1985; Marović *et al.*, 2007).

4.2.1.5 Hidrogeološke karakteristike teritorije Beograda

Posebnu kategoriju geodiverziteta Beograda čine hidrogeološke pojave i oblici. Kao i na ostale elemente geodiverziteta, urbani razvoj ima značajan uticaj na rasprostranjenje i kvalitet hidrogeoloških pojava. Namena i upravljanje podzemnim vodama se razlikuje u ruralnim i urbanim oblastima a zajednički im je veliki značaj za život i privrednu aktivnost stanovništva i opstanak živog sveta. Hidrogeologija Beograda se karakteriše kompleksnošću, usled složene litoške građe, burne tektonske i magmatske aktivnosti u prošlosti, načina prihranjivanja, kao i izrazitog antropogenog faktora. Antropogeni faktor se ogleda kroz uticaj na sam režim funkcionisanja podzemnih voda (izmena načina prihranjivanja) kao i na direktno zagađenje usled izgradnje zgrada i puteva, neadekvatnog odlaganja otpada, saobraćaja, poljoprivredne proizvodnje itd. Prema Vranješ (2012)

"zagađenje podzemnih voda može se ispoljiti kao hemijsko zagađenje ili u vidu promene temperature podzemnih voda u izdani. Promena temperature podzemnih voda javlja se usled nekontrolisanog vraćanja podzemnih voda u izdan preko upojnih bunara, eksploatisanih u cilju klimatizacije objekata".

Hidrogeološkim karakteristikama Beograda bavio se veliki broj geologa počevši od kraja 19. veka do danas (S. Lozanić, M.T. Leko, S. Radovanović, N. Milojević, N. Dimitrijević, B. Filipović, J. Živković, M. Komatina, M. Milivojević i dr). Najbolje su ispitana izvorišta za vodosnabdevanje. Rejonizacija je prvi put urađena 1971. godine (Milojević *et al.*, 1971). Tadašnja administrativna podela grada nije obuhvatala opštine Lazarevac i Mladenovac. Čitav teren Beograda je bio podeljen na osam rejona, a četvrti rejon je imao sedam podrejona:

I – Pančevački rit

II – Zemunski lesni plato sa zemunskom posavinom

III – Teren zapadno od Kolubare i Tamnave

IV – Aluvijalna ravan donjeg toka Kolubare, aluvijalna ravan Save i priobalje Dunava:

– IV a. Aluvijalna ravan Kolubare i desna obala Save do Makiša

– IV b. Makiš

– IV c. Leva obala Save i Novi Beograd

– IV d. Ada Ciganlija

– IV e. Priobalna zona Dunava od Crvenke preko Krnjače do Pančeva

– IV f. Veliko ratno ostrvo

– IV g. Desna obala Dunava, oblast Vinče, Višnjice i Velikog Sela

V – Uža teritorija Beograda

VI – "Šumadijska mezozojska greda"

VII – Oblast zapadno od „šumadijske mezozojske grede“

VIII – Beogradsko podunavlje i oblast istočno od „šumadijske mezozojske grede“.

S obzirom na to da je od prve rejonizacije prošlo više od 40 godina i da su u međuvremenu vršena nova istraživanja i dobijeni novi rezultati, kao i da je urađena nova administrativna podela Beograda, A. Vranješ (2012) je u svom doktorskom radu predložila novu hidrogeološku rejonizaciju. Nova rejonizacija, koja se oslanja na postojeću, deli teritoriju Beograda u deset rejonu i osam podrejonu:

- I. Pančevački rit
- II. Zemunsko-bežanijski lesni plato
- III. Savska aluvijalna ravan
 - IIIa. Novobeogradski podrejon
 - III b. Makiško-ostružnički podrejon
- IV. Centralno gradsko područje
 - IVa. Beogradsko pobrđe
 - IVb. Područje Slanci-V. Selo
- V. Savsko-Kolubarska aluvijalna ravan
 - Va. Boljevačko-progarski podrejon
 - Vb. Obrenovački podrejon
- VI. Kolubarsko-tamnavska aluvijalna ravan
- VII. Kristalasti kompleks Vagana i Bukulje
- VIII. Šumadijsko mezozojska greda
- IX. Područje Sremčica-Barajevo
- X. Područje Mladenovac-Grocka
 - Xa. Gročanski podrejon
 - Xb. Mladenovački podrejon

Sa aspekta geonasleđa od značaja su podzemne vode iz slojeva sa *Corbicula fluminalis* u donjokolubarskom basenu pri ušću Kolubare u reku Savu kod Obrenovca, retke termomineralne vode u Obrenovcu, hladne mineralne vode u Rudovcima i Kruševici (4 izvora), mineralne vode kod Mladenovca (Selters i Koračićka banja), Višnjička banja i banja Ovča. Prema Mijović *et al.* (2008) inventar objekata hidrogeološkog nasleđa treba da obuhvati prirodne i antropogeno nastale objekte koji su indikatori prisustva podzemne vode, koji ukazuju na načine formiranja izdani i delovanje podzemnih voda. Isti autori napravili su podelu hidrogeoloških pojava i objekata i prvi inventar od 212 objekata za Srbiju (od toga 9 objekata se nalazi na teritoriji Beograda). Pojave i objekte Mijović *et al.* (2008) su podelili na:

I Izvori malomineralizovanih podzemnih voda

1. Izvori iz rečnih i relno-jezerskih terasa
2. Karstni izvori (vrela)
 - 2a) Karstni izvori iz mezozojskih karbonatnih naslaga
 - 2b) Karstni izvori iz neogenih krečnjaka (Vrelo Trajan - Barajevo)
 - 2c) Karstni izvori iz mermera, mermerisanih krečnjaka, kalkišista i kalcita
 - 2d) Karstni izvori povećane temperature
3. Pukotinski izvori magnezijjskih vrela

II Mineralne vode

1. Hiper alkalne mineralne vode
2. Natrijum-hloridne vode
3. Gvoždevito-arsenske sulfatne vode
4. Sumpor-vodonične mineralne vode
5. Ugljokisele mineralne vode (Brajkovac, Čibutkovića, Onjeg - Lazarevac)

III Termalne (termomineralne) vode

1. Termalne vode banjskih centara (Koraćička banja i Selters banja, Mladenovac; Obrenovačka banja, Obrenovac)
2. Bušotine sa termalnom vodom
3. Bunari sa termalnim natrijum-hloridnim vodama

IV Potopljeni izvori

V Hidrogeološki objekti istorijskog značaja (Arterski bunar na železničkoj stanici u Mladenovcu; Rimski bunar na Kalemegdanu, Stari grad).

4.2.1.6 Pregled i procena vrednosti mineralnih sirovina

Diverzitet Beograda može se posmatrati i kroz pojave i ležišta mineralnih sirovina na njegovoj teritoriji. Značaj i ekonomska vrednost ležišta metala, nemetala, retkih metala, kaustobiolita (ugalj), termomineralnih i mineralnih voda, iz različitih geoloških perioda, se kroz istoriju menjao. Najstariji tragovi eksploatacije rude potiču iz preantičkog perioda, trajala je kroz čitav istorijski period i još uvek je aktivna. U mnogim pronađenim ležištima nikad nisu ni započeti radovi zbog neekonomičnosti, a u mnogim je period eksploatacije okončan nakon iscrpljivanja ležišta. Raznovrsnost pojava i ležišta mineralnih sirovina omogućili su privrednu aktivnost i razvoj Beograda i pokazatelj je bogatstva geodiverziteta kojim se mora upravljati na održiv način. Lokaliteti na kojima se još mogu naći pojave ruda i retkih minerala treba da budu zaštićeni i uvršćeni u geonasleđe Beograda i Srbije (Zavod za zaštitu prirode, 2004). Prema Milovanović (1990) na području Beograda utvrđeno je preko 30 ležišta različitog tehničkog građevinskog kamena kao što su andezit, dacit, spilit, kersantit, granit (granodiorit), šljunak, pešćar, mermerna breča, krečnjak, krečnjačka breča, peskoviti krečnjak i dr. Već više godina najvažnija mineralna sirovina na području Beograda je lignit koji se proizvodi u Kolubarskom basenu, najvećem tog tipa u Srbiji.

Metalične sirovine na teritoriji Beogradu su: hromit i magnetit kredne starosti kod Kovnice novca i Letnje pozornice, oolitna ruda gvožđa kredne starosti u Košutnjaku, Žarkovu i Zmajevcu, gvoždeviti pešćari kredne starosti u potoku

Repništvo, u Košutnjaku i Rakovici, pojave olova - cinka, srebra, antimona i pirita paleozojske starosti kod Lazarevca (Zeoke - Baroševac, Bistrička reka i gornji tok Lukavice), pojave olova i cinka mezozojske starosti na Ljutoj strani u Ripnju, pojave olovo-cinka na više lokaliteta u predelu Avale (Crveni breg), minerali žive cinabarit i kalomel kao i samородna živa na Avali (Šuplja stena), minerali žive kod Ripnja (potok Grabovac kod Klenja), pojave olovo-cinka na Kosmaju (selo Babe, Stojnik, Parcan, Guberevac), ležišta limonit-kvarca u Barajevu, pojava antimona senonske starosti u Trbušnici, potoku Rakovac i u Bistričkoj reci, pojava kasiretita (ruda kalaja) u aluvijalnom nanosu Peštana i Trbušnice, pojave kasiterita, rutila i cirkona u nanosima Bistričke reke itd., sedimentne rude gvožđa na padinama Vlaškog brda (Ralja), izvorištu Sopotske reke i selo Babe (potok Pruten), sedimentne rude mangana u potoku Presek kod Raljske Kovione.

Nemetalične sirovine su predstavljene ležištima gline, peskova, kvarcnih žica, kaolinisanim dacitskim stenama, građevinskim kamenom. Imaju veliko rasprostranjenje: cementne sirovine neogene starosti u Ostružnici i Pećanima, cementni laporac kod Ralje (Vlaško brdo), ležišta gline duž južnog i jugoistočnog oboda Kolubarskog basena, vatrostalna glina u Baroševcu i Rudovcima, keramička glina u Drenu i još nekoliko lokaliteta duž južnog oboda Kolubarskog basena, keramička glina u Lukavici, Šopićima i Šušnjaru, vatrostalna keramička glina na Kosmaju (selo Babe), ciglarska glina kvartarne starosti na nekoliko lokaliteta (Železnik, Rospi Čuprija).

Od peskova koristi se ili se koristio: kvarcni pesak zajedno sa ugljem pontske starosti u okolini Vreoca, Velikih Crljana i Baroševca, pesak i šljunak neogene starosti na obali Save i Dunava, pesak kvartarne starosti u aluvijalnim ravnicama Save i Dunava, peskovi kod Mladenovca (Vlaška, Vlaško polje, Rajkovac), kvarcni peskovi pontske starosti u zasecima na putu Beograd - Smederevo.

Interesantna je pojava tufova dacitske starosti kod Slanaca, kao i pojava zeolita, kao i kvarcne žice u paleozojskim metamorfizacijama kod Lazarevca (Čovka i Petka), kaolinisani vulkaniti kod Lazarevca (selo Bistrica).

Građevinski kamen je pronađen na većem broju lokaliteta: metamorfne stene paleozojske starosti kod Lazarevca (Bistrica), krečnjaci jurske i kredne starosti kod

Bele reke, Trbušnice i Bistrice, kamenolom gornjojurskih krečnjaka na Straževici i Grujinoj strani, sarmatski krečnjaci u Barajevu, Guberevcu i Beljinama, granitoidi u Brajkovcu, dacito-andenziti u Rudovcima, krečnjaci u više kamenoloma na Avali, kamenolom krečnjaka sarmatske starosti u Košutnjaku, Rakovici i Žarkovu, ukrasna mermerna breča kod Sopota (Ropočevo), kersantin u Ripnju (Tešića majdan), sarmatski krečnjaci (krečnjak pužarac) kod Sopota i Ralje, kredni krečnjaci na Raljskoj Kovioni.

Od zapaljivih stena (kaustobiolita) eksploatiše se lignitni ugalj u Kolubarskom ugljenom basenu koji je najveći te vrste u Srbiji. Kolubarski basen nije samo ležište uglja već i različitih nemetaličnih mineralnih sirovina kao što su: kvarcni peskovi, šljunak, dijatomejska zemlja, keramičke, vatrostalne, opekarske i ekspandirane gline i alevroliti. Prema Milovanović (1990) nemetali u Kolubarskom basenu se dele na: 1) sirovine u povlati ugljonosne serije (kvarcni peskovi, keramičko-vatrostalne gline, 2) sirovine u ugljonosnoj seriji (kvarcni peskovi, dijatomejska zemlja i plastične i ekspandirajuće gline 3) sirovine u krovini (alevriti, kvarcni peskovi, aluvijalni tersani šljunkovi, opekarske i ekspandirajuće gline). Osim u Kolubarskom basenu ugalj je pronađen u selu Koraćici, Stojniku, Dučinskoj reci, Varovnici, kosmajsko-mladenovačkom basenu, kod Grocke.

4.2.1.7 Diverzitet minerala Beograda

Geodiverzitetu Beograda osim makro oblika i pojava različitih dimenzija pripadaju i mikro oblici, ponekad jedino mikroskopski vidljivi. Ovo se pre svega odnosi na raznovrsne minerale koji učestvuju u građi stena koji svojom brojnošću doprinose raznovrsnosti geodiverziteta (pre svega geološkog i pedološkog). Hemijski sastav i fizičke osobine su pokazatelji geoloških procesa koji su se dešavali na teritoriji Beograda. Vulkanska aktivnost koja je započela krajem krede ostavila je tragove u vidu minerala granulita, dacita i riolita (na Avali), granita (na Kosmaju) i brojnih drugih minerala u okolini Beograda (Stevanović, 1974). Njihovo prisustvo je omogućilo i privredni razvoj pre svega kroz pojave rudarenja u Beogradu. Prema Rundić (2010) u rudniku Šuplja stena i okolini se vadila ruda žive cinabarit sa pratećim mineralima pirit, arsenopirit, halkopirit, sfalerit, markasit kao sulfidni

minerali, a osim toga poznata je bila pojava i drugih minerala žive (švacit i kalomel), samorodna živa i zlato, a u rudniku Crveni breg minerali galenit, sfalerit, pirit i arsenopirit, a postoje nalasci malahita i lazurita u vidu skrame. Godine 1894. Sima Lozanić je otkrio mineral avalit smaragdno zelene boje kod Šuplje stene (Zavod za zaštitu prirode, 2004).

Deo geodiverziteta Beograda geološkog karaktera su i zbirke stena i minerala koje se čuvaju u Prirodnjačkom muzeju i na Rudarsko-geološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu. U okviru Prirodnjačkog muzeja postoji i 10-ak geoloških zbirki: Mineraloška zbirka, Petrološka zbirka, Paleobotanička zbirka, Zbirka paleozojskih fosilnih beskičmenjaka, Zbirka mezozojskih fosilnih beskičmenjaka, Zbirka kenozojskih beskičmenjaka, Zbirka akademika Petra Stevanovića, Paleontološka zbirka Nadežde Krstić, Zbirka fosilnih nižih kičmenjaka, Zbirka tercijarnih sitnih sisara, Zbirka tercijarnih krupnih sisara, Zbirka kvartarnih krupnih sisara. Maran *et al.* (2005) predlažu da se formira jedinstvena baza podataka paleontoloških zbirki Prirodnjačkog muzeja u Beogradu koja bi objedinila objedinjuje zbirke paleozojskih, mezozojskih i kenozojskih beskičmenjaka, kičmenjaka i fosilne flore, a do sada su izdvojene zbirke od izuzetnog značaja, zbirke od velikog značaja i značajne zbirke. Ove zbirke, zajedno sa onim koje se čuvaju na Rudarsko-geološkom fakultetu, su geonasleđe ne samo Beograda i Srbije, već i Balkanskog poluostrva. Osim u muzejskim uslovima brigu i zaštitu minerala treba sprovesti i u prirodnim uslovima. Minerale, kroz stalne izložbe i obilaske u prirodi, treba približiti široj javnosti i na taj načini doprineti podizanju svesti i edukaciji o značaju zaštite geodiverziteta.

4.2.2 Geomorfološki i hidrološki objekti

4.2.2.1 Morfološke karakteristike terena Beograda

Na geomorfološke karakteristike teritorije Beograda i razvoj različitih oblika reljefa uticali su pre svega geološka građa i tektonski sklop koji su se formirali tokom duge geološke istorije. U reljefu prosečne nadmorske visine 132 m, jasno se razlikuje dve morfološki izražene celine koje presecaju reke Sava i Dunav. Južno od

ovih reka je zatalasano šumadijsko pobrđe ispresecano rečnim dolinama sa kojih se izdižu ostrvske planine Avala i Kosmaj, a severno široka ravnica koja pripada južnom delu Panonske nizije sa nadmorskim visinama od 100 do 200 m. Najviša tačka 628 m n.v. se nalazi na Kosmaju, a najniža 71 m n.v. u Grockoj. U gradskoj zoni Beograda najviša tačka je Astronomska opservatorija Zvezdara 248,6 m, a najniža kod Sportskog centra "Milan Gale Muškatirović" 75,3 m.

Teritorija Beograda se manjim delom prostire u južnim delovima velike Panonske nizije, a većim obuhvata severne delove niske Šumadije. Niska Šumadija se prostire od Panonske nizije na severu, doline Kolubare na zapadu, doline Velike Morave na istoku i doline reke Lug na jugu. Ovaj ravničarsko-brežuljkasti (kolubarsko-tamnavski) do niskoplaninski teren (Avala, Kosmaj) predstavlja prelazno područje prema planinskim vencima Dinarida i Karpato-Balkanida (Marović *et al.*, 2007). O prostiranju južne granice Panonske nizije postojala su različita mišljenja (Marković, 1970; Marović *et al.*, 2002) a geomorfometrijska analiza Čalić *et al.* (2012, 2012a) pokazuje da granica nizije na teritoriji Beograda ide, u smeru zapad-istok, tokom Save, zatim obuhvata donji tok Kolubare i dalje se prostire dužinom tokova Save i Dunava. Manje zaravnjene površine koje se nalaze van ove granice su erozivnog porekla i predstavljaju aluvijalne ravni manjih rečnih tokova.

Osim Panonskog basena, kao izrazite potoline nastale spuštanjem terena, tektonogenom reljefu pripadaju i beogradske planine Avala i Kosmaj, nastale pokretima izdizanja i rasedanja koji su se intenzivirali početkom neogena. Zbog specifičnog, kupastog oblika i pojava vulkanskih stena, za planinu Avala (511 m) se smatralo da predstavlja lakolit. To tumačnije je kasnije napušteno. Sedimenti gornjokrednog avalskog fliša su intenzivno nabrani, bore su normalne, kose, polegle i prevrnutе, a padovi slojeva su pod velikim uglom, tako da se za Avalu može reći da predstavlja kompleks nabora čije ose imaju pravac SSZ-JJI (Zavod za zaštitu prirode Srbije, 2004). Mlađim tektonskim pokretima severno od horstne strukture Avala formirani su belopotočki rov (sinklinala), zapadno ripanjska uvala i dve potoline: kneževačko - žarkovačka i mokroluška (Zavod za zaštitu prirode Srbije, 2004). Prisustvo eruptivnih stena ukazuje na vulkansku aktivnost u geološkoj prošlosti ali ona nije imala uticaja na formiranje oblika reljefa. Vulkanska

aktivnost koja se odvijala tokom jure i kasnije tokom krede i tercijara ostavila je značajne tragove u vidu stena različitog sastava na Avali. Jurskim magmatizmom nastale su vulkanogene-sedimentne i ofiolitske stene (serpentin) a za magmatizam tokom donje krede i starijeg tercijara vezani su proboji dacito - andenzita (Rundić, 2010).

Okosnicu formiranja i prostornog širenje grada Beograda čini šumadijska greda. Ona se prostire od Rudnika pa na sever sve do Beograda gde se završava Kalemegdanskim rtom. Razgraničava velikomoravski i kolubarski basen i ujedno predstavlja razvođe između Velike Morave i Kolubare odnosno glavno razvođe između Save i Dunava. Prema Jovanoviću (1953) šumadijska greda je dolinom i slivom Topčiderske reke razdvojena na zapadni i istočni ogranak. Istočni ogranak čine Koviona (399 m), Avala (511 m) i Razbojište (333 m) sa Torlakom i Stražarom, a zapadni kota 322, kota 341, Ljuta Strana (364 m), Radionica (321 m), Karaula (307 m), Petrov Grob (323 m) i Devojački Grob (287 m). Šumadijska greda izgrađena je od serpentinita, krečnjaka mezozojske starosti i mlađih eruptivnih stena preko kojih su se nataložile naslage iz neogena. Šumadijska greda, zajedno sa dve susedne potoline - posavska i podunavska spada u starije oblike reljefa nastalih u prvom redu tektonskim procesima koji su kasnije bili izloženi neotektonskim pokretima i delovanju Panonskog jezera. Nakon povlačenja mora dolazi do formiranja sliva Topčiderske reke i preoblikovanja reljefa pod uticajem fluvijalne erozije.

Na teritoriji Beograda endogeni reljef je u velikoj meri preoblikovan kasnijim egzogenim procesima. Eluvijalni proces – površinsko fizičko-hemijsko raspadanje, sreće se po čitavoj teritoriji Beograda. Raspadnuti materijal - eluvijum je prividno stabilan na zaravnjenim terenima dok na padinama biva pokrenut i postaje deo padinskih erozivno-akumulativnih procesa. Oblici reljefa nastali deluvijalnim, proluvijalnim i koluvijalnim procesima, koji deluju udruženo na prostorno-vremenski ograničenom prostoru, se razvijaju se na padinama. Za razliku od ostalih oblika reljefa, mogu nastati i nestati u veoma kratkom vremenskom periodu. Na reljef Beograda, osim fluvijalnih, najviše su uticali deluvijalno - proluvijalni procesi (u starijoj geomorfološkoj literaturi: denudacioni procesi) koji

se odnose na površinsko spiranje i erozivno delovanje malih linijskih tokova. Ovim procesima nastaju erozivni i akumulativni oblici različitih dimenzija i značaja. Na intenzitet recentne erozije utiče: litološki sastav, padovi topografske površine, pluviometrijski režim i delatnost čoveka (Petrović & Manojlović 1997). U bilo kojem slivu u Beogradu se mogu javiti bujice koje se, iako su mnogofaktorna pojava, događaju isključivo pod uticajem ekscesivnih padavina, jer drugi činioci nemaju bujično svojstvo (Jovičić, 1960). Usled pojačane erozije i taloženja erodiranog materijala (suspendovanog i vučenog) zapunjavaju se dna rečnih korita, zbog čega dolazi do izlivanja poplavnih voda, što se manifestuje poplavama. U novije vreme sve veći problem predstavlja materijal antropogenog porekla (komunalni otpad) koji dospeva u rečna korita ili direktnim ubacivanjem ili vodenim bujicama sa divljih deponija/smetlišta koja su često u blizini rečnih korita ili na samim rečnim stranama.

Za razliku od deluvijalno – proluvijalnog procesa gde je glavni pokretački faktor voda, kod koluvijalnog procesa tu ulogu ima sila gravitacije. Koluvijalni proces može biti pokrenut prirodnim ili antropogenim faktorom, a nastali oblici reljefa erozivni i akumulativni. Za Beograd ovo je veoma važan egzogeni proces jer je trenutno na njegovoj teritoriji veliki broj aktivnih ili umirenih klizišta (površine podložne klizanju). Ona su naročito vezana za izvorišne delove slivova gde su veći nagibi, u neogenim basenima na padinama izgrađenim od glinovito-peskovitih sedimenata (Menković *et al.*, 2013), a najizrazitija su na obali Save u okolini Obrenovca, Umke, Bariča i desnoj obali Dunava od Višnjice do Grocke. Procenjuje se da više od 50% površine užeg gradskog područja predstavlja nestabilne ili labilne terene (Lokin, 1990). Pored aktivnih klizišta zastupljen je veliki broj "fosilnih klizišta". Najugroženija područja od pojave klizišta na teritoriji Beograda su područje Bariča, Mislođina, Umke, Meljaka, Vranića, Boždarevca, Ritopeka, Grocke, Begaljive, područje Zvezdare (iznad Mirijeve), Višnjice, Velikog Sela i Vinče (Ćalić, 2011)

Fluvijalni oblici, nastali dejstvom rečnih tokova, u oblastima gde je količina padavina veća od evapotranspiracije a tereni izgrađeni od vodonepropusnih stena (neogeni jezerski sedimenti i delom donjokretacijski peščari i glinci) su

dominantni u reljefu Beograda. Najznačajniju morfološku ulogu imaju reke Sava, Dunav i Kolubara, ali i manji tokovi prave čitav mozaik erozivnih i akumulativnih oblika reljefa. Osnovni oblici fluvijalnog reljefa su rečne doline koje su u brdsko - planinskom području kraće, uže i dublje (ponegde klisurastog oblika), od onih u ravničarskom području gde su mnogo šire ali i pliće. Stvaranje dolina i zaravni trajalo je od srednjeg pliocena do srednjeg pleistocena (Jovičić, 1960). Postoje različite klasifikacije rečnih dolina (Petrović & Manojlović, 1997). Na osnovu morfološkim karakteristikama u Beogradu su najzastupljenije normalne rečne doline koje imaju široko, uravnjeno dno i blago nagnute strane. Prema pravcu pružanja i padu slojeva rečne doline su najčešće uzdužne. Prema kontinuitetu usecanja rečne doline su monofazne ili polifazne na šta ukazuje prisustvo rečnih terasa. Prema brojnosti procesa koji ih formiraju doline mogu biti monogenetske ili poligenetske. Prema morfološkoj raznolikosti dolina južno od Save i Dunava duži tokovi često imaju kompozitni karakter, odnosno kotlinska proširenja se smenjuju sa klisurastim suženjima, u kojima dolina ima karakter ravničarske reke na kojoj se mogu javiti meandri. U odnosu na geološku građu terena od mekših i tvrdih stena javljaju se i epigenetske doline čak i celi slivovi (epigenija doline Topčiderske reke, epigenija sliva Topčiderske reke, epigenija ušća Rakovičkog potoka). Epigenije su od značaja za određivanje inicijalnog reljefa pre nego što je počelo erozivno delovanje rečnog toka, naročito onih koje su usečene u dna nekadašnjih neogenih jezera (Jovanović, 1953; Petrović & Manojlović, 1997). Ravničarske reke i njihove doline mogu biti linearne i meandarske. Obe vrste su zastupljene u Beogradu. U značajnije objekte geodiverziteta Beograda spadaju sledeće doline: dolina Dunava, dolina Save, dolina Kolubare, dolina Turije, kao i doline manjih reka kod kojih su delovi toka ili celi tokovi kanalisani: dolina Beljanice, dolina Topčiderske reke, dolina Gročice, dolina Bolečice, dolina Velikoselskog potoka, dolina Bulbuderskog potoka, dolina Mirijevskog potoka, dolina Ošljanskog potoka, dolina Panduričkog potoka, dolini Rakovičkog potoka, dolina Mokroluškog potoka itd. Kanalisanjem dela ili čitavog toka zaustavlja se proces fluvijalne erozije u toj dolini.

Posebnu predeonu celinu fluvijalnog reljefa predstavlja rečni sliv (prema P. Jovanoviću: basen rečnog sliva). Na formiranje basena rečnog sliva uticali su:

karakter inicijalne površine, geološki sastav, tektonika i položaj donje erozivne baze (Zeremski, 1960). Deo beogradskog geodiverziteta su: sliv Begaljice sa Gročicom, sliv Bolečice, sliv Mokroluškog i Velikoselskog potoka, sliv Topčiderske reke, sliv Barajevske sa Baćevskom rekom, slivovi Oparne, Vrbovice, Marice, Jasenovačke reke, Ravenice, Ostružničke i Sremačke reke. Baseni rečnih slivova su kompleksni i razlikuju se po obliku: basen Barajevske sa Baćevačkom rekom ima lepezasti oblik, baseni Osrtužničke i Sremačke imaju pravougaoni oblik, baseni Jasenovačke reke, Vrbovice i Oparne su trouglastog oblika (Zeremski, 1960).

Južno od Save i Dunava najinteresantniji je sliv Topčiderske reke. Proučavanje morfoloških karakteristika u slivu Topčiderske reke od značaja je za shvatanje geneze reljefa na teritoriji grada Beograda. Dolina Topčiderske reke kao i čitav njen sliv epigenetski su usečeni u čvrstim stenama šumadijske grede na većoj visini od susednih basena slivova Save i Dunava koji su se formirali u mekšoj geološkoj podlozi. Epigenetska, asimetrična i izrazito kompozitna dolina Topčiderske reke sastoji se od dva kotlinska proširenja: izvorišnog i pinosavsko-resniškog i dve više prečage: ripanjske i dedinjske. U proširenjima je dolina kotlinskog karaktera a u prečagama ima klisurast oblik-suteske (Jovanović, 1953). U pinosavsko-resničkoj kotlini u delu oko Straževice formirana je epigenija Rakovičkog potoka pri njegovom ušću u Topčidersku reku. Ovde se javljaju i uklješteni meandri Topčiderske reke (Jovanović, 1953). U gornjem slivu Topčiderske reke nalazi se ripanjska fluvijalna površ (290m), a u nižem delu pinosavska površ (213m) koja obuhvata pinosavsko-resničku kotlinu i dedinjsku gredu. Prema Jovanoviću (1953) u obe površi Topčiderska reka je usekla manje klisuraste doline - suteske (u ripanjsku površ kod Ripnja, u pinosavsku površ kod Topčidera). Pinosavsko-ripanjske površ nastale je nakon povlačenja Panonskog jezera i formiranja rečne mreže Topčiderske reke. Usecanje dolina u njima traje i danas (Jovanović, 1953). U ranijoj literaturi ove tipične fluvijalne površi se navode kao Cvijićeve pinosavska i ripanjska abraziona površ.

Rečne terase predstavljaju stadijume morfološke evolucije rečnih dolina (Petrović & Manojlović, 1997) i mogu biti pokazatelji klimatskih promena i neotektonskih aktivnosti u geološkoj prošlosti Beograda. Mogu biti erozivne i akumulativne. Za

razliku od erozivnih koje su usečene u stenu, akumulativne su usečene u nanos koji ispunjava dno rečne doline. Južno od Save i Dunava razvijene su u jedan do dva nivoa, ređe tri, i prekrivene šljunkovito-peskovitim sedimentima, a kod ravničarskih reka u dva nivoa i prekrivene sitnim peskovitim sedimentima ili lesom (Menković *et al.*, 2013). Prema Maroviću (2001) na području Beograda i u njegovoj široj okolini nalaze se Savske i Dunavske terase koje dopiru i do 60 m iznad aluvijalne ravni ovih reka. Prema istom autoru, tereni u donjoj Kolubari i Obrenovačkoj Posavini, od Save na severu do Lazarevca i Rudovaca na jugu, izgrađeni su od četiri akumulativne terase u dolinama Save i Kolubare: 1) od 3-5 m, inundaciona terasa Kolubare (aluvijum); 2) od 12-14 m iznad Save (provaska); 3) od 20-40 m iznad Savsko-Kolubarske nizije (banjansko-radljevačka); 4) od 60-80 m iznad rečnih tokova Peštana i Turije (junkovačka). Najčešće može da se prati samo najniža rečna terasa jer su ostale slabo morfološki očuvane (Petrović & Manojlović, 1997).

Morfološki stariji oblici fluvijalnog reljefa takođe od značaja za rekonstrukciju nekadašnjeg reljefa su fluvijalne površi. Slabo su morfološki očuvane, češće u otpornijim stenama. Za njihovo formiranje potreban je duži period tektonske stabilnosti. U reljefu Beograda zapažaju se ripanjska, pinosavska i beogradska fluvijalna površ (ranije poznate kao Cvijićeve abrazione površi na južnom obodu Panonskog basena) koje su se formirale nakon povlačenja Panonskog jezera radom rečnih tokova i drugih erozivnih procesa (Jovanović, 1953). Zeremski (1960) smatra da se u beogradskoj posavini javlja 10 površia a da su glavni faktori u izgrađivanju površi bili epirogeni pokreti u početku i radijalni pokreti koji su često remetili položaj donje erozione baze.

Pojava rečne piraterije izvršena je u Leštanskoj klisuri gde je tok Bolečice svojim izvorišnim krakom presekao razvođe i preoteo gornji deo Vrčinske reke.

Od akumulativnih oblika najveće su aluvijalne ravni oko dolina svih većih tokova (Dunav, Sava, Kolubara) gde su padovi mali, bočna erozija intenzivna a akumuliranje nanosa veliko. Predstavljaju odmakle stadijume morfološke evolucije rečnih dolina dostižući širinu i do nekoliko desetina km. Aluvijalna ravan Dunava kod Zemuna je široka 17 km a Save kod Beograda 3-7 km (Petrović & Manojlović,

1997). Deo aluvijalne ravni koji reka plavi pri poplavama naziva se "inundaciona ravan".

U ravničarskim rekama pri ušću pritoka u glavnu reku ima sprudova, a na većim rekama kao što su Sava i Dunav formirala su se rečna ostrva - ade. Glavni uzrok nastanka ada je smanjenje brzine rečnog toka zbog meandriranja reke, stenovite prečage ili na sastavcima velikih reka koje se spajaju pod velikim uglom, kao što je slučaj kod Velikog i Malog ratnog ostrva (Petrović & Manojlović, 1997). Mogu relativno brzo nastati, ali i nestati (Višnjička ada). Na Dunavu, u delu toka kroz Beograd, ima dosta rečnih ostrva od čega teritorijalno Beogradu pripadaju trinaest: Beljarica Gornja i Beljarica Donja, Veliko ratno ostrvo, Konjska ada (Malo ratno ostrvo), Ada Huja, Višnjička ada (Paradajz ostrvo), Gročanska ada, dok ostrva Forkontumac, Ostrvo zaljubljenih (nastalo od ostrva Štefanac, Čakljanac i Donja ada zasipanjem rukavaca koji su ih odvajali), Ivanovačka ada (Omoljička ada), Ljubavno ostrvo, Ostrvo Goli Đoka (Mala gročanska ada) i Brestovačka ada ne pripadaju teritorijalno Beogradu. Na Savi beogradska rečna ostrva su: Ada Ciganlija, Ada Međica, Barička ada, dve ade u Surčinu blizu naselja Progar i Skeljanska ada u Obrenovcu. Poznatiji rukavci na Dunavu su: Rukavac Beljarica (Totski Dunavac), Rukavac Balaton, Galijaški dunavac, Borčanski (Jojkićev) Dunavac, Rukavac Ada Huja, tri plovna rukavca - Velike, Srednje i Male vode, Turski Dunavac (Tos-pašin Dunavac).

Kod ravničarskih reka na širokim terasama i aluvijalnim ravnima javljaju se usled migracije rečnih tokova napuštena rečna korita i rukavci (brojna oko Obrenovca) i odsečeni meandri koji su ili suvi (starača) ili su pretvoreni u bare (mrtvaje). Veće bare ovog tipa su: bara Živača i Bečmenska bara u Surčinu, Veliko blato i Bara Reva na Paliluli. Ovi oblici reljefa najčešće spadaju u poligenetske jer su nastali fluvijalnim a zatim su zahvaćeni barskim procesom. U fluvio - barski reljef Beograda spadaju, prema Menković *et al.* (2013) i bare, močvare, sve reke i prirodna jezera (jezero u Sremčici, sada Rakina bara) koje je zahvatio proces zabarivanja, kao i napušteni oblici smenjenog fluvio - barskog procesa.

Marinsko - limnički reljef (u literaturi se sreće i kao abrazioni ili pribrežni reljef) je nastao radom većih stajaćih voda (okeani, mora, jezera). Pod marinskim procesom

se podrazumeva erozivni rad talasa, plime/oseke i morske struje, kao i transport i akumulaciju erodiranog materijala (Marković *et al.*, 2003). Od marinsko - limničkog reljefa u Beogradu su zapažene terase prekrivene lesom na Kosmaju, kao i tragovi obalskih linija na Kosmaju i Avali (Menković *et al.*, 2013). O površima nastalim marinskim procesom nekadašnjeg Panonskog jezera/mora je najpre pisao Cvijić u okviru svojih proučavanja reljefa Šumadije (Cvijić, 1909). Po njemu ove površi su abrazionog porekla a na teritoriji Beograda zapažaju se: ripanjska 310-330 m, pinosavska 210-240 m, beogradska sa terazijskim stadijumom 140-160 m i bulbuderskim stadijumom 110-120 m. P. S. Jovanović (1953) je ustanovio tri jezerska stadijuma pomenutih površi i to ripanjski 260 m, pinosavski 195 m i terazijski 130 m. Prema B. P. Jovanoviću (1953) sve površi su fluvio-denudacione, a samo pojedini njihovi delovi imaju poligenetsko obeležje.

Iako krečnjaci imaju veliku rasprostranjenost u Beogradu, kraški reljef se razvio jedino u horizontalnim sarmatskim krečnjacima. Zahvata površinu od oko 133 km² (Petrović & Gavrilović, 1960) na području od Košutnjaka i Žarkova, preko Kneževca i Sremčice, Lipovice, do Barajeva, Lisovića, Manića kao i u okolini sela Pećana, Guncata i Bagrdana. Nema kontinuitet u prostiranju već se javlja u izolovanim delovima gde su zastupljeni sarmatski krečnjaci. Prva proučavanja "Marokarsta okoline Beograda" ili "Beogradskog karsta" je sproveo J. Cvijić krajem 19. i početkom 20. veka (Cvijić, 1909) i od tada je većina ovog reljefa uništeno. Karakterističan oblik reljefa su levkaste vrtače u rastresitom materijalu u kojima se često zadržavala voda u vidu lokvi. U vreme kada je J. Cvijić istraživao beogradski kras postojalo je 12 lokvi (Kneževačka lokva, Milićeva bara, Duboka bara itd), a pola veka kasnije Petrović & Gavrilović (1960) konstatuju postojanje 6 lokvi: jezero u Sremčici, lokva u dolini Ostružničke reke, tri lokve kod sela Manića i jedna kod Bagrdana. Jezero u Sremčici koje je u vreme Cvijićevih istraživanja bilo dugačko 124 m, široko 112 m, dubine 5-6 m, pedeset godina kasnije Petrović, Gavrilović (1960) konstatuju da je dužine 190 m, širine 110 m a dubine 0,8 m, danas predstavlja baru, koja je na granici opstanka (Rakina bara). Vrtache su poređane u nizove. U reljefu nema pravih uvala već su tu samo poligenetskih oblici - suve doline koje su nastale skraščavanjem nekadašnjih prekraških rečnih dolina (

Provalija kod Sremčice). Prema Petrović & Gavrilović (1960) suve doline su česta pojava u kraškom reljefu beogradske okoline. Ušća su im zaostala na većim visinama, iznad korita glavnijih reka, tako da danas predstavljaju izrazite viseće doline (doline Reke, Doljanskog potoka, Zamnika, Prutene, Barajevske, Suve i Stojničke reke). Podzemni kraški oblici su veoma retki u oblasti kraškog reljefa Beograda. Petrović, Gavrilović (1960) utvrđuju četiri pećine manjih dimenzija (Turski točak, Donja i Gornja pećina, Slatinski točak). Sve su uništene ili jako oštećene pa se jedva mogu pronaći njihovi ostaci. Pravih jama nema a na dnu pojedinih vrtača se javljaju ponori koji su uglavnom zatrpani (Petrović & Gavrilović, 1960). Kraški reljef Beograda je zbog male moćnosti sarmatskih krečnjaka kao i izrazitog negativnog antropogenog uticaja ušao u fazu potpunog uništenja.

U toku pleistocena značajnu ulogu u oblikovanju reljefa je imao eolski proces. Tada su na teritoriji Beograda navejane velike količine lesa u kome su se formirali različiti oblici reljefa. Lesni pokrivač je različite debljine, a na strmim padinama je skoro potpuno istanjen usled spiranja. Po svojim morfološkim i ostalim svojstvima tereni prekriveni lesom mogu se svrstati u dve kategorije. U prvu kategoriju spada šumadijsko pobrđe gde les leži preko neogenih sedimenata. Debljina lesa obično iznosi 3-6 m a mestimično dostiže i do 15-18 m. Les koji pokriva brežuljkasto-brdovite terene južno od Dunava i Save genetski pripada padinskom tipu lesa. Drugu kategoriju obuhvata les razvijen u vidu zaravni koja se prostire severno od Save i Dunava. To je Zemunski lesni plato koji je krajnji jugoistočni deo Sremske lesne zaravni. Debljina lesnog kompleksa ovde dostiže 30-35 m (Knežević *et al.*, 2005). U domaćoj literaturi beogradski les poznat je i kao "ciglarska zemlja" jer je resurs od koga se pravila opeka.

Les je produkt eolske akumulacije, nastao za vreme hladne i suve klime pod uticajem jakih vetrova koji su navejavali peskovit materijal. Osim vetra, за настанак леса од кључног су значаја велике реке која су транспортовале, материјал који је настајао пре свега као резултат глацијалног процеса (Smalley *et al.*, 2008). Za vreme toplijih i vlažnijih interglacijala dolazilo je do razlaganja viših lesnih horizonata i vegetacije pri čemu se obrazovala paleozemljišta (fosilna zemljišta).

Ova zemljišta su od velikog stratigrafsko značaja jer se na osnovu njih može izvršiti lokalna i regionalna korelacija lesnih naslaga. U geološkom smislu les je porozna, sedimentna stena alevritsko-glinovitog sastava, pretežno žutomrke boje. Za razliku od lesa fosilna zemljišta su kompaktnija, jako oglinjena, sa karakterističnom mrkom i mrko-crvenkastom bojom. Zbog načina sedimentacije, smenjivanja sa fosilnim zemljištima, pozicije u reljefu i paleontoloških karakteristika, veoma je pouzdan paleoklimatološki marker (Marković *et al.*, 2008, 2009; Nenadić *et al.*, 2010, 2011; Zavod za zaštitu prirode, 2008a).

U užem gradskom području lesni sedimenti zauzimaju oko 90% površine (Lokin *et al.*, 1990). Nekad su teritorije pod lesom zauzimale mnogo veću površinu. Fluvijalnom erozijom Dunav i Sava su vršili neprestano podlokavanje i pretaložavanje lesnog materijala i na taj način reducirali njihovo prostiranje. Usled erozionih i drugih procesa debljina lesnog pokrivača je smanjena. Prema Knežević *et al.* (2005) u samom gradu les prekriva terazijsku, vračarsku i čubursku zaravan, ili se spušta niz padine u doline potoka i ulazi u sastav teresa na njihovim dolinskim stranama. Debljina lesnih naslaga varira: od 2-3 m koliko iznosi na Kalemegdanu i Tašmajdanu, oko 15 m na Čuburi, blizu 20 m u dunavskom ključu i Višnjici, na Letnjoj pozornici les debljine do 5 m leži iznad urgonskih sprudnih krečnjaka, kod Botaničke bašte debljina iznosi 16 m, na Vračaru lesne naslage su debljine 4-10 m, na Slaviji 0,5-4,5 m, na mestu današnje palate Albanija iznad barskog lesoida debljine 5-6 m leži oko 4 m debeo kopneni tip lesa, na području Mirijeva lesom su prekriveni najviši delovi terena gde je formiran manji lesni plato ukupne debljine oko 8 m. Lesni profili su proučavani i na lokalitetu Orlovi kod Slanaca, u bušotini na Karaburmi u Ulici Marijane Gregoran kod bioskopa Slavica, na Zvezdari u Ulici Hadži Mustafina, u Rakovici kod železničke stanice debljina lesa dostiže 6 m, u nekadašnjoj ciglani Tešić na Leginom (Pašinom) brdu debljine oko 9 m. Na osnovu istraživanja na Banjici utvrđeno je da les na teritoriji Beograda pripada mlađem pleistocenu (Knežević *et al.*, 2005). Od Beograda idući ka jugu lesne naslage bivaju sve tanje i postepeno prelaze u šumsko zemljište niske Šumadije (Knežević *et al.*, 2005).

Oblici reljefa nastali navejavanjem lesa u pleistocenu su fosilnog karaktera jer danas nema navejavanja lesa. Najmarkantniji oblici eolskog reljefa su lesne zaravni, manje su lesne vrtače, lesne lutkice, a od poligenetskih lesne terase, lesni odseci, viseće suve doline, utoleglice, jaruge, surduci. Lesne zaravni severno od Save i Dunava zauzimaju veliku površinu (oko 70% teritorije Vojvodine) u vidu 6 međusobno rezdvojenih celina: Bačka, Sremska, Tamiška, Banatska, lesna zona u jugoistočnom delu Banata i Titelski breg. Nastale su navejavanjem peska preko inicijalno fluvio-barskog dna Panonskog basena (Menković *et al.*, 2013). U njima je sačuvan detaljan zapis klimatskih promena tokom poslednjih približno 850.000 godina (Zavod za zaštitu prirode, 2008a). Na teritoriji Beograda prostire se zemunski lesni plato koji predstavlja krajnji jugoistočni deo sremske lesne zaravni. Zapadnu granicu Zemunskog lesnog platoa predstavlja linija povučena od Starih Banovaca na severu do Boljevaca na jugu, a "na istoku strmim odsecima spušta u korito Dunava, a na jugu preko Bežanijske kose prelazi u aluvijalnu ravan Save" (Bukurov, 1953). Lesno - paleozemljišni kompleksi debljine nekoliko desetina metara u Vojvodini se ubrajaju u red najmoćnijih i najstarijih u Evropi (Marković *et al.* 2003). Od manjih oblika reljefa zastupljene su lesne vrtače.

Sremska lesna zaravan je ograničena vertikalnim lesnim odsecima prema Savi i Dunavu visine do 40 m koji su nastali usecanjem ove dve reke. Dunavski lesni odsek se pruža od Velikog Broda pa do Zemuna, dok savski lesni odsek polazi od Zemuna pa preko Bežanije do iza Surčina. U morfološkom smislu dunavski odsek je aktivan dok je izgradnjom nasipa na Savi zaustavljena dalja erozija savskog odseka (Zeremski, 1960). Odseci su ugroženi erozivnim radom visokih voda, vlaženjem ali i antropogenim uticajem, pa često dolazi do kliženja i oburvavanja lesnih delova. Na njima se mogu naći fluvijalno-deluvijalno-proluvijalni oblici (brazde i jaruge na padinama i akumulacioni konusni oblici u podini) nastali površinskim spiranjem odnosno linijskim oticanjem vode povremenih bujičnih tokova. Nakon nekih od bujičnih tokova na odseku zaostaje viseća suva dolina. Deluvijalno - proluvijalnim procesom nastaju plitke depresije - utoleglice na površini lesnih odseka. Na odsecima se javljaju i antropogeno-erozivne terase i surduci. Surduci na savskom odseku su fosilnog karaktera (bili su aktivni sve do podizanja nasipa na Savi).

Lesne terase su nastale navejavanjem peska na rečne terase. Morfološke promene je pretrpela i lesna terasa naročito posle izgradnje nasipa, isušivanja bara i izgradnjom kanala Galovica i Petrac (Petrović & Manojlović, 1997).

Lesne naslage su od velikog značaja za grad Beograd. Čine podlogu mnogim podzemnim i nadzemnim objektima, glavni su supstrat na kome se razvilo najkvalitetnije zemljište - černozem, sirovina su za opekarsku industriju (nekadašnje ciglane na Hadžipopovcu, Bulbulderu, Novom Đermu, Crvenom Krstu, Batajnici, Pašinom i Topčiderskom brdu, Bežanijskoj kosi, Vinči, Vrčinu kao i današnje ciglane između Lipaka i Rospa). Zbog svog naučnog značaja za sagledavanje paleogeografije i paleoklimatologije spadaju u objekte geonasleđa Beograda. U tom smislu treba raditi na konzervaciji i zaštiti nekih od postojećih profila lesnih naslaga npr. na obali Dunava, Bežanijskoj kosi, u podnožju Gornjeg Zemuna, na kopovima ciglana preduzeća Trudbenik u Višnjičkoj banji, ciglane u Vinči, Ritopeku, Grockoj i sl.

Antropogeni oblici reljefa nastaju dejstvom čoveka koji svojim aktivnostima prekida prirodne morfološke procese i stvara nove površinske ili podzemne oblike reljefa na Zemlji. Posebno su velike promene u područjima gde se odvija intenzivna urbanizacija. Oblici antropogenog porekla na teritoriji Beograda su: antropogena zemljišta (uža gradska zona), iskopi (Kolubarski ugljeni baseni), pepelišta (Obrenovac, Veliki Crljeni), deponije komunalnog otpada (Vinča, rekultivisana kod Batajnice), veštačka jezera, nasipi (Sava, Dunav, Tisa, Tamiš, Kolubara...), kanali (Pančevački rit, Zemunski posavina), pećine (Kalemegdan, Rakovica), lagumi (Stari grad, Zemun, Bežanijska kosa), kameni mostovi (Topčider), klizišta, poluostrva (Ada Ciganlija, Ada Huja), pozajmišta građevinskog materijala (Višnjička Banja, Rospa Čuprija, Ralja, Kosmaj, Straževica, Batajnica, Zvezdara, Avala...) itd. Antropogeni oblici reljefa mogu nastati planirano ili stihijski, kao posledica neke druge čovekove aktivnosti. Uglavnom su nastali u cilju privrednog razvitka bez dalekosežnijeg planiranja i primene mera kojima bi se neutralisao negativan uticaj na ostale društvene aspekte kao i životnu sredinu Beograda.

Za urbane sredine i oblasti intenzivne eksploatacije prirodnih resursa (rude, fosilna goriva, hidroakumulacije) karakteristični su antropogeni (tehnogeni,

tehnotektonski) pokreti. Oni se javljaju kao posledica čovekove aktivnosti, mogu biti različitog intenziteta ili praćeni zemljotresima. Najčešće su lokalnog karaktera i mogu izazvati promene u lokalnom geodiverzitetu, u smislu formiranja ili uništavanja objekata, direktno ili indirektno kao katalizator drugih morfoloških procesa. Prema Marović *et al.* (1998b) na području velikih gradova naročito onih koji su izgrađeni na slabije konsolidovanim stenama statičko opterećenje koje izazivaju gradski objekti aktivira procese koji se manifestuju spuštanjem tla i reflektuju se do dubine od 30-50 m, a spuštanja mogu nastati i tehnogenim dinamičkim agensima kao na primer vibracije gradskog transporta čije posledice se mogu osetiti do 70 m. Za razliku od savremenih tektonskih pokreta koji se mogu samo delimično prognozirati ali ne i kontrolisati ili sprečiti, antropogenim pokretima se može upravljati adekvatnim odabirom lokacije i procenom mogućih uticaja i posledica (Marović *et al.*, 1998b).

4.2.2.2 Hidrografsko - klimatološki uslovi u Beogradu

Od značaja za raznovrsnost geodiverziteta su i mnogobrojne pojave površinskih i podzemnih voda koje svojim delovanjem modifikuju reljef Beograda. Osim velikih površinskih reka, Beograd ima veliki broj izvora, potoka, malih jezera, bara i močvara koji su pod jakim antropogenim uticajem usled intenzivne urbanizacije i porasta broja stanovnika. S obzirom na to da najveći uticaj na formiranje reljefa u Beogradu ima fluvijalna erozija bitno je sačuvati i održavati rečnu mrežu i vodene tokove. Hidrografsku mrežu Beograda čine stalni i povremeni, manji i veći rečni tokovi koji pripadaju slivovima Save, Dunava i Velike Morave. Veći vodotoci u slivu reke Save su: Topčiderska reka, Barička reka, Mislođinska reka, Železnička reka, Mokroluški potok, Ostriž, Ravenica, Sremčica, Kolubara sa većim pritokama Vrbovica, Barajevska reka (Beljanica), Turija i Peštan, u slivu reke Dunava veće pritoke su reka Ralja, Gročica, Bolečica, u slivu reke Morave pritoke su Reka Ralja, Veliki Lug, Reka Mali Lug, Milatovica i dr. Kroz Beograd Dunav teče na dužini od 60 km, između Starih Banovaca i Grocke, a Sava teče na dužini od 27 km, od ušća Kolubare do ulivanja u Dunav ispod Kalemegdana (Dukić, 1960).

Prema Dedić & Indić (1990) rešavanje problema vodotoka se svodilo na njihovo uvođenje u gradsku kanalizaciju, manje su vršene regulacije na njima, i to samo na pojedinim delovima, dok su vrlo retko značajno izvršene regulacije na većoj dužini (Topčiderska reka, Mokroluški, Kumodraški, Bulbuderski potok, Mirijevski potok, Vizelj, Galovica i dr). U zoni rudarskih kopova Kolubarskog basena neki tokovi su izmeštani i kanalisani, ili su formirane akumulacije ispunjavanjem manjih i većih udubljenja vodom (reka Kolubara je delom izmeštena i formirano je protočno jezero, ili akumulacija u blizini TE Obrenovac). Brojne su i površinske akumulacije nastale pregrađivanjem istoimenih potoka (Pariguz, Bela reka, Duboki potok), veštačka jezera (Savsko jezero, Markovačko jezero, Rabrovačko jezero, jezero Ada Safari, Veliko blato...). Na užem području Grada, kišne vodese odvede sistemom kolektora, čiji glavni pravci odgovaraju topografskim slivovima nekadašnjih potoka: Mokroluški, Kumodraški, Duboki potok, Čuburski i Bulbulderski (Ćalić, 2011). Radi sprečavanja štete koju nanose bujični tokovi izgrađeni su mnogobrojni nasipi. Na području GUP-a, od oko 115 km obala, izgrađeno je oko 29 km obaloutvrda i kejeva, dok na levoj obali Save i Dunava ima prirodnih vodotokova koji su obuhvaćeni mrežom melioracionih kanala. Glavni tokovi su: Galovica, Petrac, Vizelj, Kalovita i Sibnica (Ćalić, 2011)

Osim površinskih voda teritorija Beograda se odlikuje raznovrsnim podzemnim vodama koje se javljaju na različitim dubinama u zavisnosti od geološkog sastava, reljefa i načina hranjenja i u poslednje vreme od antropogenog uticaja. Javljaju se kao freatske, arteške, slobodne ili vezane (Petrović, 1960). Izdan se hrani uglavnom vodom od padavina i površinskih tokova a kretanje vode je u raznim pravcima. U aluvijalnim ravnima Save, Dunava i Kolubare podzemna voda otiče ka ovim rekama, dok u šumadijskom pobrđu smer kretanja je lokalnog karaktera što zavisi od položaja susednih delova dolina i reona u kojima je otkrivena izdanska voda (Petrović, 1960). Za razliku od terena sa vododržljivom građom u kraškom reljefu su uslovi i cirkulacija vode specifičniji i imaju karakteristike kraške hidrografije (javljaju se kraška vrela, povremeni izvori, ponornice itd). Podzemna voda nije ravnomerno raspoređena pa su neki tereni bogatiji a neki su bezvodni. Najbogatije je pobrđe južno od Save i Dunava gde se javljaju izvori različite

izdašnosti, hemijskog sastava i temperature. U šumadijskom pobrđu izvori se najčešće javljaju na stranama rečnih dolina, na kontaktu šljunkovito peskovitih partija u povlati i glinovitih u podini (Petrović, 1960). Ima pojava mineralne i termalne vode: Ovčanska banja, Višnjička Banja, Banja Selters i Koraćička banja kod Mladenovca, Obrenovačka banja, izvor u Skadarliji, Vrelo Trajan u Barajevu, Brajkovac, Onjeg i Čibutkovića u Lazarevcu itd.

Podzemna voda je od značaja pre svega za vodosnabdevanje prigradskog stanovništva koje nije priključeno na vodovod ili koristi vodu u poljoprivredi. Urbanizaciju i nagli razvoj prigradskih naselja nije pratila izgradnja vodne infrastrukture pre svega jer su se većina prigradskih naselja razvila brzo i neplanski. U centralnim gradskim opštinama postoje mnogobrojni izvori koji su većinom uređeni i pretvoreni u česme, ali voda uglavnom nije više za piće. Kvalitet podzemne vode je na niskom nivou i u prigradskim i seoskim oblastima. Veoma često su jaruge u kojima su izvori pretvorene u divlje deponije smeća, dolaskom vodovoda u sela izvestan broj domaćina je pretvorio bunare u septičke jame, bunari su po tradiciji kopani u blizini kuća i štala, a kvalitet vode se skoro nigde ne kontroliše (Popadić, 1990).

Na geodiverzitet veliki uticaj imaju savremeni klimatski uslovi koji utiču na intenzitet i razmeru erozivnih procesa, ali i oni koji su vladali u geološkoj prošlosti pre svega tokom kvartara. Za vreme postojanja Panonskog mora tokom neogena klima je bila toplija i vlažnija nego današnja. Početkom kvartara odnosno pleistocena dolazi do zahlađenja i početka Ledenog doba, tokom kojeg se klimatski uslovi drastično menjaju. Pleistoceno zahlađenje se na teritoriji Beograda odražavalo kroz smenu hladnijih i suvljih sa toplijim i vlažnijim fazama. Tokom hladnijih faza dolazilo je do intenzivnijeg eolskog procesa a fluvijalni je zbog manje količine vode slabio. U toplijim fazama eolski proces je bio slabiji a intenzivniji su bili fluvijalni i kraški. Navejavanje lesnih sedimenata tokom pleistocena je naročito bilo intenzivno u Panonskom bazenu a nešto slabije u obodnim delovima. I tokom holocena, kada dolazi do otopljanja i promene klimatskih uslova koj su vladali u pleistocenu, klima nije bila stabilna već dolazi do kolebanja i promena. Danas Beograd ima umereno-kontinentalnu klimu, a na vrednosti i promenljivost

klimatskih parametara utiču: geografska širina, reljef, Panonska nizija, brdsko-planinsko područje severne Šumadije, zemljište, vegetacija, reke Sava i Dunav i čovek. Prema Rakićević (1960) na klimu Beograda najveći uticaj imaju vetrovi koji donose vazdušne mase iz udaljenih oblasti koje se međusobno jako razlikuju po klimatskim osobinama, kao na primer vlažne mase sa Atlantskog okeana ili suve kontinentalno - polarne mase koje uslovljavaju potpuno različito vreme. Prema istom autoru klima Beograda se prema Kepenovoj klasifikaciji (1931) može označiti sa Cfwax. Prema Unkašević (1994) trajanje sijanja Sunca u Beogradu godišnje je 2060,7 časova, intenzitet globalnog zračenja je 648,9 W/m² (najjače u junu 1007,1 W/m² a najslabije u decembru 242,2 W/m²), srednja godišnja temperatura vazduha je 11,8°C.

Kao posledica urbanizacije usled izgradnje naselja sa visokim, gusto zbijenim objektima, asfaltiranjem ulica i upotrebe velike količine betona, pojavljivanja novih izvora toplote, smanjivanjem vegetacijskog pokrivača javljaju se "ostrva toplote" (Unkašević, 1994) i "gradska klima" (Popović, 1990). Delovi grada gde se formiraju ostrva toplote imaju 2-3 stepena veću minimalnu temperaturu od okoline zbog velikog toplotnog kapaciteta betona i asfalta tako da je dnevna akumulacija toplote veća ovde nego u okolini, a noću se ova akumulirana toplota emituje što daje višu temperaturu nego u okolnom prigradskom području (Unkašević, 1994). Takođe, na lokalnu cirkulaciju vazduha utiče i raspored ulica i zgrada. Prema Popović (1990) gradska klima je nastala zbog posledica urbanizacije naselja i čovekove delatnosti sa kombinacijom lokalnih uticaja mezo i mikro klime a odlikuje se: stvaranjem "ostrva toplote" gde centralni delovi grada imaju višu srednju temperaturu od okolnih predela za 1,2 ili 3°C, u zimskom periodu godine pri stabilnoj vremenskoj situaciji u nižim predelima stvara se "jezgro hladnog vazduha" i jako izražene prizemna inverzija temperature gde temperaturna razlika može biti između viših i nižih delova grada 5-10°C, povećana je zagađenost vazduha sumpor-dioksidom, dimom i različitim tvrdim, tečnim i gasovitim česticama koje dovode do slabljenja sunčeve radijacije za 10 do 20% kao i prelaska gradske magle u "smog".

4.2.3 Pedološki objekti

Pedodiverzitet Beograda je predstavljen raznovrsnim tipovima zemljišta i njihovim rasprostranjenjem, nastalim kao posledica brojnih pedogenetskih faktora tokom dugačke i burne geološke istorije. Urbanizacija je usloвила brzu i drastičnu demografsku i prostornu transformaciju Beograda, a zemljište je pod velikim pritiskom usled intenzivne poljoprivrede, izgradnje industrijskih kompleksa i infrastrukturnih objekata, planske i neplanske izgradnje naselja, eksploatacije rude i građevinskog materijala, uništavanjem biljnog pokrivača itd.

Složen geološki sastav, vegetacija, klima i velika raščlanjenost reljefa usloveli su raznovrsnost zemljišta na teritoriji Beograda, a značajnu ulogu, uglavnom degradirajuću, u strukturi zemljišta u gradskoj zoni ima ljudski faktor (direktno i indirektno). Kao posledica veoma različitih pedogenetskih faktora formirani su brojni tipovi zemljišta.

Prema geografskoj distribuciji zemljišta u Beogradu su zastupljena: zonalna, azonalna, intrazonalna i nerazvijena zemljišta. Zonalna su ona koja se razvijaju u skladu sa klimom i biološkim činiocima određenog područja. Na profilu tih zemljišta dobro se razlikuje više horizonata. To su: glej, smeđe šumsko zemljište, černozem, crnica. Azonalna zemljišta su mlada zemljišta na čijem se profilu ne vide horizonti. Nastaju erozijom i taloženjem, a unutrašnji su procesi vrlo slabi. Ta su zemljišta nerazvijena, a najčešća su u podnožju planina i u rečnim dolinama. To su: regosoli (na vulkanskom pepelu ili peščanim dinamama), litosoli (plitka planinska zemljišta na stenama), diluvijalna, aluvijalna (u nizijama, transport materijala rečnim tokovima), rendzine (na krečnjaku u planinskim oblastima). Intrazonalna zemljišta se razvijaju u specifičnim pedogenetskim uslovima na peskovitim, karbonatnim supstratima. To su: hidromorfna (veoma vlažna, močvarna, tresetska zemljišta) i halomorfna (slana zemljišta).

Prema uticaju vlažnosti na proces pedogeneze, zemljišta koja se sreću na teritoriji Beogradu mogu biti:

1. Autogena zemljišta – nastaju pod uticajem vlaženja atmosferskom vodom bez zadržavanja u profilu,

2. Hidrogena zemljišta – povremeno ili trajno prisustvo vode koja nije zaslanjena,
3. Halogena zemljišta – dodatno prisustvo podzemne slane ili alkalizovane vode,
4. Subakvalna zemljišta – nastaju u podvodnim uslovima plićih jezera, bara, i močvara.

Teritorija Beograda obuhvata dva pedogeografska reiona (od ukupno tri koliko ih ima u Srbiji): prvi pedogeografski rejon, severno od Save i Dunava, je stepsko i šumsko-stepsko područje Panonske nizije i njen obodni deo (aluvijalni nanosi na rečnim terasama, na kojima se razvijaju fluvisoli, semiglejna zemljišta, ritska crnica, močvarnoglejna i halomorfna zemljišta i lesni platoi s černozeom i lesne terase na kojima se razvijaju černozeomno oglejeno zemljište i slatine) i drugi pedogeografski rejon koji se prostire južno od Save i Dunava gde preovlađuju tercijarni jezerski sedimenti. Na lakšim jezerskim sedimentima razvila se gajnjača – eutrično smeđe (tipično i lesivirano) zemljište, koje dominira u sekvenci: regosol – rendzina – eutrično smeđe – luvisol dok se na teškim jezerskim sedimentima pretežno nalazi smonica. Na manjim površinama lesa nalazi se černozeom. U oblastima izražene erozije ima mnogo koluvijalnih zemljišta, a na nižim rečnim terasama su fluvisoli, semiglejna, euglejna i ritska zemljišta.

Tabela 5. Tipovi zemljišta na prostoru Beograda (prema Škorić *et al.*, 1985)

Br.	Tip zemljišta	Klasa i građa profila	Opis	Rasprostranjenje
AUTOMORFNA ZEMLJIŠTA				
	Krečnjačko dolomitna crnica (Kalkomelanosol)	Humusno akumulativna zemljišta A-C ili A-R građa profila	Livadaska zemljišta razvijena na kompaktnoj krečnjačkoj i dolomitskoj podlozi.	Kompaktna krečnjačka podloga je usporila proces pedogeneze pa su ova zemljišta evolucijski mlađa od nekih geološki mlađih zemljišta. Formiraju se na kračnjaku i dolomitu na svim nadmorskim

				visinama u sušnijim pedoklimatskim uslovima.
	Humusno silikatno zemljište (Ranker)	Humusno akumulativna zemljišta A-C ili A-R građa profila	Formiraju se na silikatnim stenama i perioditima gde je dobra drenaža terena. Na višim nadmorskim visinama to su livadska zemljišta a na nižim travno-šumska.	Javljaju se u brdsko-planinskom području južno od Save i Dunava.
	Černoziem	Humusno akumulativna zemljišta A-C građa profila	Formiraju se u travnostepskim i šumostepskim zonama, najčešće na lesu karbonatnog sastava i velike poroznosti. Postoje različiti varijeteti: opodzoljeni, zaslanjeni, lesivirani, ogajnječeni, alkalizovan, pseudo glejni, tipični černoziem.	Rasprostanjeni su najviše na ravninama, u velikim kotlinama i na malo erodiranim brdsko-planinskim stranama.
	Rendzine	Humusno akumulativna zemljišta A-C građa profila	Nastaju na rastresitim karbonatnim supstratima gde je zemljište dobro drenirano, pokriveno četinarskim i listopadnim šumama sa travnatim pokrivačem.	Ova zemljišta se mogu obrazovati na različitim matičnim stenama u različitim klimatskim uslovima u brdsko-planinskim područjima.
	Smonica	Humusno	Razvijaju se na	Javljaju se u

	(Vertisol)	akumulativna zemljišta A-C građa profila	jezerskim sedimentima sa velikim sadržajem minerala gline (montmoriloniti) male propusne moći gde postoji izražena smena vlažnog i sušnog perioda	dolinama reka, na rečnim terasama i u udubljenjima sa dosta vlage na nadmorskim visinama 200-300 m.
	Bazična smeđa zemljišta - Gajnjača (Eutrični kambisol)	Kambična zemljišta (smeđa), A-(B)-C građe profila	Šumsko zemljište nastalo na teritoriji listopadnih (hrastovih) šuma. Najčešće se razvijaju na tercijarnim jezerskim sedimentima ali i na drugim stenama.	Javljaju se na brdovitom reljefu 200-500 m nadmorske visine, najčešće na južnim ekspozicijama.
	Distrično smeđe-Kiselo smeđe (Distrični kambisol)	Kambična zemljišta (smeđa), A-(B)-C građe profila	Šumsko zemljište nastalo na kvarcnom silikatnom supstratu na teritoriji listopadnih, ređe listopadno-četinarskih šuma.	Javljaju se u brdskim oblastima, najčešće na severnim ekspozicijama koje su vlažnije.
	Zemljišta na serpentinu (Ranker i Eutrično smeđe na serpentinu)	Kambična zemljišta (smeđa), A-(B)-C građe profila	Eutrično smeđe nastaju na serpentinisanim perioditima kao matičnom supstratu. Sadrže veće količine Mg.	Formira se na brdsko-planinskom reljefu, na terenu sa nagibima.
	Smeđe krečnjačko (Kalkokambisol)	Kambična zemljišta (smeđa), A-(B)-C građe profila	Razvijaju se na čvrstim krečnjacima i dolomitima, Najčešće pokriveno	Razvijena u brdsko-planinskim područjima sa različitim nagibima terena i klimatskim uslovima.

			šumskom vegetacijom	
	Luvisol (Ilimerizovano zemljište ili lesivirano zemljište)	Eluvijalno iluvijalna zemljišta A-E-Bt-C ili A-E-Bt-R	Nastaju na nevezanim, ilovastim jezerskim sedimentima u uslovima vlažnije klime. Najčešće zemljišta bukovih ili mešovitih šuma.	Razvijaju se na blagim terenima na 100-700 m n.v. u dolinama reka, rečnim terasama i ravničarskim predelima južno od Save i Dunava.
	Rigosol	Antropogena zemljišta, P-C profil	Nastala dubokim preoravanjem čime je došlo do mešanja dva ili više pedološka horizonta.	Na mestima intenzivne poljoprivredne proizvodnje u Beogradu i okolini.
	Hortisol		Zemljišta koja se nastaju nakon intenzivna obrade i upotrebe hemijskih sredstava pri čemu je došlo do promene strukture i osobina prirodnog zemljišta.	Najizrazitije u baštama okućnica u gradskim i prigradskim naseljima.
	Deposol	Tehnogena zemljišta, građa profila ima više slojeva, međusobno genetski ne povezanih, obeležavaju se rimskim brojevima po redosledu pojavljivanja.	Veštački stvorena zemljišta nastala deponovanjem materijala različitog porekla.	Različite deponije nastale nakon eksploatacije mineralnih sirovina, deponovanjem komunalnog i industrijskog otpada kao i zemljišta nastala nasipanjem materijala različitog porekla.
	Flotacioni mulj i materijal - nanosi			U blizini industrijskih

	otpadnim vodama			postojenja na primer ugljeni mulj nastao pranjem lignita (Lazarevac)
	Nanosi iz vazduha			Okolina TE "Nikola Tesla" u Obrenovcu i rudarskog basena Kolubara
HIDROMORFNA ZEMLJIŠTA				
	Pseudoglej	Pseudoglejna zemljišta A-Eg-Bg-C građe profila	Zemljišta koja nastaju pod uticajem zastoja gravitacionih voda	Nastaju u nizijskimm područjima (aluvijalne i rečne terase) i blago zatalasanom reljefu.
	Karbonatno aluvijalno zemljište (Fluvisol)	Nerazvijena, slojevi ili (A)-G ili (A)-C građe profila	Zemljišta koja nastaju pod uticajem poplavnih voda, recentni rečni nanosi	Rasprostranjena su duž tokova velikih ravničarskih reka. Smenjivanje velikih voda (poplavnih talasa) i malovodnih perioda utiču na njihov karakter.
	Livadska zemljišta: A-C-G (Semiglej) ili AG	Semiglejna zemljišta	Zemljišta koja nastaju pod uticajem podzemnih voda koje mogu biti na različitim dubinama dok gornji deo profila ostaje van uticaja podzemnih voda.	Razvijaju se u aluvijalnim ravnima rečnih dolina ili u područjima van aluvijalnih ravni koja imaju osobine rita.
	Mineralna barska zemljišta (Euglej)	Glejna zemljišta, A-G građe profila	Zemljišta koja nastaju pod uticajem podzemnih voda koje su konstantne i koje slabo cirkulišu.	Razvijaju se u rečnim dolinama u najnižim delovima i ulegnućima gde su visoke podzemne vode. Javlja se u svim klimatskim

				uslovima.
	Ritska crnica (Humoglej)	Glejna zemljišta, A-G građe profila	Zemljišta bogata humusom koja nastaju pod uticajem podzemnih voda, uz prisustvo poplavnih voda atmosferskog taloga.	Razvijaju se u obodnom, sniženom delu aluvijalnih ravni, gde se nagomilava velika količina organske materije i rečnog mulja. Sreće se u dolinama velikih reka gde se javljaju ritovi.
	Hidromeliorirano	Antropogena zemljišta, građa profila P-G	Zemljišta koja nastaju antropogenim snižavanjem nivoa podzemne vode najčešće u cilju odbrane od poplava zbog čega je prekinut pedogenetski proces. Dele se na osnovu izvornog tipa tla.	Isušena vlažna zemljišta u aluvijalnim ravnima većih reka.
HALOMORFNA ZEMLJIŠTA				
	Solončak (zaslanjena) zemljišta	Akutna zaslanjena zemljišta, Asa-G ili Asa-CG profil	Nastaju u uslovima zaslanjene podzemne vode.	Glavni izvor stvaranja soli je matični supstrat koji se raspada ali i pod uticajem sonih stena (evaporita) ili podzemne slane vode koja je tektonskim pokretima izbila na površinu.
	Solonjec (alkalizovana) zemljišta	Eluvijalno-iluvijalna alkalna zemljišta, profil A/E-Asa-Bt, na C	Nastaju u uslovima zaslanjene vode, imaju manje soli od solončaka i veoma složenu građu profila	

Na osnovu klasifikacije prikazane u tabeli 5 vidi se da je raznovrsnost zemljišnih tipova posledica različitih pedogenetskih faktora pre svega reljefa, hidroloških karakteristika, geološke građe i topografije, dok su klimatski uslovi imali manji

uticaj. Antonović & Moskovljević (1989) smatraju da je raznovrsnost zemljišta u Beogradu vezana za tri jasno izražene geomorfološke celine. Prva celina je Pančevački rit sa automorfnim, hidromorfnim i halomorfnim zemljištima, gde su najzastupljeniji černoze, humoglej, semiglej, euglej, fluviosol, arenosol, solončak. Druga celina je jugoistočni Srem, koji se sastoji iz tri dela: Sremski lesni plato (iznad 90 m n.v.), Sremska lesna terasa (75-78 m n.v.) i aluvijalna ravan Save (71-73 m n.v.). Na platou je formiran černoze, u depresijama izluženi černoze, a na nižim terenima sa višim nivoom podzemne vode pojavljuje se livadski černoze. Na nižim delovima terase nalazi se izluženi černoze, černoze sa jasnim znacima posmeđivanja i eutrični kambisol na lesu, kao i izluženi kambisol, dok su najniži delovi terase pod hidromorfnim i halomorfnim zemljištem, zavisno od položaja, dubine i zaslanjenosti podzemne vode. Treća celina nalazi se južno od Save i Dunava, ima veliki broj zemljišnih formacija: litosoli, arenosoli, koluvijalna zemljišta, černoze, smonica, eutrični kambisol, luvisol, aluvijalna zemljišta, semiglej, humoglej, euglej i pseudoglej.

U Beogradu kao urbanoj sredini posebno su zastupljena antropogena i antropogenizovana zemljišta kod kojih je osim zagađenosti došlo i do promene građe samog zemljišnog profila u zavisnosti od jačine antropogenog faktora. Kod antropogenih zemljišta došlo je do prekida sa inicijalnim, prirodnim supstratom dok je kod antropogenizovanih do promena došlo samo u površinskom delu dok su donji delovi profila zadržali svoje inicijalne osobine. Prema Vratuša (1987a, 1997, 1999) u samom centru grada, tamo gde uopšte ima otvorenog zemljišta, uglavnom se radi o antropogenim supstratima u kojima je došlo do poremećaja prirodnih pedogenetskih procesa gde su površinski horizonti zemljišta uglavnom uklonjeni, zamenjeni ili pomešani sa različitim zemljišnim materijalom, doneseni iz nedefinisanih pozajmišta. Još jedna specifičnost za pedodiverzitet Beograda je teren Novog Beograda gde je nekadašnje močvarno područje nasuto najpre refulisanim peskom, a zatim i zemljišnim materijalom različitog porekla i osobina, što je dovelo do formiranja zemljišnog pokrivača veoma šarolikog karaktera (Vratuša 1986, 1987a, 1987b, 1999).

Klasifikacija ljudskom aktivnošću izmenjenih zemljišta je dosta kompleksna. Prema klasifikaciji (Škorić *et al.*, 1985) gradska zemljišta u Beogradu najviše odgovaraju deposolima, ali ne u potpunosti, jer u ovoj klasifikaciji deposol se odnosi na zemljište gde se odlaže otpad iz različitih tehnoloških procesa (Vratuša 1999). Na teritoriji Beograda ima i ostalih tipova antropogenih i tehnogenih zemljišta, posebno u područjima intenzivne poljoprivredne proizvodnje (šira okolina Beograda), oko industrijskih i energetske postrojenja (posebno Rudarskog basena "Kolubara" i TE "Nikola Tesla" u Obrenovcu), urbanizovanih prigradskih područja (Lazarevac, Obrenovac, Mladenovac, Barajevo itd). Prema WRB (*World Reference Base for Soil Resources*) klasifikaciji (IUSS WORKING GROUP WRB, 2006) ova zemljišta spadaju u grupu zemljišta sa snažnim uticajem čoveka koja se dele na: antroposoli-zemljišta koja se dugo i intenzivno koriste u poljoprivredi i tehnosoli-zemljišta u kojima se nalaze artefakti. Antrosoli su zemljišta koja su nastala ili su modifikovana dugogodišnjim ljudskim aktivnostima u svrhu poljoprivredne proizvodnje (oranje, navodnjavanje, đubrenje itd). U zavisnosti od preovlađujuće aktivnosti vrši se i njihova podela (eng. *hortic, hydragric, irrigric, plaggic, terric*). Za geonasleđe antroposoli su od značaja jer se njihovom analizom može saznati poljoprivredna aktivnost čoveka tokom istorije kao i prirodni uslovi koji su vladali u tim periodima. Zemljišta koja sadrže "antropogeni zemljišni materijal" (raznovrsne deponije) ne spadaju u kategoriju Antrosoli jer u njima nema dokaza pedogenetskih procesa i promena. Ona se svrstavaju u grupu Tehnosoli. Tehnosoli (predložene za WRB klasifikaciju 2006) su zemljišta pod jakim antropogenim uticajem (urbana, industrijska, saobraćajna, vojna) i kolektivno se odnose na "urbana zemljišta".

Zbog jakog antropogenog uticaja dolazi i do promene u prirodnim uslovima koji utiču na razvoj čime se sprečava efikasno pružanje ekosistemskih usluga, posebno značaja koje ima kao stanište za živi svet. Antropogeno izazvana promena nivoa podzemnih voda utiče negativno na hidrogena zemljišta i njihov biodiverzitet. Zbog značaja za živi svet (posebno ptice) močvarna staništa, mesta gde su ova zemljišta najzastupljenija, predmet su međunarodnih pregovora i obuhvaćena su Ramstarskom konvencijom koja se bavi održivim upravljanjem vlažnih područja. U

Beogradu je došlo do promena u pedogenezi usled promene hidrogeoloških uslova na aluvijalnim nanosima priobalnog područja i rečnih ada (Avdalović & Jović 1984, Jović & Avdalović 1985). Sečom šuma, izgradnjom nasipa i stvaranjem Savskog jezera, kopanjem reni bunara u Makišu, kao i svodenjem reke Save u njeno sadašnje korito došlo je do opadanja nivoa podzemnih voda i stvaranja pedogenetskih uslova za prelazak hidromorfnih zemljišta u automorfna (Ada Ciganlija, Makiš). Suprotno, na Adi Huji, usled izgradnje brane za HE Đerdap, došlo je do uspora Dunava i podizanja nivoa podzemne vode (za 50 cm) što je prouzrokovalo razvoj vlažnih i prelaza poluvlažnih u vlažna zemljišta. Izgradnja hidrosistema Đerdap poremetila je prirodne uslove u forlandu Dunava, Save, Tise i Tamiša gde je došlo je do negativnog delovanja usled uspora vode. Forlandi su značajni za geodiverzitet Beograda i imaju veliki ekonomski i ekološki značaj. Usled podizanja nivoa podzemnih voda i povećanog vlaženja proces hidrogenizacije je zahvatio zemljišta u forlandima koje je aluvijalnog porekla naročito na nižim delovima reljefa koji su i dugotrajnije pod uticajem kapilarnog prevlaživanja (Stamenković *et al.*, 1990). Istraživani profili na kojima se poplavne vode zadržavaju duže ili kraće su: profil "Sibnica" u forlandu Dunava, profil "Mlace" u forlandu Tamiša, profil "Aradac" u forlandu Tise, profil "Orlovat" u forlandu Tamiša i profil "Progar" u forlandu Save (Stamenković *et al.*, 1990).

Posebnu kategoriju geodiverziteta Beograda čine fosilna zemljišta, jedina kategorija pedoloških objekata koja se nalazi u Inventaru geonasleđa Srbije (Zavod za zaštitu prirode Srbije, 2005). Od svega četiri navedena lokaliteta paleozemljišta od značaja za geonasleđe Srbije, profil Kapela u Batajnici se nalazi na teritoriji grada Beograda. Na profilu Kapela jasno je izraženo 6 fosilnih zemljišta - pogrebenih zemalja i na njemu se može pratiti razvoj lesnih i paleozemljišnih sekvenci tokom poslednjih 620.000 godina (Marković *et al.*, 2009). Zemunski lesni profil iako nije u Inventaru geonasleđa Srbije je pod zaštitom od 2013. godine. Na Zemunskom lesnom profilu izražena su 4 horizonta fosilnog zemljišta - pogrebene zemlje, a na njemu se može pratiti razvoj lesnih tvorevina u poslednjih skoro milion godina (Zavod za zaštitu prirode, 2008a, 2008b). Održivo upravljanje ovih zemljišta otežava činjenica da je proces formiranja zemljišta završen.

Deo geodiverziteta Beograda su i zemljišta koja imaju kulturnu vrednost odnosno sva zemljišta u kojima se nalaze značajni arheološki lokaliteti. Takva su na primer zemljišta na lokalitetima: Vinča – Belo brdo, Agino brdo kod Grocke, Beli Breg, Goli Breg, Crkvine i sl.

4.2.4 Geoarheološki objekti

Geoarheološki objekti, kao deo geodiverziteta Beograda, obuhvataju arheološke lokalitete iz kojih se može saznati kakva je Zemlja bila u svojoj bližoj prošlosti i kakvi su paleoekološki uslovi vladali na njoj, objekte koji pokazuju kakav su odnos prvobitne ljudske zajednice imale prema svom prirodnom okruženju od koga su u najvećoj meri zavisile (Ilić, 2006). Dosadašnja arheološka istraživanja nedovoljno su se bavila odnosom prirode i starih kultura, a akcenat je uglavnom stavljan na ostatke materijalne kulture (Jovanović, 1998b). Na teritoriji Beograda izuzetak predstavlja područje Vinče gde su vršena i još uvek se vrše intenzivna istraživanja nekadašnjih prirodnih uslova i odnosa čoveka prema svom okruženju (Rundić *et al.*, 2012). Geoarheološko nasleđe je od značaja i za zemljište, s obzirom na to da se većina nalazi zakopano na određenoj dubini, dodajući zemljištu i kulturnu vrednost. Takođe, značaju geoarheoloških objekata doprinosi i kamen koji je korišćen za njihovu izgradnju a što je moguće analizirati na pojedinim lokalitetima. Prema Jovanović (1998b) zajedništvo spomenika kulture i prirode uočava se na najvećem broju nalazišta bez obzira kom kulturnom periodu oni pripadaju zbog čega je potrebno sprovesti zajedničku zaštitu zbog toga što spomenici kulture po samom svom postanku predstavljaju nedeljivu celinu sa svojim prirodnim okruženjem.

Značaj geoarheoloških lokaliteta oslikava se u činjenici da su prastanovnici bili povezani i da su zavisili od tadašnjeg geodiverziteta. To se ogleda kroz lokacije pećina u kojima su prvobitno živeli, izboru lokacija za podizanje prvobitnih objekata stanovanja i naselja, korišćenja zemljišta, vode, metalnih i nemetalnih sirovina. Njihov život i rad je direktno zavisio od georaznovrsnosti. I sam Beograd se razvijao u zavisnosti koliko je ta raznovrsnost bila povoljna ili ne, i koliko je on

bio u mogućnosti da je prilagodi svojim potrebama. Uz obale reke dugo su se nalazile bare koje su sprečavale širenje grada ka rekama zbog čega se grad razvijao na padinama brdske kose koja se prostire od Vračara prema Kalemegdanu (Antonić, 1995). Iako se Beograd odlikuje izuzetno povoljnim prirodnim uslovima za život i privrednu aktivnost stanovništva (plodno zemljište, blizina dve velike reke, povoljni klimatski uslovi, rudni resursi) oni nisu bili usklađeni sa izuzetno burnim društveno-istorijskim događanjima na ovim prostorima (različite civilizacije, česti ratovi, rušenja i stalna obnavljanja, požari itd). Pouzdano se zna da je Beograd bio naseljen još od neolita (Antonić, 1995).

Pouzdana dokazi prvih prastanovnika Beograda još nisu sa sigurnošću utvrđeni i nedovoljno su pouzdani. U literaturi se navode tragovi koji su pronađeni na teritoriji Beograda ali dokazi nisu sačuvani. Tasić (1995) navodi postojanje podataka, koji više indiciraju nego što daju informacije o staništu ili kulturi paleolitskog čoveka, o lobanji koja je pronađena zajedno sa pleistocenom faunom i artefaktima u sada već uništenoj pećini (abrija) na strmom odseku Banovog brda ka Savi. Radovanović (1960) navodi da je uz konstatovane tragove pleistocene kopnene faune paleontolog Đoka Jovanović 1890. godine otkrio dolihokefalnu lobanju neandertalskog tipa (*Homo primigenius Neanderthalensis*) koja ima sličnosti sa lobanjom Krapinskog čoveka koji je živio pre 115-110 hiljada godina. Međutim, ova lobanja je izgubljena. Ovaj tzv. Beogradski dunavski čovek nije bio jedini identifikovani pa izgubljeni prastanovnik Beograda. Tokom podizanja Savskog železničkog mosta 1884. godine otkrivena je lobanja tzv. Beogradskog savskog čoveka za koju se predpostavlja da datira iz perioda pre 435 - 230 hiljada godina. I ova lobanja danas ne postoji, kao i ona pronađena prilikom kopanja temelja za Beogradsku pivaru u Skadarliji za koju se verovalo da pripada rasi *Homo primigenius* (Garašanin, 1974). Nešto pouzdanija ali i dalje na nivou indikacija su nalazišta iz mlađeg paleolita na Banovom brdu i blizini Save (Garašanin, 1974).

Za razliku od paleolita (starije kameno doba), tragovi neolitskog (mlađe kameno doba) čoveka su mnogo jasniji i bolje istraženi. Svi nalazi iz ovog perioda mogu se pripisati dvema velikim kulturnim grupama: starčevačkoj i vinčanskoj. Prema Garašanin (1974) lokaliteti iz starije starčevačke faze, u kojoj je zemljoradničko

stanovništvo koristilo uglučana kamena oruđa i bavilo se proizvodnjom keramike (prvo grube pa zatim slikane), su pronađeni na Belom brdu u Vinči, u Zemunu, Skeli kod Obrenovca, Dubočje kod Grocke, Lug u Zvečki i Đurića vinograde u Grabovcu kod Obrenovca, Baštine kod Obreža, u Stublinama kod Obrenovca, kod Dobanovaca. Ovi lokaliteti su značajni i sa aspekta geonasleđa jer se njihovim proučavanjem saznaje kakvi su prirodni uslovi vladali u tom periodu geološke istorije i kako su se prvobitne ljudske zajednice prilagođavale tim uslovima, kao i kakav su odnos imale prema svom životnom okruženju i resursima kojima su raspolagali. Prema Garašanin (1974) naselja iz ovog doba su podizana na rečnim terasama ili uzvišenjima-gredama na močvarnom terenu gde su bili zaštićeni od poplava. To su bila privremena naselja primitivnih zemljoradnika koja su napušтана kada bi se iscrpeli dostupni resursi. Oruđe za rad su pravili od kamena (kremen) i kostiju životinja. Mnogo rasprostranjenija je druga neolitska grupa - vinčanska koja je počela da se istražuje još početkom 20. veka na lokalitetu u Vinči. Iz tog perioda su i lokaliteti: Čaršija kod Ripnja, Kremenite njive kod Barajeva, Boždarevac, Jablanica u Međulužju, Mali drum u Popoviću, Agino brdo u Grockoj, lokaliteti kod Brestovika, Žarkovo, Rt u Železniku, Leštane, Kumodraž, Jasenje brdo u Vukićevici, Crkvine u Stublinama, Beogradskoj tvrđavi, Banjici i Čukarici. Posebno su značajni Žarkovo, Kormadin u Jakovu i Beletnica u Obrežu jer pripadaju kasnoj etapi vinčansko – pločničke faze te su poslužili za izolovano proučavanje ove etape koja je klasična varijanta vinčanske grupe. Tokom razvoja vinčanske grupe Beograd je bio mnogo naseljeniji, a položaj naselja se nije razlikovao mnogo od vremena starčevačke grupe. Stanovništvo nastavlja tradiciju izrade kvalitetne keramike karakterističnu i za starčevačku kulturu. Pronađeni ostaci naselja na uzvišenjima ukazuju na burnije događaje jer su ona strateški građena na mestima gde je bilo lakše kontrolisati okolinu kao i u blizini potoka i izvora (Garašanin, 1974). I ova naselja su gradili zemljoradnici koji su se bavili obradom kamena i grnčarstvom.

Pokazatelji dešavanja u periodu bakarnog doba (eneolit) kada su plemena stočara iz raznih pravaca (indoevropska plemena) pristizala ka području Beograda sudarajući se sa lokalnim zemljoradničkim plemenima vinčanske kulture

pronađeni su u Prigrevici u Zemunu, Ciglana u Dobanovcima, na više mesta na visokoj dunavskoj lesnoj terasi između Zemuna i Batajnice (Tasić, 1995), Dubočaji u Grockoj, Rospi Ćupriji na Karaburmi i Stojića gumnu u Belegišu. Iz ovog perioda pronađene su različite bakarne sekire što ukazuje na korišćenje metala i početke razvoja rudarstva. Sekire iz ovog perioda su pronađene u Ripnju, Begaljici, Žarkovu, Gornjem gradu, Vinči. Iz ovog, postvinčanskog perioda datiraju i počeci rudarenja na Šupljoj steni. Još uvek nije precizno utvrđeno da li se ruda iz Šuplje stene koristila u vreme vinčanske kulture kao i gde i kako je korišćena i kopana ruda cinobarit iz ovog rudnika (Garašanin, 1974).

Prema Garašaninu (1974) ulazak u bronzano doba označava period stabilizacije i početak jednog dužeg mirnijeg razdoblja na teritoriji Beograda (period od XVIII do XII veka pre n.e). Malo je dokaza početaka bronzanog doba a oni koji postoje upućuju da su se nastavile razvijati zemljoradnja i stočarstvo kao i metalurgija. Iz tih prvih perioda ne postoje ostaci neke značajnije kulturne grupe sve do srednjeg bronzanog doba pre oko 1600 godina pre n.e. čiji nalazi su pronađeni u Vinči i kasnijeg perioda u grobovima (nekropoloma) na više lokaliteta (Tasić, 1995) u Beogradu (Ritopek, Rospi Ćuprija, Surčin, Višnjica, Veliko Selo, Sremčica, Zemun, Surčin, Dobanovci, Jakovo).

Period prvog dela gvozdenog doba od XII do VIII veka pre n.e. se smatra veoma burnim usled velikih migracija (egejske seobe) i sukoba i formiranja ilirskih, tračkih i dačkih plemena. Najstariji ostaci iz ovog perioda se vezuju za grobove - nekropole pronađene u Jakovu, Ritopeku i Rospi Ćupriji. Od značaja su i pronađene ostave sa metalnim predmetima kod Auto Komande, Jakova, Vinče, Žarkova, Barajeva, Zemuna. Nakon burnog prvog perioda nastaje period stabilnijeg drugog dela gvozdenog doba koji traje od VIII do VI veka pre n.e. Ne postoji dovoljno nalaza iz ovog perioda da bi se tačno utvrdili uslovi i način života stanovništva tog perioda na teritoriji Beograda i kulturna pripadnost. Neki od pronađenih predmeta u Rudovcima, Glasinca, Radinca, Vranova, Kosmaja povezuje se sa ilirskom kulturom. Za razliku od ovog perioda, treća etapa gvozdenog doba od VI do IV veka pre n.e. je ostavila jasnije tragove povezanosti sa ilirskom kulturom na teritoriji Beograda (Garašanin, 1974; Tasić, 1995).

Prema Garašaninu (1974) od IV veka pre n.e. počinje period keltske dominacije o čemu postoje i prvi pisani zapisi u antičkim spisima. Posebno značajno za Beograd su pleme Skordiska koji su naseljavali područje oko ušća Save u Dunav. Ostaci najstarijeg keltskog naselja su pronađeni na Rospri Ćupriji i Karaburmi u vidu nekropola, a tragova Kelta ima i na Gardošu u Zemunu, Jakovu, Obrenovcu, Ritopeku, Vinči, Guberevcu, Bačevci u Lisoviću, Visoka Ravan u Brestoviku, Mislođin, Zvečka kod Obrenovca (pronađena ostava sa oružjem). Dve najbolje istražene nekropole iz perioda od II do I veka pre n.e. nalaze se na Paliluli: jedna kod Karaburme sa 96 grobova i druga manja kod Rospri Ćuprije. Ovde su pronađeni i ostaci manjih naselja pa se pretpostavlja da se keltski Singidunum nalazio iznad Višnjičkog ili Mirijeuskog potoka (Tasić, 1995). Kasnije su Rimljani izgradili vojno utvrđenje u današnjem Gornjem gradu i preuzeli ime Singidunum (dunum na keltskom znači grad).

Razvoj Beograda kao gradskog naselja od rimskog perioda do danas bio je u skladu više sa društveno-političkim nego prirodnim uslovima tj. što su društveno-ekonomski uslovi bili povoljniji više su se koristile prirodne pogodnosti kojima Beograd raspolaže. Na to ukazuju i brojni istorijski i arheološki nalazi. Svi arheološki lokaliteti pripadaju i geonasleđu Beograda jer predstavljaju prve zapise koji se čuvaju u zemljištu, pre pojave pisanih dokumenata, o prirodnim i kulturnim uslovima u kojima su živeli prvi stanovnici Beograda. Podaci o prvim naseljima uništeni su kasnijom izgradnjom ili su ostali zauvek zarobljeni ispod velike količine betona i asfalta sadašnjeg Beograda. Njihovo proučavanje i iskopavanje zahteva ogromna materijalna sredstva ponekad čak i rušenje objekata ispod čijih temelja su ostali zarobljeni dokazi.

4.2.4.1 Arheometalurško objekti kao deo geodiverziteta Beograda

Grupu geoarheoloških objekata predstavljaju i arheometalurški objekti koji zbog svojih pre svega kulturnih i socijalnih vrednosti i bliskom povezanošću sa geološkim diverzitetom čine posebnu kategoriju objekata geonasleđa. Prema Jovanović (1998b) "budući program arheometalurških istraživanja neodvojiv je od zaštite i očuvanja prirodnih retkosti nalazišta različitih ruda koje su se koristile za

izradu oruđa i oružja u paleolitu, zatim značajna pećinska staništa, prebivališta lovaca kao spomenici početka razdoblja civilizacije".

Pojava i razvoj ovih objekata u direktnoj je vezi sa različitim pojavama mineralnih sirovina na teritoriji Beograda, njihovim rasporedom i raspoloživim resursima. Bogatstvo i raznovrsnost geodiverziteta, pre svega metaličnih sirovina, uslovili su, predpostavlja se, pojavu prvih oblika rudarenja još u neolitu (vinčanska kultura) a sa sigurnošću se zna, na osnovu pronađenog oruđa i oružja, da je rudarenje zaživelo tokom eneolita (bakarno doba). Za ovaj period se vezuju i počeci rudarenja na Avali (Šuplja stena). Centri rudarenja metaličnih sirovina razvili su se na Avali a tokom rimskog perioda i na Kosmaju, i povezani su stenama koje su nastale kao posledica vulkanskih aktivnosti tokom mezozoika i paleogena. Rudarenje nemetalčnih sirovina sreće se na čitavoj teritoriji Beograda a odnosi se pre svega na eksploataciju kamena, šalitre, opekarske gline, kvarcnog peska, šljunka itd.

Osim značaja raznovrsnosti zemljišta na gearheologiju Scott *et al.* (2008) smatraju da su pojedini elementi industrijske arheologije primeri primenjene geologije i zbog toga značajna komponenta geodiverziteta nekog područja. Primenjena geologija se odnosi na korišćenje resursa i s njim u vezi pojave rudnika metalčnih i nemetalčnih ruda kao i deponije rudarskog otpada. Na teritoriji Beograda od značaja za primenjenu geologiju su oblici kliženja tla koji su česti i donose veliku materijalnu štetu, korišćenje hidrogeoloških objekata kao i korišćenje kamena i drugih nemetalčnih sirovina u građevinarstvu za izgradnju objekata infrastrukture.

Vulkanska aktivnost je uslovila i pojavu orudnjavanja žive, olova, cinka, srebra itd. Na tradiciju rudarenja dugu 2500 godina na Avali ukazuju i brojni toponimi: Rupe, Crveni breg, Šuplja stena, Žuti breg i Žuti potok u Ripnju, Rupine, Gleđevac, Rupčine u Ripnju, Tučnica itd. (Zavod za zaštitu prirode, 2004). Ostaci rudarenja koji se danas sreću na Avali i okolini potiču iz mlađih perioda, dok je do starijih teže doći zbog novijih rudarskih aktivnosti koje su se uglavnom pokretale na već u ranijim periodima eksploatisanim lokalitetima. Danas se na Avali ne vrši eksploatacija mineralnih sirovina ali su tragovi rudarske aktivnosti (brojna

zarušena okna - svrtnjevi, potkopi, troske, rudnici) vidljivi na mnogim mestima: Šuplja stena, Crveni breg, Zvečara, Kriva ćuprija, Stari Seldau itd.

Najpoznatiji rudnik gde se vadila ruda cinabarit (zbog žive i crvene boje) u Srbiji je Šuplja stena (ukupna dužina hodnika preko 6000 m). Lokalitet je bio aktivan u nekoliko faza, prvi put još u neolotsko doba kada se ova ruda koristila za dobijanje crvene boje. U 19. veku ponovo oživljava i radi u periodu od 1885. g. do 1894. g. a zatim u periodu od 1968. g. do 1972. g. kada definitivno prestaje eksploatacija žive na Avali. Ruda cinabarit kao i samorodno živa se osim u Šupljoj steni vadila i na lokalitetima Dževerov kamen, Dževerov potok i Rupine, a ležište cinabarita se vezuje za pojave kvarcno karbonatnih i karbonatnih stena u okviru serpentinita na JI padinama Avale (Rundić, 2010). Osim žive u okolini rudnika se nalaze rudišta olova, cinka i srebra, a vršena je i eksploatacija kamena.

Osim žive na Avali se sreću lokaliteti na kojima se vadila olovocinkana ruda. Najpoznatiji lokaliteti prema Necić *et al.* (2005) su: Crveni breg (rude sfalerit, galenit, pirit, arsenopirit - olovo, cink, srebro i slabije bakar, ukupna dužina hodnika 6045 m, radio u prekidima, prvi put otvoren 1886. godine a poslednji put zatvoren 1953. godine), kao i lokaliteti Zvečara (sfalerit, galenit - srebro), Kriva ćuprija (ruda limonit-gvožđe a ima i malahita, lazurita i dr), Stari Sedlau (ruda olova, bakra, cinka i srebra), Rupe (rude olova, cinka, srebra, bakra a ima i arsena i žive, zatrpane i gaje se pšenica i kukuruz), Ciganlija (olovo, cink, bakar, srebro, kadmijum, arsen, barijum), Zovljak (olovo, bakar, srebro), Prečica (rude bulanžerit i džemsonit - olovo i srebro, a ima i cinka i bakra, svrtnjevi zatrpani i gaje se ratarske kulture), Džever kamen (živa, silicijum dioksid, gvožđe, kalcijum, magnezijum), Rupine (cinobarit – živa). Osim metaličnih ruda na Avali je vađen i kamen a najpoznatiji su lokaliteti: Ripanj (augit-kersantit stena poznata u građevinarstvu kao Ripanjski kersantit) i Kamenik (stene kalcedon i zeolit za građevinarstvo).

Prema Jovanović (1998b) sedište kosmajskog rudnog revira tokom rimskog perioda (I – IV vek nove ere) predstavljao je kastrum čiji se ostaci nalaze kod sela Stojnik gde je otkrivena rudarska galerija u dužini od oko 25 m sa nizom bočnih iskopa koja se po očuvanosti posebno izdvaja u rimskom rudarstvu na Balkanu.

Prema Milovanović (1990) geloška istraživanja izvode se od 1976. g. na području ležišta Babe koje pripada Kosmajskom rudnom polju tj. Šumadijskoj polimetalnoj rudnoj oblasti, u kojoj inače postoje brojne koncentracije olova i cinka, a prema istom autoru sam lokalitet Babe predstavlja jedan od najperspektivnijih lokaliteta u Srbiji u pogledu novih količina olova, cinka i srebra.

Stari rudnici pronađeni su i na Tašmajdanu (šalitra), Rakovici (kreč), Batajnici (opekarske sirovine), Višnjička banja (opekarske sirovine) a tragovi rudarenja nemetaličnih mineralnih sirovina kao što su tehnički i arhitektonski građevinski kamen, šljunak, pesak, opekarska glina itd. na više lokaliteta u Beogradu. Prema Filipović *et al.* (1980b) ugalj koji se u Kolubarskom basenu danas eksploatiše površinski u velikim kopovima, nekada se eksploatisao jamski u mestima Zvizdar, Radljevo, Junkovac i Baroševac. Osim u Kolubarskom basenu, ugalj se eksploatisao i u Kosmajsko – mladenovačkom basenu (Vlaška, Vlaško polje, Rajkovac, Nemanikuće, Američi, Velika Ivanča, Koraćica) kao i u okolini Grocke.

5. ZAŠTITA GEONASLEĐA KAO OSNOVA ODRŽIVOG UPRAVLJANJA GEODIVERZITETOM

Održivo upravljanje geodiverzitetom podrazumeva balans između korišćenja i zaštite. Ono podrazumeva izradu planova i strategija zaštite kojim bi se geodiverzitet sačuvao od negativnog antropogenog uticaja, ali i izradu planova zaštite stanovništva i materijalnih dobara od negativnih posledica različitih geoloških i drugih prirodnih procesa (zamljotresi, klizišta, poplave i sl). Prema Lokin (1990) održivo korišćenje podrazumeva pronalaženje "optimuma što većeg iskorišćavanja geoloških resursa radi zadovoljavanja odgovarajućih potreba ljudi i zaštite tih istih resursa od prekomerenog i neadekvatnog korišćenja". Takođe, isti autori smatraju da korišćenje geološke sredine kao prirodnog resursa ima svoju cenu koja mora biti utvrđena u svakom razvojnom i investicionom programu. Održivo upravljanje podrazumeva pre svega realnu procenu vrednosti i na osnovu nje utvrđen ekonomski nivo zaštite. Osim ekonomskog aspekta za održivo upravljanje je bitno usvajanje i sprovođenje zakonodavstva koje se odnosi na ovu oblast, usklađivanje zakonodavnih akata vezanih za korišćenje i zaštitu sa zakonodavstvom EU, primena adekvatnih tehničkih mera i edukacija na svim nivoima. Zaštita elemenata geodiverziteta ne može biti svrha sama po sebi. Ona mora biti tesno povezana sa korišćenjem. U zavisnosti od ugroženosti i vrednosti elemenata geodiverziteta određuje se i koliko i na koji način se oni mogu koristiti. Održivo upravljanje geodiverzitetom je neprekidni proces koji se mora zasnivati na naučnim principima i načelima demokratskog društva.

Poslednjih nekoliko decenija aktivnosti i studije u oblasti zaštite prirode su akcent stavljale na zaštitu živog sveta i značaj biološke konzervacije za opstanak čoveka. Geokonzervacija je postala aktuelna tek u poslednjih dve decenije i to sporadično i uglavnom kod naučnika iz oblasti geonauka. Iako su geološki i hidrološki procesi deo prirodnih procesa od kojih zavisi opstanak živog sveta i kulturnog nasleđa, oni su gurani u drugi plan. Početkom 1990-ih počela je da se koristi nova terminologija u kontekstu abiotičkog diverziteta kao što su geonasleđe, geosajt, geotop,

geoturizam, geokonzervacija, geopark a u cilju dodatnog naglašavanja važnosti zaštite i održivog upravljanja geodiverzitetom. Upravo nepostojanje adekvatne terminologije i njene upotrebe, nedovoljno informacija i shvatanje da su geološki oblici i procesi neuništivi i nepromenljivi su doprineli da aktivnosti na zaštiti geodiverziteta budu zapostavljene. Tome je doprinela i politika zaštite prirode vodećih svetskih organizacija u ovoj oblasti kao što je Svetska unija za konzervaciju prirode (IUCN) koja je zaštitu prirode i zaštićena prirodna dobra uvek posmatrala kroz prizmu biloških procesa i vrednosti. To pokazuje i činjenica da je tek 2014. godine osnovana Grupa za geonasleđe u okviru *IUCN World Commission on Protected Areas (WCPA)*. Nakon skoro 20 godina borbe 195 država članica se novembra 2015. godine usaglasilo da se ustanovi "UNESCO Global Geoparks" i time istakla važnost upravljanja geodiverzitetom i predelom u holističkom duhu. Zajedno sa ostala dva programa koja se odnose na zaštitu prirodne baštine: *World Heritage List* (bavi se zaštitom kulturnih i prirodnih mesta od svetskog značaja) i *World Network of the Man and Biosphere Reserves* (bavi se zaštitom biodiverziteta) ovaj program će omogućiti podizanje svesti o značaju zaštite prirodnih vrednosti. Odabir lokaliteta za zaštitu zasniva se na njegovim univerzalnim prirodnim vrednostima u koje spadaju i vrednosti geološkog karaktera. Kao dobar pokazatelj odnosa prema geodiverzitetu Gray (2008) navodi istraživanje Dingwall *et al.* (2005) koji su istraživali listu svetskog nasleđa (*World Heritage List*) da bi utvrdili da li je obuhvaćena cela geološka skala tj. da li su na listi lokaliteti koji predstavljaju sve geološke periode Zemlje. Rezultati su pokazali da na listi nema objekata iz pojedinih geoloških perioda npr. silura i da je prilično neadekvatna zastupljenost, posebno što su na listi samo dva stratigrafska lokaliteta što pokazuje da najznačajniji svetski stratotipovi nemaju međunarodnu zaštitu.

Radi bolje zaštite i promocije geonasleđa i povećanja svesti ljudi širom sveta o njegovom značaju, a i na zahtev određenog broja država-članica, UNESCO je od 2004. godine pokrenuo *Global Geoparks Network (GGN)*. Na osnovu kriterijuma Global Geoparks Network, geopark **nije** "oblast izuzetnog, pojedinačnog objekta geološkog nasleđa, niti pojedinačna lokacija od geološkog značaja, niti oblast koja je ograničena samo za naučnike, niti geološki tematski park, nije oblast gde lokalna

zajednica nije uključena, ili gde ne postoji strategija održivog ekonomskog razvoja." Takođe, jako je bitno naglasiti da geopark nije jedna od kategorija zaštićenog prirodnog dobra, ali često se teritorija preklapa sa već zaštićenim područjem (kao nacionalni park, park prirode itd). Veličina teritorije geoparka može biti različita ali je bitno da bude dovoljno velika da se na njoj može sprovesti plan održivog razvoja. Takođe, teritorija mora biti jasno ograničena i njome mora upravljati jasno definisana struktura. UNESCO-va Svetska mreža nacionalnih geoparkova (*Global Network of National Geoparks*), poznatija kao *Global Geoparks Network*, predstavlja platformu za saradnju između geoparkova, ali i stručnjaka, naučnih institucija, vladinih i nevladinih organizacija iz različitih država, zasnovanu na UNESCO pravilima i načelima. Svako područje koje želi da se priključi *Global Geoparks Network* mora da ispuni određene kriterijume. U slučaju da na nacionalnom nivou postoji mreža geoparkova, to područje mora prvo da postane član nacionalne mreže a zatim da ide dalje ka globalnoj mreži. U slučaju da se područje nalazi u Evropi, pre ulaska u globalnu mrežu mora da postane formalni član Evropske mreže geoparkova - *European Geoparks Network* (EGN). Uporedo sa pokretanjem Geopark programa od strane UNESCO-a, nastala je ideja 1997. godine od strane dvojice geologa iz Grčke i Francuske o formiranju evropske mreže geoparkova. Evropska mreža je i formirana 2000. godine od strane četiri geoparka iz Francuske, Grčke, Španije i Nemačke, sa ciljem održivog razvoja teritorija geoparkova. Ova mreža podržava i podstiče razvoj geoturizma, edukaciju o geonasleđu i zaštiti životne sredine, sve socijalno-ekonomske aktivnosti koje mogu doprineti razvoju teritorije korišćenjem ovog geopotencijala, kao i saradnju među članicama mreže kroz razmenu iskustava i zajedničke aktivnosti i projekte. Članstvo u EGN je besplatno, ali se sve aktivnosti unutar mreže finansiraju od strane članica (učesće na skupovima, promocija...). UNESCO podržava stvaranje ovakvih regionalnih mreža, poštujući lokalne uslove, i u drugim delovima sveta, a *Division of Earth Sciences* pri UNESCO-u je prepoznao Evropsku mrežu geoparkova kao dobar model za umrežavanje geoparkova na drugim kontinentima.

Geokonzervacija podrazumeva zaštitu objekata, pojava i procesa koji su vidljivi i trenutno se dešavaju u prirodi. Dobro poznavanje geodiverziteta je preduslov

geokonzervacije. Prema Sharples (1998) geokonzervacija je nova reč koja se može koristiti za definisanje inicijativa kojim bi se sačuvao geodiverzitet i ona podrazumeva zaštitu geodiverziteta zbog njegovih osnovnih i ekoloških vrednosti kao i vrednosti koje su deo nasleđa (Sharples, 1995, 2002; Eberhard, 1997). Prema Gray (2005) geodiverzitet znači uključivanje prirodne raznovrsnosti u zaštitu, planiranje i edukaciju kroz različite forme (geotopi, geomorfoobjekti, geoparkovi i zaštićeni predeli), a ciljevi i metode geokonzervacije variraju u zavisnosti od toga koji element geodiverziteta se razmatra. Uporedo sa razvojem termina geodiverzitet u Nemačkoj se u geokonzervaciji počeo koristiti termin geotop u cilju zaštite objekata koji imaju izuzetne geološke, geomorfološke i geoekološke vrednosti (Wiedenbein, 1994; Stürm, 1994). Osim objekata, za zaštitu geotopa bitno je obuhvatiti i procese kojim su ovi jedinstveni dokazi evolucije života i menjanja klime i predela tokom geološke istorije Zemlje nastajali.

Gray (2005a) smatra da se geodiverzitet mora štiti zbog dva razloga: on ima vrednosti i on je u opasnosti od strane velikog broja ljudskih aktivnosti. Postoje 6 tipova vrednosti geodiverziteta (Sharples, 1995; Eberhard, 1997; Prosser, 2002; Gray, 2004): osnovne/unutrašnje, kulturne, estetske, ekonomske, funkcionalne i edukativne. Osim osnovnih (unutrašnjih) vrednosti koje se odnose na geodiverzitet "sam po sebi", Gray (2005a) dodatno vrši podelu vrednosti na podkategorije (preko 30 vrednosti) i razmatra ih u kontekstu njihove upotrebne vrednosti za čoveka. One mogu biti kulturne koje se odnose na folklor, arheologiju/istoriju, duhovnost itd; estetske vrednosti se odnose na lokalni predeo, geoturizam, odmor i rekreaciju, volonterske aktivnosti itd; ekonomske vrednosti se odnose na energetske resurse, minerale, metalične i nemetalične sirovine, građevinski materijal, drago kamenje itd; funkcionalne vrednosti se odnose na poljoprivredu, bazu za građevinarstvo, skladištenje i reciklažu itd; zemljišna funkcija; geosistemska funkcija; ekosistemska funkcija; naučna vrednost je za geonaučna istraživanja; ekološke vrednosti za monitoring životne sredine; edukativne vrednosti i sl. U urbanim sredinama naglašenije su upotrebne vrednosti geodiverziteta zbog povećane potrebe gradova za razvojem i zadovoljavanjem potreba stanovništva. Takođe, u gradovima i osnovne vrednosti

geodiverziteta postaju pristupačnije većem broju ljudi. Zbog toga lokalni elementi geodiverziteta imaju mnogo veći značaj nego elementi koji su nedostupni i nalaze se u slabo naseljenim područjima. U urbanim sredinama pod zaštitu treba stavljati objekte koji možda nemaju veliki značaj na globalnom ili regionalnom nivou već je njihov značaj lokalnog karaktera i od turističkog, edukativnog ili naučnog značaja za lokalno stanovništvo.

Osim zaštite novih objekata potrebno je i u već zaštićenim prirodnim dobrima promeniti politiku upravljanja i geonasleđe tretirati podjednako kao ostale elemente prirode. Svako zaštićeno područje (bez obzira da li je zaštićeno na osnovu svojih bioloških ili geoloških vrednosti) mora da ima plan upravljanja i monitoringa geodiverzitetom koji bi predviđao i mere oporavka u slučaju da dođe do oštećenja (Šehovac *et al.*, 2014). Takođe, mere zaštite geodiverziteta treba da se sprovode i van zaštićenih područja što podrazumeva usvajanje i primenu zakonske regulative i promotivno-edukativnih aktivnosti. Neka istraživanja (Harley, 1996) su pokazala da je uključivanje lokalnog stanovništva u upravljanje geokonzervacijom veoma bitno na nivou implementacije politika zaštite. Procena vrednosti lokalnog geodiverziteta treba da obuhvati i vrednost koju on ima za lokalno stanovništvo zbog čega ono treba da bude uključeno u proces na samom početku kada se vrši procena vrednosti (Gray, 2001). Dosadašnji pristup zaštiti prirode ima dve karakteristike (Gray, 2001): zaštita "od gore na dole" koja podrazumeva zaštitu prvo objekata koji imaju globalni ili nacionalni značaj, i zaštita orjentisana na jedno mesto koja stvara mrežu područja/objekata koji su izolovani i međusobno nepovezani merama zaštite. Ovakav pristup je doveo do zaštite pojedinačnih predela koji međusobno ne komuniciraju kao i da veliki deo prirode ostane bez mera zaštite jer ima vrednosti koje su "samo" lokalnog karaktera. Takođe, i za objekte koji su zaštićeni nije postojala objektivna metodologija pa su često pod zaštitu stavljani predeli/objekti na osnovu subjektivnih mišljenja pojedinaca. Mišljenje i sistem vrednosti pojedinca, pa i čitave zajednice se menja tokom vremena usled razvoja, otkrivanja novih znanja ili prilagođavanja društvenim i prirodnim promenama. Do zaštite većine prirodnih dobara dolazi kada se stvore uslovi koji najčešće čine rezultat kompromisa između potrebe da se nešto koristi

radi zadovoljenja ličnih potreba i ekonomske koristi, i sa druge strane težnje da se očuva autentična priroda. Takve uslove je najlakše postići u oblastima koje su planinske i slabo naseljene i gde je pritisak na prirodne resurse slabiji, pa se stiče utisak, posmatrajući mape zaštićenih područja i objekata, da u gradovima nema vrednosti koje treba štiti. To je posebno naglašeno u geokonzervaciji gde je stavljanje nekog objekta ili predela pod zaštitu stvar konsenzusa između zainteresovanih strana i stvaranja povoljnih društveno-političkih uslova. Prema Cleal *et al.* (1999) jedna od najbitnijih praktičnih stvari u zaštiti neke oblasti je da je geokonzervacija samo jedan segment procesa donošenja odluka o upotrebi zemljišta, a koja treba da uzima u obzir i konkurentne potrebe poljoprivrede, izgradnje, saobraćaja, rudarstva itd. Prema mišljenju istih autora prioriteta moraju da budu doneti od strane lokalne ili nacionalne vlade, koje mogu, naravno, odlučiti i protiv zaštite određene geološke oblasti ili lokaliteta. Značaj uključivanja mišljenja javnosti navodi i Badiali & Piacente (2012) i dodaje da geokonzervacija ide uporedo sa razvijanjem geološke kulture, kao i da "pravilan pristup treba da bude ne toliko na planiranju sa ciljem zaštite i zaštite sa ciljem upravljanja, već pre planiranje radi širenja znanja i upoznavanje radi razvoja svesti i samozaštite".

Geokonzervacija je kompleksna i zahteva osmišljavanje planova upravljanja i razvijanje metoda koji će istovremeno štiti objekte mikroskopskih razmera kao što su na primer minerali do objekata koji su u razmeri predela, istovremeno vodeći računa da li je reč o statičnoj pojavi koja zauzima deo nekog jasno ograničenog prostora ili je reč o procesu koji se kontinuirano rasprostire u prostoru i čije granice nije moguće jasno utvrditi. Osim zaštite i omogućavanja da se aktivni geološki procesi dešavaju i na taj način omoguće stvaranje novih elemenata, neke elemente treba trajno prezervirati tj. onemogućiti njihov dalji razvoj i menjanje. Prema Gray (2008) jedan od ciljeva geokonzervacije trebalo bi da bude čuvanje sadašnjih fizičkih karakteristika predela, uključujući prirodnu topografiju, zemljište i prirodne procese, i dodaje da značajna pojedinačna mesta mogu biti zaštićena kroz zakonodavstvo dok je zemljište i predeo bolje zaštititi kroz praktične politike za upravljanje predelom, kroz sistem planiranja korišćenja zemlje i kroz efikasna partnerstva.

5.1 Vrednovanje i zaštita zemljišta

Tokom izrade EU Tematske strategije za zaštitu zemljišta Evropska Komisija je sugerisala da do 2007. godine sve zemlje članice naprave registre zemljišta, koji treba da sadrže podatke o kvalitetu zemljišta, osobine, razvoj, stanje i očuvanost, nivo degradacije, kontaminacije i zahvaćenost erozijom, zatim da prepoznaju visoko-kvalitetna zemljišta sa aspekta ekologije, poljoprivrede, geologije, razvoja sela) i naprave preporuke za konzervaciju i održivo korišćenje. U isto vreme Komitet ministara Saveta Evrope je 2004. godine usvojio Preporuku o konzervaciji geološkog nasleđa i oblasti od posebnog geološkog interesa (Council of Europe, 2004) i predložio da Vlade država članica EU identifikuju na svojim teritorijama oblasti od posebnog geološkog interesa, načine zaštite i upravljanja koji će doprineti zaštiti i unapređenju nacionalnog i evropskog geološkog nasleđa. O zaštiti zemljišta se najčešće govori sa ekonomskog aspekta, posebno u oblasti poljoprivrede i šumarstva dok sa aspekta geodiverziteta i geonasleđa, osim o nekoliko bitnih paleozemljišta, veoma malo. U skladu sa takvim opštim stavom urađeni su i kriterijumi vrednovanja zemljišta koji se zvanično primenjuju u našoj zemlji. Vrednovanje zemljišta se primenjuje pri planiranju načina korišćenja i sastavni je deo planova i programa razvoja poljoprivrede.

U našoj zemlji vrši se bonitiranje i katastarsko klasiranje zemljišta radi utvrđivanja katastarskog prihoda na osnovu Pravilnika o katastarskom klasiranju i bonitiranju zemljišta koji donosi Republički geodetski zavod.

Bonitiranje zemljišta obuhvata utvrđivanje plodnosti zemljišta na osnovu njegovih prirodnih osobina, bez obzira na način korišćenja i lokaciju. Bonitiraju se sva zemljišta podobna za poljoprivrednu i šumarsku proizvodnju i svrstavaju u osam klasa od kojih prvih šest klasa imaju po dve podklase. Zemljištima koja služe za redovnu upotrebu zgrada i drugih objekata, neplodne površine, zemljišta namene, trstici i močvare se ne bonitiraju. Teritorijalna jedinica za bonitiranje zemljišta je teritorija Republike Srbije. Osnovu bonitiranja zemljišta čine republička ugledna zemljišta za svaku bonitetnu klasu odnosno podklasu. U prvu klasu se svrstavaju zemljišta koja su najpogodnija za poljoprivredu i šumarstvo a u osmu ona sa najnepovoljnijim uslovima.

Za razliku od bonitiranja zemljišta koje se vezuje za areal rasprostranjenja različitih tipova zemljišta, katastarsko klasiranje se vezuje za katastarsku parcelu u okviru jedne katastarske opštine u odnosu na katastarski srez i podrazumeva utvrđivanje katastarske kulture i klase za svaku parcelu poljoprivrednog i šumskog zemljišta. Osnovu katastarskog klasiranja čini ugledno zemljište u katastarskom srezu i to za svaku klasu kultura zemljišta kao i okviri klasa za svaku kulturu zemljišta. Postoji devet katastarskih kultura za parcele poljoprivrednog i šumskog zemljišta: njiva, vrt, voćnjak, vinograd, livada, ribnjak, pašnjak, šuma, trstik i močvara, a klasiranje u osam klasa se vrši na osnovu različitih prirodnih i ekonomskih uslova neophodnih za proizvodnju kulture na datoj parceli. Neplodne površine i zemljišta namene, ne svrstavaju se ni u jednu kulturu. Za neplodne površine utvrđuje se vrsta neplodnosti a za zemljišta namene utvrđuje se vrsta namene.

Prema Pravilniku o katastarskom klasiranju i bonitiranju zemljišta površine koje ne mogu da se koriste za poljoprivrednu i šumarsku proizvodnju obuhvataju prirodno i veštački stvorena neplodna zemljišta. Prirodno neplodna zemljišta jesu: krš, jaruga, kamenjar, vododerina, golet, sprud, izvor, potok, reka, prirodno jezero, duboka bara, vodopad, šljunkovito suva rečna korita, bujični kamenito šljunkoviti nanos, klizište i dr. Veštački stvorena neplodna zemljišta jesu: površinski kop rudnika, majdan kamena, materijalni rov sa kamenito šljunkovitom podlogom, veštačka jezera, iskop zemljišta kao pozajmište materijala za pravljenje cigala, ribnjak podignut bez saglasnosti i dr. Zemljišta namene jesu: javni park, gradske zelene površine, botanička bašta, zoološki vrt, sportsko igralište i sportski tereni, dečje igralište, ulica, put, skver, trg, parking, pijaca, vašarište, bazen, kupalište, javna česma, hipodrom, streljište, kamp, metro, autobuska i železnička stanica, aerodrom, zaštićena arheološka nalazišta, dvorišta bogomolja, zemljišta pod zgradama i drugim objektima kao i zemljišta koja služe za redovnu upotrebu zgrada i drugih objekata, dvorišta, deponija smeća, deponija jalovine, pepelište, groblje, stočno groblje, spomen park, rov, jaz, kanal, nasip, odbrambena šuma uz nasip, zemljište koje služi za vojne, policijske, zdravstvene, komunikacione i druge potrebe, žičare na ski stazama, ski staze, šumski prosci za dalekovode, kao i slična

zemljišta. Namena se određuje i zemljištima koja služe za redovnu upotrebu zgrada i drugih objekata.

Pravilno korišćenje je preduslov održivosti zemljišnih resursa ali samo pod uslovom da je zasnovano na oceni ne samo ekonomskih već i ostalih vrednosti zemljišta (kao geonasleđe, ekoloških, kulturnih, estetskih, turističkih, naučno-obrazovnih). Kao deo geonasleđa neke teritorije zemljište je riznica dokaza i informacija o procesima koji su se dešavali i uslovima koji su vladali u prošlosti na toj teritoriji i kao takvo od značaja je za proučavanje i sadašnjih pojava i procesa kao i predviđanja onih koji će se desiti u budućnosti. Ovde je poseban značaj paleozemljišta i zemljišta u kojima se nalaze značajna paleontološka nalazišta. Ekološke vrednosti zemljišta ogledaju se kroz njegovu funkciju staništa za živi svet, kao deo mnogobrojnih prirodnih procesa kruženja materije u prirodi ili kroz mnogobrojne ekosistemske usluge. Prema Nacionalnoj strategiji održivog korišćenja prirodnih resursa i dobara (Ministarstvo prirodnih resursa, rudarstva i prostornog planiranja, 2012) „ekosistemske usluge (usluge snabdevanja, regulacione, podržavajuće i kulturne usluge) predstavljaju dobra koja ljudima obezbeđuje živa priroda (biosfera)“. U kontekstu zaštite životne sredine od značaja je sposobnost zemljišta da apsorbuje zagađivače i da ublaži ili neutrališe njihovo dejstvo. Takođe je prečišćivač vode koja hrani izdan. Za zaštitu su posebno značajna osetljiva i specifična zemljišta kao što su tresetišta, zemljišta vlažnih staništa ili specifičnih kopnenih ekosistema. Od kulturnih vrednosti od značaja su ona zemljišta u kojima se nalaze arheološki lokaliteti, ona koja su osnov razvoja sela ili su deo tradicionalnih vrednosti nekog mesta. Estetske vrednosti zemljišta ogledaju se kroz činjenicu da zemljište može biti različitih boja u zavisnosti od pre svega matičnog supstrata i zbog toga deo najraznovrsnijih pejzaža koje u kombinaciji sa ostalim prirodnim i kulturnim elementima može predstavljati predeono jedinstven estetski doživljaj. Zemljišta koja su specifična ili atraktivna iz bilo kog od već pomenutih razloga mogu postati i turistički interesantna i privući veći broj turista da ih poseti i uživa u njihovim vrednostima. Posebno interesantna mogu biti zemljišta koja su pod zaštitom kao prirodna dobra (pojedinačno ili kao deo većeg prirodnog dobra).

Da bi se zemljištem upravljalo na održiv način moraju se promeniti kriterijumi na osnovu kojih se vrednuje. U Srbiji se zemljište kvantitativno i kvalitativno vrednuje jedino sa ekonomskog aspekta značaja za poljoprivredu i šumarstvo ili kao nepokretnost. Ostale vrednosti nisu posebno izdvojene. Osim pojedinih paleozemljišta koji su izdvojeni na osnovu vrednosti koje imaju za geonasleđe Srbije, ne postoji kriterijum vrednovanja zemljišta u sistemu zaštite prirode u Srbiji. Održivo korišćenje je povezano sa zaštitom tj, geokonzervacijom. Zaštita zemljišta je uvek u funkciji korišćenja u zavisnosti od vrednosti zemljišta, njegove funkcije i nivoa zaštite. Zaštita pojedinačnih pedoobjekata ne postoji, a zaštita se obavlja jedino u okviru granice većih prirodnih dobara kojim je određeno zemljište obuhvaćeno. Prema Costantini (1999), koji je analizirao kulturne vrednosti zemljišta, bogatstvo i raznovrsnost pedoobjekata na nekoj teritoriji moraju se razmatrati kao resurs na nekoj teritoriji. Sa saradnicima je (Costantini & L'Abate, 2009) predložio klasifikaciju pedoobjekata u dve kategorije: zemljišni profili kao deo kulturnog nasleđa i zemljište kao deo predela.

Zemljišni profili kao deo kulturnog nasleđa su:

- 1) Paleozemljišta,
- 2) zemljišta arheoloških i paleontoloških lokaliteta,
- 3) zemljišni profili koji objašnjavaju prirodne i antropogene procese.

Zemljište kao deo predela je:

- 1) zemljište kao deo kulturnog predela,
- 2) zemljište kao deo panorame,
- 3) zemljište koje se pojavljuje u osetljivoj ekološkoj ravnoteži,
- 4) zemljišta koja se odnose na specifične biotope i osetljive ekosisteme.

U jednom od retkih radova koji izučava pedološko nasleđe u našoj zemlji Protić (1998) smatra da postoje posebne vrednosti kojima bi se mogle definisati fiziografska struktura pedoloških objekata. Međutim, koristeći metodologiju W. A. Wimbledon *et al.* (1995) koji upotrebljava 10 kriterijuma bitnih sa stanovišta odlučivanja za izdvajanje geoloških objekata koje treba zaštititi, Protić smatra da se

ceo sistem mora zasnivati na diskretizaciji prostora jer su vrednosni kriterijumi koje je koristio W. A. Wimbledon sa saradnicima više deskriptivni nego što su direktne kriterijumske varijable. On smatra da diskretizacija prostora mora biti zasnovana na fiziografskoj strukturi što u slučaju pedoloških objekata zahteva uspostavljanje nove taksonomske podele zemljišta koja bi bila prilagođena potrebama očuvanja vrednosti pedonasleđa. Na osnovu vrednosti kao što su: očuvanost reliktnih, fosilnih i agenetskih osobina zemljišta i reprezentativnost zemljišta s obzirom na njegovo poreklo i način formiranja, on predlaže podelu pedološkog nasleđa na tri grupe koje se zatim dele na redove i klase.

A grupa - Zemljišta reliktnog, netipičnog ili fosilnog porekla,

B grupa - Zemljišta sa savremenom in situ pedogenezom i

C grupa - Tresetna zemljišta sa reliktnim i savremenim procesima.

Na osnovu klasifikacije Protić (1998) na teritoriji Beograda su razvijena zemljišta iz grupe A i grupe B.

Nakon uspostavljanja varijabli za geodiverzitet i geonasleđe moraju se uraditi digitalne mape zemljišta i geobaze podataka koje će biti u skladu sa budućim potrebama grada/države. Usklađenost se mora uspostaviti ne samo sa potrebama već i sa zakonodavstvom i planskim dokumentima na nacionalnom i EU nivou koje se direktno ili indirektno tiču zaštite zemljišta. Na nivou EU različita akta, posebno u oblasti životne sredine i poljoprivrede doprinose zaštiti zemljišta. Strategija zemljišta (Soil Thematic Strategy (COM(2006) 231)) i okvirna direktiva za zemljište (Soil Framework Directive (COM(2006) 232)) su usvojeni od strane Evropske Komisije 2006. godine. Primenom strategije korist ne bi imalo samo zemljište već i drugi mediji životne sredine kao što su voda, vazduh i priroda. Zaštitom zemljišta bavi se i Roadmap to a Resource Efficient Europe (COM(2011) 571) koja usvojena 2011. godine, a negativan uticaj planova, projekata i progama na zemljište može se obezbediti primenom Direktive za procenu uticaja na životnu sredinu (Environmental Impact Assessment (EIA) Directive) i Direktive za stratešku procenu uticaja (Strategic Environmental Assessment (SEA) Directive

5.2 Sistematska zaštita geonasleđa u Srbiji

Ideja o zaštiti abiotičkih vrednosti u Srbiji postoji odavno. Naučna istraživanja iz oblasti geonauka počinju krajem 19. i početkom 20. veka i uporedo sa upoznavanjem i prikupljanjem naučnih podataka o prirodi Srbije javljaju se i ideje o zaštiti objekata i predela sa dominantnim geovrednostima. U to vreme formiraju se i prve geološke zbirke stena i minerala sa, pre svega, Balkanskog poluostrva ali i iz drugih delova Evrope i sveta. Pre Drugog svetskog rata vodeću ulogu u zaštiti objekata koji spadaju u geonasleđe Beograda i Srbije imao je Prirodnjački muzej u Beogradu a ozbiljniji koraci su napravljeni tek nakon osnivanja Zavoda za zaštitu i naučno proučavanje prirodnih retkosti NR Srbije (sada Zavod za zaštitu prirode Srbije). Prema Mijović *et al.* (2005) u vreme osnivanja Zavoda za zaštitu prirode Srbije mogle su se definisati samo pojedinačne vrednosti, a "sistem je bio definisan da prepoznaje objekte geonasleđa - spomenike prirode, ali nije imao mehanizam vrednovanja i poređenja među srodnim pojavama, iako je osnova bila interdisciplinarni pristup jedinstvenosti prirode". Ustvari su pod zaštitu stavljeni objekti za koje su postojali podaci jer su bili deo istraživanja pojedinaca i to pod uslovom da je taj istraživač imao i svest o potrebi zaštite tih objekata. Dosta objekata je ostalo po strani jer se njima niko nije bavio ili su se nalazili na neistraženim područjima.

Prateći svetski trend u zaštiti geonasleđa u Srbiji je u poslednjih dve decenije organizovano nekoliko stručnih skupova i konferencija na temu zaštite geonasleđa, a poraslo je i interesovanje za proučavanje ove oblasti. Nakon 1995. godine kada je na inicijativu Evropske asocijacije za zaštitu geološkog nasleđa - ProGEO (u okviru koje je iste godine tadašnja Jugoslavija postala član Radne grupe za Jugoistočnu Evropu) formiran Nacionalni savet za geonasleđe načinjen je ozbiljniji pomak na uspostavljanju načina vrednovanja i izbora kriterijuma objekata geonasleđa Srbije. Nacionalni savet je organizovao rad kroz 16 radnih grupa koje su napravile inventar geoobjekata na osnovu jedinstvenih kriterijuma i sastavile liste od oko 500 prioriternih objekata za čitavu Srbiju. Do sada je publikovano nekoliko stručnih zbornika radova, a objavljeni radovi dosta su se bavili izborom

kriterijuma i metodologijom za odabir objekata koje treba staviti pod zaštitu u različitim delovima Srbije kao i pretnjama kojima je geonasleđe izloženo.

Prilikom odabira i vrednovanja objekata posebna pažnja se mora posvetiti kriterijumima kao i jasnom određivanju šta koji opisni kriterijum znači. Lazarević (1998) kao primer navodi pojam "prirodna retkost" koji je "nedefinisan i može biti dvosmislen - retkost kao malobrojnost i retkost kao izuzetnost. Prisutna je i relativnost tog pojma u zavisnosti da li je neka pojava negde masovna ili retka." Dalje predlaže da "pri izboru retkosti treba polaziti od sledećih faktora: objektivnih, subjektivnih, ekonomskih, dominantnih i eliminišućih.". Prilikom odabira objekata koje treba zaštititi treba voditi računa i o njihovoj dostupnosti jer objekti geonasleđa imaju manji značaj ako su nepristupačni čime gube edukativne ili turističke vrednosti. Dimitrijević (1998) čak smatra da nema smisla zaštititi nešto što je nepristupačno i što je, zbog toga, sama priroda zaštitila, i da je za takve pojave dovoljna samo registracija dok objekte koji su direktno izloženi razaranju i nestanku treba zaštititi. Za zaštitu objekata geonasleđa bitna je i veličina i vrsta objekta jer se ne mogu svi objekti tretirati na isti način. Neki su manjih dimenzija i moguće ih je staviti u muzej, manji objekti koje je nemoguće prebaciti u muzejske uslove postaju spomenici prirode geološkog karaktera dok oni koji zauzimaju veće prostranstvo mogu biti zaštićeni u okviru zaštićenog područja koje ima jasne granice. Važno je znati koju metodu je najadekvatnije primeniti za svaki pojedinačni slučaj čak i kod iste vrste objekata. Rundić & Knežević (2005) smatraju da u geokonzervaciji stratigrafsko-paleontoloških objekata može se primeniti više različitih metoda pri čemu treba voditi računa da je važno sačuvati one bioindikatore koji daju osobenost tom objektu. "U slučaju tvrdih stena fosili su zaštićeni od erodiranja dok kod mekših stena dolazi do erodiranja i uništavanja organskih delova nakon čega ostaju samo krateri u stenama." (Rundić & Knežević, 2005). Često je slučaj da se mogući objekti geonasleđa nalaze na mestima eksploatacije sirovina ili nekih drugih geološko-inžinjerskih radova. Dimitrijević (1998) ističe ugroženost i zanemarivanje jezgra bušotina koje su karakteristične za pojedine formacije a koje su ili rigorozno čuvane ili nisu čuvane uopšte. Autor smatra da se jedna polovina jezgra može čuvati da ostane nedirnuta a druga se

može koristiti za različite svrhe. Takođe, za one objekte koji se nalaze u aktivnim majdanima isti autor predlaže da se prouče načini da se eksploatacija nastavi uz istovremeno očuvanje geoloških profila. Mandić (1998) naglašava važnost ko su konzumenti geonasleđa pa smatra da postoje dve grupe posmatrača: stručnjaci i nestručnjaci, a na osnovu njihovih potreba postavlja da je za određivanje značaja neke pojave prioritetna su dva kriterijuma: estetski doživljaj posetioca i jedinstvenost pojave i njen naučni i stručni značaj.

Zakonska regulativa koja se direktno ili indirektno odnosi na zaštitu objekata geonasleđa (pre svega u oblasti geologije i zaštite životne sredine) se često menjala. Danilović & Đokić (2005) u svom radu navode da je u vreme despota Stefana Lazarevića 1412. godine donet prvi zakon koji se bavi geologijom u širem smislu - Zakon o rupama kojim se reguliše vlasništvo, način i uslovi korišćenja mineralnih sirovina, dok je prvi značajniji propis koji se bavi zaštitom prirode nastao je 1938. godine kao - Uredba o nacionalnim parkovima i ona je predviđala zaštitu većih predela. Oni navode da se prvi put zakonom predviđa zaštita prirodne vrednosti geološkog karaktera u okviru Zakona o zaštiti spomenika kulture i prirodnjačkih vrednosti iz 1946. godine. Od tada se zakonska regulativa vezana za zaštitu prirode, uključujući i zaštitu geodiverziteta kao njenog integralnog dela, kao i postupak za proglašenje zaštićenim objektom geonasleđa su se često menjali. Do 1991. godine i donošenja Zakona o životnoj sredini objekti geonasleđa stavljeni su pod zaštitu samo kao "spomenik prirode" ili kao "rezervat prirode" u smislu staništa karakteristične flore i faune. Od 1991. godine oni mogu da se stave pod zaštitu i kao neka druga vrsta zaštićenog prirodnog dobra (Ilić, 2006). Geonasleđe kao pojam je prihvaćen ali retko korišćen u drugim zakonima izuzev Zakona o zaštiti životne sredine i tretira se na različite načine u različitim zakonima (Mijović *et al.*, 2005)

Za održivo upravljanje geodiverzitetom i podizanje opšte svesti o značaju zaštite geodiverziteta veoma je važna edukacija na svim nivoima, od dece školskog uzrasta do donosilaca odluka na lokalnom i nacionalnom nivou i upravljača zaštićenih područja. Edukativna vrednost geonasleđa je jedan od osnovnih kriterijuma vrednovanja da li će neki objekat biti zaštićen. Prema Ilić & Markičević.

(2014) "obrazovanje o geodiverzitetu, njegovom značaju, načinima zaštite i održivom korišćenju, sastavni je deo obrazovanja za održivi razvoj i zaštitu životne sredine i ono osim znanja o geomorfološkim, geološkim i pedološkim oblicima, pojavama i procesima treba da doprinese i razvoju veština i vrednosti koje će doprineti da se stečeno znanje primeni u svakodnevnom životu u cilju zaštite životne sredine i održivog razvoja". Isti autori smatraju da "ciljevi obrazovanja o geodiverzitetu u obrazovnom sistemu su upoznavanje sa pojmom geodiverziteta i njegovim vrednostima, njegovim mestom i povezanosti sa ostalim delovima prirode, razumevanje uzročno-posledičnih odnosa sa ostalim segmentima životne sredine, kao i razlozima i načinima zaštite i očuvanje raznovrsnosti." (Ilić & Markićević, 2014).

Iako je sa edukacijom o geodiverzitetu dobro započeti što ranije, pre polaska u školu, ona se sprovodi neplanski i u najvećoj meri zavisi od inicijative vaspitača i nastavnika. Prema Ilić & Markićević (2014) u osnovnoj školi u Srbiji pojam geodiverziteta se ne obrađuje kao zasebna jedinica. U nastavnom planu za osmi razred u okviru nastavne teme Prirodne odlike Srbije obrađuje se nastavna jedinica Zaštita prirode, odnosno sadržaji o geonasleđu i zaštićenim prirodnim objektima. Sadržaji koji čine geodiverzitet (klisure, kanjoni, pećine, jame, vodopadi, lesne zaravni, peščare, i dr.) obrađuju se u petom i šestom razredu u sklopu nastavnih tema iz oblasti fizičke geografije. U osmom razredu sadržaji o geodiverzitetu obrađuju se i u okviru nastavne teme Zavičajna geografija. Literature na srpskom jeziku koja se može koristiti u nastavi kao pomoćno sredstvo i izvor informacija, posebno za decu predškolskog i školskog uzrasta je nedovoljno (Rundić & Ilić, 2014). Neke od publikovanih knjiga za ovaj uzrast su "Gliston putuje u Zemlju" (Milovanović, 2004) i "Kako je Zemlja oživela" (Đorđević-Milutinović & Alaburić, 2011), a za Beograd značajne su tri knjige-vodiči: "Geološki objekti i prirodni fenomeni kao integralni elementi geodiverziteta grada Beograda" (Rundić, 2010), "Beograd kroz prirodu i vreme" i "Vodič kroz bio-geodiverzitet Beograda" (Vasić & Ilić, 2010, 2011). Slična je situacija i na nivou srednjih škola. Iako se pojmovi geodiverzitet i geonasleđe čak ni ne pominju u nastavnim planovima i programima i udžbenicima geografije za gimnazije, ovi sadržaji se

proučavaju u prvom (fizička geografija i geologija) i trećem razredu (prirodne odlike Srbije i regionalne celine Srbije). U nastavnoj jedinici Zaštita prirode Srbije daje se definicija pojma i u najkraćem pravci korišćenja geodiverziteta (turizam, poljoprivreda...). U srednjim stručnim školama geodiverzitet se ne spominje nigde direktno, već se određeni elementi geodiverziteta obrađuju u nastavnim predmetima Geografija prirodnih resursa, Ekonomska geografija, Turistička geografija i Turistička geografija Srbije. Na nivou univerzitetskog obrazovanja u Srbiji geodiverzitet se kroz zasebne predmete izučava na dva fakulteta u Srbiji. Na Rudarsko-geološkom fakultetu Beogradskog Univerziteta predmet „Geodiverzitet“ izučava se kao izborni na studijskim programima: Paleontologija i Regionalna geologija, a predmet „Geonasleđe i geoturizam“ kao izborni na studijskim programima: Mineralogija i kristalografija, Paleontologija, Regionalna geologija, Geofizika. Na Departmanu za geografiju, turizam i hotelijerstvo Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu izborni predmet “Geoturizam” se izučava na doktorskim studijama na smeru Doktor nauka - geonauke – turizam, a izborni predmet “Zaštita i konzervacija geonasleđa” na osnovnim studijama u okviru studijskog programa Diplomirani geograf. Na Geografskom fakultetu Beogradskog Univerziteta ova problematika se izučava u okviru studijskih grupa Geografske osnove zaštite životne sredine, Turizmologija, Prostorno planiranje i Geografija. Prema Rundić & Ilić (2014) u dva poslednja ciklusa akreditacije visokoškolskih ustanova (od 2008 do 2014. godine), neki predmeti iz geologije i primenjene geologije, gde se puno toga može naučiti o planeti Zemlji, njenim procesima i silama, i sveukupnom geodiverzitetu, nalaze se na listi predmeta pojedinih fakulteta Beogradskog univerziteta (Poljoprivredni, Šumarski, Biološki i Građevinski fakultet), Prirodno-matematički fakultet u Nišu. Slična situacija je i na nekim privatnim fakultetima (Fakultet za primenjenu ekologiju).

5.3 Zaštita geonasleđa u Beogradu

Prvi predlozi za zaštitu objekata u Beogradu koji imaju vrednosti geonasleđa potiču još iz 60-ih godina prošlog veka kada je na inicijativu Prirodnjačkog muzeja da se 10 objekata stavi pod zaštitu tokom 1968/69 godine doneta odluka o stavljanju pod zaštitu tri (Jovanović, 1998a):

- morski sprud iz neogena ispod spomenika Pobedniku na Kalemegdanu (proglašen 1969. godine),
- miocenski sprud na Tašmajdanu (proglašen 1968. godine) i
- senonski sprud kredne periode na ulazu u letnju pozornicu u Topčideru, Mašin majdan (proglašen 1969. godine).

Za zaštitu su bili predloženi, ali nikad nisu proglašeni zaštićenim prirodnim dobrima, objekti (Jovanović, 1998a):

- morski kredni sprud u napuštenom kamenolomu kod Kovnice novca u Topčideru,
- sprud baremskih krednih krečnjaka u napuštenom kamenolomu u Košutnjaku, ispod groba Kneza Mihajla,
- napušteni kamenolom jurskog krečnjaka kod sela Šarkova, na Lazarevačkom drumu, na mestu tzv. "Grujina strana",
- dvojna eroziono-tektonska diskordancija (jura-kreda-miocen) na krečnjačkom useku u selu Žarkovu, na putu za Železnik, u napuštenom kamenolomu,
- ubrani slojevi laporca i peščara poznatih pod imenom "kolenasta bora" u useku pruge Beograd-Mala Krsna kod manastira Rakovica i
- Rakovički potok (izvorište), profil kod česme (Pančićev lokalitet), u kome se nalaze fosili skoro isti kao današnji mekušci u Jadranskom moru, kao i trupci silifikovanog drveta.

Na osnovu podataka iz publikacije "Kvalitet životne sredine grada Beograda za 2012. godinu" (Sekretarijat za zaštitu životne sredine *et al.*, 2012) na teritoriji

grada (svih 17 opština) formalno je zaštićeno 30 prirodnih dobara: predeo izuzetnih odlika - 3 područja, strogi rezervat prirode - 2 područja, spomenik prirode/prirodni spomenik - 25 područja (od čega su 3 područja objekti geonasleđa). U odnosu na ukupnu površinu teritorije grada, zaštićena područja obuhvataju oko 1,34%, odnosno oko 4.332,70 ha. U postupku zaštite nalazi se 9 prirodnih dobara ukupne površine 1.335,53 ha, od čega je Spomenik prirode „Banjička šuma” u postupku revizije, odnosno smanjivanja površine zaštite za 17,07 ha. Nakon okončanja postupka, ukupna površina zaštićenih područja na teritoriji grada Beograda iznosiće 5609,57 ha, odnosno oko 1,74%. U postupku zaštite nalazi se novih 8 područja i 1 revizija, a u toku 2013. godine je bilo planirano pokretanje 3 postupka za: Stanište malog vranca, Spomenik prirode Topčiderski park i Spomenik prirode Forland leve obale Dunava. Ovim će se značajno povećati procentualna zastupljenost zaštićenih prirodnih dobara za Beograd (PRILOG 7).

Iako su prve inicijative za zaštitu geonasleđa Beograda još iz 1960-ih godina prošlog veka iz priloženog spiska objekata koji su do sada zaštićeni vidi se da je pod zaštitu stavljeno svega 5 objekata i to geološkog karaktera, a deo geonasleđa je zaštićen i u okviru većih zaštićenih područja. U Inventaru objekata geonasleđa Srbije koji je 2005. godine sastavio Nacionalni savet za geonasleđe Srbije (Zavod za zaštitu prirode Srbije, 2005) je i 28 geoobjekata na teritoriji grada Beograda: 5 stratigrafska kredne starosti, 16 stratigrafska neogene starosti, 1 strukturni objekat, 1 objekat eolskog reljefa, 1 objekat neotektonske aktivnosti - epirogeni pokreti, 1 objekat neotektonske aktivnosti-rasedni pokreti, 1 hidrogeološki, 1 pedološki, 1 arheološki (Tab. 6). U Inventaru se nalazi i Katalog ex situ objekata odnosno 2 zbirke minerala i stena koje se nalaze na Rudarsko - geološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Zemunski lesni profil i Lesni profil Kapela u Batajnici su proglašeni za zaštićene nakon formiranja Inventara, a zanimljivo je da se Zemunski lesni profil uopšte i ne nalazi u Inventaru objekata dok je Lesni profil Kapela proglašen kao Spomenik prirode geološkog karaktera iako se u Inventaru nalazi kao pedološki objekat.

Tabela 6. Spisak objekata u inventaru objekata geonasleđa Srbije (Zavod za zaštitu prirode Srbije, 2005)

OBJEKTI ISTORIJSKOGEOLOŠKOG I STRATIGRAFSKOG NASLEĐA

Paleozojske starosti

-

Trijaske starosti

-

Jurske starosti

-

Kredne starosti

- Slojevi sa nerineama, barem-apt - Košutnjak, Beograd
- laporovito glinoviti slojevi donje krede - Grujina strana na Julinom brdu, Beograd
- Profil donje krede - Straževica, Beograd
- Očuvan kredni kompleks, senonske starosti - Mašin majdan - Topčider, Beograd
- Stub gornjokrednih tvorevina, selo Klenje kod Beograda

Neogene starosti

- Profil badenskih sprudova sa karakterističnom faunom - Kalemegdan, Beograd
- Profil facijalne raznovrsnosti tokom badenskog veka - dolina Rakovičkog potoka, Beograd
- Profil "višnjičkih glina" sa obiljem karakterističnih fosila, baden - potok Ramadan u Višnjici, Beograd
- Profil sa postepenim prelazom između volinskog i basarabijskog potkata (sarmat) - kod Ušća Banjičkog i Toličkog potoka, kod Stojnika
- Profil bogat fosilnom faunom mekušaca (sarmat) - kod Beljina, duž puta Beljina-Barajevo
- Etalon profil za razviće sarmata u centralnom delu Srbije - napušteni kamenolom kod Barajevo
- Profil sa celokupnim litološkim stubom sarmata - na ušću potoka Gradac i Mišljevac, kod Kosmajskog Guberevca
- Sedimentni profil sa postepenim prelazom sarmata u panon - Prokop, Beograd
- Profil panonskih peskova sa karakterističnom faunom - Savkovića brdo kod Zaklopače
- Profil stratotipa gornjeg panona, serbijana, za Evropu - dolina potoka Karagača kod Vrčina
- Profil litološke sukcesije praćene postupnim paleontološkim prelazom iz panona u pont - dolina potoka Bučje, Bačevac
- Profil klasičnog razvića donjeg pontu u Srbiji - dolina potoka Konopljište, ispod crkve u Belom potoku
- Profil karakterističnog razvića gornjeg pontu - Veliki Crljeni kod Lazarevca
- Profil stratotip gornjeg pontu portaferijana i klasična lokalnost pontskih ostrakoda Paratetisa - južno od brda Bačevica kod Mislođina
- Profil klasične lokalnosti pontskih ostrakoda Paratetisa - dolina potoka Muminovac kod

- Mislođina
- Profili u Kolubarskom ugljonom basenu - polje D i B
 - Profili u Tamnavskom ugljonom basenu - Tamnava istok i Tamnava zapad

OBJEKTI PETROLOŠKOG NASLEĐA

Sedimentne stene

-

Magmatske i metamorfne stene

-

STRUKTURNI OBJEKTI GEONASLEĐA

- Antiklinala u neokomskom flišu - selo Resnik, Beograd

OBJEKTI GEOMORFOLOŠKOG NASLEĐA

Površinski kraški reljef

-

Fluvijalni reljef

-

Erozivni oblici reljefa

-

Eolski reljef

- Sremska lesna zaravan

Paleovulkanski reljef

-

Glacijalni reljef

-

Periglacijalni reljef

-

Tresave

-

OBJEKTI NEOTEKTONSKE AKTIVNOSTI

Epirogeni pokreti

- Desna strana lesnog odseka Dunava, između Starog Slankamena i Dunava

Rasedni pokreti

- Belopotočki rov

OBJEKTI GEOFIZIČKIH POJAVA

-

SPELEOLOŠKI OBJEKTI GEONASLEĐA

Pećine

-

Jame

-

Ponori

-

OBJEKTI HIDROGEOLOŠKOG NASLEĐA

- Arteski bunar u Ovči – selo Ovča, Beograd

PEDOLOŠKI OBJEKTI GEONASLEĐA

- Paleopedloški profil južne varijante periglacialnog područja - Kapela kod Batajnice

ARHEOLOŠKI OBJEKTI GEONASLEĐA

- Kompleks okana i topionica iz rimskog perioda - Stojnik, Babe na Kosmaju

OBJEKTI GEONASLEĐA SA KLIMATSKIM SPECIFIČNOSTIMA

Temperetura vazduha

-

Padavine

-

Vazdušni pritisak

-

Vetar

-

KATALOG EX SITU GEONASLEĐA

- Paleontološke zbirke Instituta za regionalnu geologiju i paleontologiju, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd (Alb-kreda, Kreda, Srednji miocen, Baden-miocen, Sarmat-miocen, Panon-miocen, Panon-pont)
- Zbirke minerala i stena, Institut za mineralogiju, kristalografiju, petrologiju i geohemiju, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd (Cinobariti Avala)

6. PROCES SELEKCIJE OBJEKATA GEONASLEĐA NA TERITORIJI BEOGRADA

U našoj zemlji dosta se govorilo o vrednostima određenih objekata geonasleđa i značaju izbora kriterijuma koji bi se koristili za inventarisanje, procenu i evaluaciju objekata (Lazarević, 1998; Dimitrijević, 1998; Dangić, 1998; Mandić, 1998; Rundić & Knežević, 2005; Tošović, 2005). Međutim, do sada nije razvijena jedinstvena metodologija koja bi se primenjivala na nacionalnom nivou i koja bi obuhvatala sve kategorije objekata geonasleđa. Inventar objekata na nacionalnom nivou je urađen 2005. godine (Zavod za zaštitu prirode Srbije, 2005). U Inventaru se nalaze objekti koji dominantno imaju naučnu vrednost zbog svoje reprezentativnosti i jedinstvenosti dok su druge vrednosti (turistička, kulturna, edukativna) manje zastupljene. Kao primer može da posluži upravo činjenica da je na teritoriji Beograda identifikovano svega 29 objekata (ukupno ih je 650) iako ima mnogo više objekata koji imaju izuzetnu vrednost kao objekti geonasleđa pre svega zbog izraženih turističkih vrednosti jer se nalaze u blizini velike urbane sredine ili edukativnih vrednosti zbog blizine velikog broja škola i univerziteta.

U svetskoj naučnoj literaturi veliki broj radova odnosi se na određivanje kriterijuma na osnovu kojih bi se utvrdile vrednosti objekata geonasleđa. Radovi se odnose na procenu vrednosti pojedinačnih elemenata geonasleđa (najčešće geomorfoloških ili geoloških, manji broj pedoloških) ili metode za identifikaciju i procenu objekata geonasleđa bez obzira kojoj grupi objekata pripadali (na primer: Lapo *et al.*, 1993; Wimbledon *et al.*, 1995; Rivas *et al.*, 1997; Alexandrowicz & Kozlowski, 1999; Costantini, E.A.C., 1999; Parkes & Morris, 1999; Karpunin, 1999; Wimbledon *et al.*, 1999; Serjani *et al.*, 2003; Pralong, 2005; Bonachea *et al.*, 2005; Coratza & Giusti, 2005; Bruschi & Cendrero, 2005; Serrano & Gonzales-Trueba, 2005; White & Mitchell, 2006; Reynard *et al.*, 2007; Pereira *et al.*, 2007; Zouros, 2007; Reynard, 2008, Costantini, E.A.C. & L'Abate, 2009). Zajedničko za većinu radova je da prilikom izrade inventara objekata geonasleđa glavni cilj je identifikovati pojave koje imaju visok naučni, padagoški ili turistički značaj (Lima *et al.*, 2010), sa namerom da se oni zaštite i da se njima upravlja na održivi način.

Prateći svetske trendove u proceni i vrednovanju geodiverziteta, u Srbiji su se javili radovi koji se prevashodno odnose na zaštitu geonasleđa. Polazeći od radova autora koji su prvi definisali ključne vrednosti geonasleđa: unutrašnje, ekološke i antropocentrične (Sharples, 1993, 1995), u svom radu Maran (2008, 2010) naglašava da se izbor kriterijuma za procenu konzervacije geodiverziteta treba podeliti u tri grupe: naučno-istraživačko-edukativne, socijalno-istorijske i estetske i da je odabir kriterijuma prvi korak u bilo kojoj proceni i izradi inventara. Autor dalje navodi da je najbolja metoda uspostavljanje sistematskog nacionalnog inventara geološkog nasleđa a predlozi moraju biti naučno zasnovani i detaljno opisani. Takođe, "izabrani objekti moraju biti od velikog značaja, dobro očuvani i najreprezentativniji u svojoj grupi fenomena", a pre odabira pojedinačnih objekata treba proceniti koliko je svaki pojedinačni objekat reprezentativan, redak, uporediv sa drugim objektima, kompleksan, osetljiv i značajan (međunarodni, nacionalni, regionalni i lokalni nivo). Iako se autor u radu bavi geološkim objektima geonasleđa, preporuke bi važile i bile primenjive i za ostale kategorije geonasleđa. Vujičić *et al.* (2011) predložili su model procene objekata geonasleđa (*geosite assessment model - GAM*) u svrhu njihovog razvoja i upravljanja geoturizmom na nekom području. GAM predlaže dve grupe vrednosti: glavne i dodatne. Glavne vrednosti se sastoje od tri indikatora: naučno/edukativnih (VSE), estetskih (VSA) i vrednosti zaštite (VPr). Dodatne vrednosti se sastoje iz: funkcionalnih (VFn) koje se sastoje iz šest elemenata i turističkih (VTr) koji se sastoje iz devet subindikatora. U konačnom zbiru, postoji 12 subindikatora za glavne vrednosti i 15 subindikatora za dodatne vrednosti koji se vrednuju od 0 do 1. Konačan rezultat se dobija na osnovu jednačine:

$$GAM = Osnovne\ vrednosti\ (VSE+VSA+VPr) + Dodatne\ vrednosti\ (VFn+VTr)$$

GAM model je nastao integracijom ranije predloženih metodologija (Pralong, 2005; Pereira *et al.*, 2007; Zouros, 2007; Reynard, 2008) i primenjen je na području Nacionalnog parka "Fruška gora".

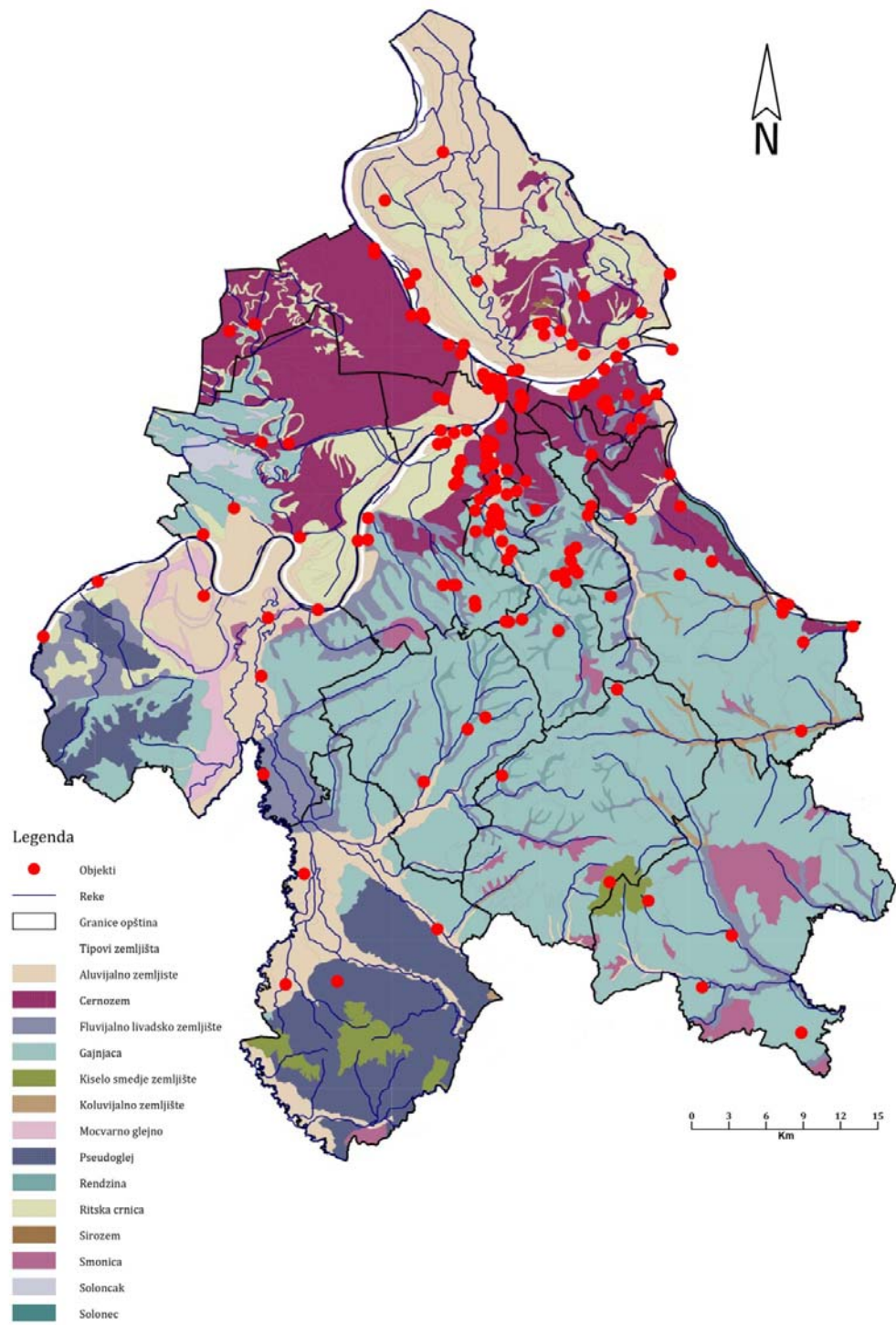
Za evaluaciju potencijalnih objekata geonasleđa u Beogradu urađena je procena naučnih, edukativnih i turističkih vrednosti. Ovi kriterijumi su se iz dosadašnjih metodologija (Ghilardi *et al.*, 2009; Lima *et al.*, 2010; Pellitero *et al.*, 2011; Rocha *et al.*, 2014) pokazali kao dobri pokazatelji vrednosti nekog fenomena za geonasleđe neke oblasti. Cilj procene je da se unapredi sistem zaštite geonasleđa Beograda kroz obezbeđivanje alata za donosiocima odluka i planere, a koji bi se zasnivao na naučno utvrđenom vrednovanju objekata koje je u skladu sa do sada urađenim i proverenim metodologijama. Procena objekata geonasleđa se može raditi i pojedinačno u zavisnosti od potencijalnog načina korišćenja (za turizam jedna procena, za edukaciju druga, za nauku treća itd).

Identifikacija objekata urađena je na osnovu terenskih istraživanja i dostupne literature. Teritorija Beograda je dobro geološki, geomorfološki, pedološki i hidrološki istražena. Iako postoje različita mišljenja o geološkoj prošlosti i načinu postanka oblika reljefa, u literaturi se nalazi dosta podataka o različitim geobjektima koji mogu biti potencijalno geonasleđe Beograda. Problem prilikom prikupljanja podataka je bila teška dostupnost literature i karata (analognih i digitalnih), koji je prevaziđen dodatnim terenskim istraživanjem. Takođe, na terenu su proveravani i stariji podaci o objektima koji su bili dostupni ali za koje je bilo potrebno utvrditi da li uopšte više postoje u prirodi. Na osnovu prikupljenih podataka identifikovano je 302 objekata (PRILOI 1-5) za koje je urađena procena vrednosti radi izdvajanja objekata koji imaju potencijalno najveći značaj za geonasleđe Beograda (Sl. 14).

Za analizu dobijenih podataka i jasnije predstavljanje dobijenih prostornih rezultata urađen je Geografski informacioni sistem (GIS). Postupak izrade GIS-a podrazumeva izradu geobaze podataka koja će sadržati prostorne podatke, na osnovu kojih će se moći dobijati informacije potrebne za procenu vrednosti objekata i njihovu prostornu distribuciju. Pri tome izrada ne podrazumeva samo prosto prevođenje podataka iz analognog u digitalni oblik već i organizaciju podataka na način koji će obezbeđivati izvođenje kvalitetnih informacija. Zbog toga je prvi korak pri izaradi geobaze podataka bio modelovanje podataka tj. sagledavanje stvarnosti, prepoznavanje objekata (entiteta) i veza među njima. Na

osnovu modela podataka kasnije se izvode informacije, a za izradu informacionog sistema osim što je bitno da podaci koji se prikupljaju budu tačni i ažurni, bitno je i da budu dobro modelovani. U ovom radu je korišćen model entiteta koji podrazumeva da se fenomeni iz realnog sveta mogu jasno odrediti na osnovu njihovog prostornog položaja i atributa. Zatim je određena struktura podataka koja predstavlja logičku šemu kako su podaci smešteni u kompjuteru. U radu je korišćena vektorska struktura podataka koja koristi tačke, linije i poligone za opisivanje geografskih fenomena. Vektorski model podataka reprezentuje prostor u vidu niza diskretnih entitetski definisanih tačkastih, linijskih ili poligonih jedinica koje su geografski referencirane pravouglim koordinatama (Burrough & McDonnell, 2006). Tačkom su prikazani entiteti malih dimenzija koji se zbog ramere prikaza ne mogu predstaviti linijom ili poligonom. Položaj tačke određen je koordinatama. Određivanje koordinata za objekte, koji se ne mogu tačkasto prikazati u korišćenoj razmeri, urađeno je prema preporukama Milojević & Čalić-Ljubojević (2005) koji smatraju da se među objektima koje nije moguće definisati samo jednom tačkom izdvajaju četiri tipa: linijski, prostorni, disperzivni i objekti sa vertikalnim razvojem. Prvom tipu pripadaju reke i elementi fluvijalnog reljefa (klisure, doline i sl.), u drugom slučaju kada objekti imaju prostorno razviće (planine, jezera, aluvijalne ravni i sl) lociran je približno centralni deo oblika (vrh, dno, presek X i Y ose) a za nadmorsku visinu je uzimana tačka preseka, kod trećih disperzionih objekata koji se pojavljuju u većem broju na određenim površinama lociranje se vrši u zavisnosti od razmere karte tj. ili je tačkasto ili arealno, dok četvrta grupa može biti kombinovana sa sve tri prethodne grupe kao i sa tačkastim objektima. Autori naglašavaju da se u svim slučajevima mora voditi računa i o vertikalnom razvoju objekta tj. da se u zavisnosti od razmere mapiranja prikazuju gornja i donja visinska tačka.

Svaka vektorska jedinica ima svoje osobine ili attribute koji predstavljaju negeometrijske karakteristike entiteta. Za smeštanje podataka korišćena je relaciona struktura baze podataka zbog toga što ima veliku prednost koja se sastoji u tome da je veoma fleksibilna, i može odgovoriti velikom broju upita. Takođe, ona omogućava da se različite vrste podataka pretražuju, kombinuju i upoređuju.



Slika 14. Karta objekata evidentiranih na terenu

Nakon izrade modela podataka i načina kako će se prikazivati, sledeći korak je bio unos podataka u bazu. Pri izradi GIS-a najviše vremena se ulaže upravo na unos podataka koji mogu biti prikupljeni iz različitih izvora. Izvori korišćeni u ovom radu su bili u digitalnom ili analognom obliku: karte, aerofoto snimci, prikupljeni na terenu, tabele sa podacima i ostali neprostorni podaci. Postoje tri načina formiranja digitalnih geografskih baza koji međusobno ne isključuju jedan drugog a koje su korišćene pri izradi baze podataka: a) preuzimanje podataka u digitalnom obliku od specijalizovanih institucija koja se bave prikupljanjem ove vrste podataka, b) digitalizacija postojećih analognih karata i c) prikupljanje podataka u digitalnom obliku u sopstvenoj režiji (Burrough & McDonnell, 2006). Svi prikupljeni podaci, bilo da su u analognom ili digitalnom obliku, konvertovani su u predhodno određenu strukturu baze podataka.

Osnovni izvor geografskih podataka su bile analogne ili digitalne topografske ili tematske karte različitih razmera od 1:25.000 do 1:1.000.000. Podaci sa analognih karata su u u kompjuter uneti skeniranjem i rastersko-vektorskom konverzijom. Zatim su korišćeni snimci koji su dobijeni putem digitalnih senzora postavljenih na letelicama, a za podatke koji su prikupljeni na terenu najviše se koristio Sistem za globalno pozicioniranje (GPS) pomoću koga su utvrđivani tačni položaji za objekte. Neprostorni podaci su preuzimani iz dostupne stručne domaće i strane litarature, statističkih godišnjaka, postojećih baza podataka, izveštaja itd.

Postupak unošenja podataka je bio sledeći: unos prostornih podataka (skeniranje, georeferenciranje, vektorizacija); unos atributa; spajanje atributskih i prostornih podataka; provera, editovanje i prikazivanje podataka. U entitetskom modelu koji je korišćen u ovoj disertaciji, podaci su dati u obliku tačaka, linija ili poligona koji su definisani nizom koordinata. Kod analognih podataka koordinate su unete skeniranjem a zatim su digitalne rasterske slike georeferencirane i vektorizovane. Postupak georeferenciranja se sastojao iz definisanja kontrolnih tačaka poznatih koordinata koje su poslužile kao referentne tačke U radu je korišćen državni UTM koordinatni sistem. Nakon skeniranja i georeferenciranja (R 1:100.000) , urađena je vektorizacija (konverzija iz rasterskog u vektorski format) i kreirani su konkretni entiteti (tačke, linije, poligoni) i dodeljen im je identifikator.

Nakon unosa prostornih podataka njima su pridružene atributske vrednosti. One su organizovane u obliku tabela u kojoj svaki zapis ima identifikator. Pomoću zajedničkog identifikatora koji je dodeljen vektorskim podacima i atributskim vrednostima ostvarena je veza između vektorskih i atributskih podataka. Neki od atributa su uneti uporedo sa unošenjem samih entiteta, a veći broj atributa je zbog kompleksnosti unet naknadno. Operacija povezivanja obezbeđuje mogućnost provere kvaliteta, kako prostornih tako i atributskih podataka.

Urađena geobaza podataka sadrži podatke za 302 objekata na teritoriji grada Beograda. Podaci su podeljeni u dve kategorije. Prva kategorija su opšti podaci o objektima: naziv objekta, koordinate (UTM), tip objekta. Druga kategorija podataka odnosi se na kriterijume koji su deo procesa evaluacije kojim su utvrđene vrednosti objekata za geonasleđe. Evaluacioni kriterijumi odnose se na naučne, edukativne i turističke vrednosti (Tab. 7, Tab. 8, Tab. 9). Kriterijumi su nastali objedinjavanjem i prilagođavanjem kriterijuma predloženih od Ghilardi *et al.* (2009), Pellitero *et al.* (2011), Lima *et al.* (2010) i Rocha *et al.* (2014). Za procenu naučnih vrednosti korišćeno je četiri kriterijuma: reprezentativnost (koliko objekat odgovarajuće oslikava određen geoproces), retkost (broj pojava određenog geotipa na nekoj teritoriji), integritet (sadašnji nivo zaštite) i geonaučni rang (stepen pojavljivanja u naučnoj literaturi). Za procenu edukativnih vrednosti korišćeno je devet kriterijuma: pristupačnost, reprezentativnost, kvalitet izloženosti, diverzitet sadržaja, edukativni potencijal, broj stanovnika u krugu od 25 km, ugroženost, monumentalnost i ekološki značaj. Za procenu turističkih vrednosti korišćeno je devet kriterijuma: kvalitet izloženosti, logistika, pristupačnost, ugroženost, monumentalnost, estetika, kulturni značaj, rekreacioni potencijal i blizina sprava za rekreaciju.

Svakom kriterijumu su dodeljene vrednosti u rasponu od 1 do 4. Prvo su sabiranjem dobijene pojedinačne vrednosti (naučna, edukativna, turistička) za svaki od objekata, a potom je izračunata ukupna vrednost objekta. Rezultati procene objekata prikazani su u tabeli (PRILOG 6). Objekti koji su se našli u najvećoj kategoriji >130 imaju potencijalno najveće vrednosti kao objekti geonasleđa Beograda

Tabela 7. Kriterijumi korišćeni za procenu naučnih vrednosti sintetizovani prema Ghilardi *et al.* (2009), Pellitero *et al.* (2011), Lima *et al.* (2010) i Rocha *et al.* (2014)

Kriterijum	Opis	Vrednovanje	Bodovi
Reprezentativnost	Koliko objekat odgovarajuće oslikava određen geoproces	Najbolji primer geosadržaja i procesa na nivou Balkana	4
		Najbolji primer geosadržaja i procesa na nivou Srbije	3
		Najbolji primer geosadržaja i procesa na nivou Beograda	2
		Primer raznovrsnih geosadržaja i procesa	1
Retkost	Broj pojava određenog geotipa na nekoj teritoriji	Manje od 5 pojava geotipa na nivou Evrope	4
		Manje od 5 pojava geotipa na nivou Balkanskog poluostrva	3
		Manje od 5 pojava geotipa na nivou Srbije	2
		Manje od 5 pojava geotipa na nivou Beograda	1
Integritet	Sadašnji nivo zaštite zbog svojih geovrednosti	Zaštićeno prirodno dobro	4
		Postupak zaštite u toku	3
		Planirana zaštita	2
		Nema aktivnosti na polju zaštite	1
Geonaučni rang	Stepen pojavljivanja u naučnoj literaturi	Objekat se pominje u literaturi na svetskom nivou	4
		Objekat se pominje u literaturi na regionalnom nivou	3
		Objekat se pominje u literaturi na nacionalnom nivou	2
		Objekat se pominje u literaturi na lokalnom nivou	1

Tabela 8. Kriterijumi korišćeni za procenu edukativnih vrednosti sintetizovani prema Ghilardi *et al.* (2009), Pellitero *et al.* (2011), Lima *et al.* (2010) i Rocha *et al.* (2014)

Kriterijum	Opis	Vrednovanje	Bodovi
pristupačnost	odnosi se na postojanje i stanje puteva, razdaljinu i potrebno vreme do objekta	direktan pristup sa asfaltiranog puta uz mogućnost parkiranja vozila	4
		manje od 1 km sa asfaltnog puta uz mogućnost parkiranja	3
		više od 1 km sa asfaltnog puta	2
		direktan pristup sa neasfaltiranog puta	1
reprezentativnost	koliko objekat odgovarajuće oslikava određen geoproces	najbolji primer geosadržaja i procesa na nivou Balkanskog poluostrva	4
		najbolji primer geosadržaja i procesa na nivou Srbije	3
		najbolji primer geosadržaja i procesa na nivou Beograda	2
		primer raznovrsnih geosadržaja i procesa	1
kvalitet izloženosti	koliko je određen geoproces pristupačan za posmatranje	u potpunosti vidljivi svi geoprocesi	4
		vidljiv glavni proces i veći broj sporednih geoprocasa	3
		vidljiv glavni proces sa manjim poteškoćama	2
		vidljivost glavnog geoprocasa sa većim poteškoćama	1
diverzitet sadržaja	broj geosadržaja, da li objekat prezentuje više geoprocasa	objekat prikazuje više od 6 geoprocasa	4
		objekat prikazuje od 4 do 6 geoprocasa	3
		objekat prikazuje od 2 do 4 geoprocasa	2
		objekat prikazuje manje od 2 geoprocasa	1

edukativni potencijal	značaj objekta za različite nivoe edukacije, veću vrednost ima objekat koji je koristan za različite obrazovne nivoe	geosadržaj jasan svim obrazovnim nivoima	4
		geosadržaj jasan nižim nivoima obrazovanja	3
		geosadržaj jasan srednjim nivoima obrazovanja	2
		geosadržaj jasan samo višim nivoima obrazovanaj	1
broj stanovnika u krugu od 15 km	veći broj stanovnika povećava vrednost objekta	više od 500.000 stanovnika	4
		od 100.000 do 500.000 stanovnika	3
		od 25.000 do 100.000 stanovnika	2
		do 25.000 stanovnika	1
ugroženost	nivo pretnji i rizik od degradacije objekta	nema rizika za oštećenje geoprocasa i sadržaja	4
		postoji rizik da se oštete sporedni geoprocasi i sadržaji	3
		postoji rizik da se ošteti glavni geoprocasi i sadržaj	2
		postoji rizik da se unište svi geoprocasi i sadržaji	1
povezanost sa drugim vrednostima	vrednost objekta je veća ukoliko je povezan sa većim brojem kulturnih i ekoloških vrednosti u okruženju	prisustvo nekoliko kulturnih i ekoloških sadržaja u okruženju manjem od 1 km	4
		prisustvo nekoliko kulturnih i ekoloških sadržaja u okruženju manjem od 3 km	3
		prisustvo jednog kulturnog i jednog ekološkog sadržaja u okruženju manjem od 3 km	2
		prisustvo samo jednog kulturnog ili jednog ekološkog sadržaja u okruženju od 3 km	1

ekološki značaj	značaj objekta za ekološke procese ili ako je objekat zaštićeno prirodno dobro od značaja za živi svet	direktan i jak uticaj na ekološke procese	4
		direktan ali manje jak uticaj na ekološke procese	3
		indirektan uticaj na ekološke procese	2
		od malog značaja za ekološke procese	1

Tabela 9. Kriterijumi korišćeni za procenu turističkih vrednosti sintetizovani prema Ghilardi *et al.* (2009), Pellitero *et al.* (2011), Lima *et al.* (2010) i Rocha *et al.* (2014)

Kriterijum	Opis	Vrednovanje	Bodovi
kvalitet izloženosti	koliko je određen geoproces pristupačan za posmatranje	u potpunosti vidljivi svi geoprocesi	4
		vidljiv glavni proces i veći broj sporednih geoprocena	3
		vidljiv glavni proces sa manjim poteškoćama	2
		vidljivost glavnog geoprocena sa većim poteškoćama	1
logistika	u zavisnosti da li u okruženju postoji i za koliki broj ljudi mogućnost smeštaja i ishrane	postoje kapaciteti za smeštaj i ishranu za grupe od 40 ljudi u okruženju manjem od 5 km	4
		postoje kapaciteti za smeštaj i ishranu za grupe od 40 ljudi u okruženju manjem od 10 km	3
		postoje kapaciteti za smeštaj i ishranu za grupe od 20 ljudi u okruženju manjem od 10 km	2
		postoje kapaciteti za smeštaj i ishranu za grupe od 20 ljudi u okruženju manjem od 20 km	1

pristupačnost	odnosi se na postojanje i stanje puteva, razdaljinu i potrebno vreme do objekta	direktan pristup sa asfaltiranog puta uz mogućnost parkiranja vozila	4
		manje od 1 km sa asfaltnog puta uz mogućnost parkiranja	3
		više od 1 km sa asfaltnog puta	2
		direktan pristup sa neasfaltiranog puta	1
broj stanovnika u krugu od 15 km	veći broj stanovnika povećava vrednost objekta	više od 500.000 stanovnika	4
		od 100.000 do 500.000 stanovnika	3
		od 25.000 do 100.000 stanovnika	2
		do 25.000 stanovnika	1
ugroženost	nivo pretnji i rizik od degradacije objekta	nema rizika za oštećenje geoprocesa i sadržaja	4
		postoji rizik da se oštete sporedni geoprocesi i sadržaji	3
		postoji rizik da se ošteti glavni geoproces i sadržaj	2
		postoji rizik da se unište svi geoprocesi i sadržaji	1
spektakularnost	upotreba objekta u promotivnim turističkim aktivnostima od nacionalnog do lokalnog nivoa	objekat se koristi u turističkim prezentacijama na nacionalnom nivou	4
		objekat se koristi u turističkim prezentacijama na lokalnom nivou	3
		objekat se ponekad koristi u turističkim prezentacijama na lokalnom nivou	2
		objekat se ne koristi u turističkim prezentacijama	1
estetika	vrednost zavisi od slikovitosti pejzaža, broja vizurnih tačaka i	estetski značajan objekat vidljiv sa velikog broja mesta i sa velikim brojem vidikovaca	4

	vidikovaca, i razvijenosti i strukture samog oblika		
		estetski značajan objekat vidljiv sa nekoliko lokacija i sa manje od 2 vidikovca	3
		estetski značajan objekat vidljiv sa nekoliko lokacija bez vidikovaca	2
		estetski značajan objekat vidljiv samo sa jednog mesta bez vidikovaca	1
kulturni značaj	odnosi se na različite aspekte: religiju, istoriju, umetnost, književnost, vrednost se povećava posebno ako ima značaj za lokalno stanovništvo	izrazita povezanost sa socio-ekonomskim aspektima i od velikog značaja za lokalano stanovništvo	4
		povezanost sa socio-ekonomskim aspektima i od značaja za lokalano stanovništvo	3
		slaba povezanost sa socio-ekonomskim aspektima i od malog značaja za lokalano stanovništvo	2
		ne postoji povezanost sa socio-ekonomskim aspektima i nema značaj za lokalano stanovništvo	1
rekreacioni potencijal	kapacitet objekta da ilustruje geoprocese široj javnosti koja ima različito predznanje iz geonauka	jasnoća geoprocesa široj javnosti bez znanja iz geonauka	4
		jasnoća geoprocesa onima sa osnovnim znanjem iz geonauka	3
		jasnoća geoprocesa onima sa višim znanjem iz geonauka	2
		jasnoća samo stručnjacima iz geonauka	1

7. PRIMENA PSPO U ODRŽIVOM UPRAVLJANJU GEODIVERZITETOM NA PRIMERU ODABIRA OBJEKATA ZA ZAŠTITU

U urbanizovanim područjima izuzetno je čest konflikt oko načina korišćenja resursa. Sa jedne strane postoji stalna potreba prostora za izgradnju novih objekata, za poljoprivredu i industrijsku proizvodnju, a sa druge strane da se rasursi zaštite jer im pretila degradacija ili čak i potpuno uništenje. Zbog toga se geodiverzitetom, kao prirodnim resursom, mora upravljati na održivi način pri čemu je veoma važna aktivnost zaštita. Planiranje zaštite može biti na više nivoa, od nacionalnog i regionalnog, do lokalnog. Na nacionalnom i regionalnom nivou planiranje se fokusira na zaštitu većih teritorija koje obuhvataju veći broj objekata/pojava/procesa koji imaju svetski ili nacionalni značaj. Na regionalnom nivou fokus je na očuvanju reprezentativnih pojava od značaja za datu oblast, dok se na lokalnom nivou pažnja usmerava ka zaštiti osnovnih elemenata geodiverziteta i očuvanju raznovrsnosti. U zavisnosti od nivoa zaštite biraju se kriterijumi i podaci različite razmere. Pri tome, veoma je važna usklađenost i međusobna usaglašenost planova sa različitih nivoa odlučivanja. Ovaj tip integracije je veoma kompleksan zbog: višestrukih, često konfliktnih krajnjih rezultata, neprecizno definisanih ciljeva, nekompletnosti informacija i velikog broja načina na koji se mogu sprovesti moguća rešenja (Davis & Stoms, 2001). Takođe, zaštita geodiverziteta u urbanim područjima zahteva mehanizme koji će pomoći da se donesu odluke koje će zadovoljiti potrebe donosilaca odluka i različitih interesnih grupa. Zbog toga odlučivanje u vezi zaštite mora biti vođeno jasnim ciljevima, identifikacijom prioriteta i zainteresovanih strana na različiti nivoima.

Kao i kod zaštite biodiverziteta, zaštita geodiverziteta se jako malo razmatra izvan zaštićenih područja zbog čega je bitno unaprediti metode za procenu koje objekte staviti i na koji način pod zaštitu. Iako u Srbiji postoje određeni opšti kriterijumi za odabir objekata (Zavod za zaštitu prirode) ne postoje formalne metodologije niti jasne procedure za poređenje potencijalnih objekata. Odabir se uglavnom zasniva

na ekspertskom znanju i na osnovu relevantnih zakona o zaštiti prirode i zakona o životnoj sredini. Proces evaluacije od strane eksperata zahteva razmatranje velikog broja različitih, često konfliktnih kriterijuma i socio-ekonomskih faktora kao i faktora životne sredine.

Zaštita geodiverziteta je složen proces koji podrazumeva donošenje odluka i korišćenje velikog broja informacija. Faktori evaluacije su uglavnom prostorno orjentisani pa zbog toga u odabiru objekata glavnu ulogu imaju geografski atributi tih objekata. U radu je prikazan proces odabira objekata korišćenjem PSPO koji se zasniva na prostornoj višekriterijumskoj analizi odlučivanja. Ovaj višekriterijumski sistem integriše tehnike za obradu prostornih podataka (GIS) sa višekriterijumskom analizom (VKA) i na taj način objedinjuje analitičke mogućnosti VKA sa mogućnostima za dinamičku simulaciju koju omogućava GIS.

Korišćenje PSPO-a je moguće jer je većina odluka u zaštiti geodiverziteta polustrukturirana što znači da za rešavanje problema u procesu odlučivanja kompjuter može da asistira čoveku. Kod nestruktuiranih odluka situacije se ne mogu uopšteno modelovati a rešenja se donose na osnovu ličnih znanja i iskustava donosilaca odluka. Kod strukturiranih odluka, moguće je automatski procesuirati varijable koje su poznate i jasno ograničene. U polustrukturiranom odlučivanju, rešenja se pronalaze kombinovanjem velikog broja automatizovanih procedura koje se modifikuju u skladu sa procedurom postavljenom od strane donosilaca odluke. Za donošenje odluka u upravljanju geodiverzitetom nije dovoljno potpomagati se analitičkim sposobnostima GIS-a već ih treba unaprediti procedurama višekriterijumskog odlučivanja. Kod PSPO-a GIS obezbeđuje atribute za sve lokacije kao i aritmetičke i logičke operacije za kombinovanje tih atributa (Jiang & Eastman, 2000), a tehnike višekriterijumske analize pomažu u formalnom strukturiranju višenaspektnih odluka i proceni alternativa (Greene *et al.*, 2011).

Pri razmatranju i pronalaženju načina za izradu PSPO-a postoje mnoga pitanja na koja treba odgovoriti pre početku same izrade. Prema Sugumaran & DeGroot (2011) zainteresovane strane koje su uključene treba da odgovore na sledeća pitanja što jasnije:

- Koji problem/i će se rešavati korišćenjem PSPO-a?

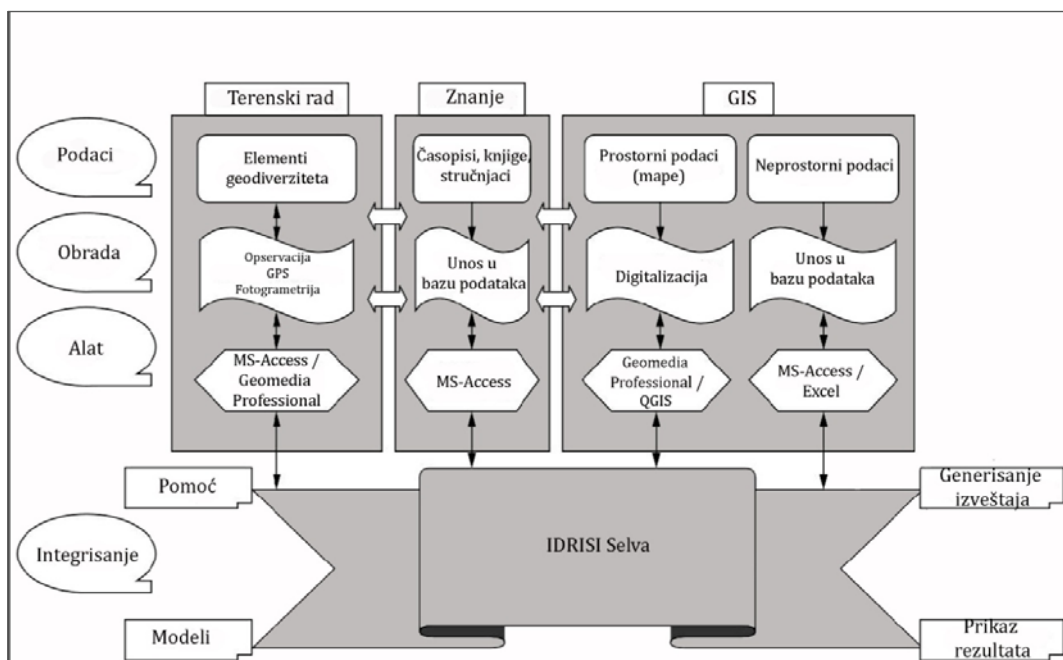
- Koja je uloga različitih zainteresovanih strana uključujući i donosiocce odluka?
- Koje su tehnologije dostupne kreatorima PSPO-a?
- Da li postoje adekvatno vreme i resursi?
- Ko će održavati sistem?
- Koje će se tehnologije koristiti da bi se ispunili zahtevi sistema (na primer, programski jezik, analiza prostornih podataka, kapaciteti modelovanja, razvojna platforma – desktop ili zasnovana na webu)?

Komponenta zainteresovane strane je ključna za uspešan razvoj i korišćenje PSPO-a i podrazumeva uključivanje stručnjaka iz različitih oblasti i njihovo povezivanje sa pojedincima ili grupama koje imaju različite interesne ciljeve. Hahn (2005) smatra da krajnji korisnici definišu problem i politički kontekst, diktiraju potencijalno korišćenje PSPO-a i pomažu u formiranju funkcionalnih zahteva. Ovi pojedinci mogu biti planeri, upravljači i ljudi koji se bave praktičnim politikama. Druge zainteresovane strane prema istom autoru uključuju naučnike koji razvijaju načine modelovanja, IT specijaliste i projektanta koji integriše ostale zainteresovane strane i upravlja projektom ili sistemom. Isti autor naglašava da proces razvoja PSPO-a treba da bude iterativan i mora da obuhvati krajnje korisnike, stručnjake (naučnike) i specijaliste u oblasti tehnologije.

7.1 Metodološki okvir za odabir lokaliteta geonasleđa

PSPO za zaštitu geodiverziteta je kompleksan i podrazumeva korišćenje integrisanih analiza i modela. Kompleksnost proizilazi iz činjenice da procena pogodnosti za zaštitu zahteva evaluaciju višestrukih kriterijuma na osnovu višestrukih ciljeva. U cilju transparentnosti predložena je jasna korak-po-korak metodologija (Sl. 16). Svaka procena pogodnosti za cilj ima efikasnost i minimalni uticaj na životnu sredinu. Izrada PSPO-a odvijala se kroz dve faze. U prvoj fazi vršen je odabir potencijalnih objekata koje bi trebalo zaštititi. U drugoj fazi je urađena evaluacija potencijalnih objekata i preporučeni su najadekvatniji.

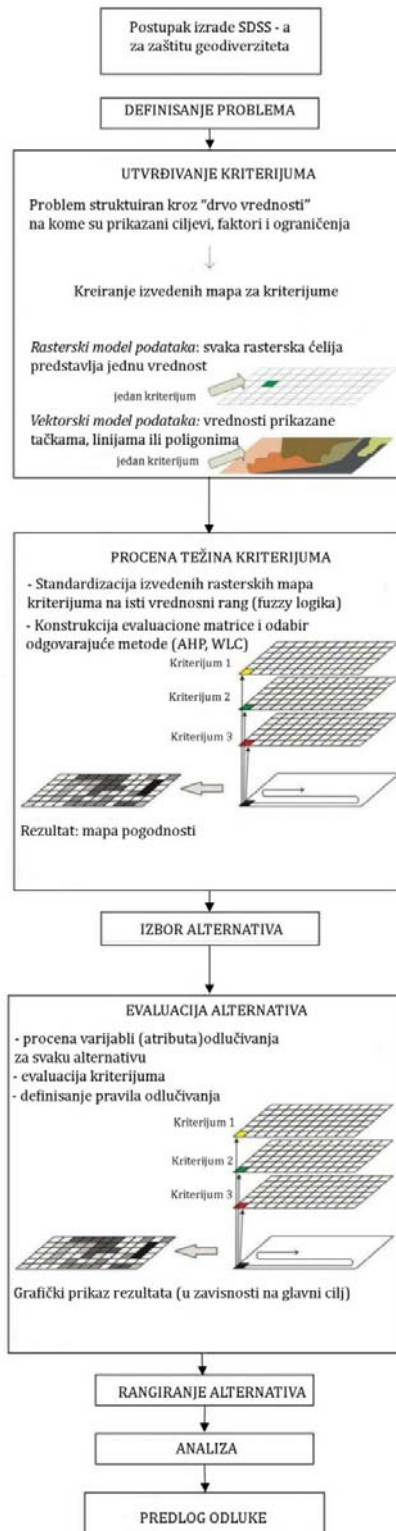
Arhitektura PSPO softvera korišćena u radu predstavlja integraciju nekoliko softverskih aplikacija koje su povezane u sistem koji obezbeđuje sve neophodne funkcije koje zahteva PSPO (Sl. 15).



Slika 15. Arhitektura PSPO softvera korišćenog u radu (modifikovano Sugumaran & DeGroot, 2011)

Celokupan postupak procene može se podeliti na sledeće korake:

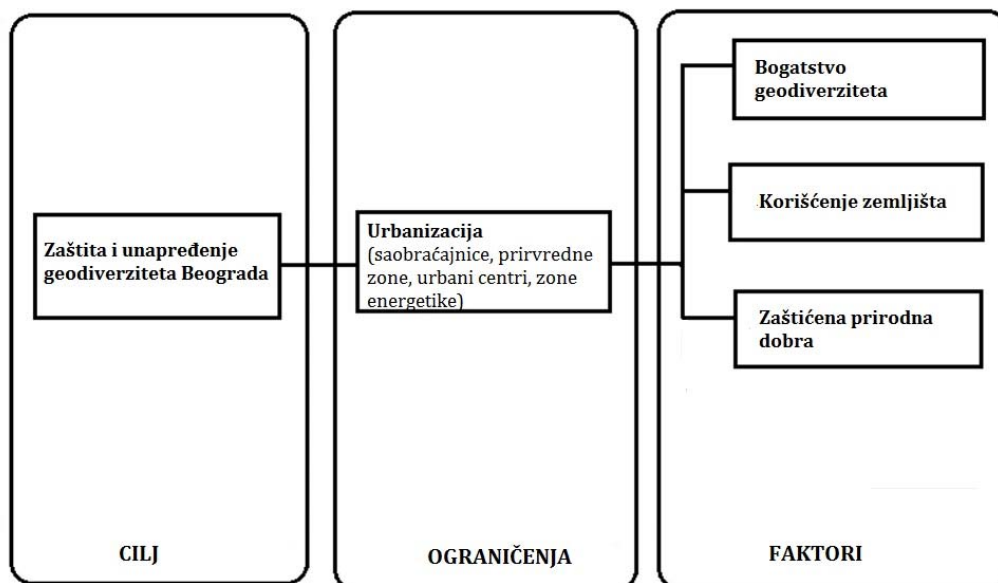
1. Definisane problema i utvrđivanje kriterijuma (faktora i ograničenja) za analizu,
2. Kreiranje izvedenih rasterskih mapa za kriterijume na osnovu definisanih prioriteta,
3. Procena težina kriterijuma (konstrukcija evaluacione matrice i odabir odgovarajuće metode),
4. Formiranje mape pogodnosti,
5. Odabir alternativa,
6. Rangiranje i evaluacija alternativa.



Slika 16. Postupak izrade PSPO-a za zaštitu geodiverziteta

7.2 Definisane problema

Proces donošenja odluka započinje prepoznavanjem problema o kojem se treba odlučivati. Prema Simon (1960) to je početni korak u procesu koji se sastoji iz tri faze: inteligentne, faze osmišljavanja i faze odabira. U prvoj fazi se definišu uslovi pod kojima se definiše odluka, u drugoj razvijaju alternativna rešenja i u poslednoj fazi se evaluiraju alternative i vrši odabir najboljih. Dok se za aktivnosti u prvoj i drugoj fazi mogu koristiti uobičajne metode prostorne analize, u trećoj fazi moraju se primeniti formalne metode (pravila odlučivanja) koje nisu prisutne u većini GIS softvera. Pomoću ovih metoda vrši se odabir izvodljivih alternativa i vrši se njihovo rangiranje u odnosu na ranije utvrđene prioritete donosilaca odluka.



Slika 17. Drvo vrednosti/kriterijuma

Svaki postupak odlučivanja počinje sa definisanjem problema koji predstavlja razliku između željenog i trenutnog stanja sistema. U radu je problem strukturiran kroz „drvo vrednosti“ (Keeney, 1992) na kome su prikazani ciljevi, ograničenja i faktori (Sl. 17). Za utvrđivanje cilja korišćeni su radovi iz oblasti zaštite geodiverziteta i održivog upravljanja prirodnim resursima, relevantni zakoni za

oblast istraživanja i dosadašnje aktivnosti sprovedene na zaštiti geodiverziteta. Osnovni cilj je zaštita i unapređenje geodiverziteta kroz odabir lokacija objekata koje treba zaštititi. Pod pojmom objekat geodiverziteta u ovoj disertaciji se smatra jedna lokacija, područje, zona ili oblast. Da bi se postigao ovaj cilj i radi boljeg razumevanja istraživanog prostora identifikovano je četiri kriterijuma (tri faktora i jedno kompleksno ograničenje).

Faktori u određenom stepenu doprinose željenom stanju tj. uvećavaju ili umanjuju pogodnosti neke lokacije u cilju postizanja željenog cilja. Slabe performanse nekog faktora mogu se kompenzovati dobrim osobinama nekog drugog faktora. Faktori predstavljaju varijable koje doprinose pogodnosti nekog objekta pri čemu slabije performanse jednog faktora kompenzuju se dobrim performansama ostalih faktora (Eastman *et al.*, 1995). Ova karakteristika faktora može doprineti da kompenzentna mapa ima sveukupno dobre performanse (pravilo kompenzacionog odlučivanja). Za razliku od faktora, ograničenja nisu kompenzativne varijable. Na osnovu njih se utvrđuje da li objekat odgovara zadatom kriterijumu. Pri izradi kompozitne mape objekti koji odgovaraju zadatim kriterijumima će imati vrednost od 0 do 1, a oni koji ne zadovoljavaju će imati vrednost 0. Ograničenja se uvek preklapaju zbog čega oblasti koje imaju vrednosti 0 bivaju isključene iz dalje analize (Eastman, 2001). Za odabir objekata geodiverziteta koje treba zaštititi identifikovani kriterijumi se odnose na različite aspekte koji utiču na geodiverzitet Beograda, pozitivno ili negativno.

U tabeli 8 su prikazani kriterijumi koji su podeljeni na faktore i ograničenja, izvorne mape podataka, izvedene mape i metod mapiranja kriterijuma tj. prikazan je tip standardizacije koji je korišćen za dobijanje izvedene mape kriterijuma. Mapa ograničenja nastala je sjedinjavanjem svih ograničenja i tako dobijene oblasti je isključene iz dalje analize zbog nepogodnih karakteristika. U okviru ostalih oblasti urađene su mape za identifikovane kriterijume i standardizovane su na isti vrednosni rang radi daljih analiza.

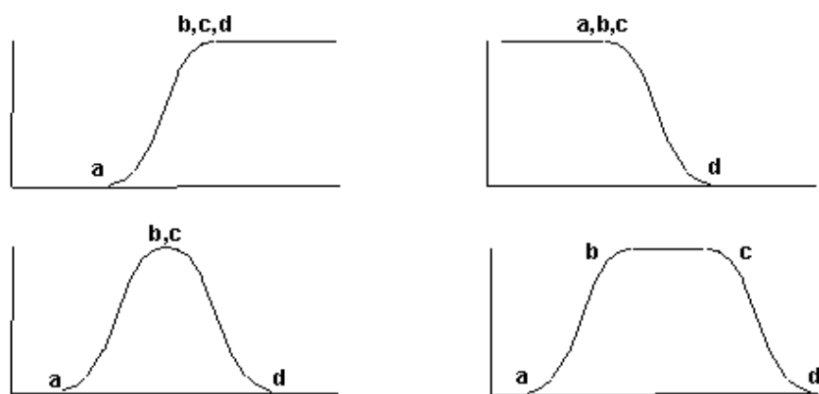
Tabela 8. Kriterijumi za odabir objekata

Kriterijumi		Izvor podataka	Izvedena mapa	Metod mapiranja kriterijuma
Faktori	Bogatstvo geodiverziteta	- Osnovna geološka karta Srbije 1:100.000; - Geomorfološke karte Srbije 1:300.000; - Pedološka karta Srbije 1:50.000; - Topografska karta 1:300.000; - Karta vodnih objekata 1:50.000.	Mapa bogatstva geodiverziteta	Rezultat je standardizovan na vrednosni rang 0-255 korišćenjem sigmoidalne ("s-shaped") funkcije
	Zaštićena prirodna dobra	- Regionalni prostorni plan administrativnog područja Beograda – Referalna karta br. 3 Turizam i zaštita prostora 1:100.000.	Mapa zaštićenih oblasti	Zaštićena prirodna dobra su standardizovana na 1, ostale oblasti su standardizovane na 0
	Korišćenje zemljišta	- Regionalni prostorni plan administrativnog područja Beograda – Referalna karta br. 1 Osnovna namena zemljišta 1:100.000;	Mapa korišćenja zemljišta	Predviđeno građevinsko zemljište je standardizovano na 1 a ostala zemljišta na 0.
Ograničenja	Urbanizacija	- Regionalni prostorni plan administrativnog područja Beograda – Referalna karta br. 1 Osnovna namena zemljišta 1:100.000;	Mapa ograničenja	Saobraćajnice, privredne zone, centri urbanog razvoja i zone energetike su standardizovane na vrednost 0 a ostali na 1 korišćenjem Bulove logike

7.3 Određivanje kriterijuma

Izvedene rasterske mape urađene su za svaki faktor pri čemu svaki piksel ima odgovarajuću vrednost. Za njihovu izradu sve vrednosti su standardizovane na isti vrednosni rang od 0 (minimalna pogodnost) do 255 (maksimalna pogodnost) u cilju dobijanja konačne mape indeksa pogodnosti. Funkcija vrednosti standardizacije je dobijena na osnovu zakona i do sada objavljene stručne literature iz oblasti zaštite geodiverziteta.

U radu je korišćena fazi tehnika za standardizaciju vrednosti kriterijuma pre nego što su utvrđene njihove težinske vrednosti korišćenjem metode poređenja parova. Prema Calijuri *et al.* (2002) za najbolje rezultate u analizi procesa koji se dešavaju u životnoj sredini potrebno je standardizovati svaki atribut tako da istraživana oblast bude predstavljena bez jasnih granica kao što je i inače slučaj u realnim uslovima. Primena fazi tehnike u prostornim analizama koristi se u različite svrhe. Dosta fenomena iz realnog sveta se može teško klasifikovati u jasno ograničene kategorije, kao prostorne ili neprostorne podatke ili kao precizne kriterijume u procesu modelovanja. Podaci koji su precizni i imaju jasna ograničenja daju i iste takve rezultate. Međutim, većina pojava iz realnog sveta nema tako jasno izražene granice a podaci se međusobno prepliću. Da bi se smanjila nepouzdanost u modelovanju ovakvih podataka primenjuje se fazi tehnika koja se oslanja na teoriju fazi skupova ili fazi logike. Teorija fazi skupova dozvoljava da objekat ili lokacija pripada istovremeno u nekoliko skupova umesto da bude deo samo jednog, jasno ograničenog skupa (Malczewski, 1999). Kod fazi skupova, stepen pripadnosti nekoj klasi se izražava na skali od 0 do 1 (vrednost 0 znači da nije član te klase, a 1 znači da je potpuni član), odnosno 0 – 255 nakon normalizacije. Prema Tsuhako (2004) realne vrednosti različitih kriterijuma nije moguće međusobno porediti i sprovesti neki vid agregacije sa takvim vrednostima. Zbog toga je potrebno vrednosti standardizovati ili normalizovati na isti vrednosni rang. Procedura podrazumeva standardizaciju svih mapa koje imaju tematske jedinice koje su raspoređene u različite klase prilagođene tematici mape. Standardizacija je urađena primenom modula “fuzzy” u IDRISI softveru (Idrisi Andes™). U ovom softveru postoje četiri fazi grupe funkcija a u radu je korišćena *sigmoidalna funkcija*.



Slika 17. Sigmoidalna funkcija pripadnosti

Za sigmoidalnu (“*s-shaped*”) funkciju potrebno je koristiti četiri tačke koje će odrediti oblik krive. Na slici 17 te tačke su označene sa a, b, c, d. Tačka a znači pripadnost raste iznad 0, tačka b da pripadnost postaje 1, tačka c da pripadnost pada ispod 1 a tačka d da pripadnost postaje 0.

7.3.1 Bogatstvo geodiverzitet

Mapa bogatstva geodiverziteta je urađena izračunavanjem indeksa geodiverziteta koja se dobija korišćenjem formule za evaluaciju Indeksa geodiverziteta (Gd), predloženog od Serrano & Ruiz-Flaño (2007):

$$Gd = \frac{Eg R}{\ln S}$$

gde je Gd - Indeks geodiverziteta; Eg – Broj različitih abiotičkih elemenata u prostornoj jedinici; R – Koeficijent hrapavosti prostorne jedinice; S – Površina prostorne jedinice (m²); Ln - logaritam. U radovima koji su se bavili kvantitativnom procenom geodiverziteta (Serrano&Ruiz-Flaño, 2007; Serrano *et al.*, 2009; Pellitero *et al.*, 2011; Hjort & Louto, 2010; Silva *et al.*, 2013, 2014; Melelli, 2014) za prostorne jedinice na osnovu kojih je vršena procena elemenata geodiverziteta korišćeni su različiti predeoni oblici ili geomorfološke jedinice, tipovi staništa ili grid model. Zbog kompleksnosti terena, neravnomerne raspoređenosti abiotičkih elemenata i jakog procesa urbanizacije, u ovom radu indeks geodiverziteta nije

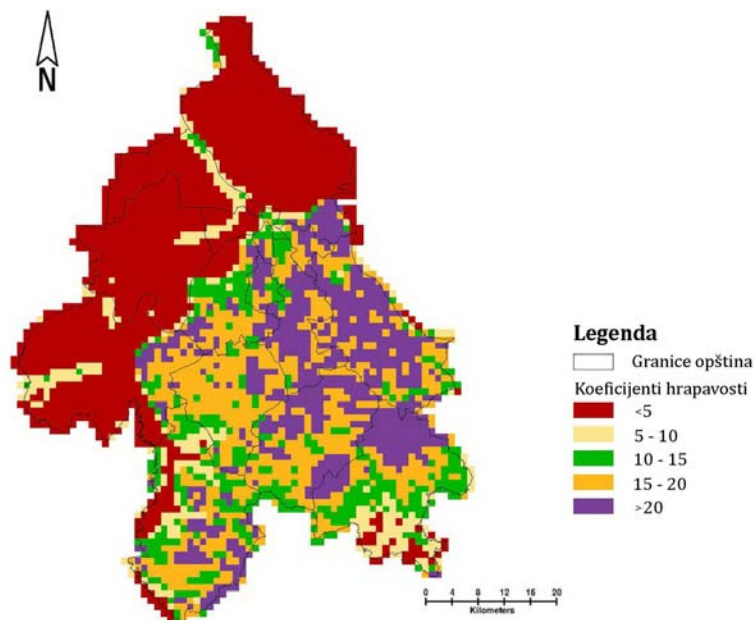
rađen za prirodne jedinice već je čitava administrativna teritorija grada Beograda podeljena mrežom na piksele veličine 200x200 m i 1000x1000 m. Veličina piksela utvrđena je na osnovu veličine teritorije i razmere ulaznih podataka (Hengl, 2006; Hjort & Louto, 2010). Nakon urađenih analiza i proračuna za obe mreže, utvrđeno je da je mreža 1000x1000 m adekvatnija za mapiranje i procenu geodiverziteta za čitavu teritoriju grada.

Za analizu podataka i jasnije predstavljanje dobijenih prostornih rezultata korišćen je GIS. Postupak izrade GIS-a podrazumevao je izradu geobaze podataka na osnovu kojih su dobijene informacije potrebne za procenu geodiverziteta i njegovu prostornu distribuciju. Osnovni izvor geografskih podataka su bile analogne ili digitalne geološke, geomorfološke, pedološke i hidrološke mape teritorije Beograda razmera 1:50k, 1:100k i 1:300k, podaci iz dostupne, objavljene literature i podaci o geodiverzitetu prikupljeni na terenu.

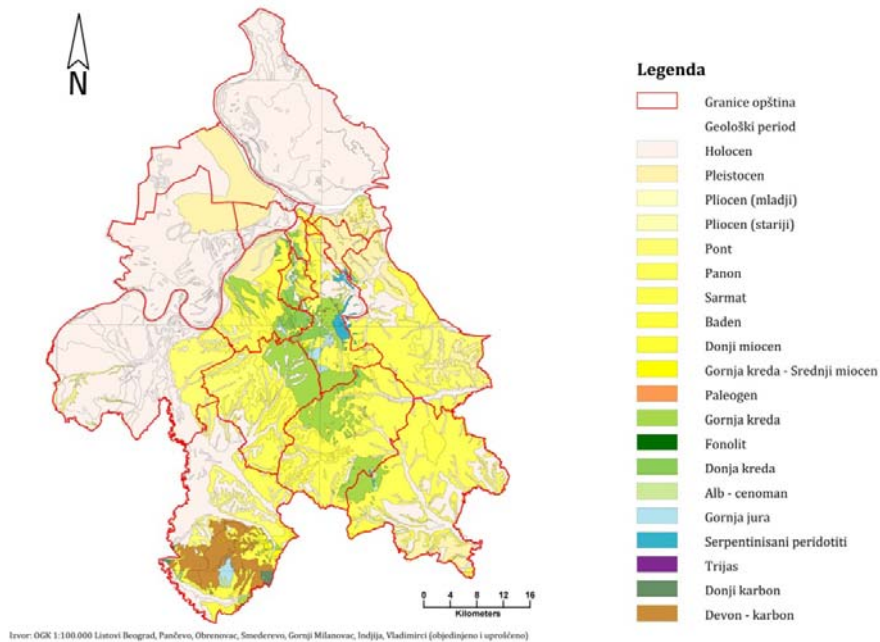
Od različitih ulaznih podataka za potrebe izračunavanja broja različitih abiotičkih elemenata (Sl. 23) formirane su nove mape: geološko-stratigrafska (Sl. 19), geomorfogenetska (Sl. 20), pedološka (Sl. 21) i vodnih objekata (Sl. 22) preko kojih je preklapljena grid mreža. Za izradu geološko-stratigrafske karte korišćena je Osnovna geološka karta Srbije 1:100.000, podaci iz literature i sa terena. Podaci su pojednostavljeni i grupisani u geološke periode karakteristične za teritoriju grada Beograda. Stene koje su posebno specifične i koje dodatno utiču na raznovrsnost geodiverziteta (fonolit i serpentinisani peridotiti) stavljene su kao posebna kategorija. Za izradu geomorfološke karte korišćeni su podaci sa Geomorfološke karte Srbije 1:300.000 i terenski podaci. Zbog razmere na mapi nisu ucrtavani pojedinačnih geomorfološki elementi već su prikazane oblasti sa dominantnim geomorfološkim procesom. U svakoj oblasti zastupljeni su oblici reljefa karakteristični za određen geomorfološki proces. Za izradu pedološke karta osnova je bila analogna Pedološka karta Srbije 1:50.000. Za izračunavanje hidrogrfskih elemenata digitalizovani su izvori sa analogne Karte vodnih objekata 1:50.000 i reke sa analogne Topografske karte 1:300.000. Za unos, editovanje, analizu i kreiranje vektorskih prostornih podataka korišćen je GIS softverski paket

GeoMedia Professional 6.3 by the Intergraph Corporation. Za obradu rastera korišćenjen je programski paket Idrisi Andes™.

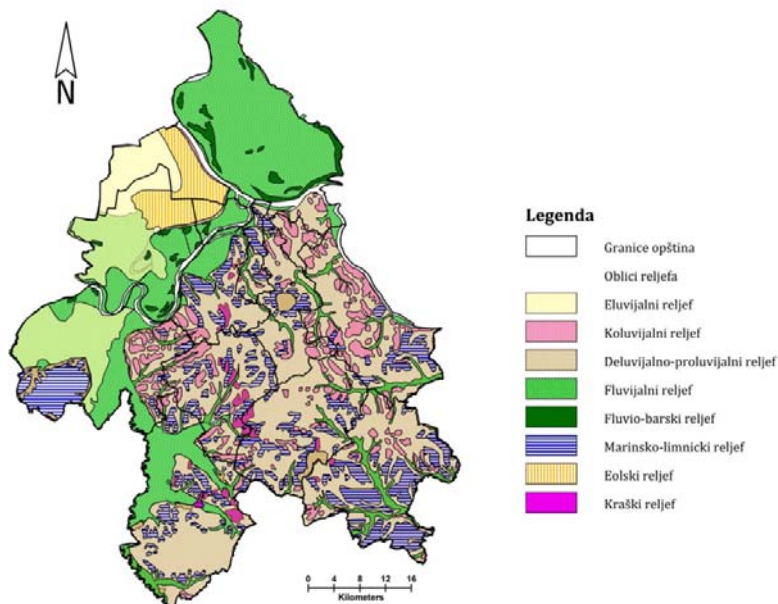
U jednačini za vrednost hrapavosti reljefa korišćen je koeficijent hrapavosti reljefa (Ćalić *et al.*, 2012, 2012a). Autori su za dobijanje koeficijenta hrapavosti primenili metod geomorfometrijske analize (korišćenjen programski paket Idrisi Andes™). Osnovni podaci za digitalni model visina terena dobijeni su iz baze SRTM (eng. *Shuttle Radar Topography Mission*) sa rezolucijom od 90 m (USGS, 2011). Osnovna rezolucija je smanjena, a za dobijeni digitalni model visina urađeno je prostorno filtriranje. Gridne ćelije grupisane su u kvadratne prozore veličine 5 x 5 ćelija, radi računanja prosečne nadmorske visine unutar prozora. Za svaku ćeliju izračunata je razlika njene visine u odnosu na prosečnu visinu u okviru prozora, a centralnoj ćeliji prozora dodeljena je standardna devijacija visinskih razlika svih 25 ćelija u prozoru. Propuštanjem prozora kroz digitalni model visina, za svaku ćeliju u modelu izračunata je standardna devijacija, koja oslikava njen visinski odnos prema ćelijama iz neposrednog prostornog okruženja. Vrednost standardne devijacije označena je kao koeficijent hrapavosti reljefa (Sl. 18).



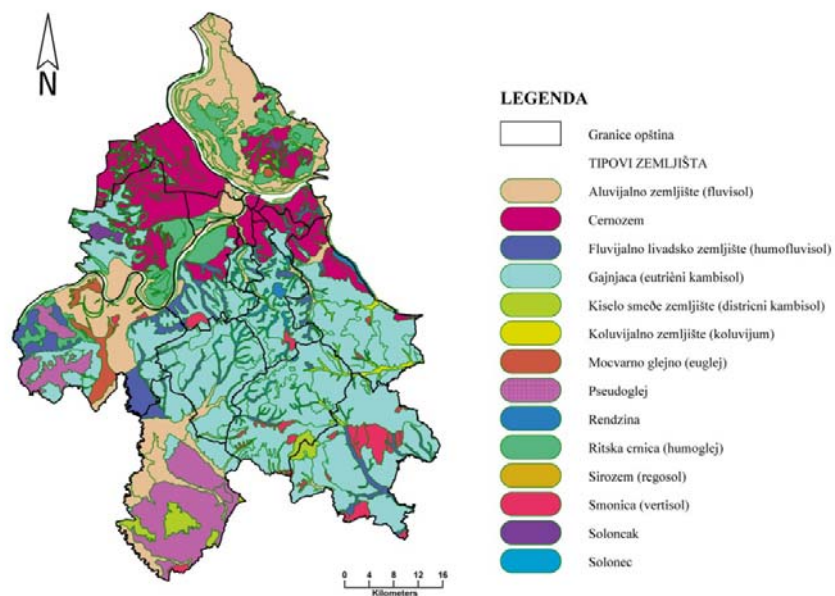
Slika 18. Karta hrapavosti reljefa (prema Ćalić *et al.*, 2012)



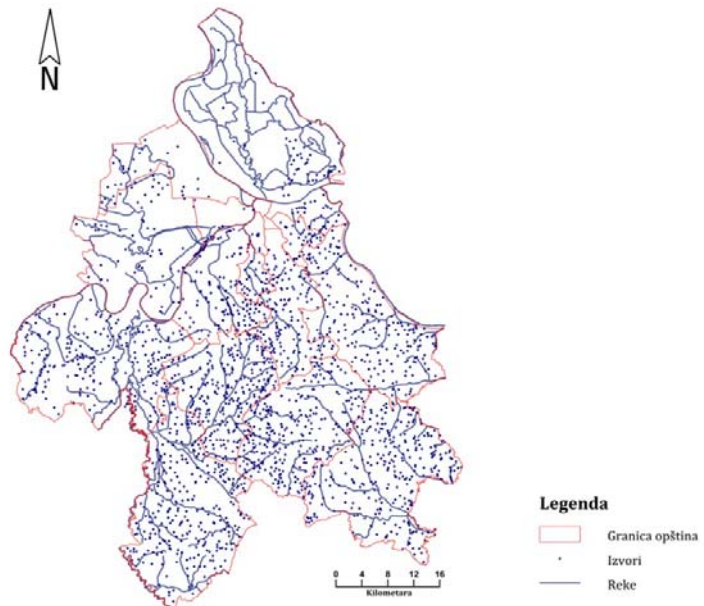
Slika 19. Prilagođena i uprošćena geološka karta Beograda (Izvor: Osnovna geološka karta 1:100.000)



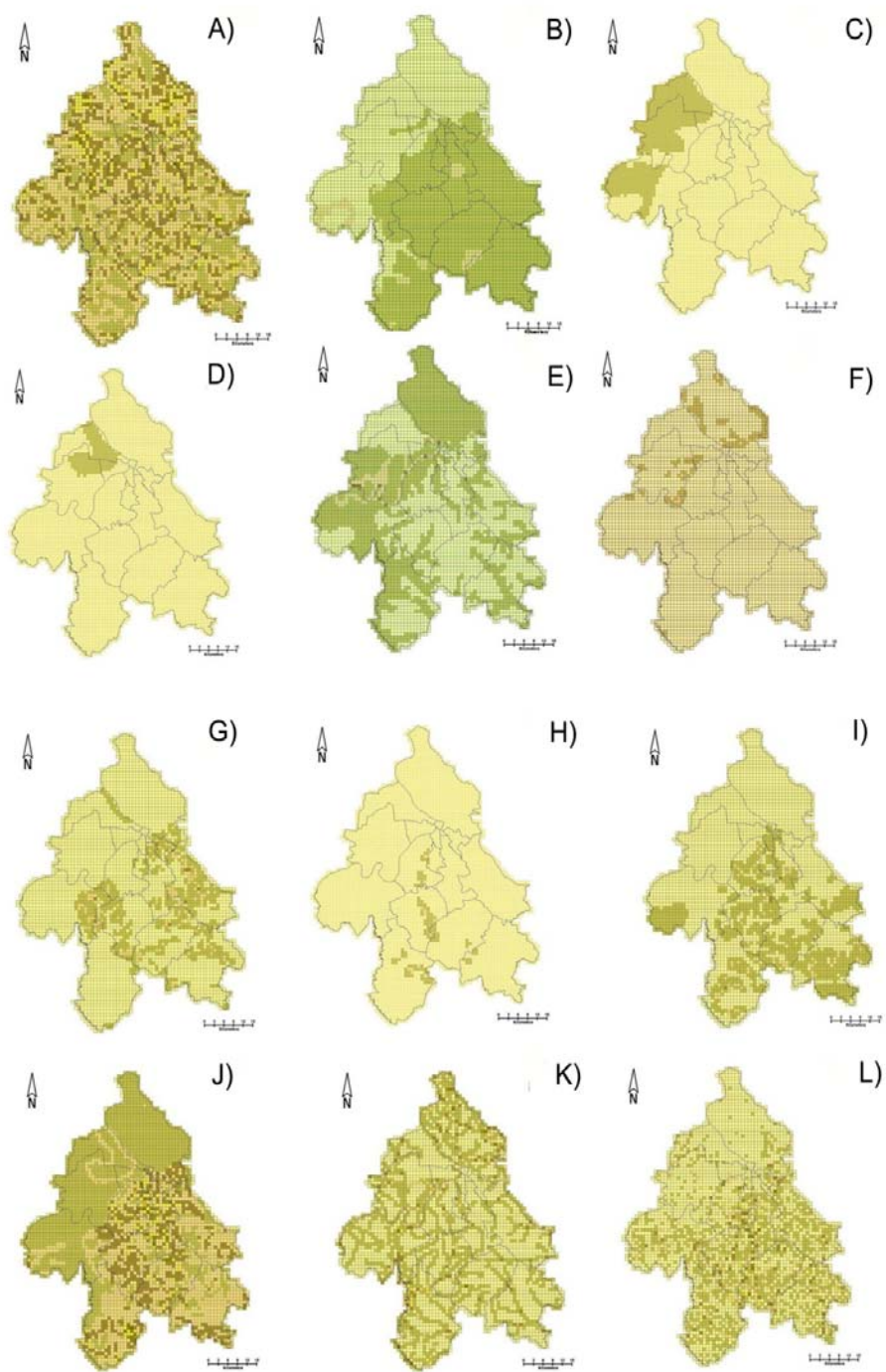
Slika 20. Karta morfogeneze i morfografije terena na teritoriji Beograda (Izvor: Geomorfološka karta 1:300.000)



Slika 21. Karta tipova zemljišta na teritoriji Beograda (Izvor: Osnovna pedološka karta Srbije)



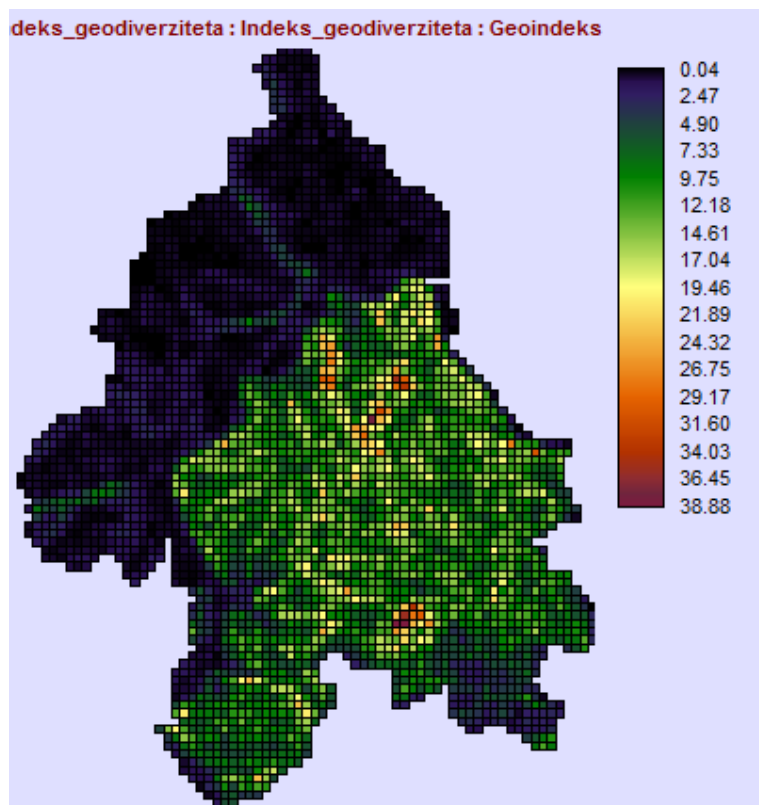
Slika 22. Karta reka i izvora na teritoriji Beograda (Izvor: Karta vodnih objekata 1:50.000)



Slika 23. Broj različitih abiotičkih elemenata (Eg): A) Zemljište B) Deluvijalno-proluvijalni reljef C) Eluvijalni reljef D) Eolski reljef E) Fluvijalni reljef F) Fluvio-barski reljef G) Koluvijalni reljef H) Kraški reljef I) Marinsko-limnički reljef J) Geologija K) Reke L) Izvori.

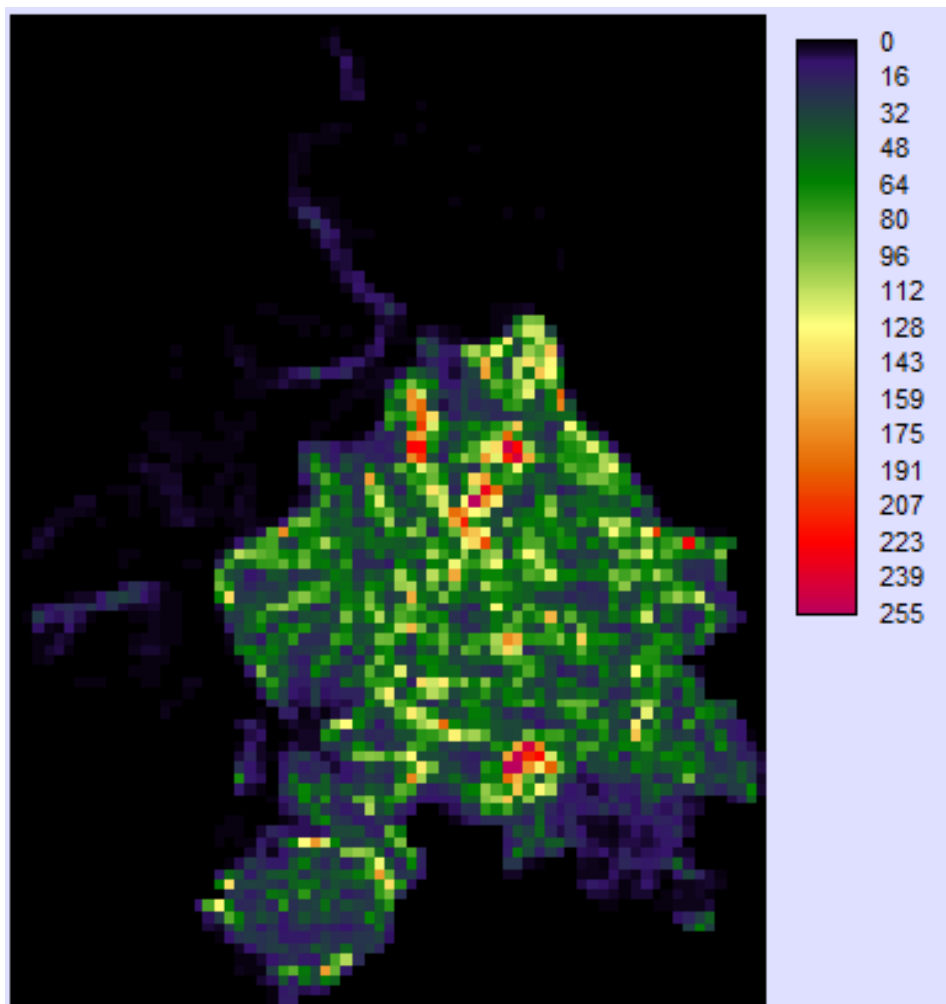
7.3.1.1 Indeks geodiverziteta na teritoriji grada Beograda

Geološki, geomorfološki, pedološki i hidrološki elementi geodiverziteta su kvantifikovani u cilju dobijanja vrednosti indeksa geodiverziteta za svaki piksel (veličine 1000x1000 m). Zbog veličine teritorije i razmere ulaznih podataka, procena geodiverziteta je rađena na nivou elemenata: geoloških (litološko-stratigrafskih), geomorfoloških (morfogeneteskih), pedoloških (osnovni tipovi zemljišta) i hidroloških (reke, izvori). Finalni rezultat za indeks geodiverziteta je prikazan na slici 24.



Slika 24. Karta indeksa geodiverziteta na teritoriji grada Beograda

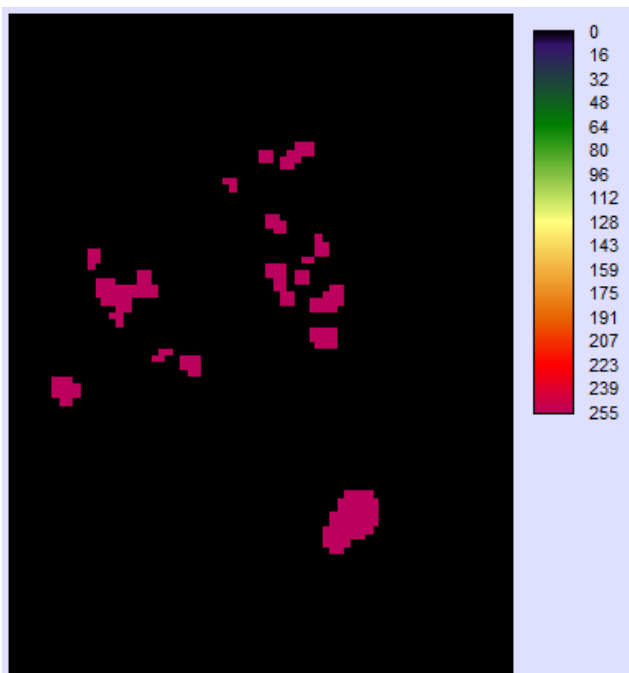
Indeks geodiverziteta je zatim standardizovan na vrednosni rang 0-255 korišćenjem sigmoidalne ("s-shaped") funkcije kod koje je vrednost kontrolne tačke $a=0,04$ a vrednost kontrolne tačke $b=38,88$ (Sl. 25).



Slika 25. Karta indeksa geodiverziteta (vrednosti standardizovane na vrednosni rang 0-255)

7.3.2 Zaštićene oblasti

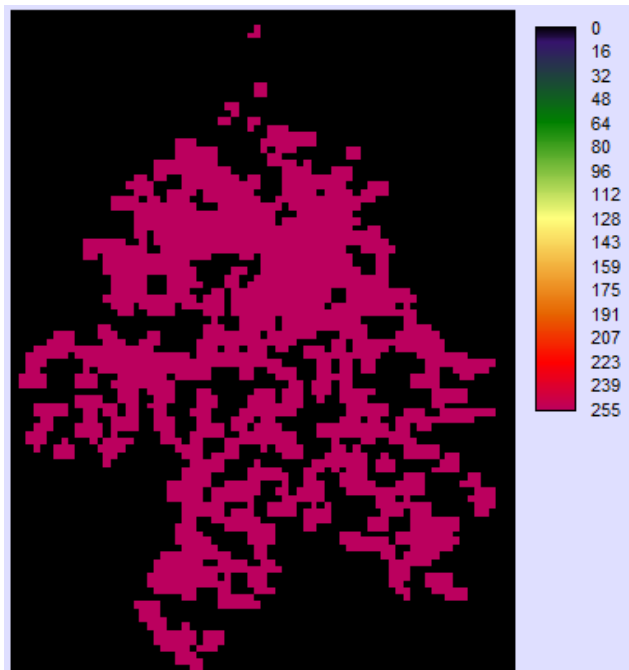
Karta zaštićenih oblasti (Sl. 26) je nastala digitalizacijom Regionalnog prostornog plana administrativnog područja Beograda – Referalna karta br. 3 Turizam i zaštita prostora koja je urađena u razmeri 1:100.000. Vrednosti su podeljene u kategorije 0 koja označava da taj prostor nije pod bilo kojim vidom zaštite i kategorijom 1 koji pokazuje da je prostor pod zaštitom kao prirodno dobro. Zatim su vrednosti standardizovane na vrednosni rang 0-255 radi dalje analize u programu Idrisi Andes™. Za izradu karte korišćena je ista metodologija kao za izradu karte bogatstva geodiverziteta.



Slika 26. Karta zaštićenih oblasti (kategorija 0 koja je označena crnom bojom označava prostor koji nije pod bilo kojim vidom zaštite, dok je rozek bojom označen prostor pod zaštitom ili planiranom zaštitom)

7.3.3 Korišćenje zemljišta

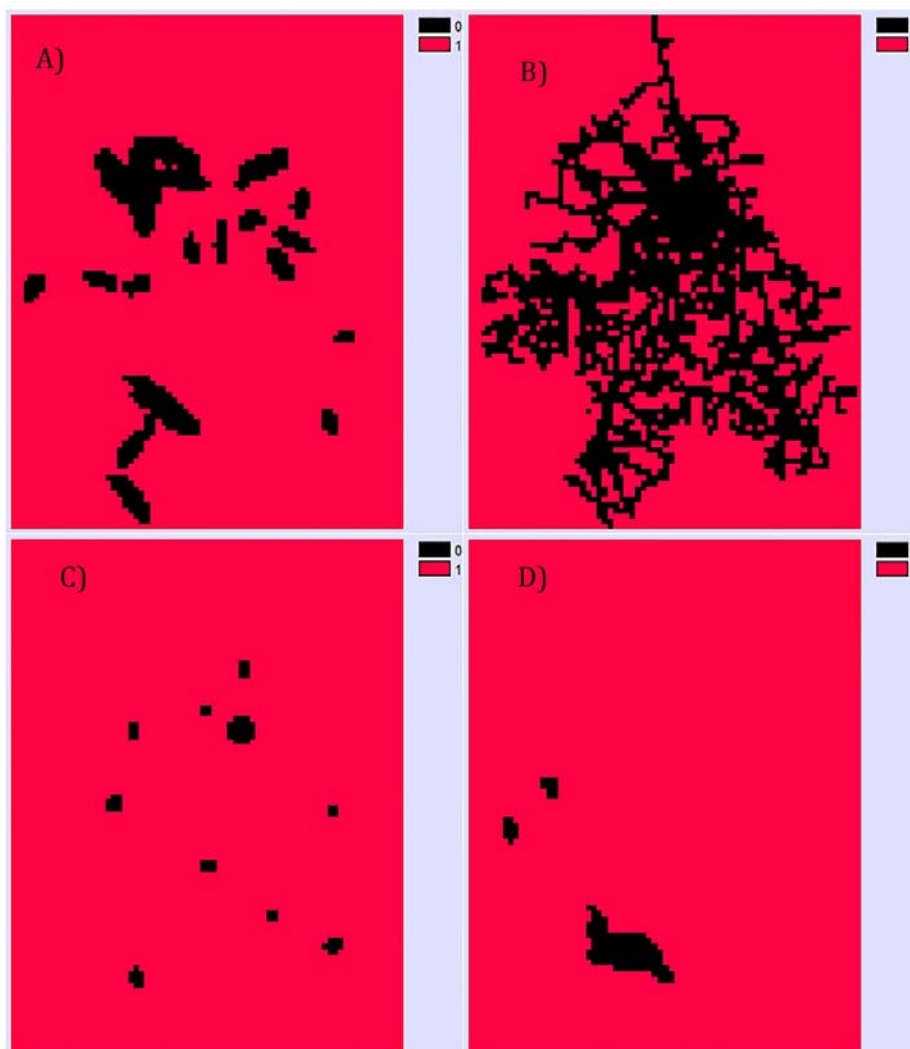
Karta korišćenja zemljišta (Sl 27) je formirana digitalizacijom Regionalnog prostornog plana administrativnog područja Beograda – Referalna karta br. 1 Osnovna namena zemljišta 1:100.000. Zemljište je kategorisano u dve kategorije tj. ono koje je predviđeno za građevinsko zemljište ima vrednost 0 dok ostala zemljišta imaju vrednost 1. Zatim su vrednosti standaradizovane na vrednosni rang 0-255 radi dalje analize u programu Idrisi Andes™. Za izradu karte korišćena je ista metodologija kao za izradu karte bogatstva geodiverziteta i karte zaštićenih oblasti.



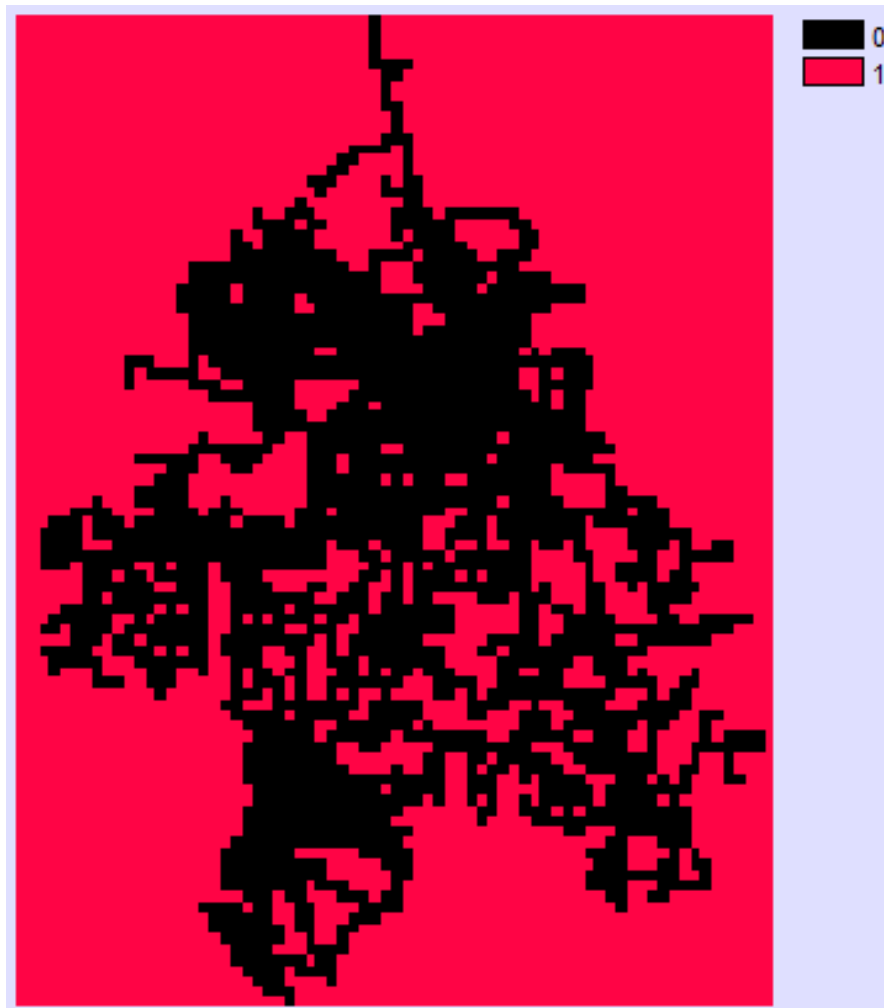
Slika 27. Karta korišćenja zemljišta (građevinsko zemljište označeno je crnom bojom, dok su ostala zemljišta označena roze bojom)

7.3.4 Ograničenja

Karta ograničenja (Sl. 29) je kompleksna i dobijena je agregacijom pojedinačnih ograničenja: privredne zone, saobraćajnice, urbani centri i zone energetike (Sl. 28). Podaci su dobijeni digitalizacijom Regionalnog prostornog plana administrativnog područja Beograda – Referalna karta br. 1 Osnovna namena zemljišta 1:100.000 i primenom Bulove logike.



Slika 28. Karta ograničenja A) Privredne zone, B) Saobraćajnice, C) Urbani centri razvoja, D) Zone energetike. Vrednost 0 označena crnom bojom prikazuje manje pogodna, a vrednost 1 označena roze bojom pogodna područja.



Slika 29. Finalna karta ograničenja (vrednost 0 označena crnom bojom prikazuje manje pogodna, a vrednost 1 označena roze bojom pogodna područja)

7.4 Procena težina kriterijuma (konstrukcija matrice procene i odabir odgovarajuće metode)

Nakon standardizacije vrednosti i dobijanja izvedenih rasterskih mapa utvrđeni su težinski koeficijenti kriterijuma korišćenjem metode Analitičkog hijerarhijskog procesa. Težinski koeficijenti pokazuju relativnu vrednost za utvrđivanje krajnjeg rezultata koji predstavlja sveukupnu atraktivnost ili korisnost određenog objekta geodiveziteta. AHP se u GIS okruženju može koristiti na dva načina: prvi se odnosi na dobijanje vrednosti kriterijuma koji su prikazani kroz slojeve mapa i drugi, gde se AHP koristi za agregaciju prioriteta za sve hijerarhijske nivoe uključujući i nivo koji reprezentuje alternative (Saaty, 1977). U radu je korišćen prvi pristup za dobijanje vrednosti kriterijuma koji su prikazani kroz izvedene rasterske mape. AHP je metod poređenja parova koji je razvio Saaty (1977) za proces donošenja odluka. On je projektovan da struktuirao proces odlučivanja u situacijama na koje utiče više faktora. Kompleksan problem se razbija na manje delove i određuju se prioriteta. Delovi su organizovani hijerarhijski pri čemu svaki nivo označava grupu kriterijuma/atributa koji se odnose na taj deo. Na najvišem hijerarhijskom nivou je glavni cilj koji se želi postići. Međunivo su faktori za svaki viši nivo a donji nivo predstavljaju akcije/alternative koje treba preduzeti za postizanje cilja. Delovi problema su organizovani hijerarhijski, korišćenjem subjektivne procene koja se zasniva na relativnoj važnosti svakog pojedinačnog faktora i efekta koji ima na postizanje krajnjeg cilja. Krajnji rezultat je lista prioriteta od razmatranih alternativa (Saaty & Vargas 1990; Saaty, 1980, 2003).

Prema Saaty (2008) nisu sve informacije od značaja za bolje razumevanje i ocenu nekog problema. Ako donosimo odluke intuitivno, verujemo da je potrebno što više informacija i da što ih više imamo doneće se bolja odluka. Ali to nije istina. Prema istom autoru, postoji veliki broj primera koji pokazuju da previše informacija je podjednako loše kao i premalo informacija. Imati više znanja ne znači da bolje razumemo problem. Da bi smo doneli dobru odluku treba da poznamo problem, svrhu donošenja odluke, kriterijume odlučivanja, podkriterijume, zainteresovane strane i grupe na koje utiče odluka kao i koje

alternativne akcije preduzeti. Donošenje odluke uključuje mnogo kriterijuma i podkriterijuma koji se koriste da bi se rangirale alternative. Takođe, nije dovoljno da pojedinac samo kreira prioritete alternative koje su u skladu sa kriterijumima već one moraju biti u skladu sa opštim i specifičnim ciljevima. Ocenjivanje vrednosti alternativa za neki kriterijum može biti problem u procesu donošenja odluka jer su takve vrednosti vrlo osetljive na promene a i iz psiholoških razloga, ne može da se poredi veliki broj elemenata istovremeno. Za poređenje dva elementa hijerarhije koristi se Satijeva skala (Tab. 9) koja ima vrednost od 1 do 9 (Saaty, 1980).

Tabela 9. Satijeva skala relativnog značaja (Saaty, 1980)

Satijeva skala	Definicija	Objašnjenje
1	Isti značaj i i j	Elementi i i j su identičnog značaja u odnosu na cilj
3	Slaba dominantnost i nad j	Iskustvo ili rasuđivanje neznatno favorizuje element i u odnosu na element j
5	Jaka dominantnost i nad j	Iskustvo ili rasuđivanje znatno favorizuje element i u odnosu na element j
7	Vrlo jaka dominantnost i nad j	Dominantnost elementa i potvrđena u praksi
9	Apsolutna dominantnost i nad j	Dominantnost najvišeg stepena
2, 4, 6, 8	Međuvrednosti	Potreban kompromis ili dalja podela

Dobijene numeričke vrednosti za ocenu značajnosti elementa koji se porede u parovima stavljaju se u matrice procene. Popunjavanje matrice procene se vrši tako što donosilac odluke dodeljuje vrednosti od 1 do 9 pri čemu vrednost 1 predstavlja jednaku preferenciju između elemenata koji se porede, dok vrednost 9 predstavlja ekstremnu preferenciju jednog elementa u odnosu na drugi element. Prilikom popunjavanja matrice procene na glavnoj dijagonali se nalazi vrednost 1 a potrebno je popuniti samo gornji ili donji trougaoni deo matrice. Ostatak matrice će se popuniti recipročnim vrednostima (pravilo reciprociteta, tj. $a_{ij} = 1/a_{ji}$). Na taj način obezbeđuje se konzistentnost ocene ($a_{ij} * a_{ji} = 1$). Ako se porede n elemenata u odnosu na odgovarajući element na neposredno višem nivou hijerarhije, tada se pri poređenju elementa i u odnosu na element j putem Satijeve skale (Tab. 6.2) određuje numerički koeficijent a_{ij} i smešta na odgovarajuću poziciju u matrici A:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

U 'savršenom svetu', što je identično perfektno konzistentnom vrednovanju, matrica A, u kojoj se smeštaju rezultati poređenja, bila bi ista kao matrica X:

$$X = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \cdots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \cdots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \cdots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix}$$

gde w_i predstavlja relativni težinski koeficijent elementa i .

Međutim, kod većine matrica se javlja problem nekonzistentnosti zbog čega se sprovodi normalizacija. Dobijeni vektor težinskih koeficijenata w se množi sa težinskim koeficijentom elementa sa višeg nivoa koji je korišćen kao kriterijum pri poređenju. Procedura se ponavlja idući ka nižim nivoima hijerarhije. Na kraju se određuju kompozitni težinski koeficijenti svih alternativa.

Za svaku matricu procene se računa indeks konzistentnosti, koji predstavlja koliko je donosilac odluke dobro popunjavao matricu procene. Kada bi postojala mogućnost da se precizno odrede vrednosti težinskih koeficijenata svih elemenata koji se međusobno porede na datom nivou hijerarhije, sopstvene vrednosti matrice bile bi potpuno konzistentne. Međutim u realnosti se često javljaju greške u rasuđivanju. Zbog toga se proračunava indeks konzistentnosti za matricu poređenja, a zatim sračunava i stepen konzistentnosti. Saaty (1980) objašnjava proceduru dobijanja indeksa konzistentnosti (CI) i stepena konzistentnosti (CR).

Stepen konzistentnosti se definiše kao

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

gde je RI slučajni indeks, a CI indeks konzistentnosti. Slučajni indeks (RI) zavisi od reda matrice, a preuzima se iz tabele 10. Indeks konzistentnosti (CI) se dobija korišćenjem formule:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1}$$

gde je λ_{\max} maksimalana vrednost matrice poređenja, a n broj kriterijuma.

Tabela 10. Slučajni indeksi (RI) za različit broj kriterijuma (Saaty, 1980)

n	RI	n	RI	n	RI
1	0,00	6	1,24	11	1,51
2	0,00	7	1,32	12	1,54
3	0,58	8	1,41	13	1,56
4	0,90	9	1,45	14	1,57
5	1,12	10	1,49	15	1,59

Ako je stepen konzistentnosti (CR) manji od 0,10 nema potrebe za korekcijama u poređenjima, dok ako je stepen konzistentnosti veći od 0,10, treba sprovesti ponovo analizu i ustanoviti razloge nekonzistentnosti. U analizi je korišćena sledeća matrica procene za kriterijume (Tab. 11).

Tabela 11. Matrica procene kriterijuma i njihovih relativnih težina

	Bogatstvo geodiverziteta	Korišćenje zemljišta	Zaštićena prirodna dobra	Težinska vrednost
Bogatstvo geodiverziteta	1	1/7	1/3	0,2790
Korišćenje zemljišta	1/5	1	5	0,0719
Zaštićena prirodna dobra	3	7	1	0,6491

Stepen konzistentnosti (CR) je 0,06.

7.5 Kombinacija kriterijuma i formiranje mape pogodnosti

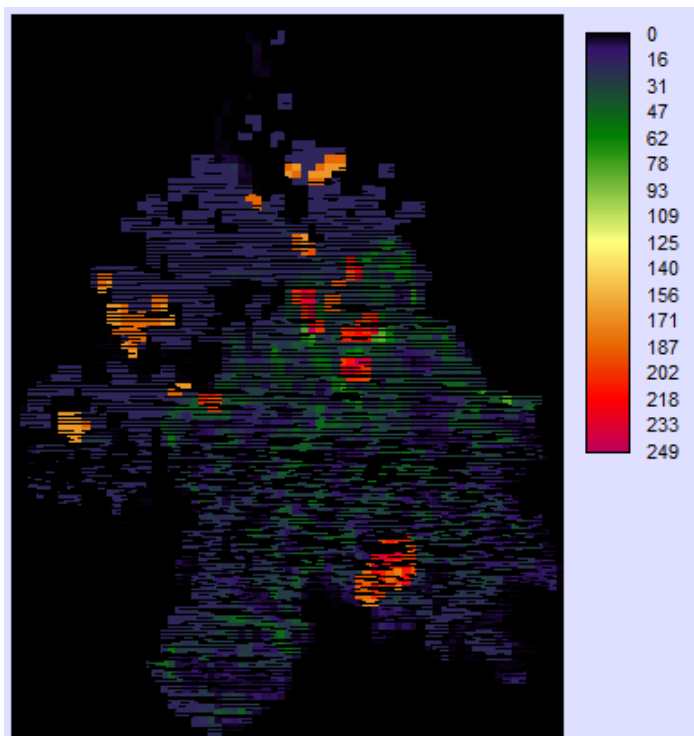
Kada su urađene izvedene mape i ustanovljene težine za svaki kriterijum, neophodno je sprovesti kombinaciju svih informacija u cilju izrade mape pogodnosti. U ovom slučaju korišćena je PLK metoda koja kombinuje mape faktora i ograničenja na osnovu sledeće formule:

$$S_j = \sum W_i X_i \prod C_k$$

gde S_j predstavlja pogodnost za piksel j , W_i je težina faktora i , X_i je kriterijumski skor za i , C_k je kriterijumski skor za ograničenje k , Π je proizvodni simbol.

Kao što se može videti iz formule, faktori su kombinovani tako što su korišćene njihove težine uz sabiranje rezultata za svaku mapu pogodnosti i zatim množenjem pogodnosti koje su dobijene iz faktora kao produkt ograničenja. Prednost metode AHP je mogućnost da uradi poređenje parova između svakog para opšteg i specifičnog kriterijuma i da primeni tehniku koja se koristi za determinaciju konačnih rezultata za sve moguće alternative. Zatim se dobijene vrednosti koriste u PLK metodi da bi se dobio finalni rezultat u rasterkom ili vektorskom obliku (Sugumaran & DeGroot, 2011). Kod primene PLK metode određuje se težina i faktora i ograničenja. Metod podrazumeva množenje svakog faktora njegovom težinskom vrednošću i dodavanjem rezultata. Težinska vrednost je veoma bitna zato što determiniše kakav odnos ima svaki pojedinačni faktor sa drugim faktorima. Veći težinski faktor ima veći uticaj u finalnoj mapi pogodnosti. PLK se oslanja u velikoj meri na subjektivni stav stručnjaka u donošenju odluka.

Ako je ćelija na mapi predmet ograničenja konačni indeks pogodnosti za nju će biti jednak 0. Na osnovu ostalih ćelija koje nisu predmet ograničenja dobiće se rezultat koji predstavlja mapu pogodnosti na kojoj je svaka ćelija povezana sa vrednostima u rang od 0 do 249 koji označavaju stepen pogodnosti za konzervaciju geodiverziteta na teritoriji grada Beograda. Vrednost 0 prikazuje najnepogodnije oblasti za zaštitu dok one sa vrednošću 249 imaju najviše pogodnosti za oblasti koje treba staviti pod zaštitu kao zaštićena prirodna dobra.



Slika 30. Karta pogodnosti konzervacije geodiverziteta na teritoriji grada Beograda

Utvrđivanje težine faktora u zavisnosti od njihovog značaja za donošenje odluke o najpogodnijoj lokaciji kao i poređenje parova radi dobijanja konačne težine za svaku varijablu je urađeno u programu Idrisi Andes™ (*modul WEIGHT*). Agregacija kriterijuma je urađena kroz *MCE modul* primenom *PLK metode*. Krajnji rezultat predstavlja karta manje ili više pogodnih oblasti za zaštitu geodiverzitetu Beograda (Sl. 30).

7.6 Odabir alternativa

Dobijena mapa pogodnosti je zajedno sa topografskim kartama, aerofoto snimcima i ostalim relevantnim informacijama korišćena za izdvajanje oblasti koje imaju najveći potencijal za zaštitu geodiverziteta i njegovo dalje održivo korišćenje. Za odabir alternativnih rešenja (Tab. 12) izabrane su veće prostorne oblasti koje sadrže po jedan ili više pojedinačnih objekata koji su tokom terenskog istraživanja mapirani i za koje postoje podaci u naučnoj literaturi. Predlog alternativa ne sadrži pojedinačne objekte. Oni bi se mogli u budućnosti zaštititi kao zasebni objekti ili kao celina koju čini više pojedinačnih objekata koji nisu prostorno već tematski povezani. Tematsko povezivanje moglo bi biti kontinuirano, na većim prostornim oblastima, ili povezivanje više pojedinačnih objekata koji ne dele isti prostor. Nakon upoređivanja dobijenih rezultata stepena pogodnosti i terenskih podataka predloženo je šest alternativnih rešenja:

Tabela 12. Izabrane alternative

Avala sa Belom rekom
Golo brdo, Stražarska kosa, Čot, doline Bujanj potoka i Bolečice
Kosmaj
Topčider/Košutnjak
Žuto brdo-Duboko
Miljakovačka šuma

7.7 Rangiranje i evaluacija alternativa

Predložene alternative su evaluirane novom grupom kriterijuma koji se odnose na njihove naučne, edukativne, turističke i ekološke vrednosti. Primenom AHP izračunata je težina vrednosti za svaku od ponuđenih alternativa a u cilju rangiranja predloženih rešenja. Uz pomoć AHP tehnike prioriteta su određeni tako što je kompleksni problem razbijen na manje delove. Ovim delovima su korišćenjem subjektivne procene dodeljene numeričke vrednosti koje se zasnivaju na relativnoj važnosti ovih činilaca (Tab. 13–23 Sl. 31-34). Na kraju rangirani su dobijeni ukupni rezultati za sve alternative (Tab. 24).

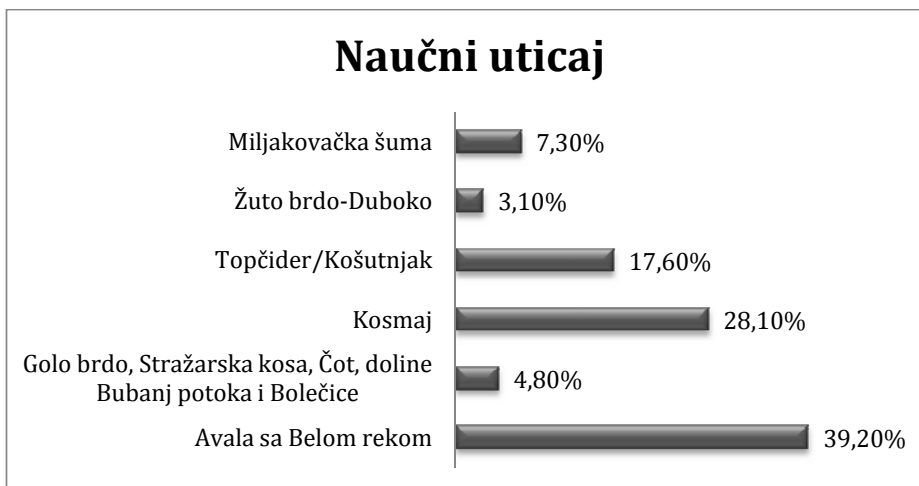
Tabela 13. Matrica procene kriterijuma i njihovih relativnih težina

Naučni	Avala sa Belom rekom	Golo brdo	Kosmaj	Topčider / Košutnjak	Žuto brdo-Duboko	Miljakovačka šuma
Avala sa Belom rekom	1	5	3	3	7	5
Golo brdo, Stražarska kosa, Čot, doline Bujanj potoka i Bolečice	1/5	1	1/7	1/5	3	1/3
Kosmaj	1/3	7	1	3	7	5
Topčider/Košutnjak	1/3	5	1/3	1	5	5
Žuto brdo-Duboko	1/7	1/3	1/7	1/5	1	1/3
Miljakovačka šuma	1/5	3	1/5	1/5	3	1
SUM	2,20	21,33	4,81	7,60	26	16,66

Stepen konzistentnosti (CR) = 9.5%

Tabela 14. Težinske vrednosti

Naučni	Avala sa Belom rekom	Golo brdo	Kosmaj	Topčider / Košutnjak	Žuto brdo-Duboko	Miljakovačka šuma	AVG
Avala sa Belom rekom	0,45	0,23	0,62	0,39	0,26	0,30	0,375
Golo brdo, Stražarska kosa, Čot, doline Bujanj potoka i Bolečice	0,09	0,04	0,02	0,02	0,11	0,01	0,048
Kosmaj	0,15	0,32	0,20	0,39	0,26	0,30	0,270
Topčider/Košutnjak	0,15	0,23	0,06	0,13	0,19	0,30	0,176
Žuto brdo-Duboko	0,06	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,025
Miljakovačka šuma	0,09	0,14	0,04	0,02	0,11	0,06	0,076



Slika 31. Značaj alternativa za kriterijum naučni uticaj

Tabela 15. Matrica procene kriterijuma i njihovih relativnih težina

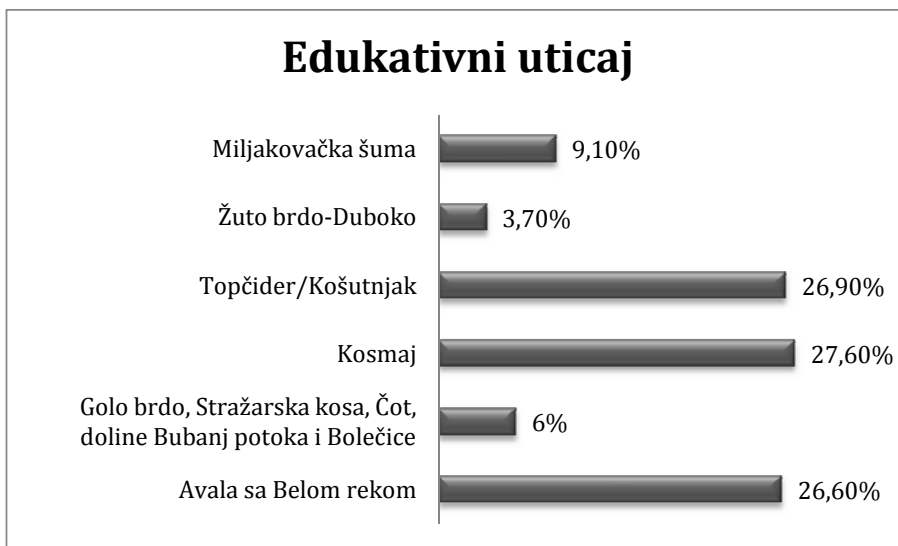
Edukativni	Avala sa Belom rekom	Golo brdo	Kosmaj	Topčider / Košutnjak	Žuto brdo-Duboko	Miljakovačka šuma
Avala sa Belom rekom	1	7	1	1	5	3
Golo brdo, Stražarska kosa, Čot, doline Bujanj potoka i Bolečice	1/7	1	1/5	1/3	3	1/3
Kosmaj	1	5	1	1	5	5
Topčider/Košutnjak	1	3	3	1	7	5
Žuto brdo-Duboko	1/5	1/3	1/5	1/7	1	1/3
Miljakovačka šuma	1/3	3	1/5	1/5	3	1
SUM	3,67	19,33	3,6	3,67	24	14,66

Stepen konzistentnosti (CR) = 5.7%

Tabela 16. Težinske vrednosti

Edukativni	Avala sa Belom rekom	Golo brdo	Kosmaj	Topčider / Košutnjak	Žuto brdo-Duboko	Miljakovačka šuma	AVG
Avala sa Belom rekom	0,27	0,36	0,27	0,27	0,20	0,20	0,261
Golo brdo, Stražarska kosa, Čot, doline Bujanj potoka i Bolečice	0,03	0,05	0,05	0,08	0,12	0,02	0,058

Kosmaj	0,27	0,25	0,27	0,27	0,20	0,34	0,266
Topčider/Košutnjak	0,27	0,15	0,83	0,27	0,29	0,34	0,358
Žuto brdo-Duboko	0,05	0,01	0,05	0,03	0,04	0,02	0,033
Miljakovačka šuma	0,08	0,15	0,05	0,05	0,12	0,06	0,085



Slika 32. Značaj alternativa za kriterijum edukativni uticaj

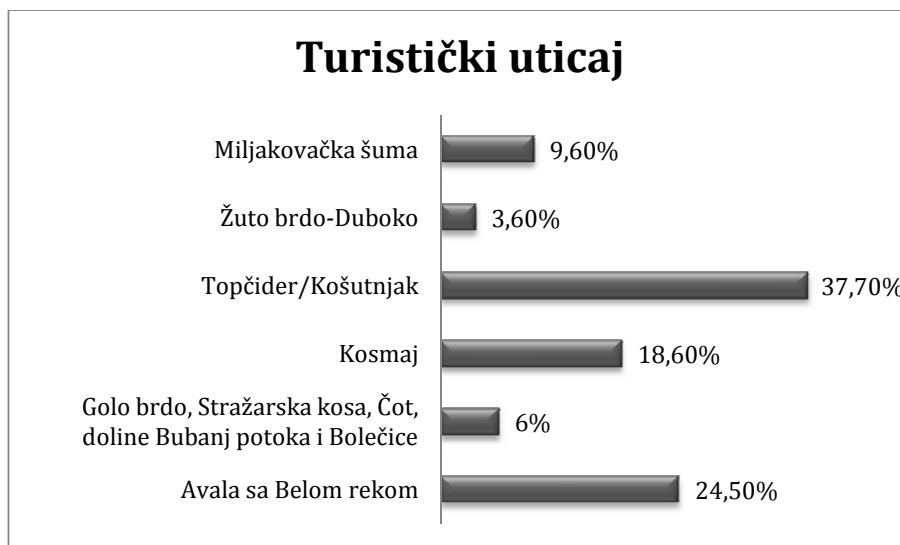
Tabela 17. Matrica procene kriterijuma i njihovih relativnih težina

Turistički	Avala sa Belom rekom	Golo brdo	Kosmaj	Topčider / Košutnjak	Žuto brdo-Duboko	Miljakovačka šuma
Avala sa Belom rekom	1	5	1	1/3	7	5
Golo brdo, Stražarska kosa, Čot, doline Bujanj potoka i Bolečice	1/5	1	1/3	1/5	3	1/3
Kosmaj	1	3	1	1/3	5	3
Topčider/Košutnjak	3	5	3	1	5	3
Žuto brdo-Duboko	1/7	1/3	1/5	1/5	1	1/3
Miljakovačka šuma	1/5	3	1/3	1/3	3	1
SUM	5,54	17,33	5,86	2,39	24	12,66

Stepen konzistentnosti (CR) = 7.6%

Tabela 18. Težinske vrednosti

Turistički	Avala sa Belom rekom	Golo brdo	Kosmaj	Topčider / Košutnjak	Žuto brdo-Duboko	Miljakovačka šuma	AVG
Avala sa Belom rekom	0,18	0,28	0,17	0,13	0,29	0,39	0,240
Golo brdo, Stražarska kosa, Čot, doline Bujanj potoka i Bolečice	0,03	0,05	0,05	0,08	0,12	0,02	0,058
Kosmaj	0,18	0,17	0,17	0,13	0,20	0,23	0,180
Topčider/Košutnjak	0,54	0,28	0,51	0,41	0,20	0,23	0,361
Žuto brdo-Duboko	0,02	0,01	0,03	0,08	0,04	0,02	0,033
Miljakovačka šuma	0,03	0,17	0,05	0,13	0,12	0,07	0,095



Slika 33. Značaj alternativa za kriterijum turistički uticaj

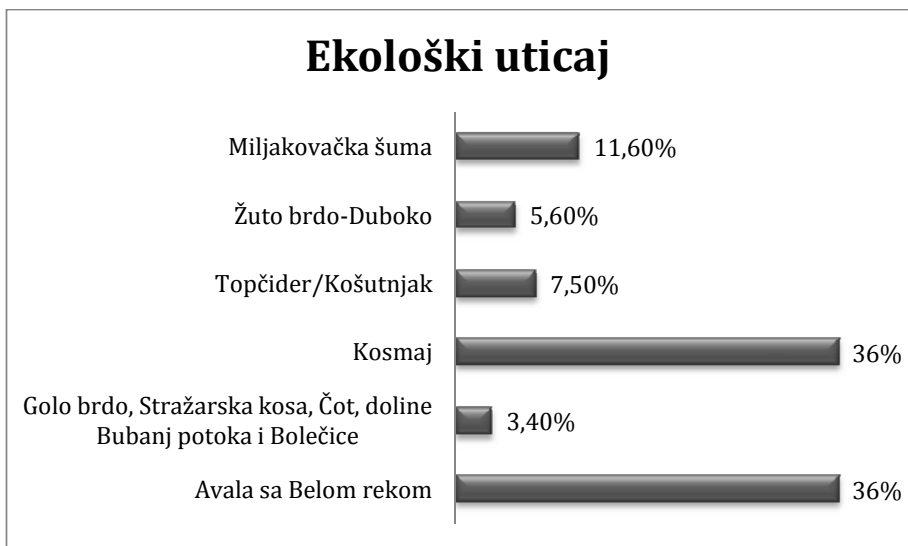
Tabela 19. Matrica procene kriterijuma i njihovih relativnih težina

Ekološki	Avala sa Belom rekom	Golo brdo	Kosmaj	Topčider / Košutnjak	Žuto brdo-Duboko	Miljakovačka šuma
Avala sa Belom rekom	1	7	1	7	5	5
Golo brdo, Stražarska kosa, Čot, doline Bujanj potoka i Bolečice	1/7	1	1/7	1/3	1/3	1/3
Kosmaj	1	7	1	7	5	5
Topčider/Košutnjak	1/7	3	1/7	1	3	1/3
Žuto brdo-Duboko	1/5	3	1/5	1/3	1	1/3
Miljakovačka šuma	1/5	3	1/5	3	3	1
SUM	2,68	24	2,68	18,66	17,33	11,99

Stepen konzistentnosti (CR) = 7.9%

Tabela 20. Težinske vrednosti

Ekološki	Avala sa Belom rekom	Golo brdo	Kosmaj	Topčider / Košutnjak	Žuto brdo-Duboko	Miljakovačka šuma	AVG
Avala sa Belom rekom	0,37	0,29	0,37	0,37	0,28	0,41	0,348
Golo brdo, Stražarska kosa, Čot, doline Bujanj potoka i Bolečice	0,05	0,04	0,05	0,01	0,01	0,02	0,030
Kosmaj	0,37	0,29	0,37	0,37	0,28	0,41	0,348
Topčider/Košutnjak	0,05	0,12	0,05	0,05	0,17	0,02	0,076
Žuto brdo-Duboko	0,07	0,12	0,07	0,01	0,05	0,02	0,056
Miljakovačka šuma	0,07	0,12	0,07	0,16	0,17	0,08	0,111



Slika 34. Značaj alternativa za kriterijum ekološki uticaj

Tabela 21. Matrica procene kriterijuma i njihovih relativnih težina kriterijuma

	Naučni	Edukativni	Turistički	Ekološki
Naučni	1	9	3	7
Edukativni	1/9	1	1/9	1/3
Turistički	1/3	9	1	3
Ekološki	1/7	3	1/3	1
SUM	1,58	22	4,44	11,33

Stepen konzistentnosti (CR) = 4.6%

Tabela 22. Težinske vrednosti kriterijuma

	Naučni	Edukativni	Turistički	Ekološki	AVG
Naučni	0,63	0,40	0,67	0,61	0,577
Edukativni	0,06	0,04	0,02	0,02	0,035
Turistički	0,20	0,40	0,22	0,26	0,270
Ekološki	0,08	0,13	0,07	0,08	0,090

Tabela 23. Vrednost alternativa u odnosu na kriterijume

	Naučni	Edukativni	Turistički	Ekološki
Avala sa Belom rekom	0,375	0,261	0,240	0,348
Golo brdo, Stražarska kosa, Čot, doline Bujanj potoka i Bolečice	0,048	0,058	0,058	0,030
Kosmaj	0,270	0,266	0,180	0,348
Topčider/Košutnjak	0,176	0,358	0,361	0,076
Žuto brdo-Duboko	0,025	0,033	0,033	0,056
Miljakovačka šuma	0,076	0,085	0,095	0,111
Ponderi	0,577	0,035	0,270	0,090

Tabela 24. Rangiranje alternativa nakon ukupnog zbira kriterijuma

Alternative	Otežana suma	Rang
Avala sa Belom rekom	$0,375*0,577+0,261*0,035+0,240*0,270+0,348*0,090=0,32163$	1
Golo brdo, Stražarska kosa, Čot, doline Bujanj potoka i Bolečice	$0,048*0,577+0,058*0,035+0,058*0,270+0,030*0,090=0,048086$	5
Kosmaj	$0,270*0,577+0,266*0,035+0,180*0,270+0,348*0,090=0,24502$	2
Topčider/Košutnjak	$0,176*0,577+0,358*0,035+0,361*0,270+0,076*0,090=0,218392$	3
Žuto brdo-Duboko	$0,025*0,577+0,033*0,035+0,033*0,270+0,056*0,090=0,02953$	6
Miljakovačka šuma	$0,076*0,577+0,085*0,035+0,095*0,270+0,111*0,090=0,082467$	4

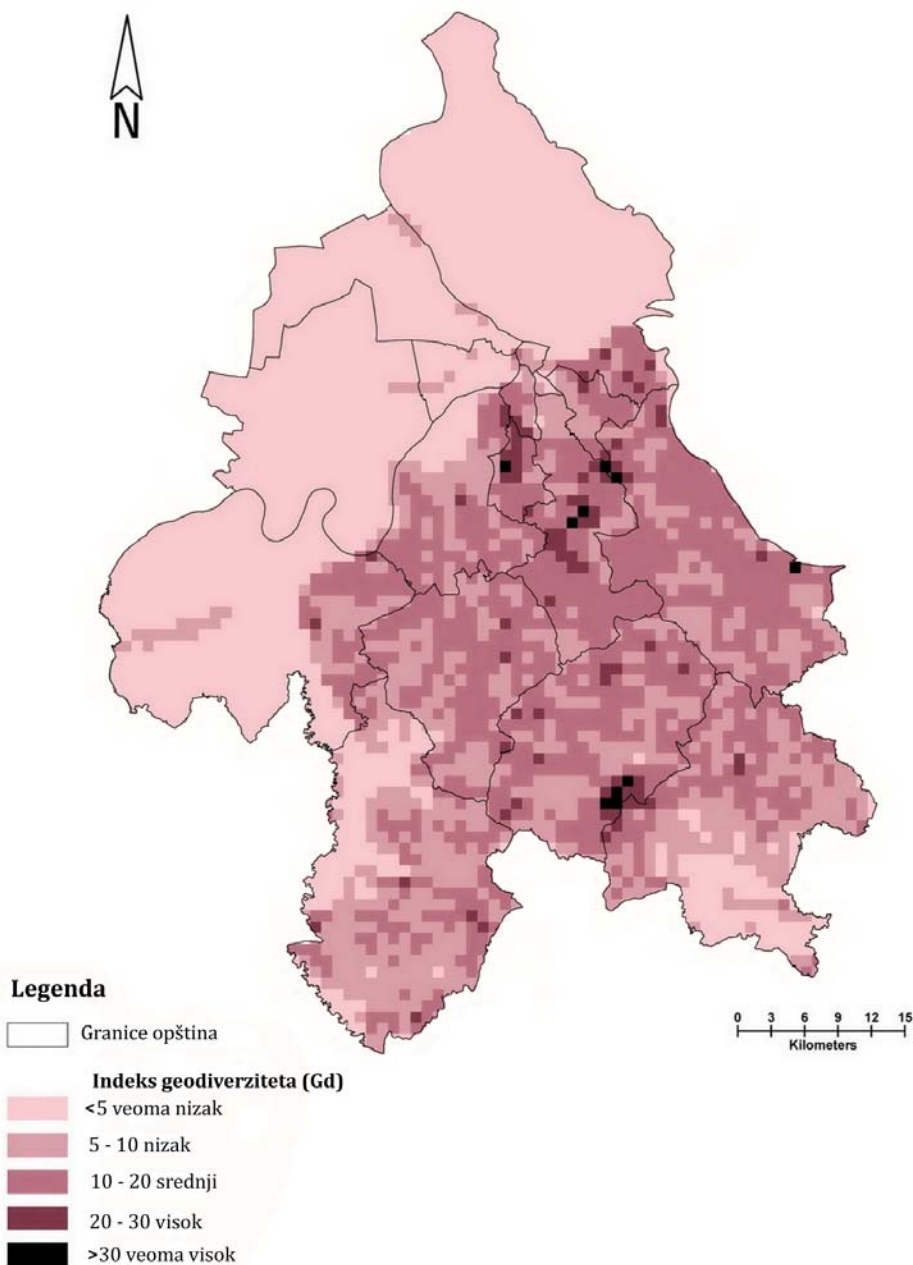
8. DISKUSIJA

Prostorni sistemi za podršku odlučivanju primenjeni u doktorskoj disertaciji kombinuju geografske informacione sisteme sa tehnikama prostorne višekriterijumske analize u cilju podrške rešavanja problema održivog upravljanja geodiverzitetom na području grada Beograda kroz izbor lokacija koje imaju najveći stepen pogodnosti da budu deo geonasleđa. Ovi sistemi se mogu primenjivati u različitim oblastima a do sada se nisu primenjivali za zaštitu geodiverziteta u Srbiji.

U svetu najveći broj radova iz primene PSPO-a je u oblasti upravljanja prirodnim resursima, životnoj sredini i urbanim područjima (Sugumaran & DeGroot, 2011) i to zbog činjenice da su stručnjaci u ovim oblastima prvi počeli sa korišćenjem GIS-a koji je tokom vremena uznapredovao do PSPO-a. Poslednjih godina dosta je primenjivana višekriterijumska evaluacija i prostorna analiza za selekciju različitih lokacija za različite namene: za gradnju deponija otpada (Keeney & von Winterfeld, 1994; Sharifi & Retsios, 2004;), upravljanje životnom sredinom (Giupponi *et al.*, 1999; Store & Kangas, 2001; Phua & Minora, 2004) ili utvrđivanja područja i granica zaštićenih područja (Keisler & Sundell, 1997; Sharifi *et al.*, 2002).

Praćenjem pristupa zasnovanog na vrednostima prvo su određene vrednosti, a zatim na osnovu njih su procenjena izvodljiva rešenja. U prvom delu procena pogodnih alternativa je vršena na osnovu tri kategorije prirodnih vrednosti a zatim nakon izbora najpogodnijih oblasti urađena je njihova evaluacija na osnovu naučnih, edukativnih, ekoloških i turističkih potencijala.

Kao vrednosti za izbor najpogodnije lokacije za zaštitu obuhvaćeni su bogatstvo geodiverziteta, već sprovedene konzervatorske aktivnosti i način korišćenja zemljišta tj. da li određena lokacija pripada klasi građevinskog zemljišta ili prirodnom zemljištu koje ima neku drugu namenu. Zemljišta u urbanim područjima često postaju građevinska što, zbog prekrivenosti betonom i infrastrukturom, onemogućava i trajno prekriva objekte geonasleđa zbog čega je otežano ili čak trajno onemogućeno sprovesti radove na zaštiti i prezentovanju javnosti.



Slika 35. Karta indeksa geodiverziteta grada Beograda

Bogatstvo geodiverziteta utvrđeno je izračunavanjem Indeksa geodiverziteta (Gd) za teritoriju Beograda. Finalni rezultat je klasifikovan u pet kategorija (<5 veoma nizak, 5-10 nizak, 10-20 srednji, 20-30 visok, >30 veoma visok (Slika 35.). Rezultati su pokazali da "što je veća hrapavost bogatiji je geodiverzitet" (Serrano & Ruiz-

Flaño 2009, Pellitero *et al.*, 2011) što u slučaju Beograda znači da je indeks geodiverziteta nizak u području Panonske nizije (Ćalić *et al.*, 2012, 2012a), a povećava se sa porastom koeficijenta hrapavosti u brdsko – planinskom području.

Razlog za veoma nisku vrednost Gd u Panonskoj niziji je mala nadmorska visina ali i homogenost stena i zemljišta u kojima su dominantni fluvijalni (akumulativni) geomorfološki procesi. Zahvaljujući klimatskim karakteristikama u ovim oblastima vrednost Gd je nešto veća na mestima razvoja eolskih oblika reljefa i oblastima proticanja većih vodenih tokova. Nizak Gd je karakterističan za oblasti gde je koeficijent hrapavosti (R) između 10-20, od tipova zemljišta dominiraju gajnjače i pseudoglej, dok su u geološkoj građi zastupljene stene različite starosti. Srednja vrednost Gd obuhvata više od 1/4 teritorije Beograda i zastupljena je na teritoriji gde je R veća od 20, nešto heterogenija geološka i pedološka građa. Veća hrapavost reljefa pojačala je geomorfološke procese što je dovelo do stvaranja raznovrsnijih oblika reljefa. Visok i veoma visok Gd obuhvata 2.6% teritorije Beograda i zastupljen je u oblastima sa najvećim koeficijentom hrapavosti reljefa (planine Avala i Kosmaj) ali i oblasti gde je specifična geološka građa i intenzivni geomorfološki procesi (dolina Topčiderske reke, dolina Vrčinske reke). Veoma visok Gd zastupljen je u serpentinisanim peridotima i stenama gornje krede i gornje jure, a visok se sreće u stenama različite geološke starosti (baden, gornja jura, sarmat, pont, pleistocen, holocen). Od geomorfoloških procesa koji vladaju u oblastima sa najvećim Gd najintenzivniji su deluvijalno-proluvijalni i marinsko-limnički, a manjeg intenziteta su fluvijalni, kolvijalni i kraški. Kod zemljišta, veoma visok Gd je kod rendzina, kiselo smeđeg zemljišta, černozema, gajnjača, i manje kod aluvijalnih zemljišta.

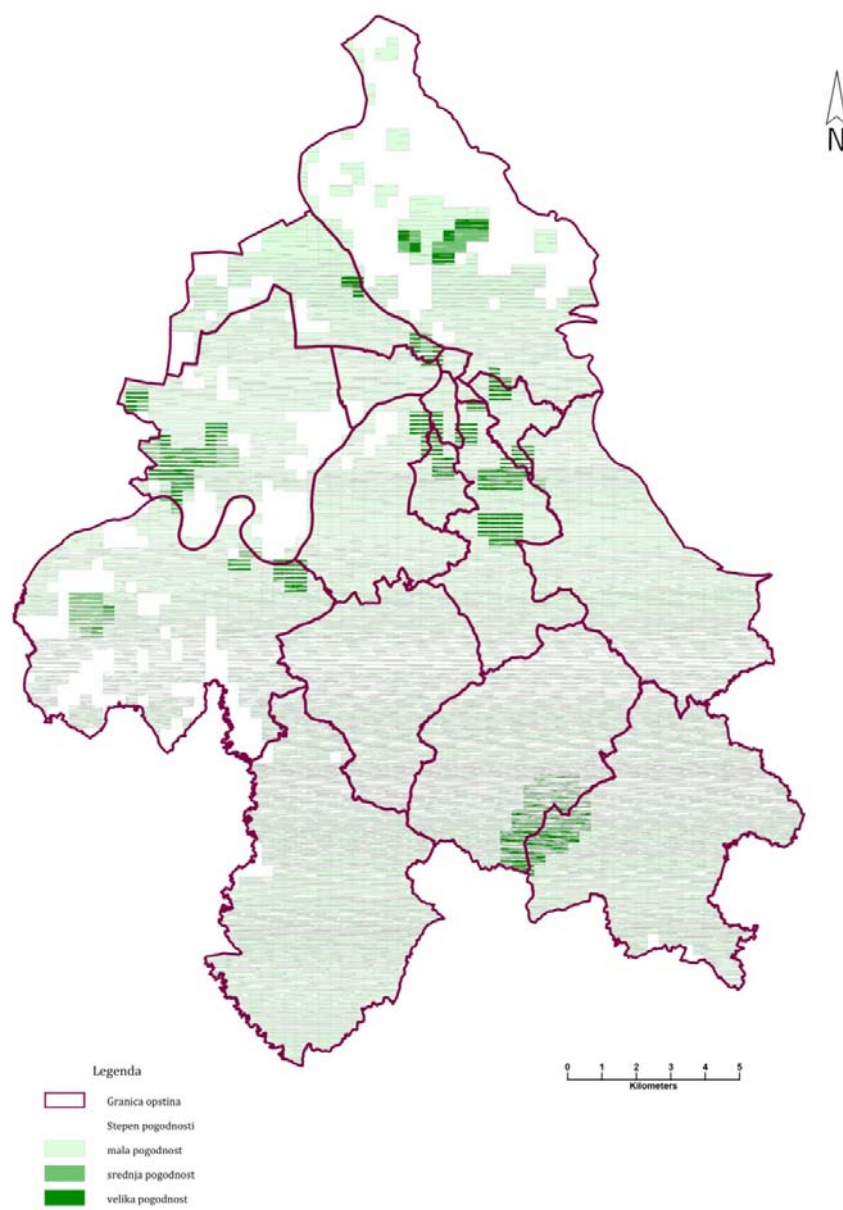
Po oblastima, najveći indeks geodiverziteta je u području planine Avale, Brestovik, Kosmaja (Rogača, Nemenikuće, Sopot, Koraćica), dolina Vrčinske reke i Topčiderske reke. Nešto manji Gd ali i dalje visok za područje Beograda, je u području opština Rakovica, Čukarica (Kneževac, Železnik), Palilula (Slanci, Višnjica, Mirijevo, Veliko selo), Voždovac (Ripanj, Pinosava, Zuce, Kumodraž), Grocka (Vinča), Mladenovac (Vlaška, Velika Ivanča), Sopot (Guberevac, Sibnica, Stojnik, Parcani, Ralja, Mala Ivanča), Barajevo (Manić), Obrenovac (Mala Moštanica,

Draževac) i Lazarevac (Petka, Brajkovac, Rudovci). Posmatrajući administrativnu podelu najviši Gd je na teritoriji opština Voždovac, Rakovica, Sopot, a najmanji na teritoriji opština Novi Beograd, Zemun, Surčin, Vračar, Stari grad.

Sa aspekta geokonzervacije je veoma značajno da veoma visok Gd je van intenzivno naseljenih mesta što olakšava geokonzervatorske aktivnosti. Velika prednost je što je deo teritorija gde je veoma visok i visok Gd već pod zaštitom države kao Predeo izuzetnih odlika (Avala, Kosmaj). U dolini Vrčinske reke i Leštana gde je veoma visok Gd kao i na ostalim područjima sa visokima Gd nisu sprovedene geokonzervatorske aktivnosti (u oblastima na opštini Palilula, Grocka, Lazarevac, Sopot, Obrenovac i Barajevo). Veliki nedostatak je što je dolina Topčiderske reke zahvaćena procesom urbanizacije (reka delom kanalisana i prolazi kroz industrijsku zonu).

Oblasti sa veoma visokim kao i oblasti sa veoma niskim Gd slabije su naseljene do nenaseljene. Naseljenost je najintenzivnija u oblastima sa malim i srednjim vrednostima Gd. Raznovrstan geodiverzitet je dobar u kontekstu geokonzervacije, sprječavanja degradacije, zaštite biodiverziteta i sl. Međutim u funkcionalnom smislu nizak Gd ne mora da znači da su te oblasti "manje važne". Ako se posmatra primer Beograda, u oblastima veoma niskog Gd zastupljeno je najkvalitetnije zemljište koje se koristi za poljoprivrednu proizvodnju. Ovako izračunat geodiverzitet je najkorisniji u kontekstu zaštite diverziteta prirodnih vrednosti i razvoja privrednih grana koje se zasnivaju na tom diverzitetu. Međutim, za privredne grane poput poljoprivrede ili građevinarstva u razmatranje se moraju uzeti i socijalna i ekonomska vrednost geodiverziteta.

Bogatstvo geodiverziteta iskazano kroz indeks geodiverziteta uz zaštićena prirodna dobra ili ona koja su u planu za zaštitu (prema Regionalnom prostornom planu administrativnog područja Beograda – Referalna karta br. 3 Turizam i zaštita prostora 1:100.000) i namenu zemljišta tj. da li je zemljište građevinsko (prema Regionalnom prostornom planu administrativnog područja Beograda – Referalna karta br. 1 Osnovna namena zemljišta 1:100.000) su osnovne vrednosti na onovu kojih su dobijene oblasti sa najvećim stepenom pogodnosti (Sl. 36) za primenu konzervatorskih aktivnosti u oblasti zaštite geonasleđa.



Slika 36. Karta pogodnosti zaštite geodiverziteta

Prilikom primene Analitičkog hijerarhijskog procesa za utvrđivanje težinskih vrednosti kriterijuma osim pojedinačne koja je primenjena u radu, može se sprovesti i grupna diskusija o problemu, ciljevima i kriterijumima i njihova hijerarhija. Ovo bi dodatno isključilo svako subjektivno rešenje i omogućilo

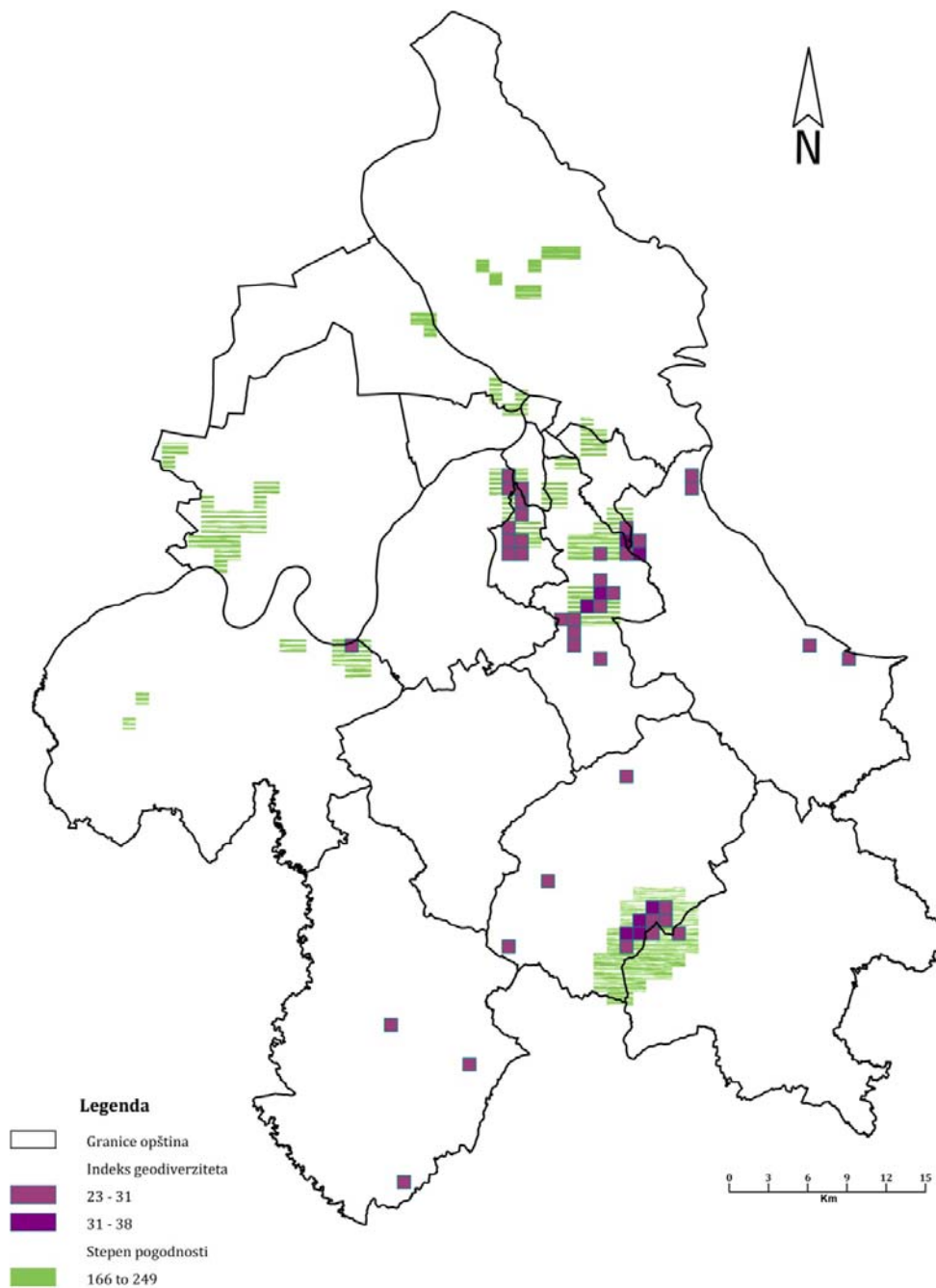
evaluaciju i određivanje relativnih vrednosti predloženih kriterijuma u cilju izbora najboljih lokacija za zaštitu geodiverziteta. Uobičajni problemi kod primene AHP-a uključuju: 1. AHP dozvoljava poređenje samo dva kriterijuma odjednom i konvertuje subjektivne procene relativnog značaja u linearni set težina; 2. AHP se zasniva na diskretnim odlukama koje u obzir ne uzimaju neizvesnosti koje su u vezi sa samom procenom donosilaca odluka (Cheng, 1996; Lee *et al.*, 2008) 3. Subjektivnu procenu, selekciju i preference koje imaju donosioci odluka a koje imaju veliki uticaj na AHP rezultat (Tuzkaya *et al.*, 2009).

U cilju razumevanja dobijenih rezultata, vrednosti pogodnosti su grupisane u tri klase zbog toga što previše klasa izaziva konfuziju i smeta pri primeni rezultata (Geneletti *et al.*, 2007). Nove vrednosti za klase, dobijene podelom svih vrednosnih nivoa na jednake intervale, su: mala pogodnost, srednja pogodnost i velika pogodnost. Ovo grupisanje odlučeno je nakon konsultacije sa ekspertima kroz kvalitativna razmatranja. Iz dobijene mape pogodnosti primećuje se da veliki deo oblasti je nepodobno zbog jednog ili više faktora. Težina faktora pokazala je da za odabir pogodnih područja veći uticaj imaju aktivnosti koje su sprovedene na polju zaštite prirode nego bogatstvo geodiverziteta ili način korišćenja zemljišta. Geodiverzitet ima različiti značaj i vrednost u zavisnosti da li je zastupljen u samom gradskom jezgru ili se nalazi u široj okolini, obuhvatajući prigradske opštine. U samom urbanom centru, njegov značaj je u vezi gradnje objekata za stanovanje i nadzemnih i podzemnih infrastrukturnih objekata (vodovod, kišna i fekalna kanalizacija, PTT i elektroinstalacije, toplovod i gasovod i sl), kao i za deponovanje otpada. U prigradskim oblastima, koje su delimično urbanizovane, njegov značaj je i u korišćenju mineralnih (kamen, glina, šljunak, pesak i ostali nemetali) i energetskih resursa (lignit), proizvodnji hrane (zemljište), snabdevanju vodom (izvorišta podzemne vode, geotermalni izvori) i sl.

U urbanim sredinama geomorfološki objekti procenjuju se uglavnom na osnovu vrednosti koje imaju za čoveka. Prema Erhartič *et al.* (2012) oblici reljefa postaju prirodna vrednost jedino ako sadrže i socijalnu komponentu. Oblici reljefa, posebno u urbanim oblastima, su izvor ekosistemskih usluga (geosistemske usluge) koje su fundamentalne za ekološki održivu ekonomiju i socijalni razvoj,

kroz snabdevanje stanovništva ekonomskim, naučnim, kulturnim ili drugim dobrima (Kiernan, 2013). Međutim, iako imaju veliki značaj za razvoj gradova, prilikom izgradnje svaki oblik koji odstupa od ravnog, smatra se nepovoljnim i planira se njegova modifikacija. Kako Jarman primećuje "gde god počne razvoj postoji tendencija da se eliminišu karakteristike reljefa pre nego da se inkorporiraju u lokalne planove razvoja" (Jarman, 1994). Takođe, osim uništavanja postojećeg, dolazi do stvaranja novih oblika antropogenog (tehnogenog) reljefa. Prilikom izrade planova treba voditi računa o elementima reljefa i smanjiti pretnje koje mogu ugroziti njegov diverzitet i vrednosti. Gray (1997) primećuje da jačina faktora koji izazivaju negativne efekte zavisi od mogućnosti da predeo apsorbuje morfološke promene.

Prema Jovičić (1960) prilikom planiranja Beograda malo se vodilo računa na reljef, najviše se vodilo računa da se zgrade uklope i prilagode Kalemegdanskom rtu a premalo se mislilo na teritorijalno širenje grada. Zanimljivo je da je intenzivna urbanizacija Beograda zahtevala prilagođavanje i izmenu osobina reljefa zbog njegove neadekvatnosti za izgradnju stambene infrastrukture. Trajan gubitak geodiverziteta je posebno izražen prilikom eksploatacije mineralnih sirovina, u aktivnim kamenolomima i na površinskim kopovima Kolubarskog basena koji su najveći te vrste u Srbiji. Iskopavanje lignita dovelo je do uništavanja plodnog zemljišta u aluvijalnoj ravni Kolubare i njenih pritoka, a na njihovim mestima su nastali deposoli od različitog nasutog materijala. Osim uništavanja plodnog zemljišta došlo je do uništavanja i geoloških, geomorfoloških i hidroloških elemenata geodiverziteta ali i ekoloških promena i narušavanja čitavog predela. Kao posledice rada termoelektrane formirana su pepelišta u TE „Nikola Tesla” A i B u Obrenovcu, koja zauzimaju prostor od oko 800 ha. Ona imaju negativne efekte po zdravlje ljudi i degradiraju ukupni geodiverzitet i čitav ekosistem Beograda. U Beogradu nema rudnika metaličnih sirovina a stariji rudnici koji su se nalazili na planinama Avali i Kosmaju više nisu aktivni. Takođe, smanjen je i broj iskopa nemetaličnih sirovina, a u manjoj meri postoje iskopi peska i šljunka u aluvijalnim ravnima većih reka, kamenolomi i iskopi gline.



Slika 37. Stepen pogodnosti i indeks geodiverziteta (reklasifikovano i prikazane samo najviše vrednosti)

Ostale pretnje po geodiverzitet Beograda su: bujični tokovi, zasipanje dna rečnih korita, vodna erozija, klizišta, kanalisana je reka, saobraćaj koji prouzrokuje zagađenje vazduha, vode i zemljišta, izgradnja objekata i infrastrukturnih sistema, industrija, prenamena korišćenja zemljišta, formiranje pepelišta termoelektrana, eksploatacija ruda, pozajmišta zemljišta, šljunkare, sabijanje, zakišeljavanje i salinizacija zemljišta, smanjenje organske materije, klimatske promene i gubitak organske materije u zemljištima, deponovanje komunalnog i industrijskog otpada. Ugroženost je veća što su elementi stariji ili ako su izgrađeni u mekšim stenama, ili su izloženiji prirodnim i antropogenim procesima.

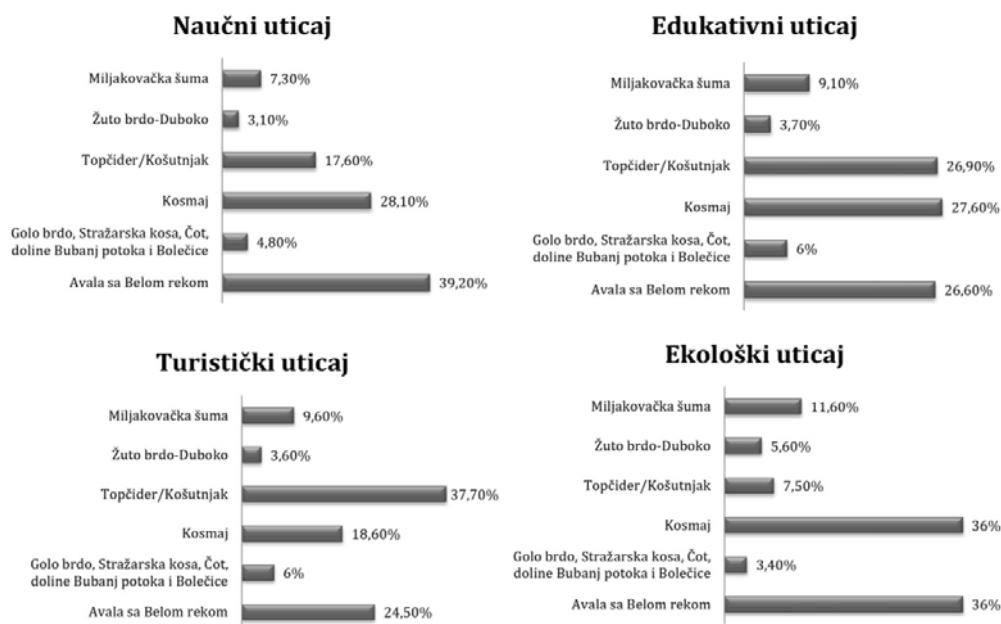
Za dobijanje alternativnih rešenja (Sl. 37) mapa pogodnosti je reklasifikovana u tri klase od kojih je za odabir alternativa korišćena klasa sa najvišim stepenom pogodnosti, a indeks geodiverziteta je reklasifikovan u pet klasa od čega su dve sa najvećim indeksom korišćene za odabir alternativa.

Oblasti koje najviše ispunjavaju kriterijume su:

- Avala sa Belom rekom,
- Golo brdo, Stražarska kosa, Čot, doline Bujanj potoka i Bolečice,
- Kosmaj,
- Topčider/Košutnjak,
- Žuto brdo – Duboko,
- Miljakovačka šuma.

Predložene alternative su evaluirane novom grupom kriterijuma (Sl. 38) koji se odnose na njihove naučne, edukativne, turističke i ekološke vrednosti. Primenom AHP izračunata je težina vrednosti za svaku od ponuđenih alternativa a u cilju rangiranja predloženih rešenja. Uz pomoć AHP tehnike prioriteta se određuju tako što kompleksni problemi razbijaju na manje delove. Ovim delovima su korišćenjem subjektivne procene dodeljene numeričke vrednosti koje se zasnivaju na relativnoj važnosti ovih činilaca. Ove vrednosti se često kombinuju da bi se utvrdio najviši skor ili prioritet.

Najveći naučni uticaj ima područje Avale sa Belom rekam što dokazuju i veliki broj naučnih radova iz različitih oblasti urađenih o Avali i njenoj okolini. Nešto manji ali i dalje visok značaj za naučna proučavanja imaju oblasti Kosmaja i Topčider/Košutnjak. Za ostale oblasti postoji manji broj objavljenih naučnih radova i manje su bile predmet istraživanja.



Slika 38. Rezultati evaluacije kriterijuma

Za razliku od neznatno većeg naučnog značaja koji ima Avala sa Belom rekam od ostalih oblasti, edukativni značaj imaju skoro jednak Avala sa Belom rekam, Kosmaj i Topčider/Košutnjak. Osim što su ovo oblasti koje su dobro istražene, one se nalaze u blizini velikog broja obrazovnih institucija i dostupne su velikom broju stanovništva što ih čini veoma povoljnim za različite vidove formalnog i neformalnog obrazovanja o geodiverzitetu. Ostale oblasti treba detaljnije istražiti i uključiti kroz različite vidove zaštite u edukativne aktivnosti škola i fakulteta koje se nalaze u njihovoj blizini. Takođe, uređenjem ovih prostora njihove edukativne vrednosti će biti dostupne većem broju lokalnog stanovništva.

Najveći turistički uticaj ima Topčider/Košutnjak dok nešto manji ali i dalje značajan ima Avala sa Belom rekom i Kosmaj. Položaj oblasti Topčider/Košutnjak u urbanizovanom delu Beograda, na nekoliko kilometara od centra grada čini ovo područje turistički veoma atraktivnim. Iako ova oblast ima veliki turistički značaj zbog povezanosti sa ostalim delovima grada, dobrom infrastrukturom za prijem turista i bogatim sadržajem, o njenom geodiverzitetu postoji malo informacija za turiste. Na ovom prostoru se nalazi i jedno od prvih zaštićenih objekata geonasleđa Beograd (Mašin majdan) ali o tome ne postoji nikakva informacija a sam lokalitet je u veoma lošem stanju i neodržava se. Slično je i sa oblastima Avale i Kosmaja koje imaju veliki turistički potencijal pre svega zbog blizine milionskog grada ali i svojih izuzetnih prirodnih i društvenih turističkih sadržaja koji mogu privući veliki broj turista. Avala je dobro saobraćajno povezana sa centralnim delovima grada i na njoj postoji razvijena infrastruktura za prijem turista. Kao i kod područja Topčider/Košutnjak ne postoje nikakve informacije za turiste o geonasleđu ovog područja. Ista je situacija i sa Kosmajem s tim što ovo područje nije povezano linijama gradskog prevoza sa centralnim delovima grada što utiče na posećenost i manji broj turista. Zbog svih karakteristika oblast Topčider/Košutnjak, Avala sa Belom rekom i Kosmaj imaju veliki potencijal da postanu lokalni geoparkovi za grad Beograd.

Ekološki značaj, zbog raznovrsnog biljnog i životinjskog sveta koji je relativno očuvan u odnosu na urbanizovane delove grada, imaju Avala sa Belom rekom i Kosmaj. Da bi se te vrednosti očuvale ove oblasti su stavljene pod zaštitu države. Zanimljiva je činjenica da su ove oblasti koje imaju velike ekološke vrednosti su istovremeno i oblasti sa najvećim bogatstvom geodiverziteta što ukazuje na međusobno veliku uslovljenost geo i biodiverziteta. Raznovrstan i dobro očuvan geodiverzitet je preduslov razvoja i očuvanja biodiverziteta Beograda. Ova činjenica dodatno ukazuje na značaj zaštite bogatstva i raznovrsnosti geovrednosti.

Tabela 25. Lista alternativa nakon vrednovanja

ALTERNATIVE	RANG
Avala sa Belom rekom	1
Kosmaj	2
Topčider/Košutnjak	3
Miljakovačka šuma	4
Golo brdo, Stražarska kosa, Čot, doline Bujanj potoka i Bolečice	5
Žuto brdo - Duboko	6

Sabiranjem težinskih vrednosti kriterijuma dobijeno je da najviše potencijala za zaštitu geonasleđa ima Avala sa Belom rekom, zatim Kosmaj i Topčider/Košutnjak (Tab. 25). Nešto manji ima oblast Miljakovačke šume, dok, pri izboru ovih kriterijuma, najmanje potencijala imaju oblast koja obuhvata Golo brdo, Stražarske kose, Čota, doline Bujanj potoka i Bolečice kao i oblast Žuto brdo – Duboko. Prve tri oblasti imaju veliku prednost da pored izuzetnih geovrednosti su već pod zaštitom što dodatno olakšava preduzimanje narednih koraka na zaštiti geonasleđa. Ovi dodatni koraci se odnose na poboljšavanje edukativnih i turističkih vrednosti koje su sada na niskom nivou. Ovo se može unaprediti proglašavanjem ovih područja za lokalne geoparkove tj. za geoparkove lokalnog značaja koji bi bili poligoni za edukaciju ne samo geonasleđa Beograda već i geodiverziteta uopšte. Za korišćenje velikog turističkog potencijala treba unaprediti ponudu kroz izradu brošura, infotabli, uključivanjem u turističku ponudu grada Beograda, organizovanjem zvaničnih geotura i sl.

Rezultati analize su pokazali da odluke zavise od kriterijuma i njihovih težinskih vrednosti, kao i ko utvrđuje kriterijume, pojedinac ili grupa. Predložene alternative obuhvataju oblasti a ne pojedinačne lokalitete i granica nije jasno definisana. Zbog konfiguracije terena i veličine istraživane teritorije u radu je primenjen gridni sistem (veličina pixela je 1000 m X 1000 m) a korišćeni su podaci razmere od 1:50.000 do 1:300.000. Izrada procene u ovoj razmeri omogućava da se prikaže

gde su najadekvatnije oblasti a ne pojedinačni lokaliteti. Najviše vrednosti mogu biti indikator koje oblasti treba zaštititi i koje teritorije mogu postati budući geoparkovi. Procena u ovoj razmeri nije pogodna za zaštitu pojedinačnih pojava. Rezultati mogu biti indikator gde se nalaze značajni objekti geonasleđa ali za proučavanje pojedinačnih lokaliteta (eng. geosites) potrebno je uraditi analizu u krupnijoj razmeri sa podacima koji imaju veći stepen preciznosti. Takođe, za određivanje preciznih granica područja potrebno je sprovesti nove analize korišćenjem PSPO-a uz pomoć dodatnih kriterijuma koji bi detaljnije istražili mogućnosti zaštite određenih oblasti. Dodatni vrednosni kriterijumi se odnose na veličinu i tip zaštićenog područja, vlasničke odnose, troškove zaštite i sl. Osim za aktivnosti na polju zaštite geonasleđa, rezultati mogu da posluže kao smernica u kom pravcu usmeravati prostorni razvoj grada, pre svega u cilju čuvanja prirodnih vrednosti grada Beograda.

U cilju ukazivanja na prednosti korišćenja PSPO-a za donošenje optimalnih odluka na polju zaštite geodiverziteta urađena je analiza rezultata dobijenih primenom do sada korišćenih metodologija kod nas i u svetu. S obzirom na to da ne postoji standardna skala za bodovanje objekata geonasleđa u svim dosadašnjim analizama evaluacija obuhvata i procenu eksperata koji razmatraju veliki broj različitih, često konfliktnih kriterijuma. Primenom ovih metodologija dobijena je lista sa rangiranim objektima koji su obuhvaćeni u bazi podataka. Kriterijumi su podeljeni u tri kategorije – naučni, edukativni i turistički. Da bi određeni objekat bio rangiran kao veoma pogodan mora da ima relativno visoke bodove za sve tri grupe kriterijuma.

U tabeli 26. su prikazani objekti koji imaju zbir veći od 130. Kada se ovako dobijeni rezultati uporede sa rezultatima dobijenim kvantitativnim metodama vidi se da preklapanja ima samo na vrhu liste. U obe analize područje Avale i Kosmaja ima najveći potencijal za zaštitu geonasleđa. U ovakvoj evaluaciji, procenjuju se pojedinačni objekti, različitih dimenzija dok se u evaluaciji u kojoj je korišćen PSPO procena vrši na nivou većih oblasti. Zbog toga je veoma važno, na početku procene, uraditi okvir u kome će biti definisano koja se vrednost želi zaštititi, da li to podrazumeva veće područje ili manji, pojedinačni objekat, koji će biti stepen

zaštite, kakva je zakonska regulativa, koji su razlozi i koja će biti namena zaštićenog objekta. Jasno definisan okvir će pomoći donosiocima odluka da lakše utvrde kriterijume – faktore i ograničenja na osnovu kojih će se vršiti evauacija kao i odabir alternativnih rešenja.

Tabela 26. Lista prioriternih objekata dobijenih kvalitativnom procenom

Naziv_Objekta	NAUČNE VEDNOSTI ZBIR	EDUKATIVNE VREDNOSTI ZBIR	TURISTIČKE VREDNOSTI ZBIR	UKUPAN ZBIR
Planina Avala	16	48	92	156
Planina Kosmaj	16	48	92	156
Veliko ratno ostrvo (geomorfologija)	16	47	91	154
Ada Ciganlija	16	47	91	154
Reka Sava	16	47	91	154
Reka Dunav	16	47	91	154
Reka Kolubara	15	44	86	145
Veliko ratno ostrvo (geologija)	15	43	85	143
Dolina reke Save	15	44	84	143
Dolina reke Dunav	15	44	84	143
Reka Tamiš	14	43	83	140
Dolina rekeTamiš	15	43	82	140
Ada Ciganlija	14	42	81	137
Ada Međica	14	42	81	137
Jezero Ada Safari	14	41	79	134
Selters banja	14	41	79	134
Topčiderska reka	14	40	79	133
Savsko jezero	13	40	77	130
Ada Huja	13	40	77	130

Donosioci odluka uz pomoć PSPO-a treba da identifikuju reprezentativne objekte geonasleđa (oblasti ili pojedinačne pojave) i urade procenu i odabir. Još uvek ne možemo da predvidimo razmere i posledice gubitka geodiverziteta jer se on ne javlja uniformno. Objekti geonasleđa nisu raspoređeni ravnomerno kao ni uticaj čoveka. Analogno zaštiti biodiverziteta, aktivnosti na zaštiti geodiverziteta treba sprovoditi u zavisnosti od nivoa zaštite.

Prema Davis & Stoms (2001) na svetskom i kontinentalnom nivou, planeri koji se bave zaštitom biodiverziteta se fokusiraju na konzervaciju ugroženih vrućih tačaka. Ove tačke se karakterišu bogatim diverzitetom vrsta i endemizmom (Olson & Dinerstein, 1998; Myer *et al.*, 2000; Pimm & Raven, 2000). Na nacionalnom i regionalnom nivou, konzervatorski planeri naglašavaju potrebu da se ustanovi reprezentativni sistem rezervata koji obuhvataju celokupno, sve vrste i životnu sredinu (Scott & Davis, 1993). Na lokalnom nivou konzervatorsko planiranje se fokusira na očuvanje osnovnih staništa i koridora koji povezuju ove oblasti (Forman & Collinge, 1997). Većina istraživanja sistemskog konzervatorskog planiranja na regionalnom nivou se fokusiraju na metode koje će pomoći planerima da identifikuju lokacije koje će predstavljati biodiverzitet tog regiona (Pressey *et al.*, 1993; Margules & Pressey, 2000). Prepoznavanje "najboljih" lokacija je korisno u evaluaciji oblasti koje se već razmatraju za zaštitu ali i naglašavanje novih oblasti koje zaslužuju pažnju. Prema Davis & Stoms (2001) veoma je teško identifikovati optimalan sistem rezervata koji će reprezentovati sve ciljane vrste i zajednice (konzervatorski "elemente") zbog broja konzervatorskih elemenata, ali i nepotpunih podataka i informacija o vrstama i zajednicama, njihovom rasporedu, pretnjama kojima su izloženi i troškovima zaštite.

S obzirom na veličinu istraživane teritorije, zaštita geodiverziteta Beograda ima regionalni karakter i rezultati su pokazali oblasti koje predstavljaju karakteristike geodiverziteta Beograda, bez ulaženja u pojedinačne specifične objekte i njihovu međusobnu povezanost. Na ovom nivou istraživanja cilj je bio prikazati oblasti koje su pogodne za formiranje georezervata gde bi rizik od uništenja geonasleđa bio smanjen. U tom cilju korišćene su postojeće informacije o distribuciji i bogatstvu

geodiverziteta ali i o ljudskim aktivnostima u tim oblastima. Trenutne aktivnosti na zaštiti geonasleđa (oblastima, granicama, upravljanju itd.) su pod velikim uticajem trenutnih pretnji, troškova i mogućnosti kojima raspolaže grad Beograd.

Rezultati istraživanja su pokazali da je primena PSPO za zaštitu geodiverziteta opravdana i primenjiva. Iako je kompleksan i podrazumeva korišćenje integriranih analiza i modela kao i različitih softverskih platformi njegova primena je veoma pogodno sredstvo koje pomaže donosiocima odluka u procesu zaštite geodiverziteta i na taj način doprinosi njegovom održivom upravljanju. Ogroman rast u primeni PSPO-a uslovljen je: unapređivanjem kompjuterskog hardvera, napretkom softvera u oblasti GIS-a, modelovanja, ekspertskih sistema, umrežavanje i razvoj Web-a, veća pristupačnost i dostupnost prostornih i neprostornih podataka itd.

U softverskom smislu na početku izrade PSPO-a mora se odgovoriti na sledeća pitanja: koje su nam tehnologije dostupne, koji model je najadekvatniji za određen problem, kako će se rezultati evaluirati i validirati, kako razviti interfejs blizak korisniku i da li su nam dostupni svi neophodni resursi (uključujući i kadrove). Nivo integracije dostupnih softvera može biti od nepostojanja integrisanja pa do potpune integracije softvera. Efikasnost u razmeni podataka, interakcija sa korisnikom i korišćenje kompjuterskih resursa generalno rastu sa povećanim nivoom integracije. Na nižim nivoima integrisanja korisnik mora posedovati veća znanja i veštine u korišćenju nekoliko različitih delova softvera koji nemaju zajednički korisnički interfejs. Takođe, i cena raste sa povećanom integracijom. Ako se planira da se PSPO koristi samo jednom najbolje je koristiti slabije integrisan sistem (Sugumaran & DeGroot, 2011).

Otežavajuće okolnosti za primenu PSPO-a su pre svega u oblasti tehnike i tehnologije koja se koristi za PSPO kao i nedostatak podataka i obučeni kadrova. Prema studijama koje su sprovedene (Cox, 1996; De Silva, 2001; Lynch *et al.*, 2000; Geertman, 2006; Van Delden *et al.*, 2007; Rutledge *et al.*, 2008) među ograničenjima za korišćenje PSPO-a su: kompleksnost softverskog sistema, nedostatak testiranja na terenu, ograničena korisnička prava na softveru, ne uključivanje u razmatranje krajnjih korisnika na početku procesa i tokom razvoja

PSPO-a, kao i nerazumevanje modelovanja od strane korisnika. Takođe, problem u primeni PSPO-a leži i u činjenici da komponente na kojima se zasniva neizbežno evoluiraju. Kada se nove verzije softvera u oblasti GIS-a, modelovanja ili ekspertskih znanja pojave može se desiti da PSPO više ne funkcioniše adekvatno. Jedan od razloga za slabu primenu je i otežana međusektorska saradnja u rešavanju kompleksnih prostornih problema.

Izazovi za primenu PSPO su: tehnološki, tehnički, obrazovni i upravljačko-organizacioni. Tehnološki se odnose na razvoj samih tehnologija, njihovu primenu i mogućnost transfera; tehnički se odnose na dostupnost, kvalitet i integraciju podataka; odabir i integraciju modela; interfejs lak za upotrebu; evaluaciju alternativa; u obrazovnom smislu izazov su nastavni programi i planovi, obuke, treninzi i ostali vidovi obrazovanja na različitim nivoima; u upravljačko-organizacionom smislu izazovi se odnose na podršku u primeni; praktičnim politikama; saradnji između zainteresovanih strana.

9. ZAKLJUČAK

Urbanizacija predstavlja jednu od najvećih pretnji po geodiverzitet. Zbog toga treba unaprediti znanja koja bi doprinela njegovom održivom korišćenju u urbanim područjima. Održivost, između ostalog, podrazumeva poštovanje prirodnih oblika i procesa koji moraju biti uključeni u praktične politike, planiranje i sve aktivnosti koje su relevantne za njihov opstanak. Pri izradi planova i strategija moraju se pažljivo analizirati lokalni prirodni i društveni uslovi i izbegavati generalizacija. Isti elementi geodiverziteta mogu imati drugačije karakteristike i drugačije reagovati u različitim oblastima u zavisnosti od prirodnih i društvenih karakteristika. Zato je potrebno da se urbanim menadžerima i planerima približi i pruži više naučno zasnovanih informacija o prostornom rasporedu svih elemenata geodiverziteta, njegovoj raznovrsnosti i bogatstvu kao i pretnjama kojima je izložen.

Većinu podataka i informacija o geodiverzitetu nije moguće obezbediti samo sa osnovnih geoloških, geomorfoloških, hidroloških ili karata zemljišta. Nakon identifikacije geoelemenata, potrebno je uraditi mapu geodiverziteta koja bi služila kao osnov prilikom izrade planova i strategija planiranja i upravljanja. U ovoj disertaciji je urađena procena pogodnosti elemenata geodiverziteta za zaštitu na primeru grada Beograda, glavnom gradu Srbije. Zaštita geodiverziteta je jedan od ciljeva održivog razvoja, konzervacije prirode i društvenog oporavka i nezaobilazan je faktor u naporima da se sačuvaju vrednosti geološkog karaktera. Planovi i programi praktične politike kao i različite strategije treba da se zasnivaju na pravovremenim i novim informacijama o karakteristikama životne sredine određene oblasti, uključujući i geodiverzitet. Cilj odluka koje se odnose na planiranje treba da bude nenarušavanje interesa geokonzervacije i uspostavljanja principa da gde je nemoguće harmonizovati te interese treba sprovesti adekvatne mere mitigacije.

Vrednosti geodiverziteta i njegovih funkcija u urbanim područjima često se potcenjuju i nisu među prioritetima. Niska svest o ulozi i značaju održivog korišćenja ovog prirodnog resursa veoma često, uprkos postojanju mera koje se

moгу primeniti za njihovu zaštitu, doprinosi da ne postoji politička volja i odluka da se ona primene. Donosioci odluka moraju uzeti u obzir sve aspekte uticaja na geodiverzitet i to ne samo one koje se odnose na produkciju/proizvodnju već i društvene i prirodne aspekte. Kada se prepozna da je neko područje bitno zaštititi, mere zaštite moraju biti orijentisane na mesto/lokaciju ili na predeo i mogu biti različitog intenziteta. Profilima i pojedinačnim objektima više odgovara zaštita orijentisana na lokaciju dok nekom području više odgovara predeona orjentisanost.

Procena geodiverziteta je nezaobilazna u geokonzervatorskim aktivnostima. Rezultati su pokazali da oblasti u gradu Beogradu sa najvišim vrednostima Gd imaju potencijala za geokonzervaciju ali da to nisu oblasti koje su najgušće naseljene. Po oblastima, najveći indeks geodiverziteta je u području planine Avale, Brestovik, Kosmaja (Rogača, Nemenikuće, Sopot, Koraćica), dolina Vrčinske reke, dolina Topčiderske reke. Nešto manje Gd ali i dalje visok za područje Beograda, je u području opština Rakovica, Čukarica (Kneževac, Železnik), Palilula (Slanci, Višnjica, Mirijevo, Veliko selo), Voždovac (Ripanj, Pinosava, Zuce, Kumodraž), Grocka (Vinča), Mladenovac (Vlaška, Velika Ivanča), Sopot (Guberevac, Sibnica, Stojnik, Parcani, Ralja, Mala Ivanča), Barajevo (Manić), Obrenovac (Mala Moštanica, Draževac), Lazarevac (Petka, Brajkovac, Rudovci). Posmatrajući administrativnu podelu najviši Gd je na teritoriji opština Voždovac, Rakovica, Sopot, a najmanji na teritoriji opština Novi Beograd, Zemun, Surčin, Vračar, Stari grad.

Sa aspekta geokonzervacije je veoma značajno da veoma visok Gd je van intenzivno naseljenih mesta što olakšava geokonzervatorske aktivnosti. Velika prednost je što je deo teritorija gde je veoma visok i visok Gd već pod zaštitom države kao Predeo izuzetnih odlika (Avala, Kosmaj). U dolini Vrčinske reke i Leštana gde je veoma visok Gd kao i na ostalim područjima sa visokima Gd nisu sprovedene geokonzervatorske aktivnosti (u oblastima na opštini Palilula, Grocka, Lazarevac, Sopot, Obrenovac, Barajevo). Veliki nedostatak je što je dolina Topčiderske reke zahvaćena procesom urbanizacije (reka delom kanalisana i prolazi kroz industrijsku zonu).

Zanimljivo je da su oblasti sa veoma visokim kao i oblasti sa veoma malim Gd slabije naseljene do nenaseljene. Naseljenost je najintenzivnija u oblastima sa malim i srednjim vrednostima Gd. Raznovrstan geodiverzitet dobar u kontekstu geokonzervacije, sprečavanje degradacije, zaštite biodiverziteta i sl. Međutim u funkcionalnom smislu nizak Gd ne mora da znači da su to oblasti "manje važne". Ako se posmatra primer Beograda, u oblastima veoma niskog Gd zastupljeno je najkvalitetnije zemljište koje se koristi za poljoprivrednu proizvodnju (područje Panonske nizije). Ovako izračunat geodiverzitet je najkorisniji u kontekstu zaštite diverziteta prirodnih vrednosti i razvoja privrednih grana koje se zasnivaju na tom diverzitetu. Međutim, za privredne grane poput poljoprivrede ili građevinarstva u razmatranje se moraju uzeti i socijalna i ekonomska vrednost. Zbog toga je za procenu i odabir najpogodnijih mesta za zaštitu u doktorskoj disertaciji uključen i kriterijum već zaštićenih prirodnih dobara ili onih za koje se planira neki vid zaštite kao i kriterijum korišćenja zemljišta. Održivom korišćenju geodiverziteta treba pristupiti i sa aspekta važnosti za razvoj grada u ekonomskom i društvenom smislu a ne samo vrednovanja njegovih prirodnih vrednosti.

Donošenje odluka o geodiverzitetu zahteva kompleksnu prostornu analizu. Analiza prostornih odluka je specifična podklasa analiza u kojoj donosilac odluke mora da izabere najbolju iz grupe geografski definisanih alternativa, na osnovu višestrukih, često konfliktnih i nemerljivih kriterijuma. Kod geografski definisanih alternativa konačna odluka zavisi od njihovog prostornog rasporeda. Za evaluaciju i rangiranje alternativa korišćene su tehnike multikriterijumske evaluacije sa namerom povezivanja različitih vrednosnih kriterijuma i ciljeva donosilaca odluka.

Prostorni sistemi za podršku odlučivanju upravo pružaju mogućnosti za sprovođenje prostornih analiza i evaluaciju rezultata dobijenih tim analizama, zbog čega su najadekvatnija podrška u donošenju odluka u vezi geodiverziteta. Za razvoj PSPO-a integrisane su funkcije GIS softvera sa tehnikama koje su se razvile odvojeno od GIS-a. Često je slučaj da se tehnike modelovanja jednostavno pridruže GIS-u u cilju razvoja PSPO-a. Razvojem tehnologije omogućeno je modelovanje spajanjem spoljnih tehnika sa GIS-om, kao i razvojem tehnika u okviru samog GIS softvera. Osim različitih načina povezivanja i integrisanja komponenti PSPO-a

postoje i različiti alati koji se koriste za izradu PSPO-a a koji su prikazani u radu. Mnogi PSPO se zasnivaju na GIS-u zbog toga što on obezbeđuje sve neophodno za upravljanje bazama podataka i analitičkim funkcijama.

Iako GIS ima kapacitete za neku vrstu modelovanja to nije dovoljno za nestruktuirane probleme u prostornom odlučivanju. On se uglavnom koristi za rašavanje struktuiranih problema, koji imaju jasno definisane procese za rešavanje. Međutim, problem održivog upravljanja geodiverzitetom niti je dobro strukturiran niti jasno definisan. U ovakvim slučajevima, različite interesne grupe se neće složiti o načinima rešavanja određenog problema kao i njegove formulacije. Takođe ne postoji ni jasno propisan proces koji bi se sproveo radi postizanja krajnjeg rezultata. PSPO je projektovan tako da primenjeni napredni analitički alati pomognu donosiocima odluka da istraže problem, saznaju o njemu i koriste stečene informacije da dođu do unapređenih odluka. Uspešnost primene PSPO-a zavisi od zainteresovanih strana koje su uključene u njegovo dizajniranje, razvoj i korišćenje kao i od njihovog uključivanja u što ranijim fazama razvoja PSPO-a. Oblast upravljanja geodiverzitetom zahteva i primenu ekspertskih znanja koja omogućavaju lakše donošenje odluka u odnosu na odabir podataka, odabir modela i evaluaciju mogućih scenarija. Nedostatak pri korišćenju PSPO-a mogu biti GIS softveri koji su često skupi i zahtevaju znanje od korisnika. Razvoj besplatnih GIS softvera je donekle rešio ovaj problem dok je razvoj GIS servisa putem WEB-a približio prednosti ovih sistema širem krugu korisnika.

Doktorska disertacija je dala odgovor na pitanje kako primenom prostornih sistema za podršku odlučivanju postići održivo upravljanje geodiverzitetom urbanih celina kao što je grad Beograd. U disertaciji je razvijen model koji omogućava sprovođenje racionalnog procesa odlučivanja koji je transparentan i participativan. U ovom procesu značaj informacija o geodiverzitetu je uvećan tako što se velika količina ovih informacija, različitog tipa i formata, može koristiti u planiranju i procesu donošenja odluka. Značaj disertacije je upravo u sticanju i pružanju naučnih saznanja o pravoj vrednosti geološke, geomorfološke i pedološke raznovrsnosti, i uvećanju raspoloživih sredstava za analizu mogućih uticaja na geodiverzitet, namenjenih onima koji imaju interes za njihovu zaštitu, promociju i

održivo korišćenje u urbanim sistemima. Doprinos primene ovih saznanja je u efikasnom struktuiranju informacija o geodiverzitetu i procesuiranju velikih skupova podataka u cilju podrške aktivnostima koje se odnose na upravljanje. Ovaj proces dozvoljava efikasnu kombinaciju višekriterijumske evaluacije sa alatima za analizu prostornih podataka. Krajnji cilj je podrška održivom upravljanju geodiverzitetom i obezbeđivanje naučne osnove u koju mogu biti integrisane vrednosti donosilaca odluka i ostalih zainteresovanih strana.

Svakako da uspostavljanje integrisanih i naučno zasnovanih kriterijuma za održivo upravljanje pomenutim geo-objektima predstavlja posebnu vrednost ove disertacije. Prateći koncept održivog razvoja, u razmatranje nisu uzeti samo fizički kriterijumi održivosti, već ekološki, socijalni i ekonomski, a sve u cilju odabira najbolje ili najprihvatljivije lokacije za zaštitu geonasleđa.

Vrednosti objekata geodiverziteta urbanih celina su višestruke, s obzirom na to da ovi objekti predstavljaju:

- prirodni resurs za poljoprivredu (npr. zemljište Panonske nizije), energetski resurs (npr. lignit Kolubarskog basena), sirovine za industriju (npr. nekadašnji rudnici na Avali i Kosmaju) i građevinarstvo (npr. kamen kersantit iz Ripnja);
- lokacije za edukaciju o geološkoj istoriji Zemlje i razvoju živog sveta, i na osnovu toga za razumevanje sadašnjih pojava i procesa u geosistemima i životnoj sredini (npr. planine Avala i Kosmaj, dolina Topčiderske reke, Veliko ratno ostrvo itd);
- lokacije izuzetnih estetskih vrednosti (npr. planina Avala i Kosmaj);
- lokacije povoljne za razvoj geo-turizma i rekreaciju stanovništva (npr. planine Avala i Kosmaj, Veliko ratno ostrvo, Ada Ciganlija itd.);
- lokacije od važnosti za kulturni, duhovni i društveni život stanovništva (npr. doline reke Save i Dunav, planine Avala i Kosmaj itd.).

Multidisciplinarni pristup daje osnov za nove načine prikupljanja, razmene, analize i korišćenja podataka o geodiverzitetu, da bi se omogućilo održivo upravljanje geodiverzitetom. Rezultati stvaranja ovakvog prostornog sistema za podršku

odlučivanju i relevantnog povezivanja svih učesnika će biti: ustanovljenje kvalitetne geoprostorne baze podataka o geodiverzitetu, prihvatanje definisanih standarda, smanjivanje dupliranja poslova i poboljšanje različitih analiza u procesu donošenja odluka pri efikasnom upravljanju geodiverzitetom.

Praktičnu primenu rezultata doktorske disertacije imaće donosioci odluka na različitim nivoima upravljanja geodiverzitetom grada Beograda, kao i gradski planeri, urbanisti, naučni radnici i prirodnjaci, turistički radnici i studenti u smislu spoznaje o postojanju, ulozi i značaju geo-objekata i dobara u društvu i njihovom održivom korišćenju na dobrobit cele zajednice.

LITERATURA

1. Aerts, J. C., Esinger, E., Heuvelink, G. B., Stewart, T. J. (2003). Using integer linear programming for multi-site land-use allocation. *Geographical Analysis* 35, 148-169.
2. Alexandrowicz, Z., Kozłowski, S. (1999). From selected geosites to geodiversity conservation - Polish example of modern framework. In: Baretino, D., Vallejo, M., Gallego, E. (eds): *TUPPVrds the balanced management and conservation of the geological heritage in the new millennium*. Sociedad Geológica de España, Madrid, Spain, 40-44.
3. Alter, S.L. (1980). *Decision Support Systems: Current Practice and Continuing Challenge*. Reading, MA: Addison-Wesley.
4. Andrienko, G., Andrienko, N., Jankowski, P. (2003). Building spatial decision support tools for individuals and groups. *Journal of Decision Systems* 12, 193-208.
5. Anđelković, M. (ur) (1987). *Geologija šire okoline Beograda*, Zavod za regionalnu geologiju i paleontologiju, Beograd.
6. Anđelković, M. (ur) (1989). *Geologija šire okoline Beograda 4 - Paleogeografija*. Zavod za regionalnu geologiju i paleontologiju, Beograd.
7. Antonić, Z. (1995). Uvod. U: Antonić Z. (ur.). *Istorija Beograda*. SANU Balkanološki institut. Posebna izdanja 62 i Izdavačka kuća "Draganić". Beograd. 13-23.
8. Antonović, T., Bogdanović, M., Živković, Ž., Ćorović, R., Trifunović, M. (1978). *Zemljište područja Beograda južno od Save i Dunava*. Grad Beograd-Gradski geodetski zavod, Beograd.
9. Antonović, T., Moskovljević, S. (1989). Potencijal zemljišta područja grada Beograda. *Zemljište i biljka* 38, 149-162.

10. Arampatzis, G., Kiranoudis, C. T., Scaloubacas, P., Assimacopoulos, D. (2004). A GIS-based decision support system for planning urban transportation policies. *European Journal of Operational Research* 152, 465–475.
11. Armstrong, M. P., Densham, P. J., Rushton, G. (1986). Architecture for amicrocomputer - based decision support system. In: 2nd International Symposium on Spatial Data Handling, 6–10 July 1986, Williamsville, New York. International Geographical Union, 120–131.
12. Armstrong, M. P. (1993). Perspectives on the development of group decision support systems for locational problem solving. *Geographical Systems* 1, 69–81.
13. Ascough, I. I, J.C., Rector, H. D., Hoag, D. L., McMaster, G. S., Vandenberg, B. C., Shaffer, M. J., Weltz, M. A., Ahuja, L. R. (2002). Multicriteria spatial decision support systems: overview, applications, and future research directions. *Online Proceedings of the International Environmental Modelling and Software Society Conference on Integrated Assessment and Decision Support* (3) 175–180. Lugano, Switzerland. <http://www.iemss.org/iemss2002/>
14. Avdalović, V., Jović, N. (1984). Pedološka karta Ade Ciganlije, Ade Međice i dela Makiša sa komentarom. *Glasnik Šumarskog fakulteta* 63, 37-47.
15. Badiali, F., Piacente, S. (2012). The study of the landscape: from a holistic approach to a social concept of knowledges. *Annals of geophysics*, 55, 3, 2012; doi: 10.4401/ag-5539.
16. Batty, M., Xie, Y. (1994). Modelling inside GIS: Part 1. Model structures, exploratory spatial data analysis and aggregation. *International Journal of Geographical Information Systems*, 8(3), 291-307.
17. Bedord, Y., Merrett, T., Han, J. (2001). Fundamentals of spatial data warehousing for geographic knowledge discovery. In: Miller, H., Han, J. (Eds.), *Geographic Data Mining and Knowledge Discovery*. Taylor and Francis, London.

18. Belton, V., Stewart, T. J. (2002). *Multiple Criteria Decision Analysis: An integrated approach*. Klumwer Academic Publishers, Boston.
19. Bockheim, J. (2005). Soil endemism and its relation to soil formation theory. *Geoderma* 129, 109–124.
20. Bonachea, J., Bruschi, V., Remondo, J., González-Díez, A., Salas, L., Bertens, J., Cendrero, A., Otero, C., Giusti, C., Fabbri, A., González-Lastra, J., Aramburu, J. (2005). An approach for quantifying geomorphological impacts for EIA of transportation infrastructures: a case study in northern Spain. *Geomorphology* 66. Amsterdam. DOI:10.1016/j.geomorph.2004.09.008
21. Bonczek, R. H., Holsapple, C. W., Whinston, A. B. (1981). *Foundations of decision support systems*. Orlando: Academic Press.
22. Burrough, P., McDonnell, R. (2006). *Principi geografskih informacionih sistema, prevod, Građevinski fakultet, Beograd*.
23. Bottero, M., Comino, E., Duriavig, M., Ferretti, V., Pomarico, S. (2013). The application of a Multicriteria Spatial Decision Support System (MCSOSS) for the assessment of biodiversity conservation in the Province of Varese (Italy). *Land Use Policy* 30. 730–738
24. Bowyer, J. K., Veitch, S. M. (1994). ASSESS: a system for selecting suitable sites for a landuse. *Proceedings, OZRI 8, Hobart*.
25. Bruschi, V. M., Cendrero, A. (2005). Geosite evaluation. Can we measure intangible values?. *Il Quaternario* 18-1. Rome.
26. Bukurov B. (1953). Geomorfološki prikaz Vojvodine. *Zbornik Matice srpske – Serija prirodnih nauka, knj. 4, 100-133, Novi Sad*.
27. Burek, C. V. (2000). The use and abuse of RIGS sites. In: Addison, K. (ed.) *Geoconservation in Action*.
28. Calijuri, M. L., Melo, A. L. O., Lorentz, J. F. (2002). Identification of Areas to set up Sanitary Landfills Using Strategic Decision Analysis Identificação de Áreas para Implantação de Aterros Sanitários com Uso de Análise Estratégica de Decisão. *Informática Púb.* 4(2): 231-250.

29. Carver, S. (1991). Integrating multicriteria evaluation with GIS. *International Journal of Geographical Information Systems*, 5(3):321–339.
30. Chakhar, S., Martel, J. M. (2004). Towards a Spatial Decision Support System: Multi-Criteria Evaluation Functions Inside Geographical Information Systems. *Annales du LAMSADE n°2*, 97-123.
31. Chakhar, S., Mousseau, V. (2008). Multicriteria spatial decision support systems. In *Encyclopedia of GIS*, ed. S. Shekher, and H. Xiong, 753 – 758. New York: Springer.
32. Chakroun, H., Benie, G. (2005). Methodological developments for improving spatial decision support systems in natural resources and land management. *Applied GIS*, 1, DOI: 10.2014/ag050005.
33. Charlton, M., Ellis, S. (1991). GIS in planning. *Journal of Environmental Planning and Management* 34 (1), 20–26.
34. Chen, J., Gold, C. M. (1992). Research directions for spatial decision support. Paper presented at The International Colloquium on Photogrammetry, Remote Sensing and Geographic Information Systems, Wuhan, China.
35. Chen, J., Zhang, X., Gong, Z., Wang, J., (2001a). Pedodiversity: a controversial concept. *Journal of Geographical Sciences*, Vol.11, No.1, 110-116.
36. Chen, K., Blong, R., Jacobson, C. (2001b). MCE-RISK: integrating multicriteria evaluation and GIS for risk decision-making in natural hazards. *Environmental Modelling and Software* 16, 387–397.
37. Cheng, C. H. (1996). Evaluating naval tactical missile systems by fuzzy AHP based on the grade value of membership function. *European Journal of Operational Research* 96, 343–350.
38. Church, R. L., Scaparra, M. P., Middleton, R. S. (2004). Identifying critical infrastructure: the median and covering facility interdiction problems. *Annals of the Association of American Geographers* 94, 491–502.
39. City of Stuttgart - Department for Environmental Protection (editor). (2012). *Soil in the City-Urban Soil Management Strategy*. Project URBAN SMS

(implemented through the Central Europe Programme, co-financed by the European Regional Development Funds (ERDF).

40. Cleal, C. J., Thomas, B. A., Bevins, R. E., Wimbeldon, W. A. P. (1999). GEOSITES- an international geoconservation initiative. *Geology Today*.
41. Collins, M. G., Steiner, F. R., Rushman, M. J. (2001). Land-use suitability analysis in the United States: Historical development and promising technological achievements. *Environmental Management* 28:611–621.
42. Coratza, P., Giusti, C. (2005). Methodological proposal for the assessment of the scientific quality of geomorphosites. *Il Quaternario* 18-1. Rome.
43. Costantini, E. A. C. (1999). The recognition of soils as part of our cultural heritage. Papers presented at The second international Symposium on the conservation of our geological heritage. Roma, 20–21 maggio 1996. *Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, LIV, Ist. Pol. Zecca dello Stato, Roma, 175-180.*
44. Costantini, E. A. C., L'Abate, G. (2009). The soil cultural heritage of Italy: Geodatabase, maps, and pedodiversity evaluation. *Quaternary International* 209, 142–153.
45. Council of Europe (2004). Recommendation Rec (2004) 3 of the Council of Europe on conservation of the geological heritage and areas of special geological interest (Adopted by the Committee of Ministers on May 2004)
46. Cox, P. G. (1996). Some issues in the design of agricultural decision support stems. *Agricultural Systems* 52:355–381.
47. Cvijić, J. (1909). Jezerska plastika Šumadije. *Glas SKA LXXIX*.
48. Čupić, M. (1987). Uvod u teoriju odlučivanja, *Naučna knjiga, Beograd, str. 12.*
49. Čupić, M., Suknović, M. (2008). Odlučivanje. *Fakultet organizacionih nauka. Beograd.*
50. Čalić, J., Gaudenyi, T., Milošević, M. V., Štrbac, D., Milivojević, M. (2012). Geomorphometrical method for delineation of plains - case study of the

- south-eastern (Serbian) segment of the Pannonian plain. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 7 (2), 239-248.
51. Ćalić, J., Milošević, M. V., Gaudenyi, T., Štrbac, D., Milivojević, M. (2012a). Panonska nizija kao morfostrukturna jedinica Srbije. *Glasnik srpskog geografskog društva*. Sveska XCII/1. 47-62.
 52. Ćalić, N (2011). Rukopis projekta "Program zaštite životne sredine na teritoriji Beograda - polazne osnove". Institut "Kirilo Savić" a.d. Beograd.
 53. Davis, F. W., Stoms, D. M. (2001). Spatial Decision Support Systems For Wildlife Conservation Planning. Conference Paper, International Seminar on the Wildlife Habitat Suitability Mapping and Management. Seoul, Korea.
 54. Dangić, A. (1998). Geološko nasleđe Srbije - identifikacija, kategorizacija i zaštita objekata nasleđa. *Zaštita prirode* 48-49. Zavod za zaštitu prirode Srbije. 71-78.
 55. Danilović, Z., Đokić, N. (2005). Aspekt geonasleđa u zakonskoj regulativi iz oblasti geologije u Republici Srbiji. U: Naučni skup o geonasleđu Srbije. Zavod za zaštitu prirode Srbije. Posebno izdanje 20. 23-26.
 56. De Silva, F. N. (2001). Providing spatial decision support for evacuation planning: A challenge in integrating technologies. *Disaster Prevention and Management* 10(1):11-20.
 57. Dedić, M., Inđić, D. (1990). Akumulacije u službi rešavanja ekoloških problema područja Beograda, U: *Ekološki problemi Beograda*, Savez društva inženjera i tehničara Beograda, Beograd, 2, 227-239.
 58. Densham, P. J., Goodchild, M. F. (1989). Spatial decision support systems: A research agenda. Paper presented at the Annual GIS/LIS Conference, Orlando, Florida.
 59. Densham, P. J. (1991). Spatial decision support systems. In: Maguire, D. J., Goodchild, M. F., Rhind, D. W. (Eds.), *Geographical Information Systems: Principles and Applications*. JohnWiley and Sons, New York, 403-412.

60. Denzer, R. (2005). Generic integration of environmental decision support system – State-of-the-art. *Environmental Modeling & Software* 20: 1217 – 1223.
61. Dimitrijević, M., Karamata, S., Sikošek, B., Veselinović, D. (1975). Osnovna geološka karta 1:100 000 L 34-114 Pančevo. Savezni geološki zavod Beograd.
62. Dimitrijević, M., Karamata, S., Sikošek, B., Veselinović, D. (1975). Tumač za list Pančevo L 34-114. Savezni geološki zavod Beograd.
63. Dimitrijević, M., Dragić, D., Karamata, S., Petrović, B., Sikošek, B., Šuvački, V., Veselinović, D. (1985). Osnovna geološka karta 1:100 000 L 34-113 Beograd. Savezni geološki zavod Beograd.
64. Dimitrijević, M., Dragić, D., Karamata, S., Petrović, B., Sikošek, B., Šuvački, V., Veselinović, D. (1985). Tumač za list Beograd L 34-113. Savezni geološki zavod Beograd.
65. Dimitrijević, M. (1998). Geonasleđe - sačuvati: šta, kako i zašto? *Zaštita prirode* 48-49. Zavod za zaštitu prirode Srbije. 53-58.
66. Dingwall, P., Weighell, T., Badman, T. (2005). Geological world heritage: A global framework. In *Global Theme Study of World Heritage Natural Sites: Protected Area Programme*, International Union for Conservation of Nature, Switzerland, 43.
67. Dixon, G. (1995). Aspects of Geoconservation in Tasmania: A Preliminary Review of Significant Earth Features. Report to the Australian Heritage Commission, Occasional Paper no. 32. Hobart: Parks and Wildlife Service.
68. Djokic, D. (1996). Toward a general-purpos decision support system using existing technology. In *GIS and environmental modeling: Progress and research ISSUES*, ed. M.F.Goodchild, L.T.Steyaert, B.O.Parks, C.Johnston, D.Maidment, M.Crane, and S.E.Glendingning, 353-356. Ft.Collins, CO:GIS World, Inc.
69. Dobson, M. W. (1983). A high resolution microcomputer based color system for examining the human factors aspects of cartographic displays in a real-

time user environment. Paper presented at the Sixth International Symposium on Computer Assisted Cartography, Toronto, Canada.

70. Draganm, M., Feoli, E., Ferneti, M., Zerihun, W. (2003). Application for a spatial decision support (SDSS) to reduce soil erosion in northern Ethiopia. *Environmental Modelling and Software* 18, 861–868.
71. Drobne, S., Lisec, A. (2009). Multi-attribute Decision Analysis in GIS: Weighted Linear Combination and Ordered Weighted Averaging. *Informatica* 33. 459–474.
72. Drucker, P. F. (1967). The effective decision. *Harvard Business Review*, Volume 45, Issue 1, 92-98.
73. Dukić, D. (1960). Reke Beograda i njegove okoline. U: Zbornik radova. Sveska VII. Geografski institut PMF Univerziteta u Beogradu. 151 - 167.
74. Duff, K. (1994). Natural Areas: an holistic approach to conservation based on geology. In *Geological and Landscape Conservation* O'Halloran D, Green C, Harley M, Stanley M, Knill J (eds). Geological Society: London, 121–126.
75. Duncan, W. J. (1989). *Great Ideas in Managemnt*. Jossey Bass Publishers. San Francisco – London.
76. Đorđević-Milutinović, D., Alaburić, S. (2011). Kako je zemlja oživela ili kratka priča o pola milijarde godina. *Prirodnjački muzej*, 1-77.
77. Eastman, J. R., Jin, W., Kyem, P. A. K., Toledano, J. (1995). Raster procedures for multicriteria/multi-objective decisions. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 61 (5), 539–547.
78. Eastman, J. R., Jiang, H. (1995). Fuzzy measures in multicriteria evaluation. In *proceedings, second International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural resources and Environmental Studies*, May 21–23 (Fort Collins, Colorado), 527–534.
79. Eastman, J. R. (2001). Uncertainty management in GIS: decision support tools for effective use of spatial data. In: Hunsaker, C., Goodchild, M., Friedl, M.,

- Case, E. (Eds.), *Spatial Uncertainty in Ecology: Implications for Remote Sensing and GIS Applications*. Springer-Verlag, New York, 379–390.
80. Eastman, J. R. (2009). *IDRISI Taiga: guide to GIS and image processing*. Worcester, MA: Clark Labs.
 81. Eberhard, R. (ed.) (1997). *Pattern and process towards a regional approach to national estate assessment of geodiversity*. Report of a Workshop held at the Australian Heritage Commission on 26 July 1996. Technical series 2, Australian Heritage Commission & Environment Forest Taskforce, Environment Australia, Canberra.
 82. Ehler, G. (1994). *Expertise: A knowledge-based spatial decision support system for industrial site evaluation*. Paper presented at the Fourteenth Annual ESRI User Conference, Palm Springs, California.
 83. Erikstad, L. (2000). *The linchip safeguarding Norwegian geological interest*. - In: *Earth heritage* 13:12.
 84. Erhartič, B., Zorn, M. (2012). *Geodiversity and geomorphosite research in Slovenia*. *Geografski vestnik* 84-1. 51–63.
 85. European Commission (2003) "Resolution of the European Parliament on the Commission communication 'TUPPVrds a Thematic Strategy for Soil Protection' (COM(2002), 179 - C5-0328/2002 - 2002/2172(COS))" iz 2003.
 86. European Commission (2006). *Soil Thematic Strategy* (COM(2006) 231).
 87. European Commission (2006). *Soil Framework Directive* (COM(2006) 232).
 88. European Commission (2011). *Roadmap to a Resource Efficient Europe* (COM(2011) 571).
 89. European Commission (2012). *Guidelines on best practice to limit, mitigate or compensate soil sealing* (SWD(2012) 101 final/2).
 90. Fanning, D. S., Fanning, M. C. B. (1989). *Soil Morphology, Genesis and Classification*. Wiley, New York.

91. Feeney, M. E., Williamson, I. (2002). The role of institutional mechanisms in spatial data infrastructure development that supports decision making. *Cartography Journal* 312, 21–37.
92. Feick, R. D., Hall, B. G. (2004). A method for examining spatial dimension of multicriteria weight sensitivity. *International Journal of Geographical Information Science* 18, 815–840.
93. Filipović, I., Veselinović, M., Rajčević, D., Bodić, D., Petronijević, S., Rakić, M., Gagić, N., Milićević, M. (1973a). Osnovna geološka karta 1:100.000 list Vladimirci L 34-124. Zavod za geološka i geofizička istraživanja Beograd.
94. Filipović, I., Gagić, N., Rodin, V., Avarmovič, V. (1973b). Tumač za OGK 1:100.000 list Vladimirci L 34-124. Zavod za geološka i geofizička istraživanja Beograd.
95. Filipović, I., Pavlović, Z., Marković, B., Rodin, V., Marković, O., Gagić, N., Atin, B., Milićević, M. (1978). Osnovna geološka karta 1:100 000 L34-137 Gornji Milanovac. Savezni geološki zavod Beograd.
96. Filipović, I., Rodin, V., Pavlović, Z., Marković, B., Milićević, M., Atin, B. (1980a). Osnovna geološka karta 1:100 000 list Obrenovac L 34-125. Zavod za geološka, hidrogeološka, geofizička i geotehnička istraživanja "Geozavod" Beograd.
97. Filipović, I., Rodin. (1980b). Tumač za list Obrenovac L 34-125. Zavod za geološka, hidrogeološka, geofizička i geotehnička istraživanja "Geozavod" Beograd.
98. Fischer, M. M., Nijkamp, P. (1993). Design and use of geographic information systems and spatial models. In M. M. Fischer and P. Nijkamp, editors, *Geographic Information Systems, Spatial Modelling and Policy Evaluation*.
99. Fishman, I. L., Nusipov, E. N. (1999). The geoconservation problems and the geocotourism development in Kazakhstan. - In: Baretino, D., Vallejo, M. & E. Gallego (eds): *Towards the balanced management and conservation of the*

- geological heritage in the new millenium. - Madrid: Sociedad Geolögica de Espana: 52-54.
100. Forman, R. T. T., S. K. Collinge (1997). Nature conserved in changing landscapes with and without spatial planning. *Landscape and Urban Planning* 37: 129-135.
 101. Fuller, D. O., Williamson, R., Jeffe, M., James, D. (2003). Multi-criteria evaluation of safety and risks along transportation corridors on the Hopi Reservation. *Applied Geography* 23, 177–188.
 102. Ganić, M., Radović, P., Rundić, Lj., Bradić, K., Knežević, S. (2016). Traces Of Drilling Predation In The Upper Badenian (Middle Miocene) Mollusks From Rakovica stream (Belgrade). *Geologia Croatica*, 69/2, 205–212. |
 103. Gao, S., Sundaram, D., Paynter, J. (2004). Flexible support for spatial decisionmaking. Paper presented at the 37th Annual International Conference on System Sciences, Honolulu, Hawaii.
 104. Garašanin, D. (1974). Beograd u praistorijsko doba. U: Čubrilović V (ur.). *Istorija Beograda 1 - stari, srednji i novi vek*. SANU Odeljenje istorijskih nauka. Prosveta. Beograd. 19-44.
 105. Geertman, S. (2006). Potentials for planning support: A planning-conceptual approach. *Environment and Planning B: Planning and Design* 33(6):863–880.
 106. Geneletti, D. (2007). An approach based on spatial multicriteria analysis to map the nature conservation value of agricultural land. *Journal of Environmental Management* 83, 228–235.
 107. Geneletti, D., Abdullah, A. (Eds.), 2009. *A Collection of Case Studies*. Academic Press, Kuala Lumpur.
 108. Ghilardi, L., Coratza, P., De Biaggi, E., Giardino, M., Marchetti, M., Perotti, L. (2009). Development and usage of Geosites: new results from research and conservation activities in the Piemonte Region (Italy). *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Geologia*, 2009, 54 (2), 23 – 26.

109. Giupponi, C., Eiselt, B., Ghetti, P. F. (1999). A multicriteria approach for mapping risks of agricultural pollution for water resources: the Venice Lagoon watershed case study. *Journal of Environmental Management* 56, 259–269.
110. Giupponi, C., Mysiak, J., Fassio, A., Cogan, V. (2004). MULINO-DSS: a computer tool for sustainable use of water resources at the catchment scale. *Mathematics and Computers in Simulation* 64, 13–24.
111. Goel, R. K. (1999). Suggested framework (along with prototype) for realizing spatial decision support systems (SDSS). Paper presented at Map India 1999 Natural Resources Information System Conference, New Delhi, India.
112. Goodchild, M. F. (1987). A spatial analytical perspective on geographical information systems. *International Journal of Geographical Information Systems*, 1(4), 327–334.
113. Goodchild, M. F., 1993. The state of GIS for environmental problemsolving. In: Goodchild, M. F., Parks, B. O., Steyaert, L. T. (Eds.), *Environmental Modeling with GIS*. Oxford University Press, New York.
114. Gonggrijp, G. P. (1998). Earth science conservation in the Netherland. *Zaštita prirode* 48/49. Zavod za zaštitu prirode Srbije. 79-89.
115. GOOGLE EARTH 5.0. (2009). Belgrade, Serbia. 34T 465986.61mE,4942464.02mN, Eye alt 145.98km. Landsat 2013.<http://www.google.com/earth/index.html>
116. Gordon, J. E. (2004). Geological conservation. - In: Selley, R.G, Coks, L.R.M. & LR. Plimer (eds): *Encyclopedia of Geology*. - Amsterdam: Elsevier: 29-35.
117. Gorry, A., Scott-Morton, M. (1971). A Framework for Information Systems. *Sloan Management Review*, 13(Fall 1971), 56-79.
118. Sekretarijat za zaštitu životne sredine, Gradski zavod za javno zdravlje, Regionalni centar za životnu sredinu (2012). *Kvalitet životne sredine grada Beograda u 2012. godini*.

119. Gray, M. (1997). Planning and landform: geomorphological authenticity or incongruity in the countryside? *Area* 29.4, 312-324.
120. Gray, M. (2001). Geomorphological conservation and public policy in England: a geomorphological critique of english Nature's 'natural areas' approach. *Earth Surface Processes and Landforms Earth Surf. Process. Landforms* 26, 1009-1023.
121. Gray, J. M. (2004). *Geodiversity. Valuing and Conserving Abiotic Nature*, Chichester, John Wiley & Sons Ltd.
122. Gray, M. (2005). Planning for geoconservation. *Earth Heritage* 23. Ludlow.
123. Gray, M. (2005a). Geodiversity and Geoconservation: What, Why, and How? *The George Wright Forum/Vol.22 No.3*. p. 4-12.
124. Gray, M. (2008). Geoheritage 1. Geodiversity: A New Paradigm for Valuing and Conserving Geoheritage. *Geoscience Canada. Volume 35. Number 2*: 51-59.
125. Gray, M., Jungerius, P. D., Ancker, J. A. M. (2004). Geodiversity and Geoheritage as features of Soil Protection - Advice to the Working Groups Towards a Thematic Strategy for Soil Protection (COM (2002) 179, C5-0328/2002,2002/2172(COS)). Committee on the Environment, Public Health and Consumer Policy.
126. Greene, R., Devillers, R., Luther, E. J., Eddy, G. B. (2011). GIS-Based Multiple-Criteria Decision Analysis. *Geography Compass* 5/6, 412-432.
127. Grimley, D. (2012). Soil and Sustainability. OpenStax-CNX, September 17, 2012. <http://cnx.org/content/m41620/1.7/>
128. Guo, Y., Gong, P., Amundson, R. (2003). Pedodiversity in the United States of America. *Geoderma* 117, 99-115.
129. Hahn, B. (2005). The need for a science and knowledge integration. Paper presented at the Success and Failure of DSS for Integrated Water Resource Management Conference, Venice, Italy.

130. Hala, E., Hegazy, M. N. (2009). Application of multicriteria evaluation in GIS environment for an agricultural development scenario in the Egyptian deserts. In: Symposium GIS Ostrava, 25–28 January, Ostrava.
131. Harley, M. J. (1996). Involving a wider public in conserving their geological heritage: a major challenge and recipe for success. In: *Geoscience Education and Training in Schools and Universities, for Industry and Public Awareness*, ed. D. A. V. Stow and G. J. H. McCall, 725-730.
132. Hellriegel, D., Slocum, J. W. (2011). *Organizational Behavior*, 13th Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc.
133. Hengl, T. (2006). Finding the right pixel size. *Computers and Geosciences* 32, 1283–1298.
134. Herzig, A. (2008). A GIS-based module for the multiobjective optimization of areal resource allocation. Paper presented at the 11th AGILE International Conference on Geographic Information Science, University of Girona, Spain.
135. Hill, M., Braatenb, R., Veitchc, S. M., Lees, B. G., Sharmad, S. (2005). Multi-criteria decision analysis in spatial decision support: the ASSESS analytic hierarchy process and the role of quantitative methods and spatially explicit analysis. *Environmental Modelling & Software* 20, 955–976.
136. Hjort J., Louto M. (2010). Geodiversity of high latitude landscapes in northern Finland. *Geomorphol* 115:109–116.
137. Huser, B., Rutledge, D. T., Van Delden, H., Wedderburn, M. E., Cameron, M., Elliott, S., Fenton, T., Hurkens, J., McBride, G., McDonald, G., O'Connor, M., Phyn, D., Poot, J., Price, R., Small, B., Tait, A., Vanhout, R., Woods, R. A. (2009). Development of an integrated spatial decision support system (ISDSS) for local government in NewZealand. In: 18thWorld IMACS/MODSIMCongress, 13–17 July 2009, Cairns, Australia.
138. Hwang, C.L., Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications*. SpringerVerlag, Berlin.

139. Ibáñez, J. J., Jiménez-Ballesta, R., García-Álvarez, A. (1990). Soil landscapes and drainage basins in Mediterranean mountain areas. *Catena* 17, 573–583.
140. Ibáñez, J. J., De Alba, S., Bermúdez, F. F., García-Álvarez, A. (1995a). Pedodiversity concepts and tools. *Catena* 24, 215–232.
141. Ibáñez, J. J., De-Alba, S., Boixadera, J. (1995b). The Pedodiversity concept and its measurement: application to soil information systems. In: European Land Information System for Agro-environmental Monitoring (eds. King, D., Jones, R.J.A. & Thomasson, A.J.). JRC, EU Brussels, 181-195.
142. Ibáñez, J. J., Zinck, J. A., Dazzi, C. (2013). Soil geography and diversity of the European biogeographical regions. *Geoderma* 192, 142–153.
143. Ilić, M. (2006). Geonasleđe severoistočne Srbije – zaštita i perspektive, časopis *Zaštita prirode*, Zavod za zaštitu prirode Srbije, 2006, vol. 56, br. 2, 107-118.
144. Ilić, M., Markićević M. (2014). Geodiverzitet u obrazovnom sistemu Srbije. Zbornik radova sa naučnog skupa sa međunarodnim učešćem „Geografsko obrazovanje, nauka i praksa: razvoj, stanje i perspektive“, Ivanjica, 521-527.
145. Institut za proučavanje zemljišta (1963). Osnovna pedološka karta Srbije listovi Beograd 1,2,3,4; Aranđelovac 1,2; Obrenovac 2,4; Zrenjanin 3,4; Požarevac 3.
146. International Chronostratigraphic Chart (2015) – International Commission on Stratigraphy IUGS (www.stratigraphy.org).
147. IUCN-WCPA (2005). Geological world heritage: a global framework In: <http://whc.unesco.org/uploads/activities/documents/activity-504-1.pdf> Gland, Switzerland, 51.
148. IUSS WORKING GROUP WRB (2006). World reference base for soil resources 2006. World Soil Resources Reports, 103, FAO, Rim.
149. Ivetić, M. (1990). Nasuto tlo u gradu - građevinski i ekološki aspekti, U: *Ekološki problemi Beograda*, Savez društva inženjera i tehničara Beograda, Beograd, 2, 37-41.

150. Jankowski, P. (1995). Integrating geographical information systems and multiple criteria decision making methods. *International Journal of Geographical Information Systems*, 9(3), 251–273
151. Jankowski, P., Nyerges, T., Robischon, S., Ramsey, K., Tuthill, D. (2006). Design considerations and evaluation of a collaborative, spatio-temporal decision support system. *Transactions in GIS* 10(3):335–354.
152. Janssen, R., Rietveld, P. (1990). Multicriteria analysis and geographical information systems: An application to agriculture land-use in Netherlands. In H.J. Scholten and J.C.H. Stillwell, editors, *Geographical Information Systems for Urban and Regional Planning*, pages 129–139. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
153. Jarman, D. (1994). Geomorphological authenticity: the planning contribution. In Stevens C, Gordon J E, Green C P and Macklin M G (eds) *Conserving our landscape* (English Nature, Peterborough), 41-45.
154. Jarupathirun, S., Zahedi, F. M. (2007). Exploring the influence of perceptual factors in the success of web-based spatial DSS. *Decision Support Systems* 43(3), 933–951.
155. Jensen, J. R., Botchway, K., Brennan-Galvin, E., Johannsen, C., Juma, C., Mabogunje, A. (2002). *Down to Earth: Geographic information for sustainable development in Africa*. National Research Council, Washington, DC.
156. Jiang, H., Eastman, J. R. (2000). Application of Fuzzy Measures in Multi-Criteria Evaluation in GIS, *International Journal of Geographical Information Systems*, Vol. 14, No. 2, 2000, 173-184.
157. Johansson, C. E., Andersen, S. Alapassi, M. (1999). Geodiversity in the nordic countries. - In: *ProGeo News* 1, 1-3.
158. Jovanović, P. S. (1953). Epigenetske osobine sliva i doline Topčiderske reke. *Glas Srpske akademije nauka CCVIII. Odeljenje prirodno-matematičkih nauka*, 73-107.

159. Jovanović, G. (1998a). Uloga Prirodnjačkog muzeja u zaštiti geoloških objekata Srbije. *Zaštita prirode* 48-49. Zavod za zaštitu prirode Srbije, 171-176.
160. Jovanović, B. (1998b). Arheologija i geo-nasleđe Srbije. *Zaštita prirode* 48/49. Zavod za zaštitu prirode Srbije, 41-46.
161. Jović, N., Avdalović, V. (1985). Pedološka karta Ade Huje sa komentarom. *Glasnik šumarskog fakulteta* 64, 319-324.
162. Jovičić, Ž. (1960). Reljef beogradskog podunavlja i sliva Topčiderske reke. U: *Zbornik radova. Sveska VII. Geografski institut PMF Univerziteta u Beogradu*, 27-56.
163. Kangas, J., Store, R., Leskinen, P., Mehtatalo, L. (2000). Improving the quality of landscape ecological forest planning by utilising advanced decision-support tools. *Forest Ecology and Management* 132, 157–171.
164. Karnatak H. C., Saran, S., Bhatia, K., Roy, P. S. (2007). Multicriteria Spatial Decision Analysis in Web GIS Environment. *Geoinformatica* 11: 407–429.
165. Karpunin, A. M. (1999). Problems of selection and grading of geological monuments (Geosites of Russia). In: Baretino, D., Vallejo, M., Gallego, E. (eds). *Towards the balanced management and conservation of the geological heritage in the new millenium*. Sociedad Geológica de España, Madrid, Spain, 145–147.
166. Kazana, V., Fawcett, R. H., Mutch, W. E. S. (2003). A decision support modelling framework for multiple use forest management: The Queen Elizabeth Forest case study in Scotland. *European Journal of Operational Research* 148, 102–115.
167. Keenan, P. B. (1996). Using a GIS as DSS Generator. In *Perspectives on DSS*, ed. J. Darzentas, J.S. Darzentas, and T. Spyrou, 33 – 40. Samos, Greece: University of the Aegean Press.
168. Keenan, P. B. (2003). Spatial decision support systems. In *Decision making support systems: Achievements, trends and challenges for the new decade*,

- ed. M. Mora, G. Forgionne, and J. N. D. Gupta, 28–39. Hershey, PA: Idea Group Publishing.
169. Keenan, P. B. (2006). Spatial decision support systems: a coming of age. *Control and Cybernetics* 35(1), 9–27.
 170. Keeney, R. L. (1992). *Value-focused Thinking: A Path to Creative Decision Making*. Harvard University Press, Cambridge.
 171. Keeney, R. L., Von Winterfeld, D. (1994). Managing nuclear waste from power plants. *Risk Analysis* 14, 3–19.
 172. Keisler, J. M., Sundell, R. C. (1997). Combining multi-attribute utility and geographic information for boundary decisions: an application to park planning. *Journal of Geographic Information and Decision Analysis* 1 (2), 100–119.
 173. Keller, C. P. (1997). Unit 57—Decision-making using multiple criteria. <http://www.geog.ubc.ca/courses/klink/gis.notes/ncgia/u57.html>
 174. Kemp, K. (2008). *Encyclopedia of Geographic Information Science*. SAGE Publications, IncLondon.
 175. Keshkamat, S. S., Looijen, J. M., Zuidgeest, M. H. P. (2008). The formulation and evaluation of transport route planning alternatives: a spatial decision support system for the via Baltica project, Poland. *Journal of Transport Geography* 17, 54–64.
 176. Kiernan, K. (2013). Nature, severity and persistence of geomorphological damage caused by armed conflict. *Land degradation & development*. Published online in Wiley Online Library, DOI: 10.1002/ldr.2216
 177. Knežević, S., Nenadić, D., Bogićević, K. (2005). Profili lesnih naslaga u okolini Beograda kao objekti geološkog nasleđa Srbije. U: Naučni skup o geonasleđu Srbije. Zavod za zaštitu prirode Srbije. Posebno izdanje 20, 29-33.
 178. Kostić, Ž. (1972). *Osnovi organizacije preduzeća, Savremena administracija*, 10. izdanje, Beograd, 165.

179. Kozłowski, S. (2004). Geodiversity. The concept and scope of geodiversity. - In: Polish geological review (Przegląd geologiczny) 52,8/2, 833-839.
180. Kozłowski S., Migaszewski Z. M., Galuszka A. (2004). Geodiversity conservation – conserving our geological heritage. Polish Geological Institute Special Papers 13, 13-20.
181. Laaribi, A., Chevallier, Martel, J. M. (1996). A spatial decision aid: A multicriterion evaluation approach. Computers and Urban Systems, 20(6), 351–366.
182. Lapo, A. V., Davydov, V. I., Pashkevich N. G., Petrov, V. V., Vdovets, M. S. (1993). Methodic principles of study of geological monuments of nature in Russia. Stratigr Geol Correl I(6). 636–644.
183. Lazarević, R. (1975). Geomorfologija. Institut za šumarstvo i drvnu industriju. Beograd, Posebno izdanje XXXVIII.
184. Lazarević, R. (1998). Speleološke vrednosti Srbije. Zaštita prirode 48/49, Zavod za zaštitu prirode Srbije, 47-52.
185. Lee, A. H. I., Chen, W. C., Chang, C. J. (2008). A fuzzy AHP and BSC approach for evaluating performance of IT department in the manufacturing industry in Taiwan. Expert Systems with Applications 34, 96–107.
186. Leung, Y. (1997). Intelligent Spatial Decision Support Systems. Springer-Verlag, Berlin.
187. Li, Y., Shen, Q., Li, H. (2004). Design of spatial decision support systems for property professionals using mapobjects and excel. Automation in Construction 13, 565–573.
188. Lima, F. F., Brilha, J. B., Salamuni, E. (2010). Inventorying Geological Heritage in Large Territories: A Methodological Proposal Applied to Brazil. Geoheritage. DOI 10.1007/s12371-010-0014-9.
189. Little, J. D. C. (1971). Models and managers: the concept of a decision calculus. Management Science, 16(8), 466-485.

190. Lokin, P. (1990). Zaštita tla i podzemnog prostora Beograda, U: Ekološki problemi Beograda, Savez društva inženjera i tehničara Beograda, Beograd, 2, 1-9.
191. Lokin P., Marković G., Petričević M., Ćosić G. (1990). Sleganje objekata fundiranih u lesu kao posledica tehnogene promene vlažnosti tla, U: Ekološki problemi Beograda, Savez društva inženjera i tehničara Beograda, Beograd, 2, 45-53.
192. Lynch, T., Gregor, S., Midmore, D. (2000). Intelligent support systems in agriculture: Can we do better? *Australian Journal of Experimental Agriculture* 40, 609–620.
193. Lješević, M. (2003). Geografija zemljišta. Institut za geografiju Filozofskog fakulteta, Univerzitet Crne Gore, Nikšić.
194. McBratney, A. B. (1992). On variation, uncertainty and informatics in environmental soil management. *Australian Journal of Soil Research* 30, 913–935.
195. Malczewski, J., Moreno-Sanchez, R., Bojorquez-Tapia, L. A., Ongay-Delhumeau, E. (1997). Multicriteria group decision-making model for environmental conflict analysis in the Cape Region, Mexico. *Journal of Environmental Planning and Management* 40 (3), 349–374.
196. Malczewski, J. (1999). *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. John Wiley and Sons, New York.
197. Malczewski, J. (2004). GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. *Progress in Planning* 62 (1), 3–65.
198. Malczewski, J., (2006a). GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science* 20 (7), 703–726.
199. Malczewski, J. (2006b). Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multicriteria evaluation for land-use suitability analysis.

- International Journal of Applied Earth Observation and geoinformatics 8, 270-277.
200. Mandić, M. (1998). O potrebi za definisanjem kriterijuma za vrednovanje objekata i pojava značajnih kao element geo-nasleđa. *Zaštita prirode* 48/49. Zavod za zaštitu prirode Srbije, 155-161.
 201. Maran, A., Radulović, B. (2005). Predlog za formiranje jedinstvene baze podataka paleontoloških zbirki. U: Naučni skup o geonasleđu Srbije. Zavod za zaštitu prirode Srbije. Posebno izdanje 20, 129-132.
 202. Maran, A. (2008). Geoconservation in the Balkan region practices and legal instruments. *Bulletin of the Natural History museum*, 2008, 1, 41-63.
 203. Maran, A. (2010). Valuing the geological heritage of Serbia. *Bulletin of the Natural History Museum*, 2010, 3, 47-66.
 204. Margules, C. R., Pressey, R. L. (2000). Systematic conservation planning. *Nature (London)* 405(6783), 243-253.
 205. Marković, J. Đ. (1970). Regionalna geografija SFRJ. Građevinska knjiga, Beograd.
 206. Marković, M., Pavlović, R., Čupković, T. (2003). Geomorfologija. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd.
 207. Marković, S.B., Bokhorst, M., Vandenberghe, J., McCoy, W.D., Oches, E.A., Hambach, U., Gaudenyi, T., Jovanović, M., Zoeller, L., Stevens, T. & Machalett, B. (2008). Late Pleistocene loess-paleosol sequences in the Vojvodina region, North Serbia. *Journal of Quaternary Science* 23, 73-84.
 208. Marković, S.B., Hambach, U., Catto, N., Jovanović, M., Buggle, B., Machalett, B., Zöller, L., Glaser, B. Frechen, M. (2009). The middle and late Pleistocene loess-paleosol sequences at Batajanica, Vojvodina, Serbia. *Quaternary International* 198, 255-266.
 209. Marović, M. (2001). Geologija Jugoslavije. Predavanja studentima Petrologije i Geofizike. Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet.

210. Marović, M., Đoković, I., Pešić, L. (1998a). Uticaj savremenih tektonskih pokreta na ekogeološku sredinu. *Zaštita prirode* 48/49. Zavod za zaštitu prirode Srbije, 233-238.
211. Marović, M., Đoković, I., Pešić, L. (1998b). Geokološki značaj antropogeno indukovanih pokreta zemljine kore. *Zaštita prirode* 48/49. Zavod za zaštitu prirode Srbije, 239-244.
212. Marović, M., Djoković, I., Pešić, L., Radovanović, S., Toljić, M. & Gerzina, N. (2002). Neotectonics and seismicity of southern margin of the Pannonian basin in Serbia. *EGU Stephan Mueller Special Publication Series* 3, 277-295.
213. Marović, M., Toljić, M., Rundić, Lj., Milivojević, J. (2007). Nealpine tectonics of Serbia. *Serbian Geological Society, ser. Monographie*, 88 pgs, Belgrade.
214. Mazzetto, F., Bonera, R. (2003). MEACROS: a tool for multi-criteria evaluation of alternative cropping systems. *European Journal of Agronomy* 18, 379-387.
215. McHarg, I. (1969). *Designwith Nature*. Garden City: Natural History Press, NewYork, 197.
216. Melelli, L. (2014). Geodiversity: a new quantitative index for natural protected areas enhancement, *GeoJournal of Tourism and Geosites*, Year VII, no.1, vol.13, art.no.13103-142, 27-37.
217. Menković, Lj., Koščal, M., Mijatović, M., Živković, M. (2013). Geomorfološku karta Srbije 1:300 000 sa tumačem. Ministarstvo rudarstva, prirodnih resursa i prostornog planiranja.
218. Mescon, M., Albert, M., Khedouri, F. (1985). *Managemnt*. Harper and Row. New York, 170.
219. Mijović, D., Dragišić, V., Nikić, Z. (2008). Inventar hidrogeološkog nasleđa Srbije. *Zaštita prirode* 60/1-2. Zavod za zaštitu prirode Srbije, 397 - 410.
220. Mijović, D., Rundić, Lj., Milovanović, D. (2005). Zaštita geonasleđa u Srbiji i pravci razvoja. U: *Naučni skup o geonasleđu Srbije*. Zavod za zaštitu prirode Srbije. Posebno izdanje 20, 17-21.

221. Milić, T. (1998). Banjički fonolit - značaj i potreba očuvanja i zaštite. Zaštita prirode 48-49. Zavod za zaštitu prirode Srbije, 347-350.
222. Milojević, N., Filipović, B., Dimitrijević, N. (1971). Hidrogeološka rejonizacija teritorije Beograda, Zbornikradova RGF. sv. 13, Beograd.
223. Milojević, M., Čalić-Ljubojević, J. (2005). Problemi lociranja objekata geonasleđa pri izradi baze podataka i inventara. U: Naučni skup o geonasleđu Srbije. Zavod za zaštitu prirode Srbije. Posebno izdanje 20, 125-128.
224. Milojević, N., Filipović, B., Dimitrijević, N. (1975). Hidrogeologija teritorije grada Beograda sa hidrogeološkom kartom razmere 1:100.000. Monografija. Beograd.
225. Milovanović, D. (1990). Geoekologija i geološko-ekonomska ocena pojava i ležišta mineralnih sirovina u okolini Beograda, U: Ekološki problemi Beograda, Savez društva inženjera i tehničara Beograda, Beograd, 2, 63-71.
226. Milovanović, D. (2004). Gliston putuje u zemlju. Dragan Milovanović, 50, Beograd.
227. Ministarstvo prirodnih resursa, rudarstva i prostornog planiranja (2012). Nacionalna strategija održivog korišćenja prirodnih resursa i dobara.
228. Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja Republike Srbije (1998). Geološki atlas Srbije 1:2.000.000.
229. Mitrović, S., Rundić, Lj. (2002). Biostratigraphic Review of the Miocene of Kolubara –Tamnava coalfield, Serbia. Bull. T.CXXV Serb. Acad.Sc., Clas. Sci. et matem. et natur., Sc.natural., 41, 83- 89.
230. Moody, P.E. (1983). Decision Making – Proven Methods for Better Decisions. McGraw-Hill Book Company, New York.
231. Morari, F., Lugato, E., Borin, M. (2004). An integrated non-point source model-GIS system for selecting criteria of best management practices in the PO Valley, North Italy. Agriculture, Ecosystems and Environment 102, 247–262.

232. Myer, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C .G., Fonseca, G. A. B., Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853-858. doi:10.1038/35002501.
233. Nagy, G., Wagle, S. (1979). Geographic data processing. *Computing Surveys*, 11(2), 139-181.
234. Necić, A., Šehovac, E., Knežević, S., Banjac, N. (2005). Tragovi starih rudarskih radova na Avali - geonasleđe Beograda i Srbije. U: Naučni skup o geonasleđu Srbije. Zavod za zaštitu prirode Srbije. Posebno izdanje 20, 59-63.
235. Nenadić, D., Bogićević, K., Lazarević, Z. Milivojević, J. (2010). Lower and Middle Pleistocene sediments of Eastern Srem (Northern Serbia) – paleogeographical reconstruction. *Bulletin of the Natural History Museum*, 3, 7-27.
236. Nenadić, D., Gaudenyi, T., Bogićević, K. Gulan, Z. (2011). The Lower Quaternary boundary in the southeastern Srem (North Serbia). *Bulletin of the Natural History Museum* 4, 23-36.
237. Nijkamp P. (1979). *Multidimensional spatial data and decision analysis*, Wiley, Chichester, West Sussex.
238. Nijkamp, P., Rietveld, P. (1986). Multiple objective decision analysis in regional economics. In: P. Nijkamp (Ed.): *Handbook of regional and urban economics*. Elsevier, New York, 493–541.
239. Nyerges, T., Jankowski, P., Tuthill, D., Ramsey, K. (2006). Collaborativewaterresource decision support: Results of a field experiment. *Annals of the Association of American Geographers* 96(4):699–725.
240. Obermeyer J. N., Pinto K. J. (2007). *Managing Geographic Information Systems*, drugo izdanje, The Gulford Press, SAD.
241. Odeh L. O. A. (1998). Discussion of the paper by J.J. Ibáñez *et al.* *Geoderma* 83, 203-205.

242. Olson, D. M., Dinerstein, F. (1998). The global 200: A representation approach to conserving the earth's most biologically valuable ecoregions. *Conservation Biology* 12 (3), 502-515.
243. Opperhuizen, A., Hutzinger, D. (1982). Multi-criteria analysis and risk assessment. *Chemosphere* 11, 675-678.
244. Palacio-Prieto, J. L. (2014). *Geoheritage Within Cities: Urban Geosites in Mexico City*; Geoheritage. DOI 10.1007/s12371-014-0136-6.
245. Papa, G., Palermo, V., Dazzi, C. (2011). Is land-use change a cause of loss of pedodiversity? The case of the Mazzarrone study area, Sicily. *Geomorphology*, No. 135, 332-342.
246. Parkes, M. A., Morris J. H. (1999). The Irish Geological Heritage Programme. In: Baretino, D., Vallejo, M., Gallego, E. (eds). *Towards the balanced management and conservation of the geological heritage in the new millenium*. Sociedad Geológica de España, Madrid, Spain, 60-64.
247. Pavlović, Z., Marković, B., Atin, B., Dolić, D., Gagić, N., Marković, O., Dimitrijević, M., Vuković, M. (1980). Osnovna geološka karta 1:100 000 L 34 - 126 Smederevo. Zavod za geološka, hidrogeološka, geofizička i geotehnička istraživanja "Geozavod", Beograd.
248. Pavlović, Z. (1980). Tumač za list Smederevo L 34 - 126. Zavod za geološka, hidrogeološka, geofizička i geotehnička istraživanja "Geozavod", Beograd.
249. Phua, M., Minora, M. (2004). A GIS-based multi-criteria decision making approach to forest conservation planning at a landscape scale: a case study in the Kinabalu Area, Sabah, Malaysia. *Landscape and Urban Planning* 71, 207-222.
250. Pellitero, R., Amuchastegui, MJG., Ruiz-Flaño, P., Serrano, E. (2011). Geodiversity and Geomorphosite Assessment Applied to a Natural Protected Area: the Ebro and Rudron Gorges Natural Park (Spain). *Geoheritage* 3,163-174.

251. Pereira J. M. C. , Duckstein L. (1993). A multiple criteria decision-making approach to GIS-based land suitability evaluation. *International Journal of Geographical Information Systems*, 7(5), 407–424.
252. Pereira, P., Pereira, D., Caetano Alves, M. I. (2007). Geomorphosite assessment in Montesinho Natural Park (Portugal). *Geographica Helvetica* 62. Basel.
253. Peterson, K. (1998). Development of spatial decision support systems for residential real estate. *Journal of Housing Research* 9(1), 135–156.
254. Petrović, J. Manojlović, P. (1997). Geomorfologija. Geografski fakultet Univerziteta u Beogradu.
255. Petrović, J. (1960). Podzemne vode u okolini Beograda. U: Zbornik radova. Sveska VII. Geografski institut PMF Univerziteta u Beogradu., 167 - 186.
256. Petrović, D., Gavrilović, D. (1960). Kraški reljef okoline Beograda. U: Zbornik radova. Sveska VII. Geografski institut PMF Univerziteta u Beogradu. 99 - 126.
257. Pimm, S., Raven, P. (2000). Extinction by numbers. *Nature* 403. 843-854.
258. Pittman, R. H. (1990). Geographic information systems: An important new tool for economic development professionals. *Economic Development Review* 8(4):4–7.
259. Popadić B. (1990). Stanje izvorišta na području grada Beograda južno od Save i Dunava i predlog mera zaštite, U: Ekološki problemi Beograda, Savez društva inženjera i tehničara Beograda, Beograd, 2, 177-185.
260. Popović Z. (1990). Odlike gradske klime Beograda, U: Ekološki problemi Beograda, Savez društva inženjera i tehničara Beograda, Beograd, 2, 307-317.
261. Power, D. J. (2002). *Decision support systems: Concepts and resources for managers*. Westport, CT: Quorum Books.
262. Pralong, J. P. (2005). A method for assessing the tourist potential and use of geomorphological sites. *Géomorphologie. Relief, processus, environnement* 3. Paris.

263. Pressey, R. L., Humphries, C. J., Margules, C. R., Vane-Wright, R. I., Williams, P. H. (1993). Beyond opportunism: key principles for systematic reserve selection. *Trends in Ecology & Evolution* 8 (4), 124-128.
264. Prosser, C. (2002). Term of endearment, *Earth Herit.*, 17, 12-13.
265. Protić, N. (1998). Značaj zemljišnog pokrivača i njegova zaštita. *Zaštita prirode* 48/49. Zavod za zaštitu prirode Srbije, 33-40.
266. Radivojević D., Magyar I., Ter Borgh M., Rundić Lj., (2014). Lake Pannon – Serbian side of the story. XVI Kongres geologa Srbije (Donji Milanovac, 22–25.05.2014), Zbornik radova, 54–60, Srpsko geološko društvo, Beograd.
267. Radovanović, V. (1960). Geografski položaj i teritorijalni razvitak Beograda. U: Zbornik radova. Sveska VII. Geografski institut PMF Univerziteta u Beogradu, 1-27.
268. Rakićević, T. (1960). Klima Beograda. U: Zbornik radova. Sveska VII. Geografski institut PMF Univerziteta u Beogradu, 126 - 151.
269. Ren, F. (1997). A training model for GIS application in land resource allocation. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 52, 261–265.
270. Republički geodetski zavod (2012). Pravilnik za katastarsko klasiranje i bonitiranje zemljišta.
271. Republički zavod za statistiku (2014). Popis stanovništva, domaćinstva i stanova 2011. u Republici Srbiji. Stanovništvo. Usporedni pregled broja stanovnika 1948, 1953, 1961, 1971, 1981, 1991, 2002 i 2011. Podaci o naseljima.
272. Resulović, H. Čustović, H. (2008). Pedomemoriranje kao izvor informacija o razvoju, procesima i starosti tala u funkciji arheoloških istraživanja. Prva međunarodna naučna Konferencija o Bosanskoj dolini piramida u Sarajevu, www.icbp.ba.

273. Reynard, E., Fontana, G., Kozlik, L., Scapozza, C. (2007). A method for assessing »scientific« and »additional values« of geomorphosites. *Geographica Helvetica* 62-3, Basel.
274. Reynard, E. (2008). Scientific research and tourist promotion of geomorphological heritage. *Geografia fisica e dinamica quaternaria* 31-2. Turin.
275. Rinner, C., Raubal, M., Spigel, B. (2005). User interface design for location-based decision services. Paper presented at the 13th International Conference on GeoInformatics, Toronto, Canada.
276. Rivas V., Rix K., Francés, E., Cendrero, A., Brunsten, D. (1997). Geomorphological indicators for environmental impact assessment: consumable and non-consumable geomorphological resources. *Geomorphology* 18. Amsterdam. DOI: 10.1016/S0169-555X(96)00024-4
277. Rocha, J., Brilha, J., Henriques M. H. (2014). Assessment of the geological heritage of Cape Mondego Natural Monument (Central Portugal). *Proceedings of the Geologists' Association* 125, 107–113.
278. Roy, B. (1985). *Méthodologie Multicritère d'Aide à la Décision*. Economica, Paris.
279. Roy, B. (1991). The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods. *Theory and Decisions* 31, 49–73.
280. Roy, B. (1996). *Multicriteria methodology for decision aiding*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. Roy, B. (2005). An overview of MCDA techniques today: paradigms and challenges. In: Figueira, J., Greco, S., Ehrgott, M. (eds). *Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys*. New York: Springer, 3–24.
281. Royo Olid, J., Turkienicz, B. (2010). Towards a 10-Step 'Open-framework Multi-criteria Spatial-Decision Support System' for Pro-poor Urban Planning: Exploring and systematising methodologies for Praia (Cape Verde).

282. Rundić, Lj. (1989). Hiatus između sarmata i panona i hijatus unutar panona u bušotini KG-28e u potoku Siboviku, Velika Moštanica (Beograd). *Radovi Geoinstituta*, 23, 245-250.
283. Rundić, Lj. (1990). Pontiski ostrakodi iz Male Moštanice (Beograd) (the Pontian Ostracodes from Mala Mostanica (Belgrade). *Proc. Geoinst.*, 24, 255-261 (English summary).
284. Rundić, Lj., Mitrović, S., Ciganović, Z. (1990). Biostratigraphic and paleoecological characteristics of Sarmatian fauna in Sremcica area, Belgrade. *Ann. Geol. Pennins. Balk.*, 61/1, 289-297.
285. Rundić Lj., Knežević S., Ganić M. (2005). Karst occurrences in the Miocene of Belgrade area. In: Stevanović Z., Milanović P. (eds): *Water Resources and Environmental Problems in Karst. Proceed. Intern. Confer.*, 731-735, Belgrade-Kotor.
286. Rundić, Lj., Knežević, S. (2005). Stratigrafsko-paleontološki objekti kao integralni deo geonasleđa Srbije. U: *Naučni skup o geonasleđu Srbije. Zavod za zaštitu prirode Srbije. Posebno izdanje* 20, 109-114.
287. Rundić, Lj. (2006). Paratetis – 80 godina od zvaničnog uvođenja termina u geološku nauku. *Zapisnici Srpskog geološkog društva za 2004 i 2005*, 19-22, Beograd
288. Rundić, Lj. (2010). Geološki objekti i prirodni fenomeni kao integralni elementi geodiverziteta grada Beograda. *Rudarsko-geološki fakultet*, 1-108, Beograd
289. Rundić, Lj., Ganić, M., Knežević S., Soliman, A. (2011a). Upper Miocene Pannonian sediments from Belgrade (Serbia): new evidence and paleoenvironmental considerations. *Geologica Carpathica*, 62, 3, 267-278.
290. Rundić, Lj., Knežević, S., Vasić, N., Cvetkov, V., Rakijaš, M. (2011b): New data concerning the Early Middle Miocene at the southern slopes of Fruska Gora (northern Serbia): A case study from the Mutalj open pit. *Ann. Geol. Pennins. Balk.*, 72, 71-85.

291. Rundić Lj., Knežević S., Kuzmić V., Kuzmić, P. (2012). New data on the geology of the archaeological site at Vinča (Belgrade, Serbia) *Geol . An. Balk. Pol.*, 73, 21-30
292. Rundić, Lj., Knežević, S., Rakijaš, M. (2013a). Badenian marine transgression: new evidence from the Vrdnik coal basin (northern Serbia). *Ann. Geol. Pennins. Balk. pol.*, 74, 9-23.
293. Rundić, Lj, Dolić, D., Knežević, S. (2013b). Continental-Lacustrine Lower Miocene Of The Belgrade City Area (Serbia): state of art. 5th Intern. Workshop on Neogene of Central and SE Europe, Varna, Abstract, 55.
294. Rundić, Lj, Gaudeny, T., Jovanović, M. (Eds.), (2013c). Neogene and Quaternary stratigraphy/Actual terminology and nomenclature. Book of Abstracts, 1-54, Serbian Geological Society, Belgrade. ISBN 978-86-86053-13-8.
295. Rundić, M. Lj., Ilić M. M. (2014). Uloga i značaj geoedukacije u savremenom društvu, Zbornik radova XVI Kongresa geologa Srbije "Optimalno istraživanje i održivo korišćenje geoloških resursa", Donji Milanovac, 832-842.
296. Rundić, L., Vasić, N., Životić, D., Bechtel, A., Knežević, S., Cvetkov, V. (2016). The Pliocene Paludina Lake of Pannonian Basin: new evidence from northern Serbia. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 86, 185–209.
297. Rutledge, D., Cameron, M., Elliott, S., Fenton, T., Huser, B., McBride, G., McDonald, M., O'Connor, M., Phyn, D., Poot, J., Price, R., Scrimgeour, F., Small, B., Tait, A., Van Delden, H., Wedderburn, M. E., Woods, R. A. (2008). Choosing regional futures: challenges and choices in building integrated models to support long-term regional planning in New Zealand. *Regional Science Policy & Practice* 1(1), 85–108.
298. Saaty, T. L. (1977). A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. *J. Math. Psychology*, 15, 234–281.
299. Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.

300. Saaty, R.W. (2003). Decisionmaking in complex environments: The Analytic Hierarchy Process (AHP) for decision making and The Analytic Network Process (ANP) for Decision Making with Dependence and Feedback. RWS Publications, Pittsburgh.
301. Saaty, T.L., Vargas, L.G. (1990). The Analytic Hierarchy Process series. University of Pittsburgh.
302. Saaty, T.L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. International Journal of Services Sciences (IJSSCI), Vol. 1, No. 1, 83-98.
303. Savezni sekretarijat za narodnu odbranu & Federalni komitet za poljoprivredu (1988). Karta vodnih objekata 1:50.000 listovi Beograd 1,2,3,4; Kragujevac 1,2; Lazarevac 1,2; Smederevo 1,3,4; Zrenjanin 4.,
304. SCILANDS (2015). The shaded hypsometric maps of Hungary, Slovakia, Slovenia, Croatia, Serbia, Bosnia – Herzegovina, Montenegro. <http://www.scilands.de/>
305. Scott, J. M., F. Davis. (1993). Gap Analysis - a Geographic Approach to Protection of Biological Diversity. Wildlife Monographs(123): 1-41.
306. Scott, P., Roche, D., Nicholas, C., Lawrence, D., Ambrose, K. (2008). Creating Environmental Improvements through Geodiversity. In: Drew A., Roberts, N. (eds): Sustainable Aggregates. Theme 3 - Creating Environmental Improvements, 80.
307. Schwarzhans, W., Bradić, K., Rundić, Lj. (2015). Fishotoliths from the marine-brackish water transition of Middle Miocene strata of Belgrade, Serbia. Paläontologische Zeitschrift. 89/4: 815-837.
308. Serjani, A., Neziraj, A., Wimbledon, W. A. P., Onuzi, K., Hallaci, H., Bushati, S. (2003). Geological heritage and geotourism in Albania. Tiranë, Dhjetor, 132.
309. Serrano, E. (2002). Geomorphology, natural heritage and protected areas. Lines of research in Spain. - In: Coratza, P., Marchetti M. (eds). Geomorphological sites: research, assessment and improvement. - Workshop Proceedings, Modena: Università degli studi de Modena: 27-33.

310. Serrano, E., González-Trueba, J. J. (2005). Assessment of geomorphosites in natural protected areas: the Picos de Europa National Park (Spain). *Géomorphologie. Formes, processus, environnement* 3. Paris.
311. Serrano, E., Ruiz-Flano, P. (2007). Geodiversity: concept, assessment and territorial application. The case of Tiermes-Caracena (Soria). *Boletín de la A.G.E.* N.º 45, 389-393.
312. Serrano E., Ruiz-Flaño P. (2007)., Geodiversity. A theoretical and applied concept. *Geogr Helv* 62(3), 140–147.
313. Serrano E., Ruiz-Flaño P. (2009). Geomorphosites and Geodiversity, In: Reynard, E. et al (eds) *Geomorphosites*. Verlag Pfeil, Munich, 51–63.
314. Serrano, E., Ruiz-Flaño, P., Arroyo, P. (2009). Geodiversity assessment in a rural landscape: Tiermes-Caracena area (Soria, Spain), *Mem Descr Carta Geol Ital* 86, 171–178.
315. Sharifi, M. A., van den Toorn, W., Rico, A., Emmanuel, M. (2002). Application of GIS and multicriteria evaluation in locating sustainable boundary between the Tunari National Park and Cochabamba City (Bolivia), *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 11, 151–164.
316. Sharifi, M. A., Retsios, V. (2004). Site selection for waste disposal through spatial multiple criteria decision analysis. *Journal of Telecommunications and Information Technology* 3, 28–38.
317. Sharples, C. (1993). A methodology for the identification of significant landforms and geological sites for geoconservation purposes. – Report to Forestry Commission, Hobart, Tasmania, 31.
318. Sharples, C. (1995). Geoconservation in forest management - principles and procedures. *Tasforests* 7, 36-50.
319. Sharples, C. (1998). *Concepts and Principles of Geoconservation*. Tasmania, Australia: Parks and Wildlife Service, Department of Environment and land Managemnet, 86.

320. Sharples, C. (2002). Concepts and principles of geoconservation. Published electronically on the Tasmanian Parks and Wildlife Service web site, 79. www.dpiwe.tas.gov.au
321. Silva, J. P., Pereira, D. I., Aguiar, A. M., Rodrigues, C. (2013). Geodiversity assessment of the Xingu drainage basin. *Journal of Maps*. DOI:10.1080/17445647.2013.775085
322. Silva, J. P., Rodrigues, C., Pereira, D. I. (2014). Mapping and Analysis of Geodiversity Indices in the Xingu River Basin, Amazonia, Brazil. *Geoheritage*. DOI 10.1007/s12371-014-0134-8.
323. Simon, H. A. (1960). *The New Science of Management Decision*, Harper and Row, New York.
324. Simon, H. A. (1969). Information systems for management. In: 1942–1967: Twenty-five Years at RCA Laboratories. RCA Laboratories, Princeton, NJ, 48–58.
325. Sprague, R. (1980). A Framework for the Development of Decision Support Systems. *MIS Quarterly*. Vol. 4, No. 4, pp.1-25.
326. Stamenković, V., Vučković, M., Ratković, M., Stefanović, P. (1990). Uticaj podignutog nivoa Dunava i njegovih pritoka izgradnjom brane za HE Đerdap i na razvoj i opstanak šuma u forlandima okoline Beograda. U: *Ekološki problemi Beograda 3*, Savez društva inženjera i tehničara Beograda, 131-141.
327. Stanley, M. (2001). Geodiversity strategy. - In: *Progeo news* 1, 6-9.
328. Stanley, M. (2002). Geodiversity – linking people, landscape and their culture. Abstract for Natural and Cultural Landscape Conference, Dublin, Royal Irish Academy, 14.
329. Stead, W. E., Stead, J. G. (1992). *Management for a Small Planet: Strategic Decision Making and the Environment*. London: Sage Publications.
330. Stevanović, P. (1974). Geološka prošlost Beograda i okoline. U: *Istorija Beograda* (ur.Čubrilović, V.). SANU - Odeljenje istorijskih nauka i Prosveta Beograd. knjiga 1, 4-14.

331. Store, R., Kangas, J. (2001). Integrating spatial multi-criteria evaluation and expert knowledge for GIS-based habitat suitability modelling. *Landscape and Urban Planning* 55, 79–93.
332. Store, R., Jokimaki, J. (2003). A GIS-based multi-scale approach to habitat suitability modelling. *Ecological Modelling* 169, 1–15.
333. Strategija pošumljavanja područja Beograda, Službeni list grada Beograda, br. 20/11.
334. Stürm, B. (1994). The Geotope Concept: geological nature conservation by town and country planning. - O'Halloran, D., Green, C., Harley, M., Stanley, M., Knill, J. (eds), *Geological and Landscape Conservation*. Geological Society 27-31.
335. Sugumaran, R., DeGroot, J. (2011). *Spatial Decision Support Systems. Principles and Practices*, CRC Press, Taylor and Francis Group, ISBN: 978-1-4200-6212-0 USA
336. Šehovac, E., Popović, M., Stefanović, S., Lazović, B., Rundić, Lj. i Knežević, S. (2014). Zaštita i prezentacija geoloških objekata u urbanim uslovima. Zbornik radova XVI kongresa geologa Srbije, 850-856, Donji Milanovac. ISBN 978-86-86053-14-5 COBISS.SR-ID 207194380
337. Škorić A., Filipovski G., Ćirić M. (1985). *Klasifikacija zemljišta Jugoslavije*. Akademija nauka i umjetnosti BiH. Posebna izdanja LXXVIII. Sarajevo, 72.
338. Tasić, N. (1995). Praistorijske kulture na području Beograda. U: Antonić, Z. (ur.). *Istorija Beograda*. SANU Balkanološki institut. Posebna izdanja 62 i Izdavačka kuća "Draganić", Beograd, 23-35.
339. Thill, J. C. (Ed.), (1999). *GIS and Multiple Criteria Decision Making: A Geographic Information Science Perspective*. Ashgate, London.
340. Tolidis, K., Dimopoulou E. (2012). Addressing complex spatial decision problems in mountainous areas: the intelligent Spatial decision support systems (SDSS) approach. *Regional Science Inquiry Journal*, Vol. IV, (3), 2012, Special Issue, 51-67.

341. Tošović, R. (2005). Geološko-ekonomska ocena mineralnih resursa i objekti geonasleđa. U: Naučni skup o geonasleđu Srbije, Zavod za zaštitu prirode Srbije, Posebno izdanje 20, 115-117.
342. Tshako, E. M. (2004). Preliminar selection of potential locations to set up sanitary landfills in the sub-basin of Itapararanga Seleção Preliminar de Locais Potenciais à Implantação de Aterro Sanitário na Sub-bacia de Itapararanga (Bacia do Rio Sorocaba e Médio Tietê), PhD dissertation. Graduate Program in Plumbing and Drainage, Department of Drainage, USP, São Carlos, São Paulo, Brazil.
343. Tuzkaya, G., Gülsün, B., Kahraman, C., Özgen, D. (2009). An integrated fuzzy multi-criteria decision making methodology for material handling equipment selection problem and an application. *Expert Systems with Applications* 37(4), 2853–2863.
344. Ungerer, M. J., Goodchild, M. F. (2002). Integrating spatial data and GIS: A new implementation using the component object model (COM). *International Journal of Geographical Information Science* 16(1), 41 – 53.
345. Unkašević, M. (1994). *Klima Beograda*. Naučna knjiga.
346. USGS (2011). Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 90m Digital Elevation Data. <http://srtm.csi.cgiar.org/>
347. Van Delden, H., Luja, P., Engelen, G. (2007). Integration of multi-scale dynamic spatial models of socioeconomic and physical processes for river basin management. *Environmental Modelling and Software* 22, 223–238.
348. Van Delden, H. (2009). Lessons learnt in the development, implementation, and use of integrated spatial decision support systems. Paper presented at the 18th World IMACS/MODSIM Congress, Cairns, Australia.
349. Vasić, V., Ilić, M. (2010). Beograd kroz prirodu i vreme - Vodič kroz bio-beodiverzitet Beograda. „Škola za opstanak“, 1-31, Beograd.
350. Vasić, V., Ilić, M. (2011). Beograd kroz prirodu i vreme - Vodič kroz bio-beodiverzitet Beograda „Škola za opstanak“, 1-80, Beograd..

351. Veronica, R. R. (2007). Decision support systems development. Journal of the Faculty of Economics 2, 882–885.
352. Vojnogeografski institut (1988). Topografska karta 1:300.000, listovi Beograd, Kragujevac.
353. Vojnogeografski institut (1989). Geografska karta 1:1.000.000.
354. Voogd, H. (1983). Multi-criteria evaluation for urban and regional planning. London: Pion, Ltd.
355. Vranješ, A. (2012). Hidrogeotermalni resursi teritorije grada Beograda. Doktorska disertacija. Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu.
356. Vratuša, V. (1986). Pojava sirozema na pesku Novog Beograda. Glasnik Šumarskog fakulteta. Serija C: Pejzažna arhitektura 66, 63-70.
357. Vratuša, V. (1987a). Specifičnosti pedoloških istraživanja u urbanoj sredini na primeru grada Beograda i njegove okoline. U: Uloga pejzažne arhitekture u razvoju i uređivanju zemlje. Šumarski fakultet. Odsek za pejzažnu arhitekturu. Beograd, 223-230.
358. Vratuša, V. (1987b). Karakteristike zemljišta (deposola) i stanje biljaka zelene površine oko zgrade SIV-a na Novom Beogradu. Glasnik Šumarskog fakulteta - Univerzitet u Beogradu. Beograd, 217-236.
359. Vratuša, V. (1992). Uloga gradskih zemljišta u zaštiti životne sredine. Glasnik Šumarskog fakulteta 74/2, 459-464.
360. Vratuša, V. (1997). Karakteristike površinskog sloja zemljišta beogradskih parkova. U: Uređenje, korišćenje i očuvanje zemljišta. JDPZ. Novi Sad, 748-755.
361. Vratuša, V. (1999). Istraživanje stepena zagađenosti zemljišta teškim metalima zelenih površina Beograda i okoline. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Beograd.
362. Vujičić, D. M., Vasiljević, A. Đ., Marković, B. S., Hose, A. T., Lukić, T., Hadžić, O. Janićević, S. (2011). Preliminary geosite assessment model (GAM) and its

- application on Fruška gora mountain, potential geotourism destination of Serbia. *Acta geographica Slovenica*, 51-2, 361–377.
363. Walker, J., Veitch, S. M. (2001). Assessment of catchment condition in Australia's intensive land use zone: a biophysical assessment at the national scale. Final Report on Project 7/7 NLWRA to the National Land and Water Resources Audit, November 2000, 74.
364. Wang, L., Cheng, Q. (2006). Web-based collaborative decision support services: Concept, challenges and application. Paper presented at ISPRS Technical Commission II Symposium, Vienna.
365. White, S., Mitchell, M. (2006). Geological heritage sites: a procedure and protocol for documentation and assessment. AESC2006. Melbourne, Australia
366. Wiedenbein, F. W. (1993). Geotope protection for Europe. Geological Heritage, Erlangen, Germany.
367. Wiedenbein, F. W. (1994). Origin and use of the term 'geotope' in German-speaking countries. Geological and Landscape Conservation. Editors: D. O'Halloran, C. Green, M. Harley, & J. Knill, 117-120.
368. Wilding, L. P., Nordt, L. C. (1998). Discussion of the paper by Ibáñez *et al.* *Geoderma* 83, 196-199.
369. Wimbleton, W. A. P., Benton, M. J., Bevins, R. E., Black, G. P., Bridgland, D. R., Cleal, C.J., Cooper, R.G., May, V. J. (1995). The Development of a methodology for the selection of British Geological sites for geoconservation: Part 1. *Mod Geol* 20, 159–202.
370. Wimbleton, W. A. P., Andersen, S., Cleal, C. J., Cowie, J. W., Erikstad, L., Gonggrijp, G. P., Johansson, C. E., Karis, L. O., Suominen, V. (1999). Geological World Heritage: GEOSITES—a global comparative site inventory to enable prioritisation for conservation. *Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia*, vol. LIV, 45–60.
371. Worrall, L. (1991). Spatial analysis and spatial policy using geographic information systems. New York: Belhaven Press.

372. Wu, F. (1998). SimLand: a prototype to simulate land conversion through the integrated GIS and CA with AHP-derived transition rules. *International Journal of Geographic Information Science* 12, 63–82.
373. Zalibekov, Z. G. (2006). Investigation of Soil Diversity in the Terek–Kuma Lowland. *Eurasian Soil Science*, 2006, Vol. 39, No. 8, 826–831.
374. Zakon o zaštiti prirode ("Sl. glasnik RS", br. 36/2009, 88/2010 i 91/2010 - ispr.)
375. Zakon o zaštiti životne sredine ("Sl. glasnik RS", br. 135/2004, 36/2009, 36/2009 - dr. zakon, 72/2009 - dr. zakon i 43/2011 - odluka US i 14/2016)
376. Zavod za zaštitu prirode Srbije (2004). Predeo izuzetnih odlika "Avala". Elaborat br. 670.
377. Zavod za zaštitu prirode Srbije (2005). Inventar geonasleđa Srbije.
378. Zavod za zaštitu prirode Srbije (2008a). Studija zaštite "Spomenik prirode - Lesni profil Kapela u Batajnici". Elaborat br. 823.
379. Zavod za zaštitu prirode Srbije (2008b). Studija zaštite "Spomenik prirode Zemunski lesni profil - značajno prirodno dobro". Elaborat br. 837.
380. Zeremski, M. (1960). Reljef beogradske i zemunske posavine. U: Zbornik radova. Sveska VII. Geografski institut PMF Univerziteta u Beogradu, 56 - 99.
381. Zhu, X., Aspinall, R. J., Healey, R. G. (1996). ILUDSS: A knowledge-based spatial decision support system for strategic land-use planning. *Computers and Electronics in Agriculture* 15(4):279–301.
382. Zouros, N. C. (2007). Geomorphosite assessment and management in protected areas of Greece Case study of the Lesvos island – coastal geomorphosites. *Geographica Helvetica* 62-3. Basel.
383. Zucca, A., Sharifi, A., Fabbri, A. (2007). Application of spatial multi criteria analysis to site selection for a local park: a case study in the Bergamo Province, Italy. *Journal of Environmental Management* 88, 752–769.
384. Zwolinski, Z. (2004). Geodiversity. In: Goudie AS (ed) *Encyclopedia of geomorphology* 1. Routledge, London, 417–418.

385. Xiao, N. (2007). Considering diversity in spatial decision support systems.
Paper presented at Geocomputation 2007, Ireland.

PRILOG 1 - SPISAK GEOLOŠKIH OBJEKATA PRIKUPLJENIH NA TERENU

NAZIV OBJEKTA	NAUČNE VEDNOSTI ZBIR	EDUKATIVNE VREDNOSTI ZBIR	TURISTIČKE VREDNOSTI ZBIR	UKUPAN ZBIR
Veliko ratno ostrvo	15	43	85	143
Ada Ciganlija	14	42	81	137
Belo brdo u Vinči - geološki profili	11	33	64	108
Tašmajdanski miocenski sprud	10	32	62	104
Miocenski sprud Kalemegdan	10	31	61	102
Zemunski lesni profil	8	29	55	92
Savska padina	8	29	55	92
Lesni profil Kapela u Batajnici	8	27	51	86
Mašin majdan - tvorevine urgonskog spruda	7	27	51	85
Bežanijska kosa - deo Sremske lesne zaravni	8	25	48	81
Centralni i južni deo brda Straževica - straževački krečnjak	8	25	48	81
Kraljeva česma na Dedinju - sprudni krečnjaci	7	25	47	79
Ulaz u Mašin majdan na Topčideru -	6	25	47	78

transgresivne serije				
Gornji Zemun (kajakaški dom) - deo lesne zaravni	6	24	46	76
Bubanj potok - serpentinisani perioditi	7	24	44	75
Železnička stanica Košutnjak - slojevi sa nerineama	6	23	44	73
BIP Skadarlija - podzemna voda	6	23	44	73
Botanička bašta - podzemna voda	6	23	44	73
Letnja pozornica - barski les na odseku	6	22	42	70
BIP Mostar - podzemna voda	6	22	42	70
Košutnjak-nadvožnjak kod IMR na Košutnjaku - oolitski peščari	5	22	42	69
Železnička stanica Topčider - flišne tvorevine tzv ostružnički fliš	5	22	42	69
Tešića majdan u Ripnju - kersantinit sa dajkom latita	6	22	41	69
Stari kamenolom u Višnjici - ceritksi lajtovac	6	22	41	69
Kalemegdan - Donji grad, kod Starog Amama - badenski	5	22	42	69

morski sedimenti				
Dolina Rakovičkog potoka - profil facijalne raznovrsnosti	5	22	41	68
Rakovica - Vidikovac	5	22	41	68
Košutnjak - grob Kneza Mihaila - sprudne morske naslage	6	21	40	67
Stari kamenolom Barajevo	6	21	39	66
Ušće potoka Gradac u Mišljevac - profil bogat fosilnom faunom mekušaca	6	21	39	66
Kovnica novca na Topčideru - krečnjaci	5	21	40	66
Batajnica - Vinogradi	6	21	39	66
Nadvožnjak iznad pruge kod RK Miljakovac - različite facije	5	21	39	65
Straževica-Manastir sv. Arhangela Mihaila i Gavrila - profil cefalopodskih slojeva	5	21	39	65
Ritopek - Prokop	5	21	39	65
Šljunkara u blizini Batajničkog drumca - deo lesnog platoa	6	20	38	64
Prokop - sedimentni profil	5	20	38	63

Servis 21.maj u Rakovici - facije orbitolinskih pešćara i bioklastičnih krečnjaka	5	20	38	63
Čukarička padina- Repište	5	20	38	63
Repište - Julino brdo	5	20	38	63
Sremčica - sarmatski krečnjaci	5	20	38	63
Ritopek - geološki profili	5	20	37	62
Veliko selo 1 - sedimenti slanačke serije	5	20	37	62
Veliko selo 2 - sedimenti slanačke serije	5	20	37	62
Veliko selo 3 - sedimenti badena leže preko Slanačke serije	5	20	37	62
Manastir sv Stefan u Slancima - slanačka formacija	5	20	37	62
Trapino brdo u Slancima - sedimenti	5	20	37	62
Tapino brdo u Slancima - jezerski sedimenti Slanačke formacije	5	20	37	62
Podnožje Milićevog brda u Višnjici - fosilni sedimenti	5	20	37	62
Brdo Lipak u Višnjičkoj	5	20	37	62

banji - sedimenti				
Ušće potoka Ramadan u Dunav u Višnjici - facija višnjičke gline	5	20	37	62
Sremčica - Fliš	5	20	37	62
Železnička stanica Veliki Borak-Boždarevac	5	20	36	61
Železnička stanica Topčider-fliš	5	19	36	60
Ušće Banjičkog i Topličkog potoka, kod Stojnika - geološki profil	5	19	36	60
Leštani - sarmatski karbonati	5	19	36	60
Straževica-brahiopodski krečnjaci	5	19	36	60
Brdo Straževica, izdanak beirijaskih slojeva	5	19	36	60
Straževica-Resnik - „straževički krečnjaci“	5	19	36	60
Potok Šindrakovac - sedimenti	5	19	36	60
Kosmajski Guberevac	5	19	35	59
Potok Karagača	5	19	35	59
Savkovića brdo-Zaklopača	5	19	35	59
Klenje kod Beograda - stub gornjekrednih	5	19	35	59

tvorevina				
Lokalitet "Mislođinska vodenica" južno od brda Bačevica na desnoj obali Kolubare - profil	5	19	35	59
Resnik - antiklinala u neokomskom flišu	5	19	35	59
Bela reka - facija "aptiških slojeva"	5	19	35	59
Železnička stanica "Bela reka" - aptiški slojevi	5	19	35	59
Profil pored pruge između Resnika i Bele reke - Neokomski fliš	5	19	35	59
Ostružnica - ostružnički fliš	5	19	35	59
Devojački grob kod Rušnjaja - sedimenti	5	19	35	59
Brdo Glavica u Ritopeku - geološki profil	5	19	35	59
Donje Strnjike - Pandurice	5	19	35	59
Kijevo	5	19	35	59
Bubanj potok - pontski sedimenti	5	19	35	59
„Burdelj“ ili „Tasin majdan“ - morski sprud	5	19	35	59
Potok Jelezovac, na istočnim padinama	5	18	34	57

Goljinog brda - stena fonolit				
Veliki Crljeni kod Lazarevca - profil	5	18	34	57
Desna strana lesnog odseka Dunava, između Starog Slankamena i Zemuna - objekti neotektonske aktivnosti	5	18	34	57
Stara pruga iznad manastira u Rakovici - fliš	5	18	34	57
Kijevo-pruga za Ostružnicu	5	18	34	57
Resnik - fliš	5	18	34	57
Dolina potoka Konopljište - geološki profil	5	17	33	55

PRILOG 2 - SPISAK GEOMORFOLOŠKIH OBJEKATA PRIKUPLJENIH NA TERENU

NAZIV OBJEKTA	NAUČNE VEDNOSTI ZBIR	EDUKATIVNE VREDNOSTI ZBIR	TURISTIČKE VREDNOSTI ZBIR	UKUPAN ZBIR
Planina Avala	16	48	92	156
Planina Kosmaj	16	48	92	156
Veliko ratno ostrvo	16	47	91	154

Ada Ciganlija	16	47	91	154
Dolina reke Save	15	44	84	143
Dolina reke Dunav	15	44	84	143
Dolina rekeTamiš	15	43	82	140
Ada Međica	14	42	81	137
Ada Huja	13	40	77	130
Gročanska ada	13	40	76	129
Dolina reke Kolubare	13	40	76	129
Dolina Topčiderske reke	12	40	76	128
Pećina Tašmajdan	13	38	73	124
"Barutana"	13	38	73	124
Barička ada	12	38	72	122
Kolubarsi basen	12	38	72	122
Kalimegdanski rt	12	37	70	119
Dunavski Forland	12	36	70	118
Pritamišje	12	36	70	118
Skeljanska ada	12	36	69	117
Gročanska ada	12	36	69	117
Meandri Save	11	34	66	111
Kanal Jarčina	10	34	65	109

Kanal Ugrinovačka reka	10	34	65	109
Galovički kanal	10	34	65	109
Petrac kanal	10	34	65	109
Golubinački kanal (Stari Banovci)	10	34	65	109
Veliki kanal	10	34	65	109
Kanal Vizelj	10	34	65	109
Kanal Sebeš	10	34	65	109
Kanal Kalovita	10	34	65	109
Kanal Besni Fok	10	34	65	109
Sremska lesna zaravan	11	33	63	107
Konjska ada (Malo ratno ostrvo)	10	33	64	107
Lagumi bežanjskog brega	11	33	63	107
Višnjička ada (Paradajz ostrvo)	10	33	63	106
Ade Beljarica Gornja i Beljarica donja	10	33	63	106
Dve ade u Surčinu blizu naselja Progar	10	33	62	105
Dolina reke Bolečice	10	33	62	105
Dolina Vrčinske reke	10	33	62	105
Borčanski (Jojkićev) Dunavac	9	32	61	102

Kanal Surčinska reka	9	32	61	102
Zemunski lesni plato	10	31	60	101
Rukavac Beljarica (Totski Dunavac)	8	31	58	97
Aluvijalne ravan Bolečice	9	30	57	96
Kraški reljef Sremčica	9	29	56	94
Rukavac Ada Huja	8	29	56	93
Višnjički rt	9	29	55	93
Rukavac Balaton	8	29	55	92
Galijaški dunavac	8	29	55	92
Turski Dunavac (Tos- pašin Dunavac) ili Male Vode	8	29	55	92
Srednje Vode	8	29	55	92
Aluvijalne ravan Topčiderska reka	8	29	55	92
Velike Vode	8	28	54	90
Leštanska klisura	8	28	53	89
Kraški reljef Barajevo	8	27	52	87
Lesni profil Kapela u Batajnici (lesni odsek)	8	27	51	86
Rukavac Čapljara (Kožara)	7	26	50	83
Dunavski lesni odsek	7	26	49	82

Pećina Turski točak u Sremčici	8	25	49	82
Kameni most Topčider	7	26	49	82
Šumadijska greda	7	26	48	81
Lesna terasa (Zemun)	7	25	48	80
Različiti oblici urvina na odseku prema Dunavu	8	24	46	78
Savski lesni odsek	7	24	46	77
Ripanjaska površ	7	24	45	76
Pinosavska površ	7	24	45	76
Belopotočki rov	6	24	44	74
Posavska potolina	5	24	44	73
Podunavska potolina	5	24	44	73
Fluvijalni pod Topčiderske reke	6	23	43	72
Fluvijalne terase Topčiderske reke na 60m, 30m i 15m	6	23	43	72
Panonski rasedni odsek	6	23	43	72
Klizište Rujište, Brestovik, Grocka	6	23	43	72
Klizište Višnjica	6	23	43	72
Antiklinalni svod Razbojišta sa Torlakom	6	22	41	69
Epigenija Rakovičkog potoka pri ušću u	6	22	41	69

Topčidersku reku				
Klizište Ritopek	6	22	41	69
Pećina u Rakovici (u kamenolomu)	6	21	40	67
Pećina Košutnjak	6	21	40	67
Čukarička pećina	6	21	40	67
Morfološki oblici (eolski) na zemunskoj lesnoj zaravni	6	21	40	67
Klizište Umka	6	21	39	66
Slatinski točak	6	20	39	65
Pećine Višnjička banja	6	21	30	57

PRILOG 3 - SPISAK HIDROLOŠKIH OBJEKATA PRIKUPLJENIH NA TERENU

NAZIV OBJEKTA	NAUČNE VEDNOSTI ZBIR	EDUKATIVNE VREDNOSTI ZBIR	TURISTIČKE VREDNOSTI ZBIR	UKUPAN ZBIR
Reka Sava	16	47	91	154
Reka Dunav	16	47	91	154
Reka Kolubara	15	44	86	145
Reka Tamiš	14	43	83	140
Jezero Ada Safari	14	41	79	134
Selters banja	14	41	79	134

Topčiderska reka	14	40	79	133
Savsko jezero	13	40	77	130
Markovačko jezero	14	39	75	128
Jezero Bela reka, Ripanj	13	39	75	127
Jezero "Duboki potok", Barajevo	13	39	75	127
Obrenovačka banja	13	39	75	127
Koraćička banja	13	39	75	127
Rabrovačko jezero	13	38	73	124
Jezero Očaga	13	38	73	124
Reka Turija	12	38	73	123
Reka Peštan	12	38	73	123
Jezero Pariguz	12	37	71	120
Veliko blato	12	36	70	118
Ribnjak "Mika Alas" 2	12	36	70	118
Jezero Trešnja	12	36	69	117
Reka Sibnica	11	36	69	116
Reka Ralja	11	36	69	116
Bara Živača	12	35	68	115
Bečmanska bara	12	35	68	115
Reva bara	11	35	68	114
Ostružnička reka	11	35	67	113
Izvor - česma Topčiderska česma	11	35	67	113

Izvor - česma Hajdučka česma	11	35	67	113
Ribnjak "Mika Alas" 3	11	35	67	113
Prud Mika-Alas	11	35	67	113
Rakina Bara u Sremčici	11	33	65	109
Ušće Save	10	34	65	109
Rečica Budovar (Stari Banovci)	10	34	65	109
Zavojnička reka	10	34	65	109
Potok Gleđevac	10	34	65	109
Potok Karagač	10	34	65	109
Bubanj potok	10	34	65	109
Reka Lug	10	34	65	109
Višnjička Banja	11	33	64	108
Ovča Banja	11	33	64	108
Jezero Mirosljci, Lazarevac	11	33	63	107
Reka Gročica	10	33	64	107
Izvor - česma Bele vode	10	33	63	106
Široka bara	10	33	63	106
Mislođinska reka	10	33	63	106
Barička reka	10	32	62	104
Reka Begaljica	10	32	61	103
Železnička reka	9	32	61	102

Potok Konopljište	9	32	61	102
Potok Vranovac	9	32	61	102
Barajevska reka	10	31	60	101
Reka Bolečica	10	31	60	101
Protočno jezero, Cvetovac (Veliki Crljeni)	10	31	59	100
Manastirski potok	9	31	60	100
Veliki potok	9	31	60	100
Izvor - česma Sveta Petka Kalemegdan	9	31	59	99
Izvor - česma Milošev konak	9	31	59	99
Izvor - česma Topčiderska česma	9	31	59	99
Izvor - česma Mokroluški izvor	9	31	59	99
Izvor - česma Zmajeva česma	9	31	59	99
Izvor - česma Izvor Zelenjak	9	31	59	99
Izvor - česma Kakanjski izvor	9	31	59	99
Izvor - česma Kneževački izvor	9	31	59	99
Izvor - česma Miljakovački izvor	9	31	59	99
Izvor - česma Sveta Petka - Rakovica	9	31	59	99

Izvor - česma Velika česma - Resnik	9	31	59	99
Izvor - česma Javna česma Jajinci	9	31	59	99
Izvor - česma Velika česma Beli potok	9	31	59	99
Izvor - česma Višnjička česma	9	31	59	99
Reka Kladnica	9	31	59	99
Kaljavi potok	9	31	59	99
Vrčinska reka	9	31	59	99
Bara Glina Lazarevac	10	30	58	98
Mokroluški potok	9	30	58	97
Kumodraški potok	9	30	58	97
Bulbuderski potok	9	30	58	97
Mirijevska reka	9	30	58	97
Reka Marica	9	29	56	94
Reka Vrbovica	9	29	56	94
Ugrinovačka bara	9	29	56	94
Velikoselski potok	9	29	56	94
Hidrogeološki objekt Brajkovac, Lazarevac	6	25	47	78
Hidrogeološki objekt Čibutkovic, Lazarevac	6	25	47	78
Hidrogeološki objekt Onjeg, Lazarevac	6	25	47	78

Hidrogeološki objekt Arterski bunar na železničkoj stanici u Mladenovcu	6	25	47	78
Hidrogeološki objekt Vrelo Trajan, Barajevo	6	24	45	75
Smrdan bara u Barajevu	6	21	41	68

PRILOG 4 - SPISAK PEDOLOŠKIH OBJEKATA PRIKUPLJENIH NA TERENU

NAZIV OBJEKTA	NAUČNE VEDNOSTI ZBIR	EDUKATIVNE VREDNOSTI ZBIR	TURISTIČKE VREDNOSTI ZBIR	UKUPAN ZBIR
Černozem južno od Save i Dunava	11	35	68	114
Černozem severno od Save i Dunava	11	35	68	114
Rendzine južno od Save i Dunava	9	31	60	100
Smonica (Vertisol) na teritoriji opštine Mladenovac i Sopot	9	31	60	100
Bazična smeđa zemljišta -Gajnjača (Eutrični kambisol) južno od Save i Dunava	9	31	60	100
Bazična smeđa zemljišta -Gajnjača (Eutrični kambisol) u Surčinu	9	31	60	100

Distrično smeđe-Kiselo smeđe (Distrični kambisol) na teritoriji opštine Lazarevac	9	31	60	100
Distrično smeđe-Kiselo smeđe (Distrični kambisol) Kosmaja	9	31	60	100
Pseudoglej na teritoriji opštine Obrenovac	9	31	60	100
Aluvijalno zemljište (fluvisol) u dolini Save i Kolubare	9	31	60	100
Aluvijalno zemljište (fluvisol) Pančevačkog rita	9	31	60	100
Mineralna barska zemljišta (Euglej) u dolini Kolubare	9	31	60	100
Mineralna barska zemljišta (Euglej) Pančevačkog rita	9	31	60	100
Ritska crnica (Humoglej) u dolini Save	9	31	60	100
Ritska crnica (Humoglej) na teritoriji opštine Obrenovac	9	31	60	100
Ritska crnica (Humoglej) Pančevačkog rita	9	31	60	100

Fluvijalno livadsko zemljište (humofluvisol) južno od Save i Dunava	9	31	60	100
Koluvijalno zemljište (koluvijum) na teritoriji opštine Grocka	9	31	60	100
Sirozem (regosol) Pančevačkog rita	9	31	60	100
Pseudoglej na teritoriji opštine Lazarevac	9	28	54	91
Lesni profil Kapela u Batajnici (paleozemljište)	8	27	51	86
Solončak (zaslanjena) zemljišta u Surčinu	7	27	52	86
Solončak (zaslanjena) zemljišta Pančevačkog rita	7	26	50	83
Solonjec (alkalizovana) zemljišta u Surčinu	7	26	50	83

PRILOG 5 - SPISAK GEOARHEOLOŠKIH OBJEKATA PRIKUPLJENIH NA TERENU

NAZIV OBJEKTA	NAUČNE VEDNOSTI ZBIR	EDUKATIVNE VREDNOSTI ZBIR	TURISTIČKE VREDNOSTI ZBIR	UKUPAN ZBIR
Rimski majdan Tašmajdan	14	39	76	129

Geoarheološki lokalitet "Vinča- Belo Brdo"	9	30	57	96
Geoarheološki lokalitet "Antički Singidunum"	8	27	52	87
Geoarheološki lokalitet "Antički Taurunum"	8	27	52	87
Geoarheološki lokalitet "Manastir Slanci"	8	27	52	87
Geoarheološki lokalitet "Rimski bunar"	8	27	51	86
Rudnik Zvečara na Avali	7	25	47	79
Rudnik Crveni breg na Avali	7	25	47	79
Rudnik Šuplja stena na Avali	7	24	46	77
Geoarheološki lokalitet "Agino Brdo"	6	24	45	75
Usek	6	23	44	73
Geoarheološki lokalitet "Utvrđenje Ad Oktavum"	6	23	44	73
Rudnik Stari Sedlau na Avali	6	23	43	72
Kamenolom na Avali I (Stari Majdan)	6	23	43	72
Kamenolom na Avali II	6	23	43	72
Geoarheološki lokalitet "Ledine, Žarkovo"	6	23	43	72

Geoarheološki lokalitet "Beli Breg"	6	23	43	72
Geoarheološki lokalitet "Goli Breg"	6	23	43	72
Geoarheološki lokalitet "Ušće reke Vukodraže"	6	23	43	72
Kompleks okana i topionica iz rimskog perioda - Stojnik, Babe (na Kosmaju)	6	22	42	70
Rudnik Rakovica	5	19	36	60
Cigłana Batajnica	5	19	36	60

PRILOG 6 - TABELA SA REZULTATIMA ANALIZE SVIH
OBJEKATA PRIKUPLJENIH NA TERENU

Naziv_Objekta	Reprezentativnost	Retkost	Integritet	Geonaučni rang	Pristupačnost	Kvalitet izloženosti	Diverzitet sadržaja	Edukativni potencijal	Broj stanovnika u krugu od 15km	Ugroženost	Povezanost sa drugim vrednostima	Ekološki značaj	Logistika	Spektakularnost	Estetika	Kulturni značaj	Rekreacioni potencijal	NAUČNE VEDNOSTI ZBIR	EDUKATIVNE VREDNOSTI ZBIR	TURISTIČKE VREDNOSTI ZBIR	UKUPAN ZBIR
Planina Avala	2	1	4	2	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	16	48	92	156
Planina Kosmaj	2	1	4	2	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	16	48	92	156
Veliko ratno ostrvo	2	1	4	3	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	16	47	91	154
Ada Ciganlija	2	1	2	1	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	16	47	91	154
Reka Sava	4	1	1	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	16	47	91	154
Reka Dunav	4	1	1	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	16	47	91	154
Reka Kolubara	3	1	1	4	4	4	3	4	4	2	4	4	4	3	4	4	4	15	44	86	145
Veliko ratno ostrvo	3	3	4	4	3	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	3	4	15	43	85	143
Dolina reke Save	4	2	1	4	4	3	4	3	4	4	4	2	4	4	4	4	3	15	44	84	143
Dolina reke Dunav	4	2	1	4	4	3	4	1	4	4	4	2	4	4	4	4	3	15	44	84	143

Reka Tamiš	3	1	1	2	4	4	3	4	4	3	4	4	4	2	4	4	4	14	43	83	140
Dolina rekeTamiš	3	1	1	2	4	3	3	3	3	4	3	2	4	4	4	4	3	15	43	82	140
Ada Ciganlija	2	2	3	2	4	3	2	2	4	3	4	3	4	4	4	3	3	14	42	81	137
Ada Medica	1	1	1	1	3	4	3	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4	14	42	81	137
Jezero Ada Safari	1	1	1	1	4	4	1	3	4	3	3	3	4	3	3	4	4	14	41	79	134
Selters banja	2	1	1	2	4	3	2	2	2	3	3	3	4	4	3	4	3	14	41	79	134
Topčiderska reka	3	1	1	2	4	3	2	4	4	1	4	3	4	2	4	4	4	14	40	79	133
Savsko jezero	2	1	1	1	4	4	2	4	4	3	3	4	4	3	3	3	4	13	40	77	130
Ada Huja	1	1	2	1	4	3	2	2	4	3	4	3	4	2	3	4	4	13	40	77	130
Rimski majdan Tašmajdan	2	1	2	2	4	2	2	1	4	2	4	1	4	3	3	4	4	14	39	76	129
Gročanska ada	2	1	1	1	3	3	3	2	3	4	3	3	4	2	4	3	4	13	40	76	129
Dolina reke Kolubare	4	1	1	3	4	3	4	3	4	4	4	2	4	2	4	4	3	13	40	76	129
Markovačko jezero	2	1	1	1	4	4	2	3	3	3	2	3	3	2	4	4	4	14	39	75	128
Dolina Topčiderske reke	3	1	1	2	4	3	4	3	4	4	4	4	4	2	4	3	3	12	40	76	128
Jezero Bela reka, Ripanj	2	1	1	1	4	4	2	3	3	3	3	3	4	2	3	4	4	13	39	75	127
Jezero "Duboki potok", Barajevo	2	1	1	1	4	4	1	3	3	3	3	3	4	2	3	4	4	13	39	75	127

Obrenovačka banja	2	1	1	2	4	3	2	2	3	3	3	3	4	3	3	4	3	13	39	75	127
Koraćička banja	2	1	1	2	4	3	2	2	3	3	3	3	4	3	3	4	3	13	39	75	127
Pećina Tašmajdan	1	1	1	1	4	4	2	2	4	3	4	1	4	3	2	4	4	13	38	73	124
"Barutana"	1	1	1	1	4	4	2	2	4	3	4	1	4	3	2	4	4	13	38	73	124
Rabrovačko jezero	2	1	1	1	4	4	1	3	2	3	2	3	4	2	3	4	4	13	38	73	124
Jezero Očaga	1	1	1	1	4	4	1	3	2	3	2	3	4	2	3	4	4	13	38	73	124
Reka Turija	2	1	1	2	4	4	2	4	4	3	3	4	4	2	4	2	4	12	38	73	123
Reka Peštan	2	1	1	2	4	4	2	4	4	3	3	4	4	2	4	2	4	12	38	73	123
Barička ada	1	1	1	1	3	3	2	2	2	4	3	3	4	1	4	3	4	12	38	72	122
Kolubarsi basen	3	2	1	4	4	2	3	2	4	4	4	2	4	1	4	4	3	12	38	72	122
Jezero Pariguz	2	1	1	1	4	4	2	4	3	3	3	3	4	2	3	3	4	12	37	71	120
Kalimegdanski rt	2	1	1	1	4	2	2	2	3	4	4	1	4	3	4	2	3	12	37	70	119
Veliko blato	2	1	2	1	4	4	2	3	3	2	3	3	4	1	4	3	4	12	36	70	118
Dunavski Forland	2	1	3	1	4	4	3	2	2	2	3	4	3	1	4	3	4	12	36	70	118
Pritamišje	2	1	2	1	4	3	3	2	2	2	3	4	3	1	4	3	4	12	36	70	118
Ribnjak "Mika Alas" 2	1	1	1	1	4	4	1	3	3	2	2	4	4	2	3	3	4	12	36	70	118

Skeljanska ada	1	1	1	1	3	3	2	4	3	3	3	3	3	2	3	3	4	12	36	69	117
Gročanska ada	1	1	1	1	3	3	2	4	3	3	2	3	4	2	3	3	4	12	36	69	117
Jezero Trešnja	1	1	1	1	4	4	1	2	3	3	2	3	4	2	3	3	4	12	36	69	117
Reka Sibnica	2	1	1	1	4	4	2	4	3	3	3	4	4	1	3	3	4	11	36	69	116
Reka Ralja	2	1	1	1	4	4	2	4	3	3	3	4	4	1	3	3	4	11	36	69	116
Bara Živača	2	1	1	1	4	4	2	3	3	2	3	3	3	1	4	3	4	12	35	68	115
Bečmanska bara	2	1	1	1	4	4	2	3	3	2	3	3	3	1	4	3	4	12	35	68	115
Černozem južno od Save i Dunava	3	2	1	2	4	3	2	1	4	2	3	4	4	1	3	4	3	11	35	68	114
Černozem severno od Save i Dunava	4	2	1	2	4	3	2	1	4	2	3	4	4	1	3	4	3	11	35	68	114
Reva bara	2	1	2	1	4	4	2	2	3	2	3	4	4	1	3	3	4	11	35	68	114
Ostružnička reka	2	1	1	1	4	4	2	4	3	3	3	4	3	1	3	3	4	11	35	67	113
Izvor - česma Topčiderska česma	2	1	1	1	4	3	1	3	4	3	3	3	4	3	1	3	4	11	35	67	113
Izvor - česma Hajdučka česma	2	1	1	1	4	3	1	3	4	3	3	3	4	3	1	3	4	11	35	67	113
Ribnjak "Mika Alas" 3	1	1	1	1	4	4	1	3	3	3	2	4	4	2	2	3	4	11	35	67	113
Prud Mika-Alas	1	1	1	1	4	4	1	3	3	3	2	4	4	2	2	3	4	11	35	67	113
Meandri Save	2	1	1	1	4	3	2	2	3	2	4	2	4	2	3	3	3	11	34	66	111

Rakina Bara u Sremčici	3	1	2	2	4	4	2	2	4	1	3	3	4	2	3	3	3	11	33	65	109
Ušće Save	3	1	1	2	4	3	2	2	3	3	3	4	4	2	2	2	4	10	34	65	109
Kanal Jarčina	1	1	1	1	3	2	1	3	3	3	3	4	4	1	2	3	4	10	34	65	109
Kanal Ugrinovačka reka	1	1	1	1	3	2	1	3	3	3	3	4	4	1	2	3	4	10	34	65	109
Galovički kanal	1	1	1	1	3	2	1	3	3	3	3	4	4	1	2	3	4	10	34	65	109
Petrac kanal	1	1	1	1	3	2	1	3	3	3	3	4	4	1	2	3	4	10	34	65	109
Rečica Budovar (Stari Banovci)	1	1	1	1	3	3	1	3	3	3	3	4	4	1	2	3	4	10	34	65	109
Golubinački kanal (Stari Banovci)	1	1	1	1	3	2	1	3	3	3	3	4	4	1	2	3	4	10	34	65	109
Veliki kanal	1	1	1	1	3	2	1	3	3	3	3	4	4	1	2	3	4	10	34	65	109
Kanal Vizelj	1	1	1	1	3	2	1	3	3	3	3	4	4	1	2	3	4	10	34	65	109
Kanal Sebeš	1	1	1	1	3	2	1	3	3	3	3	4	4	1	2	3	4	10	34	65	109
Kanal Kalovita	1	1	1	1	3	2	1	3	3	3	3	4	4	1	2	3	4	10	34	65	109
Kanal Besni Fok	1	1	1	1	3	2	1	3	3	3	3	4	4	1	2	3	4	10	34	65	109
Zavojnička reka	1	1	1	1	3	4	1	3	2	3	3	4	4	1	2	3	4	10	34	65	109
Potok Gleđevac	1	1	1	1	3	4	1	3	2	3	3	4	4	1	3	2	4	10	34	65	109
Potok Karagač	2	1	2	2	3	4	1	3	3	3	3	4	4	1	3	2	4	10	34	65	109

Bubanj potok	2	1	2	2	3	4	1	3	4	3	3	4	4	1	3	2	4	10	34	65	109
Reka Lug	2	1	1	2	3	3	2	3	3	3	3	4	4	1	3	2	4	10	34	65	109
Višnjička Banja	2	1	1	1	4	4	2	2	4	2	3	2	4	1	2	4	4	11	33	64	108
Ovča Banja	2	1	1	2	4	4	2	2	4	2	3	2	4	1	2	4	4	11	33	64	108
Belo brdo u Vinči - geološki profili	3	3	4	3	4	2	2	2	2	2	4	2	3	4	1	4	2	11	33	64	108
Sremska lesna zaravan	3	2	2	1	4	4	3	4	4	3	3	2	3	1	2	4	4	11	33	63	107
Jezero Mirosaljci, Lazarevac	1	1	1	1	4	4	1	3	2	3	2	3	3	2	3	2	4	11	33	63	107
Konjska ada (Malo ratno ostrvo)	1	1	4	1	3	3	2	2	3	2	4	3	4	1	3	2	4	10	33	64	107
Reka Gročica	2	1	1	1	3	4	1	3	4	2	3	4	4	1	3	2	4	10	33	64	107
Lagumi bežanjskog brega	1	1	1	1	4	3	2	2	3	3	3	1	4	2	3	3	3	11	33	63	107
Višnjička ada (Paradajz ostrvo)	1	1	1	1	3	4	2	3	4	3	3	3	4	1	3	2	4	10	33	63	106
Izvor - česma Bele vode	2	1	1	1	4	3	1	3	4	3	3	3	4	1	1	4	4	10	33	63	106
Ade Beljarica Gornja i Beljarica donja	1	1	1	1	2	3	2	2	2	3	4	3	3	1	3	2	4	10	33	63	106
Široka bara	1	1	1	1	3	4	1	3	3	3	3	3	4	1	2	3	4	10	33	63	106
Mislođinska reka	2	1	1	2	2	3	1	3	2	3	3	4	3	1	3	2	4	10	33	63	106

Dve ade u Surčinu blizu naselja Progar	1	1	1	1	3	3	2	2	2	4	2	3	4	1	3	2	4	10	33	62	105
Dolina reke Bolečice	2	1	1	1	3	3	2	3	3	4	3	2	4	1	3	3	3	10	33	62	105
Dolina Vrčinske reke	2	1	1	1	3	3	2	3	3	4	3	2	4	1	3	3	3	10	33	62	105
Tašmajdanski miocenski sprud	3	2	4	3	4	4	3	3	4	2	4	2	4	2	3	2	3	10	32	62	104
Barička reka	2	1	1	1	3	3	1	3	3	2	2	4	4	1	3	2	4	10	32	62	104
Reka Begaljica	1	1	1	1	3	3	1	3	3	3	2	4	3	1	2	3	4	10	32	61	103
Miocenski sprud Kalemegdan	3	2	4	3	4	4	3	3	4	1	4	2	4	2	3	2	3	10	31	61	102
Borčanski (Jojkićev) Dunavac	2	1	2	1	3	3	2	2	2	3	3	4	4	2	2	2	3	9	32	61	102
Železnička reka	1	1	1	1	3	3	1	3	3	3	3	4	4	1	2	2	4	9	32	61	102
Kanal Surčinska reka	1	1	1	1	3	2	1	3	3	3	3	4	4	1	2	2	4	9	32	61	102
Potok Konopljište	1	1	1	2	3	4	1	3	2	3	3	4	4	1	2	2	4	9	32	61	102
Potok Vranovac	1	1	1	1	3	4	1	3	2	3	3	4	4	1	2	2	4	9	32	61	102
Zemunski lesni plato	3	2	4	1	3	3	3	1	4	2	3	2	4	1	2	3	4	10	31	60	101
Barajevska reka	1	1	1	1	3	3	1	3	3	2	2	4	3	1	3	2	4	10	31	60	101
Reka Bolečica	2	1	1	1	3	3	1	3	3	2	2	4	3	1	2	3	4	10	31	60	101
Rendzine južno od Save i Dunava	1	1	1	2	3	3	2	1	4	2	3	4	4	1	1	4	3	9	31	60	100

Smonica (Vertisol) na teritoriji opštine Mladenovac i Sopot	2	1	1	2	3	3	2	1	4	2	3	4	4	1	1	4	3	9	31	60	100
Bazična smeđa zemljišta -Gajnjača (Eutrični kambisol) južno od Save i Dunava	2	1	1	2	3	3	2	1	4	2	3	4	4	1	1	4	3	9	31	60	100
Bazična smeđa zemljišta -Gajnjača (Eutrični kambisol) u Surčinu	3	1	1	2	3	3	2	1	4	2	3	4	4	1	1	4	3	9	31	60	100
Distrično smeđe-Kiselo smeđe (Distrični kambisol) na teritoriji opštine Lazarevac	1	1	1	2	3	3	2	1	2	2	3	4	4	1	1	4	3	9	31	60	100
Distrično smeđe-Kiselo smeđe (Distrični kambisol) Kosmaja	1	1	1	2	3	3	2	1	2	2	3	4	4	1	1	4	3	9	31	60	100
Pseudoglej na teritoriji opštine Obrenovac	1	1	1	2	2	3	2	1	2	2	3	4	4	1	1	4	3	9	31	60	100
Aluvijalno zemljište (fluvisol) u dolini Save i Kolubare	2	1	1	2	3	3	2	1	3	2	3	4	4	1	1	4	3	9	31	60	100
Aluvijalno zemljište (fluvisol) Pančevačkog rita	2	1	1	2	3	3	2	1	3	2	3	4	4	1	1	4	3	9	31	60	100

Mineralna barska zemljišta (Euglej) u dolini Kolubare	2	1	1	2	3	3	2	1	3	2	3	4	4	1	1	4	3	9	31	60	100
Mineralna barska zemljišta (Euglej) Pančevačkog rita	2	1	1	2	2	3	2	1	3	2	3	4	4	1	1	4	3	9	31	60	100
Ritska crnica (Humoglej) u dolini Save	2	1	1	2	2	3	2	1	2	2	3	4	4	1	1	4	3	9	31	60	100
Ritska crnica (Humoglej) na teritoriji opštine Obrenovac	2	1	1	2	2	3	2	1	2	2	3	4	4	1	1	4	3	9	31	60	100
Ritska crnica (Humoglej) Pančevačkog rita	2	1	1	2	3	3	2	1	2	2	3	4	4	1	1	4	3	9	31	60	100
Protočno jezero, Cvetovac (Veliki Crljeni)	1	1	1	1	4	4	1	2	2	3	2	3	3	1	3	2	4	10	31	59	100
Manastirski potok	1	1	1	1	3	2	1	3	4	2	3	4	4	1	2	2	4	9	31	60	100
Veliki potok	1	1	1	1	3	2	1	3	3	2	3	4	4	1	2	2	4	9	31	60	100
Fluvijalno livadsko zemljište (humofluvisol) južno od Save i Dunava	2	1	1	2	3	3	2	1	3	2	3	4	4	1	2	4	2	9	31	60	100

Koluvijalno zemljište (koluvijum) na teritoriji opštine Grocka	1	1	1	2	3	3	2	1	3	2	3	4	4	1	2	4	2	9	31	60	100
Sirozem (regosol) Pančevačkog rita	2	1	1	2	3	3	2	1	3	2	3	4	4	1	2	4	2	9	31	60	100
Izvor - česma Sveta Petka Kalemegdan	2	1	1	1	4	3	1	3	4	3	3	3	4	1	1	3	4	9	31	59	99
Izvor - česma Milošev konak	2	1	1	1	4	3	1	3	4	3	3	3	4	1	1	3	4	9	31	59	99
Izvor - česma Topčiderska česma	2	1	1	1	4	3	1	3	4	3	3	3	4	1	1	3	4	9	31	59	99
Izvor - česma Mokroluški izvor	2	1	1	1	4	3	1	3	4	3	3	3	4	1	1	3	4	9	31	59	99
Izvor - česma Zmajeva česma	2	1	1	1	4	3	1	3	4	3	3	3	4	1	1	3	4	9	31	59	99
Izvor - česma Izvor Zelenjak	2	1	1	1	4	3	1	3	4	3	3	3	4	1	1	3	4	9	31	59	99
Izvor - česma Kakanjski izvor	2	1	1	1	4	3	1	3	4	3	3	3	4	1	1	3	4	9	31	59	99
Izvor - česma Kneževački izvor	2	1	1	1	4	3	1	3	4	3	3	3	4	1	1	3	4	9	31	59	99
Izvor - česma Miljakovački izvor	2	1	1	1	4	3	1	3	4	3	3	3	4	1	1	3	4	9	31	59	99
Izvor - česma Sveta Petka - Rakovica	2	1	1	1	4	3	1	3	4	3	3	3	4	1	1	3	4	9	31	59	99
Izvor - česma Velika česma - Resnik	2	1	1	1	4	3	1	3	4	3	3	3	4	1	1	3	4	9	31	59	99
Izvor - česma Javna česma Jajinci	2	1	1	1	4	3	1	3	4	3	3	3	4	1	1	3	4	9	31	59	99

Izvor - česma Velika česma Beli potok	2	1	1	1	4	3	1	3	4	3	3	3	4	1	1	3	4	9	31	59	99
Izvor - česma Višnjička česma	2	1	1	1	4	3	1	3	4	3	3	3	4	1	1	3	4	9	31	59	99
Reka Kladnica	1	1	1	1	2	3	1	3	2	3	2	4	4	1	2	2	4	9	31	59	99
Kaljavi potok	1	1	1	1	2	3	1	3	2	3	2	4	4	1	2	2	4	9	31	59	99
Vrčinska reka	1	1	1	1	3	3	1	3	3	3	3	4	3	1	2	2	4	9	31	59	99
Bara Glina Lazarevac	1	1	1	1	3	3	2	2	2	2	2	3	3	1	3	2	4	10	30	58	98
Rukavac Beljarica (Totski Dunavac)	1	1	2	1	2	3	2	2	2	4	3	4	4	1	2	2	3	8	31	58	97
Mokroluški potok	1	1	1	1	3	2	1	3	3	2	3	3	4	1	2	2	4	9	30	58	97
Kumodraški potok	1	1	1	1	3	2	1	3	3	2	3	3	4	1	2	2	4	9	30	58	97
Bulbuderski potok	1	1	1	1	3	2	1	3	3	2	3	3	4	1	2	2	4	9	30	58	97
Mirijevska reka	1	1	1	1	3	2	1	3	4	2	3	3	4	1	2	2	4	9	30	58	97
Geoarheološki lokalitet "Vinča- Belo Brdo"	4	2	4	4	4	3	1	1	3	3	4	1	4	4	1	2	2	9	30	57	96
Aluvijalne ravan Bolečice	2	1	1	1	3	2	2	1	3	3	3	2	4	1	2	3	3	9	30	57	96
Reka Marica	1	1	1	1	3	2	1	3	3	2	2	4	3	1	2	2	4	9	29	56	94
Reka Vrbovica	1	1	1	1	3	2	1	3	3	2	2	4	3	1	2	2	4	9	29	56	94

Ugrinovačka bara	1	1	1	1	3	2	1	2	2	2	2	4	3	1	2	2	4	9	29	56	94
Velikoselski potok	1	1	1	1	3	3	1	3	2	2	2	4	3	1	2	2	4	9	29	56	94
Kraški reljef Sremčica	3	2	1	2	4	4	2	2	3	2	3	2	4	1	3	2	3	9	29	56	94
Rukavac Ada Huja	1	1	1	1	4	3	2	2	4	2	3	4	4	1	2	2	3	8	29	56	93
Višnjički rt	1	1	1	1	3	2	2	2	3	3	3	1	4	1	3	2	3	9	29	55	93
Zemunski lesni profil	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	3	3	4	1	2	2	3	8	29	55	92
Savska padina	2	2	2	3	4	3	2	2	4	3	4	2	4	1	2	3	2	8	29	55	92
Rukavac Balaton	1	1	1	1	2	3	2	2	2	3	2	4	4	1	2	2	3	8	29	55	92
Galijaški dunavac	1	1	1	1	2	3	2	2	2	3	2	4	4	1	2	2	3	8	29	55	92
Turski Dunavac (Tos-pašin Dunavac) ili Male Vode	1	1	1	1	3	3	2	2	3	3	2	4	4	1	2	2	3	8	29	55	92
Srednje Vode	1	1	1	1	2	3	2	2	2	3	2	4	4	1	2	2	3	8	29	55	92
Aluvijalne ravan Topčiderska reka	2	1	1	1	4	2	2	1	3	3	4	2	4	1	2	2	3	8	29	55	92
Pseudoglej na teritoriji opštine Lazarevac	1	1	1	2	2	3	2	1	2	2		4	4	1	1	4	3	9	28	54	91
Velike Vode	1	1	1	1	2	3	2	2	3	2	2	4	4	1	2	2	3	8	28	54	90

Leštanska klisura	3	2	1	1	2	3	3	2	3	3	3	2	4	1	3	1	3	8	28	53	89
Geoarheološki lokalitet "Antički Singidunum"	2	2	4	2	4	2	1	2	4	2	4	1	4	3	1	2	2	8	27	52	87
Geoarheološki lokalitet "Antički Taurunum"	2	2	4	2	4	2	1	2	4	2	4	1	4	3	1	2	2	8	27	52	87
Geoarheološki lokalitet "Manastir Slanci"	2	2	4	2	4	2	1	2	3	2	4	1	4	3	1	2	2	8	27	52	87
Kraški reljef Barajevo	2	1	1	2	4	4	2	2	3	2	3	2	4	1	2	2	3	8	27	52	87
Lesni profil Kapela u Batajnici	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	2	3	3	1	2	2	3	8	27	51	86
Lesni profil Kapela u Batajnici (paleozemljište)	3	2	4	2	4	4	4	2	3	3	2	3	3	2	2	2	2	8	27	51	86
Lesni profil Kapela u Batajnici (lesni odsek)	3	2	4	2	3	4	4	2	3	3	2	3	3	2	2	2	2	8	27	51	86
Geoarheološki lokalitet "Rimski bunar"	2	1	4	2	3	2	1	2	3	3	3	1	4	1	1	2	4	8	27	51	86
Solončak (zaslanjena) zemljišta u Surčinu	3	1	1	2	2	2	2	1	1	2	3	4	4	1	1	2	3	7	27	52	86
Mašin majdan - tvorevine urgonskog spruda	2	2	4	2	4	2	2	2	2	3	4	2	4	2	1	2	2	7	27	51	85

Solončak (zaslanjena) zemljišta Pančevačkog rita	3	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	4	4	1	1	2	3	7	26	50	83
Solonjec (alkalizovana) zemljišta u Surčinu	3	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	4	4	1	1	2	3	7	26	50	83
Rukavac Čapljara (Kožara)	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	3	1	3	1	2	7	26	50	83
Dunavski lesni odsek	3	2	2	1	3	3	2	2	3	3	4	1	4	1	3	1	2	7	26	49	82
Pećina Turski točak u Sremčici	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	2	3	3	1	1	3	3	8	25	49	82
Kameni most Topčider	1	1	2	1	3	3	2	2	3	3	4	1	4	2	1	1	3	7	26	49	82
Bežanijska kosa - deo Sremske lesne zaravni	2	1	1	3	3	2	3	2	3	2	2	2	3	1	3	2	2	8	25	48	81
Centralni i južni deo brda Straževica - straževački krečnjak	2	1	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	1	3	2	2	8	25	48	81
Šumadijska greda	3	2	1	1	4	1	2	1	4	4	3	1	4	1	3	1	2	7	26	48	81
Lesna terasa (Zemun)	1	1	1	2	4	3	3	2	3	2	4	1	4	1	3	1	2	7	25	48	80
Rudnik Zvečara na Avali	2	1	4	2	3	2	2	3	3	3	3	1	4	1	1	2	3	7	25	47	79
Rudnik Crveni breg na Avali	3	2	4	2	3	4	3	3	3	3	3	1	4	1	1	2	3	7	25	47	79

Kraljeva česma na Dedinju - sprudni krečnjaci	3	1	4	2	4	2	2	2	3	3	4	2	2	2	1	2	2	7	25	47	79
Ulaz u Mašin majdan na Topčideru - transgresivne serije	2	1	4	1	4	2	2	2	3	3	4	2	4	2	1	1	2	6	25	47	78
Hidrogeološki objekt Brajkovac, Lazarevac	2	1	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	4	1	1	2	2	6	25	47	78
Hidrogeološki objekt Čibutkovića, Lazarevac	2	1	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	4	1	1	2	2	6	25	47	78
Hidrogeološki objekt Onjeg, Lazarevac	2	1	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	4	1	1	2	2	6	25	47	78
Hidrogeološki objekt Arterski bunar na železničkoj stanici u Mladenovcu	2	1	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	4	1	1	2	2	6	25	47	78
Različiti oblici urvina na odseku prema Dunavu	2	1	1	1	3	1	2	2	3	2	2	1	3	1	3	2	2	8	24	46	78
Rudnik Šuplja stena na Avali	2	2	4	2	3	4	3	3	3	2	3	1	4	1	1	2	3	7	24	46	77
Savski lesni odsek	2	1	1	1	3	3	2	2	3	2	3	1	4	1	3	1	2	7	24	46	77
Gornji Zemun (kajakaški dom) - deo lesne zaravni	2	1	2	3	4	2	3	2	2	2	4	2	4	1	2	1	2	6	24	46	76

Ripanjnska površ	2	2	1	2	3	1	3	1	3	3	3	1	3	1	3	1	2	7	24	45	76
Pinosavska površ	2	2	1	2	3	1	2	1	3	3	3	1	3	1	3	1	2	7	24	45	76
Bubanj potok - serpentinisani perioditi	3	2	1	3	4	4	2	2	3	4	2	2	2	1	2	2	2	7	24	44	75
Geoarheološki lokalitet "Agino Brdo"	3	2	4	2	4	2	1	1	3	3	4	1	4	1	1	2	2	6	24	45	75
Hidrogeološki objekt Vrelo Trajan, Barajevo	2	1	2	2	3	3	2	2	3	3	2	3	4	1	1	2	2	6	24	45	75
Belopotocki rov	2	1	1	1	3	1	2	1	3	4	2	2	4	1	1	1	3	6	24	44	74
Železnička stanica Košutnjak - slojevi sa nerineama	3	1	2	2	4	2	2	2	2	2	3	2	4	1	1	1	3	6	23	44	73
BIP Skadarlija - podzemna voda	1	1	1	2	4	2	2	2	3	2	3	2	4	1	1	2	2	6	23	44	73
Botanička bašta - podzemna voda	1	1	4	2	4	2	2	2	4	2	3	2	4	1	1	2	2	6	23	44	73
Usek	3	2	4	2	4	2	1	1	3	2	4	1	4	1	1	2	2	6	23	44	73
Geoarheološki lokalitet "Utvrđenje Ad Oktavum"	2	2	4	2	4	2	1	2	4	2	4	1	4	1	1	2	2	6	23	44	73
Posavska potolina	2	2	1	1	2	1	2	2	3	4	4	2	4	1	1	1	2	5	24	44	73
Podunavska potolina	2	2	1	1	2	1	2	2	3	4	4	2	4	1	1	1	2	5	24	44	73

Rudnik Stari Sedlau na Avali	2	1	4	2	3	2	1	2	3	3	3	1	4	1	1	1	3	6	23	43	72
Kamenolom na Avali I (Stari Majdan)	1	1	4	2	3	3	1	2	3	3	3	1	4	1	1	1	3	6	23	43	72
Kamenolom na Avali II	1	1	4	2	3	3	1	2	3	3	3	1	4	1	1	1	3	6	23	43	72
Geoarheološki lokalitet "Ledine, Žarkovo"	2	1	4	2	4	2	1	1	4	3	3	1	4	1	1	2	2	6	23	43	72
Geoarheološki lokalitet "Beli Breg"	2	2	4	2	4	2	1	1	4	3	3	1	4	1	1	2	2	6	23	43	72
Geoarheološki lokalitet "Goli Breg"	2	2	4	2	4	2	1	1	4	3	3	1	4	1	1	2	2	6	23	43	72
Geoarheološki lokalitet "Ušće reke Vukodraže"	1	2	4	2	4	2	1	1	3	3	3	1	4	1	1	2	2	6	23	43	72
Fluvijalni pod Topčiderske reke	2	1	1	1	3	2	2	1	3	3	3	1	4	1	2	1	2	6	23	43	72
Fluvijalne terase Topčiderske reke na 60m, 30m i 15m	1	1	1	1	2	2	2	1	3	3	3	1	4	1	2	1	2	6	23	43	72
Panonski rasedni odsek	3	2	1	1	2	2	2	2	3	3	3	1	4	1	2	1	2	6	23	43	72
Klizište Rujište, Brestovik, Grocka	2	1	1	2	3	1	2	2	2	3	4	1	3	1	2	1	2	6	23	43	72
Klizište Višnjica	2	1	1	1	4	1	2	2	3	3	3	1	4	1	2	1	2	6	23	43	72

Kompleks okana i topionica iz rimskog perioda - Stojnik, Babe (na Kosmaju)	2	1	4	2	2	2	2	2	2	2	3	1	4	1	1	1	3	6	22	42	70
Letnja pozornica - barski les na odseku	2	1	1	1	4	2	2	2	3	2	2	2	4	1	1	2	2	6	22	42	70
BIP Mostar - podzemna voda	1	1	1	2	4	2	2	2	2	2	2	2	4	1	1	2	2	6	22	42	70
Košutnjak-nadvožnjak kod IMR na Košutnjaku - oolitski peščari	2	1	1	2	4	2	2	2	2	2	4	2	4	1	1	1	2	5	22	42	69
Železnička stanica Topčider - flišne tvorevine tzv ostružnički fliš	2	1	4	2	4	2	2	2	2	2	4	2	4	1	1	1	2	5	22	42	69
Tešića majdan u Ripnju - kersantinit sa dajkom latita	2	1	2	2	4	2	2	2	2	3	2	2	3	1	1	2	2	6	22	41	69
Stari kamenolom u Višnjici - ceritksi lajtovac	2	1	1	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	1	1	2	2	6	22	41	69
Kalemegdan - Donji grad, kod Starog Amama - badenski morski sedimenti	2	1	4	2	4	3	2	2	4	2	4	2	4	1	1	1	2	5	22	42	69
Antiklinalni svod Razbojišta sa Torlakom	2	1	1	1	3	1	2	1	3	3	2	1	4	1	2	1	2	6	22	41	69

Epigenija Rakovičkog potoka pri ušću u Topčidersku reku	2	1	1	1	3	2	2	1	3	3	3	1	3	1	2	1	2	6	22	41	69
Klizište Ritopek	2	1	1	1	3	1	2	2	3	3	3	1	3	1	2	1	2	6	22	41	69
Dolina Rakovičkog potoka - profil facijalne raznovrsnosti	2	1	1	3	3	2	2	2	3	3	3	2	4	1	1	1	2	5	22	41	68
Rakovica - Vidikovac	2	1	1	1	3	2	2	2	3	3	3	2	4	1	1	1	2	5	22	41	68
Smrđan bara u Barajevu	2	1	2	2	3	3	2	2	2	1	2	3	3	1	1	1	3	6	21	41	68
Košutnjak - grob Kneza Mihaila - sprudne morske naslage	2	1	4	2	4	2	2	2	2	2	3	2	2	1	1	2	2	6	21	40	67
Pećina u Rakovici (u kamenolomu)	1	1	1	1	3	1	2	2	2	2	2	2	3	1	1	1	3	6	21	40	67
Pećina Košutnjak	1	1	1	1	4	2	1	2	3	2	2	1	4	1	1	1	3	6	21	40	67
Čukarička pećina	1	1	1	1	3	2	1	2	3	2	2	1	4	1	1	1	3	6	21	40	67
Morfološki oblici (eolski) na zemunskoj lesnoj zaravni	2	1	1	2	3	3	2	1	3	2	2	2	3	1	2	1	2	6	21	40	67
Stari kamenolom Barajevo	2	1	1	2	4	2	2	2	3	3	2	2	2	1	1	2	2	6	21	39	66

Ušće potoka Gradac u Mišljevac - profil bogat fosilnom faunom mekušaca	2	1	1	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	1	2	1	2	6	21	39	66
Kovnica novca na Topčideru - krečnjaci	2	1	4	2	4	2	2	2	3	2	3	2	4	1	1	1	2	5	21	40	66
Batajnica - Vinogradi	2	1	1	1	3	2	2	2	2	3	2	2	2	1	1	2	2	6	21	39	66
Klizište Umka	2	1	1	1	4	1	2	2	3	3	2	1	3	1	2	1	2	6	21	39	66
Nadvožnjak iznad pruge kod RK Miljakovac - različite facije	2	1	1	2	4	2	2	2	2	3	3	2	3	1	1	1	2	5	21	39	65
Straževica-Manastir sv. Arhangela Mihaila i Gavrila - profil cefalopodskih slojeva	2	1	1	2	4	2	2	2	2	3	3	2	3	1	1	1	2	5	21	39	65
Slatinski točak	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	2	2	3	1	1	1	3	6	20	39	65
Ritopek - Prokop	2	1	1	1	3	2	2	2	2	3	4	2	2	1	1	1	2	5	21	39	65
Šljunkara u blizini Batajničkog drumca - deo lesnog platoa	2	1	1	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	6	20	38	64
Prokop - sedimentni profil	2	1	1	2	3	2	2	2	3	2	3	2	3	1	1	1	2	5	20	38	63

Servis 21.maj u Rakovici - facije orbitolinskih peščara i bioklastičnih krečnjaka	2	1	1	2	4	2	2	2	2	2	3	2	3	1	1	1	2	5	20	38	63
Čukarička padina- Repišće	2	1	1	1	4	2	2	2	3	2	2	2	4	1	1	1	2	5	20	38	63
Repišće - Julino brdo	2	1	1	1	4	2	2	2	3	2	2	2	4	1	1	1	2	5	20	38	63
Sremčica - sarmatski krečnjaci	2	1	1	2	4	2	2	2	3	2	3	2	3	1	1	1	2	5	20	38	63
Ritopek - geološki profili	3	2	1	2	4	2	2	2	3	3	2	2	3	1	1	1	2	5	20	37	62
Veliko selo 1 - sedimenti slanačke serije	2	1	1	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	1	1	1	2	5	20	37	62
Veliko selo 2 - sedimenti slanačke serije	2	1	1	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	1	1	1	2	5	20	37	62
Veliko selo 3 - sedimenti badena leže preko Slanačke serije	2	1	1	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	1	1	1	2	5	20	37	62
Manastir sv Stefan u Slancima - slanačka formacija	2	1	1	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	1	1	1	2	5	20	37	62
Trapino brdo u Slancima - sedimenti	2	1	1	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	1	1	1	2	5	20	37	62

Tapino brdo u Slancima - jezerski sedimenti Slanačke formacije	2	1	1	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	1	1	1	2	5	20	37	62
Podnožje Milićevog brda u Višnjici - fosilni sedimenti	2	1	1	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	1	1	1	2	5	20	37	62
Brdo Lipak u Višnjičkoj banji - sedimenti	2	1	1	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	1	1	1	2	5	20	37	62
Ušće potoka Ramadan u Dunav u Višnjici -facija višnjičke gline	2	1	1	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	1	1	1	2	5	20	37	62
Sremčica - Fliš	2	1	1	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	1	1	1	2	5	20	37	62
Železnička stanica Veliki Borak-Boždarevac	3	1	1	2	4	2	2	2	3	4	2	2	2	1	1	1	2	5	20	36	61
Železnička stanica Topčider-fliš	3	1	2	3	4	2	2	2	3	2	3	2	2	1	1	1	2	5	19	36	60
Ušće Banjičkog i Topličkog potoka, kod Stojnika - geološki profil	2	1	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	1	1	1	2	5	19	36	60
Leštani - sarmatski karbonati	3	1	1	2	4	2	2	2	2	2	2	2	3	1	1	1	2	5	19	36	60
Straževica-brahiopodski krečnjaci	2	1	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	1	1	1	2	5	19	36	60

Brdo Straževica, izdanak beirijaskih slojeva	2	1	1	2	4	2	2	2	2	2	2	2	3	1	1	1	2	5	19	36	60
Straževica-Resnik - „straževički krečnjaci“	2	1	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	1	1	1	2	5	19	36	60
Potok Šindrakovac - sedimenti	2	1	1	2	4	2	2	2	2	2	2	2	3	1	1	1	2	5	19	36	60
Rudnik Rakovica	1	1	1	1	4	2	1	2	3	2	2	1	4	1	1	1	2	5	19	36	60
Ciglana Batajnica	1	1	1	1	3	2	1	2	3	2	2	1	4	1	1	1	2	5	19	36	60
Kosmajski Guberevac	2	1	1	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	1	1	1	2	5	19	35	59
Potok Karagača	4	2	2	4	3	2	2	2	3	3	2	2	2	1	1	1	2	5	19	35	59
Savkovića brdo-Zaklopača	3	1	1	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2	1	1	1	2	5	19	35	59
Klenje kod Beograda - stub gornjekrednih tvorevina	2	1	1	2	4	2	2	2	2	3	2	2	2	1	1	1	2	5	19	35	59
Lokalitet "Mislođinska vodenica" južno od brda Bačevica na desnoj obali Kolubare - profil	3	2	2	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2	1	1	1	2	5	19	35	59
Resnik - antiklinala u neokomskom flišu	2	2	1	1	3	2	2	2	2	3	2	2	2	1	1	1	2	5	19	35	59

Bela reka - facija "aptiških slojeva"	2	1	1	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	1	1	1	2	5	19	35	59
Železnička stanica "Bela reka" - aptiški slojevi	2	1	1	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	1	1	1	2	5	19	35	59
Profil pored pruge između Resnika i Bele reke - Neokomski fliš	2	1	1	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	1	1	1	2	5	19	35	59
Ostružnica - ostružnički fliš	2	1	1	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	1	1	1	2	5	19	35	59
Devojački grob kod Rušnjaja - sedimenti	2	1	1	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	1	1	1	2	5	19	35	59
Brdo Glavica u Ritopeku - geološki profil	2	1	1	1	4	2	2	2	2	3	2	2	2	1	1	1	2	5	19	35	59
Donje Strnjike - Pandurice	2	1	1	1	4	2	2	2	2	3	2	2	2	1	1	1	2	5	19	35	59
Kijevo	2	1	1	1	4	2	2	2	2	3	2	2	2	1	1	1	2	5	19	35	59
Bubanj potok - pontski sedimenti	2	1	1	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	1	1	1	2	5	19	35	59
„Burdelj“ ili „Tasin majdan“ - morski sprud	2	1	1	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	1	1	1	2	5	19	35	59
Pećine Višnjička banja	1	1	1	1	3	2	1	2	3	2	2	1	4	1	1	1	3	6	21	30	57
Potok Jelezovac, na istočnim padinama Goljinog brda - stena fonolit	3	2	2	3	3	3	2	2	3	2	2	2	2	1	1	1	2	5	18	34	57

Veliki Crljeni kod Lazarevca - profil	2	1	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	5	18	34	57
Desna strana lesnog odseka Dunava, između Starog Slankamena i Zemuna - objekti neotektonske aktivnosti	3	3	1	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	5	18	34	57
Stara pruga iznad manastira u Rakovici - fliš	2	1	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	5	18	34	57	
Kijevo-pruga za Ostružnicu	2	1	1	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	5	18	34	57	
Resnik - fliš	2	1	1	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	5	18	34	57	
Dolina potoka Konopljište - geološki profil	3	1	1	2	4	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	2	5	17	33	55	

PRILOG 7 - SPISAK ZAŠTIĆENIH PRIRODNIH DOBARA U BEOGRADU KOJA OBUHVATAJU I GEONASLEDE

ZAŠTIĆENO PODRUČJE	TIP	KATEG.	GOD. PROG LAŠ.	UPRAVLJAČ	OPŠTINA	POVRŠINA	GEOVREDNOSTI OBJEKTA	AKT O PROGLAŠENJU	NAPOMENA
Miocenski sprud na Tašmajdanu	PSGeo		1968.		Palilula		Miocenski sprud na Tašmajdanu je prirodni spomenik geološkog karaktera koji je među prvima stavljen pod zaštitu 1968. godine. Predstavlja morski sprud u nekadasnjem Panonskom moru (srednji miocen). Sprud se prostire centrom grada od Tašmajdana do Kalemegdana gde opet izbija na površinu a pod zaštitom je profil, vidljiv u pozadini "Sportskog centra", nastao u nekadašnjem kamenolomu. Izgrađen je od organogeno-sprudnih krečnjaka badenske starosti koji leže preko donjokrednih urgonskih krečnjaka. Po litološkom sastavu ovaj tip krečnjaka poznat je kao "lajtovači" (kraće "lajtovac") tj. poznat je kao tašmajdanski krečnjak koji se eksploatisao u prošlosti. Sam naziv prostora Tašmajdan nastao je od turskih reči "taš" - kamen i "majdan" - rudnik. Na lokalitetu je pronađeno dosta fosilne faune: školjke, puževi, morski ježevi i drugi organizmi. Pod zaštitom je profil	Rešenje Broj 01 b-12187/1	Revizija zaštite je u toku
Senonski sprud kredne periode Mašin	PSGeo		1969.	Uprava letnje pozornice, Uprava za	Savski venac		Zaštićen geološki profil se nalazi na ulazu u "Letnju pozornicu" u Topčideru, opština Savski venac. Na	Rešenje 03/3-broj 11114/1-68 - SO Savski Venac, Odeljenje za	Revizija zaštite je u toku

majdan				gradsko zelenilo			<p>lokalitetu su otkrivene tipične sprudne tvorevine donje krede (okeanski sprud), pokrivene plitkovodnim priobalskim sedimentima gornje krede: konglomerati, glinci, peščari i laporci. U Beogradu se samo na desnoj dolinskoj strani Topčiderske reke, preko facije urgonskih krečnjaka, pojavljuju peščari i kalkareniti iz apta (mlađeg odeljka donje krede). Takođe, samo na ovoj lokaciji razvijeni su neflišni sedimenti gornje krede (mastiht – danske starosti). Pronađeni su i mnogobrojni fosilni ostaci: školjke, različite vrste koralna, brahiopoda i gastropoda. Do "Letnje pozornice", koja je usečena u krečnjak, na mestu nekadašnjeg kamenoloma, dolazi se ispod velikog kamenog mosta.</p>	poslove društvenih službi	
Morski neogeni sprud - profil na Kalemegdanu	PSGeo		1969.	Uprava za gradsko zelenilo	Stari Grad		<p>Geološki profil, zaštićen 1969. godine, se nalazi na teritoriji opštine Stari grad, u okviru beogradske tvrđave, ispod spomenika Pobedniku. Obuhvata sprudne i subsprudne facije badenskog kata nastale u nekadašnjem Panonskom moru (srednji miocen). Profil obiluje fosilnom faunom predstavljenu školjkama, morskim ježevima, mekušcima i dr. Lokalitet je retkost jer predstavlja jedinstveni ostatak mediteranskog stadijuma, najstarijeg stadijuma u istoriji Panonskog mora. U okviru Beogradske tvrđave, osim nekoliko geoloških profila, u sedimentnim stenama se nalazi splet pećina i kanala nastalih prirodnim putem, a kasnije promenjenih aktivnošću čoveka.</p>	<p>Rešenje o stavljanju pod zaštitu države lokaliteta na kome se nalazi morski neogeni sprud - profil ispod spomenika Pobedniku na Kalemegdanu broj 05-15846/2 - SO Stari Grad</p>	<p>Revizija zaštite u toku SP „Kalemegdan ski rt“</p>

Zemunski lesni profil	SPGeo	III	2013.	EkološkIm pokret Zemun	Zemun	0,78 ha	Zemunski lesni profil je spomenik prirode geološko-geomorfološkog karaktera. Dobro pristupačan vertikalni profil dužine 114m a visine oko 30m predstavlja liniji kontakta Sremske lesne zaravni sa Dunavom. Često se ovaj deo Sremske lesne zaravni označava kao Zemunski lesni plato. Osim ovog, dobro očuvanog profila, ima još nekoliko strmih odseka prema Dunavu različitog stepena očuvanosti. Na Zemunskom lesnom profilu zabeleženo je četiri horizonta lesa i četiri horizonta fosilnog zemljišta koji označavaju smenu suvljih i vlažnijih perioda tokom pleistocena. Na ovom profilu, tipičnom suvozemnom lesu, može se pratiti razvoj lesnih tvorevina u poslednjih skoro milion godina, kao i karakterističnih geomorfološkeih oblika i pojava. Ima poseban naučni značaj za stratigrafiju i paleontologiju kvartara kao i za paleogeografiju, paleontologiju, sedimentologiju, geomorfologiju.	"Zemunski lesni profil»"zaštićen Rešenjem od 29. novembra 2013. godine	
Lesni profil Kapela u Batajnici	SPGeo	III	2014.	EkološkIm pokret Zemun	Zemun	5,42 ha	Iako je u Inventar objekata geonasleđa Srbije upisan kao paleopedološki objekat (pedološki objekti, predlog br.2), lesni profil Kapela je proglašen za spomenik prirode geološkog karaktera. Pristupačan profil dužine oko 250m i visine oko 40m nalazi se na strmoj desnoj obali Dunava u Batajnici. Predstavlja jedan od najznačajnijih paleoklimatskih arhiva u Evropi na kome se mogu pratiti promene u poslednjih oko 620.000 godina. Na njemu su jasno izražena 6 interglacijalnih pedokompleksa i 6	Skupština grada Beograda je 28. maja 2014. donela Rešenje o proglašenju zaštićenog područja „Lesni profil Kapela u Batajnici“ kao Spomenika prirode geološkog karaktera, odnosno kao zaštićeno područje III kategorije – lokalnog značaja.	

							slabije razvijenih interstadijalnih zemljišta. Od naučnog i edukativnog značaja je u oblasti paleoklimatologije, paleogeografije, paleontologije, sedimentologije i geomorfologije.		
Kosmaj (planina Kosmaj)	PIO	II+III	2005.	JP Srbijašume, Novi Beograd	Mladenovac, Sopot	3514,50 ha	<p>Prirодно dobro koje obuhvata planinu Kosmaj nalazi se na teritoriji opština Sopot i Mladenovac. Za predeo izuzetnih odlika proglašeno je 2005. godine radi očuvanja predeonih vrednosti kao i bogatog prirodnog i kulturnog nasleđe Beograda. Osim izuzetno raznovrsnog biodiverziteta, deo prirodnog nasleđa je i sama planina Kosmaj (626m) kao morfološki oblik na kome su razvijeni mnogobrojni manji oblici pre svega delovanjem fluvijalno-deluvijalno-proluvijalnih procesa. Od značaja su i geološki profili i litološki sastav planine kao i mnogobrojni hidrološki oblici i raznovrno zemljište. Za geonasleđe Beograda od značaja su i ostaci rudarskih aktivnosti na području Babe-Stojnik koji ukazuju da je Kosmaj bio i veoma značajno rudarsko središte još od rimskog perioda.</p>	Rešenje o stavljanju pod zaštitu prirodnog dobra „Kosmaj”, SG Beograda, broj: 501-890/05-XIII-01 „Službeni list grada Beograda”, br. 29/2005	
Veliko ratno ostrvo (Veliko i Malo ratno ostrvo)	PIO	I+II+III	2005.	JKP Zelenilo Beograd	Zemun	167,91 ha	<p>Prirодно dobro, pod zaštitu stavljeno 2005. godine kao predeo izuzetnih odlika, se sastoji se od Velikog (210,66 hektara) i Malog (0,72 hektara) ratnog ostrva, sa zaštitnim pojasem od 50m vodene površine. Teritorijalno pripada opštini Zemun. Rečno ostrvo - ada, nastalo u gornjem pleistocenu, kao sedimentna i aluvijalno-akumulativna</p>	Rešenje SG Beograda br. 501-362/05-XIII-01 od 08.04.2005. „Službeni list grada Beograda”, br. 7/2005	

							tvorevina usled uspora na ušću Save u Dunav, često je menjalo oblik. Pod zaštitu je stavljeno radi očuvanja predeonih specifičnosti, od značaja pre svega kao stanište velikog broja ptica i zbog svojih geomorfoloških i geoloških vrednosti.		
Avala	PIO	I+II+III	2007.	JP Srbijašume, Novi Beograd	Voždovac	489,13 ha	Prirodno dobro "Avala" pod zaštitu je stavljeno 2007. godine kao predeo izuzetnih odlika. Zaštita ove niske ostrvske planine, sa vrhom na 511m nadmorske visine, ima dugu tradiciju. U cilju zaštite šume knez Miloš daleke 1859. godine sprovodi aktivnosti kojim bi se sprečilo dalje uništavanj ešume. Zatim 1896. godine sprovode se dodatne aktivnosti na uređenju i zaštititi ove planine i okolne šume tako što se postavlja Okružna šumska uprava i gradi infrastruktura. Godine 1936. proglašena je nacionalnim parkom, a 1946. godine je dobila status dobra od opšteg značaja. Osim izuzetnog bogatstva biodiverziteta na Avali se nalazi veliki broj objekata geonasleđa od značaja za Beograd. Najizrazitiji morfološki element je sama ostrvska planina na kojoj su se erozijom razvili sekundarni, manji oblici reljefa. U geološkoj građi dominiraju serpentiniti jurske starosti i "avalski fliš" koji je za razliku od drugih flišnih sedimenata u Beogradu ispresecan magmom. Vulkanska aktivnost uticala je da se na Avali formiraju rude (olovocinkane, srebro, živa..) čije korišćenje je započeto još u rimskom periodu. Najznačajniji geoarheološki objekti geonasleđa su Zvečara, Crveni breg,	Rešenje o stavljanju pod zaštitu prirodnog dobra Avala Broj: 501-678/07-S - Skupština grada Beograda „Službeni list grada Beograda”, br. 43/2007	

							<p>Stari Seldau, Kriva ćuprja, Šuplja stena itd kao i veliki broj nekadašnjih kamenoloma. Geonasleđu Avale doprinosi i mineral zelene boje avalit kao i spomenici izgrađeni od prirodng kamena iz okoline ili je donet sa većih razadaljina spomenik neznanom junaku građen je od crnog jablaničkog gabra). Bogatstvu geodiverziteta doprinosi i raznovrsno zemljište (smeđa zemljišta, pseudoglej, lesivirana zemljišta itd) i brojni potoci i izvori.</p>		
--	--	--	--	--	--	--	---	--	--

BIOGRAFIJA AUTORA

Marina M. Ilić je rođena 08. 01. 1977.g. u Beogradu. Osnovnu školu i Šestu beogradsku gimnaziju je završila u Beogradu. Geografski fakultet Univerziteta u Beogradu upisala je 1997.g. i uspešno ga završila 2005.g. odbranom diplomskog rada čime je stekla zvanje diplomirani geograf. Iste godine započinje magistarske studije na istom fakultetu. Studije okončava uspešno 2010.g. odbranom magistarskog rada čime stiče zvanje Magistar geografije za Geografske informacione sisteme.

Radno iskustvo sticala je uporedo sa osnovnim i magistarskim studijama i kasnije tokom izrade doktorske disertacije radeći na preko 30 projekata u oblasti zaštite životne sredine. Od avgusta 2013.g. je predsednik Geokološkog centra.

Bila je učesnik na preko 40 seminara i konferencija u oblasti zaštite životne sredine u zemlji i regionu.

Koristi engleski i ruski jezik.

SPISAK RELEVANTNIH RADOVA

1. Ilić, M., Stojković, S., Rundić, Lj., Čalić, J., Sandić, D. (2016, IN PRESS). Application of the geodiversity index for assessment of geodiversity in urban areas: an example of the Belgrade city area, Serbia“, *Geologia Croatica*, vol. 69, broj 3.
2. Rundić, M.Lj., Ilić, M.M. (2014). Uloga i značaj geoedukacije u savremenom društvu, Zbornik radova XVI Kongresa geologa Srbije "Optimalno istraživanje i održivo korišćenje geoloških resursa", Donji Milanovac, str. 832-842.
3. Ilić, M., Markićević, M. (2014). Geodiverzitet u obrazovnom sistemu Srbije. Zbornik radova sa naučnog skupa sa međunarodnim učešćem „Geografsko obrazovanje, nauka i praksa: razvoj, stanje i perspektive“. str. 521-527.
4. Belij, S., Ilic, M. (2013). Harmony of natural and cultural in Belgrade: Geoheritage objects, Proceedings of the 3th International Conference "Harmony of Nature and Spirituality in stone", Kragujevac, p. 257-267.

5. Belij, S., Ilić, M., Belij, M. (2012). Beograd - objekti geonasleđa kao osnova za razvoj urbanog geoturizma, Četvrti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem "Lokalna samouprava u planiranju i uređenju prostora i naselja", Zbornik radova, Beograd, 2012, str. 591-597.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а МАРИНА ЧЛИК

број индекса _____

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

„ОДРЖИВО УПРАВЉАЊЕ ТЕХНИВЕРЗИТЕТОМ ПРИМЕНОМ ПРОСТОРНИХ СИСТЕМА ЗА ПОДРШКУ ОДЛУЧИВАЊУ (ПРИМЕР ГРАДА БЕОГРАДА)“

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 24.09. 2016.

Члик Марино

Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Марина Члић

Број индекса _____

Студијски програм МУЛТИДИСЦИПЛИНАРНЕ СТУДИЈЕ

Наслов рада „Одрживо управљање територијом урбаних предела
применом просторних система за површну одлучивању“

Ментор проф-др Љупко Рундић, проф-др Сабва Стојић

Потписани/а Марина Члић

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 24.09.2016.

Члић Марина

Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

«Одрживо управљање геодиверзитетом урбаних предела применом просторних система за подршку одлучивању (пример града Београда)»
која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанда

У Београду, 24.09.2016.

Миле Маричић

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 прераде. 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 прераде. 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.