

NEVEN TANDARIĆ

**FIZIČKOGEOGRAFSKI ELEMENTI PROSTORA U
PRIMIENJENIM GEOEKOLOŠKIM ISTRAŽIVANJIMA**

Diplomski rad

predan na ocjenu Geografskom odsjeku

Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

radi stjecanja akademskog zvanja magistra geografije

Zagreb,

2014.

Ovaj je diplomski rad izrađen u sklopu diplomskog istraživačkog studija geografije pri Geografskom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Nenada Buzjaka.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Diplomski rad

Geografski odsjek

FIZIČKOGEOGRAFSKI ELEMENTI PROSTORA U PRIMIJENJENIM GEOEKOLOŠKIM ISTRAŽIVANJIMA

NEVEN TANDARIĆ

Od svog nastanka krajobrazna ekologija razvija se kroz dva različita pristupa: bioekološki i geoeколоški. Dok je bioekološki usmjeren na odnos organizama i njihovog neživog okoliša geoeколоški se bazira na odnosu čovjeka i njegovog okoliša, a svojim primijenjenim karakterom kroz planiranje nastoji utvrditi mogućnosti ljudskog korištenja okoliša na dugoročno održiv način. Planiranje ljudskog korištenja okoliša najprikladnije je na razini krajolika kao ekološki relevantne prostorne razine na kojoj se odvija većina prirodnih i društvenih procesa i međudjelovanja čovjeka, drugih organizama i njihovog neživog okoliša. Fizička geografija zbog svoje široke znanstvenoistraživačke baze i potencijalne uloge u planiranju prostora može pružiti značajan obujam informacija relevantnih za geoeколоško planiranje krajolika. Stoga je analizirana uloga fizičkogeografskih elemenata prostora (reljefa i litološke podloge, voda, zraka, tla i živih organizama) u planiranju krajolika i njegovog korištenja.

63 stranica, 1 grafički prilog, 1 tablica, 185 bibliografskih referenci, izvornik na hrvatskom jeziku

Ključne riječi: fizičkogeografski elementi, geoeколоško planiranje, krajolik, primijenjena geoeologija

Voditelj: izv. prof. dr. sc. Nenad Buzjak

Povjerenstvo: izv. prof. dr. sc. Nenad Buzjak

red. prof. dr. sc. Borna Fürst-Bjeliš

red. prof. dr. sc. Dane Pejnović

Rad prihvaćen: 11. veljače 2014.

Rad je pohranjen u Središnjoj geografskoj knjižnici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Marulićev trg 19, Zagreb, Hrvatska.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Master thesis

Department of Geography

PHYSICAL GEOGRAPHICAL SPATIAL ELEMENTS IN APPLIED GEOECOLOGICAL RESEARCHES

NEVEN TANDARIĆ

Since its foundation, the landscape ecology has been developing in two different perspectives: the bioecological and geoecological perspective. While bioecological perspective is focused on the relationship between organisms and their abiotic environment, geoecological perspective is based on the relationship between human society and its environment, and its applied character though landscape planning is helping to determine the possibilities of the human use of the environment in the long term sustainable manner. The planning of the human use of the environment is most appropriate at the level of the landscape, viewed as ecologically relevant spatial unit in which a majority of natural and socio-economic processes and interactions of human society, other organisms, and their abiotic environment, occur. Physical geography, due to its broad base of scientific research and its potential role in spatial planning, can provide a significant volume of information relevant to landscape planning. Hence, the importance of the role of physical geographic elements of space (relief and lithological substrate, water, air, soil and living organisms) in the planning of the landscape and its use is analyzed.

63 pages, 1 figure, 1 table, 185 references, original in Croatian

Keywords: applied geoecology, geoecological planning, landscape, physical geographical elements

Supervisor: Nenad Buzjak, Ph D, Associate Professor

Reviewers: Nenad Buzjak, Ph D, Associate Professor

Borna Fürst-Bjeliš, Ph D, Full professor

Dane Pejnović, Ph D, Full professor

Thesis accepted: February 11th 2014

Thesis deposited in Central Geographic Library, Faculty of Science, University of Zagreb, Marulićev trg 19, Zagreb, Croatia.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Predmet istraživanja	2
1.2. Ciljevi istraživanja	2
1.3. Dosadašnja istraživanja.....	2
1.4. Metode rada	5
2. POLOŽAJ I ZNAČENJE GEOEKOLOGIJE U SUSTAVU ZNANOSTI	6
2.1. Povijesni pregled razvoja geoekologije i znanstvenog proučavanja krajolika.....	6
2.2. Geoekološki i bioekološki pristup krajobraznoj ekologiji	8
2.2.1. Geoekološki pristup krajobraznoj ekologiji.....	8
2.2.2. Bioekološki pristup krajobraznoj ekologiji	10
2.2.3. Komparacija geoekološkog i bioekološkog pristupa	10
2.3. Identitet geoekologije i krajobrazne ekologije	13
3. KRAJOLIK KAO PROSTORNA JEDINICA U PROSTORNOM PLANIRANJU	15
3.1. Znanstveno određenje krajolika	15
3.1.1. Krajolik kao geografska kategorija	15
3.1.2. Krajolik kao ekološka kategorija.....	16
3.2. Diferencijacija pojmova krajolika i okoliša	17
3.2.1. Okoliš kao holarhijski sustav	18
3.3. Prikladnost krajolika za prostorno planiranje.....	18
4. FIZIČKOGEOGRAFSKE KOMPONENTE U PRIMIJENJENIM GEOEKOLOŠKIM ISTRAŽIVANJIMA	21
4.1. Reljef i litosfera u ekološkom sustavu krajolika.....	22
4.1.1. Planiranje korištenja padina u krajoliku.....	23
4.1.2. Planiranje korištenja ravnica i dolina	26
4.1.3. Planiranje korištenja obala.....	28
4.1.4. Planiranje korištenja speleoloških objekata	28
4.1.5. Planiranje iskorištavanja mineralne osnove	29
4.2. Pedosfera u ekološkom sustavu krajolika	30
4.2.1. Važnost sastava tla u krajobraznom planiranju	31
4.2.2. Važnost dubine i vlažnosti tla u krajobraznom planiranju.....	31
4.2.3. Važnost erozije tla u krajobraznom planiranju	32
4.3. Hidrosfera u ekološkom sustavu krajolika.....	34
4.3.1. Planiranje korištenja tekućica	34

4.3.2. Planiranje korištenja jezera.....	36
4.3.3. Planiranje aktivnosti vezanih uz crpljenje vodonosnika	37
4.4. Atmosfera u ekološkom sustavu krajolika	39
4.4.1. Važnost insolacije u krajobraznom planiranju	40
4.4.2. Važnost temperature zraka u krajobraznom planiranju	41
4.4.3. Važnost cirkulacije zraka u krajobraznom planiranju	42
4.4.4. Važnost padalina u krajobraznom planiranju	44
4.4.5. Važnost vlažnosti zraka u krajobraznom planiranju	45
5. VAŽNOST GEOGRAFSKIH INFORMACIJSKIH SUSTAVA U PRIMIJENJENIM GEOEKOLOŠKIM ISTRAŽIVANJIMA	47
6. ZAKLJUČAK	49
7. LITERATURA I IZVORI.....	51

PREDGOVOR I ZAHVALE

S geoekologijom sam se prvi put susreo tek na preddiplomskom studiju i odmah je pobudila moj interes. Odabir diplomskog studija *Fizička geografija s geoekologijom* omogućio mi je dublji ulazak u geoekologiju kao disciplinu na kontaktu geografije i ekologije i u konačnici odabir teme diplomskog rada iz tog područja. Budući da teorijsku osnovu smatram neophodnom podlogom za razvoj bilo koje primijenjene znanosti i discipline, odlučio sam pisati teorijski rad o ulozi fizičke geografije u geoekologiji, a kroz razgovore s mentorom suzio sam temu na ulogu fizičkogeografskih elemenata prostora u primijenjenim geoekološkim istraživanjima.

Tijekom izrade rada pročitao sam preko stotinu članaka, udžbenika i poglavlja iz knjiga i zbornika radova tematski vezanih uz geoekologiju, krajobraznu ekologiju (koju sam tim putem i upoznao) i krajolik. Kad sam napokon počeo pisati rad, najveći problem bio je velik obujam bilješki i skupljenih informacija koje je trebalo usustaviti zbog čega je konačni koncept rada oblikovan tek nakon prvih čitanja. Drugi je problem nastao kod pojma *krajolik*, koji se uobičajeno koristi u domaćih geoekološkim radovima, budući da ne nudi velike mogućnosti tvorbe pridjeva koje je nužno koristiti u hrvatskim nazivima za *landscape ecology* i *landscape planning* (prema anglofonoj literaturi). Iz tog sam razloga riječ *krajolik* u njima zamijenio sinonimom *krajobraz* koji olakšava tvorbu pridjeva (*krajobrazna ekologija*, *krajobrazno planiranje*).

Ograničen rokovima i drugim obvezama, rad sam napisao nedugo prije roka čime sam uskratio mentoru i sebi brojne rasprave koje su mogle rezultirati spoznavanjem još mnogo toga o temi i dovesti rad na možda potpuno novu razinu. Zahvalio bih se mentoru dr. sc. Nenadu Buzjaku što je, unatoč tome, svojim iznimno vrijednim komentarima i sugestijama doprinio kvaliteti ovoga rada i ukazao na to da baš nikad ne prestajemo učiti i da je svaka greška prilika da naučimo nešto novo.

Također bih zahvalio i kolegi Ivanu Tekiću koji mi je kroz brojne razgovore i čitanja rada tijekom njegova nastajanja pomagao u formiranju koncepta i komentarima i prijedlozima također doprinio kvaliteti sadržaja.

1. UVOD

Čovjek je od svojih početaka zainteresiran za svijet u kojem živi jer su mu takva znanja bila nužna za preživljavanje i suživot s drugim bićima u dinamičnom okolišu. Kako su se razvijali antropogeni uvjeti i sadržaji u prostoru, tako su se počeli razvijati i pokušaji objašnjavanja uzročno-posljedičnih veza među pojedinim komponentama prostora. Jedna od starijih znanosti koja još od antičkog vremena to čini je geografija. Kako su se iz geografije kroz njen razvoj izdvajale nove znanosti i razvijale discipline koje proučavaju abiotičke elemente okoliša, tako su se iz biologije, prilično istodobno, izdvajale znanosti koje proučavaju biotičke¹ elemente i njihove interakcije s abiotičkim² elementima okoliša. Temeljna među njima je ekologija koja proučava odnos organizama s okolišem u kojem žive (Molles, 2008).

Iz primjene geografskih i općenito geoznanstvenih znanja i metoda u ekologiji 1930-ih godina posredstvom njemačkog geografa Carla Trolla razvila se nova disciplina – krajobrazna ekologija (njem. *Landschaftsökologie*) – čiji je cilj istraživanje ekoloških odnosa i zakonitosti u prostoru na razini krajolika. S obzirom na interdisciplinarnost predmeta istraživanja, njenim razvojem dominirali su geografi, ekolozi i biolozi vodeći je prema primjenjivosti u području prostornog planiranja i zaštite okoliša. Danas su uočljive dvije dominantne struje u njenim istraživanjima: europska tzv. *geoekološka struja* koja naglasak stavlja na abiotičke komponente krajolika i primjenjivost istraživanja, te američka tzv. *bioekološka struja* čiji je naglasak na teorijskim istraživanjima utjecaja abiotičkih čimbenika na biotičke komponente krajolika. Važnost fizičkogeografskih elemenata prostora za ekološke odnose i procese te primjenjivost krajobraznoekoloških spoznaja i pristupa u prostornom planiranju predstavljaju osnovu djelovanja geografa i primjene njihovih znanja i vještina u krajobraznoj ekologiji.

¹ Biotički (lat. *biota* – život) – koji se odnosi na žive organizme.

² Abiotički (lat. *a-* – ne-; *biota* – život) – koji se odnosi na neživo.

1.1. Predmet istraživanja

Uloga i utjecaj geografa u razvoju krajobrazne ekologije i geoekologije su nedvojbeni. Ipak, pregled literature ukazuje da dvije vrste znanstvenih radova prevladavaju u razmatranju geografskih pristupa: teorijska razmatranja genetske veze geografije i geoekologije odnosno krajobrazne ekologije te modeliranje uloge geografskih elemenata prostora u planiranju korištenja i gospodarenja zemljištem i uslugama ekosustava. Iz tog razloga predmet ovog rada je uloga fizičkih geografa i fizičkogeografskih elemenata prostora u primijenjenim geoekološkim istraživanjima te primjena rezultata istraživanja u prostornom planiranju, zaštiti okoliša i upravljanju okolišnim resursima.

1.2. Ciljevi istraživanja

Sukladno navedenom predmetu istraživanja i nužnim pretpostavkama za njegovo ostvarenje postavljeni su sljedeći ciljevi istraživanja:

1. pokušati definirati unutarnji hijerarhijski odnos ekologije, krajobrazne ekologije, geoekologije i bioekologije;
2. dati prilog raspravi o prikladnosti krajolika kao hijerarhijske prostorne razine za prostorno planiranje;
3. dati prilog raspravi o potencijalnom doprinosu fizičkogeografskih znanja u primijenjenim geoekološkim istraživanjima;
4. analizirati ulogu fizičkogeografskih elemenata prostora u planiranju krajolika i njegovog korištenja.

1.3. Dosadašnja istraživanja

Moss (2000a, 2000b) te Opdam i dr. (2002) raspravljaju o problemu identiteta krajobrazne ekologije unutar hijerarhijskog sustava znanosti koji je posljedica toga što još uvijek nema definiran prepoznatljiv predmet istraživanja. To pokazuje i širok raspon različitih međusobno nekonzistentnih definicija: dok neki autori krajobraznu ekologiju jasno definiraju kao disciplinu ekologije koja proučava ekološke interakcije organizama i njihovog okoliša na razini krajolika (Leser, 1997; Fahrig, 2005; Turner, 2005; Molles, 2008), drugi

inzistiraju na funkcionalnim definicijama organizacije krajolika (i okoliša) za potrebe čovjeka (Miklós, 1994; Drdoš, 1996). Neki idu još dalje podvodeći pod njen predmet interesa okoliš u najširem smislu (Miklós, 1996) ili predmete interesa različitih drugih znanosti od geografije, ekologije, sociologije, biologije do prostornog planiranja, upravljanja resursima, poljoprivredne politike i okolišne etike (Wiens i Moss, 1999).

Prema Mossu (2000b) to je posljedica njenog položaja na sjecištu tradicionalnih znanosti – geografije i ekologije – koje su dovoljno snažne i uvažene da šire svoje djelovanje na područja koja se pokazuju potrebitima. Drugi važan problem koji proizlazi iz tog položaja je postojanje dvaju pristupa – geokološkog i bioekološkog – koji usmjeravaju njen razvoj i istraživanja, a među kojima nije došlo do integracije nužne za definiranje jedinstvenog i svojstvenog predmeta interesa (Moss, 2000b; Opdam i dr., 2002). Leser (1997) i Melnyk (2008) navode da se u Njemačkoj geokologija smatra dijelom krajobrazne ekologije. U istočnoeuropskim zemljama ustaljeno je njeno svrstavanje u geografsku znanost, a neki ju znanstvenici (Huggett, 1995; Vresk, 1997; Ostaszewska, 2004) izjednačavaju s kompleksnom fizičkom geografijom. Bioekološki pristupi pak su dominantniji u Sjevernoj Americi (Moss, 2000b; Bastian, 2001).

Geokološki pristup, bazirajući se na geokompleksima, omogućava velik doprinos geografa (Bastian, 2001). Neef je još 1982. godine istaknuo da su prvi krajobrazni ekolozi bili geografi. Zonneveld (1972 prema Cushman i dr., 2010) je u svojim ranijim radovima vidio strukturu abiotičkog okoliša kao središnji predmet istraživanja krajobrazne ekologije zbog čega ju je vezivao jače uz geografiju nego uz ekologiju. U kasnijem radu Zonneveld (1990) krajobraznu ekologiju opisuje kao „brak“ između geografije (krajolik) i biologije (ekologija), iako navodi i brojne druge struke koje se bave njome. Na sličan način Fernandes i dr. (2006) raspravljaju o uvjetovanosti krajobrazne ekologije geografijom jer proučava krajolik koji predstavlja prostornu jedinicu unutar kojeg objekti i procesi, koji se odvijaju među njima, čine geografsku stvarnost. Cushman i dr. (2010) sažeto opisuju povijesni razvoj, sadašnje stanje i buduće perspektive krajobrazne ekologije vezujući ih uz geografske korijene doprinose.

Pavić (1987) ukazuje na dvije sličnosti geografije i ekologije: (1) dok većina znanosti istražuje pojave, geografija i ekologija proučavaju veze, interakcije i procese među pojavama, te (2) da obje znanosti primjenjuju holistički pristup u sagledavanju i rješavanju problema. Pavić naglašava da su sadržaji fizičke geografije najuže povezani s ekološkom

problematikom i stoga pružaju velike mogućnosti za primjenu u ekologiji. Zaključuje da bi se geoekologiju ili ekogeografiju moglo smatrati posebnom geografskom disciplinom na kontaktu geografije i ekologije. Halás (2003) tvrdi da su dosadašnje prakse pokazale veću uključenost fizičkih geografa u odnosu na društvene geografe u procesima planiranja korištenja zemljišta te da bi svako planiranje korištenja zemljišta trebalo obuhvaćati fizičkog geografa kao predstavnika prirodnih znanosti.

Radovi o potencijalu primjene krajobraznoekoloških znanja, pristupa i metoda u prostornom planiranju o kojem su pisali Opdam i dr. (2002), Halás (2003), Bryl i Łyczkowska (2010), Khoroshev (2010) i Mizgajski i dr. (2010) pokazuju mogućnost i potrebu za definiranjem današnje krajobrazne ekologije multidisciplinarnom znanosti koja bi razvijanjem vlastite interdisciplinarnosti mogla predstavljati jedan od stupova prostornog planiranja (Tress i dr., 2004) doprinoseći ekološki, socijalno i ekonomski održivom planiranju i gospodarenju okolišem (Botequilha-Leitão i Ahern, 2002; Ahern, 2005; Termoshuizen, 2007; McAlpine i dr., 2010).

Iako su metode vrednovanja krajolika u svrhu njegova planiranja njegovog društvenog korištenja razvijane diljem svijeta (Steiner i Osterman, 1988; Turner, 1989; Lu i Zong, 1996; Miller i dr., 1998; Steiner i dr., 2000; Kazmierski i dr., 2004; Carr i Zwick, 2005; Yang i dr., 2008; Chen i dr., 2012), primijenjena krajobrazna ekologija najranije se počela razvijati i doprinositi prostornom planiranju u Europi. O tome svjedoče radovi Van der Maarela (1977), Brandta i Aggera (1984), Habera (1990), Schallera (1994 prema Naveh, 2000), Marull i dr. (2007). Ipak, najveći doprinos primjeni krajobraznoekoloških pristupa i metoda u prostornom planiranju dali su slovački istraživači, prvenstveno geografi (Ružička i Miklós, 1982, 1990; Izakovičová, 1995; Minár i Tremboš, 1995; Mociková, 1995; Ružička, 1998; Drdoš i Hrnčiarová, 2003; Kopecka, 2005; Hrnčiarová i dr., 2007). Razvoj metodologije LANDEP (Ružička i Miklós, 1982, 1990) na Institutu za krajobraznu ekologiju Slovačke akademije znanosti predstavlja najznačajniji doprinos fizičkih geografa primijenjenoj krajobraznoj ekologiji što potvrđuje i njena preporuka u okviru Agende 21 (1992).

Krajobraznoekološka istraživanja u Hrvatskoj nisu značajnije zastupljena prije svega zbog malog broja istraživača u tom području. Većina postojećih teorijskih i primijenjenih radova geoekološkog je karaktera. Razrađivane su i primjenjivane metode relativnog vrednovanja reljefa (Bognar, 1990; Saletto-Janković, 1994; Bognar i Bognar, 2010; Mamut, 2010b, 2010c), metode indeksa rekreacijskog potencijala (Saletto-Janković, 1997; Lepirica,

2006; Buzjak, 2006, 2007, 2008; Bogнар i Bogнар, 2010) i metode podnošljivog kapaciteta (Šundov, 1994) temeljene na LANDEP-u. Fürst-Bjeliš i dr. (2000) vrednovali su pak turistički potencijal planinskog prostora s aspekta atraktivnosti primjenom klaster i diskriminantne analize.

1.4. Metode rada

Izboru teme prethodila su promišljanja i konzultiranja relevantne literature o vezi geografije i geoekologije koja su rezultirala definiranjem teme i odabirom ciljeva istraživanja. Detaljnom obradom literature o vezi geografije i krajobrazne ekologije, razvoju, suvremenom stanju i budućim perspektivama te discipline te metodama i pristupima primijenjene krajobrazne ekologije u prostornom planiranju dobivena je opsežna baza relevantnih podataka koji su metodom kompilacije i sinteze pretvoreni u informacije iznesene u ovom radu.

Najprije je analizirana literatura o geoekologiji, krajobraznoj ekologiji i ekologiji kako bi se mogla izraditi sustavna klasifikacija tih znanosti, disciplina i pristupa. Potom je metodom kompilacije razmotrena i objašnjena pretpostavka o krajoliku kao temeljnoj prostornoj jedinici i razini na kojoj bi se trebalo obavljati planiranje prostora. U konačnici analitički su kompilirane informacije o ulozi fizičkogeografskih elemenata prostora u primijenjenim geokološkim istraživanjima, prije svega planiranju krajolika i njegovoj zaštiti, pri čemu je naglasak stavljen na doprinos geografske teorijske baze.

2. POLOŽAJ I ZNAČENJE GEOEKOLOGIJE U SUSTAVU ZNANOSTI

Dinamičan razvoj geoekologije i krajobrazne ekologije u svijetu rezultiraju različitim pogledima na njihov položaj u sustavu znanosti pri čemu dominira svrstavanje geoekologije u geografiju i krajobraznu ekologiju dok se o krajobraznoj ekologiji polemizira pripada li ekologiji ili predstavlja samostalnu interdisciplinarnu znanost (Moss, 2000b). Razmatranje položaja geoekologije u sustavu znanosti kao i njenog značenja za razumijevanje ekoloških odnosa na razini krajolika i upravljanje krajolicima na način koji je održiv i povoljan za sve njegove korisnike zahtjeva povijesni pregled razvoja geoekologije i znanstvenog proučavanja krajolika. Taj pregled pruža spoznaje o razlozima pojave proučavanja prostora s geografskog te ekoloških odnosa s ekološkog aspekta na razini krajolika i omogućava njihovo usustavljanje u svrhu holističkog shvaćanja prostora i svih fizičkih, društvenih i ekoloških procesa u njemu.

2.1. Povijesni pregled razvoja geoekologije i znanstvenog proučavanja

krajolika

Iako je krajolik kao estetska kategorija postojao mnogo dulje, tek u 19. stoljeću dolazi u znanstveni fokus kad ga geografi počinju definirati predmetom istraživanja geografije. Bastian (2001) i Klink i dr. (2002) navode da je njemački geograf Alexander von Humboldt već početkom 19. stoljeća definirao krajolik sa znanstvenog aspekta i to kao sveukupan odnosno cjelovit karakter određene regije. Von Humboldtov interes ponajprije je bio usmjeren na odnos biotičkih i abiotičkih elemenata krajolika zbog čega se smatra i ocem biogeografije (Brown i Gibson, 1983 prema Briggs, 1995). Pod njegovim se utjecajem geografija razvijala u Njemačkoj, ali i šire u Europi. Od početka 20. stoljeća u sklopu geografije se počinje razvijati tzv. *Landschaftskunde* ili znanost o krajoliku (Vresk, 1997; Cushman i dr., 2010). S druge strane 19. stoljeće je razdoblje kad se ekologija počinje izdvajati iz biologije. Iako je radova koji bi se mogli svrstati pod ekologiju kako ju danas shvaćamo bilo još od antičkih vremena, a posebice su učestali neposredno prije 19. stoljeća, tek je njemački biolog Ernst Haeckel 1869. godine upotrijebio pojam *ekologija* označavajući znanost o odnosima živih organizama međusobno i s njihovim okolišem (Odum i Barrett, 2005).

Uslijed takve dinamike u razvoju geografije i biologije, odnosno ekologije, 1930-ih godina se javlja nova disciplina usmjerena na krajolik na kontaktu geografije i ekologije. Već prije su autori poput Pencka i Passargea pisali geoznanstvene radove primjenjujući ekološke pristupe, no tek 1939. godine je njemački geograf Carl Troll proučavajući istočnoafričke savanske krajolike pomoću zračnih snimaka, primjenjujući i tzv. vertikalni pristup svojstven ekolozima i tzv. horizontalni pristup svojstven geografima³, prvi put spomenuo naziv *Landschaftsökologie* (hrv. *krajobrazna ekologija*) kojim opisuje novu disciplinu koja proučava krajolik (Bastian, 2001, Klink i dr., 2002). Troll (1931, 1971 prema Wu, 2006) je definirao krajobraznu ekologiju kao znanost o kompleksnim uzročno-posljedičnim vezama između životnih zajednica i njihova okoliša koje su regionalno izražene kroz različite uzorke prostornog rasporeda.

Daljnji razvoj krajobrazne ekologije kao nove discipline uslijedio je nakon Drugog svjetskog rata u srednjoj i istočnoj Europi (Naveh, 1991), a ovisio je ponajprije o interpretacijama krajolika znanstvenika koji su je razvijali. Neef (1967 prema Bastian, 2001) je dao obuhvatnu definiciju krajolika kao dijela Zemljine površine s uniformnom strukturom i funkcionalnim prostornim rasporedom pri čemu su obuhvaćene sve abiotičke i biotičke komponente čije integriranost i međuovisnost daju pravi karakter krajoliku. Njemačka krajobrazna ekologija vrlo se brzo proširila po srednjoj i istočnoj Europi gdje su je geografi počeli razvijati u svrhu primjene u prostornom planiranju, planiranju korištenja zemljišta i gospodarenju prirodnim resursima (Bastian, 2001). Ekološki pristupi krajoliku istovremeno postaju relevantni i u području europske krajobrazne arhitekture (Brandt, 1997). U Sjevernoj Americi krajobrazna ekologija također se naglo razvija, ali je usmjerena prema razvoju teorije dok znanstvenici i pristupi dolaze iz bioloških znanosti (Forman i Godron, 1986; Farina, 1993).

Godine 1968. Troll kao sinonim za ekologiju krajolika predlaže pojam *Geoökologie* (hrv. *geoekologija*) koji bi bio upotrebljiv i prepoznatljiv u različitim jezicima, no taj prijedlog nije značajnije prihvaćen (Bastian, 2001). S druge strane, u njemačkoj literaturi su za istu disciplinu zastupljena oba naziva (i *Geoökologie* i *Landschaftsökologie*), iako ih se u novije

³ Vertikalni pristup sintetizira međuzavisno djelovanje relevantnih elemenata krajolika na jednoj lokaciji dok horizontalni pristup diferencira različite lokacije (Vresk, 1997), a njihovom integracijom i primjenom znanja iz različitih životnih i geoznanosti stvara se novo interdisciplinarno znanstveno područje ekoznanosti (Klink i dr., 2002).

vrijeme počinje diferencirati (Leser, 1997). Pregled literature pokazuje da naziv Geoökologie ponajviše učvrstio u državama istočne Europe.

Krajobrazna ekologija se u posljednja dva desetljeća 20. stoljeća razvila u teorijskom i praktičnom smislu te se transformirala iz regionalne discipline (znatnije prakticirane uglavnom u srednjoj i istočnoj Europi) u globalnu disciplinu prisutnu na sveučilištima diljem svijeta i s rastućom primjenom (Wu i Hobbs, 2002). Dok je u Sjevernoj Americi krajobrazna ekologija i dalje znatno bioekološki orijentirana i teži razvoju općih spoznaja, u Europi ona postaje sve više holistička i usmjerena prema rješavanju suvremenih društvenih i ekoloških problema (Wu, 2006).

2.2. Geokološki i bioekološki pristup krajobraznoj ekologiji

2.2.1. Geokološki pristup krajobraznoj ekologiji

Značenje pojma geokologija danas, kao ni u prošlosti, nije jednoznačno. Troll je 1968. godine iz praktičnih razloga predložio pojam geokologija kao sinonim za krajobraznu ekologiju, međutim on se nije uvriježio izvan srednje i istočne Europe, a ni tamo nema istovjetno značenje.

Više autora iz različitih krajobraznoekoloških škola (Mezősi i dr., 1993; Cieszewska, 2000; Moss, 2000b; Bastian, 2001) danas zastupa mišljenje da geokologija zasnovana na geografiji proučava abiotičke parametre i geokomplekse krajolika na obuhvatan način. Kao takva, geokologija je od početka svog razvoja težila definiranju krajolika obuhvatnom sustavnom interpretacijom njegovih formativnih komponenata (reljefnih oblika, voda, tala, vegetacije, atmosfere, utjecaja ljudskog korištenja, energije itd.) čija sprega stvara specifične prostorne jedinice – krajolike (Moss, 2000b). Međutim, pritom koristi redukcionistički pristup kojim se fokusira na pojedine komponente krajolika (npr. reljef, atmosferu, vodu, tlo) koje postoje zajedno, ali nestrukturirano zbog čega se stječu samo obilježja sastava krajolika, no ne i funkcionalna obilježja (Naveh, 2000).

Sukladno tome Moss (2000b) i Naveh (2000) navode da je temeljna slabost geokološkog pristupa pretpostavka da se funkcionalna obilježja krajolika mogu razumjeti iz kombiniranja podataka različitih disciplina koje se bave pojedinim komponentama krajolika (litosferom, reljefom, pedosferom, hidrosferom, atmosferom). U stvarnosti je potrebno

znanje o njihovom međudjelovanju i posljedicama istog jer krajolik valja pojmiti po principu „cjelina nije samo zbroj svojih dijelova“. Takvim pristupom, geokološka istraživanja se više koncentriraju na utjecaje različitih faktora na krajolik umjesto na obilježja samog krajolika (Moss, 2000b). Stvarni holistički pristup bi omogućio da se krajolik promatra kao cjelina odnosno kao interakcijski sustav koji je više od zbroja svojih komponentni jer bi se naglasak stavio na istraživanje funkcionalnih odnosa među svim komponentama. Takav pristup također bi omogućio i da se stekne svjesnost o tome da će se bilo kakav utjecaj na jednu komponentu krajolika izravno ili neizravno u većoj ili manjoj mjeri odraziti na svim ostalim komponentama čija međusobna uzročno-posljedična povezanost čini krajobrazni sustav (Naveh, 2000).

Važne pozitivne karakteristike europskog geokološkog pristupa od samih početaka su uloga ljudi kao integralnog dijela krajolika umjesto kao vanjskih faktora i fokus na krajolik u mjerilu relevantnom za ljudsku percepciju i djelovanje (Wiens, 2002; Farina i Belgrano, 2004). Upravo je to razlog, prema Mezősiju i dr. (1993), da geokologija može dati odgovore na brojna pitanja vezana uz korištenje zemljišta ili utjecaje na okoliš te može biti baza za političke odluke i regionalno planiranje.

U istočnoeuropskim zemljama geokologija se uglavnom smatra dijelom geografije koji se bavi bilo kojim pitanjima interakcija društva i prirode (Melnyk, 2008). Tako potpuno drukčiji pogled na geokologiju daje Ostaszewska (2004) koja ju poistovjećuje s tzv. „geografijom krajolika“ kao sveobuhvatnom fizičkom geografijom i negira poistovjećivanje s krajobraznom ekologijom. Prema toj autorici, geografija krajolika proučava veze između komponentata krajolika, a upravo to joj je priskrbilo sinonim koji implicira na ekologiju.

Treći pogled poistovjećuje krajobraznu ekologiju s geokologijom slijedeći prijedlog koji je dao Troll kad je osmislio pojam *Geoökologie*. Naveh (2002) se suprotstavlja takvom pogledu argumentirajući da se geokologija fokusira na abiotičke komponente krajolika dok krajobrazna ekologija proučava krajolik kao cjelinu. Riechling i Solon (1996 prema Kozłowski, 2004) daju gotovo istovjetan argument da se geokologija ne može poistovjetiti s krajobraznom ekologijom koja obuhvaća mnogo širi predmet istraživanja od abiotičkih komponenti krajolika.

2.2.2. Bioekološki pristup krajobraznoj ekologiji

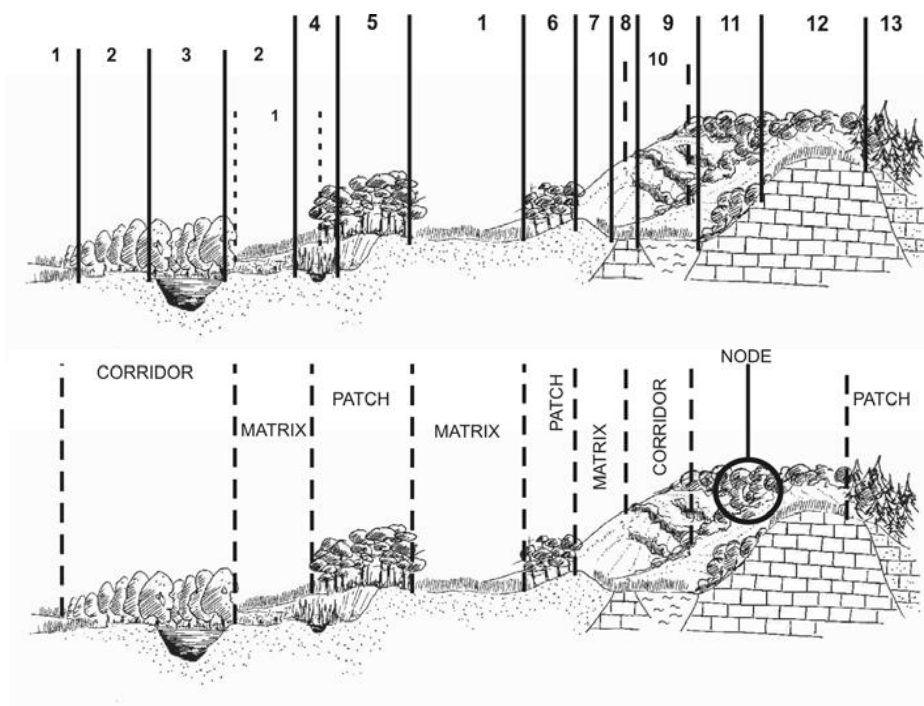
Bioekologija predstavlja granu ekologije koja proučava interakcije živih organizama i njihovog živog i neživog okruženja ne obuhvaćajući pritom humanu ekologiju (Clements i Shelford, 1939). Bioekološki pristup u krajobraznoj ekologiji podrazumijeva bioekološka istraživanja krajolika s ciljem razumijevanja prostorne dimenzije populacija organizama i ekoloških problema koji iz njih proizlaze (Moss, 2000b). Stoga se bioekološka istraživanja u krajobraznoj ekologiji fokusiraju prije svega na strukturna obilježja krajolika bitna za ekološke procese (Turner, 1989; Mezősi i dr., 1993; Bastian, 2001; Opdam i dr., 2002) koji se dalje odražavaju na brojnost i distribuciju organizama (Fahrig, 2005). Prema Mossu (2000b), ključni razlog postojanja bioekološkog pristupa je razvijanje znanja o biljnim i životinjskim zajednicama pri čemu je krajolik samo širi kontekst u kojem se one istražuju. Upravo takav ograničeni aspekt predstavlja glavnu slabost bioekološkog pristupa. Ipak, bioekološki pristup izvor je brojnih krajobraznoekoloških koncepata koji se temelje na dinamici populacija organizama. Takvi su patch-corridor-matrix model, greenways, povezanost ekotopa, ekološke barijere i dr. (Bastian, 2001; Barsch i dr., 2002).

2.2.3. Komparacija geoekološkog i bioekološkog pristupa

Orijentacija na abiotičke elemente krajolika u geoekološkim istraživanjima je nedvojbeno kao i orijentacija na biotičke elemente u bioekološkim istraživanjima (Sl.1). Kao prostorne elemente krajolika geoekologija izdvaja *geokomplekse*. Njihov raspored u krajobraznom mozaiku povezan je s najstabilnijim komponentama (reljefom i litološkom podlogom) i oblikom korištenja zemljišta. Svaki geokompleks predstavlja relativno zatvoren prostorni element upotpunjen odnosima i procesima svojih komponenta (Cieszewska, 2000). Bioekološki pristup primjenjuje koncept *patch-corridor-matrix*⁴ (Forman i Godron, 1986) prema kojem su biotičke komponente zemljišta glavni kriterij utvrđivanja prostornih elemenata krajolika. Taj koncept prostorne elemente diferencira na *patcheve*⁵ povezane *koridorima* (eng. *corridor*) dok se u njihovoj podlozi, odnosno podlozi čitavog krajolika, - nalazi *matrix* kao prevladavajući tip zemljišnog pokrova u krajoliku (Cushman i dr., 2010). Koridori istog tipa mogu se prostorno ukrstiti, a njihovo sjecište naziva se *node*.

⁴ Adekvatni i prihvaćeni hrvatski nazivi za navedeni koncept i njegove sastavnice još ne postoji.

⁵ Patch se može definirati kao prostorna jedinica definiranog zemljišnog pokrova ili oblika korištenja zemljišta.



Geokompleksi kao prostorni elementi krajolika

Patchevi, koridori i matrix kao prostorni elementi krajolika

Sl. 1. Geoekološki i bioekološki pristup proučavanju strukture krajolika

Izvor: *Cieszewska (2000)*

Glavna prednost koncepta patch-corridor-matrix je funkcionalni aspekt. Krajolik se promatra kroz odnose među elementima pri čemu su abiotičke komponente od manje važnosti (Cieszewska, 2000). U kombinaciji sa spoznajama dobivenim ekološkim istraživanjima taj koncept omogućuje projekciju ekoloških aktivnosti organizama u krajoliku. S druge strane, koncept geokompleksa se bazira na prostornom rasporedu komponenata krajolika koje u svom međudjelovanju čine geokomplekse. Različiti pojavni oblici pojedinih komponentni dovode do različitih rezultata njihovog međudjelovanja zbog čega se geokompleksi međusobno razlikuju (Cieszewska, 2000).

Oba pristupa imaju potencijal za primjenu u planiranju od lokalnog do regionalnog i nacionalnog nivoa, a odabir pristupa treba odgovarati svrsi istraživanja (Cieszewska, 2000). Primijenjena geoekološka istraživanja od početka su antropocentrično usmjerena zbog čega imaju značajniju primjenu u planiranju korištenja zemljišta dok je bioekološki pristup usmjeren biocentrično i stoga je primjenjiviji u području konzervacije vrsta i populacija u krajoliku (Turner, 2005). U obuhvatnom istraživanju krajolika ti su pristupi međusobno komplementarni dopunjujući jedan drugoga (Wu, 2006).

Jasno je da nijedan od dva opisana pristupa nema potpuno holistički pristup jer se ne fokusira na obilježja krajolika kao cjeline sastavljene i od abiotičkih i od biotičkih i od društvenih elemenata međusobno povezanim različitim funkcionalnim procesima. Prema Navehu (2002) to predstavlja predmet istraživanja holističke krajobrazne ekologije. Moss (2000b) stoga tvrdi da će krajobrazna ekologija doseći zrelost tek kad se ta dva pristupa sjedine. Opdam i dr. (2002) neintegritanost tih dvaju pristupa smatraju odgovorom na pitanje zašto krajobraznoekološke spoznaje nisu u dovoljnoj mjeri primijenjene u prostornom planiranju.

Mnogi krajobrazni ekolozi (Neef, 1967 prema Cushman i dr., 2010; Zonneveld, 1990; Naveh, 1991; Zonneveld, 1995; Riechling i Solon, 1996 prema Kozłowski, 2004, Tress i Tress, 2000) na izravan ili neizravan način sugeriraju da se krajolik kao prostorni sustav sastoji od elemenata geosfere, biosfere i noosfere. Pritom se pod geosferom podrazumijevaju sve abiotičke komponente okoliša (atmosfera, hidrosfera, litosfera i pedosfera), pod biosferom ukupnost biotičkih komponenti okoliša (Spahić, 1999) dok noosfera predstavlja sferu ljudskih misli i svijesti koje se u krajoliku odražavaju kroz antropogene transformacije prirodnog okoliša i unošenje ljudskih artefakta u njega (Naveh, 1991, 2000). Proučavanje krajolika kao sustava sastavljenog od tih sfera prema Navehu (1991) zahtjeva korištenje spoznaja različitih prirodnih, društvenih i humanističkih znanosti radi nadilaženja bioekosustavne razine i prelazak na geobioantroporazine koje on naziva ukupnim ljudskim ekosustavom (eng. *Total Human Ecosystem*). On integrira čovjeka i sav njegov okoliš u mjerilima od krajolika do čitave ekosfere⁶. Krajobrazna ekologija na taj način postaje integrativna znanost o ukupnom ljudskom ekosustavu povezujući bioekologiju i humanu ekologiju.

Imajući na umu da su čovjekovo djelovanje, materijalni i nematerijalni odrazi tog djelovanja u krajolicima postali njihov neizostavan dio, postaje jasno da je proučavanju odnosa biotičkih i abiotičkih komponentni krajolika nužno pridodati i funkcionalne veze s ljudskim komponentama. Odnos čovjeka i njegovog živog i neživog okoliša predmet je istraživanja humane ekologije (Rambo, 1983; Richerson i dr., 1996). Povezujući to s činjenicom da geoekologija u Europi ima tradiciju razmatranja ljudi i njihovih aktivnosti kao integralnog dijela krajolika (Wu i Hobbs, 2002) s ciljem izgradnje integriranog

⁶ Ekosfera je ekološki sustav najvišeg reda na Zemlji kojeg čine geosfera, biosfera i noosfera u neraskidivim funkcionalnim odnosima i interakcijama.

socioekonomskog modela krajolika koji bi mogao doprinijeti rješavanju problema (Farina, 1993), geoekologija se može prepoznati kao humanoekološki pristup koji proučava odnos čovjeka i njegovog neživog okoliša (Botequilha Leitão i Ahern, 2002). To predstavlja argument za Mossovu (2000b) tvrdnju da bi se obuhvatna ekološka perspektiva krajolika koja bi obuhvaćala abiotičke, biotičke i ljudske komponente trebala dobiti integracijom bioekologije i geoekologije. Prema Brandtu (1995, 1999) krajobrazna ekologija u srednjoj Europi je danas najbliže holističkom pogledu kojeg zastupaju teoretičari jer se bazira na suradnji između geoekologije i bioekologije. Zbog svoje usmjerenosti na primjenjivost u društvenoj sferi, prema Gamsu (1987) europska geoekologija u razmatranja uzima u ograničenoj mjeri i biotičke komponente i to prije svega kroz ekološke utjecaje abiotičkih komponenata krajolika na one biotičke komponente (životinjske, biljne i gljivlje zajednice) koje imaju neposredno društveno (socijalno, ekonomsko i kulturno) značenje. Na tragu toga ju Brandt (1999) naziva „geobioekologijom“.

2.3. Identitet geoekologije i krajobrazne ekologije

Dva su dominantna stajališta o položaju krajobrazne ekologije u sustavu znanosti prema Mossu (2000a, 2000b). Prema prvom stajalištu ona je prostorno orijentirana disciplina ekologije sa snažnim utemeljenjem u teoriji ekosustava. Prema drugom stajalištu predstavlja interdisciplinarnu aktivnost usmjerenu na rješavanje problema na razini krajolika. Ograničenja prvog stajališta su dominacija ekologije i ograničenost na njen teorijski i metodološki okvir te relevantnost teorijske baze za samo biotičke komponente krajolika koji obuhvaća i abiotičke i društvene komponente. Ograničenje drugog stajališta ogleda se u tome što neposredni istraživački problem može biti riješen, no sposobnosti interdisciplinarnog tima se gube jer rješavanjem tog problema nestaje razlog postojanja tog tima čime se ograničava sposobnost prijenosa znanja u rješavanje drugih, nepovezanih problema. Konačni produkt je odsustvo razvoja teorijske baze. Unatoč logičnosti iznesenih ograničenja, Moss (2000a, 2000b) prikazuje stajališta o krajobraznoj ekologiji kao ekološkoj disciplini i primijenjenoj interdisciplinarnoj aktivnosti, iako se većina autora u svojim radovima zapravo fokusira na pitanje je li krajobrazna ekologija ekološka disciplina ili samostalna znanost, a ne interdisciplinarna aktivnost (Zonneveld, 1990; Miklós, 1996; Bastian, 2001; Žigrai, 2010).

Uspoređujući Häckelovu prvotnu (Odum i Barrett, 2005) i Mollesovu (2008) noviju definiciju ekologije kao znanosti o odnosu između organizama i okoliša s Trollovom (1971 prema Wu, 2006 i Cushman i dr., 2010) definicijom krajobrazne ekologije kao znanosti o glavnim kompleksnim uzročnim vezama između živih zajednica i njihovog okoliša u krajoliku, lako se daje uočiti konzistentnost među njima. Krajobrazna ekologija dakle koristi predmet istraživanja ekologije ograničavajući ga prostorno na razinu krajolika. Molles (2008) u svom obuhvatnom pregledu ekoloških disciplina, pristupa i istraživanja prikazuje krajobraznu ekologiju kao ekološku disciplinu koja ekološke procese smješta u prostorni kontekst.

Iako se krajobrazna ekologija može smatrati dijelom ekologije, ona može i treba pristupiti proučavanju krajolika interdisciplinarno pružajući ekološku bazu za širok spektar različito aspektiranih istraživanja krajolika. Moss (2000a) naglašava da iskustvo pokazuje da gotovo sva okolišna pitanja nadilaze granice pojedinih disciplina. Wu (2006) naglašava da integriranje različitih disciplina i istaknutost holističke perspektive ne znače udaljavanje od ekološkog predmeta istraživanja već njegova povećana integracija s društvenim i ekonomskim komponentama krajolika s ciljem rješavanja problema i zadovoljavanja potreba koje proizlaze iz upravljanja i planiranja krajolika. U vidu toga geoekologija predstavlja pristup fokusiran na utjecaj i važnost abiotičkih komponenata prostora na ekološke uvjete i datosti s ciljem razvijanja modela uravnoteženog i održivog upravljanja i gospodarenja njima.

3. KRAJOLIK KAO PROSTORNA JEDINICA U PROSTORNOM PLANIRANJU

3.1. Znanstveno određenje krajolika

Prije nego je definiran sa znanstvenog aspekta u 19. stoljeću, krajolik se percipirao kao perceptivna (primarno vizualna), umjetnička (primarno likovna i arhitektonska) kategorija (Beattie, 2006). Krajolik kao perceptivna kategorija inkorporiran je i u znanstveno istraživanje, posebice u geografiji (Bernat i Kašamucka, 2008). Prema Zubeu (1987) različiti pojedinci koji su na istom mjestu imali različita iskustva različito percipiraju isti krajolik. Neki autori poput Harda (1970) i Kinga (1999) dovode u pitanje postojanje krajolika kao fizičke kategorije (prema Bastian, 2001) ostavljajući ga samo kao percipiran dio prostora.

3.1.1. Krajolik kao geografska kategorija

Znanstveni pojam krajolika oblikovali su geografi, a jednu od prvih definicija krajolika dao je von Humboldt prije više od 200 godina definirajući krajolik kao cjelovit karakter određene regije (Bastian, 2001). Sadržajno konkretniju definiciju dao je Neef (1967 prema Bastian, 2001) definirajući krajolik kao dio Zemljine površine s uniformnom strukturom i funkcionalnim prostornim rasporedom, a čine ga geosfera, biosfera i noosfera kao skupovi međupovezanih abiotičkih, biotičkih i antropogenih komponenata. Na sličan način Tress i Tress (2000) određuju krajolik kao prostornu i mentalnu uniju podsustava geosfere, biosfere i noosfere. Međutim, Neef (1967 prema Bastian, 2001) naglašava da krajolik nije samo zbroj pojedinih geofaktora već njihova integracija u geografski kompleks ili geosustav.

Posebnu pažnju krajoliku posvećuje kulturna geografija. Za jednog od najvažnijih američkih kulturnih geografa Carla Sauera (1962 prema Crang, 1998) kulturne regije i njima pripadajući krajolici su predmet istraživanja geografije. Krajolik se u (kulturnoj) geografiji često diferencira na prirodni i kulturni (ili kultivirani), iako zbog koevolucije čovjeka i njegovog okoliša na Zemlji danas gotovo da i nema krajolika koji nije bar u manjoj mjeri i neizravno modificiran ljudskim aktivnostima. U skladu s tim Naveh (2000) naglašava da je konceptualno razgraničenje između prirodnih i društvenih sustava u krajoliku potpuno arbitrarno i umjetno. Farina (1998) kulturnim krajolikom opisuje onaj krajolik koji je mijenjan dugotrajnim režimom ljudskih poremećaja čime je formirana jedinstvena struktura odnosno prostorni raspored i relacije biotičkih, abiotičkih i kulturnih sadržaja.

U vidu svog nastanka uslijed interakcija čovjeka i njegovog okoliša, Lipský (2000) izdvaja dva temeljna sloja kulturnog krajolika. Primarni sloj podrazumijeva prirodnu strukturu krajolika sačinjenu od prirodnih uvjeta i objekata. Taj se sloj prikazuje na kartama prirodnog krajolika. Sekundarni sloj podrazumijeva strukturu koju je kreirao i oblikovao čovjek kroz povijesni razvoj, a ona se prikazuje na kartama zemljišnog pokrova i oblika korištenja zemljišta. Bilo koja promjena u sekundarnom sloju odraz je ekonomskih, tehnoloških, socijalnih, političkih ili demografskih promjena i razvoja društva. Lipský (2000) dodaje da se može govoriti i o tercijarnom sloju kojeg čine povijest krajolika, njegova „memorija“ i povijesni, socijalni i kulturni događaji. Taj sloj obično nije izravno odražen u fizionomiji i izgledu krajolika te ga je najteže uočiti, kvantificirati i kartirati.

3.1.2. Krajolik kao ekološka kategorija

Krajolik kao ekološku kategoriju tradicionalna ekologija, odnosno bioekologija, i geoekologija ne poimaju potpuno identično. U bioekološkom smislu krajolik je prostorni kontekst u kojem se odvijaju ekološki procesi unutar i između jedinki, populacija i zajednica živih organizama i njihovog abiotičkog okoliša (Moss, 2000b). Takav stav u određenoj mjeri predstavlja argument Kingovoj (1999 prema Fahrig, 2005) tvrdnji da krajolik nije biološka organizacijska jedinica. U bioekološkom poimanju krajolika najčešće se primjenjuje perspektiva istraživanih organizama (Molles, 2008).

U holističkoj krajobraznoj ekologiji krajolici se poimaju kao ekološki sustavi koji okupljaju ekosustave i sastavni su dio ekoregija koje sačinjavaju ekosferu kao ekološki sustav najvišeg reda na Zemlji (Naveh, 1991; Forman, 1995). Bioekološki orijentirani krajobraznoekološki radovi Formana i Godrona (1986) te Formana (1995) i Hobbsa (1997) definiraju krajolik kao heterogeno područje kopna sastavljeno od mozaično raspoređenih međudjelujućih ekosustava. Prostorni ekvivalent ekosustava u krajolicima je ekotop koji se može poimati kao lokacija ekosustava (Haber, 1999 prema Naveh, 2000), a predstavlja najmanju ekološki homogenu jedinicu krajolika (Naveh, 1991) koja se vertikalno proteže od (uključivo) gornje litosfere do nižih dijelova atmosfere (Moss, 2000b). Prema Formanu (1995) i Farini (1998) upravo karakterističan prostorni raspored ekosustava odnosno ekotopa tvori krajolik.

3.2. Diferencijacija pojmova krajolika i okoliša

Kao što je već navedeno, neki autori krajobraznu ekologiju definiraju kao disciplinu koja proučava ekološke interakcije organizama i njihovog okoliša na razini krajolika (Leser, 1997; Fahrig, 2005; Turner, 2005; Molles, 2008) dok je za Miklósa (1996) ona znanost o okolišu u najširem smislu. Nizozemski krajobrazni ekolog Anthony Vink (1983 prema Bognar i dr., 2002) definira okoliš kao kompleks vanjskih faktora s kojima je organizam izravno ili neizravno povezan. Pritom naglašava da on može biti definiran samo u odnosu na određeni organizam ili skupinu organizama. S bioekološkog stanovišta, čovjek je samo jedan od organizama koji definira svoj okoliš, no geoekološki aspekt uzima u obzir činjenicu da, za razliku od ostalih organizama, može imati nesrazmjern utjecaj na okoliše drugih organizama. Sukladno ovisnosti pojma okoliš o organizmu, samo s antropocentričnog stajališta, Pavić (1987) navodi da se u hrvatskoj terminologiji koriste tri pojma bliskog, ne istog značenja: okolica, okolina i okoliš. Okolica je pritom geografski, okolina sociološki, a okoliš ekološki pojam.

Mnogi krajobrazni ekolozi naglašavaju interakcijsku prirodu okoliša kao sustava u kojem prirodni i ljudski sustav međudjeluju (Pavić, 1987; Pablo i dr., 1994; Lu i Zong, 1996). Pablo i dr. (1994) u prirodni sustav uključuju fizičko-kemijske i biološke komponente, a u ljudski sustav ekonomske, sociološke, kulturne i tehnološke komponente. Na sličan način je okoliš definiran i u hrvatskom Zakonu o zaštiti okoliša (2013): "Okoliš je prirodno i svako drugo okruženje organizama i njihovih zajednica uključivo i čovjeka koje omogućuje njihovo postojanje i njihov daljnji razvoj: zrak, more, vode, tlo, Zemljina kamena kora, energija te materijalna dobra i kulturna baština kao dio okruženja koje je stvorio čovjek; svi u svojoj raznolikosti i ukupnosti uzajamnog djelovanja".

Bognar (1990) te Bognar i Bognar (2010) takav okoliš nazivaju prirodnim okolišem koji obuhvaća prirodni okoliš u užem smislu (geosferu, ekosferu) i preoblikovani prirodni okoliš (tehnosferu). Pritom prirodni okoliš u užem smislu uključuje: datosti prirodnog okoliša (reljef, klimu, vode, biosferu), energetske izvore prirodnog okoliša (mineralne izvore, hidrometeorološke izvore, pedološki i biosferni potencijal), datosti izmijenjenog prirodnog okoliša (antropogeni reljef, tehnogene objekte, uzgajane biljne kulture, degradirana i revitalizirana tla) te energetske izvore izmijenjenog prirodnog okoliša (izvore uzgajanih biljaka, turističke potencijale). Melnyk (2008) navodi vezu između okoliša i krajolika tvrdeći

da se okoliš sastoji od krajobraznih kompleksa različitih razina koji su se sposobni samoorganizirati i samorazvijati. U slovačkom je pak Zakonu o teritorijalnom planiranju i građevinarstvu krajolik definiran kao okoliš ljudi i drugih živih organizama (Miklós, 2010). Dakle, u određenoj se mjeri poistovjećuju ta dva pojma.

Na temelju svega iznesenog čini se logičnim s krajobraznoekološkog aspekta definirati okoliš ukupnim abiotičkim, biotičkim i društvenim okruženjem zajednica čovjeka i drugih organizama koje za njih ima neposredno ekološko značenje, a uključuje komponente litosfere, pedosfere, hidrosfere, atmosfere, biosfere i noosfere. U tom smislu granice okoliša mogu se poistovjetiti s granicama ekosfere dok bi ekotopi, krajolici i ekoregije predstavljale hijerarhijski poredane trodimenzionalne, prostorne jedinice u kojima su komponente okoliša funkcionalno povezane sačinjavajući ekološke sustave.

3.2.1. Okoliš kao holarhijski sustav

Budući da ovaj prijedlog obuhvaća okoliš kao hijerarhijski sustav moguće je na njega primijeniti koncept holarhije kojeg je uveo Köszler (1969 prema Naveh, 2000), a u proučavanju ekosfere kao ukupnog ljudskog ekosustava predlažu ga Farina (1998) i Naveh (2000). Holarhiju, naime, čine holoni (od grč. *holos* – cijeli i *proton* – dio) koji opisuju prirodu svake hijerarhijske razine koja je istodobno i cjelina i dio. Prema tom konceptu ekotopi kao najmanje prostorne jedinice u kojima su komponente okoliša funkcionalno povezane u ekosustave predstavljaju holone okupljene u krajolik kao holon više razine. Različiti krajolici pak sačinjavaju ekoregiju kao holon još više razine, a ekoregije sačinjavaju ekosferu kao holon najviše razine. Holarhija podrazumijeva načelo prema kojem je cjelina više od zbroja svojih dijelova zbog funkcionalnih veza unutar i između holona.

3.3. Prikladnost krajolika za prostorno planiranje

Krajolik predstavlja zajedničko stanište ljudi i drugih organizama te se u njemu odvija većina relevantnih prirodnih i socioekonomskih procesa (Farina, 1998). Dugotrajni antropogeni utjecaji korištenja zemljišta izmijenili su funkcionalnu prirodnu konfiguraciju krajolika zbog čega se javlja potreba za optimalnim razmještanjem elemenata krajolika u svrhu osiguravanja poželjnih funkcija (Ahern, 2005). Da bi to bilo ekološki, ekonomski i

socijalno dugoročno održivo, nužno je uključiti ekološka načela u planiranje kao temelj za daljnje socijalno i ekonomsko korištenje krajolika koje će zadovoljiti zahtjeve i potrebe svih njegovih stanovnika (Botequilha-Leitão i Ahern, 2002) uz istovremeno maksimalno minimiziranje poremećajnih učinaka ljudskih intervencija (Zube, 1987).

S planiranjem prostora neraskidivo je povezano upravljanje i gospodarenje prostorom. Farina (1998) naglašava da je krajobrazno mjerilo najefikasniji pristup gospodarenju ekološkim sustavima, odnosno okolišem. Hobbs (1997) ukazuje na činjenicu da se upravljanje okolišem u svrhu konzervacije bioraznolikosti i održivog korištenja zemljišta ne može planirati ni izvoditi po principu „mjesto po mjesto“ već se treba poduzeti na razini krajolika. Steiner i Osterman (1988) navode su da se planiranje korištenja zemljišta na nacionalnoj razini u SAD-u pokazalo neostvarivim zbog čega se prešlo na sustav planiranja korištenja zemljišta na razini koja se može okarakterizirati krajobraznom. S druge strane, globalne promjene se upravo na razini krajolika odražavaju na lokalne ekološke uvjete o kojima ovise organizmi (uključujući i gospodarski iskorištavane organizme) zbog čega ona predstavlja početnu prostornu razinu za implementaciju odgovora na te promjene (Hobbs, 1997).

Krajobrazno planiranje integralni je dio prostornog planiranja, a primjenom načela ekološkog planiranja koje u obzir uzima međuodnose organizama i njihovog okoliša (Lu i Zong, 1996; Mizgajski i dr., 2010) može djelovati kao koordinator integrativnih okolišno orijentiranih pristupa prostornom planiranju (Kozová i Finka, 2010). Krajobraznoekološko planiranje koje kao temelj koristi krajobraznu ekologiju i njenu teorijsku, metodološku i informacijsku bazu i iskustva (Golley i Bellot, 1991) u tom se smislu može poistovjetiti s integralnim krajobraznim planiranjem. Da bi se osigurala održivost krajolika, krajobrazno planiranje treba nastojati podjednako integrirati abiotičke, biotičke i kulturne ciljeve u procesu planiranja, bez nadmoći pojedine skupine ciljeva (Ahern, 2005). Vrlo važnu prednost krajobraznog planiranja čini uključenost geografskih i ekoloških znanja i stručnjaka iz tih znanosti koji holistički promatraju krajolik razumijevajući njegovu geografsku stvarnost i socioekonomske potencijale te funkcionalne ekološke odnose ljudi, drugih organizama i njihovog abiotičkog okoliša.

Golley i Bellot (1991) naglašavaju višestruku korist uključivanja krajobrazne ekologije kao znanstvene discipline u planiranje krajolika. Osim pružanja teorijskih znanja i metoda, svaki planerski projekt u koji je uključena može joj poslužiti kao terenski eksperiment za testiranje hipoteza, teorija i metoda kojima će ojačati vlastitu teorijsko-metodološku bazu i skupiti iskustva koja će biti primjenjiva u budućim planerskim projektima (Žigrai, 2010).

4. FIZIČKOGEOGRAFSKE KOMPONENTE U PRIMIJENJENIM GEOKOLOŠKIM ISTRAŽIVANJIMA

Svojim obuhvatnim i integrativnim pristupom okolišu te širokom bazom znanja i spoznaja, geografija može značajno doprinijeti primjenjivost geoekoloških i općenito krajobraznoekoloških znanja, metoda i pristupa prostornom planiranju kao i njihovom razvoju (Bastian, 2001; Halás, 2003). Komplementiranje znanja o zadovoljavanju ekoloških potreba ljudi i organizama kroz prostorno planiranje drugi je važan doprinos. Temeljni način na koji je moguće koncipirati doprinos geografije u primijenjenim geoekološkim istraživanjima je kroz pružanje geografskih informacija o pojedinim abiotičkim i ljudskim komponentama okoliša od kojih je krajolik sastavljen. Pritom one mogu biti analitičkog i sinteznog karaktera. Temeljna karakteristika analitičkih geografskih informacija je što definiraju funkcionalni odnos bilo kojih dviju istraživanih komponenti okoliša važan za objašnjavanje funkcioniranja i organizacije krajolika i mogućnosti njegovog korištenja. Sintezne geografske informacije pak definiraju to funkcioniranje i organizaciju krajolika sačinjenog od niza fizičkih i društvenih komponentni u isprepletenim funkcionalnim međuodnosima te mogućnosti njegovog korištenja. Kako je u geografiji važno da se ne zaustavi na analizi, već da na temelju analitičkih informacija i postojećih geografskih teorija i iskustava izvede sintezne informacije (Pahernik, usmeno), tako je u geoekologiji važno da analitičke i sintezne geografske informacije iskoristi u fundamentalnim i primijenjenim istraživanjima.

Temeljne fizičkogeografske komponente prostora važne u primijenjenim geoekološkim istraživanjima su: reljef i litosfera, pedosfera, hidrosfera i atmosfera. U mjeri u kojoj utječu na abiotičke komponentne i strukturu krajolika te njegovo korištenje tu valja dodati i vegetaciju i životinje čija je uloga u planiranju korištenja krajolika potkrijepljena brojnim primijenjenim istraživanjima (Drdoš i Hrnčiarová, 2003; Ružička, 2005; Hrnčiarová i dr., 2007; Bognar i Bognar, 2010; Carević, 2011; Tandarić i dr., 2013). Budući da je biosfera prostorno i funkcionalno isprepletena sa svim drugim sferama, relevantne biotičke komponente su obrađene kroz svoje ekološke veze s abiotičkim komponentama.

4.1. Reljef i litosfera u ekološkom sustavu krajolika

Litosferu čini površinski stjenoviti sloj Zemlje čija se površina oblikuje pod utjecajem endogenih sila i egzogenih agensa: vjetra, vode i leda koje pokreću Sunčeva energija i gravitacija te organizama među kojima najveće promjene čini čovjek (Summerfield, 1991). Ukupnost površinskih i podzemnih neravnina u površinskom sloju litosfere čini reljef koji mijenjajući se istodobno regulira faktore koji ga mijenjaju stvarajući ravnotežni sustav u kojem čovjek postaje sve važniji element (Bastian i dr., 2002).

U ekološkom sustavu krajolika litosfera izravno međudjeluje s ostalim komponentama krajolika na mjestima gdje zbog nedostatka tla stijene izlaze i čine Zemljinu površinu (Bognar i dr., 2002). Takvi prostori su češći kod topivih stijena poput karbonata i gipsa koje se troše kemijskim putem pa iza njih ne zaostaje dovoljno taloga u kojem bi pedogenetski procesi mogli dovoljno brzo formirati tlo prije nego ga voda, led ili vjetar transportiraju. Na mjestima gdje su površinske stijene manje otporne na mehaničko trošenje, vjetar i voda će mehanički djelovati na stijene postupno destruirajući kompaktnost površinskog dijela. Procesom dezintegracije strukture stijene akumulira se rastresiti supstrat s česticama različitih veličina u kojem počinje djelovati pedogeneza dovodeći do nastanka tla koje postaje medij za međudjelovanje litosfere s hidrosferom, atmosferom i organizmima.

Reljef ima regulacijsku ulogu u ekološkom sustavu krajolika jer kroz obilježja nadmorske visine, vertikalne raščlanjenosti, nagiba i ekspozicije padina utječe na temperaturne i precipitacijske odnose, distribuciju vode u tlu, površinsko otjecanje, transport čvrstih i otopljenih tvari itd., a isto tako regulira i sastav i distribuciju biocenoza kao i mogućnosti korištenja zemljišta (Bastian i dr., 2002; Osterkamp i dr., 2012). Reljefni oblici doprinose georaznolikosti krajolika povećavajući njegov znanstveno-edukacijski, rekreativni i turistički potencijal (Gray, 2004). Morfometrijskim obilježjima i stabilnošću padina utječe pak na potencijal za poljoprivredno iskorištavanje, gradnju, prometne, vojne i druge aktivnosti.

Brojne ljudske aktivnosti, kako kroz prošlosti tako i danas, zbog svog arealnog karaktera zahtijevaju manje ili veće dijelove Zemljine površine. One se najčešće dobivaju uklanjanjem prirodne vegetacije i/ili izmjenama prirodnih postavki abiotičkih komponenata krajolika koje se gotovo uvijek odražavaju na reljefu. Najčešći način kroz prošlost bilo je krčenje šuma radi dobivanja obradivih površina i površina za gradnju naselja i prometnica. Krčenje šume u

tom smislu ne znači samo sječu stabala, već i čupanje korijenja kako bi se poljoprivrednim alatima moglo obrađivati tlo ili ukopati temelji građevina. Međutim, takva deforestacija predstavlja osnovni mehanizam izlaganja padina denudaciji jer korijenje biljaka, posebice razgranato korijenje stablašica, ustabiljuje tlo i sedimente slabeći erozivni utjecaj vode i vjetra (Summerfield, 1991; Osterkamp i dr., 2012).

4.1.1. Planiranje korištenja padina u krajoliku

Padine su osnovni element reljefa. Njihova su obilježja važna u planiranju različitih oblika korištenja zemljišta, a zbog obilježja stabilnosti mogu imati odlučujući utjecaj u lociranju određene aktivnosti. U planiranju korištenja padina utvrđuju se: fizička pogodnost, estetska i edukativna vrijednost, prohodnost i dostupnost te podnošljivi kapacitet (Saletto-Janković, 1994; Drdoš i Hrnčiarova, 2003; Šundov, 2004; Bognar i Bognar, 2010; Mamut, 2010a, b, c).

U određivanju fizičke pogodnosti padina ovisno o tipu i obliku korištenja zemljišta u obzir se uzimaju vertikalna raščlanjenost reljefa, nagib i stabilnost padina odnosno podložnost derazijskim procesima. Vertikalna raščlanjenost prvi je pokazatelj pogodnosti terena jer je u područjima veće raščlanjenosti intenzitet erozije veći, gravitacijski potencijal regolita da bude mobiliziran veći i promjena nagiba prostorno učestalija (Lozić, 1995). Nagib padina osnovni je pokazatelj podložnosti padina derazijskim procesima budući da se njegova geomorfološka klasifikacija (Tab. 1) temelji na dominantnim geomorfološkim procesima koji se aktiviraju ovisno o inklinaciji podloge (Summerfield, 1991). Stoga je ta kategorizacija prikladna za određivanje pogodnosti padine za gradnju (Bognar, 1990).

Uz nagib, na stabilnost padine i podložnost derazijskim procesima, posebice kliženju, utječe i litološka podloga. Glinovite naslage u sastavu terena, izmjena propusnih pjeskovitih i nepropusnih glinovitih slojeva te porast sadržaja vode osnovni su čimbenici koji uvjetuju pojavu klizišta (Bognar, 1996). Razlog pogodnosti gline za nastanak klizišta je četiri puta veća mogućnost rasta kapilarnih pora u odnosu na pješčenjake (Benetín i dr., 1978 prema Bedrna i Dlapa, 1995). Uslijed navedenih uvjeta nabubreni glinoviti sloj u podlozi postaje klizna ploha po kojoj može doći do kliženja krovinskih slojeva. Nagib padine pritom utječe na potencijal za pokretanje mase niz kliznu plohu. Klizišta uzrokuju enormne socijalne i ekonomske štete i stoga ih je važno spriječiti (Summerfield, 1991; Bognar, 1996).

Tablica 1: Kategorije nagiba padina

<i>nagib padine (u °)</i>	<i>dominantni geomorfološki procesi</i>	<i>pogodnost za gradnju</i>
0 – 2	nema vidljivih tragova kretanja regolita, površinsko spiranje je minimalno	veoma povoljno za gradnju
2 – 5	vidljive pojave kretanja regolita, izraženo spiranje i puženje tla	povoljno za gradnju
5 – 12	jača erozija, intenzivno spiranje, puženje i tečenje i kliženje tla	povoljno za gradnju uz uvjet uređenja
12 – 32	veoma snažna erozija, puženje, tečenje i kliženje tla	nepovoljno za gradnju, koristivo samo uz značajne zahvate
32 – 55	kliženje tla i urušavanje stijenskih blokova	nepovoljno za gradnju
> 55	dominira urušno gravitacijsko kretanje materijala	nepovoljno za gradnju

Izvori: *Bognar, 1990; Summerfield, 1991*

U planinskim područjima na nagnutoj padini može doći do snježnih lavina. U toplijem dijelu godine pak u tim područjima zbog otapanja snijega i leda dolazi do pojačane infiltracije vode u podlogu pa su padine s glinovitim slojem podložne nastanku klizišta. Stoga na padinama podložnim kliženju te na padinama koje predstavljaju potencijalne trase kretanja snježnih lavina treba izbjegavati gradnju skijališta i drugih sadržaja.

Stabilnost padina u određenoj se mjeri, ovisno o nagibu i litološkoj podlozi može povećati kroz određene geotehničke zahvate (Mihalić, 2007). Budući da krčenje vegetacije, posebice šumske, može povećati podložnost padina derazijskim procesima (Prpić, 1992; Laimer i Müllegger, 2012), sadnja biljaka stablašica s razvijenim korijenjem predstavlja ekološki prikladnu mjeru djelomičnog povećanja stabilnosti padina. Učinkovitost su te metode potvrdili Pollen i Simon (2005 prema Osterkamp i dr., 2012). Pritom treba voditi računa da veliko drveće može preopteretiti padine na kojima se nalazi te izazvati naprezanje gornjih slojeva tla i puženje tla koje u konačnici može završiti njihovim rušenjem (Osterkamp i dr., 2012).

Iako su za poljoprivrednu proizvodnju osobito povoljne nizine, doline, kotline i visoravni, u područjima oskudnim ravnica nužno se iskorištavaju padine i većih nagiba. Ratarska je proizvodnja ograničena na nagibe do 25° dok su strmije padine redovito pod šumom ili travnjacima koji se mogu koristiti za ispašu stoke (Crkvenčić i Malić, 1988). Kako se s porastom nagiba padina povećava podložnost eroziji i spiranju tla i hranjivih tvari te se

manjuje infiltracija vode u podzemlje (a na ratarskim je površinama to još izraženije zbog manje gustoće usjeva), produktivnost tla se smanjuje (Crkvenčić i Malić, 1988). Sukladno tome se s porastom nagiba smanjuje i dugoročna pogodnost zemljišta za poljoprivredno korištenje, iako se na nju u ograničenoj mjeri može utjecati. Naime, oranje zemljišta u pravcu pružanja padine kao i neodgovarajuća dubina oranja doprinose erodibilnosti poljoprivredno korištenih padina jer je duž brazdi usmjereno površinsko otjecanje padalinske vode. Zbog toga bi trebalo poticati oranje na padinama u pravcu okomitom na pravac pružanja padina jer bi se time smanjili uvjeti za eroziju te bi se povećala infiltracija vode u vodonosnik (Crkvenčić i Malić, 1988). Na vrlo strmim padinama može se primijeniti tehnika terasiranja poput one u jugoistočnoj Aziji (Barsch i dr., 2002).

U planiranju prometnica reljefne neravnine se nastoje ublažiti kroz uklanjanje reljefnih barijera te iskopavanje i nasipavanje materijala (Black, 2003). U gorskim i planinskim područjima gradnja prometnica često zahtjeva bušenje stijena radi izgradnje tunela pri čemu valja voditi računa da se osigura stabilnost stijena od urušavanja do kojeg može doći ukoliko su u stijenama razvijene kaverne ili speleološki objekti (Roje-Bonacci i dr., 1993). U planinskom krškom okolišu s razvijenim speleološkim objektima značajne bioraznolikosti, ponekad valja tražiti alternativne trase tunela kako bi ih se, ukoliko je to moguće, pokušalo zaštititi.

Za turističke oblike korištenja zemljišta važni kriteriji su i estetsko-edukativna vrijednost krajolika i prohodnost. Naime, u planinskim regijama turizam je česta aktivnost, a posebno je izražen ekoturizam gdje postoji spoj prirode i kulture (Funnell i Price, 2003). Iako padine rijetko imaju estetsku vrijednost, pogled koji se s njih pruža predstavlja jedan od elemenata koje valja uzeti u obzir. Pošumljenost može biti otežavajući faktor za vidljivost, no šume same po sebi predstavljaju estetski atraktivan element u različitim oblicima turizma (Prpić, 1992; Tekić, 2013), omogućujući rekreativne aktivnosti, a zbog specifične mikroklike, proizvodnje kisika, utjecaje na patogene organizme opasne po čovjeka te opuštajućeg utjecaja ima i zdravstvenu funkciju (Prpić, 1992). Poučne staze često iskorištavaju biotičke komponente kao dio sadržaja. Prostorna raznolikost vrsta vegetacijskog pokrova kao i velika bioraznolikost povećavaju atraktivnost poučne staze, a samonikla šumska vegetacija pruža veći doživljaj od zasađene po pravilnom obrascu. Pojedini reljefni oblici na padinama također mogu biti estetski atraktivni turistima. Na prohodnost također mogu utjecati

vegetacija i površinski reljefni oblici budući da teren s grmolikom i trnovitom vegetacijom onemogućava turistima normalno kretanje, a slično može djelovati i npr. škrapar.

Važan kriterij u različitim oblicima korištenja padina, a ponajprije poljoprivredi i turizmu, je podnošljivi kapacitet. U turizmu to može biti broj turista koji se istodobno kreću na poučnoj ili nekoj drugoj stazi smještenoj na padini pri čemu se može javiti ugrožavanje stabilnosti padine (Movčan, 1971). U poljoprivrednom je korištenju potrebno utvrditi npr. podnošljivi kapacitet travnjaka za stoku određujući broj grla stoke po jedinici površine koji neće ugroziti stabilnost padine i njena ekološka obilježja te dugoročne mogućnosti njenog korištenja (Crkvenčić i Malić, 1988). Ukoliko se pri planiranju ne utvrdi nosivost travnjaka te vremenski slijed i učestalost smjene dijelova travnjaka u ispaši, može doći do trajne degradacije zemljišta ugrožavajući ekološka obilježja čitavog krajolika (Farina, 1998). U krškim je okolišima to izražen problem zbog nekontrolirane pretjerane ispaše ovaca i koza koja smanjuje potencijal za regeneraciju i pojačava vjerojatnost nastanka kamenjara (Fürst-Bjeliš i dr., 2000; Parise i Pascali, 2003).

4.1.2. Planiranje korištenja ravnica i dolina

Ravnice i dolinska dna su geomorfološki i litološki povoljne do vrlo povoljne za različite oblike korištenja zbog nagiba između 0° i 5° na kojima se javljaju tek slabo destruktivni derazijski procesi. Znatno veći problem u njima može biti slijeganje terena do kojeg može doći uslijed ispumpavanja fluida iz podzemlja koji je činio potporanj i držao stijensku podlogu stabilnom. U prostorima bogatim rezervama nafte i prirodnog plina njihovim iscrpljivanjem podzemne šupljine koje su bile ispunjene naftom i plinom se prazne i više ne čine potporanj stijenama te dolazi do polaganog slijeganja zemljišta (Laimer i Müllegger, 2012). Stoga je važno locirati ovaj oblik korištenja zemljišta podalje od naselja kako bi se izbjegle socijalne i ekonomske štete i kako se ne bi nagrdio estetski izgled krajolika oko naselja (Smolová, 2004) o čemu treba voditi brigu s obzirom da je temeljna socijalna funkcija krajolika ugodan prostor za život odnosno stanovanje ljudi. Isti učinak izaziva i crpljenje vode iz vodonosnika ako je brže od njegove prihrane. Pod teretom izgrađene infrastrukture dolazi do kompakcije i slijeganja tla dovodeći do promjene mikrotopografije i oštećenje infrastrukture. U krškim područjima bogatim podzemnim šupljinama teret građevina može izazvati urušavanje krovinskih slojeva iznad podzemnih šupljina uzrokujući

pojavu urušnih ponikava koje dovode do socijalnih i ekonomskih šteta, kao i smanjenja pogodnosti zemljišta za gradnju (Summerfield, 1991).

U planiranju hidroelektrana reljef i litološka podloga vrlo su bitni čimbenici jer utječu na troškove izgradnje hidroakumulacijskih jezera. Postojanje dolina relativno strmih i neznatno udaljenih dolinskih strana smanjuje troškove izgradnje hidroakumulacijskih jezera (Milanović, 2000). Ford i Williams (2007) navode da su karbonatne stijene tehnički povoljne za izgradnju hidroakumulacijskih jezera jer su dovoljno snažne da podrže konstrukciju brane i veliki volumen vode, međutim, zbog svoje vodopropusnosti zahtijevaju znatna ulaganja u vodonepropusnu izolaciju dna takvog jezera (Milanović, 2000). Jedna od potencijalnih opasnosti gradnje hidroakumulacijskih jezera u litološkoj podlozi s glinovitim slojem je nastanak klizišta kojim bi dio okolnog terena skliznuo u jezero smanjujući mu volumen za vodu (Ford i Williams, 2007; Alonso i dr., 2010). Gradnjom umjetnih jezera vizualne kvalitete krajolika se mijenjaju, a u ravničarskim krajevima gdje brane predstavljaju visoki izgrađeni element ta je kvaliteta narušena (Jurković, 1993) što treba uzeti u obzir pri planiranju i oblikovanju čitavog kompleksa.

Pri lociranju vjetroelektrana otvorenost prostora odnosno dovoljna udaljenost od barijera koje bi usporile dominantne vjetrove te slabija raščlanjenost reljefa, ravničarski i blago povišen teren predstavljaju povoljne čimbenike jer ne zahtijevaju prilagodbe koje trajno mijenjaju krajolik i mogu dovesti do nestabilnosti okolnih padina (Aničić i dr., 2013). Jedan od kriterija pri lociranju vjetroelektrana svakako bi trebao biti utjecaj na vizualnu kvalitetu krajolika, što je posebno važno kad se lociraju u neposrednoj blizini naseljenih područja. Aničić i dr. (2013) navode da je vjetroelektrane moguće smjestiti gotovo u svaki krajolik u kojem postoji vjetropotencijal, ali istovremeno svaki krajolik na kojem postoji vjetropotencijal nije pogodan prostor za smještanje vjetroelektrane. Nadalje, ukazuju da će se u krajolicima s različitim funkcijama i različitom reljefnom heterogenošću vjetroelektrane različito uklopiti te bi se u krajolicima s društvenim funkcijama gdje je vizualna komponenta bitna vjetroelektrane trebale locirati prateći osnovne konture reljefa te biti vizualno proporcionalne s reljefnim i drugim elementima krajolika.

Kod lociranja naselja i prometnica u dolinama opasnost od poplava jedan je od čimbenika koji se trebaju uzeti u obzir. Zbog godišnjeg variranja protoka rijeke poplavljuju niže dijelove doline, a pri gradnji je nužno kao referentne visinske točke uzimati doseg vode tijekom ekstremnih poplavnih događaja kako bi se smanjila ugroženost infrastrukture.

4.1.3. Planiranje korištenja obala

Iako površinski voda na Zemlji čini veći udio od kopna, u krajobraznoekološkim razmjerima cjeloviti oceani nisu dio predmeta istraživanja, već samo njihovi priobalni dijelovi koji čine priobalne krajolike (eng. *seascape*; Pittman i dr., 2011). S obzirom da oceani čine najveći neprekinuti okolišni sustav na Zemlji (Molles, 2008), njihovi priobalni dijelovi čine svojevrsne ekotone odnosno prijelazne zone u kojima dolazi do smjene uvjeta. Obale mora i jezera primarno se koriste u kupališnom turizmu i izgradnji luka.

Osnovni elementi koje treba uzeti u obzir pri određivanju pogodnosti obala za korištenje su njihova visina, nagib, litološka podloga, djelovanje valova i opasnost od inundacije (Šundov, 2004; Mamut, 2010a, b, c; Carević, 2011). Visoke i strme obale nepogodne su za kupališni turizam, ali se klifovi i strukturni strmcici mogu koristiti npr. u svrhu razgledavanja. Dok su visoke i strme obale uglavnom stjenovite, niske obale češće su izgrađene od rastresitog materijala (pijeska ili šljunka) koji tvore žalo i pogodni su i privlačni u kupališnom turizmu (Carević, 2011). Jači valovi mogu djelovati destruktivno erodirajući žalo dok slabiji valovi najčešće donose i akumuliraju sitni materijal na žalo (Rajčić i dr., 2010). U kupališnom turizmu šumski vegetacijski pokrov u neposrednoj blizini obale u ljetnim mjesecima ima važnu ulogu pružajući hladovinu.

U određivanju pogodnosti obalnih krajolika za izgradnju infrastrukturnih objekata utjecaj mora jedan je od odlučujućih čimbenika. Gibanja mora u nekim su dijelovima svijeta značajnih razmjera za gradnju bilo da je riječ o učestalosti visokih valova bilo da se radi o velikoj dnevnoj amplitudi morskih mijena. U planiranju stoga treba raspolagati podacima o udaljenosti od obalne linije prema kopnu dokle dopiru valovi i more u vrijeme plime te ih kombinirati s podacima o visini i vertikalnoj raščlanjenosti obale, kako bi se odredila minimalna udaljenost urbanih sadržaja od obalne linije. Drugi važan faktor je stabilnost obale uslijed abrazivnog djelovanja.

4.1.4. Planiranje korištenja speleoloških objekata

Mnogi su speleološki objekti dobili turističku funkciju tijekom 20. stoljeća (De Waele i Melis, 2009), iako ljudska prisutnost značajno mijenja mikroklimatske i ekološke uvjete u njima (Buzjak, 2007). Saletto-Janković (1994) i Buzjak (2008) u određivanju pogodnosti

špilja za turističko korištenje u obzir su uzimali morfologiju, prohodnost, duljinu i nagib kanala te bogatstvo sigama i drugim atraktivnim oblicima, a važnost je dana i podnošljivom kapacitetu špilje za posjetitelje. Razgranata morfologija pruža veće mogućnosti turističkog uređenja špilje i u nekim slučajevima uređenje kružne staze u odnosu na jednostavnu morfologiju (s jednim kanalom). Duljina, širina, visina i nagib kanala uvjetuju mogućnost kretanja kroz špilju i njenog uređenja za turističke posjete. Bogatstvo sigama, tragovi speleogeneze i evolucije reljefa, fosilni ostaci i vodeni tokovi osnovni estetsko-edukativni čimbenici za turističko vrednovanje špilja (Buzjak, 2008).

Turistički speleološki objekti pružaju stabilne mikroklimatske uvjete za posjećivanje tijekom cijele godine budući da temperature u njima općenito vrlo malo variraju tijekom godine (Buzjak, 2007, 2012). Pri određivanju pogodnosti špilja za turističko korištenje prirodno provjetravanje je povoljni čimbenik jer umanjuje utjecaj pojačanog rošenja i porasta temperature zraka do kojeg dolazi zbog umjetnog osvjetljenja i posjetitelja (Buzjak, 2007). Posjetitelji u špiljama također povećavaju i koncentraciju ugljikovog dioksida koji ima toksično i korozivno djelovanje (Janković, 2012). Stoga je bitno da se ulaz u špilju ne zatvara punim vratima koja će onemogućiti normalnu cirkulaciju zraka i provjetravanje špilje (Buzjak, 2007). Problem vezan uz špiljsku rosu u kombinaciji s neadekvatnom rasvjetom koja jako zagrijava zrak, stijene i sedimente je u nepoželjnoj pojavi flore na stijenama i sigama. Takve negativne antropogene utjecaje moguće je ublažiti kontinuiranim praćenjem mikroklimatskih parametara (prije svega temperature i vlažnosti zraka), određivanjem turističkog kapaciteta špilje i njenih pojedinih dijelova te odabirom hladne rasvjete koja ne stvara uvjete za razvoj špiljske flore (Buzjak, 2007). Važan način ublažavanja i sprječavanja negativnog utjecaja posjetitelja je određivanje podnošljivog kapaciteta špilje koji je određen mikroklimatskim obilježjima, vodenim tokovima i aktivnošću životinja u špiljama (Buzjak, 2008).

4.1.5. Planiranje iskorištavanja mineralne osnove

Mineralno bogatstvo Zemljine kore jedan je od preduvjeta njenog ekonomskog iskorištavanja. Od kamenog doba čovjek je iskorištavao stijene i minerale za izradu alata, za gradnju nastambi, a ugljen je iskopavan za gorivo. Iskopavanje minerala do danas se razvilo do te mjere da rudnici dopiru i više tisuća metara u dubinu litosfere (Voralla i Jobling

Purser, 2012). Planiranje lokacije rudarskih oblika korištenja zemljišta ovisi o uvjetima i isplativosti eksploatacije sirovina. Budući da neke rudarske aktivnosti mogu imati destruktivan učinak na tlo i atmosferu kroz iskopavanje tla i uklanjanje vegetacije te onečišćujući zrak prašinom i bukom, u planiranju je stoga potrebno osigurati da što manji površinski dio krajolika bude degradiran uslijed tih aktivnosti kako bi se nakon njihovog prestanka prostor mogao restaurirati.

4.2. Pedosfera u ekološkom sustavu krajolika

Pedosfera predstavlja otvoreni sustav tla debljine od nekoliko decimetara do oko dva metra (Husnjak, 2008). Tlo je vertikalno stratificirano, kompleksna mješavina žive i nežive tvari (Molles, 2008). Nastaje postupnim razvojem iz trošine stijena i organskih ostataka djelovanjem mehaničkih, kemijskih i bioloških procesa pri čemu im svojstva ovise o pedogenetskim čimbenicima: matičnom supstratu, klimi, lokalnim vodnim uvjetima, reljefu, organizmima i ljudskom tretmanu (Bastian i dr., 2002, Husnjak, 2008; Molles, 2008). Tlo je u krajoliku povezano sa svim drugim abiotičkim komponentama kroz kruženje tvari i energije uslijed čega u njemu dolazi do pretvorbe materijala. Pritom se podrazumijeva razgradnja organske i mineralne tvari kojima se oslobađaju hranjive tvari ili nutrijenti koji su od vitalne važnosti za organizme koji žive u tlu ili imaju korijenje u tlu – edafon (Bastian i dr., 2002; Husnjak, 2008).

Uslijed pedogeneze u profilu tla se razvijaju horizonti s različitim stupnjem razvijenosti. Budući da tlo sporo reagira na promjene okoliša, profil tla u određenoj mjeri odražava prošla stanja krajolika što ih čini korisnima u proučavanju prošlosti krajolika, ali i ograničava u određenoj mjeri u proučavanju njegovog sadašnjeg stanja (Bastian i dr., 2002). Tome doprinosi i bioturbacija, miješanje gornjih slojeva tla uslijed rasta i raspadanja korijenja te kopanja i miješanja čestica od strane pedofaune (Osterkamp i dr., 2012).

Obilježja pedosfere od temeljnog su značenja u planiranju poljoprivrednog i drugih tipova korištenja zemljišta koji uključuju sadnju biljaka jer, čak i kad se usklade svi drugi povoljni faktori za poljoprivrednu proizvodnju, bez tla je ona nemoguća. Iako proces pedogeneze traje neprekidno, radi se o relativno sporom procesu što znači da se gubitak tla ne može smjestiti u dogledno vrijeme nadomjestiti. Pri određivanju fizičke pogodnosti tla valja u obzir uzeti tip podloge, dubinu, sadržaj humusa, temperaturu, vlažnost i reakciju tla

te podložnost eroziji. Zbog sve veće upotrebe agrokemikalija te neadekvatnog odlaganja otpada i otpadnih voda onečišćenost tla postaje također važan čimbenik (Spahić, 1999; Osterkamp i dr., 2012).

4.2.1. Važnost sastava tla u krajobraznom planiranju

Produktivnost tla u velikoj mjeri ovisi o organomineralnom sastavu tla kojeg čine minerala i humus (Husnjak, 2008). Minerali u tlu mogu se podijeliti na makronutrijente (N, P, K, Ca, Mg, Fe) kojima je tlo opskrbljeno u većim količinama i mikronutrijente koji se u tlu nalaze u tragovima (Cu, B, Mn, Zn, Mo, Se i Cl). Edafonu su ti minerali neophodni za razvoj i rast (Bobade i dr., 2010), a u poljoprivrednom korištenju se njihov nedostatak nastoji nadoknaditi gnojenjem tla.

Drugi čimbenik produktivnosti tla je sadržaj humusa koji predstavlja organsku sastavnicu tla nastalu razgradnjom mrtve organske tvari mikrobiološkim procesima (Husnjak, 2008). Mrtvu organsku tvar u najvećoj mjeri odlažu biljke, a u manjoj drugi organizmi koji žive na tlu i u njemu. Brzina tvorbe humusa i njegova količina ovise o klimatskim uvjetima, vlažnosti i kemijskim uvjetima tla (pH) koji uglavnom potječu od mineralnog supstrata te obliku korištenja zemljišta o kojem ovisi količina vegetacijskog pokrova i akumulacija mrtve organske tvari na tlu (Bastian i dr., 2002).

4.2.2. Važnost dubine i vlažnosti tla u krajobraznom planiranju

Za sadnju biljaka dubina tla je važan čimbenik. Pritom valja razlikovati pedološku i ekološku dubinu. Prva se odnosi na zbroj dubina svih pedoloških horizonata zahvaćenih pedogenezom dok druga podrazumijeva dubinu tla do koje korijenski sustav biljaka nalazi edafske vegetacijske čimbenike (Husnjak, 2008). Tlo valja različito vrednovati prema ekološkoj dubini s obzirom da različite kulture zahtijevaju različitu dubinu tla za zakorjenjivanje kako bi se opskrbile hranjivim tvarima i vodom te postigle stabilnost (Bastian i dr., 2002).

Uz dubinu tla vezana je i njegova vlažnost. Bastian i dr. (2002) navode ukupni volumen pora i kapacitet tla za vodu i zrak najvažnijim hidrauličkim karakteristikama tla za ekologiju bilja. O njima ovise mogućnosti za rast biljaka koje vodu ne mogu koristiti neposredno iz

atmosfere već kroz korijenski sustav iz tla (Šegota i Filipčić, 1996). Tlo, kao i stijene, obilježavaju pore unutar kojih se mogu kretati i akumulirati zrak i voda (Husnjak, 2008). Za ocjenu pogodnosti tla za poljoprivrednu proizvodnju nužno je utvrditi poljski kapacitet tla za vodu za što je nužno uključiti pedologe u primijenjena geoekološka istraživanja. Poljski kapacitet tla predstavlja količinu vode u tlu (prethodno zasićenom do maksimalnog kapaciteta) preostalu nakon cijeđenja suvišne vode iz gravitacijskih pora u poljskim uvjetima, a obično se mjeri 24-48 sati nakon dugotrajnih ili obilnih kiša, navodnjavanja ili plavljenja (Bognar i dr., 2002; Husnjak, 2008; Madjar i Šoštarić, 2009). U slučaju prekomjerne količine vode koja može biti uzrokovana postojanjem nepropusnog sloja ispod tla ili plitkom dubinom vodnog lica razvijaju se uvjeti za hidrofilnu vegetaciju kojoj pripada vrlo mali dio poljoprivrednih kultura. Za popravljavanje mogu se predložiti hidromelioracijske mjere odvodnje suvišne vlage pri čemu je nužno voditi računa o utjecajima na okolne ekotipe u kojima bi se time mogli promijeniti ekološki uvjeti i doći do smjene prirodne vegetacije novim vrstama kojima novi uvjeti odgovaraju (Mayer, 1995). Nedovoljna količina vode uslijed prevelike evaporacije i procjeđivanja stvorit će pak uvjete za kserofilnu vegetaciju kojoj također pripada vrlo mali dio poljoprivrednih kultura.

4.2.3. Važnost erozije tla u krajobraznom planiranju

Važan problem ljudskog korištenja pedosfere je erozija tla koja predstavlja glavnu prijetnju dugoročnoj održivosti poljoprivrede i opstojnosti organizama u ekosustavima kojima dominira čovjek. Zbog manje gustoće kultiviranih biljaka i stoga manjeg obujma korijenja u tlu koje inače pojačava njegov integritet u odnosu na prirodnu travnjačku i šumsku vegetaciju, poljoprivredna i druga antropogeno korištena zemljišta znatno povećavaju podložnost tla eroziji (Spahić, 1999). Erodibilnost tla, pored ostalog, ovisna je o njegovoj teksturi. Pjeskovita tla su podložnija eroziji od glinovitih i ilovastih tala zbog manje soli, gline i silta koji omogućuju fizičku agregaciju tla (Belnap i dr., 2007), ali su otpornija na kompakciju kao drugi način degradacije tala (Bedrna i Dlapa, 1995). Već je spomenuto da i pravac i dubina oranja mogu značajno utjecati na podložnost eroziji i ispiranju hranjivih tvari iz tla. Gaženje uslijed prekoračivanja podnošljivog kapaciteta vodi smanjenju i nestanku vegetacije duž trasa kretanja te kompakciji tla što se može odraziti kroz povećanje

površinskog otjecanja vode i izraženiju eroziju tla, smanjenje bioraznolikosti i u konačnici kroz kolaps ekosustava (Williams, 1998).

Na temelju različitih antropogenih degradacijskih utjecaja na tlo i stupnja gubitka ekoloških funkcija Bedrna i Dlapa (1995) predlažu pet stupnjeva u određivanju degradiranosti tla prema kojima valja planirati gospodarenje tlom:

- *Minimalna degradiranost* podrazumijeva vrlo slabu degradaciju tla pri čemu nije nužno ulagati u njegovu sanaciju jer tlo može samostalno podnijeti antropogene utjecaje. Primjer je kompakcija tla koja se može obnoviti prirodnim procesom bioturbacije.
- *Mala degradiranost* predstavlja slabije pogoršanje tla uslijed kratkotrajnog utjecaja manje štetnih faktora pri čemu povratak u izvorno stanje zahtjeva manje troškove i jednostavne agrotehničke mjere. Primjer je gubitak nutrijenata koji se može sanirati prirodnim gnojenjem.
- *Umjerena degradiranost* ukazuje na snažnu do vrlo snažnu degradaciju karaktera i funkcija tla koja se može brzo popraviti uz razumne troškove koristeći agrotehničke i jednostavne mjere popravljanja/sanacije zemljišta. Primjer je zakiseljenost koju valja tretirati gnojenjem i kalcifikacijom pri čemu je nužno pratiti ekološki utjecaj na okolne ekotope i ublažiti eventualne eutrofikacijske učinke.
- *Znatna degradiranost* podrazumijeva potpuno pogoršanje svojstava i funkcija tla koje zahtjeva velike troškove za njegovo popravljanje odnosno sanaciju. Primjer je saturacija vodom koja se može riješiti hidromelioracijskim zahvatima odvodnje suvišne vode iz tla.
- *Kritična degradiranost* znači potpuno pogoršanje i propadanje tla uslijed kojeg je praktički nemoguće vratiti tlo u njegovo izvorno stanje. Moguća sanacija traži stvaranje novog, antropogenog tla rekultivacijom. Primjer je potpuna denudacija tla koja zahtjeva stvaranje ili uvoz novog tla.

4.3. Hidrosfera u ekološkom sustavu krajolika

Hidrosfera podrazumijeva ukupnost vode na Zemlji. Led je na Zemlji obuhvaćen pojmom kriosfera koja je sastavni dio hidrosfere. U svakom okolišu bez iznimke voda međudjeluje sa svim organizmima, svim abiotičkim komponentama i svakom ljudskom aktivnošću (Ferguson, 1992; Molles, 2008). Važan je agens oblikovanja reljefa, pedogenetski čimbenik, vitalna supstanca za život i razvoj organizama, sudjeluje u atmosferskim procesima, mijenja klimatske i mikroklimatske karakteristike prostora.

Površinske vode predstavljaju raznolike ekosustave različite bioraznolikosti zbog čega su važan element krajolika. One oblikuju komponente krajolika utječući na karakteristike i uzorke ekosustava (reljef, tlo, biotičke zajednice) i ljudska društva (demografiju, kulturu, gospodarstvo) kao i na njihove promjene kroz prostor i vrijeme (Naiman i dr., 1998 prema Ferreira i Botequilha-Leitão, 2004). Tekućice i stajačice nisu samo važni strukturni elementi krajolika, već i važni rezervoari i transporteri tvari i energije te imaju važnu ulogu u njihovoj razmjeni kao i razmjeni vodenih i kopnenih organizama i gena (Bastian i dr., 2002). Vode su u današnjem svijetu među najosjetljivijim i najugroženijim biotopima. Zbog njihovog ubrzanog nestanka, ugrožene su npr. brojne ptice selice – od gnjezdarica do močvarica te su uvrštene u crvene knjige po Ramsarskoj konvenciji (Kalivodová, 1995).

Voda ima posebno značenje za čovjeka. Vodena tijela imaju sljedeće funkcije: odvodnjavanje, retenciju, transport i pohranu tvari i energije, smanjenje klimatskih varijacija, a usto i estetsku, etičku, socijalnu (edukacijsku, rekreacijsku, poljoprivrednu i dr.) i ekonomsku funkciju (Bastian i dr., 2002). Uzimajući u obzir iznimnu polifunkcionalnu važnost i ograničen potencijal obnovljivosti vodom treba gospodariti na održiv i obziran način.

4.3.1. Planiranje korištenja tekućica

S obzirom da tekućice i vodonosnici skupljaju i miješaju vode iz čitavog porječja, kroz kvalitetu i ekološka svojstva voda oni odražavaju oblike korištenja zemljišta u porječju (Molles, 2008). Kombinirajući tu spoznaju s činjenicom da je porječje prirodno ograničeno i izravno je odraženo u reljefu i preko njega u klimatskim i vegetacijskim uvjetima, brojni autori naglašavaju da bi se geoekološka i krajobraznoekološka istraživanja trebala

poduzimati na razini porječja koje čini povoljnu prirodnu osnovu za prostorno određivanje krajolika (Pablo i dr., 1994; Farina, 1998; Aspinall i Pearson, 2000; Bastian i dr., 2002; Karadağ, 2013).

U određivanju fizičke pogodnosti za korištenje različiti oblici korištenja zahtijevaju vrednovanje različitih obilježja vodotoka. U ruralnim se krajevima voda iz tekućica crpi za vodoopskrbu naselja i poljoprivrednih površina. Pritom je važno odrediti protok i kakvoću vode i podnošljivi kapacitet crpljenja. Protok vode mora biti dovoljan da je moguće dugoročno crpljenje vode. Kakvoća vode može se ispitati kemijskim i biološkim metodama, a mnoge države imaju zakonski propisane higijensko-sanitarne standarde i ovlaštene ustanove koje određuju kakvoću vode prema njima (Dadić, 2003). Za poljoprivredno korištenje zahtjevi kakvoće su manji. Podnošljivi kapacitet crpljenja vode iz tekućice određuje količinu vode koja može biti iscrpljena u prikladnoj jedinici vremena, a ovisi o protoku i ugroženosti riječne bioraznolikosti koja doprinosi kakvoći vode. Ako uz naselje ili obradive površine teku manje tekućice, one obično imaju mali akumulacijski volumen i trajanje pa njihov protok fluktuiraju u ovisnosti o vremenskim uvjetima u njegovom drenažnom bazenu. Zbog toga se na njima mogu izgraditi manje zaustave za akumulaciju vode što će povećati volumen i trajanje akumulacije te stabilizirati protok, međutim, sve će to utjecati na nizvodne ekosustave (Ferguson, 1992).

Rekreacija i turizam imaju drukčije zahtjeve prema tekućicama. U kupališnom turizmu i avanturističko-rekreativnim aktivnostima na brzim planinskim tekućicama (rafting, kanuing, kajakaštvo i sl.) veliku važnost imaju fizička pogodnost, estetska vrijednost, dostupnost i podnošljivi kapacitet dok su u izletničkim oblicima turizma koji se temelje na razgledavanju najvažniji estetsko-edukativna vrijednost i dostupnost. Fizičku pogodnost tekućica za kupališne aktivnosti valja određivati prema temperaturi vode, brzini toka, materijalu dna korita, dimenzijama poprečnog profila korita, estetsku vrijednost prema izgledu korita, postojanju slapova ili vodopada, boji odnosno prozirnosti vode, vodenoj vegetaciji i izgledu i vegetaciji obala, dostupnost prema visini obala (zbog čega su kanjonske rijeke potencijalno nepogodne), a podnošljivi kapacitet prema maksimalno dozvoljenom broju kupača istovremeno u tekućici po jedinici površine uzimajući u obzir ekološke posljedice.

Za rekreativne aktivnosti vezane uz korištenje tekućice za plovidbu malim rekreativnim plovilima fizička pogodnost u funkciji je širine i nagiba korita, brzine toka, vodostaja, u manjoj mjeri temperature vode te postojanja brzaca i stabilnosti obala (Lepirica, 2006) dok

je atraktivnost izgleda krajolika pri pogledu s korita poželjan čimbenik. Dostupnost je pak važan čimbenik jer je povoljno da korisnici u bilo kojem trenutku mogu prekinuti aktivnost i izaći na obalu zbog čega su kanjoni manje pogodni. Za izletnički turizam temeljen na razgledavanju vodotoci imaju primarno estetsko-edukativnu vrijednost pri čemu valja vrednovati izgled korita, materijal dna korita, postojanje brzaca, slapova, vodopada, sedrenih barijera i ada (Lepirica, 2006). Pristup obalama vodotoka ili nekom dijelu krajolika s atraktivnim pogledom na vodotok glavni su čimbenici dostupnosti.

Uslijed razvoja intenzivne poljoprivrede koja nastoji smanjiti ovisnost o prirodnim uvjetima brojne su rijeke kanalizirane i oko njih su izgrađeni nasipi kako bi se onemogućilo plavljenje. U ekološkom pogledu se to pokazalo negativnim i po riječne organizme i po tlo i vegetaciju na naplavnim ravnica. Rijeke i njihove naplavne ravnice, naime, formiraju kompleksan, izrazito dinamičan krajolik koji uključuje ekosustave rijeka, obalnih šuma, močvara, mrtvaja i travnjaka. Ti su riparijski ekosustavi (eng. *riparian ecosystems*) u prošlosti aktivno razmjenjivali organizme, anorganske nutrijente i organske izvore energije, a glavna veza među njima bilo je periodično plavljenje. No nakon izgradnje nasipa i drugih hidrotehničkih zahvata hranjive tvari koje je rijeka naplavlivala ostaju u toku dok se agrokemikalije korištene za umjetnu prihranu tla akumuliraju u tlu. Uslijed infiltracije padalinske vode one se procjeđuju u vodonosnik koji se obično koristi za vodoopskrbu naselja i navodnjavanje (Osterkamp i dr., 2012). U suvremeno doba raste svjesnost važnosti veze između rijeka i njihovih naplavnih ravnica kroz periodično plavljenje za održavanje kvalitete vode i bioraznolikosti zbog čega su mnoge države pokrenule procese restauracije poput rijeke Kissimmee u Floridi (Molles, 2008).

4.3.2. Planiranje korištenja jezera

Jezera se najčešće koriste u turističke, rekreativne, prometne i ribolovne svrhe. Za određivanje pogodnosti jezera za kupališni turizam mogu se koristiti slični kriteriji kao i kod tekućica uvažavajući činjenicu da su jezera pretežno stajaće vode⁷. Neka jezera i ribnjaci mogu biti uređeni za sportsko-rekreativni ribolov pri čemu su glavni čimbenici u planiranju određivanje pristupa jezeru ili ribnjaku uključujući obale te podnošljivi kapacitet u smislu broja ribolovaca u jedinici vremena ili dopuštene količine ulovljenih riba po ribolovcu na

⁷ Protočna jezera obilježava kretanje i brža izmjenjena voda u odnosu na ostale stajačice.

dnevnoj, tjednoj ili mjesečnoj bazi. U suprotnom može doći do izlova i poremećaja ekosustava u koji su osim riba uključeni i drugi organizmi (Barsch i dr., 2002; Molles, 2008). Prirodni slatkovodni sustavi su posebno ranjivi na unos egzotičnih (invazivnih) vrsta (Molles, 2008).

Važne promjene u krajoliku nastaju izgradnjom umjetnih jezera, prije svega hidroakumulacija u sklopu hidroelektrana. U određivanju hidroekološke pogodnosti tekućice za izgradnju hidroelektrane valja u obzir uzeti nekoliko čimbenika: prirodni režim protoka, ekološki učinak na dubinu vodnog lica okolnog područja kao i ekološke učinke nizvodnog dijela porječja. Velike fluktuacije protoka tijekom godine nisu povoljne za lociranje hidroelektrane, a mogu zahtijevati izgradnju velikih hidroakumulacijskih jezera koja bi akumulirala vodu koja bi se koristila u razdobljima malog protoka. U dijelu doline gdje je izgrađeno hidroakumulacijsko jezero dolazi do njenog poplavlivanja uslijed čega se smanjuje dubina vodnog lica uzrokujući promjene u načinu vlaženja tla i pojavu bara u okolnom području, a u doba obilnijih kiša okolno područje podložnije je poplavama jer je podzemlje saturirano vodom i ne može upiti dodatne količine vode (Barsch i dr., 2002). Nizvodno od brane protok se mijenja s obzirom na potrebe hidroelektrane, a istodobno dolazi do povećanja dubine vodnog lica zbog čega često dolazi do degradacije ekoloških uvjeta što je u vodopropusnom krškom okolišu još izraženije (Pejnović, 1991; Molles, 2008). Uvjeti za poljoprivredu se, dakle, izgradnjom hidroakumulacijskih jezera iz temelja mijenjaju i u uzvodnom i u nizvodnom dijelu porječja.

Izgradnja hidroakumulacijskih jezera najčešće dovodi do stvaranja novih vodenih biotopa jer prije toga u krajoliku nije bilo većih ni drukčijih vodenih površina od vodotoka. Iako su njihovo podrijetlo i svrha znatno drukčiji u odnosu na prirodna jezera, ona ipak kroz razvoj vodene i obalne vegetacije dobivaju karakter poluprirodnih biotopa te postupno razvijaju osnovne uvjete za naseljavanje vodenih organizama i ptica močvarica (Kalivodová, 1995).

4.3.3. Planiranje aktivnosti vezanih uz crpljenje vodonosnika

Budući da su poljoprivreda, stanovanje, industrija i turizam veliki potrošači vode, u sušnijim krajevima i razdobljima godine potrebne su količine vode koje je nužno crpiti iz podzemnih vodonosnika. Stoga u lociranju oblika korištenja zemljišta koji zahtijevaju velike

količine vode valja vrednovati pogodnost i podnošljivi kapacitet vodonosnika za potrebne količine vode. Fizička pogodnost vodonosnika za crpljenje može se odrediti s obzirom na dubinu vodnog lica, hidrogeološku vrstu vodonosnika i kvalitetu vode.

Kod slobodnih vodonosnika dubina je jedan od odlučujućih faktora u određivanju pogodnosti za crpljenje. Što je dubina veća, to su obično veći troškovi izgradnje bunara i crpljenja vode. Suvremena tehnologija omogućila je da se u aridnim područjima svoda crpi iz vodonosnika s vodnim licem na dubini većoj od 150 metara (Collins, 1998). Najpovoljniju situaciju predstavlja postojanje zatvorenog ili arteškog vodonosnika jer će bušenjem nepropusne krovinske stijene koja zatvara taj vodonosnik voda pod tlakom početi izbijati na površinu ili se barem dovoljno podići (Riđanović, 1993) tako da troškovi crpljenja ne budu veliki. Utvrđivanje kakvoće vode iz vodonosnika preduvjet je za njeno korištenje u vodoopskrbi naselja. Naime, zbog različitih izvora zagađenja kroz hidrološki ciklus toksične tvari i teški metali dopijevaju i do podzemnih vodonosnika (Johns, 1961). U aridnim krajevima podzemna je voda često mineralizirana i brakična (Bedrna i Dlapa, 1995; Collins, 1998) i jedno od rješenja je izgradnja sustava za demineralizaciju odnosno desalinizaciju vode.

Posebnu pozornost valja pridati podnošljivom kapacitetu crpljenja vode kako bi se utvrdila mogućnost dugoročnog crpljenja. Taj je kapacitet određen količinom vode koja se može crpiti u jedinici vremena uvažavajući sezonske promjene u prirodnom nadomještanju vode u vodonosniku. Tome izrazitu važnost treba pridati u obalnim područjima, posebice u krškim okolišima gdje precrpljivanje vodonosnika može značajno smanjiti mogućnosti njegova korištenja. Naime, uslijed snažne urbanizacije, demografskog rasta i razvoja turizma u obalnim naseljima koji zahtijevaju velike količine pitke vode dolazi do precrpljivanja vode iz podzemlja što dovodi do povećanja dubine vodnog lica jer se crpljena količina ne stigne nadomjestiti prirodnim putem, a zbog smanjenja tlaka slana morska voda počinje ulaziti u vodonosnik dovodeći do njegovog zaslanjenja (Stiperski i Fürst-Bjeliš, 2003). S obzirom da je tlak slane vode veći od tlaka slatke vode, dotok slatke vode u vodonosnik ne može potisnuti slanu. Intruzija i miješanje slane vode sa slatkom nastavlja se dok god propusne stijene omogućuju njihov kontakt (Biondić i dr., 2000). Uslijed zaslanjenja vode koja se crpi za piće može doći do potrebe za njenom desalinizacijom što je skup postupak.

4.4. Atmosfera u ekološkom sustavu krajolika

Atmosfera je plinoviti omotač Zemlje. Zbog vodene pare koja je dio hidrološkog ciklusa atmosfera je neraskidivo povezana s hidrosferom, a međudjeluje sa svim komponentama krajolika. Temeljni pokretač svih hidroloških i atmosferskih procesa je Sunčeva energija. Količina primljene Sunčeve energije (u obliku direktne i difuzne radijacije) koju će neka lokacija primiti ovisi o geografskoj širini, dobu godine, nagibu i ekspoziciji padine, zasjenjenosti te prozirnosti atmosfere (npr. koncentracija aerosola oko urbanog ili industrijskog područja) (Bastian i dr., 2002). Sukladno tome će se mijenjati temperaturni uvjeti i odnosi dovodeći do procesa razmjene zračnih masa između različitih prostora i razmjene vode između atmosfere i hidrosfere (Šegota i Filipčić, 1996).

U svakodnevnom životu i u planiranju krajolika atmosferu promatramo u dva različita prostorno-vremenska mjerila. Dok je za većinu aktivnosti u svakodnevnom životu važno trenutno stanje atmosfere nad nekim mjestom, u planiranju krajolika je važnije prosječno stanje atmosfere. Budući da različiti topografski uvjeti mijenjaju hidroklimatska obilježja, u planiranju krajolika ekstrapolacija klimatskih uvjeta iz mreže trajnih meteoroloških stanica neće dati dovoljno pouzdane podatke za planiranje (Bastian i dr., 2002). Stoga geoekolozi trebaju provoditi mikroklimatska istraživanja na referentnim točkama postavljenim u prostoru na temelju heterogenosti topografskih uvjeta koji modificiraju mikroklimu i mjerila istraživanja za čije se potrebe mikroklimatska mjerenja provode.

Klima manjih dijelova krajolika zapravo je klima šireg područja modificirana lokalnom topografijom, a prema Yoshinu (1975) podrazumijeva pojmove mikroklimе (horizontalne dimenzije do 100 m) i lokalne klime (horizontalne dimenzije 100 m do 10 km). Klimatski elementi za određivanje mikroklimе su temperatura zraka, brzina vjetera, vlažnost zraka, padaline i insolacija odnosno Sunčeva radijacija (Chen i dr., 1999; Panagopoulos, 2008).

Budući da klima u određenoj mjeri ukazuje na moguće vremenske uvjete tijekom godine, u poljoprivredi je ona jedan od determinističkih čimbenika zbog različite prilagođenosti pojedinih ratarskih kultura klimatskim uvjetima. S druge strane lokalni klimatski uvjeti su pokretački čimbenik turizma, a istodobno i privlačni čimbenik jer utječe na posjetiteljev odabir destinacije (Cristini i dr., 2012). Turistima je važno kakvo vrijeme očekuju u odabranoj destinaciji što ovisi o tome radi li se o ljetnom, zimskom ili cjelogodišnjem obliku turizma.

4.4.1. Važnost insolacije u krajobraznom planiranju

Insolacija je dio Sunčeve radijacije koji dolazi do Zemljine površine, a njeno trajanje ovisi o astronomskim uvjetima, stanju atmosfere i reljefu (Šegota i Filipčić, 1996). Insolacija daje prirodno osvjetljenje, rast temperature, utječe na cirkulaciju zraka i od temeljne je važnosti za primarnu proizvodnju. U mikroklimatskim razmjerima insolacija izravno ovisi o ekspoziciji terena. Naime, prisojne padine obilježava veća insolacija što se odražava kroz veće zagrijavanje u odnosu na osojnu padinu, veće temperaturne amplitude u dnevnom hodu kao i kraće zadržavanje snježnog pokrivača (Crkvenčić i Malić, 1988; Šegota i Filipčić, 1996). U pojedinim dijelovima godine ekspozicija u odnosu na reljefne barijere može biti važno obilježje jer modificira temperature vode i zraka.

U poljoprivredi je insolacija važna zbog svog svjetlosnog i termičkog učinka. Većina poljoprivrednih kultura zahtjeva veću insolaciju zbog čega ih valja locirati na prisojnim padinama. Pri određivanju insolacijske pogodnosti osojnih padina osim ekspozicije u obzir treba uzeti i nagib padine koji također može utjecati na količinu primljene radijacije. Na osojnim padine manjeg nagiba u ljetnim mjesecima će insolacija trajati dulje nego na osojnim padinama većeg nagiba.

Ekspozicija padina ima važnost i u planiranju stambenih i drugih antropogenih zona. U planiranju tih oblika korištenja je važno posjedovati i informacije o rasponu arhitektonskih mogućnosti za smanjenje negativnih učinaka nepovoljnog položaja među elementima krajolika poput vrste građevinskih materijala, položnost objekta itd. U lociranju oblika zimskog turizma koji se ponajprije odnose na sanjkalista, skijališta i snowboard terene ekspozicija padina izrazito važna jer se snijeg dulje zadržava na osojnim nego prisojnim padinama (Šegota i Filipčić, 1996).

U planiranju solarnih elektrana insolacija i količina Sunčevog zračenja su odlučujući faktor. Kolektori solarne energije akumuliraju energiju Sunčeve radijacije (direktne i difuzne) i koriste ju za proizvodnju električne energije. Stoga je za utvrđivanje pogodnosti nekog prostora za iskorištavanje solarne energije potrebno raspolagati podacima o insolaciji i količini zračenja. Najpogodnije lokacije bi se trebale nalaziti u ravničarskim prostorima i na niskim dijelovima prisojnih padina uzvišenja sa slabom prosječnom godišnjom naoblakom.

Budući da Sunčeva radijacija uzrokuje zagrijavanje Zemljine površine, njen je utjecaj na temperaturu vode različit ljeti i zimi (Šegota i Filipčić, 1996), a na taj način utječe i na rad

hidroelektrana. Kako se u zagrijanoj vodi povećava evaporacija, u hidroakumulacijskim jezerima velikih površina dolazi do smanjenja volumena dostupne vode. To je od značajne važnosti u aridnim krajevima gdje je vlažnost zraka mala. U hladnijim razdobljima pak može doći do smrzavanja površinskog sloja vode što onemogućuje rad hidroelektrane i smanjuje njenu efikasnost. U planiranju hidroenergetskih postrojenja za dugoročno korištenje valja u obzir uzeti klimatske promjene koje će se odraziti u količini i režimu dostupne vode u tekućicama na kojima su izgrađena hidroakumulacijska jezera. Rast temperatura zraka smanjit će udio snježnih, a povećati udio kišnih padalina zimi što će se značajno odraziti na hidrogramima tekućica koje se napajaju sočnicom. Isto tako će se na hidrogramima tekućica odraziti i raniji početak i kasniji završetak otapanja ledenjaka tijekom godine (Yarnell i dr., 2010).

4.4.2. Važnost temperature zraka u krajobraznom planiranju

Temperatura zraka posljedica je zagrijavanja od Zemljine površine i u manjoj mjeri apsorpcije Sunčeve radijacije. Prostorne razlike u temperaturi uzrok su cirkulacije zraka, kapaciteta zraka za vlagu, promjena agregatnog stanja vode i zadržavanje snježnog pokrivača. Važno obilježje atmosfere je vertikalni termički gradijent uslijed kojeg se temperatura zraka kontinuirano smanjuje s porastom nadmorske visine za 0,5°C na svakih 100 metara, a u planinskim područjima za 0,6°C na svakih 100 metara (Šegota i Filipčić, 1996).

Temperatura zraka važan je klimatski čimbenik pri određivanju pogodnosti za ratarsku proizvodnju jer rasponom vrijednosti tijekom (efektivnog dijela) godine može biti isključujući čimbenik. Zbog termičkog gradijenta ratarska je proizvodnja ograničena na manje nadmorske visine, ovisno o kulturi. Za razliku od ratarskih kultura travnjačka vegetacija znatno je otpornija na temperaturne varijacije te dobro uspijeva i u toplim i u hladnim uvjetima (Crkvenčić i Malić, 1988).

Temperatura zraka i termički gradijent važan su čimbenik i u lociranju naselja. Iznimno niske temperature tijekom cijele godine ne pogoduju razvoju naseljenosti. Nisu pogodne ni iznimno visoke temperature u tropskim krajevima gdje uzrokuju veliku apsolutnu vlagu zbog čega su hipsometrijski viši krajevi koji imaju blagotvoran klimatski učinak naseljeniji u odnosu na planinska i gorska područja istih visina u umjerenim širinama (Nejašmić, 2005). U

lociranju naselja u planinskim područjima položaj u reljefnim depresijama može biti nepovoljan. Za depresije je u hladnijem dijelu godine karakterističan kotlinski efekt obilježen termičkom inverzijom uslijed koje se u depresijama akumulira hladan zrak (Šegota i Filipčić, 1996). U takvim se uvjetima razvija magla smanjujući insolaciju i zagrijavanje hladnog pridnenog zraka tijekom dana (Bastian i dr., 2002). Zbog toga je u kotlinskim naseljima u hladnom dijelu godine trajanje insolacije kraće, temperature zraka su niže, a aeropolutanti ispušteni iz tvornica ili kućnih ložišta se ne raspršuju, već se zadržavaju i akumuliraju u niskom sloju zraka formirajući dimne kape nad naseljima. Budući da zrak tada postaje zagađen, može postati opasan po zdravlje ljudi, životinja i biljaka (Šegota i Filipčić, 1996; Spahić, 1999). Položaj na obali i u njenom zaleđu termički će se odraziti na toplinske uvjete tijekom godine budući da su oceanske temperature stalnije od kopnenih na svim geografskim širinama (Molles, 2008). I u planiranju prometnica temperatura ima značajnu ulogu jer spuštanjem ispod temperature ledišta u kombinaciji s padalinama dolazi do poledice koja značajno smanjuje sigurnost vožnje (Bastian i dr., 2002).

Pojedini izletnički oblici turizma imaju cjelogodišnji karakter i prema tome zahtijevaju prikladne temperature tijekom cijele godine. Zbog toga su mnoga zaštićena područja u višim geografskim širinama za posjete turista otvorena samo u toplijem dijelu godine. Ljetni oblici turizma poput kupališnog zahtijevaju što dulje trajanje umjereno visokih temperatura vode i zraka. S druge strane oblici zimskog turizma zahtijevaju temperature ispod 0°C, ali ne preniske. Pritom je povoljno ako su one niske tijekom cijele godine jer omogućuju cjelogodišnju turističku ponudu. S obzirom da temperature kao i temperaturne amplitude opadaju, a trajanje insolacije raste s porastom nadmorske visine (Šegota i Filipčić, 1996) u kombinaciji s nagibom padina planinska su područja najpovoljnija za takve oblike turizma. U planiranju valja uzeti i utjecaj klimatskih promjena uslijed kojih će više nadmorske visine postati temperaturno pogodne za zimski turizam povezan sa snijegom (Hamilton i dr., 2005).

4.4.3. Važnost cirkulacije zraka u krajobraznom planiranju

Cirkulacija zraka nastaje uslijed prostornih razlika u temperaturi odnosno tlaku zraka. U lokalnim su razmjerima glavni čimbenici strujanja temperaturni odnosi koji nastaju uslijed

različitih termičkih svojstava kopna i vode te uslijed zagrijavanja zraka od podloge. Stoga se u obalnim i planinskim područjima javlja lokalna cirkulacija.

U obalnim područjima zbog različitih termičkih svojstava mora i kopna formira se specifična cirkulacija zraka iznad njih (Šegota i Filipčić, 1996). S obzirom da se kopno brže zagrijava i hladi od mora, njegova je temperatura tijekom dana viša od temperatura mora. Stoga se zrak nad kopnom jače zagrijava i izdiže smanjujući tlak nad kopnom. Budući da je tlak nad morem zbog manje zagrijanog zraka veći počinje pri površini strujati prema kopnu. Noću se pak kopno jače ohladi od mora te je tlak zraka manji nad morem zbog čega s kopna pri površini struji prema moru. Ta lokalna cirkulacija ublažava veće dnevne i manje noćne temperature u obalnim naseljima.

U planinskim područjima u stabilnim atmosferskim uvjetima dolazi do planinsko-dolinske cirkulacije uz padine (Šegota i Filipčić, 1996). S obzirom da se zrak zagrijava od podloge, duž padina je on danju zagrijaniji nego dalje od njih na istim nadmorskim visinama zbog čega se izdiže uz padine dok se hladniji zrak podalje od njih počinje spuštati prema dnu doline. Noću je situacija obratna jer se zrak jače ohladi od padina i počinje se spuštati niz njih pri čemu se zagrijava i pri dnu doline se počinje izdizati.

Cirkulacija zraka osnovni je način premještanja zračnih masa. Cirkulirajući preko vodenih površina zračne mase skupljaju vlagu i griju se. Prelazeći preko orografskih barijera pri izdizanju im temperatura opada te se približavaju rosištu dok im pri spuštanju temperatura raste i udaljavaju se od rosišta. Topli suhi vjetrovi fenskog tipa koji pušu niz planinu imaju povoljan utjecaj na razvoj prirodne i poljoprivredne vegetacije u proljeće. U krajevima gdje pušu hladniji vjetrovi, poput bure na Jadranu, utjecaj na ratarske kulture može biti štetan (Crkvenčić i Malić, 1988). U takvim uvjetima valja planirati mehaničke barijere budući da one povećavaju trenje između zraka i podloge pa vjetar pred njima slabi. Da bi se osiguralo efikasno smanjenje jačine vjetra, barijere treba postaviti okomito na smjer nepovoljnih vjetrova i u sljedovima budući da on ponovno jača nakon zapreke ili između dviju udaljenijih zapreka (Šegota i Filipčić, 1996). Vizualno i ekološki prikladne barijere može činiti grmlje, drvored ili uska traka drveća.

Krajolici s toplim vjetrovima fenskog tipa povoljniji su za ljetne i cjelogodišnje oblike turizma od onih bez vjetrova ili s hladnim vjetrovima jer omogućuju dulje trajanje sezone, iako ljeti mogu izazivati nesnosne vrućine. Za zimski su turizam vjetrovi fenskog tipa

nepogodni jer dovode do ranijeg otapanja snijega, povećavaju opasnost od lavina i skraćuju turističku sezonu.

Vjetar može biti nepovoljan čimbenik u planiranju prometnica. Na otvorenim prostorima kao i na planinskim prijevojima i podno njih gdje se zrak usmjerava i ubrzava postoji opasnost od olujnih udara vjetra što je opasno po čitav kopneni promet, a posebice mostove. Jedno od djelomičnih rješenja kakvo se koristi u Hrvatskoj su burobrani duž prometnica. Također i šumska traka uz cestu može imati sličnu funkciju ukoliko se nalazi uz dominantan vjetar (Prpić, 1992).

Budući da se vjetroelektrane pokreću snagom vjetra, vjetar je temeljni čimbeniku u njihovom lociranju. Najpogodniji su dijelovi krajolika u kojima postoji učestala ili stalna cirkulacija zraka. Pritom je važna i brzina vjetra koja mora biti veća od 2-3 m/s da bi se turbine pokrenule. S druge strane, ne bi smjela često biti veća od 25-28m/s jer se pri tim brzinama turbine isključuju kako ne bi došlo do oštećenja opreme (Međimorec, 2010).

4.4.4. Važnost padalina u krajobraznom planiranju

Odnos privjetrinske i zavjetrinske strane u najvećoj se mjeri odražava na količinu i učestalost padalina koje su veće na privjetrinskoj strani (Šegota i Filipčić, 1996). Veće planinske barijere položene okomito na smjer dominantne cirkulacije predstavljaju tzv. kišnu sjenu jer se sva vlaga izluči pri izdizanju zraka na privjetrinskoj strani te se nakon prelaska preko barijere počinje spuštati i pojačano grijati udaljavajući se od rosišta. Stoga se u njihovoj zavjetrini razvijaju izrazito aridni uvjeti. Primjer su visoke ravnice u zavjetrini Stjenjaka u Sjevernoj Americi.

Odnos privjetrine i zavjetrine zbog precipitacijskih je odnosa vrlo značajan čimbenik u određivanju pogodnosti mikroklima za poljoprivredno iskorištavanje. Ratarske kulture izrazito su osjetljive na dostupnost vlage dok travnjaci mogu uspijevati u donekle aridnijim uvjetima (Crkvenčić i Malić, 1988), ali je nužno u planiranju odrediti podnošljivi kapacitet kroz broj grla stoke koji istovremeno mogu pasti na jedinici površine i/ili u jedinici vremena kako ne bi došlo do njegovog preopterećenja. Ukoliko se ne odredi podnošljivi kapacitet, može doći do trajne degradacije zemljišta (Farina, 1998). U aridnim prostorima ratarstvo je moguće jedino uz navodnjavanje (Getis i dr., 2000).

Za uzgoj biljaka općenito su povoljnija uvijek ili samo ljeti vlažna područja od prostora sa samo vlažnim zimama jer biljke trebaju najviše vode za vrijeme rasta (Crkvenčić i Malić, 1988). Kiša je za vegetaciju najpovoljnija padalina i to kad je dugotrajna, sitna i gusta jer tada najbolje natapa tlo pri čemu ne dolazi do pluvijalne erozije koja je čest slučaj u prostorima s rjeđim, ali intenzivnim padalinama (Crkvenčić i Malić, 1988; Šegota i Filipčić, 1996; Spahić, 1999). Dijelovi krajolika s većim količinama padalina pogodniji su za travnjake nego ratarske kulture. Najnepogodnija ljetna padalina uz intenzivne pljuskove je tuča koja može u potpunosti uništiti kulture (Crkvenčić i Malić, 1988). Snijeg je u ratarstvu povoljna padalina jer dolazi izvan vegetacijskog razdoblja. Zbog dobre termičke izolacije koju pruža, snijeg smanjuje gubitak topline s površine tla onemogućavajući dugovalnu radijaciju s površine (Šegota i Filipčić, 1996). Na taj način zimi štiti ozime kulture od niskih temperatura (Crkvenčić i Malić, 1988), ali onemogućuje sadnju višegodišnjih biljaka prilagođenih na toplije temperaturne uvjete.

U području obalnih planina vjetar koji puše s pučine vjerojatno će nositi vlažne zračne mase koje će se pod utjecajem orografskog efekta izlučivati. Pri lociranju zimskih oblika turizma privjetrinska ekspozicija u tom će slučaju biti povoljna dok će u slučaju dominantnih toplih vjetrova povoljnija biti zavjetrinska ekspozicija radi očuvanja snježnog pokrivača. Za cjelogodišnje izletničke oblike turizma najpovoljnije uvjete imaju područja s ravnomjerno raspoređenim padalinama tijekom godine pri čemu se snježni pokrivač ne zadržava dugo ili je dovoljno tanak da ne utječe značajnije na posjećenost. Ljetnim oblicima turizma poput kupališnog pogoduje godišnji hod padalina s minimumom tijekom sezone, iako umjerene padaline ne predstavljaju otegotnu okolnost za aktivnosti na vodi ukoliko temperature to dopuštaju.

4.4.5. Važnost vlažnosti zraka u krajobraznom planiranju

Vlažnost zraka ovisi o količini vodene pare i termičkim uvjetima zraka (Šegota i Filipčić, 1996). Općenito je apsolutna vlažnost zraka veća što je zrak topliji jer ima veći kapacitet za vlagu. Vlažnost zraka preduvjet je za nastanak padalina, a odnos temperature i vlažnosti zraka i podloge nad kojom zrak struji čimbenik je evapotranspiracije.

Vlažnost zraka od velike je važnosti u određivanju poljoprivrednog korištenja zemljišta. Većina je ratarskih kultura prilagođena na humidne uvjete gdje je količina evaporirane vode

manja od količine padalina pa će aridna područja s obratnim odnosom evaporacije i padalina biti nepovoljna za njihovo lociranje (Šegota i Filipčić, 1996). Evapotranspiracija je općenito veća u suhom, nezasićenom zraku. Kako ona raste, vlažnost tla se smanjuje te se smanjuju uvjeti za opskrbu biljaka vodom (Crkvenčić i Malić, 1988). Budući da se većina promjena u intenzitetu evapotranspiracije događa uslijed cirkulacije zraka, vjetrovi predstavljaju značajan čimbenik koji valja vrednovati u određivanju pogodnosti atmosferskih uvjeta za poljoprivredno korištenje. Strujanje hladnog zraka nad toplom podlogom povećava evapotranspiraciju jer se zrak grije te mu se povećava kapacitet za vlagu (Šegota i Filipčić, 1996). Intenzivna i dugotrajna evaporacija negativna je i s aspekta isušivanja tla pri čemu tlo dobiva rahli površinski sloj smanjenje otpornosti na eroziju (Crkvenčić i Malić, 1988). Na taj se način stvaraju uvjeti za razvoj dezertifikacije uslijed eolske erozije (Kirkpatrick, 2011).

Sublimacijom vodene pare iz zraka dolazi do nastanka mraza na tlu, biljkama i antropogenim objektima. Mraz predstavlja ratarski nepovoljnu pojavu. U umjerenim se širinama javlja u rano proljeće i kasnu jesen i može oštetiti usjeve osjetljive kao i skratiti vegetacijsko razdoblje (Bastian i dr., 2002). Stoga uzgoj biljaka koje vole toplinu nije uvijek moguć tijekom cijele godine ako se ne osiguraju staklenički uvjeti u kojima je moguće donekle kontrolirati klimatske elemente.

5. VAŽNOST GEOGRAFSKIH INFORMACIJSKIH SUSTAVA U PRIMIJENJENIM GEOEKOLOŠKIM ISTRAŽIVANJIMA

Budući da geografija također kao i geoekologija nastoji svoje spoznaje primijeniti u planiranju prostora i gospodarenju prirodnim i društvenim resursima, može praktičnim znanjima, metodama i iskustvima doprinijeti stvaranju modela planiranja održivog upravljanja i gospodarenja krajolikom. Jedan od temeljnih alata u geografskim i drugim prostorno orijentiranim istraživanjima su geografski informacijski sustavi (GIS). Oni omogućavaju analitičko i kompleksno proučavanje elemenata prostora i njihovih međusobnih interakcija i procesa kroz preklapanje slojeva koji prikazuju različite prostorne strukture fizičkogeografskih i društvenogeografskih elemenata prostora (Bánska i Vavrinec, 1995; Malczewski, 2004; Durbešić, 2012). Danas su gotovo sve relevantne analogne analize prostornih elemenata dostupne kao digitalni postupci u GIS-u uz povećanu točnost i preciznost.

Kroz svoju polifunkcionalnost GIS omogućuje različite analize i kompleksno modeliranje krajolika (Hofierka i Tremboš, 1995; Farina, 1998; Lang i Blaschke, 2004). Za razliku od okolišnih modela koji su obično oblikovani kao gotovi programi u kojima korisnik treba unijeti ili definirati ulazne parametre nakon čega se program izvodi bez daljnje interakcije s korisnikom i daje konačni rezultat, GIS omogućuje korisniku da sam odabere alate i provodi analize koje su mu potrebne (Aspinall i Pearson, 2000). Stoga se on sve češće koristi u različitim procesima planiranja krajolika za njegovo društveno korištenje i zaštitu pružajući prostornu komponentu disciplinarno usmjerenim informacijama (Lathrop i Bognar, 1998). Budući da se krajolik i njegovi resursi mogu koristiti polifunkcionalno, planiranje, upravljanje i gospodarenje krajolikom zahtijeva integraciju informacija i analiza važnih za donošenje prostorno relevantnih odluka, a GIS te zahtjeve može zadovoljiti (Aspinall i Pearson, 2000).

Stow (1996) navodi šest temeljnih zahtjeva geoekoloških istraživanja koje GIS može ispuniti: pohrana i pristup podacima u efikasno strukturiranoj bazi podataka, efikasne prostorne analize u različitim mjerilima, lokacijske analize za planiranje korištenja zemljišta, prostorne statističke analize, korištenje različitih izvora podataka te modeliranje ekosustava i krajolika. Upravo je stoga GIS danas neophodan u analizama pogodnosti za različite oblike

korištenja zemljišta (Miller i dr., 1998; Carr i Zwick, 2005; Hrnčiarová i dr., 2007; Yang i dr., 2008).

Da bi analize u GIS-u dale točne i iskoristive rezultate, nužno je koristiti pouzdane izvore podataka. Primijenjena geokološka istraživanja prostorne podatke dobivaju iz literature, statističkih i kartografskih izvora. Različita specijalistička istraživanja reljefa, mikroklimе, tla, voda, litologije, živih organizama i njihovih zajednica kao i društvenih potreba i zahtjeva važan su izvor podataka u planiranju i mogu se integrirati s podacima iz drugih izvora. Arealne, linearne i točkaste podatke o određenim geomorfološkim, hidrološkim i društvenim elementima i obilježjima omogućavaju topografske karte, planovi i nacrti (Kienast, 1993; Kopecka, 2005; Haase, 2008). Tako dobiveni podaci uvijek se kombiniraju s tematskim kartama koje uključuju geološke, geomorfološke, klimatske, hidrološke, pedološke, šumarske i bioekološke karte. Tematske karte i dijagrami izvor su podataka o pojedinim fizičkogeografskim komponentama krajolika i stoga su upotrebljivi u različitim analitičkim i kompleksnim istraživanjima.

Korisni podaci o zemljišnom pokrovu mogu se dobiti iz daljinskih istraživanja odnosno zračnih i satelitskih snimaka: CORINE LandCover (Pablo i dr., 1994; Kistowski, 2000; Durbešić, 2012; Tekić, 2013), LANDSAT (Lathrop i Bognar, 1998; Kistowski, 2000; Malczewski, 2004; Yang i dr., 2008; Valozić i Cvitanović, 2011), GoogleEarth (Steiniger i Hay, 2009; Tekić, 2013) i druge. Izuzetno koristan i funkcionalan izvor podataka o reljefu su digitalni modeli reljefa (Hofierka i Zločová, 1995; Hofierka i Tremboš, 1995; Miller i dr., 1998; Marull i dr., 2007).

Unatoč brojnim izvorima podataka, vrlo rijetko je moguće obaviti primijenjeno geokološko istraživanje bez terenskog dijela istraživanja. Za istraživača je nužno upoznati krajolik da bi mogao planirati njegovo korištenje i gospodarenje njegovim resursima. Tijekom terenskog istraživanja upotpunjava se prostorna baza podataka nedostajućim i detaljnijim podacima (Ružička i Miklós, 1990; Saletto-Janković, 1994; Miller i dr., 1998; Kopecka, 2005; Lepirica, 2006; Lipský, 2007; Buzjak, 2008; Haase, 2008; Melnyk, 2008). Zbog toga su terenska istraživanja nezamjenjiva za obuhvatan pristup u primijenjenim geokološkim istraživanjima.

6. ZAKLJUČAK

Unatoč razvoju duljem od 70 godina, znanstvenici iz područja geografije, ekologije i biologije još uvijek vode rasprave o definiciji krajobrazne ekologije i njenom mjestu u sustavu znanosti. Jedan od razloga je dvostrani razvoj te znanosti u Europi i u Sjevernoj Americi koji se baziraju na spoznajama i načelima iz različitih znanosti i usmjereni su u različitim smjerovima. U Europi se razvija geoekološki pristup bazirajući se na abiotičkim komponentama krajolika koje se proučavaju s aspekta primjene u prostornom planiranju i stoga u njima dominiraju geografi. Geoekologiju se prema njenom fokusu može definirati pristupom koji proučava odnos čovjeka i njegovog okoliša u svrhu planiranja i održivog gospodarenja prirodnim resursima. U Sjevernoj se Americi razvija bioekološki pristup baziran na utjecajima abiotičkih komponenata na organizme (izuzev čovjeka), a razvijaju ga primarno biolozi i ekolozi. Komplementiranjem tih dvaju pristupa i njihovih metoda i spoznaja ostvario bi se razvojni cilj krajobrazne ekologije kao interdisciplinarne znanstvene discipline koja integracijom ekološke baze i spoznaja iz različitih znanosti koje se bave okolišem i njegovim komponentama objašnjava funkcionalne procese i prostornu stvarnost krajolika kao zajedničkog staništa ljudi i drugih organizama.

Da bi okoliš mogao dugoročno zadovoljavati potrebe i pružati uvjete za biološki i tehnološki razvoj ljudskog društva, nužno je njime upravljati na ekološki, ekonomski i socijalno održiv način uvažavajući ekološke odnose i druge organizme zbog njihove funkcije u ekološkom sustavu. Budući da krajolik predstavlja prostorni ekološki sustav u kojem se odvija većina relevantnih prirodnih i socioekonomskih procesa i ekoloških međudjelovanja ljudi, drugih organizama i abiotičkog okoliša, on čini prikladnu prostornu razinu za planiranje ljudskih aktivnosti.

Kroz svoju dugu tradiciju proučavanja interakcija između čovjeka i njegovog živog i neživog okoliša u svrhu objašnjavanja prostorne stvarnosti i njenih zakonitosti kako bi ga čovjek mogao koristiti kao temeljni resurs kojim raspolaže, geografija može ponuditi geoekologiji i krajobraznoj ekologiji znanja o posljedicama tih interakcija na ljudsko korištenje prirodnih resursa i o potrebama koje društvo ima prema okolišu. U tom pogledu, uzimajući interdisciplinarnu osnovu geoekologije i krajobrazne ekologije, geografi se mogu aktivno uključiti u primijenjena istraživanja koja se provode u okviru tih disciplina i

pridonijeti njihovom razvoju kao i skupiti iskustva i spoznaje koje će doprinijeti razvoju teorijske baze geografije.

Gotovo sve ljudske aktivnosti izravno ili neizravno koriste okolišne resurse. U pojedinim oblicima korištenja dolazi do sukoba između ekoloških i ekonomskih interesa i znanost bi u tom slučaju trebala i morala preuzeti ulogu medijatora koji će sa znanstvenog i stručnog aspekta odvagati ekološke i ekonomske dobitke i gubitke uvažavajući pravo društva na gospodarsko-tehnološki razvoj, ali uzimajući u obzir i dugoročne posljedice po ekološki sustav krajolika koji pruža osnovne životne uvjete čovjeku i drugim organizmima i koje se stoga ne smije ugroziti. Geografija, geoekologija i krajobrazna ekologija zbog široke znanstvene baze i holističkog pristupa prostoru i okolišu najpozvanije su preuzeti tu ulogu.

U radu je dan pregledni okvir odnosa fizičkogeografskih komponenti krajolika i najvažnijih tipova korištenja koje primijenjena geoekologija uzima u obzir pri planiranju održivog upravljanja i gospodarenja krajolikom. U daljnjim bi istraživanjima valjalo detaljnije istražiti taj odnos uslijed različitih konfiguracija krajolika kao i odnose fizičkogeografskih komponenti krajolika i konkretnih oblika korištenja kao i onih rjeđe zastupljenih u prostoru. Time bi geoekologija značajno povećala svoju adekvatnost, potrebnost i primjenjivost u prostornom planiranju.

7. LITERATURA I IZVORI

1. *Agenda 21*, Proceedings of United Nations Conference on Environment & Development, United Nations Division for Sustainable Development, Rio de Janeiro, 1992
2. Ahern, J., 2005: Theories, methods and strategies for sustainable landscape planning, u: *From Landscape Research to Landscape Planning: Aspects of Integration, Education and Application*, (ur. Tress, B., Tress, G., Fry, G., Opdam, P.), Springer, Frankfurt, 119-131
3. Alonso, E., Pinyol, N., Puzrin, A., 2010: *Geomechanics of Failures: Advanced Topics*, Springer, Dordrecht
4. Aničić, B., Pereković, P., Tomić, D., 2013: Kriteriji uklapanja vjetroelektrana u krajobraz, *Prostor* 21 (1), 116-127
5. Aspinall, R., Pearson, D., 2000: Integrated geographical assessment of environmental condition in water catchments: Linking landscape ecology, environmental modelling and GIS, *Journal of Environmental Management* 59, 299-319
6. Bánska, H., Vavrinec, B., 1995: Methodological Application of the Landscape Structure Modelling on the Base of GIS - Subsystem Settlement in the Evaluation of Carrying Capacity, *Acta Environmentalica Universitatis Comenianae* 4-5, 249-254
7. Barsch, H., Bastian, O., Beierkuhnlein, C., Bosshard, A., Breuste, J., Klötzli, F., Otl, K., Tress, B., Tress, G., Weiland, U., 2002: Application of landscape ecology, u: *Development and Perspectives of Landscape Ecology* (ur. Bastian, O., Steinhardt, U.), Springer, Dordrecht, 307-432
8. Bastian, O., 2001: Landscape Ecology – towards a unified discipline?, *Landscape Ecology* 16, 757-766
9. Bastian, O., Glawion, R., Haase, D., Haase, G., Klink, H., Steinhardt, U., Volk, M., 2002: Landscape analysis, synthesis, and diagnosis, u: *Development and Perspectives of Landscape Ecology* (ur. Bastian, O., Steinhardt, U.), Springer, Dordrecht, 113-168
10. Beattie, A., 2006: *The Crossroads of Industry and Ecology: The New Landscapes of Robert Smithson, Edward Burtynsky and Susan Leibovitz Steinman*, Master thesis, Concordia University, The Department of Art History, Montreal
11. Bedrna, Z., Dlapa, P., 1995: Environmental Properties of the Soil, *Acta Environmentalica Universitatis Comenianae* 4-5, 99-103
12. Belnap, J., Phillips, S., Herrick, J., Johansen, J., 2007: Wind erodibility of soils at Fort Irwin, California (Mojave Desert), USA, before and after trampling disturbance:

- implications for land management, *Earth Surface Processes and Landforms* 32, 75-84
13. Bernat, S., Kałamucka, W., 2008: The "Landscape Experienced" in Empirical Research Conducted by Lublin Scholars, *Dissertations Commission of Cultural Landscape* 8, 21-33
 14. Biondić, B., Biondić, R., Kapelj, S., 2000: Problem utjecaja mora na krške vodonosnike u Hrvatskoj, u: *Zbornik radova 2. hrvatskog geološkog kongresa* (ur. Vlahović, I., Biondić, R.), Institut za geološka istraživanja, Zagreb, 531-538
 15. Black, W., 2003: *Transportation: A geographical analysis*, The Guilford Press, New York
 16. Bobade, S., Bhaskar, B., Gaikwad, M., Raja, P., Gaikwad, S., Anantwar, S., Patil, S., Singh, S., Maji, A., 2010: A GIS-based land use suitability assessment in Seoni district, Madhya Pradesh, India, *Tropical Ecology* 51 (1), 41-54
 17. Bognar, A., 1990: Geomorfološke i inženjersko-geomorfološke osobine otoka Hvara i ekološko vrednovanje reljefa, *Geografski glasnik* 52, 49-65
 18. Bognar, A., 1996: Tipovi klizišta u Republici Hrvatskoj i Republici Bosni i Hercegovini – geomorfološki i geokološki aspekti, *Acta Geographica Croatica* 31, 27-39
 19. Bognar, A., Bognar, H., 2010: Geokološko vrednovanje reljefa R Hrvatske, u: *Geoekologija XXI vijeka – teorijski i aplikativni zadaci: zbornik referata* (ur. Ivanović, S., Lješević, M., Nikolić, G., Bušković, V.), Žabljak – Nikšić, 44-65
 20. Bognar, A., Lozić, S., Saletto, M., 2002: *Geoekologija*, interna skripta na Geografskom odsjeku Prirodoslovno-matematičko fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
 21. Botequilha-Leitão, A., Ahern, J., 2002: Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning, *Landscape and Urban Planning* 59, 65-93
 22. Brandt, J., 1995: Landscape ecology and the destiny of geography, *Landscape Ecological Papers* 9, 55-61
 23. Brandt, J., 1997: The histories and goals of landscape ecology, *Landscape Ecological Papers* 11, 61-67
 24. Brandt, J., 1999: *Geography as "landscape ecology"*, *Geografisk Tidsskrift: posebno izdanje* 1, 21-32
 25. Brandt, J., Agger, P., 1984: *Methodology in Landscape Ecological Research and Planning*, Roskilde University Centre. Roskilde
 26. Briggs, J., 1995: *Global Biogeography*, Elsevier, Amsterdam.
 27. Bryl, M., Łyczkowska, G., 2010: Spatial planning as an instrument for shaping an ecological network, *The Problems of Landscape Ecology* 28, 77-83

28. Buzjak, N., 2006: *Geomorfološke i speleološke značajke Žumberačke gore i geoekološko vrednovanje endokršskog reljefa*, Disertacija, PMF, Geografski odsjek, Zagreb
29. Buzjak, N., 2007: Mikroklima kao komponenta geoekološkog vrjednovanja spilja – primjer spilje u Belejskoj komunadi (Belej, otok Cres), *Geoadria* 12 (2), 97-110
30. Buzjak, N., 2008: Geoekološko vrednovanje speleoloških pojava Žumberačke gore, *Hrvatski geografski glasnik* 70 (2), 73-89
31. Buzjak, N., 2012: Mikroklimatski monitoring u speleološkim pojavama, u: *Stručni seminar o zaštiti špilja i podzemne faune u Ogulinu, 30.-31. siječnja 2010: zbornik radova* (ur. Buzjak, N., Paar, D.), Speleološki klub Samobor, Samobor, 12-18.
32. Carević, I., 2011: *Geomorfološke značajke i geoekološko vrednovanje reljefa općine Dugi Rat*, Diplomski rad, Geografski odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
33. Carr, M., Zwick, P., 2005: Using GIS suitability analysis to identify potential future land use conflicts in North Central Florida, *Journal of Conservation Planning* 1, 58-73
34. Chen, J., Saunders, S., Crow, T., Naiman, R., Brosofske, K., Mroz, G., Brookshire, B., Franklin, J., 1999: Microclimate in Forest Ecosystem and Landscape Ecology: Variations in local climate can be used to monitor and compare the effects of different management regimes, *BioScience* 49 (4), 288-297
35. Chen, L., Yang, Z., Che, B., 2012: Landscape ecology planning of a scenery district based on a characteristic evaluation index system: a case study of the Wuyishan scenery district, *Procedia Environmental Sciences* 13, 30-42
36. Cieszewska, A., 2000: Comparative landscape structure studies for land use planning – Przedborski landscape park case study, *The Problems of Landscape Ecology* 6, 54-62
37. Clements, F., Shelford, V., 1939: *Bio-ecology*, Jonh Wiley & Sons, New York.
38. Collins, J., 1998: *Military Geography for Professionals and the Public*, National Defence University, Washington
39. Cushman, S., Evans, J., McGarigal, K., 2010: Landscape Ecology: Past, Present and Future, u: *Spatial Complexity, Informatics, and Wildlife Conservation* (ur. Landguth, E., Huettmann, F.), Springer, New York, 65-82
40. Crang, M., 1998: *Cultural geography*, Routledge, London.
41. Cristini, L., Cox, L., Konan, D., Eversole, D., 2012: *Climate change and the visitor industry: People, place, culture and the Hawai'i experience*, University of Hawai'i Sea Grant College Program, Mānoa

42. Crkvenčić, I., Malić, A., 1988: *Agrarna geografija: geografski aspekti agrarnih područja*, Školska knjiga, Zagreb
43. Dadić, Ž., 2003: *Priručnik o temeljnoj kakvoći vode u Hrvatskoj*, Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Zagreb
44. De Waele, J., Melis, M., 2009: Geomorphology and geomorphological heritage of the Ifrane-Azrou region (Middle Atlas, Morocco), *Environmental Geology* 58, 587-599
45. Drdoš, J., 1996: A reflection on landscape ecology, *Ekológia (Bratislava)* 15, 369-375
46. Drdoš, J., Hrnčiarová, M., 2003: Carrying capacity in Slovakia, u: *Proceedings of International Workshop on Environmental Impact Assessment, PHARE Twinning SK 2000, Slovak Environmental Agency Banská Bystrica*, Federal Ministry for the Environment Berlin, 24-35
47. Durbešić, A., 2012: Promjene pejzaža južne padine Svilaje – GIS pristup, disertacija, Geografski odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
48. Fahrig, L., 2005: When is a Landscape Perspective Important, u: *Issues and Perspectives in Landscape Ecology* (ur. Wiens, J., Moss, M.), Cambridge University Press, 3-10
49. Farina, A., 1993: Editorial comment: From global to regional landscape ecology, *Landscape ecology* 8 (3), 153-154
50. Farina, A., 1998: *Principles and Methods in Landscape Ecology*, Chapman & Hall, London
51. Farina, A., Belgrano, A., 2004: The eco-field: a new paradigm for landscape ecology, *Ecological Research* 19, 107-110
52. Ferguson, B., 1992: Landscape hydrology, a component of landscape ecology, *Journal of Environmental Systems* 21 (3), 193-205
53. Fernandes, J., Guiomar, N., Soares, A., 2006: Geometries in Landscape Ecology, *Journal of Mediterranean Ecology* 7 (1-4), 3-13
54. Ferreira, H., Botequilha-Leitão, A., 2004: Integrating landscape and water-resources planning with focus on sustainability, u: *From Landscape Research to Landscape Planning: Aspects of Integration, Education and Application* (ur. Tress, B., Tress, G., Fry, G., Opdam, P.), Springer, Frankfurt, 143-159
55. Ford, D., Williams, P., 2007: *Karst Hydrogeology and Geomorphology*, John Wiley & Sons, Chichester
56. Forman, R., Godron, M., 1986: *Landscape ecology*, John Wiley & Sons, New York

57. Forman, R., 1995: Some general principles of landscape and regional ecology, *Landscape Ecology* 10 (3), 133-142
58. Funnell, D., Price, M., 2003: Mountain geography: a review, *The Geographical Journal* 169 (3), 183–190
59. Fürst-Bjeliš, B., Lozić, S., Perica, D., 2000: Man and the Environment in the Central Velebit Area – Baške Oštarije and Surroundings, *Acta Geographica Croatica* 35, 111-132
60. Gams, I., 1987: Pomen geoekologije za geografijo, *Geografski glasnik* 49 (1), 88-90
61. Getis, A., Getis, J., Quastler, I., 2000: *United States and Canada: The Land and People*, McGraw-Hill, New York
62. Golley, F., Bellot, J., 1991: Interactions of landscape ecology, planning and design, *Landscape and Urban Planning* 21, 3-11.
63. Gray, M., 2004: *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*, John Wiley & Sons, Chichester
64. Haase, D., 2008: Modelling the effects of long-term urban land use change on the water balance, *Acta Geographica Debrecina Landscape & Environment* 2 (2), 143-159
65. Haber, W., 1990: Basic concepts of landscape ecology and their application in land management, *Physiology and Ecology of Japan* 27, 131-146
66. Halás, M., 2003: Possibilities for the application of geography to land use planning, *Acta Universitatis Carolinae – Geographica* 1, 67-77
67. Hamilton, J., Maddison, D., Tol, R., 2005: Effects of climate change on international tourism, *Climate Research* 29, 245-254
68. Hobbs, R., 1997: Future landscapes and the future of landscape ecology, *Landscape and Urban Planning* 37, 1-9
69. Hofierka, J., Tremboš, P., 1995: Geographic Information System in Environmental Research – Some Aspects of Utilization, *Acta Environmentalica Universitatis Comenianae* 4-5, 261-267
70. Hofierka, J., Zlochová, J., 1995: Digital Terrain Modelling and Applications within a GIS Environment, *Acta Environmentalica Universitatis Comenianae* 4-5, 269-275
71. Hrnčiarová, T., Izakovičová, Z., Pauditšová, E., Krnáčová, Z., Štefunková, D., Dobrovodská, M., Moyzeová, M., Špulcerová, J., 2007: Development of the city Bratislava and its urban districts according to landscape-ecological and environmental limits, u: *Landscape Ecology in Slovakia: Development, Current State and Perspectives* (ur. Kozová, M., Hrnčiarová, T., Drdoš, J., Finka, M., Hreško, J., Izakovičová, Z., Ot'ahel', J., Ružička, M., Žigrai, F.), Ministry of

Environment of the Slovak Republic i Slovak Association for Landscape Ecology,
Bratislava

72. Huggett, R., 1995: *Geoecology: An Evolutionary Approach*, Taylor & Francis, London
73. Husnjak, S., 2008: *Pedogeografija*, autorizirane pripreme za predavanja, Odjel za geografiju Sveučilišta u Zadru, Zagreb
74. Izakovičová, Z., 1995: Types of limits on ecological carrying capacity, *Acta Environmentalica Universitatis Comenianae* 4-5, 67-73
75. Janković, B., 2012: *Procjena izloženosti opasnim i štetnim tvarima pri podzemnim radovima*, disertacija, Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
76. Johns, M., 1961: *Quality of underground water for irrigation*, Department of Mines of Victoria, Melbourne
77. Jurković, S., 1993: Promjene vizualnih vrijednosti krajolika gradnjom infrastrukturnih trasa, *Prostor* 1 (1), 127-143
78. Kalivodová, E., 1995: The Importance of Artificial Water Surfaces for Waterfowl Diversity and Landscape Stability, *Acta Environmentalica Universitatis Comenianae* 4-5, 93-98
79. Karadağ, A., 2013: Use of Watersheds Boundaries in the Landscape Planning, u: *Advances in Landscape Architecture* (ur. Özyavuz, M.), InTech, Rijeka, 105-130
80. Kazmierski, J., Kram, M., Mills, E., Phemister, D., Reo, N., Riggs, C., Tefertiller, R., Erickson, D., 2004: Conservation Planning at the Landscape Scale: A Landscape Ecology Method for Regional Land Trusts, *Journal of Environmental Planning and Management* 47 (5), 709-736
81. Khoroshev, A., 2010: Multilevel analysis of landscape structure for land use decisions, u: *Landscape ecology – methods, applications and interdisciplinary approach* (ur. Barančoková, M., Krajči, J., Kollár, J., Belčáková, I.), Institute of Landscape Ecology, Slovak Academy of Sciences i Institute of Garden and Landscape Architecture, Faculty of Architecture, Slovak University of Technology, Bratislava
82. Kienast, F., 1993: Analysis of historic landscape patterns with a Geographical Information System – a methodological outline, *Landscape Ecology* 8 (2), 103-118
83. Kirkpatrick, J., 2011: The Political Ecology of Soil and Species Conservation in a Big Australia, *Geographical Research* 49 (3), 276-285
84. Kistowski, M., 2000: The application of GIS technologies in environmental management and sustainable development in Poland, *The Problems of Landscape Ecology* 6, 131-141

85. Klink, H.-J., Potschin, M., Tress, B., Tress, G., Volk, M., Steinhardt, U., 2002: Landscape and landscape ecology, u: *Development and Perspectives of Landscape Ecology* (ur. Bastian, O., Steinhardt, U.), Springer, Amsterdam, 1-47
86. Kopecka, M., 2005: The Landscape-Ecological Plan in the Process of Rural Landscape Development supported by SAPARD, *Geographia Polonica* 77 (2), 63-78
87. Kozová, M., Finka, M., 2010: Landscape development planning and management systems in selected European countries, *The Problems of Landscape Ecology* 28, 101-110
88. Kozłowski, S., 2004: Geodiversity. The concept and scope of geodiversity, *Przegląd Geologiczny* 52 (8), 833-837
89. Laimer, H., Müllegger, M., 2012: Geomorphological and geotechnical causes of anthropogenically induced rock-mass falls in the Wachau-Danube valley (Bohemian Massif, Lower Austria), *Geografiska Annaler* 94, 157-174
90. Lang, S., Blaschke, T., 2010: *Analiza krajolika pomoću GIS-a*, Gaudeamus, Požega
91. Lathrop, R., Bognar, J., 1998: Applying GIS and landscape ecological principles to evaluate land conservation alternatives, *Landscape and Urban Planning* 41, 27-41
92. Lepirica, A., 2006: Geokološke značajke doline gornjeg toka Une od Martin Broda do Pritoke, *Hrvatski geografski glasnik* 68 (2), 31-55
93. Leser, H., 1997: *Landschaftsökologie*, Ulmer, Stuttgart
94. Lipský, Z., 2000: Historical development of the Czech rural landscape - implications for present landscape planning, *The Problems of Landscape Ecology* 6, 150-161
95. Lipský, Z., 2007: Methods of monitoring and assessment of changes in land use and landscape structure, *Ekologije Krajiny* 0, 105-118
96. Lozić, S., 1995: Vertikalna raščlanjenost reljefa kopnenog dijela Republike Hrvatske, *Acta Geographica Croatica* 30, 17-28
97. Lu, Y., Zong, Y., 1996: Ecological Planning of Land Use - The Central Area of Tianjin, China, *Journal of Environmental Sciences* 8 (4), 426-433
98. Madjar, S., Šoštarić, J., 2009: *Navodnjavanje poljoprivrednih kultura*, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Osijeku, Osijek
99. Malczewski, J., 2004: GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview, *Progress in Planning* 62, 3-65
100. Mamut, M., 2010a: Geokološki i turistički potencijal krajolika otoka Ugljana, *Socijalna ekologija Zagreb* 19 (3), 247-271

101. Mamut, M., 2010b: Geoekološko vrednovanje reljefa otoka Pašmana, *Geoadria* 15 (2), 241-267
102. Mamut, M., 2010c: Primjena metode relativnog vrednovanja reljefa na primjeru otoka Rave (Hrvatska), *Naše more* 57 (5-6), 260-271
103. Marull, J., Pino, J., Mallarach, J., Cordobilla, M., 2007: A Land Suitability Index for Strategic Environmental Assessment in metropolitan areas, *Landscape and Urban Planning* 81, 200-212
104. Mayer, B., 1995: Opseg i značenje monitoringa podzemnih i površinskih voda za nizinske šume Hrvatske, *Šumarski list* 11-12, 383-389
105. McAlpine, C., Seabrook, L., Rhodes, J., Maron, M., Smith, C., Bowen, M., Butler, S., Powell, O., Ryan, J., Fyfe, C., Adams-Hosking, C., Smith, A., Robertson, O., Howes, A., Cattarino, L., 2010: Can a problem-solving approach strengthen landscape ecology's contribution to sustainable landscape planning, *Landscape Ecology* 25 (8), 1155-1168
106. Međimorec, D., 2010: *Zašto graditi vjetroelektrane u Hrvatskoj?*, podnesak s Okruglog stola „Vjetroelektrane u hrvatskom EES-u“, Zagreb
107. Melnyk, A., 2008: Ecological analysis of landscapes, u: *Methodology of landscape research*, *Dissertations Commission of Cultural Landscape* 9 (ur. Andreychouk, V.), Commission of Cultural Landscape of Polish Geographical Society, Sosnowiec
108. Mezősi, G., Bárány-Kevei, I., Mucsi, L., Balogh, I., 1993: First results of GIS based geoeological mapping, *Acta Geographica Szegediens* 31, 71-82
109. Mihalić, S., 2007: *Osnove inženjerske geologije*, interna skripta, Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
110. Miklós, L., 1994: *Landscape ecological principles of the sustainable development*, Roskilde University, Department of Geography and International Development Studies, Roskilde.
111. Miklós, L., 1996: Landscape-ecological theory and methodology: a goal oriented application of the traditional scientific theory and methodology to a branch of a new quality, *Ekológia (Bratislava)* 15, 377–385
112. Miklós, L., 2010: The most successful landscape ecological concepts in the practice, *The Problems of Landscape Ecology* 28, 15-22
113. Milanović, P., 2000: *Geological Engineering in Karst: Dams, Reservoirs, Grouting, Groundwater Protection, Water Tapping, Tunneling*, Zebra, Beograd
114. Miller, W., Collins, M., Steiner, F., Cook, E., 1998: An approach for greenway suitability analysis, *Landscape and Urban Planning* 42, 91-105
115. Minár, J., Tremboš, P., 1995: The Evaluation of Natural Hazards in Landscape Planning, *Acta Environmentalica Universitatis Comenianae* 4-5, 211-222

116. Mizgajski, A., Breuste, J., Albert, C., Gruehn, D., Kozová, M., Miklós, L., Mörtberg, U., 2010: Implementation of landscape ecological knowledge – achievements and challenges, *The Problems of Landscape Ecology* 28, 9-13
117. Mociková, I., 1995: Methodology of the carrying capacity evaluation of hydrogeological structures, *Acta Environmentalica Universitatis Comenianae* 4-5, 61-65
118. Molles, M., 2008: *Ecology: Concepts and Applications*, McGraw-Hill, New York
119. Moss, M., 2000a: Interdisciplinarity, landscape ecology, and 'The transformation of agricultural landscapes', *Landscape Ecology* 15, 303-311
120. Moss, M., 2000b: Landscape ecology: the need for a discipline?, *The Problems of Landscape Ecology* 6, 174-187
121. Naveh, Z., 1991: Editorial comment: Some remarks on recent developments in landscape ecology as a transdisciplinary ecological and geographical science, *Landscape Ecology* 5 (2), 65-73
122. Naveh, Z., 2000: What is holistic landscape ecology? A conceptual introduction, *Landscape and Urban Planning* 50, 7-26
123. Naveh, Z., 2002: Foreword, u: *Development and Perspectives of Landscape Ecology* (ur. Bastian, O., Steinhardt, U.), Springer, Amsterdam, xxi-xxvii
124. Neef, E., 1982: Stages in the development of landscape ecology, u: *Perspectives in Landscape Ecology: Proceedings of the 1st international congress in landscape ecology* (ur. Tjallingii, S., de Veer, A.), Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, 19-28
125. Nejašmić, I., 2005: *Demogeografija: stanovništvo u prostornim odnosima i procesima*, Školska knjiga, Zagreb
126. Odum, E., Barrett, G., 2005: *Fundamentals of Ecology*, Thomson Brooks/Cole, Belmont
127. Opdam, P., Foppen, R., Vos, C., 2002: Bridging the gap between ecology and spatial planning in landscape ecology, *Landscape Ecology* 16, 767-779
128. Ostaszewska, K., 2004: Four fundamental methodological problems of landscape geography, *Miscellanea Geographica* 11, 13-17
129. Osterkamp, W., Hupp, C., Stoffel, M., 2012: The interactions between vegetation and erosion: new directions for research at the interface of ecology and geomorphology, *Earth Surface Processes and Landforms* 37, 23-36
130. Pablo, C., de Agar, P., Barturen, R., Nicolas, J., Pineda, F., 1994: Design of an information system for environmental planning and management (SIPA), *Journal of Environmental Management* 40, 231-243

131. Panagopoulos, T., 2008: Using Microclimatic Landscape Design to Create Thermal Comfort and Energy Efficiency, u: *Actas da 1ª Conferência sobre Edifícios Eficientes*, Universidade do Algarve, Faro, 1-4
132. Parise, M., Pascali, V., 2003: Surface and subsurface environmental degradation in the karst of Apulia (southern Italy), *Environmental Geology* 44, 247-256
133. Pavić, R., 1987: Osnove kompleksne ekologije i geoekologije za geografe – temeljne definicije i prijedlog nastavnog plana, *Geografski glasnik* 49 (1), 90-96
134. Pejnović, D., 1991: Režim tekućica kao indikator općih hidrogeografskih obilježja Like, *Geografski glasnik* 53, 41-56
135. Pittman, S., Kneib, R., Simenstad, C., 2011: Practicing coastal seascape ecology, *Marine Ecology Progress* 427, 187-190
136. Potočić, Z., Simončić S., Buday, V., Čukman, V. (ur.), 1983: *Šumarska enciklopedija: Grad - Pl*, Leksikografski zavod 'Miroslav Krleža', Zagreb
137. Prpić, B., 1992: O vrijednosti općekorisnih funkcija šume, *Šumarski list* 116 (6-8), 301-312
138. Rajčić, S., Faivre, S., Buzjak, N., 2010: Promjene žala na području Medića i Mimica od kraja šezdesetih godina 20. stoljeća do danas, *Hrvatski geografski glasnik* 72 (2), 27-48
139. Rambo, T., 1983: *Conceptual Approaches to Human Ecology*, East-West Environment and Policy Institute, Honolulu
140. Richerson, P., Mulder, M., Vila, B., 1996: *Principles of Human Ecology*, Simon & Schuster, Needham Heights
141. Riđanović, J., 1993: *Hidrogeografija*, Školska knjiga, Zagreb
142. Roje-Bonacci, T., Šestanović, S., Mišćević, P., 1993: Geotechnical problems encountered in road construction in the karst areas in Dalmatia (Croatia), *Rudarsko-geološko-naftni zbornik* 9, 79-85
143. Ružička, M., 1998: Contribution of Slovak landscape ecology for IALE arise, *Ecologia (Bratislava)* 17, 8-13.
144. Ružička, M., 2005: The relationship between carrying capacity and ecological stability of the landscape, *Acta Environmentalica Universitatis Comenianae* 4-5, 55-60
145. Ružička, M., Miklós, L., 1982: Methodology of ecological landscape evaluation for optimal development of territory, u: *Perspectives in Landscape Ecology* (ur. Tjallingii, S., de Veer, A.), Pudoc, Wageningen, 99-108
146. Ružička, M., Miklós, L., 1990: Basic Premises and Methods in Landscape Ecological Planning and Optimization, u: *Changing Landscapes: An Ecological Perspective* (ur. Zonneveld, I., Forman, R.):, Springer, New York, 233-260

147. Saletto-Janković, M., 1994: The Role of Geomorphological Research in Geoecology, *Acta Geographica Croatica* 29, 37-44
148. Saletto-Janković, M., 1997: *Geoekološke značajke Nacionalnog parka "Paklenica"*, disertacija, Geografski odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
149. Smolová, I., 2004: Anthropogenic relief transformations as a consequence of extraction of minerals in the Orlicka tabule plateau (north-east Bohemia), *Geographica* 38, 69-76
150. Spahić, M., 1999: *Osnove geoekologije: geografske osnove životne sredine*, Harfo-Graf, Sarajevo
151. Steiner, F., McSherry, L., Cohen, J., 2000: Land suitability analysis for the upper Gila River watershed, *Landscape and Urban Planning* 50, 199-214
152. Steiner, F., Osterman, D., 1988: Landscape planning: a working method applied to a case study of soil conservation, *Landscape Ecology* 1 (4), 213-226
153. Steiniger, S., Hay, G., 2009: Free and open source geographic information tools for landscape ecology, *Ecological Informatics* 4, 183-195
154. Stiperski, Z., Fürst-Bjeliš, B., 2003: Problemi i modeli upravljanja okolišem u megagrafovima zemalja u razvoju, *Društvena istraživanja* 12 (6), 1051-1067
155. Stow, D., 1996: The role of GIS for landscape ecological studies, u: *Landscape ecology and information systems* (ur. Haines-Young, R., Green, D., Cousins, S.), Taylor and Francis, Philadelphia
156. Summerfield, M., 1991: *Global geomorphology: an introduction to the study of landforms*, Longman, London
157. Šegota i Filipčić, 1996: *Klimatologija za geografe*, Školska knjiga, Zagreb
158. Šundov, M., 2004: *Geomorfologija Dubrovačkog primorja i geoekološko vrednovanje reljefa*, Medicinska naklada, Zagreb
159. Tandarić, N., Dubovečak, V., Drčić, M., Lacković, I., Tomić, D., Zastavniković, I., Buzjak, N., Bočić, N., 2013: *Fizičkogeografska studija doline Kupčine u Zagrebačkoj županiji*, stručna studija, Zagreb
160. Tekić, I., 2013: *Prostorne promjene nastale pošumljavanjem alepskim borom na širem šibenskom području*, diplomski rad, Geografski odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
161. Termorshuizen, J., Opdam, P., van den Brink, A., 2007: Incorporating ecological sustainability into landscape planning, *Landscape and Urban Planning* 79, 374-384
162. Tress, G., Tress, B., Fry, G., 2004: Clarifying integrative research concepts in landscape ecology, *Landscape Ecology* 20, 479-493

163. Trešnjo, Z., Adrović, F., 2009: Mjerenje koncentracije aktivnosti spoljašnjeg radona u vazduhu grada Mostara i bliže okoline pomoć u nuklearnih trag detektora, u: *6. Naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem "KVALITET 2009"* (ur. Vejo, E., Vlah, N., Pehlić, I.), Neum, 565-570
164. Turner, M., 1989: Landscape ecology: The effect of pattern on process, *Annual Review of Ecology and Systematics* 20, 171-197
165. Turner, M., 2005: Landscape ecology: What is the state of the science?, *Annual Review of Ecology and Systematics* 36, 319-344
166. Valožić, L., Cvitanović, M., 2011: Mapping the Forest Change: Using Landsat Imagery in Forest Transition Analysis within the Medvednica Protected Area, *Hrvatski geografski glasnik* 73 (1), 245-255
167. Van der Maarel, E., 1977: *Toward a Global Ecological Model for Physical Planning in the Netherlands*, Ministry of Housing and Physical Planning, Den Haag.
168. Van der Ree, R., Jaeger, J., van der Grift, E., Clevenger, A., 2011: Effects of Roads and Traffic on Wildlife Populations and Landscape Function: Road Ecology is Moving Toward Larger Scales, *Ecology and Society* 16 (1), 1-9
169. Vekić, B., Barišić, D., 2003: Mjerenja radona na institutu „Ruđer Bošković“, u: *Zbornik radova Petog simpozija Hrvatskog društva za zaštitu od zračenja* (ur. Krajcar Bronić, I., Miljanić, S., Obelić, B.), Hrvatsko društvo za zaštitu od zračenja, Zagreb, 361-365
170. Veni, G., 1999: A geomorphological strategy for conducting environmental impact assessments in karst areas, *Geomorphology* 32, 151-180
171. Voralla, R., Jobling Purser, J., 2012: Modeling the World's Deepest Mine, *Reporter: The Global Magazine of Leica Geosystems* 66, 28-29
172. Vresk, M., 1997: *Uvod u geografiju: razvoj, struktura, metodologija*, Školska knjiga, Zagreb
173. Wiens, J., 2002: Riverine landscapes: taking landscape ecology into the water, *Freshwater Biology* 47, 501-515
174. Wiens, J., Moss, M., 1999: Preface u: *Issues in Landscape Ecology* (ur. Wiens, J., Moss, M.), IALE, Snowmass,
175. Williams, S., 1998: *Tourism Geography*, Routledge, New York
176. Wu, J., 2006: Editorial: Landscape ecology, cross-disciplinarity, and sustainability science, *Landscape Ecology* 21, 1-4
177. Wu, J., Hobbs, R., 2002: Key issues and research priorities in landscape ecology: An idiosyncratic synthesis, *Landscape Ecology* 17, 355-365

178. Yang, F., Zeng, G., Du, G., Tang, G., Zhou, J., and Li, Z., 2008: Spatial analyzing system for urban land-use management based on GIS and multi-criteria assessment modeling, *Progress in Natural Science* 18, 1279-1984
179. Yarnell, S., Viers, J., Mount, J., 2010: Ecology and Management of the Spring Snowmelt Recession, *BioScience* 60 (2), 114-127
180. Yoshino, M., 1975: *Climate in a Small Area*, University of Tokyo Press, Tokyo
181. Zakon o zaštiti okoliša, NN 80/13, 2013
182. Zonneveld, I., 1990: Scope and Concepts of Landscape Ecology as an Emerging Science, u: *Changing Landscapes: An Ecological Perspective* (ur. Zonneveld, I., Forman, R.), Springer, New York, 3-20
183. Zonneveld, I., 1995: *Land Ecology: An Introduction to Landscape Ecology As a Base for Land Evaluation, Land Management and Conservation*, SPB Academic Publishing, Amsterdam
184. Zube, E., 1987: Perceived land use patterns and landscape values, *Landscape Ecology* 1 (1), 37-45
185. Žigrai, F., 2010: Landscape ecology in theory and practice (selected theoretical-meta-scientific aspects), u: *Landscape ecology – methods, applications and interdisciplinary approach* (ur. Barančoková, M., Krajči, J., Kollár, J., Belčáková, I.), Institute of Landscape Ecology, Slovak Academy of Sciences i Institute of Garden and Landscape Architecture, Faculty of Architecture, Slovak University of Technology, Bratislava