



Primljeno / Received
22-05-2015 / 2015-05-22

Prihvaćeno / Accepted
02-05-2018 / 2018-05-02

Neven Tandarić, Mateja Ćosić,
Nenad Buzjak, Neven Bočić,
Vinka Dubovečak, Ivan Lacković,
Ivana Zastavniković, Dino Tomić

Fizičkogeografska analiza i geokološko vrednovanje potencijalno zaštićenog područja - primjer doline Kupčine

Physical geographical analysis and geocological assessment of potential protected area – the example of the Kupčina river valley, Zagreb County, Croatia

U Prostornom planu Zagrebačke županije središnji dio doline rječice Kupčine na popisu je prirodnih vrijednosti evidentiranih i predloženih za proglašenje zaštićenim područjem u kategoriji značajnoga krajobraza. Kako se proglašenje zaštićenih područja obavlja temeljem kriterija koji nisu precizno definirani, cilj je rada izraditi prijedlog metodologije istraživanja fizičkogeografskih i geokoloških obilježja krajobraza u svrhu izrade stručne podloge za zaštitu i održivo korištenje. S obzirom na to da se radi o agrarnom krajobrazu u kojem jedinu prirodnu zonu predstavlja uska riparijska zona uz korito Kupčine, analizirani su podaci o geomorfološkim, pedološkim i klimatskim obilježjima, vodnim resursima i korištenju zemljišta u svrhu izrade geokološke baze podataka. Ona je korištena za procjenu pogodnosti zemljišta za agrarno korištenje kao dominirajući krajobrazni element. Za procjenu je korištena modificirana metoda relativnoga vrednovanja zemljišta, a rezultati su u konačnoj geokološkoj sintezi doprinijeli zaključku da je za zaštitu u kategoriji značajnoga krajobraza prikladan samo uži dio riparijske zone rijeke Kupčine.

Key words: fizičkogeografska analiza, kartiranje, geokološko vrednovanje, riparijska zona, usluge ekosustava, zaštita prirode, dolina Kupčine

The middle section of the Kupčina river valley is listed as a natural asset that has been registered, and proposed to be designated as a protected area of the significant landscape category, in the spatial plan of Zagreb County. However, professional criteria for declaring such protected areas are not clearly defined. Therefore, the aim of this paper is to prepare a proposal for research methodology of physical geographic and geocological surveys of the landscape in order to create an expert baseline study for protection status. The study area is a prevalently agricultural landscape in which the only natural zone is a narrow riparian zone along the riverbed of the Kupčina. For this purpose, the data on geomorphological, soil, and climate characteristics, water resources, and land use were analysed in order to carry out the assessment of land for agricultural use and protection. By using the method of relative relief evaluation, the suitability of the land for agricultural use was determined. Based on the results, it can be concluded that the inner part of the riparian zone of the Kupčina is suitable for protection under the significant landscape category.

Cljučne riječi: physical geographical analysis, mapping, geocological evaluation, riparian zone, ecosystem services, nature protection, Kupčina valley

Uvod

Dolina Kupčine u Prostornom planu Zagrebačke županije iz 2002. godine, temeljem Studije zaštite prirodne baštine Zagrebačke županije iz 2000. godine i u skladu s tadašnjim Zakonom o zaštiti prirode (NN 30/94), evidentirana je kao prostor predviđen za zaštitu u kategoriji zaštićenoga krajolika (Budak-Rajčić i dr., 2000; *Prostorni plan Zagrebačke županije*, 2002.; Kučinić, 2013). Prijedlog je argumentiran tvrdnjama da je dolina sa svojim prirodnim tokom očuvana u cijelosti (Budak-Rajčić i dr., 2000). Pod ocjenom stanja navedeno je da se radi o vrlo kvalitetnom prirodnom krajobrazu. S aspekta stupnja prirodnosti krajobrazu i antropogenih intervencija to nije posve točno. U tekstu studije nije posve jasno radi li se o cijeloj dolini ili samo o užoj riparijskoj zoni (kako je ucrtano na karti u Prostornom planu) na koju bi se ova ocjena mogla odnositi. Zakonom o zaštiti prirode iz 2005. (NN 70/05) ova je kategorija zamijenjena kategorijom *značajni krajobraz* koja se koristi i u važećem Zakonu (NN 80/13, 15/18), no u prostornoplanskoj dokumentaciji stari naziv nije svuda zamijenjen novim. Izmjena naziva u skladu sa Zakonom unesena je na karti Uvjeti korištenja i zaštite prostora I u Prilogu IV. Izmjena i dopuna Prostornoga plana Zagrebačke županije iz 2011. godine. Na karti je područje doline Kupčine u uskom pojasu oko korita na području Općine Krašić navedeno kao *evidentirana zaštićena prirodna vrijednost* u kategoriji značajni krajobraz (sl. 1), no bez detaljnijega pojašnjenja. Prema prijedlogu JU Zeleni prsten Zagrebačke županije ovim istraživanjem obuhvaćena je šira zona doline definirana topografskim porječjem unutar Zagrebačke županije kako bi se ispitala mogućnost proširenja na područje izvan Prostornoga plana. Prema Zakonu o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18) značajni krajobraz zaštićeni je dio prirode u razredu lokalnoga značenja. To može biti prirodni ili kultivirani predio velike krajobrazne vrijednosti i bioraznolikosti i/ili georaznolikosti ili krajobraz očuvanih jedinstvenih obilježja karakterističnih za pojedino područje. S obzirom na to da dolina Kupčine

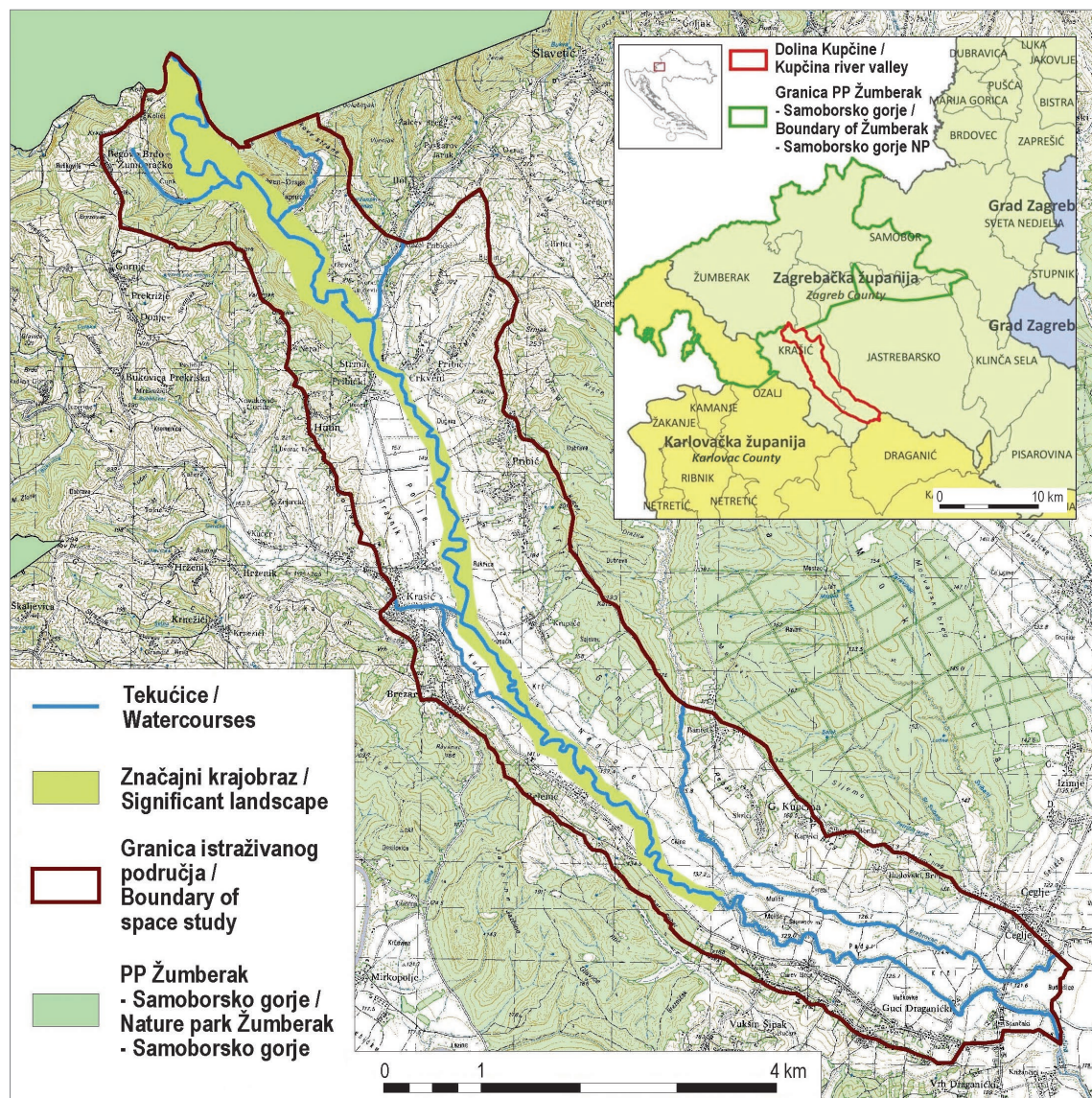
Introduction

In the spatial plan of Zagreb County (2002), based on the Study of Protection of the Natural Heritage of Zagreb County (2000) and in accordance with the former *Nature Protection Act* (NN 30/94), the Kupčina River valley was noted as a part of nature designated for protection in the “protected landscape” category (Budak-Rajčić et al., 2000; Spatial plan of Zagreb County, 2002; Kučinić, 2013). This is corroborated by claims that the valley, with its natural watercourse, is preserved in its entirety (Budak-Rajčić et al., 2000); and in the status assessment it is noted that it represents a high-quality natural landscape. However, from the aspect the degree of “naturalness” of the landscape, and with regard to the degree of anthropogenic interventions, this is not entirely accurate. Because of inconsistencies in terminology throughout the text (of Zagreb County’s spatial plan), it is not clear if this remark refers to the whole valley or just to the narrow riparian zone (as correctly marked on the map in the spatial plan). In the *Nature Protection Act* of 2005 (NN 70/05), the aforementioned category was replaced by the category of “significant landscape”, also used in the current version of the legislation (NN 80/13), but the old term has not been replaced in spatial planning documentation. The change of terms in accordance with the current legislation has been inscribed on the map “Terms of use and space protection I”, found in Annex IV of the amendments to the Spatial plan of Zagreb County from 2011. On the map, a narrow belt around the riverbed of the Kupčina in Krašić Municipality is listed as the registered protected natural good in the significant landscape category (Fig. 1), but without detailed clarification. According to the suggestion of Public institution for management of protected areas and other protected natural values in Zagreb County “Green Ring” (PIGR), this research covers a wider area of the valley defined by topographic catchment of the Kupčina river in Zagreb County in order to examine the possibility of extending the protected area outside this defined by Spatial plan. According to the *Nature Protection Act* (NN 80/13) “significant landscape” is a protected part of nature of local importance. This can be a natural or cultivated area of great landscape value and bio/geodiversity or a landscape with preserved unique features that are characteristic for a particular region. Significant landscapes are so declared by local or regional authorities with prior approval of the Ministry of Environment and Nature Protection. Since

N. Tandarić
 M. Ćosić
 N. Buzjak
 N. Bočić
 V. Dubovečak
 I. Lacković
 I. Zastavniković
 D. Tomić

**Fizičkogeografska
 analiza i geoekološko
 vrednovanje
 potencijalno zaštićenog
 područja:
 primjer doline
 Kupčine**

Physical geographical analysis and geocological assessment of potential protected area – the example of the Kupčina river valley, Zagreb County, Croatia



Sl. 1. Područje doline Kupčine u Prostornom planu Zagrebačke županije označeno kao evidentirana zaštićena prirodna vrijednost s predviđenom zaštitom u kategoriji značajnoga krajobraza.

Fig. 1 Area of the Kupčina river valley designated in the spatial plan of Zagreb County as evidenced protected natural value with planned protection as a significant landscape.

Izvor: Prostorni plan Zagrebačke županije, IV. izmjene i dopune Prostornog plana Zagrebačke županije, Zavod za prostorno uređenje Zagrebačke županije, 2011.

Source: Spatial plan of Zagreb County, Annex IV, Office for Spatial Planning of Zagreb County, 2011.

nema značajke koje bi omogućile njezinu zaštitu prema Zakonu o zaštiti prirode, zaštita je predviđena Prostornim planom. Problem je takve zaštite zakonska neutemeljenost. U terminologiji prostornih planova zone za koje se utvrdi da su vrijedne s prostorno-planskoga aspekta izdvojene su kao „zelene površine” razne

the Kupčina valley has no features that would enable its protection under the *Nature Protection Act*, protection is provided by the Spatial plan of Zagreb County. The problem of such protection is a lack of legal basis, despite the positive intentions of spatial plan makers. In the terminology of spatial plans in Croatia, such zones, which are found to be valuable for spatial planners, were select-

namjene i posebno kao „zaštitne zelene površine”. One su oblikovane radi zaštite okoliša, odnosno uklanjanja ili ublažavanja prirodnih rizika. Stoga se uspostavljaju u zonama nestabilnih padina, pojačane erozije, zatim uz vodene površine i vodotoke, na tradicionalnim krajobrazima. Mogu imati zaštitnu funkciju (zaštita od buke, zaštita zraka i dr.). Ove površine također mogu imati ulogu odjeljivanja pojedinih sadržaja u prostoru, vizualnih ograda ili prirodnih koridora sa svrhom očuvanja biološke i krajobrazne raznolikosti unutar građevinskih područja (*Pojmovnik namjena*, 2014.).

Tri su osnovna cilja istraživanja: (1) analiza fizičkogeografskih obilježja doline Kupčine, (2) njezino geoekološko vrednovanje te (3) utvrđivanje mogućnosti i potrebe zaštite doline ili njezina dijela.

Područje istraživanja

Dolina Kupčine nalazi se na području između Žumberačke gore i zavale Crne mlake s nizinom Kupe (Bognar, 2001). Istraživano područje nalazi se na teritoriju Grada Jastrebarskog i Općine Krašić u Zagrebačkoj županiji te zauzima površinu od 24,38 km². Sjeverni dio doline u sastavu je Parka prirode Žumberak-Samoborsko gorje. Prema dogovoru s JU-om analiziran je samo dio doline izvan teritorija parka prirode. Granica područja istraživanja definirana je topografskim porječjem. Tako definirano područje veće je od onoga koje je za zaštitu predviđeno županijskim prostornim planom, no čini logičku i geografski utemeljenu cjelinu. Obuhvaćene su i doline kraćih pritoka Kupčine kao i donjih dijelova dolina pritoka Puškarova jarka, Slapnice i Brebrovca.

Dosadašnja istraživanja

Dugački (1950) je analizirao strukturnogeomorfološka obilježja doline Kupčine, čiji postanak povezuje s neotektonskim pokretima tijekom oblikovanja Žumberačke gore. Roglić (1963) je proučio evoluciju doline Kupčine u sklopu geomorfološkoga razvoja širega zagrebačkog prostora, posebno mladih giba-

ed as “green areas for different purposes” and especially as a “protective green areas”. They are designed to protect the environment, for the removal or mitigation of natural hazards, or to preserve traditional landscapes. Therefore, they are typically established in areas of unstable slopes, increased erosion, in water areas (like lakes and marshes) and watercourses, or in traditional landscapes. They may also have a protective function (noise protection, air protection, and other protection zones). These areas may also have the role of separating certain facilities in the area, such as a visible fence or natural corridors to preserve biological and landscape diversity within construction areas (*Pojmovnik namjena*, 2014).

There are three main research goals for this paper: (1) analysis of physical geographic characteristics of the Kupčina River valley; (2) its geoecological assessment; and (3) determination of the possibilities and needs for protection of the valley or part of the valley.

The area of study

The valley of the Kupčina river is located in the connecting area between the mountain Žumberak and the Crna Mlaka basin near the lowlands of the Kupa river (Bognar, 2001). The study area covers 24.38 km² in and around the city of Jastrebarsko and Krašić Municipality in Zagreb County. Only the part of the valley that is not already protected within the Nature Park Žumberak – Samoborsko Gorje has been analysed, and, in agreement with the PIGR, it is larger than the area designated for protection in county spatial plan (defined by the Kupčina River topographic catchment). The studied area also includes the lower parts of tributary valleys.

Previous research

In 1950, Dugački analysed the structural geomorphological characteristics of the Kupčina river valley. He remarked that it was formed due to tectonic movements during the morphogenesis of Žumberak. Roglić (1963) studied the evolution of the valley as a part of the geomorphological development of the wider Zagreb area, particularly recent tectonic move-

nja Žumberačke gore i spuštanja zavale Crne mlake. Prpić i dr. (1977) istraživali su mogući utjecaj izgradnje retencije na rijeci Kupčini na lokalnu vegetaciju navodeći da su hidrotehnički zahvati doveli u pitanje prirodnu regeneraciju i egzistiranje glavnih vrsta i zajednica drveća – hrasta lužnjaka (*Quercus robur*) i poljskoga jasena (*Fraxinus angustifolia*). Mayer (1995) je proučavajući hidropedološka obilježja doline Kupčine zaključio da se autohtona vegetacija počela sušiti nakon što su se 1960-ih godina počeli provoditi hidromelioracijski zahvati zbog kojih se smanjila razina podzemnih voda. Vujnović (2011) s hidrogeološkoga aspekta proučava izvore te daje neka hidrološka obilježja Kupčine i njezinih pritoka. Štapek (2012) u dolini Kupčine kao značajne antropogene elemente navodi kanaliziranje i izgradnju nasipa.

Metode rada

Tijekom pripremnoga kabinetskog rada određena je granica istraživanoga područja i pripremljene su kartografske podloge za terenski rad. Pedološka karta izrađena je na temelju Digitalne pedološke karte RH (1993.), karta načina korištenja zemljišta prema podacima iz sustava evidencije zemljišnih parcela u Republici Hrvatskoj (ARKOD, 2013.) dok je geološka karta priređena prema digitalnim podacima iz studije o mineralnim sirovinama Zagrebačke županije (Miko i dr., 2009). Radi učinkovitijega terenskog rada unaprijed su određene rute kretanja te su formirane tri terenske skupine.

Terenski rad obavljen je 7. svibnja 2013. godine. Izrađena je rukopisna geomorfološka karta, fotografirani su geomorfološki i krajobrazni elementi. Detaljna geomorfološka karta izrađena je na isječku orohidrografske karte 1:15.000. Njezin sadržaj generaliziran je i prikazan na geomorfološkoj karti 1:40.000, grafički oblikovanoj u programu Corel DRAW. Morfometrijske karte izrađene su u programskom paketu ArcGIS 10.0 iz DMR-a 25 m × 25 m.

Metode geoekološkoga vrednovanja krajobraza počele su se razvijati u drugoj polovici 20. stoljeća, posebice u sklopu Institutu za krajo-

ments of Žumberak and the depression of the Crna Mlaka basin. Prpić et al. (1977) researched the potential impact of construction of the retention on the Kupčina river on the local vegetation and remarked that the previous hydro-technical procedures had already jeopardised natural regeneration and survival of main tree species and biocenoses - pendunculate oak (*Quercus robur*) and narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia*). Studying the hydro-pedological characteristics of the Kupčina river valley, Mayer (1995) concluded that the indigenous vegetation started to dry out after the hydromelioration procedures in 1960s, which caused the reduction of the underground water level. Vujnović (2011) researched springs and listed some hydrologic characteristics of the Kupčina river and its tributaries, while Štapek (2012) specified channelling and embankment construction as important current features of the valley.

Methods

During the preparatory work, the boundaries of the study area were determined. In addition, the cartographic basemaps were prepared for purposes of planning the fieldwork. The soil map was prepared on the basis of Digital Soil Map of the Republic of Croatia (1993). The map of land use was prepared from the data from the system of records of land plots in Croatia (ARKOD, 2013), and the geological map was prepared according to digital data from studies on mineral resources of Zagreb County (Miko et al., 2009).

Fieldwork was performed on May 7, 2013. A manuscript of the geomorphological map was made and the geomorphological and landscape elements were photographed. This map served for development of the detailed geomorphological map on the orohydrographic basemap in the scale of 1:15,000. Its content was generalised and shown on the final geomorphological map in the scale of 1:40,000, and was rendered using Corel DRAW X5 software. Morphometric maps were made using the software package ArcGIS 10.0 from DEM 25 m × 25 m.

Methods of geoecological assessment started being developed in the second half of the 20th century, especially at the Institute of Landscape Ecology

N. Tandarić
M. Ćosić
N. Buzjak
N. Bočić
V. Dubovečak
I. Lacković
I. Zastavniković
D. Tomić

**Fizičkogeografska
analiza i geoekološko
vrednovanje
potencijalno zaštićenoga
područja:
primjer doline
Kupčine**

Physical geographical analysis
and geoecological
assessment of
potential protected
area – the example
of the Kupčina
river valley, Zagreb
County, Croatia

braznu ekologiju Slovačke akademije znanosti, gdje je razvijena metodologija LANDEP (Ružička i Miklós, 1982; 1990) koja je preporučena i u sklopu Agende 21 (1992.). U Hrvatskoj je metode geoekološkoga vrednovanja u sklopu geomorfologije počeo razvijati Bogнар (1990), a do danas su razvijene metoda relativnoga vrednovanja reljefa (Bognar, 1990; Saletto-Janković, 1994; Bognar i Bognar, 2010; Mamut, 2010a; 2010b; 2010c), metoda indeksa rekreacijskoga potencijala (Saletto-Janković, 1997; Lepirica, 2006; Buzjak, 2006; 2007; 2008; Bognar i Bognar, 2010) i metoda podnošljivoga kapaciteta (Šundov, 2004) temeljene na LANDEP-u. Geoekološko vrednovanje obavljeno je metodom relativnoga vrednovanja reljefa u svrhu utvrđivanja pogodnosti terena za agrarno korištenje kao glavno kulturno obilježje krajobraza. Metoda je modificirana tako što su izmijenjeni kriteriji i parametri po kojima je provedeno vrednovanje cjelokupnoga terena (a ne samo reljefa). Postupak je digitaliziran i proveden u ArcGIS-u 10.0 uporabom prethodno izradene rasterske karte različitih vrednovanih obilježja. Vrednovana je ukupna površina doline bez obzira na postojeće oblike korištenja zemljišta. U prvoj je fazi provedeno predvrednovanje s obzirom na temeljna obilježja reljefa: visinu, nagib, relativnu vertikalnu raščlanjenost i opasnost od pojave klizišta (tab. 1). Preklapanjem karata svih četiri obilježja svakoj jediničnoj površini veličine 40 m × 40 m alatom Cell Statistics dodijeljen je broj bodova prema kategorijama obilježja kojima pripadaju. Potom je alatom Zonal Statistics za sve jedinične površine u istoj visinskoj kategoriji utvrđen jedinstveni prosječni broj bodova koji predstavlja temeljnu ekovrijednost svake jedinične površine.

U drugoj su fazi kao kriteriji vrednovanja uzeti fizička pogodnost terena i dostupnost. Vrednovani parametri za svaki kriterij i odgovarajući korektivni bodovi prikazani su u tablici 2. Najveća je važnost (izražena bodovima) dana vrsti tla i ekspoziciji padina kao najznačajnijim faktorima agrarnoga korištenja zemljišta (Husnjak, 2008). Vrstom tla obuhvaćeni su vlažnost, razvijenost tla te mineralni i organski sastav koju

of the Slovak Academy of Sciences, which designed the LANDEP methodology (Ružička and Miklós, 1982; 1990) that was recommended for land assessment in Agenda 21 (1992). In Croatia, Bogнар (1990) started developing geoecological assessment methods for geomorphology. So far, methods of relative relief assessment (Bognar, 1990; Saletto-Janković, 1994; Bognar and Bognar, 2010; Mamut, 2010a; 2010b; 2010c), recreation potential index (Saletto-Janković, 1997; Lepirica, 2006; Buzjak, 2006; 2007; 2008; Bognar and Bognar, 2010) and carrying capacity (Šundov, 2004) based on LANDEP have been developed. Geoecological assessment was performed by the method of relative relief assessment in order to determine suitability of the terrain for agrarian exploitation as the main cultural property of the landscape. Since this method has never before been used for such a purpose it has been modified, so a new set of criteria and parameters for assessment of whole terrain (not only relief) had to be defined. Furthermore, the procedure was digitalised and performed in ArcGIS 10.0 using prefabricated raster maps of different assessed attributes of the terrain. The total area of the valley was evaluated regardless of existing forms of land use. The first phase was conducted by pre-assessment of the primary geomorphic attributes: elevation, slope, vertical relief dissection (relative relief) and landslide risk (Tab. 1). By overlaying maps of all four attributes and using the Cell Statistics tool, each spatial unit (space cell size 40 m × 40 m) in the study area was assigned the points for each attribute's value, i.e. value category. After points for every attribute were summed up, the Zonal Statistics tool determined the single average score for all spatial units in the same elevation category. These scores represent the basic eco-values of each spatial unit in the same category.

In the second phase, the physical suitability of terrain and accessibility were used as evaluation criteria. The assessed parameters for each criterion as well as corresponding corrective points are shown in Table 2. The greatest importance (in the form of points) was given to the soil type and slope aspect as the determining factors of agrarian land use (Husnjak, 2008). The parameter "soil type" comprises soil humidity, development, and mineral, and organic

Tab. 1. Kategorije temeljnih obilježja reljefa u procesu predvrednovanja
 Tab. 1 Categories of primary geomorphic attributes in the pre-assessment

Visina / Elevation		Nagib padina / Slope inclination		Vertikalna rašćlanjenost / Relative relief		Opasnost od nastanka klizišta / Landslide hazard	
Kategorija / Category (m)	Bodovi / Points	Kategorija / Category (°)	Bodovi / Points	Kategorija / Category (m/km ²)	Bodovi / Points	Kategorija / Category	Bodovi / Points
< 150	25	0 – 2	25	< 25	25	Relativno stabilno / Relative stable	25
150 – 200	20	2 – 5	20	25 – 50	20	Manje opasno / Less dangerous	18,75
200 – 250	15	5 – 12	15	50 – 100	15	Umjereno opasno / Moderate dangerous	12,5
250 – 300	10	12 – 32	10	100 – 150	10	Vrlo opasno / Very dangerous	6,25
> 300	5	32 – 55	5	150 – 200	5		

uvjetuju varijabilnost u produktivnosti različitih kultura. Ekspozicija se pak odražava kroz radijaciju Sunčeve energije potrebne za fotosintezu i vegetacijsko razdoblje poljoprivrednih kultura. Za utvrđivanje dostupnosti uzeto je obilježje postojanja pristupnoga puta, međutim, tom faktoru nije dana velika važnost s obzirom na to da u agrarnom krajobrazu doline Kupčine nema značajnih prepreka zbog kojih bi nepostojanje prikladna puta značajnije otežavalo dostupnost oranica poljoprivrednoj mehanizaciji. Potom je za svaku jediničnu površinu utvrđena kategorija svakoga obilježja terena kojoj pripada te su joj procesom reklasifikacije dodijeljeni pripadajući korektivni bodovi.

Preklapanjem karte ekovrijednosti s kartama korektivnih obilježja alatom Cell Statistics zbrojene su pripadajuće ekovrijednosti i korektivni bodovi za svaku jediničnu površinu. Dobivena je ukupna vrijednost svake ćelije u rasponu 0-100 te je na temelju tih bodova svaka jedinična površina razvrstana u jednu od bonitetnih kategorija, odnosno kategorija pogodnosti za agrarno korištenje (Bognar, 1990; Bognar i Bognar, 2010). Na temelju ovakve kategorizacije izrađena je karta pogodnosti terena za agrarno korištenje.

composition, by which variability in productivity of different crops is conditioned. Slope orientation entails slope exposure to solar radiation, which is necessary for photosynthesis and growing season of crops. To determine the land accessibility, the existence of roads and tracks was assessed. However, this attribute was not given great importance since there were no major physical barriers in the agricultural landscape of the Kupčina river valley that would require the existence of road or tracks for access to arable land by agricultural machinery. Finally, for each spatial unit, a corresponding value category of every corrective attribute was determined and corrective points (positive and negative) were assigned accordingly through the reclassify procedure.

By overlaying the map of basic eco-values with the maps of corrective geomorphic attributes, the Cell Statistics tool summed up basic eco-values with the corrective point in each spatial unit. The obtained total score of each unit ranges between 0 and 100. According to this score each unit was allocated a degree of category of terrain suitability for agrarian exploitation (Bognar, 1990; Bognar and Bognar, 2010). Finally, the map representing the degree of terrain suitability for agrarian use was produced.

N. Tandarić
 M. Ćosić
 N. Buzjak
 N. Bočić
 V. Dubovečak
 I. Lacković
 I. Zastavniković
 D. Tomić

Fizičkogeografska
 analiza i geoekološko
 vrednovanje
 potencijalno zaštićenoga
 područja:
 primjer doline
 Kupčine

Physical geographical
 analysis and geocological
 assessment of
 potential protected
 area – the example
 of the Kupčina
 river valley, Zagreb
 County, Croatia

Tab. 2. Kategorije korektivnih obilježja reliefa u procesu vrednovanja
Tab. 2 Categories of corrective attributes in the assessment

		Fizička pogodnost / Physical suitability						Dostupnost / Accessibility	
Nagib padina / Slope inclination		Opasnost od nastanka klizišta / Landslide hazard		Ekspozicija / Aspect		Vrsta tla / Soil type		Postojanje puta / Road	
Kategorija / Category (°)	Bodovi / Points	Kategorija / Category	Bodovi / Points	Kategorija / Category	Bodovi / Points	Kategorija / Category	Bodovi / Points	Kategorija / Category	Bodovi / Points
0 – 2	3	Relativno stabilno / Relative stable	3	O	0	Močvarno glejno / Gleysol	0	Nema puta / No road	-3
2 – 5	0	Manje opasno / Less dangerous	-1	N	-10	Kiselu smeđe / Haplic Cambisol	0		
5 – 10	-7	Umjereni opasno / Moderate dangerous	-3	NE, NW	-5	Lesivirano pseudoglejno / Albic Luvisol	-10		
12 – 32	-10	Vrlo opasno / Very dangerous	-5	E	1	Močvarno glejno vertično / Haplic Gleysol	-20	Poljski put ili makadam / Dirt road or Macadam	0
32 – 55	-20	-	-	W	5	Pseudoglej / Haplic Planosol	-10		
				SE, SW	7	Rendzina / Rendzic	15	Asfaltni put / Asphalt road	2
				S	3	Smeđe na dolomitu / Leptic Cambisol	10		

Rezultati

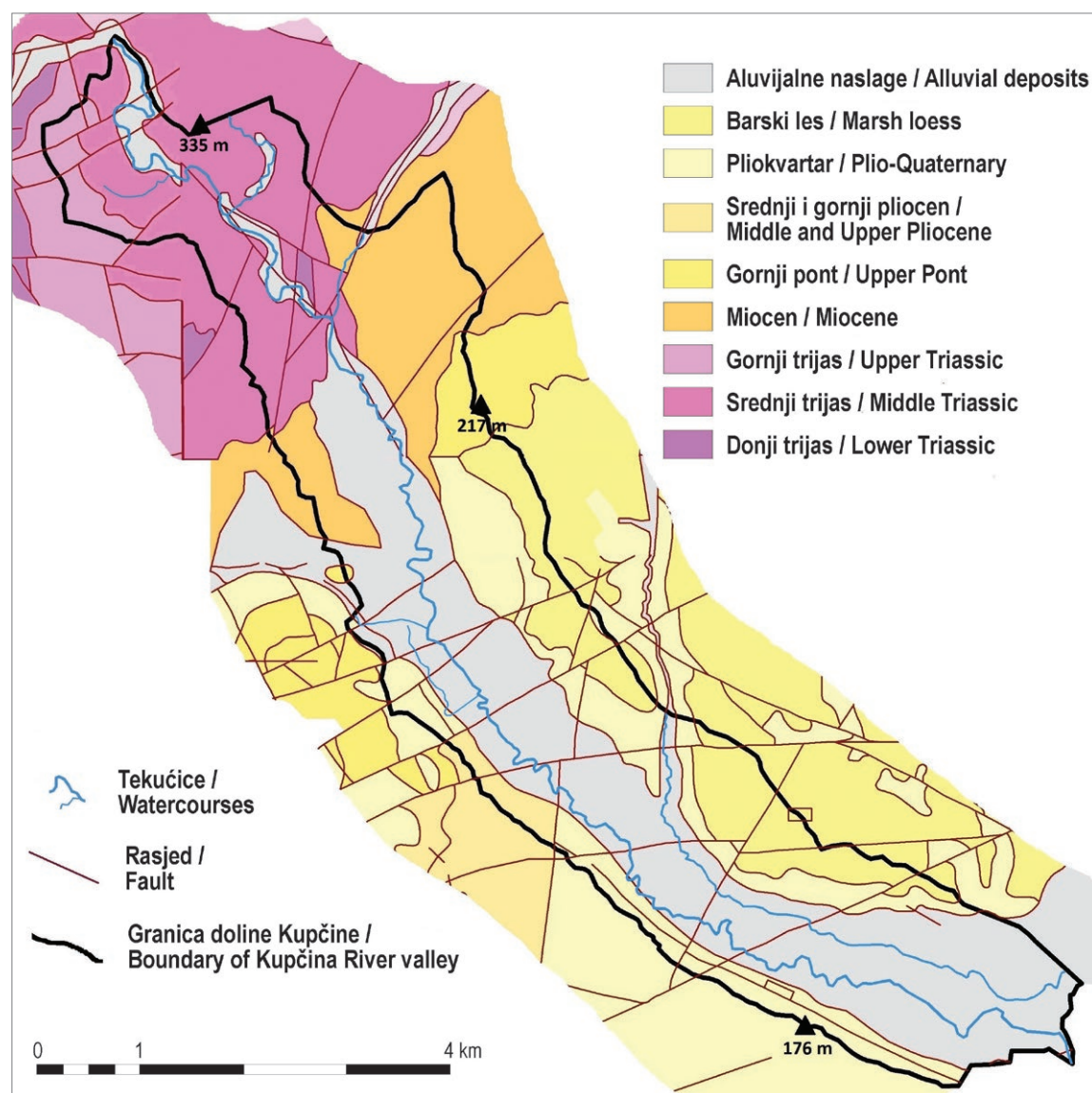
a) Geološka obilježja doline Kupčine

Najstarije stijene u dolini Kupčine su trijaskе starosti (Miko i dr., 2009) (sl. 2). Prevladavaju srednjotrijaski dolomiti, a podređeno se javljaju vapnenci, rožnjaci i tuf. Dolomit je u građi istočnoga Žumberka dominantan

Results

a) Geological properties of the Kupčina river valley

The oldest rocks date from Triassic period and are located in north-western part of the Kupčina river valley (Miko et al., 2009) (Fig. 2). In this area, dolomites from Middle Triassic prevail, while limestone, chert and tuff occur in descending order. The dominant lithologi-



Sl. 2. Geološka karta doline Kupčine
Fig. 2 Geological map of the Kupčina river valley

Izvor: Miko i dr., 2009
Source: Miko et al., 2009

N. Tandarić
M. Čosić
N. Buzjak
N. Bočić
V. Dubovečak
I. Lacković
I. Zastavniković
D. Tomić

**Fizičkogeografska
analiza i geoeko-
loško vrednovanje
potencijalno zašti-
ćenoga područja:
primjer doline
Kupčine**

Physical geo-
graphical analysis
and geocological
assessment of
potential protected
area – the example
of the Kupčina
river valley, Zagreb
County, Croatia

litološki član. Za područja u kojima se javlja karakterističan je fluviokrški reljef. Prema JI nastavljaju se neogenske naslage. U naslagama gornjega ponta prevladavaju pijesci te pjeskoviti i glinoviti lapori. Naslage srednjega i gornjega pliocena i pliokvartara čine uglavnom nevezani sedimenti gline, pijeska i šljunka. Mlađe pleistocenske naslage, tzv. barski les, glinoviti je lesu sličan sediment čiji udio glinene frakcije prelazi 30 %, što ga čini podložnim klizenju. Najmlađe su aluvijalne naslage (šljunci, pijesci i gline) holocenske starosti koje pokrivaju dno u dolinskom proširenju od Strmca Pribičkog do krajnjega JI te dna dolina pritoka Kupčine.

b) Geomorfološka obilježja doline Kupčine

Morfografska i morfometrijska obilježja

Dolina Kupčine pruža se u pravcu SZ-JI. U istraživanom dijelu prevladava dolinski reljef koji je najizraženiji u središnjem i donjem dijelu gdje je u skladu s litološko-strukturnim uvjetima oblikovana široka dolina ravnoga dna. U SZ dijelu u otpornijim trijaskim dolomitima oblikovana je uža kompozitna dolina s čestim izmjenama dolinskih suženja poprečnih V-presjeka i proširenja ravnih dna prekrivenih aluvijalnim i proluvijalnim naplavinama te padinskim sedimentima.

S obzirom na hipsometrijska obilježja mogu se diferencirati dvije cjeline (sl. 3A):

- a) SZ dio oblikovan u masivu Žumberka – obilježen je kosama odvojenim dolinama Kupčine, Slapnice i potoka Jarka, s maksimalnim nadmorskim visinama > 250 m i izraženijim visinskim razlikama;
- b) središnji i JI dio – usječen je u predgorsku stepenicu koja je niža i mlađa od masiva pa nadmorske visine ne prelaze 250 m.

Vertikalna raščlanjenost reljefa (sl. 3B) važan je pokazatelj intenziteta endogenih i eg-

cal member in the eastern part of Žumberak is dolomite. Thus, this part of the valley is characterised by fluvio karstic relief. Towards south-eastern part of the valley, Neogene sediments appear. Upper Pontian sediment are mainly sands, sand marl and clay marl; Middle and Upper Pliocene and Plio-Quaternary sediments are mainly unbound sediments of clay, sand, and gravel. Later Pleistocene sediments are represented by marsh loess which is a loess-like sediment that consists of more than 30% clay, which makes it extremely vulnerable to sliding. The most recent sediments in the valley are alluvial deposits from the Holocene, which cover the bottom of the Kupčina river valley from Strmac Pribički towards the southeast as well as the valley bottoms of the Kupčina's tributaries. Those deposits are represented by gravels, sands, and clays.

b) Geomorphological properties of the Kupčina river valley

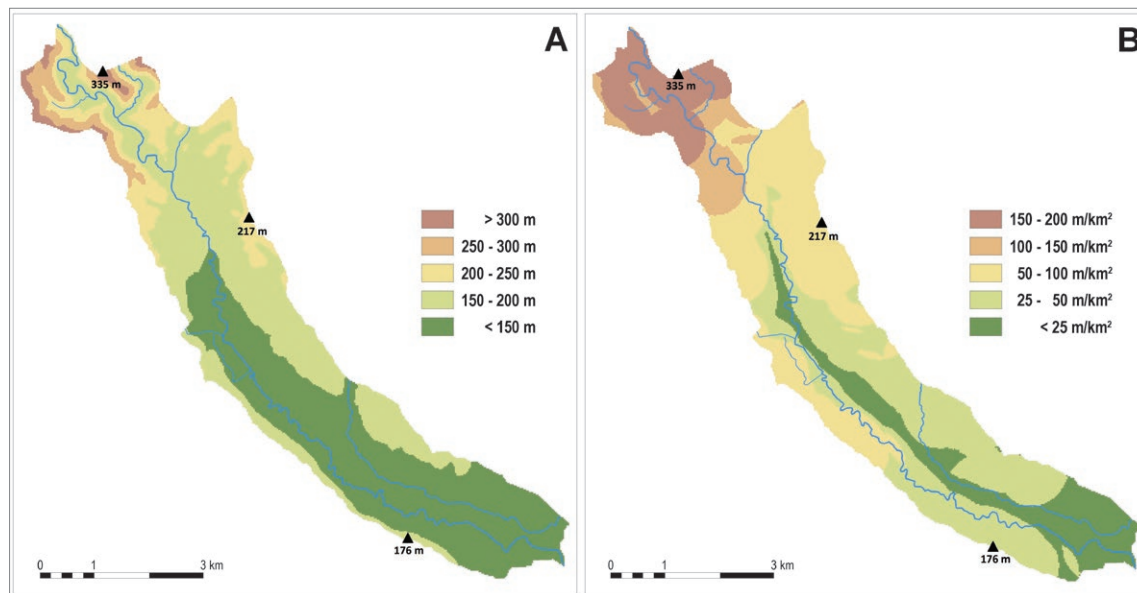
Morphographic and morphometric properties

The Kupčina river valley extends in a northwest-southeast direction. In study area, fluvial relief prevails and is most pronounced in the central and lower parts of the valley. In this area, the Kupčina river has shaped a wide valley with a flat bottom in accordance with litho-structural conditions. In northwest part of the valley, where resistant Triassic dolomites appear, the river formed a narrower composite valley characterised by shifts between narrower valley areas (V cross-section of the valley) and wider ones (valley with flat bottoms) covered with alluvial and proluvial debris and slope sediments.

Considering the hypsometric properties, two zones can be identified (Fig. 3A):

- a) The northwest zone which is formed in the massif of Žumberak - it is characterised by the valleys of the Kupčina river, and Slapnica and Jarak streams, terrain elevation of >250 m a. s. l. and greater elevation differences;
- b) The central and south-eastern part that was cut into foreland steps and is lower and younger than massif of Žumberak, with elevation up to 250 m a. s. l.

Relative relief (Fig. 3B) is an important indicator of the intensity of structural and exogeomorphic processes.



Sl. 3. Morfometrijske karte doline Kupčine. A – hipsometrijska karta, B – karta vertikalne raščlanjenosti.
Fig. 3 Morphometric maps of the Kupčina river valley. A – hypsometric map, B – relative relief map

zogenih procesa. SZ dio doline je raščlanjeniji (100-200 m/km²) uslijed neotektonskoga izdizanja terena i intenzivnoga usijecanja doline. U širem kontekstu tako duboko usijecanje posljedica je spuštavanja zavale Crne mlake kao erozijske baze. U središnjem i JI dijelu vertikalna raščlanjenost se smanjuje. Najmanja je u krajnjem JI dijelu (25 m/km²). Ovdje prevladavaju fluvioakumulacijski procesi, na što ukazuju mlade aluvijalne naslage koje je Kupčina transportirala iz zone pojačane denudacije sa Žumberka.

Nagib padina kvantitativni je geomorfološki pokazatelj kojim se utvrđuje intenzitet djelovanja egzogeomorfoloških procesa u lokalnim okvirima (sl. 4A). Izdvajaju se dvije cjeline:

a) SZ dio doline s većim nagibima – prevladavaju padine nagiba 12-32° za koje je karakteristična intenzivna erozija i spiranje. Samo uske zone koje zatvaraju Kupčinu te pritoke Slapnice i Jarka imaju nagibe > 32° (izraziti pokreti masa na padinama, pretežito ogoljele stjenovite površine). Na ovom bi prostoru djelovanje slijevne vode i povremenih tokova bilo snažno da nije mjestimice modificirano gustom šumskom vegetacijom;

The northwest part of the valley is more dissected (100-200 m/km²) due to neotectonic uplift and intensive cutting of the valley. In the wider context, such deep cutting, which resulted in the V cross-section of the valley, is the consequence of the sinking of the Crna Mlaka basin, which represents the local erosional base. In the central and south-eastern parts of the valley, the relative relief decreases and it is lowest in the far south-eastern area of the valley (25 m/km²). In this zone, fluvial accumulation processes prevail as indicated by young alluvial deposits that Kupčina river transported from the zone of increased denudation from Žumberak.

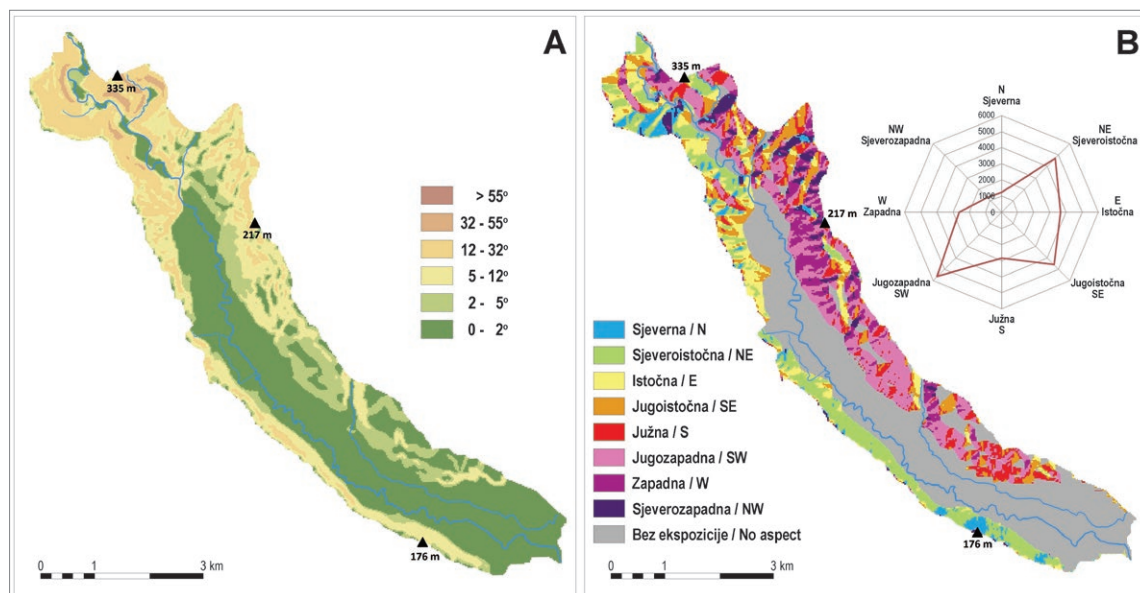
Slope inclination is a quantitative geomorphological indicator which determines intensity of activity of local exogeomorphic processes (Fig. 4A). Two zones can be identified according to this indicator:

a) The northwest zone of the Kupčina river valley – dominant slope inclination ranges between 12 and 32° on which intensive erosion and washing occur. Inclination >32° (for which mostly bare rocks and intensive slope mass movement are inherent) characterises only particularly narrow zones of the Kupčina river valley and its tributaries Slapnica and Jarak. The expected extremely strong denudation is reduced by dense forest vegetation.

N. Tandarić
M. Ćosić
N. Buzjak
N. Bočić
V. Dubovečak
I. Lacković
I. Zastavniković
D. Tomić

**Fizičkogeografska
analiza i geoekološko
vrednovanje
potencijalno zaštićenoga
područja:
primjer doline
Kupčine**

Physical geographical analysis
and geoecological
assessment of
potential protected
area – the example
of the Kupčina
river valley, Zagreb
County, Croatia



Sl. 4. Morfometrijske karte doline Kupčine. A – karta nagiba padina, B – karta ekspozicije padina.
Fig. 4 Morphometric maps of the Kupčina river valley. A – slope inclination map, B – slope exposition map

b) središnji i JI dio doline s manjim nagibima – izdvaja se područje naplavne ravnice nagiba padina 0–2° sa subhorizontalnim ploham na kojima su dominantni procesi fluvijalne akumulacije. S udaljenošću od vodotoka na dolinskim stranama nagib raste (2–5° i 5–12°). Padine karakterizira snažno spiranje i jaruženje (na što upućuje brojnost jaruga i derazijskih dolina) te kliženje terena.

Ekspozicija u kombinaciji s drugim analiziranim parametrima utječe na intenzitet egzogeomorfoloških procesa (sl. 4B). Na terenu su uočeni veći nagibi na JZ padinama dolinskih strana što se povezuje s tektonskom predispozicijom i ekspozicijom padina uslijed koje je intenzitet trošenja na prisojnim i osojnim stranama različit. Padine J i JZ ekspozicije zbog pojačane apsorpcije Sunčeve radijacije karakterizira veća dnevna temperaturna amplituda, što se odražava na jače trošenje. Međutim, ekspozicija nije jedini faktor jer je velik utjecaj na asimetričnost dolinskih strana imala i tektonika. SI dolinska strana zbog povoljne je ekspozicije i blažega nagiba padina pogodnija za agrarno korištenje koje je dodatno intenziviralo egzogeomorfološke procese.

b) The central and southeast zones - valley bottom and floodplains are inclined up to 2°, hence fluvial accumulation is the dominant process. Inclination increases with the distance from riverbed and valley walls have inclinations between 2 and 12°. Strong slope processes, washing and gullying as indicated by the large number of gullies, derasional valleys and landslides, characterise these slopes.

In combination with other analysed parameters, *slope orientation* affects the intensity of exogeomorphic processes (Fig. 4B). Fieldwork identified greater inclination of southwestern slopes than those on northeast side of the valley. This is probably due to the tectonic predisposition and orientation that influences the intensity of weathering on sunny and shady slopes. Slopes with south and southwest orientation have a higher daily temperature range due to higher absorption of solar radiation, which is reflected in more intense erosion compared to slopes with north and northeast orientation. However, slope orientation is not the only factor, since tectonics have had a major impact on the asymmetric cross-cut profile of the valley. Due to favourable orientation and lower inclination, the north-eastern side of the valley is more suitable for agricultural use, which additionally intensifies the exogeomorphic processes.

Strukturogeomorfološka obilježja

U strukturnom smislu razvoj doline Kupčine veže se uz evoluciju reljefa Žumberačke gore, njezina JI prigorja i zavale Crne mlake (Roglić, 1963). Krajnji SZ dio Žumberka je najrašćlanjeniji, s duboko usječenom tektonski predisponiranom uskom dolinom Kupčine poprečnoga presjeka u obliku slova V, s brojnim laktastim skretanjima, što upućuje (sl. 5) na neotektonsko izdizanje terena. Srednji i donji tok obilježava meandriranje toka i male vrijednosti raščlanjenosti reljefa koje upućuju na relativno spuštanje i zapunjavanje terena naplavinama (Roglić, 1963).

Egzogenogeomorfološka obilježja

S obzirom na geološku građu, strukturni sklop i klimatsko-ekološka obilježja prostora reljef je oblikovan padinskim, fluvijalnim, fluviodenudacijskim i fluviokrškim procesima (sl. 5). U SZ dijelu, u trijaskim dolomitima, reljef je oblikovan fluvio-krškim procesima. Zbog veće obraštenosti radi se o pokrivenom fluviokršu u čijem oblikovanju u zonama povećanih nagiba veliku ulogu imaju padinski procesi. U središnjem i JI dijelu doline, u kojem prevladavaju miocenske i pliocenske naslage, reljef je oblikovan fluvijalnim i fluviodenudacijskim procesima.

Riječne terase prisutne su u diskontinuitetu duž cijeloga toka. U njihovu nastanku najveću ulogu imale su promjene klime i tektonski pokreti koji su u ovom slučaju pozitivnoga predznaka zbog generalnoga izdizanja Žumberačke gore, a s druge strane spuštanja zavale Crne mlake čime je snižena erozijska baza (Roglić, 1963). Kupčina je oblikovala erozijski pod koji predstavlja ishodišni, primarni nivo u koji se vodotok usjekao u početnom stadiju evolucije (Žiger i Bognar, 2007). On je destruiran linearnom erozijom s brojnim potocima i jarugama te se pojavljuje u fragmentima s obje dolinske strane, dok se posebno očuvani dijelovi nalaze u središnjem dijelu doline. Akumulacijskim djelovanjem formirana je naplavna ravnica koja je najšira u središnjem i JI dijelu, gdje zbog smanjena nagiba terena Kupčina otječe mehanizmom srednjega i

Structural geomorphological properties

The evolution of the Kupčina river valley in structural terms is associated with the Žumberak relief evolution, its foothills and the Crna Mlaka basin (Roglić, 1963). The furthestmost north-western part of Žumberak is the most dissected, with the narrow Kupčina river valley deeply cut into the terrain. Its V cross-section and numerous elbow turnings (Fig. 5) imply neotectonic terrain uplifting during which vertical erosion progresses continuously. The middle and lower courses are characterised by meandering and low relief dissection that indicates relative lowering of the terrain and its filling with debris, which is all being conditioned by relative sinking of the wider area of Crna Mlaka basin (Roglić, 1963).

Exogeomorphological properties

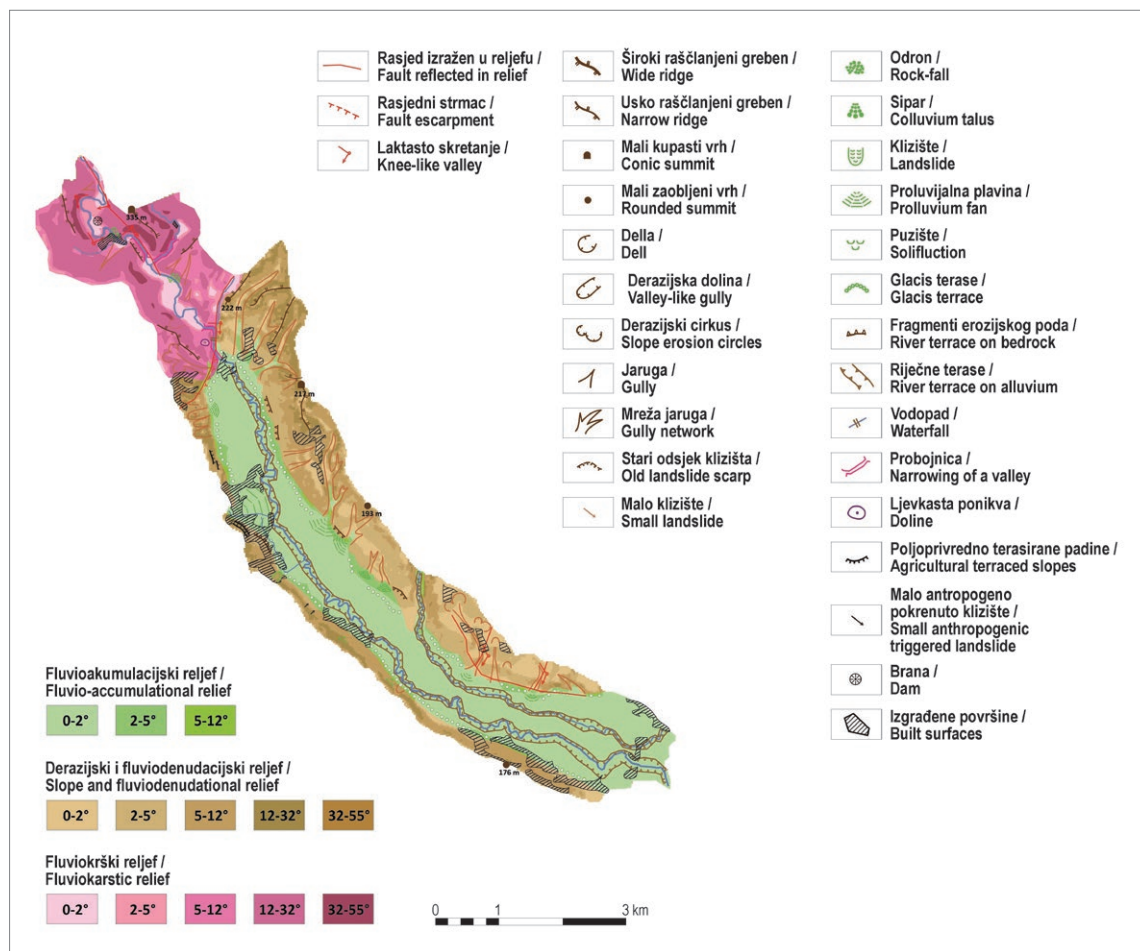
According to the geological structure, the structural set, and climatic-ecological characteristics of the area the Kupčina river valley has a polygenetic origin. It was shaped by derasion, fluvial, fluviodenudational, and fluviokarstic processes (Fig. 5). The north-western part of the valley can be characterised as fluviokarst "covered" in Triassic dolomites. The terrain is covered by forest vegetation, but on steep slopes derasion processes have had a big role in relief formation. In the Miocene and Pliocene sediments in the central and south-eastern parts of the valley fluvial and fluviodenudational relief can be found.

The river terraces are present along the entire valley but lack continuity. The major role in their formation has been attributed to the combined influences of climate changes, positive tectonic movements of Žumberak and the sinking of the Crna Mlaka basin (Roglić, 1963). The Kupčina river has formed an erosion floor that represents the primary level into which the watercourse was incised in the initial stage of evolution (Žiger and Bognar, 2007). It was destroyed by linear erosion, producing many streams and ditches. The erosion floor appears in fragments on both side of the valley; the especially preserved sections are situated in the central part. Processes of fluvial accumulation formed a floodplain. The floodplain is widest in the central and south-eastern parts of valley, where as a result of the low terrain inclination, the Kupčina flows via

N. Tandarić
M. Ćosić
N. Buzjak
N. Bočić
V. Dubovečak
I. Lacković
I. Zastavniković
D. Tomić

**Fizičkogeografska
analiza i geoko-
loško vrednovanje
potencijalno zašti-
ćenoga područja:
primjer doline
Kupčine**

Physical geo-
graphical analysis
and geocological
assessment of
potential protected
area – the example
of the Kupčina
river valley, Zagreb
County, Croatia



Sl. 5. Geomorfološka karta doline Kupčine
Fig. 5 Geomorphological map of the Kupčina river valley

donjega toka. U krajnjem SZ dijelu, zbog djelovanja mehanizma gornjega toka i pojačane dubinske erozije, dno doline suženo je na nekoliko metara ili nedostaje.

Prostorni raspored i intenzitet padinskih procesa uvjetovan je razlikama u litološkom sastavu, smjerom i intenzitetom tektonskih pokreta, nagibima, ekspozicijom padina i antropogenim utjecajima. Zbog toga su padinski procesi najintenzivniji na padinama većih nagiba te na području povećane raščlanjenosti reljefa u krajnjem SZ dijelu doline. Zabilježeni su primjeri gravitacijskih pokreta, puženja i klizanja te spiranja i jaruženja. Gravitacijski procesi vezani su za karbonatnu podlogu, a najintenzivniji su u SZ dijelu, gdje su zabilježena urušavanja i odroni te njihovi akumulacijski oblici (sipari i urušni blokovi).

mechanisms of the middle and lower flow. In the far north-western part, due to the mechanism of upper flow and enhanced deep erosion, the valley bottom is only few meters wide or missing entirely.

The spatial distribution and intensity of slope processes have been influenced by differences in lithological composition, direction and intensity of tectonic movements, inclination, slope aspect, and anthropogenically changed conditions. Therefore, they are the most intense on steeper slopes in the north-western part of the valley. Examples of soil and regolith gravitational movements have been observed, such as: sliding, creeping, and gullyng. Gravity processes related to the carbonate bedrock in north-western part of valley are collapses and landslides.

Dolinske strane južno od Strmca Pribičkog oblikovane su u neogenskim naslagama s intenzivnim procesima spiranja i jaruženja. U uvjetima pojačanoga vlaženja regolita u čijoj je podlozi veći udio gline dolazi do kliženja. Klizišta se javljaju na dolinskim stranama kao što je dio od Hromca do Krašića te uz desnu dolinsku stranu iznad ceste prema Draganiću. Česta je kombinacija procesa kliženja, puženja i tečenja terena. Spiranjem, kao procesom plošne destrukcije padina atmosferskom vodom, nastaju brojne derazijske doline i *delle* ispod kojih se akumulira isprani materijal u obliku deluvijalnih konusa. Brojne jaruge i potočne doline u SZ dijelu tektonski su predisponirane te su često duboko usječene i pravocrtna ocrta. Jarugama bujični tokovi transportiraju rastresiti materijal koji akumuliraju na kontaktu dolinskih strana i naplavne ravnice u obliku proluvijalnih plavina. Jedna je od većih plavina ona na kojoj se nalazi naselje Krašić. Njezin lepezasti ocrta može se pratiti u reljefu i strukturi naselja i prometnica. Spajanjem proluvijalnih plavina i deluvijalnih konusa u podnožju padina nastaju glacis-terase koje su prisutne južno od Strmca Pribičkog na objema dolinskim stranama. Plavine i glacis-terase predstavljaju pogodan teren za naselja zbog povišena položaja u odnosu na poplavama izložene naplavne ravnice.

Reljef doline u velikoj je mjeri modificiran antropogenim djelovanjem. Prirodna vegetacija iskrčena je u svrhu agrarnoga korištenja, izgradnje prometnica i naselja. Time je izgubljen veći dio izvornoga prirodnog krajobraza specifičnog za kontaktni prostor Žumberka i zavale Crne mlake. Najslabiji antropogeni utjecaj je u SZ dijelu, koji je zbog karbonatne podloge i nagiba padina manje pogodan za naseljavanje i gospodarstvo. Dobar je dio vodotoka kanaliziran kako bi se spriječilo učestalo plavljenje, a strmije padine u središnjem i JI dijelu velikim su dijelom terasirane. Raznim zahvatima u reljefu dolazi do intenziviranja egzogeomorfoloških procesa i takvi prostori predstavljaju područja hazarda.

Valley walls in the south of Strmec Pribički were formed in soft Neogene sediments and therefore the processes of slope washing and gullyng are very intense. Landslides occur in conditions of increased moistening of regolith covering beds with higher amounts of clay. In the research area they are present on valley walls with steeper slopes, from village of Hromec to Krašić, and continue along the right side of valley above the road towards Draganić. The combination of soil creep and slides occurs very often in that area. Process of areal slope destruction by atmospheric water has formed numerous derasional valleys and dellas with deluvial cones. Gullyng is frequent. Numerous ditches and stream valleys in the southwestern area are tectonically predisposed, and therefore deeply incised. Torrents transport material, deposited at the contact of valley wall and floodplain, in the form of proluvial fans. The village Krašić is situated on one of the biggest fans in the Kupčina valley. Its shape can be traced in the relief and in the structure of settlements and roads. South of Strmec Pribički glacis terraces are present on both sides of the valley. These are the zones with a mild slope of up to 5° forming a step at their edge. The genesis of the glacis terrace is related to the merging of a number of proluvial fans and cones at the end of derasional and stream valleys. Alluvial fans and glacis terrace represent suitable terrain for the settlement because they are not exposed to floods.

The relief of the Kupčina river valley has been greatly modified by anthropogenic activities. Human actions such as deforestation, continuous expansion of agricultural, industrial and built-up areas, as well as enlargement of infrastructure (roads), has changed natural environment and relief. The most of the original natural landscape specific to the contact area between Žumberak and the Crna Mlaka basin has already been lost. Human impact is the smallest in northwest part of the valley as a result of steeper terrain and carbonate surfaces, less suitable for settlement and agricultural exploitation. A large part of the Kupčina has been channelled to reduce flooding. Steeper slopes in the central and south-eastern parts of the valley have mostly been terraced. Various unplanned human interventions in the relief represent a threat and have caused the intensification of destructive processes; such places are hazard areas.

N. Tandarić
M. Ćosić
N. Buzjak
N. Bočić
V. Dubovečak
I. Lacković
I. Zastavniković
D. Tomić

**Fizičkogeografska
analiza i geoekološko
vrednovanje
potencijalno zaštićenoga
područja:
primjer doline
Kupčine**

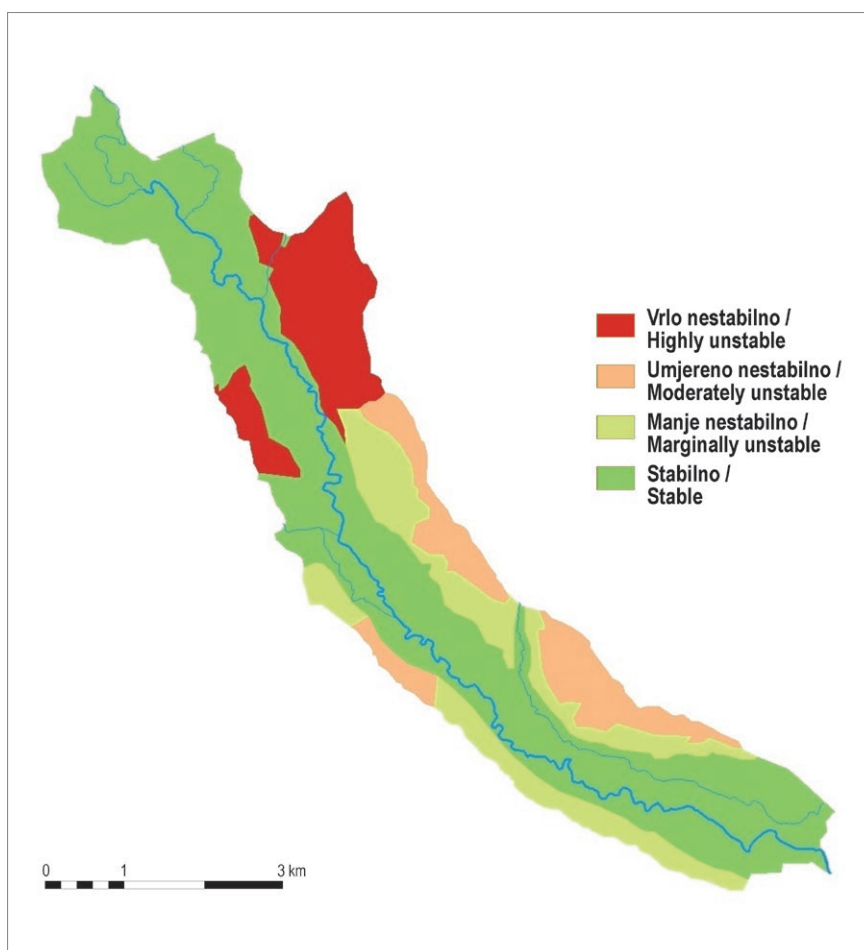
Physical geographical analysis
and geoecological
assessment of
potential protected
area – the example
of the Kupčina
river valley, Zagreb
County, Croatia

Mobilnost padina

Na temelju zabilježenih padinskih procesa te podataka o litološkoj podlozi i hidropedološkim uvjetima izrađena je karta mobilnosti padina koja pokazuje rizik od geomorfoloških hazarda: klizanja, tečenja i puženja terena, urušavanja i osipanja (sl. 6). Najveći dio doline nije značajnije ugrožen. Područje najvećeg rizika nalazi se na prijelazu iz fluviokarške u fluviodenudacijsku zonu zbog miocenskih naslaga bogatih glinovitom sastavnicom. Na dolinskim stranama rizik raste s udaljenošću od dna doline, pri čemu su glavni razlog pliocenske naslage na JZ i barski les na SI strani doline koje karakteriziraju nevezani sedimenti i značajni udio glinovite sastavnice koja u kombinaciji s vlažnošću tla pogoduje nastanku klizišta.

Slope mobility

The map of the slope mobility that shows the risk of geomorphological hazards: landslides, creep and terrain flow, collapse, and attrition (Fig. 6) was made on the basis of the slope processes recorded during the fieldwork and data regarding lithological features and hydrogeological conditions. The greater part of the valley is not significantly threatened. The greatest risk is found at the turn from fluviokarst to fluviodenudational zone with Miocene deposits rich with clay components. The main reasons are Pliocene sediments in the southwestern part and marsh loess in the south-eastern part of the valley due to the loose sediments and a significant proportion of clay components. Those sediments, in combination with the soil moisture, favours the occurrence of landslides.



Sl. 6. Mobilnost padina u dolini Kupčine

Fig. 6 Slope mobility in the Kupčina river valley

c) Klimatska obilježja doline Kupčine

Prema Köppenovoj klasifikaciji klima doline Kupčine spada u klimatski podtip *Cfwbx*” (Milković i Medvedović, 2006). Padaline su relativno pravilno raspoređene tijekom godine. Izdvajaju se dva maksimuma: u kasno proljeće i ranu jesen. Najmanje padalina ima zimi. Srednja mjesečna temperatura zraka ne prelazi 20 °C. U ljetnom razdoblju je >10 °C, a zimi se ne spušta ispod -3 °C. Takve karakteristike klime (sl. 7) pogoduju agrarnom korištenju zemljišta kao i u ostatku Središnje Hrvatske.

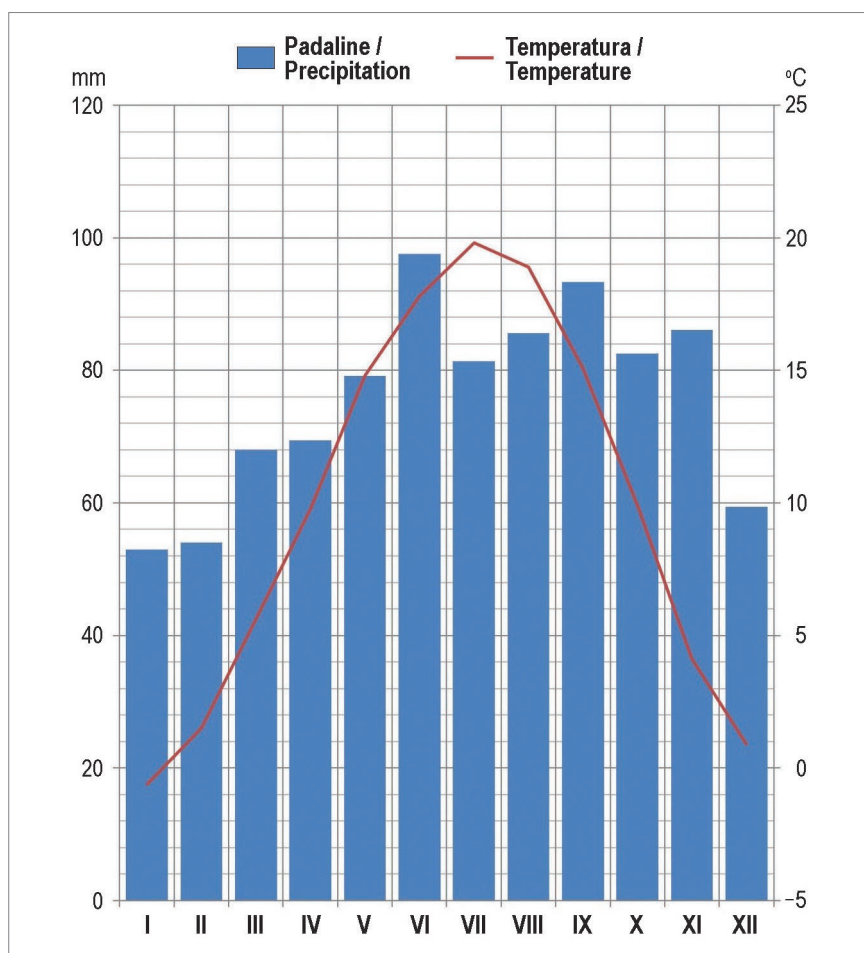
c) Climatic properties of the Kupčina valley

According to Köppen climate classification, Kupčina river valley has *Cfwbx*” climate (Milković and Medvedović, 2006). Precipitation is relatively regularly distributed throughout the year, although two maximums can be identified (in late spring and early autumn), while the lowest precipitation can be observed in the winter. Mean monthly air temperature does not exceed 20°C. Summer temperature does not fall below 10°C, while in winter it does not fall below -3°C. These climate characteristics (Fig. 7) favour the exploitation of the agricultural land in the same fashion as in the rest of central Croatia.

N. Tandarić
M. Ćosić
N. Buzjak
N. Bočić
V. Dubovečak
I. Lacković
I. Zastavniković
D. Tomić

**Fizičkogeografska
analiza i geoko-
loško vrednovanje
potencijalno zašti-
ćenoga područja:
primjer doline
Kupčine**

Physical geo-
graphical analysis
and geocological
assessment of
potential protected
area – the example
of the Kupčina
river valley, Zagreb
County, Croatia



Sl. 7. Klimadijagram Jastrebar-
skog za razdoblje
1971. – 1990.

Fig. 7 Climate diagram for the
city of Jastrebarsko,
1971 - 1990.

Izvor / Source: Medvedović,
2002.

d) Hidrogeografska obilježja Kupčine

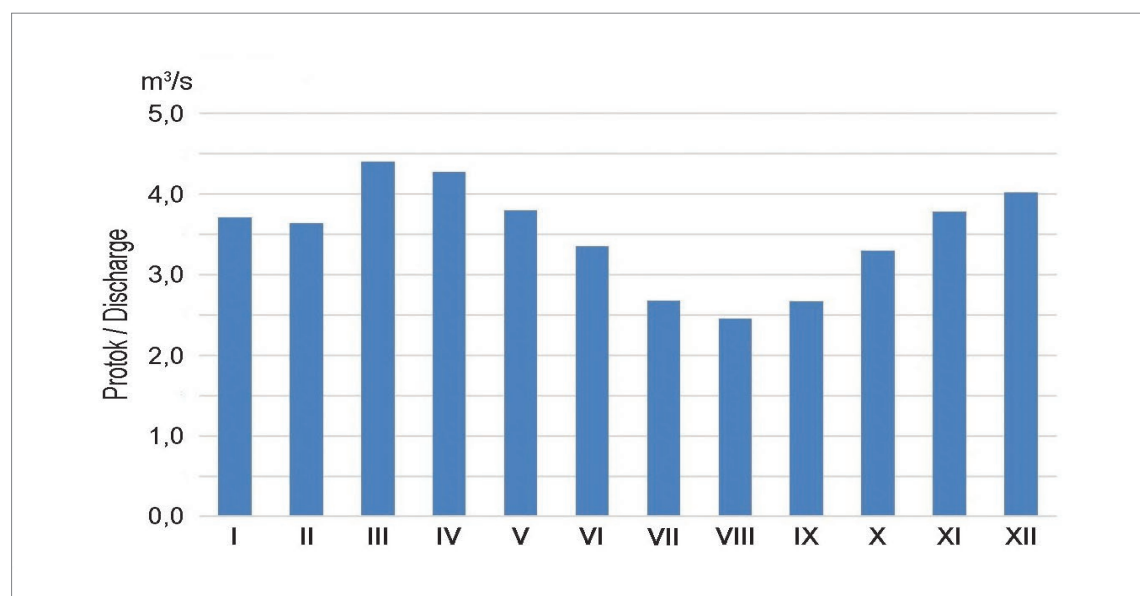
Rijeka Kupčina izvire podno Pleša, teče središnjim dijelom Žumberka i SZ Pokupljem te kao glavni lijevi pritok Kupe odvodnjava većinu vodotoka sa središnjega Žumberka (Španjol i dr., 2011). Ulijeva se u kanal Kupa-Kupa neposredno prije spoja s Kupom. Ukupna je duljina Kupčine 51 km (Štapek, 2012), a u istraživanom području 20,291 km. Ukupna površina porječja je 125 000 km² (HIS, 2000).

Budući da je nadmorska visina ulaska (h_1) Kupčine u istraživano područje 190 m, a visina izlaska (h_2) 120 m, apsolutni pad ($J_a = h_1 - h_2$) iznosi 70 metara. Indeks reljefa ($\Delta H = H_{max} - H_{min}$) je 221 m (340 m - 119 m), a upućuje na to da Kupčina teče kroz vrlo raščlanjeno područje. Relativni pad ($J_r = J_a / L$, gdje je J_a apsolutni pad, a L duljina toka) iznosi 3,45 metara po kilometru duljine. Uzimajući u obzir stvarnu duljinu (20,3 km) i zračnu udaljenost između najviše i najniže točke u dolini (13,6 km), koeficijent razvijenosti Kupčine ($K_r = L / L_{min}$, gdje je L duljina toka, a L_{min} zračna udaljenost između točke ulaska i točke izlaska vodotoka iz istraživanoga područja) iznosi 1,492 i upućuje na vijugavost toka.

d) Hydrogeographic properties of the Kupčina

The source of the Kupčina river is located beneath Pleše, flowing through the central part of Žumberak and north-western Pokuplje. It is the main left tributary of the Kupa river and drains most of the streams in the central part of Žumberak (Španjol et al., 2011). It flows into the Kupa-Kupa channel just before its juncture with the Kupa river. The total length of the Kupčina is 51 km (Štapek, 2012), and the length in study area is 20,291 km. The total basin area is 125,000 km² (HIS 2000).

The elevation of entry point (h_1) of Kupčina in the study area is 190 m a.s.l. and exit point (h_2) is 120 m a.s.l., so absolute decline ($J_a = h_1 - h_2$) is 70 meters. Considering the relief index, ($\Delta H = H_{max} - H_{min}$) which is 221 m (340 m - 119 m), the Kupčina flows through a greatly dissected area. The longitudinal grade of the watercourse ($J_r = J_a / L$, where J_a is absolute decline and L is watercourse length) is 3.45 meters per km. Taking into account the actual length (20.3 km) and the aerial distance between the highest and the lowest points in the valley (13.6 km), the curve ratio of Kupčina ($K_r = L / L_{min}$, where L is a watercourse length, and L_{min} is a direct line between the entry and exit point) in the study area is 1,492 and indicates the tortuosity of the watercourse's curvature.



Sl. 8. Srednje mjesečne vrijednosti protoka na mjernejoj postaji Strmac – Kupčina u razdoblju od 1951. do 2009. godine.

Fig. 8 Average monthly discharge values in the hydrologic station Strmac-Kupčina for the period 1951–2009.

Izvor / Source: HIS 2000.

Srednji mjesečni protok na hidrološkoj staciji Strmac – Kupčina (Plan navodnjavanja, 2006.) varira između 1,1 i 2,8 m³/s, s maksimumom u ožujku i travnju (kad se otapa snijeg na Žumberku), sa sekundarnim maksimumom u prosincu, a minimumom u kolovozu (sl. 8). To je najpovoljniji režim (kišno-snježni) za vlaženje tla koje je ovdje veliko i zbog plitkoga nepropusnog sloja gline (Mayer, 1995).

Erozijskim i akumulacijskim djelovanjem vodotoci su disecirali i mijenjali prostor oblikujući prostranu dolinu. Interakcija površinskih i podzemnih voda uvjetovala je razvoj prekomjerno vlaženih tala u središnjem i donjem dijelu doline zbog kojih su bili potrebni hidromelioracijski zahvati radi jačanja poljoprivredne iskoristivosti i produktivnosti. U dolini Kupčine nalazi se jedno od četiriju glavnih hidromelioracijskih područja u Zagrebačkoj županiji, a svi sustavi imaju gravitacijsku odvodnju (Španjol i dr., 2011). Najvažniji od njih je retencija Kupčina, zapremnine 222 000 m³, koja se nalazi nizvodno od istraživanoga područja (Orešić, 2004). Hidromelioracijski zahvati rezultirali su sniženjem razine podzemnih voda, smanjenjem površine poplavnih voda za oko 50 % i skraćivanja njihova trajanja za oko 70 %. Ti su zahvati uzrokovali masovno sušenje autohtone vegetacije (Mayer, 1995), ali su povećane mogućnosti za agrarno korištenje doline. Kad je posrijedi kvaliteta vode, ona je dobre kakvoće u SZ dijelu, dok je u JI dijelu nešto manja zbog ispuštanja otpadnih voda (*Izvješće o stanju okoliša ZZ*, 2009.).

e) Pedogeografska obilježja doline Kupčine

Geološka građa, raščlanjenost reljefa, mikroklimatske razlike, biljni pokrov, utjecaj površinskoga i podzemnoga otjecanja na vlažnost tla te antropogeni utjecaji uvjetovali su prostornu mozaičnost tipova tala. Hidromelioracija je u kombinaciji s poljoprivrednim miješanjem horizonata tla dovela do razvoja antropogeniziranih tala pogodnih za poljoprivredu, no to je istodobno ubrzalo i nestajanje prirodne vegetacije (Prpić i dr., 1977; Mayer, 1995).

Average monthly discharge in the hydrologic station Strmac-Kupčina (Plan navodnjavanja, 2006) varies between 1.1 and 2.8 m³/s with the primary maximum in March and April (when the snow melts on Žumberak), the secondary maximum in December, and the minimum in August (Fig. 8). This is normally the most optimal regime (rain-snow) for soil moistening; however, the soil moisture is already high here because of the shallow layer of impermeable clay (Mayer, 1995).

The streams have changed and dissected the land over time creating a spacious valley. The interaction of surface and ground water has affected the development of excessively moistened soils in the central and lower parts of the valley, which made hydromelioration procedures necessary to enhance their agricultural efficiency and productivity. The Kupčina valley contains one of the four main areas of the land reclamation in Zagreb County. In addition, all excessive water drainage systems work on the gravity drainage principle (Španjol et al., 2011). The most important of them is the Kupčina retention with full capacity of 222,000 m³, which is located downstream of the study area (Orešić, 2004). The hydromelioration works resulted in a lowering of the groundwater level, reducing the area of floodwaters by about 50% and shortening their duration by about 70%. The result was a massive drying of native vegetation (Mayer, 1995), but increased opportunities for intensification of agricultural use. Water is of good quality in the north-western part, as indicated by the tufa precipitation in Kupa's tributary Slapnica, while in the south-eastern part it is slightly degraded due to the discharge of communal wastewater (*Izvješće o stanju okoliša ZZ*, 2009).

e) Pedogeographic properties of the Kupčina valley

Geological structure, diverse relief, microclimate, vegetation, impact of surface and groundwater runoff on soil moisture conditions, and human influences have led to the formation of a spatial mosaic of soil types. Hydromelioration combined with agricultural mixing of soil horizons resulted in development of soils suitable for agriculture, but at the same time accelerated the disappearance of natural vegetation (Prpić et al., 1977; Mayer, 1995).

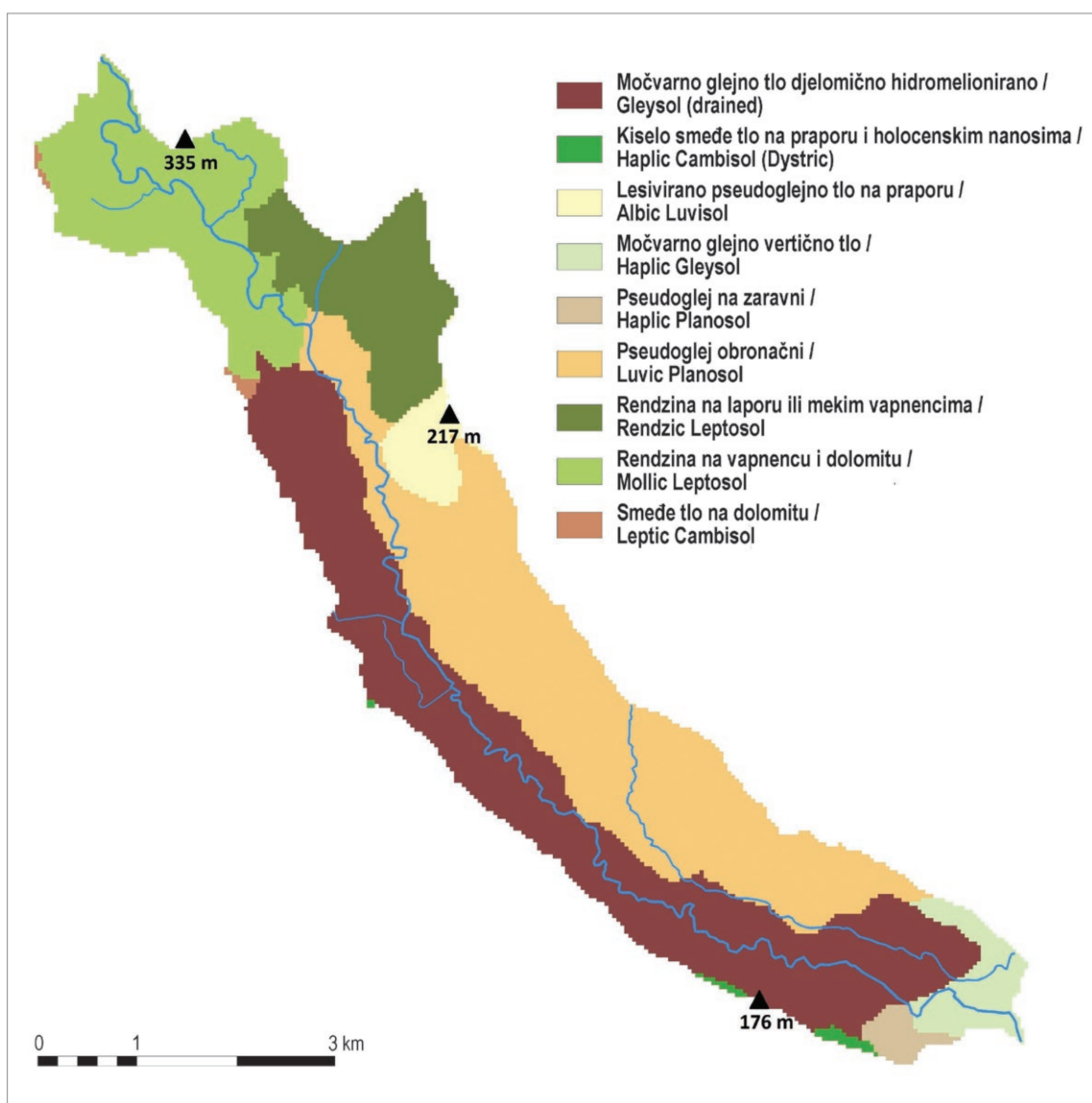
N. Tandarić
M. Ćosić
N. Buzjak
N. Bočić
V. Dubovečak
I. Lacković
I. Zastavniković
D. Tomić

**Fizičkogeografska
analiza i geoeko-
loško vrednovanje
potencijalno zašti-
ćenoga područja:
primjer doline
Kupčine**

Physical geo-
graphical analysis
and geocological
assessment of
potential protected
area – the example
of the Kupčina
river valley, Zagreb
County, Croatia

U SZ dijelu na karbonatnom matičnom supstratu razvile su se rendzine i smeđe tlo na dolomitu (Husnjak, 2008), ali su zbog položaja na strmijim padinama podložna eroziji, slabije valorizirana i često pošumljena (sl. 9). Središnji i JI dio prekrivaju močvarno glejno tlo i pseudoglej, dok se samo uz JZ granicu doline pojavljuje kiselo smeđe tlo. Močvarnom glejnom tlu i pseudogleju hidromelioracijom je poboljšana kvaliteta te na njima danas prevladava intenziv-

In the north-western part of the valley rendzina and brown soil on dolomite has developed (Husnjak, 2008), but due to its location on steep slopes prone to erosion, they are less valorised and often forested (Fig. 9). The central and south-eastern part of the valley are covered by gley and pseudogley while acid brown soil appears only along the southwestern border of the valley. Hydroamelioration has improved the quality of gley and pseudogley suitable for intensive agriculture. Forest and rare grasslands mainly



Sl. 9. Tipovi tala u dolini Kupčine

Fig. 9 Spatial distribution of soils in the Kupčina River valley

Izvor: Digitalna pedološka karta Hrvatske, 1993.

Source: Digital pedologic map of Croatia, 1993

na poljoprivredna proizvodnja. Kiselo smeđe tlo obraštaju šume i rjeđe travnjaci (Husnjak, 2008). Riparijska zona s očuvanim pojasevima vegetacije obuhvaća zone rendzine, pseudogleja i močvarnoga glejnog tla.

f) Analiza korištenja zemljišta

S obzirom na korištenje u dolini Kupčine mogu se izdvojiti sljedeće kategorije zemljišta: poljoprivredno zemljište, zemljište pod šumom, izgrađeno zemljište i kamenolom (sl. 10). Najveći dio zauzima poljoprivredno zemljište (1852 ha ili 76 %: oranice i travnjaci). Te su površine zastupljenije u središnjem i JI dijelu, gdje su nagibi i vertikalna raščlanjenost reljefa manji. U SZ dijelu uglavnom prate uska dna dolina. Zemlji-

cover acid brown soil due to the pronounced acidity that limits the biological activity and agricultural production (Husnjak, 2008). Riparian zone with preserved vegetation belts includes zones of rendzina, pseudogley, and eugley soils.

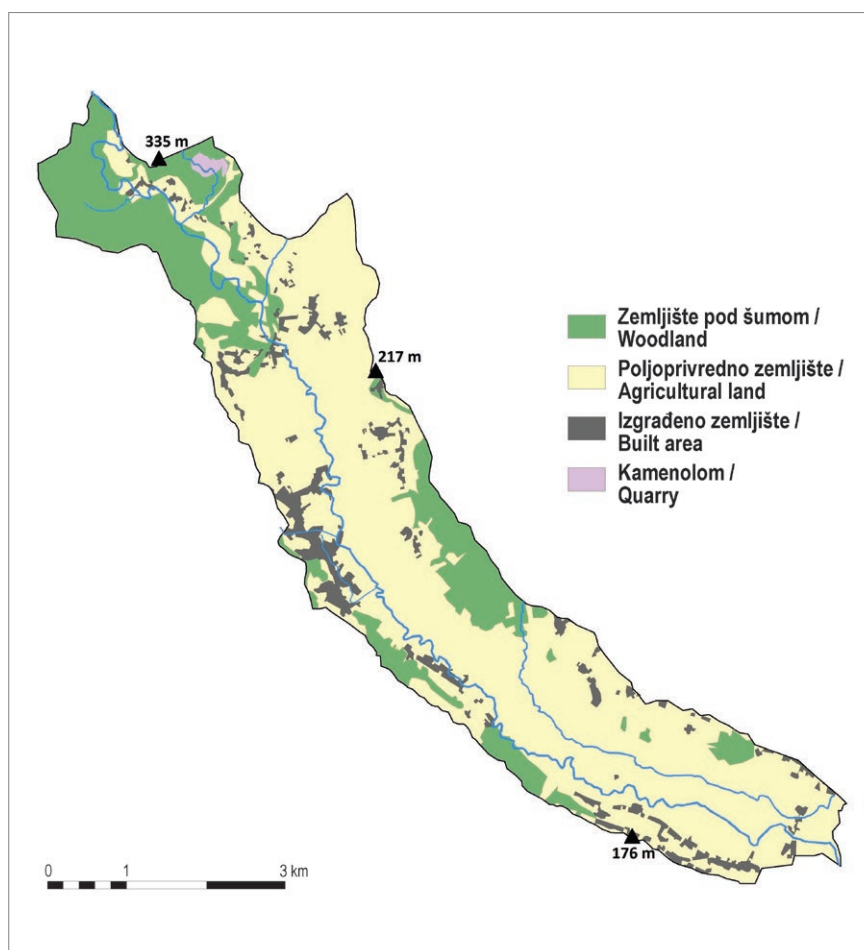
f) Land use analysis

In Kupčina valley four categories of land use can be distinguished: agricultural land; woodland; built area; and other land use types (Fig. 10). Most of the area is agricultural land (1,852 ha or 76% of the total study area) which includes arable land and grasslands. These areas are more frequent in the central and south-eastern parts of valley where the inclination and relief dissection are smaller, while in the north-western part they generally follow the narrow

N. Tandarić
M. Ćosić
N. Buzjak
N. Bočić
V. Dubovečak
I. Lacković
I. Zastavniković
D. Tomić

**Fizičkogeografska
analiza i geoekološko
vrednovanje
potencijalno zaštićenoga
područja:
primjer doline
Kupčine**

Physical geographical analysis and geocological assessment of potential protected area – the example of the Kupčina river valley, Zagreb County, Croatia



Sl. 10. Prostorna raspodjela oblika korištenja zemljišta u dolini Kupčine

Fig. 10 Spatial distribution of land use types in the Kupčina river valley

Izvor / Source: ARKOD, 2014.

šte pod šumom (358 ha ili 15 %) prevladava u SZ, reljefno dinamičnijem dijelu, te na strmijim padinama u središnjem dijelu doline. Tu spada i riparijska zona koja nije izmijenjena zbog blizine toka te je jedini ostatak prirodnoga areala za potencijalnu zaštitu u agrarno modificiranom krajobrazu središnjega i JI dijela doline. Izgrađena zemljišta zauzimaju 220 ha (9 %) ukupne površine i pružaju se uglavnom usporedno s tokom Kupčine. U kategoriji ostalih oblika zemljišta izdvojen je samo kamenolom Slapnica u SZ dijelu (10 ha).

Geokološko vrednovanje doline Kupčine

Rezultati vrednovanja (sl. 11) upućuju na to da su vrijednosti terena za agrarno korištenje sukladne reljefnim i pedološkim obilježjima. Dolina Kupčine općenito je pogodna za agrarno korištenje, pri čemu je moguća regionalizacija na dva dijela: (1) vrlo pogodno dno doline u središnjem i JI dijelu i (2) ograničeno vrijedno dno doline i nepogodne dolinske strane SZ dijela. Manja pogodnost dolinskih strana posljedica je povećanoga nagiba i mobilnosti padina. Unatoč reljefnim razlikama između SZ i JI dijela doline razlike među njima nisu izražene iz dvaju razloga. Prvi je što se u SZ dijelu nalaze najplodnija tla koja donekle osnažuju pogodnost zemljišta smanjenu nagibom i mobilnošću padina. U JI dijelu raspodjela plodnijih tala poklapa se s ravnijim terenima. Pogodnost je povećana hidromelioracijskim zahvatima, a pozitivan je i utjecaj ekspozicije. Dolinske strane općenito su ocijenjene kao kategorije terena s ograničenom vrijednošću. Na njima su općenito povoljna tla s dobrim vodozračnim svojstvima, no nagibi padina u kombinaciji s geološkom podlogom utječu na pojavu klizišta i težu obradu. Manje bitno razlikovno obilježje dviju dolinskih strana jesu ekspozicije koje su vrlo povoljne na SI, a nešto manje na JZ dolinskoj strani. Ovako ocijenjena pogodnost u tradicionalnom krajobrazu Kupčine s obzirom na način korištenja zemljišta ima utjecaja na mogućnosti njezine zaštite.

flat valley bottom. Woodlands (358 ha or 15%) prevail in the geomorphologically dynamic north-western part and on the steeper slopes in the central part of the valley. Part of the woodland area is a riparian zone that has not been changed due to the proximity of the stream, hence it is the only remaining natural area with potential protection in the agricultural landscape of the Kupčina valley. Built area occupies 220 ha (9%) and extends essentially parallel to the watercourse of the Kupčina. The category of other land use type contains only Slapnica quarry (10 ha) in the north-western part of the valley.

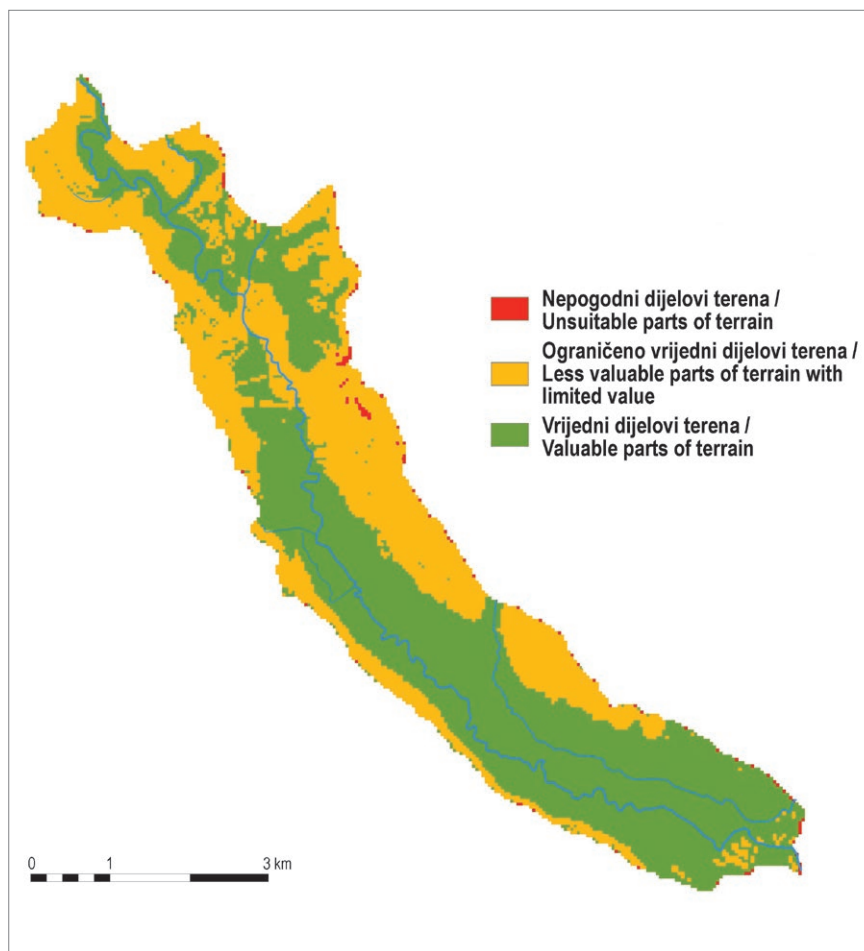
Geocological assessment of the Kupčina valley

The results of the assessment (Fig. 11) indicate that the agrarian land use value of the valley comply with relief and soil characteristics. Kupčina valley is generally suitable for agrarian use, but it can be regionalised into two parts: a very suitable bottom of the valley in the central and south-eastern parts and unsuitable to less suitable valley sides in the north-western part. Lower convenience of valley sides is the consequence of the increased slope inclination and slope mobility. Despite the relief differences between the north-western and south-eastern parts, the differences between them are not marked for two reasons. The first is that the most productive soils are in the southwestern part, which somewhat increase the convenience of land suitability, reduced by slope inclination and slope mobility. And, in the south-eastern part, the distribution of productive soils coincides with flatter terrain. The benefit is increased with hydromelioration works and there is an important positive effect of slope exposure for crops. Valley sides in this section benefit less from this because of higher inclination and frequent landslides, so they were evaluated to be of limited value. A less important distinguishing feature of two valley sides is the exposure, which is very favourable in the northeast, and a little less favourable on the southwest side of the valley. Such evaluated benefits for agriculture of the valley in the traditional landscape of the Kupčina with regard to present land use has an impact on the possibilities of its protection in a broader scope.

N. Tandarić
 M. Ćosić
 N. Buzjak
 N. Bočić
 V. Dubovečak
 I. Lacković
 I. Zastavniković
 D. Tomić

**Fizičkogeografska
 analiza i geoeko-
 loško vrednovanje
 potencijalno zašti-
 ćenoga područja:
 primjer doline
 Kupčine**

Physical geo-
 graphical analysis
 and geoeological
 assessment of
 potential protected
 area – the example
 of the Kupčina
 river valley, Zagreb
 County, Croatia



Sl. 11. Pogodnost zemljišta za agrarno korištenje u dolini Kupčine

Fig. 11 Land suitability for agrarian use in the Kupčina river valley

Rasprava

Budući da je poljoprivreda temeljna gospodarska djelatnost te da su sekundarni i tercijarni sektor slabo razvijeni, dolina Kupčine predstavlja ruralnu periferiju s aktivnim procesima depopulacije i starenja stanovništva. Ti se procesi odražavaju kroz usporavanje antropogenoga modificiranja krajobrazu i sukcesiju vegetacijskoga pokrova. Kako prirodna dinamika teži uspostavljanju ravnotežnoga stanja, može se zaključiti da će daljnji razvoj kultiviranoga krajobrazu doline Kupčine uravnotežiti novonastali mješoviti ekosustav izmjenom agrarnoga korištenja zemljišta i prirodnih procesa. Vjerojatnost degradacije krajobrazu je mala, osim ako ne dođe do značajnijih socioekonomskih promjena. Preduvjeta za zaštitu cijele doline Kupčine kao značajnoga krajobrazu prema trenutno važećim propisima nema s obzirom na to da je veći dio izgubio obilježja pri-

Discussion

Since agriculture is a basic economic activity in the area and the secondary and tertiary sector is poorly developed, the Kupčina valley represents a rural periphery with active processes of depopulation and aging. These processes are reflected in the slowdown of the process of anthropogenic modification of the landscape and succession of the vegetation cover. As natural dynamics strive to create a balance, it can be concluded that the further development of the cultivated landscape of the Kupčina valley will balance the newly created mixed ecosystem by changing agricultural use of land and natural processes. The probability of degradation of the landscape is low unless major socio-economic changes occur. The conditions for the protection of the Kupčina valley as a significant landscape under the current regulations are lacking, since most of the

rodnoga krajobraza i da zasad nema prijetnji koje bi uzrokovale znatniju degradaciju. No i u tako modificiranom krajobrazu, zbog značenja u širem regionalnom okviru, vrijedi izdvojiti riparijsku zonu Kupčine kao dio ekološkoga koridora između Žumberka i doline Kupe te razmotriti mogućnosti zaštite.

Riparijska zona obuhvaća obale i priobalne dijelove naplavnih ravnica uz vodotoke pod izravnim utjecajem vodenih tijela (površinskih i podzemnih). U širem smislu to su priobalne zone jaruga, obalne i priobalne zone oko jezera i močvara te prostorno šire naplavne zone koje su povremeno plavljene. Osim samoga vodotoka te geomorfoloških i pedoloških elemenata (korita, obala, naplavne ravnice, sedimenata i tala) riparijske zone kao sustav obuhvaćaju biljne i životinjske populacije koje obitavaju na tom prostoru ili se povremeno njime koriste. Riparijske zone karakterizira mozaična struktura na razini krajobraza, staništa i vrsta (Corbacho, 2003). Zbog prijelazna položaja između vodenoga i kopnena ekosustava s više ili manje naglim promjenama abiotičkih čimbenika one imaju ekotonalni karakter (Clary i Medin, 1999; Verry i dr., 2004), odnosno mogu se promatrati ne samo kao prijelazno područje između susjednih ekosustava nego i kao poseban ekosustav. Kao ekotoni imaju izuzetno značenje za dobro stanje geoeosustava u različitim prostornim mjerilima (od same zone u užem smislu do šire regije) jer utječu na izmjenu tvari i energije pri čemu može doći do ublažavanja negativnih utjecaja. U istraživanom slučaju to se odnosi neposredno na dolinu Kupčine i na prijelaznu zonu između Žumberka, zavale Crne mlake i doline Kupe. Za te se zone vežu važne usluge ekosustava koje proizlaze iz opće prirodne raznolikosti i geoeoloških procesa od kojih društvo i prirodni ekosustavi imaju brojne neposredne i posredne koristi (Gray, 2012; Gregory i dr., 1991; AZO, 2015). Geomorfološko-hidrološka svojstva i vegetacija riparijskih zona utječu na smanjenje erozije obala. Vegetaciju uglavnom čine fragmentarno razvijene skupine vrba, topola i grmolike vegetacije vlažnih staništa varijabilnoga prostornog rasporeda i gustoće. To je pojas koji je prekinut samo u zonama naselja i na mjestima gdje dolinu presijecaju prometnice. S obzirom na strukturu zone duž Kupčine se izmjenjuju zone potpunoga obrastanja korita i obalne zone otvorenih krošnja iznad toka

land has lost its natural landscape features and that there are no threats to cause significant degradation. But even in such an anthropogenically modified landscape, because of its significance in the wider regional framework, it is worth distinguishing the riparian zones of the Kupčina as an ecological corridor between Žumberak and the Kupa river valley.

The riparian zone covers the stream banks and the immediate bank areas of flood plains with watercourses under the direct influence of water bodies (surface and underground). In a broader sense, this term covers bank zones of gullies, coastal and offshore zones around lakes, and marshes and wider flood zones that are periodically flooded. In addition to the water body, and geomorphological and pedological elements (riverbeds, flooded plains, sediments and soils), riparian zones include plant and animal populations that live in the area. The riparian zone is characterised by a mosaic-like structure at the level of landscapes, habitats, and species (Corbacho, 2003). Because of the contact-transition position between the aquatic and terrestrial ecosystems, with more or less pronounced changes in abiotic factors, they have ecotonal character (Clary and Medin, 1999; Verry et al., 2004). As ecotones they have a great significance for the good state of the geo-ecosystem in different spatial metrics (from the narrower zone to the wider region) because they affect the modification of matter and energy, which can mitigate negative impacts. In this case, this refers directly to the valley of the Kupčina and to the transition zone between Žumberak, Crna Mlaka and the Kupa valley. These areas with various *ecosystem services* derived from natural diversity and geoeological processes provide many direct and indirect benefits important for society and natural ecosystems (Gray, 2012; Gregory et al., 1991; AZO, 2015). The geomorphological-hydrological properties and the vegetation of the riparian zones affect the decline of the coastal erosion. The vegetation of the riparian zone mainly consists of fragmentally developed groups of willow, poplar, and shrubs of humid habitats with variable spatial distribution and density. According to the riparian zone structure, there are zones of closed canopy over the stream channel and zones of open canopy over a channel (FISRWG, 1998). The devel-

(FISRWG, 1998). Razvoj šume ograničen je širenjem poljoprivrede, ali se na zapuštenim poljoprivrednim površinama uočava sekundarna sukcesija.

Važne opskrbe i podržavajuće usluge ekosustava jesu osiguranje vode i donos sedimenata. Očuvanje sedimenata povoljno utječe na smanjenje transporta nutrijenata s agrarnih površina i polutanata s antropogeno izmijenjenih površina prema temeljnici i samom vodotoku. Zbog donosa materijala dominantno karbonatnog sastava sa Žumberka, sedimenti sadrže karbonatne sastavnice koje utječu na usporavanje procesa acidifikacije tla (Mayer, 1987). Fluvijalni sedimenti predstavljaju banke podataka koji su važni za proučavanje povijesti okoliša te antropogenih utjecaja na okoliš (Peh i Miko, 2001). Bitna je funkcija riparijske zone održavanje krajobrazne raznolikosti, a time georaznolikosti i bioraznolikosti zbog održavanja staništa ili skloništa brojnim biljnim i životinjskim vrstama u donekle prirodnim uvjetima koji su kontrast okolnim kultiviranim površinama. U antropogeno izmijenjenim sredinama, poput agrarnoga krajobraza doline Kupčine, u kojem je došlo do velikih izmjena strukture i funkcija krajobraza, čak i uske riparijske zone imaju ulogu koridora koji povezuju različite ekosustave (Naiman i dr., 1993). Zbog izdužena (trakasta) oblika i unutarnje strukture one su s aspekta ekosustava teško održive jer utjecaji površinski većih susjednih ekosustava (u smislu izmjene organizama, tvari i energije te antropogenih pritisaka) mogu umanjiti njihove izvorne značajke. Zato je u područjima s velikim pritiscima (poput sekundarnih agrarnih i urbanih ekosustava) radi njihova očuvanja potrebno provoditi posebne mjere (Dosskey i dr., 1997; González del Tánago i García de Jalón, 2006; Schultz i dr., 1997). Koridori su bitni dijelovi regionalne strukture ekosustava jer omogućuju izmjenu tvari, energije i migriranje organizama između ekosustava. Također utječu na mikroklimu i temperaturu vode lokalno ublažavajući ekstreme, dok uklanjanje riparijske vegetacije općenito negativno utječe na hidromorfološke procese i stabilnost obala. Osim navedenoga riparijske zone znatno utječu i na bioraznolikost, kruženje tvari i apsorpciju CO₂ (Sweeney i dr., 2004). Stanovništvu su kao „prirodne oaze” prostor za rekreaciju, povećavaju estetsku vrijednost krajobraza i pružaju povoljne uvjete za razvoj ekoturizma (Duffy, 2010).

Development of forests is limited by the expansion of agriculture, but the natural secondary succession is observed on neglected agricultural areas.

Important supporting and provisioning ecosystem services are provisions of water and sediments. Preservation of fluvial sediments has a beneficial effect on reducing the transport of nutrients from agrarian surfaces and pollutants from anthropogenically modified surfaces to the water table and the surface water itself. In the case of the study area, the yield of carbonate rich sediments from the upstream Žumberak area contribute to slowing down the acidification process of the soil (Mayer, 1987). Fluvial sediments are presented in databases important for the study of environmental history and anthropogenic impacts on the environment (Peh and Miko, 2001). The essential function of the riparian zone is to maintain the landscape diversity, geodiversity and biodiversity, and provision of habitats or shelters to plant and animal species in somewhat natural conditions that contrast with the surrounding cultivated areas. In anthropogenically modified environments, such as the agrarian landscape of the Kupčina valley, the riparian zones have the role of corridors that connect different ecosystems (Naiman et al., 1993). Due to the elongated shape and internal structure, the riparian zones or corridors are ecologically unsustainable since the effects of superficial larger neighbouring ecosystems can reduce their original features. Therefore, in areas with high pressures on riparian zones, such as agrarian and urban ecosystems, special measures need to be taken for their conservation (Dosskey et al., 1997; González del Tánago and García de Jalón, 2006; Schultz et al., 1997). Corridors are essential parts of the regional structure of the ecosystem because they allow for the exchange of substances and energy, and the migration of organisms between ecosystems. They also affect microclimate and water temperature, while removal of repair vegetation negatively affects hydromorphological processes and the stability of the stream banks. Riparian zones significantly affect the biodiversity, the processing of pollutants, nutrients cycling, and absorption of CO₂ (Sweeney et al., 2004). These “natural oases” in changed landscapes provide recreational space, increase the aesthetic value of landscapes, and provide favourable conditions for the development of ecotourism (Duffy, 2010).

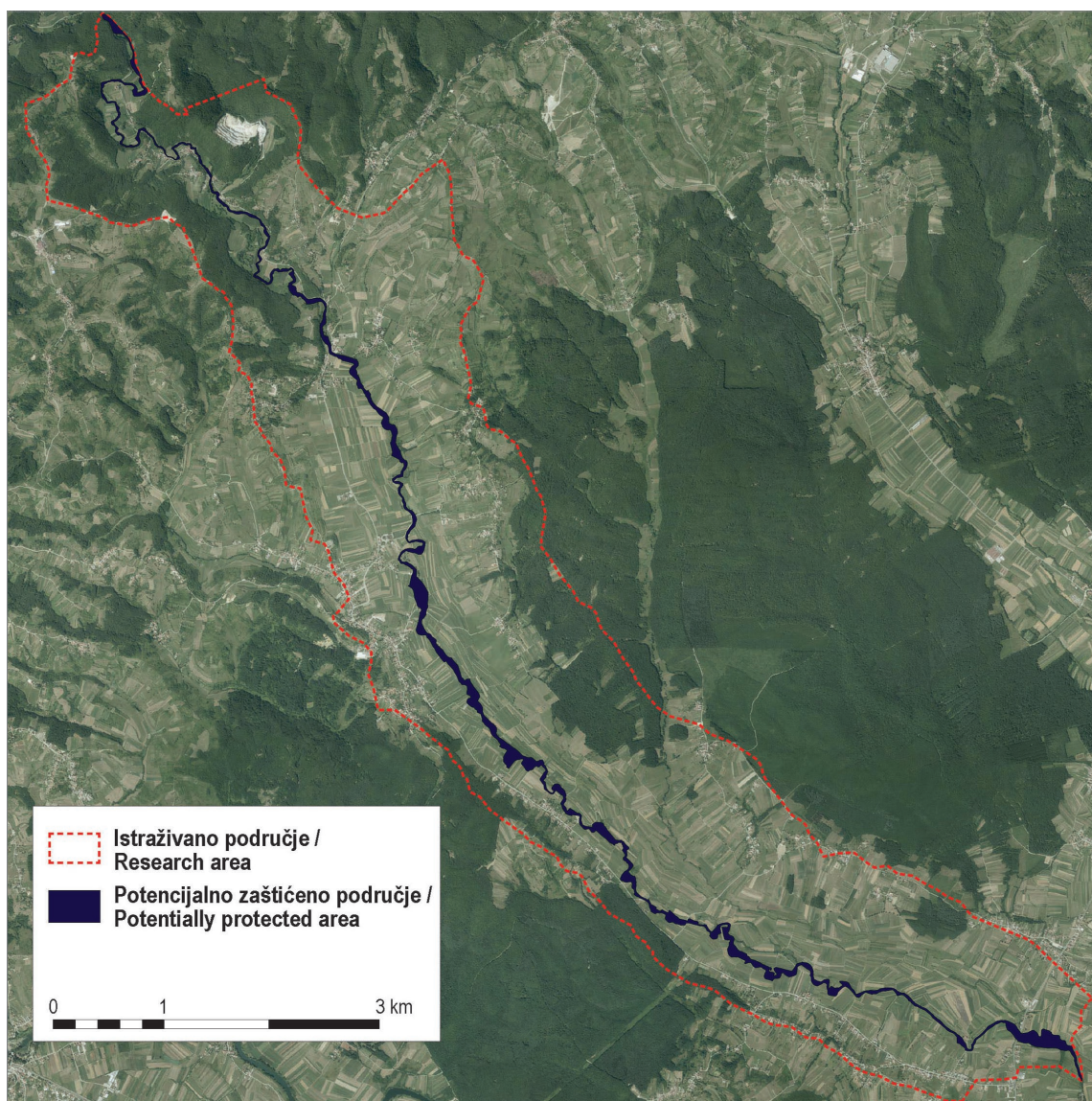
N. Tandarić
M. Čosić
N. Buzjak
N. Bočić
V. Dubovečak
I. Lacković
I. Zastavniković
D. Tomić

**Fizičkogeografska
analiza i geoeko-
loško vrednovanje
potencijalno zašti-
ćenoga područja:
primjer doline
Kupčine**

Physical geo-
graphical analysis
and geocological
assessment of
potential protected
area – the example
of the Kupčina
river valley, Zagreb
County, Croatia

Strategiju zaštite riparijske zone Kupčine moguće je kreirati po principima mezofiltera ili ciljane zaštite pogodne za manje prostorne entitete, u smislu poluprirodnih geoeosustava (Hunter, 2005). Pri tom je potrebno definirati prijelazne zaštitne (*buffer*) zone lijeve i desne obale u skladu s trenutnim korištenjem zemljišta i ciljevima zaštite. U obzir treba uzeti hidromorfološke procese, kvalitetu vode, transport polutanata, stanišne uvjete i ciljane vrste u porječju (Fischer, 2000).

The protection strategy for Kupčina riparian zone can be created based on the mesofilter or protection principles that are suitable for smaller spatial entities, in terms of ecologically limited or semi-natural geoeosystems (Hunter, 2005). It is also necessary to define left and right bank buffer zones in accordance with the current land use and the protection objectives. Therefore, hydromorphological processes like, water quality, pollutant transport, habitat conditions, and target species in the river basin



Sl. 12. Geografski obuhvat područja riparijske zone u užem smislu kao potencijalnoga značajnog krajobraza

Fig. 12 Geographic extent of riparian zone in the narrow sense as a potential significant landscape

Kartografska podloga: DOF, Geoportal (23. 4. 2015.)

Basemap: Digital orthophoto, Geoportal (23. 4. 2015.)

Elementi koji utječu na širinu zaštitne zone su nagibi, hidrološke značajke, tipovi tla i vegetacija te razina antropogenoga pritiska. S obzirom na to da u mozaičnom kultiviranom krajobrazu nije moguće jednostavno označiti prijelazne (*buffer*) zone, zona potencijalnoga značajnog krajobraza određena je prema granici dodira riparijske vegetacije, obrađenih površina i prometnica (sl. 12). Prema obliku radi se o zoni varijabilne širine (Apan i dr., 2002; Hawes i Smith, 2005) od minimalno 7 m do maksimalno 180 m i površine 733 076 m². Područja širine >100 m vezana su za mjesta račvanja korita, meandre i mrtvice (mrtvaje) obrasle vegetacijom.

U riparijskoj zoni duž korita identificirane su zone potencijalnih konflikata s obzirom na razne čimbenike (sl. 13). Potencijalni konflikti odnose se na sužavanje prirodnoga pojasa ili na područja preklapanja riparijske zone i poljoprivrednih površina, naselja i prometnica, ispuste otpadnih voda, promjene režima otjecanja, fragmentaciju staništa te posredno i neposredno ugrožavanje bio/georazolikosti (gaženje životinja na prometnicama, promjene ponašanja i navika životinja, smanjenje prirodnih zelenih površina zbog promjene hidroloških uvjeta i krčenja vegetacije, iniciranje padinskih procesa i erozije obala; Nilsson i Svedmark, 2002; Trombulak i Frissell, 1999). U tim je dijelovima potrebno primjenjivati uobičajene metode za smanjenje konfliktnih situacija, posebno prema domaćem stanovništvu i drugim čimbenicima koji povremeno zadiru u prostor riparijske zone (Martinić, 2010; Ferdinandova, 2011). Korisne mjere koje treba poticati su tradicionalni način gospodarenja prirodnim izvorima, stvaranje javne svijesti o ulozi riparijskih zona u okolišu i njihovim dobrobitima za lokalnu zajednicu te uključivanje lokalne zajednice u njihovu zaštitu s obzirom na to da ona može najviše dobiti njezinim čuvanjem ili izgubiti njezinom degradacijom. Zaštitu treba temeljiti prvenstveno na osnovnim funkcijama riparijskih zona: kao „izvora” (zone) vode, hidrobiogeomorfoloških funkcija definiranih hidrološkim i geomorfološkim procesima, zaštitnom ulogom vegetacije, akumulacijskom i filtratorskom ulogom fluvijalnih sedimenata, te kao staništa, skloništa i koridori. Njezin sadašnji ograničeni oblik i veličina ipak omogućuje adekvatnu zaštitu. Iako je dokaze moguće naći u opsežnoj literaturi, te je tvrdnje potrebno potkrijepiti

must be taken into account (Fischer, 2000). Elements that affect the width of the protective zone are slopes, hydrological features, soil and vegetation types, and anthropogenic pressure levels. Since, in the mosaic of the cultivated landscape, it is not possible to simply mark the buffer zones, the zone of potential significant landscape is determined by the repair vegetation, treated surfaces, and roads (Fig. 12). According to the shape, it is a zone of variable width (Apan et al., 2002; Hawes and Smith, 2005) from a minimum of 7 m to a maximum of 180 m and a surface area of 733,076 m². Areas of width > 100 m are connected to places of the branching channel and meanders covered with vegetation.

In the riparian zone, due to its variable shape and pressures, zones of potential conflicts have been identified (Fig. 13). Potential conflicts are related to the narrowing of the corridor, i.e. the narrowing of the natural belt along the river. Other conflict sources are: overlapping of riparian zone and agricultural areas; settlements and roads; the discharge of waste water; and change of the runoff regime. It is important to consider fragmentation of habitats and indirect and immediate threat of biodiversity and geodiversity and its stability (animal roadkill, changes in animal behaviour and habits, reduction of natural green areas due to changes in hydrological conditions and vegetation trimming, initiation of slope processes and bank erosion; Nilsson and Svedmark, 2002, Trombulak and Frissell, 1999). In these zones, it is necessary to apply the usual methods for reducing conflict situations, especially concerning the domestic population and other factors that occasionally enter the riparian zone (Martinić, 2010, Ferdinandova, 2011). Useful measures for managing anthropogenic activities are traditional ways of managing natural resources, creating public awareness of the role of riparian zones in the environment and their benefits to the local community and involving the local population in their protection. The protection should be based on the basic functions of the riparian zones - as water sources, hydrobiogeomorphologic functions defined by hydrological and geomorphological processes, the protective role of vegetation, accumulation and filtration

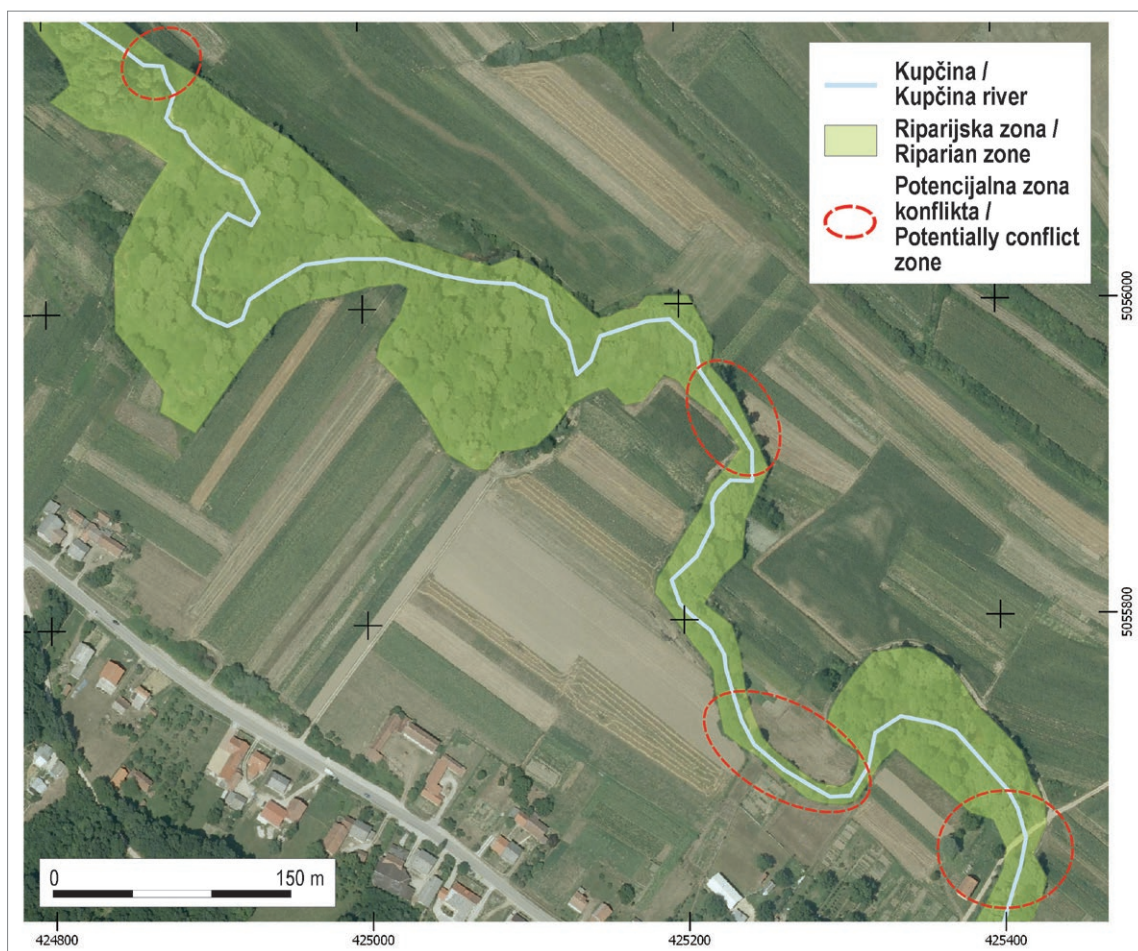
N. Tandarić
M. Ćosić
N. Buzjak
N. Bočić
V. Dubovečak
I. Lacković
I. Zastavniković
D. Tomić

**Fizičkogeografska
analiza i geoeko-
loško vrednovanje
potencijalno zašti-
ćenoga područja:
primjer doline
Kupčine**

Physical geo-
graphical analysis
and geocological
assessment of
potential protected
area – the example
of the Kupčina
river valley, Zagreb
County, Croatia

usmjerenim geomorfološkim, ekološkim, hidrološkim, biološkim, pedološkim i ostalim istraživanjima. Botanička istraživanja gornjega dijela doline Kupčine nedvojbeno upućuju na njegovo veliko značenje (Šoštarić i dr., 2013). No da bi se sačuvala i unaprijedila njegova uloga s aspekta bioraznolikosti, potrebno ga je očuvati i kao kompletan geokološki sustav.

role of fluvial sediments, and as habitats, shelters, and corridors. Botanical research on the upper part of the Kupčina valley undoubtedly points to its great significance (Šoštarić et al., 2013). But to preserve and improve its role in the aspect of biodiversity it is necessary to preserve it as a complete geocological system.



Sl. 13. Prikaz metode iscrtavanja granice dijela uže riparijske zone na dodiru poljoprivrednih zona i riparijske vegetacije s naznačenim potencijalnim zonama konflikata u područjima suženja zone, u blizini naselja i na mjestima presjecanja prometnicama

Fig. 13 Example drawing of the riparian zone border on the contact of agrarian zones and riparian vegetation with indicated zones of potential conflict in the areas of narrowing, settlement adjacency and road intersections

Kartografska podloga: DOF, Geoportal (23. 4. 2015.)

Basemap: Digital orthophoto, Geoportal (23. 4. 2015.)

Zaključak

Dolina Kupčine je mikroregija na čije su oblikovanje utjecali prirodni uvjeti i društveno-gospodarski razvoj. Elementi prirodnoga okruženja u znatnoj su mjeri odredili lokacije naselja, trase prometnica, kao i dijelove koji su pogodni za agrarno korištenje i šume. U SZ dijelu, u skladu s geološkim uvjetima, razvijen je fluviookrški reljef velike raščlanjenosti, dok je u središnjem i JI dijelu razvijen fluviodenudacijski reljef s prostranom dolinom ispunjenom aluvijalnim sedimentima. Povremeno plavljenje ograničavalo je agrarno korištenje sve do sredine 20. stoljeća, kad su obavljani hidromelioracijski radovi. Promjene hidromorfoloških uvjeta i razvoj poljoprivrede doveli su do sužavanja riparijske zone i smanjenja površina pod autohtonom hidrofilnom vegetacijom. Zbog opasnosti od poplava naselja su se razvila uz povišeni rub dolinskoga dna, dok su poljoprivredne površine smještene na dnu doline i padinama dolinskih strana. Poljoprivreda je doživjela pozitivnu transformaciju nakon hidromelioracijskih zahvata pa su danas obrađene površine temeljni krajobrazni element doline. Rezultati geokološkoga vrednovanja upućuju na to da je nakon zahvata velik dio doline relativno do vrlo pogodan za agrarno korištenje. Budući da u postupku izrade stručne podloge na temelju koje se utvrđuju vrijednosti područja ne postoji jasno definiran postupak prikupljanja i analize fizičkogeografskih podataka, ovdje korištena analiza može biti model na osnovi kojega se može obavljati istraživanje i analiza podataka potrebnih za izradu utemeljenih prijedloga.

Utvrđeno je da je zbog opsežnih promjena u prostoru u kategoriji značajnoga krajobraza opravdano zaštititi jedino pretežito usku riparijsku zonu varijabilne širine. Ona je važan koridor koji povezuje prostor Žumberka i Pokuplja. Kao prijelazni ekosustav u prostoru od velike je koristi zbog osiguranja vode, staništa i skloništa za životinje, regulacije transporta nutrijenata i polutanata između otvorenoga vodotoka, vodonosnika i okolnih antropogenih modificiranih površina te regulacije transporta sedimenata. Svojim funkcijama osigurava oču-

Conclusion

The Kupčina river valley has formed a geographically interesting microregion, which was shaped by natural conditions and socio-economic development. The variety of natural elements have done a great deal of shaping and determining in terms of the position of settlements, routes of the roads, as well as parts of land that had potential for agricultural exploitation, and forests. In the north-western part of the valley, conditioned by geological features, a fluviokarst relief of great diversity was formed. In the central and south-eastern parts, intensive slope and erosion activity shaped a river valley (fluviodenudational form) filled with alluvial sediment that was transported there in the past. Floods limited agricultural development until the middle of 20th century when the hydromelioration procedures were undertaken. This led to the narrowing of the riparian zone and reduction of the area of authentic hydrophilic vegetation. Due to the danger of floods, settlements were built on the raised verge of the valley while the agricultural areas were situated on the bottom and hillsides of the valley occupying more than three quarters of the valley's area. Agriculture has been positively transformed after the application of hydromelioration measures, and nowadays farmlands represent a basic landscape element of the valley. The results of geoecological assessment suggest that after undertaking hydromelioration measures, a large part of the valley was relatively to very suitable for agricultural exploitation. Based on the spatial planning documentation and interest of PIGR for protection of the Kupčina rivers valley, a physical geographical analysis has been conducted, which determined geological, geomorphological, pedological, climate and hydrogeographical features of the valley. The analysis used in this paper could become a template for future research and analysis of data required for making quality proposals.

It has been determined that due to the extensive changes, only area worth protecting is the narrow riparian zone with variable width. The zone represents an important corridor that connects areas of Žumberak and Pokuplje. As a transitional ecosystem, the zone provides valuable services such as water, habitat, and shelter for animals, regulation of pollutant, sediment and nutrient transport between open watercourse, aquifer, and surrounding anthropogenically modified surfaces. Watercourse secures conservation of bio/geodiversity and also general landscape diversity. Con-

N. Tandarić
M. Ćosić
N. Buzjak
N. Bočić
V. Dubovečak
I. Lacković
I. Zastavniković
D. Tomić

**Fizičkogeografska
analiza i geoeko-
loško vrednovanje
potencijalno zašti-
ćenoga područja:
primjer doline
Kupčine**

Physical geo-
graphical analysis
and geoecological
assessment of
potential protected
area – the example
of the Kupčina
river valley, Zagreb
County, Croatia

vanje bio/georaznolikosti te opće krajobrazne raznolikosti. S obzirom na izražene antropogene utjecaje potrebno je identificirati zone potencijalnih konflikata. One se javljaju na suženjima zone, zatim u blizini naselja i prometnica. Od velike je važnosti planiranje i provedba mjera za njihovo prevladavanje u okviru fizičkoga i socijalno-gospodarskoga konteksta koje se mogu prikladno odabrati nakon opsežne multidisciplinarnе prostorne analize. One trebaju biti usmjerene na traženje mogućnosti za proširenje uskih dijelova zone, sprječavanje negativnih učinaka fragmentacije prometnicama, uznemiravanja živoga svijeta i uništenja vegetacije, negativnih utjecaja naselja i promicanje održive poljoprivrede posebno u zoni neposredne blizine vodotoka.

Fizičkogeografski i geoekološki pristup omogućuje cjelovitu analizu abiotičkih sastavnica i procesa te geoekoloških elementa krajobraza radi utvrđivanja mogućnosti i potreba za njegovom zaštitom ili održivim korištenjem. U tom pogledu može pružiti vrijednu stručnu podlogu koja se može upotrijebiti pri donošenju odluke o zaštiti krajobraza.

Za potporu u realizaciji istraživanja zahvaljujemo ravnateljici JU Zeleni prsten Zagrebačke županije Martini Glasnović, a djelatnicima JU-a Borisu Gerenčeviću i Maji Pintar za pomoć pri prikupljanju podataka i organizaciji terenskoga rada. Doc. dr. sc. Ivanu Čanjevcu (Geografski odsjek PMF-a, Zagreb) zahvaljujemo na pomoći u nabavi hidroloških podataka. Ivi Starčević Gudelj, Gabrijeli Šestani i Davorinu Markoviću (u vrijeme istraživanja DZZP, a danas HAOP), dr. sc. Biljani Janev Hutinec (JU Maksimir) te dr. sc. Darku Bakšiću (Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu) zahvaljujemo na pomoći u prikupljanju podataka koji su pridonijeli kvaliteti rada.

sidering noticeable anthropogenic effects in the area, it is necessary to identify zones of potential conflict in order to provide adequate and effective protection. These zones appear on the narrowing of the riparian zone relative to the riverbed, left and right banks, also near the settlements and roads that have negative effects on the natural features and corridor function of riparian zone. Furthermore, it is necessary to propose measures for dealing with dangers in both physical and socio-economic domains. They should focus on the pursuit of possibilities for widening the zone, prevention of negative impact of fragmentation caused by roads has in area, disturbance of wildlife and devastation of vegetation, effect of settlements and promotion of sustainable agriculture, especially in the zone of immediate vicinity to the stream.

As this research has shown, the physical geographic and geoecological approach allows comprehensive and integrative analysis of abiotic components and processes as well as geoecological elements of landscape for purpose of determining possibilities and needs for its protection and sustainable use. In this way geographers can offer valuable baseline studies that can, in combination with other relevant professions, be used for decision making.

For the support in realisation of this research project we would like to thank director Martina Glasnović (PIGR), as well as her associates, Boris Gerenčević and Maja Pintar for their help in collecting data and fieldwork organisation. We would also like to thank to Ivan Čanjec (Dept. of Geography, Faculty of Science, University of Zagreb) for help in procuring hydrological data, Iva Starčević Gudelj, Gabrijela Šestani and Davorin Marković (The State Institute for Nature Protection/HAOP), Biljana Janev Hutinec (PI Maksimir) and Darko Bakšić (Faculty of Forestry, University of Zagreb) for their help in acquiring information that contributed to the quality of this paper.

Zahvala Acknowledgement

- Apan, A. A., Raine, S. R., Paterson, M. S., 2002: Mapping and analysis of changes in the riparian landscape structure of the Lockyer Valley catchment, Queensland, Australia, *Landscape and Urban Planning* 59 (1), 43-57.
- Bognar, A., 1990: Geomorfološke i inženjersko-geomorfološke osobine otoka Hvara i ekološko vrednovanje reljefa, *Geografski glasnik* 52, 49-65.
- Bognar, A., 2001: Geomorfološka regionalizacija Hrvatske, *Acta Geographica Croatica* 34, 7-29.
- Bognar, A., Bognar, H., 2010: Geokološko vrednovanje reljefa R Hrvatske, u: *Geokologija XXI vijeka – teorijski i aplikativni zadaci* (ur. Ivanović, S., Lješević, M., Nikolić, G., Bušković, V.), Zbornik referata, Žabljak – Nikšić, 44-65.
- Budak-Rajčić, J., Denich, A., Janjić, J., Suljić, A., 2000: *Studija zaštite prirodne baštine Zagrebačke županije*, Zagrebačka županija, Zagreb.
- Buzjak, N., 2006: *Geomorfološke i speleološke značajke Žumberačke gore i geokološko vrednovanje endokrškog reljefa*, Disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Geografski odsjek, Zagreb.
- Buzjak, N., 2007: Mikroklima kao komponenta geokološkog vrjednovanja spilja – primjer spilje u Belejskoj komunadi (Belej, otok Cres), *Geoadria* 12 (2), 97-110.
- Buzjak, N., 2008: Geokološko vrednovanje speleoloških pojava Žumberačke gore, *Hrvatski geografski glasnik* 70 (2), 73-89.
- Clary, W. P., Medin, D. E., 1999: Riparian Zones – The Ultimate Ecotones?, in: *Proceedings: shrubland ecotones* (ur. McArthur, E. D., Ostler, W. K., Wambolt, C. L.), U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Ephraim, 49-55.
- Corbacho, C., Sánchez, J. M., Costillo, E., 2003: Patterns of structural complexity and human disturbance of riparian vegetation in agricultural landscapes of a Mediterranean area, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 95, 495-507.
- Dosskey, M. G., Schultz, R. C., Isenhardt, T. M., 1997: Riparian Buffers for Agricultural Land, *Agroforestry Notes* 3, 1-4.
- Duffy, N., 2010: *The potential economic benefits of riparian buffers*, Report, Eastern Economic Research Inc., New York.
- Dugački, Z., 1950: Žumberačka gora, *Hrvatski geografski glasnik* 11-12 (1), 97-115.
- Ferdinandova, V., 2011: *Priručnik za obuku organizacija civilnog društva iz jugoistočne Europe o primjeni EU legislativne u oblasti zaštite prirode*, IUCN, Beograd.
- Fischer, R., Martin, C., Fischenich, C., 2000: *Improving riparian buffer strips and corridors for water quality and wildlife*, International conference on riparian ecology and management in multi-land use watersheds, American Water Resources Association, Middleburg.
- González del Tánago, M., García de Jalón, D., 2006: Attributes for assessing the environmental quality of riparian zones, *Limnetica* 25 (1-2), 389-402.
- Gray, M., 2012: Valuing Geodiversity in an „Ecosystem Services“ Context, *Scottish Geographical Journal* 128 (3-4), 177-194.
- Gregory, S., Swanson, F., McKee, W., Cummins, K., 1991: An Ecosystem Perspectives of Riparian Zones, *Bioscience* 41 (8), 540-551.
- Hawes, E., Smith, M. 2005: *Riparian buffer zones: Functions and Recommended Widths*, Eightmile River Wild and Scenic Study Committee, Haddam.
- Hunter, M. L., 2005: A Mesofilter Conservation Strategy to Complement Fine and Coarse Filters, *Conservation Biology* 19 (4), 1025-1029.
- Husnjak, S., 2008: *Pedogeografija, autorizirane pripreme za predavanja*, Sveučilište u Zadru, Geografski odjel, Zagreb.
- Kučinić, Ž., 2013: Izvješće o stanju u prostoru Zagrebačke županije 2008.-2012., *Glasnik Zagrebačke županije* 22 (13), 3-120.
- Lepirica, A., 2006: Geokološke značajke doline gornjeg toka Une od Martin Broda do Pritoke, *Hrvatski geografski glasnik* 68 (2), 31-55.
- Mamut, M., 2010a: Geokološki i turistički potencijal krajolika otoka Ugljana, *Socijalna ekologija* 19 (3), 247-271.
- Mamut, M., 2010b: Geokološko vrednovanje reljefa otoka Pašmana, *Geoadria* 15 (2), 241-267
- Mamut, M., 2010c: Primjena metode relativnog vrednovanja reljefa na primjeru otoka Rave (Hrvatska), *Naše more* 57 (5-6), 260-271.
- Martinić, I., 2010: *Upravljanje zaštićenim područjima prirode: planiranje, razvoj i održivost*, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
- Mayer, B., 1987: Rezultati prvih istraživanja sadržaja olova, kadmija, sumpora i fluora u tlu nizinskih šuma bazena Kupčine, *Šumarski list* 111 (1-2), 19-27.
- Mayer, B., 1995: Opseg i značenje monitoringa podzemnih i površinskih voda za nizinske šume hrvatske, *Šumarski list* 111-12, 383-389.
- Medvedović, J., 2002: Klimatska postaja Jastrebarsko, *Radovi (Hrvatski šumarski institut)* 37 (2), 225-233.
- Miko, S., Kruk, Lj., Hasan, O., Kruk, B., Kastmüller, Ž., 2009: *Projekt inventarizacije područja eksploatacije mineralnih sirovina na području Zagrebačke županije, studija*, Hrvatski geološki institut, Zagreb.
- Milković, J., Medvedović, J., 2006: Vremenske prilike u Jastrebarskom i okolici u 2002., 2003. i 2004. godini, *Radovi (Hrvatski šumarski institut)*, izvanredno izdanje 9, 353-367.
- Naiman, R., Décamps, H., Pollock, M., 1993: The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity, *Ecological Applications* 3 (2), 209-212.
- Nilsson, C., Svedmark, M., 2002: Basic principles and ecological consequences of changing water regimes: Riparian plant communities, *Environmental Management* 30 (4), 468-480.
- Orešić, D., 2004: Zagreb – grad na Savi, <http://www.geografija.hr/hrvatska/zagreb-grad-na-savi> (17. 10. 2014.)
- Peh, Z., Miko, S., 2001: Geochemical Comparison of Stream and Overbank Sediments: A Case Study from the Žumberak Region, Croatia, *Geologia Croatica* 54 (1), 119-130.
- Prpić, B., Rauš, Đ., Matić, S., 1977: Posljedice narušavanja ekološke ravnoteže nizinskih šumskih ekosistema hidromelioracijskim zahvatima u površini buduće retencije Kupčina, *Šumarski list* 101 (5-7), 312-319.
- Roglić, J., 1963: Elementi i dinamika reljefa Zagrebačke regije, u: *Geomorfološke teme*, Geografsko društvo Split, Hrvatska.

Fizičkogeografska analiza i geokološko vrednovanje potencijalno zaštićenoga područja: primjer doline Kupčine

Physical geographical analysis and geocological assessment of potential protected area – the example of the Kupčina river valley, Zagreb County, Croatia

Literatura
Literature

- sko geografsko društvo Zadar, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Sveučilište u Zadru, Meridijani Samobor, Zagreb, 2005.
- Ružička, M., Miklós, L., 1982: Methodology of ecological landscape evaluation for optimal development of territory, in: *Perspectives in Landscape Ecology* (eds. Tjallingii, S., de Veer, A.), Pudoc, Wageningen, 99-108.
- Ružička, M., Miklós, L., 1990: Basic Premises and Methods in Landscape Ecological Planning and Optimization, in: *Changing Landscapes: An Ecological Perspective* (eds. Zonneveld, I., Forman, R.), Springer, New York, 233-260.
- Saletto Janković, M., 1994: The Role of Geomorphological Research in Geology, *Acta Geographica Croatica* 29, 37-44.
- Saletto Janković, M., 1997: *Geokološke značajke Nacionalnog parka „Paklenica“*, Disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Geografski odsjek, Zagreb.
- Schultz, R. C., Wray, P. H., Colletti, J. P., Isenhardt, T. M., Rodrigues, C. A., Kuehl, A., 1997: *Stewards of our streams: Riparian Buffer Systems*, Iowa State University, SU Department of Forestry, Ames.
- Sweeney, B., Bott, T., Jackson, J., Kaplan, L., Newbold, D., Standley, L., Hession, W., Horwitz, R., 2004: Riparian deforestation, stream narrowing, and loss of stream ecosystem services. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101, 14132-14137.
- Šošarić, R., Sedlar, Z., Mareković, S., 2013: Flora i vegetacija Sopotskog slapa i gornjeg toka Kupčine (Park prirode Žumberak - Samoborsko gorje) s prijedlogom mjera zaštite, *Glasnik Hrvatskog botaničkog društva* 1 (2), 4-17.
- Španjol, Ž., Barčić, D., Rosavec, R., Dorbić, B., 2011: Biološko-ekološko i prostorno vrednovanje zaštićenih prirodnih vrijednosti u županijama sjeverozapadne Hrvatske, *Šumarski list* 135 (1-2), 51-62.
- Štapek, R., 2012: Hidrografska obilježja karlovačkog Pokuplja i Korduna, *Svejetlo* 1-4, 62-92.
- Šundov, M., 2004: *Geomorfologija Dubrovačkog primorja i geokološko vrednovanje reljefa*, Medicinska naklada, Zagreb.
- Trombulak, S. C., Frissell, C. A., 1999: Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities, *Conservation Biology* 14 (1), 18-30.
- Verry, E. S., Dolloff, C. A., Manning, M. E., 2004: Riparian ecotone: a functional definition and delineation for resource assessment, *Water, Air, and Soil Pollution: Focus* 4, 67-94.
- Vujnović, T., 2011: Izvori PP Žumberak - Samoborsko gorje, *Natura Croatica* 20 (1), 19-34.
- Žiger, Z., Bognar, A., 2007: Geomorfološka obilježja gornjeg toka rijeke Sutle, *Hrvatski geografski glasnik* 69 (1), 25-39.

Izvori Sources

- Agenda 21*, Proceedings of United Nations Conference on Environment & Development, United Nations Division for Sustainable Development, Rio de Janeiro, 1992.
- Digitalna pedološka karta Hrvatske*, Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatske vode, Zagreb, 1993.
- HIS 2000*: Hidrološka stanica Strmac - Kupčina, Državni hidrometeorološki zavod Republike Hrvatske.
- Izveštje o stanju okoliša Zagrebačke županije*, Upravni odjel za prostorno uređenje, gradnju i zaštitu okoliša Zagrebačke županije, Odsjek za zaštitu okoliša, Zagreb, 2009.
- Kartiranje i procjena ekosustava i njihovih usluga u Hrvatskoj*, Agencija za zaštitu okoliša, Zagreb, 2015.
- Plan navodnjavanja poljoprivrednih površina i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama za područje Zagrebačke županije*, Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagrebačka županija, Zagreb, 2006.
- Pojmovnik namjena, Dodatak III. Pravilnika o sadržaju prostornih planova*, Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja i Hrvatskog zavoda za prostorni razvoj, ver. 03, 2014.
- Preglednik ARKOD*, Agencija za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju, Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja Republike Hrvatske, <http://preglednik.arkod.hr> (6. 7. 2013.)
- Preglednik Geoportal*, Državna geodetska uprava, geoportal.dgu.hr, 23. 4. 2015.
- Prostorni plan Zagrebačke županije*, Županijski zavod za prostorno uređenje i zaštitu okoliša Zagrebačke županije, Zagreb, 2002.
- Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices*, Federal Interagency Stream Restoration Working Group [FISRWG], Washington, 1998.
- Uvjeti korištenja i zaštite prostora I., kartografski prikaz 3.1, IV. izmjene i dopune prostornog plana Zagrebačke županije*, Upravni odjel za prostorno uređenje, gradnju i zaštitu okoliša Zagrebačke županije, 2011.
- Zakon o zaštiti prirode, NN 30/94.
- Zakon o zaštiti prirode, NN 70/05.
- Zakon o zaštiti prirode, NN 80/13.
- Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o zaštiti prirode, NN 15/18.

N. Tandarić
M. Ćosić
N. Buzjak
N. Bočić
V. Dubovečak
I. Lacković
I. Zastavniković
D. Tomić

**Fizičkogeografska
analiza i geoeko-
loško vrednovanje
potencijalno zašti-
ćenoga područja:
primjer doline
Kupčine**

Physical geo-
graphical analysis
and geocological
assessment of
potential protected
area – the example
of the Kupčina
river valley, Zagreb
County, Croatia

Autori Authors

Neven Tandarić neven.tandacic@gmail.com
mag. geogr., University of Nottingham, University Park,
Nottingham, NG7 2RD, UK

Mateja Ćosić mateja.drcic@gmail.com
mag. geogr., Prva srednja informatička škola s p. j. Vrhovec 48,
10 000 Zagreb, Hrvatska

Nenad Buzjak nbuzjak@geog.pmf.hr
izv. prof. dr. sc., Sveučilište u Zagrebu, PMF, Geografski odsjek, Marulićev trg 19/II,
10 000 Zagreb, Hrvatska

Neven Bočić nbocic@geog.pmf.hr
izv. prof. dr. sc., Sveučilište u Zagrebu, PMF, Geografski odsjek, Marulićev trg 19/II,
10 000 Zagreb, Hrvatska

Vinka Dubovečak vinka.dubovecak@gmail.com
mag. geogr., Trakošćanska 42,
42 250 Lepoglava, Hrvatska

Ivan Lacković ivan.lackovic41@gmail.com
mag. geogr., Knjižnice Grada Zagreba, Vodovodna 13,
10 000 Zagreb, Hrvatska

Ivana Zastavniković ivana8787@gmail.com
mag. geogr., Državni hidrometeorološki zavod, Grič 3,
10 000 Zagreb, Hrvatska

Dino Tomić dinotomic89@gmail.com
mag. geogr., Ulica bana J. Jelačića 42,
110 290 Zaprešić, Hrvatska