

Regionalni viri Slovenije

Vodni viri Bele krajine

Dušan Plut
Tajan Trobec
Barbara Lampic

E-GeograFF
7





Univerza v Ljubljani
Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo

E-GeograFF
7

Regionalni viri Slovenije Vodni viri Bele Krajine

Dušan Plut
Tajan Trobec
Barbara Lampič

Ljubljana 2013

E-GeograFF 7

Regionalni viri Slovenije

Vodni viri Bele krajine

Avtorji: Dušan Plut, Tajan Trobec, Barbara Lampič

Urednika: Marko Krevs, Uroš Stepišnik

Recenzenta: Mitja Bricelj, Peter Frantar

Kartografinja: Tanja Koželj

Fotografi: Kristijan Bevc, Sanja Bužinel, Anja Cvahte, Tit Dokler, Robert Dremšak, Maja Groznik, Boštjan Kolar, Timotej Kolar, Nastja Rodman, Matej Simčič, Nina Sterle, Tajan Trobec, Darinka Vrbanc

Prevajalka povzetka: Jean McCollister

Založila: Znanstvena založba Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani

Izdal: Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani

Odgovorna oseba: Andrej Černe, dekan Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani

Prelom strani in oblikovanje naslovnice: Darja Gros

Prva izdaja, elektronska izdaja

<http://geo.ff.uni-lj.si/publikacije/e-geograff>

Publikacija je brezplačna.

© Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, 2013

Vse pravice pridržane.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana
911.2:556(497.434)

PLUT, Dušan, 1950-

Regionalni viri Slovenije. Vodni viri Bele Krajine [Elektronski vir] / Dušan Plut, Tajan Trobec, Barbara Lampič ; [kartografinja Tanja Koželj ; fotografi Kristijan Bevc ... [et al.] ; prevajalec povzetka Jean McCollister]. - 1. izd., elektronska izd. - El. knjiga. - Ljubljana : Znanstvena založba Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani, 2013. - (E-GeograFF ; 7)

ISBN 978-961-237-602-4 (pdf)

1. Trobec, Tajan 2. Lampič, Barbara
268775424

Regionalni viri Slovenije

Vodni viri Bele krajine



E-GeograFF
7

Vsebina

Predgovor »Regionalni viri Slovenije«	9
1. Uvod	11
2. Hidrogeografske značilnosti vodnih virov	15
2.1 Značilnosti porečij belokranjskih voda	15
2.2 Hidrogeografske značilnosti	19
2.3 Vodna oskrba	25
3. Izbrane geografske značilnosti vodnih virov	29
3.1 Sestava vodnih virov glede na pojavno obliko vode in njihova prostorska razporeditev	29
3.2 Litološka sestava vodozbirnih zaledij vodnih virov	37
4. Vloga vodnih virov skozi čas	43
4.1 Hidrološke značilnosti vodnih virov	43
4.2 Tradicionalna raba vodnih virov	50
4.3 Pomen vodnih virov na začetku 21. stoletja	56
5. Vplivi človekovih dejavnosti na vodne vire	63
5.1. Odločilna vloga rabe tal	63
5.2. Kmetijstvo kot prostorsko najbolj razširjena dejavnost	67
5.3. Dejansko in potencialno obremenjevanje vodnih virov	69

6. Pokrajinska občutljivost in ogroženost vodnih virov	73
6.1 Ključni dejavniki kraške pokrajinske občutljivosti	73
6.2 Ocena pokrajinske občutljivosti	74
6.3 Ocena vodnoekološke ogroženosti	77
7. Prihodnost oskrbe z vodo in druge vloge vodnih virov	83
7.1 Status varovanja vodnih virov	84
7.2 Upravljanje z vodnimi viri	86
7.3 Ocena pokrajinske ranljivosti	87
8. Summary	91
9. Viri in literatura	95
Seznam preglednic	98
Seznam slik	98
Seznam popisanih vodnih virov	100
Stvarno kazalo	104

Predgovor “Regionalni viri Slovenije”

Za Slovenijo in njene prebivalce je skladnejši regionalni razvoj ena od ključnih, lahko bi rekli celo »tradicionalnih« strateških razvojnih usmeritev. Zmanjševanje regionalnih razlik je namreč postala pomembna razvojno-politična naloga že v sedemdesetih letih 20. stoletja. Vendar evalvacije doseženih ciljev na različnih področjih kažejo, da so številne strategije, operativni programi in izvedbeni dokumenti v obdobju od leta 1970 dalje zgolj omilili nekatere regionalne razlike. Tudi podatki za obdobje v času samostojne države Slovenije (1990 do 2012) niso bolj spodbudni in kažejo, da so se v celoti regionalne razlike celo nekoliko povečale, kljub številnim sprejetim ukrepom na državni ravni in pospešenemu črpanju sredstev kohezijske politike EU. Vse prevečkrat se zdi, da so bile rešitve vedno ponujene »od zunaj«, premalo pa je bilo prizadevanj za iskanje lastnih, endogenih razvojnih potencialov. Zlasti so se povečale regionalne razlike v stopnji registrirane brezposelnosti, rabi zemljišč in gostoti poseljenosti.

Gospodarske in socialne posledice večplastne, in po vsem sodeč, dolgotrajne in globoke krize, še posebej čutijo tiste regije, ki se po mnenju geografije Janje Pečar nahajajo na »repu razvitosti«. V poročilu o razvoju za leto 2012 Urada za makroekonomske raziskave najbolj skrbi ena temeljnih ugotovitev, da se Slovenija v zadnjih letih oddaljuje od strateških ciljev na področju gospodarskega razvoja in blaginje prebivalstva, prav tako ne prihaja do pomembnejših vsebinskih premikov v smeri trajnejšega zmanjšanja obremenjevanja okolja.

Ohranjanje ali celo povečevanje regionalnih razlik odpira številna širša vprašanja, vključno z optimalnostjo razmerja med sodobnimi procesi globalizacije in lokalizacije. Zlasti v zadnjih tridesetih letih se je planetarno razmerje med globalizacijo in procesi lokalizacije premočno nagnilo v korist prvih, priče smo izraziti in naraščajoči asimetriji. Na drugi strani pa se trdovratno ohranja prepričanje, da bo zgolj okrepljena globalizacija in ponovna vzpostavitev obdobja količinsko zasnovane gospodarske rasti odpravila vse probleme kriznega obdobja, vključno z vse bolj perečimi regionalnimi razlikami.

Po našem mnenju je tudi za zmanjševanje regionalnih razlik, poleg potrebe po kakovostnemu gospodarskemu razvoju, potrebno čim prej vzpostaviti ravnovesje med globalizacijskimi in regionalizacijskimi (lokalizacijskimi) procesi, trajnostna raba regionalnih virov pa je ena od ključnih stebrov za dosego prepotrebne ravnovesja. Regionalni viri (okoljski, družbeni in ustvarjeni), od prebivalstvenih, gospodarskih, okoljskih, finančnih, kulturnih do socialnih, postajajo v prihajajočem obdobju trajnostno zasnovanega razvoja nujna osnova za bistveno drugačno pojmovanje in zasnovo dviga blagostanja.

Slovenija razpolaga s ključnimi trajnostnimi geografskimi potenciali za odločnejšo usmeritev v skladnejši, sonaravni regionalni razvoj, ki pa jih mora prepoznati in jih ustrezno umestiti v trajnostno zasnovan razvojni koncept. Ugodna geografska lega in upoštevanje preteklih trajnostnih vzorcev uspešnega prilagajanja materialnih dejavnosti dinamičnim lokalnim in regionalnim fizičnogeografskim razmeram, sistem poselitve in rabe prostora, dodatno potrjujejo, da ima Slovenija in njene pokrajine razvojne potenciale za doseganje višje

stopnje blagostanja prebivalcev vseh regij, brez ogrožanja prihodnosti naslednjih generacij. Slovenija in njene regije se po obsegu in kakovosti regionalnih virov uvrščajo med privilegirane, žal pa prevečkrat ne najdemo ustreznih načinov njihovega aktiviranja in trajnostnih oblik rabe.

Dolgoletno sistematično in aplikativno zasnovano geografsko raziskovanje specifičnih mavric regionalnih virov je ena od strokovnih podlag za uveljavljanje in usmerjanje trajnostnega, skladnejšega regionalnega razvoja Slovenije, tako podeželja kot mest. Njihovo definiranje, prepoznavanje, kvantitativno in kvalitativno vrednotenje na različnih prostorskih ravneh je osnova za njihovo aktiviranje. So osnova za strateško pomembno povečanje slovenske prehranske, vodne in energetske samooskrbe, ki bo v negotovi razvojni in podnebni prihodnosti pomembna tudi s širšega varnostnega vidika.

Raziskovalci Oddelka za geografijo ljubljanske Filozofske fakultete že več let aktivno delujemo v okviru raziskovalnega programa »Trajnostni regionalni razvoj Slovenije«, katerega raziskovalno delovanje podpira Javna agencije za raziskovalno dejavnost RS. Ker želimo svoje raziskovalne rezultate ponuditi najširšim strokovnim krogom ter resornim ministrstvom, odgovornih za nov trajnostni razvojni koncept Slovenije, bomo v okviru obstoječe oddelčne zbirke GeograFF in E-GeograFF izdali serijo publikacij pod skupnim naslovom »Regionalni viri Slovenije«. Tako želimo še dodatno javno promovirati geografsko raziskovanje različnih vidikov regionalnih virov, tako po teoretično-metodološki kot tudi aplikativni plati. Vodni viri Bele krajine so v tem nizu prva monografija, ki obravnava vode kot enega ključnih regionalnih okoljskih virov, in sicer na območju kraške Bele krajine, kjer voda pogosto predstavlja enega večjih omejitvenih dejavnikov razvoja. Oblikovana tipologija različnih vodnih virov, vzpostavljena metodologija in izvedba njihovega terenskega popisa ter analiza vseh pridobljenih informacij, predstavlja kvalitetno podlago za preprečevanje obremenjevanja vodnoekološko občutljivih zaledij vodnih virov.

Ljubljana, julij 2013

Dušan Plut
vodja programske skupine

I Uvod

Kraška Bela krajina glede površinskih voda ni bogata, saj se večina vode pretaka pod zemeljskim površjem. Zato so bili kraški izviri, kraške vodne jame in kali v preteklosti zelo pomembni za različne oblike vodne oskrbe, hkrati pa so pomembno vplivali na lokacijo naselij. Pred izgradnjo vodovodnega omrežja (predvsem pred izkoriščanjem izvira Dobličice leta 1958) so bili lokalni vodni viri skupaj s kapnicami (t.i. šternami) življenjskega pomena za oskrbo prebivalcev in domačih živali s kakovostno pitno vodo. Po postopnemu širjenju vodovodnega omrežja se je začela njihova oskrbna vloga zmanjševati, številni so se zarasli, vedenje prebivalcev o njihovem pomenu in legi je začelo slabeti, prav tako pa tudi skrb za dostopnost in kakovost vode. Nekdaj skrbno obzidani kraški izviri in vodne kraške jame po mnenju Ivanovičeve (1998) pričajo o izjemni skrbi človeka za vodo.

Prva sistematična in poglobljena raziskava Pluta (1984) Vode Bele krajine in njihova uporaba (doktorska disertacija) je pred 30 leti celovito predstavila 150 izvirov, vendar so se razmere po tem času prav na področju odnosa človek – vodni viri pomembno spremenili. V zadnjem obdobju je opazno povečano zanimanje lokalnega prebivalstva, o čemer med drugim pričajo tudi vse številnejše obnove lokalnih zajetij, kalov in ribnikov. Obenem naraščajo spoznanja ne le o vodooskrbi temveč tudi o širši ekosistemski vlogi izvirov, vodnih jam in zlasti nekdanjih vaških kalov, belokranjski vodni viri pa so vse bolj prepoznani kot pomembna naravna in kulturna dediščina.

Ravno zato ne preseneča, da so regionalni akterji uspeli pridobiti evropska sredstva v okviru IPA Operativnega programa Slovenija – Hrvaška 2007–2013 (Vodni viri ..., 2012). Tako smo leta 2010 z inventarizacijo vodnih virov celotnega območja Bele krajine (občine Črnomelj, Metlika in Semič) po treh desetletjih ponovno obiskali, podrobno popisali in ovrednotili vodnoekološko občutljivost in ranljivost treh vrst vodnih virov: izvirov, stoječih površinskih voda in kraških vodnih jam. Popis se je izvedel v okviru mednarodnega projekta »Viri življenja – kali, ribniki in izviri: naša preteklost – naša prihodnost«, potekal pa je tako na slovenski (Bela krajina) kot tudi na hrvaški strani (širše območje Žumberačke gore). Izvedba projekta oz. njegovi rezultati naj bi prispevali predvsem k povečanju biotske raznovrstnosti ter k ohranitvi in oživitvi kulturnih in naravnih virov celotnega območja. Poleg krepitev regionalne identitete je pomemben cilj projekta tudi izboljšati okoljsko ozaveščenost prebivalcev, posredno pa bodo rezultati prispevali tudi k ublažitvi okoljskih tveganj. Slednje bo moč doseči predvsem s celovitim načrtovanjem, upravljanjem in spremljanjem naravnih regionalnih virov.

Naročnik za slovenski del popisa je bil Zavod Republike Slovenije za varstvo narave (Območna enota Novo mesto), izvajalec pa Oddelek za geografijo ljubljanske Filozofske fakultete z odgovornim nosilcem raziskave in dobrim poznavalcem območja in problematike voda

Dušanom Plutom. Celoten popis je temeljil na večmesečnem terenskem delu, ki so ga opravili študenti geografije (Oddelka za geografijo Filozofske fakultete) in njihovi mentorji ob sodelovanju predstavnikov naročnika.

Skupaj je bilo na območju treh belokranjskih občin evidentiranih, kartiranih, fotografiranih in opisanih 261 vodnih virov; Največ izvirov (196), pa tudi večje število stoječih površinskih vod (48) in vodnih kraških jam (17) (Preglednica 1). Seveda pa je bilo pred terenskim delom potrebno pripraviti ustrezne popisne liste, predvsem pa vzpostaviti metodologijo za nadaljnje vrednotenje pokrajinske občutljivosti in ogroženosti vodnih virov. Na koncu je bila oblikovana celovita podatkovna baza, ki se jo bo po potrebi dopolnjevalo z novimi evidentiranimi viri, čeprav ocenjujemo, da je izveden popis že sedaj zajel večino pomembnejših lokacij.

Pri terenskem delu so nam bili v veliko pomoč informatorji – domačini; predvsem pri iskanju lokacij vodnih virov, njihovem poimenovanju, opisu nekdanje rabe ipd. Žal pa se je marsikje pokazalo, da poznavanje vodnih virov med domačini zadnja leta zelo upada (zlasti pri mlajših prebivalcih) in vse težje je pridobiti ustrezne informacije.

Preglednica 1: Pregled evidentiranih in opisanih vodnih virov Bele krajine s terenskim delom leta 2010.

vrsta popisane vodnega vira	število	delež (%)
izviri	196	75,1
stoječe površinske vode	48	18,4
vodne kraške jame	17	6,5
skupaj	261	100

Vir: Terensko delo, Oddelek za geografijo, FF UL, 2010.

Glede na dosedanje raziskave in obstoječe informacije smo pričakovali, da bo sistematičen terenski popis pokazal, da je število vodnih virov na območju Bele krajine veliko. Plut (1984) je v doktorski disertaciji zabeležil 197 vodnih virov (izviri, vodne jame), s tokratnim popisom pa smo jih uspeli identificirati 261, od tega 75 % izvirov, 18 % stoječih površinskih voda in slabih 7 % (oziroma 17) vodnih kraških jam.

Bela krajina se torej zaradi kraškosti, velike tektonske pretrtosti kamnin in skromne debeline prepereline uvršča med vodno in pokrajinsko zelo občutljive slovenske pokrajine. Z vidika zaščite njenih ključnih vodnih virov to pomeni, da bi morala biti vodovarstvena območja obsežna in dejansko obsegati celotno potencialno hidrografska zaledje npr. zajetega kraškega izvira. Tudi zaradi dejstva, ker se v kraških porečjih praviloma površinska razvodnica ne ujema z dejansko, podzemeljsko razvodnico. Vodovarstveni režimi v Beli krajini bi morali izhajati iz celostnega upoštevanja pokrajinske kraške vodnoekološke občutljivosti (regionalne regeneracijske in nevtralizacijske sposobnosti), ki pa se lokalno razlikuje. O izjemno veliki pokrajinski občutljivosti kraškega sveta Bele krajine pričajo tudi presežene koncentracije nevarnih snovi v vodnih virih, ki so skupna rezultanta vodnoekološke občutljivosti in visokih koncentracij

onesnažil. Na veliko občutljivost zaledja Krupe oziroma plitvega belokranjskega krasa je med drugim zelo jasno in nedvoumno opozorilo industrijsko onesnaževanje izvira Krupe s PCB iz srede 80. let 20. stoletja (Plut, 1984; Plut, 1988; Polič, Štravs, 1986; Polič in sod., 2000; Harlander, Miljavac, 2011).

Slika 1: Izvir Podturn v občini Črnomelj.



Zavarovana območja in vsi različni vodni viri so varovalno in razvojno kljub majhnosti zelo pomembni, saj obetajo prihodnjim generacijam višjo kakovost življenja in možnost kakovostne oskrbe z vodo tudi v izjemnih okoliščinah. S tega vidika je zelo spodbudno, da se npr. velika večina prebivalcev naselij v neposredni bližini Krajinskega parka Lahinja strinja z zavarovanjem povirnega območja Lahinje, razen varovanja narave pa poudarja tudi razvojni pomen varstvenega statusa (Mrak, 2008). Tudi vse več obnovljenih lokalnih zajetij vode potrjuje navedeno povečevanje naravovarstvene zavesti, seveda pa bo moral proces revitalizacije lokalnih vodnih virov potekati pod skrbnim strokovnim vodstvom. V prihodnje lahko pričakujemo predvsem večjo razvojno vlogo belokranjske Kolpe zlasti glede pričakovanega večjega pomena sonaravnega turizma (kopanje, čolnarjenje, ribolov, kampiranje) in trajnostne oskrbe z energijo (majhne HE). Načrtovana raba energije zgolj na izbranih lokacijah nekdanjih mlinov in žag pa bo morala v celoti upoštevati okoljevarstvene in naravovarstvene lokacijske pogoje, kar zlasti velja za rečni odsek Kolpe v okviru Krajinskega parka Kolpa.

Inventarizacija in širše, večplastno zasnovano vrednotenje ključnih vodnih virov Bele krajine, stalno in strokovno korektno dopolnjevanje podatkov, vodenje stalnega registra vodnih virov je prepotrebna podlaga, da se utrdi in razširi njihova vloga virov življenja za lokalno prebivalstvo, domače živali, rastlinske in živalske vrste. V prihodnosti Bele krajine (in drugih

pokrajin) bo njihovo poznavanje in ohranjanje ključnega pomena tako za razvojno-varovalno zasnovan način življenja, zlasti pa za dvig kakovosti blagostanja prebivalcev hkrati z blagostanjem belokranjskih ekosistemov.

Slovenija in regije morajo izdelati sonaravne načine gospodarjenja z vodnimi viri, prilagojene regionalnim posebnostim (Bricelj, 2007). Sonaravni ukrepi ravnanja z vodnimi viri so posebej potrebni v vodnoekološko zelo občutljivi Beli krajini. Pričujoča monografija tako na sistematičen način prikazuje aktualne razmere za potencialno vodooskrbo Bele krajine pa tudi rezultate njihovega celovitega geografskega vrednotenja. Prav tako velja še enkrat poudariti, da se nam je ponudila priložnost proučiti vodno vire istega območja v razmiku treh desetletjih, z nekoliko spremenjenimi metodami, vedenjem in tehničnimi možnostmi prikazovanja pojavov.

Kljub izgrajenim sistemom oskrbe z vodo in številnim prizadevanjem za dokončanje skupnega belokranjskega vodovoda, pa prav na območju treh belokranjskih občin oskrba s kvalitetno pitno vodo ostaja eno bolj občutljivih vprašanj tudi za prihodnost. Zato je pomembno, da bodo uresničeni posredni cilji tega projekta – ohraniti in obnoviti izbrane manjše izvire, ki bi služili kot potencialen nadomestni vir pitne vode ter vaške kale in ribnike, ki bi prispevali k zagotavljanju naravnega ravnovesja, pokrajinski in biotski raznovrstnosti in ugodnemu stanju ogroženih vrst in habitatnih tipov.

2 Hidrogeografske značilnosti vodnih virov

2.1 Značilnosti porečij belokranjskih voda

Skoraj celotno območje Bele krajine sodi v porečje Kolpe. Bela krajina je hidrogeografsko torej obkolpska pokrajina v okviru zgornjega porečja Kolpe, ki do vodomerne postaje pri Metliki obsega nad 2000 km². Belokranjsko porečje Kolpe (leva stran) obsega 571 km² in le nekoliko odstopa od skupne površine (596 km²) in meja treh belokranjskih občin (Črnomelj, Metlika in Semič). Slovenski del Pokolpja pa obsega območje Čabranke, del Loškega Snežnika, območje Kočevske Reke in Kočevskega polja z obronki Kočevskega Roga ter Belo krajino do vrha Gorjancev z 998 km² površine (Kolbezen, Pristov, 1998). Pretežni del Pokolpja je grajen iz mezozojskih apnencev in dolomitov, zato večina padavin pronica v podzemlje. Podzemeljske vode visokega kraškega zaledja, pa tudi plitvega (nizkega) krasa Bele krajine prihajajo na površje v številnih izdatnejših izviri. Eden od razlogov za izdatne izvire ob vznožju Poljanske gore je tudi zajezeitev voda zaradi pliocenskih sedimentov pri Kanižarici, kjer so kopali rjavi premog. Kotanja pri Kanižarici je 3 km široka in 4 km dolga. S 428 m globoko vrtino so predrli 416 m pliocenskih klastičnih sedimentov in skoraj 200 m pod morsko gladino še 12 m t.i. talnine iz apnenca (Gams, 1961; Gams, 2003).

Slika 2: Največji belokranjski površinski vodotok Kolpa je zaradi dobre dostopnosti in umirjenega toka zelo priljubljen tudi med rekreativci in turisti.



Pokolpje ima zaradi prevladujočega kraškega površja eno najmanjših gostot rečnega omrežja v Sloveniji, zgolj $0,52 \text{ km/km}^2$ (povprečje za Slovenijo znaša $1,33 \text{ km/km}^2$ (Kolbezen, Pristov, 1998)). Rečna mreža Bele krajine je odraz prepletanja subpanonskih in dinarskih značilnosti, temeljni pečat pa ji daje prevlada kraškega sveta (Plut, 1984, 1988). V bistvu je večji del Bele krajine prostran kraški ravnik, ki se nadaljuje preko Kolpe v obsežno Slunjsko ploščo, na zahodu in na severu pa prehaja v višje kraške planote (Kočevski Rog s Poljansko goro, Gorjanci). Večina kraškega ravnika je v krednem apnencu. Ob postopnem dvigovanju se je večji del površinskega belokranjskega vodnega toka prestavil pod zemeljsko površje, na površju so ostali le nekateri maloštevilni, praviloma bolj vodnati tokovi (Melik, 1959). Z zniževanjem erozijske baze je vse bolj prevladovalo zakrasevanje, površinske vode pa so si v karbonatno podlago vrezovale struge (Gams, 1961). V belokranjskem delu porečja tako dobiva Kolpa površinsko vodo zgolj z Lahinjo in z največ nekaj deset metrov dolgimi vodnimi tokovi, ki izvirajo vzdolž toka reke.

Slika 3: Reka Lahinja, glavni pritok reke Kolpe v belokranjskem delu porečja.



Znaten del Bele krajine je v okviru porečja Lahinje, vključno z višjim zahodnim obrobjem. Glede na število pritokov in hidrogeografsko lego je Lahinja osrednja voda Bele krajine, bolj vodnata Kolpa pa teče na njenem obrobju, ob meji med Slovenijo in Hrvaško (Plut, 1988). Kolpa je po geografski legi za Belo krajino robna in pravzaprav alogena, Lahinja pa nasprotno povsem avtohtona belokranjska voda. Lahinja in njen levi pritok Dobličica tečeta po najnižjem delu belokranjskega ravnika. Celotni pas znižanega sveta ima torej pomembno hidrografske funkcijo, saj je na njegovi zahodni strani vrsta večjih in manjših kraških izvirov (Natek, Stepišnik, 2008). Lahinja in Dobličica s pritoki v okolici Črnomlja tečejo celo nižje kot Kolpa

v kanjonu med Adlešiči in Gribljami. Edini močnejši izvir v severnem delu Bele krajine pa je Krupa, ki se po nekajkilometrskem toku po strmi kanjonski dolini pri Kloštru (Gradac) steka v Lahinjo.

Slika 4: Izvir Krupe, najizdatnejši izvir v Beli krajini.



Kraški značaj rečne mreže podčrtuje dejstvo, da prevladujejo vodni tokovi višjega reda, manjši so namreč na kraškem, pretrtem površju poniknili. Skupna dolžina stalno tekočih belokranjskih površinskih voda je okoli 135 km, njihova gostota pa le 225 m/km². Vendar je v nižjih delih belokranjskega ravnika brezvodno kraško površje le nekaj metrov nad nivojem kraške vode, o čemer nam prepričljivo govorijo obsežne mokrotne kotanje, kot je manjša udornica Glušenka sredi rodovitnega Nerajskega polja v bližini Dragatuša (Natek, Stepišnik, 2008). Med rekami ima v Beli krajini največjo dolžino Kolpa, saj je njen tok med Dolskim potokom v Poljanski dolini in Kamenico (Božakovo) dolg okoli 71 km. Od izvira do iztoka iz ozemlja Slovenije pa je po zadnjih meritvah dolga 118 km, Lahinja pa 34 km.

Lahinja izvira med Belčjim Vrhom in Knežino, na stiku med gozdnatim, zakraselim in višjim Velikim Bukovjem in nižjim belokranjskim kraškim ravnikom. Njena rečna mreža je izrazito nesimetrična, saj dejansko vse daljše, vodnate pritoke dobiva z leve strani (Podturnščica, Dobljica, Krupa). Prvi večji pritok Nerajčica se v Lahinjo izliva kmalu po izviru. V ozki, vendar ne globoki strugi teče Lahinja proti severu, pri Dragatušu se vanjo izliva preoblikovana Podturnščica in v Črnomlju bolj vodnata Dobljica. Od sotočja s Podturnščico teče naprej Lahinja po ozki in od 15 do 20 m globoki strugi s strmimi bregovi, ki so porasli z vodoljubnimi drevesnimi in grmovnimi vrstami rastja. Značilni so številni rečni okljuki, rečni bregovi so

Slika 5: Izvir Lahinje, eden izmed osrednjih izvirov Bele krajine, ki izvira pod vasjo Belčji Vrh.



Slika 6: Povirni del vodotoka Črmošnjičica, ki se odmaka v porečje Krke.



strmi in porasli. Med Črnomljem in Gradcem (po starejših virih Gradec in ne Gradac) Lahinja nima površinskih pritokov, pod Gradcem pa se vanjo izliva vodnata in hitreje tekoča Krupa. Po sotočju Lahinja zavije proti vzhodu in se pri Primostku izliva v Kolpo.

Skoraj celotno ozemlje Bele krajine se uvršča v porečje Kolpe, izjema je njen manjši severozahodni del med Kočevskim Rogom in Gorjanci, ki se deloma podzemno in deloma prek Črmomošnjičice, odmaka v porečje Krke.

Bela krajina je torej kraška pokrajina z zelo skromnim deležem nekraških kamnin. Izjemo predstavlja kanižarska premogovna kadunja in manjša,

nesklenjena območja kvartarnih sedimentov s talno vodo (Plut, 1988). Manjša območja talne vode so ob Kolpi, Lahinji, Dobličici in Podturnščici, njihova skupna površina pa je okoli 20 km² oziroma le nekaj več kot 3 % celotne površine Bele krajine. Debelina akumulacijskih nanosov s talno vodo je zelo neenakomerna in se spreminja na kratke razdalje. Večje območje talne vode je ob Kolpi, med Gribljami in Otokom ter pri Metliki (Mestni log). V preteklosti so bili v številnih območjih s talno vodo skopani vodnjaki, ki so služili za oskrbo prebivalcev in živine.

2.2 Hidrogeografske značilnosti

Za belokranjske vodne tokove so značilni razmeroma skromni strmcji, kar praviloma velja tudi za druge kraške reke, potoke. Povprečen strmec prodonosne Kolpe je 0,78 ‰ (0,78 m na 1000 m rečnega toka), še manjši pa je strmec neprodonosne Lahinje, saj znaša zgolj 0,57 ‰. Gams (1961, 2003) pojasnjuje razlike v strmci med Lahinjo in Kolpo tudi z razlikami v grobosti in količini transportiranega materiala obeh rek. Lahinja in Krupa prenašata ob povodnji samo plavje (ilovico), Kolpa pa vali po dnu struge tudi prod. Kraški ravniki ob Lahinji je znižan v obliki podolja, ki po mnenju Gamsa (2003) ne more biti stara tvorba, saj bi drugače Lahinja s podzemeljskim obglavljanjem pritegnila višje tekočo Kolpo. Lahko pa je navedena višinska razlika nastala tudi zaradi omenjenega različnega rečnega nanosa, ki določa vodni padec.

Za Lahinjo je značilen dokaj neenakomeren strmec, saj je največji v zgornjem in spodnjem toku, najmanjši pa v osrednjem. Gledano v celoti pa je največji v zgornjem toku Lahinje. Tako je strmec toka Lahinje na območju Krajinskega parka Lahinja okoli 1,25 ‰, kar je več kot dvakrat nad njenim povprečnim strmci. Temu dejstvu lahko pripišemo, da so kmalu po izviru ugodne hidrografske razmere za energetsko uporabo vode. Tako je pri Pustem Gradcu, v spodnjem delu rečnega okljuka, že prvi obrat na vodni pogon (Klepčev mlin in žaga) na Lahinji. Glede na nekoliko večji strmec Lahinje v spodnjem toku, pod Gradcem, je možno, da je v preteklosti Lahinja tekla južno od Gradaca, v smeri proti Podzemlju. Lahko pa so tudi lokalne razlike v geološki zgradbi vplivale na navedeno nenavadno povečanje rečnega strmca v spodnjem toku Lahinje.

Lahinja je zelo izvijugana belokranjska reka, saj je njen koeficient izvijuganosti 2,11 (Plut, 1988). Zanje je še posebej značilna drobna izvijuganost z gostimi, manjšimi okljuki. Tako je na območju KP Lahinja zelo izrazit rečni okljuk pri Pustem Gradcu z lokalno pomembno energetsko in sakralno ter širše pomembno arheološko vlogo. Številni rečni okljuki Lahinje so tudi pod Pustim Gradcem, pri Veliki Lahinji, Zorencih, Butoraju, Črnomlju, Zastavi, Vranovičih in Gradcu, kjer je ob Lahinji naselje oziroma zaselek z značilnim imenom Okljuka. Gams (1961) poudarja, da so belokranjski rečni okljuki najbolj zaviti tam, kjer teče voda v nasprotni strani vpada kamninskih skladov, ker teži reka v smeri vpada.

Nihanje vodostaja oziroma pretočnih vrednosti Lahinje nazorno odražajo zlasti klimatsko podobo večjega dela Bele krajine. V porečju Lahinje do vodomerne postaje pri Gradcu (221 km²) je bila namreč letna vodna bilanca (1971–2000) naslednja: padavine – 1361 mm in

odtok – 803 mm (Frantar ur., 2008). Na izhlapevanje bi naj v navedenem bilančnem obdobju potemtakem odpadlo 558 mm (41 %). Na tem mestu velja izpostaviti, da je porečje Lahinje glede na izračune bilančno neusklajeno, saj je izračunan odtok v primerjavi z merjenim podcenjen za 16 %, kar je verjetno posledica podcenjene vrednosti izračunanih padavin in/ali precenjene vrednosti izračunanega izhlapevanja. Za celotno porečje Lahinje je značilen nekoliko nižji letni specifični odtok, ki znaša okoli 25 l/s/km², v primerjavi s Slovenijo (27 l/s/km²) oziroma porečjem Kolpe do vodomerne postaje pri Metliki (35 l/s/km²). Odtočna količnika porečja Lahinje pri Gradacu in Kolpe pri Metliki sta zelo podobna in zaradi pretežno kraškega zaledja relativno visoka. Znašata nekaj pod 60 %, slovensko povprečje za primerljivo obdobje pa je okoli 55 % (Frantar ur., 2008).

Po podatkih za obdobje 1952–1976 je znašal srednji letni pretok Lahinje pri Gradacu (pred sotočjem z vodnato Krupo) 6,3 m³/s, Kolpe pri Metliki pa 75 m³/s. V obdobju 1961–1990 je bil srednji letni pretok Lahinje pri Gradacu 5,7 m³/s, Kolpe pri Metliki pa 73,1 m³/s (Plut, 1984; Kolbezen, Pristov, 1998). V obdobju 1991–2010 se srednji letni pretok Lahinje pri Gradacu ni bistveno zmanjšal (5,6 m³/s), kar pa ne velja za Kolpo pri Metliki. V navedenem obdobju se je povprečni letni pretok belokranjske Kolpe namreč ponovno močno zmanjšal in je znašal 68,3 m³/s (Preglednica 2). V primerjavi z obdobjem 1952–1976 so se v obdobju 1991–2010 srednji letni pretoki Kolpe pri Metliki zmanjšali za 9 %. Tudi primerjava srednjih mesečnih in letnih pretokov za obdobje 1961–1990 in 1991–2004 Kolpe pri Radencih kaže na upadanje količin vode (Simčič, 2008). V obdobju 1961–1990 je bil srednji letni pretok 53,4 m³/s, v obdobju 1991–2004 pa 48,5 m³/s.

Na osnovi navedenih vrednosti za srednje letne pretoke se tudi na belokranjskih rekah (podobno velja za večino drugih slovenskih rek) kaže trend postopnega zniževanja pretočnih vrednosti (Uлага, 2002; Trobec, 2012), kar je po mnenju večine strokovnjakov posledica podnebnih sprememb. Zaradi višjih temperatur ozračja se je povečalo izhlapevanje, obenem pa je potrebno upoštevati tudi dejstvo, da se je v porečju Kolpe hkrati povečal delež gozda in s tem ponovno tudi količina izhlapevanja.

Preglednica 2: Srednji mesečni pretoki Kolpe pri Metliki za različna obdobja znotraj 1961–2010 v m³/s.

obdobje	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	leto
1961-1990	75,4	78,8	98,8	109,5	69,5	51,6	31,6	32,6	51,5	77,1	104,1	97,8	73,1
1991-2010	78,8	73,7	83,7	95,5	50,6	36,2	25,7	20,6	52,6	82,5	102,0	118,1	68,3
2001-2010	77,8	79,4	105,0	98,9	43,3	32,5	17,1	22,0	51,3	66,1	81,0	110,0	65,3

Vir: Kolbezen, Pristov, 1998; Agencija RS za okolje ..., 2012

Podatki kažejo, da je zlasti izrazito zmanjšanje srednjih mesečnih pretokov Kolpe in Lahinje v juliju in avgustu (Preglednica 2, Preglednica 3, Preglednica 4, Slika 10). Navedeno dejstvo razen zmanjšanja potencialov za možno prihodnjo sonaravno proizvodnjo hidroenergije na mestu nekdanjih vodnih obratov pomembno vpliva npr. na zmanjšanje samočistilnih zmogljivosti v najbolj občutljivih in hkrati najbolj obremenjenih poletnih mesecih (večje količine

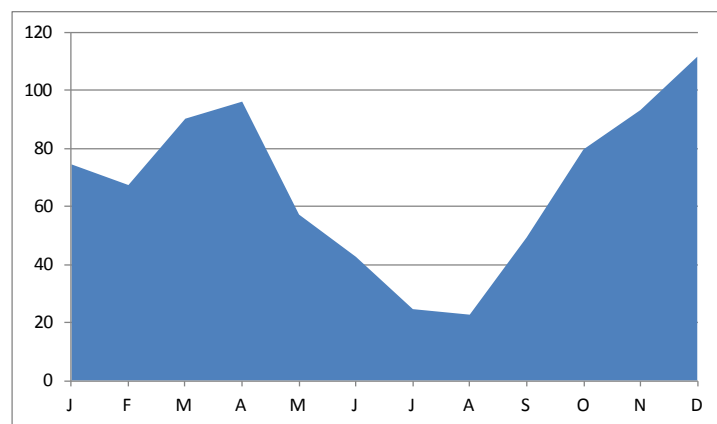
odpadnih vod in največje število obiskovalcev zlasti zaradi kopanja in čolnarjenja). Pred nekaj desetletji so bile praviloma najnižje povprečne mesečne pretočne vrednosti Kolpe in Lahinje zabeležene v juliju, v zadnjih desetletjih pa v avgustu.

Preglednica 3: Srednji mesečni pretoki Lahinje pri Gradacu za različna obdobja znotraj 1961–2010 v m³/s.

obdobje	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	leto
1961-1990	5,8	6,8	9,1	8,1	5,2	3,6	2,5	2,4	3,6	5,7	8,0	7,9	5,7
1991-2010	6,7	6,3	7,8	8,4	4,0	2,9	1,9	1,6	4,0	6,3	7,6	10,2	5,6
2001-2010	6,9	6,9	10,4	9,0	3,2	2,5	1,2	1,9	4,5	5,5	6,6	9,2	5,6

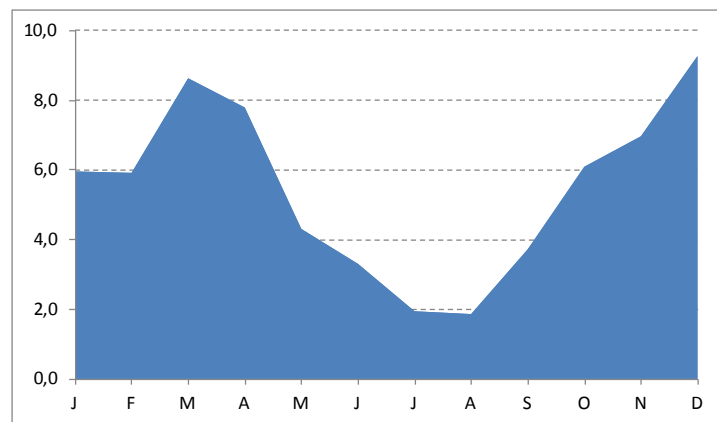
Vir: Kolbezen, Pristov, 1998; Agencija RS za okolje ..., 2012

Slika 7: Mesečne pretočne vrednosti Kolpe pri Metliki za obdobje 1981–2010 v m³/s.



Vir: Agencija RS za okolje ..., 2012

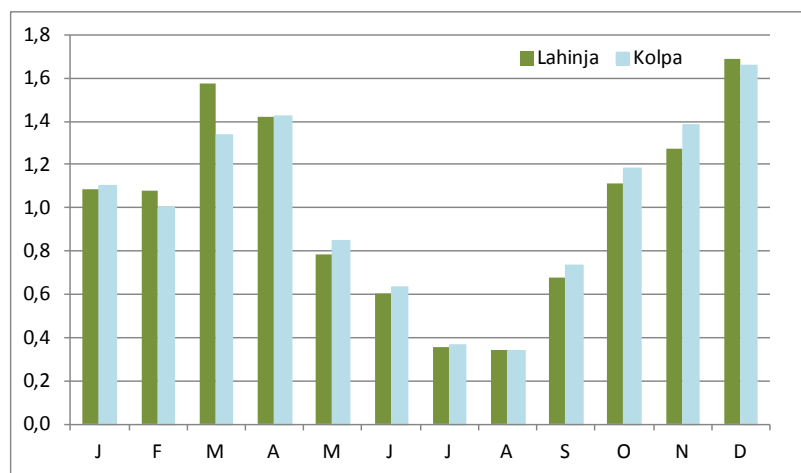
Slika 8: Mesečne pretočne vrednosti Lahinje pri Gradacu za obdobje 1981–2010 v m³/s.



Vir: Agencija RS za okolje ..., 2012

Glede na spremembe mesečnih pretočnih vrednosti preko leta se belokranjske vode uvrščajo v zelo omiljeni dežno-snežni rečni pretočni režim, ki se odraža tako na Lahinji pri Gradacu kot na Kolpi pri Metliki (Frantar, Hrvatin, 2005). Oba vodotoka imata v obdobju 1981–2010 zelo podoben rečni pretočni režim (Slika 7, Slika 8, Slika 9). Zanimivo je, da se v sezonski razporeditvi padavin (padavinski režim) od zahodne Slovenije vse do Bele krajine uveljavljajo nekatere značilne poteze submediteranskega podnebja, saj izstopa zelo namočen november, na splošno v letni razporeditvi padavin pa je primarni jesenski višek padavin (Ogrin, 2004; Ogrin, 2008). Padavinski režim se odlikava v mesečnih pretočnih vrednostih belokranjskega dela Kolpe in Lahinje.

Slika 9: Mesečni pretočni količniki Lahinje pri Gradacu in Kolpe pri Metliki v obdobju 1981–2010.



Vir: Agencija RS za okolje ..., 2012

Preglednica 4: Pretoki Lahinje pri Gradacu za obdobji 1961–1990 in 1981–2010 v m³/s.

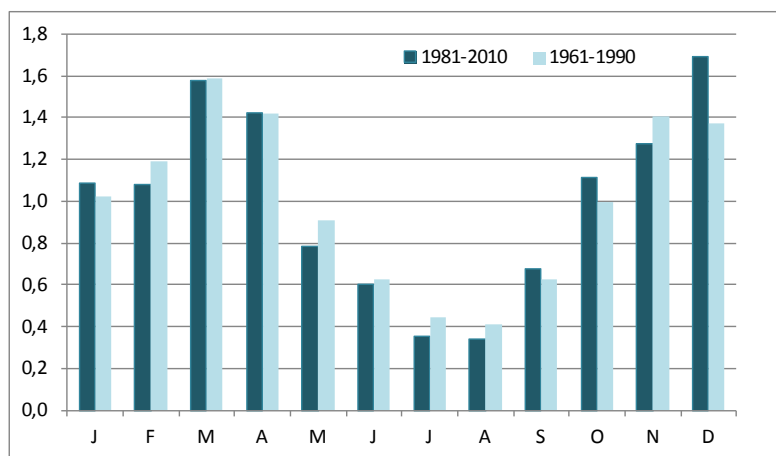
srednji letni pretok	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	leto
sQs (1961-1990)	5,84	6,82	9,1	8,13	5,22	3,58	2,53	2,36	3,59	5,7	8,04	7,85	5,72
sQs (1981-2010)	5,96	5,92	8,64	7,80	4,31	3,31	1,94	1,86	3,72	6,10	6,97	9,28	5,48

Vir: Kolbezen, Pristov, 1998; Agencija RS za okolje ..., 2012

Podatki za povprečne srednje mesečne pretoke Lahinje na vodomerni postaji Gradac za tridesetletno obdobje 1981–2010 kažejo, da je poleg decembra najbolj vodnat mesec marec (Slika 8). Zaradi topljenja snega in zmerne namočenosti v pretočnem režimu spomladanske vode v povprečju zaenkrat še presegajo jesenske, a se bo ob morebitnih nadaljujočih trendih v spremembah razporejanja odtoka preko leta glavnina odtoka postopno premaknila v jesensko obdobje. Zaradi visokih temperatur in s tem povezanega izhlapevanja je poletni nižek bistveno bolj izrazit od zimskega, čeprav poletne padavine presegajo zimske. Ekstremno majhni poletni pretoki v obdobju 1981–2010 so bili na vodomerni postaji Lahinje pri Gra-

dadu pogosto manjši od 200 l/s, najmanjši je znašal komaj 160 l/s leta 1982 (Agencija RS za okolje ..., 2012). Iz podatkov lahko razberemo, da je bilo v obdobju 1981–2010 v primerjavi s predhodnim obdobjem 1961–1990 v relativnem smislu vse od maja do avgusta manj vode (Slika 10), zaradi česar so bili poletni pretočni nižji še bolj izraziti, dovzetnost Lahinje za vplive onesnaževanja pa se je posledično povečala. Navedene značilnosti skupaj s skromnimi strmci podčrtujejo veliko vodnoekološko občutljivost Lahinje in drugih belokranjskih voda za onesnaževanje z odpadnimi vodami in drugimi oblikami obremenjevanja vodnih tokov.

Slika 10: Primerjava mesečnih pretočnih količnikov Lahinje pri Gradacu za obdobji 1961–1990 in 1981–2010.



Vir: Kolbezen, Pristov, 1998; Agencija RS za okolje ..., 2012

Po zgolj ocenjenih vrednostih minimalnega pretoka se Lahinja z Nerajčico (40 l/s) uvršča po vodnatosti v okviru celotne Bele krajine med vodnatejše izvire. Hidrogeografsko zaledje izvira Lahinje ni podrobno raziskano, obsega pa del kraškega in višjega Velikega Bukovja, kjer je letna vsota padavin nekoliko višja kot to velja za nižji (v strokovni literaturi pogosto označen tudi kot črnomaljski) kraški ravniki Bele krajine. Tudi kraški izvir Nerajčice pri Malem Nerajcu označuje za belokranjske razmere relativno velik minimalni pretok, ki naj bi prav tako znašal okoli 20 l/s. Zaradi stalne vodnatosti, primerne kakovosti in stalno nižje temperature (od 10 do 12 oC) sta bila tako izvir Lahinje kot Nerajčice primerna za lokalno vodno oskrbo s pitno vodo. Predstavljala sta torej pomemben lokacijski poselitveni dejavnik, o čemer priča tudi urejenost oziroma dostopnost obeh izvirov. V obdobjih večjih suš sta imela ob prevladujoči oskrbi s kapnico izjemno pomembno vodo oskrbno vlogo za bližnja in bolj oddaljena naselja. V obdobju pričakovanih podnebnih sprememb ali drugih težav pri zagotavljanju dovolj kakovostne pitne vode, predstavlja voda izvirov Lahinje in Nerajčice pomembno strateško rezervo. Tudi zaradi ohranjanja nekdanje podobe kulturne pokrajine in tradicionalnih oblik vodne oskrbe je upravičeno nadaljnje vzdrževanje zajetij obeh izvirov in njune bližnje okolice. Po obsežnih, tudi terenskih raziskavah, je Kramarič (2007) v zgornjem in srednjem porečju Lahinje evidentiral številne vodne obrate, mline (8) in žage (5), ki pa danes več ne obratujejo, kulturna dediščina pa postopoma izginja.

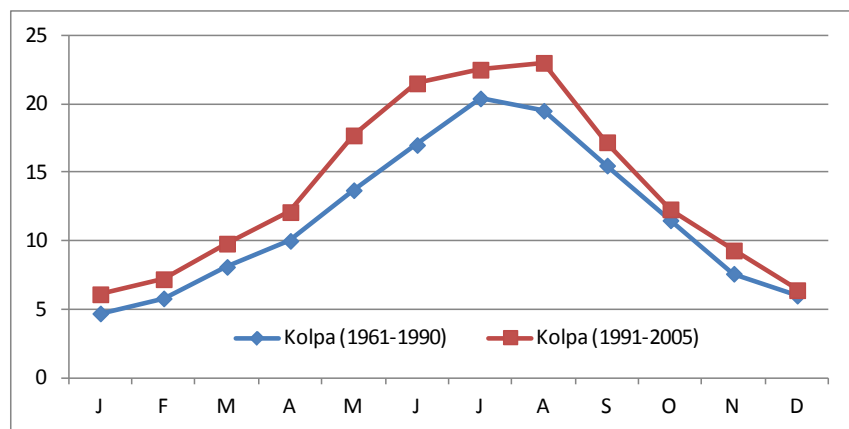
Kolpa in Lahinja imata po Frantarju (2012) sredozemski temperaturni režim. Podatki Agencije RS za okolje (2012) kažejo, da so se zlasti v zadnjih dveh desetletjih temperature Kolpe v Beli krajini bistveno povečale. Na Lahinji je povečanje temperature vode zaradi kraškega izvira, krajšega površinskega toka ter globoko vrezane in pretežno z obrežno vegetacijo zasenčene struge povečanje manj izrazito. V obdobju 1976–1990 je bila srednja letna temperatura Kolpe pri Metliki 11,7 °C, v obdobju 1991–2005 pa 13,8 °C (Preglednica 5, Slika 11). Najbolj so se povišale temperature kolpske vode v poletnih mesecih. Tako je bila v obdobju 1976–1990 srednja mesečna temperatura Kolpe pri Metliki v avgustu 19,5 °C, v obdobju 1991–2005 pa 23 °C. Najvišja uradno izmerjena temperatura Kolpe pri Metliki je bila zabeležena 22. 7. 2003 in je znašala 30 °C, kar je bila največja uradno izmerjena temperatura slovenskih rek. Izrazito povečanje temperature kolpske vode v poletni polovici leta pozitivno vpliva na podaljševanje kopalne sezone, a hkrati ogroža kolpske vodne ekosisteme in zmanjšuje samočistilne zmogljivosti Kolpe.

Preglednica 5: Povprečne mesečne in letne temperature Kolpe pri Metliki in Lahinje pri Gradacu za obdobji 1961–1990 in 1991–2005.

merilno mesto	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	leto
Kolpa-Metlika (1961-1990)	4,7	5,8	8,1	10,0	13,7	17,0	20,4	19,5	15,5	11,5	7,6	6,0	11,7
Kolpa-Metlika (1991-2005)	6,1	7,2	9,8	12,1	17,7	21,5	22,5	23,0	17,2	12,3	9,3	6,4	13,8
Lahinja-Gradac (1961-1990)	5,4	6,5	9,0	11,3	14,1	16,3	18,7	18,5	15,1	11,6	8,1	6,8	11,8
Lahinja – Gradac (1991-2005)	6,7	6,8	9,2	11,4	14,8	18,1	19,7	20,0	15,4	11,9	9,3	7,2	12,6

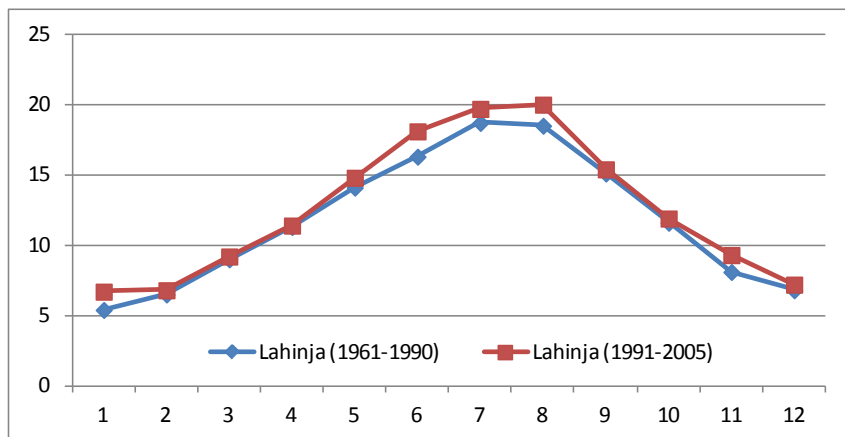
Vir: Agencija RS za okolje ..., 2012

Slika 11: Primerjava mesečnih temperatur Kolpe pri Metliki za obdobji 1961–1990 in 1991–2005.



Vir: Agencija RS za okolje ..., 2012

Slika 12: Primerjava mesečnih temperatur Lahinje pri Gradacu za obdobji 1961–1990 in 1991–2005.



Vir: Agencija RS za okolje ..., 2012

Kljub zmanjšanim samočistilnim zmogljivostim zlasti v obdobju majhnih poletnih pretočnih vrednostih in visokih temperatur vode (manjša vsebnost kisika) so bile kopalne vode belokranjskega odseka Kolpe od Prelesja do Primostka v obdobju 2004–2009 v večini primerov v skladu s priporočenimi zahtevami evropskih kopalnih direktiv. V posameznih primerih pa odvzeti vzorci Kolpe niso bili uvrščeni v t.i. skladne vode glede na obvezujoče kakovostne zahteve (Agencija RS za okolje ..., 2010).

2.3 Vodna oskrba

Začetek vodooskrbe na območju Bele krajine (natančneje, na območju današnje občine Črnomelj) sega v leto 1898, ko je v dvajset belokranjskih naselij pritekla pitna voda iz treh zajetih izvirov pri Blatniku. Hitrejši razvoj vodooskrbe pa se začelja šele po letu 1958, ko se je pričelo izkoriščati izvir Dobličice, ki še danes ostaja najpomembnejši regionalni vodni vir (Komunala Črnomelj, 2013).

Območje treh belokranjskih občin pridobiva pitno vodo iz osmih vodnih virov (Preglednica 6), za vodooskrbo pa sta odgovorni Komunala Črnomelj za območje občin Semič in Črnomelj ter Komunala Metlika za metliško občino.

Na celotnem območju Bele krajine so se v sistem vodooskrbe postopoma vključevali novi viri, hkrati pa se je širilo vodovodno omrežje. Prelomnico za celotno območje gotovo predstavlja leto 1998, ko je bila sprejeta odločitev o gradnji magistralnega vodovoda (t.i. »Belokranjski vodovod«), ki naj bi oskrboval vse tri belokranjske občine. Projekt je leta 2013 še vedno v fazi izgradnje (v t.i. II. fazi). Osrednji vodni vir magistralnega vodovoda so vodni viri na Blatniku, kjer naj bi se dvema obstoječima vrtinama pridružila še tretja (Brezovica), skupna kapaciteta vodnega vira pa bo znašala 45 l/s (Komunala Črnomelj, 2013). Projekt izgradnje magistralnega vodovoda naj bi se zaključil v letu 2014, vendar trenutno še ni povsem jasno, ali bo ta

sistem dejansko predstavljal trajnostno rešitev za vodooskrbo celotnega območja Bele krajine. Trenutno Komunala Metlika v tem sistemu vidi »dopolnilni« vodni vir, medtem ko naj bi tudi v prihodnje svojo vodooskrbo zagotavljali iz treh lastnih vodnih virov (Komunala Metlika, 2013).

Preglednica 6: Glavni vodni viri Bele krajine in njihova vodooskrbna vloga (2012).

ime vodnega vira	komunalno podjetje	občina	št. oskrbovanih prebivalcev - ocena	kratek opis
Dobliče	Komunala Črnomelj	Črnomelj	12.100 prebivalcev	Osrednji vodni vir, kjer se dnevno izvaja filtracija vode na peščenih filterih in dezinfekcija.
Blatnik	Komunala Črnomelj	Črnomelj		Za Dobličico drugi najpomembnejši vodni vir
Vinica (reka Kolpa)	Komunala Črnomelj	Črnomelj		Vodni vir je v opuščanju.
Guče pri Srednji vasi	Komunala Črnomelj	Semič		
Bajer pri Rožnem dolu	Komunala Črnomelj	Semič		
Obrh	Komunala Metlika	Metlika	6.000 prebivalcev	Napaja mesto Metlika in južni del metliške občine. Voda na izviru mikrobiološko oporečna, zato potrebno čiščenje in dezinfekcija.
Jamniki	Komunala Metlika	Metlika	1.800 prebivalcev	Sistem se napaja iz zajetja pod Gorjanci. Voda je pred uporabo klorirana.
Gornji Suhor	Komunala Metlika	Metlika	300 prebivalcev	Voda je dobre kakovosti, potrebno je minimalno kloriranje.

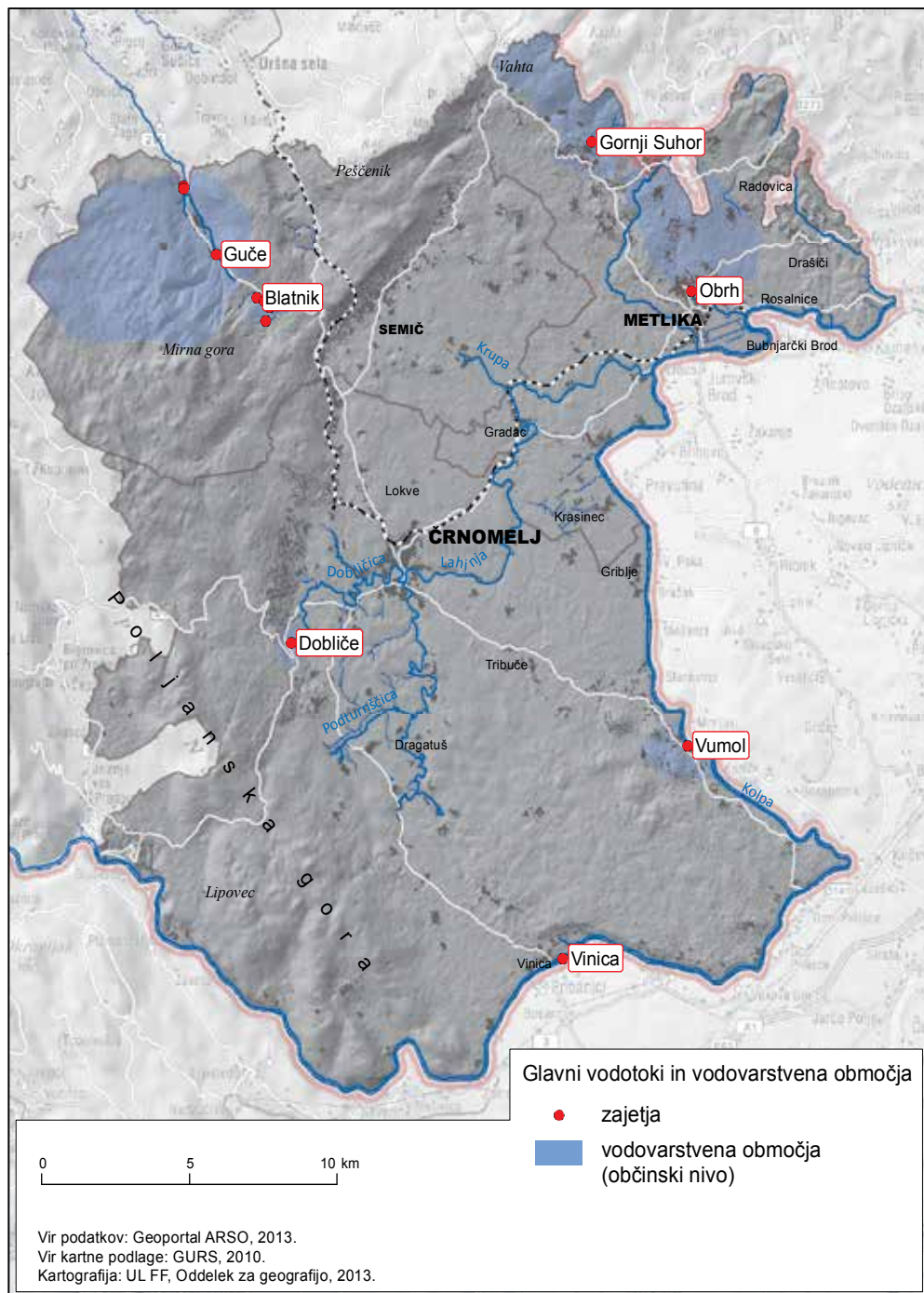
Vir: Komunala Črnomelj, 2013; Komunala Metlika, 2013

Seveda med viri za vodooskrbo prevladujejo kraški izviri, izjema je zlasti Blatnik (vrtine), kjer je vodonosnik dolomit. Vodni vir Vinica bo v letu 2013 verjetno dokončno opuščen, saj se prav na tem območju že vsa leta kažejo težave z vodooskrbo zaradi vonja in neustreznega okusa kolpske vode. Vodo morajo uporabniki prekuhavati, v poletnem času pa morajo pred distribucijo vode v vodovodno omrežje celo hladiti vodo, saj so zadnja leta temperature reke Kolpe izjemno visoke. Kljub predhodnemu hlajenju se večkrat zgodi, da voda na pipi dosega celo 20 °C in več (Komunala Črnomelj, 2013).

Izjemnega pomena je naprava za pripravo pitne vode na črpališču Dobliče (na izvirih Dobličice) z ustreznimi vodohranskimi kapacitetami, ki že od leta 2004 zagotavlja ustrezno kvaliteto pitne vode.

Pokritost oskrbe z javnim vodovodom v občinah je bila konec leta 2012 razmeroma dobra, med njimi pa je nekaj razlik. Tako je bil delež pokritosti prebivalstva z javnim vodovodom

Slika 13: Glavni vodotoki in vodovarstvena območja danes najpomembnejših vodnih zajetij Bele krajine.



v občini Metlika skoraj 97 %. Največja belokranjska občina Črnomelj ima zaradi sistema poselitve in obsežnega kraškega zaledja najmanjši delež vključenih prebivalcev in sicer okoli 92 %, po drugi strani pa je v občini Metlika v sistem javnega vodovoda vključeno skoraj celotno prebivalstvo (99 %).

Očitno je na območju vseh treh belokranjskih občin kljub številčnosti vodnih virov prisoten tako problem njihove izdatnosti kot tudi same kvalitete vode. Že obstoječe vzdrževanje vodooskrbe je zlasti zaradi razpršenega poselitvenega vzorca drago. Izgradnja magistralnega vodovoda še poteka, verjetno pa se ne bo v celoti rešila problematika kvalitetne oskrbe z vodo posameznih odročnih naselij in zaselkov. Zaradi vodnoekološko zelo občutljivega kraškega zaledja zacetij pa je vseskozi prisotna bojazen, da bo na glavnih vodnih virih prišlo do poslabšanja njihove kvalitete.

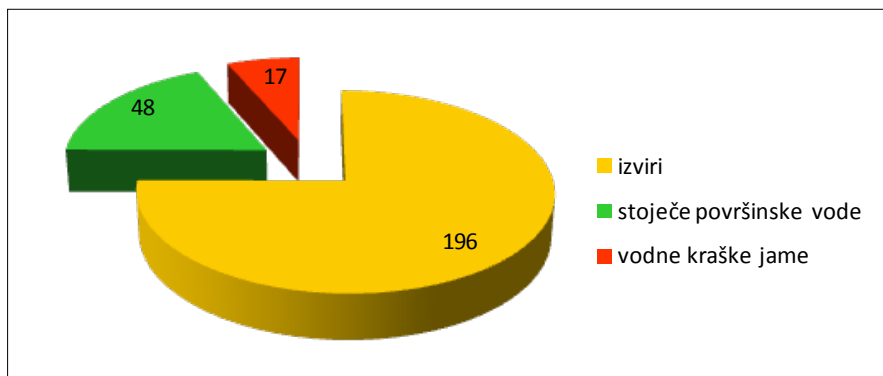
3 | Izbrane geografske značilnosti vodnih virov

Bela krajina je v marsičem precej specifična pokrajina, kar velja tudi za njene vodne vire. Že bežen pogled na karto razkrije redko in slabo razvejano rečno mrežo, ki je posledica prevladujočega kraškega površja in podzemnega pretakanja vode v dobršnem, zlasti višjem, goratem delu območja. Večina voda Bele krajine se bodisi neposredno bodisi preko Lahinje s pritoki odmaka v Kolpo. Le skrajni severni del med Kočevskim Rogom in Gorjanci, tudi zaradi podzemne bifurkacije, deloma pripada porečju sosednje Krke (Habič, Kogovšek, 1992). Vendar samo pogled na karto ne razkrije Bele krajine v vsej njeni hidrološki pestrosti. Slednja izstopi šele, ko jo preučujemo od blizu. Zrcali se v številnih, vedno bolj pozabljenih in zaraščenih izvirih, vodnih kraških jamah in v stoječih površinskih vodah. Med slednjimi prevladujejo vaški kali – nekdanji ponos številnih belokranjskih vasi. Pestrost pojavnih oblik vode ter prostorska razpršenost vodnih virov sta bila v preteklosti med pomembnejšimi dejavniki, ki so vplivali na poselitev in razvoj celotnega obravnavanega območja.

3.1 Sestava vodnih virov glede na pojavno obliko vode in njihova prostorska razporeditev

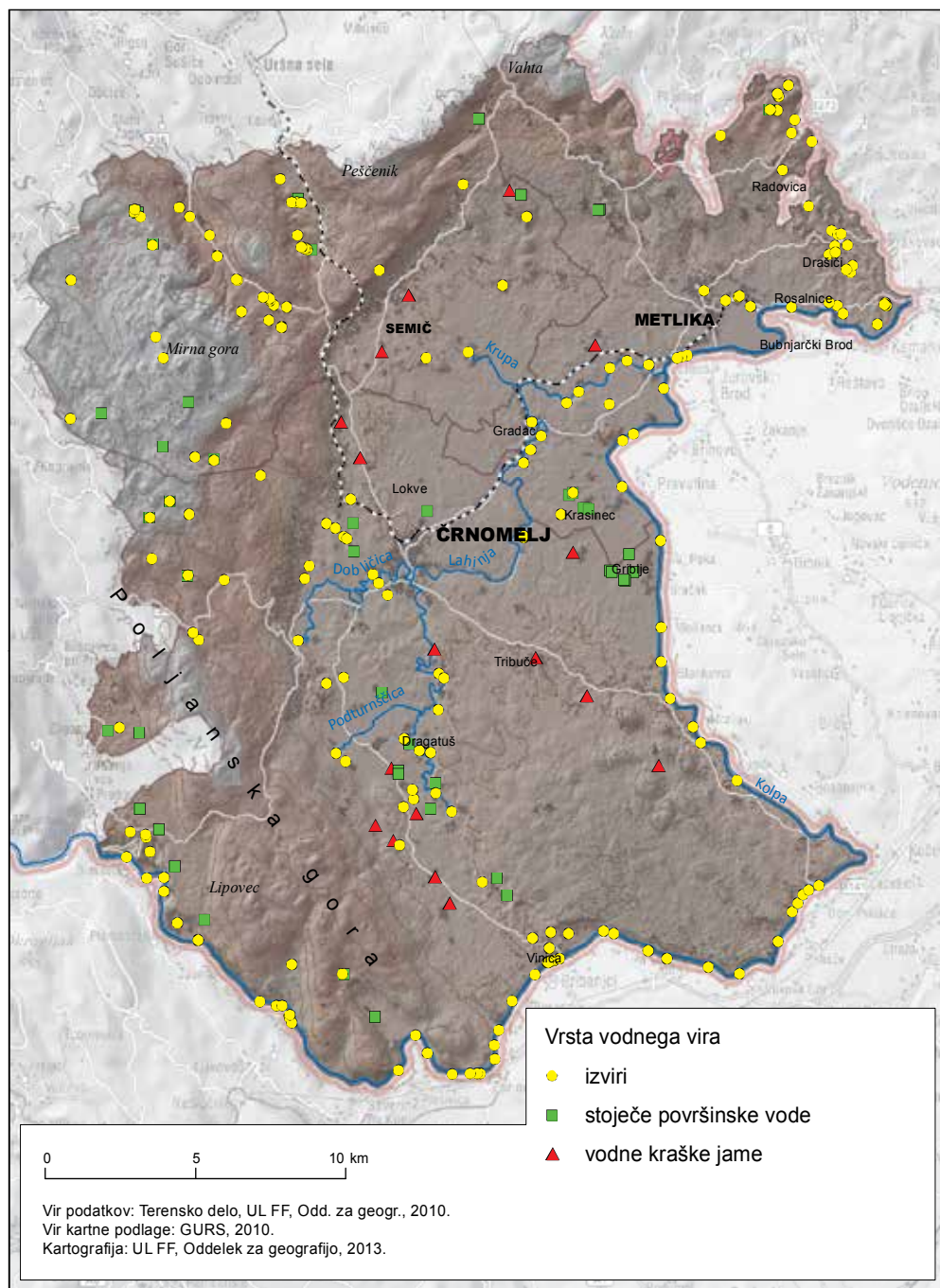
Bela krajina se s 1100 do 1600 mm padavin na letni ravni v slovenskem oziru uvršča med podpovprečno namočene pokrajine (Ogrin, 2008). Količina padavin je preko leta razporejena dokaj enakomerno. Še najmanj namočeni so zimski meseci. Število vodnih virov je kljub prevladujoči kraški pokrajini in skromni rečni mreži razmeroma veliko (Slika 14). V popis smo jih zajeli 261, od tega največ izvirov (196 oziroma 75 %). Izvirom po številu sledijo stoječe površinske vode (48 oziroma 18 %) ter vodne kraške jame (17 oziroma 7 %).

Slika 14: Struktura popisanih vodnih virov glede na tip vira.



Vir: Terensko delo, Oddelek za geografijo, FF UL, 2010

Slika 15: Prostorski prikaz popisanih vodnih virov glede na tip vira.



Površinskih vodotokov in podtalne vode aluvialnih vodonosnikov v popis nismo zajeli, zato na tem mestu tudi niso posebej predstavljeni. Sodeč po predhodnih raziskavah na obravnavanem območju (Gams, 1961; Študija vodopreskrbe ... 1969; Plut, 1984; Habič in sod., 1990; Janež, 1998; Prelesnik, 2007) smo popisali večino poznanih virov. S pomočjo lokalnega prebivalstva in s terenskimi preučitvami smo v popis zajeli tudi nekatere do sedaj še neevidentirane vire. Ocenjujemo, da smo tako vključili glavnilno pomembnejših vodnih virov. Npopisan je ostal le manjši del večinoma manj pomembnih virov, kamor se uvrščajo predvsem nestalni in manj vodnati izviri ter vodne kraške jame, kot tudi nekateri izginjajoči kali.

Vodni viri v Beli krajini so, predvsem na račun izvirov, najbolj zgoščeni v nižjem svetu belokranjskega ravnika (Slika 15). Ta se vleče v loku od Metlike prek Črnomlja in Dragatuša vse do Vinice in ga uvrščamo med nizki kras. Zaradi plitvega krasa, za katerega je značilno, da je piezometrični nivo tik pod površjem (Natek, Stepišnik, 2008), je z izviri še zlasti na gosto posejano povirje Lahinje, kjer se nahaja tudi Krajinski park Lahinja (Izvir Lahinje, Krnica, Stepanjec, Okno). Med Dragatušem in Črnomljem so se v geološki preteklosti v kanižariško tektonsko kadunjo odložile globoke, za vodo slabše prepustne pliocenske odkladnine, ki zajezujejo podzemne vode z obsežnega območja Kočevskega Roga in Poljanske gore (Gams, 1961). Na stiku različno prepustnih plasti se vode na površini pojavijo v obliki številnih izvirov (Habič in sod., 1990), ki napajajo leva pritoka Lahinje – Podturnščico in Dobličico (Izvir Dobličice, Jelševnik, Podturn, Izvir Obrščice). Zgoščeno se izviri pojavljajo tudi ob celotnem toku Kolpe. Nadpovprečna gostota izvirov je značilna še za skrajni severovzhodni del Bele krajine, tik ob meji s Hrvaško, med naseljema Krašnji vrh in Božakovo. Tam v matični podlagi nastopa kredni fliš, ki ga poleg apnenca gradita še za vodo slabše prepustna lapor in peščenjak. Posledično se je v tem delu ponekod razvil rečni relief drobnih ponikalnic, ki jih napajajo številni manjši izviri (Orehovec, Jurnji vrh, Drašiči). Več izvirov se pojavlja še vzdolž žužemberškega preloma, ki poteka po dolini Črmošnjičice (Izvir Črmošnjičice, Vrčice, Blatnik, Srednja vas, Divji potok), ter v okolici Rožnega Dola.

Najmanj izvirov je na višje ležečem območju Gorjancev, Kočevskega Roga in Poljanske gore, ki s severne in zahodne strani obdajajo belokranjski ravnik. Za ta območja je značilno kraško površje s prevladujočim vertikalnim odtokanjem in podzemnim pretakanjem padavinske vode, ki se na površju pojavi praviloma šele v nižje ležečih izviri. Zaradi višje nadmorske višine ta območja prejmejo znatno večjo količino padavin glede na preostalo Belo krajino in tako pomembno prispevajo k skupni vodnatosti pokrajine. Kljub majhnemu številu, njihovi skromni izdatnosti in nestalnosti, velja na tem mestu izpostaviti izvire v belokranjskem delu Kočevskega Roga. V sicer negostoljubni ter z vodnimi viri skopi kraški pokrajini so Kočevski Nemci, ki so nekdanje to območje poseljevali, večino obstoječih izvirov skrbno obzidali, jih vzdrževali, vodo pa s pridom uporabili za svoje potrebe (izviri pri Komarni vasi in Ponikvah, izviri Grčice, Ribnik, Sredgora, Golobinjek, Topličica, Slaba Gorica ...) (Prelesnik, 2007). Poleg Gorjancev, Kočevskega Roga in Poljanske gore je skoraj povsem brez vodnih virov še obsežno zakraselo območje Velikega Bukovja na jugovzhodu Bele krajine. Veliko Bukovje je le nekoliko dvignjeno nad belokranjski ravnik, zaradi česar je gladina podzemne vode globlje pod površ-

Slika 16: Vodna kraška jama Lebica v bližini Semiča.*Slika 17: Vodna kraška jama Gradnica pri Gornjem Suhorju pri Vinici.*

jem. Slednje se zrcali v izrazito manjši gostoti vodnih virov ter posledično tudi v skromni poseljenosti območja.

Drugo kategorijo po številčnosti vodnih virov predstavljajo stoječe površinske vode (48). Gre za umetne ali naravne, večje ali manjše kotanje, ki so zapolnjene z vodo. Med njimi prevladujejo vaški in hišni kali ter ribniki. Prvi kali so nastali v vrtačah, ki jih je zapolnjevala neprepustna kraška ilovica, kasneje pa so jih tudi betonirali (Plut, 1988). Relativno na gostoto stoječe vode posejane na slabo prepustnih sedimentih med naseljema Griblje in Boginja vas (Ribnik Prilozje, Ribnik Griblje). Najdemo jih tudi v povirnem delu Lahinje, na Dragatuškem podolju (Kal pri Goleku, Veliki Nerajec – peskokop, Mlaka, Krivača, Gornji kal v Hrastu pri Vinici), v pasu zahodno od Poljanske gore (Zagozdac kal, Kal Močile, Radenska luža) ter v Kočevskem Rogu (Kal in Mokrišče pri Komarni vasi, Mokrišče pri Grčicah, Kal Topličica). Še zlasti za kale je značilno, da so jih uredili v neposredni bližini vasi, vodo pa so uporabljali predvsem za napajanje živine.

Med popisanimi vodnimi viri je bilo najmanj vodnih kraških jam. Pri slednjih gre za manjše jame ali razpoke v kraškem površju, v katerih je stalno ali občasno prisotna podzemna voda. Najdemo jih na območjih, kjer se gladina podzemne vode povsem približa površju. V popis smo zajeli 17 pomembnejših vodnih kraških jam, sicer pa jih je v celotni Beli krajini prek 100 (Gams, 2003). Od tega je brez posebne opreme dostopnih najmanj

47 (Plut, 1988). Vodne jame se večinoma pojavljajo na obrobju belokranjskega ravnika, še zlasti na Dragatuškem podolju (Glušenska, Starolipski in Novolipski breg, Gradnica), v bližini Semiča (Lebica, Lipovec, Stegojnica) ter vzdolž severovzhodnega roba Velikega Bukovja (Vodenica, Curek, Rijan). Na Kočevskem Rogu, Poljanski gori ter Gorjancih vodnih jam nismo evidentirali.

Slika 18: Sinjevrški kal pri naselju Sinji Vrh.



Glede na specifične hidrogeografske razmere se razporeditev vodnih virov med posameznimi belokranjskimi občinami nekoliko razlikuje (Slika 20). V občini Črnomelj, ki je po površini največja, smo evidentirali tudi največ vodnih virov, med katerimi so tako kot v drugih dveh občinah prevladovali izviri. V občini Črnomelj smo tako absolutno kot relativno evidentirali največ vodnih kraških jam (zaradi njihove večje gostote v južnem delu belokranjskega ravnika), ostala zastopanost posameznih tipov vodnih virov pa se po občinah v grobem ujema. Občina Črnomelj je po gostoti vodnih virov približno v sorazmerju z gostoto virov za celotno Belo krajino. Največ virov je v najnižjih delih občine, in sicer na črnomaljskem ravniku z Dragatuškim podoljem ter ob Kolpi, kamor se stekajo podzemne vode Poljanske gore in Velikega Bukovja. Izrazito malo vodnih virov je na širšem območju Poljanske gore na zahodnem delu občine ter na območju Velikega Bukovja na vzhodu, kjer je v obeh primerih podtalna voda globlje pod površjem. Po gostoti vodnih virov je z 0,57 viri na km² površine najbogatejša občina Metlika, sledita občini Črnomelj z 0,42 in Semič z 0,38 viri na km² površine. Gostota vodnih virov za celotno Belo krajino znaša 0,44 virov na km².

Slika 19: Mokrišče pri Gričicah v bližini Komarne vasi, ki ga napaja izvir Gričice.



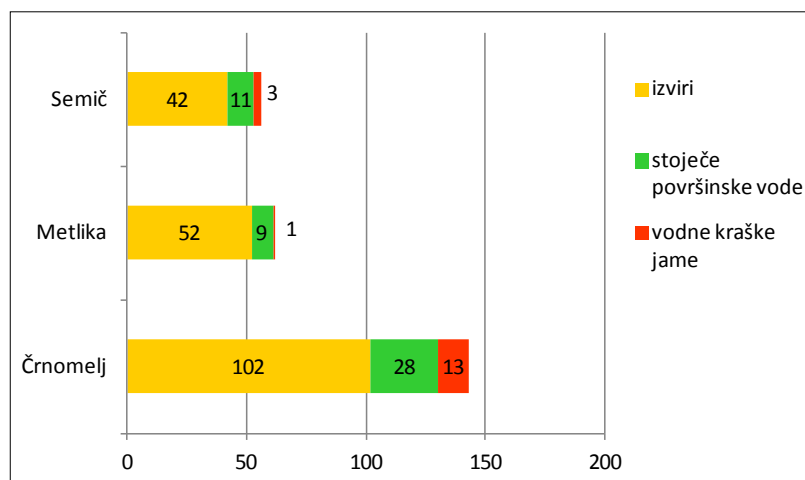
V občini Metlika je velika gostota manjših izvirov značilna zlasti za skrajni severovzhodni del občine med Krašnjim vrhom in naseljem Božakovo, kjer prevladujejo flišne odkladnine. Številni in tudi nekoliko bolj vodnati vodni izviri se v občini pojavljajo še vzdolž Lahinje in Kolpe, kjer se gladina podzemne vode najbolj približa površju. Najmanjša gostota virov je na apnenčastem severozahodnem delu občine med Vahto in Metliko, kjer se svet vzpenja proti visokemu krasu Gorjancev.

Občina Semič ima najmanjšo gostoto vodnih virov. Povprečna nadmorska višina občine je s 524 m najvišja med vsemi belokranjskimi občinami. Na večjem delu njenega ozemlja prevladuje visoki kras. Zelo majhna gostota vodnih virov je značilna za izrazito vodoprepustni apneniški del zaledja izvira Krupe na jugovzhodu občine. V zahodnem delu, kjer prevladujejo nekoliko bolj vododržni dolomiti, pa je gostota virov bistveno večja. Ti se še posebej zgostijo ob prelomnih conah v dolini Črmošnjice, na območju Rožnega Dola ter pri Vrčicah.

Vodne vire Bele krajine smo glede na nadmorsko višino razvrstili v pet višinskih razredov (Preglednica 7, Slika 21). V razred do 150 m višine se uvrščajo viri v najnižjem delu Bele krajine; ob Lahinji in ob Kolpi do Žuničev. V razred do 250 m višine se uvrščajo vsi preostali viri na črnomaljskem ravniku in Dragatuškem podolju ter viri v zgornji dolini Kolpe gorvodno od Žuničev. V obeh razredih skupaj je približno dve tretjini vseh evidentiranih virov (170), ki obenem vključujejo tudi veliko večino najbolj vodnatih izvirov. V pasu do 500 m se pojavljajo

vodni viri na vznožju Gorjancev, v dolini Črmošnjičice, v okolici Vrčic, Rožnega dola in Potokov ter v Poljanski dolini. Viri nad 500 m višine se pojavljajo večinoma, nad 750 m pa izključno, le še na Kočevskem Rogu. V zadnji dveh kategorijah gre predvsem za manjše kale in izvire (31), ki so jih uredili in uporabljali Kočevski Nemci. Najvišja evidentirana vodna kraška jama je s 320 m jama Boldinka v bližini naselja Gradnik. Najvišji in že skoraj povsem izsušen kal imenovan Lochpichl se nahaja celo 950 m visoko. V neposredni bližini je na 968 m višine tudi najvišji izvir imenovan Golobinjek. Oba najdemo v skrajnem zahodnem delu belokranjskega dela Kočevskega Roga.

Slika 20: Število vodnih virov po občinah Bele krajine.



Vir: Terensko delo, Oddelek za geografijo, FF UL, 2010.

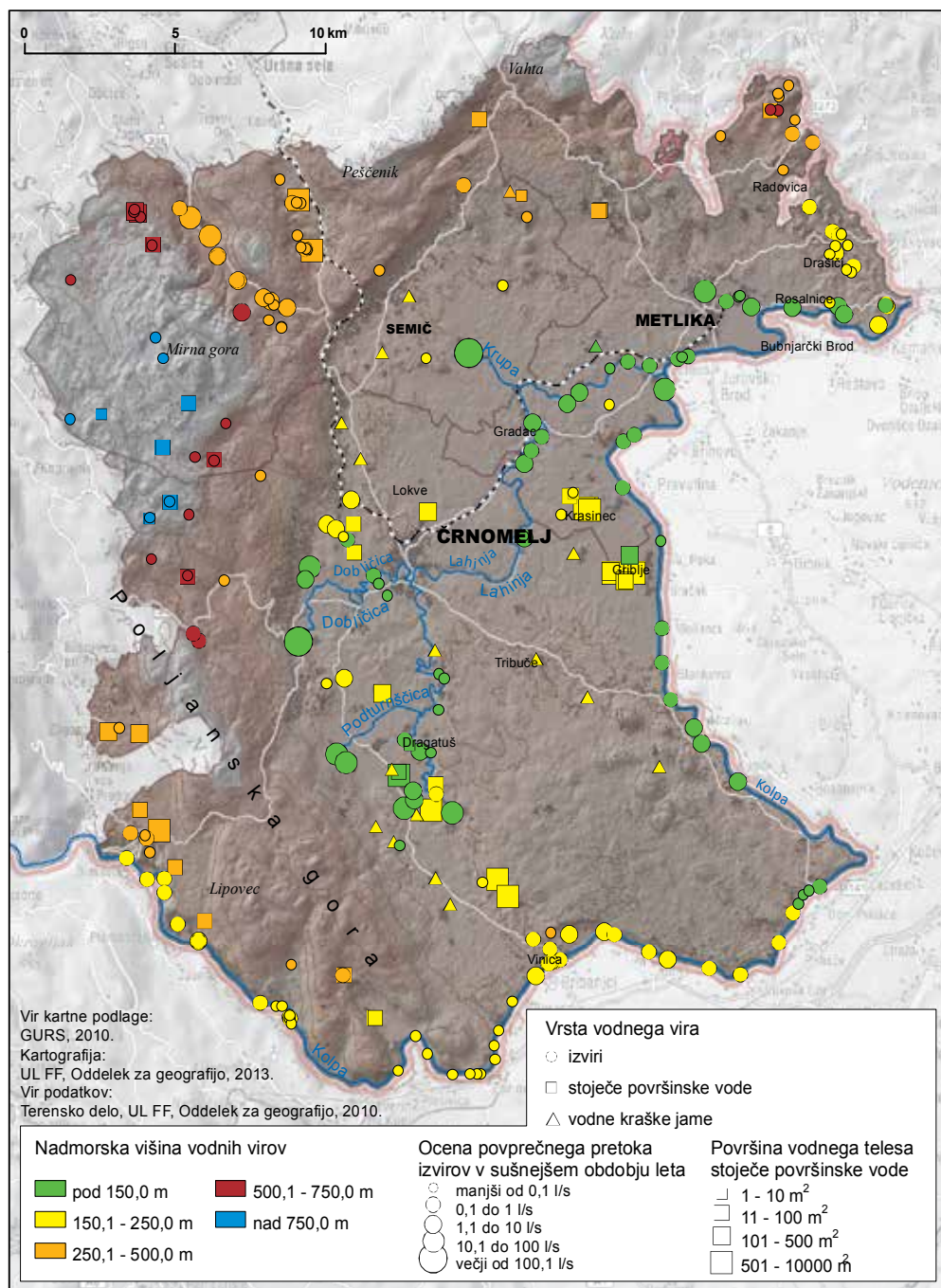
Preglednica 7: Zastopanost vodnih virov glede na nadmorsko višino.

nadmorska višina (m)	izviri	stoječe površinske vode	vodne kraške jame	skupaj	delež (%)
do vključno 150	59	3	1	63	24
150,1 do 250	71	21	15	107	41
250,1 do 500	45	14	1	60	23
500,1 do 750	16	5		21	8
nad 750	5	5		10	4
skupaj	196	48	17	261	100

Vir: Terensko delo, Oddelek za geografijo, FF UL, 2010

Z naraščanjem nadmorske višine so vodni viri Bele krajine vse manj na gosto posejani, kar še zlasti velja za izvire. Ti so v povprečju manj izdatni in bolj nestalni, ker imajo manjša vodozbirna zaledja in se obenem nahajajo na območju globokega krasa. Slednje je v preteklosti vplivalo na manjšo gotovost pri vodooskrbi, kar je vodilo v poudarjeno skrb za vodne vire. Zaradi tega so višje ležeči izvir tudi v večji meri obzidani. O tem zgovorno priča podatek, da je v Beli krajini obzidanih kar 80 % izvirov, ki ležijo višje od 500 m. Višji izviri so se v preteklosti

Slika 21: Razporeditev vodnih virov glede na nadmorsko višino.

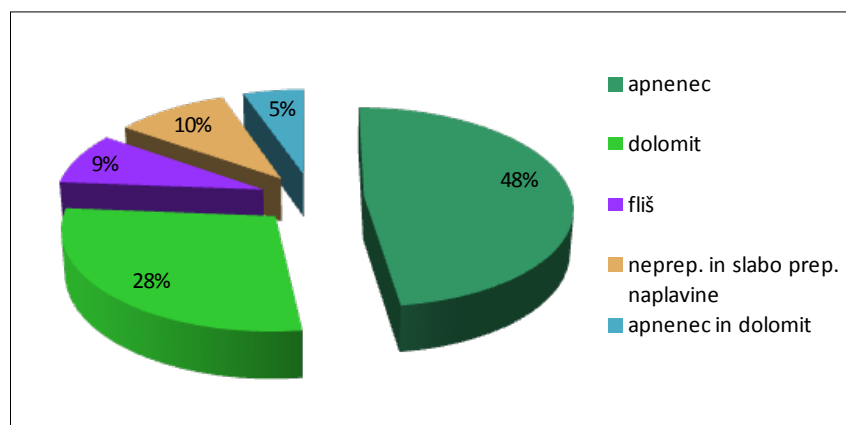


tudi bolj s pridom uporabljali od nižjih izvirov. Zaradi njihove skromne izdatnosti in nestalnosti so višje izvire uporabljali skoraj izključno za pitje in vodooskrbo. Pri nižjih izvirih je bila oskrba z vodo bolj raznovrstna. Poleg za pitje in vodooskrbo so jih v večji meri uporabljali še v druge namene, kot so napajanje živine, delo na polju, pranje perila, zalivanje, itd. Za nižje izvire marsikje niti ni več mogoče ugotoviti, če so jih v preteklosti sploh uporabljali, kar za višje izvire v večini primerov ne velja. S povečevanjem nadmorske višine se zmanjšuje tudi ogroženost vodnih virov, obenem pa se povečuje kakovost vode. Oboje gre pripisati redkejši poselitvi in manjšemu pritisku na vire.

3.2 Litološka sestava vodozbirnih zaledij vodnih virov

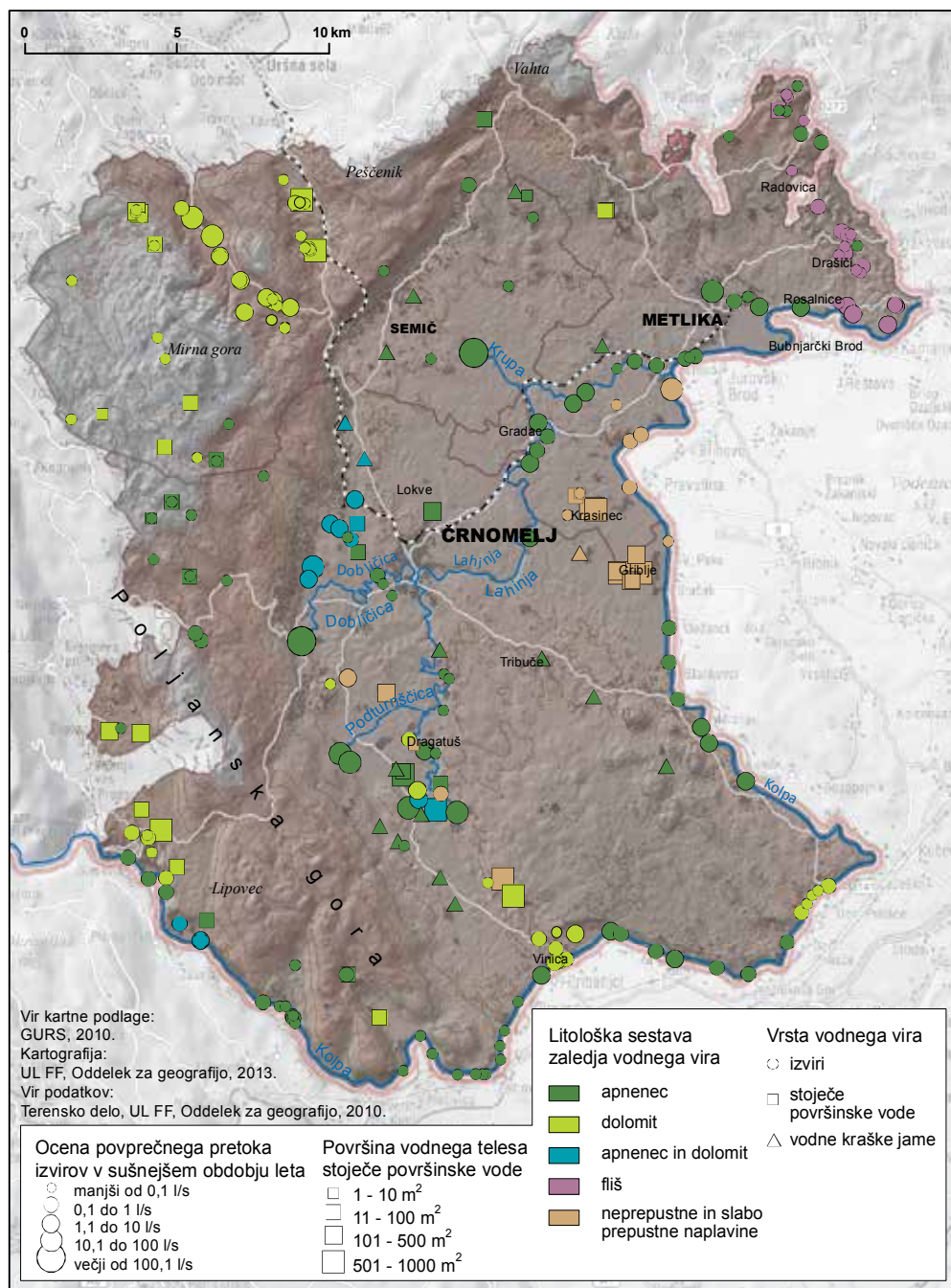
Bela krajina je pretežno kraška pokrajina. Na vplivnem območju večine vodnih virov prevladujejo vodoprepustne karbonatne kamnine (apnenec, dolomit ali zmes obojega). Slednje se pojavljajo v zaledju 82 % vodnih virov (Slika 22, Slika 23). Poleg apnencev in dolomitov se pojavljata še dva tipa litološke podlage. Prvi je za vodo slabo prepusten fliš kredne starosti, ki se nahaja v vodozbirnih zaledjih virov v severovzhodnem delu Bele krajine med Krašnjo vasjo in naseljem Božakovo. V drugi tip se uvrščajo različne slabše prepustne in neprepustne mlajše naplavine, ki se nahajajo v zaledju virov na širšem območju okoli Gribelj in naselja Krasinec ter v zaledju posameznih izvirov in kalov med Hrastom pri Vinici in Dobličami (Osnovna geološka ..., 1983; Bukovac in sod., 1984; Jaršek, Rožič, 2013). Litološka zgradba je ena izmed ključnih okoljskih sestavin, ki vplivajo na dovzetnost vodnih virov za raznovrstno onesnaževanje na njihovem vplivnem območju (Špes in sod., 2002). Prevlada vodoprepustnih apnencev in dolomitov v zaledju večine belokranjskih izvirov v prvi vrsti povečuje njihovo dovzetnost za onesnaženje, poleg tega pa tudi otežuje natančno določanje njihovih vplivnih območij. Varstvo belokranjskih vodnih virov pred onesnaženjem je zato še toliko bolj zahtevna naloga.

Slika 22: Struktura vodnih virov glede na litološko sestavo vplivnega območja.



Vir: Terensko delo, Oddelek za geografijo, FF UL, 2010

Slika 23: Vodni viri glede na litološko sestavo vplivnega območja.



Slika 24: Izvirna kraška jama Vidovec v bližini naselja Božakovo.



Slika 25: Izvirna kraška jama Pečina v Krajinskem parku Lahinja.



Po načinu pojavljanja vode sta v Beli krajini zastopani dve večji skupini izvirov: kraški in nekraški oziroma normalni (Plut, 1988). Na podlagi ugotovitev o litološki zgradbi zaledij je razvidno, da ima velika večina belokranjskih izvirov kraški značaj (85 %) (Preglednica 8, Slika 27). Če k njim prištejemo še t.i. izvirne kraške jame (ki so v geomorfološkem smislu sicer kraške jame, v hidrološkem pa še vedno izviri), delež kraških izvirov preseže 90 %. Med tipičnimi kraškimi izviri prevladujejo razpoklinski, ki se pojavljajo v vseh pokrajinskih enotah, največ pa jih je ob Kolpi. Kontaktni izviri se pojavljajo ob stiku kraškega in nekraškega sveta, na primer ob robu nekoliko širših akumulacijskih ravnin ob Kolpi, kjer voda po navadi izvira kar iz razpok. Ločevanje med obema tipoma je dostikrat težavno (Plut, 1988). Najmanjši je delež jamskih izvirov, ki se pojavljajo ob izrazitem stiku visokega in nizkega krasa na zahodnem robu belokranjskega ravnika pod Kočevskim Rogom in Poljansko goro. Med njimi so najbolj vodnati sifonski oziroma vokliški izviri, za katere je značilna stalnost in relativno majhno kolebanje pretoka (izviri Krupe, Dobličice, Lahinje, Nerajčice, Podturnščice, ...) (Plut, 1988). Med kraške izvire se uvrščajo domala vsi izdatni in srednje izdatni izviri v Beli krajini.

Preglednica 8: Število izvirov glede na kraški značaj.

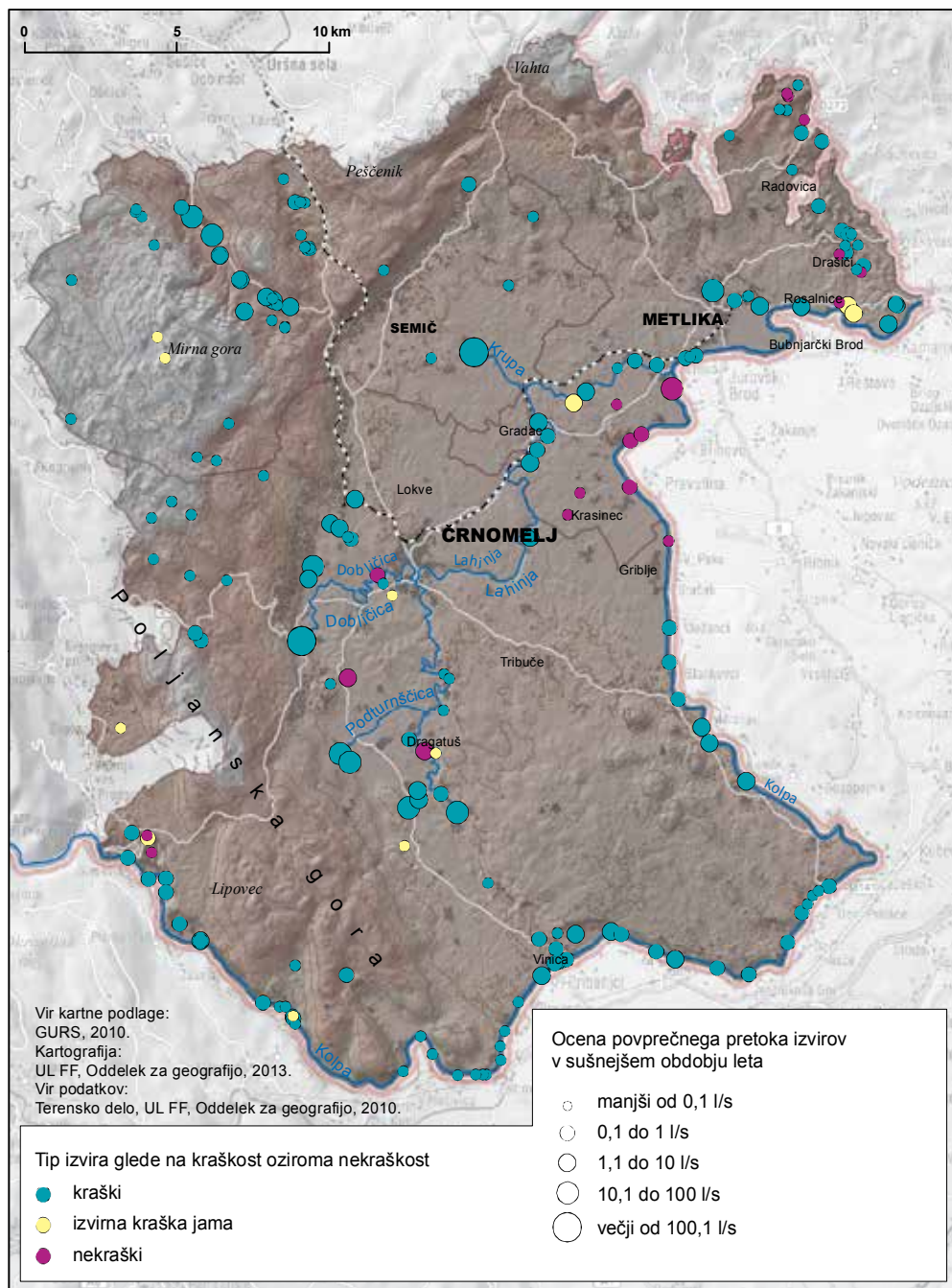
tip izvira	število	delež (%)
kraški	166	85
izvirna kraška jama	11	5
nekraški	19	10
skupaj	196	100

Vir: Terensko delo, Oddelek za geografijo, FF UL, 2010

Slika 26: Izvir hipotermalne vode Topličica v bližini naselja Šipek v občini Črnomelj.



Slika 27: Prostorski prikaz izvirov glede na kraški značaj.



Nekraški izviri so gravitacijskega tipa in bistveno manj vodnati od kraških izvirov. Edini nekraški izvir, ki ga lahko uvrstimo med izdatnejše izvire, je izvir Poganec pri Primostku. Med nekraške izvire pa se uvršča še en svojevrsten izvir imenovan Topličica. Nahaja se pod naseljem Šipek v Krajinskem parku Lahinja. Že iz imena je razvidno, da se izvir napaja s toplo vodo, ki ima 18–19 °C. Slednja se ob tektonsko pretrti coni dviguje iz globin, pot na plano pa si utira skozi plasti rečnih naplavin, kjer se v površinskih plasteh meša s hladnejšo vodo Lahinje. Nekaj podobnih, a manjših izvirov je tudi višje ob toku Lahinje ter ob Nerajčici – levem pritoku Lahinje. Analize hipotermalne vode na tem območju so pokazale, da ima ta višjo trdoto v primerjavi z Lahinjo in ostalimi kraškimi izviri ožjega območja ter da vsebuje manj raztopljenega kisika, kar je posledica višje temperature vode. Izvir so v preteklosti zaradi tople vode s pridom uporabljali (Ivanovič, 2008; Plut, Brečko Grubar, 2008).

4 ■ Vloga vodnih virov skozi čas

Vodni viri so bili v preteklosti eden izmed ključnih poselitvenih dejavnikov na zakraselem območju Bele krajine. Za pitje in vodooskrbo lokalnega prebivalstva so bili še zlasti pomembni dovolj izdatni in stalni izviri ter vodne kraške jame, kali pa so bili v prvi vrsti namenjeni predvsem napajanju živine. Številne vodne vire so v preteklosti obzidali in uredili dostop do njih, s čimer so ti postali pomemben del kulturne pokrajine. Vloga vodnih virov se je ob pojavu modernejših oblik vodooskrbe (kapnice, vodnjaki, vodovod) bistveno spremenila, saj prebivalci niso bili več življenjsko odvisni od njih. Slednje dejstvo se je odražalo v opuščanju in zaraščanju vodnih virov do te mere, da so nekateri izmed njih povsem utonili v pozabo. V zadnjem času pa ljudje v lokalnih vodnih virih ponovno prepoznajo njihovo naravno in kulturno vrednost, kar se zrcali v vse bolj številnih pobudah po njihovi zaščiti, ohranjanju in obnovi.

4.1 Hidrološke značilnosti vodnih virov

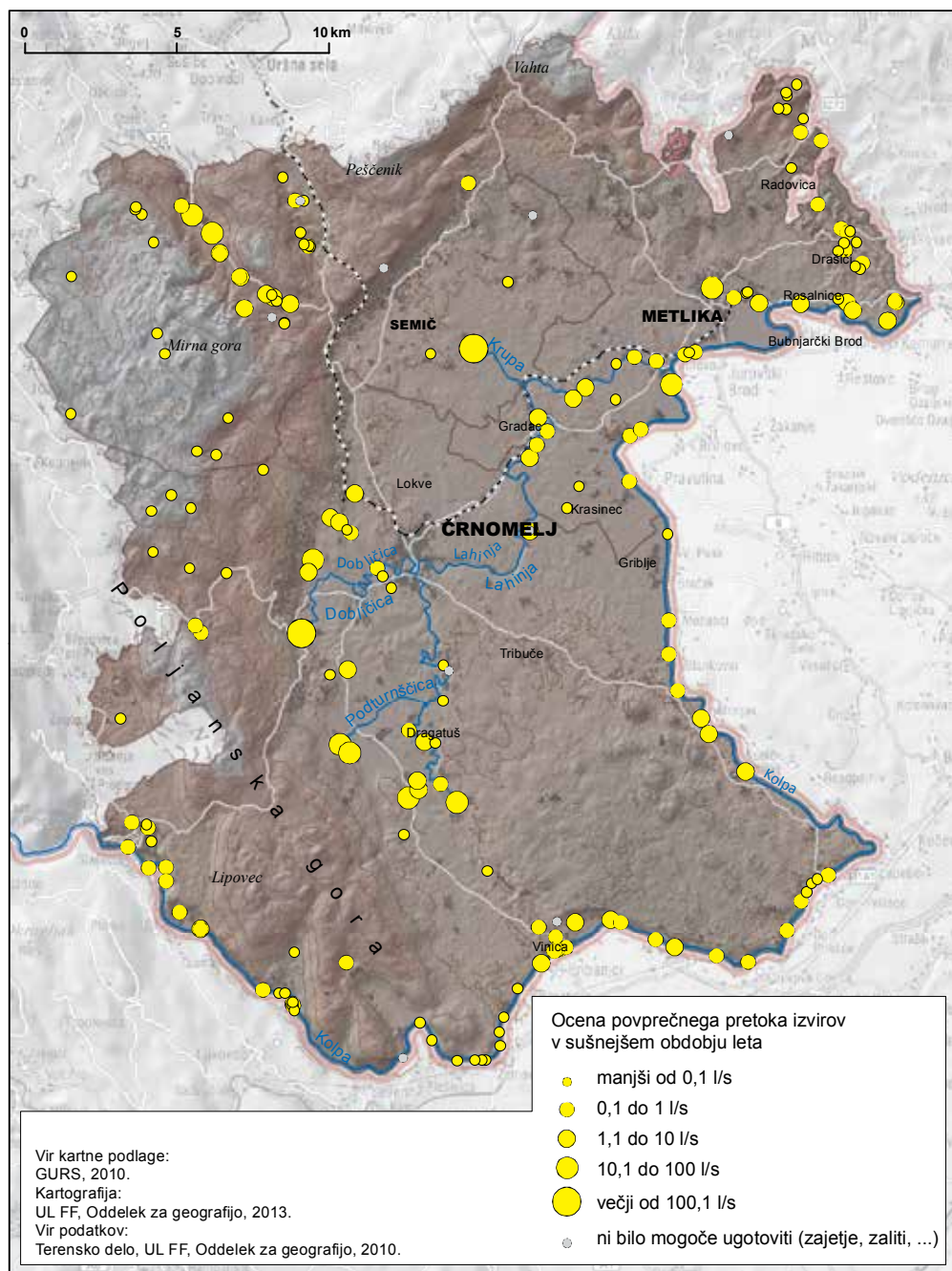
V Beli krajini med vodnimi viri po zastopanosti prevladujejo izviri. Izvirna voda je bila v preteklosti poleg nekaterih vodotokov in vodnih kraških jam bistvena za oskrbo ljudi s pitno vodo. Za vodooskrbo je bila še zlasti pomembna razpoložljivost vode, ki je odvisna od izdatnosti in stalnosti izvirov. Pri ugotavljanju izdatnosti izvirov smo izhajali iz povprečnih pretokov ob nizkem vodnem stanju v sušnem obdobju leta, izraženih v l/s. Na podlagi terenske ocene ter s pomočjo dognanj predhodnih raziskav (Plut, 1984, Habič in sod., 1990) smo izvire uvrstili v pet velikostnih razredov po logaritemskem načelu, kjer najmanjši razred zavzema vrednosti do 0,1 l/s, največji pa vrednosti nad 100 l/s. Devetim izvirov (5 %) pretoka nismo določili, ker so ti bodisi zajeti bodisi drugače nedostopni, ali pa so bili v času popisa prelitni oziroma v nivoju struge vodotoka višjega reda.

Preglednica 9: Ocena povprečnega pretoka izvirov v sušnem obdobju leta.

ocena povprečnega pretoka (l/s)	število	delež (%)
ni bilo mogoče ugotoviti	9	5
manjši od 0,1	83	42
0,1 do 1	61	31
1,1 do 10	32	16
10,1 do 100	9	5
več kot 100	2	1
skupaj	196	100

Vir: Terensko delo, Oddelek za geografijo, FF UL, 2010

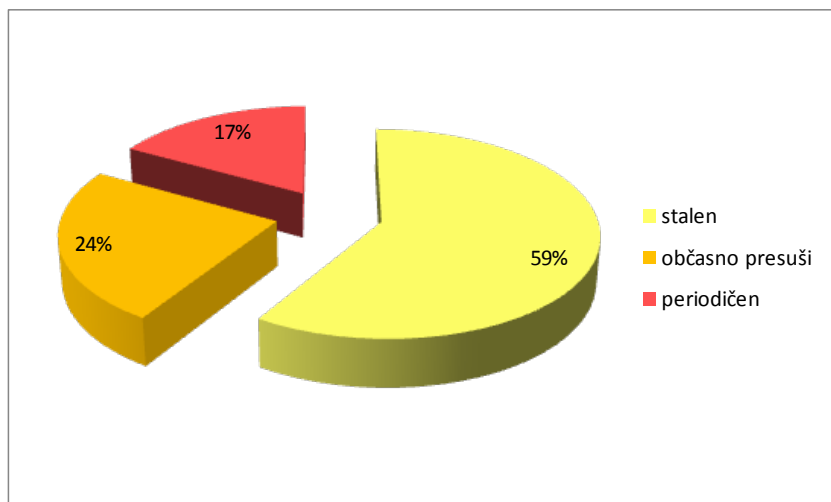
Slika 28: Ocena povprečnega pretoka izvirov v sušnem obdobju leta.



V Beli krajini prevladujejo šibki izviri (Preglednica 9). Skoraj tri četrtine izvirov ima pretoke v sušnem obdobju leta manjše od 1 l/s. Od tega jih ima 83 (42 % vseh izvirov) pretoke manjše od 0,1 l/s. Le 11 izvirov ima pretoke večje od 10 l/s, med katerimi 100 l/s presegata izključno izvira Krupe in Dobličice. Skupne zaloge belokranjskih izvirov ob nizkem vodnem stanju so ocenjene na 800 l/s. Od tega približno polovica vode odpade na daleč najbolj vodnat izvir – Krupo, 150 l/s pa na Dobličico (Plut, 1988). Omenjena izvira predstavljata približno 70 % vse belokranjske izvirne vode ob nizkem vodnem stanju, medtem ko so ostali izviri bistveno manj vodnati. Med izdatnejšimi izviri, katerih pretoki se ob nizkem vodnem stanju praviloma ne spustijo pod 10 l/s, so še izviri ob vzhodnem robu Poljanske gore v povirju Lahinje s pritoki (Izvir Lahinje, Okno, Podturn, Izvir Obrščice ter Jelševnik), izvir Obrh pri Metliki, izvira Črmošnjičice in Mašelj, ki pripadata porečju Krke, ter edini nekraški med izdatnejšimi izviri – Poganeč pri Primostku ob Kolpi. Izviri, ki imajo v sušnem obdobju leta pretoke manjše od 0,1 l/s, so razpršeni po celotnem območju Bele krajine. Zgoščeno se pojavljajo na območjih, kjer so njihove prispevne površine majhne, na primer v dolini Kolpe gorvodno od Vinice, na flišnem svetu v okolici Drašičev, v Kočevskem Rogu itd (Slika 28).

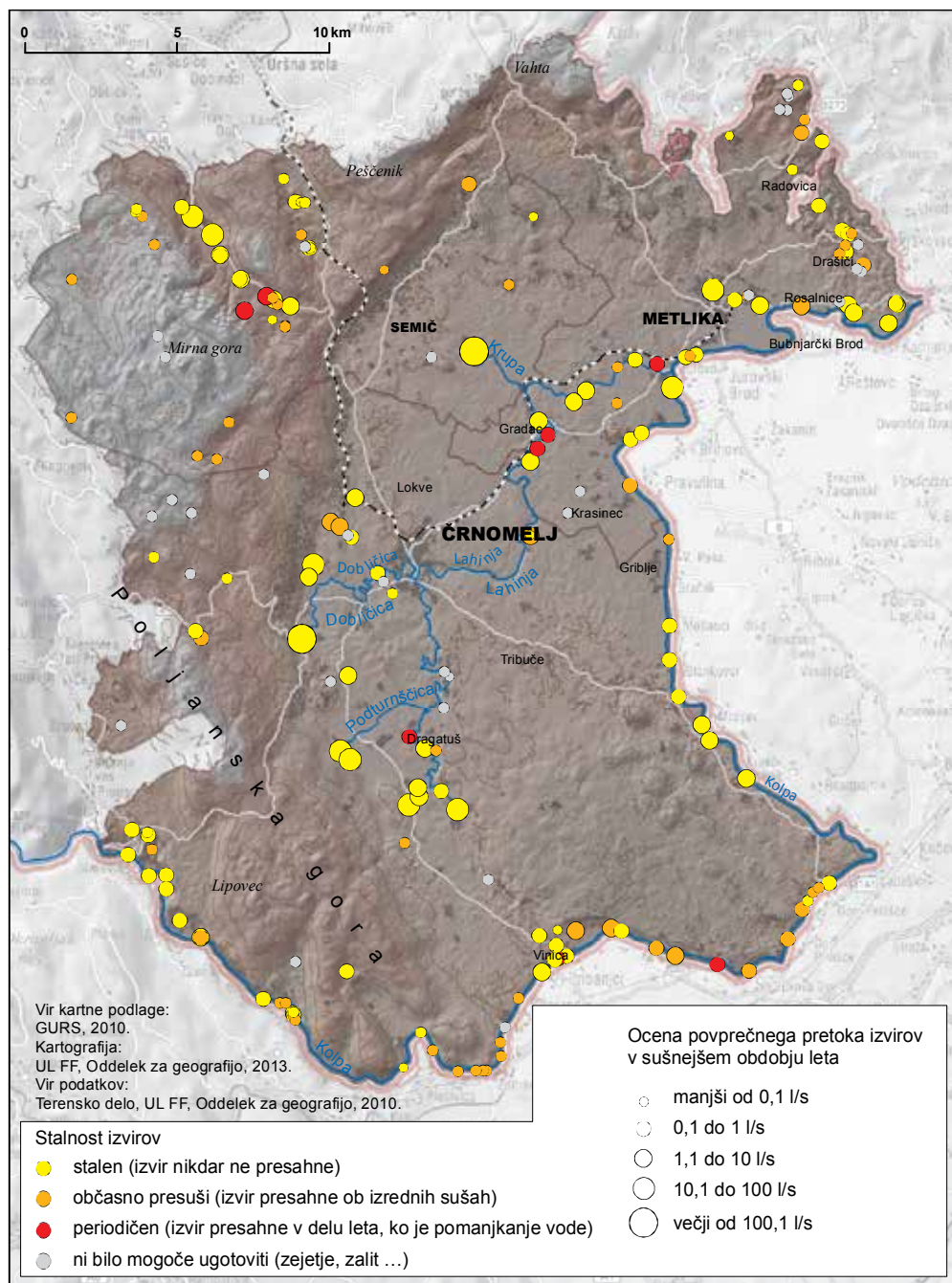
Pri preučevanju stalnosti smo se deloma oprli na izsledke dosedanjih raziskav (Plut, 1984), v pomoč pa so nam bile tudi informacije, ki smo jih na terenu pridobili s strani lokalnega prebivalstva. Skoraj 60 % (115) belokranjskih izvirov je stalnih, preostali izviri pa bolj ali manj pogosto presušijo (Slika 29). Velik delež stalnih izvirov gre verjetno pripisati dejstvu, da imajo večinoma kraški značaj. Pri slabi četrtini izvirov (47) voda presahne le ob izrednih sušah, preostalih 33 izvirov pa je nagnjenih k rednemu, vsakoletnemu presihanju v sušnem obdobju leta.

Slika 29: Struktura izvirov glede na stalnost.

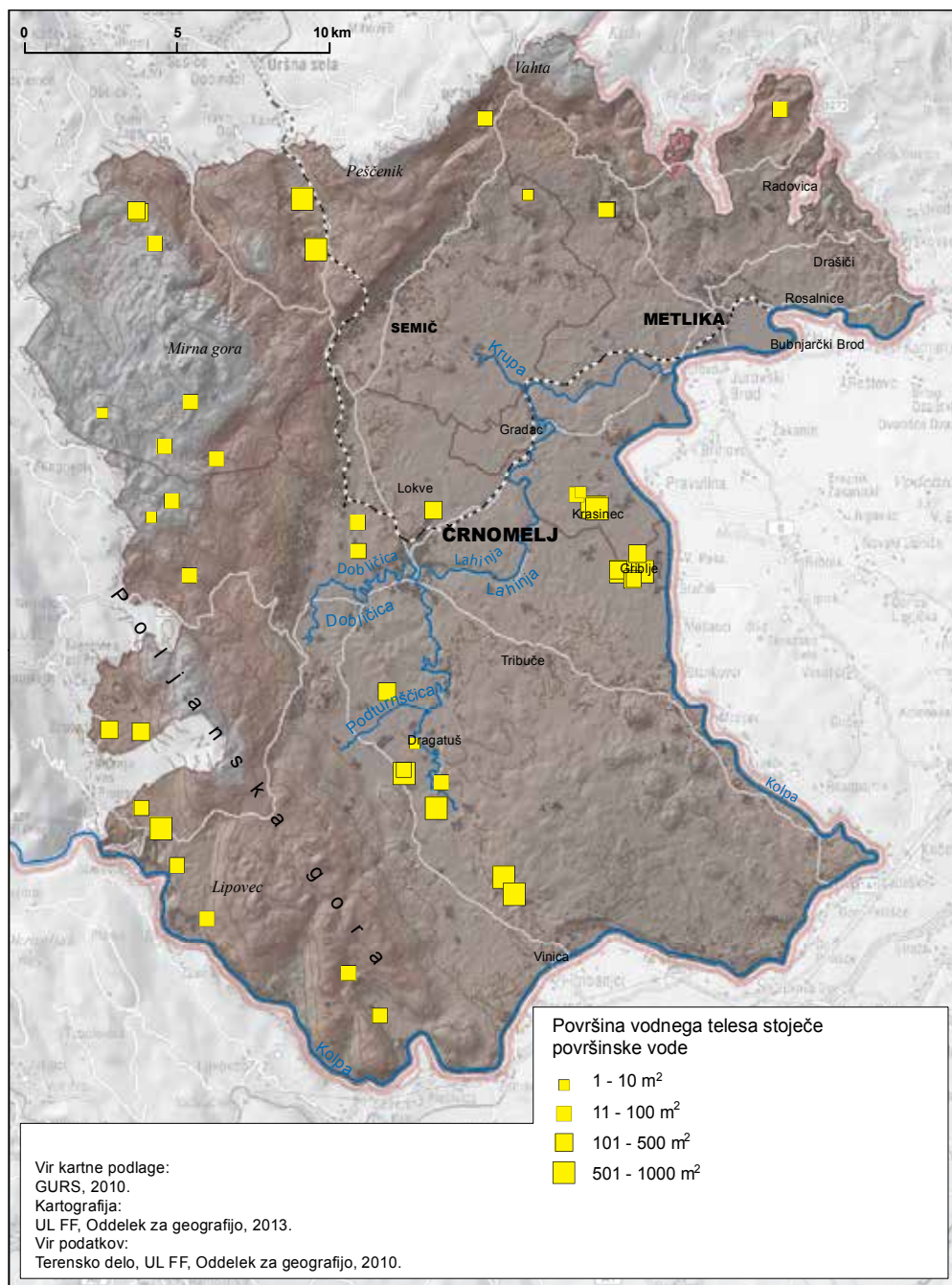


Vir: Terensko delo, Oddelek za geografijo, FF UL, 2010

Slika 30: Izviri glede na stalnost.



Slika 31: Ocena površine evidentiranih stojećih površinskih voda.



Nestalni izviri so v povprečju znatno manj vodnati od stalnih. Med njimi je tako le peščica (9) takih, ki imajo pretok ob nizkem vodnem stanju večji od 1 l/s, pri ostalih nestalnih izvirih (71) pa je ta manjši. Medtem ko je v najnižjem razredu vodnatosti (do 0,1 l/s) večina izvirov (65 %) nestalnih, v ostalih razredih močno prevladujejo stalni izviri. Izviri s pretokom nad 10 l/s v sušnem obdobju praviloma nikdar ne presahnejo. Največ nestalnih izvirov je ob Kolpi med Damljem in Marindolom (Slika 30). Ti izviri imajo očitno manjša zaledja v primerjavi z izviri ob Lahinji (Plut, 1988). Razlog gre verjetno iskati tako v izraziti gostoti samih obkolpskih izvirov, kot tudi v prevladi odtekanja podzemne kraške vode v smeri proti nižje ležeči Lahinji. Preostali nestalni izviri so razpršeni po celotnem območju Bele krajine, njihove zgostitve pa v dobršni meri sovpadajo z omenjenimi območji zgostitev manj vodnatih izvirov.

V Beli krajini je med 48 evidentiranimi stoječimi vodami največ kalov in ribnikov. Njihovo število je bilo v preteklosti še bistveno večje, saj je imela domala vsaka vas svoj kal (nekatero celo več), ki pa so danes marsikje zapuščeni in prepuščeni zaraščanju.

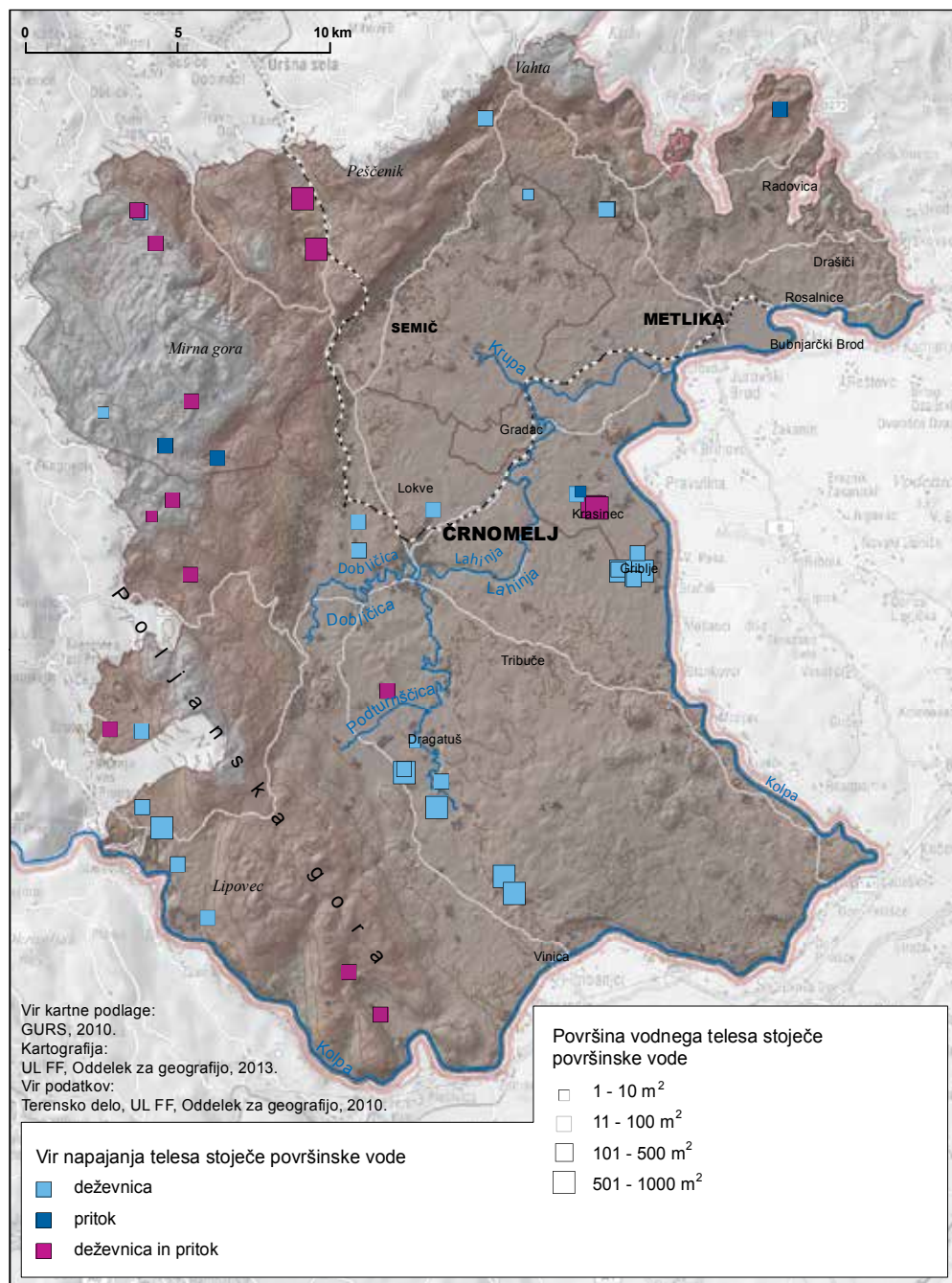
Preglednica 10: Ocena površine evidentiranih stojećih površinskih voda.

površina stojećih površinskih voda (m ²)	število	delež (%)
10 in manj	5	10
10,1 do 100	22	46
100,1 do 1000	13	27
nad 1000	8	17
skupaj	48	100

Vir: Terensko delo, Oddelek za geografijo, FF UL, 2010.

Stoječe vode v Beli krajini so po površini majhne. Le 7 (17 %) jih je večjih od 1000 m² (Preglednica 10, Slika 31). Mednje se uvrščajo: Veliki Nerajec – peskokop, Gornji kal pri Hrastu pri Vinici, Mlaka v osrčju Krajinskega parka Lahinja, Bajer v bližini naselja Potoki, Kal Močile pri Starem trgu ob Kolpi ter spodnje ter ribnik in mokrišči Prilozje v bližini naselja Krasinec. Večina stojećih voda (27 oziroma 56 %) je po površini manjših od 100 m², od tega 5 (10 % vseh) celo manjših od 10 m². Stojee vode so plitve in po količini vode skromne, saj večinoma niso globlje od 1 m, njihove zaloge vode pa le v redkih primerih presegajo 100 m³. Večina stojećih voda (29 oziroma 60 %) se napaja izključno z deževnico (Slika 32). Takih, kjer je glavni vir napajanja pritok iz zaledja, je zelo malo (8 %), s kombinacijo deževnice in pritoka pa se napaja slaba tretjina stojećih voda. Manjše količine vode pomenijo tudi manjše samočistilne sposobnosti in s tem večjo občutljivost stojećih voda za onesnaževanje. Nekoliko manj občutljive so zaradi pogostejšega menjavanja vode le stojee vode, ki se vsaj deloma napajajo s pritokom – seveda le v primeru, ko ta ni onesnažen.

Slika 32: Različni viri napajanja stojećih površinskih voda.



4.2 Tradicionalna raba vodnih virov

Vodni viri kraške Bele krajine so imeli nekdanj izjemen pomen za prebivalce tega območja. Večino virov (163 oziroma 62 %) so v preteklosti uporabljali v različne namene (vodooskrba, pitje, napajanje živine, pranje perila, delo na polju, zalivanje ...) (Preglednica 11, Slika 34, Slika 35). Za približno četrtnino virov (66) nam niti ob pomoči lokalnega prebivalstva ni uspelo ugotoviti ali so se v preteklosti uporabljali in v kakšen namen. Izkazalo se je namreč, da še ne tako zelo oddaljena nekdanja močna navezanost lokalnega prebivalstva na vodne vire in vedenje o njih iz generacije v generacijo vse bolj tone v pozabo. Preostalih 12 % vodnih virov (32) v preteklosti niso uporabljali, ker so bili preveč oddaljeni, premalo vodnati ali pa so pogosto presahnili.

Slika 33: Vitel, ki je služila za zajemanje vode iz izvira Suhorski breg v naselju Gornji Suhor pri Vinici.



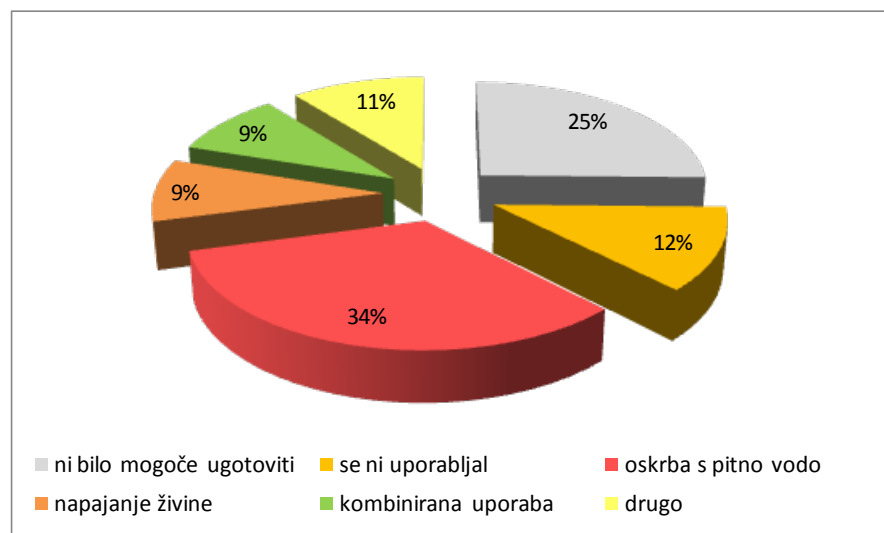
Ugotovitve v pričujočem odstavku se nanašajo zgolj na vodne vire, za katere je bilo mogoče ugotoviti njihovo preteklo rabo; torej za 144 od 196 izvirov, 36 od 48 stoječih voda ter 15 od 17 vodnih kraških jam. Le slabe petine izvirov s poznano rabo vode (27) v preteklosti niso uporabljali. Več kot polovico (76) so jih uporabljali izključno za vodooskrbo in pitje, ob kombinaciji z drugimi vrstami rabe pa so nekdanj za vodooskrbo in pitje uporabljali kar 91 (63 %) izvirov. Za napajanje živine so ob kombinaciji z drugimi vrstami rabe nekdanj uporabljali 22 (15 %) izvirov. Izviri so se poleg za vodooskrbo, pitje in napajanje živine rabili še za zalivanje, pranje perila in ostalo »mešano« rabo. Podobno pomembne z vidika pitja in vodooskrbe so bile tudi vodne kraške jame. V ta namen so uporabljali skoraj tri četrtnine (11)

popisanih jam. Podobno razmerje navaja tudi Plut (1988), ki ugotavlja, da so jih od 47 lažje dostopnih vodnih kraških jam za zajemanje vode uredili okoli 30. Stoječe vode, med katerimi prevladujejo kali in ribniki, so večinoma antropogenega izvora. Nekoliko več kot polovico (19) so jih v preteklosti uporabljali za napajanje živine, preostale stoječe vode pa so se uporabljale za druge vrste rabe (ribnik, bajer, mokrišče ...).

Preglednica 11: Nekdanja raba vodnih virov.

uporaba vodnih virov	število	delež (%)
ni bilo mogoče ugotoviti	66	25
se ni uporabljal	32	12
oskrba s pitno vodo	87	34
napajanje živine	24	9
kombinirana uporaba	24	9
drugo	28	11
skupaj	261	100

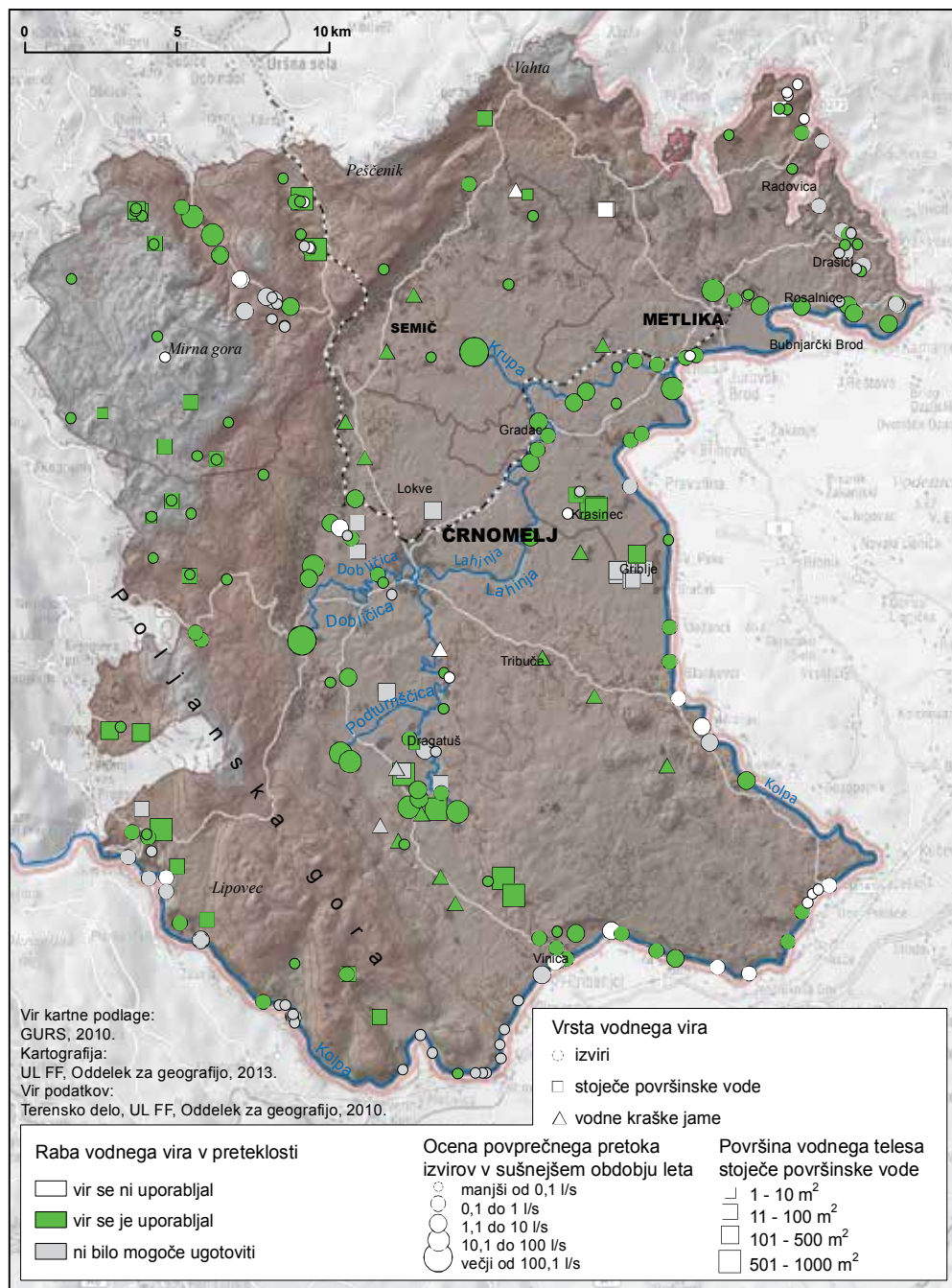
Vir: Terensko delo, Oddelek za geografijo, FF UL, 2010.

Slika 34: Struktura vodnih virov glede na njihovo nekdanjo rabo.

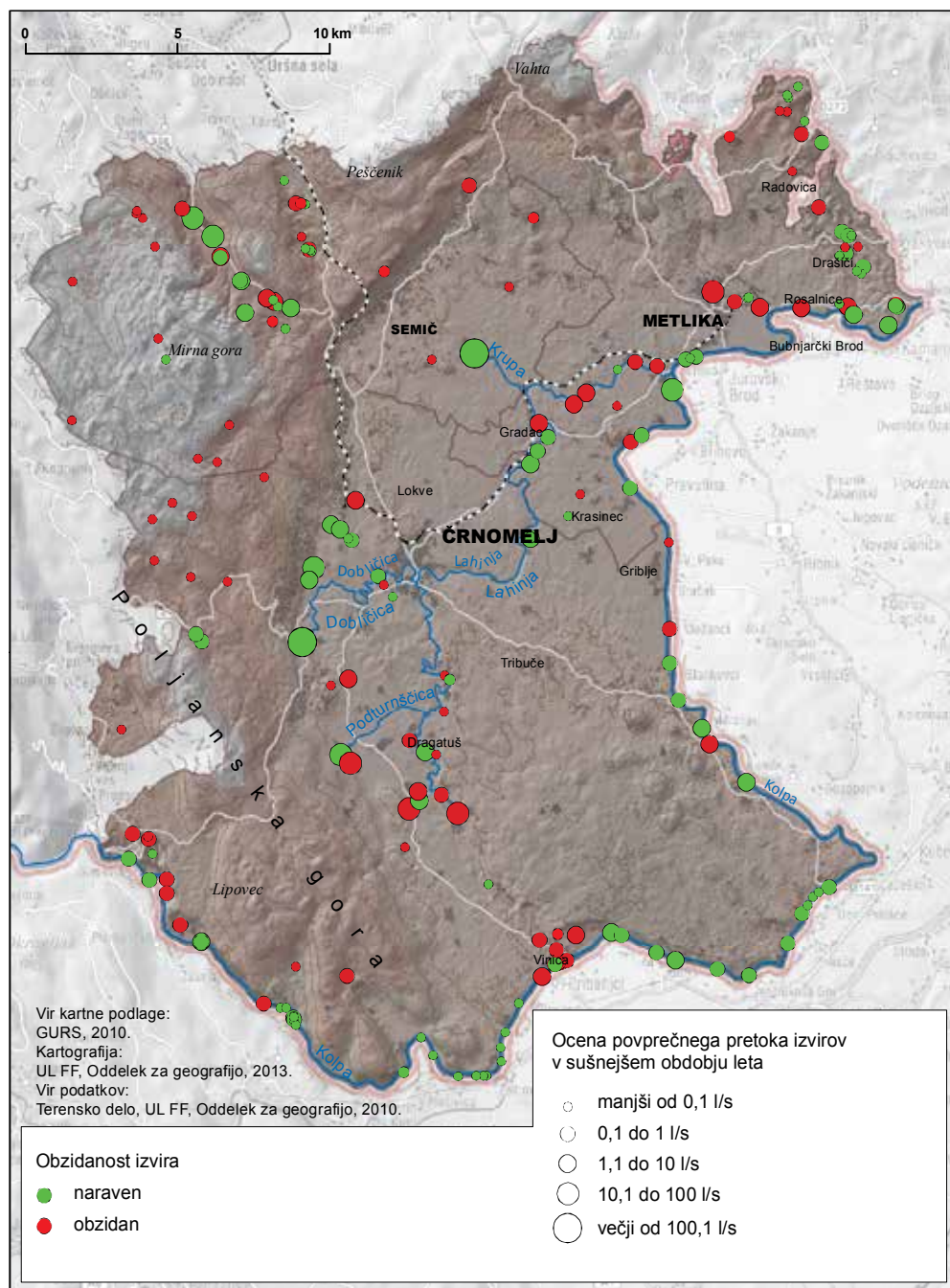
Vir: Terensko delo, Oddelek za geografijo, FF UL, 2010.

Izvire, ki so imeli večji pomen pri vodooskrbi, so v preteklosti pogosto obzidali in uredili dostop do njih, da so si olajšali zajemanje vode. Z njihovim poglobljanjem in obzidavanjem so, še posebej pri manj izdatnih in nestalnih izviri, pripomogli k večjemu izkoristku pri rabi izvirske vode, ki je bila v teh krajih zelo dragocena dobrina. Izvire so obzidali z naravnimi materiali kot sta les in kamen, kasneje pa tudi s pomočjo betona. Ponekod so zgradili korita za pranje in napajanje živine, na primer ob izviri Kržunc, Orehovec idr. Do nekaterih izvirov vodijo urejene in utrjene poti, marsikje tudi kamnite ali zidane stopnice. Ob posamičnih izviri so postavili kipec lurške Marije, ki naj bi bdela nad izvirom, da ta ne bi presahnil, na primer ob izviru Nerajčice (Okno), izviru v Srednji vasi, izviru Podgrič pri Krašnjem Vrhju itd. Tako ali drugače obzidanih je skoraj polovica izvirov (89), kar le še dodatno priča o tem, kako pomembni so bili izviri v preteklosti za življenje Belokranjcev (Slika 36). Največ neobzidanih izvirov je ob Kolpi gorvodno od Adlešičev, saj so prebivalci naselij ob Kolpi vodo iz nje vse do leta 1960

Slika 35: Raba vodnih virov v preteklosti.



Slika 36: Urejenost oziroma obzidanost izvirov.



uporabljala tudi za kuhanje in delno celo za pitje. Za zajemanje vode je bil urejen tudi večji del vodnih kraških jam (urejen dostop s kamnitimi stopnicami, utrjeno pobočje, obzidana ali ograjena okolica jame). Te so bile še posebej pomembne na območjih, kjer ni bilo drugih virov vode, na primer na zakraselem podolju med naseljema Zapudje in Drežnik, na primer vodne jame Lubešnica, Gradnica ter Staro- in Novolipski Breg. Na nekaj vodnih jam so namestili tudi ročne črpalke (Plut, 1988). Nekateri obzidani izviri so še vedno zelo dobro ohranjeni, drugi pa so zaradi prenehanja uporabe in vzdrževanja prepuščeni propadanju. Glede na delež izvirov različne izdatnosti med obzidanimi izviri in izviri v naravnem stanju ni bistvenih razlik, iz česar sklepamo, da izdatnost izvira sama po sebi ni imela odločujočega vpliva na to, ali so izvir obzidali ali ne. Bolj pomembna je bila njegova stalnost, saj je obzidanih več kot polovica vseh stalnih (61) in le tretjina (28) nestalnih izvirov. Izkazalo se je tudi, da so obzidani izviri, kljub temu, da se v glavnem ne uporabljajo več, še vedno v povprečju lažje dostopni, njihova neposredna okolica pa je manj zaraščena kot pri izvirih v naravnem stanju.

Slika 37: Izvir Sredgora – opuščen, obzidan kočevski izvir s koritom za napajanje živine.



Za Belo krajino je značilna izrazito razpršena poselitev. Na upravnem območju treh belokranjskih občin (Metlika, Črnomelj in Semič) je prisotnih kar 232 večinoma majhnih naselij. Ta so od najbližjega vodnega vira (izvira ali vodne kraške jame), ki se je v preteklosti uporabljal za pitje in vodooskrbo (lahko tudi ob kombinaciji z drugimi vrstami rabe), v povprečju oddaljena približno 1100 m, kar niti ni tako malo. Slednje govori v prid dejstvu, da so se pred prihodom vodovoda (poleg z izviri in vodnimi kraškimi jamami) prebivalci Bele krajine oskrbovali tudi z drugimi načini vodooskrbe. V bližini tekočih voda so vodo zajemali iz vodotokov, na primer iz Kolpe, Krupe in Lahinje, na območjih talne vode pa so se oskrbovali tudi s pomočjo vodnjakov

(Plut, 1988; Henigsmann, 1998). Vodo so do svojih domov pogosto nosili v škafih in brentah, v bolj oddaljene kraje pa so jo vozili na vozovih – še posebej ob suši, ko so bližnji vodni viri presahnil. Na območjih, kjer so bili vodni viri bolj oddaljeni ali preskromni, so za vodooskrbo uporabljali kapnice. Strešnico so ponekod zbirali v tako imenovanih vaških vodnjakih, ki so jih opremili z ročno črpalko in koritom. Uporaba kapnic se je sicer pričela šele konec 19. st., kasneje pa so postale prevladujoča oblika vodooskrbe v večjem delu Bele krajine. Nadomestil jih je šele napredujoči vodovod. Do osemdesetih letih 20. stoletja se izključno z izviri, vodnimi kraškimi jamami in površinskimi vodami ni več oskrbovalo praktično nobeno gospodinjstvo, so pa te vire ponekod še vedno uporabljali v času suše kot dopolnilo h kapnici in/ali vodovodu (Plut, 1988).

Slika 38: Izvir Nerajčice je eden izmed številnih izvirov nad katerim bdi podoba lurške Marije, ki varuje izvir pred presihanjem.



Zametki vodovoda so bili v Beli krajini zgrajeni že leta 1898, ko so zajeli izvire v okolici Blatnika (Blatni izvir, Zdrav izvir in Mlinarjev izvir), vodo pa so speljali v Črnomelj in Semič. Kasneje se je vodovodno omrežje z novimi zajetji postopno širilo. Njegovo napredovanje sta zavarala gospodarska zaostalost regije in razpršenost naselij, ki je vplivala na višje stroške gradnje vodovoda. Leta 1927 so vodovod iz lokalnega izvira pri Srednji vasi dobile Črmošnjice, 1935 pa z zajetjem Obrha še Metlika. Leta 1958 so zajeli izvir Dobličice, ki ob manjših lokalnih zajetjih in črpališčih še danes predstavlja osrednji vodni vir za regionalno vodooskrbo Bele krajine (Plut, 1988; Mohar, 1998; Mušič, 1998; Mihelčič, 1998; Habič in sod., 1990). Daleč najizdatnejšega vodnega vira, izvira Krupe, zaradi prekomernega onesnaženja s PCB, za potrebe vodovoda niso nikdar zajeli.

4.3 Pomen vodnih virov na začetku 21. stoletja

Opuščanje izvirov in vodnih kraških jam je bilo torej pogojeno s spremenjenim načinom tradicionalne vodooskrbe. Njihovo vlogo so najprej postopoma prevzele kapnice, kasneje pa vse bolj tudi napredujoči vodovod. Vaške kale so ravno tako postopoma opuščali; deloma zaradi manjših potreb po vodi (opuščanje kmetijstva in posledično zmanjševanja števila glav živine), deloma pa so tudi kale nadomestile kapnice in vodovod. Številni so bili tako prepuščeni zaraščanju, nekatere pa so celo zasuli. Nekdaj zelo pomembni belokranjski vodni viri v današnjem času, razen redkih izvirov, ki so jih zajeli za vodovod, vodooskrbne vloge praktično nimajo več. Nekdanje vezi med človekom in vodnimi viri, ki so svoj čas omogočali preživetje, so tako prekinjene. S tem, ko je vodovod v belokranjska gospodinjstva prinesel vodo z bolj oddaljenih območij, je vedenje o bližnjih vodnih virih med prebivalci postopno pričelo bledeti.

Slika 39: Izvir Rakovec (Povino grad), ki je zaradi prenehanja uporabe prepuščen zaraščanju.



V zadnjem času pa je ravno med lokalnim prebivalstvom ponovno vse bolj prepoznana neprecenljiva naravna, pa tudi kulturna vrednost bližnjih vodnih virov (Ivanovič, 1998). Zavedanje, da ti predstavljajo pomembno dediščino posameznega kraja, kot tudi celotne regije, je vse bolj prisotno. Naravni ali obzidani vodni vir, ki so dostopni, vzdrževani, dobro ohranjeni ali obnovljeni, so kraju lahko v ponos, poleg tega pa so tudi njegov »zaščitni znak« in prispevajo k njegovi večji prepoznavnosti. Zavedanje vrednosti lokalnih vodnih virov je ključno tudi z vidika njihovega varstva pred onesnaževanjem, kar je v zelo občutljivi, zakraseli Beli krajini še

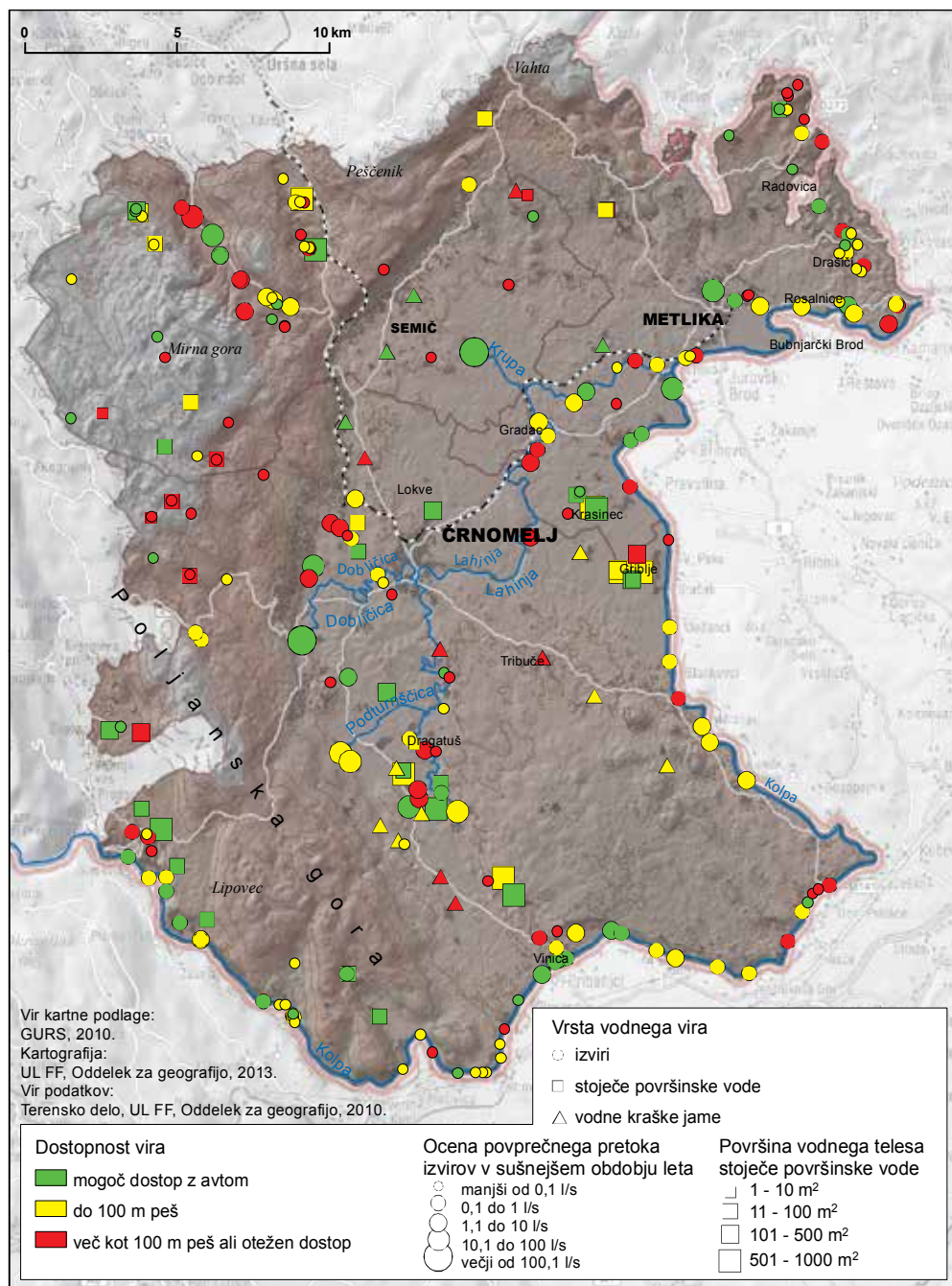
toliko pomembneje. Nenazadnje pa so vodni viri lahko tudi sestavni del lokalne in regionalne turistične ponudbe, kar se lepo kaže na primeru hidrološko zelo pestrega Krajinskega parka Lahinja (Ivanovič, 2008; Plut, Vrečko Grubar, 2008), s katerim pa potenciali še zdaleč niso izčrpani. Želja po poznavanju in zaščiti lokalnih vodnih virov, pa tudi težnje po urejanju in obnovi so vedno bolj žive, kar se med drugim kaže v uspešno izvedenih obnovah številnih vodnih virov, na primer: Radenske luže, Sinjevrškega kala, izvira Breg pri Novi lipi idr.

Slika 40: Opuščen, obzidan izvir Stari trg s koriti za napajanje živine.

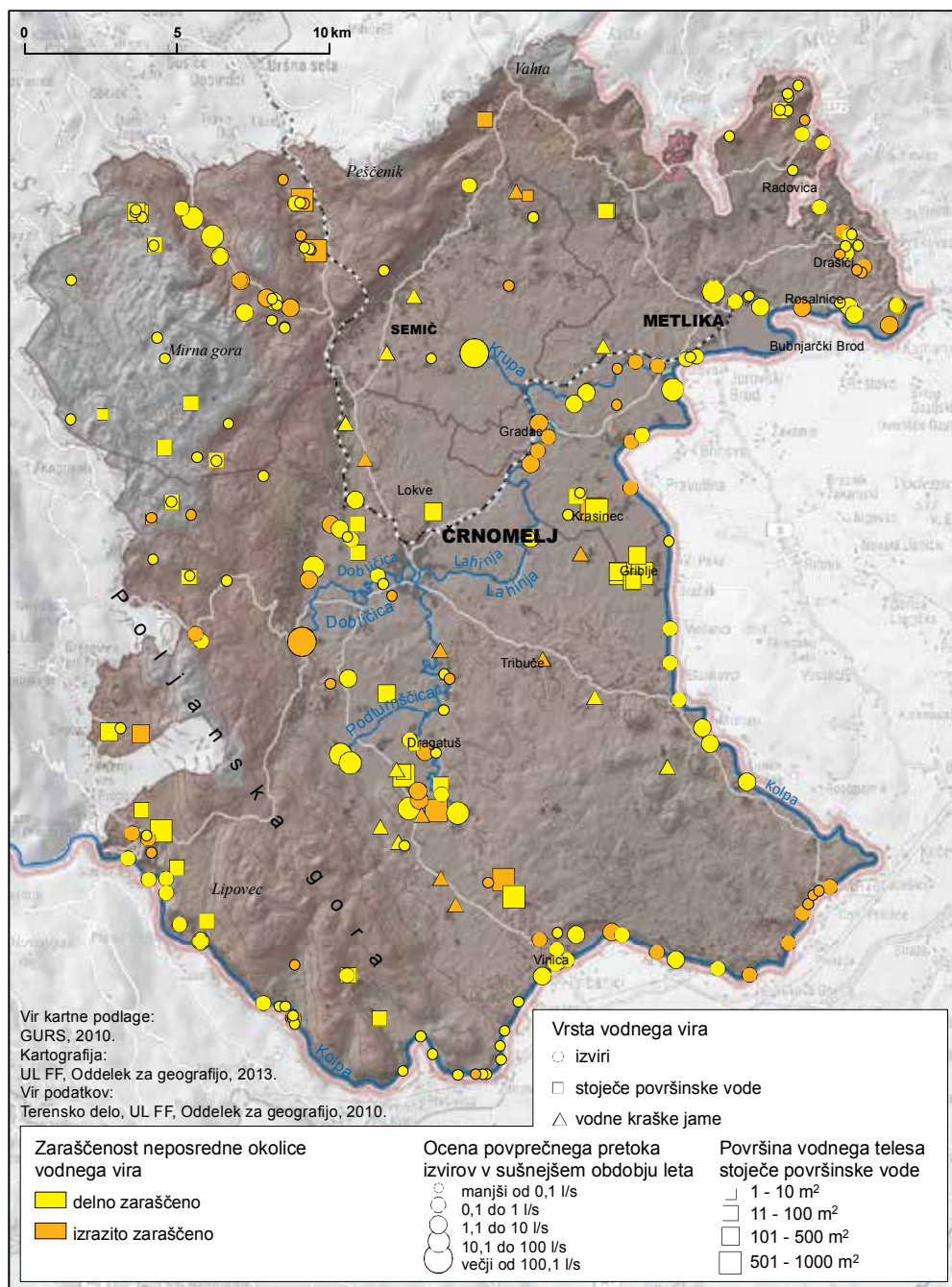


Z vidika zaščite in morebitne prihodnje ureditve posameznih vodnih virov smo preučili tudi dostopnost do belokranjskih vodnih virov ter v kolikšni meri so zaradi spremenjenega načina vodooskrbe in posledičnega opuščanja njihove rabe prepuščeni zaraščanju (Preglednica 12, Slika 41, Slika 42). Slaba tretjina vseh (79) je zelo dobro dostopnih, saj se do njih lahko pripeljemo po cesti ali kolovozu, primernem za avtomobil. Le nekaj večje je na drugi strani število tistih (82), do katerih je dostop otežen. V to kategorijo se uvrščajo viri, do katerih je od najbližje ceste ali kolovoza, primerne za avtomobil potrebno pešačiti več kot 100 metrov, pa tudi tisti viri, ki so zaradi različnih razlogov težko dostopni (do njih ni poti, so na zelo strmeh, skalnatih ali izredno zaraščenem terenu ipd.). Preostalih 40 % vodnih virov (100) je moč doseči peš, pri čemer je do njih z najbližje ceste ali kolovoza primerne za avtomobil potrebno pešačiti do 100 m. Iz navedenega sledi, da je skoraj 70 % vodnih virov razmeroma dobro dostopnih, kar je z vidika njihovega nadaljnjega urejanja in morebitnega vključevanja v turistično ponudbo zelo spodbudno. Stojee površinske vode so v povprečju nekoliko bolj dostopne od izvirov in vodnih kraških jam, kar gre pripisati njihovi legi večinoma v neposredni bližini naselij.

Slika 41: Dostopnost vodnih virov.



Slika 42: Zaraščenost vodnih virov.



Preglednica 12: Dostopnost vodnih virov.

dostopnost vodnega vira	število	delež (%)
dostop z avtom	79	31
do 100 m peš	100	38
težak dostop, več kot 100 m peš	82	31
skupaj	261	100,0

Vir: Terensko delo, Oddelek za geografijo, FF UL, 2010.

Zaraščenost vodnih virov smo vrednotili z vidika dostopnosti njihove neposredne okolice. V primeru posamičnih dreves, redkega gozda ali zaraščenosti zgolj z ene strani, smo vir opredelili kot nezaraščen oziroma delno zaraščen. Za zaraščene oziroma izrazito zaraščene smo privzeli tiste vire, do katerih vodijo slabo prehodna brezpotja, zaradi česar jih je bilo tudi težje najti, pa tudi tiste, ki so bili nekdaj v uporabi, danes pa jih na gosto zarašča predvsem težje prehodna grmovna zarast. Glede na predstavljeno klasifikacijo je zaraščena dobra četrtina (74) virov. Zaraščenih je približno polovica popisanih vodnih kraških jam (8), 29 % (57) izvirov in le 19 % (9) stoječih voda. Med zaraščenimi viri z 58 % prevladujejo težje dostopni viri, med tem ko je med lažje dostopnimi viri v povprečju zaraščen le vsak peti. Kljub temu, da se večinoma ne uporabljajo več, je zaraščenih relativno malo virov, kar je za njihovo bodoče varovanje, ohranjanje ali morebitno obnovo, ravno tako spodbudno kot njihova relativno dobra dostopnost.

Slika 43: Obnovljen izvir Vušivka pri Bojanji vasi.

Slika 44: Onovljen izvir Osojnski zdenec pri Osojniku.



Slika 45: Obnovljen kal Zagozdac kal pri naselju Zagozdac.



Slika 46: Obnovljena vodna kraška jama Vodenica v bližini Adlešičev.



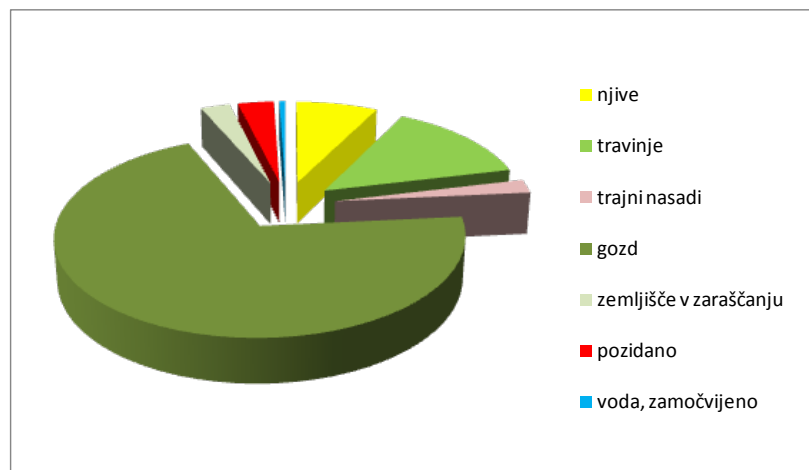
5 | Vplivi človekovih dejavnosti na vodne vire

Kljub temu, da večji del evidentiranih vodnih virov na območju Bele krajine danes nima neposredne uporabne vrednosti za same prebivalce oziroma funkcije v smislu oskrbe s pitno vodo, pa ostaja varovanje voda, kot enega ključnih naravnih virov v občutljivem kraškem svetu, izjemnega pomena. Na stanje oziroma njihovo kakovost najbolj vplivajo dejavnosti, ki se odvijajo v neposredni bližini ali zaledju vodnih virov. Tako smo si pri vrednotenju pomagali na eni strani z edinim dostopnim virom podatkov o dejanski rabi tal (Evidenca dejanske rabe kmetijskih zemljišč in gozdov, MKGP 2010, MKO 2012a) in strokovno oceno zastopanosti človekovih dejavnosti v zaledju vodnega vira, ki je bila rezultat terenskega ogleda. Z ekspertno oceno o vrstah in obsegu vplivov ter obremenjevanja, ki ga povzročajo posamezne dejavnosti, smo izpostavili vse tiste, ki zaradi svoje prisotnosti predstavljajo dejansko oziroma potencialno grožnjo za onesnaževanje in posledično nevarnost za zmanjšano kakovost voda.

5.1 Odločilna vloga rabe tal

Prvo splošno oceno pritiskov (dejanskih ali potencialnih) lahko podamo že na osnovi analize prevladujoče rabe tal na ožjem vplivnem območju vodnega vira. Analiza dejanske rabe tal (MKGP, 2010) na območju vseh treh belokranjskih občin kaže, da je prevladujoča ekstenzivna raba, ki je z vidika možnosti obremenjevanja vodnih virov ugodna (Slika 47). V strukturi rabe tal tako prevladuje gozd (s kar 70 %), travinja je 14 %, njiv skromnih 7 %, pozidanih površin pa 3 %. Kmetijstvo pogosto predstavlja pomemben ploskoven ali pa točkoven vir onesnaževanja voda (Lampič, 2005), vendar predvsem intenzivne oblike pridelave in obdelave, kjer zaradi količinsko večjih in pogostejših vnosov mineralnih in organskih gnojil ter porabe sredstev za varstvo rastlin lahko pride do občasnega ali rednega onesnaževanja vodnih virov. Med kmetijsko najintenzivnejše rabe se tako uvrščajo njive (z rastlinjaki), vinogradi in intenzivni sadovnjaki.

Podrobnejša analiza strukture rabe tal po občinah kaže, da je najbolj ekstenzivna raba tal v občini Semič, kjer gozd pokriva kar 79 % površja. Njiv in vinogradov je skupaj komaj 2,6 %, ravno toliko pa je tudi pozidanih površin. Črnomelj kot največja občina (in kjer se hkrati nahaja največ, 143 vodnih virov) ima kmetijsko nekoliko bolj intenzivno rabo tal; slabih 8 % je njiv, vinogradov le 0,6 %, sadovnjakov (predvsem ekstenzivnih) pa dober odstotek, medtem ko je travinja 12 %. Pozidanih območij je 3 %. Največji pritisk na vodne vire je pričakovati v občini Metlika, kjer je raba tal bolj intenzivna. Celo glede na slovenske razmere je tu nadpovprečno visok delež njiv (14 %), razmeroma veliko je pozidanih površin (skoraj 5 %), istočasno pa je podpovprečen delež gozda (53 %) (Preglednica 13).

Slika 47: Struktura rabe tal na območju Bele krajine.

Vir: MKO 2012a.

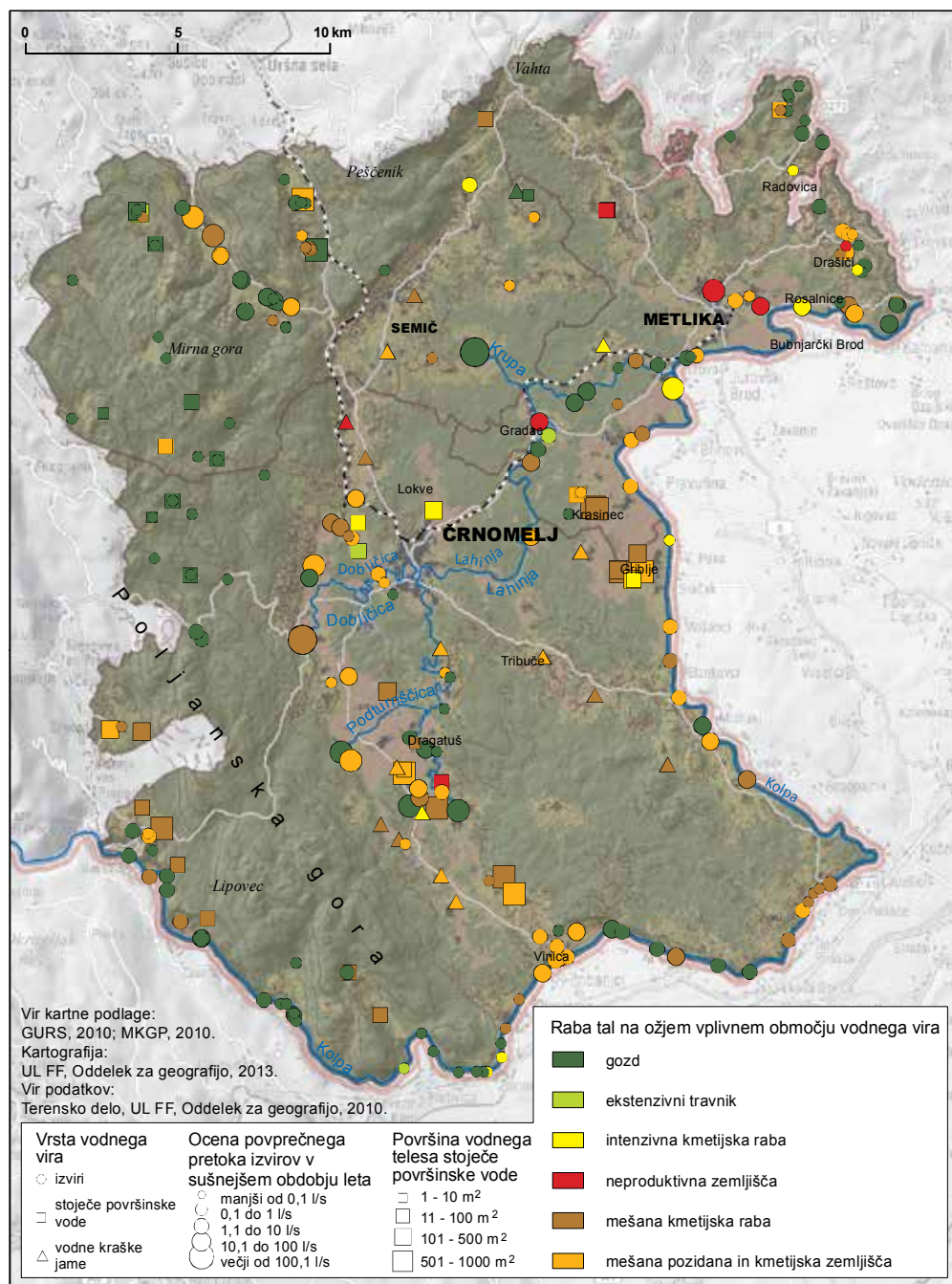
Preglednica 13: Raba tal po občinah Bele krajine.

raba tal	Bela krajina	Črnomelj		Metlika		Semič	
	ha	ha	delež (%)	ha	delež (%)	ha	delež (%)
njive	4.451,5	2.675,9	7,9	1.524,5	14,0	251,2	1,7
travnje	8.200,0	4.181,7	12,3	2.027,2	18,6	1.991,1	13,6
vinograd	644,6	195,5	0,6	322,7	3,0	126,5	0,9
sadovnjak	695,4	389,8	1,1	183,7	1,7	122,0	0,8
gozd	41.630,0	24.333,4	71,6	5.769,9	53,0	11.526,7	78,6
kmetijsko zemljišče v zaraščanju	1.603,0	905,0	2,7	430,8	4,0	267,2	1,8
pozidano	1.967,2	1.055,0	3,1	535,4	4,9	376,8	2,6
voda, zamočvirjeno	326,2	229,7	0,7	91,6	0,8	4,9	0,0
skupaj	59.518	33.966	100	10.886	100	14.666	100

Vir: MKGP, 2010.

Dejansko že hitra analiza rabe tal nakaže morebitne glavne vire onesnaževanja vodnih virov, katere smo podrobneje preverili na terenu in za vsak evidentiran objekt določili rabo tal na ožjem vplivnem območju (Preglednica 14, Slika 48). Pri sami analizi smo različne rabe v zaledju združili v 6 kategorij: gozd, ekstenzivni travnik, intenzivna kmetijska raba (njiva, intenzivni travnik, sadovnjak), neproduktivna zemljišča (pozidana in degradirana), mešane kmetijske površine in mešane (pozidane in kmetijske) površine. Dejansko stanje na terenu smo upoštevali tudi pri prostorskih kartografskih prikazih.

Slika 48: Raba tal na ožjem vplivnem območju vodnih virov.



Preglednica 14: Raba tal na ožjem vplivnem območju vodnih virov.

raba tal	število	delež (%)
gozd	110	42,1
ekstenzivni travnik	4	1,5
intenzivna kmetijska raba	13	5,0
neproduktivna zemljišča	9	3,5
mešana kmetijska	60	23,0
mešana pozidana in kmetijska	65	24,9
skupaj	261	100

Vir: Terensko delo, Oddelek za geografijo, FF UL, 2010.

Terenski pregled je pokazal, da prevladujejo vodni viri, ki imajo gozdnato zaledje (kar 42 % vseh). Z vidika potencialnega obremenjevanja je takšna slika ugodna. Ti izviri prevladujejo na območju gozdnatega Kočevskega Roga. Posebno pozornost je potrebno nameniti tistim vodnim virom, ki se nahajajo na t.i. neproduktivnih zemljiščih (zabeležili smo 9 vodnih virov, kjer je zaledje pozidano oz. prostorsko degradirano), pa tudi tistim, ki imajo v zaledju intenzivno kmetijsko rabo (teh je 5 %), mešano kmetijsko rabo (23 %) in mešana – pozidana in kmetijska zemljišča (25 %). Skoraj 55 % vseh vodnih virov se torej nahaja na območjih intenzivnejše antropogene rabe, kjer je prisotna stalna nevarnost različnih virov onesnaženj.

Slika 49: Primer urejenega, obzidanega Sodevskega kala, v zaledju prevladujejo ekstenzivni travniki.



Potencialen vir onesnaževanja predstavljajo tudi druge človekove dejavnosti in sicer poselitev, industrija in obrt ter infrastruktura. Prav zato so vodni viri, tako na območjih intenzivne kmetijske rabe kot tudi pozidanih območjih, ogroženi zaradi številnih virov onesnaževanja, ki jih je pogosto težko predvideti oziroma oceniti njihov vpliv.

Preglednica 15: Površina belokranjskih občin s številom prebivalcev in gostoto poselitve.

občina	površina (km ²)	število prebivalcev	gostota poselitve (preb./ km ²)
Črnomelj	339,7	14.689	43,2
Metlika	108,9	8.386	77,0
Semič	146,7	3.853	26,3
Bela krajina	595,3	26.928	45,2

Vir: SURS, 2013.

Če opozorimo še na poselitev kot dejavnost, ki lahko pomembno vpliva na stanje voda, so razmere na celotnem obravnavanem območju nadpovprečno ugodne. Bela krajina je zelo redko poseljena, s komaj 45 prebivalci na km² je daleč pod slovenskim povprečjem in eno izmed najbolj redko poseljenih območij (Preglednica 15). Predvsem izstopa občina Semič, ki ima le 3853 prebivalcev in je s komaj 26 prebivalci na km² ena najredkeje poseljenih slovenskih občin.

5.2 Kmetijstvo kot prostorsko najbolj razširjena dejavnost

Pri obravnavanju vplivov dejavnosti na kakovost voda (vodnih virov), moramo še posebno težo dati prostorsko najbolj razširjeni dejavnosti, kmetijstvu (Preglednica 16, Preglednica 17). Za kmetijstvo je na območju Bele krajine primernih komaj 23,5 % vseh zemljišč, medtem ko je kmetijskih zemljišč v uporabi (v nadaljevanju KZU) še bistveno manj. V letu 2010 jih je bilo skupaj le še 10.544 ha oz. 17,7 % celotne površine treh obravnavanih belokranjskih občin (SURS, Popis kmetijstva 2010).

Na ekstenzivnost kmetijske rabe v Beli krajini pa ne kaže le obseg in struktura rabe, ampak tudi število in predvsem povprečna velikost belokranjskih kmetij (kmetijskih gospodarstev, v nadaljevanju KMG). Njihovo število se je v desetih letih zmanjšalo za 15 % (primerljivo s slovenskimi razmerami), najbolj očiten upad kmetij je v občini Črnomelj. Omejeni pridelovalni pogoji za kmetovanje se odražajo tudi v velikosti kmetij. V povprečju je belokranjska kmetija bistveno manjša od slovenske in meri komaj 5,2 ha (v Sloveniji je povprečna velikost kmetije 6,4 ha), še posebej pa so kmetije po velikosti podpovprečne v občini Metlika (SURS, Popis kmetijstva 2000 in 2010).

Težnje v smeri gospodarsko učinkovitejšega (in praviloma tudi intenzivnejšega) kmetovanja so predvsem opazne pri skupnih površinah KZU posameznih velikostnih razredov kmetij. V zadnjem desetletju je prišlo do očitnega zmanjšanja skupnih površin predvsem tistih kmetij, ki so velike od 5 do 10 ha. Opazno se je povečala površina zemljišč kmetij večjih od 10 ha

in sicer s 3278 ha leta 2000 na 4133 ha leta 2010. Tako je manj kot 10 % vseh kmetij (192) v popisnem letu 2010 obdelovalo skoraj 40 % kmetijskih zemljišč celotnega območja (Slika 50).

Preglednica 16: Površina KZU in število kmetijskih gospodarstev na območju občin Bele krajine in v Sloveniji.

območje	2000		2010		indeks gibanja obsega KZU	indeks gibanja št. KMG	povprečna velikost kmetije (v ha) 2010
	površina KZU (ha)	število KMG	površina KZU (ha)	število KMG			
Črnomelj	6.784	1.289	5.773	1.059	85,1	82,2	5,5
Metlika	2.900	700	2.819	611	97,2	87,3	4,6
Semič	1.956	386	1.952	352	99,8	91,2	5,5
Bela krajina	11.640	2.375	10.544	2.022	90,6	85,1	5,2
Slovenija	485.879	86.423	474.432	74.455	97,6	86,2	6,4

Vir: SURS, Popis kmetijstva 2000, 2010.

Preglednica 17: Površina KZU po velikostnih razredih kmetijskih gospodarstev.

velikostni razred kmetije (ha)	2000		2010		Indeks gibanja obsega KZU	Indeks gibanja števila KMG
	površina KZU (ha)	število KMG	površina KZU (ha)	število KMG		
do 2 ha	640	634	534	598	83,4	94,3
2 do 4,99 ha	2.922	838	2.571	740	88,0	88,3
5 do 9,99 ha	4.799	691	3.306	489	68,9	70,8
10 ha in več	3.278	212	4.133	195	126,1	92,0
Bela krajina	11.640	2.375	10.544	2.022	90,6	85,1

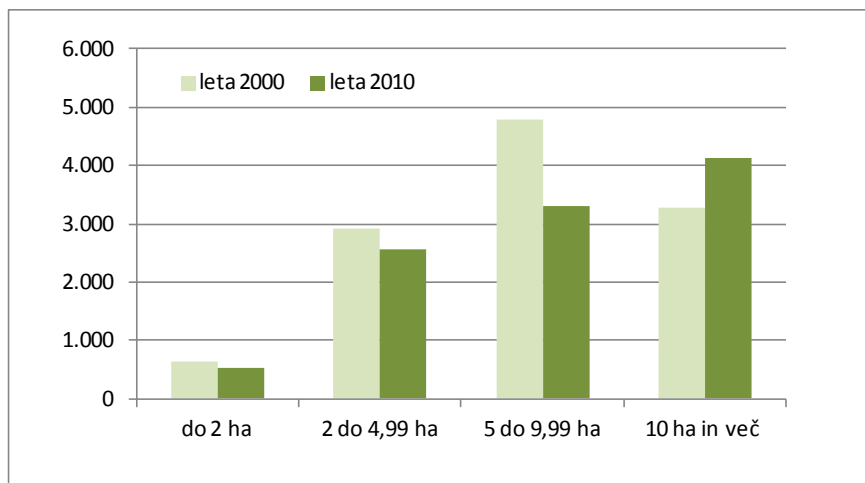
Vir: SURS, Popis kmetijstva 2000, 2010.

V prostorskem pogledu kmetijstvo tako izgublja na pomenu, vendar pa povečevanje večjih kmetij v skupni strukturi kmetij opozarja na postopno intenzifikacijo kmetijske pridelave. Ker pa je po zadnjih podatkih Popisa kmetijstva (2010) v občinah Bele krajine delež tržno naravnanih kmetij še vedno izjemno nizek, komaj okoli 20 % vseh kmetij prideluje pretežno za trg (v Sloveniji preko 40 %), lahko kmetijstvo kot dejavnost na območju Bele krajine ocenimo kot manjšo grožnjo za kakovost vodnih virov. Kmetijstvo lahko predstavlja večjo nevarnost za onesnaženje voda predvsem kot točkovni onesnaževalec, na posameznih lokacijah pridelovalno intenzivnih ali okoljsko neustrezno saniranih kmetij.

Za dodatno osvetlitev problematike pa velja izpostaviti še uveljavljanje okoljsko najmanj spornega, ekološkega načina kmetovanja. V zadnjih letih se je prav na območju jugovzhodne Slovenije pričel razmeroma intenziven proces vključevanja kmetij v kontrolirano ekološko pridelavo. Po zadnjih podatkih (MKO 2012b) je bilo na območju treh belokranjskih občin v kontrolo vključenih skupaj že 104 KMG (kar predstavlja 5,1 % kmetij), skupaj pa so obdelovali 1617 ha zemljišč. Glede na slovenske razmere, kjer na ekološki način kmetuje komaj 3,8 % vseh kmetov, ekološko pa je obdelanih le 7,4 % kmetijskih površin, so razmere na območ-

ju vseh treh belokranjskih občin izjemno ugodne. Predvsem izstopa občina Semič, kjer je delež ekoloških površin že presegel 20 %, ekoloških kmetov pa 10 %. Takšne težnje v razvoju kmetijske dejavnosti so naklonjene bodočemu ohranjanju različnih naravnih virov regije, predvsem kmetijskih zemljišč in voda.

Slika 50: Površina KZU po velikostnih razredih kmetij v Beli krajini leta 2000 in 2010.



Vir: SURS, Popis kmetijstva 2000, 2010.

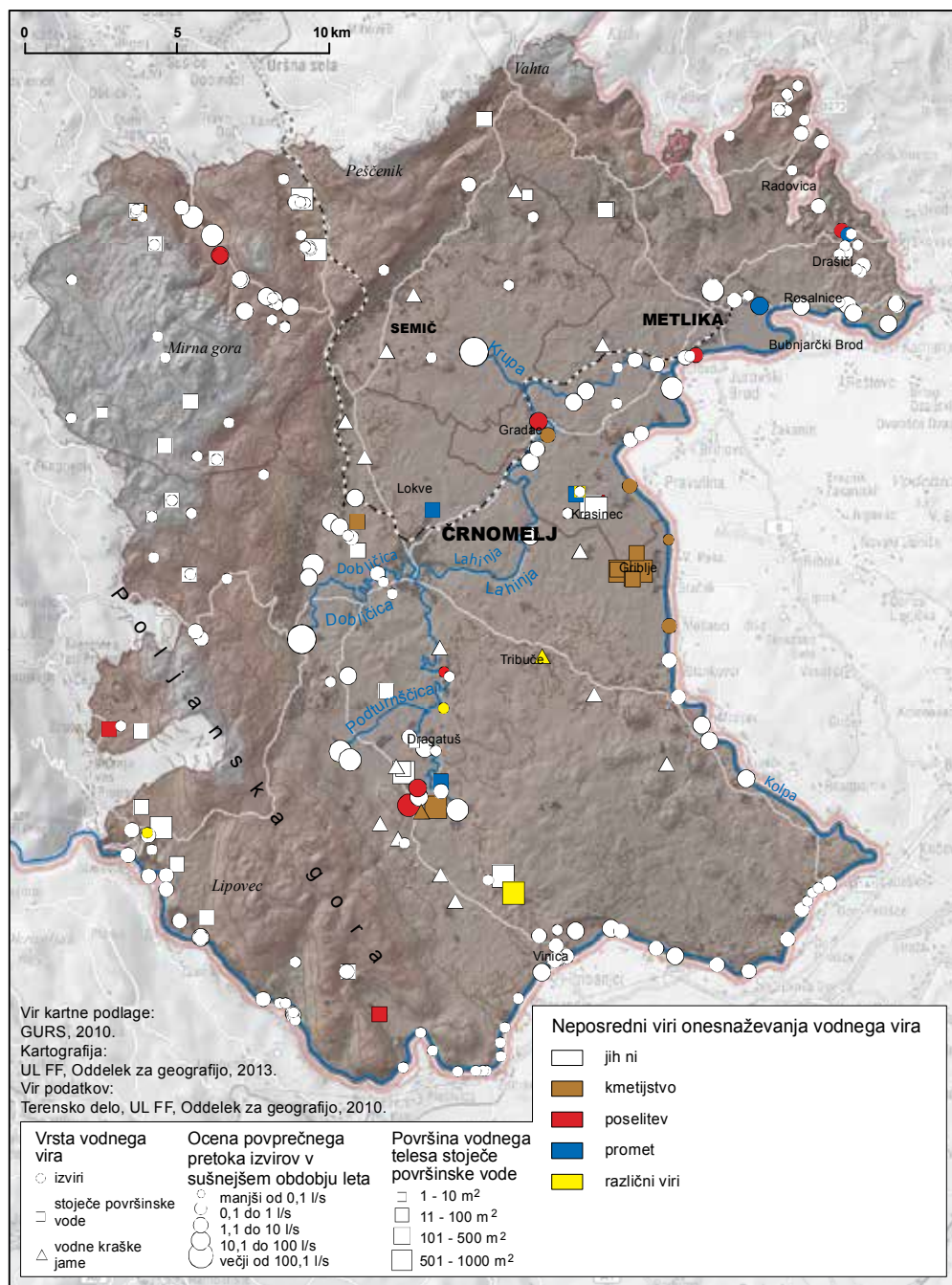
5.3 Dejansko in potencialno obremenjevanje vodnih virov

Ker pa raba tal v zaledju vodnega vira samo nakazuje na možnosti onesnaženja vodnih virov, smo na terenu ločeno ocenjevali dejansko in potencialno obremenjevanje vseh evidentiranih objektov (Preglednica 18, Preglednica 19, Slika 51, Slika 52). Kot neposredne vire onesnaževanja smo upoštevali kmetijstvo (npr. bližnje gnojišče, intenzivna kmetijska raba v neposredni bližini), poselitev (npr. bližina hiše – odplake iz greznice, odlagališče), promet (neposredna bližina ceste) ter t.i. različne vire (več virov). Z ekspertno oceno, ki je v posameznih primerih lahko tudi subjektivna, smo tako ovrednotili razmere na vsaki posamezni lokaciji vodnega vira.

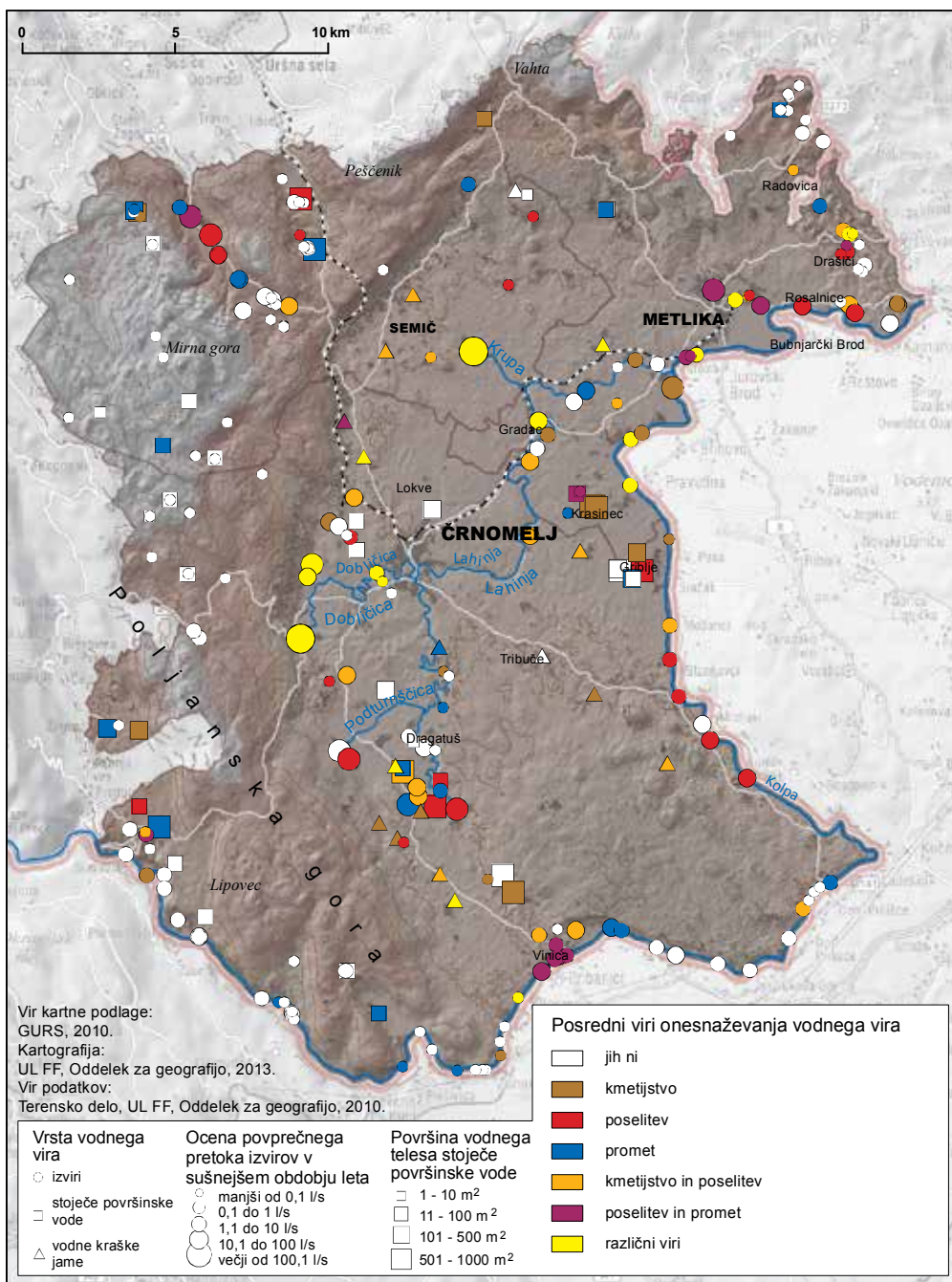
Po naši oceni človek s svojo dejavnostjo neposredno ogroža 36 vodnih virov in sicer predvsem s kmetijstvom. Neposredno so najbolj ogroženi vodni viri v občini Črnomelj; zaradi poselitve in kmetijstva na območju Velikega Nerajca, zaradi kmetijstva pa vodni viri na območju Gribelj.

Prikaz posrednih virov onesnaževanja je mnogo bolj slikovit, pričakovano pa so najmanj ogroženi vodni viri na območju Kočevskega Roga ter manjši izviri neposredno ob reki Kolpi. Povsod drugod se je pokazalo, da številne človekove dejavnosti lahko ogrozijo kakovost vodnih virov. Tako poselitev kot tudi kmetijstvo in promet predstavljajo potencialno grožnjo obstoječi kakovosti vodnih virov.

Slika 51: Neposredni viri onesnaževanja vodnih virov.



Slika 52: Posredni viri onesnaževanja vodnih virov.



Preglednica 18: Ocena neposrednih virov onesnaževanja.

viri onesnaževanja	število	%
jih ni	225	86,2
kmetijstvo	14	5,4
poselitev	11	4,2
promet	6	2,3
različni viri	5	1,9
skupaj	261	100,0

Vir: Terensko delo, Oddelek za geografijo, FF UL, 2010.

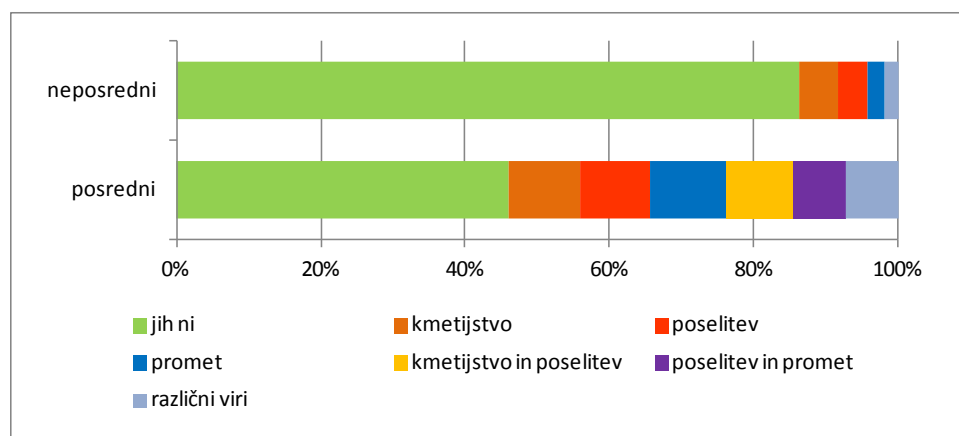
Preglednica 19: Ocena posrednih virov onesnaževanja.

viri onesnaževanja	število	%
jih ni	120	46,0
kmetijstvo	26	10,0
poselitev	25	9,6
promet	28	10,7
kmetijstvo in poselitev	24	9,2
poselitev in promet	19	7,3
različni viri	19	7,3
skupaj	261	100,0

Vir: Terensko delo, Oddelek za geografijo, FF UL, 2010.

Na vse vrste onesnaževanj pa moramo biti posebej pozorni v poletnem, sušnejšem obdobju, ko zaradi majhne količine padavin, majhnih pretokov (ali celo presahnjenih kraških tokov) pride do manjšega redčenja in se nevarnosti onesnaževanj pri vodnih virih povečajo.

Grafični prikaz posrednih in neposrednih virov onesnaževanja vodnih virov Bele krajine nakazuje, da je neposrednih virov onesnaževanja razmeroma malo, veliko večja pa je t.i. potencialna nevarnost. Dobrih 50 % vseh evidentiranih vodnih virov je namreč posredno ogroženih zaradi človekove dejavnosti, kar zahteva predvsem večjo previdnost in pozornost pri bodočem načrtovanju razvoja in varstva vodnih virov (Slika 53). Analiza posredne in neposredne ogroženosti vodnih virov je tudi osnova za oceno vodnoekološke ogroženosti in na koncu skupne ocene pokrajinske ranljivosti, ki pa je predstavljena v nadaljevanju.

Slika 53: Posredni in neposredni viri onesnaževanja vodnih virov.

Vir: Terensko delo, Oddelek za geografijo, FF UL, 2010.

6 Pokrajinska občutljivost in ogroženost vodnih virov

V Sloveniji so kraški vodonosniki zaradi izjemne kakovosti in ekonomsko zadostnih količin dolgoročno obetajoč vir in jim lahko pripišemo status strateške dobrine (Ravbar, 2007). Obenem pa so kraški vodonosniki zaradi razpolinske razpokanosti in skromne debeline prepereline v primerjavi z nekraškimi še posebej občutljivi na onesnaževanje. Pomembnejši kraški izviri imajo običajno veliko napajalno zaledje in potencialno onesnaženje kjerkoli v zaledju lahko zelo hitro doseže in ogroža oziroma zmanjšuje njegovo kakovost (Špes in sod., 2002). Po mnenju krasoslovcev lahko na splošno uvrstimo celotno kraško površje oziroma površinske, zlasti pa podzemeljske kraške vode, med vodnoekološko zelo občutljiva območja (Ravbar, 2007). Medsebojno pa se kraške pokrajine in njihovi vodni viri po stopnji pokrajinske (vodnoekološke) občutljivosti razlikujejo zlasti zaradi različne stopnje zakrasedlosti in razpokanosti osnovne kamnine, debeline prepereline (učinek naravne filtracije), načina in hitrosti podzemeljskega pretakanja vode itd. (Prestor in sod., 2002). Močno zakrasele (apnenčaste) pokrajine s podzemeljskim pretakanjem voda se uvrščajo glede na vode med pokrajinsko zelo občutljive. Občutljivost plitvega krasa na obremenjevanje odpadnih vod še dodatno povečuje praviloma skromna debelina prepereline (Špes in sod., 2002).

6.1 Ključni dejavniki kraške pokrajinske občutljivosti

Izredno velika vodnoekološka občutljivost skoraj v celoti kraške Bele krajine je v največji meri posledica geoloških razmer. Za Belo krajino so namreč najbolj značilne svetle bele, karbonatne, po izvoru sedimentne kamnine (Jeršek, Rožič, 2013). Litološke razlike med apnenci v hidrogeološkem pogledu nimajo večjega pomena, pa tudi dolomitnih vložkov med apnenci ne moremo smatrati za hidrogeološke pregrade (Habič in sod., 1990). Sklenjenost karbonatnih kamnin višjega severnega roba Bele krajine omogoča medsebojne hidrološke povezave v celotnem kraškem vodonosniku, iz katerega se prelivajo podzemeljske vode na površje v izviru Krupe in Metliškega Obrha (Habič, Kogovšek, 1992). Po mnenju Gamsa (1961) sega piezometrični nivo na zahodnem delu kraškega ravnika morda komaj 20–30 m globoko. V kraški kotanji, v vodni kraški jami Lebica južno od Sel pri Semiču pa je vodna gladina ob povprečnem vodnem stanju le okoli 2 m pod kraškim površjem, kar kaže na veliko pokrajinsko oziroma vodnoekološko občutljivost belokranjskega plitvega krasa. Podzemna kraška voda na belokranjskem ravniku je torej plitvo, nekaj metrov pod površjem, označuje jo torej zelo velika pokrajinska občutljivost. Tako se že ob cesti Semič–Črnomelj ob visokih vodah na več mestih med Ručetno vasjo in Gornjo Pako pojavijo prvi kraški izviri, ki zalijejo plitve vrtačaste globele. Opazovanja potrjujejo, da se plitvo pod površjem na tem območju pretaka kraška voda, poteka podzemeljskih tokov in podzemeljskega pretakanja pa ni mogoče natančno določiti (Habič in sod., 1990). Tik pod železniškim mostom pri Otovcu je v kraški kotanji (verjetno udorni) prav tako možen dostop do kraške vode, kjer je okoli 7 m dolga površinska struga

stalnega potoka. Ob nalivih se gladina vode zelo hitro dvigne tudi do 4 m. Tudi v opuščenem in saniranem peskokopu pri Velikem Nerajcu je kraška podzemna voda le nekaj metrov pod zemeljsko površino (Ivanovič, 1998).

Zaradi zapletene litološke in tektonske zgradbe Bele krajine in okolice so kraški vodonosniki različno razporejeni in se večinoma raztekajo na več strani (Natek, Stepišnik, 2008). Dinarsko potekajoča narivna cona je na več mestih prekinjena s prečnimi mlajšimi prelomi, ob katerih so bloki premaknjeni proti jugozahodu ter različno dvignjeni ali spuščeni. Predvsem ob teh prelomih so razporejeni kraški izviri in s prelomi omejeni bloki predstavljajo ločeno zaledje posameznega izvira ob vznožju Poljanske gore. Omenjeno dejstvo z vidika vodnoekološke občutljivosti lahko tolmačimo pozitivno, saj lahko predpostavljamo večjo verjetnost, da ne prehaja do pretakanja vod v zaledju kraških izvirov. Vendar je na mestu opozorilo, da ni izključena povezava gladin vode globlje v zaledju Poljanske gore (Habič in sod., 1990).

Neprepustni sedimenti kanižarske premogovne kadunje pa obsegajo zgolj zaplato med Dobličico in zgornjo Lahinjo na površini okoli 5 km², njihova debelina pa je 300 m (Bukovac in sod., 1984). Aluvijalni rečni nanosi so najbolj razširjeni ob Kolpi pod Gribljami (Jeršek, Rožič, 2013).

6.2 Ocena pokrajinske občutljivosti

Skoraj celotna Bela krajina se v okviru Slovenije zaradi prevlade kraškega podzemlskega pretakanja (kraško-razpoklinsko območje) uvršča med območja z največjo občutljivostjo oziroma splošno ranljivostjo (Strokovne podlage ..., 2002). Okvirna ocena hidrogeološke občutljivosti zaledja izvirov je bila izvedena s pomočjo ocene lege in velikosti vodozbirnega zaledja glede na povprečne pretoke in s tem povezane specifične odtoke (l/s/km²) izvirov. Splošna hidrogeografska občutljivost okvirno ocenjenega zaledja izvirov izhaja iz njihove prevladujoče litološke sestave. Podobno velja tudi za vodne kraške jame, kjer smo izhajali iz prevladujoče litološke sestave njihovega bližnjega zaledja v krogu 500 m.

Tako pri izvirih kot kraških jamah so bili v razred največje hidrogeološke občutljivosti uvrščeni vodni viri z zaledjem, kjer je prevladoval apnenec. V Beli krajini so apnenci najbolj razširjena kamnina, zato se dobrih 58 % evidentiranih zaledij izvirov in vodnih kraških jam uvršča v razred zelo velike občutljivosti za onesnaževanje (Preglednica 20, Slika 55). To pomeni, da lahko že relativno skromno obremenjevanje v občutljivem zaledju povzroči večjo onesnaženost vodnega vira. Prostorska razporeditev zaledij vodnih virov zelo velike občutljivosti kaže, da so najbolj občutljivi vodni viri belokranjskega nizkega krasa, vključno z največjimi kraškimi izviri (Krupa, Dobličica, izvir Lahinje, Podturnščice, Jelševnice itd.), ki imajo zaledje tako v nizkem krasu kot višjem apnenčastem zaledju Kočevskega Roga, Poljanske gore in Gorjancev.

V razred velike hidrogeološke občutljivosti (več kot četrtnina vseh vodnih virov) so uvrščeni vodni viri s prevlado dolomitnega vodozbirnega zaledja, največ pa jih je v višjem SZ območju

Bele krajine (okoli Črmošnjic). Vodni viri zmerne hidrogeološke občutljivosti zaledij (desetina evidentiranih vodnih virov) so v območjih prepletanja kraških in nekraških zaledij (flišna območja) skrajnega vzhodnega dela Bele krajine (Drašiči). Zaledja vodnih virov majhne občutljivosti (5 %) pa so praviloma prekrita z debelo plastjo prepereline (okoli Gribelj), ki povečuje samočistilne zmogljivosti.

Slika 54: Manjše vodno zajetje izvira Vumole (Adlešiči) ob Kolpi.



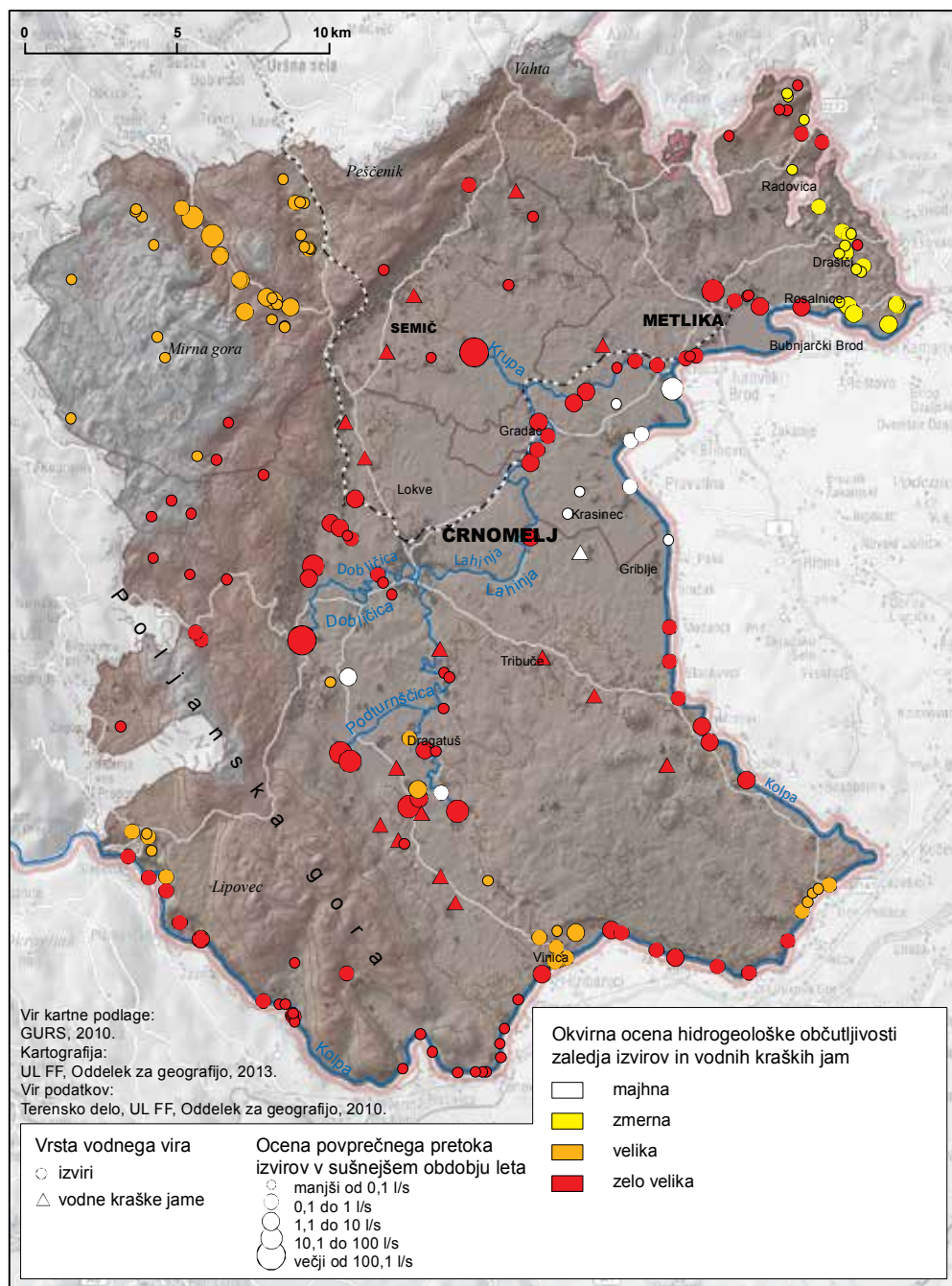
Za belokranjske vodne vire je zaradi prevlade apnenčastega, močno razpokanega in kamnatega površja s plitvo plastjo prsti torej značilna zelo velika ali velika hidrogeološka občutljivost zaledja izvirov in vodnih kraških jam, saj se v obe navedeni kategoriji uvršča skoraj 85 % evidentiranih vodnih virov. Opozoriti velja, da se tudi vsi zajeti izviri za oskrbo Bele krajine s pitno vodo uvrščajo med hidrogeološko zelo občutljive (zelo velika ali velika občutljivost).

Preglednica 20: Ocena hidrogeološke občutljivosti izvirov in vodnih kraških jam.

ocena občutljivosti	število	delež (%)
majhna	11	5,2
zmerna	21	9,9
velika	57	26,8
zelo velika	124	58,2
skupaj	213	100,0

Vir: Terensko delo, Oddelek za geografijo, FF UL, 2010.

Slika 55: Ocena hidrogeološke občutljivosti izvirov in vodnih kraških jam.



9.3 Ocena vodnoekološke ogroženosti

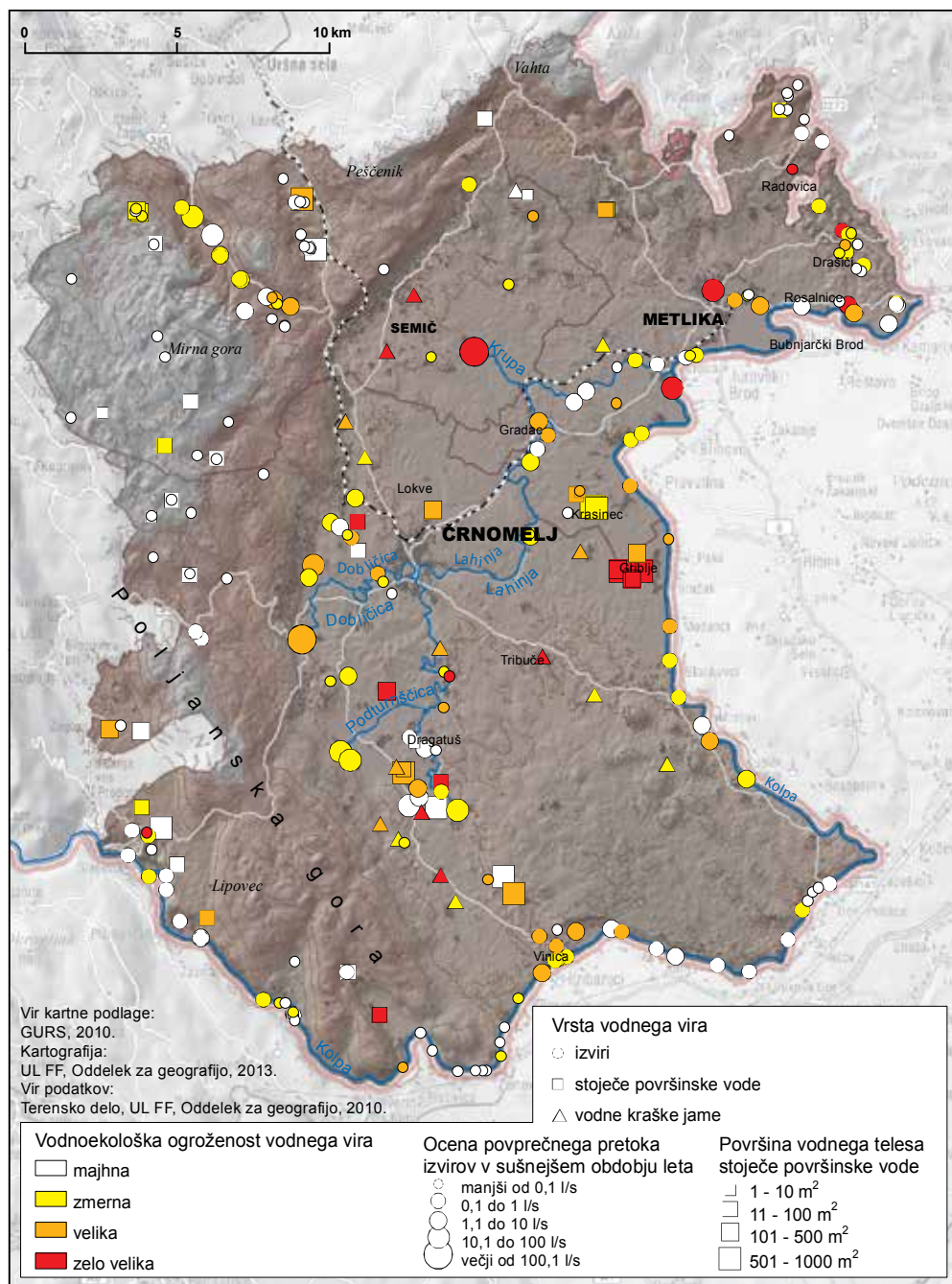
Okvirna ocena vodnoekološke ogroženosti izhaja iz dejanskega in potencialnega obremenjevanja vseh treh obravnavanih tipov vodnih virov (izviri, vodne kraške jame in stoječe površinske vode). Pri razvrščanju vodnih virov v razrede vodnoekološke ogroženosti je bilo upoštevano dejansko in potencialno, neposredno in posredno obremenjevanje vodnega vira, ki je odvisno od poseljenosti (naselja, zaselki, kmetije), komunalne opremljenosti (ravnanje s komunalnimi odpadnimi vodami), gospodarske sestave (podjetja, obrt itd.), prometne lege in rabe zaledja vodnih virov. Velika večina belokranjskih vodnih virov ima površinsko manjša, praviloma slabo poseljena in polucijsko manj obremenjujoča vodozbirna zaledja. Zato se skoraj polovica evidentiranih belokranjskih vodnih virov uvršča v skupino majhne (46,4 %) ali zmerne (27,6 %) vodnoekološke ogroženosti (Preglednica 21) - največ jih je prostorsko zgoščenih v višjih, pretežno gozdnatih obronkih Gorjancev in Kočevskega Roga ter na obrobju kraškega Velikega Bukovja (večje število obkolpskih izvirov) (Slika 57).

Slika 56: Prisotnost alg na samem izviru Dacarji kaže na pretirano onesnaževanje s hranili na ožjem vplivnem območju izvira.



Vodni viri velike (17,6 %) in zelo velike (8,4 %) vodnoekološke ogroženosti so sicer manj pogosti, velja pa podčrtati, da so zaradi obsežnega zaledja med njimi številni večji, vodooskrbno dejansko in potencialno pomembni izviri (npr. zajeta izvira Dobličice in Metliškega Obrha, izvir Krupe). Upoštevati je potrebno tudi, da je bila vodnoekološka ogroženost vodnih vi-

Slika 57: Ocena vodnoekološke ogroženosti vodnih virov.



rov ocenjena brez upoštevanja, da na primer ob visokih vodostajih Kolpe, Lahinje, Dobličice in drugih večjih vodnih tokov rečna voda preplavi številne bližnje izvire in vodne jame in posredno zmanjša njihovo kakovost vode.

Preglednica 21: Ocena vodnoekološke ogroženosti vodnih virov.

ocena ogroženosti	število	(delež) %
majhna	121	46,4
zmerna	72	27,6
velika	46	17,6
zelo velika	22	8,4
skupaj	261	100,0

Vir: Terensko delo, Oddelek za geografijo, FF UL, 2010.

V kraških vodonosnikih Bele krajine je torej potrebno varovati celotno zaledje, ki ob nizkih ali visokih vodah napaja izvir. Ker je sanacija onesnaženega kraškega izvira zelo težavna, je možno onesnaženi podzemeljski sistem prepustiti le dolgotrajnemu naravnemu izpiranju. Zato ni naključje, da se povišane koncentracije polikloriranih bifenilov (PCB) iz neprimerno odloženih odpadnih kondenzatorjev v izviru Krupe še vedno pojavljajo tudi po odstranitvi znanih odlagališč, saj je PCB prisoten v nedostopnem kraškem zaledju Krupe (Preglednica 22). Kraške podzemne in površinske vode porečja reke Krupe so onesnažile emisije PCB iz tovarne kondenzatorjev v Semiču, izcejanje in izpiranje PCB iz odlagališč odpadkov ter iz onesnažene zemlje v kraškem območju (Polič in sod., 1986; Plut 1984, 1988; Harlander, Miljavac, 2011). Zaledje kraškega vodonosnika skriva še vedno veliko neznank o ekološkem stanju tega območja, ki še vedno ni v celoti raziskano in sanirano.

Najvišje koncentracije PCB so bile zabeležene v obdobjih intenzivnega deževja in visokih pretokov Krupe, ko je prihajalo do večjega izpiranja (iz sedimentov) v zaledju Krupe odloženih odpadnih kondenzatorjev s PCB. Po izvedenem remediacijskem programu v 80. letih 20. stoletja je bila iz poznanih lokacij odlaganja odpadnih kondenzatorjev večina zastrupljenih prsti s PCB odstranjena in odložena na trajno skladišče (6000 m³) ob tovarni Iskra v Semiču.

Kljub temu so bile povprečne koncentracije PCB v vodi Krupe tudi v obdobju 1995–1996 (100 µg /l) bistveno večje od predpisanih (1 µg /l). V obdobju 1995–1997 je bilo iz zaledja v izvir Krupe letno izločeno 5–10 µg PCB/leto oziroma okoli petina vrednosti, zabeleženimi pred izvedenimi remediacijskimi ukrepi. Emisijski snovni tok PCB iz vode v zrak vzdolž celotnega toka Krupe (2,6 km) je sredi 90. let 20. stoletja znašal 200 do 500 g/leto, kar je približno desetina vrednosti, zabeleženimi pred desetimi leti oziroma stotinko vrednosti glede na obdobje največje uporabe PCB v tovarni kondenzatorjev (1970–1985) (Polič in sod., 2000). Polič (2005) upravičeno opozarja na veliko negotovost pri oceni prenosa onesnaženja s PCB skozi kraške razpoklinske kamenine podzemlja in iznosa PCB na izviru Krupe iz neznane onesnažene podzemne cone vodnega zbiralnika v kraškem zaledju.

Preglednica 22: Srednje koncentracije PCB v Krupi v obdobju 1986–1996.

opazovano obdobje	število vzorcev	srednje koncentracije PCB (µg/l) *
1986–1988	27	380
1989–1991	30	230
1992–1994	10	120
1995–1996	20	100

*Dovoljena koncentracija PCB 1 µg/l

Vir: Polič in sod., 2000

Vsebnost PCB-ja v doma pridelanih živil (jajca, mleko, kurje meso) v občini Semič, je bila po raziskavi Zavoda za zdravstveno varstvo Novo mesto iz leta 2011 še vedno zelo zaskrbljujoča, čeprav so v splošnem opazni trendi postopnega zniževanja njegove prisotnosti (Harlander, Miljavac, 2011). Glede na določene vrednosti toksičnih ekvivalentov, izračunanih iz izmerjenih vrednosti koncentracij dioksinom podobnih izomer PCB v doma pridelanih živilih, ocenjujejo, da ni mogoče izključiti škodljivega vpliva na zdravje ljudi zaradi uživanja domačega mleka, jajc in mesa kokoši iz obravnavanega območja. Ribe iz Krupe in v odseku Lahinje pod sotočjem s Krupo so glede na izjemno visoke vsebnosti PCB zagotovo zdravju škodljive. Reki v določenih rečnih odsekih nista primerni za ribolov. Vrednosti v letu 2010 so bile visoko nad vrednostjo praga za ukrepanje. V Lahinji po izlivu Krupe je bila vrednost praga ukrepanja presežena 154-krat in več, v reki Krupi pa od 113-krat (klen) do 1.674-krat (4–5 letna potočna postrv, ulovljena pod jezom na izviru) (Harlander, Miljavac, 2011). Ribe iz reke Krupe in reke Lahinje v odseku ob sotočju s Krupo, glede na izjemno visoke vsebnosti toksičnih ekvivalentov iz naslova dioksinom podobnih PCB izomer, so zagotovo zdravju škodljive.

Tudi v podzemnem delu izvira Krupe živi človeška ribica, ki je bila od začetka odlaganja odpadkov polikloriranih bifenilov (tovarna kondenzatorjev v Semiču od leta 1962), zaradi dolgoživosti, skrajno izpostavljena njihovim visokim koncentracijam, ki so se nakopičile v usedlinah plitvega krasa (Bulog, 2007).

Na izredno občutljivost vodnih virov na kraškem območju Bele krajine na vse vrste onesnaževanja med drugim opozarjajo večletne raziskave kopičenja mikroelementov (vključno s težkimi kovinami) v naravnem okolju in tkivih črnega močerila, ki je bil najden v izviru Jelševniškega potoka in izvira Dobličice (Bulog, 2007; Habič in sod., 1990).

Pigmentirana podvrsta proteusa kraškega izvira Jelševniščice (Jelševnik pri Črnomlju) na stiku plitvega in globokega krasa je imela bistveno povečane vrednosti arzena v koži ter cinka in arzena v jetrih. Razlog za povišane koncentracije cinka in arzena so bila odlagališča bližnje livarne, ki je kasneje to onesnaženo območje sanirala in se je onesnaženost okolja bistveno izboljšala. Zaskrbljujoča pa je ugotovitev, da se je v kraškem izviru Jelševnik, v obdobju nizkih poletnih pretokov, koncentracija kisika znižala celo pod 1 mg/O₂/l (Bulog, 2007). V sušnih obdobjih lahko površinski kraški tokovi povsem presahnejo in med nevarnimi posledicami

sušnosti so razmeroma blago redčenje odpadnih voda, povišane koncentracije škodljivih snovi in zmanjšanje koncentracije kisika v kraških izviri. Povečana onesnaženost življenjskega prostora človeške ribice z nevarnimi in strupenimi organskimi snovmi ter kovinami je zanjo lahko usodna, kar pa seveda velja tudi za oskrbo prebivalstva Bele krajine, ki je eksistenčno odvisno od kakovosti zajetega kraškega izvira Dobličice. Sistematične biološke raziskave črnega močerila Buloga (2007) torej še dodatno argumentirajo potrebo po varovanju širšega zaledja Dobličice in Jelševniškega potoka.

Slika 58: Izvir Jelševnik – domovanje črnega močerila.



7 | Prihodnost oskrbe z vodo in druge vloge vodnih virov

V okviru celovite raziskave na območju treh belokranjskih občin, Metlike, Črnomlja in Semiča, je bila leta 2010 opravljena ponovna inventarizacija in vrednotenje treh prevladujočih tipov vodnih virov; izvirov, vodnih kraških jam in stoječih površinskih voda. Opozoriti pa moramo, da obstoječi popis žal ni popoln, saj se je vedenje o lokacijah in imenih nekaterih vodnih virov pri mlajših generacijah v zadnjem obdobju precej izgubilo. Prav zato ima pričujoče delo verjetno še dodatno vrednost.

Zgolj z nekaterimi izjemami je podrobno terensko delo potrdilo strokovno primernost uporabljenih osnovnih tipologij vodnih virov Bele krajine. Pri terenskemu popisu izvirov in stoječih površinskih vod so bili torej osnovni tipološki kriteriji povsem nedvoumni: a) vodnatost oziroma pretočnost pri izviri in b) vodno telo oziroma vodna površina pri stojećih površinskih vodah brez odtoka. Opozoriti pa je potrebno na tipološko dilemo pri razvrščanju kraških jam, ki pa predstavlja širši raziskovalni problem. Pokazalo se je namreč, da bi bilo umestno pri podrobnejši tipologiji izdvojiti ti. pretočne kraške jame, ki so sicer v osnovi geomorfološka kategorija, a se po hidrološki klasifikaciji zaradi terensko nedvoumno ugotovljenega vodnega pretoka v širšem pomenu uvrščajo v tip izvirov.

Naslednja skupina izdelanih tipologij vodnih virov je bila izdelana na osnovi posamezne fizičnogeografske in družbenogeografske značilnosti, ki je značilna za vse tipe vodnih virov in sicer glede na naslednje značilnosti: nadmorska višina, matična podlaga, dostopnost in zaraščenost in raba vodnega vira v preteklosti. Kombinacija terenskega dela, uporabe GPS in seveda upoštevanje dosedanjih spoznanj strokovne literature, je omogočila ustrezno razvrstitev izbranih predstavljenih kategorij v razrede. Zaradi hidrogeografskih razlik med osnovnimi evidentiranimi vodnimi viri je bila za izvire izvedena še tipologija glede naslednjih značilnosti: ocena povprečnega pretoka izvirov v bolj sušnem obdobju leta, stalnost izvira, kraškost oziroma nekraškost izvira in obzidanost izvira (kar kaže na pomen in rabo izvira v preteklosti). Za dodatno, specifično razvrščanje stojećih površinskih vod, sta bili uporabljeni še tipologiji glede na površino vodnega telesa in virov napajanja oziroma glede na značilnosti hidrogeografskega zaledja. Z vidika potencialov vodnih virov (kot ključnega regionalnega vira) pa smo, na osnovi kombiniranja različnih lastnosti posameznih vodnih virov, opredelili tudi vodnoekološko ogroženost posameznega vira. Glede na izdelano tipologijo hidroekološke občutljivosti, smo lahko oblikovali predloge razvojno-varovalne funkcije vodnih virov v prihodnosti.

Na osnovi terenskih ugotovitev in upravičenega predvidevanja bistveno večjega prihodnjega pomena izvirov, vodnih kraških jam in stojećih površinskih vod (pa tudi vodnih tokov

nasploh), bi bilo v prihodnje smiselno izdelati še naslednje sintezno zasnovane tipologije vodnih virov:

1. na osnovi ekosistemskega pomena oziroma na osnovi ekosistemskih storitev, vloge pri ohranjanju biotske raznovrstnosti itd.;
2. večplastnega razvojno-varovalnega prihodnjega pomena vodnih virov (npr. za regionalno ali lokalno zajetje, potencialni rezervni vodni vir oskrbe prebivalstva, potencialni vodni vir za namakanje, habitatni pomen, kulturološki pomen itd.).

7.1 Status varovanja vodnih virov

S pomočjo Mire Ivanovič in Mateja Simčiča iz Zavoda RS za varstvo narave (Območna enota Novo mesto) smo vodne vire ovrednotili tudi z vidika njihovega že obstoječega statusa varovanja. Poudariti velja, da so npr. vsi vodni viri na območjih krajinskih parkov (KP Lahinja in KP Kolpa) uvrščeni med vodne vire s statusom naravne vrednote oz. se že nahajajo znotraj večjih naravnih vrednot hidrološkega značaja (Preglednica 23, Slika 59). Po podatkih Zavoda RS za varstvo narave, Območna enota Novo mesto, je imelo leta 2010 na območju Bele krajine 170 (65 % od skupno 261) vodnih virov status naravne vrednote oz. so se nahajali znotraj večjih naravnih vrednot hidrološkega značaja. Njihova gostota pa je največja na območju belokranjskega kraškega ravnika, zlasti ob Kolpi, na zahodnem stiku kraškega ravnika z obrobjem Kočevskega Roga in v Krajinskem parku Lahinja. Nekoliko manjša gostota vodnih virov s statusom naravne vrednote je v severovzhodnem delu Bele krajine, sicer pa je z regionalnega vidika njihov skupni delež zadovoljiv. Ob upoštevanju tudi kulturnega vodnega izročila Kočevarjev, pa se na osnovi izvedenega popisa zdi smiselno, da se zlasti na območju Kočevskega Roga poveča število vodnih virov s statusom naravne vrednote. Potrebno bi bilo tudi, da se vodnim virom Kočevarjev, zaradi določenih specifičnosti rabe in skromnega števila starejših informatorjev nameni posebna pozornost, kar potrjujejo tudi raziskovalna prizadevanja Janeža (1998) in Prelesnika (2007).

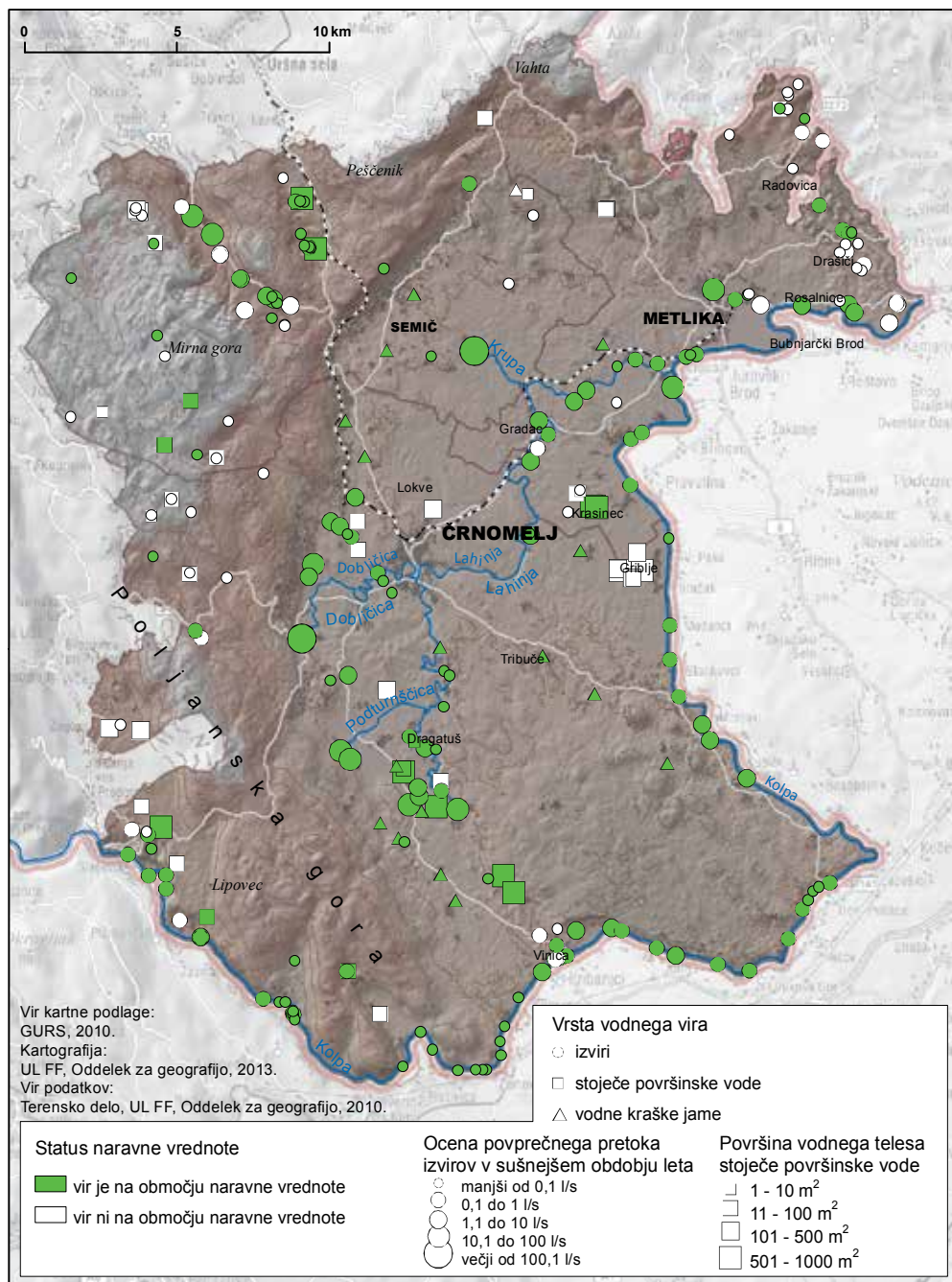
Preglednica 23: Vodni viri glede na status naravne vrednote leta 2010.

naravna vrednota	število	delež (%)
nima statusa	91	35
ima status vrednote	170	65
skupaj	261	100

Vir: Uprava za varstvo narave, OE Novo mesto, 2010

Ker rezultati izvedenega sistematičnega popisa (skupaj s fotografijami) omogočajo prvo strokovno primerljivo celostno presojo primernosti naravovarstvenega statusa obravnavanih tipov vodnih virov, bi bilo na tej osnovi (in dodatnimi terenskimi ogledi ob vključitvi ustreznih strokovnjakov) smiselno strokovno prevetriti obstoječi seznam vodnih virov in ga kritično dopolniti.

Slika 59: Vodni viri glede na status naravne vrednote leta 2010.



7.2 Upravljanje z vodnimi viri

Pri pripravi predlogov razvojnih in varovalnih usmeritev, za katere se bodo izdelali načrti upravljanja, se kaže nujnost upoštevanja geografskih, geoloških, bioloških, družbenih in kulturnih specifičnosti lokacije, hidrogeološke in hidrološke občutljivosti zaledja ter vodnega vira, načinov sedanje in pretekle (ne)rabe vodnega vira. Z geografskega vidika velja poudariti, da je pri načrtih upravljanja razen geografske in geološke sestave zaledja belokranjskih vodnih virov ključnega pomena tudi pretekla vodnooskrbna vloga in s tem povezana vloga zajetih vodnih virov kot lokacij srečevanja lokalnega prebivalstva. Zato je začetni proces obnavljanja nekoč lokalno vodnooskrbno pomembnih izvirov, kraških vodnih jam, kalov in ribnikov tudi s sociološko-psihološkega, prepoznavnega in izobraževalnega vidika zelo pomemben. Postopki obnavljanja vodnih virov pa morajo potekati naravovarstveno in tudi širše varovalno premišljeno in strokovno korektno. Vsekakor ponovno poudarjamo izjemen pomen lokalnih iniciativ, ki želijo obnoviti vaški vodni vir kot ključno mesto ponovnega srečevanja vaščank in vaščanov.

V prihodnje lahko pričakujemo, da bodo izbrani belokranjski vodni viri postali trajnostno sonaravni izobraževalni poligoni, del vodnih izobraževanih poti, z dodatno poudarjeno okoljsko vzgojno vlogo. Zaradi pričakovanega večjega pomena ekosistemskih storitev (vključno z biotsko raznovrstnostjo) pa naj bi navedena tematika postala pomembnejša sestavina načrtov upravljanja. Tako je kale v kočevskih gozdovih potrebno ohranjati zaradi vode za divjad in zaradi mokrišč, ki jih obkrožajo (Prelesnik, 2007). Mokrišča so na Kočevskem zelo redka, zato velja kale ohraniti zaradi posebnosti celotnega biotopa. Kot primer naravnih mokrišč v Beli Krajini pa lahko izpostavimo Nerajske in Lahinjske luge ter Mlako, ki se vsa tri nahajajo v povirnem delu Lahinje. Vključena so v Krajinski park Lahinja ter med območja Nature 2000, Lahinjske in Nerajske luge pa sta obenem še naravna rezervata. Omenjena mokrišča so pomembna predvsem z vidika ohranjanja biotske pestrosti, saj navkljub svoji majhnosti nudijo življenjski prostor številnim redkim in ogroženim vrstam. Zaradi samočistilnih procesov, ki se vršijo v mokriščih, se njihova pokrajinska vloga kaže tudi v povečevanju kvalitete vode.

Med razvojnimi usmeritvami bo tudi z vidika vsebin načrtov upravljanja ključna sedanja in prihodnja vodnooskrbna vloga. Glede na pričakovane trende rabe pitne vode v Beli krajini (stabilizacija prebivalstva in porabe vode) objektivno ni pričakovati, da bi se potrebe bistveno povečale, določene rezerve so namreč v zmanjšanju izgub v obstoječem vodovodnem omrežju. V bližnji prihodnosti pa lahko pričakujemo, da bo prišlo do zaprtja črpališča Obrh sredi Metlike (pokrajinska obremenjenost vodnoekološko občutljivega zaledja) in črpališča Kolpe pri Vinici. Tudi zato, predvsem pa zaradi pričakovanih podnebnih sprememb in možnosti onesnaženosti katerega od obstoječih zajetih vodnih virov, bi bilo potrebno v načrtih upravljanja opredeliti nekaj izvirov večje vodnatosti, ki bi služili kot vodooskrbni rezervni vodni viri (npr. Poganec ob Kolpi pri Primostku). Voda izbranih potencialnih vodnih virov za oskrbo s pitno vodo v kritičnih obdobjih bi morala biti kakovostna. V prihodnje bodo verjetno večji pritiski na rabo vodnih virov za namakanje, vendar v knjigi predstavljeni tipi vodnih virov niso primerni za navedeno funkcijo.

Med razvojnimi usmeritvami je potrebno izpostaviti tudi turistično-rekreacijsko vlogo predstavljenih treh tipov vodnih virov. Realno je pričakovanje, da bo v prihodnje njihov turistično-rekreacijski pomen vse večji. Pripravljalcem načrtov upravljanja predlagamo, da se pri predlogih njihove turistično-rekreacijske vloge v največji meri, poleg ožjih naravovarstvenih smernic, upošteva tudi hidrogeološka in hidrološka občutljivost vodnih virov in njihovega zaledja. Turistično rabo je potrebno načrtovati predvsem v okviru omejenih samočistilnih zmogljivosti. Sonaravne oblike turizma in rekreacije praviloma ne presegajo samočistilnih zmogljivosti, vendar velja poudariti, da so območja številnih belokranjskih vodnih virov habitati vrst, ki jih pretirana turistična raba in obiski ogrožajo.

Z vidika razvojnih funkcij je potrebno omeniti, da poselitve in druge človekove dejavnosti ne smejo ogroziti kakovostne vode vodnih virov. Za pretežno vodnoekološko zelo občutljive vodne vire Bele krajine to pomeni, da se okoljski pritiski ne smejo povečati, temveč zmanjšati. Načrti upravljanja naj torej vključujejo vodovarstvene ukrepe zmanjševanja obremenjevanja naselij in dejavnosti z odpadnimi vodami. Razen klasičnih načinov zmanjševanja obremenjevanja (z gradnjo kanalizacijskih omrežij in bioloških čistilnih naprav) bi bilo smiselno razširiti gradnjo rastlinskih čistilnih naprav in malih, cenovno vse bolj dostopnih hišnih čistilnih naprav za številna manjša naselja in zaselke. Zmanjšati je potrebno tudi kmetijske pritiske v zaledju nekaterih izvirov in omejiti, strogo nadzirati in, v številnih vodnoekološko občutljivih zaledjih vodnih virov in vseh varovanih območjih, prepovedati uporabo obdelane gnojevke iz bioplinarne Lokve pri Črnomlju.

V načrtih upravljanja z varovalno-razvojnega vidika bi se morala pozornost prednostno nameniti kraškemu izviru Krupe, zajetemu kraškemu izviru Dobličice, izviru Šterna oz. Jarek pod Radovico (obnovljeno lokalno črpališče), vodni kraški jami Starolipski breg v Stari Lipi (opuščeno lokalno črpališče) in Gornjemu kalu pri Hrastu pri Vinici (površinska stoječa voda).

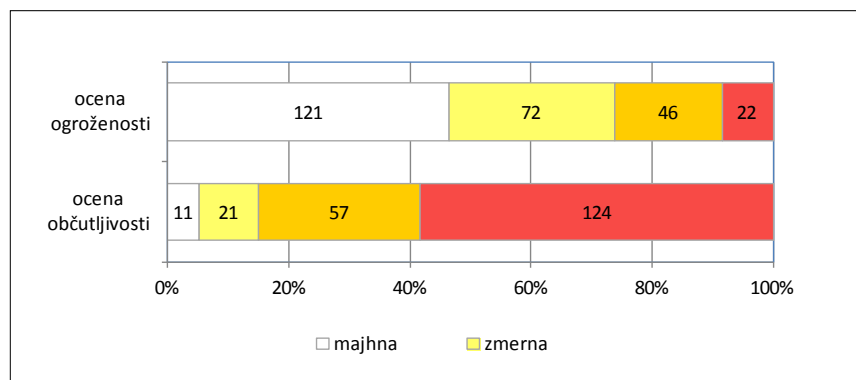
7.3 Ocena pokrajinske ranljivosti

Pokrajinska ranljivost vodnih virov je skupni učinek pokrajinske občutljivosti in ogroženosti voda, največjo pokrajinsko ranljivost pa imajo vodni viri z veliko pokrajinsko občutljivostjo in hkrati z veliko pokrajinsko ogroženostjo oziroma obremenjevanjem vodnih virov (zlasti z odpadnimi vodami).

Belokranjske vodne vire, torej ne le izvire in vodne kraške jame, temveč tudi vodne tokove, označuje praviloma velika ali zelo velika vodna občutljivost na onesnaževanje. Le-ta ne izvira zgolj iz večje hidrogeološke občutljivosti zaledij, temveč je tudi posledica zelo nizkih povprečnih pretokov večine izvirov v sušnejših obdobjih (poleti), višjih poletnih temperatur vode (manjša vsebnost kisika v vodi) in skromnih strmcev belokranjskih rek in drugih vodnih tokov (skromno prezračevanje in izmenjava vode). Zgolj primerjava ugotovljenih zelo okvirnih ocen ogroženosti (obremenjevanja) in občutljivosti zaledij evidentiranih izvirov in vodnih kraških jam pa kaže, da je njihova vodnoekološka občutljivost bistveno večja od nji-

hove ogroženosti oziroma obremenjevanja voda. Vodnoekološka občutljivost belokranjskih vodnih virov je pokrajinska determinanta, kateri je potrebno prilagoditi obseg in stopnjo obremenjevanja voda, ki mora biti minimalna in še dodatno prilagojena predvsem v vse pogostejših sušnih poletnih vodnih razmerah.

Slika 60: Ocena hidrogeološke občutljivosti in vodnoekološke ogroženosti vodnih virov.



Vir: Terensko delo, Oddelek za geografijo, FF UL, 2010.

Metliški Obrh je najizdatnejši kraški izvir v severovzhodnem delu Bele krajine in se neposredno izliva v Kolpo. Zajet je za vodno oskrbo s pitno vodo, ob suši pa ima majhno vodnatost in občutljivo kraško zaledje. Zaradi lege v mestnem središču Metlike, dokaj poseljenega zaledja in večjega deleža kmetijskih zemljišč v hidrološkem zaledju, je zanj značilna velika obremenjenost. Kraško površinsko zaledje Metliškega Obrha še ni podrobneje opredeljeno, dokazano je, da Sušica iz požiralnikov pod Radatovići odteka v Obrh, kamor so usmerjene tudi vode iz Jamnika in Priseljskega potoka (Habič, Kogovšek, 1992). Ugotovljena je tudi bifurkacija, saj se del ozemlja zahodnega Žumberaka odmaka v porečje Krke (Težka voda), večji del pa v porečje Kolpe (Metliški Obrh, Krupa) (Vujnović, 2010). Zahodni Žumberak zaradi pester litološke sestave označujejo velike lokalne spremembe prepustnosti kamnin in njihove občutljivosti. Pretežni del porečja Metliškega Obrha iz zahodnega dela Žumberaka je v območju zelo velike in velike občutljivosti oziroma zmanjšane zaščite vodonosnika (Vujnović, 2010). Dokaj obsežno hidrološko zaledje Metliškega Obrha je zelo občutljivo in hkrati zelo dejansko in potencialno obremenjeno. Zaradi velike pokrajinske ranljivosti zajetega Metliškega Obrha bo potrebno poiskati druge vodnoekološko manj izpostavljene vodonosnike za oskrbo s pitno vodo.

Vodna oskrba občine Metlike je vezana tudi na porečje Jamnika v pogorju Gorjanci-Žumberak, ki je na območju sosednje Hrvaške. Sistem Jamniki (3–12 l/s) oskrbuje okoli petino prebivalcev občine Metlike. Na celotnem območju Parka prirode »Žumberak – Samoborsko gorje« leta 2010 še ni bila vzpostavljena kanalizacijska mreža, vse odpadne vode so nekontrolirano vstopale v kraško podzemlje, kar znižuje kakovost podzemnih voda (Vujnović, 2010).

Podrobno so bile raziskane tudi podzemne vodne povezave v zaledju izvira Dobličica, ki prihaja na dan ob vznožju Poljanske gore na zahodnem obrobju Dragatuškega podolja. To območje z mnogimi večjimi in manjšimi izviri predstavlja pomemben hidrografski vozle Bele krajine. Okoli Doblič se podzemeljske vode prilivajo na površje še nižje kot v dolini Kolpe med Adlešiči in Gribljami. Nižje od Dobličice (140 m) je le izvir Krupe (135 m). Z vidika zaščite vodne oskrbe velja podčrtati, da za natančno omejitev zaledja Dobličice in za celotno opredelitev kraškega razvodja med Krko in Kolpo še ni dovolj zanesljivih podatkov, možna pa je okvirna omejitev. Prav tako ni dokazano možno skupno hidrografsko zaledje dveh največjih kraških izvirov severozahodne Bele krajine, torej Dobličice (povprečni minimalni pretok okoli 100 l/s) in izvira Jelševniškega potoka oziroma Jezera (povprečni minimalni pretok okoli 20 l/s). Poskusno črpanje stalnih zalog Dobličice leta 1986 je pokazalo na izjemen pomen in vrednost tega izvira za oskrbo Bele krajine z vodo in podčrtalo potrebo po minimizaciji možnih negativnih okoljskih vplivov, ki bi ogrozili varno oskrbo. Dejansko je potrebno skrbno varovanje celotnega zaledja izvira Dobličice.

Obenem je, v primerjavi s hidrografskim zaledjem Krupe, pokrajinska ogroženost zajetega izvira Dobličice zaradi večje gozdnatosti, manjšega deleža njivskih površin in redkejša poselitve, nekoliko manjša. Vendar potencialno ogroženost povečuje cesta v bližnjem zaledju izvira, raba fitofarmaceutskih pripravkov na bližnjih vinogradih, odpadne vode naseljenega dela Dobliške gore (vključno z vikendi), nekontrolirano odlaganje odpadkov in možna uporaba gnojek na kmetijskih površinah. Sledenje ponikalnice iz kraške uvale Koprivnik je pokazalo, da verjetno vode celotnega podolja Koprivnika, Nemške Loke in Poljanske doline podzemeljsko odteka v Dolski potok (Habič in sod., 1990). Dokazana pa je bila zveza Mitlarskega studenca (ob cesti Dobličice-Koprivnik, okoli 2 km od Bistrice) z Dobličico. Obstoja pa možnost, da se iz zaledja Dobličice del globinskih kraških voda usmerja tudi proti Krupi. Ob sledenju Mitlarskega studenca junija 1989 se je namreč obarvana voda z rododaninom pojavila v zelo skromni koncentraciji tudi v dveh vzorcih Krupe, ni pa se pojavila v Jelševniku in Obrščici (Habič in sod., 1990).

Opozoriti velja, da bi bilo potrebno pri opredeljevanju vodovarstvenih območij in s tem povezani predlogi upravljanja posameznega zajetega izvira, upoštevati načelo previdnosti. Ni namreč izključeno, da je zaradi specifičnosti podzemnega kraškega pretakanja vode in s tem povezanega poteka kraške razvodnice površina zbirnega območja ob določenih vodnih razmerah večja in morda obsega tudi del višjega, poseljenega območja. Lahko zaključimo, da je potrebno v varovalno območje Dobličice in sosednjih izvirov od Jelševnika do Nerajca vključiti celotno Poljansko goro, ne glede na večjo ali manjšo hidrološko zvezo med izviri (Habič in sod., 1990). Iz tega varovalnega območja bi morda lahko izključili le skrajni jugovzhodni del med Novo Lipo in Vinico, Sinjim Vrhom in Špeharji, od koder se vode odcejaajo neposredno h Kolpi. Ker pa so tamkajšnji studenci tudi dragocen vir pitne vode, je potrebno varovalno območje razširiti čez vso Poljansko goro do Kolpe.

Po raziskavah Habiča in sodelavcev (1990) je zaradi potreb po občasni rabi stalnih zalog v zaledju obravnavanih izvirov potrebno varovati tudi nizki kras ob vzhodnem vznožju Poljanske gore. V to dodatno varstveno območje s posebnim režimom spada predel med Kotom, Otovcem, Blatnikom, Kvasico, Dragatušem, Nerajcem, Suhorjem, Novo Lipo in Vinico.

Kakovost belokranjskih kraških voda je torej dejansko izključno odvisna le od učinkovitega preprečevanja ploskovnega in točkovnega onesnaževanja, saj so praktično vsa zaledja večjih kraških izvirov skoraj v celotnem obsegu vodnoekološko izredno občutljiva. Vsaka dodatna količina obremenjevanja občutljivih zajetih in nezajetih belokranjskih kraških izvirov pomeni dejansko in potencialno ogrožanje kakovostne vodne oskrbe prebivalstva, biotopov in občutljivih vodnih organizmov.

Tudi v belokranjskem visokem in nizkem krasu je zaradi načina pretakanja voda potrebno varovati celotno hidrografske zaledje vsakega izvira posebej in več izvirov skupaj. V podzemlje preniknejo deževnica in vse odplake, ki nato kjerkoli v zaledju dosežejo kraško površje. Del jih hitro odteče, del pa se še dolgo zadrži v podzemlju. Za razliko od območij rečno-ledeniških vodonosnikov z medzrnsko poroznostjo (npr. Ljubljanska kotlina, Dravsko-Ptujsko in Mursko polje) v kraških vodonosnikih po mnenju krasoslovca Habiča in sodelavcev (1990) niso smiselni različni varstveni pasovi, saj v takih razmerah kakovost vode ne more biti vezana na čas njenega zadrževanja v podzemlju ali samočiščenja med odtokom v oddaljen izvir.

Preprečevanje obremenjevanja vodnoekološko občutljivih zaledij zajetih in nezajetih vodnih virov je za Belo krajino torej ključnega pomena. Vsako dodatno obremenjevanje (npr. s predelano gnojevko bioplinarne ali pretirana uporaba mineralnih gnojil, sredstev za varstvo rastlin, neurejeno čiščenje komunalnih odpadnih vod itd.) v občutljivih kraških zaledjih belokranjskih vodnih virov bi moralo biti omejeno, v posameznih širših zaledjih kraških izvirov pa celo strogo prepovedano.

8. SUMMARY

Water resources of Bela Krajina

In the past, water resources were one of the crucial factors affecting settlement patterns in the karstified area of Bela Krajina. Due to the limited surface water network, sufficiently abundant and permanent springs and water-containing karst caves were especially important for supplying drinking and household water for the local population, while ponds were intended primarily for watering livestock. Their roles were gradually taken over first by the collection of rainwater from roofs, and later on by an increasingly advanced piped water supply network. Village ponds thus gradually came to be abandoned, due partly to decreased demand for water (due to the abandonment of agriculture and the resultant decline in herd size) as well as to a certain extent because water from ponds was replaced by rainwater and tap water. Hence ponds have been abandoned and have reverted to natural vegetation, and some in addition to losing their function have become completely lost.

The abandonment of springs and water-containing karst caves was brought about by a change to the traditional way of supplying water. The former connections between humans and water resources, which in their time made possible survival, were thus cut. When the water supply network brought in water to Bela Krajina households from more distant regions, inhabitants' knowledge of local water resources gradually began to fade.

Dušan Plut first drew attention to the complex problem of water as a regional resource (in the especially sensitive karst environment) thirty years ago in his doctoral dissertation *Water in Bela Krajina and its use*, but since that time conditions have changed significantly, particularly in the relationship between humans and water resources. In 2010, by taking a field inventory of water resources of the entire area of three Bela Krajina municipalities (Črnomelj, Metlika and Semič), we therefore once again carried out extensive field research, recording in detail and evaluating water resource susceptibility to pollution, actual threat level posed by the impact of human activities, and overall vulnerability of three types of water resources: springs, standing surface water, and water-containing karst caves. The survey was conducted as part of the international project "Sources of life – watering ponds, fish ponds, and springs: our past – our future"; it was carried out on the Slovenian (Bela Krajina) as well as the Croatian side (the wider region of Žumberak).

In Bela Krajina, altogether 261 water resources were recorded, mapped, photographed, and described. Springs were the most numerous (196), but there was also a large number of standing surface water bodies (48) and water-containing karst caves (17). In addition to geographical field work, which is indispensable in evaluating regional water resources, the formulation of methodology for further evaluation of landscape susceptibility to pollution and level of threat to water resources has great scientific value. Our work has also resulted in the preparation of a comprehensive data and spatial base which will be expanded as indicat-

ed with newly recorded resources, although we estimate that the survey already conducted covered the majority of the most important water resources.

Due to specific hydrogeographical conditions, the distribution of water resources differs among the individual Bela Krajina municipalities. We recorded the most water resources in the municipality of Črnomelj, which is the largest in area. Here we found the most water-containing karst caves (due to their greater density in the southern part of the Bela Krajina plain). The municipality of Metlika has the highest density of water resources, followed by the municipalities of Črnomelj and Semič. In the municipality of Metlika a high density of smaller water resources is typical in particular of the extreme northeastern part of the municipality between the villages of Krašnji Vrh and Božakovo, where deposits of flysch predominate. Numerous and somewhat more abundant water resources in the municipality can be found along the Lahinja and Kolpa rivers, where the karst underground water comes closest to the surface. The lowest density of water resources is in the northwestern limestone part of the municipality between Vahta and Metlika, where the land rises towards the high karst area of Gorjanci.

The municipality of Semič has the lowest density of water resources. In most of its territory high karst predominates. A very low density of water resources is typical for the highly permeable limestone part of the hinterland of the source of the Krupa River in the southeastern part of the municipality. In the higher western part, where somewhat less permeable dolomite rock predominates, the density of water resources is significantly higher.

For the purposes of determining the susceptibility to pollution and actual threat level for every single recorded water resource, in addition to recording the location and elevation we also identified the lithological composition of the influencing catchment area, estimated the base flow during the dry season and its permanence, ascertained the former use of each resource, its accessibility and condition today (including the extent to which it is overgrown), and land use in the area of influence, and estimated direct and indirect sources of pollution for every location. Based on the data collected, we provided a final assessment of the landscape vulnerability of water resources, which is in fact the effect of the landscape sensitivity and the threat level to the water.

The extremely high susceptibility of water resources to pollution in Bela Krajina results to the greatest extent from the geological conditions and the predominance of carbonate karst rocks. The quality of Bela Krajina karst water is in fact dependent exclusively on the effective prevention of both point source and nonpoint source pollution, since the water ecology of practically all of the catchment areas of the major karst springs in their entirety is extremely sensitive. Each additional quantity of pollution of Bela Krajina karst springs means an actual and potential threat to the quality of the water supply to the population, biotopes, and sensitive water organisms.

The hydrogeological sensitivity of the water resources inventoried arises from the fact that the susceptibility to pollution of water resources in karst areas is a consequence of the characteristics of the catchment area of the resources (Ravbar, 2007). A rough assessment of the hydrogeological sensitivity of the catchment area of springs was conducted using an estimate of the location and size of the catchment area with respect to average flows and associated specific discharge (l/s/km^2) of springs. General hydrogeological sensitivity of the approximately estimated catchment area of springs is a function of their predominant lithological composition. The same is true of water-containing karst caves, where it stems from the predominant lithological composition of their immediate surroundings in a circle of 500 m.

Characteristic of Bela Krajina water resources is a high or very high hydrogeological sensitivity of the catchment area of springs and water-containing karst caves: almost 85% of the inventoried water resources fell into these two categories. This sensitivity is due to the predominance of a limestone, highly dissected, stony surface with a thin layer of soil. It should be noted that all the dammed springs for supplying drinking water to Bela Krajina are classified as hydrogeologically very sensitive (very high or high sensitivity). The prevention of pollution of sensitive catchment areas of dammed and undammed water resources is of crucial importance for Bela Krajina. Every additional source of pollution (for example, biogas slurry or excessive use of mineral fertilizers and plant protection products, inadequate treatment of municipal wastewater, etc.) in the sensitive karst hinterland of Bela Krajina water resources should be limited and in certain areas strictly prohibited.

A rough assessment of the threat level from pollution to water resources is derived from the actual and potential pollution of all three types of water resources. In classifying water resources according to threat level we took into account the actual and potential, direct and indirect pollution of a water resource, which is dependent on settlement pattern (towns, villages, farms), municipal infrastructure (municipal wastewater treatment), economic structures (companies, small businesses. etc.), transportation, and use of the surrounding area of water resources. A large majority of Bela Krajina water resources have relatively small and usually sparsely settled catchment basins. Thus almost half of the Bela Krajina water resources inventoried are categorized as having a low (46.4 %) or moderate (27.6 %) level of threat.

Water resources with high or very high threat levels are less common, but it should be noted that due to the extensive intervening hinterland there are many large springs among them that are important to the water supply (e.g. the dammed springs of Dobličica and Metliški Obrh and the undammed spring of the Krupa).

In the territory of all three Bela Krajina municipalities, despite the number of water resources, there are problems with the abundance of water as well as its quality. Bela Krajina water resources, i.e. not just springs and water-containing karst caves but also streams and rivers, are generally characterized by high or very high susceptibility to pollution. This stems not just from the greater hydrogeological sensitivity but is also a consequence of very low aver-

age flows of the majority of springs during periods of low flow (in summer), higher summer water temperatures (lower oxygen content in the water) and the modest gradients of Bela Krajina rivers and streams (poor aeration and exchange of water as well as less dilution). Just a comparison of the assessments of threat levels determined (pollution) and the sensitivity of the hinterlands of all the recorded springs and water-containing karst caves shows that their susceptibility to pollution is significantly greater than their threat level. The susceptibility to pollution of Bela Krajina water resources is a landscape determinant to which the extent and level of water pollution will need to be adapted, which must be minimal and additionally adapted to the significantly greater susceptibility during the increasingly frequent drier summer water conditions in Slovenia.

Inventorization and a broader, multi-faceted valuation of crucial water resources in Bela Krajina, ongoing and scientifically accurate updating of data, and the maintenance of a permanent register of water resources make up a crucially important basis for strengthening and expanding the role of water resources in the lives of the local inhabitants, livestock, plant and animal life and in this way contributing to the well-being of the population and the conservation of Bela Krajina ecosystems.

9. Viri in literatura

- Agencija RS za okolje, arhivski hidrološki podatki, 2012. URL: http://www.arso.gov.si/vode/podatki/arhiv/hidroloski_arhiv.html (4. 2. 2012)
- Agencija RS za okolje, kakovost kopalnih voda, 2010. URL: <http://www.arso.gov.si/vode/kopalne%20vode/arhiv2010.html> (4. 2. 2012)
- Frantar P., ur. 2008. Vodna bilanca Slovenije 1971–2000. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje, 119. str.
- Bricelj, M., 2007. Geografske zasnove za upravljanje z vodnimi viri Slovenije. Doktorsko delo. Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 121 str.
- Bukovac, J., Poljak, M., Šušnjar, M., Čakalo, M., 1984. Osnovna geološka karta SFRJ. Tumač za list Črnomelj. 1983. Beograd, Savezni geološki zavod, 63 str.
- Bulog, B., 2007. Okoljske in funkcionalno-morfološke raziskave močerila (*Proteus anguinus*). *Proteus*, 70, 3, str. 102–109.
- Frantar, P., 2012. Temperaturni režimi rek v Sloveniji v obdobju 1976–1990 in spremembe režimov v obdobju 1991–2005. *Geografski vestnik*, 84, 2, str. 11–28.
- Frantar, P., Hrvatin, M., 2005. Pretočni režimi v Sloveniji med letoma 1971 in 2000. *Geografski vestnik*, 77, 2, str. 115–127.
- Gams, I., 1961. H geomorfologiji Bele krajine. *Geografski zbornik*, 6, str. 191–240.
- Gams, I., 2003. Kras v Sloveniji v prostoru in času. Ljubljana, Založba ZRC, 516 str.
- Habič, P., Kogovšek, J., 1992. Sledenje voda v kraškem zaledju Krupe v JV Sloveniji. *Acta Carsologica*, 21, str. 35–76.
- Habič, P., Kogovšek, J., Bricelj, M., Zupan, M., 1990. Izviri Dobličice in njihovo širše kraško zaledje. *Acta Carsologica*, 19, str. 5–100.
- Harlander, D., Miljavac, B., 2011. Posledice vpliva PCB na okolje v Beli krajini z oceno tveganja za zdravje ljudi zaradi uživanja doma pridelanih živil (jajca, mleko, perutnina) in rib iz reke Krupe, glede na vsebnost PCB“. Novo mesto, Zavod za zdravstveno varstvo Novo mesto, 27 str. URL: <http://dl.dropboxusercontent.com/u/33999911/PCB-2010-dopolnjeno%20porocilo-28sep2011.pdf> (Citirano: 13. 5. 2011).
- Henigsmann, V., 1998. Voda – vir življenja (Povzetek raziskovalne naloge učencev OŠ Belokranjskega odreda Semič). V: Ličen Tesari, S. (ur.). Voda v Beli Krajini. Zbornik ob stoletnici napeljave prvega belokranjskega vodovoda 1898–1998. Semič, Občina Semič, str. 6–9.
- Ivanovič, M., 1998. Vodni viri kot naravna in kulturna dediščina. V: Ličen Tesari, S. (ur.). Voda v Beli Krajini. Zbornik ob stoletnici napeljave prvega belokranjskega vodovoda 1898–1998. Semič, Občina Semič, str. 10–16.
- Ivanovič, M., 2008. Krajinski park Lahinja – širše zavarovano območje. V: Plut, D. (ur.). Bela krajina in Krajinski park Lahinja. Ljubljana, Znanstvena založba Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani, Oddelek za geografijo, str. 25–42.
- Janež, F., 1998. Vodni viri na območju Mirne gore. V: Ličen Tesari, S. (ur.). Voda v Beli krajini. Zbornik ob stoletnici napeljave prvega belokranjskega vodovoda 1898–1998. Semič, Občina Semič, str. 20–22.

- Jeršek, M., Rožič, B. 2013. Geološke značilnosti Bele krajine. V: Štangelj, M., Ivanovič, M. (ur.). *Narava Bele krajine*. Metlika, Belokranjski muzej, str. 21–33.
- Kolbezen, M., Pristov, J., 1998. Površinski vodotoki in vodna bilanca Slovenije. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, 98 str.
- Komunala Črnomelj, 2013.
- Komunala Metlika, 2013.
- Kramarič, J., 2007. Mlinska kolesa so obstala – mlini in žage ob Lahinji in Dobličici. Črnomelj, 70 str.
- Lampič, 2005. Kmetijstvo kot priložnost sonaravnega razvoja podeželja v Sloveniji. Geografski pogledi na regionalni razvoj. Dela, 23, str. 167–219.
- Melik, A., 1959. Posavska Slovenija. Ljubljana, Slovenska matica, 595 str.
- Mihelčič, J., 1998. Kronološki pregled razvoja vodovodnega omrežja v Beli krajini: Vodovod Metlika. V: Ličen Tesari, S. (ur.). *Voda v Beli Krajini. Zbornik ob stoletnici napeljave prvega belokranjskega vodovoda 1898–1998*. Semič, Občina Semič, str. 37–38.
- MKGP 2010. Evidenca dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč.
- MKO 2012a. Evidenca dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč.
- MKO 2012b. Evidenca pridelave in predelave ekoloških kmetijskih pridelkov ali živil leta 2012. Interni vir.
- Mohar, R., 1998. Odprtje prvega belokranjskega vodovoda. V: Ličen Tesari, S. (ur.). *Voda v Beli Krajini. Zbornik ob stoletnici napeljave prvega belokranjskega vodovoda 1898–1998*. Semič, Občina Semič, str. 23–29.
- Mrak, I. 2008. Odnos prebivalcev do Krajinskega parka Lahinja. V: Plut, D. (ur.). *Bela krajina in Krajinski park Lahinja*. Ljubljana, Znanstvena založba Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani, Oddelek za geografijo, str. 141–152.
- Mušič, M., 1998. Kronološki pregled razvoja vodovodnega omrežja v Beli krajini: Vodovodno omrežje v občini Črnomelj in občini Semič. V: Ličen Tesari, S. (ur.). *Voda v Beli Krajini. Zbornik ob stoletnici napeljave prvega belokranjskega vodovoda 1898–1998*. Semič, Občina Semič, str. 30–36.
- Natek, K., Stepišnik, U., 2008. Geomorfološke značilnosti Bele krajine in Krajinskega parka Lahinja. V: Plut, D. (ur.). *Bela krajina in Krajinski park Lahinja*. Ljubljana, Znanstvena založba Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani, Oddelek za geografijo, str. 53–70.
- Ogrin, D., 2004. Vreme in podnebje. V: Lovrenčak, F., Pavlovec, R. (ur.). *Narava Slovenije*. Ljubljana, Mladinska knjiga, str. 73–101.
- Ogrin, D., 2008. Splošne in lokalne podnebne značilnosti Bele krajine. V: Plut, D. (ur.). *Bela krajina in Krajinski park Lahinja*. Ljubljana, Znanstvena založba Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani, Oddelek za geografijo, str. 71–90.
- Osnovna geološka karta SFRJ. List Črnomelj. 1983. 1:100.000. Beograd, Savezni geološki zavod.
- Plut, D., 1984. Vode v Beli krajini in njihova uporaba. Hidrogeografska raziskava Bele krajine. Doktorsko delo, Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 403 str.

- Plut, D., 1988. Belokranjske vode. Novo mesto, Dolenjski muzej, 199 str.
- Plut, D., Brečko Grubar, V., 2008. Hidrogeografske značilnosti Lahinje in Krajinskega parka Lahinja. V: Plut, D. (ur.). Bela krajina in Krajinski park Lahinja. Ljubljana, Znanstvena založba Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani, Oddelek za geografijo, str. 91–104.
- Polič, S., 2005. Onesnaženost in ekološke obremenitve okolja kraškega območja reke Krupe s polikloriranimi bifenili – PCB. Doktorsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 127 str.
- Polič, S., Štraus, M., 1986. Poročilo o izvajanju sanacije onesnaženosti okolja s PCB Krupa v DO Iskra Kondenzatorji Semič. Ljubljana, Inštitut Jozef Štefan (SEPO).
- Polič, S., Leskovšek, H., Horvat, M., 2000. PCB Pollution of the Karstic Environment (Krupa River, Slovenia). *Acta Carsologica*, 29, 1, str. 141–152.
- Prelesnik, A., 2007. Vodni viri na Kočevskem. Ljubljana, Založba ZRC, Društvo Kočevarjev staroselcev, 217 str.
- Prestor, J., Rikanovič, R., Janža, M. 2002. Podzemne vode. V: Ušeničnik, B. (ur.). Nesreče in varstvo pred njimi, Ljubljana, Uprava RS za zaščito in reševanje Ministrstva za obrambo, str. 200–205.
- Ravbar, N., 2007. The protection of karst waters – a comprehensive Slovene approach to vulnerability and contamination risk mapping. Postojna, Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Založba ZRC, 254 str.
- Simčič, M., 2008. Geografske smernice naravovarstveno primerne čolnarjenja na Kolpi (Dol pri Starem trgu - Vinica). Diplomsko delo. Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 109 str.
- Strokovne podlage za razglasitev ogroženosti podzemne vode v Republiki Sloveniji. Agencija RS za okolje, Ljubljana, julij 2002.
- SURS, Popis kmetijstva 2000 in 2010.
- Špes, M., Cigale, D., Lampič, B., Natek, K., Plut, D., Smrekar, A., 2002. Študija Ranljivosti okolja (metodologija in aplikacija). *Geographica Slovenica*, 35, 1–2. Ljubljana, Založba ZRC, 150 str.
- Študija vodopreskrbe za vodovod Bele krajine, 1967. Projekt nizke gradnje, Ljubljana.
- Terensko delo, Oddelek za geografijo, FF UL, 2010.
- Trobec, T., 2012. Hidrogeografske značilnosti obalnega pasu in zaledja. V: Ogrin, D. (ur.). Geografija stika Slovenske Istre in Tržaškega zaliva. Ljubljana, Znanstvena založba Filozofske fakultete, str. 135–158.
- Uлага, F., 2002. Trendi spreminjanja pretokov slovenskih rek. *Dela*, 18, str. 93–114.
- Uprava za varstvo narave, OE Novo mesto, 2010.
- Vodni viri v Beli krajini, 2012. OP IPA SI-HR 2007-2013, Občina Črnomelj.
- Vujnović, T. 2010. Hidrogeološke značajke Parka prirode »Žumberak-Samoborsko gorje. Doktorsko delo. Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko naftni fakultet, 168 str.

Seznam preglednic

- Preglednica 1: Pregled evidentiranih in opisanih vodnih virov Bele krajine s terenskim delom leta 2010.
- Preglednica 2: Srednji mesečni pretoki Kolpe pri Metliki za različna obdobja znotraj 1961–2010 v m³/s.
- Preglednica 3: Srednji mesečni pretoki Lahinje pri Gradacu za različna obdobja znotraj 1961–2010 v m³/s.
- Preglednica 4: Pretoki Lahinje pri Gradacu za obdobji 1961–1990 in 1981–2010 v m³/s.
- Preglednica 5: Povprečne mesečne in letne temperature Kolpe pri Metliki in Lahinje pri Gradacu za obdobji 1961–1990 in 1991–2005.
- Preglednica 6: Glavni vodni viri Bele krajine in njihova vodooskrbna vloga (2012).
- Preglednica 7: Zastopanost vodnih virov glede na nadmorsko višino.
- Preglednica 8: Število izvirov glede na kraški značaj.
- Preglednica 9: Ocena povprečnega pretoka izvirov v sušnem obdobju leta.
- Preglednica 10: Ocena površine evidentiranih stoječih površinskih voda.
- Preglednica 11: Nekdanja raba vodnih virov.
- Preglednica 12: Dostopnost vodnih virov.
- Preglednica 13: Raba tal po občinah Bele krajine.
- Preglednica 14: Raba tal na ožjem vplivnem območju vodnih virov.
- Preglednica 15: Površina belokranjskih občin s številom prebivalcev in gostoto poselitve.
- Preglednica 16: Površina KZU in število kmetijskih gospodarstev na območju občin Bele krajine in v Sloveniji.
- Preglednica 17: Površina KZU po velikostnih razredih kmetijskih gospodarstev.
- Preglednica 18: Ocena neposrednih virov onesnaževanja.
- Preglednica 19: Ocena posrednih virov onesnaževanja.
- Preglednica 20: Ocena hidrogeološke občutljivosti izvirov in vodnih kraških jam.
- Preglednica 21: Ocena vodnoekološke ogroženosti vodnih virov.
- Preglednica 22: Srednje koncentracije PCB v Krupi v obdobju 1986–1996.
- Preglednica 23: Vodni viri glede na status naravne vrednote leta 2010.

Seznam slik

- Slika 1: Izvir Podturn v občini Črnomelj.
- Slika 2: Največji belokranjski površinski vodotok Kolpa je zaradi dobre dostopnosti in umirjenega toka zelo priljubljen tudi med rekreativci in turisti.
- Slika 3: Reka Lahinja, glavni pritok reke Kolpe v belokranjskem delu porečja.
- Slika 4: Izvir Krupe, najizdatnejši izvir v Beli krajini.
- Slika 5: Izvir Lahinje, eden izmed osrednjih izvirov Bele krajine, ki izvira pod vasjo Belčji Vrh.
- Slika 6: Povirni del vodotoka Črmošnjičica, ki se odmaka v porečje Krke.
- Slika 7: Mesečne pretočne vrednosti Kolpe pri Metliki za obdobje 1981–2010 v m³/s.
- Slika 8: Mesečne pretočne vrednosti Lahinje pri Gradacu za obdobje 1981–2010 v m³/s.

Slika 9: Mesečni pretočni količniki Lahinje pri Gradacu in Kolpe pri Metliki v obdobju 1981–2010.

Slika 10: Primerjava mesečnih pretočnih količnikov Lahinje pri Gradacu za obdobji 1961–1990 in 1981–2010.

Slika 11: Primerjava mesečnih temperatur Kolpe pri Metliki za obdobji 1961–1990 in 1991–2005.

Slika 12: Primerjava mesečnih temperatur Lahinje pri Gradacu za obdobji 1961–1990 in 1991–2005.

Slika 13: Glavni vodotoki in vodovarstvena območja danes najpomembnejših vodnih zajetij Bele krajine.

Slika 14: Struktura popisanih vodnih virov glede na tip vira.

Slika 15: Prostorski prikaz popisanih vodnih virov glede na tip vira.

Slika 16: Vodna kraška jama Lebica v bližini Semiča.

Slika 17: Vodna kraška jama Gradnica pri Gornjem Suhorju pri Vinici.

Slika 18: Sinjevrški kal pri naselju Sinji Vrh.

Slika 19: Mokrišče pri Gričicah v bližini Komarne vasi, ki ga napaja izvir Gričice.

Slika 20: Število vodnih virov po občinah Bele krajine.

Slika 21: Razporeditev vodnih virov glede na nadmorsko višino.

Slika 22: Struktura vodnih virov glede na litološko sestavo vplivnega območja.

Slika 23: Vodni viri glede na litološko sestavo vplivnega območja.

Slika 24: Izvirna kraška jama Vidovec v bližini naselja Božakovo.

Slika 25: Izvirna kraška jama Pečina v Krajinskem parku Lahinja.

Slika 26: Izvir hipotermalne vode Topličica v bližini naselja Šipek v občini Črnomelj.

Slika 27: Prostorski prikaz izvirov glede na kraški značaj.

Slika 28: Ocena povprečnega pretoka izvirov v sušnem obdobju leta.

Slika 29: Struktura izvirov glede na stalnost.

Slika 30: Izviri glede na stalnost.

Slika 31: Ocena površine evidentiranih stoječih površinskih voda.

Slika 32: Različni viri napajanja stoječih površinskih voda.

Slika 33: Vitel, ki je služila za zajemanje vode iz izvira Suhorski breg v naselju Gornji Suhor pri Vinici.

Slika 34: Struktura vodnih virov glede na njihovo nekdanjo rabo.

Slika 35: Raba vodnih virov v preteklosti.

Slika 36: Urejenost oziroma obzidanost izvirov.

Slika 37: Izvir Sredgora – opuščen, obzidan kočevski izvir s koritom za napajanje živine.

Slika 38: Izvir Nerajčice je eden izmed številnih izvirov nad katerim bdi podoba lurške Marije, ki varuje izvir pred presihanjem.

Slika 39: Izvir Rakovec (Povinograd), ki je zaradi prenehanja uporabe prepuščen zraščanju.

Slika 40: Opuščen, obzidan izvir Stari trg s koriti za napajanje živine.

Slika 41: Dostopnost vodnih virov.

Slika 42: Zaraščenost vodnih virov.

Slika 43: Obnovljen izvir Vušivka pri Bojanji vasi.

Slika 44: Onovljen izvir Osojnski zdenec pri Osojniku.

Slika 45: Obnovljen kal Zagozdac kal pri naselju Zagozdac.

Slika 46: Obnovljena vodna kraška jama Vodenica v bližini Adlešičev.

Slika 47: Struktura rabe tal na območju Bele krajine.

Slika 48: Raba tal na ožjem vplivnem območju vodnih virov.

Slika 49: Primer urejenega, obzidanega Sodevskega kala, v zaledju prevladujejo ekstenzivni travniki.

Slika 50: Površina KZU po velikostnih razredih kmetij v Beli krajini leta 2000 in 2010.

Slika 51: Neposredni viri onesnaževanja vodnih virov.

Slika 52: Posredni viri onesnaževanja vodnih virov.

Slika 53: Posredni in neposredni viri onesnaževanja vodnih virov.

Slika 54: Manjše vodno zajetje izvira Vumole (Adlešiči) ob Kolpi.

Slika 55: Ocena hidrogeološke občutljivosti izvirov in vodnih kraških jam.

Slika 56: Prisotnost alg na samem izviru Dacarji kaže na pretirano onesnaževanje s hranili na ožjem vplivnem območju izvira.

Slika 57: Ocena vodnoekološke ogroženosti vodnih virov.

Slika 58: Izvir Jelševnik – domovanje črnega močerila.

Slika 59: Vodni viri glede na status naravne vrednote leta 2010.

Slika 60: Ocena hidrogeološke občutljivosti in vodnoekološke ogroženosti vodnih virov.

Slika 61: Izjemno ogrožen in občutljiv izvir Obrh neposredno v naselju Metlika.

Seznam popisanih vodnih virov

IME VODNEGA VIRA	TIP VODNEGA VIRA *	OBČINA
Babinec	I	Metlika
Banj	I	Črnomelj
Banovec	I	Metlika
Bikovci	I	Metlika
Bimpargske štirnce, Štirje studenci	I	Črnomelj
Blatnik - zajetje 1	I	Semič
Blatnik - zajetje 2	I	Semič
Boginja vas	I	Metlika
Breški potok - studenec	I	Črnomelj
Brežiček	I	Črnomelj
Buček	I	Črnomelj
Butlivec	I	Metlika
Cerkvenik	I	Črnomelj
Curek	I	Črnomelj
Cvetašev studenec	I	Črnomelj
Črni studenci 1	I	Semič
Črni studenci 2	I	Semič
Črni studenci 3	I	Semič
Črni studenci 4	I	Semič
Dacarji	I	Metlika
Dečinski studenec	I	Črnomelj
Deroh	I	Črnomelj
Divji potok 1	I	Semič
Divji potok 2	I	Semič
Dobreč	I	Črnomelj
Dolenjski zdenec	I	Črnomelj
Draga 1	I	Metlika
Draga 2	I	Metlika
Dragoši	I	Črnomelj
Drašiči 1	I	Metlika
Drašiči 2	I	Metlika
Fučkovski zdenec	I	Črnomelj
Gadina	I	Črnomelj
Geršiči	I	Metlika
Golobinjek	I	Semič
Gričice - izvir	I	Semič
Grmski zdenec	I	Metlika

IME VODNEGA VIRA	TIP VODNEGA VIRA *	OBČINA
Hruščivec	I	Črnomelj
Hruškar	I	Črnomelj
Izvir Črmošnjčice	I	Semič
Izvir Dobljčice	I	Črnomelj
Izvir Krupe	I	Semič
Izvir Lahinja	I	Semič
Izvir Lahinje	I	Črnomelj
Izvir Obrščice	I	Črnomelj
Izvir pod Potoki	I	Semič
Izvir potoka Jez	I	Črnomelj
Izvir pri Drenovcu	I	Črnomelj
Izvir pri Komarni vasi 1	I	Semič
Izvir pri Komarni vasi 2	I	Semič
Izvir pri Komarni vasi 3	I	Semič
Izvir pri Sinjevrškem kalu	I	Črnomelj
Izvir Rakovec (Povinograd)	I	Metlika
Izvir Ribnik	I	Semič
Izvir Sečje selo	I	Črnomelj
Izvir Sredgora	I	Semič
Izvir Topličice	I	Semič
Jakljevac	I	Črnomelj
Japlenica (Sodevci)	I	Črnomelj
Jarbol	I	Črnomelj
Jargot	I	Črnomelj
Javorak	I	Črnomelj
Jelševnik	I	Črnomelj
Jezero v Lahinji	I	Črnomelj
Jurnji vrh 1	I	Metlika
Jurnji vrh 2	I	Metlika
Kobiljača	I	Črnomelj
Kranjčev zdenec	I	Metlika
Krivec	I	Črnomelj
Križevska vas 1	I	Metlika
Križevska vas 2	I	Metlika
Krnica	I	Črnomelj
Kržunc	I	Metlika
Kuževac	I	Metlika
Mali studenec	I	Črnomelj

IME VODNEGA VIRA	TIP VODNEGA VIRA *	OBČINA
Marindolski zdenec	I	Črnomelj
Mašelj	I	Semič
Menica	I	Metlika
Metličica 1	I	Metlika
Metličica 2	I	Metlika
Mitlarski studenec	I	Črnomelj
neimenovan izvir	I	Metlika
neimenovan izvir	I	Metlika
neimenovan izvir	I	Metlika
neimenovan izvir	I	Semič
neimenovan izvir	I	Semič
neimenovan izvir	I	Semič
neimenovan izvir	I	Metlika
neimenovan izvir	I	Črnomelj
neimenovan izvir	I	Črnomelj
neimenovan izvir	I	Črnomelj
neimenovan izvir	I	Črnomelj
neimenovan izvir	I	Črnomelj
neimenovan izvir	I	Črnomelj
neimenovan izvir	I	Metlika
neimenovan izvir	I	Črnomelj
neimenovan izvir	I	Metlika
neimenovan izvir	I	Metlika
neimenovan izvir	I	Metlika
neimenovan izvir	I	Metlika
neimenovan izvir	I	Črnomelj
neimenovan izvir	I	Črnomelj
neimenovan izvir	I	Črnomelj
neimenovan izvir	I	Črnomelj
neimenovan izvir	I	Črnomelj
neimenovan izvir	I	Črnomelj
neimenovan izvir	I	Črnomelj
neimenovan izvir	I	Črnomelj
neimenovan izvir	I	Metlika
neimenovan izvir	I	Črnomelj
neimenovan izvir	I	Črnomelj

IME VODNEGA VIRA	TIP VODNEGA VIRA *	OBČINA
neimenovan izvir	I	Črnomelj
neimenovan izvir	I	Črnomelj
neimenovan izvir	I	Črnomelj
neimenovan izvir	I	Črnomelj
Obrh	I	Metlika
Obršec	I	Črnomelj
Okljuka	I	Metlika
Okno	I	Črnomelj
Orehovec izvir	I	Metlika
Osojnski zdenec	I	Semič
Otovski breg	I	Črnomelj
Ovčjak hrib	I	Črnomelj
Ovčjak vas	I	Črnomelj
Pački potok	I	Črnomelj
Peč	I	Črnomelj
Pečina	I	Črnomelj
Pečina	I	Črnomelj
Pod Kotom	I	Črnomelj
Pod leskvo	I	Metlika
Pod lipico	I	Črnomelj
Pod lipo	I	Črnomelj
Pod stenami	I	Črnomelj
Podgrič	I	Metlika
Podturn	I	Črnomelj
Poganac	I	Črnomelj
Poganec	I	Metlika
Poganjec	I	Metlika
Ponikve izvir 1	I	Semič
Ponikve izvir 2	I	Semič
Potok	I	Črnomelj
Pri malenici	I	Metlika
Pri vrbi	I	Črnomelj
Profunt	I	Črnomelj
Rade	I	Črnomelj
Radoviči	I	Metlika
Rodinski studenec	I	Črnomelj
Rosalnice	I	Metlika
Rožni dol 1	I	Semič
Rožni dol 2	I	Semič
Rožnodolski studenec 1	I	Semič

IME VODNEGA VIRA	TIP VODNEGA VIRA *	OBČINA
Rožnodolski studenec 2	I	Semič
Rupe	I	Metlika
Rupice	I	Metlika
Selski potok	I	Črnomelj
Sihorna	I	Črnomelj
Slaba gorica	I	Črnomelj
Smuški studenec	I	Semič
Sodenjski zdenec	I	Semič
Srednja vas 1	I	Semič
Srednja vas 2	I	Semič
Stari trg - korita	I	Črnomelj
Stepanjec	I	Črnomelj
Stopinec	I	Črnomelj
Studenec na Vrčicah	I	Semič
Suhorski breg	I	Črnomelj
Svibnik	I	Črnomelj
Škavrinec	I	Črnomelj
Šterna, Jarek	I	Metlika
Talački potok	I	Črnomelj
Toplica (Topličica)	I	Črnomelj
Tropotec	I	Črnomelj
V njivah, Bistriški studenec	I	Črnomelj
Veliki zdenec	I	Črnomelj
Vidovec	I	Metlika
Vodenica	I	Semič
Vrčice 1	I	Semič
Vrčice 2	I	Semič
Vrčice 3	I	Semič
Vrtača	I	Semič
Vrtače	I	Metlika
Vumole	I	Črnomelj
Vušivec	I	Črnomelj
Vušivec	I	Črnomelj
Vušivka	I	Metlika
Vušivne	I	Metlika
Zbel	I	Črnomelj
Zdenc Božakovo	I	Metlika
Zdenec	I	Črnomelj
Zdenec pod Pečino	I	Metlika
Zemelj	I	Metlika

IME VODNEGA VIRA	TIP VODNEGA VIRA *	OBČINA
Župnik	I	Črnomelj
Bajer	SPV	Semič
Boginja vas 1	SPV	Metlika
Boginja vas 2	SPV	Metlika
Boginja vas 3	SPV	Metlika
Deskovski kal	SPV	Črnomelj
Draga kal	SPV	Črnomelj
Gornji kal	SPV	Črnomelj
Griblje 2	SPV	Črnomelj
Griblje 3	SPV	Črnomelj
Griblje 4	SPV	Črnomelj
Griblje 8	SPV	Črnomelj
Griblje 9	SPV	Črnomelj
Jezero Zagozdac	SPV	Črnomelj
Kal Močile	SPV	Črnomelj
Kal Ovčjak vas	SPV	Črnomelj
Kal pri Dolnji Paki	SPV	Črnomelj
Kal pri Esolu	SPV	Črnomelj
Kal pri Goleku	SPV	Črnomelj
Kal pri Komarni vasi	SPV	Semič
Kal Slaba gorica	SPV	Črnomelj
Kal Topličica	SPV	Semič
Kal v Črešnjevcu	SPV	Črnomelj
Krivača	SPV	Črnomelj
Lochpichl	SPV	Semič
Luža	SPV	Črnomelj
Maline	SPV	Semič
Mlaka	SPV	Črnomelj
Mlaka pri Otovcu	SPV	Črnomelj
Mokrišče Dolnja Lokvica 1	SPV	Metlika
Mokrišče Dolnja Lokvica 2	SPV	Metlika
Mokrišče pri Gričicah	SPV	Semič
Mokrišče pri Komarni vasi	SPV	Semič
Orehovec mlaka	SPV	Metlika
Planinska luža	SPV	Semič
Prilozje - spodnje mokrišče	SPV	Metlika
Prilozje - zgornje mokrišče	SPV	Metlika
Radenska luža	SPV	Črnomelj
Ribnik Griblje	SPV	Črnomelj
Ribnik Prilozje	SPV	Metlika

IME VODNEGA VIRA	TIP VODNEGA VIRA *	OBČINA
Rožnodolski bajer	SPV	Semič
Sinjevrški kal	SPV	Črnomelj
Sodevski kal	SPV	Črnomelj
Sredgorska luža	SPV	Semič
Topliški kal	SPV	Črnomelj
Vaška kaluža	SPV	Semič
Veliki Nerajec - mlaka	SPV	Črnomelj
Veliki Nerajec - peskokop	SPV	Črnomelj
Zagozdac kal	SPV	Črnomelj
Boldinka	VKJ	Semič
Curek	VKJ	Črnomelj
Glušenska	VKJ	Črnomelj
Gradnica	VKJ	Črnomelj
Jama	VKJ	Metlika
Lebica	VKJ	Semič
Lipovec	VKJ	Semič
Lubešnica	VKJ	Črnomelj
Novolipski breg	VKJ	Črnomelj
Prda jama	VKJ	Črnomelj
Rian	VKJ	Črnomelj
Starolipski breg	VKJ	Črnomelj
Stegojnica	VKJ	Črnomelj
Stobe	VKJ	Črnomelj
V jami	VKJ	Črnomelj
Vidrina	VKJ	Črnomelj
Vodenica	VKJ	Črnomelj

* Opomba

I - izvir

SPV - stoječa površinska voda

VKJ - vodna kraška jama

Vir: Terensko delo, Oddelek za geografijo, FF UL, 2010.

Imensko in stvarno kazalo

B

Bela krajina 11, 15, 29, 37, 66, 74
belokranjski ravniki 31
Blatnik 25, 26, 27, 55

Č

Črmošnjičica 18, 31, 45
črni močeril 80, 81

D

dejansko obremenjevanje 63, 69
Dobliče 26
Dobličica 16, 17, 74, 89
dostopnost vodnega vira 58, 60
Dragatuško podolje 32, 33, 89

F

fliš 31, 34, 37, 45, 75

G

Glušenka 17, 33
Gorjanci 15, 18, 26, 31, 33, 35, 74, 88
Gornji kal pri Hrastu pri Vinici 32, 48
gostota vodnih virov 33, 34, 84

H

hidrogeografske značilnosti 15, 19
hipotermalna voda 40, 42

I

izdatnost vodnega vira 28, 31, 37, 43, 54
izvijuganost vodotoka 19
izvir 11, 12, 26, 29, 31, 35, 48, 50, 60, 77, 83, 87
izvirna kraška jama 11, 12, 26, 29, 32, 48, 50, 60, 77, 83, 87

J

javni vodovod 26, 54, 55
Jelševnik 31, 45, 80, 81, 89

K

kapnica 11, 23, 43, 55, 56
karbonatne kamnine 16, 37, 38, 73
kmetijska zemljišča 63, 65, 67, 68, 88
kmetijsko gospodarstvo 67, 68
kmetijstvo 63, 67, 68, 70, 72
Kočevski Nemci 31, 35
Kočevski Rog 16, 18, 29, 40
Kolpa 13, 15, 16, 19, 20, 26, 34, 75, 84, 88

Krajinski park Kolpa 84
Krajinski park Lahinja 31, 84, 86
Krka 18, 29, 45, 88
Krupa 17, 19, 74, 88

L

Lahinja 16, 17, 19, 21, 74
Lahinjske luge 86
Lebica 32, 33, 73
litološka sestava 37, 38, 40, 74

M

minimalni pretok 23, 89
Mlaka 32, 48

N

naravna vrednota 84
Nerajčica 17, 23, 40, 42, 51, 55
Nerajske luge 86
nizki kras 15, 31, 40, 74, 90

O

občina Črnomelj 15, 25, 26, 33, 35, 54, 63, 67
občina Metlika 15, 26, 35, 54, 63, 67
občina Semič 15, 26, 35, 54, 63, 67
obnova vodnega vira 11, 13, 43, 56, 57, 61, 62, 86, 87
Obrh 26, 45, 55, 73, 86, 88
obzidanost vodnega vira 35, 53, 83
odpadne vode 21, 73, 77, 81, 87

P

PCB 13, 55, 79, 80
piezometrični nivo 31, 73
plitvi kras 13, 15, 31, 73, 80
podtalnica/talna voda 19, 31, 33
Podturn 13, 31, 45
Podturnščica 17, 19, 31, 40, 74
Poganec 42, 45, 86
Pokolpje 15, 16
pokrajinska ranljivost 72, 74, 87, 88
Poljanska gora 15, 16, 31, 32, 33, 40, 45, 74, 89, 90
poselitev 9, 23, 28, 29, 37, 43, 54, 67, 69, 72, 87, 89
potencialno obremenjevanje 63, 66, 69, 77, 88
pretočni količnik 22, 23
promet 69, 72

R

raba tal 63, 64, 69, 72
raba vodnega vira 50, 56

rastlinske čistilne naprave 87

rečna mreža 16, 17, 29

rečni pretočni režim 22

rečni relief 31

rezervni vodni vir 84, 86

Rožni Dol 31, 34

S

samočistilne zmogljivosti 20, 24, 25, 48, 75, 86, 87

skladnejši regionalni razvoj 9, 10

specifični odtok 20, 74

srednji letni pretok 20, 22

srednji mesečni pretok 20, 21, 22

stalnost vodnega vira 31, 40, 45, 54

Starolipski breg 33, 87

stoječe površinske vode 11, 12, 29, 32, 48, 50, 60, 77, 83, 87

strmec vodotoka 19

Sušica 88

Š

Šterna/Jarek 87

T

temperaturni režim/temperatura 20, 22, 23, 24, 25, 26, 42, 87

terenski popis 10, 11, 12, 83, 84

Topličica 31, 40, 42

turizem in rekreacija 13, 87

U

upravljanje z vodnimi viri 86, 89

V

Veliko Bukovje 17, 23, 31, 33, 77

viri onesnaževanja vodnega vira 13, 63, 64, 67, 69, 72, 80, 90

viri napajanja 48, 83

vodovarstveno območje 12, 27, 89

vodnjak 19, 43, 54, 55

vodna oskrba/vodooskrba 11, 13, 14, 19, 23, 25, 26, 27, 28, 35, 37, 43, 50, 51, 54, 55, 56, 60, 63, 75, 81, 83, 84, 86, 88, 89, 90

vodne kraške jame 11, 12, 29, 31, 32, 33, 35, 43, 50, 54, 55, 56, 60, 73, 74, 75, 77, 79, 83, 86, 87

vodnoekološka občutljivost 10, 11, 12, 14, 23, 28, 73, 74, 86, 87, 88, 90

vodnoekološka ogroženost 72, 77, 83

vodostaj vodotoka 19, 79

vokliški/sifonski izvir 40

Z

Zajm (izvir Lahinje) 18

zaraščenost vodnega vira 29, 54, 60, 83

Ž

žužemberški prelom 31

Doslej izdane publikacije iz zbirke E-GeograFF

E-GeograFF 1 – 2010

Uroš Stepišnik: Udornice v Sloveniji

E-GeograFF 2 – 2011

Uroš Stepišnik, Manja Žebre: Glaciokras Lovčena

E-GeograFF 3 – 2011

Uroš Stepišnik: Reliktni vršaji kontaktnega krasa

E-GeograFF 4 – 2012

Petra Gostinčar, Uroš Stepišnik: Geomorfološke značilnosti Kočevskega Roga in Kočevske Male gore s poudarkom na fluviodenudacijskem površju

E-GeograFF 5 – 2012

Lea Nemec, Tatjana Resnik Planinc: Razvijanje kompetentnosti bodočih učiteljev geografije na primeru učne strategije pojmovnih mrež

E-GeograFF 6 – 2013

Blaž Kodelja, Manja Žebre, Uroš Stepišnik: Poledenitev Trnovskega gozda

O avtorjih

Dušan Plut je redni profesor na Oddelku za geografijo znanstveno, raziskovano in pedagoško delo usmerja v problematiko geografije vodnih virov sveta in Slovenije, geografije okoljskih virov in geografijo sonaravnega razvoja. Aktivno sodeluje tudi pri nevladnih okoljskih organizacijah in svoje strokovne rezultate posreduje tudi zainteresirani javnosti.

Barbara Lampič raziskovalno pokriva področja razvoja podeželja, varstva okolja, okoljsko-prostorskih učinkov različnih dejavnosti, sodobne vloge kmetijstva in ekološkega kmetijstva, regionalnega razvoja in območij varovanja.

Tajan Trobec je asistent na Oddelku za geografijo pri različnih predmetih, ki zadevajo predvsem problematiko voda in uporabe geografskih informacijskih sistemov. Njegovo širše raziskovalno polje je hidrogeografija, s poudarkom na hudourniških poplavih.

Poudarki iz recenzije

Vsebina monografije nudi celovit pregled vodnih virov Bele Krajine in nam skozi spekter glavnih družbenih dejavnosti predstavlja pomen vodnih virov nekoč in danes. Izpostavlja pomen krasa in njegov vpliv na odnos prebivalstva do vode in ugotavlja, da se prebivalstvo, kljub upadanju znanja o lokalnih vodnih virih, spet pričinja zavedati pomena vode kot občutljive strateške dobrine v kraškem okolju. Zbrane, obdelane ter prikazane vsebine so pomemben prispevek k boljšemu razumevanju hidrogeografskih procesov v Beli krajini kar je ključno za načrtovanje trajnostne rabe vodnih virov in s tem povezanih ukrepov pri načrtovanju razvoja v porečjih obravnavane regije. Izpostavljena je pokrajinska občutljivost in ogroženost vodnih virov zaradi kraške narave belokranjskega povodja. Posebna vrednost gre terenskemu delu pri ugotavljanju stanja vodnih virov in vzpostavljanju povezav z opravljenimi raziskavami pred tremi desetletji.

Dr. Mitja Bricelj in dr. Peter Frantar

E-GeograFF

Monografije iz serije E-GeograFF predstavljajo izvirne raziskovalne dosežke in rezultate znanstvenega ter strokovnega dela sodelavcev Oddelka za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Namenjene so strokovni javnosti, študentom, učiteljem geografije in vsem, ki jih zanimajo poglobljene razlage aktualnih prostorskih procesov, problemov in izzivov.