

izvirni znanstveni članek
prejeto: 2009-01-26

UDK 502.51(282.249-16)

POKRAJINSKOEKOLOŠKA OZNAKA JADRANSKEGA POVODJA V SLOVENIJI S Poudarkom NA KAKOVOSTI VODNIH VIROV

Valentina BREČKO GRUBAR

Univerza na Primorskem, Fakulteta za humanistične študije Koper, SI-6000 Koper, Titov trg 5
Univerza na Primorskem, Znanstveno-raziskovalno središče Koper, SI-6000 Koper, Garibaldijska 1
e-mail: valentina.brecko.grubar@fhs.upr.si

Gregor KOVAČIČ

Univerza na Primorskem, Fakulteta za humanistične študije Koper, SI-6000 Koper, Titov trg 5
Univerza na Primorskem, Znanstveno-raziskovalno središče Koper, SI-6000 Koper, Garibaldijska 1
e-mail: gregor.kovacic@fhs.upr.si

IZVLEČEK

Prispevek obravnava pokrajinskoekološke značilnosti jadranskega povodja v Sloveniji s poudarkom na kakovosti voda. Za predstavitev geografskih značilnosti je uporabljeno različno kartografsko gradivo, dostopni digitalni podatki o vodah ter podatki o padavinah, vodnih količinah ter kakovosti vodotokov in izvirov, ki jih spremljajo na Agenciji Republike Slovenije za okolje. Analiza pokrajinskoekoloških značilnosti jadranskega povodja sloni na podatkih o vodnih količinah za obdobje 1971–2000. Ločeno na pet po pokrajinskoekoloških značilnostih homogenih območij je predstavljena pokrajinska raba v jadranskem povodju Slovenije ter njene posledice. V primerjavi s črnomořskim je pokrajinska raba v jadranskem povodju manj intenzivna, kar se odraža tudi v relativno dobrem kakovostnem stanju vodotokov in kraških izvirov, ki je prikazano za obdobje 2001–2006; zadovoljivo je tudi kakovostno stanje slovenskega morja.

Ključne besede: povodje, porečje, pokrajinskoekološke značilnosti, jadransko povodje

INDICAZIONE ECOLOGICO-TERRITORIALE DEI FIUMI SLOVENI DEL VERSANTE ADRIATICO CON RIFERIMENTO ALLA QUALITÀ DELLE FONTI IDRICHE

SINTESI

L'articolo analizza le caratteristiche ecologico-territoriali dei fiumi sloveni del versante adriatico, in primis la qualità delle acque. Per la rappresentazione delle caratteristiche geografiche viene utilizzata varia documentazione cartografica, accessibili informazioni digitali sulle acque e dati sulle precipitazioni, la quantità dell'acqua e la portata e la qualità dei corsi d'acqua e delle sorgenti raccolti dall'Agenzia della Repubblica di Slovenia per l'ambiente. L'analisi delle caratteristiche paesaggistiche ed ecologiche dei fiumi del versante adriatico è basata sui dati relativi alla quantità dell'acqua nel periodo 1971–2001. Separatamente, per cinque aree omogenee dal punto di vista ecologico e delle caratteristiche del suolo, viene illustrato l'utilizzo delle acque slovene del versante adriatico e le sue conseguenze. Paragonata ai fiumi del versante del Mar Nero, lo sfruttamento dell'acqua è meno intensivo per cui la qualità dei corsi d'acqua e delle sorgenti carsiche risulta relativamente buona come si può evincere dai dati per il periodo 2001–2006; soddisfacente anche la qualità delle acque della porzione slovena del mare Adriatico.

Parole chiave: sistema idrografico adriatico, bacino fluviale, caratteristiche ecologico-territoriali, fiumi del versante adriatico

UVOD

V prispevku obravnavamo pokrajinskoekološke značilnosti zahodnega dela Slovenije, ki pripada jadranskemu povodju. Jadransko povodje je ozemlje, s katerega padavine bodisi površinsko bodisi podzemno odtekajo v vodne tokove, ti pa se izlivajo v Jadransko morje. Jadransko povodje v Sloveniji obsega 19% ali 3.850 km² ozemlja, ostalo ozemlje pripada črnorskemu povodju. Razmejuje ju večinoma določena topografska razvodnica, ki poteka po slemenih in vrhovih Julijskih Alp, predalpskega in dinarskega hribovja, meja pa je težko določljiva na kraških območjih, kjer se odtekanje padavin v porečja spreminja ob različnih vodnih stanjih in smo priča kraški bifurkaciji (porečja Reke, Pivke, Ljubljane in Vipave). Največja reka jadranskega povodja v Sloveniji je Soča s pritoki, katere porečje obsega skupaj s porečjem Vipave skoraj 2.200 km², kar je 57% celotne površine jadranskega povodja. Ostalo ozemlje povodja pripada manjšim vodnim tokovom. Nekateri, kot so npr. Nadiža, Idrija, Reka v Goriških Brdih, Osapska reka, podobno kot Soča in Vipava, odtekajo v Italijo in se tam izlivajo v Jadransko morje, drugi, kot so Rižana, Dragonja z Drnico in Badaševica pa se izlivajo v slovenski del Jadranskega morja. Podzemne kraške vode jadranskega povodja v Sloveniji odtekajo v Tržaški in Kvarnerski zaliv, del jih napaja kraške izvire v zgornjem porečju Mirne. Najbolj poznana je ponikalnica Reka, ki izginja v Škocjanskih jamah in prihaja na dan v izviri Timave. Jadransko povodje v Sloveniji sega od alpskega sveta v povirnem delu Soče, preko predalpskega hribovja v večjih porečjih Idrije in Bače s pritoki, visokih dinarskih planot, ki polnijo izdatne kraške izvire, do sredozemskih pokrajin v porečjih Vipave in vodnih tokov Slovenske Istre. Skupni odtok jadranskega povodja je ocenjen s 170 m³/s in absolutni letni odtok s 5,4 km³ vode, kar je petina odtoka v črnorskem povodju (Uhan, Bat, 2003, 10). Pokrajinske značilnosti povodja bodo predstavljene s pomočjo pokrajinskoekološke tipizacije Slovenije, ki so jo izdelali Špesova in sodelavci (Špes et al., 2002). Povodje je razčlenjeno v pet pokrajinskih tipov, ki odražajo naravnogeografske značilnosti pomembne tako glede voda kot glede pokrajinske rabe (kmetijska in urbana raba zemljišč, samočistilno zmogljivost okolja). Slednja pa spreminja naravne hidrološke lastnosti in obremenjuje okolje, kar se odraža na pokrajinski občutljivosti in kakovosti voda.

METODE DELA

Geografske značilnosti jadranskega povodja so predstavljene na osnovi analize kartografskega gradiva, kot

so Državne topografske karte v merilu 1 : 25.000 (Atlas okolja, 2009), Osnovne geološke karte v merilu 1 : 100.000 (Geološke karte, 2009), kartografsko gradivo v Geografskem atlasu Slovenije (Fridl et al., 1998), digitalne informacije o slovenskih vodah (Eionet, 2006) in drugo. Najpomembnejši vir podatkov je Agencija republike Slovenije za okolje, kjer so pridobljeni podatki o padavinah (ARSO, 2009a), vodnih količinah (Hidrološki letopis, 1995–2006) in kakovosti vodotokov in izvirov (ARSO, 2009b) v jadranskem povodju. Za prikaz pokrajinskih tipov smo uporabili kartografski prikaz, objavljen v Geographici Slovenici (Špes et al., 2002). Jadransko povodje je naravnogeografsko raznoliko območje, kar kažejo različne hidrogeografske značilnosti porečij, različna intenzivnost pokrajinske rabe, geotopska pestrost in naravni viri okolja. V sklopu hidrogeografskih značilnosti so prikazane razlike v bilanci večjih porečij (količina padavin, izhlapevanje, odtok padavin) ter razlike v odtočnih značilnostih (specifični odtok, odtočni količnik, pretočni režim). Pri oceni intenzivnosti pokrajinske rabe smo pozornost namenili naseljem in prevladujoči rabi zemljišč, pri naravnih virih predvsem vodnim virom. Na osnovi poznavanja naravnogeografskih razmer smo skušali opozoriti na občutljivost voda in na posledice obremenjevanja okolja, ki se odražajo v kakovostnem stanju vodnih virov.

NARAVNOGEOGRAFSKE ZNAČILNOSTI IN VODNI TOKOVI JADRANSKEGA POVODJA V SLOVENIJI

Za jadransko povodje so značilni naslednji naravnogeografski dejavniki: velika količina padavin, ki večinoma presega povprečno količino padavin v Sloveniji, velika horizontalna in vertikalna reliefna razgibanost, pestra kamninska zgradba s prevladujočimi karbonatnimi kamninami, nadpovprečna gozdnatost, raznolikost naravnega rastlinstva, pogojena s podnebnimi in talnimi pogoji, z izjemo manjših območij tudi manj intenzivna kmetijska raba zemljišč, ki je med vsemi pokrajinskimi rabami najbolj odvisna od naravnih dejavnikov, ter bogati vodni viri (Perko, Orožen Adamič, 1998).

V jadranskem povodju v Sloveniji je zastopanih devet pokrajinskih tipov, ki so skupni odraz naravnogeografskih dejavnikov (Sl. 3). V večjem obsegu so zastopani naslednji: visokogorski svet (1), hribovja v pretežno nekarbonatnih kamninah (4), visoke in nizke kraške planote in hribovja v karbonatnih kamninah (3, 7), v manjšem obsegu pa širše doline v visokogorju, hribovju in na krasu (2), širše doline in poplavne ravnice v primorskem delu Slovenije (6), gričevje v primorskem delu Slovenije (5) ter kraška polja in podolja (8) (Špes et al., 2002, 34).

Tabela 1: Členi vodne bilance izbranih rek jadranskega povodja v obdobju 1971–2000 (vir podatkov: Frantar et al., 2008).**Table 1: Water balance elements of the selected Adriatic Sea basin rivers in period from 1971–2000 (data source: Frantar et al., 2008).**

Vodni tok	Vodomerna postaja	Padavine (mm)	Izhlapevanje (mm)	Odtok (mm)
Soča	Kršovec 1	2.868	666	2.202
Soča	Kobarid I 2	2.999	689	2.310
Soča	Solkan I 3	2.424	739	1.685
Koritnica	Kal – Koritnica 4	2.769	680	2.089
Učja	Žaga 5	3.235	727	2.508
Tolminka	Tolmin 6	3.084	692	2.392
Idrijca	Hotešk 7	2.269	739	1.530
Trebuščica	Dolenja Trebuša 8	2.339	743	1.596
Bača	Bača pri Modreju 9	2.604	736	1.868
Vipava	Vipava I 10	2.173	743	1.430
Vipava	Miren 11	1.689	735	954
Nadiža	Potoki 12	3.042	751	2.291
Reka	Cerkvenikov mlin 13	1.677	738	939
Rižana	Kubed II 14	1.639	749	890
Badaševica	Šalara 15	1.172	715	457
Drnica	Pišine I 16	1.131	740	391
Dragonja	Podkaštel I 17	1.208	766	442

1 – lega vodomerne postaje na Sl. 1

Skupna dolžina površinskih vodnih tokov v jadranskem povodju znaša 4.076 km, v porečju Soče jih je 1.727 km ali 42,4%, v porečju Vipave 667 km ali 16,3%, 1.682 km pa pripada ostalim površinskim vodnim tokovom. Povprečna gostota vodnih tokov znaša 1,11 km/km² površja, kar je opazno manj od povprečne gostote vodnih tokov v Sloveniji, ki znaša 1,4 km/km². Znotraj povodja pa obstajajo tudi velike razlike v gostoti rečne mreže, kar je pogojeno z že omenjeno raznolikostjo kamninske zgradbe in reliefa povodja. Najmanjšo gostoto vodnih tokov imajo reke z zakraselim porečjem, kot sta Koritnica, Rižana, največjo pa reke, ki zbirajo padavine z območij manj prepustnih kamnin, kot so Idrijca, Cerknica, Badaševica, Dragonja. Slednja ima gostoto vodnih tokov kar 2,47 km/km² (Kolbezen, Pristov, 1998, 141). Na vodnih tokovih v jadranskem povodju deluje 31 vodomernih postaj, po več delujočih vodomernih postaj imajo daljši vodni tokovi: Soča 4, Vipava 4, Idrijca 3 in Reka 2, ostali pa po eno. Zaradi dolgega časovnega niza meritev, te potekajo na Soči od leta 1928, so značilnosti vodnih bilanc in odtočne značilnosti porečij dobro poznane. S pomočjo navedenih podatkov pa si lahko pomagamo tudi pri analizi naravnogeografskih dejavnikov in spoznavanju pokrajinskih značilnosti porečij oziroma povodij.

V večini jadranskega povodja v Sloveniji letna vsota padavin presega 2.000 mm, izjemi sta porečja Vipave in Reke ter Kras in Slovenska Istra (Tabela 1). Izhlapevanje padavin je za večino območja ocenjeno med 650 in 750

mm in v primerjavi z letno vsoto padavin razlike niso tako velike (Frantar, 2007). Najmanjše izhlapevanje padavin je ocenjeno za zgornji del porečja Soče, kjer so povirja rek najvišje, nakloni pobočij veliki, večja zakraselost ter večji obseg površin brez prsti in rastlinske odeje. Največji odtoki padavin so tako ocenjeni v zgornjem delu porečja Soče (vodomerni postaji Kršovec in Kobarid I) ter v porečjih njenih pritokov Koritnice, Učje in Tolminke, najmanjši pa za vodne tokove v Slovenski Istri z izjemo Rižane, kjer na odtok padavin pomembno vpliva njeno obsežno kraško vodozbirno zaledje.

Za različno velika porečja oziroma vodozbirna zaledja vodomernih postaj, ki sestavljajo jadransko povodje, sta primerljiva kazalca odtočnih značilnosti specifični odtok in odtočni količnik, ki ju prikazuje Tabela 2. Specifični odtok nam pove količino vode (v litrih), ki povprečno v sekundi odteče s površinske enote (km²) porečja, odtočni količnik pa delež padavin, ki je vključen v vodni odtok.

Specifični odtoki vodozbirnih zaledij večine vodomernih postaj v jadranskem povodju v Sloveniji so nadpovprečni glede na povprečni specifični odtok v Sloveniji v obdobju 1971–2000, ki znaša 27 l/s/km² in prav za porečje Tolminke je izračunan največji specifični odtok, to je 105,2 l/s/km² (Frantar et al., 2008, 61). Zelo visoki specifični odtoki so značilni za zgornji del porečja Soče (vodomerne postaje Kršovec, Log Čezsoški in Kobarid) s pritokoma Koritnico in Učjo. Izrazito nadpovprečni so specifični odtoki Idrije, Trebuše, Bače in

Tabela 2: Specifični odtoki, odtočni količniki in karakteristični srednji letni pretoki izbranih vodozbirnih zaledij vodnih tokov v jadranskem povodju v obdobju 1971–2000 (vir podatkov: Frantar et al., 2008).**Table 2: Specific runoffs, runoff coefficients and characteristic mean annual discharges of selected watercourses catchment areas in the Adriatic Sea basin in the period from 1971–2000 (data source: Frantar et al., 2008).**

Vodni tok	Vodomerna postaja	Površina vodozbirnega zaledja (km ²)	Specifični odtok * (l/s/km ²)	Odtočni količnik* (%)	Srednji letni pretok (m ³ /s)
Soča	Kršovec	157,90	71,9	79,0	11,37
Soča	Kobarid I	437,02	76,9	80,9	33,15
Soča	Solkan I	1.572,80	39,5	51,4	89,77
Koritnica	Kal – Koritnica	86,04	76,2	86,8	6,98
Učja	Žaga	50,21	67,1	65,4	3,37
Tolminka	Tolmin	73,08	105,2	107,5	7,71
Nadiža	Potoki	94,76	40,7	42,2	3,85
Idrijca	Hotešk	442,83	59,3	82,5	23,28
Trebuščica	Dolenja Trebuša	54,70	50,4	68,0	2,82
Bača	Bača pri Modreju	142,31	47,0	57,0	6,72
Vipava	Vipava I	131,90	49,6	72,0	6,54
Vipava	Miren	589,96	16,2	30,3	17,29
Reka	Cerkvenikov mlin	377,89	17,3	32,5	7,84
Rižana	Kubed II	204,50	18,5	35,6	3,78
Badaševica	Šalara	21,30	15,2	41,0	0,32
Drnica	Pišine I	29,77	8,4	23,4	0,25
Dragonja	Podkaštel I	92,71	13,2	34,5	1,23

Op.: Ležeče izpisani pretoki niso karakteristični pretoki obdobja 1971–2000, temveč so izračunani za krajše obdobje.

* Specifični odtok in odtočni količnik sta določena na osnovi izmerjenih pretokov.

Tabela 3: Mesečni pretočni količniki izbranih vodomernih postaj v obdobju 1971–2000 (vir podatkov: Frantar et al., 2008).**Table 3: The monthly discharge regimes of the selected gauging stations in the period from 1971–2000 (data source: Frantar et al., 2008).**

Vodni tok	Vodomerna postaja	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Soča	Kršovec	0,47	0,40	0,51	1,09	1,86	1,66	1,10	0,63	0,88	1,36	1,26	0,74
Soča	Solkan I	0,85	0,72	0,82	1,24	1,30	1,14	0,78	0,53	0,81	1,33	1,44	1,05
Učja	Žaga	0,69	0,58	0,89	1,53	1,46	1,06	0,69	0,51	0,84	1,40	1,36	0,98
Idrijca	Hotešk	1,03	0,90	1,07	1,37	0,93	0,85	0,56	0,48	0,74	1,26	1,51	1,31
Vipava	Vipava I	0,90	0,79	1,00	1,26	0,85	0,80	0,45	0,40	0,66	1,08	1,27	1,19
Reka	Cerkvenikov mlin	1,29	1,22	1,17	1,29	0,87	0,61	0,26	0,22	0,41	1,33	1,78	1,57
Rižana	Kubed II	1,34	1,23	1,23	1,34	0,87	0,66	0,28	0,21	0,47	1,24	1,54	1,61

zgornjega dela porečja Vipave, ki presegajo 40 l/s/km². Manjši so specifični odtoki v spodnjih delih porečij Soče in Vipave ter v porečjih vodnih tokov, ki se izlivajo neposredno v Jadransko morje. Pogojeni so z manjšo letno vsoto padavin, intenzivnejšim izhlapevanjem in počasnejšim odtekanjem padavin. Podobne značilnosti kot specifični odtok kažejo odtočni količniki porečij, ki so najvišji v visokogorskem delu porečij Soče in Tolminke, v hribovitih porečjih Idrijce in njenih pritokov ter

v zgornjem delu porečja Vipave. Izrazito nizkih odtočnih količnikov porečij oziroma vodozbirnih zaledij vodomernih postaj v jadranskem povodju ni, med najnižjimi pa so odtočni količniki v spodnjem delu porečja Vipave, v porečju Reke in v porečjih vodotokov Slovenske Istre.

Najbolj vodnate reke jadranskega povodja v Sloveniji glede na srednji letni pretok v obdobju 1971–2000 so: Soča s 33,15 m³/s na vodomerni postaji

Kobarid I in z 89,77 m³/s na v. p. Solkan I, Idrijca v spodnjem toku s 23,48 m³/s na v. p. Hotešk in Vipava v spodnjem toku s 17,29 m³/s na v. p. Miren. Srednji letni pretok večji od 10 m³/s v obdobju 1971–2000 je bil izmerjen tudi na obeh vodomernih postajah v zgornjem toku Soče: Kršovec in Log Čezsoški ter na vodomerni postaji Vipava Dornberk. Med 5 in 10 m³/s so zabeleženi pretoki na vodomernih postajah Kal – Koritnica na Koritnici, Tolmin na izlivu Tolminke v Sočo, Podroteja I na zgornjem toku Idrijce, Bača pri Modreju na spodnjem toku Bače, Vipava I na zgornjem toku Vipave ter Cerkvenikov mlin na spodnjem delu Reke. Na ostalih vodomernih postajah v jadranskem povodju so bili v obdobju 1971–2000 srednji letni pretoki nižji od 5 m³/s (Frantar et al., 2008, 99–100).

Mesečni pretočni količniki rek jadranskega povodja (Tabela 3) kažejo značilnosti treh tipov pretočnih režimov: snežno-dežnega, dežno-snežnega in dežnega. Značilnosti prvega kažejo podatki za vodomerno postajo Soča Kršovec, kjer so zaradi snežnega zadržka najvišje vrednosti pretoka v maju in juniju, najnižje pa od januarja do marca. Podpovprečni pretok glede na srednjo letno vrednost je tudi v juliju in avgustu, kot drugotni nižek, in nadpovprečni v mesecih od oktobra do decembra, kot drugotni višek. Navedene značilnosti veljajo tudi za naslednje reke: Koritnico, Učjo in Tolminko. Takšen režim se pojavlja pri vodotokih s povirji v visokogorju, zato je učinek snežnega zadržka na njihove pretoke posebej izrazit. Podatki za Sočo (v. p. Solkan I), Idrijco (v. p. Hotešk) in Vipavo (v. p. Vipava I) kažejo značilnosti dežno-snežnega pretočnega režima, kjer se izrazitejše podpovprečne vrednosti pretokov pojavljajo v poletju in večmesečne nadpovprečne vrednosti pretoka v jeseni. Navedene značilnosti veljajo še za reke Bačo, Trebušo, Cerknico in Nadižo. Na osnovi vodne bilance v letih 1971–2000, Frantar in Hrvatina (2005) uvrščata Sočo na v. p. Kršovec v alpski snežno-dežni režim, Učjo in Sočo na v. p. Solkan I v alpski dežno-snežni režim, Idrijco na v. p. Hotešk ter Vipavo na v. p. Vipava I v dinarski dežno-snežni režim, ki je z jesenskim viškom in poletnim nižkom zelo podoben dežno-snežnemu režimu. Mesečni pretočni količniki za Reko na v. p. Cerkvenikov mlin in Rižano na v. p. Kubed II kažejo značilnosti dežnega pretočnega režima s podpovprečnimi pretoki od maja do septembra in z nadpovprečnimi od oktobra do aprila. Značilnosti dežnega pretočnega režima kažejo tudi Vipava na v. p. Miren, Badaševica in Dragonja. Isto skupino vodotokov Frantar in Hrvatina (2005) uvrščata v sredozemski dežni režim z enakimi značilnostmi.

PODZEMNE VODE V JADRANSKEM POVODJU

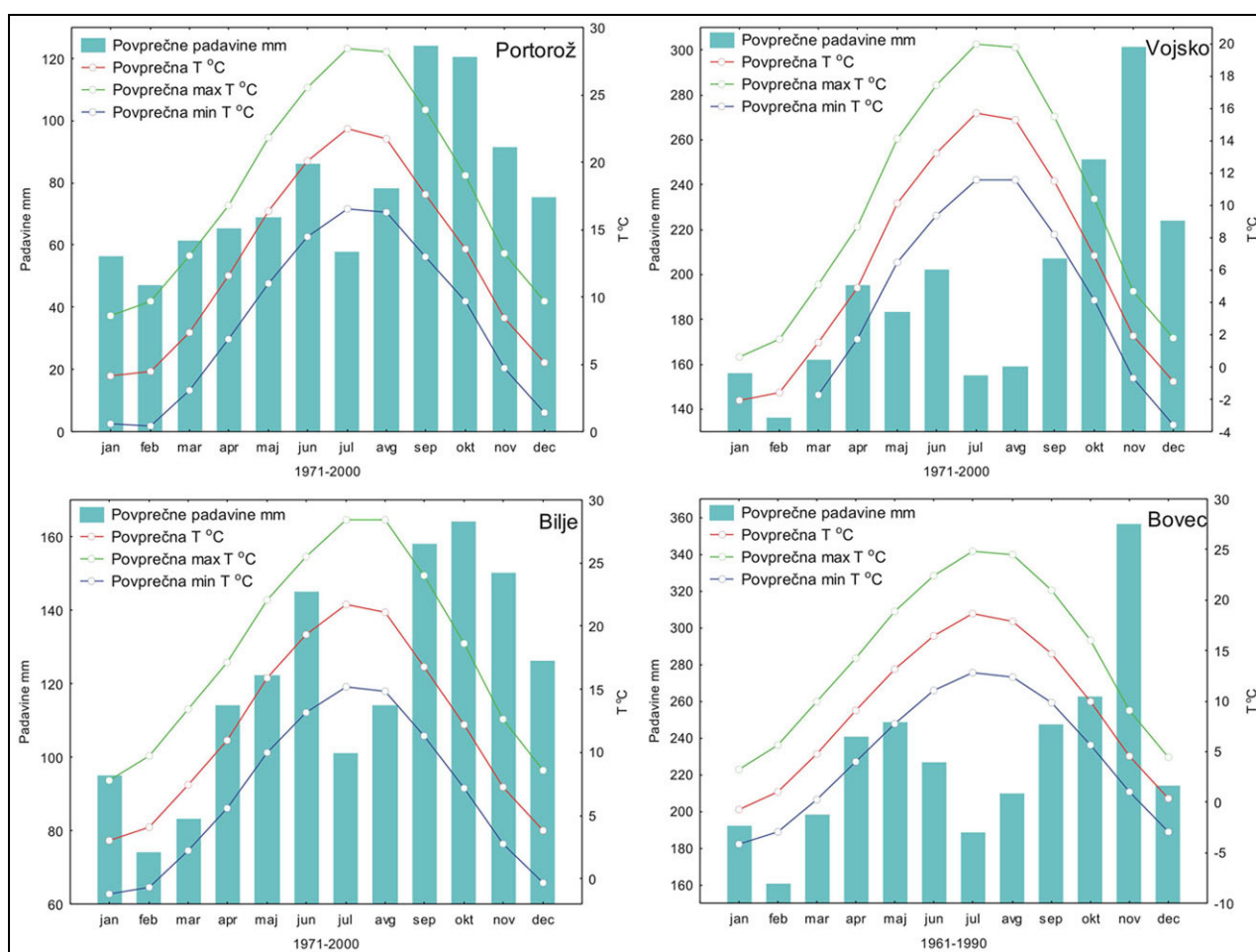
Glede na tip poroznosti v jadranskem povodju v Sloveniji prevladujejo kamnine s kraško razpoklinsko poroznostjo, ki prekrivajo približno 57% ozemlja. Vsi po-

membnejši kraški izviri jadranskega povodja so vezani na ta tip vodonosnikov. Približno 10% ozemlja gradijo dolomiti, v katerih so oblikovani razpoklinski vodonosniki, kar 22% ozemlja pa odpade na mešani medzrnsko-razpoklinski tip poroznosti majhne izdatnosti, ki je v veliki meri vezan na območja s flišnimi kamninami. Približno 11% ozemlja prekrivajo kamnine z medzrnsko poroznostjo. Gre za vezane in nevezane sedimente, nastale z odlaganjem gradiva kot rezultat delovanja pobočnih procesov, rek ali ledenikov. V vodonosnih kamninah jadranskega povodja se nahaja 15% vseh zalog podzemne vode v Sloveniji, v porečju Soče 10% in v povodju z neposrednim odtokom v morje 5%. V jadranskem povodju se domala vse zaloge podzemne vode nahajajo v vodonosnikih s kraško razpoklinsko poroznostjo, v porečju Soče pa manjše količine tudi v medzrnskih vodonosnikih ob Vipavi in Soči (Uhan, Bat, 2003, 56).

Na območju jadranskega povodja v Sloveniji je registriranih preko 1.180 izvirov (Eionet, 2006), manjka pa podatki o srednjih pretokih večine kraških izvirov. Najbolj vodnati so kraški izviri v porečju Soče, kot recimo njen izvir, Koritnica, Boka idr. Značilnosti teh izvirov so pogojene z veliko količino padavin, prevladujočim podzemnim odtokom v zakraselih povirjih (kraški zadržek), taljenjem snega v višjih predelih zaledja (tudi snežni zadržek), majhnim izhlapevanjem in majhnim zadržkom padavin v površinskih plasteh. Med izvire z velikim pretokom se poleg tistih v zgornjem porečju Soče uvrščajo tudi izviri Podroteja, Mrzlek, Lijak, Hubelj (3,03 m³/s) in Vipava (6,78 m³/s), ki se nahajajo v porečjih Idrijce in Vipave in se napajajo z območja visokih dinarskih kraških planot (Janež et al., 1997), v pasu od Banjšic na severozahodu do Hrušice na jugovzhodu. Tudi zahodni predeli visoke dinarske planote Snežnik se podzemeljsko odmakajo v jadransko povodje, izvira Bistrica (1,8 m³/s) (Kovačič, 2003a) in Podstenjšek (0,14 m³/s) (Ravbar, Goldscheider, 2007) sta desna pritoka Reke. Na zahodnih obronkih planot Snežnik, Javorniki ter na Zgornji Pivki prihaja do kraške bifurkacije, kjer se v odvisnosti od hidroloških razmer vode z istega območja podzemeljsko stekajo tako v jadransko kot črnomoško povodje (Habič, 1989), zato je tudi potek razvodnice med povodjema tukaj nejasen in težko določljiv. Velika količina podzemne vode se pretaka tudi v območju Krasa, Podgrajskega podolja in Čičarije, ki se na površini pojavi v vodnatih izviroh Timave in Rižane ter nekaterih manj izdatnih izviroh (npr. Osapska reka). Kras je primer čezmejnega kraškega vodonosnika, za katere je značilno, da se vsaj del hidrografskega zaledja kraškega izvira nahaja na območju druge države. Tipično takšno območje v Sloveniji je njen jugozahodni del, ki se razteza v krasu med Snežnikom, Podgrajskim podoljem in Krasom. Tu kraški vodonosniki prečkajo državno mejo in se raztezajo tudi na ozemlje sosednje Italije in Hrvaške.



Sl. 1: Jadransko povodje v Sloveniji.
Fig. 1: The Adriatic Sea basin in Slovenia.



**Sl. 2: Klimadiagrami izbranih meteoroloških postaj v jadranskem povodju (vir podatkov: ARSO, 2009a).
Fig. 2: Climatograms of selected meteorological stations in the Adriatic Sea basin (data source: ARSO, 2009a).**

Značilnosti kraških izvirov, ki se napajajo z območja visokih dinarskih planot, sta poleg kraškega zadržka, ki priduši največje pretoke vodotokov, tudi njihova stalnost in s tem povezana sposobnost ohranjanja nizkih pretokov skozi daljše sušno obdobje, kar je zlasti pomembno za vzdrževanje biološkega minimuma omejenih vodotokov v poletnih mesecih. Zaradi omenjene lastnosti ter dejstva, da so njihova tudi do več 100 km² obsežna vodozborna območja redko poseljena in so zato izviri za onesnaženje manj ogroženi, predstavljajo pomemben vir pitne vode. Izviri Hubelj, Rižana, Mrzlek, Bistrica in Vipava so zajeti za regionalne vodooskrbne sisteme, številni manjši, kot so Hotešk, Zadlaščica in drugi, pa za lokalne sisteme. Za oskrbo Brd je pomembno vodno črpališče Prilesje ob Soči pri Plavah, za oskrbo dobršnega dela Krasa pa črpališče Klariči pri Brestovici, od koder se v času največje porabe vode poleti oskrbujejo tudi naselja v Slovenski Istri.

Količine podtalnice s prosto gladino so v jadranskem povodju v Sloveniji skromne in se nahajajo v aluvialnih vodonosnikih ob Vipavi in Soči. Hidrološke meritve nihanja gladine podtalnice izvajajo na območju Ajdovščine, kjer so tri vodomerne postaje, in ob spodnjem toku Vipave na območju med Šempetrom pri Gorici in Dornberkom, kjer je sedem vodomernih postaj. V zgornji Vipavski dolini gladino podtalnice spremljajo pri Gradišču, kjer se zabeleženi vodostaji podtalnice gibljejo med 200 in 400 cm globine pod koto "0", pri Ajdovščini med 400 in 500 cm in pri Vipavskem Križu med 150 in 200 cm. V spodnji Vipavski dolini se gladina podtalnice giblje med 150 in 250 cm na vodomernih postajah Renče in Volčja Draga, velika nihanja gladine med 50 in 450 cm beleži postaja Prvačina, na vodomernih postajah Šempeter, Vrtojba, Miren in Orehovlje pa je gladina podtalnice precej globlja, med 1500 in 2200 cm (Hidrološki letopis, 1995–2006).

POKRAJINSKA RABA IN NJEN VPLIV NA VODNE VIRE V JADRANSKEM POVODJU

Pod pojmom pokrajinska raba razumemo rabo vseh virov okolja, pogosto imenovanih kar okoljski viri, ki poleg rabe zemljišč vključuje tudi rabo različnih naravnih virov in storitev okolja. Pokrajinska raba tako obsega kmetijsko in urbano rabo zemljišč, rabo vodnih, mineralnih in bioloških virov ter rabo ekosistemskih storitev okolja (obnavljanje prvin okolja, zmogljivosti okolja, da nevtralizira negativne učinke onesnaževanja okolja idr.).

V jadranskem povodju v Sloveniji je intenzivnost pokrajinske rabe precej različna, večinoma pa je, v primerjavi s porečji, ki pripadajo črnorskemu povodju, manj intenzivna. Pogojena je z naravnimi dejavniki okolja in s prisotnostjo človeka oziroma gospodarskim in družbenim razvojem. Za porečje Soče in njenih pritokov je značilno, da se intenzivnost pokrajinske rabe vzdolž toka stopnjuje, kar je pogojeno z ugodnejšimi reliefnimi značilnostmi (nižje nadmorske višine, manjši nakloni, več ravnega površja), večjo gostoto površinskih vodnih tokov in ugodnejšim podnebjem. V večjem delu povodja sta pomembna omejevalna dejavnika intenzivnejše pokrajinske rabe strmina pobočij in zakraselost površja. Slednja je s kamnitostjo površja, neenakomerno debelino prsti, s podzemnim odtokanjem padavin in pomanjkanjem vodnih virov že v preteklosti pogojevala

manjšo intenzivnost kmetijske rabe zemljišč in razvoj poselitve v hribovitih predelih ter na kraških planotah. Dna dolin v povodju so bila v preteklosti pogosto izpostavljena poplavam ali pa mokrotna in neprimerna za kmetijstvo. Obsežnejši regulacijski in melioracijski posegi so bili izvedeni v dolinah Vipave, Reke, Rižane in Dragonje. Danes intenzivnost pokrajinske rabe v večji meri omejujejo: velika občutljivost kraških območij za onesnaženje voda in varovanje vodnih virov, nezdržljivost različnih rab vodnih virov in pomanjkanje primernih prostih površin v obalnem območju. Za večino manjših porečij v jadranskem povodju je značilna naravno pogojena večja občutljivost voda, ki je posledica velikih razlik v vodnem odtoku med letom, zelo nizkih pretokov poleti, majhnih strmcev in antropogene preoblikovanosti vodnih tokov. Zaradi velikih naklonov pobočij, manjše odpornosti kamnin in hudourniškega značaja vodnih tokov se predvsem flišna območja soočajo z intenzivnimi pobočnimi procesi in erozijo (Janež et al., 1997; Špes et al., 2000; Zorn, 2008a). V Tabeli 4 so navedeni kazalniki intenzivnosti pokrajinske rabe, občutljivost voda kot pokrajinske sestavine in posledice pokrajinske rabe. Ocena občutljivosti voda kot pokrajinske sestavine izhaja iz že predstavljenih hidrogeografskih značilnosti porečij. Tako je velika občutljivost površinskih voda pogojena z izrazitimi nihanji v rečnem pretoku, z nizkimi vodnimi stanji in majhnim strmcem vodnega toka, za občutljivost podzemnih voda je po-

Tabela 4: Kazalniki intenzivnosti pokrajinske rabe in posledice.

Table 4: Parameters of the landscape use intensity and its consequences.

Območje	Urbana naselja	Prevladujoča raba zemljišč	Občutljivost voda kot pokrajinske sestavine	Posledice pokrajinske rabe
porečje Soče nad Kobaridom	Bovec, Kobarid	gozd	zelo velika	niso izrazite
porečje Soče od Kobarida do državne meje	Tolmin, Kanal, Idrija, Deskle, Nova Gorica	gozd	velika	preoblikovanost in onesnaženost vodnih tokov
porečje Vipave	Vipava, Ajdovščina, Šempeter, Miren	kmetijstvo	velika	preoblikovani vodni tokovi, degradacija ekosistemov, onesnaženost površinske in podzemne vode
porečje Reke, povirje Timave, povirje Rižane	Ilirska Bistrica, Divača, Sežana, Kozina	gozd	zelo velika	preoblikovanost in onesnaženost površinskih vodnih tokov v povirjih nista izrazita
porečja Rižane, Badaševica in Dragonje	Dekani, Koper, Izola, Piran, Portorož	kmetijstvo, urbanizacija	velika	preoblikovanost in onesnaženost površinskih vodnih tokov, degradacija ekosistemov, zlasti v obalnem pasu

membna zakraselost in prepustnost kamnin nad vodonosnikom, globina podzemne vode in hitrost pretakanja (Špes et al., 2002). Posledice prekomerne intenzivnosti pokrajinske rabe se kažejo kot degradacija pokrajinskih sestavin in naravnih ekosistemov ter slabšanje kakovosti okolja, vključno z vodami.

Za zgornji del porečja Soče nad Kobaridom je značilna manj intenzivna pokrajinska raba, ki je posledica že omenjenih naravnih omejitvenih dejavnikov. Zaradi prevladujoče visoke nadmorske višine, velike strmine pobočij, majhnega obsega ravnega površja in pomanjkanja prsti, primerne za obdelavo, pripada kmetijskim površinam majhen delež zemljišč, med rabo tal pa so najbolj zastopani travniki in pašniki. Prevladujejo manjša podeželska naselja, med večjimi sta le Bovec in Kobarid, kjer so v večji meri prisotne tudi neagrane dejavnosti. Pomembna gospodarska dejavnost je turizem. Raba naravnih virov obsega predvsem rabo vodnih virov in gozda, slednji ima tudi zelo pomembno varovalno vlogo. Na občutljivost voda pomembno vplivajo zakraselost, kraški značaj podzemnih voda, povirnost vodnih tokov in njihov hudourniški značaj. Obremenitve okolja ne presegajo zmogljivosti obnavljanja, zato so naravni ekosistemi dobro ohranjeni in pokrajinske sestavine niso degradirane.

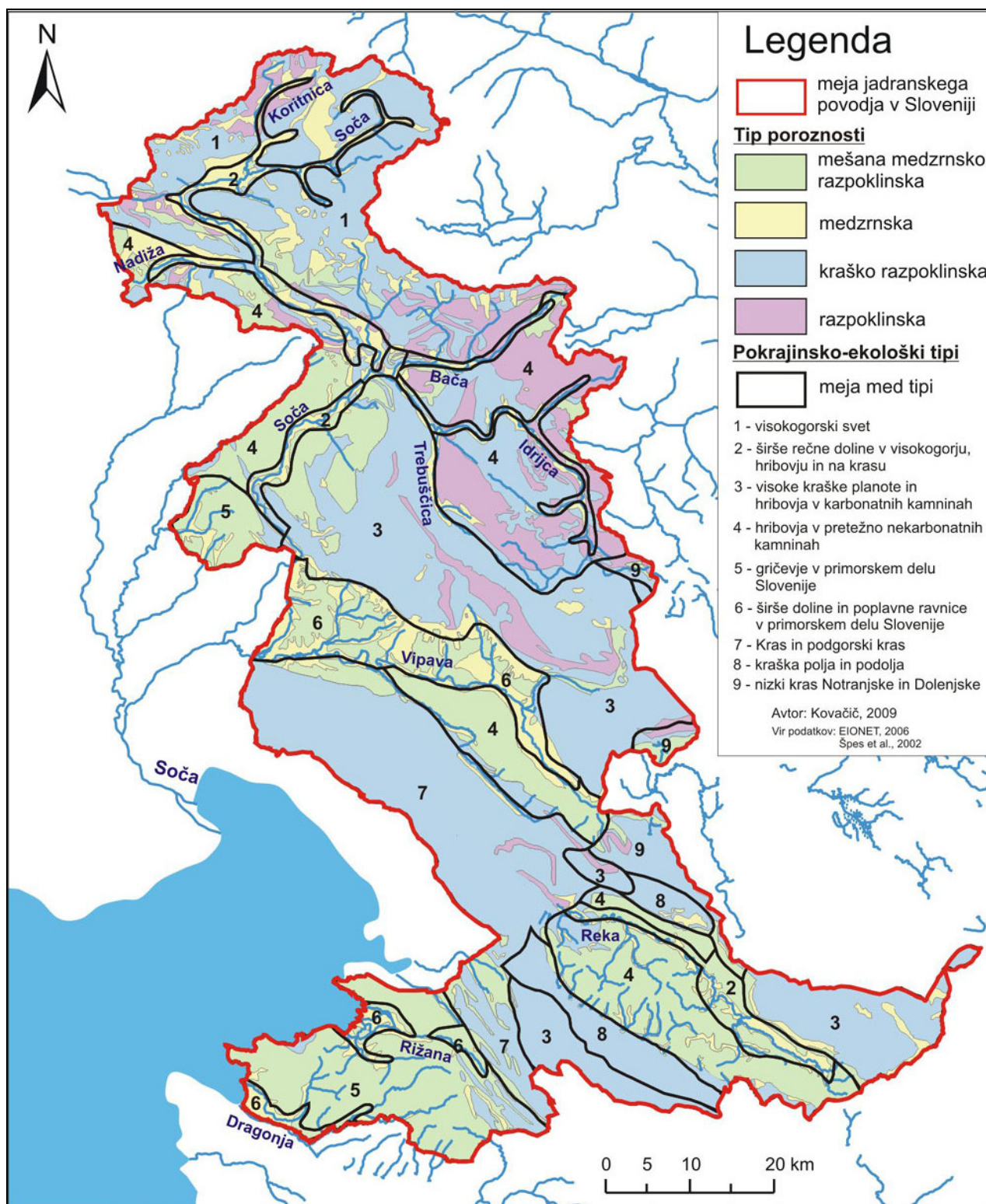
V spodnjem delu porečja Soče v Sloveniji je pokrajinska raba predvsem zaradi urbane rabe veliko bolj intenzivna. Pogoji za kmetijsko rabo so v hribovitih porečjih pritokov Soče, kakor tudi v spodnji Soški dolini, zelo omejeni. Tudi v tem delu porečja prevladujejo manjša podeželska naselja, v dnu dolin vodnih tokov pa večja suburbana ali urbana naselja, katerih razvoj je pogojen z razvojem neagrarnih dejavnosti in izrabo naravnih virov (mineralnih in vodnih). Zaradi hudourniškega značaja vodnih tokov in kraškosti nekaterih povirij smo občutljivost voda ocenili kot veliko. Zaradi občutljivosti okolja imajo pretekle in obstoječe gospodarske dejavnosti in naselja opazen negativen vpliv na kakovost vseh pokrajinskih sestavin. Posledice se kažejo tudi na lastnostih vodnih virov (onesnaženost voda s težkimi kovinami, spremenjen vodni odtok) in degradiranosti naravnih ekosistemov v rečnih dolinah (območja poselitve, prometna infrastruktura, regulacije vodnih tokov, zaježitve idr.).

V porečju Vipave so naravne danosti okolja omogočile prav tako intenzivno pokrajinsko rabo, kjer se prepletata urbana in kmetijska raba zemljišč. Odločilni dejavniki so: nižji in bolj uravnan relief, rodovitna prst in bogati vodni viri. Občutljivost vodnih virov smo označili kot zelo veliko zaradi kraškega značaja podzemnih voda, plitve podtalnice v spodnji Vipavski dolini ter skromne vodnatosti oziroma nizkih pretokov v poletju in majhnih strmcev večine površinskih vodnih tokov. Ravnina v Vipavski dolini, gričevje s položnejšimi pobočji v Vipavskih Brdih in na vznožju Krasa ter kraških planot, debelejša prst, nastala na flišni podlagi

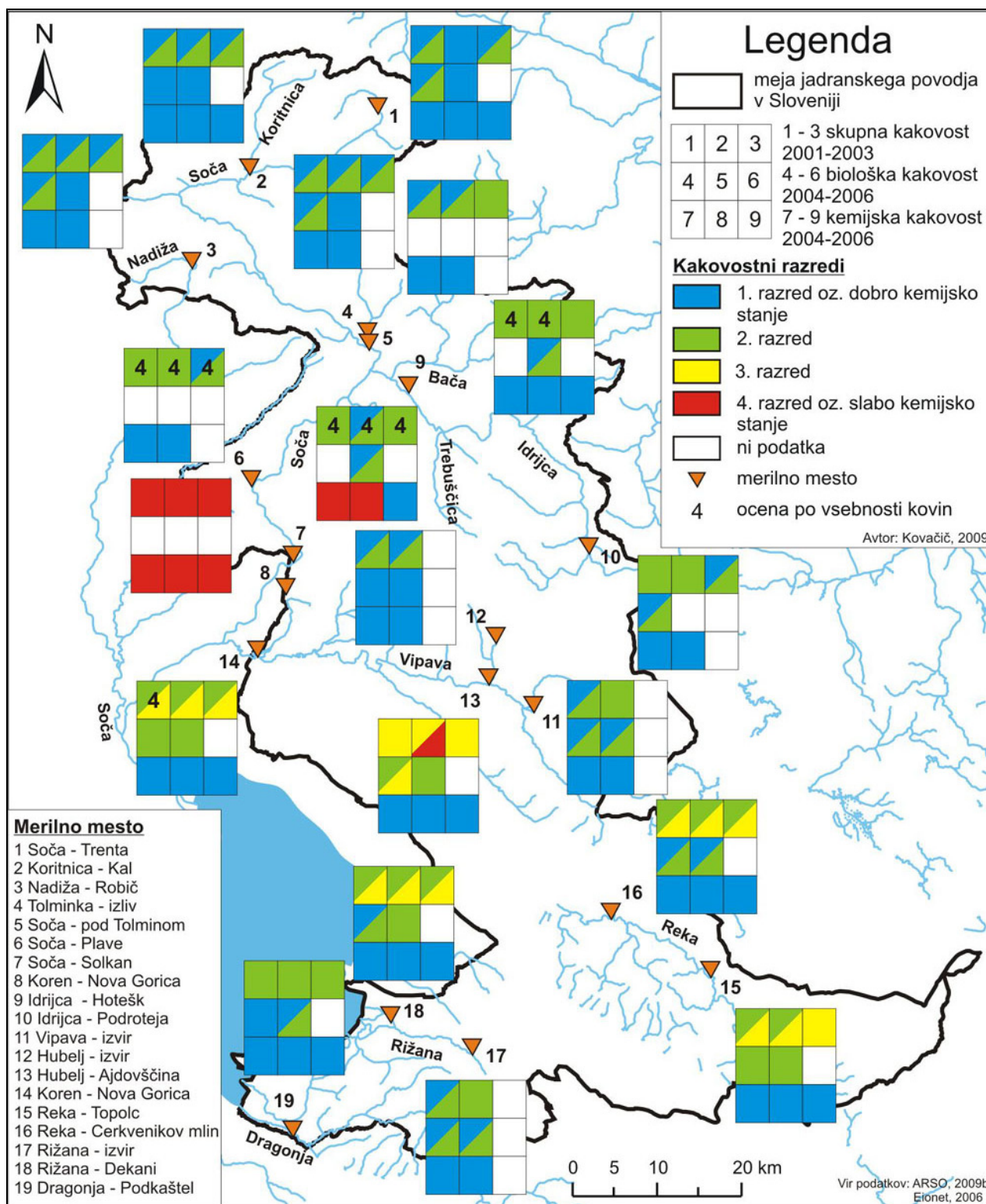
ali rečnih usedlinah, izdatni podzemni kraški vodni viri, ki se na površju pojavljajo kot zelo vodnati izviri Vipave, Hublja, Lijaka, ter podtalnica v Vipavski dolini so omogočili razvoj gospodarskih dejavnosti, rast naselij in njihovo preobrazbo v suburbana in urbana naselja. Zaradi kmetijske rabe zemljišč ter v ta namen izvedenih regulacij vodnih tokov, hidro- in agromelioracij zemljišč je bilo veliko naravnih ekosistemov uničenih, spremenil se je videz pokrajine in povečalo obremenjevanje okolja, zlasti vodnih tokov in območij podtalnice. Podzemne in površinske vode sta najbolj obremenjeni pokrajinski sestavini, kot posledica pa se kaže njihova onesnaženost.

Pokrajinsko rabo v porečju površinskega toka Reke, na Krasu in v povirnem delu Rižane obravnavamo združeno iz dveh razlogov. Prvič, pretakanje podzemnih voda v Krasu je deloma nadaljevanje površinskega toka Reke in tudi povirje Rižane je kraško. Drugi razlog je podobna pokrajinska raba v omenjenih območjih. Za vsa tri območja je značilna manj intenzivna pokrajinska raba, kar se kaže v velikem deležu gozdnih oziroma zaraščajočih se površin in prevladujočih manjših podeželskih naselij. Zaradi neugodnih naravnih pogojev za obdelavo zemljišč kmetijstvo nima pomembnejše vloge. Neugodni sta tako kamnitost površja in neenakomerna debelina prsti na Krasu in Podgorskem Krasu kot mokrotnost in občasne poplave v dolini Reke. Zaradi opuščanja kmetijske rabe na manj primernih območjih se ponovno razvijajo in oblikujejo drugotni naravni ekosistemi. V celotnem območju imamo le štiri urbana središča: Ilirsko Bistrico v zgornjem delu porečja Reke ter Kozino, Divačo in Sežano na Krasu, ki skupaj z manjšimi naselji povzročajo obremenitve v okolju, v katerem so najbolj občutljiv pokrajinski element prav vode, med njimi še posebej podzemne kraške vode (Kovačič, 2003b; Ravbar 2006).

V Slovenski Istri je pokrajinska raba v primerjavi z območji, ki jo obkrožajo s severne strani, bolj intenzivna. Govorimo o dvojnosti pokrajinske rabe, ki se kaže v gozdnatem in podeželskem gričevnatem zaledju ter intenzivni kmetijski in urbani rabi v obalnem pasu. V zaledju Slovenske Istre prevladujejo majhna naselja, kmetijstvo je večinoma ekstenzivno, nekdanje obdelane kmetijske površine, vključno s terasami na pobočjih, se krčijo in zaraščajo. Kot posledico intenzivnejše kmetijske rabe zemljišč in krčenja gozda v preteklosti se pojavlja erozija pobočij, ki je na različnih območjih flišnega gričevja zelo intenzivna (dolina Dragonje, Rokave, zgornja Rižanska dolina) (Zorn, 2008b). Nasprotno se v spodnjih delih rečnih dolin Rižane, Badaševice, Dragonje in v ožjem obalnem pasu naselja širijo, število prebivalcev se povečuje in razvoj različnih gospodarskih dejavnosti skupaj s poselitvijo povzroča veliko obremenjevanje okolja. Obalni del Slovenske Istre je med najgosteje poseljenimi območji v Sloveniji, zaradi izrazito sezonskega značaja turizma pa se v poletnih me-



Sl. 3: Hidrogeološke enote in pokrajinskoekološki tipi v jadranskem povodju.
 Fig. 3: Hydrogeological units and landscape ecological types in the Adriatic Sea basin.



Sl. 4: Kakovost vodotokov in kraških izvirov v Jadranskem povodju (vir podatkov: ARSO, 2009b).
Fig. 4: Quality of watercourses and karst springs in the Adriatic Sea basin (data source: ARSO, 2009b).

secih število ljudi močno poveča, kar se kaže v veliki porabi pitne vode, veliki količini odpadkov in odpadnih voda ter veliki obremenjenosti prometne infrastrukture. Poleg naselij in turizma so za okolje obremenjujoči tudi pristanišče, nekatere proizvodne dejavnosti in intenzivno kmetijstvo, zlasti vinogradništvo (Cigale, 2000). Najbolj občutljiva pokrajinska sestavina v obalnem območju je voda. Slovenska Istra se sooča s količinsko zelo omejenimi in nezadostnimi vodnimi viri, za površinske vodne tokove je značilno izrazito nihanje vodnih stanj, na občutljivost morja pa pomembno vplivajo njegova zaprtost, plitvost in šibki tokovi. Intenzivnost pokrajinske rabe se najbolj odraža v degradiranih naravnih ekosistemih v spodnjih delih rečnih dolin, kjer so bili vodni tokovi regulirani, zemljišča hidro- in agromeliorirana ter namenjena kmetijstvu in urbanizaciji. Izjemno velikim spremembam smo priča v ožjem obalnem pasu morja, kjer je le 12% slovenske obale povsem naravne, 80% pa močno in trajno spremenjene zaradi pristanišč, marin in urbanizacije, ki segajo tudi v pas plimovanja in obrežnega morja (Kolega, 2010). Prekomerna intenzivnost pokrajinske rabe se kaže v onesnaženosti vodnih tokov, npr. spodnjega toka Rižane in Badaševice, v onesnaženosti obalnega morja, npr. v Smedelskem zalivu, in v občasno slabem ekološkem stanju slovenskega morja.

KAKOVOST VODA V JADRANSKEM POVODJU

Kakovost površinskih in podzemnih voda je odraz prepletanja naravnih samočistilnih (nevtralizacijskih in regeneracijskih) sposobnosti vodozbirnih območij, ki vplivajo na njihovo občutljivost ter stopnje obremenjenosti s strani različnih človekovih dejavnosti, ki vplivajo na slabšanje kakovostnega stanja vode. Kakovost voda v jadranskem povodju Slovenije prikazuje Sl. 4. Prikazani so podatki o kakovosti voda na 17. merilnih mestih v obdobju 2001–2006 (ARSO, 2009b). Za obdobje 2001–2003 prikazujemo skupno kakovost vodotokov in kraških izvirov na osnovi štirih kakovostnih razredov, kot jih določuje metodologija ocenjevanja kakovosti. Leta 2004 je prišlo do spremembe metodologije ocenjevanja kakovosti površinskih tokov, skupna kakovost se od tedaj dalje ne ocenjuje, zato za obdobje 2004–2006 ločeno prikazujemo biološko in kemijsko kakovost. Biološka kakovost se prikazuje na osnovi štirih, kemijsko stanje pa na osnovi dveh kakovostnih razredov (dobro in slabo kemijsko stanje). Podatki o biološki kakovosti vodotokov za leto 2006 niso dosegljivi, saj kriteriji za določanje ekološkega stanja površinskih vodotokov takrat še niso bili izdelani.

Naravnogeografske danosti jadranskega povodja vplivajo na dokaj visoke samočistilne sposobnosti večine rek, kar se odraža v relativno dobrem kakovostnem stanju vodnih tokov. Izjema so porečja Rižane, Dračje, Badaševice, Reke, Vipave ter Soče v spodnjem

toku. Občutljivost vodotokov za onesnaženje v jadranskem povodju zmanjšujejo veliki vodni odtoki, ki so rezultat prepletanja geoloških, reliefnih in podnebnih značilnosti jadranskega povodja. Večina rek jadranskega povodja se vsaj deloma napaja tudi iz kraških vodonosnikov. Ti so zaradi svojih značilnosti (odsotnost zaščitnih slojev, visoke hitrosti pretakanja) še posebej občutljivi za onesnaženje. K sreči je večina kraških območij, izjema je Kras, redko poseljenih in s tega vidika je obremenjevanje majhno. Zaradi stalnosti vodnega toka kraški izviri dejansko prispevajo k večanju kakovosti vodotokov, kar je zlasti pomembno v času poletnih pretočnih nižkov, ko povečujejo vodnatost rek.

Naravnogeografske razmere v severnem delu jadranskega povodja vplivajo na večje samočistilne sposobnosti rek s povirjem v visokogorskem svetu in hkrati pogojujejo manj intenzivno pokrajinsko rabo. Poselitev in druge človekove dejavnosti v prostoru ne predstavljajo znatnega pritiska na vodne vire, zato je kakovost rek v severnem delu jadranskega povodja v Sloveniji zelo dobra. Skupna kakovost vode Soče (Trenta), Koritnice (Kal), Nadiže (Robič) ter Tolminke (izliv v Sočo), vsa merilna mesta ležijo pred večjimi naselji, je v 1. ali 1.–2. razredu, vse omenjene reke dosegajo dobro kemijsko stanje. Soča pod Tolminom je podobne kakovosti, vendar se v letu 2003 uvršča v 2. razred. Porečje Idrijce se razteza v hribovitem in planotastem svetu, ki je z vidika poselitve manj ugoden, zato pokrajinska raba, z izjemo večjih naselij v dolini, ni intenzivna. Na kakovost vodotokov v porečju Idrijce vplivajo gospodarske dejavnosti v večjih urbanih središčih, kot sta Cerčno in Idrija. Skupna kakovost Idrijce na merilnem mestu Hotešk je bila v letih 2001–2003 sicer v 2. razredu, vendar pa se je glede na vsebnost kovin, ki izvirajo iz rudarske dejavnosti, deloma pa tudi iz naravnega okolja, v tem obdobju uvrščala v 4. kakovostni razred (Horvat et al., 2001). Kakovost Idrijce na merilnem mestu Podroteja se uvršča v 1.–2. in 2. razred. V obdobju 2004–2006 je bilo kemijsko stanje Idrijce na obeh merilnih mestih dobro.

Na Soči se kakovost meri še v Plavah in Solkanu. Podatki za prvo postajo kažejo, da se je skupna kakovost v letih 2001–2003 gibala med 1.–2. in 2. razredom, enako velja za merilno mesto Solkan. Podobno kot velja za reko Idrijco v spodnjem toku, je bila tudi Soča v spodnjem delu v obdobju 2001–2003 prekomerno onesnažena s kovinami (4. razred). V obdobju 2004–2006 je bilo kemijsko stanje Soče v Plavah dobro, na merilnem mestu Solkan pa je bilo v letih 2004 in 2005 zaradi prekomerne vsebnosti težkih kovin slabo. Najslabšo kakovost med vodotoki z merilnim mestom v jadranskem povodju izkazuje Koren, ki teče skozi Novo Gorico in odvaja neprečiščene komunalne odplake. Pri vseh analizah kakovosti se uvršča v zadnji, 4. kakovostni razred, kemijsko stanje vodotoka je slabo.

V porečju Vipave obstajajo bistvene razlike v kakovosti med merilnimi mesti na kraških izviri Hublja in Vipave ter merilnimi mesti dolvodno na vodotokih. Hidrografski zaledji kraških izvirov Hubelj in Vipava sta redko poseljeni, zato je njuna kakovost relativno visoka, tako kot pri vseh kraških izviri je občasno slabša biološka kakovost. Kakovost Hublja na izviru je visoka, v glavnem se uvršča v 1. in 1.–2. razred. Nekoliko slabša je kakovost Vipave na izviru (1.–2. in 2. razred), razlog je lahko sekundarno napajanje s ponornicami s Spodnje Pivke, ki neposredno prenašajo onesnaženje proti izviru. Kemijska kakovost obeh izvirov je dobra. Kakovost Hublja se na kratki razdalji od izvira dolvodno zelo poslabša in na merilnem mestu Ajdovščina se je Hubelj v letih 2001–2003 po skupni kakovosti že uvrščal v 3. in celo v 3.–4. razred. V letih 2004 in 2005 je bila biološka kakovost Hublja v Ajdovščini za razred boljša, kemijsko stanje v obdobju 2004–2006 je bilo dobro. Zaradi naravnih danosti, ki so ugodne za razvoj kmetijske in tudi drugih gospodarskih dejavnosti, je pokrajinska intenzivnost v spodnjem delu porečja Vipave velika, kar vpliva na onesnaženje vodotokov. Skupna kakovost Vipave na merilnem mestu Miren se je v letih 2001–2003 uvrščala v 2. do 2.–3. razred, v letu 2001 se je po vsebnostih kovin uvrščala v 4. kakovostni razred. V obdobju 2004–2005 je bila glede na biološko kakovost v 2. razredu, kemijsko stanje vodotoka pa je bilo v enakem obdobju dobro.

Skupna kakovost Reke na merilnem mestu Topolc, ki se nahaja takoj za Ilirsko Bistrico, kjer je skoncentrirana večina neagrarnih dejavnosti v porečju Reke, je bila v obdobju 2001–2003 v 2.–3. razredu. Biološka kakovost vodotoka v letih 2004–2005 je bila v 2. razredu, kemijsko stanje v obdobju 2004–2006 pa je bilo dobro. Podobni so rezultati meritev kakovosti Reke na merilnem mestu Cerkenikov mlin. Razlike obstajajo v izmerjeni biološki kakovosti v letih 2004–2005, ko se je reka na slednji uvrščala v 1.–2. razred. Porečje Reke med omenjenima vodomernima postajama je redko poseljeno, zato boljša biološka kakovost na postaji dolvodno ni presenetljiva.

Skupna kakovost kraškega izvira Rižana z obsežnim zaledjem se je v letih 2001 in 2002 uvrščala v 1.–2. in 2. razred. Kemijsko stanje v letih 2004 in 2005 je bilo – 2. razred. V dolini Rižane je pokrajinska raba zaradi ugodnih pogojev in bližine Kopra velika, zato je kakovost Rižane na vodomerni postaji Dekani temu primerno slaba in se je v letih 2001–2003 uvrščala v 2.–3. razred. Kemijsko stanje Rižane v obdobju 2004–2006 na omenjenem merilnem mestu je bilo dobro, glede na biološko kakovost se je vodotok v letih 2002 in 2005 uvrščal v 1.–2. in 2. razred. Tudi dolina Dragonje je kmetijsko zelo intenzivno obdelana, kakovost vode na merilnem mestu Podkaštel pa je kljub temu dokaj dobra. V obdobju 2001–2003 se je skupna kakovost na omenjenem merilnem mestu uvrščala v 2. razred. Biološka

kakovost v letih 2004 in 2005 pa celo v 1.–2. in 1. razred, dobro je bilo tudi kemijsko stanje Dragonje.

Program monitoringa kakovosti morja spremlja ekološko in kemijsko stanje obalnega in teritorialnega morja ter podaja ocene doseganja okoljskih ciljev za vodna telesa površinskih voda. Kakovost morja se redno ugotavlja z vzorčenji in analizami vode, sedimentov in mesa morskih organizmov. Vsebnost klorofila a se spremlja kot kazalec prekomerne obremenjenosti vode s hranilnimi snovmi, in sicer v poletnem obdobju od maja do septembra, ko je primarna proizvodnja fitoplanktona največja. Vsebnost klorofila a v poletnem obdobju je dober pokazatelj vnosa hranilnih snovi iz človekovih dejavnosti, ker so naravni vnosi zaradi majhne količine padavin zanemarljivi. Povprečne vrednosti klorofila a, merjene na globini od 0–10 metrov na treh merilnih mestih, od katerih je eno bližje obali pri Piranu, so bile v obdobju 1997–2006 zelo spremenljive. Najvišje vrednosti klorofila-a so v letih 1998 in 1999 presegle 10 µg/l, v letu 2001 in 2002 pa 6 µg/l. Večina povprečnih vrednosti je bila pod 2,5 µg/l (Rejec Brancelj, 2006). Pomemben kazalec ekološkega stanja morja je tudi vsebnost kisika v globinski vodi, ki se v slovenskem delu Jadranskega morja sistematično spremlja od 90. let preteklega stoletja. Zaradi zaprtosti in plitvosti morja ter razslojenosti vode se od poznega poletja do jeseni v globljih plasteh vode zelo zmanjša vsebnost raztopljenega kisika. Izjemno pomanjkanje kisika v Tržaškem zalivu, ki je bilo ugotovljeno v letih 1974, 1983, 1987 in 1990, je povzročilo pogin bentoških organizmov na različno obsežnih predelih osrednjega dela zaliva. Podatki za dve merilni mesti v osrednjem in jugozahodnem delu slovenskega morja za obdobje od maja do novembra v letih 1989–2006 kažejo, da so bile le občasno ugotovljene biološko kritično nizke vrednosti kisika pod 2 ml/l. Pogosteje so bile nizke vrednosti ugotovljene v pridnenem sloju v osrednjem delu zaliva (globina 22 m), kjer je bila leta 1995 najnižja vrednost 0,29 ml/l. Na merilnem mestu v jugozahodnem delu pa so bile vsebnosti raztopljenega kisika v pridnenem sloju (globina 24 m) samo v letih 1989 in 1990 pod 2 µg/l (Rejec Brancelj, 2006). Trofični indeks (TRIX) je sintezni kazalec obremenjenosti vode, ki upošteva vsebnost dušika, fosforja, klorofila ter zasičenost s kisikom in prozornost. V letu 2005 so se vrednosti trofičnega indeksa gibale med 4,5 in 6, kar kaže na zmerno evtrofne vode. Kemijsko stanje vode je bilo za leto 2005 ocenjeno kot dobro, ustrežna pa je bila tudi kakovost vode za življenje morskih školjk in polžev (Rejec Brancelj, 2007).

Kazalec kakovosti kopalnih voda obalnega morja nam daje vpogled v mikrobiološko ter fizikalno-kemijsko kakovost vode. V slovenskem obalnem morju je bilo v monitoring kopalnih voda do leta 2003 zajetih 32 odzemnih mest, od leta 2004 pa se, skladno z zahtevami direktive o kopalnih vodah, redno spremlja higienska ustrežnost 6 območij kopalnih voda in 13

naravnih kopaljšč. Skupno kakovostno stanje kopalnih voda v obdobju od 1996 do 2003 lahko označimo kot dobro, saj je večina vzorcev vode ustrezala fizikalno-kemijskim zahtevam, mikrobiološko ustreznih pa je bilo 72–90% vzorcev. Podatki po letu 2004 zaradi spremenjene metodologije niso primerljivi s predhodnimi, kakovost kopalnih voda pa je bila v letih 2004 in 2005 prav tako dobra (Rejec Brancelj, 2006). V letu 2006 je bila na vseh 19 lokacijah kakovost kopalnih voda skladna z obvezujočimi zahtevami, 16 kopalnih voda pa je ustrezalo celo strožjim priporočenim zahtevam (Rejec Brancelj, 2007).

SKLEPNE MISLI

S pestrostjo naravnogeografskih dejavnikov, kot so geološka zgradba, relief in podnebje, je pogojena velika pokrajinska pestrost jadranskega povodja v Sloveniji, ki obsega manjši del Alp in predalpskega hribovja, večji del dinarsko kraških planot in v celoti sredozemski del Slovenije. Porečja, ki pripadajo jadranskemu povodju, se zaradi pestrosti naravnogeografskih dejavnikov med seboj zelo razlikujejo, razlike pa so precejšnje tudi znotraj večjih porečij (npr. Soče, Vipave, Reke), kar je bil razlog, da smo v prispevku pokrajinske značilnosti jadranskega povodja predstavili po območjih, kot so zgornje in spodnje porečje Soče, porečje Vipave, porečje Reke s Krasom in s povirjem Rižane ter porečja vodnih tokov v Slovenski Istri. Večini jadranskega povodja v Sloveniji so skupne ugodne odtočne značilnosti (specifični odtoki in odtočni količniki večine porečij ali vodozbirnih zaledij so nad slovenskim povprečjem) in bogati vodni viri (zlasti kraški izviri). Naravnogeografski dejavniki pa niso odločilni le za hidrografske lastnosti, ampak tudi za pokrajinsko rabo, kar še zlasti velja za kmetijsko rabo zemljišč in poselitvev. V primerjavi s porečji v črnemorskem po-

vodju Slovenije se je pokrajinska raba v obravnavanem povodju pokazala kot večinoma manj intenzivna, kar se odraža v relativno dobrem kakovostnem stanju vodonosnikov in pripadajočih kraških izviri. Kraški izviri predstavljajo pomemben vir pitne vode v jadranskem povodju, saj je količina podtalnice v aluvialnih vodonosnikih zelo skromna, zato smo izpostavili njihovo občutljivost. Rezultati meritev vsebnosti klorofila *a* v morju v poletnih mesecih kažejo v splošnem zadovoljivo kakovostno stanje morja, občasno so ugotovljene kritično nizke vrednosti raztopljenega kisika v morju. Vrednosti trofičnega indeksa kažejo na zmerno evtrofne vode, kemijsko stanje morja je ocenjeno kot dobro. Kot dobro lahko ocenimo tudi mikrobiološko in fizikalno-kemijsko kakovost kopalnih voda v slovenskem morju.

V prispevku smo skušali predstaviti osnovne hidrogeografske značilnosti jadranskega povodja v Sloveniji in prikazati naravnogeografske dejavnike, ki vplivajo na pokrajinsko občutljivost okolja, zlasti občutljivost vodnih virov. V nadaljevanju smo izpostavili prevladujočo rabo zemljišč, ki je, odvisno od intenzivnosti, vir obremenitev okolja, in kakovost vodnih virov, ki je pokazatelj razmerja med obremenjevanjem okolja in samočistilno (regeneracijsko in nevtralizacijsko) zmogljivostjo okolja in pokrajinskih sestavin. Jadransko povodje v Sloveniji, ki se je pokazalo kot pokrajinsko zelo pestro območje, bi za natančnejšo predstavitev zahtevalo podrobnejšo analizo pokrajinskih sestavin in pokrajinske rabe. Zavedajoč se pomanjkljivosti holističnega pristopa smo se v prispevku osredotočili na prikaz razlik in tistih elementov okolja, ki najbolj ponazarjajo pokrajinske značilnosti povodja in območij znotraj njega. Poglobljena analiza pokrajinskoekoloških lastnosti jadranskega povodja z vidika voda bi namreč zahtevala natančnejšo obdelavo tudi številnih drugih naravno- in družbenogeografskih dejavnikov.

LANDSCAPE ECOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE ADRIATIC SEA BASIN IN SLOVENIA WITH AN EMPHASIS ON WATER RESOURCES QUALITY

Valentina BREČKO GRUBAR

University of Primorska, Faculty of Humanities Koper, SI-6000 Koper, Titov trg 5
University of Primorska, Science and Research Centre of Koper, SI-6000 Koper, Garibaldijeva 1
e-mail: valentina.brecko.grubar@fhs.upr.si

Gregor KOVAČIČ

University of Primorska, Faculty of Humanities Koper, SI-6000 Koper, Titov trg 5
University of Primorska, Science and Research Centre of Koper, SI-6000 Koper, Garibaldijeva 1
e-mail: gregor.kovacic@fhs.upr.si

SUMMARY

The Adriatic Sea basin in Slovenia extends over 3,850 km² (19%). The rest of Slovenia belongs to the Black Sea basin. The total runoff from the Adriatic Sea basin is estimated at 170 m³/s or 5.4 km³ annually, which is about one fifth of the Black Sea runoff amount. In a physical geographical sense the Adriatic Sea basin is a diverse region. The

most important physical-geographical factors characterizing the Adriatic Sea basin are large amounts of precipitation, which in general exceeds the average value for Slovenia; great horizontal and vertical relief fragmentation; heterogeneous geological setting with prevailing carbonate rock; above-average forest cover, natural vegetation diversity and with the exception of some smaller areas also less intensive agricultural use of land.

The total length of superficial watercourses in the Adriatic Sea basin is 4,076 km, of which 1,727 km or 42.4% belongs to the drainage basin of the Soča River. Due to the high portion of carbonate rock, the average watercourse density in the Adriatic Sea basin is under the state's average and reaches 1.11 km/km². Thirty-one working gauging stations in the basin allow us a good estimation of the water balances and runoff characteristics of individual catchment areas. In the major part of the basin, the mean annual amount of precipitation exceeds 2,000 mm, the exceptions being the catchment areas of the Vipava and Reka Rivers, Kras plateau and Slovene Istria. The mean annual evapotranspiration rate in the basin is estimated at 650–750 mm. Specific runoffs calculated for the majority of the gauging stations in the Adriatic Sea basin are above the state's average, which is 27 l/s/km². For the Tolminka basin, the maximum specific runoff in Slovenia is calculated (105.2 l/s/km²) (Tab. 2). Similar characteristics also show the runoff coefficients of the individual gauging stations. The maximum average runoff coefficients are calculated for the high-mountainous part of the Soča and Tolminka basins and for the mountainous parts of the Vipava and Idrijca basins. According to the mean annual discharge, the most abundant is the Soča River at the Kobarid I gauging station (33.15 m³/s) and with 89.77 m³/s at the Solkan I gauging station, the Idrijca River at the Hotešk gauging station (23.48 m³/s) and the Vipava River at the Miren gauging station (17.29 m³/s) follow (Tab. 2). At all of the rest gauging stations the mean annual discharges are lower than 10 m³/s. The watercourses of the Adriatic Sea basin are classified into three discharge regime types: nival-pluvial regime (the Soča in the upper course, the Koritnica, Učja and Tolminka Rivers), pluvial-nival regime (the Soča in the lower course, the Vipava in the upper course, the Idrijca, Bača, Trebuša, Cerknica and Nadiža Rivers) and pluvial regime (the Vipava in the lower course, the Reka, Rižana, Dragonja, and Badaševica Rivers).

In the Adriatic Sea basin, rock with karst-fissured porosity dominates, covering over 57% of the area (Fig. 3). Over 1,180 springs are registered in the basin, the most important being Soča, Koritnica, Boka, Zadlaščica, Tolminka, Mrzlek, Lijak, Podroteja, Divje Jezero, Kajža, Hubelj, Vipava, Bistrica and Rižana. The majority of them are captured for the drinking water supply. 22% of the Adriatic Sea basin is characterized by rock with mixed intergranular-fissured porosity (flysch). 10% of the basin is characterized by fissured porosity and 11% of the region belongs to intergranular aquifers. The quantity of groundwater in intergranular aquifers in the Adriatic Sea basin is small and the extent is limited to the alluvial aquifers of the Soča and Vipava Rivers.

In comparison to the Black Sea basin, the intensity of landscape use in the Adriatic Sea basin is less intensive, though noticeable differences between individual river basins can be observed. Due to the unfavorable natural conditions (high altitude, steep slopes, sharp climate, absence of flat land, surface water and fertile soils) for the upper course of the Soča drainage basin less intensive landscape use is typical. Due to the urban use, in the lower course of the Soča River in Slovenia, the landscape use is more intensive. The natural conditions in the Vipava basin enabled even more intensive landscape use (agriculture and other economic activities). This results in negative impact on subsurface and superficial waters. The landscape use in the Reka basin, on the Kras karst plateau and in the karstic catchment of the Rižana River basin is not intensive, which is indicated by a large portion of forest cover and overgrowing areas and by the absence of larger settlements. In Slovene Istria, landscape use is very intensive, but a significant difference is present between the forested and traditional agriculture hinterland in the hills and the intensive modern agriculture and urban landscape use in the coastal part. Intensive landscape use is the cause of serious impact on the quality of air and water bodies (rivers, sea) in this region.

In this paper, data on water quality from 17 sampling points in the Adriatic Sea basin is analyzed. The natural conditions in the basin, such as a large amount of precipitation and runoff, and steeper river gradients influence first on a high self-cleaning capacity of the watercourses and second on a low population density, especially in the upper sections of the rivers. Both reasons contribute to the high quality of watercourses in the upper sections of the Adriatic Sea basin. The quality of the water in the southern part of the basin is a bit lower than in the northern part, the reasons are higher population density and concentration of agricultural and other human (e.g. economy, traffic) activities in the area. Nevertheless, beside the Koren Stream (Nova Gorica), the quality of rivers and karst springs in the Adriatic Sea basin is rather high. The results of the Chlorophyll-a concentration in the sea water during the summer period show a rather sufficient quality state of the sea. In some years critically low values of dissolved oxygen in sea water were recorded. The values of TRIX index of the sea correspond to moderate eutrophic waters; chemical quality of the sea is good, as well as the overall microbiological and physical-chemical quality of bathing waters in the Slovenian sea.

Key words: sea basin, drainage basin, landscape ecological characteristics, the Adriatic Sea basin

LITERATURA

- ARSO (2009a):** Agencija Republike Slovenije za okolje. Klimatološka povprečja izbranih meteoroloških postaj 1971–2000 in 1961–1990. [Http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/normals_71_00](http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/normals_71_00) (20. 1. 2009).
- ARSO (2009b):** Agencija Republike Slovenije za okolje. Poročila o kakovosti površinskih vodotokov v Sloveniji 2001–2006. [Http://www.arso.gov.si/vode/reke](http://www.arso.gov.si/vode/reke) (20. 1. 2009).
- Atlas okolja (2009):** Atlas okolja. Agencija Republike Slovenije za okolje. [Http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso](http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso) (15. 12. 2008).
- Cigale, D. (2000):** Okoljske obremenitve in stanje okolja na obalnem območju – primer Koprškega primorja. V: Špes, M. (ur.): Pokrajinsko ranljiva območja v Sloveniji. Ljubljana, Inštitut za geografijo, 71–116.
- DMV 25 (2005):** Digitalni model višin 25x25 m. Ljubljana, Geodetska uprava Republike Slovenije.
- Eionet (2006):** Agencija Republike Slovenije za okolje. Eionet v Sloveniji. Eurowaternet – Slovenija, digitalne informacije o vodah. [Http://nfp-si.eionet.eu.int/Dokumenti/GIS/voda](http://nfp-si.eionet.eu.int/Dokumenti/GIS/voda) (10. 10. 2006).
- Frantar, P. (2007):** Geografski pregled vodne bilance Slovenije 1971–2000 po glavnih porečjih. Geografski zbornik, 47, 1. Ljubljana, 25–45.
- Frantar, P. et al. (2008):** Vodna bilanca Slovenije 1971–2000. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje.
- Frantar, P., Hrvat, M. (2005):** Pretočni režimi v Sloveniji med letoma 1971 in 2000. Geografski vestnik, 77, 2. Ljubljana, 115–127.
- Fridl, J., Kladnik, D., Orožen Adamič, M. & D. Perko (1998):** Geografski atlas Slovenije: Država v prostoru in času. Ljubljana, Državna založba Slovenije.
- Geološke karte (2009):** Geološki zavod Slovenije. Osnovna geološka karta SFRJ. Listi: Beljak, Gorica, Trst. [Http://www.geo-zs.si/slo-text/digitalne_karte.htm](http://www.geo-zs.si/slo-text/digitalne_karte.htm) (5. 11. 2008).
- Habič, P. (1989):** Kraška bifurkacija Pivke na jadransko črnomoškem razvodju. Acta carsologica, 18. Ljubljana, 235–264.
- Hidrološki letopis (1995–2006):** Hidrološki letopis Slovenije 1990–2003. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije.
- Horvat, M. et al. (2001):** Mercury Distribution in Water, Sediment and Soil in the Idrija and Soča River System. V: Hines, M. E., Horvat, M. & J. Faganeli (ur.): Workshop on Mercury in the Idria Region and the Northern Adriatic. Ljubljana, Naravoslovnotehniška fakulteta, 65–78.
- Janež, J., Čar, J. & P. Habič (1997):** Vodno bogastvo Visokega krasi: ranljivost kraške podzemne vode Banjšic, Trnovskega gozda, Nanosa in Hrušice. Idrija, Geologija.
- Kolbezen, M., Pristov, J. (1998):** Površinski vodotoki in vodna bilanca Slovenije. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije.
- Kolega, N. (2010):** Medsebojno vplivanje kopnega in morja. Določanje značilnosti stika med kopnim in morjem s pomočjo lidarskih in sonarskih snemanj. Doktorska disertacija. Fakulteta za humanistične študije Koper, Koper.
- Kovačič, G. (2003a):** Kraški izviri Bistrice (JZ Slovenija). Annales – Series historia naturalis, 13, 1. Koper, 111–120.
- Kovačič, G. (2003b):** The Protection of Karst Aquifers. The Example of the Bistrice Karst Spring (SW Slovenia). Acta carsologica, 32, 2. Ljubljana, 219–234.
- Perko, D. et al. (1998):** Slovenija: pokrajine in ljudje. Ljubljana, Mladinska knjiga.
- Ravbar, N. (2006):** Karst Aquifer Hazard Assessment and Mapping on the Classical Karst. Acta geographica Slovenica, 46, 2. Ljubljana, 169–189.
- Ravbar, N. Goldscheider, N. (2007):** Proposed Methodology of Vulnerability and Contamination Risk Mapping for the Protection of Karst Aquifers in Slovenia. Acta carsologica, 36, 3. Ljubljana, 397–411.
- Rejec Brancelj, I. (ur.) (2006):** Kazalci okolja 2005. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje.
- Rejec Brancelj, I. (ur.) (2007):** Okolje na dlani. Slovenija. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje.
- Špes, M. et al. (2002):** Študija ranljivosti okolja. Ljubljana, Inštitut za geografijo Univerze v Ljubljani.
- Uhan, J. Bat, M. (ur.) (2003):** Vodno bogastvo Slovenije. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje.
- Zorn, M. (2008a):** Zemeljski plazovi v Sloveniji. Ljubljana, Založba ZRC.
- Zorn, M. (2008b):** Erozijski procesi v slovenski Istri. Ljubljana, Založba ZRC.