

**IGU** INŠTITUT ZA GEOGRAFIJO UNIVERZE  
EDVARDA KARDELJA V LJUBLJANI

POROČILO O DELU  
ZA LETO 1985

URP USMERJANJE DRUŽBENO RAZVOJNIH PROCESOV  
V PROSTORU IN MANJ RAZVITA OBMOČJA V  
SR SLOVENIJI

PORS 11 - 5560-506-85

Ljubljana, 1985

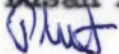
INŠTITUT ZA GEOGRAFIJO UNIVERZE EDVARDA KARDELJA V LJUBLJANI

VODNI VIRI BELE KRAJINE II.

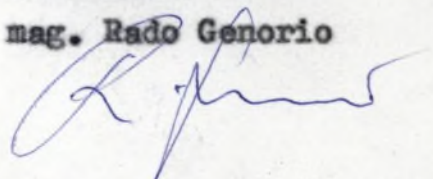
Regionalni vidiki vodne oskrbe in gradnje malih HE v Beli krajini

Financer: PORS 11, ORS Črnomelj

Nosilec:  
dr. Dušan Plut



Direktor:  
mag. Rado Genorio



**Nosilec: dr. Dušan Plut**

**Sodelavec: univ. asist. Marcel Kompare**

**Kartograf: Antonič Božena**

**Drole Zmago**



## I. Značilnosti belokranjskih izvirov in vodnih jam

Kraška Bela krajina z vodnimi viri ni bogata, zato je razumljivo, da je bilo zlasti proučevanju izvirov posvečena doslej precejšnja pozornost, kakor kažejo številna dela (Gams, 1961, Študija preskrbe Dolanjske s pitno vodo; 1969, Novak, 1971; Marinko 1973; Habič 1975, 1978; Novak, 1981). Gams (1961) je sistematično proučeval obkolpske izvire od Starega trga do Kamenice, Novak (1971) pa večje izvire od izvira Kolpe do sotočja Lahinje. V študiji oskrbe Bele krajine s pitno vodo (nosilec Marinko, 1973) je tudi kataster izvirov Bele krajine izdelan z vidika možnosti zajetja. Sistematično so obdelani vsi večji izviri Bele krajine (v upravnem pomenu ozealje občin Črnomelj, Metlika) v okviru sistematičnega speleološkega proučevanja, zlasti belokranjskih jamarjev so izviri in vodne jame obdelani na področju topografskih kart Novo mesto 4, Samobor 3 in Ogulin 2.

Ob karti rezervnih vodnih virov Bele krajine (nosilec Novak, 1981) je tudi osnovni kataster izvirov in vodnih jam, ki so prikazani v merilu 1 : 25 000. Predno smo se lotili dopolnitve katastra vodnih virov, smo uporabili tudi podatke HMZ SRS in vojne pošte Ljubljana.

Zaradi neenotnega kriterija in nepopolnosti podatkov za večje število izvirov pa smo opravili obsežno terensko delo. Pod mentorstvom pisca so terenske proučitve izvedli študenti 4.letnika in absolventi Oddelka za geografijo FF iz Ljubljane v juliju 1984. Pri terenskem delu so pod mentorstvom pisca sodelovali tudi člani geografske skupine na mladinskih raziskovalnih taborih v Semiču julija 1981 in 1982 ter julija 1984 na Suhorju. V letu 1983 in 1988 smo opravili tudi dodatne terenske ogledne in obdelave po dopoljenih Navodilih za izdelavo katastra izvirov za preskrbo s pitno vodo, pomembnih za obrambne priprave v SFRJ (1970).

S pomočjo analize pretočnih podatkov prejšnjih popisov izvirov in ob povpraševanju ljudi na terenu smo podrobneje obdelali 150 izvirov v Beli krajini (ozemlje dveh belokranjskih občin),<sup>x</sup> za katere sodimo, da imajo povprečni minimalni pretok večji od 0,1 l/sek, manj vodnate izvire pa smo zgolj označili na karti. Obdelali smo tudi 47 vodnih jam, ki so dostopne brez posebne opreme (karta).

Zaradi kraškega površja prevladujejo v Beli krajini kraški izviri. Skupaj z vodnimi jamami so imeli pomembno vlogo za lokacijo posameznih naselij ob večjih kraških izviroh in (izvir Podturnščice, Obrha v Metliki, Krupe) so bili tudi gradovi. Odkar pa so začela nastajati vodovodna omrežja, se je njihov pomen močno zmanjšal. Le vodnate in dostopnejše so začeli izkoriščati kot črpališča za vodovod, manjši izviri in vodne jame pa so pričeli izgubljati vlogo najpomembnejšega vodnega vira tudi zaradi kapnic. Kljub temu pa je z vidika SLO njihova vloga pomembna v izjemnih pogojih.

Po načinu pojavljanja vode sta v Beli krajini (tabela) dve večji skupini izvirov: kraški in normalni. Med normalnimi je le nekaj izvirov (5) in sicer gravitacijskih (ob Krivem potoku pod Drašiči in pri Kvasici). Vsi ostali izviri pa so kraški (96,6%) in v primerjavi z normalnimi bolj vodnati.

Razlikovanje med kontaktnimi in razpoklinskimi izviri je težavno. Med tipičnimi kraškimi izviri je največ razpoklinskih (80 izvirov oziroma 53,3 %), ki se pojavljajo v vseh pokrajinskih enotah, največ pa jih je ob strugi Kolpe. Kontaktni izviri so ob stiku kraškega in nekraškega sveta, zlasti ob robu nekoliko širših akumulacijskih ravnin ob Kolpi, kjer izvira voda navadno iz razpok.

<sup>x</sup>V tem poglavju bomo izraz Bela krajina uporabljali za označitev ozemlja obeh belokranjskih občin in ne porečja belokranjske Kolpe.

Manjši je delež (12 %) jamskih izvirov (gravitacijski in sifonski), ki so ob izrazitem stiku visokega in nizkega krasa ob zahodnem tektonsko zasnovanem robu Bele krajine pod Kočevskim Rogom. Zlasti za jamske - sifonske (vouclouške) izvire je značilno, da so najbolj vodnati in najmanj kolebajo, ti pa so za Belo krajino tudi najpomembnejši (izviri Krupe, Dobljčice, Lahinje, Nerajčice, Podturnščice, Obrha pri Dragatušu in Jezero pri Jelševniku). Niz sifonskih izvirov na zahodnem obrobju nizkega belokranjskega kraškega ravnika (Krupa - Dobljčica - Lahinja) pričča o pretakanju podzemeljske vode pod sedanjo erozijsko bazo Lahinje (Karta).

Tabela: Izviri po načinu pojavljanja vode

	Število delež	
razpoklinski	80	53,3
kontaktni	47	31,3
jamski	18	11,0
normalni-gravitacijski	5	3,4
<hr/>		
Skupaj	150	100,0

Vodne jame v Beli krajini, ki so dostopne brez posebne opreme smo poskušali razvrstiti po obsegu zaledja in pretakanja vode, vendar izmao na razpolago premalo podatkov. Škiselna in dobrodošla bi bila namreč možnost njihove razvrstitve glede na: jame z nakspano ali krajevno vodo in jame s širšim zaledjem, vendar so zbrani podatki preskromni za argumentirano sklepanje o obsegu njihovega zaledja. Po načinu pretakanja vode je jam s stoječo vodo 30 oziroma 63,8 % in jam s tekočo vodo 17 ali 36,2 %. Med prvimi predstavlja posebno skupino estavele - 8, ki so znane zlasti na zahodnem obrobju Bele krajine ter v kraških podoljih okoli Otovca in Drežnika pri Vinici.

Povprečna gostota izvirov znaša  $0,25/\text{km}^2$  oziroma 1 izvir na  $4 \text{ km}^2$ . Če pa bi upoštevali še manj vodnate izvire, bi znašala povprečna gostota  $0,35/\text{km}^2$  oziroma en izvir na  $3 \text{ km}^2$ . Ena vodna jama je na  $12,6 \text{ km}^2$ .

Največje število izvirov je ob rečnih terasah v pretežno sipkemu materialu ob Lahinji in njenih pritokih ter obkolpski svet med Gribljami in Rosalnicami pri Metliki, kjer je 27 oziroma 18 % vseh izvirov, povprečna gostota pa znaša  $0,7/\text{km}^2$ . Večje število izvirov (22 oziroma 14,7 %) je še v pretežno flišnem svetu okoli Radovice in Drašičev, kjer prihaja do menjave neprepustnih in prepustnih kamenin, povprečna gostota pa je  $1,0/\text{km}^2$ . V zakraselem podolju med Suhorjem pri Vinici in Vinico ter ob Kolpi je 20 (13,3%) izvirov, povprečna gostota pa znaša  $1,1/\text{km}^2$ . Največja povprečna gostota izvirov pa je v pretežno dolomitnem svetu Rožnodolske doline, kjer je  $1,6$  izvirov/ $\text{km}^2$ . Podobna gostota je tudi v Črmošnjiški dolini, ki pripada porečju Krke.

Praktično brez izvirov pa so višji kraški ravniki Veliko Bukovje, vrtačast in kamnit nižji kraški ravniki južno od Semiča, otok normalnega reliefa Kanižarske kadunje in večji del višjih obronkov Gorjancev in Kočevskega Roga s Poljansko goro. Na levem bregu Kolpe med Dolom pri Starem trgu in izlivom Kamenice je ob strugi in aluvialni ravnici Kolpe 49 izvirov (1 izvir na  $1,5 \text{ km}$  vodnega toka), s povprečnim minimalnim pretokom nad  $0,1 \text{ l/sek}$ , ob strugi Lahinje pa jih je 10 (1 izvir na  $3 \text{ km}$  vodnega toka). V celoti je največja gostota izvirov v neposredni bližini Kolpe, sledi Lahinja s pritoki, področje pluviokrasa pri Drašičih in Radovici in pas Rožnodolske uvale ter Črmošnjiške doline ter na vznožju Kočevskega Roga ob tektonsko zasnovanem zahodnem robu Bele krajine. Glede na geološko sestavo je največja gostota izvirov v kvartarnih in aluvialnih neplavinah, ki imajo v Beli krajini skromen obseg, vendar je na njih (na njihovem robu, ob stiku z spniško dolomitnim svetom) dobra petina izvirov oziroma 1 izvir na  $1 \text{ km}^2$ . Najmanjša je gostota izvirov v apnencu in sicer 1 izvir na  $5 \text{ km}^2$ , v dolomitu pa je en izvir na  $1-3 \text{ km}^2$ .

Prostorska razporeditev vodni jam se bistveno razlikuje od razporeditve izvirov. Na dnu Bele krajine je zaradi prevlade razmeroma nizkega površja in površinskih tokov sredi kraša sorazmerno precej kraških votlin z vodo (Habiš, 1975), redke pa so na višjih obronkih Gorjancev in Poljanski gori. Največ vodnih jam je v zakraselih podoljih med Suhorjem pri Vinici in Vinico, v obviseli Poljanski dolini nad Kälpo in močno zakraselom nižjem kraškem ravniku pri Semiču, kjer je 1 vodna jama na km<sup>2</sup>, kar je daleč nad povprečjem za celotno Bele krajino, ki znaša 1 jama na 13 km.<sup>2</sup>

Število in delež izvirov ter vodnih jam kažejo po višinskih pasovih izrazite zgostitev v nižjem delu Bele krajine. V pasu med 100 m in 149 m je 30 % vseh izvirov, med 150 in 199 m pa je celo 35 %. Skupno je v višinskem pasu med 100 m in 199 m 65,3 % izvirov in 44,7 % vodnih jam, čeprav omenjeni višinski pas predstavlja le tretjino Bele krajine. V pasu med 200 in 399 m, ki zajema dobrih 40 % vseh površine, je le 16 % izvirov, a 40,4 % vodnih jam. Podrobnejša analiza nadmorskih višin izvirov kaže, da je med 140 m in 160 m 42 izvirov oziroma 29,3 % vseh izvirov. Posebno so značilne enakomerne višine izvirov Lahinje, Dobličice in njenih večjih pritokov na znatne razdalje, kar po mnenju Gamsa (1961) priča, da jih je stimulirala enotna erozijska baza.



Višino istočne cone, ki je pod aeracijsko, določujejo izviri, ki so na dnu doline in hkrati na robu kraškega masiva (Gams, 1974, s.34), preko leta pa se skladno z vodnim stanjem ta višina spreminja. Krupa, ki se začenja na nizkem kraškem ravniku pod zahodnimi obronki Gorjancev, izvira v nadmorski višini 141 m. Ker gre za vouclouški izvir, je po njem težko sklepati na kolebanje gladine kraške vode (Novak, 1977, s. 62), saj ima Krupa le nižji izvir stalne vode, ne pa tudi višjega, ki bi se pojavil le ob visoki vodi. Dobljčica izvira le v nadmorski višini 142 m, Jezero pri Jelševniku pri 144 m, Lahinja pri 148 m, medtem ko Podturnščica pri srednji in visoki vodi izvira v višini 149 m, ob niski pa v nadmorski višini 147 m. Edino pri Podturnščici je torej opazno večje kolebanje istočne cone, a tudi tu znaša le nekaj nad 2 m. Naj ponovno ppozorimo, da gre pri navedenih večjih kraških izviroh za odtekanje vode pod pritiskom, zato po njihovi višini ne moremo sklepati o nihanju piezometričnega nivoja. Na večje kolebanje piezometričnega nivoja nam kaže nihanje vodne gladine v nekaterih vodnih jamah - estavelah (Stoke pri Otovcu, Lubešnica in Gradnica pri Suhorju) Vinica, vodni jami pri Stari in Novi Lipi, kjer znaša nihanje okoli 10 m. Ob izjemno visoki gladini pride lahko voda na površje, vendar se navadno že v 24 urah po deževju ponovno zniža za nekaj metrov. Karakteristična je tudi razlika v nadmorski višini med izviri ob Kolpi in Lahinji. Kolpski izviri od Kota pri Starem trgu do Vinice, so med 183 m in 167 m absolutne višine, Lahinja pa izvira pri Knežini v nadmorski višini 148 m. Podobno višino imajo tudi vodnati kraški izviri med izvirov Dobljčice (142 m) in Podturnščice (149 m). Med večjimi kraškimi vodami si je svojo strugo močne poglobila Krupa, kž izvira v nadmorski višini 142 m (oziroma 143 m zaradi umetno dvignjene gladine jezua). Glede na nižjo erozijsko bazo Lahinje in njenih pritokov v primerjavi s Kolpo je verjetno, da je razvodnica med njima bližje Kolpi (Gams, 1961). Tudi po vodnatosti 9 levih pritokov Kolpe med Starim trgom in Adlešiči (z minimalnimi pretoki do 5 l/sek) in zelo vodnatih izvirov Lahinje, Podturnščice in Dobljčice sodimo,

da je porečje Kolpe med Šarim trgom in Adlešiči razmeroma ozko. Podobno domnevo nam daje tudi analiza nadmorske višine srednje letne gladine vodnih jam v zakraselem podolju med Zapudjem in Vinico, ki se giblje med 153 in 154 m/Lubešnica - 154 m, Gradnica - 153,3 m, Stara Lipa - 153 m, Nova Lipa - 153 m/. Vodna gladina v jami pri Učakovcih pri Vinici je v nadmorski višini okoli 170 m, bližnji izviri ob Kolpi pa imajo podobno nadmorsko višino. Sodimo, da je piezometrični nivo v zaledju Kolpe nizek, verjetno le nekaj metrov nad njeno gladino. V podolju med Zapudjem in Drežnikom je srednja nadmorska višina vodne gladine v jamah med 6 in 10 m pod srednje nadmorsko višino (160 m) površja. Lahko sklepamo, da je torej piezometrični nivo v omenjenem področju zelo plitvo, morda le 10 - 15 m pod površjem.

Po srednji nadmorski višini vodnih jam iz izvirov zahodnega obrobja Bele krajine sklepa Gams (1961), da poteka piezometrični nivo pod 160 m absolutne višine. Predvideva, da sega v nizkem krasu Bele krajine piezometrični nivo morda komaj 20 - 30 m globoko. Zaradi onesnaženosti izvira Krupe je zato zelo aktualen njegov predlog (Gams, 1961, s. 213), da bi bile potrebne zajeti vode v zaledju Krupe v navpičnih vrtinah, ki naj bi zadele vodoprepustni kanal. Vodo bi bilo možno zajeti v nižjem zaledju Krupe, zlasti v vzhodnem delu (V od Semiča oziroma Vrtače), da bi se lahko izognili možnosti onesnaževanja z odpadnimi vodami Semiča oziroma Vrtače ("Iskra" Semič). Možno pa bi bile zajeti kraško vodo z vrtinami tudi v zaledju vodnatih kraških izvirov zlasti Podturnščice, Lahinje ali Nerajčice (Obrh). Lahko sklepamo, da je srednji piezometrični nivo najbližje površju v kraškem podolju med Drežnikom, Staro Lipa in Suhorjem pri Vinici, kjer bi morda že z 10 m globokimi vrtinami dosegli piezometrični nivo, v zaledju Kuppe na nizkem kraškem ravniku pa bi bilo potrebno verjetno številnejše in nekoliko globlje vrtine (20 - 40 m). V jamah Lebica, pri Lipovcu in Brestovcu pri Semiču je dokaj vprašljivo, saj gre verjetno za jame z lokalno erozijsko bazo in ožjim zaledjem in zato višina vodne gladine ne kaže dejanskega piezometričnega nivoja kraške vode.

Za vodno oskrbo je zelo pomemben podatek o vodnatosti in stalnosti vode v izviri in vodnih jamah.

Tabela: Stalnost pojavljanja vode v izviri in vodnih jamah Bele krajine

	Izviri število	Delež	Vodne jame število	delež
stalna voda	95	63,3	29	61,7
presuši ob izredni suši	38	25,3	10	21,3
redno presuši	12	8,0	4	8,5
voda se pojavi le ob deževju	5	3,3	2	4,3
	150	100,0	47	100,0

Pri večini izvirov (63,3 %) in vodnih jam (61,7 %) se voda stalno pojavlja, pri okolice četrtni pa presuši ob izrednih sušah. Med nestalnimi izviri so le trije, ki imajo povprečni minimalni pretok večji od 1,0 l/sek, pri vseh ostalih (52 izvirov) pa je ta manjši kot 1,0 l/sek. Nestalni izviri so torej neposredno ob levem bregu Kolpe med Marindolom in Damljem, ker imajo verjetno manjše zaledje v primerjavi z izviri ob Lahinji oziroma njenih pritokih.

Od skupno 150 izvirov z minimalnim pretokom 0,1 l/sek<sup>x</sup> je 87 izvirov (58 %) v razredu med 0,1 l/sek in 0,5 l/sek (Tabela 3X), 29 izvirov (19,3 %) med 0,6 l/sek in 1,0 l/sek. Kar 90% vseh teh izvirov ima torej minimalni pretok pod 5 l/sek, le 8 izvirov med 5,1 l/sek in 10,0 l/sek (eden presahne ob izredni suši) in trije (2,0 %) med 10,1 l/sek in 20,0 l/sek (Obrh v Metliki, Guče pri Črmošnjicah in Pogane pri Primostku). Minimalni pretok med 20,1 l/sek in 50,0 imata izvir Lahinje pri Knežini in Nerajški obrh pri Malem Nerajcu (Dragatuš). Skupna količina vode vseh belokranjskih izvirov (ozemlje obeh občin) ob visokem vodnem stanju je okoli 800 l/sek. Minimalni pretok najbolj

vodnatega izvira - Krupe pri Semiču se ceni od 300 - 500 l/sek. Če vzamemo srednjo vrednost pomeni, da nanj odpade polovica skupne količine izvirnih voda Bele krajine, kar podčrtuje njihov izjemen, regionalen pomen. V sosednji Krški kotlini imajo podoben pomen le še izvir Globočec pri Zagrađcu, Tomičev izvir pri Dvoru in izvir Teška voda pri Stopičah. Po vodnatosti sledi Krupi še zajeti izvir Dobljčice z 150 l/sek, kar je približno petina skupne količine izvirnih vod Bele krajine. Oba izvira skupaj imata torej minimalni pretok 550 l/sek oziroma 69 % od skupne količine.

Največ drobnih izvirov z minimalno izdatnostjo (do 1,0 l/sek) je zlasti ob strugi Kolpe in ob Krivem potoku na flišnem svetu pri Drašičih. Skoraj polovica izvirov ob Kolpi je nestalna in slabo vodnata, saj ima le Poganeec pri Primostku minimalni pretok med 10,1 in 20,0 l/sek, kar kaže na najhna zaledja na račun vodnatih pritokov zgornje Lahinje. Širše zaledje imajo obkolpski izviri okoli Adlešič. Šele pred sotočjem z Lahinjo in med Križevsko vasjo ter Rakovcem so ob Kolpi bolj vodnati izviri s širšim zaledjem, ki verjetno segajo v Gorjance. Najbolj vodnati so poleg Krupe, ki izvira sredi nizkega kraškega ravnika, zlasti izviri ob vzhodnem robu Poljanske gore (Jezero pri Jelševniku, izvir Dobljčice in Podturnščice, Obrha pri Dragatušu, Nsrajčice in izvir Lahinje). Ob žužemberškem prelomu so bolj vodnati izviri tudi v dolomitni Črmošnjiški dolini pri vodi v porečju Krke (Guče, Črmošnjica, Studenec v Srednji vasi, Slap oziroma Našelj), ter pri Blatniku nad Semičem in okoli Rožnega dola. Njihovo zaledje sega v višje in bolj vodnate obronke Kočevskega Boga in Gorjancev.

Po pripovedovanju domačinov je ob deževju voda v 71,3 % izviri in 46,8 % vodnih jam kalna. Glede na naravne osnove je v Beli krajini največja nevarnost onesnaževanja tistih izvirov in vodnih jam, ki ležijo v nižjem kraškem ravniku in manjša pri izviri višjega obrobja. Piezometrični nivo je blizu površja, zaradi navadno skromne debeline prepereline in protrtosti kamenin je samočistilna sposobnost v belokranjskem ravniku najmanjša, razen tega pa je nejasen tudi točen obseg zaledja izvira. Za izvire, ki imajo zaledje v visokem krasu je značilno, da je sicer debelina prati tudi neenakomerna, vendar je zaradi večjega deleža dolomitov (zlasti okoli Mirne gore) manj kamnatega površja. Z izjemo Črmošnjiške doline je visoki kras gozdnat, kar zmanjšuje nevarnost onesnaževanja. Manj kamnito in gozdnato je tudi Veliko Bukovje, ki je zaledje obkolpskih izvirov od Vinice do Adlešičev in izvira Lahinje pri Knežini, ki pa izvira tik pod naseljema. Za vodno oskrbo Bele krajine je ugodno, da je največ vodnatih izvirov ob neposrednem robu Kočevskega Roga, z zaledjem v visokem, gozdnatem in praktično nenaseljenem svetu. To velja za zajeti izvir Dobljčice, ki je trenutno najpomembnejša za vodno oskrbo Bele krajine, izvir Podturnščice pri Obrhu. Izviri v Črmošnjiški dolini pa imajo neposredno zaledje že na obdelanem in naseljenem svetu, čeprav je večji del njihovega zaledja višji, dolomiten, gozdnat in nenaseljen. Nevarnost za onesnaženje predstavlja promet na gozdnih cestah, uporaba biocidov v vinogradih, zlasti pa nezavarovana cesta Dobljče - Stari trg, ki je v neposrednem zaledju izvira Dobljčice. Med ostalimi večjimi vodnatimi izviri ima pravzaprav z vidika nevarnosti onesnaževanja najslabšo lego izvir Krupe. Voda izvira sredi belokranjskega ravnika, ki je zakrasel, prst je neskleajena in plitva, svet pa obdelan, gosto naseljen, preprečen s prometnimi cestami, naselja in industrija pa nimajo urejenega čiščenja odpadnih voda. Podobno velja za zajeti metliški Obrh, ki izvira sredi mesta, neposredno zaledje pa nima urejene kanalizacije in gnojišč.

Tudi za ostale izvire belokranjskega ravnika je največja nevarnost onesnaževanje zaradi neurejene kanalizacije in gnojišč, saj večina naselij Bele krajine (delne izjeme so le v Metliki, Črnomlju in delu naselja Semič) nima urejene kanalizacije, čistilno napravo pa le Metlika. Ceste, ki prečkajo belokranjski ravnik so nezavarovane, zato je nevarnost izlitja nevarnih snovi ob nesreči stalno prisotna. Pri izvirih ob podeželskih naseljih pa je najbolj verjetna možnost, da pride do onesnaževanja iz gnojišč, odpadne vode ali uporabe biocidov.

Tabela: Izviri in vodne jame po temperaturnih značilnostih  
(julij 1981)

v°C(julij 1981)	Izviri		Vodne jame	
	Št.	Delež	Št.	Delež
7,1 - 8,0	1	0,7	8	17,0
8,1 - 9,0	5	3,3		
9,1 - 10,0	18	12,0	8	17,0
10,1 - 11,0	59	39,3	8	17,0
11,1 - 12,0	38	25,3	11	23,4
12,1 - 13,0	15	10,0	3	6,4
13,1 - 14,0	9	6,0	5	10,6
14,1 - 15,0	1	0,7	6	12,8
15,1 - 16	2	1,3	1	2,1
ni podatka	2	1,3	5	10,6
	150	100,0	47	100,0

Sklepanje na temperaturne značilnosti voda izvirov in vodnih jam Bele krajine je težavno, saj so bila sistematična in časovno primerljiva le merjenja temperature vode v juliju 1981. V celoti so bili izviri nekoliko hladnejši od voda jam. Srednja temperatura izvirov je bila julija 1981 okoli 11°C, temperatura vode v jamah pa nekaj nad 12°C. Višje temperature smo izmerili pri izvirih na flišu pri Drašičih (12 - 14°C), najnižje pa v Kočevskem Rogu s Poljansko goro (izvir pri Miklarjih - 7,6°C),

Črmošnjiški dolini, okoli Rožnega dola in Krašnjega vrha, kjer segajo vodna zaledja izvirov višje v obronke Gorjancev. Takrat je znašala temperatura največjih kraških izvirov v nižjem kraškem ravniku Bele krajine (izvir Krupe, Podturnščice, Lahinje)  $10^{\circ}\text{C}$  do  $11^{\circ}\text{C}$ , njihove temperature (zlasti Krupe) pa preko leta le rahlo kolebajo (meritve Krupe 17.10.1980, 27.2.1981, 24.5.1981, 6.7.1981). Gams (1974,) svedča skupno in Dobljčico med kraške izvire, ki imajo glede na nadmorsko višino razmeroma nizke srednje letne temperature. (Krupa okoli  $9^{\circ}\text{C}$ , Dobljčica  $10^{\circ}\text{C}$ ). Sodimo, da je eden izmed vzrokov za skromno letno kolebanje ( $1 - 2^{\circ}\text{C}$ ) tipičnih vodnatih kraških izvirov Bele krajine tudi dejstvo, da je v topli polovici leta malo padavin, ki bi lahko kraško notranjost ogrele, obenem pa v večji meri izhlepijo že na površju. Temperature vode v jamah so bile v juliju 1981 nekoliko višje kot temperature v izviroh, značilna pa je tudi enakomernjša porazdelitev po posameznih temperaturnih razredih. Najnižjo temperaturo je imela voda v vodnih jamah Poljanske gore in v nižjem kraškem ravniku ob Kolpi (Griblje, Cerkvišče) ter Lahinji, kjer gre verjetno za kraško vodo iztočne cone, za katero so značilna manjša temperaturna kolebanja. V celoti imajo v povprečju najvišje temperature manjši izviri nizkega krasa in flišnega obrobja okoli Drašič. Ker vsi bolj vodnati izviri dobivajo vodo iz višjega zaledja, so temperature vode bolj stalne, kar je ugodno v primeru črpanja vode.

Dobre polovico izvirov (54 %) doslej še niso zajeli, kar pomeni da niso spremenili odtoka vode. Le 31,3 % izvirov (47) je imelo v celoti (bodisi urejen dostop, korita za pranje ali napajanje ali delno zajezen odtok itd.), 17,7 % pa je imelo le delno urejeno zajetje. Največji delež neurejenih izvirov je ob Kolpi, zlasti v Poljanski dolini in pod Adlešiči. Vse do leta 1960 se je voda iz Kolpe pogosto uporabljala (razen poleti) tudi za kuhanje in delno tudi za pitje, niso redno uporabljali obkolpkih izvirov, zato je večina težko dostopna in nezajeta.

Danes pa Kolpe uporabljajo v glavnem le za napajanje živine, za pitje in kuho pa vodo iz kapnic ali vodovoda. Za razliko od izvirov pa je večji del vodnih jam (68,1 %) urejenih za zajemanje vode (urejen dostop s kamnitimi stopnicami, utrjene pobočje, obsidana ali ograjena okolica izvira). Največ urejenih in zajetih vodnih jam je v pokrajinskih enotah, kjer ni drugih vodnih virov (zgornji del Poljsanske doline, zakraselo podolje med Zepudjem in Drežnikom), niso pa uporabljali jam z nestalno vodo, težjim dostopom in odmaknjeno lego. Prostorska skladnost med lokacijo naselja ter vodne jame in izvira kaže na pomen vodnega vira pri poselitvi Bele krajine. Najbolj nazorna je lokacija naselij Kočevarjev, ki so brez izjeme nastala v bližini vodnega vira. Pred druge svetovne vojne so v nekaterih vodnih jamah, ki so bile primarni vodni vir za vodno oskrbo naselij (stara in Nova Lopa, Cerknjšče, Dobravice) namestili celo ročne črpalke. Po uveljavitvi kapnic pa so tudi te prenehali nameščati, obstoječe pa niso več uporabne.

Tabela: Sedanja uporaba izvirov in vodnih jam

Način uporabe	Izviri		Vodne jame	
	Število	Delež	Število	Delež
se uporablja in vzdržuje	16	10,7	3	6,4
občasno se uporablja in vzdržuje	16	10,7	6	12,8
se občasno uporablja a ne vzdržuje	59	39,3	13	27,6
se ne uporablja	46	30,7	25	53,2
zajeto za reg.vodovod	7	4,7	-	-
zajeto za lek.vodovod	6	4,0	-	-
	150	100,0	47	100,0



Še leta 1983 so za vodno oskrbo dokaj redno uporabljali in vzdrževali 16 izvirov (10,7 %) in 3 vodne jame (6,4 %), občasno pa so uporabljali in vzdrževali 16 izvirov in 6 vodnih jam (tabela). Največ je izvirov (59 oziroma 39,3 %), ki jih občasno še vedno uporabljajo, vendar jih ne vzdržujejo. Pri vodnih jamah pa je največji delež tistih, ki jih ne uporabljajo in ne vzdržujejo (53,2 %). Hedtem ko so danes za vodno oskrbo pomembnejši bolj vodnati izviri, zajeti za regionalni in krajevne vodovode, pa so v preteklosti bile pomembne tudi vodne jame (tabela). Za redno vodno oskrbo so uporabljali 27 izvirov in 17 vodnih jam, ob pomanjkanju vode pa še dodatnih 47 izvirov in 13 vodnih jam. Zaradi lažje dostopnosti so ob delu na polju in v gozdu uporabljali 36 izvirov in 7 vodnih jam. Za redno ali občasno oskrbo je torej belekranjsko prebivalstvo uporabljalo 63,8 % vseh vodnih jam in 49,3 % vseh izvirov, kar kaže na relativno večji pomen vodnih jam v preteklosti, čeprav je zaradi težjega dostopa bila ureditev težavnejša.

Tabela: Pomen izvirov in vodnih jam v preteklosti

	Izviri		Vodne jame	
	Št.	Delež	Št.	Delež
zelo pomembno za redno vodno oskrbo	27	18,0	17	36,2
le ob pomanjkanju vode	47	31,3	13	27,6
ob delu na polju, gozdu	36	24,0	7	14,9
za napajanje živine, pranje	15	10,0	2	4,3
niso imeli večjega pomena	25	16,7	8	17,0
	150	100	47	100

Za belokranjski vodovod so doslej (1984) zajeli naslednje belokranjske izvire: Obrh (68)<sup>x</sup> pri Metliki, Tri gabri (111), Mlinarjev izvir (113), Blatni studenec (114) in Zdravi izvir (116) pri Blatniku nad Črmošnjiško dolino, Guče (118) pri Srednji vasi (Črmošnjice) (v porečju Krke), Dobljica (135) pri Dobljčah.

Ker so belokranjska črpališča prešibka za vodno oskrbo Bele krajine, uporabljajo tudi Dolaki potok v občini Kočevje, v občini Ozalj pa izvire pri Radatovičih in Jamniku in za potrebe "Beti" iz Metlike Obrh pri Brezniku. Za Vinico in okoliška naselja pa uporabljajo še vode iz Kolpe. Posamezna naselja ali njihovi deli imajo lokalne vodovode iz manjših izvirov: izvir nad Sinjim vrhom (11), Pri cerkvi v Rožnem dolu (108), Studenec v Srednji vasi (118) in Studenec nad Planino (125), napeljujejo pa vode iz izvira Vumula pri Adlešičih (43). Posamezne hiše pa črpejo vode še iz izvira Breg pri Špeharjih (10) in Krivoglaviškega zdenca pri Krivoglavicah (58). Vode iz Bajerja pri Rožnem dolu pa občasno uporabljajo za železnico. Vode iz vodnih jam pa ne uporabljajo za organizirano vodno oskrbo preko vodovodnega omrežja.

Tabela: Ocena izvirov in vodnih jam

Pomen	Izviri		Vodne jame	
	Število	Delež	Število	Delež
širši pomen	8	5,3	-	-
lokalni pomen	14	9,3	7	14,9
služi za napajanje živine, divjadi	2	1,3	6	12,8
zelo pomemben, zlasti za SLO	48	32,1	12	25,5
občasno izkoriščanje	51	34,0	8	17,0
onesnažen	13	8,7	6	12,8
predviden za črpanje <sup>x</sup>	1	0,7	-	-
črpališče za reg.vodovod	7	4,7	-	-
črpališče za lok.vodovod	6	4,0	-	-
vodna jama je zasuta	-	-	8	17,0
	150	100	47	100

<sup>x</sup>ni upoštevan izvir Vumula pri Adlešičih, kjer že gradijo vodovodno omrežje, črpališče pa je tudi že urejeno.

Izvire in vodne jame smo razvrstili po pomenu, ki naj bi jih imeli pri bodoči vodni oskrbi Bele krajine (Tabela). Osnovni kriterij za vrednotenje je bila stalnost in vodnatost, dodatna pa njihova lega ob naseljih in dostopnost.

Izviri in vodne jame, ki so nekoliko bolj oddaljeni od naselij in prometnega omrežja, so zelo pomembni za SLO, kar zlasti velja za izvire v Kočevskem Rogu. O tem nas prepriča podatek, da so partizanske bolnice in drugi objekti bili praviloma v neposredni bližini izvira ali vodne jame (n.pr. bolnica pri Hrastniku).

V zadnjih letih so posamezne bolj oddaljene izvire začeli urejati in vzdrževati lovci ter gozdarji. 13 izvirov in 6 vodnih jam je onesnaženih, 8 vodnih jam pa je zasutih (porušen strop, odlaganje gradbenega materiala, smeti).

Med izvire, ki so s širšega vidika pomembni smo uvrstili tiste, ki bi glede vodnatosti in dostopnosti služili za udobno vodno oskrbo več naselij. To so razen izvira Krupe, ki je bo Kolpi najpomembnejši vodni vir Bele krajine, še naslednji izviri:

	min.pretok l/sek
Poganec pri Primostku (54),	10
Bajer pri Rožnem dolu (110),	10
Slap (Mašelj pri Črmošnjicah, 120),	5
Črmošnjičica pri Črmošnjicah (121),	5
Podturnščica pri Dragatušu (140),	5
Obrh pri Dragatušu (141),	5
Obrh (Nerajšica) pri M.Nerajcu (144),	20
Lahinja (izvir) pri Knežini (146).	20

Razen Krupe, ki ima minimalni pretok okoli 300-500 l/sek (povprečni minimalni pa okoli 1000 l/sek), je za vse izvire značilen skromnejši pretok, največ okoli 50 l/sek. Drugi osnovni razlog, ki zmanjšuje njihov pomen pa je nevarnost onesnaževanja v zaledju izvirov. Tako je v zaledju Poganca naselje Primostek

(oddaljeno 500 m) in obsežne kmetijske površine, ki so intenzivno obdelane (strojno - nevarnost izliva nafte), na kmetijskih površinah pa se uporabljajo umetna gnojila in zaščitna sredstva. Podobno velja za Mašelj pri Črmošnjicah, ki izvira pod Srednjo vasjo (100 m pod naseljem), nad njim pa gre le 50 m stran prometna cesta Črnomelj - Soteska - Žužemberk. 200 m med sicer vodnatim izvirov Lahinje sta Belčji vrh in Knežina z neurejenim odtokom odpadnih voda in nebetoniranim dnom gnojišč. Podturnščica in Obrh pri Dragatušu in Bajer pri Rožnem dolu imajo nizek minimalni pretok, pri eventualnem izkoriščanju izvira Črmošnjice pa je ovira cesta do Gač in odročna nizka lega glede na uporabnike (prečrpavanje vode) v Beli krajini, saj leži v porečju Krke. Odročna pa je tudi lega Bajerja pri Rožnem dolu, ki pa ima gozdnato in neposeljeno zaledje. Med naštetimi izviri je bolj vodnat tudi izvir Obrh pri Nerajcu. Glede na vodnatost pa ni izključeno, da njegovo padavinsko zaledje zajema tudi naselje Zepudje, ki leži 1,5 km zahodno in višje od izvira. Za Krupo pa naj le ponovimo, da je najbližje zaledje kmetijsko in zato naseljeno.

Razen dokaj skromne vodnatosti (izjema Krupe) je osrednje ovira črpanje naštetih izvirov, torej nevarnost onesnaževanja. V primeru eventualnega črpanja vode bi bili potrebni obsežni varstveni ukrepi v zaledju izvirov (kanalizacija, betonirana gnojišča, omejitev uporabe biocidov, prometa itd.).

Med krajevno - lokalnimi vodnimi viri, ki bi jih glede na manjšo vodnatost lahko izkoristili tudi pri eventualni gradnji lokalnih vodovodov za eno naselje oziroma manjše število uporabnikov, so v ospredju zlasti naslednji:

Sečanski potok pri Vinici (21),

Vušivec pri Žuničih (40),

Marindolski zdenec pri Marindolu (42),

Fučkovski zdenec pri Adlešičih (46),  
Zdenec pri Zastavi ob Lahinji (61),  
Božakovski zdenec (73) in Povževka (74) pri Božakovem,  
Kuževac pri Rakovcu (75),  
Lovrenčak pri Drašičih (87),  
Vinomerški zdenec pri Vinomerju (90),  
Orehovec pri Krašnjem vrhu (97),  
Rupa pri Dragah (102),  
Jezero pri Jelševniku (133),  
Stepanec pri M. Nerajcu (147).

Zadovoljiva vodna oskrba s pomočjo lokalnih vodovodov (Rožni dol, Planina itd.) potrjuje, da je možno uspešno izkoriščati tudi manjše izvire, kjer je zaradi manjšega zaledja lažje vzdrževati ustrezno kvaliteto vode. Za lokalne vodovode bi se zato lahko izkoristilo še več drugih izvirov. Zlasti to velja za izvire med Radenci in Učakovci ter Ziljami in Marin-dolom ter okoli Rožnega dola, torej v bližini naselij, ki so bolj oddaljena od sedanjega vodovodnega omrežja.

Sodimo, da ima večina vodnih jam manjše zaledje in zato skromne količine vode. Izjemo predstavljajo pravzaprav jame v podolju okoli Zapudja, Suhorja pri Vinici, Lipe in Drežnika, ki imajo širše zaledje, njihova gladina pa je verjetno gladina piezometričnega nivoja širšega področja. Sodimo, da bi bilo potrebno ob sušnem obdobju vodo črpati in tako ugotoviti razpoložljive vodne količine. Ker se vodne jame okoli Lipe v obdelanem in naseljenem svetu, bi bili potrebni tudi širši varstveni ukrepi.

Zaradi bližine naselij in večjih količin vode tudi ob uporabi pa bodo pri vodni oskrbi, zlasti ob suši in izrednih razmerah, imele lokalni pomen zlasti naslednje vodne jame:

Žlanik v Učakovcih,  
Škavla v Hrastu pri Vinici,  
Javornik pri Zagozducu,  
Na studencu pri G.Podgori,  
Curek pri Pribincih,  
Studenc v jami pri G.Dobravicah,  
Breg pri Novi Lipi.

Razporeditev in značilnosti izvirov in vodnih jam so odraz pokrajinskih potez padavinskega zaledja. Oglejmo si osnovne značilnosti izvirov in vodnih jam po osnovnih pokrajinskih enotah Bele krajine. V obkolpskem pasu, ki je dolg okoli 70 km, a zaradi pretežno dolinskega značaja struge zelo ozek, je največ izvirov. Na okoli petini površine je skoraj polovica belokranjskih izvirov, a le slaba desetina dostopnih vodnih jam. Potrebno je razlikovati tri osnovne skupine izvirov. Od skupno 68 izvirov (45 %) jih je kar 43 neposredno ob strugi, oddaljenih največ le nekaj metrov od Kolpe. Gre za razpoklinske izvire, ki so slabo vodnati, nekateri pa bo suši tudi presahnejo. Ob visokih vodah jih zalije voda narasle Kolpe. V preteklosti niso imeli večjega pomena za vodno oskrbo, saj so prebivalci za vse potrebe uporabljali zlasti kolpsko vodo, danes pa uporabljajo kapnico ali vodovod in le občasno (poleti) izvirno vodo. Manjše število, predvsem kontaktnih izvirov je na stiku nekoliko širših akumulacijskih pri Vinici ter v spodnjem toku belokranjske Kolpe pod Gribljami, ki pa so tudi slabo vodnati. Tretje skupino obkolpskih izvirov pa predstavljajo izviri obviselih suhih dolin in podolij v Poljanski dolini, pri Sinjem vrhu, Drenovcu, ki so ostanek nekoč površinske rečne mreže. Izviri so nestalni, slabo vodnati vendar so imeli zaradi večje oddaljenosti od Kolpe pomembnejšo vlogo pri vodni oskrbi. V Poljanski dolini, največji obviseli suhi dolini, je tudi šest vodnih jam, ki kažejo smer odtekanja vode v preteklosti. Sodimo, da obkolpski

izviri zlasti zaradi skromne vodnatosti ne bodo imeli večje vloge pri sodobni vodni oskrbi. Voda zajetega izvira Obrh v Metliki zaradi lege sredi mesta ni primerna za vodno oskrbo prebivalstva.

Kot posebne skupino smo izdvojili izvire in vodne jame zgornjega porečja Lahinje do sotočja Lahinje in Dobljčice do Črnomlja. Na okoli tretjini površja Bele krajine (200 km<sup>2</sup>) je petina izvirov, a skoraj polovica vodnih jam. Največ vodnih jam je v podolju pri Drežniku in med Petrovo vasjo ter Lokvami pri Črnomlju. Piezometrični nivo je blizu površja (10 - 20 m), zaradi stalnosti vode so imele vodne jame pred kapnicami in vodovodom pomembno vlogo pri vodni oskrbi. Značilni so močni, vodnati izviri ob petrografskem in tektonskem robu na stiku visokega krasa Poljanske gore in belokranjskega ravnika. Največji izviri so jamski, z zaledjem v Poljanski gori. V primerjavi z izviri osrednjega belokranjskega ravnika, pa tudi z obkolpskimi, je zaledje vodnatih izvirov med Dobljčami in Dragatušem vodno - ekološko manj občutljivo (gozdnato, neposeljeno). Glede na onesnaženost Krupe sodimo, da bi tudi ostali večji izviri tega področja (izvir Dobljčice je zajet) lahko imeli večjo vlogo pri krajevni vodni oskrbi z vodovodom (Obrh pri Nerajcih, izvir Lahinje), vendar bodo potrebni predhodni varstveni ukrepi.

V osrednjem in severnem delu in višjem obrobju belokranjskega ravnika, ki obsega tretjino površja je le 10 izvirov (6,6 %), vendar največ neposredno ob srednjem in spodnjem toku Lahinje, ob strugi ter obrobju Gorjancev. Več je vodnih jam (13), zlasti okoli Semiča, ki pa zaradi nestalnosti vode in težje dostopnosti niso imele večje vloge pri vodni oskrbi. Izviri ob Lahinji so razpoklinski, slabo vodnati vendar stalni. Izvir Krupe je osamel, a največji belokranjski izvir, ki leži sredi belokranjskega ravnika, južno od Semiča. Gre za tipičen vauclouški tip

izvira pod skalnim previsom, zaledje izvira pa obsega glede na minimalni pretok nad  $100 \text{ km}^2$ . Temperatura vode se preko leta le nekoliko spreminja ( $9 - 11^\circ\text{C}$ ). Zaledje izvira zajema severni del belokranjskega ravnika in zahodno obrobje Gorjancev in Kočevskega Roga, točen potek razvodnice pa ni znan. Peizometrični nivo v zaledju izvira je morda le  $20 - 40 \text{ m}$  pod površjem, neposredno zaledje pa je ekološko zelo občutljivo z nizko samočistilno sposobnostjo. Izvir je zmerno organsko onesnažen, največji problem pa predstavlja specifična oblika onesnaženja Krupe z PCB (piralen), ki ga uporablja "Iskra" iz Semiča pri proizvodnji kondenzatorjev (več o Krupi in onesnaževanju je v naslednjem poglavju). Krupa ima po količini vode regionalen pomen, v preteklosti in vse do maja 1984 pa so jo prebivalci bližnjih naselij uporabljali ob suši kot pomemben dodatni vodni vir ob kapnici.

Za izvire na pretežno neprepustnih tleh gorjanskih potokov okoli Radovice in Drašič je značilna velika gostota izvirov ( $23$  izvirov na  $35 \text{ km}^2$  oziroma en izvir na  $1,5 \text{ km}^2$ ), vendar so izviri šibki in pogosto presahnejo. Prevladujejo sicer kraški izviri (kontaktni in razpklinski), nekaj pa je tudi normalnih, ki jih ni drugod v Beli krajini. Značilna se kolebanja temperature vode preko leta, ob deževju pa se voda kali. Zaradi skromnih pretokov nimajo širšega pomena za vodno oskrbo.

K porečju belokranjske Kolpe sodijo tudi izviri zgorajega porečja Sušice okoli Radatovičev in porečje Jamnika, ki so sicer v občini Ozalj, vendar zajeti izviri služijo pretežno za vodno oskrbo naselij v metliški občini. Izviri so kontaktni, njihov minimalni pretok pa je  $5 - 10 \text{ l/sek}$ . V povirju Sušice je za vodovod zajetih pet izvirov, v povirju Jamnika pa trije. Zaledje izvirov je ekološko manj občutljivo, saj je na površju debela plast prepereline, ki jo pokriva gozd, v zaledju pa ni



naselij. Neugodna pa je pogosta kalnost izvirov, zato je ob dolgotrajnejšem deževju ali hudih nalivih voda neprimerna za pitje.

Kot posebno skupino smo izdvojili tudi izvire pretežno dolomitnega severozahodnega višjega obrobja Bele krajine okoli Črmošnjic, Blatnika in Rožnega dola. Na desetini površja ( $60 \text{ km}^2$ ) je sicer le 13 % belokranjskih izvirov (23), ki pa so zelo zgoščeni v dnu dolin in uval. Izviri Črmošnjiške doline (7 izvirov), so v porečju Krke. Izviri so stalni, vodnati, z zaledjem v Kočevskem Rogu, zajet pa je izvir Guče. Izviri okoli Blatnika so manj vodnati kot tisti v sosednji Črmošnjiški dolini, ker pa je bila možna gradnja gravitacijskega vodovoda, so bolj vodnate že zgodaj zajeli. Tudi okoli Rožnega dola je nekaj srednje vodnatih izvirov, nejasno pa je ali pripadajo (delno ali v celoti) porečju Krupe.

Za Belo krajino, pokrajino na prehodu iz visokega v nizki dinarski kras je torej značilno, da je razmeroma veliko izvirov (150), ki pa so slabo vodnati. Največ (pretežno razpoklinskih in kontaktnih izvirov) je ob Kolpi, najbolj vodnati pa so jamski (sifonski in gravitacijski) izviri na petrografskem in tektonskem zahodnem robu Bele krajine, največji izvir (Krupa) pa je osamljen sredi belokranjskega ravnika. Zaradi izredno vodno - ekološke občutljivosti in nizke samočistilne sposobnosti predvsem belokranjskega ravnika je zelo težavno ohranjanje ustrezne kvalitete pitne vode. V celoti vzeto je količinsko v izvirih Bele krajine dovolj vode za kritje vseh bodočih potreb, osnovni problem nadaljne sodobne vodne oskrbe je torej kvaliteta vode oziroma vse večja onesnaženost vode.

## II. Regionalna analiza vodne oskrbe Bele krajine

Vodno oskrbo in druge rabe belokranjskih vodnih virov obravnavamo iz regionalnega, pokrajinskega vidika. Rabe vodnih virov kot sestavino regionalnih virov<sup>x</sup> bomo proučili z vidika (ne) smotrnega gospodarjenja. Sodimo, da so bili v sedanjem razvoju vodni viri neracionalno, enostransko izkoriščeni. Soočanje različnih vidikov in postopkov o bodoči vodni oskrbi belokranjskih naselij (pokrajinski, ekonomski, tehnični, socialni vidiki) bo narekovalo ustrezen izbor rabe za belokranjske vodne vire. Poskušali bomo odgovoriti na vprašanje ali so vodni viri pospeševalni ali omejitveni dejavniki prostorskega razvoja v Beli krajini, torej v slovenski kraški, robni in manj razviti regiji. Vodna oskrba Bele krajine je odraz svojstvenih potez pokrajine nizkega krasa in značilnosti gospodarskega razvoja. Značilnosti kraške pokrajine<sup>80</sup> kažejo v vodnih virih, ki pa so razmeroma bogati, saj je absolutni minimalni pretok Kolpe pri Metliki okoli 6000 l/s, stalnih izvirov pa znaša okoli 800 l/s. Skupni minimalni pretok vseh izvirov z nad 1,0 l/s pa je 770 l/s, od tega Krupe 400 l/s in Dobličice 150 l/s (karta). V Beli krajini je tudi talna voda (okoli Podturnščice, ob Kolpi južno od Gribelj, Mestni log), vendar zaloge niso znane. Po dosedanjih ugotovitvah (morda z izjemo Mestnega loga pri Metliki) pa niso velike. Količine površinskih voda (Kolpe, Lahinje, Dobličice, Krupe) so velike, saj prispevajo belokranjske vode okoli 14 m<sup>3</sup>/s k srednjemu pretoku Kolpe, iki je pri Metliki 74 m<sup>3</sup>/sek, kar je 65 %.

---

<sup>x</sup>Z regionalnimi viri označujemo lastne razvojne možnosti, domače vire v določeni regiji, pokrajini. K njim prištevamo naravne vire, populacijski potencial, naselbinsko-infrastrukturni potencial, na njihovo stopnjo rabe pa vpliva geografski položaj in prometna dostopnost.

Kvaliteta belokranjskih voda pa se iz leta v leto slabša. Bakteriološko in deloma tudi že po kemičnih lastnostih Lahinja, Dobljica in tudi Kolpa ne ustrezajo za vodno oskrbo prebivalstva brez celovitega čiščenja, ustrezajo pa normam za tehnološko vodo. Skupne količine vode so torej v Beli krajini velike in zadoščajo za najbolj drzne nspovedi o porabi pitne vode v bodočnosti, težave pa so zaradi njene onesnaženosti, kar zlasti velja za površinske vode. Zaradi onesnaženosti poglavitnih vodnih virov so le-ti trenutno omejitveni dejavniki prostorskega razvoja Bele krajine (Plut, 1984).

Za oskrbo naselij z vodovodom so v Beli krajini najpomembnejši izviri, zlasti izvir Krupe, ki je daleč največji in je bil predviden za zajetje. Za vodovod izkoriščajo izvire (izjema Vinica), ki imajo skupni minimalni pretok okoli 180 l/s, ter delno izvire z robnih delov kočevske in ozaljske občine.

Zaradi odmaknjene lege in omejenih naravnih virov se je v Beli krajini proces urbanizacije in industrializacije začel razmeroma pozno. Od leta 1869 do 1948 se je skupno število njenega prebivalstva zmanjševalo. Ob koncu 19. stoletja je bilo okoli 30 000 prebivalcev, leta 1948 pa 23 650 (Plut, 1980). Do leta 1970 se skupno število prebivalcev ni bistveno spreminjalo, v obdobju 1970 - 1981 pa je prišlo do rahlega naraščanja. V letu 1971 je v Beli krajini živel 24 250 prebivalcev, leta 1981 pa 25 300, indeks znaša 105. Podrobnejša analiza populacijskih gibanj po naseljih (primerjava 1961 - 1981) pa nam kaže velike regionalne razlike (Černe, Piry, Plut, 1983). Za Belo krajino je namreč značilno veliko število naselij - 232, od tega je v 147 (63,3 %) manj kot 20 gospodinjstev. Med letom 1961 in 1981 se je v občini Črnomelj v 103 (88,8 %) od 116 naselij navedenega velikostnega razreda število prebivalcev zmanjšalo, v metliški občini pa je takih naselij 27 (87,1 %) od 31. Kljub povečanju celotnega števila prebivalstva je Bela krajina

skoraj v celoti demografsko ogroženo območje, saj je v 73,8 % naselij število prebivalcev v zadnjih dvajsetih letih nazadovalo. Vse do leta 1980 se je občina Črnomelj uvrščala med manj razvita območja republike.

Z vidika vodne oskrbe so torej pomembne naslednje družbeno geografske poteze Bele krajine:

- Izredno razpršena poselitve, saj 25 000 prebivalcev živi v 232 naseljih, povprečno pa v naselju 110 ljudi,
- majhna gostota prebivalcev, ki znaša 42 prebivalcev/km<sup>2</sup> (SRS - 93 prebivalcev/km<sup>2</sup>),
- prevlada naselij z manj kot 20 gospodinjstvi (63,3 %), v katerih se število prebivalstva zmanjšuje,
- nizka stopnja urbanizacije, saj je v obeh mestih živelo le 30 % vseh prebivalcev, več kot 500 prebivalcev pa je le v treh naseljih (Črnomelj, Metlika, Semič),
- družbeni proizvod na prebivalca in narodni dohodek na prebivalca sta pod slovenskim in dolenskim povprečjem.

Navedene značilnosti se kažejo v sedanji vodni oskrbi Bele krajine, kjer se prepletajo tradicionalne in moderne oblike. Leta 1982 je bilo na regionalni ali krajevni vodovod priključnih okoli 18 000 (oziroma 70 %) Belokranjcev. Zaradi razpršene poselitve še vedno v več kot polovici naselij (53,4 %) ni vodovoda. V občini Črnomelj je takih naselij 65 %, v metliški pa le %. 7 000 prebivalcev v 122 belokranjskih naseljih uporablja izključno tradicionalne oblike vodne oskrbe, zlasti kapnico. Od 122 naselij, kjer je kapnica osnovni način oskrbovanja z vodo, je v 88 naseljih dopolnjujejo z občasno uporabo vodnih tokov in izvirov, v 11 naseljih pa so dodatni vodni vir vodne jame v bližini naselij. 16 naselij uporablja izključno kapnice in le ob izredni suši uporabljajo tudi površinsko tekoče vode in izvire. Tudi v naseljih z vodovodom so še ohranjene tradicionalne oblike vodne oskrbe, ki pa jih počasi opuščajo. Današnja vodna oskrba je odraz pokrajinskih značilnosti in zlasti stopnje gospodarskega razvoja posameznih delov Bele krajine. Za razumevanje

današnjega stanja pa je potrebno označiti poglobitne razvojne faze vodne oskrbe, ki nam kažejo tudi na spremembe v vrednotenju vodnih virov.

Zaradi pokrajinskih razlik in različne stopnje gospodarskega razvoja so se izoblikovale tri osnovne razvojne faze oziroma trije načini vodne oskrbe:

- vodna oskrba pred gradnjo krepnic in vodnjakov s talno vodo (izviri, vodne jame, pporšinski tokovi),
- vodna oskrba pred gradnjo vodovoda (kapnice, vodnjaki),
- današnji načini vodne oskrbe (prepletanje starih in sodobnih načinov).

Posamezne razvojne faze so se v posameznih področjih Bele krajine pojavljale zelo različno, zato gre pri navedenih razvojnih fazah bolj za opredelitev posameznih oblik kot za časovno jasno ločena razvojna obdobja (karta).

Bližina vodnih virov je bila skupaj z možnostjo kmetovanja odločujoča pri izbiri lokacije za naselja kraške Bele krajine. V prvem obdobju so uporabljali naslednje vodne vire: površinske tokove, izvire in vodne jame. Te oblike so se medsebojno dopolnjevale (karta). Najpomembnejši vir so bili številni izviri. V tem se kaže posredno pravzprav tudi "zakraselost" Bele krajine z nerazvito površinsko rečno mrežo in prevlado kraških izvirov. Vsaj občasno so uporabljali nad 150 izvirov, od katerih je bilo 47 (31,3 %) zajetih in 22 (14,7 %) delno zajetih. V okolici Radovice, Bojanje vasi, Slamne vasi, Vrčic, Rožnega dola in Otoveca so izviri pravzprav edini vodni vir, saj v bližini ni večjih vodotokov ali vodnih jam. Tudi dostopne vodne jame so bile v preteklosti pomemben vodni vir. Od 47 lažje dostopnih vodnih jam je bilo za vodno oskrbo urejenih okoli 30. Zanesljiv je podatek, da sta bili vodni jami v Zagozdacu in G.Podgori v Poljanski dolini urejeni za vodno oskrbo leta 1865 oziroma 1874,

največ vodnih jam in izvirov pa so uredili med prvo in drugo svetovno vojno, zlasti med leti 1930 in 1940 (Breg pri Stari Lipi, Dobroč pri Dragatušu, Pribinci - Bedenj, Gradnik). Tiste okoli Tribuč, Stare Lipe, Drežnika in Zagozdaca v Poljanski dolini pa so bile skoraj edini vir vode. Le v naseljih ob Krupi so uporabljali izključno površinsko oziroma tekočo vodo. Najbolj pogosta oblika vodne oskrbe je bila kombinirana uporaba površinskega toka in izvira. Uveljavila se je v naseljih ob Kolpi, Lahinji in Dobljici. Izvire so največ uporabljali v poletnem času, saj so bili zaradi nižje temperature primernejši za pitje. Izvire in vodne jame pa so uporabljali zlasti okoli Jugorja, Gradnika, Štrekljevca ter med Ručetno vasjo in Jelševnikom. Okoli Hrasta in Perudino pri Vinici ter Starega trga pa so uporabljali izvire, vodne jame in površinske tokove (karta). Kot dodatni vodni vir, ki se je uveljavil v vseh kraških področjih Bele krajine, pa je potrebno omeniti številne vaške ali hišne kale. Kali so bili praktično v vsaki vasi, nekatere so jih imele celo po več (Marindol, Tribuše, Bojanci). Prvi kali so nastali v vrtačah, ki jih je zaponjevala neprepustna kraška ilovica. Nekateri so kasneje betonirali (D.Radenci - 1958, Gradnik - 1964). Kali so služili za napajanje živine. Med večjimi so bili tisti okoli Prilozja, Hrasta in Perudine. V Bojancih, kjer v bližini ni večjega vodnega vira, je bil skoraj pri vsaki hiši kal za napajanje živine.

Ob koncu 19. stoletja so se v Beli krajini uveljavili kapnica in vodnjaki s talno vodo. Kapnice so se začele širiti okoli leta 1880. Po vzorčno opravljenih anketah lahko sklepamo, da so v naseljih, ki so brez vodovoda in v vaseh s talno vodo (okoli Dragatuša) postale kapnice med leti 1945 in 1955 osnovni način vodne oskrbe. Leta 1970 pa je za več kot polovico vseh prebivalcev Bele krajine postal vodovod prevladujoča oblika vodne oskrbe. Kapnice so se najbolj uveljavile v naseljih, ki so imela preskromne vodne vire ali pa so bila od njih zelo oddaljena. V naseljih neposredno ob Kolpi in Lahinji pa so postale prevladujoča oblika vodne oskrbe šele po letu 1960 - 1965. V Gribljah so bile pred vojno kapnice le v štirih hišah,

saj so prebivalci uporabljali vodo Kolpe in izvir ob njej. Celó v Tribučah so kapnice prevladale šele leta 1955, pred tem pa je večina hiš prej uporabljala vodo iz vodne jame in kalov.

Naprednejše oblike oskrbe s strešnico pa predstavljajo skupne kapnice, ki so jih imenovali vaški "vodnjaki". Kapnica iz več hiš se je zbirala v večjem vaškem vodnjaku, opremljenim v ročno črpalko in koritom. V Svibniku pri Črnomlju so leta 1939 z državno pomočjo zgradili vaški "vodnjak" s prostornini okoli 400 m<sup>3</sup>. Vanj pa se je stekla voda z osmih hišnih streh s površino okoli 1500 m<sup>2</sup>. Najbolj oddaljena streha je bila celo okoli 100 m oddaljena od vaškega vodnjaka z ročno črpalko in koritom za pranje. Voda iz najbolj oddaljenih hiš je v vodnjak pritekala po ceveh, položenih pod površjem. Za napajanje živine pa vode iz vaškega vodnjaka niso uporabljali. Med vsemi oblikami vodne oskrbe je bila pred uveljavitvijo vodovoda kapnica najbolj pomemben način vodne oskrbe. Uveljavila se je tudi v naseljih tik ob Lahinji, Kolpi in drugih površinskih vodah, deloma zaradi globjih in težje dostopnih strug.

Konec 19. stoletja so v manjšem obsegu začeli uporabljati tudi vodnjake s talno vodo. Prvega so izkopali v Dragatušu leta 1880 (vaški vodnjak), le nekaj kasneje tudi v Dobljčah (leta 1890). V naseljih okoli Dragatuša (Gole, Sela pri Dragatušu) so vodnjake s talno vodo kopali kmalu po svečani otvoritvi prvega vodnjaka v Dragatušu. Dokaj pozno pa so jih začeli kopati ob Kolpi pod Gribljami. Najstarejši je vodnjak v Otoku (1933) in Škriljah (1941), kopanje vodnjakov pa se je razmahnilo šele po letu 1960. Rašširjenost tradicionalnih oblik vodne oskrbe Bele krajine pred gradnjo vodovoda je odraz **njenih pokrajinskih potez**. Kraški značaj podčrtuje najprej izjemno vlogo kraških izvirov, nato pa uveljavitev kapnic. Prehodnost

ozemlja med kraškimi (s kapnico) in subpanonskimi (vodnjaki s talno vodo) svetom je manj izrazita kot v Krški kotlini (Radinja, 1984), saj se vodnjaki pojavljajo nesklenjeno, v manjšem številu naselij.

Gradnja vodovoda se je v Beli krajini začela glede na njeno stopnjo gospodarskega razvoja zgodaj. Leta 1898 so zgradili stari avstrijski vodovod, ki je izkoriščal izvire okoli Blatnika nad Semičem. Črnomelj in Semič sta se torej že konec 19. stoletja začela oskrbovati z vodo iz vodovoda, medtem ko je v drugih naseljih še vedno prevladovala oskrba s pomočjo izvirov, vodnih jam in površinskih vodotokov. Kapnice in vodnjaki s talno vodo so se v ostali Beli krajini bolj uveljavili v času, ko sta Semič (Sela pri Semiču - 1908) in Črnomelj že dobila vodo iz blatniškega vodovoda. Leta 1927 so iz lastnega izvira pri Srednji vasi dobile vodovod kočevarske Črmošnjice (Krajevni leksikon II, 1972), leta 1935 pa tudi Metlika iz zajetja Obrh. Vse do leta 1956 - 1957 ni bilo večje razširitve vodovodnega omrežja, saj so bili zajeti izviri zelo skromni. V prvi fazi gradnje vodovodov do druge svetovne vojne, so vodo dobila le urbana in bližnja naselja ter Črmošnjice, kjer so bili Kočevarji. Po letu 1956 pa je z zajetjem Dobljčice in Jamnika v Žumberaku prišlo do postopnega širjenja vodovodnega omrežja. Istočasno so dobila vodovod tudi naselja v spodnjem delu Poljanske doline. Razen belokranjskih vodnih virov so zaradi bližine, pa tudi možnosti gravitacijskega dovoda vode, začeli koristiti vodo iz sosednjih občin (Kočevje, Ozalj). Do leta 1970 se je na vodovod priključilo 16 naselij (27 %) občine Metlika in 44 naselij občine Črnomelj (25,6 %). S pomočjo vodovoda pa se je v obeh občinah oskrbovalo približno polovica vseh prebivalcev. Leta 1968 jebilo v črnomeljski občini na vodovodno omrežje priključenih 43,7 % prebivalcev, v metliški občini pa 46,8 % (Vodnogospodarske osnove Slovenije, 1978). Po podatkih popisa iz leta 1971<sup>x</sup>, naj bi v občini Črnomelj 54 % gospodinjstev

<sup>x</sup>glede vodne oskrbe so po naseljih precejšnje napake in najesnosti, zlasti pri vodovodu (v naseljih, kjer vodovoda ni), kapnici in vodnjakih.



imelo vodovod, 39 % uporabljale kapnice, 4,5 % izvire, potoke ali reke in okoli 2 % vrtane ali izkopane vodnjake s talno vodo. V občini Metlika pa naj bi bilo 57 % gospodinjstev priključenih na vodovod, 27 % je uporabljale kapnice, nad le % izvire, potoke ali reke in 5 % vrtane ali kopane vodnjake s talno vodo. Leta 1971 je 69 % gospodinjstev v SRS imelo organizirano vodno oskrbo s pomočjo vodovoda. V sosednji občini Novo mesto je bilo leta 1971 podobno kot v metliški na vodovod priključenih 57 % gospodinjstev (Radinja, 1984). Okoli leta 1970 je vodna oskrba s pomočjo vodovoda postala prevladujoča oblika v Beli krajini, oskrba s kapnico pa je bila na drugem mestu. Leta 1970 so bila na vodovodno omrežje v občini Črnomelj priključena naselja okoli Semiča, niz naselij med Semičem, Koton, Petrovo vasjo in Črnomljem, naselja med Črnomljem, Dobličami in Dragatušem ter okolica Starega trga v Poljanski dolini. V občini Metlika pa se po gradnji vodovodnega omrežja iz žumberaških izvirov okoli Jamnika in pod Radatovići vodovodno omrežje imela naselja med Bojanjo vasjo, Suhorjem, Lokvice in Križevsko vasjo. Po letu 1970 se je v občini Metlika vodovodno omrežje pospešeno gradilo v smeri proti Rosalnicam in Račevici. Kmalu po letu 1970 je dobil vodovod Gradac, leta 1980 pa še skupina naselij okoli Krasinca (Boršt, Prilozje itd.). Od leta 1970 do leta 1982 se je delež prebivalcev občine Metlika, ki se oskrbuje z vodovodom, zelo povečal (od 50 % na 90 %). V občini Črnomelj z zelo razpršeno naselitvijo (172 naselij) pa se je delež prebivalcev, ki se oskrbuje z vodovodom, povečal od 50 % v letu 1970 na 65 % v letu 1982, kar je še vedno manj od republiškega povprečja za leto 1971 (69 %). Po letu 1970 se je vodovodno omrežje razširilo proti Vranovičem in Cerkviščem, s črpanjem vode iz Kolpe pa se je na vodovod priključilo tudi šest naselij okoli Vinice. Gradnje (1984) tudi vodovod v Adlešičih, ki črpa vodo iz izvira Vumula ob Kolpi (karta).

Prevladujoča oblika vodne oskrbe v Beli krajini je torej vodovod (70 % vseh prebivalcev leta 1982). Kljub temu pa je ostalo 122 pretežno manjših naselij (53 %), ki se oskrbujejo zgolj s kapnico ali pa razen nje uporabljajo še druge tradicionalne oblike. Medtem, ko je bila okoli leta 1970 razlika med obema belokranjskima občinama v deležu prebivalcev, ki se oskrbujejo z vodo iz vodovoda, minimalna, pa je po letu 1970 vodovodno omrežje občutno bolj napredovalo na območju metliške občine. Gradnja vodovoda je bila celo hitrejša kot v sosednji, novomeški občini, kjer je bilo leta 1981 na vodovod priključenih 33 % prebivalcev, brez vodovoda pa so prebivalci slabše četrtine naselij (Radinja, 1984). Brez sodobne oblike oskrbe s pitno vodo je več kot tretjina prebivalcev manj razvite črnomaljske in desetina metliške občine. Primerjava razširjenosti vodovodnega omrežja z demografskimi in drugimi oblikami infrastrukturne opremljenosti kaže (Černe, Piry, Plut, 1983), da se območja brez vodovoda obenem tudi manj razvita območja Bele krajine, katera so bolj izrazite v bolj zakraseli črnomaljski občini. Brez dvoma je gradnja vodovoda skupaj z ostalimi ukrepi (pridobitev ceste, telefon, oskrbe) eden od pogojev za odpravljanje izrazitih regionalnih razlik v Beli krajini.

Najobsežnejše in sklenjeno področje, kjer ni vodovodnega omrežja je v gospodarsko najmanj razvitem obkolpskem pasu med Gribljami, Tribučami, Butorajem, Marindolom, Preloko in Ziljami (karta). Na tradicionalno vodno oskrbo pa so vezana tudi naselja okoli Sinjega in Belčjega vrha. V severnem delu Bele krajine so brez vodovoda še naselja okoli Rožnega dela, Stranske vasi, Črešnjevca in Jugorja, na vzhodnem obrobju pa naselja okoli Drašičev (karta). Prostorski plani črnomaljske občine sicer optimistično predvidevajo, da bo do leta 2000 večina naselij (zlasti v obkolpskih naseljih) dobila vodovod. Vendar finančne težave in onesnaženost Krupe kažejo, da bo širjenje vodovoda v bodoče verjetno občutno počasnejše kot v obdobju 1970 - 1980. Brez vodovoda so namreč območja s zelo razpršeno poselitvijo in manjša naselja, kar zelo podraži gradnjo.

Tradicionalne oblike vodne oskrbe (kapnica, vodnjaki na talno vodo) vrednotimo:

- voda iz kapnic je zelo pomembna ob izrednih prilikah (epidemije, požar, prevelika odvisnost od enega vodnega vira, vojna) in že zato ta način vodne oskrbe ni preživel, zato jih je potrebno vzdrževati;
- ob primerni tehnični izvedbi (hidrofor, gravitacijska napeljava) in ustreznem razmerju med velikostjo zbiralne strešne površine in prostornino kapnic se tovrstna oskrba bistveno ne razlikuje od oskrbe s pomočjo vodovoda; osnovni problem predstavlja pomanjkanje vode ob suši in slabša kvaliteta vode za pitje in kuhanje;
- vodo iz kapnic je ob ustrezni tehnični izvedbi možno redno uporabljati zlasti za pranje (mehka voda), umivanje, kopanje in za straniščno izplakovanje. Kmetje v Gribljah trdijo, da kapnica za naspajanje živine kot edini vodni vir ne ustreza najbolj, ker ji primanjkuje rudninskih snovi, zlasti kalcija, zato živino večkrat naspajajo v Kolpi;
- stroški za kapnico kot dodatni vodni vir (ob vodovodu) bodo zaradi vse večje cene pitne vode tudi ekonomsko utemeljeni, vzdrževanje kapnic pa je enostavno in poceni;
- naseljem s kapnicami je sicer potrebno zagotoviti vodovod (regionalni ali krajevni), vendar zaradi tega ne kaže opuščati kapnic, ki lahko v hišah količinsko (uporaba v kopalnicah, stranišču, pralnem stroju, zalivanju itd.) ostane primarni vodni vir, s čimer bistveno razbremenimo regionalne ali krajevne vodovode. Iz različnih razlogov je torej kombinirana vodna oskrba (vodovod in kapnica) najbolj priporočljiva oblika vodne oskrbe zlasti v razloženih belokranjskih podeželskih naseljih in za hiše sploh, kjer zrak še ni onesnažen.

### Oskrba s pitno vodo iz vodovodnega omrežja

Šele leta 1970 se je torej več kot polovica prebivalcev Bele krajine oskrbovala z vodo iz vodovodnega omrežja, v letu 1982 pa okoli 18 000 (70 %) prebivalcev Bele krajine iz 109 (46,6 %) od 231 naselij. V Beli krajini ne gre za enoten vodovod, temveč za med seboj ločena vodovodna omrežja. Naselja v Poljanski dolini (Stari trg z bližnjimi naselji) se oskrbujejo iz zajetja Dolskega potoka, ki je že v sosednji občini (Kočevju). Vinica z bližnjimi naselji se oskrbuje s pitno vodo iz zajetja Kolpe pod Vinico. Gradijo tudi samostojno vodovodno omrežje v Adlešičih, kjer so zajeli izvir Vumula ob Kolpi. V vseh primerih gre za krajevne (lokalne) vodovode, ki oskrbujejo le manjše število bližnjih naselij. Rožni dol in Planina v krajevni skupnosti Semič ter Sinji vrh pa imajo vaški vodovod. Za potrebe železnice so pri Rožnem dolu (Bajer) leta 1914 zajeli manjši izvir, ki pa ne služi za prebivalstvo. Leta 1960 so za potrebe KZ Krasinec črpali vodo iz Kolpe, na omrežje pa so se priključila tudi nekatera gospodinjstva v naselju. Ko so zgradili vodovodno omrežje do Krasinca, so črpanje vode iz Kolpe opustili. Kmetijska zadruga v Podlogu pri Dragatušu je leta 1962 zgradila lastni vodovod (črpanje vode iz Lahinje), ki pa so ga opustili leta 1979.

Gospodinjstvo na Krivoglavicah (pri Primostku) ima hišni vodovod iz izvira ob Lahinji, Breg pri Špeharjih (izvir ob Kolpi) in nekaj gospodinjstev v Srednji vasi pri Črmošnjicah (karta). Druga naselja osrednje, severne in vzhodne Bele krajine pa dobivajo vodo iz regionalnega vodovoda, ki ga napaja več izvirov. Poglavitni je izvir Dobličice z minimalnim pretokom okoli 150 l/sek, zmogljivost črpališča pa je okoli 30 l/sek (skupinski vodovod Bele krajine..., 1981). V letu 1982 so zmogljivost črpališča povečali na 45 l/sek, vendar pa te količine ne dosežejo vedno. Izvir oskrbuje nižje ležeča naselja v okolici

Črnomlja, Dragatuša in deloma v metliški občini. Metlika z okolice dobiva vodo iz Obrha (zmogljivost črpališča je 10 l/s), v naselju samem in iz žumberaških izvirov (okoli Rajakovičev in Jamnika), ki so že v občini Ozalj in imajo skupno vsaj 6 l/s. Tekstilna tovarna "Beti" iz Metlike dobiva vodo iz Obrha pri Brezniku, prav tako iz občine Ozalj (nad 10 l/s), kjer je mogoče načrpati 60 l/s (Prostorni plan občine Ozalj, 1982). Semič z okolico se oskrbuje z vodo iz manjših zajetij pri Blatniku (Vrčice) in večjega izvira Guče nad Srednjo vasjo. Skupni minimalni pretok izvirov nad Semičem znaša 10 - 20 l/s. Z izjemo zajetij okoli Radatovičev, Jamnika in Blatnika, kjer so gravitacijski vodovodi, je potrebno iz drugih zajetij vodo prečrpavati. Vodovodno omrežje imajo le nižja naselja osrednje in severne Bele krajine. Najvišja naselja, kamor še sega vodovod so okoli Radovice in Bojanje vasi (nad 350 m), voda pa priteka iz še višjih žumberaških izvirov.

Po podatkih GOK-a<sup>x</sup> Črnomelj in Komunalne skupnosti Metlika je znašala v Beli krajini skupna količina prodane pitne vode v letu 1980 1 718 316 m<sup>3</sup> oziroma 54,5 l/sek. Največ jo troši industrija in ustanove, letno kar 1 230 912 m<sup>3</sup> (71,6 %) oziroma 39,0 l/s, gospodinjstva pa 487 404 m<sup>3</sup> (28,4 %) oziroma 15,5 l/s. V občini Metlika je poraba 927 022 m<sup>3</sup> vode (54 % vse vode v Beli krajini), od tega le 178 634 m<sup>3</sup> (19,3 %) za gospodinjstva in 748 388 m<sup>3</sup> (80,7 %) za industrijo in ustanove. Največji porabnik pitne vode v tej občini, tekstilna tovarna "Beti", letno porabi okoli 600 000 m<sup>3</sup> oziroma 19,0 l/s (64,7 % vse vode v občini). Okoli 410 000 m<sup>3</sup> vse porabljene vode v metliški občini prihaja iz žumberaških izvirov in Obrha, okoli 120 000 m<sup>3</sup> pa iz izvira Dobličice. "Beti" pa dobi dodatno 400 000 m<sup>3</sup> letno (12,7 l/s) iz Obrha v občini Ozalj. Med ostalimi večjimi potrošniki pitne vode je v občini še Novoteks - 46 000 m<sup>3</sup>, KZ Metlika - 33 000 m<sup>3</sup> in IMV Suhor - 18 000 m<sup>3</sup> vode na leto.

<sup>x</sup>GOK (Gradbeništvo - Obrt - Komunalna)

V občini Črnomelj je bila leta 1980 poraba vode 791 294 m<sup>3</sup> oziroma 46 % vse v Beli krajini. Industrija in ustanove so potrošile 482 524 m<sup>3</sup> (61,0 %), gospodinjstva pa 308 770 m<sup>3</sup> pitne vode (39 %). Največ jo porabijo "Iskra" Semič - 89 767 m<sup>3</sup> in "Belt" Črnomelj - 83 560 m<sup>3</sup> letno. Slednji uporablja za hlajenje še okoli 50 000 m<sup>3</sup> vode letno iz Dobljčice. "Belsad" iz Črnomlja pa prav tako načrpa iz Dobljčice s pomočjo lastne črpalke okoli 3 000 m<sup>3</sup> vode. V rudniku rjavega premoga v Kanižarici (35 000 m<sup>3</sup> letno) so v preteklosti uporabljali tudi jamsko vodo, sedaj pa le vodo iz vodovoda. Največji porabnik pitne vode v Beli krajini "Beti" iz Metlike (600 000 m<sup>3</sup> vode letno) kljub bližini Kolpe trenutno še nima lastnega črpališča za tehnološko vodo. Uporablja pitno vodo iz belokranjskega regionalnega vodovoda in Obrha pri Ribniku oziroma Brezniku (občina Ozaljš). Letno porabi več vode kot vsa gospodinjstva v Beli krajini oziroma več kot vsa ostala belokranjska industrijska podjetja. V občini Črnomeljš je največje zajetje Dobljčica, ki je leta 1980 prispevala okoli 550 000 m<sup>3</sup> vode za občini Črnomelj oziroma 650 000 m<sup>3</sup> za celotno Belo krajino, izviri v Blatniku in Guče so prispevali 190 000 m<sup>3</sup>, zajetje Kolpe pri Vinici 40 000 m<sup>3</sup>, okoli 10 000 m<sup>3</sup> pa Dolski potok pri Predgradu. Od skupne količine prodane vode v letu 1980 ocenjujemo delež belokranjskih izvirov na 60 - 70%. Zajetja v občini Črnomelj krijejo 98 % lastnih potreb, zajetja v občini Metlika pa le okoli 10 - 20 % iz lastnih zajetij (Obrh v Metliki).

Ker se veliko vode v dokaj dotrajanem vodovodnem omrežju izgubi, jo morajo načrpati več. Samo iz največjega črpališča v Beli krajini - izvira Dobljčice se v omrežju izgubi najmanj 30 % vode. Skupna količina prodane vode v Beli krajini je v letu 1980 znašala 1 700 000 m<sup>3</sup> (54 l/sek), količina načrpane

vode pa najmanj okoli 2 200 000 m<sup>3</sup> oziroma okoli 70 l/sek. Potrošnja vode se je po letu 1970 v povprečju letno povečala med 3 % in 6 %. Po letu 1978 količine načrpane vode ne zadoščajo več za vse večje potrebe in v pletnih mesecih so dokaj redne omejitve. V Črnomlju so v letu 1977 v juliju in avgustu porabili 9,9 in 9,8 % celotne količine vode, v zimskih mesecih pa okoli 8 %. Primerjava z letno rapporeditvijo porabe vode v "Beltu" kaže, da je večja poletna poraba vode posledica večje gospodinjske porabe. Po mnenju upravljalcev belokranjskega vodovoda je oskrba s pitno vodo zaradi naraščajočih potreb in dotrajanega vodovodnega omrežja kritična zlasti v poletnih mesecih. Tudi v letu 1983 (poleti in jeseni) so bile omejitve v porabi pitne vode za gospodinjstva, najbolj kritično stanje pa je bilo okoli Semiča in v naseljih na obronkih Gorjancev v občini Metlika, kjer so tudi s pomočjo mladinskih brigad začeli zamenjevati dograjano vodovodno omrežje

Po podatkih za leto 1980 se je s pomočjo vodovoda oskrbovalo s pitno vodo okoli 17 000 prebivalcev in 5000 gospodinjstev Bele krajine (68 %). V sedmih naseljih, kjer je skupna letna količina porabljene vode večja od 10 000 m<sup>3</sup>, so tedaj porabili 1 530 720 m<sup>3</sup> od 1 718 316 m<sup>3</sup> ali 89,1 % vse vode (karta). Naselja, ki so leta 1980 potrošila več kot 10 000 m<sup>3</sup> vode, so naslednja:

Metlika -	831 615 m <sup>3</sup>
Črnomelj -	446 427 m <sup>3</sup>
Semič -	118 460 m <sup>3</sup>
Kanižarica -	77 000 m <sup>3</sup>
Suhor pri Metliki -	23 991 m <sup>3</sup>
Vinica -	20 410 m <sup>3</sup>
Gradac -	12 817 m <sup>3</sup>

V Metliki so porabili 48,7 % vse pitne vode v Beli krajini, večino te vode (72,1 %) pa porabi "Beti". Potrošnja Črnomlja znaša 26 % porabe v Beli krajini. Obe občinski naselji potrošita torej tri četrtine vse belokranjske pitne vode. Skupna dnevna potrošnja vode na prebivalca pa je bila 279,2 l.

V metliški je 405,5 litrov in v črnomaljski 205,5 litrov/prebivalca/dan. Gospodinjstva so dnevno porabila 79,1 litrov vode na prebivalca, med občinama pa ni bistvenih razlik. V Ljubljani je leta 1979 individualna dnevna poraba na prebivalca (brez industrije) znašala 162 litrov (Stergar, 1981), s porabo v industriji pa 600 l. Po podatkih Vričerja (1978) je znašala v naseljih z vodovodom leta 1977 skupna dnevna poraba vode na prebivalca Slovenije 377 litrov, od česar gre 70 % na račun industrije. Poraba vode na prebivalca je torej v Beli krajini pod slovenskim povprečjem, v občini Metlika pa ga dosega. Delež industrijske porabe je podoben kot velja za celotno Slovenijo (okoli 70 %), predvsem zaradi porabe v "Beti"-ju. Med naselji z najnižjo porabo individualne dnevne porabe vode na prebivalca so Srednja vas (24 l), Brdarci (29,7 l), Coklovca (33,6 l), kjer je ta občutno manjša kot v naseljih, ki uporabljajo zgolj karnico. Nizka povprečna dnevna poraba je posledica dejstva, da so žive tudi tradicionalne oblike vodne oskrbe in pogoste omejitve ob sušah (Svržaki, Radovica, Bojanja vas). Individualna dnevna poraba vode na prebivalca je največja zlasti v naseljih Poljanske doline in v naseljih z večjim številom živine. V urbanih naseljih je individualna poraba na prebivalca na dan dokaj nizka (Semič - 70,5 l, Črnomelj - 88,6 l, Metlika - 92,2 l). Skupna povprečna dnevna potrošnja pitne vode je zaradi industrije največja v Metliki 741,1 l, sledijo pa Semič - 480,9 l, Kanižarica - 441,1 l, Suhor pri Metliki - 409,7 l, Črnomelj - 257,8 l in Vinica - 236,3 l.



V Metliki (741 l) je ta poraba večja kot v Ljubljani (660 l) ali Pariza (500 l) (Bethlemont, 1977), zaradi nesorazmerja med domačim prebivalstvom in industrijo. V Beli krajini so med naselji z vodovodom zelo izrazite razlike v skupni porabi vode. Nekatera naselja spadajo glede po dnevni potrošnji vode na prebivalca (pod 50 l) v skupino, ki jo Lenihan in Fletcher (1978) uvrščata med manj razvita območja. Na drugi strani pa je del naselij po povprečni dnevni porabi (okoli 500 l na prebivalca) v skupini naselij visoko razvitih industrijskih območij.

Povprečna skupna dnevna potrošnja vode na gospodinjstvo doseže v naseljih z vodovodom 929 litrov, brez industrije pa le okoli 260 litrov. Povprečna dnevna poraba vode v gospodinjstvu, ki uporablja kapnico, pa znaša okoli 220 litrov, v kmečkih in mešanih gospodinjstvih pa je nekoliko večja (okoli 300 l). Seveda je potrebno upoštevati, da so v naseljih z vodovodom manjša gospodinjstva (3,3 člana, v naseljih brez vodovoda pa 3,8), občutno manjše pa je tudi povprečno število živine. V naseljih z vodovodom je 0,65 velike in 0,58 srednje živine, v naseljih brez vodovoda pa 2,17 in 2,01. Skupna količina porabljene vode na gospodinjstvo v naseljih z vodovodom ali kapnico je približno enaka, razlika pa je v strukturi. V naseljih brez vodovoda se (anketa gospodinjstev Bojancev, Učakovcev, Drežnika, Drašičev, Omote in Gribelj) od skupne dnevne količine (220 litrov) porabljene vode 120 litrov potroši za napajanje živine (55 %) in 100 litrov za člane gospodinjstva (45 %). Od 100 litrov za dnevno porabo ljudi se v povprečju največ porabi za pitje, kuhanje in pomivanje in čiščenje in sicer 45 %, po 10 % pa za umivanje in kuhanje ter 5 % za pranje. Za WC se porabi okoli 15 %, isti delež pa tudi za ostale potrebe (pranje kmetijskih strojev, škropljenje, zalivanje, itd.).

V gospodinjstvih z vodovodom je struktura dnevne porabe popolnoma drugačna. Na osnovi rezultatov 10 anket v Črnomlju (mesto) in 10 anket v Goleku pri Vinici (vas) iz leta 1980 lahko podamo shematični pregled za količino in delež porabljene vode v gospodinjstvih. Za napajanje živine se od skupne količine 260 litrov dnevno porabi 60 litrov (23 %) in 200 litrov za člane gospodinjstva. Od 200 litrov se 35 % (70 litrov) porabi za stranišče na izpiranje, 30 % (60 litrov) pa za umivanje in kopanje. Za pitje, kuhanje, pomivanje in čiščenje se dnevno porabi 50 litrov vode (25 %) in za pranje 10 litrov (5 %). Izračuni veljajo za gospodinjstva s straniščem za izpiranje in kopalnico, ki jih je okoli 80 % (v naseljih z vodovodom).

Regionalna vodna bilanca in vprašanja bodoče vodne oskrbe

Vodna aktiva minimalnih voda belokranjskih voda je naslednja:

Kolpa pri Metliki (brez belokranjskih pritokov)	cca 5 500 l/sek
Belokranjski izviri (z min.pretokom 1,0 l/sek)	768,5 l/sek
Belokranjski izviri (z min. pretokom 1,0 l/sek)	62,8 l/sek
<b>S k u p n o</b>	<b>6 331, l/sek</b>

V skupnem minimalnem pretoku belokranjskih voda znaša delež Kolpe (alohtone vode) okoli 5 500 litrov ali dobrih 85 %. Ta voda pa ne ustreza normam za pitno vodo, razen če jo poprej v ustreznih napravah temeljito ne očistimo, kar pa vodo podraži, zaradi širokega porečja (brez čistilnih naprav) pa je kljub temu prisotno tveganje, predvsem zaradi možnosti onesnaževanja s specifičnimi snovmi. Zato bo potrebno le-temu nameniti večjo pozornost, tudi v manjših obrtnih ali industrijskih obratih (n.pr. pri obratu Uniorja iz Zreč v Starem trgu). Pač pa Kolpa zaenkrat še ustreza za tehnološko vodo, pa še to z določenimi omejitvami.

Skupni minimalni pretok izvirov (nad 1,0 l/sek) v Beli krajini, ki niso zajeti za vodovod je 590,5 l/sek, od tega znaša minimalni pretok Krupe ob izviru okoli 400 l/sek (67,8 %) pretoka belokranjskih izvirov.

Največji potrošnik vode v Beli krajini je industrija, ki jo porabi okoli 35 l/sek. "Belsad" in "Belt" uporabljata delno kot tehnološko vodo tudi vodo Dobličice, vsa druga industrija pa uporablja le pitno vodo. Industrija torej potroši okoli 65 - 70 % vse pitne vode, kar je isti delež, ki ga uporabi tudi ameriška industrija (Milojević, 1979), v SRS pa je delež industrije celo nekoliko višji.

Potrošnja vode (vodna pasiva) za leto 1980 je bila naslednja:

	Količina potr. vode v l/sek	Količina načrpane vode v l/sek (z 30% izgub.)
Potrošnja pitne vode v gospodinjstvih	15,5	20,2
Potrošnja pitne vode v industriji in ustanovah	39,0	50,7
Potrošnja posebej črpane tehnološke vode v industriji	1,7	1,7
<b>S k u p n o</b>	<b>56,2</b>	<b>72,6</b>

Količina vse uporabljene vode v Beli krajini je leta 1980 znašala 56,2 l/sek, vključno s 30 % izgubami v vodovodnem omrežju pa je količina načrpane vode znašala nad 70 l/sek oziroma 2 200 000 m<sup>3</sup>. Belokranjska črpališča pitne vode krijejo 60 do 70 % lastnih potreb.

Od leta 1968 do 1980 se je količina dnevno porabljene pitne vode na prebivalca v vsej Beli krajini povečala od 170 litrov na 279 l (indeks 164) oziroma za okoli 5 % letno, zlasti na račun povečane porabe v industriji. V občini Črnomelj je poraba naraščala za okoli 2 % letno, v občini Metlika pa kar 10,6 % letno in je od 178 litrov (leta 1968) narasla na 405 litrov (indeks 228,0).

Tudi v bodoče pričakujemo, da bo poraba pitne vode naraščala. Predvidevamo, da se bo do leta 2000 poraba vode povečevala na leto največ za 3 %. Največji porabniki vode ("Beti", "Iskra", "Belt") ne predvidevajo bistvenega povečanja, pričakujemo pa povečano porabo v gospodinjstvih in nadaljnje širjenje vodovodnega omrežja, zlasti v občini Črnomelj.

<sup>x</sup>Ocena za izgube je okvirna, saj nismo razpolagali z vsemi potrebnimi parametri.

Leta 2000 bo potrošnja vode v Beli krajini znašala ob 3 % letnem naraščanju:

	Količina načrpane vode v l/sek	Kol.potrošene vode v l/sek	Izgube v l/sek
Gospodinjstva	32,2	22,8	7,4
Industrija, ustanove (pitna voda)	81,1	62,4	18,7
Industrija-lastna črpališča (tehnološke vode)	2,8	2,7	0,1
<b>S k u p n o</b>	<b>116,10</b>	<b>89,9</b>	<b>26,2</b>

Leta 2000 bo treba v Beli krajini na ta račun načrpati okoli 115 l pitne vode na sekundo. Z racionalnejšo rabo v industriji in gospodinjstvih (sočasna raba kapnice) in zmanjšanju izgub v vodovodnem omrežju bi lahko do leta 2000 količine načrpane vode kljub širjenju vodne oskrbe ostale praktično iste kot leta 1980. Trenutna zmogljivost (1983) osrednjih črpališč vode za potrebe Bele krajine je namreč (brez Obrha pri Brezniku, ki daje okoli 13 l/sek za potrebe "Beti" iz Metlike, ostalo pa za naselja v občini Ozalj) med 70 in 80 l/sek (Dobličica 40-45 l/sek, Guče, Blatnik - 15 l/sek, Obrh - 10 l/sek, Žumberak - 6 l/sek), ne glede na zajetja Dolskega in Kolpe pri Vinici, ki oskrbujeta ločeno vodovodno omrežje. Brez ogrožanja biološkega minimuma bi bilo mogoče nekoliko več vode črpati edinole pri Dobličici, iz vseh drugih črpališč pa ne. V prostorskem planu občine Ozalj (1982) ni predvideno, da bi se količine vode, namenjene za potrebe občine Metlika, bistveno povečale, predvidevajo sicer več vode iz črpališča Obrh pri Brezniku, vendar le za lastne potrebe.

Prve zaokrožene študije o vodni oskrbi Bele krajine so pripravili leta 1967 (študija vodopreskrbe za vodovod Bele krajine). Avtorji ugotavljajo, da bi bilo potrebno zajeti Krupe in sicer v neposrednem zaledju izvira (v 200 m oddaljeni udorni vrtači) ali v Lebici pri Semiču, kjer pa bi bilo treba vodo črpati. Do zajetja Krupe pa ni prišlo, za naraščajoče potrebe Semiča ("Iskra") pa so zgradili novo črpališče Guče pri Srednji vasi. Leta 1973 so izdelali drugo podrobnejšo študijo (nosilec Marinko) s tremi variantami nadaljnjega razvoja. Prva varianta predvideva, da bo vodna oskrba Bele krajine slonela na povečanem črpanju vode iz izvira Dobličice. Kapaciteta črpališča naj bi znašala 124 l/sek, vodovodno omrežje pa naj bi se razširilo v naslednje poglavitne smeri: Semič - Štrekljevec - Jugorje, Dragatuš - Vinica - Zilje - Preloka in Črnomelj - Tribuče - Adlešiči - Marindol - Preloka. Za okolico Rožnega dola in Sinjega vrha pa vodovodnega omrežja ne predvidevajo (karta).

Ta varianta je pravzaprav teoretična, saj bi bile predvidene količine načrpane vode (125 l/sek) le nekaj manjše od minimalnega pretoka Dobličice (150 l/sek), kar ne bi zagotavljalo biološkega minimuma.

Po drugi varianti naj bi pitno vodo črpali iz dveh glavnih belokranjskih izvirov - Dobličice in Krupe. Krupe naj bi zajeli pod vrtačo nad izvirov, vodovodno omrežje pa naj bi razširili na enak način kakor po prvi varianti. Iz Krupe bi bilo potrebno zajeti 71 l/sek vode.

Po tretji varianti naj bi črpali Krupe in razširili osrednje vodovodno omrežje le na bližnja naselja, razširili pa naj bi tudi vodovodno omrežje okoli Semiča in Starega trga ter ga zgradili okoli Vinice ter vodo zanj črpali iz Kolpe. Za odročna in višje ležeča naselja (Bojanci, Adlešiči, Tribuče, Marindol) pa predvidevajo vodno oskrbo s pomočjo kapnic.

Zadnji načrti so iz leta 1981, ko so podrobno raziskali možnost črpanja Krupe (Skupinski vodovod Bela krajina - vodarna Krpica<sup>x</sup>, 1981). Zajeli naj bi jo neposredno ob izviru, od koder bi črpali lco 1/sek. Opustili pa so zamisel, da bi vodo črpali iz vrtače nad izviro v Lebici. Lebica je preblizu Semiča in "Iskre", voda iz vrtače v zaledju izvira Krupe pa po kvaliteti brčkone bistveno ne bi bila drugačna kot v izviru.

Ker je izvir Krupe predlagan kot naravni spomenik, naj bi vodo zajeli pod gŕadino, da bi bilo manj opazno. Predvidevajo ŕe čistilno napravo z usedalnikom, filtrom in sterilizacije vode. Vodi bodo dodajali koagulant ter jo filtrirali in kŕorirali, ne izključujejo pa tudi možnosti ozoniranja.

Da bi preprečili onesnaŕevanje Krupe v njenem podzemeljskem zaledju, so predvideli ureditev kanalizacije v Semiču in druge ukrepe za ohranjanje čiste vode v treh varstvenih pasovih. V ŕiršem pasu, ki sega od obronkov Kočevskega Roga in Gorjancev nad Semičem do izvira, naj bi preprečevali odtekanje nevarnih snovi in odplak v tla, usmerjali stanovanjsko gradnjo in urejali kanalizacijo, zagotavljali prevoz nevarnih snovi samo po zavarovanih cestah in nadzorovali uporabo biocidov v poljedelstvu. V oŕjem varstvenem pasu, ki zajema naselja Praprot in Krupa, naj bi bila prepovedana uporaba ponikalnic, gnojiŕŕa, pa bi morala biti neprepustna, v obeh naseljih pa bi bilo potrebno omejiti nove gradnje. Te bi bile sploh prepovedane v nekaj sto metrov ŕirokem najoŕjem varstvenem pasu, kjer naj bi bil prepovedan tudi tranzit nevarnih snovi, kmetijo Kump pa bi bilo treba ustrezno urediti.

---

<sup>x</sup>Za izvir in vodni tok so domačini in dosedanji proučevalci Bele krajine uporabljali izraz Krupa, kar je edinole pravilno. Taka oznaka (in ne Krpica) se je uveljavila na topografskih kartah.

V študiju o programu dolgoročnega razvoja občine Črnomelj (1978) opozarjajo na neprimernost parcialnih rešitev v vodnem gospodarstvu. Upravičeno zagovarjajo mnenje, da brez ureditve kanalizacijske mreže v Semiču in bližnji okolici ni mogoče urediti vodne oskrbe občine in črpati vodo iz izvira Krupe. Obseg in ukrepi, ki so predvideni v zaledju Krupe, je treba dopolniti in upoštevati tudi pokrajinske tipe ter jih zato zasnovati na specifičnih razmerah zaledja. Podrobneje so obrazloženi že v posebni študiji o Krupi.

Glede na razpoložljivo količino vode jebila kot najbolj sprejemljiva upoštevana varianta, ki predvideva črpanje Krupe, vendar se je po letu 1973 niso držali v celoti. Leta 1978 so namreč zajeli Kolpe pri Vinici zaradi obrata "Novoteks", ki je potreboval tehnološko vodo. V bližini namreč ni večjih izvirov, tisti pri Sečjem selu (kat. št.21) pa ne bi zadoščal za vse potrebe. Po bakterioloških analizah (Turk, 1982) Kolpe pred viniškim črpališčem pa njena uporaba za pitno vodo Vinice in okoliških naselij ne ustreza brez poprejšnjega čiščenja. Trenutno se kolpska voda le Morira, zato je stalno prisotna možnost onesnaženja. Dodatna nevarnost za njeno onesnaževanje je neurejeno smetišče pri Sečjem selu in neurejena kanalizacija Vinice, saj je črpališče nižje (Plut, 1982). Tudi gradnja samostojnega vodovodnega omrežja v Adlešičih (za obrat tekstilne tovarne) z zajetim izvirom Vumule ob Kolpi (leta 1983) ni v skladu z druge variante. V Adlešičih pa so nasprotno z Vinico zajeli nekoliko večji izvir neposredno ob Kolpi, kar je ustrežnejše od uporabe Kolpe za pitno oziroma gospodinjsko vodo. Vendar je nad zajetjem še neurejeno gnojišče, od koder se gnojnica površinsko odteka v vrtačo nad črpališčem. Poleg tega je vumulsko črpališče le okoli 3 m nad srednjo gladino Kolpe in ko ta ob izrednih poplavah naraste, preplavi izvir. Širjenje vodovodnega omrežja (s kolpsko vodo) proti Hrastu in Perudini je upravičeno le v primeru, če ga podaljšajo proti Dragatušu in



priključije na vodo iz regionalnega belokranjskega vodovoda. Tudi v porečju Kolpe pri Vinici (cca 1400 km<sup>2</sup>) namreč ni urejene kanalizacije ali čiščenja odpadnih voda. Tudi do leta 2000 ni pričakovati, da bi lahko dosegli tak napredek, da bi zgolj s kloriranjem in drugimi enostavnimi oblikami čiščenja lahko zagotovili ustrezno kvaliteto kolpske vode. Brez širokih varstvenih ukrepov v zaledju Kolpe je uporaba njene vode za oskrbo prebivalstva tvegana. Sodimo, da če bi zajeli vodnato Krupo, bi belokranjski vodovod lahko oskrboval tudi naselja na desnem bregu Kolpe okoli Bosancev. Na drugi strani pa bi lahko od belokranjskega vodovoda zelo oddaljena naselja (Žuniči, Preloka), dobivali vodo iz vodovodnega omrežja v občini Duga Resa, ki je že napeljana do Privlišca, neposredno ob Kolpi.

Dosedanje urejanje vodne oskrbe Semiča, Suhorja, Metlike, Vinice in Adlešičev kaše, da pomanjkljiva vodna oskrba že začenja ovirati načrtovani regionalni razvoj Bele krajine. Zato obstaja Krupa za celotno Belo krajino najpomembnejši vir pitne vode, saj bi s črpanjem 100 l/sek krili vse potrebe vsaj do leta 2020. Ker obstaja o Krupi in njenem zaledju ter onesnaževanju že posebna študija (Plut, 1984), naj le povzamemo nekatere ugotovitve. Zaradi specifičnega onesnaženja s kondenzatorskimi olji (PCB) obstajata v bistvu le dve možnosti: zahtevno, glede na trenutno tehnologijo čiščenja neza- nesljivo in zelo drago čiščenje vode na samem izviru na eni strani in zajetje vode z navpičnimi vrtinami v njegovem SV zaledju, tam kjer verjetno še ni onesnažena. Za točnejšo določitev območja vrtanj so najna podrobnejša proučevanja, zlasti hidrogeološka. Po pokrajinskih značilnostih pa sodimo, da so za vrtanje najbolj ugodne možnosti v območju Štrekljevec - Oskoršnica - Črešnjevci - Praprot. V vsakem primeru je voda Krupe oziroma njenega zaledja glede na skromne pretoke ostalih nezajetih izvirov in onesnaženost belokranjskih površinskih voda, dolgoročno osnovni vir Bele krajine s pitno vodo.

Med površinskimi vodami je po količini in stopnji onesnaženosti najbolj primerna Kolpa, zlasti pred sotočjem z Lahinjo. Vendar sodimo, da je zaradi vseh težav, ki jih prinaša uporaba površinske vode za pitje (možnost onesnaženja zaradi širokega zaledja, drago čiščenje, obsežni varstveni ukrepi in režimi varovanja v zaledju itd.) potrebno najprej izčrpati vse možnosti črpanja vode iz izvirov, torej iz Krupe.

Šrednjeročno pa kaže večje pozornost posvetiti tudi drugim vodnim virom in lokalnim rešitvam, za tehnološko vodo pa uporabljati predvsem tekoče vode (Kolpo, Lahinjo, Dobljčico). Obenem lahko računamo, da bo gradnja vodovodnega omrežja potekala počasi in da v vsa belokranjska naselja, za katera je predvidena oskrba z vodo s pomočjo regionalnega vodovoda do leta 2000, vodovod ne bo napeljan.

Predlagamo, da v naselja Poljanske doline (do Radencev) napeljeje vodo iz Dolskega potoka. Za bodoči razvoj industrije v Starem trgu pa naj bi uporabili Kolpo za tehnološke namene. Naselji Hrib in Špeharji se bi lahko oskrbovali iz že zajetega izvira Breg pri Kolpi, potrebno pa bi bilo zgraditi rezervoar in vodovodno omrežje. Kapaciteta zajetega izvira nad Sinjim vrhom, ki služi za vaški vodovod, je trenutno premajhna za oskrbo večjega števila prebivalcev, v bližini pa ni večjega izvira, ki bi ga bilo možno zajeti. Kazalo pa bi dograđiti vodovodno omrežje do Severinskega potoka na desnem bregu Kolpe, ki ga že izkoriščajo za vodno oskrbo Severina in okolice, njegova minimalna izdatnost pa je okoli 20 l/sek (študija vodne oskrbe Bele krajine - kataster vodnih virov, 1973). Z vodo iz Severina naj bi oskrbovali naselja okoli Sinjega vrha (Draga, Damelj, Dalnje Njive in morda tudi Gorica, Špeharji, Hrib ter Sinji vrh).

Tudi za naselja okoli Rožnega dola ni predvidena vodna oskrba iz regionalnega vodovoda, obstajata pa dve možnosti za celovito rešitev. Rožni dol ima lasten vaški vodovod z zajetjem izvira ob cerkvi (kat.šte. 108), ki bi zadoščal za oskrbo Rožnega dola (68 prebivalcev - leta 1981) in okoliških naselij (Friblišje, Potoki, Preloge, G.Laze) in skupno 74 prebivalci. Možno pa je izkoristiti vodo zajetega izvira pri Bajerju, ki ga občasno uporablja železnica, vodo pa črpajo do Prelog (n.m. 400 m), kjer je manjši rezervoar. Finančno pa je napeljava vodovoda zahtevna, ker so naselja majhna, med seboj oddaljena in ležijo v večji nadmorski višini (okoli 400 m).

V bližini Vinice je ob Kolpi več manjših izvirov. Nekoliko večji minimalni pretok ima le izvir pod Sečjim selom (kat. št.21), ki pa ne bi zadoščal niti za trenutne potrebe Vinice in okoliških naselij. Menimo, da kaže izkoriščati Kolpo le za tehnološko vodo, gospodinjstva pa naj bi dobila vodo iz regionalnega vodovoda. Obstaja pa tudi možnost, da za Vinico in okolice ter naselja okoli Nerajca zajamejo izvir Lahinje pri Knežini (kat.št. 146) ali Nerajčice (kat. št.144). Pretresti pa kaže možnost zajetja vodnih jam pri Stari in Novi Lipi, od koder pa bi bilo potrebno vodo črpati. Kapacitete jamske vode pa so verjetno premajhne, da bi lahko krile potrebe večjega števila naselij, dodaten problem pa predstavlja tudi njeno onesnaževanje. V ostalem obkolpskem pasu med Vinico in Metliko ni večjih izvirov, ki bi bili primerni za vodno oskrbo večjega števila naselij. Izjema so le izviri pri Žuničih (kat. št.40) pod Marin dolom (42), Fučkovcih (46) in Primostku (54), ki bi jih kazalo zajeti le v primeru, če ne bi uresničili vodne oskrbe z razširjenim regionalnim vodovodom. Izvir Poganeč v Primostku bi po čiščenju lahko oskrboval z vodo vsaj bližnji rekreacijski center "Iskre" iz Semiča.

Poleg obnove vodovodnega omrežja predlagamo še druge ukrepe, ki bi že srednjeročno bistveno zmanjšali porabo pitne vode. Industrijska podjetja v Beli krajini uporabljajo v proizvodnji pitno vodo (delni izjemi sta le "Belsad" in "Belt" v Črnomlju), čeprav bi večinoma zadostovala filtrirana voda Kolpe, Lahinje ali Dobljice. Tudi industrija v Metliki naj bi uporabljala Kolpo, ki po kemični sestavi in trdoti vode ustreza zajetim belokranjskim izvirov. G. Abramov (1974) trdi, da za gospodinjstva najbolj ustrezajo podzemeljske vode, industrija pa naj bi uporabljala površinsko. Nesmotno je, da se bi pitna voda iz izvirov izkoriščala za vse potrebe industrije. Podobno velja za črnomaljsko industrijo, ki bi lahko bolj izkoriščala Dobljico. Z izjemo industrije v Semiču in Suhorju pri Metliki, ki v bližini nimata večjih vodnih virov, naj bi se večji del industrije v veliki meri oskrboval z vodo iz večjih vodotokov, pitno vodo iz regionalnega vodovoda pa naj bi v industriji uporabljali le za nujne potrebe. S kroženjem vode v hladilnih stolpih so porabo vode v semiški "Iskri" močno zmanjšali in tudi v bodoče ne bodo potrebovali veliko več vode. Sicer pa so v bližini črpališča Guče pri Srednji vasi še nekateri večji izviri (kat. št. 119, 120, 121), ki bi jih lahko dodatno zajeli za semiški vodovod, vendar bi bili potrebni dražji varstveni ukrepi. Izviri v Črmošnjiški dolini so zaradi višje lege celo bolj primerni za vodno oskrbo nižjih naselij v dolini Črmošnjičice in Podturna, ki so že v sosednji novomeški občini. Izvir Guče bi lahko služil kot dopolnilni vir za Dolenjske Toplice (seveda ob zajetju Krupe), saj se zajeti izvir Radeščica zelo kali ob deževju.

Največji prihranek pitne vode bi pomenila uporaba kolpske vode kot tehnološke vode v "Beti" iz Metlike, ki porabi največ pitne vode v Beli krajini (tretjino vse vode). Prostorski plan občine Ozalj (1982) predvideva, da bi del vode iz zajetja Obrha pri Brezniku namenili za potrebe Metlike oziroma tovarne "Beti". Toda Obrh pri Brezniku je edini večji izvir v ozaljski

občini, kjer pa ima le manjše število naselij vodovodno omrežje. Če bi belokranjska industrija (zlasti v Metliki in Črnomlju) namesto pitne oziroma vodovodne vode uporabljala vodotoke in lastna črpališča, bi občutno zmanjšala porabo pitne vode, saj porabi belokranjska industrija okoli 65 - 70 % te vode. S preusmeritvijo večjega dela belokranjske industrije (Metlika, Črnomelj) na tehnološko vodo iz površinskih vodnih tokov se bi izognili prehitri odločitvi glede načina in mesta črpanja vode iz Krupe, ali celo Kolpe. Ilustrativen je podatek, da bi že ob 80 % nadomestitvi pitne vode v "Beti" (Metlika) s tehnološko vodo iz Kolpe ( $500\ 000\ m^3$ ), s prihranjeno pitno vodo zadovoljili vse potrebe Bele krajine celo ob 3% letni rasti potrebnje za nadaljnih deset let, ob 1,5 % (verjetno realnejši) letni rasti pa najmanj do leta 2000! Kratkoročno sta za omilitev pomanjkanja vode (zlasti v Semiču) najbolj primerna dva ukrepa. Prvi predstavlja povečano črpanje vode iz Dobljčice (omejitev predstavlja biološki minimum)<sup>x</sup>, zato je možno črpati (poleti) le še okoli 20 l/sek več kot se črpa trenutno, vodo pa nameniti zlasti kritični vodni oskrbi Semiča. Drugi pa črpanje tehnološke vode (zlasti za potrebe "Beti") iz Kolpe pri Metliki. S tem ne bi bilo potrebno nameniti za vodno oskrbo naselij metliške občine letno  $120\ 000\ m^3$  iz zajetja Dobljčice. Zato je toliko bolj razveseljivo, da so se v metliškem "Betiju" že pričele konkretne akcije za uporabo kolpske vode kot tehnološke. Večji del navedene vode bi namenili za vodno oskrbo naselij črnomaljske občine (so tehnične omejitve v vodovodnem omrežju), kjer je najbolj pereče pomanjkanje<sup>in</sup> največ naselij s kapnico.

---

<sup>x</sup>Navedeno varianta je potrebno celovito pretehtati, oceniti dolgoročno z ekonomskega vidika (v bistvu so na razpolago zlasti poleti skromne količine vode; omejitve so tudi vodno ekološke saj je Dobljčica poleti že močno onesnažena) in izbora osnovne strategije dolgoročnega razvoja belokranjske vodne oskrbe.

Kot smo že omenili, je v Beli krajini (po rezultatih popisa iz leta 1981) 3 700 kapnic, od tega v naseljih brže vodovoda 2298 oziroma 61,2 %, čeprav živi v teh naseljih le dobra četrtnina (27,7 %), vseh prebivalcev. Število kapnic se zmanjšuje, vendar je še vedno ena na dve gospodinjstvi oziroma 6,8 prebivalcev, v naseljih brez vodovoda pa ima v povprečju vsako gospodinjstvo svojo kapnico (1,01). Povprečen volumen belokranjske kapnice je  $35 \text{ m}^3$ . Ko so polne, je v njih okoli  $130 \text{ 000 m}^3$ , kar ob povprečni dnevni porabi za gospodinjstvo (250 litrov) zadošča za 72-dnevno oskrbo vseh gospodinjstev Bele krajine. Podobno kot v drugih pokrajinah Slovenije bo pitna voda v bližnji bodočnosti zaradi skromnih količin čiste vode postala vse bolj dragocena in seveda dražja. Kombinacija modernih in tradicionalnih vodnih oblik s hidroforjem (kapnica, vodnjaki) bo razen pomena ob izrednih primerih (požari, epidemije, vojna) postala tudi ekonomsko upravičena. Vzorčna anketa gospodinjstev, ki uporabljajo vodovod (Črnomelj, Golek pri Vinici) je pokazala, da bi lahko okoli 80 % dnevne porabe iz vodovoda (pranje, WC, kopalnica, delno tudi napajanje živine) nadomestili z moderniziranim načinom (hidrofor) oskrbe iz kapnice. Zlasti v podeželskih naseljih, kjer prevladujejo enodružinski domovi, bi bilo potrebno ohranjanje in gradnjo kapnic, tudi v naseljih, ki imajo vodovod. Poseben pomen pa imajo vodnjaki s talno vodo (okoli Dragatuša, Krasinca), kjer je možnost črpanja večjih količin pitne vode.

Vodni viri Bele krajine količinsko zadoščajo za lastne potrebe po pitni vodi in tehnološki vodi, problem pa predstavlja ohranjanje ustrezne kvalitete, saj je voda največjih vodotokov neprimerna za pitno vodo. Zajetje Krupe (izvir ali v zaledju) bi ob ustreznih ukrepih za varovanje in ustrezno kvaliteto omogočilo, da bi skoraj vsa naselja dobila pitno vodo iz vodovodnega omrežja, izkoristiti pa bo potrebno tudi manjše vodne izvire. Industrijska podjetja (izjema Semič, Suhor),

naj bi za proizvodnjo praviloma v bodoče uporabljala vodo iz večjih vodotokov. Te vode je toliko, da bi zadoščala, čeprav bi se potrebe po tehnološki vodi precej povečale. To sicer velja le za kraje ob Kolpi (Stari trg, Vinica, Adlešiči, Metlika, Rosalnice), manj pa za naselja ob Lahinji (Črnomelj, Gradac, Dragatuš), kjer je v poletnem času pretok zelo skromen, navidezno visok nivo vode pa vzdržuje jezovi obratov na vodni pogon. Priporočamo, da se ob ustreznih ukrepih čiščenja odpadne vode t.im. "mokra" industrija razvija le ob Kolpi (Metlika - Rosalnice). Ob izjemni suši je namreč pretok Lahinje pri Gradacu tudi pod 200 l./sek (leta 1955 pa v septembru le 30 l./sek) in vsako večje črpanje vode ob izjemno nizkem vodostaju že ogroža biološki minimum. Gospodinjstva v individualnih stanovanjskih hišah na bi kombinirala uporabo pitne vode iz vodovoda in vodnjakov. Razumljivo je, da je tudi iz strateškega vidika ugodnejše, če je vodna oskrba navezana na črpanje vode iz večjega števila zajetij. S predlaganimi ukrepi bi lahko vodno oskrbo Bele krajine celovito in tudi dolgoročno zadovoljivo uredili.

Čeprav je skupna dnevna poraba vode na prebivalca Bele krajine (v naseljih z vodovodom 280 litrov) pod slovenskim povprečjem (okoli 400 litrov), mineva čas, ko se je velika količina porabljene vode razglaševala kot merilo razvitosti. Velika in neracionalna poraba pitne vode vse bolj postaja znak nepremišljene potratnosti. Kot v razvitih državah (Smith, 1979) se tudi v gospodarsko srednji razviti (le v povprečju!) Beli krajini na vodo še vedno gleda kot na ceneni naravni vir in se razen izjem premalo skrbi za racionalno in premišljeno porabo vode iz vodovodnega omrežja, kar velja zlasti za industrijo. Premalo se skrbi tudi za kombinacije modernih in tradicionalnih oblik vodne oskrbe.

Na sedanji stopnji gospodarskega razvoja je bila osrednja skrb belokranjskih komunalnih podjetij predvsem zadostne količine vode. Manjša pozornost pa se je namenjala njeni kakovosti, ki jo zagotavljajo za sedaj še dokaj uspešno (izjema predvsem kolpska voda - Vinica in iz metliškega Obrha) z enostavno dezinfekcijo v zajetjih samih. Tudi v gospodarsko sicer razvitejši novomeški občini so še vedno naperi vodovodnih podjetij v glavnem usmerjeni v zagotavljanje zadostne količine vode (Radinja, 1984). V bodoče pa bo potrebno večjo pozornost nameniti preventivnim ukrepom, ustreznim varstvenim režimom sedanjih in predvidenih vodnih podjetij Bele krajine, vključno z ustrezno rabo naravnih osnov v njihovih zaledjih, usmerjeno s prostorskimi plani (usklajenimi!) obeh belokranjskih in sosednjih občin. To pa seveda ne more več biti le delo vodovodnih organizacij. Nadaljevanje sedanjega družbenega razvoja Bele krajine z nespremenjenim odnosom do vodnih virov lahko pomeni le slabšanje vodnih virov in težav, ki so s tem povezane. Podobno kot sosednje, pa najbrž tudi druge, zlasti pretežno kraške občine, je tudi Bela krajina na značilni prelomni stopnji, glede na vse težave s solidnim ogrodjem vodovodne infrastrukture, zgrajene pravzaprav v borih dveh, treh desetletjih z zadovoljivo količino, ne pa kvaliteto vodnih virov. Ilustrativen je podatek, da bo morda manj razvita Bela krajina med prvimi slovenskimi pokrajinami, ki bodo prisiljene (v večji meri) za pitno vodo uporabiti površinske vode (Kolpo), ki so celo v bolj razvitih deželah resnično izhod v skrajni sili. Dokaz več o majnosti pretehtanega razvoja in gospodarjenja z naravnimi viri ekološko zelo občutljivih kraških pokrajin.



Ocena prostorskih (pokrajinskih) in tehničnih pogojev za  
gradnjo malih HE (D.Plut - N.Kompare)

Naravni pogoji za MHE (D.Plut)

Zaradi pomanjkanja energije, pomena razpršenih energetskih objektov za SLO, zmanjševanje erozije in zaradi drugih razlogov je zopet postale zanimivo izkoriščanje vodne moči s pomočje manjših obratov, ki bi lahko tudi proizvajali elektriko. Po Šolcu (1981) bi lahko le z obnovo nekdanjih vodnih obratov dosegli skupno moč 20 000 kW, vendar so po njegovem mnenju možnosti za postavljanje novih manjših hidroelektrarn (MHE) vsaj petkrat večje. Prvi korak k ponovnemu izkoriščanju vodne energije predstavlja popis vseh obratov na vodni pogon, saj je bila njihova lokacija skrbno izbrana, ob poznavanju lokalnih naravnih in družbenih dejavnikov. V Beli krajini je v različnih časovnih obdobjih bilo okoli 60 obratov na vodni pogon in sicer izključno mlinov in žag. Če k temu prištejemo še tiste na desnem bregu Kolpe, jih je bilo skupno okoli 80. Belokranjski vodotoki so torej predstavljali pomemben energetski vir. Leta 1984 pa je v Beli krajini obratovalo le še šest mlinov ali žag, od tega redno le trije mlini, dva na Kolpi in eden na Krupi. Tudi v Beli krajini je torej prišlo do množičnega opuščanja vodnih mlinov in žag.

Raziskovanje vodnih obratov v Beli krajini je bilo pravljeno z naslonitvijo na Osnovne smernice za geografsko raziskovanje vodnih mlinov in mlinarstva na Slovenskem (Radinja, 1979), kjer so podane poglobljene metode za sistematično proučevanje vodnih obratov. Po smernicah poteka v okviru Oddelka za geografijo sistematično raziskovanje mlinov in žag v SRS.

Pri našem delu pa smo večjo pozornost namenili zlasti oceni naravnih pogojev z vidika gradnje majhnih hidroelektrarn in ohranjenosti mlinov, žag ter njihovih jezov. Zato raziskovanje vodnih obratov ni bilo sistematično.

Dragoceni so bili podatki Dularja (1965) o mlinih na Kolpi, ki umirajo. V letih 1980 - 1983 pa smo pripravili sistematično terensko delo za pripravo osnovnega katastra vodnih obratov na belokranjskih vodnih tokovih. Pri vseh vodnih obratih pa so bili zbrani osnovni podatki o lokaciji, vrsti vodnega obrata, številu vodnih koles, kamnov, obratovanju, stanju poslopja in jezov s kartografskim prikazom, torej podatki, ki so pomembni pri odločanju za gradnjo MHE.

Kartografska metoda nam je sicer podala pogled v osnovno razprostranjenost in število mlinov, manj pa podoba njihovega razvoja. Po avstrijski topografski karti iz leta 1878 (1 : 25 000) je bilo na reki Kolpi med Prelesjem pri Starem trgu in Kamanjem 40 obratov na vodni pogon, na Lahinji s pritoki pa 15. Na jugoslovanski karti iz leta 1934 in 1957 (1 : 50 000) je bilo na Kolpi 37 in Lahinji s pritoki 9 obratov na vodni pogon, 1974 pa na Kolpi 30 in na Lahinji s pritoki 9. Terensko raziskovanje je potrdilo izkušnje tovrstnega raziskovanja po Sloveniji, da je sklepanje o dejanski razširjenosti in razvoju vodnih obratov na osnovi kartografskega materiala nezanesljivo.

V zadnjih stoletjih je bilo na belokranjskih vodah (vključno z desnim bregom Kolpe) 82 obratov na vodni pogon (karta). Največ jih je bilo na Kolpi in sicer 49, od tega 26 na levem (SRS) in 23 (SRH) na desnem bregu (tabela). Ob Lahinji in njenih pritokih je bilo 15 obratov, največ na Lahinji (9) in Krupi (4) (tabela). V zgornji Črmošnjiški dolini jih je bilo pet (na Divjem potoku in Mašlju), posamezni pa so

bili tudi pri Blatniku nad Črmošnjicami, Rožnem dolu, na Sušici, Obrhu in Kamenici. Na Kamenici in pritokih jih je bilo po ustnem izročilu okoli deset, večina jih je že davno propadla. V povprečju je bil obrat na vodni pogon na vsaka 2,1 km belokranjskih voda (brez tistih na hrvaškem bregu Kolpe). Največ obratov je bilo na belokranjski Kolpi, ki jih bomo tudi nekoliko podrobneje predstavili. Na 70,6 km dolžine med Starim trgom in Kamanjem je bilo na obeh bregovih 49 vodnih obratov, kar pomeni po en obrat na 1,44 km vodotoka (tabela). Na lokacijo so vplivale številne pokrajinske poteze. Nasploh ima Kolpa zanje ugodne poteze, saj je dovolj vodnata. Njen najnižji izmerjeni pretok Kolpe v Radencih znaša  $3,36 \text{ m}^3/\text{sek}$  (1954 - 1976), v Metliki pa  $6,0 \text{ m}^3/\text{sek}$  (1952 - 1975), kar je celo ob suši zadostovalo za pogon vodnih koles, čeprav je zaradi majhnega strmca Kolpe od Starega trga do Metlike (le 0,79 %) njen tok počasen. Zaradi zadostne vodne količine ni bilo potrebno graditi visokih jezov in so za mline ter žage lahko izbirali tudi razširjene dele doline. Pravzaprav je več obratov ob Kolpi nastalo v nekoliko razširjenih delih doline zaradi lažjega dostopa in lažje postavitve obratov. Zato jih je bilo največ ob manjših akumulacijskih ravninah (Poljanska dolina, okoli Vinice) in na nekoliko lažje dostopnem in razširjenem dolinskem dnu (od Brugga pri Špeharjih do Preloke in okoli Radovičev pri Metliki). Na splošno je gostota vodnih obratov dokaj enakomerna, malce več jih je v zgornjem delu obravnavanega toka Kolpe, večja gostota naselitve pod Gribljami pa se ne kaže tudi v večji gostoti kolpskih mlinov. Čuti se že konkurenca lahinskih mlinov. Od 49 vodnih obratov je bilo 31 mlinov in ena samostojna žaga, 17 obratov pa je združevalo hkrati mlin in žago, ki so izkoriščali vodno moč enega jezov. V zgornjem delu obravnavane Kolpe se pojavlja večje število žag, zaradi bližnjega bolj gozdnatega Gorskega Kotarja in Kočevskega Roga. Edina samostojna žaga je bila v Zspeči (Blaževci), kjer so žgali les iz Gorskega Kotarja in bližnjih gozdov.

Ob izjemni suši pa so mleli s polovično močjo, vendar po njihovem bolj zato, ker kamniti jezovi niso mogli zadržati vse vode, ki je uhajala med kamni ali skozi delno porušene jezove.

Mlini niso obratovali ob jesenskih in spomladanskih poplavah, vendar je prekinitev le izjemoma trajala več kot 14 dni. V povprečju so vodni obrati (ob zadostni količini žit in lesa za žaganje) obratovali 9 do 11 mesecev, saj so okoli 30 dni na leto popravljali jez, vodna kolesa, pogosto pa je bilo potrebno brusiti tudi mlinske kamne. Vodne obrate so pogosto ogrožale poplave, zato je večina mlinov nadstropnih. Mlin in žago v Pobrežju, so tako leta 1957 zaradi pogostega preplavljanja dvignili. Poplavna voda zaradi manjšega strmca Kolpe ni deroča in zaradi pretežno kraškega porečja ne nosi obilo proda in peska, zato ob poplavah vodnih koles niso dvigovali.

Tabela: Propadanje mlinov in žag na belokranjski Kolpi

Obdobje prenehanja obratovanja	Levi breg (SRS)	Desni breg (SRH)	S k u p a j	
			št.	%
do 1919	2	5	7	14,3
1919 - 1945	3	2	5	10,2
1946 - 1965	3	7	10	20,4
po 1965	14	9	23	46,9
redno ali občasno obratuje (1983)	4	0	4	8,2
<b>S k u p a j</b>	<b>26</b>	<b>23</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

Največ obratov na vodni pogon je bilo ob koncu 19. stoletja. V obdobju pred I. svetovno vojno je začelo postopno propadanje, saj je bilo na desnem bregu opuščenih pet, na levem pa dva vodna obrata. Do II. svetovne vojne je prenehalo obratovati 12 vodnih obratov oziroma četrtnina. Množično propadanje pa se je praktično pričelo po drugi svetovni vojni. V dvajsetletnem obdobju (do 1965) jih je propadlo 10, zlasti na hrvaški strani, po letu 1965 pa celo 22 (46,9%). Na desnem bregu se danes ne vrti nobeno vodno kolo, na slovenski strani pa redno obratujejo le Benetžčev mlin in žaga pri Vinici ter v Ušakovcih (Prokšljev mlin in žaga), občasno (pretežno za domače potrebe) pa še mlin v Bregu pri Špeharjih ter Fortunov mlin pri Krasincu (karta 19). Redno ali občasno zpenije vodo kolesa ob Kolpi le v štirih vodnih obratih (8,2 %). Vzroki za množično propadanje mlinov in žag na Kolpi so družbeno-geografski. Davčna politika po drugi svetovni vojni zasebnim mlinom in žagam ni bila naklonjena. V Beli krajini so se pojavili električni mlini (Črnomelj, Metlika, Semič), sejalo se je tudi manj žita. Žage v Poljanski dolini so prej rezale tudi les Kočevarjev vse do Koprivnika, po njihovi izselitvi pa se je količina lesa za žaganje zmanjšala. Bivši mlinarji so potožili, da mlajši niso hoteli sprejeti dela v mlinu in so si kos kruha poiskali v drugih poklicih. Zaradi pogostih poplav, pomanjkanja vode ali zaradi drugih fizično-geografskih vzrokov vodni obrati niso propadali.

**Tabela:** Stanje vodnih obratov in jezov na Kolpi (1983)

	Levi breg SRŠ	Desni breg SRH	Skupaj št.	%
Dobro ohranjeno poslopje in jez	4	0	4	8,2
Dobro ohranjeno poslopje in propadajoč jez	7	4	11	22,4
Slabo ohranjeno poslopje in jez	10	14	24	49,0
Ohranjeni le sledovi poslopja ali jez	5	5	10	20,4
<b>S k u p a j</b>	<b>26</b>	<b>23</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

Za odločitev izbrane lokacije za MHE je pomembno stanje vodnih obratov in jezov. Dobro ohranjeno poslopje in jez sta le pri štirih obratih (Pobrežje, Učakovci, Vinica in deloma Krasinec). Ker je večina jezov kamnitih, zelo hitro propadajo, zato so dobro ohranjeni le redki in sicer tisti, ki so bili kasneje betonirani in utrjeni z železom. Zato po prenehanju mletja ali žaganja najprej začno propadati jezovi. Skoraj polovica vseh vodnih obratov (49,0%) ima slabo ohranjeno poslopje in propadajoč jez (tabela). Pri vodnih obratih, ki so propadli pred več kot petdesetimi leti, pa so ohranjeni le sledovi poslopja ali kupi kamenja v strugi, ki nam pričajo o usodi vodnih obratov.

Mline na Kolpi lahko uvrščamo med srednje in srednje velike, nekateri (Pobrežje, Vinica, Žubrinci) so bili obrtni in so mleli za trg. Imeli so tri do sedem koles, ki so dajala pogonsko silo trem do devetim kamnom (Vinica) ali žagi vene-cijaniki in cirkularju (tabela). Kljub slabemu izkoristku vodne moči, ki znaša pri vodnih kolesih na ravne lopate le 0,30 do 0,35 (Struna, 1955), je znašala povprečna moč mlina s 5 - 6 kamni (povprečje) okoli 15 kW oziroma 20 KS. Večji izkoristek vodne moči so imeli vodni obrati s turbinami (Pobrežje, Srečak, Mišinci), s katerimi so nadomestili pogon na vodna kolesa. Mlini v Kotu šipštarem trgu, Bregu in Radovicah so zlasti med NOB že pridobivali električno energijo. Turbina v Kotu pri Starem trgu je leta 1944 dajala električni tok za partizanske urade in hiše v Starem trgu. Turbina v Nemaničevem mlinu pa je do leta 1952 dajala električni tok za naselje Radoviči (Dular, 1965).

Jezovi so izredno pomemben sestavni del vodnih obratov in so jim namenjali veliko pozornost. Zaradi velike širine vodnega toka so bili "slapi" dolgi 60 do 120 m (Krasinec) in kamniti. Postavljeni so bili nekoliko poševno čez strugo.

Bili so različno visoki glede na morfološke značilnosti struge. Najvišji je betonirani jez v Prelesju (okoli 3 m). V povprečju pa so jezovi visoki okoli 1 - 1,5 m, saj bi višja vodna gladina ovirala delo višjega mlina ali žage. Med Starim trgom in Kamanjem je bilo na 70,6 km dolgi strugi Kolpe kar 49 vodnih obratov in to vsega na 55 m višinske razlike. V povprečju je bil teoretično jez lahko visok le 1,12 m. Prvotni jezovi so bili zato nižji, ob propadanju višje ležečih vodnih obratov pa so mlinarji lahko nekoliko dvignili jezove in povečali padec in moč vode. Kamniti jezovi so bili prelivni, z zapornico in grabljami pred betoniranim dotokom vode do vodnih koles. Po vzorčno izvedenih meritvah je znašal dotok vode na vodna kolesa 3 - 5 m<sup>3</sup>/sek, torej manj od povprečnega minimalnega pretoka Kolpe. Do občasnega pomanjkanja vode je torej prihajalo zaradi izgubljanja nizke vode skozi jez. Voda je po betoniranem dovodu (ločen s pregrado za vsako vodno kolo) prihajala od spodaj in udarjala na ravne, okoli 80 cm dolge in 40 - 60 cm široke lopatice na enojnem ali dvojnem (tudi z železom ojačanim) obodom. Pogon je bil neposreden, kolo pa se je vrtelo nazaj, v smeri proti vodnemu toku.

Ob Lahinji in njenih pritokih je bilo 15 vodnih obratov in sicer 9 na Lahinji, 4 na Krupi ter po eden na Dobljčici in Podturnščici (tabela). Na Lahinji (33,4 km) je bil vodni obrat povprečno na vsakih 3,7 km, ob Krupi (2,5 km) pa na 0,6 km. Strmec Lahinje je zelo skromen, saj znaša v povprečju 0,6 ‰. V primerjavi s Kolpo ima Lahinja tudi občutno manj vode. V Gradacu (pred sotočjem s Krupo) ima Lahinja povprečni minimalni pretok le 1,6 m<sup>3</sup>/sek, njen srednji letni pretok (6,3 m<sup>3</sup>/sek) pa je nekoliko večji kot najnižji zabeleženi pretok Kolpe pri Metliki (6,0 m<sup>3</sup>/sek). Povprečni mesečni minimalni pretoki so najmanjši avgusta (0,5 m<sup>3</sup>/sek), septembra (0,7 m<sup>3</sup>/sek) in julija (0,8 m<sup>3</sup>/sek), najmanjši zabeležen pretok je znašal le 0,03 m<sup>3</sup>/sek (Hidrološki godišnjaki 1952 -

1976). Po sotočju s Krupo se Lahinja okrepi, na razpolago so večje vodne količine, saj glede na občasna merjenja Krupe sklepamo, da je njen povprečni minimalni pretok približno enak Lahinji pri Gradacu. Pogonska moč pbratov je prilagojena hidrogeografskim značilnostim - hškemu strahu in skromnejšim vodnim količinam. Lahinja in Krupa tečeta po ozki dolini, kjer naravne razmere omogočajo gradnjo višjih slapov in večji padec vode. Vendar je na Lahinji 9 mlinov, med zgornjim in spodnjim mlinom pa je le 16 metrov višinske razlike. Zato je razumljivo, da ni bilo mogoče graditi višjih jezov, čeprav bi bilo zaradi poletnih nižkov zadrževanje večjih vodnih količin koristno. Povprečen padec je znašal ob srednji vodi okoli 1 m, hitrost vode (z upoštevanjem trenja) v koritu pa 1 - 1,5 m/sek. V povprečju so torej jezovi na Lahinji in njenih pritokih visoki okoli 1 m, najvišji pa je v Gradacu (nekaj nad 2 m). Jezovi so delno betonirani in široki okoli 10 - 15 m. Vodni obrati so se izogibali sicer redkim razširjenim delom rečnih dolin, čeprav je bil zaradi ozke doline otežkočen dostop do mlina ali žage. Kljub različnim vodnim količinam imajo mlini zaradi različne višine jezov podobno moč, saj je imela večina mlinov 3 - 4 kamne. Vendar so mlini na Lahinji do sotočja s Krupo pogosto poleti tudi za več kot 14 dni prenehali z mletjem, ker ni bilo dovolj vode, zmanjkalo pa je občasno tudi v zimskih mesecih. Mlinarji ob Krupi in ob Lahinji po sotočju s Krupo pa so trdili, da jim je pomanjkanje vode povzročalo manj težav. Preglavice pa so povzročale sicer le nekajdnevni, a pogosti povednaji (tudi poleti). Mlin in žaga pri Primostku je imel celo škripec za dvig vodnih koles ob visoki vodi.

Ob Lahinji in njenih pritokih je bilo 8 mlinov, 6 združenih mlinov in žag in ena žaga. V primerjavi s Kolpo se je propadanje začelo kasneje. V obdobju do prve svetovne vojne ni prenehal obratovati nobeden vodni obrat, med obema vojnama pa le eden in sicer na izviru Podturnščice. V letih od 1945



do 1965 so prenehali mleti še 4 mlini, po letu 1965 pa pet. V letu 1983 je redno obratoval le moderniziran Perov mlin (turbina) na Krupi, občasno pa vodni obrati v Butoraju in Pustem Gradacu in Huparjeva žaga (turbina) na Krupi (tabela).

V primerjavi s Kolpo so tu vodni obrati in jezovi boljše ohranjeni. Jezovi pa so boljše ohranjeni, ker so bili v večini betonirani (so krajši in zato cenejši), tudi ob poplavih pa je zaradi majhnega struca moč Lahinje majhna, saj ne nosi proda in ne poškoduje jezov ali stavb. Poslopja in jezovi so dobro ohranjeni pri 8 obratih, propadajoča poslopja in dobro ohranjeni jezovi pa so pri petih obratih. Na možnost izkoriščanja vodnih obratov za proizvodnjo električnega toka nas opozarja dejstvo, da so nekdanje že bile manjše elektrarne v Črnomlju in Gradacu (Lahinja) ter na Huparjevi žagi na Krupi. Tu je bila manjša elektrarna, ki je pred 2. svetovno vojno dejala električno energijo naseljem Krpa, Moverna vas, Stranska vas in Praprotno. Med vojno so partizani pri Huparjevi žagi namestili večje turbino, ki je proizvajala električni tok za bolnišnico pri Črešnjevcu. Stara, že nekoliko iztrošena turbina (35 KS) še vedno poganja žaga. Dotok vode so usmerjali z zapornicami, največji dotok vode na vodna kolesa pa je znašal med 1 in 2 m<sup>3</sup>/sek kar je več kot pàlovico manj kot na kolpskih mlinih in žagah.

Na drugih, manj vodnatih in krajših belokranjskih vodotokih je v preteklosti bile okoli 20 vodnih obratov, vendar je o nekaterih ostale le nezanesljive ustno izročilo. Sledovi so ohranjeni na 18 lokacijah (karta). Največ jih je bilo na Krivem poteku in Kamenici (7), ki pa so z izjemo mlina pri izlivu Kamenice prenehali mleti pred letom 1965. Večina mlinov je imela dva kamna, mlin pri izlivu v Kamenico pa je bil predelan na tri kamne. Kolesa so imela premer okoli 2,5 m in so bila na korce. Zaradi pomanjkanja vode so vodo zbirali iz jezov nad mlinom.

Posebno pozornost bi zaslužili tudi vodni obrati v Črmošnjiški dolini. Med Srednjo vasjo in Občicami je bilo 17 žag in 14 mlinov, kar pomeni, da je bilo 2,17 vodnih objektov na km vodnega toka. Največja gostota vodnih obratov je bila v soteski pri Starih žagah, kjer ima struga Črmošnjičice padeč 90,0 ‰ in so si mlini in žage (na zgornjo vodo) sledili v razdalji nekaj lo m (Geografsko poročilo..., 1981). Po odhodu Kočeverjev so pričeli vsi obrati na vodni pogon propadati. Vodni obrati, zlasti okoli Starig žag, pa so med NOB dajali energije za partizanske delavnice, o njihovi vlogi pa nam pričajo žal le ruševine. V Štalcarjevem mlinu in žagi na Mašlju so namestili turbino, ki je proizvajala električni tok za Črmošnjico, med NOB pa je bila tu delavnica. Maceletovo žago pri Novem taboru na Črmošnjičici je pred II. svetovno vojno gnala turbina in motor na oglje, imela pa je celo lé listov. Sicer pa so imele žage od enega do šest listov, mlini pa dva do tri pare kamnov (Geografsko poročilo..., 1981). Kljub skromnemu pretoku (srednji pretok je bil okoli 0,1 - 0,2 m<sup>3</sup>/sek) je velik strmec (3 - 5 m) omogočal obratovanje številnih, sicer manjših obratov na vodni pogon. Z zajetjem izvira Guče pri Srednji vasi se je vodna količina za vodni pogon zlasti pri nizkem vodostaju zmanjšala (za cca lo 1/sek).

Gradnja majhnih hidroelektrarn (MHE)<sup>x</sup> je postala zopet zanimiva po energetski krizi v sedemdesetih letih. Cena električne energije iz MHE je postala konkurenčna ceni energije iz velikih TE, saj s proizvodnjo 1000 kWh privarčujemo 1000 kg premoga ali 200 litrov nafte (Šolc, 1981). Tako postaja gradnja MHE tudi ekonomsko upravičena, med ostale prednosti spada manjši poseg v naravno okolje, preprečevanje ali omejitev erozije ter bogatenje minimalnih voda. Vodna energija je obnovljiva in jo uvrščamo med "čisto" energijo. Zlasti v

---

<sup>x</sup>za MHE označujemo tiste z močjo največ do 200-300 kW.

Beli krajini, kjer so se med NOB pokazale njene geostrateške prednosti zaradi odmaknjene lege in bližine Kočevskega Roga in Gorjancev, pa je morda še bolj v ospredju narodnoobrambni vidik, ki narekuje gradnjo MHE tudi za potrebe SLO. Priporočljiva je gradnja MHE, prilagojenih za vzporedno obratovanje in vključitev v energetske omrežje (ekonomska opravičljivost). Vendar morajo biti grajene tako, da bodo lahko otočno obratovale za nekatere specifične uporabnike, kot so objekti SLO, bolnice, tiskarne in drugi važnejši objekti (Premru, 1979). Partizanske MHE v Beli krajini (Hluparjev mlin na Krupi), Gradac - Lahinja, Kot pri Starem trgu, Stare žage) so dokaz o možnostih in njihovem pomenu tudi za potrebe SLO (vojno stanje, naravne nesreče). Tudi v zgornjem Pokolpju so že začeli z gradnjo prvih MHE (leta 1983), ki imajo zlasti narodno - obrambni pomen (Papeži na Belici in pri Črnem potoku - deana pritoka Čabranke med Čabrom in Osilnico).

Najbolj smiselna in racionalna in naravovarstveno sprejemljiva je obnovitev nekdanjih MHE, ali pa se nasloniti na mlinske in žagarske jezove, šele nato pa naj bi jih postavljali tudi drugod. Pri izboru lokacij za MHE v Beli krajini je potrebno torej pretresti še ohranjene ali opuščene vodne obrate in njihove jezove, ki so izkoriščali energetske moč belokranjskih voda. Zato smo s terenskim delom pregledali in popisali vse obrate na vodni pogon, kar naj bi bila osnova za oceno energetskega potenciala in izbor lokacij za gradnjo MHE. Osnovna kriterija za izbor ustreznih vodnih tokov sta padec (strmec) in pretok vode.

Za hidroenergetsko izkoriščanje, zlasti pa za gradnjo MHE so zelo pomembni podatki o povprečni nizki vodi (Šolec, 1981). Ti so v Kolpi najmanjši v mesecu avgustu (Radenci, - 8 m<sup>3</sup>/sek; Metlika - 11,6 m<sup>3</sup>/sek), absolutno najnižji zabeleženi dnevni pretok v Radencih pa je znašal 3,36 m<sup>3</sup>/sek in v Metliki 6,0

$m^3/sek.$  Povprečni strmec Kolpe med Poljansko dolino in Kamanjem (70,6 km) je razmeroma skromen in znaša 0,78 ‰. Med Dolom pri Starem trgu in Vinico (23,3 km) znaša 0,69 ‰. nekoliko večji je med Vinico in Gribljami (0,95 ‰) ter izlivom Lahinje pri Primostku (0,87 ‰). V spodnjem delu do Kamanja znaša le 0,50 ‰. V celotnem 70,6 km dolgem toku se Kolpa zniža za 55 m oziroma 78 cm/km. Glede na MHE je Kolpa precej vodnata, a hkrati počasna.

Lahinja je druga največja belokranjska voda, ki teče za razliko od Kolpe v osrčju Bele krajine. Pred izlivom Krupe (Gradac) znaša njen srednji letni pretok  $6,3 m^3/sek$  (1952 - 1976), povprečni minimalni pa  $1,6 m^3/sek$ . Najnižja povprečni mesečni pretoki so avgusta -  $0,5 m^3/sek$ , pod  $1 m^3/sek$  pa še septembra ( $0,7 m^3/sek$ ) in julija ( $0,8 m^3/sek$ ). Za spodnjo Lahinje ni hidroloških podatkov, vendar po velikosti porečja sklepamo, da znaša povprečni minimalni letni pretok 2,5 -  $3 m^3/sek$ . Povprečni letni minimalni pretok Lahinje ob izlivu v Kolpo je torej približno desetkrat manjši od povprečnega minimalnega pretoka Kolpe pri Metliki. Tudi strmec Lahinje je zelo skromen, saj znaša v povprečju 0,57 ‰. V dolžini 33,4 km se njena globina zniža za 19 m. Do izliva Podturnščice znaša strmec 1,25 ‰, od tod do izliva Krupe pa le 0,37 ‰. Nekoliko večji strmec je med izlivom Krupe in sotočjem s Kolpo - 0,65 ‰. Lahinja spada torej med vode s srednje velikim pretokom in zelo majhnim padcem.

Krupa je sicer kratka le 2,5 km, vendar z ugodnimi naravnimi osnovami za drobno energetska izkoriščanje. Ob njej so štirje obrati na vodni pogon (1 vodni obrat na 600 m toka) med katerimi je Hluparjev mlin električni tok že proizvajal, v moderniziranem Perovem mlinu pa je mlinska kolesa s skromnim izkoristkom nadomestila turbina. Vodnatost Krupe so doslej ugotavljali le občasno. Sodimo, da znaša povprečna minimalna

izdatnost najmanj vodnatega meseca  $0,4 - 0,6 \text{ m}^3/\text{sek}$ , povprečni minimalni in srednji pretoki pa se gibljejo v okviru vrednosti, ki veljajo za Lahinjo pred sotočjem s Krupo. S hidroenergetskega vidika je ugodno, da ima Krupa dokaj velik strmec, ki znaša  $3,20 \%$ , višinska razlika med izviro in sotočjem pa je 3 metrov. Če bi bil izvir Krupe zajet za vodno oskrbo Bele krajine, se bi črpalo okoli  $100 \text{ l}/\text{sek}$ , kar pomeni okoli četrtnino minimalnega pretoka najmanj vodnatega poletnega meseca. Njena struga je ozka (6 - 8 m) in s strmimi bregovi, z ugodnimi osnovami za nekoliko višje jezove (3 - 4 m).

Druge vode - Dobljčica, Podturnščica, Krivi potok, Kamnica in Sušica imajo premalo vode in premajhen padec, da bi v bližnji bodočnosti prišle v poštev za MHE. Med drugimi, bolj šibkimi vodnimi tokovi, ki pa imajo večje strnce, omenimo še vode v Črmošnjiški dolini, ki so v preteklosti (Kočevarji, NOB) odigrali izredno pomembno energetske vloge, danes pa so vsi vodni obrati ob njih opuščeni in propadajo. Na Črmošnjičici so okoli Starih žag na tektonski stopnji (občina Novo mesto) bili številni obrati na vodni pogon (na zgornjo vodo), ki so izkoriščali izredno velik strmec potoka na krajšem odseku pri Starih žagah, saj znaša tu  $90,9 \%$  (Poročilo geografske..., 1981). Strmec  $1500 \text{ m}$  dolgega Mašlja, pritoka Črmošnjičice, ki izvira pod Srednjo vasjo, pa znaša  $230 \%$  ( $35 \text{ m}$ ). Glede njegove vodnatosti ni ustreznih podatkov, po enkratnih meritvah izvira Mašlja in Črmošnjičice pa računamo, da znaša povprečna minimalna letna izdatnost Črmošnjičice pod Mašljem okoli  $0,2 \text{ m}^3/\text{sek}$ . Z zajetjem Guč pri Srednji vasi se je namreč pretok Mašlja in Črmošnjičice zmanjšal za okoli  $100 \text{ l}/\text{sek}$ . Po družbenem planu občine Novo mesto za obdobje 1981 - 1985 (predlog) naj bi zlasti zaradi potreb SLO že v bližnji bodočnosti zgradili MHE na Črmošnjičici pri Stari žagi. Na drugi strani pa je kljub manjšemu pretoku in strncu zaradi bližine naselja (Črmošnjice) in ohranjenosti objektov potrebno pretresti

tudi možnost za MHE na Mašlju. Kompore (1984) meni, da je pri tehničnih vidikih izbora lokacij za majhne HE na belokranjskih vodnih tokovih in pri izboru vodnih turbin potrebno upoštevati, da imajo belokranjske vode (z izjemo Črmošnjičice) razmeroma velike pretoke in majhne padce. Zato pridejo v poštev turbine aksialnega in radialnega tipa.

Pri oceni vodne moči upoštevamo navadno povprečno nizke pretoke (Šolc, 1981). Potrebno je oceniti rečni režim reke oziroma pretoka. Poskusimo prikazati globalno moč belokranjskih vod ob povprečnih letnih minimalnih pretokih.

#### Kolpa (od Radencev do Kamanja)

$$H = 54 \text{ (98 \% bruto padca, ki znaša 55 m)}$$

$$Q = 20 \text{ m}^3/\text{sek} \text{ (približna srednja vrednost povprečnih letnih minimalnih pretokov Kolpe pri Radencih in Metliki)}$$

$$P_{v1} = 9,8 \cdot Q \cdot H = 9,8 \cdot 20 \cdot 54 = \underline{10\,584 \text{ kW}}$$

#### Lahinja (od izliva Podturnščice do izliva)

$$H = 12 \text{ m}$$

$$Q = 2,0 \text{ m}^3/\text{sek}$$

$$P_{v2} = 9,8 \cdot Q \cdot H = 9,8 \cdot 2,0 \cdot 12 = \underline{235,2 \text{ kW}}$$

#### Krupa

$$H = 8 \text{ m}$$

$$Q = 1,5 \text{ m}^3/\text{sek}$$

$$P_{v3} = 9,8 \cdot Q \cdot H = 9,8 \cdot 1,5 \cdot 8 = \underline{117,6 \text{ kW}}$$

#### Črmošnjičica (od sotočja z Mašljem do vznožja Starih Žag)

$$H = 57 \text{ m}$$

$$Q = 0,2 \text{ m}^3/\text{sek}$$

$$P_{v4} = 9,8 \cdot Q \cdot H = 9,8 \cdot 0,2 \cdot 57 = \underline{111,7 \text{ kW}}$$

Mašelj

$$H = 35 \text{ m}$$

$$Q = 0,1 \text{ m}^3/\text{sek}$$

$$P_{v5} = 9,8 \cdot Q \cdot H = 9,8 \cdot 0,1 \cdot 35 = \underline{34,5 \text{ kW}}$$

Moč belokranjskih vodnih tokov:

$$P_v = P_{v1} + P_{v2} + P_{v3} + P_{v4} + P_{v5} = 10 \text{ 584,0 kW} + 235,2 \text{ kW} + \\ 117,6 \text{ kW in } 111,7 \text{ kW in } 34,3 \text{ kW} = \underline{11 \text{ 083 kW}}$$

Moč belokranjskih voda ob upoštevanju povprečnih letnih minimalnih pretokov naj bi znašala torej okoli 11 000 kW, od tega moč Kolpe 96 %. Drugačno sliko o skupni moči belokranjskih voda pa dobimo, če upoštevamo povprečni vgrajeni (instalirani) pretok za pogon vodnih obratov. Le-ta je po naših vzorčnih meritvah<sup>x</sup> znašal za vodne obrate na Kolpi 4,5 m<sup>3</sup>/sek, za Lahinjo, Krupo, Črmošnjičico in Mašelj pa je bil približno v okviru predpostavljenih povprečnih minimalnih letnih pretokov. Moč Kolpe med Starim trgom in Kamanjem bi znašala torej (H = 54; Q = 4,5 m<sup>3</sup>/sek) 2,381,4 kW, skupna moč belokranjskih vodotokov pa 2 821,1 kW. Delaž Kälpe naj bi znašal 84 %. Ob predpostavki, da bi bilo na Kolpi 27 MHE s 2 m visokim jezom, bi bila moč vode pri posamezni MHE na Kolpi 88 kW.

Pomembnejši kot moč vode pa je delež moči vode, ki jo je mogoče spremeniti v električno moč, do katere pridemo posredno preko mehanske moči. V tem procesu se del moči izgubi (pri turbini in generatorju znaša izkoristek po 80 %), zato je moč agregata ( $P_a$ ) enaka (Šolc, 1981, s.10):

$$P_a = 9,8 \cdot Q \cdot H \cdot 0,64$$

$$P_a = 6,27 \cdot Q \cdot H$$

$P_a$  - moč agregata v kW

Q - pretok v m<sup>3</sup>/sek

H - neto padec

Pri upoštevanju povprečnih minimalnih letnih pretokov bi lahko skupna moč agregatov na belokranjskih vodotokih po navedeni enačbi znašala 7093,1 kW in sicer:

Kolpa -	6 773,8 kW
Lahinja -	150,0 kW
Krupa -	75,3 kW
Črmošnjičica -	71,3 kW
Mašelj -	22,0 kW

Moč agregatov na Kolpi (med Radenci in Kamanjem) z vgrajenim pretokom okoli  $8 \text{ m}^3$  (povprečni minimalni pretok Kolpe pri Radencih ob najmanj vodnatem mesecu) bi znašala 2708,6 kW. V kolikor pa bi višina jezov in vgrajenih pretokov (cca  $4,5 \text{ m}^3/\text{sek}$ ) ostala približno enaka tudi pri MHE, bi moč agregatov na Kolpi znašala:

$$P = 6,27 \cdot Q \cdot H = 6,27 \cdot 4,5 \cdot 54 = 1523,6 \text{ kW}$$

Ker je bila Kolpa v preteklosti praktično v celoti izkoriščena, bi morala znašati moč posameznega agregata okoli 30 kW (za 49 vodnih obratov z  $Q = 4,5 \text{ m}^3/\text{sek}$  in  $H = 1,1 \text{ m}$ ), vendar je bil dejanski izkoristek zaradi uporabe vodnih koles z ravnimi lopatami dejansko v povprečju za polovico manjši (med 10 in 15 kW) kot bi znašal pri uporabi turbine in generatorja. Koliko bi na Kolpi zgradili MHE z  $H = 2 \text{ m}$  in  $Q = 4,5 \text{ m}^3/\text{sek}$ , bi bila moč agregata posamezne MHE 56,43 kW. Moč agregata na Lahinji (do sotočja s Krupo) in Krupi znaša pri  $H = 2,5 \text{ m}$  in  $Q = 1,5 \text{ m}^3/\text{sek}$  23,5 kW, v spodnjem toku ( $H = 2,5 \text{ m}$  in  $Q = 2,5 \text{ m}^3/\text{sek}$ ) pa 39,2 kW. Na Črmošnjičici bi pri vgrajenem pretoku  $0,2 \text{ m}^3/\text{sek}$  in  $H = 5 \text{ m}$  znašala moč posameznega agregata 6,27 kW, na Mašlju ( $Q = 0,1 \text{ m}^3/\text{sek}$  in  $H = 5 \text{ m}$ ) pa 3,14 kW. Pri Črmošnjičici in Mašlju, kjer pa so spremembe preko leta še bolj izrazite in kratkotrajnejše, vendar bi bilo potrebno postaviti cevi za večji pretok. Zato predstavljajo predlagani



pretoki in posebno straci za energetska izkoriščanje belokranjskih vodotokov na osnovi pretoka in višine jezu starih vodnih obratov v bistvu minimalne vrednosti, ki pa izhajajo zlasti pri višinah jezu iz stoletnih izkušenj vodnih obratov in ob upoštevanju hidrogeografskih in geomorfoloških omejitev. Tako bi gradnja več kot 3 m visokih jezov na Kolpi v razširjenih delih doline zaradi nizkih bregov povečala možnost poplav in v primeru gradnje večjega števila MHE ovirala delovanje višje ležeče MHE. Na Lahinji je z hidrogeografskega vidika najbolj primerna gradnja MHE v njenem spodnjem in srednjem toku, kjer ni akumulacijskih ravnin in bi lahko postavili manjše število MHE (skromen padec) s z višjimi jezovi. Na Krupi je tudi mogoča gradnja jezov, višjih od 2 m, v kolikor bi zgradili eno ali dve MHE. Pri postavitvi MHE na izvira Krupe pa bi jez, ki bi bil višji od dveh metrov, povzročal pogosto preplavitev poti, ki pelje do vodnega obrata. Gradnja MHE bi morala torej sloneti zlasti na večji izkoriščenosti vodnatosti, zlasti Kolpe, kjer bi bili lahko pretoki (instalirani) občutno večji kot pri mlinih ali žagah.

Kataster in kartografska predstavitev vodnih obratov na pomembnejših belokranjskih vodah (tabela) nam daje podatke o možnostih za energetska izrabo. Teoretično bi lahko MHE postavili na vseh mestih, kjer so bili nekoč obrati na vodni pogon, zlasti na tistih, kjer še obratujejo ali pa so prenehali obratovati po drugi svetovni vojni. Po opisanih hidrogeografskih potezah je v Beli krajini najbolj priporočljiva gradnja MHE na Kolpi. Smatramo, da se lahko opremo na lokacije obstoječih vodnih obratov. Pri izbiri je tudi iz ekonomskega vidika pomemben podatek o stanju ohranjenosti vodnega obrata in jezu. Oglejmo si za Kolpo med Prelesjem in Kamanjem vodne obrate (levi in desni breg), ki obratujejo ali pa so prenehali obratovati, vendar imajo dokaj dobro ohranjeno plesloje ali jez.

A Ohranjeno poslopje in jez

Prelesje (10<sup>x</sup>), levi breg

Učakovci (18), redno obratuje, levi breg

B Ohranjeno poslopje in delno načet jez

Riblje (10), desni breg

Podbrežje (36), levi breg

Sračak (39), desni breg

Krasinec (41), občasno obratuje, levi breg

Mišinci (43), desni breg

C Ohranjeno poslopje in zelo načet jez

Breg (17) - občasno obratuje, Damelj (13), Krivec (14),  
Učakovci (17), Pribanjci (19), Sr.Zilje (23).

V primeru, da instaliranega pretoka in padca ( $Q = 4,5 \text{ m}^3/\text{sek}$ ;  $H = 2 \text{ m}$  ali  $Q = 6,0 \text{ m}^3/\text{sek}$  in  $H = 1,5 \text{ m}$ ) vodnih obratov ne bi bistveno spreminjali, bi znašala torej moč (P) agrggata posamezne MHE 56,4 kW. Instalirani pretok bi glede na povprečni minimalni pretok najmanj vodnatega meseca (avgust -  $8,0 \text{ m}^3/\text{sek}$ ) bilo mogoče koristiti praktično preko celega leta (razen ob izjemno visokih vodah), ki trajajo le nekaj dni in ob oopravi-  
lih. Proizvodnjo električne energije (E) izračunamo tako, da moč generatorja (P) v Kw pomnožimo s časom (t) v urah, kolikor traja proizvodnja električne energije (Šolc, 1983):

$$E_1 = P \times t = 56,4 \times 7920 \text{ (11 mesecev)} = 444 \ 925 \text{ kWh}$$

(za  $Q_1 = 4,5 \text{ m}^3/\text{sek}$  in  $H_1 = 2 \text{ m}$ )

$$E_2 = P \times t = 100,3 \times 7920 \text{ (11 mesecev)} = 794 \ 531 \text{ kWh}$$

(za  $Q_2 = 8 \text{ m}^3/\text{sek}$  in  $H_2 = 2 \text{ m}$ )

-----  
x oznaka na karti

Če bi usposobili za proizvodnjo električne energije 14 vodnih obratov na levem bregu Kolpe (pri  $Q = 4,5 \text{ m}^3/\text{sek}$ ,  $H = 2 \text{ m}$ ), ki imajo dokaj dobro ohranjeno poslopje ali jez, bi znašala njihova skupna letna proizvodnja 6,23 milijona kWh. Navedena količina je v primerjavi z letno proizvodnjo elektrogospodarstva Slovenije v letu 1980  $7986 \cdot 10^6 \text{ kWh}$  (Černe, 1983), sicer zelo skromna (a 60 % letne proizvodnje HE Ozalj II), vendar je potrebno upoštevati širše kriterije. Naj ponovno podčrtamo, da veljajo vsi navedeni izračuni za instalirane pretoke sedanjih vodnih obratov, pri polovični povečavi instaliranega pretoka (na  $8 \text{ m}^3/\text{sek}$ ) pa bi lahko 14 vodnih obratov na Kolpi proizvajalo okoli 11 milijonov kWh. MHE bi lahko vključili tudi na električno omrežje. Z vidika bližine večjih naselij ali industrijskih obratov, ohranjenosti vodnih obratov in jezov ter SLO, bi v prvo kategorijo z najbolj ustreznimi osnovami za gradnjo MHE uvrstili:

- Prelesje (2) SRS, z ohranjenim poslopjem in 3 m visokim betoniranim jezem (letna proizvodnja bi bila lahko zaradi že višjega jez - 3 m pri  $Q = 8 \text{ m}^3/\text{sek}$  okoli 1,1 milijona kWh) ter bližino Starega trga z industrijskimi obrati;
- Riblje (10) SRH, z ohranjenim poslopjem in delno porušenim jezem, lego v ozki soteski Kolpe (SLO), kjer bi lahko zgradili nekoliko višji jez in zaradi bližine Severina;
- Učakovci (18) SRS in (ali) Vinica (20) SRS, vodna obrata obratujeta, dobro je ohranjen jez, blizu je naselje kot možen odjemalec, tudi industrijski obrat, posebno pomembno bi bilo delovanje MHE ob izrednih pogojih;
- Pobrežje (36) SRS, z dobro ohranjenim poslopjem in delno porušenim jezem; razen bližine Adlešič z industrijo bi bila MHE pomembna zlasti za SLO, saj je struga ozka in globoka. Posamezne MHE bi brez bistveno povečanega bruto padca in instaliranega pretoka sedanjih mlinov in žag imele moč 50 - 80 kW, ki pa bi se lahko tudi glede na hidrogeografske značilnosti Kolpe in njene struge lahko povečala vsaj na 100 kW

( $Q = 8 \text{ m}^3/\text{sek}$ ,  $H = 2 \text{ m}$ ) oziroma  $150 \text{ kW}$ . Podobno velja za ostale belokranjske vode, zato bi bili lahko instalirani pretoki večji, čeprav turbine v vsem letu ne bi mogle obratovati s polno močjo.

V drugo kategorije (po ohranjenosti jezov in stavbe) se uvrščajo naslednje možne lokacije za MHE: Pribanjci (19) - SRH, Sračak (39) - SRH, Krasinec (41) - SRS (problem predstavlja okoli  $10 \text{ m}$  dolg jezik in spodjedanje bregov Kolpe) in Mišinci (43) - SRH, v tretjo kategorijo pa Breg (7) - SRS in Demelj (13) ali Krivec (14) - SRS. V Križevski vasi in Radovičih so slabo ohranjena in propadajoča poslopja vodnih obratov s poškodovanimi jezovi, vendar bi bila gradnja zaradi bližine Metlike priporočljiva. Glede na pretočne vrednosti so najbolj ugodne razmere pod sotočjem z Lahinjo, vendar so jezovi in poslopja slabo ohranjeni, zato bi bila potrebna večja finančna sredstva. Zaradi razmaha čolnarjenja po Kolpi bi bilo treba upoštevati tradicionalno zasnovano gradnjo jezov, ki omogoča prenos čolna preko jezov.

Pri Lahinji je potrebno ločiti srednji in spodnji tok (po sotočju s Krupo). V srednjem toku (po sotočju z Dobličico) sta ustrezni lokaciji za MHE v Črnomlju in Gradacu; v Butoraju, kjer je s strateškega vidika zelo primerna lokacija, pa je pretok Lahinje manjši. Ob Lahinji je v Črnomlju (Flekov mlin) dokaj ohranjeno poslopje in jezik, ki bi ga lahko le nekoliko dvignili (zaradi nastu preko Lahinje), kar velja tudi za MHE v Gradacu. Ob instaliranem pretoku  $1,5 \text{ m}^3/\text{sek}$  (za 7 mesecev, v 4 mesecih pa okoli  $0,7 \text{ m}^3/\text{sek}$ ) in  $H_3 = 2,5$ , bi znašala največja moč agregata  $23,5 \text{ kW}$  (pri  $Q = 1,5 \text{ m}^3/\text{sek}$ ) in letna proizvodnja ob 11 mesečnem obratovanju okoli  $150 \text{ ooo kWh}$  (MHE Črnomelj in Gradac). Na spodnji Lahinji (Krivoglavice ali Primostek), kjer sta ohranjena jezova in poslopja, bi lahko predvidoma 11 mesecev obratovala ena MHE z  $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{sek}$

(7 mesecev) in  $1,2 \text{ m}^3/\text{sek}$  (4 mesece),  $H = 2,5 \text{ m}$  ter možjo agregata  $39,2 \text{ kW}$  oziroma  $18,8 \text{ kW}$  in proizvajala letno okoli  $250 \text{ 000 kWh}$ . Na Lahinji so torej možnosti za lokacijo treh MHE: v Kriveglavicah ali Primostku, Gradacu in Črnomlju (eventuelno Butoraj). Vzdrževanje jezov na reki Lahinji ima razen energetske vloge pomembno vlogo tudi pri zmanjševanju koncentracije onesnaževanja. Lahinja je namreč pod Črnomeljem že močno onesnažena, zlasti v poletnih mesecih, ob minimalnem pretoku.

Na Krupi obratuje Perov mlin in občasno Hluparjeva žaga, ki imata vodni pogon na turbini. Ozka struga, razmeroma velik strmec in ohranjenost vodnih obratov in jezov omogočajo gradnjo treh MHE (izvir Krupe, pri Peru in Dolenci ob sotočju z Lahinjo) z  $Q = 0,5 \text{ m}^3/\text{sek}$  (7 mesecev) oziroma  $0,7 \text{ m}^3/\text{sek}$  (4 meseci) ter  $H = 2,5$ . Moč posameznega agregata bi znašala  $25 \text{ kW}$ , letna proizvodnja MHE (11 mesecev obratovanja) pa okoli  $150 \text{ 000 kWh}$ , torej toliko kot velja za MHE v Črnomlju in Gradacu na Lahinji. Ker dva vodna obrata redno ali občasno obratujeta in za svoje obratovanje izkoriščata moč Krupe, bi bilo najbolj racionalno na Hluparjevi žagi (ali mlinu) in Perovem mlinu zgraditi MHE, kjer bi pridobivali električno energijo za kritje lastnih potreb, se vključili v javno električno omrežje ter deževali ob izrednih prilikah. Pri Hluparjevem mlinu in žagi (bila je že pred II. svetovno vojno in med NOB je služila kot partizanska elektrarna) pa bi električno energijo lahko vsaj ob izrednih pogojih ali pa redno uporabljali tudi za predvideno črpanje vode iz Krupe za regionalni vodovod Bele krajine. Predvidene vodne količine za vodovod ( $100 \text{ l}/\text{sek}$ ) bi sicer nekoliko zmanjšale pretok (za okoli  $10 - 15\%$  srednjega pretoka najmanj vodnatega meseca), vendar ne bi bistveno zmanjšale letne proizvodnje električne energije. V Perovem mlinu pa že proizvajajo elektriko za kritje lastnih potreb.

S širšega regionalnega vidika so v Beli krajini (le levi breg Kolpe) najbolj ustrezne naslednje lokacije za gradnjo MHE, postavljene na mestu naslednjih vodnih obratov (karta): Kolpa: Prelesje, pri Starem trgu, Učakovci in (ali) Vinica in Pobrežje pri Adlešičih.

Lahinja: Črnomelj, Gradac in Krivoglavice ali Primostek.

Krupa: Krupa (Huperjev mlin in žaga) in Stranska vas (Perov mlin). Ob minimalnih spremembah v instaliranem pretoku in padcu bi štiri MHE na Kolpi skupno letno proizvajale okoli 2 milijona kWh (Prelesje - 650 000 kWh, ostale po 450 000 kWh, na Lahinji (3 MHE) okoli 400 000 kWh in ob Krupi (2 MHE) 300 000 kWh. Zlasti MHE na Kolpi pa bi ob večjem instaliranem pretoku in nekoliko višjim padcem lahko pridobivale bistveno večje količine električne energije. Za posamezno MHE na Kolpi z instaliranim pretokom  $8 \text{ m}^3/\text{sek}$  in padcem 3 m, bi znašala moč agregata 150 kW, letna proizvodna električne energije ob 11 mesečnem obratovanju pa okoli 1,1 milijona kWh. Ob manjših spremembah glede na višine padca in instaliranega pretoka vodnih obratov bi lahko zgolj v navedenih MHE v Beli krajini proizvedli letno 5 - 6 milijonov kWh. Glede na pretočne razmere Kolpe bi bil lahko instalirani pretok MHE na Kolpi večji (okoli  $20 \text{ m}^3/\text{sek}$ ), višina jezua pa, razen izjemno, ne bi smela presežati 3 m. Moč agregata MHE na Kolpi bi torej ( $H = 2-3 \text{ m}$ ,  $Q = 15 - 20 \text{ m}^3/\text{sek}$ ) lahko znašala 250 do 350 kW, vendar MHE ob sušnih obdobjih ne bi obratovala s polno močjo. Za izgradnjo MHE v Črmošnjiški dolini je potrebno uskladiti interese z občino Novo mesto, saj so v hidrogeografskem in geomorfološkem pogledu najbolj ugodni in med NOB preizkušeni pogoji za gradnjo MHE na Črmošnjičici pri Starih žagah. V Mašlju in Črmošnjicah pa so dobro ohranjeni obrati na vodni pogon in blizu je več naselij.

Predlagane lokacije za MHE na belokranjskih vodotokih so najbolj primerne zlasti iz fizičnogeografskega vidika in glede na ohranjene vodne obrate z jezovi vred. Delno smo pri predlaganih lokacijah upoštevali tudi družbene vidike, zlasti bližino električnega omrežja in možnih porabnikov. Vrsten red gradnja MHE pa je odvisen od širšega družbenega vidika. Vendar izbor ne pomeni, da so izčrpane vse možnosti za nadaljno izgradnjo MHE. V bistvu so skoraj vsi obrati na vodni pogon, zlasti tisti, ki so obratovali po drugi svetovni vojni primerni kot mesto za gradnjo MHE. Glede na pretočne razmere, stopnjo ohranjenosti jezov in poslopij, bližino uporabnikov, narečnoobrambni vidik sodimo, da so najboljše osnove za gradnjo MHE na Kolpi, sledi pa Krupa in Lahinja. Na območju občine Metlika so jezovi in vodni obrati na Kolpi močno poškodovani, vendar ima Kolpa po sotočju z Lahinjo nekoliko ugodnejše pretočne vrednosti. Smiselna bi bila gradnja MHE na Kolpi v bližini Metlike (Križevska vas, eventualno Božakovo), kjer bi imela posamezna MHE lahko maksimalno vgrajeno moč okoli 300 kW. Omejitev predstavlja višina jezov, saj se bi ob gradnji MHE pri Radovičih ali Božakovem dvignila višina poplavne vode, ki ogroža Mestni log. Zato je na metliškem delu Kolpe najbolj ugodna lokacija pri Križevski vasi (bivši Lovšinov mlin). Ker je Kolpa pod sotočjem z Lahinjo pod Primostkom zmerne onesnažena, se bi voda na jezu pri Križevski vasi (nad kopališčem Metlika) prezračevala, in njena onesnaženost bi se zmanjšala. Lahinja ima ugodnejše pretoke pod sotočjem s Krupo, vendar bi bila moč agregata največ okoli 100 kW.<sup>x</sup> Vzdrževanje jezov na Lahinji pod Črnomljem ima zaradi zmerne do močne onesnaženosti Lahinje tudi naravovarstveni pomen.

<sup>x</sup>Možna je postavitve vzporednih agregatov (večja stopnja izkoriščenosti pretoka ob srednjem ali visokem vodnem stanju)

Glede na hidrogeografske poteze so torej za gradnjo MHE najbolj ugodni pogoji na Kolpi. V bistvu so tri možnosti:<sup>x</sup>

- a) isti pretoki jaz in višina jezusa (cca 50 kW)
- b) ista višina jezusa (padec) in povečan pretok (na 10 - 20 m<sup>3</sup>/s) glede na ustaljeni pretok starih vodnih obratov z večš vzporednimi agregati (100 - 150 kW ob nizkem vodnem stanju, ob povprečnem pa najmanj 200 - 300 kW)
- c) gradnja daljšega dovodnega kanala s povečanim pretokom (na 10 - 20 m<sup>3</sup>/s) z višjo ležečo zaježitvijo (2-3 m), kjer bi znašal neto padec 5 - 6 m (okoli 300 kW ob nizkem vodnem stanju, ob povprečnem pa najmanj 500 - 600 kW); zaradi skromnega padca struge bi gradnja dolgega dovodnega kanala močno podražila gradnjo, s-o pa tudi naravovarstveni zadržki.

---

<sup>x</sup> izbor je odvisen tudi od namena gradnje in investitorja



Tehniški vidiki izbora lokacij malih hidroelektrarn v

Beli krajini (M. Kompare)<sup>x</sup>

Vodotoki v Beli krajini imajo razmeroma velike pretoke in majhne padce, zato pridejo na teh vodotokih v poštev za izkoriščanje hidroenergetskega potenciala vodne turbine, katerih tip opisuje velika vrednost specifične vrtilne hitrosti. Taki specifični vrtilni hitrosti ustrezajo turbine aksialnega tipa, to so cevne turbine, in turbine radialnega tipa z dvojnimi vtokom, to so turbine francisovega tipa - dvojčki.

Značilni parametri turbine

Med značilne parametre turbine sodijo:

- pretočna količina
- neto padec
- vrtilna hitrost

Pretočna količina enega agregata v jezu hidroelektrarne je določena z instaliranim pretokom hidroelektrarne na dani lokaciji in s številom agregatov v tej hidroelektrarni. S pretočnimi količinami agregata pa je določena tudi pretočna količina turbine tega agregata. Instalirani pretok male HE je odvisen od dvanajstmesečne vode, ki je povprečno nizka voda nekega vodotoka zagotovljena v vseh dvanajstih mesecih v letu.

---

<sup>x</sup> asistent Marcel Kompare, dipl.ing., Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, PRE za energetska strojništvo

Neto padec turbine je bruto padec, ki je na voljo na neki lokaciji, zmanjšan za izgubo specifične energije izražene v višini v dovodnem in odvodnem sistemu vode hidroelektrarne na obravnavani lokaciji.

Vrtilna hitrost turbine je pogojena z izbranim tipom turbine in je praviloma manjša od sinhronske vrtilne hitrosti generatorja. Pri malih turbinah pride pogosto v poštev multiplikator vrtljajev. Pri manjših močeh je to navadno jermenski prenosnik.

Izbira turbine agregata male HE

Pri agregatih malih HE uporabljamo tipizirane turbine zaradi njihove enostavnosti in zahtevane cenenosti. Ena od uporabljanih tipizacij je tipizacija Inštituta za turbinske stroje v Ljubljani, druga pa je tipizacija Titovih zavodov "Litostroja". Instalirani pretok turbine določimo z izrazom

$$Q_1 = k_1 \cdot Q_{12} / z_{ag} \quad (2.1)$$

kjer je

- $Q_{12}$  ... dvanajstmesečna voda
- $z_{ag}$  ... število agregatov na lokaciji
- $k_1$  ... faktor inštaliranega pretoka, ki je odvisen od tipa turbine, velikosti energetskega izkoriščanja vodnega potenciala ipd.

neto padec pa z

$$H_n = H_b - H_{izg\ do} - H_{izg\ od} \quad (2.2)$$

kjer je

- $H_b$  ... bruto padec
- $H_{izg\ do}$  ... izguba višine v dovodnem sistemu
- $H_{izg\ od}$  ... izgube višine v odvodnem sistemu

Glede na instalirani pretok in neto padec določimo iz diagramov tipiziranih turbin ustrezen tip turbine in določimo njeno vrtilno hitrost, ki je ob instaliranem pretoku in neto padcu tretji značilni obratovalni parameter.

Izbira tipov turbin malih HE v Beli krajini

Izbira turbin glede na ocenjeni razpoložljivi hidropotencial po kriteriju primerjave inštaliranega pretoka obstoječih vodnih obratov

Za kratek pregled minimalnih letnih pretočnih količin belokranjskih vodotokov, ki jih ocenimo z dvanajstmesečno vodo pomnoženo s faktorjem 0,5, to je z izrazom  $Q_{\min} = 0,5 \cdot Q_{12}$  kažejo na razmeroma velike pretoke, ki so za Kolpo pri:

- Radencih:  $Q_{\text{pov min}} = 8 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{\text{abs min}} = 3,36 \text{ m}^3/\text{s}$

- Metliki:  $Q_{\text{pov min}} = 11,6 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{\text{abs min}} = 6,00 \text{ m}^3/\text{s}$

Za dvanajstmesečno vodo lahko upravičeno z veliko gotovostjo izberemo:

- Kolpa pri Radencih:  $Q_{12} = Q_{\text{pov min}} = 8 \text{ m}^3/\text{s}$

- Kolpa pri Metliki:  $Q_{12} = Q_{\text{pov min}} = 11,6 \text{ m}^3/\text{s}$

Pri tako izbrani dvanajstmesečni vodi je:

- devetmesečna voda $Q_9 = 1,4 \cdot Q_{12}$	"K.R." = $11,2 \text{ m}^3$
	"K.M." = $16,24 \text{ m}^3/\text{s}$
- šestmesečna voda $Q_6 = 1,9 \cdot Q_{12}$	"K.R." = $15,20 \text{ m}^3/\text{s}$
	"K.M." = $22,04 \text{ m}^3/\text{s}$
- trimesečna voda $Q_3 = 3,0 \cdot Q_{12}$	"K.R." = $24,00 \text{ m}^3/\text{s}$
	"K.M." = $34,80 \text{ m}^3/\text{s}$

kjer je z "K.R." označena Kolpa pri Radencih,  
z "K.M." pa je označena Kolpa pri Metliki.

Pri izbranem 20 % povečanju dvanajstmesečne vode, kar je običajno priporočljiva številka za propellerske turbine z reguliranim vodilnikom, znaša instalirani pretok ppi

- Radencih  $Q_1 = 1,2 \cdot Q_{\text{pov min}} = 9,6 \text{ m}^3/\text{s}$

- Metliki  $Q_1 = 1,2 \cdot Q_{\text{pov min}} = 13,92 \text{ m}^3/\text{s}$

Povprečni padec na obravnavanih vodotokih pa je majhen, saj znaša le 0,78 m/km. Višina obstoječih jezov se giblje okoli 12 m. Oba podatka vodita v sklep, da imamo opraviti z možnim neto padcem na turbini pri ustrezno modificiranih jezovih v diapazonu od 1 m do 2 m.

Za te razpoložljive hidroenergetske parametre so najprimernejše cevne turbine propellerskega tipa, to so turbine z reguliranimi vodilniki in nereguliranimi gonilniki. Tipizirane turbine Inštituta za turbinske stroje cevnege tipa s štirilo-patičnimi gonilniki TC 2 imajo pri neto padcu 1,4 m največje goltnosti  $7,00 \text{ m}^3/\text{s}$ , standardne male cevne turbine Litostroja pa prav tako pri izbranem neto padcu 1,4 m nekoliko manjšo goltnost od predhodnega tipa, to je  $6,00 \text{ m}^3/\text{s}$ . Litostrojeve tipizirane francisove turbine dosegajo največjo goltnost do  $1,00 \text{ m}^3/\text{s}$ , kar je premajhna vrednost za ugodno izrabo razpoložljivega pretoka, zato kaže oblikovati take rotorje v obliki "dvojčkov" z dvojnim vtokom, kar podvoji goltnost stroja tja do maksimalnih vrednosti  $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . Opisane goltnosti kažejo na to, da je potrebno za celotno izkoriščanje razpoložljivega hidropotenciala na izbrani lokaciji uporabiti vsaj dva agregata paralelno.

Če pri Kolpi izhajamo iz instaliranega pretoka, ki je ocenjen po primerjavi z obstoječimi vodnimi obrati, izberemo sorazmerno skromno vrednost  $Q_1 = 4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Za neto padec smemo glede na naravne danosti in obstoječe jezove sklepati na  $H_n = 2 \text{ m}$ . Tem izbranim parametrom ustrezajo moči okoli 50 kW. Če damo

prednost pevnim turbinam propelernege tipa, potem po Litostrojevi tipizaciji ustreza tem razpoložljivim energetskim parametrom tip cevne turbine z nazivom premerom gonilnika  $D \hat{=} 1,400$  m z goltnostjo  $Q_1 = 4,5$  m<sup>3</sup>/s in neto padcem  $H_n = 2$  m. V primeru delitve instaliranega pretoka  $Q_1 = 4,5$  m<sup>3</sup>/s na dva vzporedna agregata z  $Q_1 = 2,25$  m<sup>3</sup>/s, izberemo po obravnavani tipizaciji dva agregata z nazivnim premerom cevne turbine propelerskega tipa  $D = 0,900$  m. Turbina nazivnega premera  $D = 1,400$  m lahko predeluje energije, ki ustrezajo močem do 70 kW pri vrtilni hitrosti okoli  $n = 200$  min<sup>-1</sup>, manjša turbina nazivnega premera  $D = 0,900$  m pa je primerna za energijske izmenjave, ki ustrezajo močem do 35 kW pri večji vrtilni hitrosti okoli 300 min<sup>-1</sup>. Iz tipiziranega diagrama Inštituta za turbinske stroje za cevne propelerske turbine dobimo za planirano enoagregatno izvedbo z instaliranim pretokom  $Q_1 = 4,5$  m<sup>3</sup>/s cevno turbino tipa TC a s premerom rotorja  $D = 1,250$  m in vrtilno hitrostjo nekaj pod 200 min<sup>-1</sup> in močjo turbine med 60 in 70 kW, pri planiranju dvoagregatni varianti pa se izkaže kot primerna varianta tista s premerom rotorja  $D = 1,000$  m, vrtilna hitrostja  $n$  okoli 250 min<sup>-1</sup> in močjo turbine posameznega agregata nekaj pod 40 kW.

Med francisovimi turbinami pa lahko po Litostrojevi tipizaciji izberemo za predelavo neto padcev  $H_n = 2$  m tip A10 z vrtilno hitrostjo  $n = 110 \dots 120$  min<sup>-1</sup> in močjo okoli 15 kW. Težava nastopi pri izbiri tega tipa turbin zaradi njihove majhne goltnosti  $Q_1 = 1,125$  m<sup>3</sup>/s. Ta majhna goltnost pomeni, da moramo za iskriščanje celotnega instaliranega pretoka na izbranih lokacijah malih HE namestiti štiri agregate vzporedno ali pa dva agregata z ustreznim francisovim dvoječkom (združena po dva rotorja tipa A10) z goltnostjo  $Q_1 = 2,25$  m<sup>3</sup>/s za vsak agregat.

Na Lahinji do sotočja s Krupo in na Krupi pa pridejo pri neto padcu  $H_n = 2,5$  m in instaliranem pretoku  $Q_1 = 1,5$  m<sup>3</sup>/s naslednji tipi turbin:

- prednost imajo cevne turbine v propelerski varianti, lahko pa uporabimo tudi francisove turbine v jašku z navpično ali vodoravno gredjo
- med standardnimi cevnimi propelerskimi turbinami Inštituta za turbinske stroje TC2 izberemo tip z nazivnim premerom  $D = 0,800$  m, vrtilno hitrostjo  $330$  min<sup>-1</sup> in močjo turbine okoli  $30$  kW
- pri standardnih cevnih turbinah Litostroja se kot najugodnejši izkaže tip z nazivnim premerom  $D = 0,710$  m, vrtilno hitrostjo  $n = 410$  min<sup>-1</sup> in močjo okoli  $28$  kW
- od tippiziranih francisovih turbin Litostroja pride v poštev tip A11 z močjo okoli  $28$  kW in vrtilno hitrostjo  $n = 115$  min<sup>-1</sup>, če pa uporabimo dva agregata v izbrani lokaciji male HE, pa dobimo pri razpoložljivih hidroenergetskih parametrih  $Q_1 = 0,75$  m<sup>3</sup>/s in  $H_n = 2,5$  m tip A8 z močjo  $15$  kW in vrtilno hitrostjo  $n = 160$  min<sup>-1</sup>.

Na spodnjem toku Lahinje moremo računati z večjimi instaliranimi pretočnimi količinami  $Q_1 = 2,5$  m<sup>3</sup>/s pri neto padcu  $H_n = 2,5$  m kar da:

- med standardnimi cevnimi turbinami Inštituta za turbinske stroje bi se odločili za nazivni premer  $D = 1,000$  m, ustrezna moč turbine je nekaj nad  $50$  kW, njena vrtilna hitrost pa okoli  $270$  min<sup>-1</sup>
- pri propelerskih cevnih turbinah Litostroja pa je ustrezna turbina z nazivnim premerom  $D = 0,900$  m z močjo okoli  $45$  kW in vrtilno hitrostjo  $320$  min<sup>-1</sup>
- iz palete francisovih turbin z vodoravno gredjo tipa A bi se morali odločiti za dva agregata tipa A10, tri agregate A9 oziroma štiri agregate A7.

Na Črmošnjici bi pri instaliranem pretoku  $Q_1 = 0,2 \text{ m}^3/\text{s}$  in neto padcu 5 m izbrali francisove turbino v jašku, propelersko turbino cevne izvedbe ali eventualno bankijevo turbino.

Na Mašlju pa parametroma  $Q_1 = 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$  in  $H = 5 \text{ m}$  ustreza francisova špiralna turbina, prav tako pa tudi bankijeva turbina.

Izbira turbin glede na ocenjeni razpoložljivi hidropotencial z aspekta realno možnih povečanih instaliranih pretokov

V prejšnjem poglavju smo pri Kolpi izhajali iz instaliranega pretoka  $Q_1 = 4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Primerjava te vrednosti z ocenjenim instaliranim pretokom v začetku poškavja kaže, da smemo realno pričakovati instalirane pretoke v velikosti  $Q_1 = 9,6 \text{ m}^3/\text{s}$  pri Radencih in  $Q_1 = 13,92 \text{ m}^3/\text{s}$  pri Metliki.

Parametroma:

a)  $Q_1 = 9,6 \text{ m}^3/\text{s}$  in  $H_n = 2 \text{ m}$  ustreza moč agregata  $P_g = 120 \text{ kW}$  in izbrani tipi turbin:

- dve turbini TC2 nazivnega premera  $D = 1,250 \text{ m}$  pri  $Q_1 = 4,80 \text{ m}^3/\text{s}$  ali tri turbine TC2 nazivnega premera  $D = 1,250 \text{ m}$  pri  $Q_1 = 3,20 \text{ m}^3/\text{s}$  iz tipiziranih turbin Inštituta za turbinske stroje; v prvem primeru imamo opraviti z močjo vsake turbine okoli 70 kW, v drugem pa z močjo vsake turbine nekaj pod 50 kW
- tudi pri tipiziranih turbinah Litostroja moramo uporabiti dve turbini premera  $D = 1,400 \text{ m}$  z močjo nekaj pod 70 kW vsake turbine ali tri turbine premera  $D = 1,120 \text{ m}$  z močjo okoli 50 kW vsaka
- francisove turbine zaradi premajhne goltnosti ne pridejo v poštev

b)  $Q_1 = 13,92 \text{ m}^3/\text{s}$  in  $H_n = 2 \text{ m}$  ustreza moč agregata okoli  $P_a = 170 \text{ kW}$  in izbrani tipi turbin:

- dve turbini tipa TC2 Inštituta za turbinske stroje z nazivnim premerom  $D = 1,600 \text{ m}$ , instaliranim pretokom  $Q_1 = 6,96 \text{ m}^3/\text{s}$ , močjo turbine okoli  $110 \text{ kW}$  vsaka in vrtilno hitrostje  $n = 150 \text{ min}^{-1}$ ; tri turbine iste tipizacije premera  $D = 1,250 \text{ m}$  in instaliranega pretoka turbine  $Q_1 = 4,64 \text{ m}^3/\text{s}$ , z močjo vsake turbine blizu  $80 \text{ kW}$  in vrtilne hitrostje nekaj pod  $200 \text{ min}^{-1}$ ;
- iz Litostrojeve tipizacije moramo izbrati vsaj tri turbine z nazivno pretočno količino  $Q_1 = 4,64 \text{ m}^3/\text{s}$  in premerom  $D = 1,400 \text{ m}$  in močjo nad  $70 \text{ kW}$  vsaka pri vrtilni hitrosti okoli  $200 \text{ min}^{-1}$ ;
- francisove turbine zaradi majhne goltnosti ne prideje v poštev.

Tudi instalirane pretoke na ostalih vodotokih obravnavanih v točki 3.1. smemo po realnih pričakovanjih in iz težnje po večji pridobljeni moči povečati vsaj za 50 %.



Izbira turbin glede na ocenjeni razpoložljivi hidropotencial z aspekta realno možnih povečanih instaliranih pretokov in "forsiranih" neto padcev

V tej točki se prav tako kot v točki prej omejimo na obravnavana aplikativna primera Kolpe (pri Radencih, pri Metliki). Z izbranim "forsiranim" neto padcem 3m, bi pri Radencih razpolagali z hidropotencialom moči okoli 280 kW oziroma s pričakovano močjo agregatov 180 kW. Pri Metliki je hidroenergetski potencial še ugodnejši, saj imamo pri predvidenem instaliranem pretoku  $Q_1$  2 13,92 m<sup>3</sup>/s in neto padcem  $H_n = 3$ m na razpolago moč 400 kW oziroma lahko računamo s pričakovano močjo agregatov 260 kW. Tem parametrom bi ustrezale turbine:

- a)  $Q_1 = 9,6$  m<sup>3</sup>/s,  $H_n = 3$  m
- dve cevni turbini T8 2 Inštituta za turbinske stroje premera  $D = 1,250$  m z  $Q_1 = 4,80$  m<sup>3</sup>/s, močjo turbine okoli 110 kW pri vrtilni hitrosti 240 min<sup>-1</sup>;
  - dve propelerski turbini Litostroja z  $Q_1 = 4,80$  m<sup>3</sup>/s in premerom  $D = 1,400$  m, močjo nekaj nad 100 kW in vrtilno hitrostjo okoli 280 min<sup>-1</sup>;
  - francisove turbine zaradi majhne goltnosti ne pridejo v poštev.
- b)  $Q_1 = 13,92$  m<sup>3</sup>/s,  $H_n = 3$  m
- dve turbini T8 2 premera  $D = 1,600$  m z  $Q_1 = 6,96$  m<sup>3</sup>/s, močje vsake turbine blizu 190 kW in vrtilno hitrostjo okoli 190 min<sup>-1</sup> iz standardne vrste cevnih turbin Inštituta za turbinske stroje;
  - tri propelerske turbine iz Litostrojeve tipizacije z  $Q_1 = 4,64$  m<sup>3</sup>/s nazivnega premera  $D = 1,120$  m, moči okoli 120 kW na vsako turbino in vrtilno hitrostjo okoli 280 min<sup>-1</sup>

V tem poglavju smo padce označili kot "forsirane", ker bi te padce verjetno lahko dosegli s kombinacijo povišanja krone jezu in uporabe derivacijskega dovodnega kanala. Večje povečanje neto padca pa po pričakovanjih ne bi bilo ugodno niti z ekonomskega niti ne z tehniškega aspekta, ker bi potrebovali predolge dovodne kanale zaradi majhnega naravnega padca obravnavanih vodotokov.

#### Komentar ocene moči agregatov malih HE

Moč, ki jo daje agregat male HE je proporcionalna instaliranemu pretoku agregata, neto padcu, ki mu je na razpolago, izkoristku turbine, izkoristku generatorja in eventuelno še izkoristku prenosa med turbino in generatorjem. To formalno zapišemo z enačbo

$$P_a = \rho \cdot Q_1 \cdot H_n \cdot T \cdot P \cdot G \quad (4.1)$$

kjer je

- ... gostota vode  $\rho$  ( $\text{kg/m}^3$ )
- $G$  ... zemeljski pospešek  $v$  ( $\text{m/s}^2$ ) ( $g=9,80665 \text{ m/s}^2$ )
- $Q_1$  ... instalirani pretok  $v$  ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- $H_n$  ... izkoristek turbine (-)
- $P$  ... izkoristek prenosa (-)
- $G$  ... izkoristek generatorja (-)

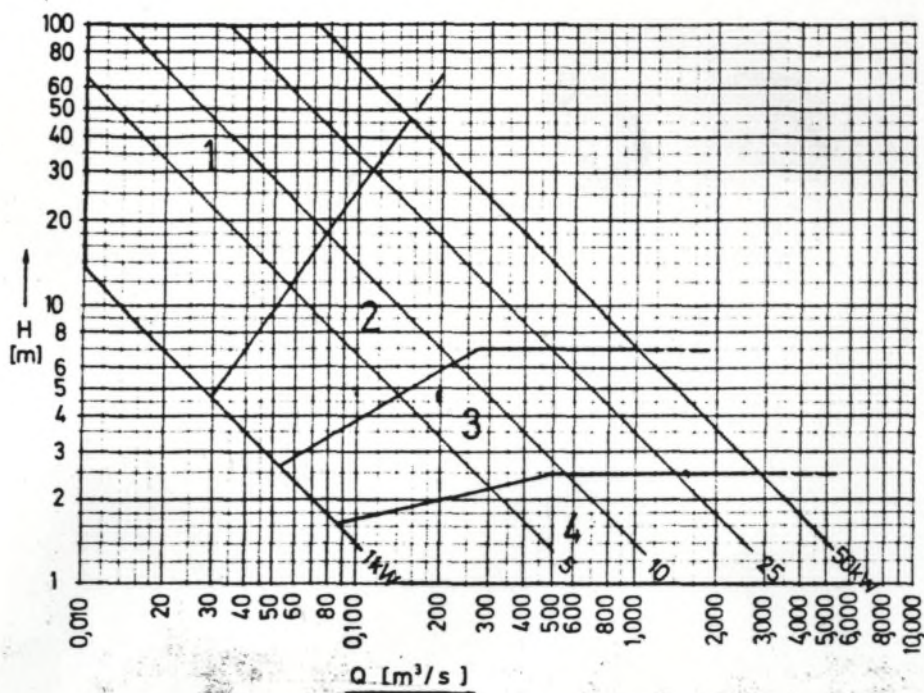
Če to enačbo nekoliko poenostavimo in vzamemo za gostoto  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ , za  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  in za produkt izkoristkov  $T \cdot P \cdot G = 0,64$ , dobimo izrez za oceno moči agregata

$$P_a = 6,27 \cdot Q_1 \cdot H_n \text{ kW} \quad (4.2)$$

Kratek opis konstrukcijskih posebnosti posameznega tipa turbin

Propelerske cevne turbine in francisove turbine sodijo v skupino nadlačnih turbin, bankijeve turbine pa v skupino enakotlačnih turbin. Propelerske so značilnega aksialnega tipa, francisove pa značilnega radialnega tipa.

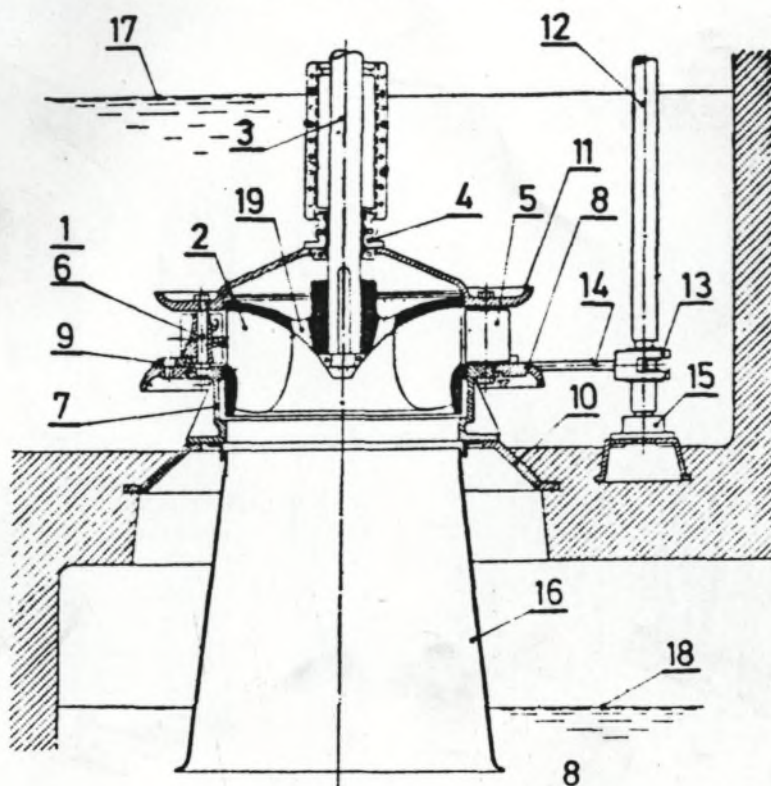
Oblika rotorjev in pretočnih polj posameznih tipov turbin je prikazana na slikah sl. 5.1. do sl.5.7.



Področje uporabe posameznih tipov turbin

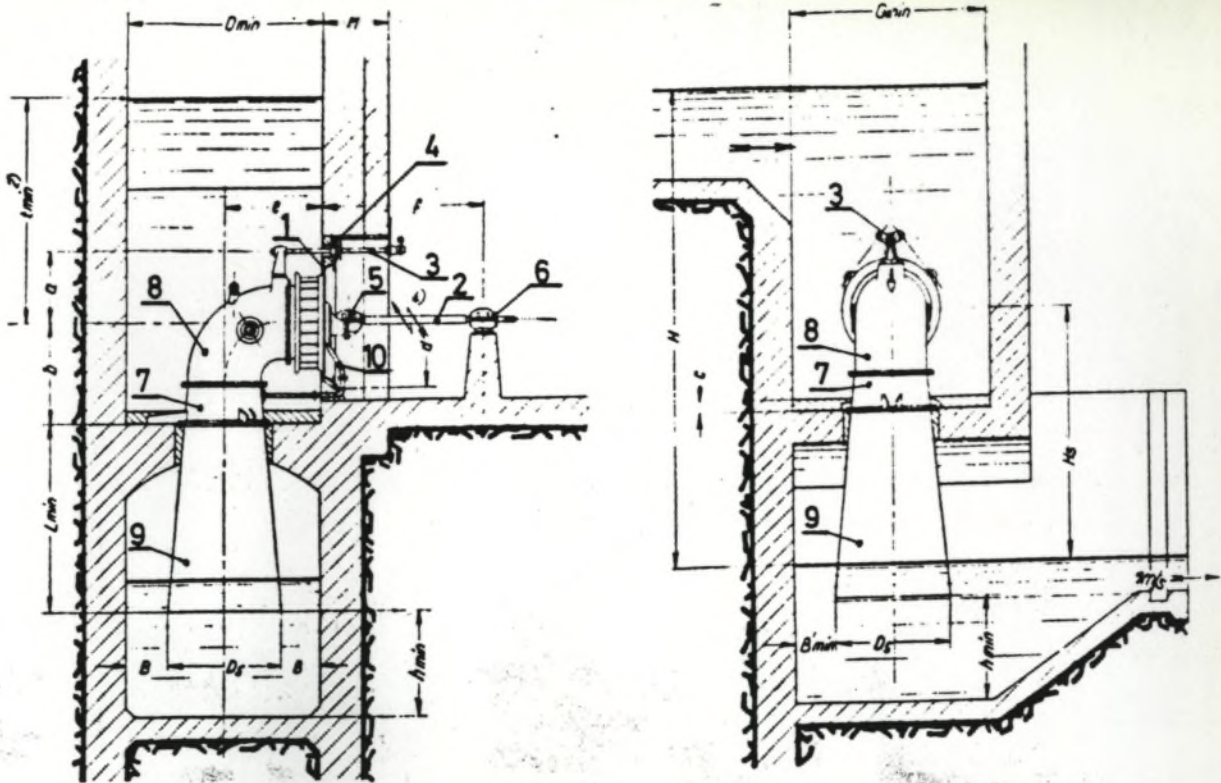
Slika 5.1.

Gonilnik francisove turbine slika 5.1.

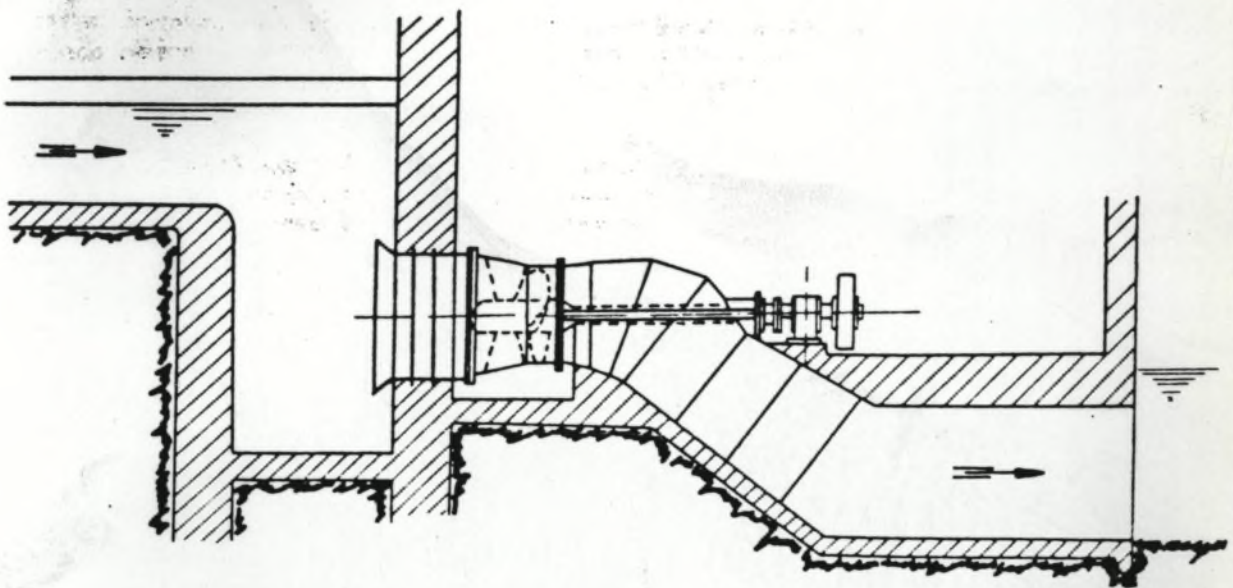


Francisova turbina v jašku z navpično gredjo

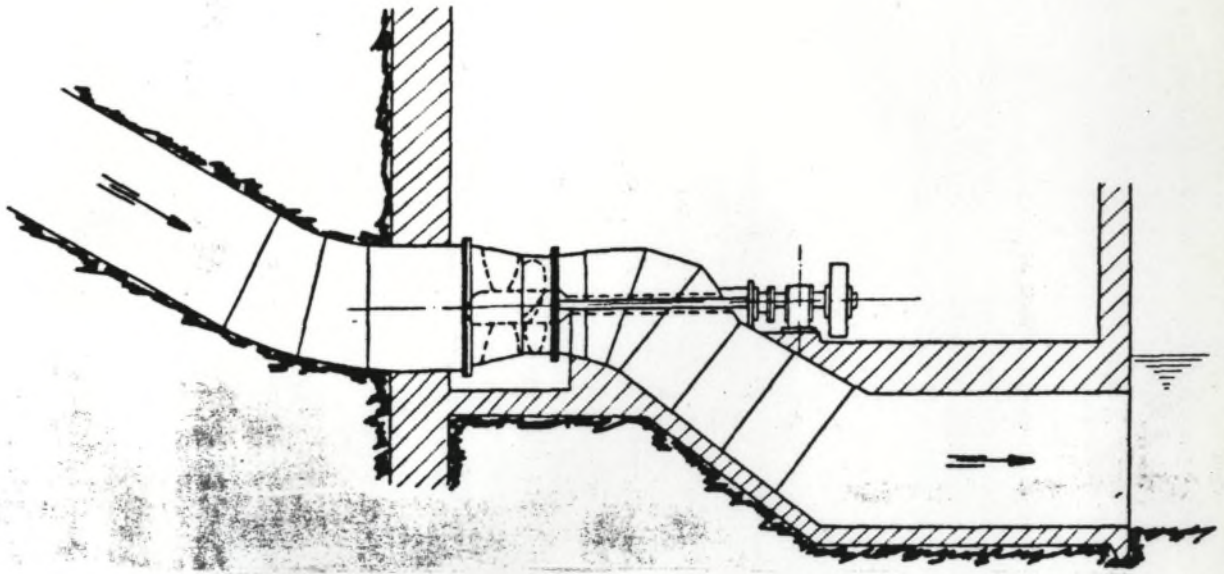
Slika 5.2.



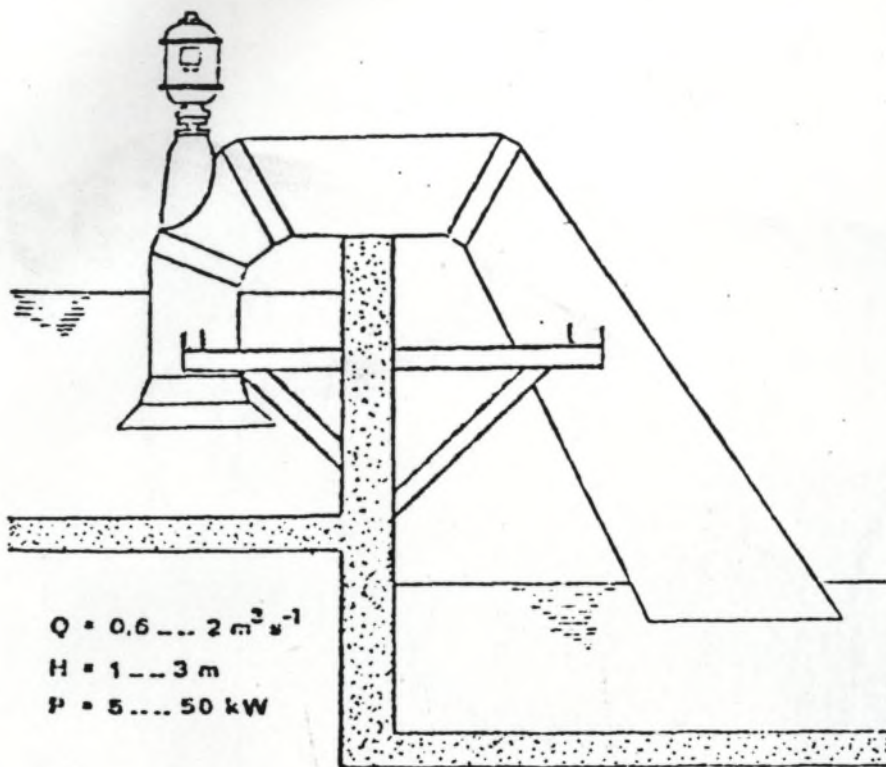
Francisova turbina z vodoravno gredjo v jaški  
slika 5.3.



Propelerska turbina cevne izvedbe z vtokom iz jaška  
in z izvlečeno vodoravno gredjo  
slika 5.4.



Propelerska turbina v cevni izvedbi z izvlečeno vodoravno gredjo slika 5.5.

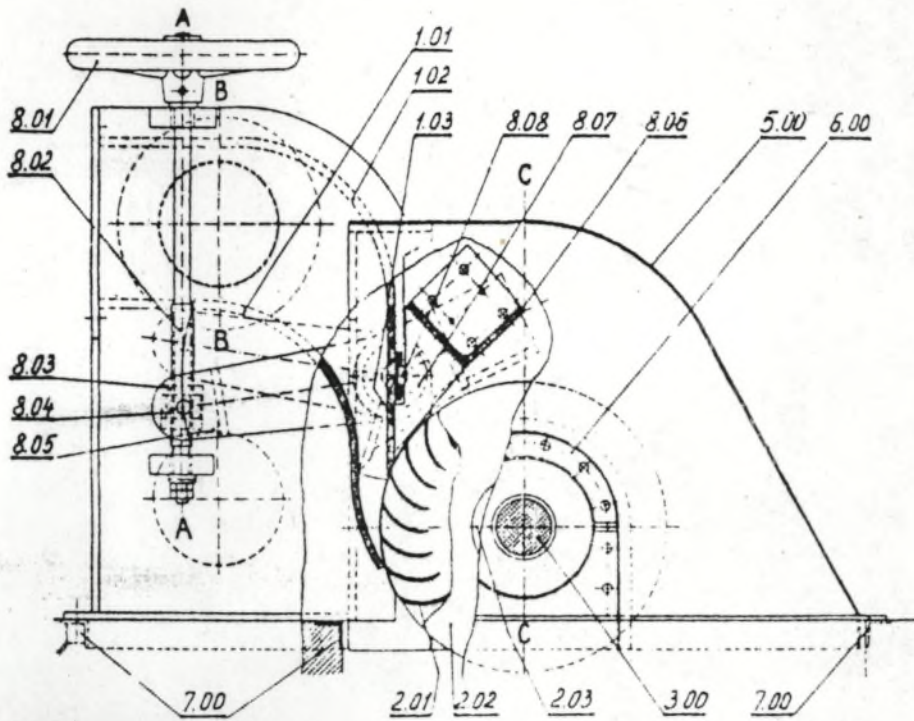


$$Q = 0.6 \dots 2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$$

$$H = 1 \dots 3 \text{ m}$$

$$P = 5 \dots 50 \text{ kW}$$

Cevna turbina z natega slika 5.6.



Bankijeva turbina slika 5.7.

### Izbira generatorja

Na tip generatorja bistveno vpliva način obratovanja male HE. Pri odtočnem obratovanju moramo uporabiti sinhronski generator ali asinhronski generator s kondenzatorskim vzbu-  
janjem, pri paralelnem delu na mreži pa zadošča asinhronski generator.

### Ocena ekonomike investicij izgradnje male HE

Stroške izgradnje male HE lahko orientacijsko razdelimo takole:

- jez 28,4 %
- spremljevalni objekti (n.pr. peskolov) 2,8 %
- strojnica 10,5 %
- hidromehanska oprema 2,7 %
- izkopi z betoniranjem 21,5 %
- cevovod 3,3 %
- turbina 11,6 %
- turbinski regulator 5,2 %
- generator 6,5 %
- trafo postaja, kabel 3 %
- elektrooprema z upravljanjem, telemehanika 5 %.

Ocena razdelitve stroškov izgradnje je narejena za malo HE moči okoli 100 kW z francisovo turbino. Podobna ocena s približno enakimi proporci velja tudi za propellerske cevne turbine.





Orientacijske cene agregatov malih HE (turbina, turbinski regulator, generator, trafo postaja z upravljalno omaro) so (1984):

- za 50 kW agregat: 4,800.000,00 din
- za 100 kW agregat: 7,200.000,00 din
- za 150 kW agregat: 10,800.000,00 din

### Zaključki in ugotovitve

Ker so belokranjski vodotoki značilno nizkega padca in velikega pretoka, so za te parametre najprimernejše cevne turbine. Le pri najmanjših razpoložljivih instaliranih pretokih na nekaterih manjših vodotokih, pri katerih se običajno pojavi tudi nekoliko večji neto padec, pridejo v poštev francisove oziroma bankijeve turbine.

Pri izvedbi dovoda do agregatov bi dali prednost odprtim dovodnim kanalom. Zato pridejo v poštev izvedbe jaškastih vtokov tako pri cevnih kot tudi pri francisovih turbinah.

Glede na hidravlično-energetske in konstrukcijske lastnosti turbin bi dali prednost cevnim turbinam. Francisove turbine so za dane pretoke manj ugodne zaradi njihove premajhne goltnosti. Med gradnjo turbine in gradnjo generatorja moramo v večini primerov namestiti multiplikator vrtljajev.

Tip generatorja in regulacije določa namembnost uporabe male HE. Na obravnavanih vodotokih lahko računamo z znatnimi razpoložljivimi mičmi, vendar se moramo pri tem žal zavedati, da so to stroji za velike instalirane pretoke in zato tudi težji stroji v specifičnem smislu, to je glede teže stroja na enoto moči (kg/kW).

Hidropotencial belokranjskih vodotokov je dovolj bogat, da ob hkratnih ugodnih pogojih že obstoječih jezov in objektov ter porazdelitve porabnikov lahko resno računamo na njegov doprinos k lokalni elektrogospodarski situaciji.

Zaradi razmeroma visokih cen agregatov in male HE kot celote, se moramo žal zavedati omejenih investicijskih možnosti. Iz tega zornega kota bi dali prednost variantam z več agregati na dani lokaciji, ker take razmere dopuščajo postopna investicijska vlaganja. Domača industrija ima razvito potrebno elektrostrojno opremo do kvalitetne šipizirane oblike in bi ji bilo zares potrebno dati praktično aplikacijo v objektih malih HE.

Prostorsko-ekološka izhodišča bodoče smotrne rabe vodnih virov Bele krajine (D.Plut)

Vodne vire Bele krajine smo obravnavali z vidika količine in kvalitete, njihove prostorske razmestitve, pretekle in sedanje rabe. Vse večje potrebe po pitni vodi doma in po svetu potrjujejo, da postajajo vodni viri vse pomembnejši lastni naravni vir, pospeševalni ali omejitveni razvojni dejavnik. Pomanjkanje pitne vode v Beli krajini ob sušnih obdobjih in onesnaževanje Krupe s PCB so v najbolj drastični obliki pokazali, da je potrebno vprašanja smotrne, pretehtane in dolgoročne zasnovane rabe belokranjskih vodnih virov nameniti veliko večjo pozornost, saj so trenutno belokranjski vodni viri omejitveni gospodarski dejavnik (onesnaženost, enostranska raba). Enostranska in neustrezna raba oziroma izkoriščanje (namesto usklajene rabe) vodnih virov je v veliki meri posledica zanemarjanja prostorsko-ekoloških izhodišč v družbenem razvoju Bele krajine, kar velja tudi za ostale slovenske pokrajine v določeni fazi gospodarskega razvoja.

Osnovna prostorsko-ekološka izhodišča bodoče rabe vodnih virov Bele krajine so naslednja:

- so neločljivi, nezamenljivi sestavni del pokrajine, njihova čistost je osnovni eksistenčni vir za zdravo življenje in smotrni gospodarski razvoj;
- so obnovljivi naravni vir, a glede kvalitete zelo občutljiv na posege družbe in njenih dejavnosti; so namreč sestavni del kraške pokrajine, kjer prevladuje podzemeljsko kraško pretakanje, ki bistveno zmanjšuje samočistilne sposobnosti; ob isti količini onesnaževanja (odpadne vode) so v kraških pokrajinah vodni viri bolj onesnaženi kot v nekraškem svetu;

- ob rodovitni zemlji, gozdu in premogu so zelo pomembni za lastni naravni razvojni dejavniki gospodarskega razvoja Bele krajine z vidika vodne oskrbe naselij, kmetijstva (namakanje), industrije (tehnološka ali hladilna voda), energetike, turizma in rekreacije (kopanje, čolnarjenje, ribolov); zato jih moramo obravnavati kot enega izmed najbolj pomembnih, a ekološko občutljivih naravnih virov, kot pospeševalni ali omejitveni gospodarski razvojni dejavnik;
- so destruktivski element kulturne pokrajine - poplave ob Kolpi, Podturnščici in Dobljici;
- so objekt onesnaževanja, katerega stopnja postopoma, a nezadržno narašča;
- opravka imamo z vodnimi viri še vedno manj razvite, obkolpske in robne slovenske kraške pokrajine, kjer pričakujemo v bodočnosti potrebo po celovitejši in nujno usklajeni rabi v medrepubliškem, medobčinskem in krajevnem nivoju.

Prostorsko-ekološki vidik rabe belokranjskih vodnih virov mora postati enakovreden in v posameznih primerih celo prednosten v primerjavi z ekonomskim in socialnim izhodiščem, reševanje vodnogospodarskih vprašanj pa usklajeno z ostalimi vprašanji regionalnega razvoja Bele krajine in celotnega Pokolpja. Bodoča raba belokranjskih vodnih virov je v veliki meri odvisna od rabe celotne Kolpe kot osrednje vodne žile. Za pravi izbor ustrezne rabe pa je potrebno izhajati iz:

- količine in prostorske razširjenosti belokranjskih vodnih virov
- oznake njihove kvalitete oziroma sedanje stopnje onesnaženosti
- pretekle in sedanje rabe
- analize sektorske zasnovanih študij in načrtov bodoče rabe ter splošne gospodarske usmerjenosti Bele krajine.

V Beli krajini so naslednje oblike vodnih virov: površinske vode, talna voda, izviri in vodne jame. Zaradi kraških značilnosti je na površju le del rečne mreže, zato je le-ta okleščena in razmeroma redka. Skupna dolžina belokranjskih površinakih voda je 135 km oziroma  $22\text{cm}/\text{km}^2$ , najdaljši reki pa sta Kolpa (v Beli krajini 71 km) in Lahinja (33 km), kar skupaj pomeni kar dve tretjini belokranjske rečne mreže. Značilna je robna lega Kolpe, po legi je namreč Lahinja osrednja belokranjska reka. Vodni tokovi so zarezali globoke struge s slikovitimi okljuki, strmec pa je zelo majhen, pod 1 m na loco (pod 1 ‰), kar je z vidika onesnaženosti zelo neugodno. Srednji pretok Kolpe pri Radencih je  $55\text{ m}^3/\text{s}$ , pri Metliki  $75\text{ m}^3/\text{s}$ , Lahinje pri Gradacu pa  $6,3\text{ m}^3/\text{s}$ . Najmanjši zabeležen pretok Kolpe pri Metliki je znašal  $6\text{ m}^3/\text{s}$ , značilno pa je zlasti za manj vodnato Lahinjo izredno veliko kolebanje količine vode z zelo izrazitimi poletnimi nižki (pod  $200\text{ l/s}$ ), kar je neugodno zaradi zmanjšanja samočistilnih sposobnosti in rabe. Zaradi zadovoljive poletne vodnatosti Kolpe (nad  $6000\text{ l/s}$ ) predstavlja količina vode brez dvoma solidno osnovo za bodočo vodno oskrbo prebivalcev in industrije.

Količina talne vode so zaradi omejenih površin rečnih naplavin ( $18\text{ km}^2$  od  $600\text{ km}^2$ ) dokaj skromne in jih srečamo le v ozkem pasu ob Kolpi, zlasti pod Gribljami in Mestnem logu, ob Podturnščici in Dobljici. Po opazovanju spreminjanja vodne gladine vodnjakov na talno vodo sodimo, da je debelina vodonosnih slojev dokaj skromna in neenakomerna. Morda z izjemo Mestnega loga (Metlika), kjer bi bila potrebna vrтанja, talna voda tudi v bodoče po količini ne bo predstavljala pomembnejšega vodnega vira.

Sistematično večletno terensko delo dopolnjevanja katastra izvirov Bele krajine kaže, da je 150 izvirov, ki imajo minimalni pretok večji od 0,1 l/s, vodnih jam (dostopnih brez posebne opreme) pa je 47. Izviri so neenakomerno razporejeni, največ jih je ob Kolpi, Lahinjši, Črmošnjiški dolini, obrobju Kočevskega Roga s Poljsansko goro in okoli Drašičev. Po številu je izvirov precej, vendar je večina slabo vodnatih in le 60 % stalnih. 75 % jih ima minimalni letni pretok manjši od 1,0 l/s, le 7 (4 %) pretok nad 10 l/s (Krupa, Dobljčica, izvir Lahinje, Nerajški Obrh, Metliški Obrh, Pogonc pri Primostku, Guče pri Črmošnjicah). Največji izvir je Krupa (300 - 500 l/s) (ob minimalnem vodnem stanju), sledi pa Dobljčica (okoli 150 l/s). Izvirna voda ima ugodne temperature, fizikalne in splošne kemične lastnosti, večina izvirov (72 %) pa se kali ob deževju. Za potrebe širše vodne oskrbe so zajeti izviri: Dobljčica, Metliški Obrh, Guče, izviri (3) pri Blatniku, Vumula pri Adlešičih; za lokalne vodovode pa pri Planini, Rožnem dolu, Sinjem vrhu in Bregu. Belokranjski vodovod pa dobiva vodo še iz žumberaških izvirov (Jamnik, Radatovići), Breznika pri Ribniku (za potrebe "Beti" Metlika) in Dolskega potoka, torej iz ozaljske in kočevske občine (okoli 30 % vse vode).

Med nezajetimi izviri so območno pomembni:

Bajer (Rožni dol), Mašelj, Črmošnjičica, Podturnščica, Obrh pri Dragatušu, Lahinja, Pogonc, lokalni pomen pa imajo še večji izviri ob Kolpi. Poudarimo naj pomen izvirov za SLO in ob izjemnih pogojih, zato je neugodno njihovo zaraščanje in onesnaževanje. Podpreti je potrebno skrb za izvire, tudi bolj oddaljenih, nekatere že vzdržujejo gozdarji in lovci.

Skupna količina vode iz izvirov znaša ob nizkem vodnem stanju okoli 750 - 800 l/s, kar je v primerjavi s sedanjo količino načrpane vode za potrebe Bele krajine (75 l/s) ugodno.

V celoti lahko zaključimo, da je skupna količina vode belokranjskih vodnih virov velika in v nobenem primeru ne predstavlja omejitvenega razvojnega dejavnika.

Na kvaliteto belokranjskih voda vplivajo specifične kraške poteze, gostota poselitve, stopnja gospodarskega razvoja in stopnja varovanja in čiščenja odpadnih voda. Naravne razmere - nizki kras, neenakomerna debelina prsti in visok nivo podzemeljske kraške vode (le 20 - 40 m pod površjem), nizki stranci in zelo izraziti poletni nižki vode zmanjšujejo samočistilne sposobnosti. V Beli krajini živi 25 300 prebivalcev v 232 naseljih. Značilna je zelo razpršena poselitev, manjša naselja, skromna gostota prebivalcev (42 prebivalcev/km<sup>2</sup>), neurejena kanalizacija v skoraj vseh naseljih in neurejeno čiščenje odpadnih vod (1980 - 1,7 milj. m<sup>3</sup>). Nad 500 prebivalcev imajo le 3 naselja (Črnomelj, Metlika, Semič), odpadno vodo pa delno uspešno čistijo le v metliški čistilni napravi. Neurejeno čiščenje odpadnih voda, odlaganje odpadkov, nenaadzorovana raba biocidov in skromne naravne sposobnosti so kljub pozni industrializaciji osnovni vzrok, da je splošna stopnja onesnaženosti belokranjskih voda zmerna, v posameznih primerih pa že močna, čeprav gre za gospodarsko manj razvito slovensko pokrajino.

Zaradi neurejenega čiščenja odpadnih voda in kanalizacije v zgornjem Pokolpju, zlasti pa v obkolpskih naseljih (Čabar, Plešce, Osilnica, Bred, Fana) spada Kolpa po kemičnih kazalcih onesnaženosti že v zgornjem toku v 1 - 2 kakovostni razred, pod naseljem Vinica pa v 2. razred. Pod sotočjem z bolj onesnaženo Lahinjo pa poleti občasno že prehaja v 2. - 3. razred, kar ob upoštevanju bioloških kazalcev že ogroža tudi njeno rekreacijsko vrednost, ugotovljena pa je bila tudi (sicer skromna) prisotnost PCB. V belokranjskem toku se onesnaženost Kolpe poveča za cel kakovostni razred in s tokom navzdol narašča.

Lahinja je do sotočja z Dobljico razmeroma čista, nato pa se v Črnomlju njena onesnaženost drastično poveča. Po kemičnih kazalcih (BPK<sub>5</sub>) smo julija 1982 zabeležili stopnjo onesnaženosti za 2 - 3. razred in po bioloških (žive klice, koliformne bakterije) onesnaženost 3 - (4). Zaradi skromnih samočistilnih sposobnosti se njena kvaliteta do Gradaca delno izboljša, po sotočju s Krupo pa je še vedno le v 2. - 3. razredu, ob dodatni zmerni onesnaženosti s PCB.

Dobljica tudi spada med zmerno do močno onesnaženo belokranjske reke, saj se njena kvaliteta že pod Kanižarico in Belsadom močno zmanjša, pred sotočjem z Lahinjo pa je po kemičnih in bioloških kazalcih poleti že močno onesnažena (3 - 4. razred).

Krupa je po standardnih kemično-bioloških kriterijih le delno onesnažena, po ameriških normah (EPA) pa je glede na količino PCB v vodi močno onesnažena (300 - 400 krat nad dovoljeno mero), kar velja tudi za sedimente in ribe. Posebej neugodno je dejstvo, da je do onesnaževanja s PCB prišlo v širokem podzemeljskem okoli 3 km dolgem, obsežnem kraškem zaledju izvira. Tudi ob sicer mjni popolni nadaljni prekinitvi onesnaževanja (tudi iz odlaglišč kondenzatorjev s PCB) bo zaradi počasnega spiranja PCB iz onesnaženih sedimentov Krupa še daljši čas (morda več deset let) dejansko neprimerna za oskrbo s pitno vodo (v kolikor se ne bo razvil ustrezen postopek za specifično čiščenje).

Zlasti po bioloških kriterijih so ostali večji belokranjski izviri delno onesnaženi in je potrebno pred uporabo vode vsaj klorirati. V celoti lahko zaključimo, da so belokranjski vodni viri sicer bogati, po količini, a najmanj zmerno onesnaženi, površinski vodni tokovi (Krupa) pa v nekaterih odsekih že močno onesnaženi. Kljub velikim količinam so zaradi stopnje onesnaženosti lastni vodni viri Bele krajine omejitveni dejavnik regionalnega razvoja, saj za vodno oskrbo že primanjkuje pitne vode.



Ilustrativen pregled pretekle in sedanje rabe belokranjskih vodnih virov kaže, da so se uveljavila naslednje oblike rabe: vodna oskrba, energetika, rekreacija in koriščenje površinskih voda kot kanalov za odpadno vodo.

V vodni oskrbi prebivalstva je potrebno podčrtati, da je šele v obdobju 1950 - 1955 kapnica začela prevladovati. Izviri, vodne jame in površinske vode so vse do petdesetih let predstavljali osnovni vodni vir za oskrbo naselij. Obenem pa je Bela krajina v primerjavi z ostalimi slovenskimi pokrajinami izredno zgodaj dobila vodovod, že leta 1898 (Črnomelj, Semič). Po letu 1955 se je vodovodna omrežje hitro širilo in v borih 15 letih je vodovod postal osnovna oblika vodne oskrbe in prehitel komaj širše uveljavljeno kapnico, kar je brez dvoma zavidanja vreden uspeh. Okoli leta 1970 se je prvič s pomočjo vodovoda oskrbovala več kot polovica prebivalcev Bele krajine (SRS - 65 % v letu 1970). Danes (1985) se s pomočjo vodovoda oskrbuje okoli 18 000 prebivalcev ali slabe tri četrtine vseh Belokranjcev. Vendar še vedno polovica naselij (120) nima vodovoda. Leta 1982 je imelo vodovodne oskrbe 90 % prebivalcev metliške in 65 % črnomaljske občine, ki je pričela po letu 1970 zaradi neugodne razpršene poselitve bolj zaostajati, zlasti široko obkolpsko območje in oddaljena naselja KS Semič.

V letu 1980 je znašala količina prodane vode 1,7 milijona  $m^3$  oziroma 55 l/s, načrpane (ob 25 - 30 % izgubah) pa okoli 70 l/s. Največji porabnik je industrija (72 %), zlasti "Beti" iz Metlike, ki potrebuje letno okoli 30 % vse pitne vode (0,6 milijona  $m^3$ ). Skupna dnevna poraba vode na prebivalca znaša 280 l, kar je pod republiškim povprečjem, med naselji pa izstopa Metlika (industrija), ki porabi skupno letno okoli 0,8 mil.  $m^3$  vode (50 %), sledi pa Črnomelj (0,45 mil.  $m^3$ ) in Semič (0,1 mil.  $m^3$ ). Glede na skupno količino belokranjskih voda ob

ob minimalnem vodnem stanju, ki znaša nad 6000 l/s, je količina celotne načrpane vode (okoli 70 l/s) skromna, vendar se le 60 - 70 % vode načrpa iz belokranjskih izvirov (in Kolpe pri Vinici), zelo skromne pa so trenutno tudi količine tehnološke vode, načrpane iz površinskih voda (Belt, Belsad).

Trenutna energetska raba je zelo skromna, saj se pogonska moč vode koristi le za obratovanje 6 mlinov in žag, med katerimi le trije vedno obratujejo (Perov mlin na Krupi, dva pri Vinici). V preteklosti pa je (po terenskih zapiskih) na belokranjskih vodah obratovalo nad 60 mlinov in žag (z mlini in žagami na hrvaški strani Kolpe pa 82), ki pa so postopoma propadli, skupaj z večino jezov (le-ti imajo tudi ekološki in hidrološki pomen).<sup>1</sup>

Tudi rekreacijsko-turističnaxraba je glede na naravne pogoje omejena, kar zlasti velja za Kolpo, ki je v svojem velikostnem razredu najtoplejša ter tudi v ostalih vidikih turistično-rekreacijsko privlačna reka. V belokranjskem toku ima delno poudarjeno turistično vlogo le na Vinici, v Podzemlju, Primostku in Metliki, vendar gre za neusklajeno in necelevito turistično ponudbo. Zaradi onesnaženosti ostalih površinskih voda je njihov rekreacijski pomen (vključno z ribolovom in delno čolnarjenjem) vse manjši.

Odvajanje odpadne vode je trenutno še vedno (žal) ena izmed osnovnih funkcij površinskih vodnih tokov. Z izjemo Metlike ostala naselja nimajo urejenega čiščenja odpadnih vod, kar je še posebno pereče pri večjih industrijsko pomembnih naseljih neposredno ob vodnih tokovih (Črnomelj, Kanižarica, Vinica, Stari trg, Adlešiči) in naseljih na vodno-ekološko zelo občutljivem belokranjskem kraškem ravniku (Semič). Trenutna stopnja onesnaženosti voda kaže, da le-ta že ogroža druge tabe (vodno oskrbo, rekreacijo), kar ponovno opozarja na

nujnost celovitejšega reševanja.

Sicer zelo pregleden in zgoščen pregled sedanje rabe belokranjskih virov nazorno opozarja, da je le-ta skromna, neuskla-jena in v veliki meri enostranska ter v neskladju z dejanskimi količinskimi možnostmi razmeroma bogatih domačih vodnih virov.

Pregled sektorskih študij in prostorskih planov obkolpskih občin pa kaže na velike razlike glede bodoče vloge Kolpe in njenih pritokov. Tako srečamo ideje o plovno-energetski vlogi Kolpe z gradnjo večjih HE ali/in predvsem (25 km) pod Risnjakom, do načrtov o ustanovitvi obkolpskega krajinskega parka, kar podčrtuje nujnost tesnejšega povezovanja in smotrno uskladitev interesov ob upoštevanju prostorsko-ekoloških vidikov.

Podrobnejše proučevanje količine, kvalitete, načina ter stopnje rabe belokranjskih vodnih virov podčrtuje naslednje osnovne značilnosti:

- po količini je sicer kraška pokrajina bogata s površinskimi vodami in vodami kraških izvirov, vendar je onesnaženost vode praktično že v celoti najmanj zmerna in v posameznih primerih močna kot posledica vodno-ekološke občutljivosti kraške pokrajine in nesmotrne, enostranske rabe vodnih tokov
- zaradi neuskla-jene rabe, onesnaženosti vseh večjih vodnih virov so le-ti trenutno omejitveni razvojni element, kar zlasti velja za vodno oskrbo s pitno vodo, kjer je razen količine potrebna ustreznaskvaliteta.

Brez dvoma je Bela krajina na pomembni prelomni stopnji, saj pereči vodno-ekološki problemi kažejo na nujnost drugačnega načina gospodarjenja z vodnimi viri. Preteklo rabo vodnih virov je označevala smotrna raba lokalnih možnosti (pri vodni oskrbi, rabi vodne pogonske moči). Urbanizacija in industrializacija pa označuje ob vseh pozitivnih potezah tudi enosmerno izkoriščanje voda, ki je v končni fazi povzročilo povraten, ekonomski in ekološki učinek. Zato je nujna korenita sprememba v vrednotenju belokranjskih vodnih virov, saj bo nadaljevanje današnjega načina izkoriščanja slej ko prej povzročilo še večje, praktično nerešljive vodno-ekološke probleme. Današnji, pretežno enosmerni rabi mora slediti sočasna, usklajena, racionalna raba, zasnovana na svojstvenih prostorsko-ekoloških potezah belokranjskih vodnih virov, saj čista voda ni neomejena in brezplačna dobrina.

Zaradi onesnaženosti belokranjskih vodnih virov bo vprašanje varovanja in smotrnega ravnanja z okoljem (zlasti vodo, pa tudi z zrakom, zemljo) nujno moralo postati iz obrobnega zpostavljenega eden izmed osrednjih družbenopolitičnih vprašanj Bele krajine, ekološki cilj razvoja pa eden izmed osnovnih družbenih ciljev. Trenutno zelo pereča vprašanja vodne oskrbe (npr. Krupa) drastično kažejo, da onesnaževanje vode ogroža eksistenčno-ekološko pomembne sestavine življenjskega okolja in tudi že ovira gospodarski razvoj.

Reševanje vodnogospodarskih vprašanj Bele krajine je v veliki meri povezano z bodočo rabo Kolpe, vendar je potrebno upoštevati nekatere specifične potrebe bodočega gospodarjenja z ostalimi belokranjskimi vodnimi viri. Zato je nujna medobčinsko (medrepubliško) usklajena vognogospodarska ureditev zgornjega Pokolpja.

Možni uporabniki Kolpe in njene ozke doline, ki imajo različne potrebe, so naslednji:

- energetika (velike ali male HE)
- promet (rečni, železniški, cestni)
- oskrba z vodo (naselja, industrija, kmetijstvo - namakanje)
- rekreacija - turizem
- varstvo narave.

Kot posebno skupino uporabnikov bi lahko navedli današnje uporabnike, vendar se Kolpa, razen izjemnih primerov (vodni obrati, turizem) v bistvu ne izkorišča. Pravzaprav je trenutno njena osrednja funkcija odvod odpadne vode naselij in industrije obkolpskih naselij in naselij porečja Lahinje. Pri gradnji plovnega kanala med Ladešič Drago in Brodom ali veliki HE, bi bilo potrebno zgraditi jezove z večjimi akumulacijskimi jezovi, ki bi preplavila sicer ozko dolinsko dno in razširjene dele sicer ozke akumulacijske ravnice. Osinski sporazumi Jugoslavije obvezujejo, da podpira prizadevanja za usposodobitev rečne plovbe v smeri Zagreb - Ljubljana - Tržič. Med razlogi, ki govorijo proti gradnji velikih HE na Kolpi so razen velikega kolebanja vode, kraškega sveta, omejenih možnosti za razvoj drugih rab, naravovarstvenega vidika tudi ekonomski. Tako naj bi predvidena akumulacija Damelj (49 m visok jez) (s 15 MW), ki bi imela po načrtih le energetske vloge, prispevala le 0,7 % moči slovenskih elektrarn v letu 1980 (Černe, 1983). Dolgoročni razvojni načrti SRS do leta 2000 na Kolpi ne predvidevajo velikih energetskih objektov.

S prostorsko-ekološkega vidika plovno-energetska usmeritev rabe Kolpe ni sprejemljiva, kar pa velja tudi za današnjo rabo. Predlagamo usklajeno, komplementarno rabo Kolpe in njenih belokranjskih voda z razvojem naslednjih funkcij:

- energetske z gradnjo majhnih HE
- vodno oskrbne (pitna in tehnološka voda, namakanje)
- rekreacijsko-turistične (kopenje, čolnarjenje, ribolov) in naravovarstvene (obkolpski krajinski park) (z naravovarstvenimi omejitvami)
- prometne z obkolpsko železnico in predorom pod Risnjakom.

Belokranjska Kolpa ima vse ugodne naravne možnosti za gradnjo malih HE na mesto sedanjih vodnih obratov. Ob praktično nespremenjenih padcih (1,5 - 2,5 m) in nekoliko večjem instaliranem pretoku (10 - 20 m<sup>3</sup>/s) bi imele male HE na Kolpi lahko moč najmanj 100 - 150 kW (do 250 - 300 kW), na Lahinji in Krupi pa okoli 50 kW. Mala HE na Kolpi z močjo 150 kW bi ob 11 mesečnem obratovanju proizvajala okoli 1,1 milijona kWh. Teoretično bi lahko na belokranjski Kolpi (le na levem bregu) zgradili okoli 20 MHE, ki bi skupaj letno lahko proizvedle najmanj 22 milijonov kWh. Toliko je znašala leta 1980 poraba petih največjih belokranjskih industrijskih porabnikov. Vendar bi bila lahko instalirana moč (vzporedni agregati) posamezne male HE po izračunih Kompareta (1985) do 350 kW, a ob skrajno nizkem vodnem stanju ne bi obratovala s polno močjo. Z vidika ohranjenosti vodnih obratov, bližine uporabnikov, SLO bi bilo najbolj primerne naslednje lokacije:

Kolpa: Prelesje, Učakovci, Vinica, Pobrežje pri Adlešičih, Križevska vas (teoretično pa bi bilo mogoče na Kolpi postaviti 50 MHE na mestu žag in mlinov, ob minimalnem posegu v pokrajino).

Lahinja: Črnomelj, Gradac, Krivoglavice ali Primostek

Krupa: pri izviru (Hluparjev mlin) in pri Peru.

Namakanje obkolpskih ravnin s pomočjo prečrpavanja Kolpe hi bilo koristno zlasti okoli Gribelj, Krasinca, Zaluke in Mestnega loga pri Metliki, kjer je nad 1000 ha sklenjenega ravnega sveta.

Možnosti za namakanje so uresničljive ob istočasnih ukrepih za odpravo poplav (zlasti pri Zaluki in Metliki).

Razvoj turizma in rekreacije je mogoč le ob ohranjeni pejsažni podobi kolpske doline in ustrezno čisti Kolpi in vodi njenih pritokov. Nerealno je pričakovanje, da se bo t.i. štaciarnarni turizem razvil v večini obkolpskih naselij. Zaradi ugodnega prometnega položaja in naravnih razmer se lahko v večji meri razvije v Osilnici, Brodu, Vinici in Metliki (delno še Prelesje, Adlešiči, Podzemelj, Primostek). Sodimo, da ni smiselno nadalnje drobljenje sicer skromne, nepovezane ter neusklažene turistične ponudbe z novimi posegi v obkolpsko območje (Želebej). Za razvoj turizma je pomembno dejstvo, da je spodnji tok belokranjske Kolpe najtoplejši odsek med večjimi vodnimi tokovi v Sloveniji, saj je letno povprečno 66 dni srednja dnevna temperatura nad 18°C, 44 dni pa nad 20°C. Praktično neizkoriščene so zelo ugodne naravne možnosti za razvoj veslanja na mirnih vodah (z manjšimi izposojevalnicami čolnov, stalnimi točkami za prenočevanje in daljše zadrževanje), pa tudi za razvoj obkolpskega kmečkega turizma. Turistično-rekreacijski razvoj obkolpskega območja pa je mogoč le ob ustreznih naravovarstvenih ukrepih in čisti Kolpi. Zaradi različnih razlogov (ekonomski...) bo vse večji del prebivalcev preživel aktiven oddih ob rečnih bregovih, dolina Kolpe pa ima za aktiven in zdrav "alternativen" dopust in oddih v pretežno naravnem in mirnem okolju idealne razmere. Sodimo, da bi moral obkolpski pokrajinski park (200 m širok pas na obeh straneh reke) segati od izvira Kolpe do Ozlja, v posameznih odsekih pa bi bili različni varstveni režimi.

Postopoma bi bilo potrebno odpraviti poglobitve vzroke za naraščanje onesnaževanja Kolpe in njenih pritokov z odpadnimi vodami (zlasti Čabra, Plešč, Osilnice, Broda, Kočevja - delno urejeno), Severina, Starega trga, Vinice, Adlešič, Črnomlja

in Metlike (delno urejeno), pa tudi Semiča (oddaljen od površinskih voda, a vz zaledju Krupe). Očejujemo, da znaša celotno breme organskega onesnaževanja v zgornjem Pokolpju (z Belo krajino)kljub delno uspešnim čistilnim napravam v Kočevju in Metliki okoli 100 000 E (Bela krajina : 30 000 - 35 000 E). Nujno bo potrebno redno, vsaj sezonsko (ob različnih vodnih stanjih), spremljati kvaliteto vode, breme organskega in ostalega onesnaževanja (nevarne snovi, težke kovine) in usmerjati gospodarski razvoj (preventivni in ne le kurativni ukrepi).

Zlasti v SRH so ponovno oživelii načrti o železniški zvezi med Zagrebom, Karlovcem, Brodom in Reko po dolini Kolpe in s predorom pod Risnjakom, saj sedanja železniška povezava preko Gorskega Kotarja še ustreza sodobnemu železniškemu prometu. Zlasti za gospodarstvo sosednje republike in reško pristanišče bi imela obkolpska železnica izredno velik pomen. Z ustreznim, tudi naravovarstveno pretehtanim izborom poteka obkolpska železnica bi zmanjšali negativne posledice, prometna dostopnost obkolpskih pokrajin pa bi ob ostalih ukrepih pripomogla k oživljanju manj razvite in demografsko ogrožene robne regije SRH in SRS. Obkolpska železnica bi torej imela pomembne pozitivne ekonomske učinke tudi za razvoj kolpske doline in Bele krajine, s predorom pod Risnjakom pa bi se odprle tudi možnosti za vodno oskrbo Reke in povrne Kolpe.

Brez dvoma je organizacija in način bodoče vodne oskrbe Bele krajine danes, pa tudi v bodoče eno izmed osnovnih gospodarskih vprašanj v regionalnem razvoju in pomemben element odpravljanja gospodarskih in socialnih razlik. Onesnaženost Krupe s PCB kot osnovnega (za oskrbo s pitno vodo) belokranjskega vodnega vira zahteva izdelavo drugače zasnovane dolgoročne strategije belokranjske vodne oskrbe. Dolgoročno gledano so z vidika regionalne belokranjske vodne oskrbe s pitno vodo tri osnovne variante:



- črpanje vode iz Kolpe
- črpanje vode iz izvira Krupe
- črpanje vode s pomočjo vrtin v gorjanskem zaledju Krupe.

Količinsko je sicer Kolpa daleč najpomembnejši vodni vir (minimalna izdatnost pri Metliki - 6000 l/s), so pa številni argumentirani zadržki za njeno uporabo (kljub možnemu, a zelo dragemu čiščenju) kot vira za pitno vodo (široko kraško porečje, nejasna velikost porečja, številni onesnaževalci z različnimi odpadnimi vodami). Brez dvoma pa nudi osnove za razvoj t.i. mokre industrije, ki potrebuje večje količine tehnološke vode. Sodimo, da se bo v bodoče v Metliki (že razvita industrija, neposredna bližina Kolpe) ob že pripravljenih načrtih raba kolpske vode povečala, mjno pa jo mora spremljati skrb za ustrezno čiščenje. V ostalih belokranjskih naseljih ob Kolpi zaradi neustrezne materialne infrastrukture ne priporočamo večje porabe tehnološke vode, kar velja tudi za industrijo Semiča in Suhorja, ki sta vezana na pitno vodo iz vodovodnega omrežja. Teoretično obstaja možnost, da se Iskra iz Semiča delno oskrbuje s krupske vodo, a obstaja vrsta zadržkov, zlasti ekonomskih. V primerjavi z večino ostalih slovenskih pokrajin ima Bela krajina zaradi razmeroma čiste Kolpe (z vidika kazalcev kvalitete za tehnološke vode) brez dvoma komparativno prednost, kar zlasti vaja za Metliko. Ugodne so tudi kemične lastnosti Kolpe, saj je zaradi večjega deleža permokarbonskih kamenin v povirju njena voda manj trda kot voda ostalih belokranjskih vodnih virov. Sodimo, da je potrebno predhodno strokovno poglobljeno preučiti in pretehtati možnosti uporabe krupske vode, predno bi prišla v poštev uporaba površinske vode za oskrbo prebivalstva. Tudi v bolj razvitih, industrializiranih slovenskih pokrajinah se površinska voda le izjemoma uporablja kot vir pitne vode. Pri eventuelnem zajetju Krupe ob izvira je osnovni problem

tehnologija čiščenja PCB-ja iz vode. Zavod za zdravstveno varstvo (1984) iz Maribora ni dobil podatkov, da bi v svetu že imeli uporabne praktične izkušnje s čiščenjem tako onesnažene vode. Zato upravičeno predlaga laboratorijske in pilotne preizkuse. Vsekakor bi bilo čiščenje izredno drago, v celotnem zaledju (nad 100 km<sup>2</sup>) pa bi bili potrebni široki varstveni ukrepi, zlasti na 35 km<sup>2</sup> bližnjem kraškem ravniku (s Semičem). Kljub navedenim razlogom bi bilo potrebno v prvi fazi strokovno proučiti možnosti za čiščenje izvirne vode Krupe.

Drugo možnost predstavlja zajetje vode z navpičnim vrtanjem v gorjanskem zaledju Krupe. Po ugotovitvah dr. Gamsa (1961) in geologa Novaka (1984) je namreč nivo vode 20 - 30 m pod kraškim površjem, zato bi bilo možno s poskusnimi vrtinami priti do vode. V plitvem krasu, kot je tudi zaledje Krupe, imajo zaradi bližine freatične cone po svetu že uspehe v vrtanjem. Gams (1974) navaja uspehe vrtanj v Indiani (ZDA), na plitvem krasu zahodne Irske pa prevzamejo vrtalci celo breme tveganja, če katera vrtina ne naleti na vodno žilo. Zato za zaledje Krupe priporočamo, da se po neobhodnih podrobnih hidrogeoloških raziskovanjih (Geološki zavod, Ljubljana) poskusi s pomočjo vrtin zagotoviti ustrezne količine pitne vode, v vzhodnem, bližnjem delu zaledja (zlasti v območju med Štrekljivcem, Črešnjevcem in Omoto). Količine vode bi bile seveda sicer manjše kot na izviru, vendar po obliki sicer nenatančno poznanega obsega zaledja (najna barvanjka vseh ponikalnic v zaledju) sodimo, da bi bile količine dovolj velike za dolgoročno kritje vseh belokranjskih potreb za pitno vodo. Ker se bi razen onesnaževanja s PCB izognili tudi možnemu onesnaževanju odpadnih voda Semiča, bi bili potrebni manj obsežni in varstveno manj strogi ukrepi.

Za dokončno odločitev in izbor osnovne strategije dolgoročne regionalne vodne oskrbe Bele krajine so potrebne tudi časovno zahtevne in celovite interdisciplinarne raziskave. Sodimo, da realno najmanj deset let (petnajst) ne moremo računati na pitno vodo iz Krupe (izvir ali iz zaledja z vrtnanjem) ali Kolpe (z vidika regionalne oskrbe). Zaradi že danes perečega pomanjkanja pitne vode (tudi v naseljih z vodovodom) in zagotovitve ustreznega časa za temeljito pretehtanje in izbor najbolj ustreznega mesta črpališča za regionalno oskrbo Bele krajine s pitne vode pa se je potrebno takoj lätiti naslednjih ukrepov:

- ojačano črpanje iz že zajetega izvira Dobličice (dodatno 10 - 20 l/s), zlasti za potrebe Semiča in okolice, vključno z vasmi ob Krupi, ki so zaradi onesnaženosti krupske vode ostale brez redne ali dodatne vodne oskrbe. Glede na nujnost zagotovitve biološkega minimuma (zlasti ob nizkem poletnem vodnem stanju) in stopnje onesnaženosti v spodnjem toku Dobličice sodimo, da bi lahko dodatno črpali (ob nizkem vodnem stanju) 10 - 20 l/s. Sicer finančno zelo zahtevna gradnja vodovoda iz Črnomlja proti Semiču mora biti tako zasnovana, da bo omogočala ob pričakovanem kasnejšem črpanju krupske vode (zaledje ali izvir) organsko vključevanje in delno drugačen potek večjih količin krupske vode za regionalno vodno oskrbo Bele krajine.
- postopno nadomeščanje uporabe pitne vode kot tehnološke v belokranjski industriji s površinskimi vodami (Metlika - Beti in ostali porabniki - s kolpsko vodo, Črnomelj - Lahinja, Dobličica)
- posodobitev vodovodnega omrežja z zmanjšanjem izgub v omrežjih, ki znašajo v povprečju 25 - 30 % ter podpora prizadevanjem za varčevanje in smotrno rabo

- gradnja preprostejših oblik vodovodnega omrežja, krajevnih vodovodov v bolj oddaljenih ali višje ležečih naseljih, ki imajo v bližini ustrezen izvir. Nazoren je primer obstoječih krajevnih vodovodov (Rožni dol, Sinji vrh, Planina), pa tudi enostavno in poceni urejena vodna oskrba v Bregu pod Špeharji (zajet manjši obkolpski izvir, občasno črpanje s pomočjo Tomosovega motorja, zgrajen  $27 \text{ m}^3$  velik rezervoar, enostavna rešitev omrežja). Podpreti je potrebno prizadevanja za gradnjo krajevnih vodovodov, zlasti v obkolpskem, manj razvitem območju črnomaljske občine, kjer je več primernih (manjših) obkolpskih izvirov
- kombinirana vodna oskrba vodovod - kapnica v podeželskih naseljih, kjer je nad 3000 kapnic (s povprečno prostornino  $35 \text{ m}^3$ ), ki bi ob ustrezni tehnični izvedbi služile zlasti za pranje (mehka voda), umivanje, kopanje in za straniščno izplakovanje, zalivanje, delno tudi pri napajanju živine. Anketa v nekaterih belokranjskih naseljih je pokazala, da bi pri vodni oskrbi prebivalcev količinske lahko 60 - 80 % vode iz vodovoda zamenjali s kapnico. Tudi z vidika SLO je nedopustno, da v podeželskih naseljih z vode kapnice propadajo ali pa služijo za druge namene (največ za gnojilne jame). Stroški za kapnico (s hidroforjem) kot dodatni vir (ob vodovodu) bodo zaradi pričakovane bistveno večje cene pitne vode tudi ekonomsko utemeljeni, vzdrževanje kapnic pa je enostavno in razmeroma poceni.

Sodimo, da so trenutno najbolj pereča naslednja vodno-ekološka vprašanja:

- onesnaženost Krupe s PCB; nujne so radikalne rešitve, z odstranitvijo PCB iz zaledja (odvoz odpadnih kondenzatorjev). V najkrajšem času je treba rešiti vprašanje lokacije odlaganja komunalnih odpadkov in posebej nevarnih snovi.

V Beli krajini je ustrezna lokacija le na neprepustnem svetu kanižarske kadunje, smetišče pri Vranovičih je ekološko povsem neprimerno (Plut, 1982). Vprašanje bodočega odlaganja nevarnih snovi je potrebno v najkrajšem času rešiti najmanj na nivoju dolensko-belokranjske regije, če ne celo cele republike. Nujno pa je potrebno izdelati kataster delovnih organizacij in obrtnikov, ki uporabljajo nevarne snovi.

- ekološko in zdravstveno tvegano črpanje kolpske vode za oskrbo prebivalcev Vinice in okolice zaradi nevarnosti onesnaževanja. Zgolj kloriranje vode ne more preprečiti vseh možnih nevarnosti onesnaževanja v 1 500 km<sup>2</sup> velikem porečju Kolpe do Vinice. Obenem je črpališče pod naseljem z neurejeno kanalizacijo, neustrezno lokacijo smetišča in bližino prometno obremenjene ceste Vinica - Rosanci ter Karlovac - Delnice s prevozom nevarnih snovi. Obkolpski izviri pri Vinici so prešibki, možno je zajetje izvira Lahinje ali Nerajskega Obrha, ob črpanju kolpske vode za potrebe Novoteksa ali pa podaljšanje osrednjega regionalnega vodovoda iz Dragatuša do Vinice in bližnjih naselij.
- zaradi lege sredi urbanega naselja voda iz Metliškega Obrha ne more služiti za vodno oskrbo prebivalstva, obenem pa bližnje zaledje izvira nima urejene kanalizacije
- ureditev kanalizacije in gnojišč v neposrednem zaledju Vumule pri Adlešičih, kjer je v obkolpskem izviru črpališče za krajevni vodovod
- ureditev čiščenja odpadnih voda Črnomlja, ki je po količini organskega onesnaževanja največji belokranjski onesnaževalec, kar nedvomno kaže tudi močno zlasti poletna onesnaženost Lahinje in Dobljčice. Nujna je gradnja čistilne naprave, kateri se v bodočnosti ne bo mogla izogniti zlasti Vinica in Semič.

Nobenega dvoma ni več, da se v bodoče družbenemu razvoju Bele krajine ne bo mogoče izogniti poudarjeni skrbi za zagotavljanje ustrezne kvalitete življenja, ki organsko vključuje tudi skrb za zdravo in čisto okolje. Domačih vodnih virov je količinsko dovolj za kritje vseh bodočih potreb. Vendar je minil čas, ko je visoka in hitra rast porabe označevala napredek, saj danes pogosto označuje zgolj nepretehtano, neracionalno izkoriščanje zelo omejenih zalog pitne vode. Neizpodbitno je dejstvo, da so zaradi zmerne onesnaženosti belokranjskih voda potrebne takojšnje korenite spremembe z vrsto ukrepov za zagotovitev in izboljšanje kvalitete vode. Z nizom, zlasti preventivnih ukrepov, določitvijske varstvenih pasov in ukrepov v zaledju največjih belokranjskih izvirov (zlasti Dobličice), usklajeno, vsestransko rabo, spremljanjem kvalitete voda, izdelavo katastra onesnaževalcev (posebej za nevarne snovi) in ekološko vsestransko pretehtanim prostorskim in ekonomskim razvojem lahko danes vodni viri kot omejitveni v bodoče postanejo komparativni, pospeševalni razvojni faktor. Izkoriščanje belokranjskih voda pa mora čimprej nadomestiti smotrno gospodarjenje, saj je voda tudi nezamenljivi, eksistenčni vir zdravega življenja kot nujen pogoj za vsestranski razvoj človeka danes in v bodoče.

Literatura

- Buser S., 1984: Geološki opis ekskurzijske poti 13.zborovanja slovenskih geografov, Vodnik ekskurzije po Beli krajini in osrednji Dolenjski, Ljubljana s. 3-11.
- Buser S., 1984b: Nekaj novosti o geologiji Dolenjske, Zbornik 13.zborovanja slovenskih geografov, Ljubljana, s. 20-37.
- Blašković V., 1959: Gorski Kotar, Geografski horizont IV/1-2, Zagreb, s.1-17.
- Bošnjak R., 1931: Dolina gornje Kupe, Posebna izdaja Geografskog društva, sveska 10, Beograd, s. 37-49.
- Boyle R., Highland, 1979: The Persistence of PCBs, Environment (1979, Juni), (prevedel D.Karlander-Razmerja, avgust 1984, Posebna izdaja OO ZSMS Metlika; Naši razgledi 1984/19, Ljubljana).
- Brancelj T., 1983: Poročilo zoološke skupine na MRT Semič za leto 1981, MRT Semič, Ljubljana, s. 96-105.
- Černe A., Piry I., Plut D., 1983: Usmerjanje razvojnih procesov v Beli krajini z vidika ocene naravnih in socioekonomskih možnosti, Inštitut za geografijo Univerze E.Kardelja, Ljubljana, s. 121.
- Določitev mesta zajema pri izviru Krupice in določitev varstvenega režima, 1981, Geološki zavod SRS (obdelal D.Novak), Ljubljana, s. 10.
- Exel N., 1984: PCB-ji in dioksini pri nas, Naše okolje 1984/3, Ljubljana, s. 47-48.
- Dukić D., 1980: Water Resources of Yugoslavia and Geographical aspekt of Their Utilization, Geographica Jugoslavica 2, Titograd, s. 55-66.
- Dular J., 1965: Mlini ob Kolpi umirajo, Dolenjski list 1965/14-26, Novo mesto.
- Gams I., 1974: Kras, Ljubljana, s. 358.
- Gams I., 1961: H geomorfologiji Bele krajine, Geografski zbornik 4, Ljubljana, s. 191-240.

- Geografija SR Hrvatske, knjiga 4, 1975, Zagreb, s. 196.
- Habič P., 1978 a, Speleološka karta Samobor 3, Inštitut za raziskovanje krasa SAZU, Postojna.
- Habič P., 1978 b, Speleološka karta Ogulin 2, Inštitut za raziskovanje krasa, SAZU, Postojna.
- Habič P., 1984, Strukturne oblike v kraškem reliefu Dolenjske in Bele krajine, Zbornik 13.zborovanja slovenskih geografov, Ljubljana, s. 57-66.
- Inventar najpomembnejše naravne dediščine Slovenije. 1976, Zavod SRS za spomeniško varstvo, Ljubljana.
- Ivanc M., Polič M., Polič S., Paklavec S., 1979, Razenjanje in z nevarnimi odpadki v SR Sloveniji, Naše okolje 1979/3-4, Ljubljana, s.119-123.
- Jenko F., 1957, Vodnogospodarski osnutek porečja Krke in dela Kolpe, Projekt nizke zgradbe, Ljubljana.
- Karta rezervnih vodnih virov Bele krajine, 1981, Geološki zavod Ljubljana, (obdelal D.Novak), Ljubljana.
- Keller R., 1980, Hydrologie, Darmstadt, s. 148.
- Kompare M., 1984, Tehnični vidiki izbora lokacij za majhne HE v Beli krajini (tipkopis), Ljubljana s.19.
- Koordinacijski regionalni prostorski načrt Gornjega Jadrana (zaključno poročilo), Urbanistični inštitut SRS, Urbanistiški inštitut SRH, Ljubljana-Zagreb.
- Lvovič M., 1974: Mirovyve vodnye resursy i ih buduše, Moskva, s. 448.
- Mnenje glede na rezultate analiz vode zajetja Krupe, Zavod za zdravstveno varstvo Maribor (tipkopis), s.3.
- Novak D., 1981, Od kod prihaja voda k izvirov Krke? Proteus 1981/9-10 Ljubljana, s. 353-357.
- Novak D., 1982, Hidrogeološke raziskave na krasu na Dolenjskem, Dolenjski kras, Novo mesto, s. 22-23.
- Osinski sporazumi, 1977, Koper, s. 515.
- Plut D., 1984, Bela krajina, si še kakor zdravje - o kvaliteti belokranjskih voda, Razmerje 12, Metlika, s.28-32.



- Plut D., 1984 b, Krupa in njeno zaledje - regionalna analiza, Inštitut za geografijo Univerze E.Kardelja, Ljubljana (tipkopis), s.28.
- Plut D., 1981, Neurejena odlagališča odpadkov v Beli krajini, Geografski vestnik LIII, Ljubljana, s. 47-60.
- Plut D., 1984, Vode v Beli krajini in njihova uporaba (doktorska tema), Ljubljana, s. 403.
- Plut D., 1978, Preobrazba geografskega okolja v Beli krajini I, Inštitut za geografijo Univerze, Ljubljana.
- Plut D., 1984 b, Vodni viri - omejitveni ali pospeševalni dejavniki regionalnega razvoja slovenskih kraških pokrajin (Ob onesnaževanju belokranjske Krupe s PCB). Naši razgledi 1984/19, Ljubljana, s. 541-542.
- Poročilo o kontaminaciji vode s polikloriranimi bifenili v Krupi, delu Lahinje ter Kolpe, Zavod SRS za zdravstveno varstvo (tipkopis), s.2.
- Poročilo o kontaminaciji sedimenta in rib s polikloriranimi bifenili v Krupi, na delu Lahinje ter Kolpe, 1984, Zavod za zdravstveno varstvo Maribor (tipkopis), s.4.
- Poročilo o kontaminaciji rečne vode, rečnih sedimentov in rib v Krupi, Lahinji in Kolpi s polikloriranimi bifenili, 1984, Zavod SRS za zdravstveno varstvo, Zavod za zdravstveno varstvo Maribor, (tipkopis). s.5.
- Problematika onesnaženosti vodnega vira Krupica, 1984, Republiški komite za varstvo okolja in urejanje prostora, Republiški komite za zdravstveno in socialno varstvo (tipkopis), Ljubljana, s.4.
- Problematika onesnaženosti vodnega vira Krupica, 1984, Naše okolje 1984/4, Ljubljana, s.93-94.
- Prostorni plan SRH - godina 2000, Republiški sekretariat za urbanizam, Zagreb.
- Radinja D., 1979, Onesnaženost slovenskih rek in njene pokrajinske značilnosti, Geografski vestnik LI, Ljubljana, s.3-18.

- Radinja D., 1984, Oskrba s pitno vodo v novomeški občini, Zbornik 13.zborovanja slovenskih geografov, Ljubljana, s. 111-128.
- Rejic M., 1983, Onesnaževanje in varstvo okolja - celinske vode, Ljubljana, s.125.
- Sažeci referata za savjetovanje o mjestu, značaju i ulogi šireg područja Karlovca na riječkom prometnom pravcu, 1983, Karlovac, s.10.
- Simonič I., 1979, Špeharska dolina in grad Poljane ob Kolpi, Metlika, s.50.
- Skupinski vodovod Bele krajine - vodarna Krupica, 1981, Projekt niske gradnje, Ljubljana, s.10.
- Smernice za dolgoročni plan občine Metlika 1986-1995, 1984, Zavod za družbeno planiranje Novo mesto, s.48.
- Šolc L., 1981, Zgradimo majhno hidroelektrarno (1., 2.del), Ljubljana, s.61.
- Študija vodopreskrbe za vodovod Bele krajine, 1967, Projekt niske gradnje, Ljubljana (obdelal D.Marinko)
- Študija preskrbe Bele krajine s pitno vodo s katastrofom vodnih virov, 1973, Projekt niske gradnje (nosilec D. Marinko), Ljubljana.
- Vodnogospodarska presoja Kolpe, 1968, Zavod za vodno gospodarstvo SRS, Ljubljana.
- Vodnogospodarske osnove SR Slovenije, 1978, Zveza vodnih skupnosti SRS, Ljubljana.

# Karta 11 : ONESNAŽENOST BELOKRANJSKIH VODOTOKOV OB POVPREČNO NIZKEM POLETNEM PRETOKU

Merilo: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 km



## LEGENDA :

- |         |                     |         |                          |
|---------|---------------------|---------|--------------------------|
| .....   | 1. razred           | —       | ostali stalni vodotoki   |
| - - - - | 1- 2. razred        | - - - - | ostali nestalni vodotoki |
| →       | 2. razred           | ++++    | meja porečja Kolpe       |
| .....   | 2- 3. razred        |         |                          |
| .....   | 3. razred           |         |                          |
| .....   | 3- 4. razred        |         |                          |
| .....   | 4. razred           |         |                          |
| ▲       | konzervatorsko olje |         |                          |
| ■       | čistilna naprava    |         |                          |

PREDLAGANI VARSTVENI REŽIM POREČJA IZVIRA KRUPE  
(Geološki zavod, 1980) (Dopolnilni predlog, 1984)

- |   |                                    |   |
|---|------------------------------------|---|
| ○ | širši varstveni pas izvira Krupe   | 1 |
| ● | ožji varstveni pas izvira Krupe    | 2 |
| ● | najožji varstveni pas izvira Krupe | 3 |

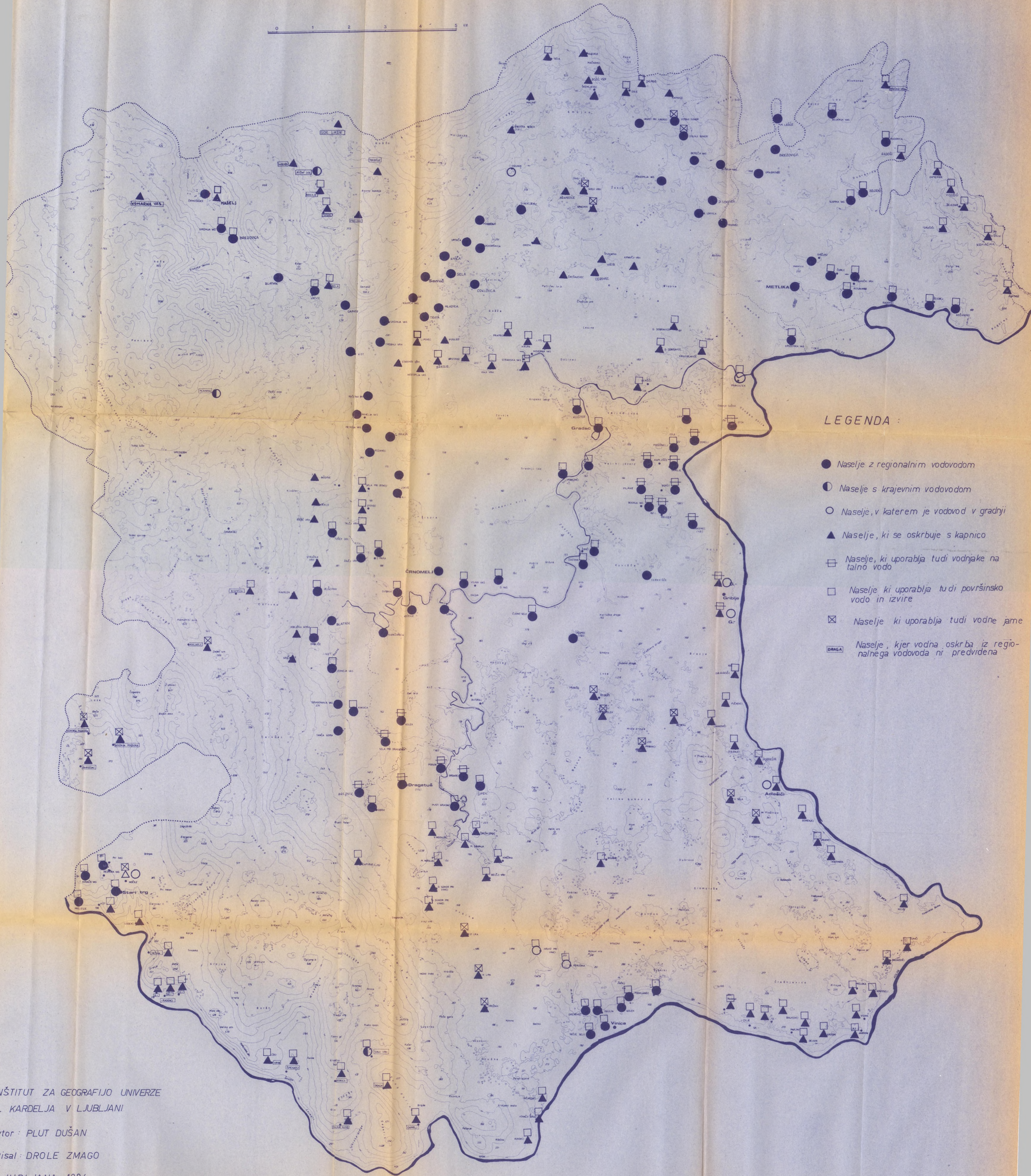
INŠTITUT ZA GEOGRAFIJO UNIVERZE  
E. KARDELJA V LJUBLJANI

Avtor: DUŠAN PLUT

Risal: ZMAGO DROLE

LJUBLJANA, 1984

Karta 13:  
 VODNA OSKRBA NASELIJ BELE KRAJINE LETA 1982



LEGENDA :

- Naselje z regionalnim vodovodom
- Naselje s krajevnim vodovodom
- Naselje, v katerem je vodovod v gradnji
- ▲ Naselje, ki se oskrbuje s kapnico
- ⊞ Naselje, ki uporablja tudi vodnjake na talno vodo
- Naselje, ki uporablja tudi površinsko vodo in izvire
- ⊠ Naselje, ki uporablja tudi vodne jame
- DRAGA Naselje, kjer vodna oskrba iz regionalnega vodovoda ni predvidena

INŠTITUT ZA GEOGRAFIJO UNIVERZE  
 E. KARDELJA V LJUBLJANI

Avtor : PLUT DUŠAN

Risal : DROLE ZMAGO

LJUBLJANA, 1984