

Marjana Lukšič^xMOŽNOSTI ENERGETSKE IZRABE OBSTOJEČIH ZAJEZITEV NA
DOLENJSKI KRKI

Med slovenskimi rekami je Krka, poleg Ljubljanice, najbolj tipična kraška reka z obsežno podzemeljsko hidrografijo (Šiferer, 1981). Porečje Krke, poleg porečja Kolpe, predstavlja največji strnjen kraški kompleks v Sloveniji. Zajema obsežen teritorij južno in jugozahodno od Posavskega hribovja s Suho krajino, kraškimi polji (Grosupeljsko, Dobropolje, Ribniško, del Kočevskega polja), Krško kotlino in seže do Blok, Velike gore, Roga in Gorjancev. Današnji relief in sestava porečja sta rezultat geomorfološkega razvoja, ki je bil sledeč: uravnavam in transgresijam v miocenu in panonu so sledili tektonski premiki, odstranjevanja morskih sedimentov, ponovna uravnavanja in nasipavanja ter pospešena selektivna erozija in zakrasevanje v pleistocenu (Šiferer, 1970).

Porečje Krke je v glavnem zgrajeno iz prepustnih karbonatnih kamenin - krednih in jurskih apnencev in dolomitov. Mednje so vložene plasti nepropustnih flišnih laporjev, peščenjakov in mezozojskih in paleozojskih klastičnih kamenin, ki si slede v dinarsko usmerjenih pasovih. Širšo akumulacijsko površino predstavlja spodnja Krška dolina, kjer Krka zaide na slabo odporne terciarne kamenine in se njeno dno razširi v obsežno prodnato ravnino, ki je rezultat nasipavanj Krke, Save in gorjanskih potokov. Po rezultatih planimetriranja karbonatnih kamenin je le-teh v porečju Krke 83,16% (apnenca 60,68%, dolomita 21,7% ter proda in konglomerata s karbonatnim vezivom 0,78%).

^xDipl.geogr., Strokovni sodelavec, Zavod za družbeno planiranje
68000 Novo mesto, Prešernov trg 8

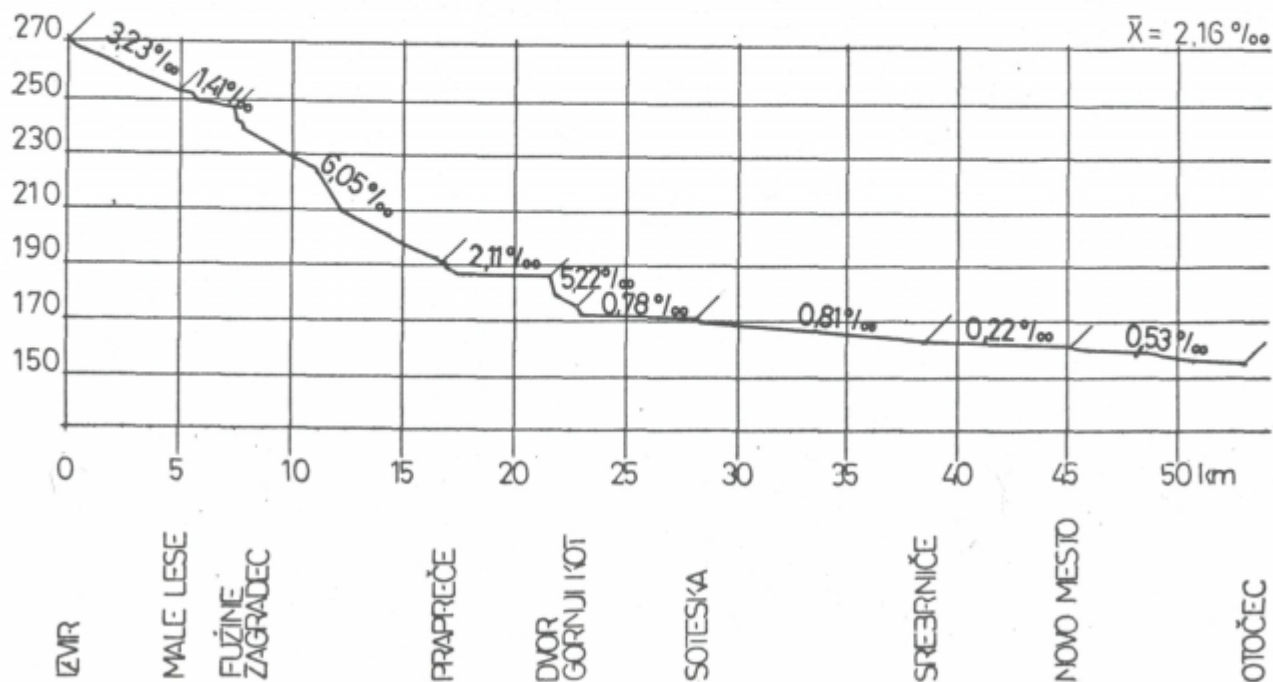
94 km dolg vodotok Krke se hkrati z okoliško pokrajino dvakrat bistveno spremeni: na prehodu iz zgornje Krške doline pri Soteski v Novoameško kotlino (Gams, 1962), kjer iz pretežno kanjonske doline zaide na še vedno kraško območje, vendar z večjim deležem dolomita in terciarnih kamenin in na prehodu v Kostanjeviško kotlino, kjer prevladajo kvartarni in terciarni sedimenti. To menjavanje geomorfoloških značilnosti Krške doline se odraža tudi v podolžnem profilu in strmcu vodotoka.

Povprečni strmec Krke (določen je bil s pomočjo topografskih kart 1 : 25000 in 1 : 5000) znaša od izvira do izliva 1,33%. V zgornjem toku do Soteske, kjer je Krka vrezana v kanjonsko dolino je 3,47 % in od Soteske do izliva v Savo 0,45 %. Na posameznih odsekih je strmec zelo spremenljiv in znaša na odseku med Zagradcem in Praprečami pri Žužemberku, kjer je dolina najožja 6,05 %, med Dvorom in Gornjim Kotom 5,22 %, med Srebrničami in Novim mestom pa samo 0,22 % in se zopet poveča na savski prodni nasutnini. V zgornji Krški dolini lokalno povečujejo strmec brzice zaradi lehnjakovih tvorb, ki so posledica pritokov z visoko magnezijevo trdoto vode in izgubljanja CO₂ iz vode (Gams, 1962).

Zaradi razkrite in zakrasele apniške podlage je Krka v svojem zgornjem toku brez površinskih pritokov, z izjemo pritoka Višnjice in sprejema vode iz številnih kraških izvirov. V osrednjem delu Krške doline se število površinskih pritokov poveča, normalno razvita rečna mreža pa je značilna za posamezna področja vzhodnega, delno zakraselega dela Krške kotline.

Po Ilešičevi klasifikaciji rečnih režimov (Ilešič, 1947) ima Krka pluvionivalni režim oziroma njegovo zmerno mediteransko varianto, kjer je jesenski maksimum večji ali enak spomladanskemu. V zimskem času je zaradi višjega reliefa v povirju še prisotna snežna retinenca, ki se odraža v sekundarnem januarskem minimumu. Primarni maksimum je novembra, sekundarni marca, primarni minimum pa avgusta. Zaradi zakasnitve v podzemnem

podolžni profil krke od izvira do Otočca



pretakanju kraškega povirja novemberski maksimum ni mnogo višji od decemberskih vrednosti. V spodnjem toku je Krka še bolj pluvialna, vpliv zimske retinence je manj izrazit, primarni maksimum pa se prenese v spomladanske mesece, marec in april.

Hidrološke značilnosti Krke od izvira do Otočca smo ugotovili preko kolebanj vodnega stanja in pretokov za vodomerne postaje Gradiček (deluje od 1954 dalje), Podbukovje (deluje od 1959), Dvor (deluje od 1959) in Srebrnič (deluje od 1959). Spreminjanje višine vodnega toka in pretočnih vrednosti je v veliki meri odraz prepletanja submediteranskih in kontinentalnih značilnosti podnebja (zlasti padavin). Za vse štiri vodomerne postaje sta značilna dva maksimuma - spomladanski (april, marec) in poznojesenski (november). Spomladanski je zaradi topljenja snega v povirnem delu porečja izrazitejši, čeprav je več padavin jeseni. Primarni minimum se pojavlja avgusta, manj izrazit sekundarni pa januarja kot posledica padavinskega minimuma in snežne retinence.

Razmerje med srednjim mesečnim in letnim pretokom podaja pretočni koeficient, ki kaže na izrazito kolebanje Krke preko leta. Kolebanje srednjih mesečnih pretokov je najizrazitejše v Srebrničah, saj je največji pretočni koeficient (april 1,66) več kot trikrat večji od najmanjšega v avgustu (0,35).

Za Krko je značilno, da so povprečni najvišji mesečni pretoki aprila in novembra. Za razliko od povprečnih srednjih mesečnih pretokov, drugi jesenski maksimum ni dosti manj izrazit od pomladanskega, kar kaže na vpliv jesenskega deževja na visoke vode. Povprečni najnižji mesečni pretoki so avgusta, sledita september in julij. Največji povprečni najnižji mesečni pretoki se pojavljajo v aprilu, kar kaže, da je snežna retinenca za najnižje pretoke pomembnejša od jesenskega deževja.

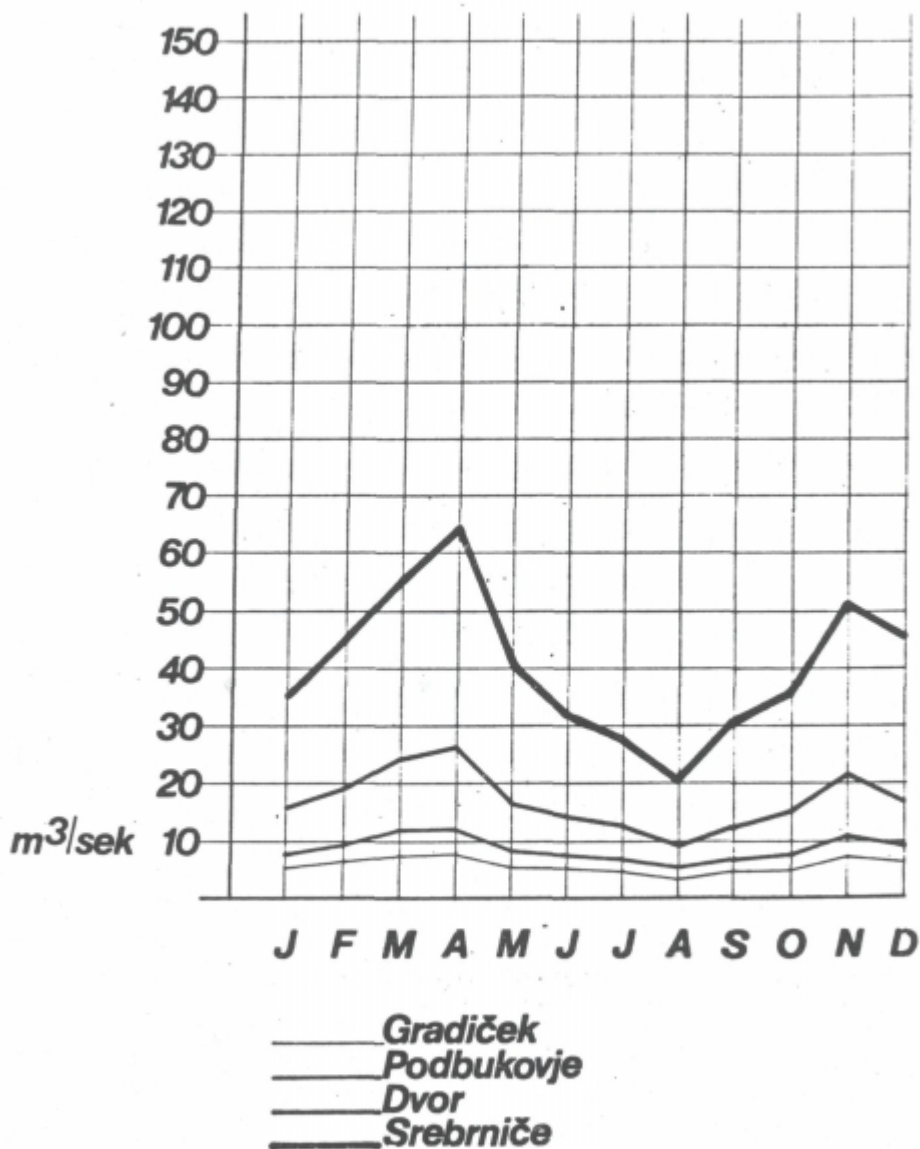
**Tabela 1: Krka od izvira do Otočca - povprečna srednja mesečna višina vode v cm
(obdobje 1970 - 1981)**

Postaja	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	X
Gradiček	173	179	198	200	173	171	164	150	162	170	198	192	177
Podbukovje	47	53	58	59	48	45	43	38	43	50	54	53	49
Dvor	270	281	290	293	270	262	259	251	263	277	286	283	274
Srebrniče	227	242	255	262	229	216	212	207	224	241	250	243	234

Vir: Hidrometeorološki zavod SRS - Dnevni vodostaji vodomernih postaj

KRKA OD IZVIRA DO OTOČCA

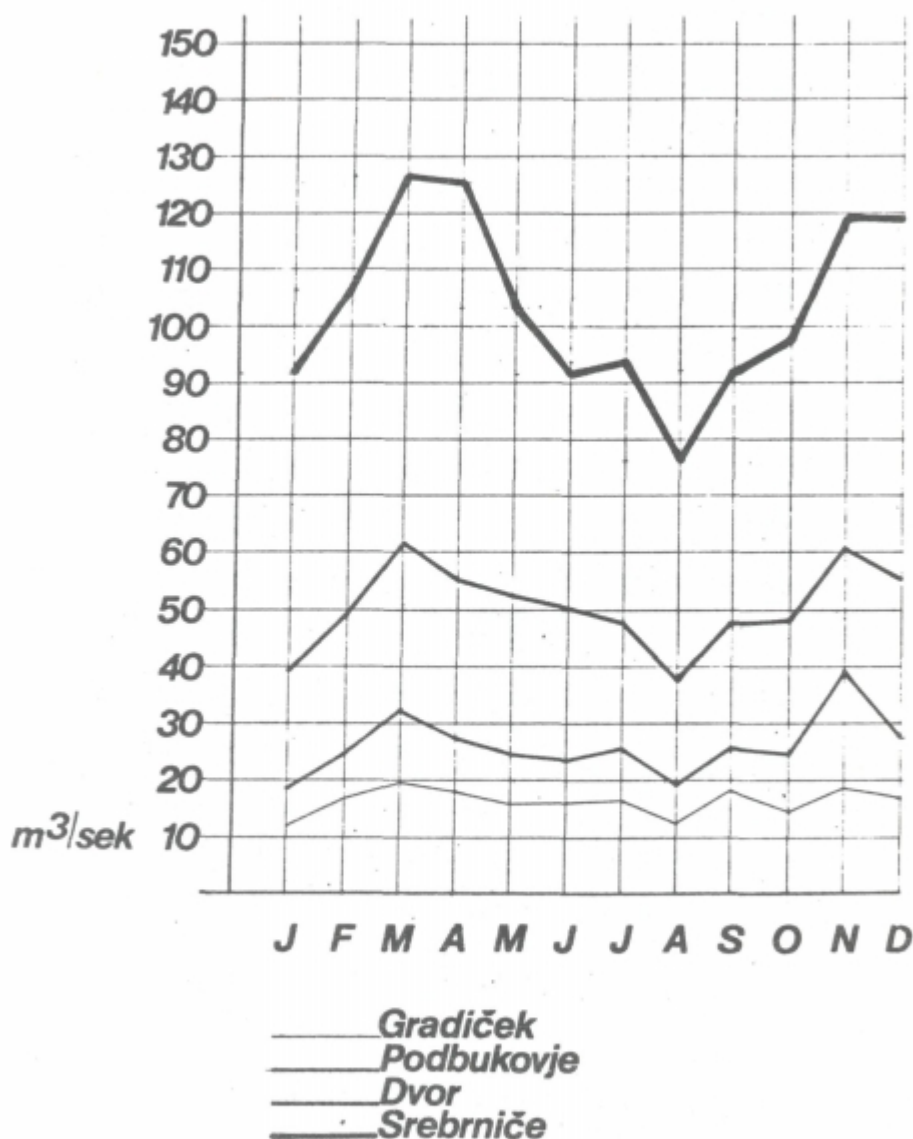
povprečni srednji mesečni pretoki
(obdobje 1961-1975)



— VIR: letni pregled pretokov
hidrometeorološki zavod SRS

KRKA OD IZVIRA DO OTOČČA

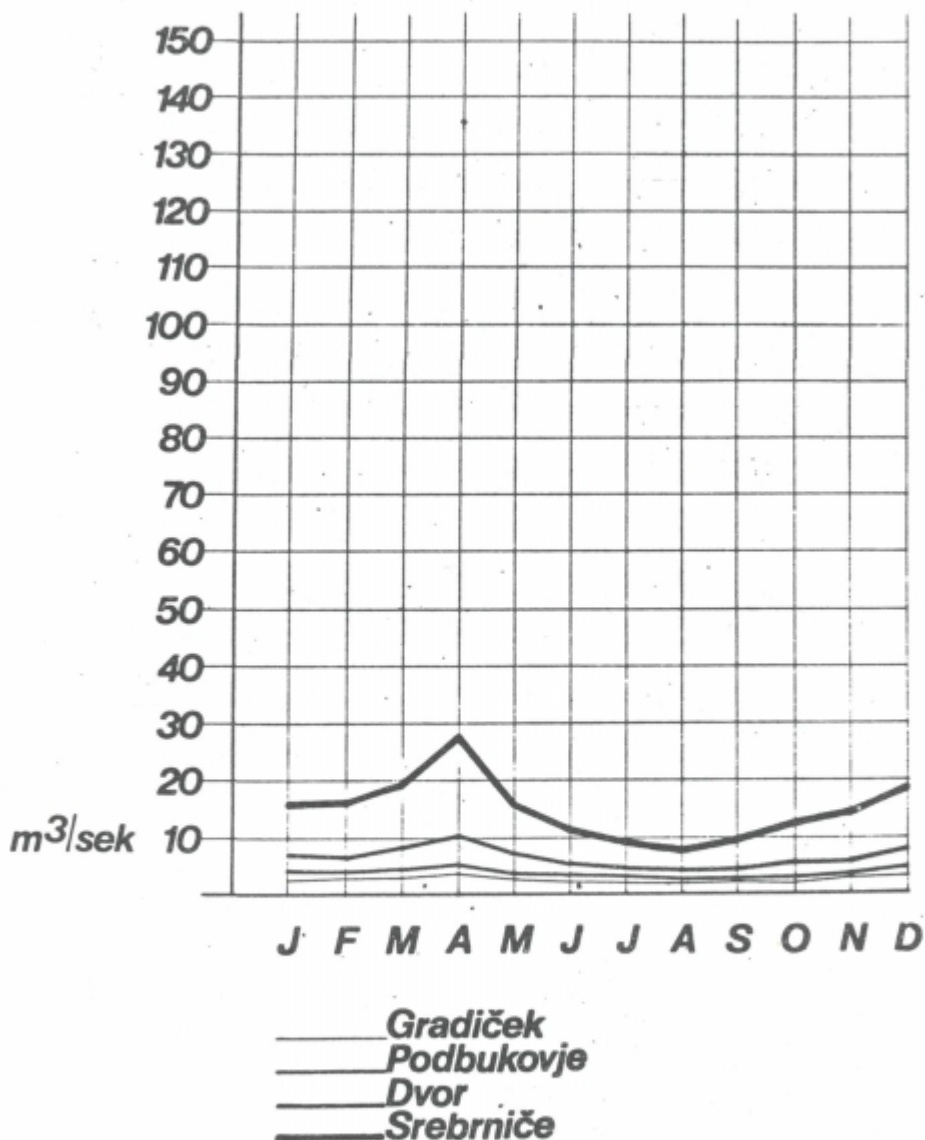
povprečni najvišji mesečni pretoki
(obdobje 1961-1975)



— VIR: letni pregled pretokov
hidrometeorološki zavod SRS

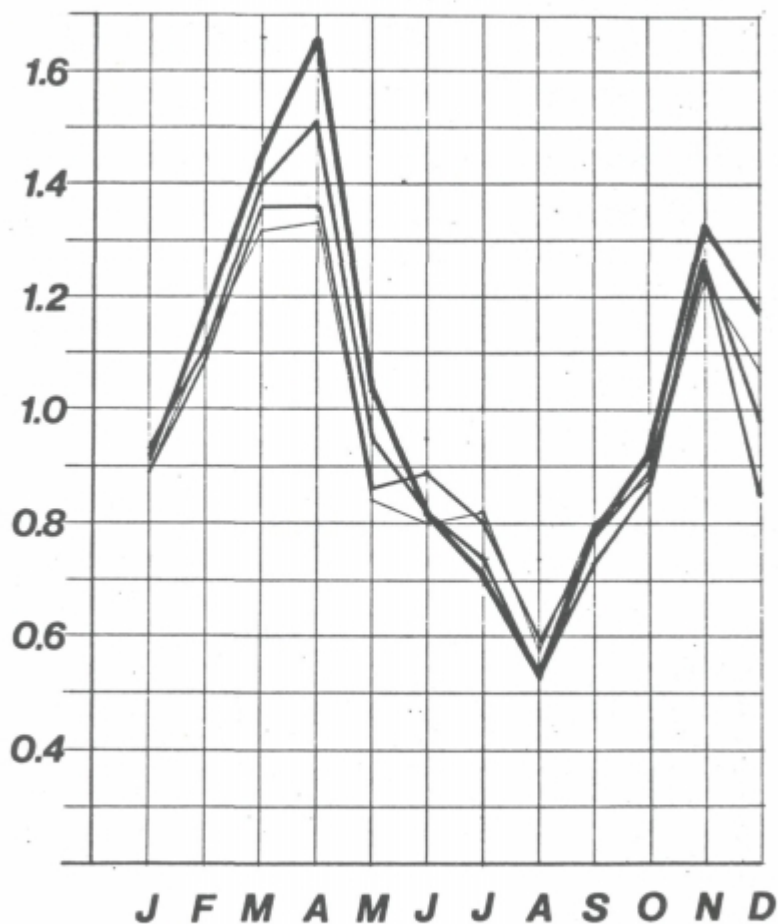
KRKA OD IZVIRA DO OTOČCA

povprečni najnižji mesečni pretoki
(obdobje 1961-1975)



VIR: letni pregled pretokov
hidrometeorološki zavod SRS

Pretočni koeficienti Krke
(upoštevani so povprečni mesečni pretoki)



— Gradiček
— Podbukovje
— Dvor
— Srebrniče

Tabela 2: Hidrološke značilnosti Krke od izvira do Otočca

	km od izvira	padavine (mm)	padavin. območje	sr. l. pretok m^3/s	spec. odtok $m^3/(s)$	višina odтока (m)	odtočni koeficient C	sr. min. let. Q m^3/s	9mes. pret. m^3/s	6mes. pret. m^3/s	3mes. pret. m^3/s	najv. pret. m^3/s	verjet. Q20 m^3/s	verjet. Q100 m^3/s
Gradišek	0,1			5,72				1,37	2,53	3,08	6,28	54,2	45,5	56,2
Krka s Polterco	0,5	1444	230,39	7,42	32,21	1015,77	0,703	1,62	3,10	4,98	8,60	67,0	63,2	70,7
Krka do Višnjice	0,87	1444	230,82	7,55	32,71	1031,54	0,714	1,63	3,14	5,05	8,74	68,0	64,2	71,7
Krka s Višnjico	0,87	1411	306,66	8,13	26,51	836,02	0,593	1,72	3,35	5,43	9,41	73,7	69,6	77,7
Podbukovje	2,73	1407	313,45	8,78	28,01	883,32	0,628	1,85	3,62	5,83	10,2	79,9	75,5	84,2
Dvor	21,64	1440	601,9	17,3	28,74	906,34	0,629	3,25	5,84	10,4	22,3	137	134	152
Krka s Tomičevim studencem	23,29				24,7			5,12	9,04	15,6	30,8	164		
Krka do Radeščice	30,83	1467	1019,3	30,5	29,92	943,56	0,643	5,51	12,1	22,1	43,6	192	195	206
Krka s Radeščico	30,83	1478	1262,75	37,9	30,01	946,39	0,640	6,18	13,9	25,9	54,2	230	233	258
Krka do Sušice	31,9	1478	1263,83	37,9	29,99	945,76	0,640	5,18	13,9	25,9	54,3	230	233	258
Krka s Sušico	31,9	1475	1299,62	38,3	29,47	929,36	0,630	6,21	14,0	26,1	54,9	239	242	269
Srebrniče	38,16	1470	1331,82	38,7	29,06	916,44	0,623	6,26	14,1	26,3	55,5	242	245	272
Krka s Predno	38,86	1432	1580,47	43,4	27,46	865,98	0,605	7,82	16,7	30,0	61,4	250	253	280
Krka do Teške vode	44,37	1424	1632,5	44,2	27,08	853,99	0,600	7,84	16,8	30,5	62,5	252	255	283
Krka s Teško vodo	44,37	1416	1723,19	45,5	26,4	832,55	0,588	7,94	17,3	31,4	64,0	260	263	287
Novo mesto	44,73	1416	1724,56	45,5	26,38	831,92	0,588	7,94	17,3	31,4	64,0	260		
Gor. Gosila	57,99	1401	1828	48,1	26,31	829,71	0,592	7,05	17,4	31,8	66,0	265	272	292

* označene vrednosti so povzete iz Hidrološkega elaborata o reki Krki za obdobje 1961 - 1975

Energetsko razpoložljivost vodnega potenciala ocenjujemo po pretočnih količinah in padcu vodotoka. Omejili se bomo na Krko od izvira do Otočca (torej del vodotoka v občinah Grosuplje in Novo mesto), ki je zastopan z vodomernimi postajami Gradiček, Podbukovje, Dvor in Srebrniče. Ker je razdalja od Srebrnič do Otočca še precejšnja, smo upoštevali tudi hidrološke parametre naslednje nizvodne postaje Gorenja Gomila (hidrološke vrednosti so povzete iz hidrološkega elaborata o reki Krki - HMZ), vmesne vrednosti so interpolirane.

V celotnem obravnavanem toku Krke (53 km) se ji nadmorska višina zniža na vsak kilometer za 2,1 m oziroma skupno za 114,4 m. Ta vrednost je hkrati tudi bruto padec vodotoka na obravnavanem odseku. Seveda je bruto padec zgolj teoretična velikost, iz katerega je potrebno izločiti neto padec. Tudi tega ni moč izkoristiti v celoti, saj je potrebno upoštevati naravne, ekološke in gospodarske omejitve. Pri ocenitvi bruto potenciala Krke, smo obravnavani del vodotoka zaradi večje preglednosti razdelili na podlagi obstoječih zajezitev na 27 odsekov. Od zajezitve do naslednje nizvodne zajezitve smo upoštevali geodetski padec in srednje letne pretoke (Qsr) in preko teh dveh vrednosti ocenili hidropotencial Krke na posameznih odsekih.

Tabela 3: Ocena bruto potencijala Krke od izvira do Otočca

	Qsr (m ³ /s)	Hg (m)	Pb = Qsr . Hg . 9,81 (kW)
Gradiček - Krka	5,72	4	224,5
Krka - Podbukovje	5,72	2,5	140,3
Podbukovje - Veliko Globoko	8,78	5,8	499,6
Veliko Globoko-Marinča vas	9,9	7,8	757,5
Marinča vas-HE Zagradec	9,9	2,6	252,5
HE Zagradec-Zagradec-Fužina	10,9	5,4	577,4
Zagradec-Fužina-Grintovec	10,9	2,3	245,9
Grintovec-Zagradec	10,9	2,7	288,7
Zagradec-Breg	11,8	11,1	1284,9
Breg-Breg(Drašča vas)	11,8	2,6	301,0
Breg(Drašča vas)-Drašča vas	11,8	4,1	474,6
Drašča vas-Šmihel	13,0	10,1	1288,1
Šmihel-Budganja vas	14,1	10,6	1466,2
Budganja vas-Prapreče	15,3	7,5	1125,7
Prapreče-Žužemberk	15,3	4,1	615,4
Žužemberk-Dvor	17,3	3,4	577,0
Dvor-Dvor	17,3	4,4	746,7
Dvor-G.Kot (Podgozd)	17,3	4,8	814,6
G.Kot (Podgozd)-Soteska	24,7	4,9	1187,3
Soteska-Rumanja vas	38,3	3,5	1315,0
Rumanja vas-Vavta vas	38,8	1,7	638,7
Vavta vas-Srebrniče	38,7	1,7	645,5
Srebrniče-Novo mesto	45,5	1,6	714,2
Novo mesto - Novo mesto	45,5	0,5	223,2
Novo mesto - Mačkovec	45,5	1,3	580,3
Mačkovec - Lešnica	45,5	2,0	892,7
Lešnica - Otočec	46,8	1,4	642,8
		114,4	18520,3 kW

Krka je zaradi lehnjakovih pragov, otkov v spodnjem toku, ribjega bogastva, jezov z nekdanjimi mlini in žagami edinstvena slovenska reka in sodi med najpomembnejšo naravno dediščino Slovenije. Z odlokom o razglasitvi posameznih območij za varovana območja (Skupščinski Dolenjski list, Novo mesto, 14.8.1969) je Krka proglašena za zavarovano območje, za katerega velja posebni naravovarstveni in spomeniško varstveni režim in se varuje kot potencialni krajinski park. V ožjem varovanem območju, to je v strugi Krke in njenih bregov so zlasti prepovedani naslednji posegi:

- graditev novih jezov in zapornic, regulacije, zbirna jezera in naprave za energetska izkoriščanje,
- rušenje obstoječih jezov oziroma vodnih pragov,
- rezanje lehnjaka,
- onesnaženje vode z organskimi in anorganskimi odpadki,
- graditev novih stavb, prometnih in drugih naprav na strugi ali ob njej, razen v naseljih, ki ležijo ob Krki in za katere velja prostorsko urbanistični program.

Zaradi posebnih kvalitiet vodotoka in doline Krke je gradnja novih, tudi majhnih hidroelektrarn s stališča varstva naravne dediščine sporna, saj nove lokacije za MHE na Krki povsod posegajo na področje naravne dediščine. Tehtnejši razlogi proti visokim zaježitvam vodotoka Krke pa so sledeči:

- zgornja in srednja Krška dolina je vrezana v prepustno apniško dolomitno osnovo, kjer so visoke zaježitve vprašljive oziroma zahtevajo poseben sistem gradnje, povezan z visokimi materialnimi stroški,
- Krka ima, razen na določenih odsekih, razmeroma majhen strmec, zato bi bile poplavljenе večje površine,
- potrebna bi bila prestavitve prometnic in gradnja nadomestnih stanovanj,
- poplavljenе bi bile kmetijske površine,
- v zgornjem toku Krke so ob vodotoku številni izviri, ki jih je potrebno varovati kot vire pitne vode,

- spremenila bi se kvaliteta ribjih revirjev; salmonidni revir, ki sega do Žužemberka in mešani, ki sega do Soteske bi prešla v nižjo kategorijo ciplinidov,
- visoke zajezitve so nezdržljive z zamislijo predvidenega krajinskega parka in bi ovirale možnost razvoja turizma in rekreacije,
- visoke zajezitve bi v okolju predstavljale tujek, ki bi porušil naravno in kulturno ravnovesje.

Reka Krka naj bi bila torej v prihodnje le toliko energetsko izkoriščena, da novi posegi ne bi bistveno spremenili njenih hidroloških in krajinskih značilnosti ter ne bi prizadeli ostalih uporabnikov prostora in vodotoka. Z vidika naravne in kulturne dediščine je edina sprejemljiva alternativa postavitvev MHE na lokacijah nekdanjih vodnih obratov na obstoječih zajezitvah. V bistvu bi šlo za revitalizacijo stanja, ki je nekdanje obstajalo.

Na Krki je od izvira do Otočca v različnih obdobjih delovalo 55 obratov na vodni pogon (32 mlinov, 20 žag, 3 kovačije), kar pomeni, da je bil obrat na vodni pogon na vsakih 0,98 km vodotoka. Ker je bilo na eni lokaciji pogosto več vodnih obratov (mlini in žage skupaj) smo vodne obrate strnili na 39 lokacij. Obrati na vodni pogon so v zgornjem toku Krke do Soteske dokaj enakomerno razporejeni, manj jih je od Soteske do Otočca, kjer se struga Krke razširi in se ji zmanjša strmec. Prav pogosto so na odsekih, kjer so bili bregovi dovolj položni, da so omogočili postavitvev objektov na obeh straneh jezov dva ali celo tri samostojna mlinarska gospodarstva za pogon svojih vodnih obratov izkoriščala en jezo, kar kaže da je Krka dovolj vodnata. Tudi anketiranje lastnikov vodnih obratov je potrdilo, da obrati zaradi pomanjkanja vode niso prenehali z delovanjem, tudi v zgornjem toku Krke ne. Bolj problematične so bile spomladanske in jesenske visoke vode. V času vsakoletnih visokih

voda so vodni obrati na 33 lokacijah (84,6%) prenehali z delovanjem. Čas prenehanja delovanja je trajal nekaj dni v zgornjem toku in celo do treh tednov v spodnjem toku Krke.

Velikost oziroma proizvodno sposobnost vodnih obratov je mogoče oceniti s številom mlinskih kamnov, pri žagah pa s številom listov, ki so jih zmogla hkrati poganjati vodna kolesa (Natek, 1984). Mline ob Krki uvrščamo med srednje velike, žage pa med majhne. Mlini so imeli v povprečju 4,6 koles (od 1 - 7), ki so gnali 4 - 6 parov kamnov, trije so imeli turbinski pogon. 24 oziroma 75% mlinov je imelo tudi stope. Med žagami so prevladovala venecianke z 1-9 listi (povprečje 1,9). Manj je bilo krožnih žag (na 10 lokacijah s povprečno 1,6 krožne žage na lokacijo).

Vsi vodni obrati so bili na spodnjo vodo, z vodnimi kolesi z ravnimi lopatami, premora do 2 m v zgornjem toku, do velikih koles z dvojnimi obodom premera 5 m v spodnjem toku Krke, kjer so bila prilagojena večjemu rečnemu pretoku.

Krka je torej predstavljala pomemben energetski vir, kjer se je moč vode izkoriščala za pogon mlinov, žag in kovačij. Izraba pogonske moči se je sproti prilagajala zahtevam in potrebam okolja oziroma pokrajine, ki ji je bila namenjena (Natek, 1984). Največ obratov na vodni pogon je nastalo v 18. stoletju, številčno največ pa jih je bilo med prvo in drugo svetovno vojno. Po drugi svetovni vojni so začeli obrati na vodni pogon zaradi sprememb v družbeno gospodarskem razvoju in ukrepov, ki zasebnemu mlinarstvu in žagarstvu niso bili naklonjeni (obvezna oddaja po II. svetovni vojni, zakon o prepovedi obrtniškega žaganja iz druge polovice petdesetih let), množično propadati in danes redno obratujeta le še dva (mlin v Zagrađcu in mlin v Žužemberku).

Ob prenehanju delovanja vodnih obratov so začeli najprej propadati jezovi. Od izvira do Otočca smo evidentirali trideset jezov, vendar smo upoštevali samo tiste, ob katerih so stali vodni obrati. Obstaja še cela vrsta naravnih lehnjakovih pragov, največ jih je nizvodno od Zagradca, visokih od nekaj dm do metra.

Jezovi so največkrat postavljeni poševno na vodotok, proti vodnemu obratu in z dolgim prelivnim robom, da se gladina zajezitve ob poplavih čim manj dvigne. Betonskih jezov je 5 (16,7%), kamnitih in utrjenih z lesom 12 (40%) ter kamnitih in utrjenih z lehnjakom oz. dvignjenih na naravnih lehnjakovih stopnjah 13 (43,3%). Lehnjak je jezove povezal v čvrsto kompaktno celoto in je ta tip jezov poleg betonskega najbolj ohranjen in obstojen. Danes je dobro ohranjenih 60% jezov, ostali so razpadajoči ali porušeni.

Višina jezov je različna in je prilagojena bregovom in gostoti vodnih obratov ob vodotoku. Povprečno so jezovi visoki 1,8 m, saj zaradi zadostne vodnatosti Krke ni bilo potreb po večjih zajezitvah. Takšno višino jezov so narekovala tudi kolesa na spodnjo vodo in ravne lopate, kjer je najprimernejši padeč 1,5, izjemoma do 2 m (Struna, 1955). Voda je po dovodnem kanalu prihajala na lopate koles. Povprečni instalirani pretoki vodnih obratov so znašali $3 \text{ m}^3/\text{s}$.

Skupni bruto potencial Krke od izvira do Otočca znaša 18520,3 kW. Bistveno manjšo vrednost - 3366 kW pa dobimo, če upoštevamo instalirani pretok vodnih obratov $3 \text{ m}^3/\text{s}$. Ta podatek velja za optimalno izkoriščenost Krke z vodnimi obrati, ko bi bile zajezitve oziroma bruto padci jezov 3,69 m in moč vode instaliranega pretoka in neto padca 103 kW (neto padci pri tako nizkih zajezitvah kot na Krki niso dosti nižji od bruto vrednosti, zato smo upoštevali za neto padeč 95% bruto vrednosti). Ker padeč Krke

ni bil optimalno izkoriščen, je ob povprečni višini zajezitve moč vode povprečnega neto padca in instaliranega pretoka znašala 50,3 kW.

V tabeli podajamo za posamezne lokacije vodnih obratov bruto padce, ki so bili izmerjeni v času nizkega vodostaja Krke v poletnem času, neto padec, moč vode P_v in moč agregatov P_a pri $P_i = 3 \text{ m}^3/\text{s}$ in moč vode in moč agregatov pri povečanju instaliranega pretoka Q_i na 2,7 dvanajstmesečne vode. Vrednost povečanega instaliranega pretoka določimo iz zahteve, da naj bi turbina obratovala vse leto, torej upoštevamo dvanajstmesečni pretok. Za cevne turbine z reguliranimi lopaticami gorilnika, ki bi bile glede na pretoke in višine zajezitev na Krki najbolj primerne velja, da je razmerje pretokov skozi turbino z zadovoljivim izkoristkom 1 : 3. Upoštevamo še 10% vode za omočitev jezua in dobimo vrednost $Q_i = 2,7 Q_{12}$. Za cevne turbine so tehnično primerni padci višji od 1 m (Lukšič - Tomazin, 1985).

Skupna moč agregatov bi pri obstoječih zajezitvah in instaliranih pretokih vodnih obratov znašala 1316,7 kW, pri povečanju Q_i na $Q_{12} \cdot 2,7$ pa 2915,5 kW. Za vse potencialne lokacije majhnih hidrocentral ob skupnem jezua velja, da bi ob instaliranih pretokih, kot so jih imeli vodni obrati lahko delovale MHE na obeh straneh, ob povečanju instaliranega pretoka pa le na eni strani jezua. Pri instaliranem pretoku $Q = 3 \text{ m}^3/\text{s}$ bi MHE lahko delovale vsaj 11 mesecev (7920 ur - upoštevati je potrebno le zelo visoke vode in čas remonta) in bi proizvedle letno 10,4 GWh, pri povečanju instaliranega pretoka pa bi bila letna proizvodnja ob 6000 uŕnem obratovanju 17,5 GWh.

Teoretično bi MHE lahko postavili na vseh mestih, kjer so delovali obrati na vodni pogon, vendar se posamezne možne lokacije po ohranjenosti objekta in jezua (ekonomski vidik), prometni dostopnosti, bližini možnih uporabnikov in primernosti gradnje MHE z vidika SLO precej razlikujejo, zato lahko z izločanjem manj primernih lokacij določimo prioritete (Plut, 1984).

Tabela 2: Bruto padci, neto padci, moč vode in moč agregata pri $Q = 3 \text{ m}^3/\text{s}$ in pri $Q = 2,7 \cdot Q_{12}$ na lokacijah vodnih obratov

Zap. št. lokacije	Vas, hišna številka	H bruto (m)	H neto (m) (0,95 Hb)	PV (kW) ($Q=3\text{m}^3/\text{s}$)	Pa (kW)	Q_{12} (m^3/s)	$Q_1=Q_{12} \cdot 2,7$ (m^3/s)	Pv (kW)	Pa (kW)
1.	Gradišček 1	1,4	1,3	36,3	24,9	1,72 ^x	4,6	60,3	41,4
2.	Erka 27	1,9	1,8	50,3	34,5	1,72	4,6	81,9	56,2
3.	Erka 6	0,7	0,7	19,6	19,6	1,85	5,0	32,5	32,5
4.	Podbukovje 1	1,5	1,4	41,9	28,8	1,85 ^x	5,0	69,5	47,7
5.	brez številke	0,8	0,8	22,7	22,7	1,85	5,0	37,0	37,0
6.	Veliko Globoko 20	2,5	2,4	69,9	48,0	2,1	5,7	131,4	90,2
7.	Marinča vas 13	2,5	2,4	69,9	48,0	2,1	5,7	131,4	90,2
7a.	BE Zagradec	5,3	5,2	-	-	-	4,2	213,1	146,3
8.	Zagradec Fužina 33	2,2	2,1	61,5	42,2	2,2	5,9	121,2	83,2
9.	Grintovec 2	2,0	1,9	55,9	38,4	2,2	5,9	110,1	75,6
10.	Zagradec 21	1,9	1,8	53,1	36,5	2,2	5,9	104,6	71,8
11.	Breg 2	3,9	3,7	109,0	74,8	2,3	6,2	224,7	154,2
12.	Breg - pusti alin	-	-	-	-	-	-	-	-
13.	Breg 8	-	-	-	-	-	-	-	-
14.	Dražča vas 25	1,8	1,7	50,3	34,5	2,42	6,5	109,1	74,9
15.	Dražča vas 26	1,9	1,8	53,1	36,5	2,42	6,5	115,1	79,0
16.	Dražča vas 17 porušen jez	-	-	-	-	-	-	-	-
17.	Šaihel 1	1,4	1,3	39,1	26,9	2,56	6,9	89,7	61,6
18.	Budganja vas 33	1,7	1,6	47,5	32,6	2,77	7,5	117,9	80,9
19.	Žužemberk 161	-	-	-	-	-	-	-	-
20.	Prapreče 19	4,5	4,3	125,8	86,4	2,88	7,8	324,5	222,7
21.	Prapreče 20	-	-	-	-	-	-	-	-
22.	Žužemberk 93	-	-	-	-	-	-	-	-
23.	Žužemberk 138	3,0	2,9	83,9	57,6	2,88	7,8	216,4	148,5
24.	Jana pri Dvoru 35	1,5	1,4	41,9	28,8	3,25 ^x	8,8	122,1	83,8
25.	Jana pri Dvoru 37	4	3,8	111,8	76,8	3,25	8,8	325,5	223,4
26.	Gornji kot 9	-	-	-	-	-	-	-	-
27.	Podgosd 23	1,7	1,6	47,5	32,6	3,25	8,8	138,3	94,9
28.	Soteska 42	-	-	-	-	-	-	-	-
29.	Loška vas 16	1,9	1,8	53,1	36,5	5,12	13,8	246,6	167,2
30.	Rumanja vas 24	1,1	1,0	30,8	21,1	6,21	16,8	171,0	117,4
31.	Vavta vas 24	-	-	-	-	-	-	-	-
32.	Vavta vas 24	1,6	1,5	44,7	30,7	6,21	16,8	248,8	170,8
33.	Srebrniše 8	1,2	1,1	33,6	23,0	6,26 ^x	16,9	188,1	129,1
34.	Novo mesto	1,5	1,4	41,9	28,8	7,96 ^x	21,4	298,2	204,7
35.	Na žago 1 Novo mesto	0,5	0,5	14,0	14,0	7,94	21,4	99,4	99,4
36.	Maškovec 12	1,2	1,1	33,6	23,0	7,94	21,4	238,5	163,7
37.	Lešnica 4	0,6	0,6	16,8	16,8	7,94	21,4	119,3	119,3
38.	Otočec	-	-	-	-	-	-	-	-
39.	Otočec	0,7	0,7	19,6	19,6	8,00	21,6	140,2	140,2

hidrološke vrednosti označene z ^x so prevzete iz hidrološkega elaborata reke Erke za obdobje 1961 - 1975, ostale so interpolirane

2879,4

} skupen jez

Prednost imajo lokacije, kjer so MHE že obratovale, a so z delovanjem iz različnih vzrokov prenehale. Vse imajo dobro ohranjeno poslopje, jez, ustrezno prometno dostopnost, delno strojno opremo za MHE in bližino potencialnih uporabnikov električne energije. (4 lokacije: Gradiček, Jama pri Dvoru, Soteska, Loška vas). Po stopnji primernosti za postavitve MHE jim sledijo lokacije z ohranjenim poslopjem, jezom in dobro prometno dostopnostjo (11 lokacij: Veliko Globoko, Marinča vas, Zagradec - Fužina, Grintovec, Zagradec, Breg, Drašča vas, Budganja vas, Žužemberk ali Prapreče, Gornji Kot, Vavta vas). V tretjo kategorijo primernosti sodijo lokacije z dobro ohranjenim jezom, propadajočim poslopjem in ustrezno prometno dostopnostjo (5 lokacij: Žužemberk, Jama pri Dvoru, Podgozd, Vavta vas, Novo mesto), v četrto pa lokacije z dobro ohranjenim poslopjem, zelo načetim jezom in dobro prometno dostopnostjo (8 lokacij: Podbukovje, Breg pri Zagradcu, Drašča vas, Šmihelj, Rumanja vas, Srebrniči, Novo mesto, Mačkovec).

Usposobitev MHE na lokacijah tretje in četrte kategorije bi zahtevale zaradi propadajočih objektov in jezov, katerih je največ v spodnjem toku, kjer je vodotok širok, večja materialna vlaganja. To bi podražilo proizvodnjo oziroma povečalo ceno kilovatne ure.

Pri Krki in Praprečah sta 1984 začeli delovati MHE za lastne potrebe gospodinjstev, višek energije pa oddajata v omrežje, zato smo jih pri izbiri potencialnih lokacij za MHE izključili.

Izmed vseh lokacij vodnih obratov lahko zaradi bližine večjih naselij ali industrijskih obratov, višjih stopenj zajezev in skrite lege izločimo 6 lokacij MHE, ki bi bile primerne za obratovanje z vidika SLO. (Veliko Globoko, Grintovec, Breg pri Zagradcu, Žužemberk - 2x, Dvor) Vse MHE bi vključili v obstoječe električno omrežje, hkrati pa usposobili za otočno obratovanje ob izrednih prilikah, ko daje generator električno

energijo le trošilcem, ki so nanj priključena.

Za vse potencialne MHE velja, da posamezen objekt sicer ne pomeni velikega doprinosa k proizvodnji električne energije v slovenskem merilu, ki je leta 1982 znašala $8504 \cdot 10^6$ kWh, pomeni pa možnost oskrbe bližnjih uporabnikov in ob otočnem obratovanju možnost napajanja objektov ob izrednih prilikah za potrebe SLO.

Rezultati anketiranja lastnikov vodnih obratov kažejo, da je interes za postavitev MHE velik (zainteresiranih je 56% lastnikov vodnih obratov), vendar zaradi pomanjkanja finančnih sredstev posameznikov težko izvedljiv. S serijsko proizvodnjo bi bilo potrebno strojno opremo MHE čimbolj poceniti ter z ugodnejšimi bančnimi krediti pospešiti privatno izgradnjo MHE, saj je vsaka še tako šibka MHE družbeno koristna. V prvi vrsti pa je potrebno izločiti lokacije MHE, ki so širšega pomena (npr. pomembne za SLO) in pri njih najprej urediti problem lastništva.

Literatura:

1. Bogataj Janez: Mlinarji in žagarji v dolini zgornje Krke, Novo mesto 1982.
2. Gams Ivan: Nekaterne značilnosti Krke in njenih pritokov, Dolenjska zemlja in ljudje, Novo mesto 1962.
3. Ilešič Svetozar: Rečni režimi v Jugoslaviji, Geografski vestnik 1947, Ljubljana 1947.
4. Lukšič Marjana - Tomazin Peter: Elektroenergetska izraba obstoječih zajezev na reki Krki, Novo mesto 1985.
5. Natek Milan: Nekaterne geografske značilnosti izrabe vodne sile v porečju Krke, Dolenjska in Bela krajina - Zbornik XIII. zborovanja slovenskih geografov, Ljubljana 1984.
6. Novak Dušan: Hidrogeološke značilnosti osrednje Dolenjske, Naše jame 11, Ljubljana 1970.

7. Plut Dušan: Vode v Beli krajini in njihova uporaba, Ljubljana 1984.
8. Plut Dušan: Metodologija določevanja primernih lokacij za gradnjo majhnih hidroelektrarn z uporabo pokrajinskega (regionalnega) vidika, Ljubljana 1984.
9. Struna Albert: Vodni pogoni na Slovenskem, Ljubljana 1955.
10. Šifrer Milan: Nekateri geomorfološki problemi dolenskega Krasa, Naše jame 11, Ljubljana 1970.
11. Škerjanec Karel: Hidrološki elaborat reke Krke za obdobje 1961 - 1975, Ljubljana 1981, HMZ SRS.
12. Šolc Leopold: Zgradimo majhno hidroelektrarno, 1. in 2. del, Ljubljana 1981.
13. Šolc Leopold: Zgradimo majhno hidroelektrarno, 3. del, Ljubljana 1983.
14. Vodnogospodarske osnove Slovenije, Zveza vodnih skupnosti Slovenije, Ljubljana 1978.
15. Zavod za spomeniško varstvo SRS: Spomeniško varstveni in naravovarstveni režim v dolini Krke na območju novomeške občine, Ljubljana 1969.

UDC 91.627 (662.1) (497.12 ("Krka")) - 20

M. Lukšič

CATCHMENTS ON RIVER KRKA AT DOLENJSKA AND THEIR POSSIBILITIES FOR ENERGETIC USE

Summary

Small hydroelectric power plants became actual and economic founded after energetic crisis in 1970 s. Their advantages are among others also in preventing erosion and enriching low water. They can represents smaller antropogene encroachment upon natural environment. This is particularly important for Krka. It represents with its rapids, islands, richness of fishes, dams and former mills and saw mills. the most significant part of natural heritage in Slovenia. Location of small hydroelectric power plants is for that reason the matter of dispute. The only acceptable alternative is to locate them at the former water works location. It wont affect Krka stream, valley landscape design and its other functions (landscape park, water recreation, drinking water springs).

During different periods 55 water works were located on Krka, from its spring and up to Otočec. The water works were declining after the second world war because of changes in economic development and noninclined post war measures for private millers and sawers activity.

We determined on the basis of fieldwork only 39 water works. Theoretically it is possible to locate electric power plant on all of them. However, their locational conditions differs according to water works construction, their dams, transport accessibility, closeness of potential consumers and suitability of location from self people's resistance point of view. By selecting the most suitable ones (Plut 1984) we ranked them according to their locational priorities into four grades. Small electric power plants can produce, on the basis of previous dams and average instalated flow ($Q=3 \text{ m}^3/\text{sec}$) and its eleventh month operation around $10 \times 10^6 \text{ kWh}$. With increasing its instalated flow to $7.5 \text{ m}^3/\text{sec}$. They can produce $19.9 \times 10^6 \text{ kWh}$. So an average annual production can be $0,35 \times 10^6 \text{ kWh}$. Of course this is just a small share in Slovenian electric production (Slovenian production in 1982 was $8,504 \times 10^6 \text{ kWh}$). Although it can represents an opportunity for supply of neighbouring consumers and self public's resistance demands.