

UDK 556.3(437.16)

Borivoje F. Mijatović\*

**MOGUĆNOST INTEGRISANOG UPRAVLJANJA VODNIM  
RESURSIMA PLANINE LOVCEN**  
**LA POSSIBILITÉ DE LA GÉSTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN  
EAU DANS LA MONTAGNE DE LOVCEN**

I Z V O D

I pored velikih godišnjih padavina u najširem prostoru Lovćenskog masiva, letnji period se redovno karakteriše oskudicom u vodi, tako da se problem vodosnabdevanja ne može rešavati na osnovu postojećeg stanja vodnih objekata. Može se, međutim, prići integrisanom upravljanju ukupnih vodnih resursa preko formiranja manjih površinskih akumulacija i veštačkog regulisanja režima podzemnih voda u onim lokalitetima u kojima se geološko tektonska grada i hidrološki uslovi pokazuju relativno povoljnim. Na taj način bi se poboljšali prirodni uslovi formiranja i čuvanja vodnih resursa (rezervi) iz kišnog perioda u sušni, kada Lovćen praktično ostaje bez vode.

I radu su izloženi osnovni modaliteti integrisanog upravljanja resursima Lovćena i neki primjeri mogućih intervencija.

S y n o p s i s

Malgré les abondantes précipitations annuelles dans la région de Lovćen, la période d'été est caractérisée par une pénurie en eau. Le problème de l'approvisionnement en eau ne peut être résolu par l'utilisation des objets d'eau existants. On peut, cependant, passer à une gestion intégrée des ressources globales, par la régulation techniques du régime des eaux souterraines dans les localités où le conditions géologiques et hydrologiques sont relativement favorables. C'est ainsi qu'on espère améliorer les conditions naturelles de la conservation des réserves d'eau, formées en période pluvieuse, pour les exploiter pendant la période sèche.

On a exposé les modalités de base d'une gestion intégrée des eaux de Lovćen et quelques exemples des interventions possibles.

\* Dr Borivoje F. Mijatović, red. prof. Univerziteta u Novom Sadu, naučni savetnik, "Geozavod - HIG" u Beogradu.

## U V O D

**I**pored velikih godišnjih suma padavina u širem prostoru Nacionalnog parka Lovćen,ovo područje trpi veliku oskudicu u vodi tokom godine. Naročito je suša izražena u letnjim mjesecima, tako da se problem vodosnabdevanja ne može rešavati na osnovu postojećih vodnih objekata, čiji je kapacitet više nego skroman. Ovakvo stanje traži drugačiji prilaz rešavanju problema, i to:

- formiranje malih površinskih akumulacija u morfološki povoljnim delovima terena, i

- regulisanjem vodnog režima podzemnih voda u onim lokalnostima, u kojima geološki kontekst i hidrogeološki uslovi omogućuju postojanje visećih kraških izdani.

Ovakav način pristupa problemu vodosnabdijevanja ima za cilj da se poboljšaju prirodni uslovi čuvanja i kontrole vodnih resursa iz vlažnog (kišnog) perioda godine u sušni period, kada Lovćen praktično ostaje bez vode.

U ovom radu iznijeti su osnovni postulati integrisanog upravljanja vodnim resursima i neki primjeri mogućih veštačkih intervencija u širem prostoru Nacionalnog parka "Lovćen".

## FAKTORI UTICAJA NA REŽIM FORMIRANJA I TRAJANJA VODNIH RESURSA

Prema savremenim shvatanjima geotektonike Crne Gore, antiklinalna struktura Lovćenskog masiva pripada starocrnogorskoj površi, prosečne visine oko 700-800 m, koja kao dobro izražena morfološka cjelina označava prostor između Primorja, Zetsko-skadarske ravnice, Nikšićkog polja i klanca Duge. Njene hidrogeografske osobine direktna su posljedica geološkog tektonskog sklopa i klimatskih prilika koje ovde traju od postpleistocenske klime do danas. Teren je neobično diseciran i razoren kraškom erozijom, tako da u čitavom prostoru ne postoje nikakvi površinski tokovi (skoro bez izdanka podzemnih voda) i pored obilja godišnjih padavina, naročito u užoj zoni Lovćenskog masiva (preko 5000 mm godišnje). To istovremeno ukazuje na vrlo specifične hidrogeološke osobine karbonatnih (pretežno krečnjačkih) stenskih masa, koje glavninu godišnjeg impluvijuma usmeravaju prema dubokim podzemnim tokovima, koji se dreniraju po obodu, odnosno podnožju Lovćenskog gorja u vidu velikih izvora, ako što su Škurda i Gurdic u sливу Kotorskog zaliva i Obod, Podgor i periodični izvori Obzovica i Uganska vrela u sливу Skadarskog jezera.

Postavlja se, dakle, pitanje mogućnosti regulacije (redistribucije) godišnjeg impluvijuma u prostoru i vremenu. Prostor podrazumeva sve lokacije u području Nacionalnog parka "Lovćen" povoljne za formiranje površinskih akumulacija i visećih kraških izdani, a vreme dugi sušni period u kome treba sačuvati i koristiti vodne resurse stvorene u toku vlažnog perioda. Drugim rečima, radi se o pretvaranju nepovoljne raspodele godišnjih suma padavina u regulisani hidrogram oticanja (zbog sušnog perioda) tehničkim sredstvima (površinske i podzemne retencije). Postupak koji se primjenjuje može se ilustrovati slikom 1, tj.prikazom mogućeg regulisanja proticaja izvora Koritnik u Njeguškom polju u toku 150 dana sušnog perioda srednje godine (slika 1a) koji bi se ostvario veštačkim usporom samog izvora. Na slici 1b prikazan je stvarni odnos hijetograma i hidrograma izvora Koritnik za period septembar-novembar 1979. godine, izrazito nepovoljan zbog velike neravnomernosti hidrodinamičkog režima izvora.

## DEFICIT OTICANJA U KRAŠKIM SLIVOVIMA LOVĆENA

Glavni zadatak koji se javlja kod analize godišnjih suma padavina jeste određivanje neto padavina koje se mogu pripisati površinskom i podzemnom oticanju u funkciji periodičnosti vlažnih i sušnih razdoblja tekuće godine. Zbog odustupa površinskog oticanja u hidrogeološkim slivovima kraških terena, određivanje deficitita oticanja svedi se na određivanje realne evapotranspiracije

$D = Er \dots\dots\dots(1)$   
a dobijene neto padavine pripadaju podzemnom oticanju, kao

$$P_{\text{bruto}} - Q - Er = P_{\text{neto}} \dots\dots(2)$$

gde su:

$D$  - deficit oticanja  
 $P_{\text{bruto}}$  - bruto (ukupne) padavine

$Q$  - površinsko oticanje

$Er$  - realna evapotranspiracija

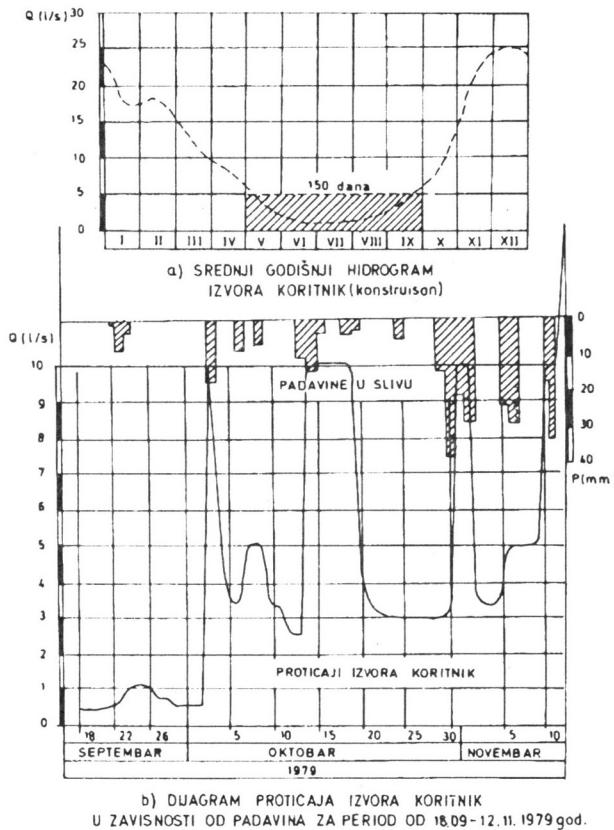
$P_{\text{neto}}$  - neto padavine

U datom slučaju, deficit oticanja integriše ukupno fizičko i biološko isparavanje sa površine terena i vegetacionog pokrivača. Pošto se isključuje nadizdanska zona i kapilarni pojas u najvećem delu kraškog sliva, deficit oticanja ili  $Er$  zavisi samo od dva faktora: padavina i temperature,  $D=f(P, T)$ .

Zbog toga se za ocenu godišnjeg vodnog bilansa datog sliva relacija  $D=Er$  računava primenom poznate formule M. TUČ-a, na osnovu srednjeg godišnjeg imenovljivuma i srednje godišnje temperature, kao:

$$D = Er = \frac{P}{\sqrt{0,9 + P^2/L^2}} \dots\dots(3)$$

U ovoj formuli  $Er$  i  $P$  su dati u mm, a parametar  $L$  izrazom  $L = 300 + T \times 25 + T^3 \times 0,05$  gde je  $T$  srednja vrednost godišnje temperature izražena u  $^{\circ}\text{C}$ . Radi potpunije preglednosti temperaturnog i padavinskog režima u



Sl.1. - Rezultati ispitivanja izvora Koritnik u Njeguškom polju

širem klimatskom prostoru Lovćena, daju se uporedni petnaestogodišnji podaci (1926-1940) za sledeće stanice:

Srednja godišnja amplituda temperature i padavina na datim stanicama prikazana je u sledećim tablicama.

#### TEMPERATURA

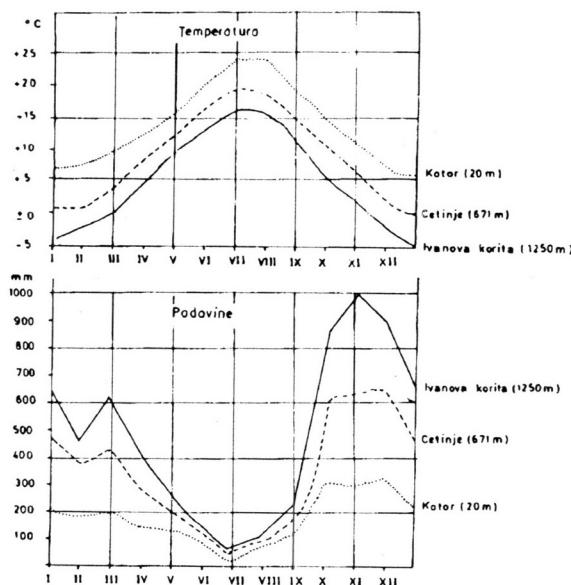
Stanica	Januar	Februar	Mart	April	Maj	Juni	Juli	<th>Septem.</th> <th>Oktobar</th> <th>Novem.</th> <th>Decem.</th> <th>Srednji vredn.</th>	Septem.	Oktobar	Novem.	Decem.	Srednji vredn.
Kotor	7.4	7.8	10.2	13.3	17.5	22.0	25.0	24.4	20.8	16.4	12.3	8.3	15.4
Cetinje	0.7	0.9	4.4	9.2	13.6	18.2	21.3	20.6	16.4	11.4	7.4	2.4	10.5
Ivanova korita	-5.1	-5.5	-0.8	5.7	10.1	14.8	17.9	17.2	12.4	11.4	2.8	-2.8	5.9

#### PADAVINE

Kotor	210	187	197	147	138	102	28	65	113	309	299	321	2.118
Cetinje	468	379	433	276	204	143	43	90	185	613	624	561	4.109
Ivanova korita	581	403	572	396	279	137	73	89	246	781	928	793	5.278

na na Slici 2 (V a s o v i Ć, 1955). Tako, temperaturna amplituda u Kotoru iznosi  $17,6^{\circ}\text{C}$ , na Cetinju  $20,6^{\circ}\text{C}$ , a na Ivanovim Koritima  $23,4^{\circ}\text{C}$ . U vezi sa padavinama, važno je sagestat da se glavnina vodenog taloga izluči u zimskom delu godine. Ivanova Korita beleže maksimum padavina u novembru 928 mm (karakteristična su i sa najvećim snežnim pokrivačem u Jugoslaviji). Oskudica padavina na ovom području vrlo je izražena leti (u toku juna, jula, avgusta i septembra); to je izrazito sušni period, koji čini samo 10 % godišnjih padavina. Oktobar, novembar i decembar su kišni meseci sa 44% godišnjih padavina.

Uzimajući u obzir prednje podatke o vrlo neujednačenom padavinskom i temperaturnom režimu tokom godine u širem prostoru Lovćena, nije teško doći do zaključka da će odredba deficitne oticanja ( $D=Er$ ) i neto padavina ( $P_{neto}$ ) odgovornih za obnavljanje vodnih resursa biti pod velikim uticajem sezonskih oscilacija kako padavina tako i temperature. To se naročito manifestuje upoređivanjem, svih faktora za sušni i kišni period sa godišnjim vrednostima, zbog čega je prava slika o uticaju  $Er$  i  $P_{neto}$  na formiranje i



Sl.2 - Godišnji tok (kolebanje) temperature i padavina u Kotoru, Cetinju i Ivanovim Koritim (VASOVIĆ, 1955)

годишње обнављање водних ресурса ного неповољнија него што се то може закључити на основу срачунатих годишњих вредности  $E_r$  и  $P_{neto}$ .

Као илустрацију предњих разматранја узели smo улазне податке о падавинама за кишомерну станицу Обзовица и температурне податке са метеоролошке станице Стенице за десетогодишњи период (1957-1977). За дати период фактори водног биланса су приказани у Табели 1, а у Табели 2 фактори водног биланса распоредени по тромесечјима за исти временски период (Мјесец од јануара до јуна, 1986).

Проценије средње тромесечне вредности  $E_r$  и  $P_{neto}$  за средње влаžну годину (Табела 2) битно се разликује од вредности приказаних у Табели 1;  $E_r$  овде износи 1315 mm или 45 % падавина, а не 600 mm или 20 % падавина, како је дато у Табели 1. Такође  $P_{neto}$  је мање и износи 55% падавина, уместо 80% како је добијено у Табели 1 на основу средњих годишњих вредности.

Оваквом анализом добијају се реални резултати и за неке pojedinačne године (Табела 3). Као што се види, однос између фактора  $E_r$  и  $P_{neto}$  у сујевим тромесечјима (IV-VI, VII-IX) неповољан је за обнављање водних ресурса и резерви подземних вода, јер је  $P_{neto}$  занемарљиво у односу на  $E_r$ . У влаžним тромесечјима (I-III, X-XII) слика је скоро obrнута, нарочито за период октобар-декембар. Када се на основу овако добијених фактора  $E_r$  и  $P_{neto}$  срачунaju средње вредности, приближно се добија за све три године (1961, 1974. и 1977) да  $E_r$  и  $P_{neto}$  деле годишњи импутивијума у приближном односу 45% : 55%.

Може се, према томе, закључити да у климатским условима крашког терена Lovćena, где средње дневне и месечне температуре варирају од испод нуле до преко 20°C, уз познату неравномерност и падавинског режима, фактор реалне евапотранспирације као дефицит отicanja u slivovima, trpi velike promene u toku godine; njene стварне вредности у временски интервалима сујеви период - влаžni period међусобно се битно разликују, што директно утиче на смањење вредности фактора  $P_{neto}$ , који формира и обнавља водне ресурсе у сливу.

Tabela 1 - Основни фактори годишњег биланса у сливу Уганских врела

Временски interval	Улазни подаци	Фактори водног биланса		$P = E_r + P_{neto} \text{ (m}^3\text{)}$ у сливу $A = 10,0 \cdot 10^6 \text{ m}^2$
		Фактор $E_r$ (mm)	Фактор $P_{neto}$ (mm)	
Srednja godina -period 1957-1977	$P_o=3000 \text{ mm}$ $T_o=10,3^\circ\text{C}$	600 (20% od $P_o$ )	2400 (80% od $P_o$ )	$30,0 \cdot 10^6 = 6,0 \cdot 10^6 + 24 \cdot 10^6$
1961	$P_{o1961}=2268 \text{ mm}$ $T_{o1961}=10,6^\circ\text{C}$	605 (27% od $P_{1961}$ )	1663 (73% od $P_{1961}$ )	$22,68 \cdot 10^6 = 6,05 \cdot 10^6 + 16,63 \cdot 10^6$
1974	$P_{o1974}=2862 \text{ mm}$ $T_{o1974}=9,7^\circ\text{C}$	578 (20% od $P_{1974}$ )	2284 (80% od $P_{1974}$ )	$28,62 \cdot 10^6 = 5,78 \cdot 10^6 + 22,84 \cdot 10^6$
1977	$P_{o1977}=2827 \text{ mm}$ $T_{o1977}=9,7^\circ\text{C}$	577 (20% od $P_{1977}$ )	2250 (80% od $P_{1977}$ )	$28,27 \cdot 10^6 = 5,77 \cdot 10^6 + 22,50 \cdot 10^6$

Tabela 2 - Procena srednje tromesečne evapotranspiracije (po m. turc-u) i neto padavina za srednju godinu (1957-1977) (mm)

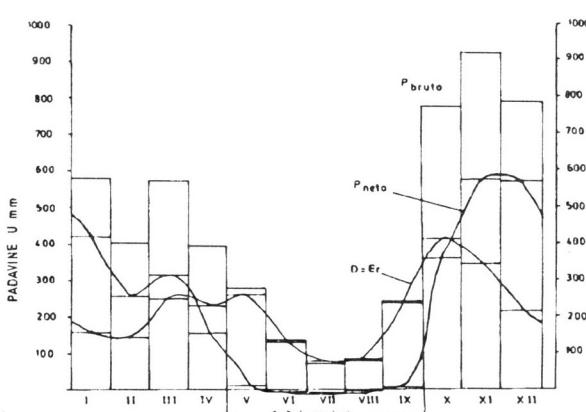
Jan.	Feb.	Mart	April	Maj	Juni	Juli	Avg.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Ukupno godišnje
			P=935	P=485		P=386			P=1094			2900
			E <sub>r</sub> =351(37%)	E <sub>r</sub> =422(87%)		E <sub>r</sub> =374(97%)			E <sub>r</sub> =168(15%)			1315(45%)
			P <sub>neto</sub> =584(64%)	P <sub>neto</sub> =63(13%)		P <sub>neto</sub> =12(3%)			P <sub>neto</sub> =925(85%)			1585(55%)

Tabela 3 - Procena srednje tromesečne evapotranspiracije (po m. turc-u) i neto padavina za godine 1961, 1974 i 1977 (mm)

G	Jan.	Feb.	Mart	April	Maj	Juni	Juli	Avg.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Ukupno godišnje
1961		P=602		P=672			P=108			P=886			2268(100%)
		E <sub>r</sub> =174(29%)		E <sub>r</sub> =521(78%)			E <sub>r</sub> =108(100%)			E <sub>r</sub> =216(24%)			1019(45%)
		P <sub>neto</sub> =428(71%)		P <sub>neto</sub> =151(22%)			P <sub>neto</sub> =0(0%)			P <sub>neto</sub> =670(76%)			1249(55%)
1974		P=495		P=723			P=502			P=1142			2862(100%)
		E <sub>r</sub> =207(42%)		E <sub>r</sub> =509(70%)			E <sub>r</sub> =488(89%)			E <sub>r</sub> =138(12%)			1342(45%)
		P <sub>neto</sub> =288(58%)		P <sub>neto</sub> =214(37%)			P <sub>neto</sub> =54(11%)			P <sub>neto</sub> =1004(88%)			1560(54%)
1977		P=1143		P=309			P=415			P=960			2827(100%)
		E <sub>r</sub> =394(34%)		E <sub>r</sub> =297(96%)			E <sub>r</sub> =399(96%)			E <sub>r</sub> =168(18%)			1258(44%)
		P <sub>neto</sub> =749(66%)		P <sub>neto</sub> =12(4%)			P <sub>neto</sub> =16(4%)			P <sub>neto</sub> =792(82%)			1569(56%)

Tako se potvrđuje izniti zaključak da se značajnije količine vodnih resursa u postojećim slivovima Lovćenskog područja mogu formirati samo u toku vlažnog perioda hidrološke godine.

Na Slici 3 šematski je prikazan približan odnos između godišnjeg impluvijuma, deficitata oticanja i neto padavina za područje Ivanova korita, kao ilustracija iznetog zaključka (Tabela 4). Prema datom grafičku, u toku srednje godine formira se na svaki kvadratni kilometar užeg područja oko 2.681.000 m<sup>3</sup> vode u vidu površinskog i podezmenog oticanja, a 2.597.000 m<sup>3</sup> vode sa iste površine gubi u vidu evapotranspiracije. Prva zapremina čini godišnje vodne resurse datog terena kojima se savremenim tehničkim sredstvima može upravljati (ne u celini) u funkciji prirodnih geoloških i topografskih uslova datog hidrogeološkog sliva. Druga zapremina kao faktor deficitata oticanja trajno se gubi u toku godine iz sliva.



Sl.3 - Godišnji odnos bruto padavina, deficitata oticanja i neto padavina za rejon Ivanovih Korita

Tabela 4 - Procena mesečnih vrednosti deficitia oticanja i neto padavina za srednju godinu (1926-1940) na kišomernoj stanicji Ivanova Körta

Faktori vodnog bilansa	Jan.	Feb.	Mart	April	Maj	Juni	Juli	Avg.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Godišnje
P <sub>bruto</sub>	581	403	572	396	279	137	73	89	246	781	928	793	5.278
D=E <sub>r</sub>	160	145	254	237	264	140	77	90	244	417	348	221	2.597
P <sub>neto</sub>	421	258	318	159	15	-3	-4	-1	2	364	580	572	2.681

### REJONI MOGUĆIH INTERVENCIJA

#### Uvažavajući činje

nice, (1) da je za dalji razvoj ovog područja od primarnog značaja obezbeđenje dovoljnih količina kvalitetne vode za vodosnabdevanje, i (2) da se tokom vlažnog perioda hidrološke godine stvaraju dovoljne rezerve vodnih resursa preko suma godišnjih padavina, potrebno je sa hidrogeološke tačke gledišta definisati one uže rejone lovćenskih terena u kojima su prirodni uslovi povoljni za formiranje manjih površinskih akumulacija i višečih kraških izdani.

Medu depresijama koje dolaze u obzir za formiranje površinske akumulacije posebno treba razmotriti veliku **udolinu Blatište**, zbog njenog položaja u slivu Ljubinog potoka i Ivanovih korita, veličine i vodonepropusne podloge u svom najvećem delu.

Blatište, kao prelazni morfološki oblik između vrtače i uvale, nalazi se neposredno ispod izvora Ivanova korita, ravnog je dna i izduženo po pravcu sever-jug, tako da u celini pripada slivu i Ljubinog potoka i Ivanovih korita. Imajući u vidu obim godišnjih suma neto padavina i površinu sliva, njeno punjenje i godišnje hranjenje površinskim doticajima iz pravca Ljubinog potoka i Ivanovih korita (Sljika 4) je osigurano svake godine.

Relativno obimni istražni radovi koji su ovde izvedeni u cilju detaljnijeg upoznavanja litološkog sastava podloge (šematski prikazani na Slici 5, Radulović, 1982), utvrdili su prisustvo pretaloženih diluvijalnih glina, debljine 1-3 m, koje su istaložene u toku kraće jezerske faze ovog terena, posle povlačenja glečera sa Lovćena. Iako se u samoj uvali nalazi jedan izolovani ponor, dno joj je zbog prisustva glacijalnih glina nepropusno, pa se, uz manje sanacione radeve oko ponora, može uspešno ostvariti površinska akumulacija od oko 1.500.000 m<sup>3</sup> vode sa kotom usporava na +1225 m. Na Slici 5, prikazan je položaj i dužina projektovanog nasipa - brane, za ostvarenje akumulacije na toj usporenoj koti. Značaj ovog projekta potenciran je pre svega velikom količinom vode, koja se može dobiti u budućoj akumulaciji Blatište.

Kao potencijalni rejoni za slične zahvate vode dolaze u obzir još i **Dolovi, jezero ispod Jezerskog vrha, Pištet, Šanik, Kuk, Bižaljevac i Vučji do**. Zbog velikog značaja koji ova mesta imaju za budući razvoj i korišćenje vodnih resursa u prostoru Nacionalnog parka "Lovćen", osvrnućemo se na neka dosadašnja geološka i hidrogeološka istraživanja u ovim terenima, naročito u Njeguškom polju, Pištetu, Bižaljevcu,

cu, Obzovici i Uganskim vrelima, koja su imala za cilj izradu projekta za stvaranje površinskih i podzemnih akumulacija.

Najšire područje pomenu-tih terena izgraduju karbona-tni sedimenti trijaske i jur-ske starosti. Trijas je otkriven na površini između Njeguškog polja i Pišteta, Duboki Do - Vučji do, na kotorskim strana-ma zapadno od Štirovnika i is-točno od Lovćenskog masiva prema Cetinjskom polju i ju-goistočno prema Obzovici.

Slika 4. - Topografija rejonu uvale Blatište sa širom okolinom kraškog terena (list Kotor, R 1:25.000)

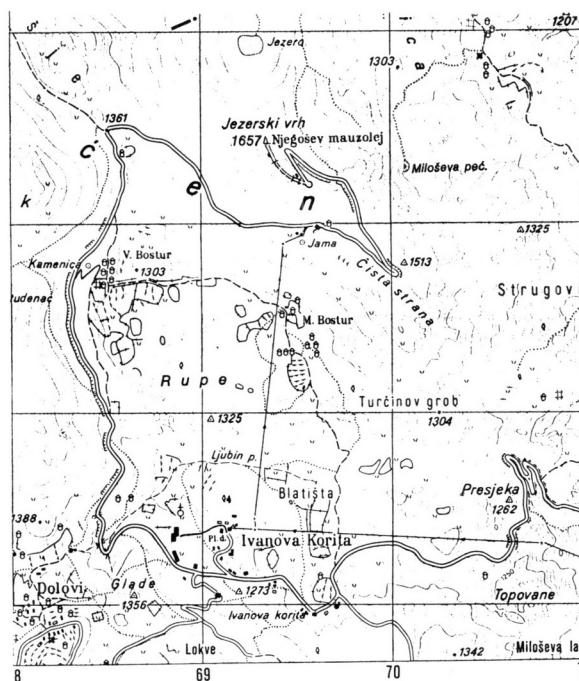
Istočno od Lovćenskog masiva, podinu kraške izdani u gornjotrijaskim krečnjacima i dolomitima čini srednjotrijaski fliš i sedimentno-vulkanogena serija (anizijski i ladinski kat -  $T\frac{1}{2}$  i  $T\frac{3}{2}$ ). U erozionim dolinama i usecima, gde ovi vodonepropusni sedimenti izlaze na površinu terena, izbjaju veliki izvori, preko kojih se prazni gornjotrijaska kraška izdan, i to: povremeni izvori Obzovica i Uganska vrela (na kotama +800 m i +700 m) i stalni izvor Podgorska vrela (na koti +160 m).

Jurski sedimenti leže konkordantno preko trijasa i počinju serijom bankovitih i slojevitih krečnjaka donje jure, koja se završava sekvencom naizmjenično uslojenih laporovitih krečnjaka i laporaca tankoslojevitih i pločastih. Preko donje jure leže bankoviti i slojeviti krečnjaci srednje jure, sačuvani uglavnom u sinklinalnim strukturama. Oni takođe izgraduju i najviše vrhove planinskog masiva Lovćena: Jezerski vrh, Štirovnik i Šanik. Pretežno su zastupljeni u terenima zapadno od Lovćenskog masiva, za razliku od trijaskih karbonatnih tvorevina čije je razviće dominantno u terenima istočno i jugoistočno od Lovćena.

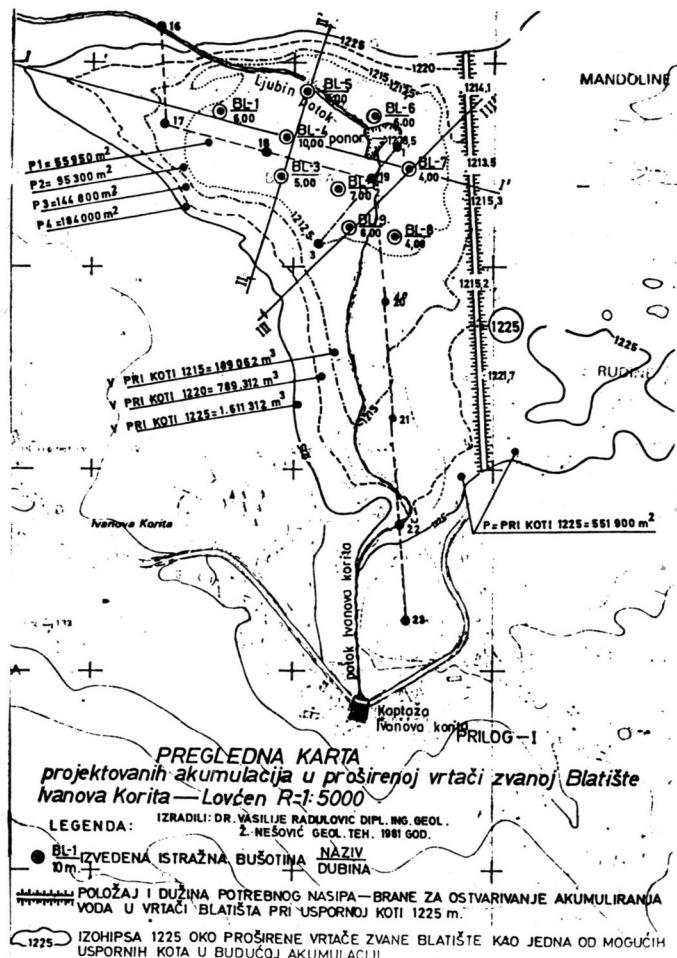
Može se, dakle, na osnovu iznetih podataka o geološko-tektonskom sklopu u najširem prostoru Nacionalnog parka "Lovćen", zaključiti da u hidrogeološkom pogledu postoje dve odvojene kraške izdani, i to:

- duboka izdan u gornjotrijaskim karbonatnim sedimentima, koja sa ekonomsko-tačke gledišta nije interesantna za racionalnu eksplotaciju u cilju vodosnadbavljanja, zbog velike dubine zahvata voda, i

- plitka ili viseća kraška izdan formirana u srednjojurskim bankovitim do slojevi-



Slika 4. - Topografija ređona uvale Blatište sa širom okolinom kraškog terena (list Kotor, R 1:25.000)



tim krečnjacima koja se racionalno može koristiti za vodosnadbevanje, jer je dostupna jednostavnim zahvatima, bilo a veštačko regulisanje ovih izdani u toku godine ili za izgradnju površinskih akumulacija u onim lokalnostima u kojima podlogu terena čine vodonadpropusni do slabopropusni sedimenti donje - lijsa.

Pri opisu geološko-tektonske grade i hidrogeoloških uslova u ovim terenima treba naročito podvući specifičan odnos između donjojurskih (lijaskih) škriljavih i laporovitih pločastih krečnjaka i srednjojurskih (dogerskih) bankovitih krečnjaka, koji je najvažnija prirodna pretpostavka za transformaciju godišnjih sumi neto padavina u vodne resurse, dostupne korišćenju i regulaciji, preko površinskih akumulacija i visećih kraških izdani.

U litološkom pogledu lijska karbonatna serija ( $J_1$ ) pokazuje uopšte facijalne razlike, pri čemu u njoj uočavaju dva tipa razvića, i to:

- prvi tip, prisutan u području Cuca, Meoca, Bijelih poljana, Čelinca i Kosijera, zastupljen jeskoro sve samim krečnjacima i dolomitima sa vrlo malo ili bez lapor-

vitih slojeva i bez rožnaca, sa mnoštvom školjaka litiotida; to je krečnjački ili litiotidski tip lijsa, i

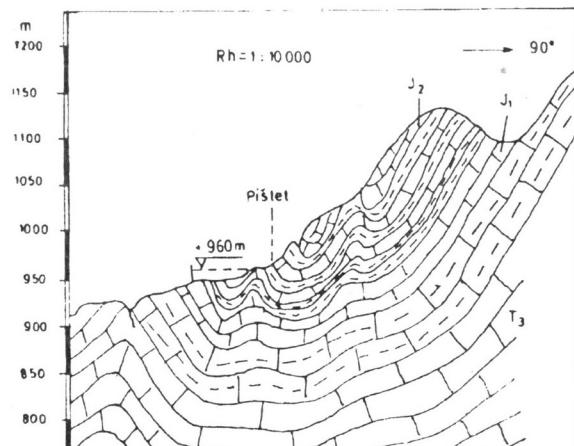
- drugi tip, koji predstavlja seriju krečnjaka i dolomita sa znatnim interkalacijama laporaca i rožnaca brahiopodskom faunom, pa se naziva brahiopodski laporoviti tip lijsa; prisutan je u širem području Lovćena, Njeguškog polja, Risan, Ledenica i Grahuovskog polja. Njeguško polje sa širim okolinom upravo je klasična oblast razvića brahiopodskog laporovitog tipa lijsa, čiji je hidrogeološki značaj u ovim kraškim terenima nesumnjivo velik zbog funkcije podinskog i bočnog izolatora koju ima u svim sinklinalnim strukturama. Takav je slučaj u lokalnostima Pištet i Bižaljevac.

**Lokalnost Pištet** nalazi se 1100 m istočno od Njeguškog polja, na nadmorskoj visini između 940 m i 970 m. To je nevelika suva (eroziona) dolina koja u donjem toku ima obradivog zemljišta, sačuvanog od daljeg spiranja izgradnjom stepenastih terasa. Dolina je usećena u srednjojurske (dogerske) krečnjake ( $J_2$ ), ispucale i krastifikovane, sve do lijskih laporaca i laporovitih krečnjaka koji izgraduju ubranu i polegla sinklinalnu strukturu u čijem jezgru su erodovani dogerski krečnjaci ( $J_2$ ), a na krilima lijski laporci i laporoviti pločasti i tankouslojni krečnjaci (Slika 6). Na Slici 6 šematski je prikazan karakterističan geološki prfil sa međusobnim odnosom lijskih i dogerskih sedimenata, angažovanih u sinklinalnoj strukturi sa različitom hidrogeološkom funkcijom lijskih laporaca (izolatora) i dogerskih krečnjaka (vodosnika - rezervoara).

Laporci i laporoviti krečnjaci su pločasti i tankoslojeviti do škriljavci. U njima je prisutna pukotinska i prslinska poroznost bez izraženih pojava kraške erozije. U ovom stenskom komplaksu značajnije gubljenje vode može se očekivati samo duž međuslojnih pukotina, i to u delovima terena gde su padovi slojeva strmiji i gde preovladavaju laporoviti krečnjaci nad uškriljenim laporcima. Debljina čitavog paketa laporaca i laporovitih krečnjaka iznosi oko 80 m. Ispod njih leži serija donojurских i gornjotrijaskih krasifikovanih krečnjaka, odakle se nastavljaju moćne mase trijaskih krečnjaka i dolomita, debljine oko 500 m.

Pregradno mesto za površinsku akumulaciju (čiji red veličine ide od 0,5 do 0,75 miliona  $m^3$  vode) nalazi se na kontaktu krasifikovanih krečnjaka sa laporcima i laporovitim krečnjacima, odnosno na zapadnom krilu polegle sinklinale.

Površinska akumulacija Pištet bila bi, dakle, formirana na stenskom kompleksu lijskih laporaca i laporovitih krečnjaka, koje su neuporedivo slabopropusni u odnosu na krasifikovane krečnjake preko kojih leže. Zbog mogućeg sporadičnog



Slika 6. - Šematski geološki profil užeg područja Pištet sa pregradnim mestom buduće brane akumulacionog jezera

gubljenja vode i u ovom kompleksu potrebno je detaljnim i kompleksnim hidrogeološkim istraživanjima utvrditi stepen vododrživosti akumulacije i pregradnog mesta brane.

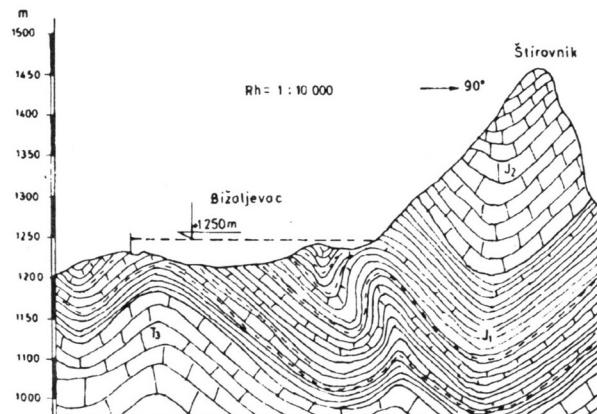
**Lokalnost Bižaljevac** nalazi se na zapadnim padinama Štirovnika prema kotoranskim stranama, na nadmorskoj visini između 1230 m i 1250 m. Masiv Štirovnika se nalazi u jezgru jedne složene sinklinalne strukture, koju izgraduju isti stratigrafski sedimenti kao i sinklinalnu Pištet: lijaski laporci i laporoviti krečnjaci i dogerski krasifikovani krečnjaci (- Slika 7).

Debljina kompleksa lijaske laporovite serije iznosi oko 150 m. Zapadno krilo sinklinale Štirovnik ubarno je u niz sekundarnih plikativnih oblika, što je uslovilo da u lokalnosti Bižaljevac debljina laporovite serije bude znatno reducirana. Po geomorfološkom obliku, dolina Bižaljevac je tipična slepa dolina, što ukazuje na malu debljinu vododrživih laporaca u samom dnu doline, tako da je vododrživost ovog dela buduće akumulacije dosta problematična. Kao i u lokalnosti Pištet, i ovde laporovita lijska serija leži preko lijaskih i trijaskih krasifikovanih krečnjaka. Poniranje površinskih voda moguće je duž pukotina i prslina, posebno duž međuslojnih pukotina u zapadnom delu geološkog profila gde laporci i laporoviti krečnjaci imaju fleksurno povijanje. Kao slepa kraška dolina, Bižaljevac ukazuje na mogućnosti koncentrisanog gubljenja vode u samom dnudoline, što treba detaljno ispitati pri kompleksnim hidrogeološkim ispitivanjima akumulacionog basena i pregradnog mesta za budući branu. Red veličine korisne zapremine ove akumulacije isti je kao u lokalnosti Pištet.

Što se tiče ostalih rejonata mogućih intervencija za površinske akumulacije koji su u ovom radu spomenuti, potrebno je izvršiti prethodno rekognosciranje tih terena, da bi se što realnije procenila njihova potencijalna vrednost sa gledišta stvaranja i racionalnog korišćenja vodnih resursa.

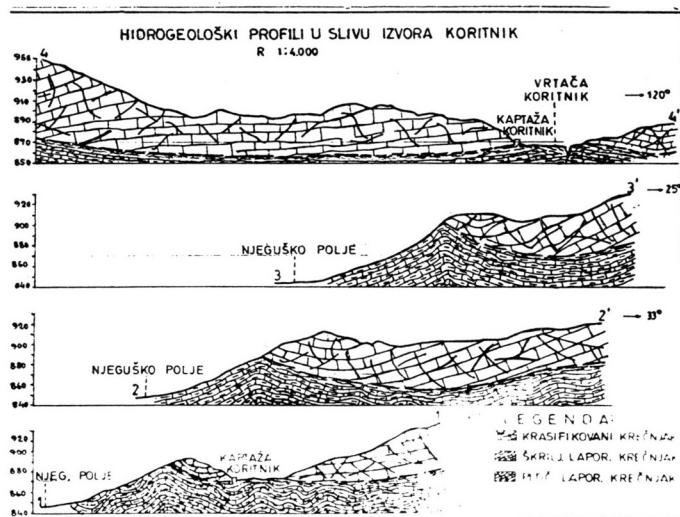
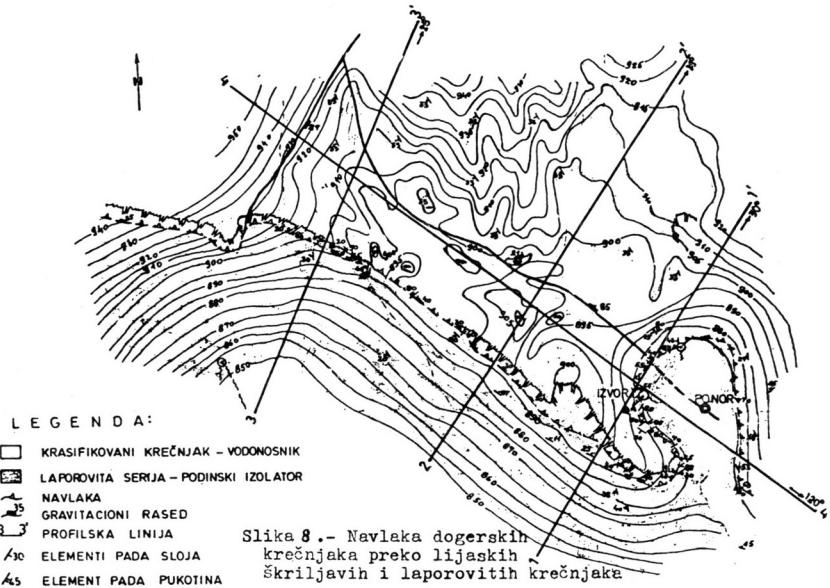
U **Njeguškom polju** vršena su geološka i hidrogeološka istraživanja u cilju stvaranja podzemne akumulacije Koritnik za vodosnadbevanje (M i j a t o v i Ć, 1984). rezultati ispitivanja dinamičkog režima izvora Koritnik (Š t a n i Ć, N e b r i g i Ć, 1981) i detaljnog hidrogeološkog i inžinjerskog geološkog kartiranja sliva izvora (M i j a t o v i Ć, 1984) poslužili su kao osnova za projektovanje podzemne akumulacije u nazužem prostoru postojeće višeće kraške izdani izvora Koritnik. Red veličine minimalne korisne zapremine ove akumulacije je  $75.000 \text{ m}^3$  vode i može se postići stvaranjem veštačkog uspora na samom izvoru Koritnik, za oko 15 do 20 m iznad sadašnje kaptažne građevine. Na taj način obezbedilo bi se uredno vodosnadbevanje Njeguša u kritičnim letnjim mesecima sa oko 5 l/s.

Pri detalnjem geološkom kartiranju ovog terena naročita pažnja posvećena je kontaktnoj zoni između lijakse laporovite serije i dogerskih bankovitih krečnjaka.



Slika 7. - Šematski geološki profil šireg terena Bižaljevca sa pregradnim mestom buduće brane akumulacionog jezera

Na Slici 9 ovaj geološko-tektonski kompleks je sa 4 profila detaljno objašnjen.



S1.9. - Hidrogeološki šematski profili u slivu rijeke Koritnik, trasirani na osnovu detaljnog hidrogeološkog kartiranja na području srednjeg i užeg područja :

Sama kontaktna zona je, zbog tektonskog horizontalnog kretanja, škriljava i milonitisana, pa je kontakt sa dogerskim krečnjacima lako uočljiv. Prema stratigrafskom stabu OGK listova Kotor i Budva u R 1:100 000 ukupna debljina donjojurskih slojeva kreće se od 300 do 500 m, ali se debljina brahiopodskog laporovitog tipa lijasova svodi na 30 - 50 m, pri čemu debljina škriljave milonitske zone iznosi oko 5 m.

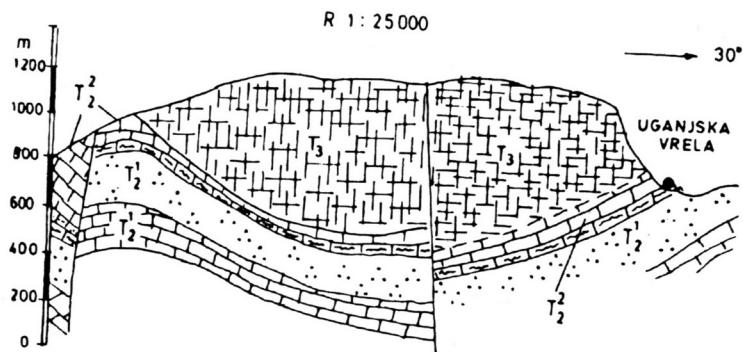
Na Slici 8 prikazana je specijala hidrogeološka karta sliva izvora Koritnik u R 1:4.000, na kojoj je prikazana horizontalna projekcija navlačne strukture dogerskih krečnjaka preko lijaske serije (viseća kraša izdan).

U kraškoj vrtači, u kojoj se nalazi izvor Koritnik, otkriven je po njenom obodu kontakt između dogerskih krečnjaka i lijaskih laporaca, tako da ova vrtača predstavlja erozionalno-tektonski prozor u odnosu na navlačnu strukturu. Erozija je u vrtači formirala i ponor, koji direktno komunicira sa gornjotrijaskim i krasifikovanim krečnjacima, drenirajući deo zimskih voda i izvora Koritnik u Bokokotorski zaliv. Zbog toga je izdan u dogerskim krečnjacima viseća u odnosu na duboku krašku izdan u trijaskim krečnjacima i dolomitima.

Na sličan način mogu se poboljšati prirodni uslovi izvora Ivanova Korita.

Problem snadbevanja vodom Cetinja aktuelizovan je ideju o formiranju podzemne akumulacije korisne zapremine od oko 1.500.000 m<sup>3</sup> vode u **slivu povremenih izvora Obzovice i Uganskih vrela** (sa kotom zahvata vode na +700 m).

Dosadašnja geološka i hidrogeološka istraživanja definisala su ovaj sliv, na površini od 10 km<sup>2</sup>, kao stenski kompleks gornjotrijaskih krečnjaka i dolomita i klastičnih srednjotrijaskih sedimenata, koji u prirodnim uslovima funkcioniše, zahvaljujući odnosu između povlatnih vodonosnika i podinskih izolatora (Slika 10). Na Slici 10 šematski su prikazani ovi strukturalni odnosi.



Slika 10. - Šematski hidrogeološki profil na pravcu Brajići - Uganska vrela, R 1:25 000

Povoljna struktura gornjotrijaskih krečnjaka i dolomita u odnosu na podinske nepropusne srednjotrijaske stene (trijaski fliš) omogućila je koncentrisano pražnjenje kraških podzemnih voda u izvořišnim zonama Obzovice i Uganskih vrela. Međutim, zbog nepovoljanog hidrološkog režima u slivu (dug sušni period), dosadašnji poduhvati oko boljeg kaptiranja minimalnih voda na Uganskim vrelima nisu dali pozitivne rezultate. Zbog toga se ideja o formiranju podzemne i površinske akumulacije na Uganskim vrelima veštačkim putem nametnula kao optimalno rešenje za zahvatanje većih količina vode tokom sušnog perioda godine. Rezultati dosadašnjih hidrogeoloških istraživanja i istražnih radova zahtevaju dalja ulaganja u ovaj projekat.

## Z A K L J U Č A K

Izložena problematika ima za cilj da ukaže na realnu mogućnost racionalnog korišćenja vodnih resursa u prostoru Nacionalnog parka "Lovćen" korišćenjem manjih površinskih akumulacija i regulacijom postojećih kraških izdani. U tom pogledu geološko-tektonska grada ovih terena pokazuje se kao bitan preduslov za uspešne veštačke intervencije, što je ilustrovano nekim primerima. Potrebno je, zbog toga, detaljno proučiti sve potencijalne rejone u širem prostoru Nacionalnog parka i predložiti konkretna rešenja.

## L I T E R A T U R A

1. Vasović M., (1965): *Lovćen i njegova podgorina (Regionalno - geografska ispitivanja)*. - Naučno društvo Crne Gore, Cetinje.
2. Rémyniéras, G. (1960): *Hydrologie de l'ingénieur*. - Eyrrolles, Paris
3. Radulović V., (1972): *Hidrogeološki elaborat o terenu sliva i izvorišta Uganskih vrela*. - Fond stručne dokumentacije Geološkog Zavoda Crne Gore, Podgorica.
4. Radulović V., (1981): *Izveštaj o hidrogeološkim i geotehničkim istraživanjima vrtače Blatišta na Ivanovim koritima*. - Fond stručne dokumentacije Geološkog Zavoda Crne Gore, Podgorica.
5. Stanić J., Nebrigić Lj. (1981): *Studija i Idejni projekat vodosnabdevanja Njeguša na osnovu izgradnje površinskih akumulacija*, - Fond stručne dokumentacije Hidropredjekta, Beograd.
6. Mijatović B. (1984): - *Podzemna akumulacija Koritnik za vodosnabdevanje Njeguša*. - Zbornik radova VIII Jugoslovenskog simpozijuma o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji Budva.
7. Mijatović B., (1986): *Hidrogeološka osnova podzemne akumulacije "Uganska vrela" za vodosnabdevanje Cetinja*, - Fond stručne dokumentacije Geozavoda, Beograd.

## D O K U M E N T A C I J A

1. Nacrt plana razvoja Nacionalnog parka Lovćen u periodu od 1981-1985. g. Cetinje 1982.
2. Prostorni plan Nacionalnog parka Lovćen. Područje posebne namene. - Urbanički institut SR Slovenije, Ljubljana 1983.
3. Republički hidrometeorološki zavod Crne Gore: Meteorološki podaci za Crnu Goru za period 1926-1940. godine i 1957-1977. godine.

---

**Prof. Dr. Borivoje Mijatović**

## LA POSSIBILITÉ DE LA GÉSTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAU DANS LA MONTAGNE DE LOVĆEN

### RÉSUMÉ

Il est aujourd’hui concevable et techniquement possible de planifier l’utilisation d’une nappe aquifère et d’un écoulement superficiel, en intégrant leur gestion dans le cadre plus large d’utilisation optimale des ressources en eau globales d’un bassin ou d’une région. C’est à cette conception qu’on a dégagé les faits essentiels et les conditions naturelles qui peuvent contribuer à la gestion intégrée des eaux dans la montagne de Lovćen.

Sur l’ensemble de la région montagneuse de Lovćen les précipitations annuelles sont très abondantes, de 3000 mm à plus 4000 mm au moyen. Pourtant, pendant l’été regne la sécheresse, et le grave problème de l’approvisionnement en eau exige une approche plus complexe et souple qu’une simple solution par les moyens des point d’eau existants dont le débit disponible est négligeable pendant l’été. On passe, donc, d’un stade des exploitations d’eau individuelles, à celui d’une exploitation planifiée des ressources pour une exploitation rationnelle pendant la période sèche (l’été, de mai à octobre). Grâce aux conditions hydrogéologiques, qui permettent l’application des différentes méthodes d’aménagement des eaux, y compris l’aménagement des nappes karstiques suspendues, cette nouvelle approche s’avère possible et réalisable dans les sites où les conditions naturelles (géologiques, hydrogéologiques, hydrologiques) sont favorables.

Dans le présent article, qui ne peut avoir la prétention d’épuiser le sujet, les objectifs majeurs de gestion intégrée des ressources en eau dans la montagne de Lovćen sont élaborés et précisés sur la base des résultats scientifiques et pratiques qui apparaissent être, aujourd’hui, bien acquis en matière d’exploitation des eaux. Certains exemples des interventions possibles dans différents systèmes de la montagne sont présentés.

