

HIDROLOŠKE ZNAČILNOSTI SUŠE V LETU 1989

Marko Kolbezen*

V zimi leta 1989 je Slovenijo prizadela huda suša, ki je povzročila veliko škodo v elektrogospodarstvu ter velike težave v oskrbi s pitno vodo. V članku je suša prikazana z minimalnimi pretočnimi množinami na vodotokih in nizkimi vodnimi gladinami podtalnice. Primerjave so prikazane s stanjem suš v letih 1983 in 1985 ter v obdobju 1956–1985. Podana je tudi ocena porazdelitve nastopa nizkih voda februarja 1989.

Vsakokratna suša predstavlja specifični pojav zaradi spleta njenih učinkov, ki se glede na naravne danosti lahko regionalno povsem razlikujejo. Eden od učinkov je nizko vodno stanje, ki lahko ob določenem minimumu povzroči motnje v delovanju človeške družbe in s tem določeno škodo. Nizek vodni pretok ogroža proizvodnjo električne energije v hidroelektrarnah, oskrbo s pitno in industrijsko vodo in kmetijsko proizvodnjo. Povezan pa je s preostalimi dejavniki, ki lahko zaradi močne onesnaženosti voda in vodnih virov privedejo do ekoloških katastrof.

Problematika vrednotenja nizkih voda je izredno kompleksno področje, za katerega ne obstaja določen kriterij, s katerim bi lahko enovito okarakterizirali nizke vode. Izbira kriterija je odvisna od namena in potreb prikaza nizkih voda. Tako je analiza nizkih voda lahko podana s primerjavo količin posameznih let in obdobja, primerjavo trajanj nizkovodnega stanja, z izračunom najizdatnejšega deficita odtoka pri upoštevanju določenega pretoka nizkovodnega stanja ipd. V prispevku je upoštevan prvi od navedenih kriterijev.

Pretoki rek

Od začetka decembra 1988 do 22. februarja 1989 je ostala Slovenija brez padavin in suša kot ujma je prihajala s svojimi značilnostmi vse bolj do izraza. V dnevnih kronikah so se vse pogostejše pojavljali članki, ki so opozarjali na naraščajoče težave, predvsem v oskrbi prebivalstva s pitno vodo in vodo za napajanje živine na najbolj prizadetih območjih, ter na vse večjo nevarnost zaradi povečane onesnaženosti voda.

Hidrogrami šestih slovenskih rek nam za določene merske profile prikazujejo potek zmanjševanja pretokov zaradi skoraj osemdeset dni trajajočega sušnega obdobja (slika 1). Ne glede na to, da imajo reke Mura, Sava in Soča umetni odtočni režim, kar je razvidno iz poteka hidrograma, vidimo, da so se pretoki po dosegu povprečnega nizkega pretoka le počasi in enakomerno zmanjševali. Večina naših rek je dosegla obdobje nizke pretoke že v januarju; izjema je bila le Mura, ki tega stanja sploh ni dosegla, kajti njeno povirno območje je segalo izven območja, ki ga je prizadela suša.

Na vodotokih, pri katerih je naravni odtočni režim moten z obratovanjem hidroelektrarn, je težko ugotoviti, koliko najmanjši pretok odgovarja naravnemu pretoku in koliko ni ta samo posledica obratovanja hidroelektrarn. Tako imamo na reki Savi v Radečah 18. in 19. 2. 1989 zabeležen minimalni pretok 38,0 m³/sek. V istem profilu je bil do sedaj najmanjši pretok 28,8 m³/sek izmerjen ob veliki oktobrski suši leta 1921 (1). Tedaj je tudi pretok Savinje v Laškem dosegel svoj obdobjni minimum 3,74 m³/sek, medtem ko je 19. 2. 1989 dosegel minimum 6,02 m³/sek. Glede ne doseženo najnižje vodno stanje in opravljene meritve s strani Hidrometeorološkega zavoda SR Slovenije na reki Savi in njenih pritokih januarja in februarja 1989 ocenjujemo, da bi bil naravni minimalni pretok Save v Radečah 18. in 19. 2. 1989 okrog 42 m³/sek in ne 38,0 m³/sek.

Zaradi obratovanja hidroelektrarn je naravni pretok moten tudi v spodnjem toku reke Soče. Po podatkih obratovanja elektrarne Doblar je znašal minimalni pretok od 14. 2.–22. 2. 1989 le 10,0 m³/sek, medtem ko je bil po podatkih hidrometeorološkega zavoda na vodomerni postaji Solkan 14,2 m³/sek. Tudi tu so pretoki

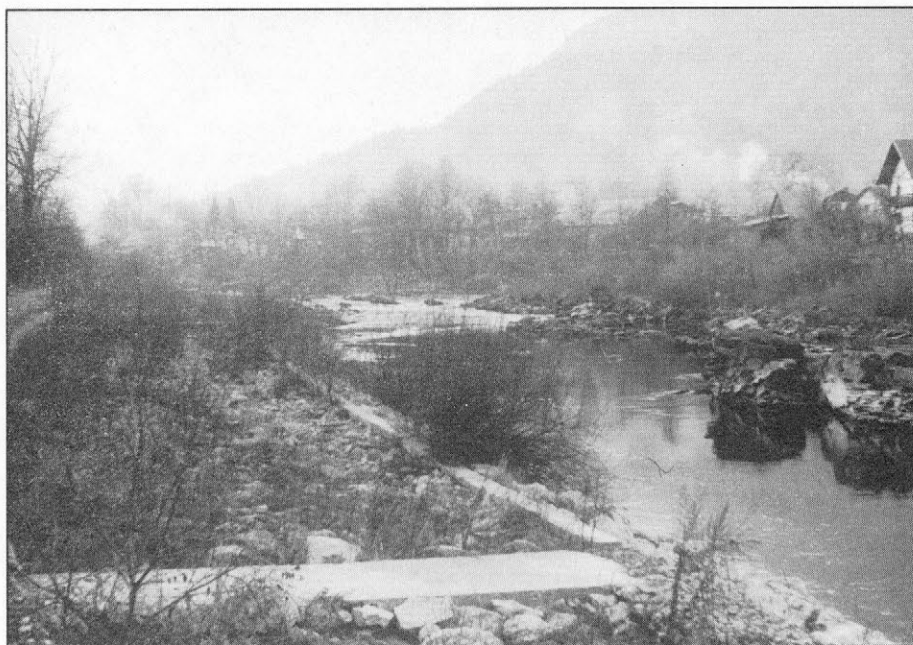
pod vplivom obratovanja elektrarne Solkan. Rezultati opravljenih meritev pretokov v času najmanjših voda na reki Soči in njenih pritokih Učejci, Tolminki in Idrijci, povečani za prispevno količino z vmesnih območij, kažejo, da bi naravni minimalni pretok Soče v Solkanu znašal okrog 13,2 m³/sek, kar bi pomenilo 1,10 m³/sek nad do sedaj znanim najnižjim pretokom.

Na Sori, predstavnici sredogorskih rek, je ob suši dosegel minimalni pretok 2,93 m³/sek. Čeprav tako nizkega pretoka v zadnjem desetletju ne beležimo, ni predstavljal nekega večjega ekstrema. Nižji minimalni pretoki v zadnjem 40-letnem obdobju niso bili redek pojav; najnižji je bil leta 1947, ko je znašal 1,80 m³/sek.

Minimalni pretok 1,76 m³/sek, ki ga je dosegla kraška Ljubljana na Vrhniki, je bil večji od sicer pogosto zabeleženih nekoliko manjših pretokov, med katerimi je bil najmanjši leta 1947 1,30 m³/sek. Na reki Krki v Podbočju je znašal minimalni pretok 7,00 m³/sek, medtem ko je bil najnižji v dolgoletnem obdobju le 4,40 m³/sek leta 1956.

Manjše odstopanje minimalnega pretoka obdobja od februarskega 1989 4,41 m³/sek zasledimo na reki Kolpi v Radencih in to za 0,40 m³/sek; leta 1985 je znašal 4,01 m³/sek.

Dolgotrajnejše sušno obdobje je močno zmanjšalo vodni pretok reke Rižane, na kateri je bil dosežen minimalni površinski odtok 0,087 m³/sek pod črpališčem rižan-



Slika 1. Reka Sava pri Tacnu ob najnižjem pretoku februarja 1989 (foto: M. Kolbezen).

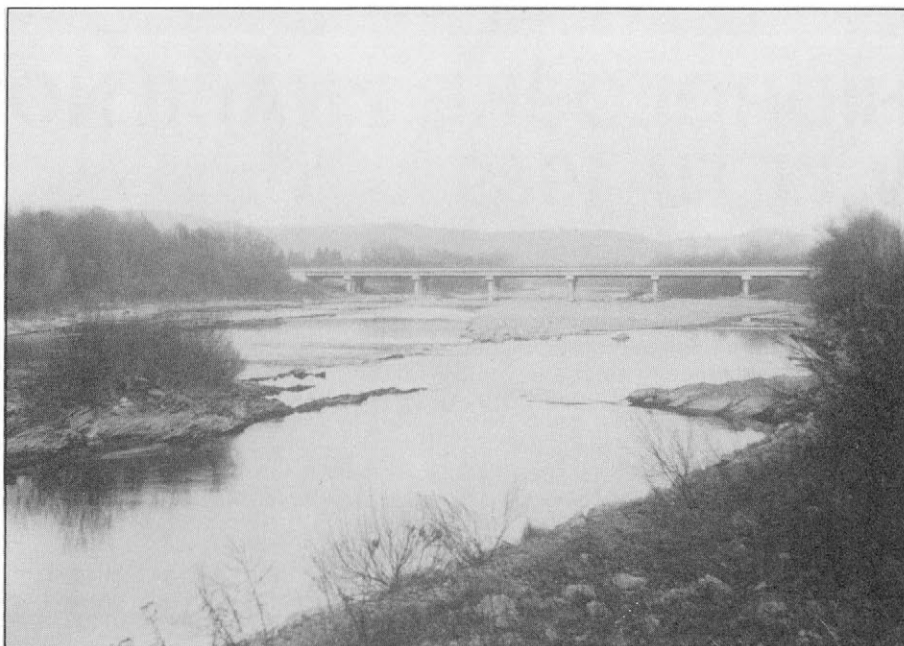
* Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, Vojkova 1 b, Ljubljana.

88 skega vodovoda na postaji Kubed. Rižanski vodovod je ob zaključku sušnega obdobja, ko so pretoki dosegli minimum, iz rižanskega izvira pošiljal v omrežje vodovodnega sistema 180 l/sek (2). Tako bi naravni minimalni pretok Rižane v Kubedu v bistvu znašal 0,267 m³/sek. Najmanjši naravni pretok Rižane v Kubedu je bil v obdobju 1925–1989 leta 1947, in sicer 0,200 m³/sek, od tega je vodovod pošiljal v omrežje 90 l/sek (3).

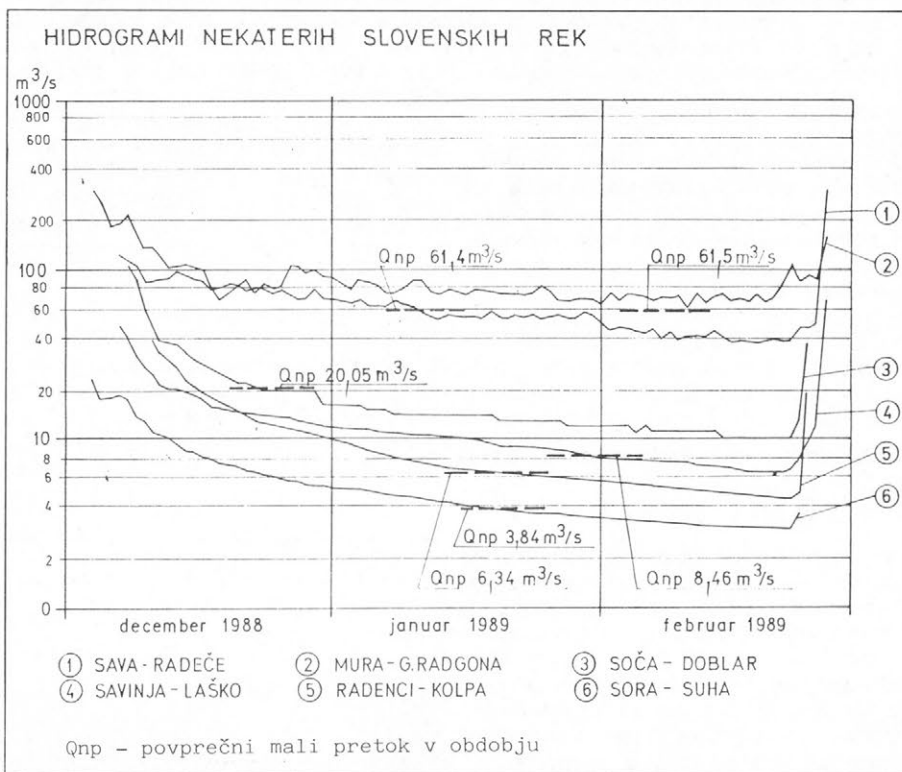
Glede na nastalo sušno obdobje pa je imela notranjska Reka v Cerkvenikovem mlinu presenetljivo visoko vodno stanje in s tem tudi pretočno množino, saj je znašal Vsi pretoki so določeni na podlagi opazovanj in opravljenih meritev ter izdelanih pretočnih krivulj. Včasih je pretok zelo težko natančno izmeriti oziroma določiti zaradi neustreznih merskih profilov oz. naravnih razmer, kar lahko občutno vpliva na dobljeni rezultat. Z direktnimi meritvami tudi ni možno izmeriti podpovršinskega pretoka, ki lahko pri malih vodah bistveno vpliva na pravilnost rezultata glede na dejanski pretok. To še posebno velja za naše alpske reke, katerih struge so bogate s prodnimi nanosi.

V času nizkih voda lahko dosežejo slovenske reke izjemno nizke pretoke, ki predstavljajo le nekaj pod desetino srednjega minimalni pretok 0,820 m³/sek. Pri tem je treba opozoriti, da so bili pretoki v času sušnega obdobja pod umetnim režimom zaradi bogatenja nizkih voda Reke iz akumulacije Mola, ki je meseca februarja znašalo v povprečju 0,50 m³/sek. Tako bi namreč minimalni pretok Reke v Cerkvenikovem mlinu znašal nekoliko pod 0,300 m³/sek, pri Ilirski Bistrici nad izlivom Mole pa le okrog 0,140 m³/sek.

Najnižji pretoki na nekaterih glavnih vodotokih Slovenije so se v letu 1989 močno približali minimalnim pretokom ob suši v letih 1983 in 1985 (tabela 1). Odstopanja od obdobjnega minimuma so bila kljub dolgotrajnejši suši še vedno velika, predvsem pri vodotokih vzhodne in osrednje Slovenije, nekoliko manj pa pri vodotokih južne in zahodne (Meža v Otiškem vrhu 1,39 m³/sek; Dravinja v Vidmu 2,03 m³/sek; Savinja v Nazarjih 0,610 m³/sek; Idrijca v Hoteščku 0,240 m³/sek; Vipava v Mirnu 0,600 m³/sek). Izjemo predstavljajo reke Kamniška Bistrica in Soča v zgornjem toku in Sava Bohinjka, kjer so se minimalni pretoki ob zaključku suše približali dolgoletnemu minimumu ali ga celo presegli. Februarja se je minimalni pretok Soče v Kršovcu znižal na 1,68 m³/sek, kar je za 0,05 m³/sek pod dolgoletnim minimumom iz leta 1947, ko je znašal 1,73 m³/sek. Na Savi Bohinjski se je minimalni pretok znižal celo za 0,350 m³/sek glede na do sedaj znani absolutni minimum 1,84 m³/sek iz leta 1952. Na Kamniški Bistrici v Kamniku je bilo to znižanje 0,190 m³/sek glede na obdobje 1956–1985, ko je l. 1975 minimalni pretok znašal 1,39 m³/sek. V vodnogospodarskih osnovah iz l. 1974 je naveden za Kamniško Bistrico pri Kamniku absolutni minimum v obdobju 40 let celo 0,920 m³/sek (obdobje 1926–1965).



Slika 2. Reka Sava pri Tacnu ob najnižjem pretoku februarja 1989. V ozadju avtocesta Ljubljana–Naklo (foto: M. Kolbezen).

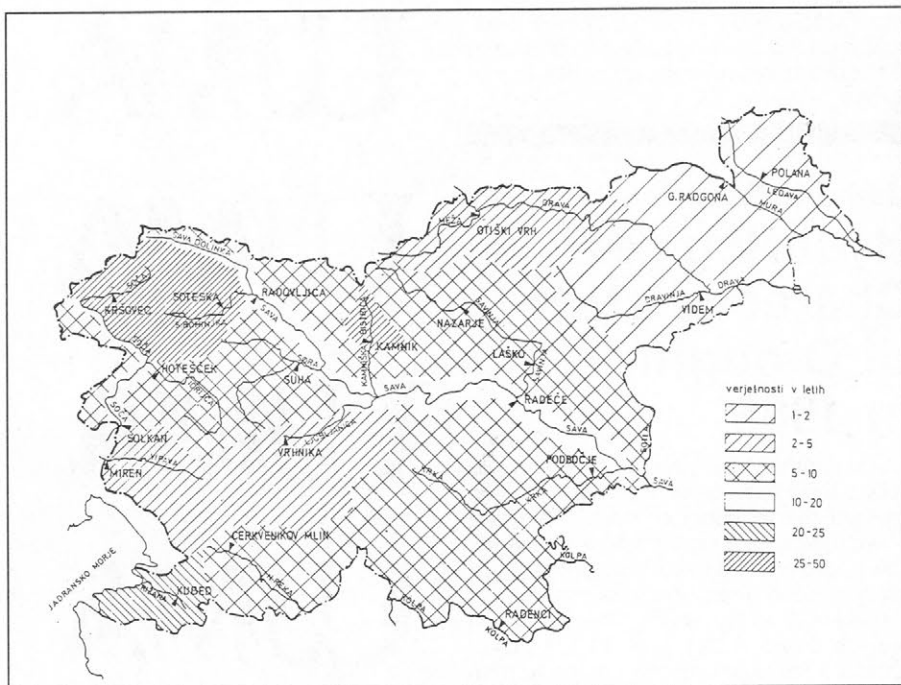


pretoka. Glede na naravne razmere, ki vplivajo na odtočni režim, so ta razmerja med posameznimi območji Slovenije zelo različna, gibljejo se v mejah od četrtnine do petnajstine. Tako je na Dravinji v Vidmu znašal minimalni pretok ob suši 1989 četrtnino srednjega pretoka dolgoletnega obdobja, ko znaša 11,7 m³/sek. Na reki Savi v Radečah dobro petino od srednjega pretoka – 234 m³/sek, na Savinji pri Laškem pa dobro sedmino – 43,8 m³/sek. Na reki Krki pri Podbočju je minimalni pretok dosegel komaj osmino srednjega pretoka, ko ta znaša 58,8 m³/sek, na Ljubljani pri Vrhniku pa le štirinajstino in na Kolpi pri Radencih le dobro

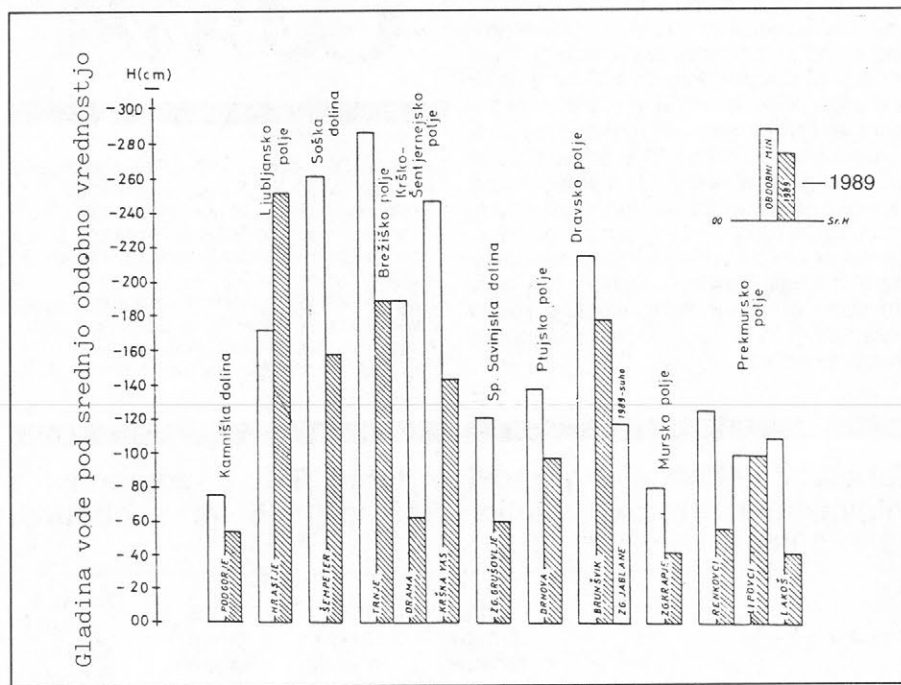
trinajstino. Na reki Soči pri Solkanu je naravni minimalni pretok dosegel dobro šestino od srednjega pretoka – 93,4 m³/sek, podobno tudi reka Idrijca pri Hoteščku, medtem ko je minimalni pretok Vipave pri Mirnu dosegel le enajstino srednjega pretoka – 18,5 m³/sek.

Ocena verjetnosti nastopa malih voda

Za lažje ovrednotenje doseženih pretokov pri posameznih ekstremnih hidroloških situacijah, ki jih spremljajo poplave ali suše, nam izdelava verjetnostnega računa pokaže uvrstitev doseženega hidrološkega



Verjetnost nastopa nizkih voda po oceni za leto 1989.



Primerjava najnižje vodne gladine podtalnice leta 1989.

stanja glede na njegovo verjetnost nastopa. Verjetnostni račun malih voda v letu 1989 je bil izdelan za določene vodomerne postaje na vseh pomembnejših vodotokih Slovenije. Na osnovi izračunov in presoje naravnega hidrološkega stanja ob doseženem nizkovodnem stanju na terenu je bila izdelana karta ocene porazdelitve verjetnosti nastopa nizkih voda ob suši leta 1989 (slika 2). Iz karte je razvidno, da se ob suši leta 1989 doseženi minimalni pretoki v severovzhodni Sloveniji (Prekmurje, Slovenske gorice, porečje Dravinje) pojavijo kar vsako ali vsako drugo leto, na Meži in Mislinji ter dravskih pritokih do Maribora in kraški Ljubljani

ter Vipavi pa na dve do pet let. Najbolj obsežno območje pokrivajo porečja vodotokov, katerih dosežene minimalne pretoke razvrščamo v kategorijo pojava 5 do 10 let (povodje Tržiške Bistrice, Kokre, spodnji tok Kamniške Bistrice, Savinje, Sotle, Mirne, Krke, ribniško-kočevskih voda, Kolpe, Reke, Sore in Idrijce). Doseženi minimalni pretoki na reki Savi in spodnjem toku reke Soče pa se pojavljajo na vsakih 10 do 20 let. Nekoliko izrazitejše nizkovodno stanje se je pojavilo na reki Rižani in ostalih primorskih potokih, saj se doseženi minimalni pretoki pojavijo na vsakih 20 do 25 let. Ekstremno nizke pretoke pa so dosegle vode na območju

Juljskih Alp, ki se pokriva z območjem Triglavskega narodnega parka, in v Kamniških Alpah na porečju Kamniške Bistrice do vodomerne postaje Kamnik. Dosežene minimalne pretoke razvrščamo v povratno dobo 25–50 let. Ker so na nekaterih vodotokih pretoki dosegli najnižjo do sedaj znano vrednost, ocenjujemo, da je verjetnost 40–50-letne vode večja. Tako nam na primer na vodometri postaji Kršovec na Soči zabeležen najnižji pretok $1,68 \text{ m}^3/\text{sek}$ predstavlja 48-letno vodo, medtem ko do sedaj znani najnižji pretok $1,73 \text{ m}^3/\text{sek}$ odgovarja 25-letni vodi. Na Savi Bohinjki v Soteski in Kamniški Bistrici v Kamniku nam doseženi minimalni pretoki predstavljajo po računu verjetnosti nad 50-letno vodo; do leta 1989 najnižji znani pretok pa uvrščamo pod 50-letno vodo. To nam kaže in nas hkrati opozori, da pri malih vodah že nekaj deset litrov nepravilno določenega pretoka lahko povsem spremeni oceno vrednotenja nizkovodnega stanja, odvisno od vodnatosti vodotoka.

Po oceni porazdelitve verjetnosti nastopa nizkih voda v letu 1989 je treba še opozoriti, da bi bila ta drugačna, če bi za kriterij ocene namesto minimalnega pretoka uporabili na primer kriterij trajanja nizkovodnega stanja pri določenem pretoku ali deficit vode pri pretoku 90, 80 ali 70 % vode. Za ugotavljanje ogroženosti gospodarstva zaradi nizkih voda sta to najpomembnejša podatka in jih lahko dobimo le s podrobnejšo hidrološko študijo.

Podzemne vode

V sušnih obdobjih se zmanjšujeta tudi gladina in količina podtalnice v kvartarnih naplavinah, od koder dobiva večina slovenskih mest pitno in industrijsko vodo (Ljubljana, Kranj, Celje, Maribor, Ptuj, Murska Sobota idr.). Zaradi tega lahko pride ob sušah do pomanjkanja vode prav v času največje porabe. Obenem pa so to obdobja, ko preti največja onesnaženost talne vode, še posebno tam, kjer onesnažena površinska voda pronica v podtalnico. Zato lahko izjemna suša privede na večjih območjih Slovenije do hude krize z vodo.

Slika 3 nam prikazuje primerjavo najnižjih vodnih gladin podtalnice ob suši v letu 1989 v primerjavi z najnižjo gladino dolgotrajnega obdobja. Za vsako območje je zbrano reprezentativno mersko mesto. Osnovo predstavlja povprečna vodna gladina obdobja.

Zabeležene najnižje vodne gladine podtalnice v večini primerov niso dosegle do sedaj znanih najnižjih gladin, z izjemo podtalnice na Ljubljanskem polju, kjer je prišlo že do kritičnega stanja. V vodnem črpalšču Hrastje je vodna gladina upadla kar za 80 cm pod zabeležen minimum v letu 1983, ko se je pričelo z opazovanji. Na Ljubljanskem polju opažamo dolgotrajno tendenco upadanja nivoja, ki ga pretežno pripisujemo poglabljanju struge Save pod medvoškim jezom na odseku dolvodno od Tacna, kjer reka infiltrira v

90 podtalnico. Po podatkih mestnega vodo-
voda je minimalni nivo v obdobju 1890–
1971 v črpalnišči Kleče dosegel leta 1971
279,55 m. n. m. (4) in 3. 2. 1989 absolutni
minimum 275,67 m. n. m. Pri dosedanem
upadanju nivoja podtalnice še niso ogro-
žene vodne zaloge, se pa zaradi večje
globine povečujejo stroški črpanja.

Na območju Kamniške doline se je nivo
talne vode že močno približal obdobjnemu
minimumu iz leta 1959, enako tudi na
Dravskem polju, medtem ko je na Krško-
Šentjernejskem polju (Drama) dosegel
minimum iz leta 1967 ter v osrednjem
delu Prekmurske ravnine v Lipovcih
(1979. leta). Povsod drugod dosežene
minimalne gladine niso predstavljale ne-
kega izrednega pojava, saj so bili nivoji
nad minimumom 30-letnega obdobja. V
večini primerov pa so se vodne gladine
približale ali celo padle pod nivo ob suši
v letih 1983 in 1985 (Krško-Brežiško polje,
v okolici Maribora – Kamnica, Ptujsko
polje).

Zaključek

Majhni pretoki in nizke vodne gladine
podtalnice v letu 1989 z manjšimi izje-
mami niso predstavljale ekstremnega hi-
drološkega pojava. Podobna stanja se
pojavi v vsakih nekaj let, vendar neena-
komerno, v zadnjem desetletju kar trikrat
oz. štirikrat – v letih 1983, 1985, 1988,
1989. S tem pa ni rečeno, da nam vse te
in prejšnje suše niso povzročile velike
škode in težav, ki nas lahko zaradi po-
manjkanja vode za oskrbo pripeljejo na
rob katastrofe. Šele ob večjih sušah se
ponavadi zavedamo, da ob nizkih vodah
nismo bogati z vodami, zlasti z zalogami
pitne vode. Že ob nekoliko večji suši
presahnejo v višje ležečih krajih manjši
vodni viri in izviri v zasetih individualnih
in lokalnih vodovodov. Samo v okolici
Ljubljane so ob suši leta 1989 presahnili
vodni viri na območju Velikih Lašč, Raši-
ce, Podpeči, Trebeljevega idr. Tako je
treba ob dolgotrajnejši suši prebivalstvo
celih pokrajin dodatno oskrbovati s pitno
vodo in vodo za živino s pomočjo cistern
(Haloze, Kozjansko, Slovenske gorice,
dele Dolenjske, Primorsko). Tudi javno
vodovodno omrežje ne zagotavlja zadost-
ne oskrbe s pitno vodo. Vodni viri so še
marsikje pomanjkljivo zaščiteni, izgube
so zaradi dotrajanosti in poroznosti cevo-
vodov velike, cevovodi so zaradi narašča-
jočih potreb premajhnih dimenzij.

Ob lanski in prejšnjih sušah se je izkazalo,
da smo precej nemočni in da nas suša
usodno še ni prizadela. Ker voda, po-
sebnost čistih, ob nizkih vodnih stanjih ni-
mamo posebno veliko, je skrajni čas, da
se strokovno in pravilno lotimo dolgoro-
nega načrtovanja virov pitne vode, s kate-
rim bomo vedno neločljivo povezani. Zato
je proučevanju malih voda in zaščiti vod-
nih virov treba dati večji pomen. Večjo
pozornost bi morali dati izdatnim kraškim
izvirom v povirju Savinje, Ljubljane, Kr-
ke, Kolpe, Idrijce, Vipave, Tolminke, Sa-
ve, Soče. V Sloveniji nam ob nizkih vodah
prav kraški izviri prispevajo več kot polo-

vico razpoložljivih vodnih količin in pred-
stavljajo tako dragoceno vodno bogastvo
in hkrati tudi enega najpogostejših vodnih
virov v Sloveniji.

Marko Kolbezen

Hydrological Characteristics of Drought in 1989

Analysis of the low flows of Slovene rivers during the winter drought of 1989 showed that we cannot consider them to be rare phenomena. In northeastern Slovenia flows as low as last year's appear at least every second year, and in central Slovenia every 5 to 10 years. The exception are low flows in the area of the Julian Alps and the upper reaches of the Kamniška Bistrica River, where they occur every 25 or even 50 years. The consequences of the low flows showed also this time primarily in the supply of drinking water, as we in Slovenia still have many inappropriate and unregulated water sources and even public water networks. Ever greater and irresponsible pollution of the environment and water sources makes the situation yet worse and could even lead us to an ecological disaster. The trouble and expense which afflict us during long term droughts in regard to the supply of drinking water are a consequence of the quantity and quality water situation, the poor condition of the existing existing reservoirs, and individual, local and public water networks.

Tabela 1. Minimalni pretoki v letu 1989 v primerjavi z minimalnimi pretoki v letih 1983 in 1985 ter v obdobju 1956–1985

Postaja	1989 Qn (p) m ³ /sek	1983 Qn (p) m ³ /sek	1985 Qn (p) m ³ /sek	Obdobni minimum Qn (p) m ³ /sek
Mura – Gornja Radgona	59	56,0	56,2	45,3
Meža – Otiški vrh	3,98	3,89	4,17	2,50
Dravinja – Videm	2,81	1,42	0,79	0,79
Ledava – Polana	0,14	0,22	0,15	0,03
Sava – Radovljica	(5,30)	8,85	6,77	5,00
Sava – Radeče	(38,0)	46,4	46,0	41,0
Sora – Suha	2,92	3,92	3,04	2,44
Kamniška Bistrica – Kamnik	1,20	2,00	1,40	1,39
Ljubljana – Vrhnik	1,76	1,42	1,35	1,35
Savinja – Nazarje	2,66	3,40	2,82	2,05
Savinja – Laško	6,02	6,50	5,57	5,38
Krka – Podbočje	7,00	6,82	6,21	4,40
Kolpa – Radenci	4,41	4,84	4,01	4,01
Soča – Kršovec	1,68	2,36	2,10	1,93
Soča – Solkan	(14,2)	20,3	13,0	13,0
Idrijca – Hotešček	3,70	8,48	3,46	3,46
Vipava – Miren	1,65	1,48	1,22	1,05
Notranjska Reka – Cerkven. mlin	(0,82)	0,28	0,50	0,22
Rižana – Kubed	0,09	0,13	0,012	0,12

Vir: Hidrometeorološki zavod SRS.



1. Hidrološki elaborat reke Save. Hidrometeorološki zavod SR Slovenije, julij 1959.
2. Informacija Rižanski vodovod, 1989.
3. Minimalni pretoki Rižane v profilu v. p. Kubed. Hidrometeorološki zavod SR Slovenije, Ljubljana, april 1959.
4. Sketel, J., 1974. Razvojna pot ljubljanskega vodovoda in statistični podatki (II. izdaja – izpopolnjena in razširjena do leta 1971). Inštitut za zdravstveno hidrotehniko FAGG, Ljubljana.