

MALE VODNE AKUMULACIJE

Brane Matičič*

UDK 627.81

Velik del hribovitih območij Slovenije je slabo poseljenih, kmetijska pridelava pa predstavlja osnovno gospodarsko dejavnost. Državna politika je usmerjena k pospeševanju gospodarskega razvoja teh območij, ki naj bi postala rezervat hrane, vode in energije za večje število prebivalstva.

Ogroženost življenjskega prostora v onesnaženih, prenaseljenih in hrupnih mestih kot posledica migracije prebivalstva s hribovitih območij v doline in večje centre je močno prisotna v vseh krajih naše države. Poleg negativnih učinkov, ki jih ima migracija na življenjske in delovne razmere v mestih in večjih naseljih, se pojavlja tudi pozitiven moment, namreč navade ljudi, da množično odhajajo iz mest in naselij na izlete ali začasna daljša bivanja v hribe, ki jih privabljajo zaradi bujne vegetacije, čistega zraka in miru. To ustvarja nove perspektive in možnosti za turizem, rekreacijo, ribolov, lov in šport na teh območjih.

V planih in smernicah za razvoj kmetijstva so opredeljene potrebe po intenziviranju rastlinske pridelave kot osnove za živinorejsko proizvodnjo ter potrebe po celostnemu razvoju podeželja, tudi hribovskih območij. Zadostna količina vode je seveda osnova za razvoj teh območij.

V naši državi se v hribovitih območjih oblikuje ogromna količina vode, kar 95 % vseh količin, ki tečejo z območja naše države, pa vendar je v teh krajih dostikrat suša. Osnovni razlogi so neustrezni hidrološki pogoji, neustrezna razporeditev padavin, topografske in geološke značilnosti kraja in dejstvo, da se je tu v preteklosti malo vlagalo v hidrotehnične ukrepe za boljšo založenost z vodo.

Voda je pogoj za obstoj živega sveta, za aktivnosti, ki jih izvaja človek, za življenje rastlin in živali, hkrati pa je za razvoj hribovskih območij potrebna zadostna količina vode in pravilna razporeditev vode med porabnike. To lahko dosežemo tudi z gradnjo malih vodnih akumulacij, ki so lahko večnamenske, in lahko bistveno prispevajo k izboljšanju vodnega režima v teh krajih.

potrebo po kakovostni vodi. Zaradi tega se zaloge pitne vode zmanjšujejo, povečuje pa se njihovo onesnaženje. Slovenija ima vode v izobilju, vendar obstajajo problemi glede urejanja, izkoriščanja in zaščite voda.

Oskrba industrije in naselij z vodo je v raznih planih in študijah prednostna v primerjavi z oskrbo na področju kmetijstva in gozdarstva. Problemi preskrbe vode za kmetijske namene (živinoreja, rastlinstvo) in za druge namene (npr. varstvo

gozdov pred požari) so očitno dokaj zapostavljeni.

V planih bi morali biti opredeljeni tudi cilji, ki opravičujejo gradnjo malih vodnih akumulacij in sicer za:

- preskrbo živine in rastlin z vodo,
- izboljšanje razmer za varstvo pred požari v naravnem okolju,
- morebitno izkoriščanje vode za pogon manjših elektrarn in mlinov (v primeru, ko je akumulacija grajena na vodotoku s stalnim pretokom).

Preglednica 1. Norme potrebnih količin vode za ljudi in tehnične potrebe.

Table 1. Water design capacity for the population and technical requirements.

Namen - osebna poraba	Norme v l/dan			
	Običajna	Zmanjšana	Minimalna	Fiziološki minimum
– pitje	4,5	3,5		
– priprava hrane	4	2		
– pranje posode	2	0,5	3	poleti 3 pozimi 2
– umivanje	5,5	3	(za vse potrebe)	(za vse potrebe)
– kopanje	40	30		
– pranje 1 kg perila				
strojno	30			
ročno	40			
– peka 1kg kruha	1			

Tehnični namen

Tehnični namen	Za eno polnjenje hladilnika	Dopolnilno polnjenje
Osebni avto	6–12 l	2,5 l
Terenski avto	11–19 l	2–6 l
Tovorni avto	45 l	9 l
Polgoseničar ali traktor goseničar	30–75 l	6–15 l
Za gašenje požarov	5–20 l/s	

Preglednica 2. Norme porabe vode za živino na dan.

Table 2. Daily consumption of water by cattle.

Namen	Norme v l/dan			
	Običajna	Zmanjšana	Minimalna	Fiziološki minimum
Konj	50	40	30	25
Krava, vol, bik	50	40	30	15
Ovca, koza, svinja	10	5	3	2
Pes	4	3	2	1
Za klanje in obdelavo enega goveda	150	50	20	10
Za klanje in obdelavo ene svinje	100	40	10	5
Za klanje in obdelavo drobnice	50	20	7	3

Možnosti in potrebe po izgradnji malih vodnih akumulacij (kalov)

Hiter gospodarski razvoj, večje število prebivalcev in boljši standard ter urbanizacija naselij kot posledica povečujejo

* Dr. Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, Ljubljana.

Poleg tega bi male vodne akumulacije prispevale k splošni izboljšavi vodnega režima na območju (preprečevanje poplav v zaprtih dolinah, povečanje malih voda v sušnih sezonah za zagotovitev biološkega minimuma), koristne pa bi bile tudi za razvoj ribištva in turizma.

V zadnjih desetletjih se je v svetu izredno povečal interes za gradnjo in izkoriščanje malih vodnih akumulacij za razne namene, največ pa za zadovoljevanje lokalnih potreb. Zato je njihovo planiranje v regionalnih programih razvoja mnogih držav zavzelo pomembno mesto. Danes si razvitega gospodarstva ne moremo zamisliti brez udeležbe malih akumulacij pri reševanju osnovnih vodnogospodarskih problemov. Poleg že prej omenjenih namenov bi male vodne akumulacije na hribovitih območjih lahko služile še za:

- preskrbo povečanega števila prebivalstva v izrednih razmerah v primeru naravnih in drugih nesreč ter ob migraciji ali evakuaciji prebivalstva,
- potrebe velikih porabnikov (tehnološka voda),
- zaščito pred erozijo in zadrževanje spranega nanosa itd.

Male akumulacije redkokje gradijo samo za en namen, ampak so vedno večnamenske.

Preskrba prebivalstva

Čeprav je preskrba prebivalstva z vodo upoštevana v planih vodnega gospodarstva Slovenije, bodo potrebne razširitve teh planov, če se bodo upoštevale tudi gradnje malih vodnih akumulacij. Pri planiranju akumulacij so pomembni predvsem podatki o povečanem številu prebivalstva in potrebe po večji oskrbi s pitno vodo v izrednih razmerah, kot so naravne ujme in katastrofe.

Dosedanji podatki vodnega gospodarstva kažejo, da je bila povprečna poraba vode v bivši Jugoslaviji v mestih 390 l/prebivalca/dan, za kmečko prebivalstvo pa 180 l/prebivalca/dan. Plan do leta 2000 predvideva porabo 500 l/prebivalca/dan v mestih in 250 l/prebivalca/dan na podeželju. (Vir: Koordinacijski regionalni prostorski plan gornjega Jadrana – Vodno gospodarstvo).

V Koordinacijski regionalni prostorski plan 205 gornjega Jadrana je za gornji Jadran predvidena poraba 175 m³ vode/prebivalca/leto.

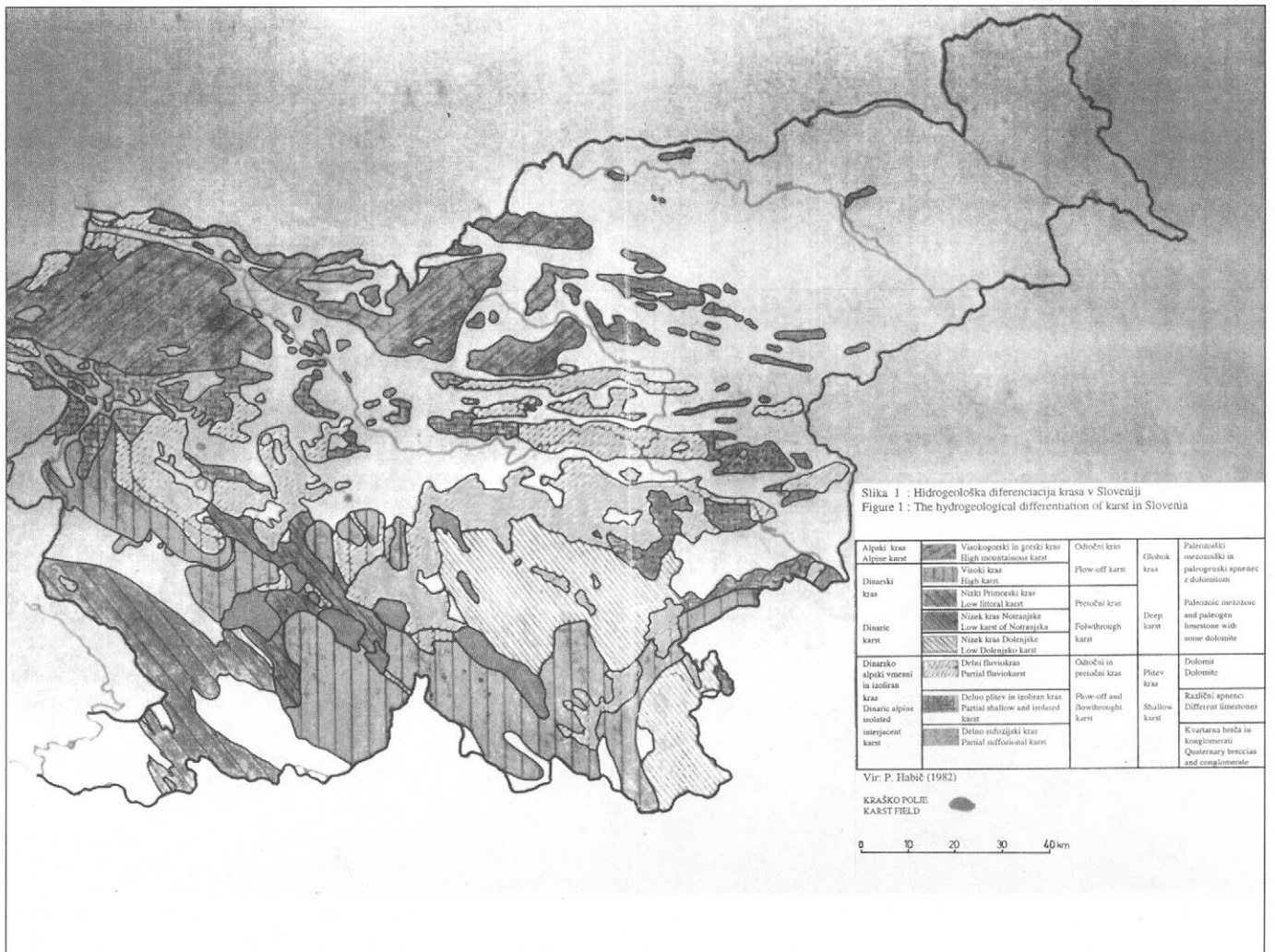
Norme porabe vode pri ljudeh so podane v tabeli 1.

Potrebe živinoreje

Potrebe so podane po kategorijah živali v tabeli 2.

Oskrba rastlin z vodo

V Sloveniji namakamo manj kot 2 % skupnih obdelovalnih površin. Eden od razlogov za to je neugoden ekonomski položaj kmetijstva. Družba je bila v preteklosti osredotočena na razvoj industrije kot možni izhod države iz zaostalosti, kmetijstvo pa se je razvijalo počasneje. K temu so pripomogli še subjektivni razlogi, ki so



Slika 1. Hidrogeološka diferenciacija krasa v Sloveniji.

Figure 1. The hydrogeological differentiation of Karst in Slovenia.

206 vplivali na počasen razvoj namakanja, in sicer: mišljenje, da se tudi brez namakanja lahko doseže visok in stabilen pridelek, da je namakanje drago, da ne daje primernih rezultatov. Vsako leto, ko suša pobere velik del pridelka, se veliko govori o namakanju, že v naslednjem deževnem letu pa se na te načrte pozabi.

V zadnjih petnajstih letih se je odnos do kmetijstva spremenil. Kmetijstvo naj bi zagotavljalo visoko proizvodnjo brez večjih nihanj, hrano naj bi tudi izvažali. Hribovita območja imajo pri tem pomembno vlogo, tudi pri narodni in civilni zaščiti. Cilj je na teh območjih zagotoviti rezerve hrane in dobre razmere za njeno obnavljanje s pomočjo kmetijske proizvodnje. Danes namakamo v Sloveniji okoli 6500 ha zemljišč, medtem ko sosednje države na-

makajo znatno več kmetijskih površin (Italija npr. 3.600.000 ha, Avstrija okoli 80.000 ha, Madžarska 480.000 ha). Po nekaterih ocenah je v Sloveniji okoli 190.000 ha površin primernih za namakanje.

Povprečna norma namakanja za kmetijske površine je znašala v letu 1975 4000 m³/ha/leto (podatki so veljavni za bivšo Jugoslavijo).

Za hribovita območja je to povprečje znatno nižje zaradi klimatskih razmer in specifičnih kmetijskih rastlin, ki jih tu pridelujejo. V povprečju je bila ta norma 2500 m³/ha/leto. V vročih poletnih dneh je dnevna poraba vode za travinje do 5 mm (leta 1992 je bila na Agrohidrološki postaji BF v Ljubljani v sušnem obdobju izmerjena poraba celo 8 mm/dan, torej 80 m³/ha/dan).

Potrebe v sadjarstvu

Za potrebe škropljenja v sadjarstvu (namakanje je obravnavano že predhodno) je predvidena poraba okoli 2000 l vode za eno škropljenje na ha. Z desetimi škropljenji na hektar porabimo okoli 20 m³ vode na hektar sadovnjaka na leto.

Preskrba z vodo v posebnih razmerah

Znano je, da so pasivnejši kraji predvsem hribovita območja v Sloveniji. Osnovni razlog za to je pomanjkanje pitne vode in neustrezna geološka struktura, ki ne dovoljuje zadrževanja padavin na površini. Na Krasu pade na leto več padavin kot v drugih krajih, vendar pa voda hitro najde pot proti nepoznanim kraškim globinam. Pri tem ustvarja podzemne globove ali pa se zadržuje v kavrnah in številnih razpokah. Na površini se ne zadrži niti toliko, da bi se prehranila vegetacija.

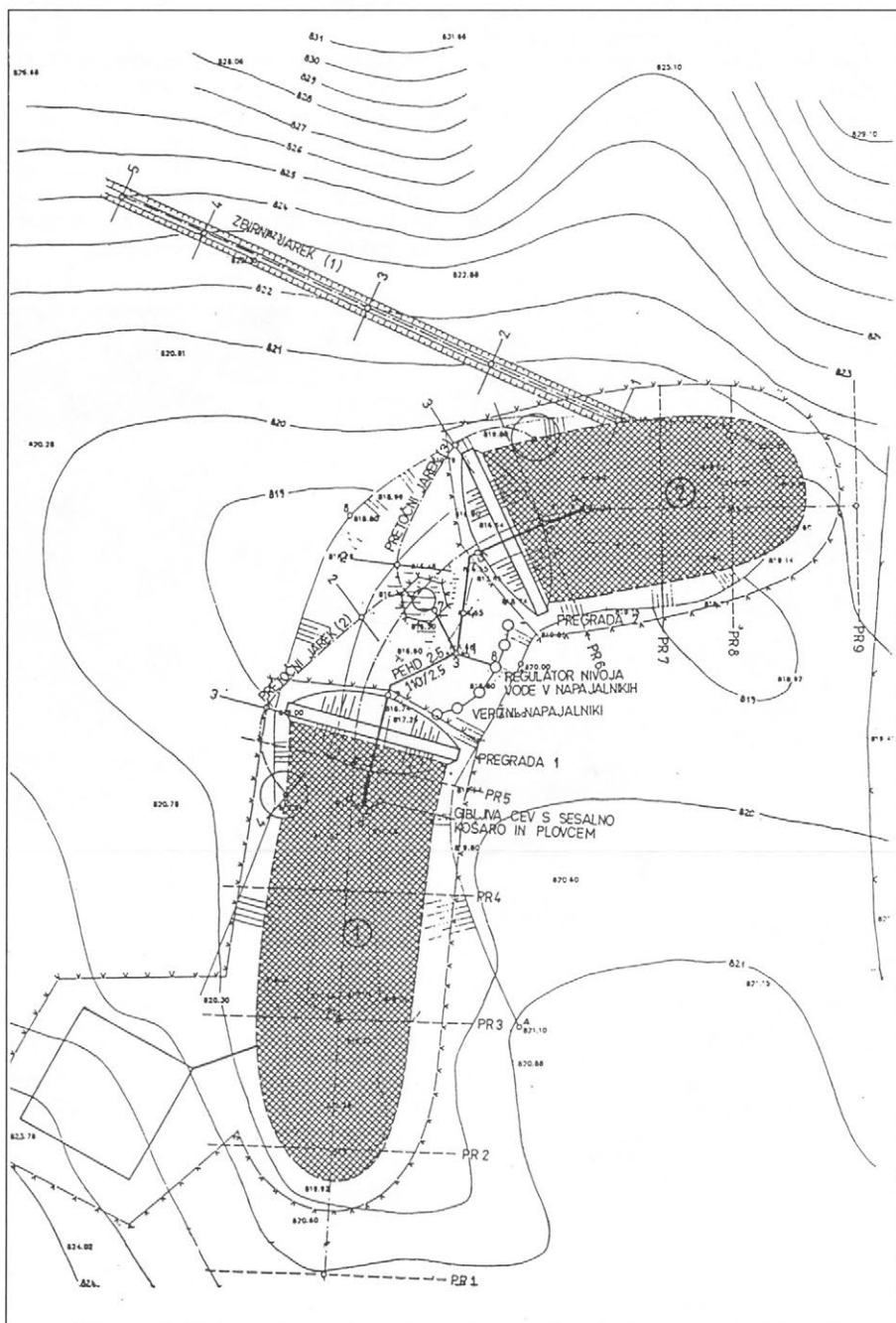
V naših kraških predelih se porabi povprečno 5 l vode/prebivalca/dan, v urbani okolju pa 400 l/prebivalca/dan. To očitno nakazuje odvisnost potreb od pogojev. Za preskrbo ene divizije je potrebno zagotoviti 6000 m³ vode na dan.

Možnosti gradnje malih vodnih akumulacij

Gradnja malih vodnih akumulacij je odvisna od naravnih razmer, klimatskih in hidroloških razmer (padavine, odtok, potencialna evapotranspiracija, koeficient variacije), geološke podlage, ogroženosti območij zaradi erozije, topografije in hidrografije, od ekonomske moči regije in razvitosti komunikacij. Na gradnjo vplivajo tudi vojaški in strateški dejavniki ter možnosti za razvoj nekega območja.

Analiza teh dejavnikov je vsekakor potrebna pri načrtovanju malih vodnih akumulacij.

Pri izbiri lokacije za akumulacijo je treba upoštevati, da je geološka podlaga čim bolj neprepustna za vodo. Akumulacije se lahko gradijo tudi na flišu ali apnencih, ki so sicer precej propustni za vodo. Obstajajo namreč tehnične rešitve tesnjenja akumulacij in pregrad s plastično folijo.



Slika 2. Načrt vodnih akumulacij.
Figure 2. Plan of water reservoirs.

Splošni napotki za gradnjo malih vodnih akumulacij (kalov)

Material za gradnjo pregrade

Najprimernejši material za gradnjo zemeljske pregrade v razmerah, ko bazen ni v celoti tesnjen s folijo, ima naslednjo sestavo: 2/3 peska in 1/3 gline. Zemlja, ki ima preveč peska, prepušča vodo in je nestabilna, po drugi strani pa se zemlja z visoko vsebnostjo gline razteza, če je vlažna in krči, če je suha, kar povzroča razpoke v pregradi.

Razmerje med vodozbirno površino in kapaciteto vodnega bazena

To razmerje je odvisno od topografije, padca zlivne površine, rastlinske pokrovnosti zlivne površine, intenzitete padavin in odtočnega koeficienta. Kapaciteto bazena je možno izračunati po različnih računskih metodah. Za male vodne akumulacije sta najbolj v rabi "racionalna" metoda in metoda "CN" (4, 8).

Primerna globina vodne akumulacije in izguba vode

Maksimalna globina male vodne akumulacije (kala) naj ne presega 3,5 m. Globina je odvisna od konfiguracije terena, lastnosti tal in geološke podlage, uporabe tesnilnega materiala, temperature oziroma izhlapevanja.

Voda se iz bazenov izgublja zaradi pronicanja v globino kar je posledica slabega tesnjenja bazena, in zaradi izhlapevanja. Izgube vode so približno enake porabi vode za vse kmetijske namene (če akumulacija ni tesnjena). Torej bi morala biti kapaciteta akumulacije 2 krat večja od potreb po vodi.

Konstruiranje pregrade

Raziskava podlage

Potrebno je raziskati teren in sondirati mesto, kjer bo stala pregrada vzdolž glavne linije. Izogibati se je treba kamnitih, skalnatih terenov, ker tu voda hitreje pronica, razen v primeru, ko je celotna akumulacija tesnjena s folijo, kar je nasploh priporočljivo na kraških terenih. Pri tesnjenju s folijo ni pomembno, na kakšni geološki podlagi gradimo vodno akumulacijo, pomembno pa je, da imamo možnost ustvariti gladko podlago pod folijo.

Označitev lokacije pregrade in vodne linije

Najbolje je zakoličiti pregrado in linijo



Slika 3. Valjanje dna akumulacije št. 1 pred polaganjem plastične folije.

Figure 3. Land leveling of pond No. 1 before laying of plastic liner.



Slika 4. Sidranje robov plastične folije.

Figure 4. Anchoring of edges of plastic liner.

območja pregrade s profili. Ravno tako označimo vodno linijo z brazdo, ki naj nakazuje mejo, nad katero naj ruša ne bo odstranjena z buldožerjem.

Priprava podlage

Štore, rušo in korenine je treba odstraniti iz bodočega vodnega bazena. Potem prerjemo bazen vzdolž centralne linije pregrade, tako da se material pregrade dobro sprime s podlago.

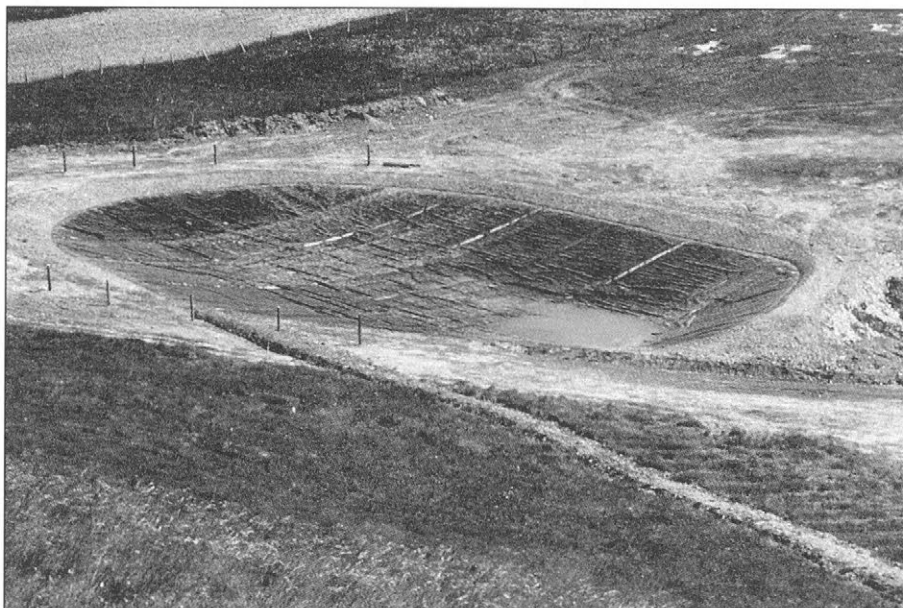
Izkop in zagrnitev osrednjega jarka

Če je material pod pregrado prepusten (skale, itd.) in če akumulacije ne tesnimo s folijo, je treba izkopati jarek vzdolž centralne linije pregrade, ki naj bo vsaj 1,2 m širok in globok toliko, da se odstrani ves

prepustni material. Naklon brežine je lahko v razmerju 1 : 1, kar omogoča dobro povezavo nasutega materiala s podlago. Za zagrnitev jarka je treba uporabiti gost, neprepusten material – zemljo, mešanico gline in finega peska ali gline in melja, kar je najboljše. Vlažnost tega materiala naj bo primerna, s tem pa tudi kompaktnost, ki jo dosežemo pod pritiskom buldožerja ali traktorja.

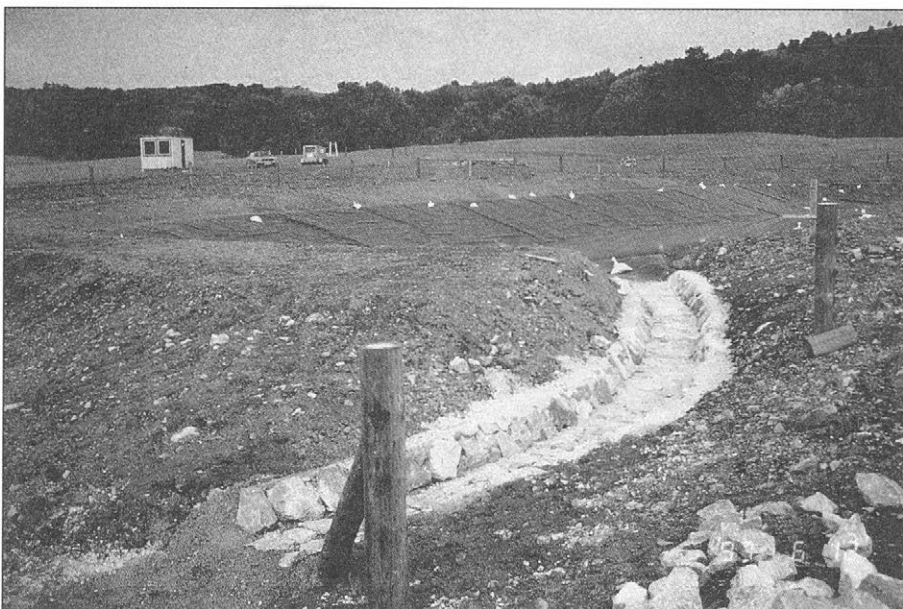
Polaganje odtočne cevi

Vsak vodni bazen mora biti dreniran – imeti mora cevni odtok. Cev mora biti napeljana takoj za tem, ko je jarek pod pregrado zasut. Nagib cevi mora biti vsaj 10 promilov. Uporabimo galvanizirano železno cev s premerom 3-5 cm ali plastično cev. Ob vznožju pregrade name-



Slika 5. Plastična folija položena v akumulaciji št. 2.

Figure 5. Ready-layed plastic liner in pond No. 2.



Slika 6. Prelivni kanal v akumulaciji št. 1.

Figure 6. Spillway for pond No. 1.

plastični ali betonski ovratniki, velikosti 40 do 60 cm, v kvadratu preprečujejo puščanje vode ob cevi. Cevi in ovratniki se dobro zadelaajo z ilovico – glino. Če je celotni bazen tesnjen s folijo, je treba odtočno plastično cev zvariti s foljo. V tem primeru ovratniki niso potrebni.

Polnjenje pregrade

Material za pregrado, ki ga je najbolje vzeti s področja za pregrado, mora biti polnjen v pregrado v slojih debeline 15 do 25 cm. Material ne sme vsebovati skal, kamnov, zmrznjene zemlje ali velikih količin rastlinja. Vlažnost zemlje mora biti taka, da s tlačanjem daje najboljšo kompaktnost. Po vsakem drugem ali tretjem polnjenju – plastenju, povaljamo s traktorjem vzdolž pregrade. Ko je pregrada zgra-

jena, jo je treba prekrito s plastjo humusne prsti na vseh tistih delih, ki ne pridejo v dotik z vodo, in jo povaljati, da ne pride do erozije polnilnega materiala.

Izkop preliva

Preliv je pomembno izkopati ob pregradi v matičnem substratu. Dno prelivnega jaška naj bo ravno.

Zaščita pregrade pred delovanjem valov

Če je površina vodnega bazena večja od 0,5 do 0,8 ha, je možno pričakovati poškodbe pregrade zaradi valov. To je še posebno res, če je zgornja stran pregrade obrnjena proti prevladujočim vetrovom, ali če moč vetra ni prekinjena z vetrno za-

veso. Gorvodno stran pregrade je v tem primeru najbolje zavarovati s kamnito oblogo.

Zatravljanje pregrade

Pregrado je treba zasejati z ustrezno travno-deteljno mešanico.

Namestitev filtra na vtoku v cev

Pri vtoku v cev na gorvodni strani je treba namestiti ustrezni filter – košaro za preprečevanje zamašitve cevi.

Uporaba plastične folije za tesnenje vodnega bazena

Če je mehanska sestava tal neprimerna za polnjenje pregrade ali pa je v bodoči vodni akumulaciji teren preveč prepusten (gramoz, kamenje, kraški teren), je najbolje celotno akumulacijo tesniti s plastično folijo. Obstajajo tudi drugi materiali, s katerimi je možno zmanjšati prepustnost obstoječega materiala na mestu, kjer bo vodni bazen (npr. bentonit). Idealen material za tesnjenje vodne akumulacije mora biti: neprepusten za vodo, primerno trden, prilagodljiv za temperaturne spremembe, odporen proti mehanskim poškodbam in preperevanju, poceni in lahek za namestitvev.

V preteklosti so v svetu uporabljali različne plastične materiale. Najbolj ustrezna je črna polivinilna folija.

Varjenje folije je opravljeno v tovarni (pripeljemo jo v enem kosu na mesto akumulacije) ali pa poteka na kraju postavitve. Debelina folije je lahko različna, saj je odvisna od razmer na terenu in od možnih poškodb; uporablja se folija debeline 0,5 do 2 mm. Svetovno znane tovarne, ki se ukvarjajo s proizvodnjo folije in njeno namestitvijo, zagotavljajo življenjsko dobo do 25 let. Sicer pa je doba odvisna od številnih pogojev v času izkoriščanja akumulacije (ograja, hoja v akumulaciji itd.).

Primer izvedbe vodnih akumulacij na Vremščici

Kraška območja v Sloveniji zavzemajo okoli 45 % celotne površine (slika 1). Pomanjkanje vode za preskrbo ljudi, živali in rastlin ter pomanjkanje tal primernih za strojno obdelovanje so največja ovira za ekonomski razvoj teh območij.

Programi razvoja predvidevajo revitalizacijo teh območij predvsem s pomočjo reje živine, ki pa zahteva izboljšane pogoje za ureditev pašnikov, predvsem pogoje oskrbe živali in pašnikov z vodo, ob ohranjanju in izboljševanju ekoloških pogojev.

Na planini Vremščica pri Senožečah sta bili v letu 1993 zgrajeni dve vzorčni vodni akumulaciji – dva kala. Akumulaciji sta namenjeni raziskavam, ki jih izvaja investitor, tj. Agronomski oddelek Biotehniške fakultete iz Ljubljane, in ter za napajanje drobnice na planini.

Lokacija akumulacij je bila izbrana tako, da se je z najmanjšimi zemeljskimi deli pridobil največji koristen volumen. Izkopi za akumulacije so bili opravljeni strojno, s tem da je bil izkopani material v pretežni meri uporabljen za nasutje pregrad, višek pa je bil razplaniran ob akumulaciji znotraj ograjenega dela.

Pregradi (slike 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) maksimalne višine 1,80 m sta težnostni, zemeljskega tipa in nasuti s homogenim kamnitim materialom, ki je ostal od izkopa akumulacij (spec. teža materiala je 2500 kg/m^3). Nasipalo se je v slojih po 20 cm, plasti pa so se v zemeljsko vlažnem stanju komprimirale z vibracijskim valjarjem z nosilnostjo 1,5 t. Pred nasipavanjem je bilo treba odstraniti vrhnjo preperelo plast zemljine (pribl. 1 m). Širina krone pregrade je 2 m, tako da je možna vožnja na pregradi. Dolvodni del ima naklon 1 : 2, je humiziran in zatavljen, vodni del pa ima naklon 1 : 3 in je zaščiten s PVC – folijo (firma GUNDLE). PVC – folija je bila varjena na kraju samem. S tem, da sta obe akumulaciji zaščiteni s PVC – folijo proti pronicanju skozi telo pregrade in pod pregrado, je porušitev, ki bi lahko nastala zaradi izpiranja, preprečena. Obe akumulaciji in pregradi kot tudi vodozbirna površina s folijo so ograjeni z 1,2 m visoko ograjo (električni pastir).

Akumulaciji se polnita z meteorno vodo, ki odteka s prispevnih površin po zbirnem jarku in skozi PVC – cevi doteka v akumulacijo.

Obe akumulaciji sta povezani s cevovodom iz cevi PEHD s premerom 110 mm, kar omogoča enakomerno polnitev in praznitev akumulacij. Voda se pretaka iz ene akumulacije v drugo po principu veznih posod. Cevovod služi tudi kot napajalni vod, iz katerega se prek regulatorja nivoja in pretoka polni napajalnik, obenem pa je možno prek cevovoda akumulaciji v zimskem času popolnoma sprazniti. Pretok vode do napajalnika je odvisen od višine vode v akumulacijah in znaša od 20 do 50 l/s, potreben pretok pa uravnava zasun s plovcem.

Za evakuacijo visokih vod sta predvidena bočna jarka, speljana v ponikovalnico z niveleto vtoka 40 cm pod maksimalnim nivojem vode v akumulacijah. Jarka sta pred erozijo zaščiteni s kamnito oblogo v cementni malti. Pretočna sposobnost jarkov je $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Okoli ponikovalnice, ki je polnjena z grobim kamenjem in ograjena, je med obema pregradama napajališče za drobnico.

Akumulacija 1 ima na pobočju še dodatno umetno vodozbirno površino, veliko okoli 400 m^2 in napravljeno iz plastične folije, ki je na robovih zasidrana v zemljo.

Zaključek

Za revitalizacijo hribovitih, predvsem kraških območij v Sloveniji, ki trpijo pomanjkanje vode, je potrebno graditi vodne zadrževalnike, ki bi lahko povečali preskrbljenost teh krajev z vodo. Namen gradnje akumulacij je tudi v tem, da se izboljšajo razmere za varstvo pred požari v naravi, prepreči erozija okolja, zagotovi oskrba povečanega števila prebivalstva z vodo v izrednih razmerah (ob ujmah, naravnih in drugih nesrečah, ob prisilni evakuaciji).

Male vodne akumulacije se lahko zaščitijo pred čezmernimi izgubami vode s

perkolicacijo v globino na več načinov. 209 Vodni akumulaciji, ki sta bili zgrajeni na kraški planoti Vremščica, sta tesnjeni zaradi možnih izgub vode v globino z 1,5 mm debelo plastično folijo tipa GUNDLE. Akumulaciji, ki imata skupno prostornino okoli 5000 m^3 , se polnita z meteorno vodo. Višek vode pri napolnitvi rezervoarjev odteka v kraško ponikalnico. Vodni akumulaciji sta ograjeni, kar preprečuje možne mehanske poškodbe na foliji.

Način izgradnje vodnih akumulacij na planini Vremščica bi moral biti deležen pozornosti planerjev, ki se ukvarjajo z revitalizacijo hribovitih območij Slovenije.



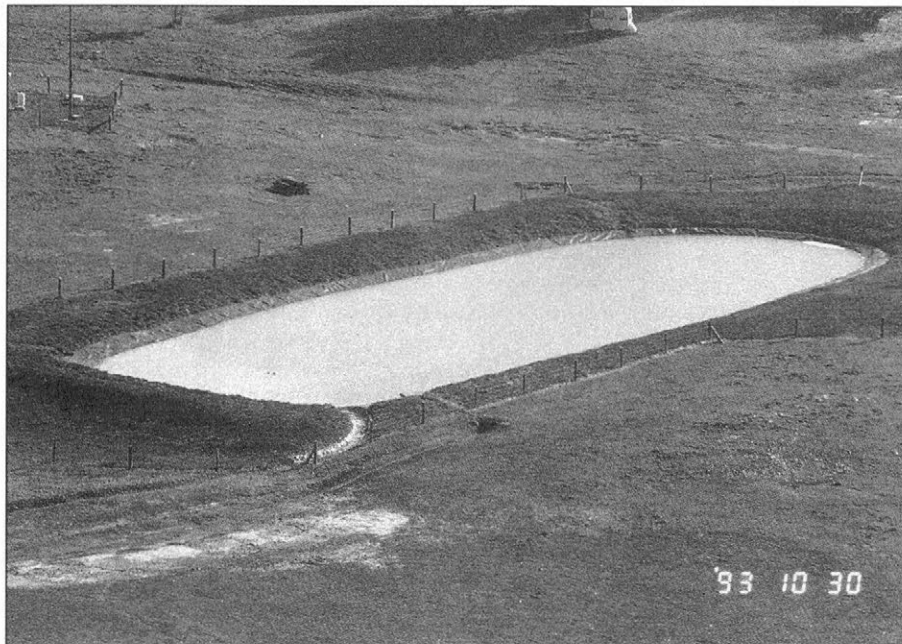
Slika 7. Odtok meteorne vode v akumulacijo št. 1.

Figure 7. Water run-off to pond No. 1.



Slika 8. Pogled na vodni akumulaciji in plastično vodozbirno površino.

Figure 8. View of both ponds together with plastic watershed.



Slika 9. Pogled na vodno akumulacijo št. 1.

Figure 9. View of pond No. 1.



Slika 10. Pogled na vodno akumulacijo št. 2.

Figure 10. View of pond No. 2.

1. Bureau of reclamation – manual, USA Department of interior: Design of small dams, Washington 1965.
2. Habič, P., 1982. Hydrogeological differentiation of karst areas in Slovenija, Geographica Yugoslavia, III/81, p. 51–59, Ljubljana.
3. Hargeaves, G. Samani, Z. A., 1986. World water for Agriculture, Monograph, Utah State University.
4. Kraijenhoff van de Leur, D.A., 1973. Rainfall – Runoff relations and computational Models. ILRI Publication 16. Vol. II., p. 245–320, Wageningen, The Netherlands.
5. Maticič, B., s sodelavci, 1983. Študija razvojnih možnosti za kmetijsko pridelavo v Brkinih, Mnografija, BF, Ljubljana.
6. Maticič, B. s sodelavci, 1992. Izgradnja vodnih akumulacij na Vremščici. PZI, BF, Ljubljana.
7. Savezni sekretariat za narodnu odbranu, 1978. Študija o možnosti formiranja i korišćenja malih akumulacija na brdsko-planinskom području SFRJ, Beograd.
8. Schulze, F. E., 1968. Direct Run-off. Empirical Methods, Syllabus of the lectures, Wageningen, The Netherlands.
9. Urbanistični inštitut Republike Slovenije, 1972. Koordinacijski regionalni prostorski plan gornjega Jadrana – Vodno gospodarstvo.

Brane Maticič

Small scale water accumulation

The hilly and mountainous areas of Slovenia are predominantly undeveloped with very low population density. These areas could be a source of food, water and energy for an eventually higher population density, for the development of tourism, recreation, hunting and sports in these areas. Such development requires implementation of appropriate conditions; among these water supply is one of the most important.

Some techniques of storing rainwater are discussed in this paper in order to enhance the availability of water in these areas, especially to prevent water shortages during droughts.

UJMA

UJMA

UJMA

UJMA

UJMA

UJMA