

VODNA AKUMULACIJA VONARJE JE ŽE 26 LET PRAZNA

RESERVOIR VONARJE HAS BEEN EMPTY FOR 26 YEARS

prof. dr. Mitja Rismal, univ. dipl. inž. grad.
Barjanska ul. 68, Ljubljana

Strokovni članek
UDK 556.155:628.13(497.4Vonarje)

Povzetek | Članek obravnava predlog za ponovno napolnitev in revitalizacijo akumulacije Vonarje, za kar je bila zgrajena. Po izpraznitvi, pred 28 leti, pa je postala mokrišče ter prostor zaščitene rastlin in redkih ptic.

Ključne besede: upravljanje vodnih akumulacij, limnologija

Summary | The paper describes a proposal to refill and to revitalize a reservoir which was emptied 28 years ago, instead of using it for what it had been constructed. Its empty bottom has become wetland with protected vegetation and birds.

Keywords: water reservoirs management, limnology

1 • UVOD

Vodna akumulacija Vonarje na Sotli (slika 1) je bila s sodelovanjem sosednje Hrvaške zgrajena že leta 1976 za zadrževanje poplavnega vala, pitno vodo, namakanje in za turizem z vodnimi športi in ribištvom.

Leta 1988 pa so jo po izpustu z amonijem in žveplovodikom onesnažene vode in po katastrofalnem poginu rib v Sotli izpraznili. Od tedaj je že 26 let prazna. Razen za zadrževanje poplavnih valov ne služi dru-

gim namenom, za kar je bila zgrajena. Za poplavni val bi potrebovali za več kot polovico manjšo akumulacijo. Škodo, ki je zato nastala, je mogoče izračunati.

V tem prispevku obravnavamo vzroke za katastrofalni pogin rib v Sotli (1986–87) in kaj bi bilo – ob ponovni napolnitvi jezera – treba narediti, da bi bila kakovost in globina vode za načrtovane namene in turizem primerni.

2 • OPIS VODNE AKUMULACIJE IN ZA KAJ JE BILA NAČRTOVANA

Akumulacija Vonarje s pregrado (slike 1, 2 in 3) leži v dolini Sotle pod naseljem Vonarje. V zgornjem, ožjem delu akumulacije so zgradili tudi »lovilno« pregrado Prišlin (sliki 3 in 5) za rečni nanos in za preprečitev zamočvirjanja zgornjega, plitvejšega dela akumulacije. Po letu 1988 večkrat na leto poplavljeno dno izpraznjene akumulacije pa je postalo naravovarstveno zanimivo mokrišče (slika 4).



Slika 1 • Vonarska pregrada v 80. letih (Arhiv čuvaja pregrade Vonarje)



Slika 2 • Pregrada Vonarje po izpraznitvi (Rismal, 2014)



Slika 3 • Lovilna pregrada Prišlin (Rismal, 2014)



Slika 4 • Poplavljenno mokrišče pozimi

<http://galerija.foto-narava.com/albums/userpics/100158>

3 • PODATKI O ZGRAJENI AKUMULACIJI



Slika 5 • Situacija in osnovni podatki o akumulaciji Vonarje na Sotli (NIVO, 2008)

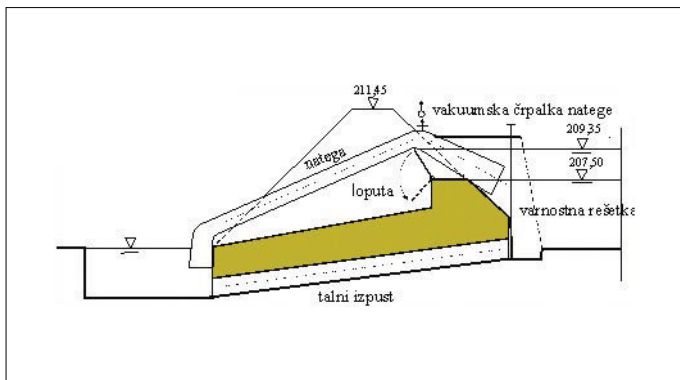
GLAVNE KARAKTERISTIKE PREGRADE IN AKUMULACIJE VONARJE NIVO 30. 10. 2008	
Krona pregrade	211,45
Zajezičev na koti preliva	207,50
Kota maksimalne gladine	209,35
Varnostno nadvišanje pregrade (m)	2,10
Višina nad terenom (m)	15,45
Gradbena višina (m)	18,95
Dolžina krone (m)	102,20
Širina krone (m)	4,00
Poplavljena površina (ha)	195
Naklon brežin na vodni strani	1:2,1 in 1:3
Naklon na zračni strani	1:85
VOLUMEN AKUMULACIJE	
Vodozbirna površina (km ²)	108,90
Kota maksimalne zajezičve	max. 209,35
Volumen akumulacije (10 ⁶ m ³)	12,40
Normalna kota zajezičve	207,50
Volumen akumulirane vode (10 ⁶ m ³)	8,7
Srednji letni pretok (m ³ /s)	1,54
Srednji letni pretok 10 ⁶ (m ³ /l)	48,00
Katastrofalni vodni val 10 ⁶ (m ³)	5,44
Evakuacijski objekti max. +	Prefoki:
Preliv (m ³ /s)	37,30
Talni izpust (m ³ /s)	27,00
Skupaj (m ³ /s)	64,30

Preglednica 1 • Vodno akumulacijo je načrtovalo in leta 1976 izgradilo Vodnogospodarsko podjetje Nivo Celje (Nivo, 2008)

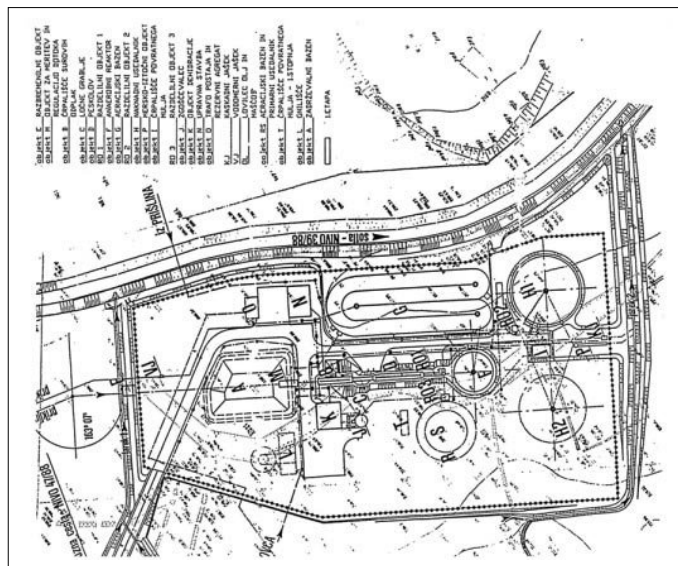
Vodna gladina akumulacije je bila določena s prelivnim robom bočnega preлива pregrade na koti 207,50 m.n.v. pri prostornini zajezene vode 8,7.106 m³. Nad prelivom je bil za evakuacijo vodnega vala 5,44.106 m³ predviden maksimalni dvig vodne gladine za 1,85 m na koto 209,35 m.n.v., s 3,7.106 m³ nad prelivom predvideno prostornino akumu-

lacije. Za samo evakuacijo vodnega vala pa sta bila zgrajena bočni preliv in talni izpust zmogljivosti 37,30 m³/s oziroma 27 m³/s, skupaj 64,3 m³/s (preglednica 1, slika 6). Z dvigom bočnega preлива za 1,85 m na 209,35 m n.v. in z enakim povišanjem krone pregrade je mogoče, v prid boljše kakovosti vode, za toliko povečati globino jezera, zalogo

vode pa za 40 %, na 12,4.106 m³. Povišanje krone pregrade pa ni potrebno, če se namesto dviga bočnega preлива nanj vgradi 1,85 m visoka loputna zapornica z zaradi nižje cene ustrezno prirejeno natego. Na sliki 9 je funkcionalna shema zgolj ene od močnih rešitev za dvig vodne gladine jezera na stalno koto 209,35 m.n.v.



Slika 6 • Shema za dvig vodne gladine jezera, za 1,85 m, na koto 209,35 m.n.v. z vgradnjo loputne zapornice na obstoječi bočni preliv pregrade in ob njem predvideno natego za vzdrževanje stalne gladine jezera tudi pri nastopu vodnega vala. Pri manjših vodnih valovih se (avtomatizirana) loputa postopoma spušča in dviga. Pri večjih valovih pa avtomatsko z vakuumsko črpalko deluje tudi natega. Najprej pa se kontrolirano, glede na kakovost vode, aktivira talni izpust za odvod na dnu jezera onesnažene vode



Slika 7 • Čistilna naprava s simultano denitrifikacijo in defosfatizacijo 26.670 PE NIVO – po tehnologiji IZH FGG

4 • ZAŠČITA JEZERA

Za zaščito jezera je bil narejen načrt kanalizacije za Rogaško Slatino in Rogatec z retencijsko kapaciteto za zadrževanje in čiščenje odpadnih voda in padavinskega odtoka na skupni čistilni napravi s konfiguracijo Carousel za 26.670 PE III. stopnje s kontinuiranim čiščenjem fosfatov do 1 (mgP/l) in nitratov (slika 7).

Ker za omenjeni načrt čistilne naprave ZVSS ni izdala zaprosenega soglasja, se je zgradila za

čiščenje padavinskega odtoka manj primerna diskontinuirana naprava SBR za 9000 PE. Neočiščena odpadna voda Rogaške Slatine in Rogatca (preglednica 3) pa je povzročila hiperevtrufno stanje jezera z na dnu jezera visoko koncentracijo toksičnega amonija in žveplovodika.

Urška Kovačič (Kovačič, 2013) je zato upravičeno zapisala: »Nestrokovno upravljanje jezera z izpustom te vode je povzročilo

zmanjšanje vsebnosti kisika v Sotli pod jezerom in občasne pogine rib. Ker je voda postajala vedno bolj umazana in smrdljiva, so jo morali v letih 1986/87 spustiti. Zastrupljena voda je na svoji poti do izliva Sotle v Savo uničila ves življ. Ko je voda odtekla, je ostala na dnu jezera zamuljena jezerska usedlina z veliko hranilnih organskih snovi (...).« Po izgradnji čistilnih naprav Rogaške Slatine in v Rogatcu pa želita sedaj obe občini, v sodelovanju z na hrvaški strani sosednjo občino Pregrada in drugimi občinami Posotolja, Vonarsko jezero ponovno oživiti, za kar je bilo tudi zgrajeno.

5 • PRESOJA EVTROFNOSTI JEZERA ZA SANACIJO JEZERA (Volenweiderjev model)

Preliminarno presojo kakovosti – pričakovano evtrofnost jezera – po ponovni napolnitvi revitalizaciji jezera smo izvedli v preglednici 1, za tri primere ocenjene generacije fosforja iz neočiščene in očiščene odpadne vode

Rogaške Slatine, Rogatca in iz prispevne površine jezera:

- za kakovost Sotle brez čiščenja odpadnih voda na prispevnem območju z Rogaško Slatino, Rogatcem,

- s čiščenjem odpadnih voda in
- s speljavo očiščenih odpadnih voda v Sotlo pod pregrado akumulacije.

Za preliminarno oceno evtrofnosti smo uporabili empirični Volenweiderjev limnološki model, ki ne obravnava fizikalno-bioloških procesov vzdolž tega 6,5 km dolgega in povprečno le 300 m širokega jezera, kot so jih, za primer, za podobno akumulacijo pitne vode Wanbach v Nemčiji. Za obravnavani

načrt sanacije pa bi ga kazalo uporabiti tudi za Vonarje.

$$L_P = C_P \cdot \frac{z_{sr}}{T_w} \cdot (1 + \sqrt{T_w}) \left[\frac{mgP}{m^2 \cdot l} \right];$$

$$C_P = \frac{L_P}{\frac{z_{sr}}{T_w} \sqrt{(1+T_w)}} \left(\frac{mgP}{m^3} \right)$$

C_P = koncentracija P v jezerski vodi za oligotrofno jezero

q ($m^3/m^2 \cdot l$) = $\frac{z_{sr}}{T_w}$ hidralična površinska obremenitev jezera

L_P $\left[\frac{mgP}{m^2 \cdot l} \right]$ Dopustna letna obremenitev jezera s fosforjem

Na koti preliva 207,50 m je prostornina zajezene vode $V = 8,7 \cdot 10^6 m^3$

Površina zajezene vode pa $S = 1,663 \cdot 10^6 m^2$

$$T_w = \frac{V(m^3)}{Q_{srl} \cdot 365 \cdot 86400} = \frac{8,7 \cdot 10^6}{1,54 \cdot 365 \cdot 86400} =$$

$$= 0,179(\text{let})$$

$$z_{sr} = \frac{V(m^3)}{S(m^2)} = \frac{8,7 \cdot 10^6}{1,663 \cdot 10^6} = 5,23(m)$$

Po spodnji oceni obremenitve Vonarskega jezera s P odpadnih voda naselij občin Rogaška Slatina (11.100 prebivalcev) in Rogatec (3.113 preb.), skupaj 14.213 (PE):

a. Brez čiščenja odpadnih voda 1 PE – ca. 2 gP/dan
 $L_P = 14.213 (PE) \cdot 2,0 (gP/l) \cdot 365 (d) = 10.375.490 (gP/l)$

$$\sum \frac{gP}{m^2 \cdot l} = \frac{10.375.490 \left(\frac{gP}{l} \right)}{1,663 \cdot 10^6 (m^2)} =$$

$$= 6,24 \left(\frac{gP}{m^2 l} \right)$$

b. S čiščenjem odpadnih voda na ca. 1,0 (mgP/l)
 Pri 150 (l/PE.dan) odpadne vode je letna obremenitev jezera s P:

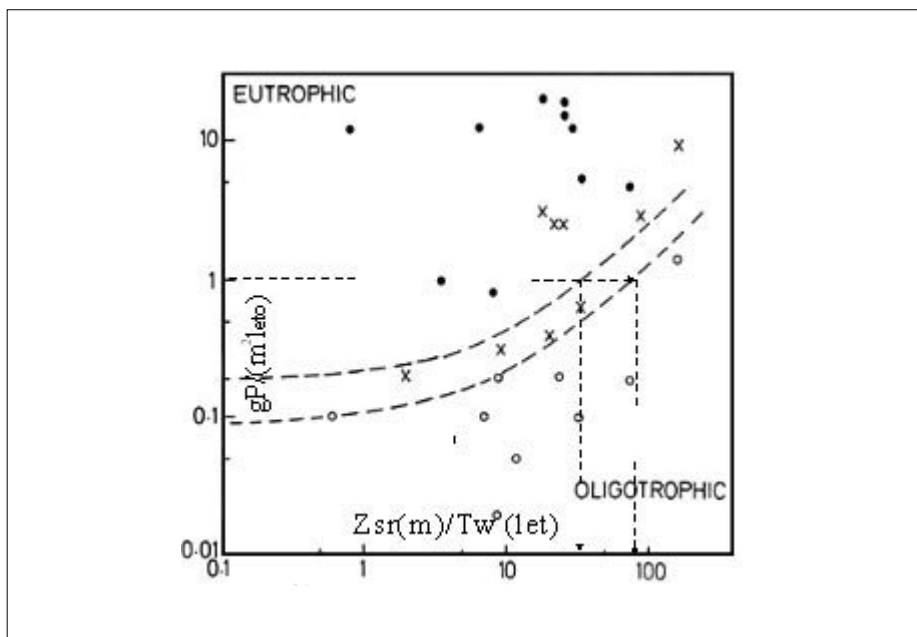
$$\sum \frac{gP}{m^2 \cdot l} = \frac{(150 (l/PE) \cdot 14213 (PE) \cdot 1,0 (mgP/l) \cdot 365 (d))}{1,663 \cdot 10^6 (m^2) \cdot 1000} = 0,468 \left(\frac{gP}{m^2 l} \right)$$

Površina	(mgP/m ² leto)		
	od-do	median	povprečno
gozd	0,0019–0,0083	0,0021	0,0024
okopavine	0,0026–0,1860	0,0224	0,0446
polja	0,001–0,0290	0,0076	0,0108
pašniki	0,0014–0,049	0,0081	0,0150

Preglednica 2 • Izpiranje fosforja iz površin (Rechow, 1980)

Stopnja trofičnosti	Kriterij trofičnosti		Dosegljivo brez čistilne naprave		Dosegljivo s čistilno napravo		Dosegljivo z odvodom očišč. odpadne vode pod pregrado	
	P _□ mg/m ³	P _□ mg/m ³	L _p gP/m ² l	P _□ mg/m ³	L _p gP/m ² l	P _□ mg/m ³	L _p gP/m ² l	
ultraoligotrofno	≤ 2,5	–	–	–	–	–	–	
Oligotrofno	2,5–8	–	–	–	–	–	–	
Mezotrofno	8–25	–	–	–	–	23,81	0,99	
Evtrofno	25–80	–	–	49,62	1,45	–	–	
Hiperevtrofno	≥ 80	173,88	7,24	–	–	–	–	

Preglednica 3 • Ocena evtrofnosti po Volenweiderju pričakovane trofičnosti vode v akumulaciji Vonarje



Slika 8 • Volenweiderjev diagram evtrofnosti

c. Prispevek P iz kmetijskih in gozdnih površin:

50 % gozdnih površin 0,0024 (gP/m²l)

$$\frac{0,5 \cdot 0,0024 \cdot 104,9 \cdot 10^6}{1,49 \cdot 10^6} = 0,0845 \left(\frac{gP}{m^2 l} \right)$$

50 % pašnikov in ornih površin

0,0258 (gP/m²l)

$$\frac{0,5 \cdot 0,0258 \cdot 104,9 \cdot 10^6}{1,49 \cdot 10^6} = 0,908 \left(\frac{gP}{m^2 l} \right)$$

$$\text{Skupaj} = 0,990 \left(\frac{gP}{m^2 l} \right)$$

Rezultati za tri primere ocenjene evtrofности jezera so v preglednici 3 in na sliki 8.

brez čiščenja odpadnih voda, s čiščenjem in izpeljavo očiščene odpadne vode pod pregrado. Prispevek fosforja iz gozdnih 50 % in kmetijskih površin je ocenjen. Obremenitev odpadnih voda zgolj po številu prebivalcev. Na nivoju idejne zasnove bolj natančna presoja evtrofности ni potrebna, saj že je iz uporabljenih podatkov vidno, da bo jezero, tudi po izgradnji še načrtovanih kanalizacij in čistilnih naprav, težko doseglo mezotrofno stanje.

Poleg v preglednici 2 ocenjene »zunanje« obremenitve jezera bo ostalo na dnu zaradi razpada organske mase, v 26 letih nastale zarasti in akumuliranih usedlin na dnu jezera še večje onesnaženje.

Že poenostavljena presoja evtrofности jezera v preglednici 3 in na sliki 8 za Zsr/Tw = 29,22 pokaže, da jezero tudi, po v preglednici 2 predvidenem odvodu očiščene odpadne vode, pod pregrado Vonarje ne bo preseglo mezotrofne stopnje.

6 • UKREPI ZA KAKOVOST JEZERA IN SOTLE POD JEZEROM

Po v preglednici 3, zadnji stolpec, navedenih ukrepov za revitalizacijo bo za turistično rekreacijo in za pripravo pitne vode primerno mezotrofno ali nizkoevtrofno stanje jezera potrebno opraviti naslednja dela.

Pred napolnitvijo jezera:

- Očistiti zarast in organske usedline na poplavljeni površini jezera.
- Z Rogaško Slatino, Rogatcem in drugimi še zgrajenimi čistilnimi napravami s kanalizacijami, očiščene odplake speljati, najboljše

po tlačni cevi mimo jezera, v Sotlo pod pregrado Vonarje.

- Za boljšo kakovost jezera (nižjo evtrofnost) pa namesto nižanja trajno gladino jezera dvigniti na 209,35 m.n.v., s povišanjem krojne pregrade in povišanjem bočnega preliva za 1,85 m ali brez povišanja krojne pregrade, z na bočni preliv z vgrajeno loputno zapornico enake višine.

Za hitrejšo evakuacijo vodnega vala, pri napovedi večjih padavin, pa k kapaciteti talnega

izpusta zgraditi natego s ponovnim računom vodnega vala določene zmogljivosti.

Za trajno kakovost jezera pa bo potrebno:

- Za znižanje hranil v jezeru, del nizkih ca. 150 (l/s) in na dnu jezera z NH3-NH4, H2S in s P, onesnaženih pritokov pred izpustom v Sotlo očistiti v za ta namen, pod pregrado predvideni aeracijski laguni. (Primerno velikost izpusta se preveri z limnološkim modelom, ki upošteva tudi globinski odvod vode, na primer (Rismal, 2005).)
- Upravljanje jezera pa strokovno voditi po rezultatih limnološke spremljave jezera, pritokov in iztokov.

7 • NARAVOVARSTVENI REZERVAT ALI TURISTIČNO-REKREACIJSKI NAMEN JEZERA

Po izpraznitvi akumulacije smo v državi, ki je 60-odstotno pokrita z gozdovi, dobili na 1,95 km² kmetijskih površinah, namesto jezera z 8,7 · 10⁶ m³ vode, novo umetno mokrišče (slika 4). Večje, sicer različno, 4,5 km² veliko naravno mokrišče Jovsi ob Sotli pa leži le nekaj kilometrov nižje.

V 26 letih je iz prazne akumulacije, v nasprotju s tem, za kar je bila zgrajena, nastal nov naravovarstveni interes za ohranitev umetnega mokrišča, ki ni bilo načrtovano, je pa habitat redkih ogroženih, ptic (slika 9) in rastlinskih vrst, kot so bela vrba, velike združbe trstičevja itd. (sliki 10 in 11).

Po ornitologih je naravovarstveni interes za ohranitev sedanjega plitvega mokrišča na dnu akumulacije z vodno gladino na 200,00 m.n.v.

V interesu turizma in vodne rekreacije (sliki 12 in 13) na drugi strani pa je 7,5 m ali 9,35 m globoko jezero z gladino na 207,50 m.n.v. oziroma 209,35 m.n.v., za kar je bila pregrada, poleg omenjenih funkcij, tudi načrtovana. Neka srednja globina jezera na 204,00 m.n.v. pa ni več pravo mokrišče niti polnovredno turistično-rekreacijsko jezero.



Slika 9 • Vodomec
(Vir: <http://www.e-fotografija.com>)



Slika 10 • galerija.foto-narava.com



Slika 11 • (Vir: <http://www.e-fotografija.com>)

Zgrajena pregrada, zgolj za mokrišče z vodo na 200,00 m.n.v. ali 2004,00 m.n.v. in za poplavno varnost, brez načrtovanih funkcij, bi pomenila izgubo zanjo in za odkup 195 ha kmetijskih površin vložnega državnega denarja.

Zato se zdi najbolj primerna uporaba jezera, kot je bila že 1976 leta načrtovana tudi za turizem z vodno rekreacijo. V tem primeru in pri zajezitvi jezera na koto 209,35 m.n.v. pa ostane za pregrado Prišlin večje mokrišče, kot je bilo pred izpraznitvijo akumulacije.

Za večjo krajinsko in turistično, tudi naravovarstveno vrednost jezera predlagamo, da se gladina jezera od načrtovane na koto 2007,5 m.n.v. poviša 209,35 m.n.v.

Vsaj del izgubljenega mokrišča pa naj bi se nadomestil pred izpustom anoksične vode iz akumulacije v Sotlo pod pregrado z obvezno izgradnjo ozračene lagune in suhe pregrade na Sotli. Takšno mokrišče bi bilo obenem tudi nadomestilo za pred leti z »linijsko« regulacijo



Slika 12 • Načrt za turizem in rekreacijo na jezeru

Sotle opuščenimi naravovarstveno bogatimi meandri in mokrišči.

Odgovor na to lahko pričakujemo od mednarodnega projekta Interreg IVC projekta FOOD-WISE za revitalizacijo Vonarskega jezera, ki so ga pridobile občine Rogaška Slatina, Pregrada na hrvaški strani skupaj z drugimi občinami Posotelja.



Slika 13 • Jadranje in kopanje na jezeru

Predvideni Regionalni učni center za razvojne načrte Obsotelja v povezavi z Vonarskim jezerom in reko Sotlo, kot jih predvidevajo načrtovalci na slikah 12 in 13, bi lahko postal z reševanjem konkretnih problemov trajne kakovosti jezera in kakovosti Sotle pod njim tudi šola aplikativne ekologije.

8 • SKLEP

Pregrada vodne akumulacije Vonarje je bila pred 38 leti (1976) zgrajena za poplavno varnost, preskrbo z vodo in namakanje. Jezero pa naj bi postalo tudi del turistične ponudbe Obsotelja z Rogaško Slatino in Podčetrtkom. Z izpraznitvijo pregrade leta 1988 pa je na dnu praznega jezera nastalo mokrišče, ki je naravovarstvena vrednota.

Po obravnavani presoji načrtovane revitalizacije bi jezero po napolnitvi do kote 209,35 m.n.v. doseglo, od načrtovane gladine 207,50 m.n.v., za 1,85 m večjo globino in ohranilo nizko eutrofnost ali celo mezotrofno kakovost vode, kar je v interesu turizma z vodnimi športi, primerna pa je tudi za pripravo pitne vode. Nad Prišlinovim pa še vedno ostane večje

mokrišče, kot je bilo do sedaj. Za trajno kakovost jezera, zaradi pričakovane eutrofnosti, pa tudi to ne bo dovolj. Zato smo, za manjšo notranjo obremenitev jezera, predvideli z dna jezera trajni odvod te z NH4 in H2S onesnažene in na izpustu dobro prezračene vode v aerobno laguno in v mokrišče z manjšo suho pregrado na Sotli.

Takšna dopolnitev obravnavanega projekta za revitalizacijo Vonarskega jezera bi bila poleg potrebne zaščite Sotle pred neočiščenim izpustom z dna jezera tudi nadomestilo za pred leti izvedeno »linijsko« regulacijo Sotle, zgubljene številne naravne meandre in mokrišča te prej naravovarstveno bogate reke. Navedeno govori za to, da pri revitalizaciji

Vonarskega jezera ne gre le za namene, za katere je bilo zgrajeno, ampak tudi za posledice za kakovost Sotle, ki jih je že in bi jih po ojezeritvi, brez teh ukrepov, prej ali slej ponovno povzročila.

S preliminarno limnološko presajo kakovosti jezera smo želeli tudi pokazati na potrebo pa trajnem nadzoru kakovosti jezera, da bo lahko, ne le nekaj let, služilo, za kar je bilo zgrajeno. V načrtu občin Posotelja, Interreg IVC projekt Flood-Wise, s sofinanciranjem EU, v infrastrukturnih projektih, je za revitalizacijo jezera predvidena vzpostavitev Regionalnega učnega centra Obsotelja za različna vprašanja v povezavi z reko Sotlo. Kot rečeno, je lahko tak center tudi priložnost za slovensko vodno gospodarstvo, da se pri konkretnem primeru in s sodelovanjem tujih strokovnjakov uporabi znanje in pridobi izkušnje za ekološko in gospodarno urejanje voda.

9 • LITERATURA

Nekrep, A., Žiško, A., Prah, K., Učimo se z naravo, Univerza v Mariboru, 2010.

Nivo, Načrt zaščite in reševanja ob porušitvi pregrade Vonarje, 30. 10. 2008.

Občina Rogaška Slatina, Vonarsko jezero – Ponova vzpostavitev, revitalizacija Vonarskega jezera na reki Sotli, <http://www.rogaska-slatina.si/txt/1/140/vonarsko-jezero-obcine-rogaska-slatina>, povzeto avgusta 2014.

Rismal, M., Sanacija Blejskega jezera, Gradbeni vestnik, 54, 2, str. 13–34, 2005.

Kovačič, U., Geografska analiza rabe Vonarskega jezera, Zaključna seminarčna naloga, mentor red. prof. dr. Dušan Plut, Univerza v Ljubljani, Geografska analiza, Filozofska fakulteta, oddelek za geografijo, Ljubljana, 2013.