

Mr Milan Ivetić*

TEHNIČKO REŠENJE ZAHVATNE GRAĐEVINE U SKADARSKOM
JEZERU ZA POTREBE REGIONALNOG VODOVODA,
EKOLOŠKI USLOVI - ZAHTEVI PROCESA PREČIŠĆAVANJA

THE TECHNICAL PROPOSAL FOR THE WATER INTAKE STRUCTURE FOR
THE PURPOSES OF REGIONAL WATER SUPPLY - ECOLOGICAL
CONDITIONS - THE DEMANDS OF PROCESS OF WATER TREATMENT

Izvod

Za potrebe vodosnabdevanja Crnogorskog primorja Regionalnim projektom se predviđa zahvatanje vode, do proticaja $Q = 1400$ l/s, iz zaliva Karuč na obodu Skadarskog jezera. Na lokaciji vodozahvata smešteno je postrojenje za prečišćavanje vode, odakle se voda transportuje ka primorskim opštinama.

Prikazano je tehničko rešenje vodozahvatne građevine, koje je rezultat pokušaja da se minimiziraju mogući negativni efekti na sredinu, a istovremeno, iz ugla postrojenja za prečišćavanje vode, zahtevi su da se obezbedi pouzdan rad sistema sa zahvatanjem vode najboljeg kvaliteta (sezonski uticaji, fluktuacije nivoa Jezera,...) sa adekvatnim održavanjem objekta u eksploataciji primerenim uslovima i značaju lokacije.

* Mr Milan Ivetić, dipl.ing.grad., Energoprojekt - Hidroinženjering MDD Beograd

Abstract

For the purposes of Regional water supply system for Montenegro coastal area, raw water is taken from submerged springs at the edge of the Skadar lake in the area of Karuč bay. Near to the water intake Water treatment plant is situated.

This paper is presenting technical proposal for the water intake structure, created in a way to minimize, as much as possible, impacts to the environment, and at the same time from the WTP point of view, water intake should allow reliable operation of the plant abstracting the water of the best quality seasonal effects. water level fluctuations,...) with the maintenance in accordance with conditions and importance of the location.

UVOD

Projektnim rešenjem snabdevanja vodom područja Crnogorskog primorja, usvojeno je da Regionalni vodovod zahvata vodu iz zaliva Karuč na obodu Skadarskog jezera. Opređenje za izvorište Karuč izvršeno je tehnoekonomskim upoređenjem više potencijalnih izvorišta, od kojih ćemo pomenuti reku Trebišnjicu - Plat, reku Bojanu, akumulaciju Orahovštica na istoimenoj reci, Čemovsko polje, izvorište Raduš u Skadarskom jezeru. Stručna rasprava je zaključila da je najprihvatljivije rešenje zahvatanje iz zaleđa, odnosno iz basena Skadarskog jezera. Osnovna uloga Regionalnog vodovoda je da obezbedi deficitarne količine vode za primorske opštine Budva, Kotor, Tivat, Bar i Ulcinj, kao i područje bivše opštine Rijeka Crnojevića, sa mogućnošću plasiranja vode i ka Herceg Novom. Ukupne nedostajuće količine za dan maksimalne potrošnje procenjene su na 1400l/s, što je definisalo hidraulički kapacitet kontinentalnog dela sistema. Primorski deo sistema, koga čine severni i južni krak, poseduje hidrauličku propusnost koja je u zbiru i veća od kapaciteta primorskog dela sistema, a iz razloga pokrivanja iznenadnih povećanih zahteva delova konzumnog područja.

IZVORIŠTE

Na bazi sprovedenih istražnih radova, kao i Idejnog projekta Vodozahvata "Karuč" (EP Hidroinženjering DD, avgust 1994), usvojena su izvorišta Karučko i Volačko oko, kao osnovno rešenje za vodosnabdevanje, s tim što se predviđa i izgradnja rezervnog vodozahvata na lokaciji formiranja Karučke reke. Pored aspekta sigurnosti u vodosnabdevanju, uloga rezervnog vodozahvata bi bila da omogući i selektivan izbor izvorišta u fazi eksploatacije, ciljem da se obezbedi zahvatanje vode najboljeg kvaliteta.

Praženje bogate izdani zaleđa u Karučkom zalivu je u vidu tipičnog karstnog, razbijenog izvorišta. Unutar Karučkog zaliva glavna vrela (vrulje, oka) su

sljedeća: Karuč, Volač, Žabino oko, Raduševo oko, Bečko oko, Kaluđerovo oko i Đurovo oko, Studenjak, Studenac i drugi. Prema hidrološkim istraživanjima, od ukupnih voda karučkog izvorišta, oko 62% daje vrelo Karuč, oko 23% vrelo Volač, a 15% ostala manja vrela i izvori.

Režim pražnjenja karstne izdani je veoma neravnomeran, ali uprkos tome niski proticaji Karuča i Volča i uopšte celog izvorišta su vrlo postojani.

Minimalni i maksimalni proticaji za celo izvorište i za oko Karuč, koji predstavlja najdominantniji izvor, ocenjuju se na:

Q_{\min} oka Karuč	cca 1,2 m ³ /sec
Q_{\min} celog izvorišta	cca 2,0m ³ /sec
Q_{\max} oka Karuč	> 60 m ³ /sec
Q_{\max} celog izvorišta	>100 m ³ /sec

Ocenjeno je da izvorište Karuč nije potopljeno jezerskom vodom, već je uglavnom ujezerena sopstvena izvorska voda, uprkos tome što je korito Karučke rijeke celim tokom ispod minimalnog vodostaja Jezera. To je indicirano limnografski registrovanim hidrauličkim gradijentima (prema Jezeru), temperaturom i kvalitetom vode.

Specifičnost uslova koji karakterišu lokaciju Karuč (kulturno-istorijski aspekt, deo nacionalnog parka, ekološki aspekt,...) javili su se kao polazni osnov kod koncipiranja tehničkog rešenja za vodozahvatno rešenje, a sa ciljem da se mogući negativni efekti učine što je moguće manjim. Izvesno je da zahvatanje vode za potrebe Regionalnog vodovoda, posebno u letnjim mesecima kada su potrebe najveće, predstavlja značajnu promenu za živi svet, ali je u ovom trenutku s obzirom na kompleksnost problematike, posebno u delu uticaja na živi svet, nemoguće kvantifikovati sve uticaje, ponegde čak ni u smeru delovanja. Stoga je kod projektovanja vodozahvata jedan od osnovnih kriterijuma bio da se što je moguće manje remete prirodni uslovi mikrolokacije.

Osnovni zahtevi, formulisani od JP za Nacionalne parkove i Ministarstva za ekologiju, u cilju očuvanja ambijentalnih vrednosti lokacije Karuč, mogu se sažeti:

- Tehničkim rešenjem ne narušavati prirodni izgled izvorišta, zbog čega svi objekti treba da budu ispod minimalnog nivoa vode,
- Tehničkim rešenjem sprečiti ili otežati dospevanje riblje populacije u Postrojenje za prečišćavanje,
- Obezbediti slobodnu migraciju riba (ukljeva) u/iz zaliva Karuč,
- Za slučaj potrebe podvodnih intervencija za vreme eksploatacije vodovoda predvideti mogućnost rada samo sa gnjurcima, bez upotrebe veće građevinske mehanizacije.

TEHNIČKO REŠENJE VODOZAHVATA

Kroz prethodne faze izrade dokumentacije razmatrano je više varijanti za rešenje vodozahvatne građevine, kao npr:

- armirano-betonski roštilj koji bi se postavljao iznad samog oka sa setom usisnih cevovoda,
- vodozahvatna građevina šahtnog tipa sa čeličnim rešetkama,
- usisna cev sa difuzorom, kao i druga rešenja.

Usvojeni tip vodozahvatne građevine čini vodoprijemna cev od spiralnih polietilenskih cevovoda visoke gustine (PEHD) prečnika 1300 mm, perforirana kružnim otvorima 10 mm. Vodoprijemna cev je postavljena na dno prethodno očišćeno od taloga i mulja i zasuta nasipom od šljunka ($d = 20-25$ mm), koji sa svih strana obuhvata cev. Šljunak ima dvostruku ulogu: da spreči ulazak ribe u dovod i da svojim balastom da zahvatnoj cevi potrebnu stabilnost. Šljunčani zastor izabran je i kao materijal koji se lako ugrađuje pod vodom, bez angažovanja posebne građevinske mehanizacije.

Vodozahvatna građevina je generalno ista na sve tri lokacije, a u osnovi bazira se na iskustvima i rešenjima koja se primenjuju u Rusiji, iako samo rešenje u finalnom izgledu, zbog ugrađenih modifikacija, i nema velikih sličnosti sa svojim "starijim bratom". Iako analogije za primenu istog tipa vodozahvatne građevine prividno nema, drugačija vrsta problema upravo sugerise primenu usvojenog tipa vodozahvatne građevine koja je potopljena i položena na dno jezera (reke). Naime, osnovni razlozi za primenu ovog tipa građevine u Rusiji jesu problemi sa ledom i nestabilnost rečnih korita zbog velike eroziona moći. Uz ovo, izbegavaju se problemi sa plivajućim materijama, odnosno nema potrebe za ugradnjom hidromašinske opreme. Na lokaciji Karuč potopljena građevina se nameće kako zbog zahteva za očuvanjem ambijentalne slike, tako i zbog zahteva da se temperatura ujezererne izvorske vode. Za sprečavanje ulaženja riba ka postrojenju za prečišćavanje vode, preko vodozahvatne građevine je postavljen tepih od šljunčanog materijala.

Mikrolokacija vodozahvatnih građevina u samim virovima (Karuč i Volač) određena je prema geološkim istraživanjima i podvodnim snimanjima koja su obavljena tokom 1994. godine, a prema kriterijumu da položaj vodoprijemne cevi bude što je moguće dublje, i van glavnih vrela, da pri velikim vodama ne bi došlo do oštećenja ili poremećaja vodozahvatne građevine dejstvom velikih brzina vode. Sledeći ovaj kriterijum vodoprijemne cevi su postavljene u zonama gde je prisutan sitnozrni pesak, što pruža garanciju da je objekat stabilan sa aspekta hidrodinamičkih uticaja pri velikim proticajima. Cev se postavlja duž izohipsi, tj. horizontalno i za lokaciju Karučkog oka vodoprijemna cev je postavljena na kotu - 1.65 mnm, za lokaciju Volačkog oka na kotu + 1.60 mnm, a za lokaciju Bazagurske matice na kotu - 2.30 mnm, a prema konkretnim topografskim i morfološkim karakteristikama. Opseg fluktuacija nivoa vode u Skadarskom jezeru kreće se između maksimalne kote vode od 9,88 mnm, do minimalne oko 4.60 mnm.

Na Karučkom i Volačkom oku zbog znatne strmine dna na kome se postavlja zahvat (nagib oko 25-20°) predviđa se skraćenje i osiguranje donje nožice zastora slogom vrećastih gabiona, osiguranih zidom od čeličnih cevi \varnothing 80 mm.

HIDRAULIČKI PRORAČUN

Proračun hidrauličnog gradijenta (I) pri tečenju kroz šljunčani nasip vršen je korišćenjem modifikovane Carman - Kozeny-jeve jednačine, s obzirom na to da osnovna jednačina važi za laminarne uslove tečenja, tj. $Re < 5$, a za konkretne uslove $Re = 500-1000$.

Prema preporukama iz literature (Hydraulics of groundwater, Mc Graw Hill 1979, Jacob Bear) za turbulentne uslove tečenja $Re > 100$, autor Ergun (1952) preporučuje sledeću modifikaciju Carman - Kozeny-jeve jednačine:

$$I = 150 \frac{(1-n)^2}{n^3} \frac{v}{g} \frac{v}{d_0^2} + \frac{1,75(1-n)v^2}{n^3 g d_0}$$

Za konkretne uslove proračuna izvršeno je osrednjavanje brzine, zbog radijalnog ubrzavanja struje i primenom gore navedene jednačine dobijene vrednosti hidrauličkog gradijenta se kreću u granicama od:

$$I - 0,018 - 0,082 \text{ m/m.}$$

Prema ovome za granične vrednosti brzina (minimalna i maksimalna) hidraulički pad za dužinu puta od 1,0 m, koliko se može usvojiti za osrednjenu vrednost, (hidraulički pad) će iznositi od 2 do 8 cm, što se za konkretne uslove na vodozahvatu, imajući u vidu i fluktuacije nivoa vode u Jezeru, može ocijeniti kao zanemarljivo.

Prema jednačini Ward-a iz 1964. godine (isti izvor *Hydraulics of groundwater*,...), koja je poslužila za kontrolu, dobijaju se nešto niže vrednosti:

$$I = 150 \frac{v}{gk} + \frac{0,55}{gk} v^2, \quad \text{gdje je definisano kao} \quad k = \frac{d_0^2}{360}$$

$$I = 0,0108 - 0,0265 \text{ m/m}$$

Ukupni hidraulički gubici na putu vode kroz šljunčani zastor i perforacije na zidu cevi iznose $\Sigma h_i = \text{cca } 0,10 \text{ m}$.

Za slučaj da je usled deponovanja suspendovanih materija na šljunčani zastor došlo do smanjenja poroznosti sa inicijalnih 0,40 na 0,20 (realno do ovoga ne može doći zbog stabilnosti istaloženih čestica) hidraulički gradijent će, prema napred datoj jednačini, za maksimalnu vrednost brzine iznositi:

$$I = 0,47 \text{ m/m,}$$

što opet ne predstavlja ozbiljno ugrožavanje funkcionalnosti vodozvhata.

ODRŽAVANJE OBJEKTA

Iako je voda Karučkog vrela izuzetno čista, sa niskim vrednostima mutnoće, odnosno sadržaja suspendovanih materija, ipak se ne može prenebregnuti mogućnost zamuljivanja i zatrpavanja šljunčanog zastora, pa time i same vodoprijemne cevi. Da bi se omogućilo uklapanje muljnog nanosa predviđen je uređaj za prodivavanje šljunčanog zastora komprimovanim vazduhom. Perforirane cevi za komprimovani vazduh postavljene su u obliku roštilja ispod vodoprijemne cevi u samom šljunčanom nasipu. Po potrebi, roštilj prodivnih cevi pomoću podvodnog priključka vezuje se za pokretni kompresor na plovnom objektu, uduvava se komprimovani vazduh i na taj način dvofaznim strujanjem vazduha i vode, vrlo efikasno odstranjuje istaloženi mulj. Operacija se po potrebi ponavlja.

Usvojene karakteristike mobilnog kompresora su: količina usisanog vazduha 240 NI/min, a radni pritisci - uključenje 6 bara i isključenje 8 bara.

Potvrda usvojenih karakteristika sistema za čišćenje šljunčanog zastora izvršice se na hidrauličkom modelu, čime bi predviđeni sistem dobio verifikaciju i pre izvođenja u Skadarskom jezeru.

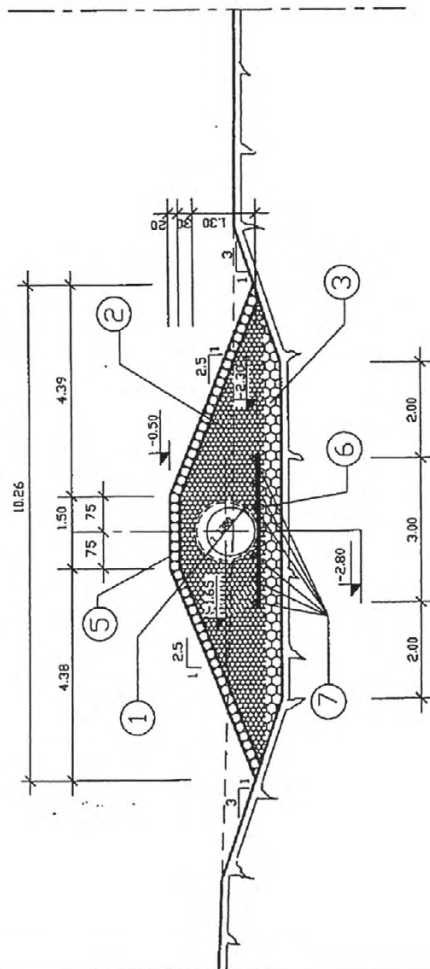
LITERATURA

Hydraulics of groundwater, Mc Graw Hill 1979, Jacob Bear

Разработать систему рйбозаит на водоприемниках насосных станций питьевого назначения № 1 и № 2 г. Ярославля 1989, А. М. Мотинов

ВОДОЗАХВАТ НА СКАДАРСКОМ ЈЕЗЕРУ

↓ VAR 4.60-9.90



ЛЕГЕНДА :

- ① ВОДОПРИЈЕМНА СПИРАЛНА РЕХД ПЕРФОРИРАНА ЦЕВИ #1300 L=14м
- ② ШЉУНЧАНИ ЗАСТОР ВЕЛИЧИНЕ ЗРНА 2-2.5cm
- ③ НАБАЈАЈ ОД ЛОМЉЕНОГ КАМЕНА Д=20-30cm
- ⑤ ЗАШТИТНИ СЛОЈ ОД КАМЕНА Д=20cm
- ⑥ НОСАЧ ПЛАСТИЧНИХ ПЕРФОРИРАНИХ ЦЕВИ L50x50x5
- ⑦ ПЕРФОРИРАНЕ ПЛАСТИЧНЕ ЦЕВИ #50mm ЗА ВИШЊЕНЕ ВАЗДУХОМ
- ⑧ ПРИСТУПНИ ПОДВОДНИ РЕВИЗИОНИ УГЛАЗ

