

# Vodocrpilište grada Slunja

---

**Gračan, Josip**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:169948>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-20**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**Veleučilište u Karlovcu**  
**Stručni studij Sigurnosti i zaštite**  
**Zaštita na radu**

**Josip Gračan**

**VODOCRPILIŠTE GRADA SLUNJA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Karlovac, 2015.**

**Veleučilište u Karlovcu**  
**Stručni studij Sigurnosti i zaštite**  
**Zaštita na radu**

**Josip Gračan**

**VODOCRPILIŠTE GRADA SLUNJA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Karlovac, 2015.**

**Veleučilište u Karlovcu**  
**Stručni studij Sigurnosti i zaštite**  
**Zaštita na radu**

**Josip Gračan**

**VODOCRPILIŠTE GRADA SLUNJA**

**Završni rad**

**Mentor:**

**Dr. Sc. Nikola Trbojević, prof. v.š.**

**Karlovac, 2015.**

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
**STRUČNI STUDIJ SIGURNOSTI I ZAŠTITE**

Usmjerenje: Sigurnost i zaštita

**ZAVRŠNI RAD**

Student: Josip Gračan

Naziv teme: **VODOCRPILIŠTE GRADA SLUNJA**

Opis zadatka: Prema postojećoj dokumentaciji napraviti analizu i tehnički izvještaj obavljene rekonstrukcije na vodocrpilištu i popratnim objektima za gradski vodovod. Također, navesti i zakonske regulative i međunarodne direktive koje se primjenjuju za opskrbu vode za piće.

Zadatak zadan:

06/2015.

Rok predaje:

09/2015.

Datum obrane rada:

10/2015.

Mentor:

Dr.sc. Nikola Trbojević, prof. v.š.

Predsjednik ispitnog povjerenstva:

Mr.sc. Snježana Kirin, viši pred.

## **SAŽETAK**

U završnom radu se prikazuje način rekonstrukcije vodocrpilišta 1967. godine na postojećem vodovodu izgrađenog još 1877. godine, a kao takav je još uvijek u uporabi nakon što je u nekoliko navrata pojačavana, proširivana odnosno nakon ratnih razaranja popravljana mjesna mreža. Obuhvaćeni su svi objekti u sadašnjem stanju koji se nalaze na rijeci Slunjčici, te uz crpnu stanicu služe za isporuku vode pučanstvu grada.

## **SUMMARY**

The graduate paper presents the reconstruction of the town's water supply in the year 1967 on the existing water supply system built in 1877, as such is still in use after the local network was repeatedly strengthened, expanded or repaired after the war. It covers all buildings in its current state which are located on the river Slunjčica, and with the pumping station are used to supply water to the population of the city.

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	5
2. TEHNIČKI IZVJEŠTAJ.....	6
2.1. Crpna stanica.....	8
2.2. Filtrirnica.....	10
2.3. Zgrada za koagulaciju.....	12
2.4. Taložnica.....	12
2.5. Vodosprema za pranje filtera.....	13
2.6. Tlačni vod od strojarnice do vodospreme na Melnici.....	14
2.7. Glavna vodosprema na Melnici.....	15
2.8. Trafostanica.....	16
2.9. Vodosprema i ogranak za vojni poligon.....	17
3. ANALIZA VODE I REZULTATI ISPITIVANJA.....	18
4. HIDRAULIČKI PRORAČUN.....	19
5. ZAKONSKA REGULATIVA O CRPLJENU VODE ZA PIĆE.....	21
5.1. Uloga i odgovornost lokalnih vlasti.....	22
5.2. Korištenje voda za potrebe javne vodoopskrbe.....	23
5.3. Identifikacija voda za piće.....	23
5.4. Poboljšanja kakvoće vode.....	24
5.5. Vremenski okvir za ispunjavanje zahtjeva Direktive o vodi za piće.....	24
5.6. Praćenje i procjena.....	25
5.7. Postupak pročišćavanja.....	25
5.8. Zaštitne zone.....	26
6. ZAKLJUČAK.....	27
7. LITERATURA.....	28

## 1. UVOD

Postojeći vodovod Slunj koji je izgrađen još 1877. g. već dugo nije odgovarao potrebama ni kapacitetom, ni instalacijama kao niti kvaliteta vode.

Zahvat za ovaj vodovod izveden je na rijeci Slunjčici uz kojega se nalazi crpna stanica. Odovuda se voda tlačila u spremnik koji je bio smješten pored škole. Uz zahvat na rijeci bila je izgrađena hidrocentrala, koja noću proizvodila energiju za rasvjetu mjesta, a po danu pogon crpki.

Zbog okolnosti da se Slunjčica nakon dugotrajnih oborina zamućuje, izgrađen je svojedobno filterski uređaj uz spremnik. Isti je zbog loše konstrukcije kao i nestručnog korištenja sve manje upotrebljavan, pa je danas pročišćavanje svedeno uglavnom samo na sterilizaciju otopinom klora. Mjesna mreža u nekoliko je navrata pojačavana, proširivana odnosno nakon ratnih razaranja popravljana.

U međuvremenu je pučanstvo Slunja bilo poraslo, izgrađena nova tvornica, neki manji pogoni itd., a time su i potrebe postale veće. Sve ovo uvjetovalo je izradu i studije i idejnog projekta za opskrbom vodom Slunja i okolnih sela i to u nekoliko varijanata. Sve varijante su u osnovu rješavane sa zahvatom na rijeci Slunjčici, uz kompletno pročišćavanje, te sa novom vodospremnom na višoj poziciji kako bi se moglo opskrbiti i drugu stranu Korane gdje se nalazi nova tvornica i obližnja sela.

Nakon razrade varijanata idejnog projekta uslijedila je izrada glavnog projekta za novi vodovod na bazi budućih potreba Slunja i okolnih sela.



## 2. TEHNIČKI IZVJEŠTAJ

U računu se je uzelo konačni broj od 5000 ljudi, 800 komada sitne i 500 komada krupne stoke uz dodatak za industriju, požar itd. U tom rješenju zahvat na Slunjcici se nalazi cca 1km od mjesta. Uz zahvat nalazi se crpna stanica sa taložnicom, koagulacijom, filtrirnicom, spremnikom za pranje filtera i trafostanicom. Pročišćenu vodu trebalo je tlačiti u novu vodospremu na Melnici, od kuda će gravitacijom teći u mjesto Slunj. Udaljenija sela kao Cvitović te gornji i donji Nikšić dobili su zasebni spremnik sa automatskom stanicom kod tvornice, dok je Podmelnica dobila vlastiti ogranak. Ovakvo rješenje povlačilo je za sobom i rekonstrukciju cijevne mreže u samom Slunju jer su količine znatno povećane. Ovako izrađen projekt bio je odobren po komisiji za reviziju projekata u 1964. g.

Kad su radovi za novi vodovod Slunj bili u tijeku u 1966. g. postavilo se pitanje mogućnosti opskrbe vodom vojnog poligona u Ribarima i novog vodovoda Slunj. Trebalo je ispitati kolika bi bila preinaka zamišljenog vodovoda i koje bi štete i poteškoće nastale povećanjem dimenzija već ugrađenih dijelova vodovoda. Potreba poligona na vodi predviđa se sa  $600\text{m}^3/24\text{h}$ .

Za uključenje novog potrošača (vojni poligon) sa cca  $600\text{m}^3/24\text{h}$ , u osnovi nije bilo poteškoća jer se zahvat za vodovod Slunj predviđa na rijeci koja ne oskudjeva na vodi, a terenski uvjeti omogućuju da se poligon opskrbi samo jednim crpljenjem vode. Prema tome mogao se je zadržati isti sistem: zahvat – pročišćavanje – tlačenje u vodospremu – gravitacijski dotok u opskrbu. Jedino je trebalo povećati dimenzije svih uređaja jer se povećava količina vode koja se crpi iz rijeke. Posebno je trebalo povećati crpnu stanicu jer su nabavljene crpke za nove potrebe bile preslabe pa im se moralo dodati još po jedna crpka za sirovu i po jedna za pročišćenu vodu. Osim ovoga pojačavaju se i instalacije u strojarnici (kompresor, amortizacijski kotao, elektroinstalacije itd.) i to sve povećava sam objekt strojarnice.

Prema tome briga oko dobavljanja i pročišćavanja vode je u ingerenciji uprave vodovoda Slunj, a novi potrošač (vojni poligon) izveo je zaseban ogranak sa vlastitim spremnikom. Povećanjem kapaciteta opskrba Slunj nije trpila značajne promjene.

Ranije je rečeno da se Slunjčica ne zamućuje jako, razlog je tome što je njen nadzemni tok znatno kraći od podzemnog. Prema analizama i laboratorijskim pokusima koji su rađeni uz najraniji projekt, zamućenja su bila kratkotrajna i nastajala su samo kod dugotrajnih oborina. Iskustvo je pokazalo da nije potrebno vodu stalno kompletno pročišćavati kroz cijelu godinu već kroz stanovito vrijeme dostajati samo taloženje i sterilizacija samo klorom bez koaguliranja i filtriranja.

Zbog toga je vodu trebalo držati pod stalnom kontrolom i dnevno raditi analize. Te analize za prvo vrijeme su se slale u higijenski zavod Karlovac te kasnije je obučen jedan sanitarni tehničar odnosno stalni laborant koji je te analize radio u domu zdravlja Slunj.

Uređaji za pročišćavanje trebaju dvojicu ljudi za pranje filtera i taložnice, a u svakoj smjeni po jednog strojara. Rad crpki predviđen je u dvije smjene.

Da bi se smanjio broj osoblja kod ovih uređaja postavljena je automatska dojava među objektima. Time su se plovkom i električnom dojavom povezali crpni bazen za pitku vodu i glavne visokotlačne crpke. Istim načinom su se povezale visokotlačne pumpe i glavna vodosprema na Melnici. Osim ovoga povezoao se spremnik za pranje filtera sa niskotlačnim crpkama da voda ne bi tekla na preljev.

Prema hidrauličkom proračunu vod od glavne vodospreme prema poligonu računat je na maksimalnu dnevnu potrošnju poligona (6,94l/sek) uz dodatak za selo Podmelnica na dužini 1.052m. Od tog ogranka do vodospreme za poligon cjevovod je dimenzioniran samo na maksimalnu dnevnu potrošnju poligona. Od vodospreme poligona do objekata poligona, opskrbni vod dimenzioniran je na maksimalnu satnu potrošnju tj 25l/sek. Tu nije uključen požar (15l/sek) jer se pretpostavlja da u trenutku požara neće biti potrošnje. Vodosprema za poligon locirana je cca 1km ispred objekata poligona jer u blizini nije bilo podesnijeg mjesta. Sa ove pozicije vodospreme i uz opskrbni cjevovod Ø200mm kod objekata poligona tlak iznosi oko 3bara što je potpuno zadovoljavajuće.

Rijeka Slunjčica na potezu od izvora, koji se nalazi cca 5km udaljen od mjesta zahvata, pa do Slunja (cca 1km nizvodno) ima miran tok. Njeni katarakti nastaju tek u Slunju te se rijeka nikad ne smrzava. Najviši vodostaj nalazi se na koti 232,80 a to približno odgovara i visini obale na ovom mjestu. Srednji vodostaj je na koti 231,70, a najniži na koti 230,00. Na mjestu gdje je lociran zahvat matica se nalazi bliže suprotnoj (desnoj) obali tako da podrivavanje obale na ovom mjestu ne nastupa zbog osiguranog zahvata.

Zahvat se sastoji od betonskog zaglavlja u kojem je ugrađen željezni vod Ø350mm kojim voda dotiče u betonsko okno u kojem se nalaze crpna sita usisnih vodova crpki za sirovu vodu. Zaglavlje je udaljeno od okna cca 4m. Na otvoru zaglavlja nalazi se rešetka od betonskog željeza Ø12mm sa razmacima šipki 8cm. Rešetka sprječava ulazak većih komada u spojni vod odnosno okno.

Crpljenje vode vrši se iz okna u kojem su crpna sita usisnih vodova. Crpljenjem se u okno navlači mulj, koji se tu taloži. Da bi se njega moglo odstraniti predviđeno je ispiranje okna i spojnog voda tlačenjem vode u okno. Za to je postavljen vod od Ø50mm.

Okno je od nabijenog betona MB-160 i pokriveno armirano betonskom pločom na kojoj se nalazi poklopac za kontrolu i silazak. Okno je iznutra ožbukano cementnom žbukom kao i ploča odozgo te vidljivi dijelovi zida.

Zemljište na kojem se nalazi zahvat ima cca 1,0m debeo sloj humuzirane ilovače (III kategorija) ispod kojeg se nalazio kameni materijal V. kategorije.

## **2.1 Crpna stanica**

Sastoji se od dvorane za strojeve za strojara sa pripadajućim sanitarnim prostorijama. Tu su osim toga i prostorija za smještaj klorinatora i boce za klor prema uvjetima Sup-a.

Ulaz u dvoranu za strojeve kao i glavni prostor ovog objekta smješten je sa bočne strane i širok 1,40m. U strojarnici su smještene crpke za dizanje čiste vode u vodospremu na Melnici, 3 komada za dizanje u spremnik za pranje filtera i za crpljenje riječne vode u zgradu za koagulaciju. Svi usisni i tlačni vodovi ovih crpki smješteni su u podzemne kanale koji su pokriveni rebrastim limom. U podzemnim kanalima smješteni su i kabeli koji spajaju elektromotore crpki sa niskonaponskim elektrouređajem, koji je smješten u 4 ćelije posebno ugrađene uz stražnji zid strojarnice. SO Slunj nabavila je crpke za potrebe ranije projektiranog kapaciteta (17l/sek), a danas je kapacitet crpke 34l/sek. Na tlačnom vodu prema spremniku na Melnici nalazi se kotao sa zrakom za umanjjenje udaraca u cjevovodu. On je od čeličnog lima zapremnine cca 2m<sup>3</sup>.



Slika 1: Crpna stanica izvana

Temelji zgrade i zidovi su od betona MB-160. Strop je od monta opeke, pokriven odozgo betocelom i premazima bitumena sa uložcima krovne ljepenke i jute, sve posuto sa pjeskom. Temelji cprki su izrađeni samostalno u betonu MB-160. Stijena podzemnih kanala su od betona MB-110. Pokrovna ploča spremnika je od armiranog betona MB-220m, a iznad nje se nalazi 40cm visoki zemljani nasip. Pod strojarnice, sanitarne prostorije i prostor za klor pokriveni su keramičkim pločama.

Crpna stanica je iznutra ožbukana vapnenom žbukom, kanali za cijevi ožbukani su sa cementnom žbukom 1:2, spremnik iznutra i ploča spremnika odozgo ožbukani sa vodonepropusnom cementnom žbukom 1:2 i 1:1. Fasada je ožbukana plemenitom terabon žbukom. Svi prostori iznutra su bijeljeni vapnom te zidovi crpne stanice, klorinatora i sanitarija su obloženi keramičkim pločicama do visine zida 135 mm.



Slika 2: Crpna stanica iznutra

## 2.2. Filtrirnica

Ovaj objekt je konstruktivno samostalan, ali funkcionalno i izgledom je vezan na crpnu stanicu s kojom čini cjelinu. Sastoji se od jedne prostorije unutar koje su u sredini postavljene 3 filterske komore (3,0 x 4,0m) međusobno vezane, a oko njih se može obići i kontrolirati nepropustnost zidova. Visinski je objekat podijeljen u dvije etaže. U donjoj se nalazi splet cjevovoda i dovod taložene vode ( $\text{Ø}200\text{mm}$ ), dovod vode za pranje filterskih komora ( $\text{Ø}250\text{mm}$ ), odvod od pranja filterskih komora ( $\text{Ø}250\text{mm}$ ) i odvod do spremnika za čistu vodu ( $\text{Ø}200\text{mm}$ ). Tu se još nalazi i preljevno ispusni vod ( $\text{Ø}150\text{mm}$ ) spremnika za čistu vodu. Brzina filtriranja iznosi  $5,1\text{m}/\text{sek}$ , a količina vode za pranje filtera iznosi  $20\text{l}/\text{h}/\text{m}^2$  i zraka  $60\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ .

Donja etaža filtrirnice izvedena je u betonu MB-160 dok je nadzemni dio izveden u zidu od opeke debljine 38cm, a strop je od monta opeke pokriven betocelom, cementnim namazom, četiri premaza bitumena i za tri sloja ljepenke te asfaltnog kita sve posuto i uvaljano šljunkom.

Filterska ćelija, podest, stepenice, nadvoji serklaž i vijenac su od armiranog betona MB-220. Zgrada je iznutra ožbukana vapnenom žbukom i dvokratno bijeljena vapnom. Filterska ćelija, sa pripadajućim kanalima ožbukani su vodonepropusnom cementnom žbukom 1:2 i 1:1. Ostale plohe donje etaže su u cementnoj žbuci 1:2. Na podu donje etaže je cementni namaz 1:2, a na podestu i stepenicama teraco.

Cijeli objekt filtrirnice iako je temeljen na kamenom materijalu, odvojen je dilatacijom od zida crpne stanice, koja sa spremnikom za čistu vodu čini jednu cjelinu. Iako pomicanje tla ne doalzi u obzir ipak su to dva objekta i kao takvi su statički riješeni u temeljima, zidu i smjeru polaganja monta opeke krovova.

Filterske komore imaju dna od armirano betonske ploče u koje su ugrađene sapnice od plastičnog materijala domaće izrade. Te ploče se upiru na uzdužni zid po sredini komore, kao i na istake bočnih zidova.

Filterski sloj čija visina iznosi 1,0m ispunjen je pijeskom 0,5 – 1,5mm, time da je pjesak finije granulacije u gornjem dijelu, a krupniji dolje. Maksimalan sloj vode iznad pijeska određen je visinom preljevnih otvora koji su smješteni 150cm iznad filterskog sloja. Regulacija stalnog dotoka vode (34l/sek) prema propustnosti filtera određena je preljevnim uređajem.



Slika 3: Filtrirna

### 2.3. Zgrada za koagulaciju

Priprema 10% otopine za koagulaciju, skladištenje aluminijevog sulfata, usitnjenje istoga, kao i miješanje otopine sa sirovom vodom vrši se u zgradi za koagulaciju. Ovaj objekat smješten je odvojeno na padini poviše crpne stanice i taložnice. U zgradi nalazi se bazen za pripremu otopine, mlin za usitnjenje aluminijevog sulfata, dozator za dodavanje otopine kojim se ujednačeno otopina dodaje u mješač. U mješaču zapremnine  $2\text{m}^3$  dotiče sirova voda koja se miješa sa otopinom. Da bi se potaknulo spajanje čestica vode sa koagulantom koji je u vodi, voda se u mješaču bućka. To se vrši jednim uređajem koji rotira i proizvodi vrtlog. Pored intenzivnog kružnog kretanja voda se kreće i u pravcu gore dolje, jer su tako postavljene koncentrične zapreke. Kada je voda prošla taj krivudavi put preljeva se u odvodni vod prema taložnici, gdje se obavlja treća faza mješanja i djelovanja koagulanta na vodu ponovno ubrzanim kružnim gibanjem u reakcijskom valjku taložnice, pri čemu se stvaraju flokule. Zbog agresivnosti koagulanata svi podovi i stijene do 1m visine, svi spremnici i bazeni izvana i iznutra obloženi su sa kiselinama otpornim pločicama vezanim sa isto tako otpornim vezivom. Mješač je izrađen od armiranog betona, cilindričnog oblika. Zgrada ima betonske temelje iznad kojih se nalazi zide od opeke. Strop zgrade je od monta opeke sa betocelom i krovnom izolacijom od bitumenskih premaza i krovne ljepenke te

asfaltnog kita sa uvaljanim šljunkom, iznutra je na ostalim zidovima vapnena žbuka, dok se na vanjskim plohamo nalazi plemenita fasadna terabon žbuka.

#### **2.4. Taložnica**

Iz zgrade za koagulaciju sirova voda prelijeva se u taložnicu. Taložnice su dvije, kružnog oblika i međusobno povezane spojnim objektom koji služi kao manipulativna komora. Promjer taložnice je 7,5m i unutar svake komore se nalazi reakcijski valjak u kojem se vrši zadnja faza stvaranja flokula. Ti cilindri su promjera 2,82m, izvedeni su od armiranog betona MB-220 i počivaju na 4 stupa. U donjem dijelu na izlazu vode u prostor taložnice nalaze se usmjerivači, koji kružni tok vode usmjeravaju u ravni. Dovod vode iz mješalica za koagulaciju u reakcijski valjak vrši se sa lijevano željeznim vodom (Ø150mm), koji završava sa dvije sapnice usmjerene tangencijalno na stijenu valjka. Otaložena voda kreće se u taložnici gore odnosno prema preljevnom žlijebu koji je položen na unutarnjem obodu taložnice. Iz tog žlijeba voda se prelijeva i otiče prema zgradi za filtere.

Taložnice su svojim većim dijelom izvan terena. Zbog toga, kao i zbog klimatskih uvjeta zidovi taložnice su od armiranog betona MB-220, debljine 25cm dok su izvana obložene zidom od opeke debljine 12cm. Između ova dva zida taložnice nalazi se zračni izolacijski prostor širok 10cm. Temelji taložnice su u betonu MB-160, zidovi kanala za cijevi su u betonu MB-110, dok su zidovi taložnice, valjka, serklaža i podesta u armiranom betonu MB-220.





Slika 4: Zgrada taložnice

## 2.5. Vodosprema za pranje filtera

Količina vode za pranje jedne filterske jedinice iznosi  $40,03\text{m}^3$  kroz vrijeme od 10 minuta. Zapremina ovog spremnika prema tome iznosi  $100\text{m}^3$  što predstavlja količinu potrebnu za pranje dviju filterskih komora. Sastoji se od jedne vodokomore okruglog oblika promjera 6m sa 3,5m visokim stupcem vode. Ispred vodokomore smještena je manipulativna komora tlocrtno veličine 1,7m x 1,8m. Zbog strmog terena u manipulativnu komoru ulazi se sprijeda kroz željezna vrata sa malog nasipa.

Manipulativna komora pokrivena je armirano betonskom pločom MB-220 dok su svi zidovi vodospreme i manipulativne komore od betona MB-160. Teren je u gornjem dijelu III kategorije, a naniže pećina IV i V kategorije.

U ovaj spremnik nema potrebe da se često ulazi jer je točno određeno vrijeme rada crpke za koje se ovaj spremnik napuni. Zbog toga je i manipulativna komora rješana sa što manjim dimenzijama, jednostavno i ekonomično.

Silazak u vodokomoru obavlja se penjalicama od betonskog željeza. Odozgo je spremnik pokriven zemljanim nasipom visine 80cm sa formiranim plohama i pokosima 1:1 ½. Kod izrade nasipa pazilo se da se na ploču najprije nasipa sitni zemljani materijal, a tek kasnije iznad 30cm kamen i to što sitniji.

U spremnik uveden je dovodni odnosno odvodni vod koji zbog pranja filtera ima promjer 250mm. Tu je i preljevno ispusni vod Ø150mm. Obadva voda su od lijevanog željeza sa spojevima uz prirubnicu. Ventilacija se vrši kroz otvor na ulaznim vratima, koji je pokriven mrežom od pocinčane žice i još osiguran željeznom rešetkom.

Spremnik je uglavnom ukopan i vidljiv je samo ulazni dio u manipulativnu komoru, a taj je ožbukani sa plemenitom žbukom terabon u skladu sa ostalim objektima u njegovoj blizini.

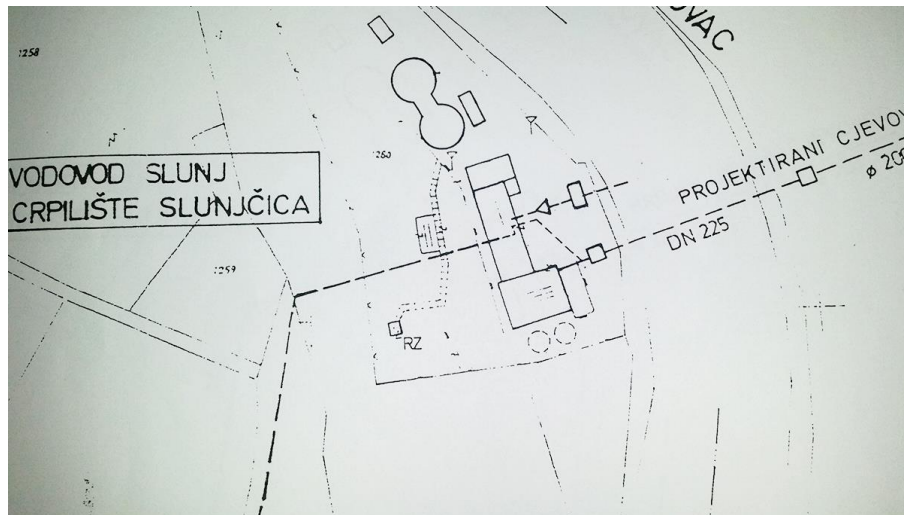
## **2.6. Tlačni vod od strojarnice do vodospreme na Melnici**

Cjevovodi ovdje obrađeni sastoje se od tlačnog voda od crpne stanice do spremnika na Melnici, te vodovi između objekata za pričvršćavanje. Terenske prilike uvjetovale su vrstu i materijal cijevi ugrađenih u ovim vodovima. Iznad crpne stanice na strmoj kosini postavljene su čelične cijevi sa prirubnicama Ø200mm. Cjevovod je pažljivo položen i usidren betonskim blokovima na razmaku 10 - 15m. Također i cjevovod do spremnika za pranje filtera Ø250mm. Iznad te strmine nagib terena je nešto blaži i tu su postavljene azbestne cijevi Ø200mm, spojene sa Gibault spojnica, sve tip C.

Na tlačnom vodu nalazi se križanje cjevovoda sa prometnicom Zagreb – Plitvice. To križanje se izvelo u galeriji ispod ceste te je izvedeno od gotovih betonskih kanala Ø1m u koje je uvećeno lijevano željezne cijevi na prirubnicu Ø200mm. Sa obadva čela su postavljene zaštitne cijevi sazidane zidom od opeke. Iza ovog objekta ponovno su ugrađene azbestne cijevi Ø200mm. Na stacionaži 0+350 nalazi se okno u kojem je ogranak za opskrbni vod za mjesto Slunjski sa zasunima. Okno je u betonu MB-160 sa armirano betonskom pločom

na kojoj se nalazi otvor za silazak koji je pokriven lijevano željeznim poklopcem veličine 60 x 60cm.

Po cijelom ovom vodu trasa je položena po slobodnom naizgrađenom terenu. Tlo u kojem su cijevi položene je izrazito krško, sa gornjim obradivim slojem humuzirane crljenice koja siže od 0,50 – 1,0m duboko, iznimno do 2,0m. Ostalo je stijena IV, a najviše V kategorije. Iskop je uglavnom bio uz upotrebu eksploziva.



Slika 5: Tlocrt cijelog pogona

## 2.7. Glavna vodosprema na Melnici

Zapremnina spremnika iznosi  $800\text{m}^3$ . Spremnik se sastoji od dvije posve odvojene vodokomore svaka po  $400\text{m}^3$ . Teren na kojem se podigla vodosprema je krški ali nejednolik tj. polovica terena je u materijalu III kategorije, a polovica u materijalu IV i V kategorije. Zbog toga je vodosprema izrađena od armiranog betona MB-220 sa zidom debljine 15cm. Vodokomore su pokrivene armirano betonskom pločom poduprta u svakoj komori sa 2 stupa. Ispred vodokomore se nalazi komora za zasune i za ulazak u spremnik. U njoj se u donjem dijelu nalaze cjevovodi, a pristup do njih je moguć željeznim ljestvama sa ulaznog podesta. Iz zasunske komore može se ući u obe vodokomore. Zasunska komora pokrivena je armirano betonskom pločom debljine 15cm. Vidljive vanjske stijene ožbukane su produžnom žbukom i obrađene plemenitom fasadnom žbukom terabon. Vodokomore su na vodom omočenim stijenama i odozgo ožbukane cementnom vodonepropusnom žbukom u dva sloja 1:2 i 1:1, a na ostalim plohama cementnom žbukom 1:1.

Na dnu vodokomora se nalazi udubljenje kod ispusta za prikupljanje mulja. Da bi se osigurala cirkulacija vode u vodokomorama dovodni vod Ø200mm je uveden u krajeve pojedine vodokomore tako da od toga mjesta cirkulira do crpnog sita odvoda. Preljevni tj ispusni vod je Ø150mm. Na dnu spremnika je dat nagib žbukom prema ispusnom udubljenju. Između vodova učinjena je ispuna mršavim betonom premaza sa bitumenom. Iznad vodova izveden je zemljani nasip 80cm visok sa formalnim pokosima 1:½, a iznad zasunske komore nema nasipa već izolacija od bitumena i krovne ljepenke.

## 2.8. Trafostanica

Budući da se objekti za pročišćavanje nalaze cca 1200m daleko od centra Slunja odnosno od trafostanice morao se produžiti dalekovod 10kVA do ovih uređaja, a elektroenergiju transformirati za potrebe pogona i rasvjetu. Dalekovod je nadzeman (slu-Ce 3x25mm<sup>2</sup>) sa drvenim stupovima i nije bio sastavni dio idejnog projekta. Trafostanica je tipska sa prostorom za ugradnju transformatora 250kW u donjoj etaži te za ostale instalacije u gornjoj etaži.

Od trafostanice do strojarnice je ugrađen podzemni kabel za dovod nisko naponske energije i proveden u strojarnicu u predviđeni prostor.



Slika 6: Niskonaponski upravljački ormar

## 2.9. Vodosprema i ogranak za vojni poligon

Pri trasiranju ogranka za poligon vođeno je računa o tom da se vodosprema za poligon postavi što bliže mjestu obskrbe tj objektima poligona. Prema podacima o lokaciji eventualnih objekata poligona nije se moglo naći podesno mjesto u neposrednoj blizini već je trebalo produžiti cjevovod do brda koje leži sjeverno, što bi znatno poskupilo radove, stoga je odlučeno da se za smještaj ove vodospreme iskoristi terenski prijevaj na km 2 + 156, gdje je i tako tlačna linija niska i uvjetovala daljnje ukopavanje cijevi. Ova lokacija je udaljena od objekata poligona cca 1000m, ali visinski leži povoljno dok je sam objekat ukopan te ograđen i pod stražom.

Obskrbna linija iz ove pozicije za maksimalnu upotrebu daje pritisak kod objekta poligona od cca 3bara. To je vrlo povoljno jer su se cjevovodi razvodili na veće udaljenosti zbog razbacanosti objekata poligona. Sama vodosprema dimenzionirana je da sadrži potrebu poligona od 24h tj 600m<sup>3</sup>. Vodosprema je izrađena u dvije etape sa dvije vodokomore, svaka po 300m<sup>3</sup> i zajedničkom zasunskom komorom među njima. Komore su cilindrične promjera 9,80m sa dubinom vode 4,0m. Stijenke vodokomora su debljine 25cm i pokrovne ploče debljine 20cm u armiranom betonu MB-220. Pokrovna ploča zasunske komore debljine 15cm je u armiranom betonu MB-220. Svaka vodokomora ima po sredini jedan zid koji sili vodu na cirkulaciju, a statički produžava pokrovnu ploču. Vodokomore iznutra i ploča odozgo ožbukane su vodonepropusnom cementnom zbukom 1:2 i 1:1 dok je zasunska komora iznutra u žbuci 1:2. Vidljive plohe zasunske komore su u plemenitoj terabon žbuci a potporni zid je u grubo određenoj. Ventilacija se vrši kroz otvor na čeličnim ulaznim vratima koji je pokriven rešetkom i žičanom mrežom.

Na izlasku obskrbnog voda iz vodospreme nalazi se ogranak prema vojnom poligonu. Ogranak je u azbest cementnim cijevima Ø200mm do km 1 + 052. Na tom mjestu nalazi se betonsko okno sa ogrankom prema selu Podmelnica Ø100mm, dok se ogranak prema poligonu ovdje reducira sa Ø150mm. S tim profilom vod ulazi u vodospremu poligona na km 2 + 456. Od vodospreme do predviđenog područja za poligon opskrbni vod ima promjer 200mm.

Cijeli ovaj ogranak odo vodospreme na Melnici do poligona je u azbest cementnim cijevima tip C sa Gibault spojnicama. Trasa je položena po terenu koji je zahtjevao mnogo lomova u horizontalnom i vertikalnom smislu jer je to područje ispunjeno tipično krškim vrtoovima i dolinama. Zbog toga se postavilo niz muljnih ispusta i zračnih ventila. Na nekim

mjestima cijevi su pliće položene da bi se izbjeglo zračne ventile. Tu se napravio nasip sa oblogom od kamena. Na oštrijim lomovima cijevi moraju biti usidrene blokovima od betona MB-110.

Pri polaganju azbest cementnih cijevi pazilo se da iste u cijelosti leže na pješčanoj podlozi, a kod zatrpavanja nakon tlačne probe se prvo pokrilo sa sitnim odnosno zemljanim materijalom te tek kasnije zatrpalo sa kamenim materijalom.

### **3. ANALIZA VODE I REZULTATI ISPITIVANJA**

Na zahtjev projektanta iskopane su sondažne jame na terenu previđenom za izgradnju uređaja za pročišćavanje vode tada novog vodovoda Slunj. Jame su bile 1,5m x 1,5m. Na prvih 30cm bio je humus, od 30cm do 1m bila je glinasta zemlja, od 1m do 1,20m nanosni kameni materijal srednje veličine 5cm, a ispod toga stijena.

Dana 15. srpnja 1960. godine primljeni su uzorci voda (10l) rijeke Slunjčice i Korane u svrhu vršenja eksperimentalnih ispitivanja flokulacije voda aluminijskih sulfata.

Nakon provedenih ispitivanja dostavljen je slijedeći izvještaj:

Temperatura vode u pokusu – 22,6°C

Voda ima - mutež 11 (određena u turbidimetru) po US Geological S.

Boja - 15 (po Hellige) po US Geological S.

Koncentracija vodik iona (ph) – 7,7 (kolometrijski)

Alkalitet – m – 4,2 cc n/I<sub>o</sub> HCL/100 cc vode = 210mg/l CaCO<sub>3</sub> = 11,8°Nj

Alkalitet – ph - = 0

Potrošak kalijevog permanganata – 7,9 mg/l KMnO<sub>4</sub>

Nakon mirovanja od 2 sata voda ima:

- mutež 11

- boja 15

- sedimenta iz 11 u sedimentacijskom cilindru 0
- mutež i boja ostali su praktički iste

Na temelju postignutih laboratorijskih rezultata može se zaključiti da voda ima relativno malu mutež i malu boju te približuje se standardu vodovodne vode koja postavlja zahtjev, mutež do 11, a boja do 15. Optimalna doza alauna nađena je 30mg/l uz retenciju od 3h, kada se opaža da su formirane dobre flokule i najveći dio istaložio. Voda ima dovoljno prirodnog alkaliniteta za reakciju sa alaunom – aluminijskim sulfatom ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ). Voda poslije koagulacije tj nakon taloženja flokula ima mutež ispod 10 i boju ispod 10. Pokusi ponovljeni 24h kasnije dali su iste rezultate.

Rijeka Slunjšica izvire iz 300 – 400m<sup>2</sup> velikog i do 25m dubokog jezera koji se nalazi ispod cca 50m visokih i okositih stijena nedaleko sela Slušnica po kojem je rijeka prozvana. Voda u jezercu je većim dijelom bistra, a nivo površine je gotovo konstantan. Temperatura vode kreće se od 9 – 11,5°C. Za vrijeme minimalnog vodostaja protok joj je 2500l/sek. Ispitivanjima je ustanovljeno da na tom ulaznom krškom vrelu zapravo ponovno izvire, nakon ovog podzemnog toka u dubini od 14km zračne linije, rijeka je ponornica Jesenica, koja ponire u selu Ličke Jesenice. Prema ispitivanjima tih godina uraninom, voda Jesenice izlazi na vrelu Slunjšice nakon 7 dana. Slunjšica prima 51% svoje količine vode od Jesenice i 49% sa svog oborinskog područja.

#### 4. HIDRAULIČKI PRORAČUN

Podaci o broju stanovništva mjesta Slunj i ostalih naselja koja vodovod opskrbljuje vodom dobiveni su od statističkog ureda, a odnose se na stanje iz popisa stanovništva u 1953. godini. Broj stanovništva u pojedinim godinama računao se po formuli kamatnog računa:

$$S_n = S \times (1 + p/100)^n$$

S = poznati broj stanovništva

$S_n$  = broj stanovništva nakon „n“ godina

p = postotak porasta stanovništva

n = broj godina na koji se računa

Postotak porasta stanovništva, prema podacima statističkog ureda, iznosi  $p = 1,6\%$ . Vodovod je pušten u pogon 1968. godine, a trajanje objekta se računalo na 30 godina. Broj stanovništva u pojedinim godinama je bio slijedeći:

$$1968. \text{ godine: } S_{68} = 1,016^{15} \times S_{53} = 1,269 \times S_{53}$$

$$1983. \text{ godine: } S_{83} = 1,016^{30} \times S_{53} = 1,610 \times S_{53}$$

$$1998. \text{ godine: } S_{98} = 1,016^{55} \times S_{53} = 2,042 \times S_{53}$$

Podaci o broju krupne i sitne stoke dobiveni su od statističkog ureda, a odnose se na stanje iz popisa stoke u 1965. godini. U proračunu je predviđeno da se ukupan broj stoke neće mijenjati.

Srednja dnevna potrošnja vode po stanovniku uzeta je sa  $q = 100\text{l}/24\text{h}/\text{st}$ . Maksimalna dnevna potrošnja vode po stanovniku jednaka je srednjoj dnevnoj potrošnji uvećanoj za 50%. Dnevna potrošnja vode za krupnu stoku uzeta je sa

$$q = 50\text{l}/24\text{h}/\text{grlo},$$

a za sitnu stoku sa

$$q = 30\text{l}/24\text{h}/\text{grlo}.$$

Izvanrednim potrošačima obuhvaćena je industrija i vojska. Podaci za te potrošače dobiveni su od investitora. Predviđalo se da se potrošnja tih potrošača neće povećavati. Maksimalna dnevna potrošnja tvornice iznosila je

$$Q_{\text{dn max}} = 50,000\text{l}/24\text{h},$$

a za vojsku

$$Q_{\text{dn max}} = 600,000 \text{ l}/24\text{h}.$$

## **5. ZAKONSKA REGULATIVA O CRPLJENU VODE ZA PIĆE**

Zakonom o vodama uređuje se pravni status voda, vodnog dobra, vodnih građevina, upravljanje kakvoćom i količinom voda, zaštita od štetnog djelovanja voda, detaljna



melioracijska odvodnja i navodnjavanje, djelatnosti javne vodoopskrbe i javne odvodnje, posebne djelatnosti za potrebe upravljanja vodama, institucionalni ustroj obavljanja tih djelatnosti i druga pitanja vezana za vode i vodno dobro. Direktiva Vijeća 98/83/EZ od 3. studenog 1998. o kakvoći vode namijenjene za ljudsku potrošnju odnosi se na kakvoću vode koja je namijenjena za piće ili se koristi u proizvodnji hrane/pića. Cilj Direktive je zaštititi zdravlje potrošača u Europskoj uniji i pobrinuti se da voda bude zdrava i čista. Tako izvori pitke vode ne smiju biti onečišćeni, a upravljanje vodom za piće mora biti regulirano od izvora do krajnjih potrošača. Opseg Direktive o vodi za piće uključuje svu vodu, bilo u njezinu izvornom stanju ili nakon obrade, koja se koristi za piće, za kuhanje, u kućanstvu, za (industrijsku) proizvodnju hrane, neovisno o njezinu podrijetlu. Mineralne vode i ljekovite vode izuzete su iz opsega Direktive. Još jedna izuzeta skupina su vode iz pojedinačne opskrbe pod uvjetom da je prosječna potrošnja manja od 10 m<sup>3</sup>/danu ili da se opslužuje manje od 50 osoba. Okvir za crpljenje sigurne vode za piće uključuje: postavljanje zdravstvenih standarda, procjenu sustava, operativno praćenje, definiranje planova upravljanja i nadzora. Plan o sigurnoj vodi za piće obično dolazi u obliku dokumentiranog plana koji utvrđuje moguće rizike od sliva do potrošača, određuje prioritetne rizike i utvrđuje mehanizme za njihovo ublažavanje.

Prema Direktivi o vodi za piće zemlje članice imaju obvezu:

- Definirati standarde kakvoće za vodu za piće na slavini (s obzirom na mikrobiološke, kemijske i organoleptičke parametre)
- Redovno pratiti kakvoću vode za piće ondje gdje frekventnost ovisi o opsegu opskrbe
- Potrošačima učiniti dostupne adekvatne i ažurirane informacije o kakvoći njihove vode za piće.

### **5.1. Uloga i odgovornost lokalnih vlasti**

Direktiva o vodi za piće ravna se prema načelu supsidijarnosti koje osigurava donošenje odluka na razini što bližoj građanima te upravo razina lokalnih vlasti ima zadaću organizirati vodoopskrbu i higijenu. Tako se zahtijeva usklađenost sa zahtjevima kakvoće vode za piće na lokalnoj razini, a za to se brinu vodoopskrbna poduzeća. U obavljanju svoje

zadaće da građanima osiguraju pristup urednoj vodi za piće, lokalne vlasti lako mogu zapasti u financijske probleme, a kako bi se takva situacija izbjegla, moraju se u obzir uzeti i provesti popratne aktivnosti zajedno sa zakonskom inicijativom, na regionalnoj tj nacionalnoj razini (npr. pružanje pomoći pri pripremanju i provedbi investicijskih planova). S druge strane, suradnja lokalnih vlasti i sektora vodoopskrbe i javnog zdravstva ključni su za omogućavanje sigurne vode za piće potrošačima.

## **5.2. Korištenje voda za potrebe javne vodoopskrbe**

Ovisno o specifičnim potrebama i uvjetima, na pojedinim dijelovima vodnog područja može se odrediti red prvenstva korištenja voda uz obvezno davanje prvenstva namjenama korištenja voda za opskrbu stanovništva vodom za piće i sanitarne potrebe te za potrebe protupožarne zaštite i obrane. (članak 84.)

Prvenstvo u korištenju voda iz izvorišta i drugih ležišta za namjene korištenja voda iz članka 84. Zakona o vodama u opsegu koji odgovara njegovim potrebama ima vodoopskrbno područje na kojem se nalazi izvorište, odnosno druga ležišta. (članak 85.)

Javni isporučitelj vodne usluge javne vodoopskrbe dužan je skrbiti o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće sukladno propisima o hrani, skrbiti o tehničkoj ispravnosti građevina za javnu vodoopskrbu te u tom cilju provoditi sustavne i stalne preglede i poduzimati mjere. (članak 87.)

## **5.3. Identifikacija voda za piće**

Radi osiguranja prevenstva u korištenju voda za opskrbu Hrvatske vode moraju posebno na svakom vodnom području identificirati:

- sve vode namijenjene ljudskoj potrošnji koje osiguravaju opskrbljivanje više od 50 ljudi
- sva vodna tijela rezervirana za te namjene u budućnosti (članak 88.)

Na tijelima površinskih i podzemnih voda iz kojih se osigurava zahvaćanje više od 100m<sup>3</sup> dnevno obavlja se monitoring njihovog stanja, koji sukladno propisu iz članka 41. stavka 1. Zakona o vodama obuhvaća:

- prethodno utvrđivanje pokazatelja kakvoće za klasifikaciju ekološkog stanja
- definiranje normativa za klasifikaciju ekološkog i kemijskog stanja
- monitoring ekološkog i kemijskog stanja
- klasifikaciju i prikaz ekološkog stanja

#### **5.4. Poboljšanja kakvoće vode**

Posljedice isporučivanja opasne i nečiste vode mogu biti ozbiljne i za opskrbljivača i za potrošača pitke vode. Malo poboljšanje kakvoće netretirane vode ne bi nužno smanjilo razinu postupka (tretiranja) te nakon što se uvede postupak pročišćavanja, vjerojatno će biti potrebno održivo poboljšanje kakvoće da bi se opskrbljivača ali i potrošača u dovoljnoj mjeri uvjerilo da takav postupak više nije potreban i da ga se može prekinuti.

Pojam «u cilju izbjegavanja» u Članku 7.3 ODV-a kazuje da Države članice trebaju na najbolji način nastojati osigurati potrebnu zaštitu podzemne vode, ali ipak nije moguće izbjeći pogoršanje kakvoće zbog antropogenih (čovjekovih utjecaja, djelovanja čovjeka) utjecaja. Primjerice, to se može dogoditi u slučajevima kada postoji veliki vremenski razmak između izvora zagađenja i svakog utjecaja, kao posljedica sporog ispodpovršinskog toka. Izvor zagađenja može postojati iz vremena prije ODV-a ili drugih zakona koji propisuju kontrolu istog, a taj je izvor možda do sada i uklonjen, ali postoji zaostalo zagađenje podzemnih voda. Također, možda neće biti tehnički izvedivo ili može biti nerazmjerno skupo ukloniti zagađenje podzemne vode.

Postupak pročišćavanja može se uvesti radi rješavanja problema loše prirodne kakvoće i promjena kakvoće koje su rezultat ljudskih aktivnosti. Države članice trebaju pružiti zaštitu podzemne vode kako bi u dovoljnoj mjeri uvjerile opskrbljivače (i potrošače) pitke vode da se razina postupka pročišćavanja potrebna za rješavanja antropološki izazvanih promjena u kakvoći podzemne vode može smanjiti s vremenom te u idealnom slučaju sasvim ukinuti. To se može postići mjerama zaštite podzemne vode (koje se mogu usredotočiti na zaštitne zone) i praćenjem kakvoće radi pokazivanja značajnih i trajnih poboljšanja (trendova).

## **5.5. Vremenski okvir za ispunjavanje zahtjeva Direktive o vodi za piće**

Prikupljanje dovoljne količine podataka za dobivanje dosljedne slike o prirodnoj polaznoj kakvoći vode u podzemnom vodnom tijelu, ali i trendova u kakvoći na točkama na kojima se voda crpi za ljudsku potrošnju, može potrajati. Da bi se pouzdano odredilo pogoršanje kakvoće netretirane vode u odnosu na uspostavljenu početnu točku (ustvari značajan i trajan nepovoljan trend) može biti potrebno nekoliko godina.

## **5.6. Praćenje i procjena**

Članak 7.2 navodi da ciljevi Direktive o pitkoj vodi moraju biti ispunjeni da bi se crpljena voda koristila za ljudsku potrošnju. Da bi se postiglo navedeno, možda će biti potrebno uzeti u obzir lepez parametara koji se procjenjuju prema ovoj Direktivi, da bi se procijenilo postoji li rizik od pogoršanja tih parametara.

Mogu biti prisutne nova onečišćivala za koje ne postoji formalni standard za pitku vodu, ali mogu utjecati na korištenje podzemne vode za ljudski potrošnju. Dodatno praćenje i procjenjivanje u tom slučaju može biti potrebno, kada se uoči rizik. U slučaju kada postoji rizik od antropogenih izvora onečišćenja, parametri koji se prate kod tretirane vode također se trebaju pratiti kod netretirane podzemne vode na točki crpljenja te to može uključivati one kemijske, radiološke i mikrobiološke parametre koji se prate u skladu s ODV-om. Preporučuje se da, za ona crpljenja koja podliježu Direktivi o vodi za piće, treba provoditi praćenje netretirane podzemne vode za sve parametre navedene u Direktivi o Vodi za piće najmanje jednom svakih šest godina, dok parametre kod kojih postoji rizik pogoršanja, praćenje treba provoditi učestalije i u skladu s preporukama iznesenim u Vodiču za praćenje podzemnih voda<sup>2</sup>.

## **5.7. Postupak pročišćavanja**

Postupak pročišćavanja radi ispunjavanja zahtjeva Direktive o vodi za piće ili drugih zahtjeva za ljudsku potrošnju može se uvesti na izvoru pitke vode kako bi se spriječilo onečišćivanje zbog tvari koje se pojavljuju prirodno i zbog antropogenih utjecaja. Može biti teško odrediti trenutačnu razinu postupka pročišćavanja za određeno onečišćivalo i zatim

procijeniti je li se razina postupka povećala samo zbog antropogene sastavnice tog onečišćivala. To će biti slučaj kada je onečišćujuća tvar uobičajena u prirodnoj okolini (npr. klorid, sulfat, arsen). Potreba za procjenom utjecaja na razinu postupka kod crpljenja javlja se samo ako postoje dokazi značajnih promjena kakvoće netretirane vode koje se mogu pripisati antropogenom utjecaju. Na taj način, moguće je svesti na minimum prikupljanje i procjenu dodatnih podataka. Potrebno je prikupiti podatke o poremećaju, zatvaranju i napuštanju postojeće opskrbe pitkom vodom zbog antropološkog onečišćenja tako da se takvi dokazi mogu koristiti za pružanje potpore sustavu praćenja koji, iako prema najboljim nastojanjima, možda neće uvijek otkriti onečišćenja. Također, ti se podatci mogu koristiti u procjeni učinkovitosti svih potrebnih mjera zaštite.

### **5.8. Zaštitne zone**

Zaštitne zone mogu se koristiti kao praktično sredstvo koncentriranja mjera zaštite za crpljenje vode za ljudsku potrošnju. S obzirom na veličinu i opseg većine podzemnih vodnih tijela, preporučuje se da se, specifične mjere zaštite usmjere tako da pružaju najveći učinak, odnosno u ovom slučaju, za zaštitu podzemnih voda za one točke (izvore) na kojima se crpi voda za ljudsku potrošnju. U nekim okolnostima, poput krških vodonosnika, zaštitne zone možda će biti prilično velike, time odražavajući brzi tok i izuzetnu ranjivost podzemne vode. Zaštitne zone možda će čak biti potrebno proširiti izvan granica podzemnog vodnog tijela te je također moguće da će morati uključivati uzvodno vezana površinska vodna tijela, time odražavajući zonu zahvata prilikom crpljenja pitke vode.

Veličina zaštitne zone prema tome može varirati prema:

- Hidrogeološkim svojstvima vodonosnika. Na primjer, kod visoko propusnog vodonosnika, zona zahvata za neko crpljenje može biti relativno malena. Kod niskopropusnog vodonosnika, zona zahvata može biti opsežna;
- Opsegu crpljenja za ljudsku potrošnju;
- Tipu zagađivala i izvora onečišćenja za koje su potrebne mjere zaštite. U načelu, kombinirana onečišćivala koja nastaju iz obilnih izvora difuznog zagađenja potrebne su veće zaštitne zone, u usporedbi s lako smanjivim onečišćivalima koje nastaju iz malih točkastih izvora zagađenja:

- Tome je li zaštitna zona temeljena na vremenu kretanja do crpljenja ili opsegu zone zahvata. U načelu, zone zahvata prikladnije su za usredotočivanje mjera za rješavanje problema ustrajnih onečišćivala, dok su zone vremena kretanja prikladnije za lako smanjiva onečišćivala.
- Ranjivost vodonosnika. Na primjer, kada se blizu crpljenja nalazi niskopropusni gornji sloj, zona zahvata može biti obimna, a zone najizloženije riziku mogu se nalaziti na određenoj udaljenosti od crpljenja, gdje je ranjivost s površine na onešćenje veća.

## **6. ZAKLJUČAK**

Rekonstrukcija vodocrpilišta na način na koji je izvedena davne 1967. godine je bila u skladu sa zakonskim regulativama i zadovoljavala potrebe stanovništva za opskrbom vode. Iako se nametnuo vojni poligon kao novi potrošač, poteškoća oko isporuke vode nakon povećanja dimenzija svih uređaja nije bilo jer se zahvat za vodovod Slunj izvodi na rijeci koja ne oskudjeva na vodi, a terenski uvjeti omogućuju da se poligon opskrbi samo jednim crpljenjem vode. Kao takvo, ovo rješenje povlačilo je za sobom i rekonstrukciju cijevne mreže u samom Slunju jer su količine znatno povećane.

No, danas iako zahvat zadovoljava brojem potrošača, kvaliteta vode nije često na razini propisanih zakonskih normi te u slučaju dugotrajnih oborina i zamućivanja se izbjegava za piće. Sam zahvat koji se nalazi na cca 5km udaljenosti od izvora bi trebalo približiti izvoru jer su se u međuvremenu između zahvata i izvora izgradili stambeni objekti, a kako odvodnja otpadnih voda i fekalija još uvijek nije sanirana prilikom zahvata se povećava količina otopine klora za sterilizaciju. Vodu je potrebno držati pod stalnom kontrolom i dnevno raditi analize.

## **7. LITERATURA**

- [1] „Željeznički projektni biro – Zagreb“, Glavni projekt vodovoda Slunj sa ogrankom za vojni poligon u Ribarima, Opći dio, 26.06.1967.
- [2] Direktiva o vodi za piće (98/83/EZ)
- [3] Zakon o vodama, pročišćeni tekst zakona (NN 153/09, 63/11, 130/11, 56/13, 14/14)
- [4] Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/08)
- [5] Pravilnik o posebnim uvjetima za obavljanje vodoopskrbne djelatnosti (NN 82/96, 102/97, 145/08)
- [6] Pravilnik o izdavanju vodopravnih akata (NN 28/96)