Prikaz vodoopskrbnog sustava grada Varaždina

Vojsk, Ana

Undergraduate thesis / Završni rad

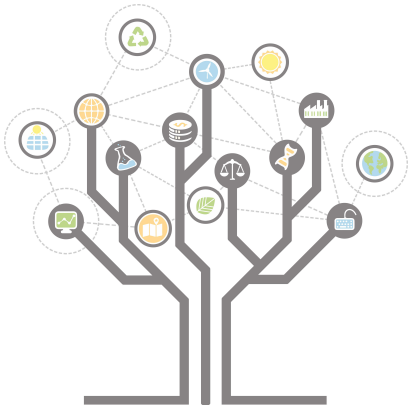
2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:130:711477

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Geotechnical Engineering - Theses and Dissertations

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Prikaz vodoopskrbnog sustava grada Varaždina

Vojsk, Ana

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:130:711477

Rights / Prava: In copyright

Download date / Datum preuzimanja: **2020-11-10**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Geotechnical Engineering



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GEOTEHNIČKI FAKULTET

ANA VOJSK

PRIKAZ VODOOPSKRBNOG SUSTAVA GRADA VARAŽDINA

ZAVRŠNI RAD

VARAŽDIN, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GEOTEHNIČKI FAKULTET

ZAVRŠNI RAD

PRIKAZ VODOOPSKRBNOG SUSTAVA GRADA VARAŽDINA

KANDIDAT :

Ana Vojsk

MENTOR :

doc.dr.sc. Bojan Đurin

VARAŽDIN, 2016.

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je završni rad pod naslovom

PRIKAZ VODOOPSKRBNOG SUSTAVA GRADA VARAŽDINA

rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na istraživanjima te objavljenoj i citiranoj literaturi te je izrađen pod mentorstvom doc. dr. sc. Bojana Đurina.

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

U Varaždinu, 15.09.2016.

ANA VOJSK

(Ime i prezime)

Vojsk

(Vlastoručni potpis)

Zahvala

Zahvaljujem se članovima komisije doc.dr.sc. Ivanu Kovaču i doc.dr.sc. Aniti Ptiček Siročić koji su mi svojim komentarima pomogli kod izrade ovog završnog rada, a posebno se zahvaljujem mentoru doc.dr.sc. Bojanu Đurinu na uloženom trudu i korisnim savjetima te strpljenju koje je pružio tijekom izrade ovog završnog rada.

Zahvaljujem se i svim djelatnicima Geotehničkog Fakulteta.

Sažetak:

IME I PREZIME AUTORA: Ana Vojsk

NAZIV RADA: Prikaz vodoopskrbnog sustava grada Varaždina

U završnom radu opisani su općenito dijelovi vodoopskrbnog sustava i dijelovi vodoopskrbnog sustava grada Varaždina. U vodoopskrbni sustav grada Varaždina spadaju 3 vodocrpilišta, a to su vodocrpilište Varaždin, Bartolovec i Vinokovščak. Zahvaljujući tim vodocrpilištima već dugi niz godina stanovnici grada Varaždina i okolice su opskrbljen vodom. Vodom za piće se opskrbljuje oko 151.000 stanovnika što čini oko 82 % županije. Potrošačima se godišnje isporuči oko 8.000.000 m^3 pitke vode od čega 70 % koriste domaćinstva, a 30 % industrija. Duljina ugrađene vodoopskrbne mreže je veća od 1.500 km bez ugrađene dužine samih priključaka. U sistemu vodoopskrbe nalazi se 17 vodosprema ukupnog volumena 15.000 m^3 i 11 crpnih stanica kojima se voda crpi u geografski viša područja. Čitav sustav crpljenja podzemne vode, dezinfekcije, distribucije i dodatnog crpljenja na geografski viša područja su 24 sata dnevno praćeni preko sustava nadzora i daljinskog upravljanja.

KLJUČNE RIJEČI: vodoopskrbni sustav, dijelovi vodoopskrbnog sustava, grad Varaždin

Sadržaj :

1. Uvod 3

2. Vodoopskrbni sustav 4

2.1. Vodozahvati 6

2.2. Postrojenje za obradu sirove vode 7

2.3. Cjevovodi 7

2.4. Crpne stanice 8

2.5. Vodospreme 10

2.6. Vodoopskrbna mreža 13

3. Vodoopskrbni sustav grada Varaždina 15

3.1. Vodozahvati 15

3.1.1. Vodocrpilište Varaždin 16

3.1.2. Vodocrpilište Bartolovec 18

3.1.3. Vodocrpilište Vinokovščak 19

3.2. Crpne stanice 20

3.3. Obrada sirove vode grada Varaždina 21

3.3.1. Čimbenici koji utječu na koncentraciju nitrata u obradi vode 21

3.3.1.1. Mineralna gnojiva 22

3.3.1.2. Groblje 22

3.3.1.3. Kanalizacija 23

3.3.1.4. Peradarske farme 23

3.4. Vodospreme 24

3.4.1. Vodosprema Doljan 24

3.4.2. Vodospreme Lužan, Briška i Tonimir 25

3.5. Vodoopskrbna mreža grada Varaždina 28

4. Zaključak 29

5. Literatura 30

Prilog

1. Uvod

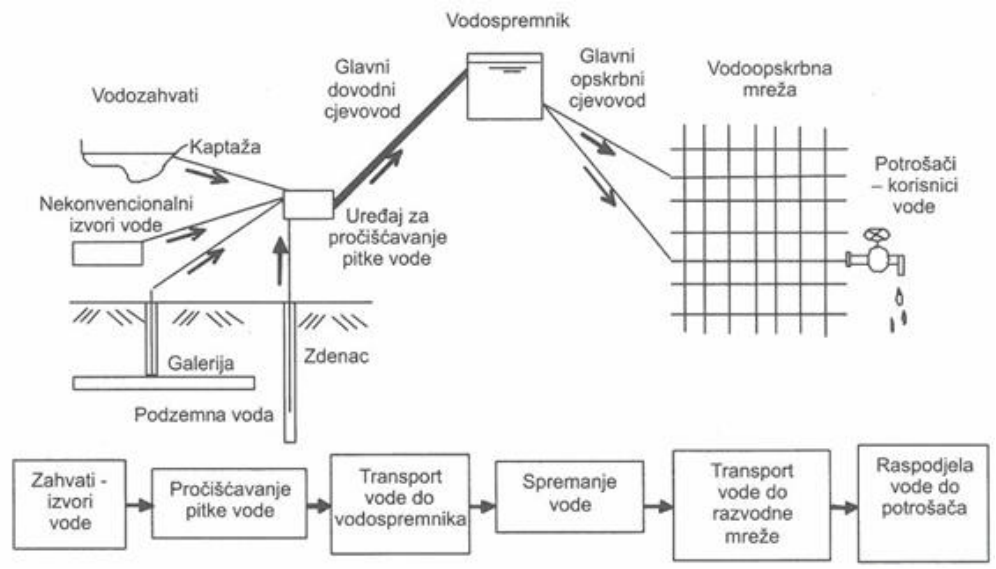
Voda je jedna od najrasprostranjenijih tvari na Zemlji i neophodna za sav živi svijet. Starogrčki filozofi smatrali su vodu početkom svega, a moderna znanost tvrdi da se živa bića najvećim dijelom sastoje od vode (50 do 90 %). Voda kao osnovni preduvjet života, nastanka i razvoja civilizacije predstavlja vrijednost nemjerljivu materijalnim dobrima. Tako je i povijest Varaždina, njegov razvitak i budućnost usko vezan uz pronalaženje rješenja za kvalitetan vodoopskrbni sustav njegovih stanovnika.

U vodi varaždinskog područja dugi niz godina bio je prisutan problem prevelike koncentracije nitrata u pitkoj vodi. Koncentracija nitrata bila je viša od zakonom propisane maksimalne dozvoljene koncentracije preuzete iz Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (N.N.47/06) [2]. Problem je riješen povećanjem količine vode u zahvatu na vodocrpilištima gdje je bila niža koncentracija nitrata. Na taj je način vrijednost koncentracije nitrata ispod maksimalno dozvoljene koncentracije.

Danas je na pojedinim vodocrpilištima varaždinske regije koncentracija nitrata veća od preporučene vrijednosti od strane Europske Unije. Preporuka Europske Unije za maksimalnu dozvoljenu koncentraciju nitrata u vodi za piće je 50 mg/L. Uz to, uočen je i trend porasta koncentracije nitrata na nekim lokacijama te je realno očekivati nove probleme u vodoopskrbi na promatranom području u dogledno vrijeme. Zbog toga je neophodno pronaći izvore onečišćenja kako bi se mogle poduzeti mjere za očuvanje, odnosno unaprjeđenje postojeće kvalitete podzemne vode. Za potrebe vodoopskrbnog sustava grada Varaždina voda se crpi putem tri vodocrpilišta – Varaždin, Bartolovec i Vinokovščak.

2. Vodoopskrbni sustav

Vodoopskrbni sustav je kompleks objekata koji služe za opskrbu vodom, tj. zahvaćanje vode iz prirodnih izvorišta, njeno korištenje, transportiranje i dovod do potrošača, slika 1. Osiguranje dovoljne količine kvalitetne vode ima prvenstveno veliko zdravstveno značenje u zaštiti od raznih oboljenja koja se prenose vodom. Dovoljne količine vode u naseljima omogućavaju povećanje općeg životnog standarda čovjeka i uređenje njegovog okoliša. Za zadovoljenje sve većih potreba naseljenih mjesta potrebne su velike količine vode. Osiguranje učinkovite, trajne i sigurne opskrbe vodom mora biti u skladu sa pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode i drugim normama koje moraju zadovoljavati vodoopskrbni sustavi [1].



Slika 1. Prikaz elemenata vodoopskrbnog sustava [3]

Osnovne funkcije vodoopskrbnog sustava su:

- zadovoljiti sve potrebe potrošača za vodom kakvoće vode za piće;
- osigurati potreban tlak u vodoopskrbnoj mreži;
- osigurati vodu za gašenje požara na svim mogućim lokacijama, održavajući pritom zadani tlak u sustavu za sve druge korisnike;
- osigurati dovoljnu količinu vode u pričuvi.

Da bi vodoopskrbni sustav mogao ispunjavati sve ove zahtjeve, potrebno je izgraditi cijeli niz objekata. Svi oni čine jedinstvenu cjelinu kojoj je osnovni cilj trajno osiguranje dovoljnih količina kvalitetne vode, pod potrebnim tlakom i na najekonomičniji način.

U skladu s njihovom funkcijom i položajem u sustavu, ovi objekti se svrstavaju u sljedeće grupe:

1. Objekti za zahvaćanje vode;
2. Objekti za povećanje kakvoće vode-obradu vode;
3. Objekti za dovođenje vode do postrojenja za obradu vode do naselja;
4. Objekti za raspodjelu vode potrošačima u naseljima;
5. Objekti za sabiranje i čuvanje vode;
6. Objekti za regulaciju tlaka u vodoopskrbnoj mreži.

Cilj je postići tehnološki siguran i ekonomski učinkovit vodoopskrbni sustav koji jamči:

- neprekinutu opskrbu potrošača potrebnim količinama;
- vodu kakvoće vode za piće;
- tlak u traženim granicama;
- potrebnu sigurnost u odnosu na količine, kakvoću, tlak i sve incidentne situacije;
- minimalne troškove i cijenu vode, minimalan negativan utjecaj na okoliš.

Sustav osim navedenih glavnih grupa objekata, ima i cijeli niz manjih objekata i elemenata, a to su:

- ventili i zatvarači različitih namjena;
- mjerači protoka i tlaka;
- crpne stanice u mreži za povećanje tlaka u određenom dijelu dana, za vrijeme požara ili kod viših objekata.

Sustav je opremljen i kućnim priključcima koji se sastoje od cjevovoda s priključkom na lokalnu mrežu i kućnog vodomjera.

Međusobni raspored objekata u vodoopskrbnom sustavu najviše ovisi o topografskim karakteristikama područja i visinskom položaju zahvata vode u odnosu na potrošače [1].

Glavni dijelovi vodoopskrbnog sustava :

1. Vodozahvat;
2. Postrojenje za obradu sirove vode;
3. Cjevovodi;
4. Crpne stanice;
5. Vodosprema;
6. Vodoopskrbna mreža.

2.1. Vodozahvati

Vodozahvati su građevine kojima se zahvaća voda iz izvorišta i odvodi prema potrošačima. Vodozahvati se međusobno jako razlikuju, stoga ih je teško razvrstati.

Vodozahvate dijelimo u sljedeće osnovne grupe:

- Priobalni zahvat;
- Zahvati u koritu;
- Izravni vodozahvat;
- Vodozahvati na brzotocima;
- Plovni i pokretni vodozahvati;
- Vodozahvatni zaljevi.

Svrha vodozahvata je zahvaćanje prirodne vode radi obrade i raspodjele korisnicima Vodoopskrbnog sustava. Vodozahvat mora imati dovoljan i trajan kapacitet [1].

2.2. Postrojenje za obradu sirove vode

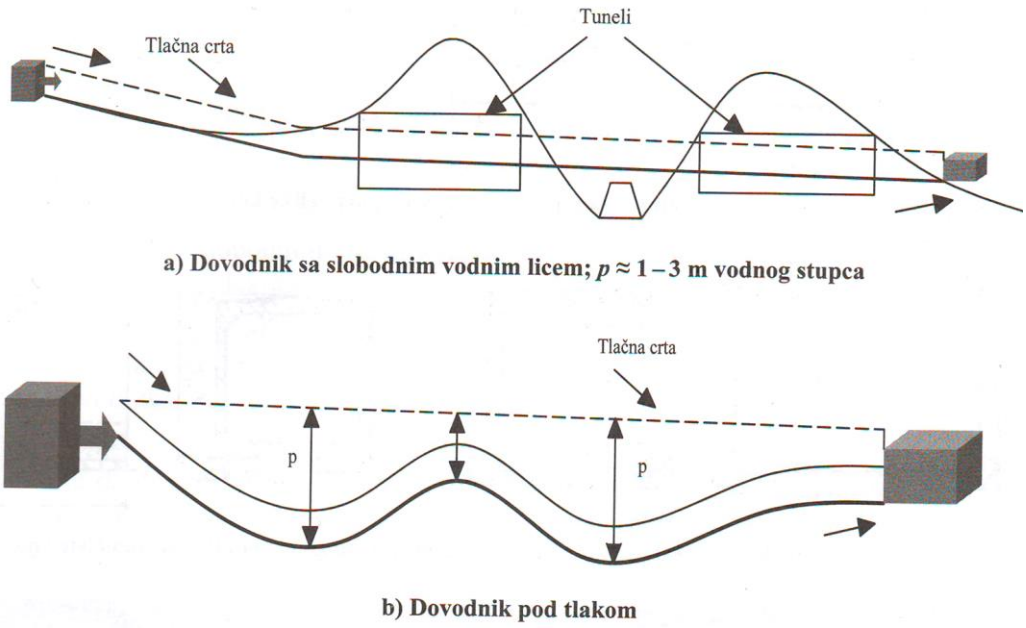
Postrojenja za obradu sirove vode najvažniji su objekti vodoopskrbnog sustava sa zdravstvenog aspekta i svrha im je obrada sirove vode. Postrojenje mora proizvesti vodu standarda vode za piće. Mora biti pouzdano, jer od njegovog rada ovisi uporabljivost cjelokupnog vodoopskrbnog sustava.
Od uređaja do potrošača transportira se čista voda. Zbog toga vodoopskrbni sustav mora biti zatvoren i bez mogućnosti kontakta s okolišem i ljudima. Najsigurnije je ako je uvijek pod tlakom. Sustav mora imati potrebni kapacitet u skladu s vršnom potrošnjom vode u naselju [3].

2.3. Cjevovodi

Dovodni i odvodni cjevovodi (dovodnici) su cjevovodi i kanali koji služe za dovod vode između objekata vodoopskrbnog sustava - od zahvata do postrojenja za obradu vode, od postrojenja do vodospremnika, od vodospremnika do potrošača ili drugih objekata sustava vode za piće.
Cjevovodi sirove vode mogu biti otvoreni, a cjevovodi čiste vode moraju biti zatvoreni (zaštita od onečišćenja).

Cjevovodi mogu biti, slika 2:

- Gravitacijski cjevovodi (slobodno vodno lice) – otvoreni;
- Tlačni cjevovod – zatvoreni [5].



Slika 2. a) cjevovod sa slobodnim vodnim licem– otvoreni cjevovod, b) cjevovod pod tlakom – zatvoreni cjevovod [5]

2.4. Crpne stanice

Crpne stanice, slika 3, transportiraju vodu s jednog mjesta na drugo, najčešće s niže na višu kotu terena. Danas je vodoopskrbni sustav bez crpnih stanica nezamisliv jer su udaljenosti između izvorišta vode i potrošača velike, jednako kao i visinske razlike između pojedinih objekata vodoopskrbnog sustava (zahvat - postrojenje za obradu vode - vodospremnik - vodoopskrbna mreža). Koriste se na zahvatima, postrojenju za obradu vode za piće, glavnim odvodnicima i opskrbnim cjevovodima te u Vodoopskrbnoj mreži.

Crpne stanice dijelimo na:

- crpne stanice sirove vode;
- crpne stanice čiste vode koje vodu zahvaćaju u bazenima;
- crpne stanice u vodoopskrbnoj mreži koje vodu zahvaćaju iz cjevovoda.

Crpne stanice se koriste i u vodoopskrbnoj mreži radi transporta vode u pojedine više zone ili radi regulacije tlaka u satima vršne potrošnje. Koriste se i u samom zahvatu vode, jer se vode nalaze duboko ispod terena. Uglavnom se koriste centrifugalne crpke koje putem tlačnih cjevovoda omogućuju podizanje voda na više kote terena i prebacivanje vode na veće udaljenosti.
Planiranjem crpnih stanica nastoji se postići optimalno rješenje koje treba imati sljedeće karakteristike:

- automatski rad;
- pouzdan i djelotvoran rad;
- minimalno održavanje i minimalne troškove održavanja pogona.

Cilj je smanjiti hidrauličke gubitke u crpnom sustavu. Crpne stanice se izvode na različite načine, a na tip konstrukcije i rješenje najviše utječe položaj i tip usisa te zahvata vode. Tako razlikujemo:

- crpne stanice koje imaju crpni bazen sa slobodnim vodnim licem;
- crpne stanice koje zahvaćaju vodu iz cjevovoda u kojem je voda pod tlakom;
- crpne stanice koje zahvaćaju vodu izravno iz vodnih resursa.

Danas su najčešće crpne stanice koje zahvaćaju vodu iz crpnog bazena. Izvode se zahvatom vode iz crpnog bazena smještenog ispod same crpne stanice [6] [1].



Slika 3. Primjer crpne stanice [7]

2.5. Vodospreme

Vodosprema je građevina koja u vodoopskrbnom sustavu ima tri osnovne uloge:

- spremanje vode;
- osiguranje potrebnog tlaka u vodoopskrbnoj mreži;
- sigurnost opskrbe vodom.

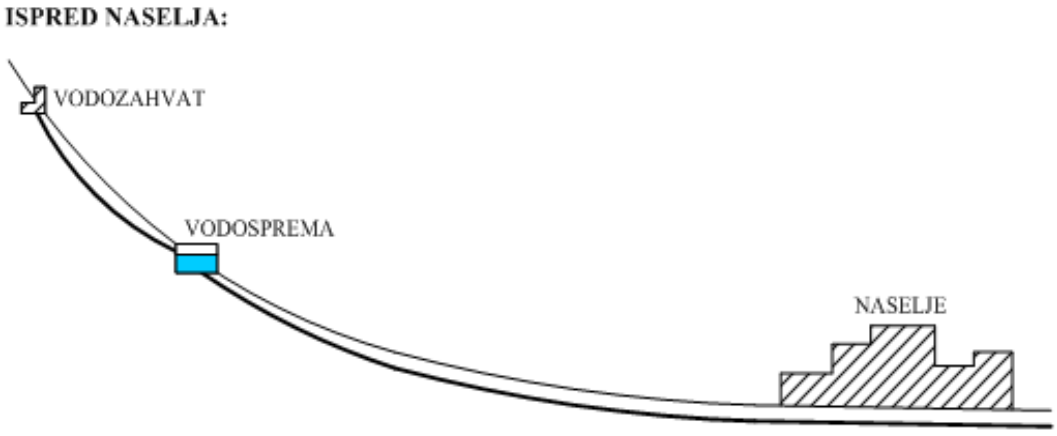
Vodosprema mora osigurati:

- traženu količinu vode;
- kontinuitet opskrbe vodom;
- proizvodnu kakvoću vode;
- mora biti vodonepropusna.

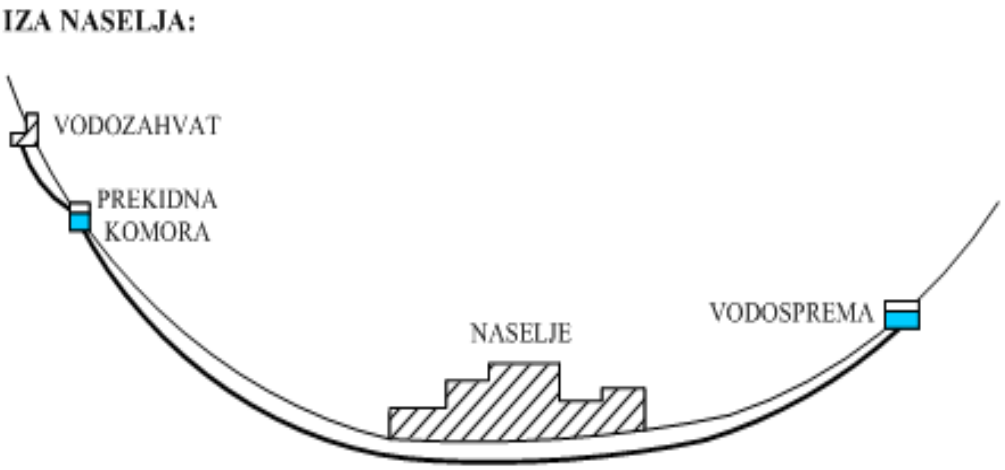
Vodosprema mora biti ekonomski prihvatljiva za gradnju, održavanje i rad.
Ulaz vode u vodospremu je moguće kontrolirati, budući da se radom crpne stanice koja crpi vodu u vodospremu može upravljati. Izlaz vode iz vodospreme nije moguće kontrolirati, budući da on ovisi o navikama i standardu života ljudi.

Prema položaju vodosprema se dijeli na:

- vodosprema ispred naselja;
- vodosprema iza naselja;
- vodosprema u naselju, silke 4-6.

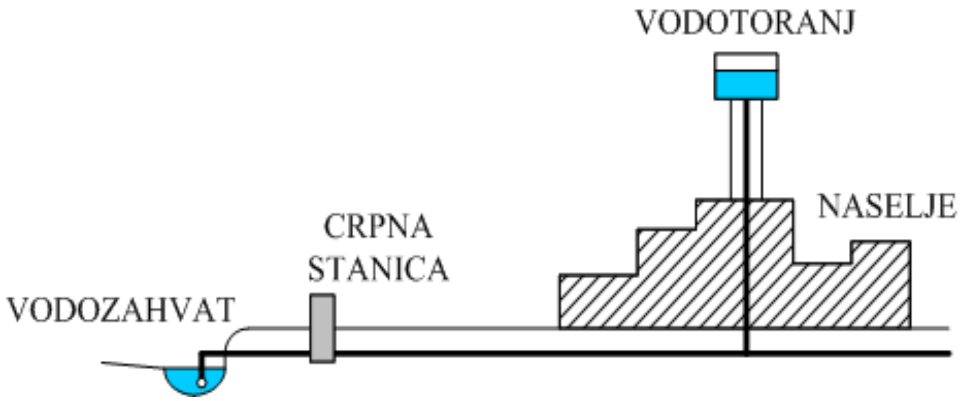


Slika 4. Vodosprema ispred naselja



Slika 5. Vodosprema iza naselja

U NASELJU:

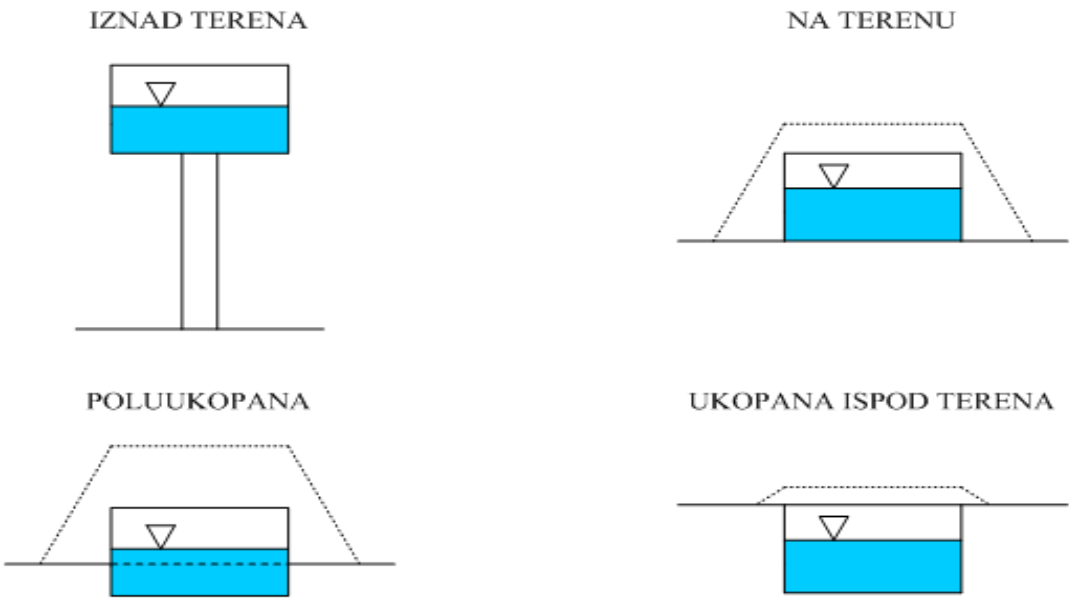


Slika 6. Vodosprema u naselju [4]

Voda se u naselju troši intenzitetom koji ovisi o ljudskim aktivnostima. S druge strane, dotjecanje iz zahvata može biti ravnomjerno ili promjenjivo.
Vodospremnik mora osigurati nesmetanu opskrbu korisnika neovisno o režimu dotjecanja vode. Vodospremnici su objekti sa slobodnim vodnim licem.

U ovisnosti o svojem položaju, vodospreme mogu biti:

- iznad terena;
- na terenu;
- poluukopane;
- ukopane ispod terena, slika 7 [4].



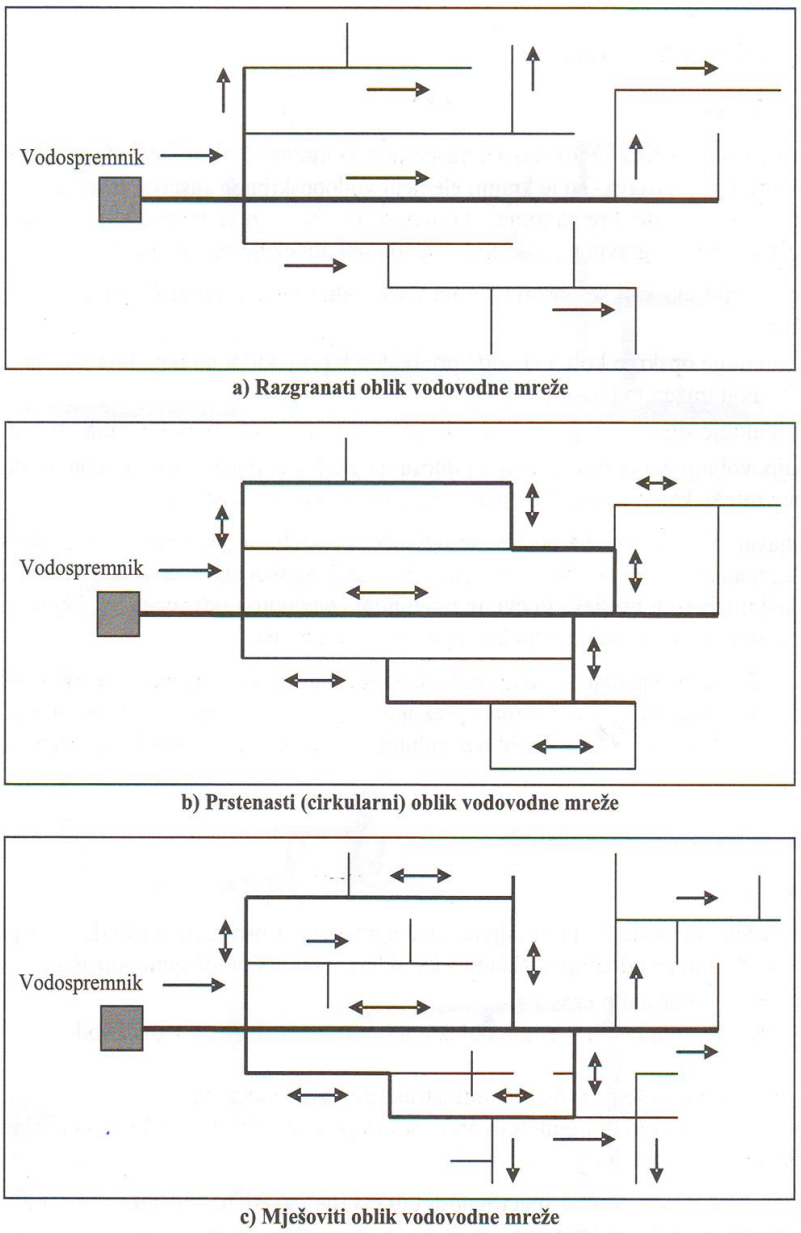
Slika 7. Vodosprema prema položaju [4]

2.6. Vodoopskrbna mreža

Vodoopskrbna mreža je transport vode do svih potrošača i osiguravanje dovoljno vode za gašenje požara u svim dijelovima naselja. To je cijevni sustav pod tlakom od 3 do 8 bara.

Vodoopskrbne mreže razlikuju se po načinu kretanja vode u mreži pa razlikujemo:

- granasti (jednosmjerno tečenje);
- prstenasti (kretanje vode u oba smjera);
- kombinirani oblik (kombinacija granastog i prstenastog) vodoopskrbne mreže, slika 8.



Slika 8. Vodoopskrbna mreža granatog, prstenastog i kombiniranog oblika [4]

Podjela prema namjeni:

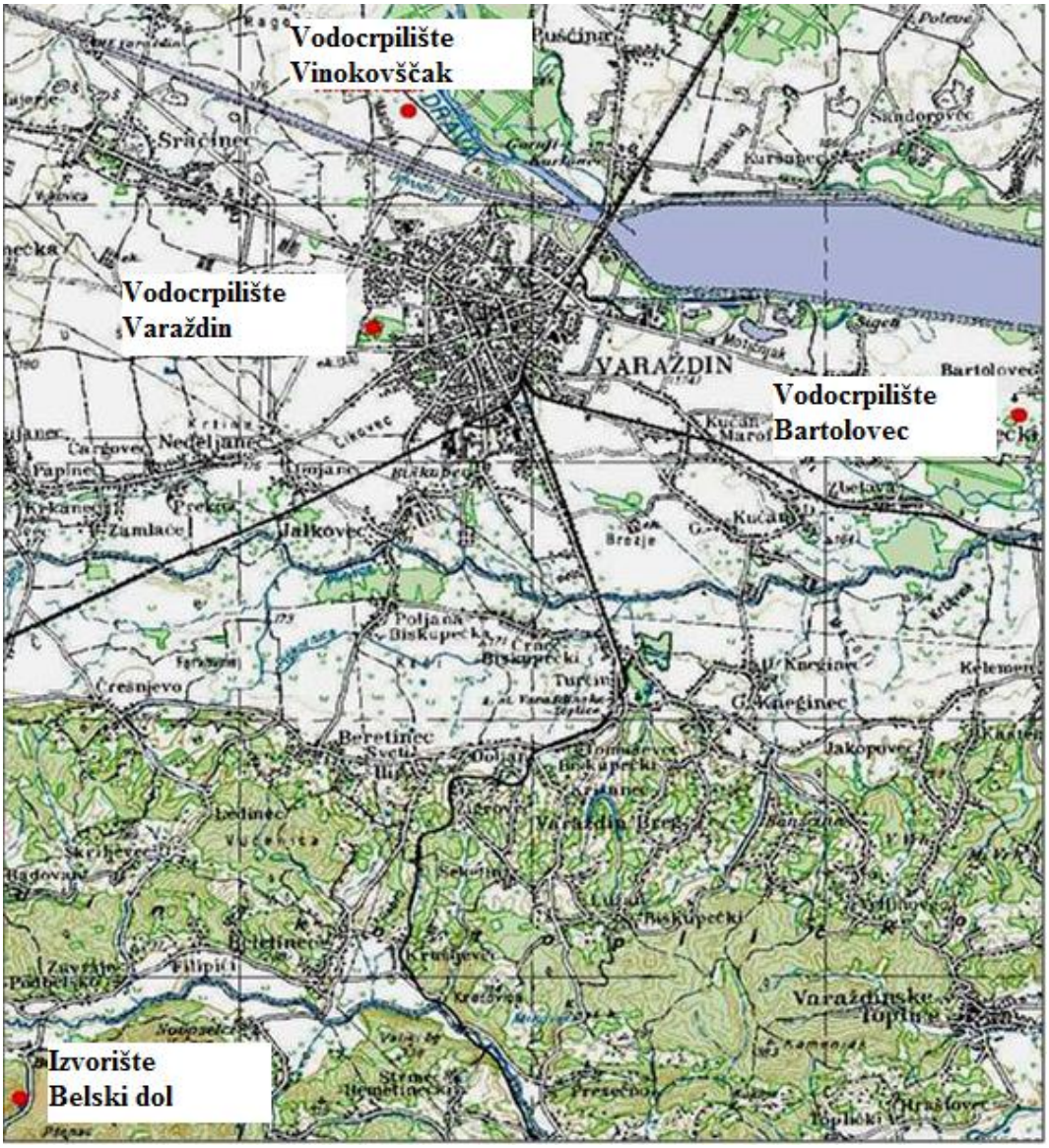
- mreže naselja;
- industrijskih zona;
- protupožarne vodoopskrbne mreže;
- tehnološke vodoopskrbne mreže

  (postoje jednonamjenske i višenamjenske mreže) [4].

3. Vodoopskrbni sustav grada Varaždina

Za potrebe vodoopskrbnog sustava grada Varaždina voda se eksploatira iz Dravskog aluvijalnog bazena i to putem 3 vodocrpilišta : Varaždin, Bartolovec i Vinokovščak, slika 9.

3.1. Vodozahvati



Slika 9. Prostorni raspored vodocrpilišta [9]

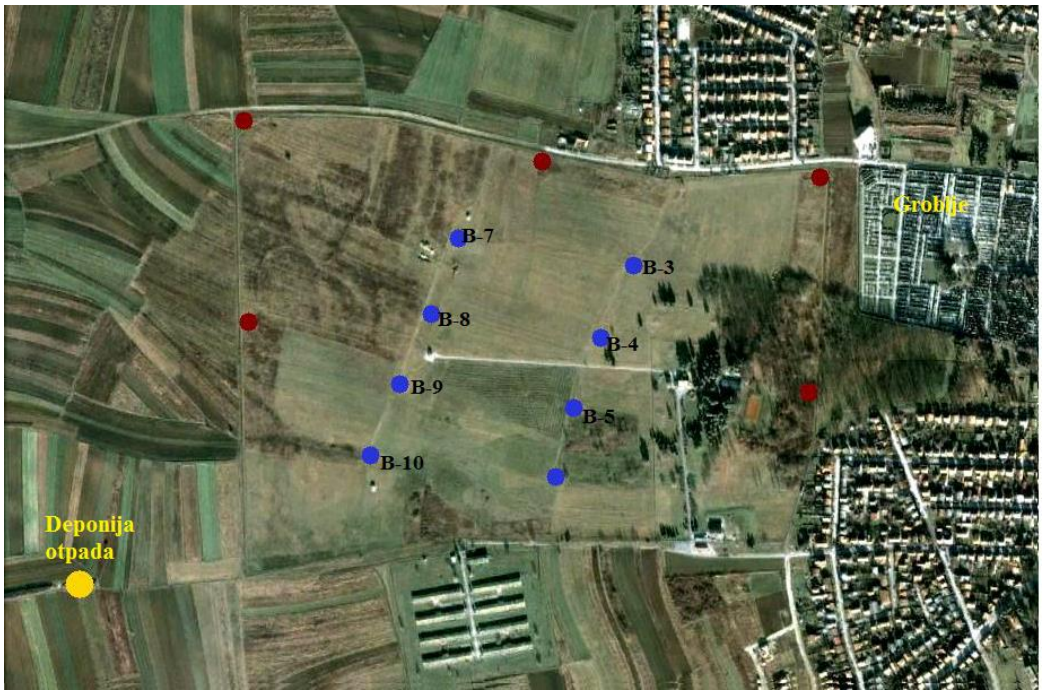
3.1.1. Vodocrpilište Varaždin

Vodocrpilište Varaždin je najstarije vodocrpilište, slika 10, s ukupno izgrađenim kapacitetom crpljenja 750 l/s i do 2002. godine bilo je u ulozi glavnog vodocrpilišta. Lokacija crpilišta Varaždin određena je 1958. godine prilikom početnih radova na izgradnji regionalnog vodovoda. Tom prilikom izvedena su 3 kaptažna bunara čiji je ukupni kapacitet predviđen na 165 l/s. Početkom 1971. godine izvedena su još tri bunara pojedinačnog kapaciteta oko 100 l/s (B-3, B-4, B-5). Proširenjem vodoopskrbnog područja po čitavoj varaždinskoj županiji, došlo se do zaključka da je potrebno izgraditi nove bunare. Na vodocrpilištu Varaždin u razdoblju od 1977.-1979. godine izbušeno je još pet bunara (B-6, B-7, B-8, B-9, B-10), slika 11. Vodocrpilište Varaždin dugi niz godina imalo je glavnu ulogu u vodoopskrbnom sustavu na području grada Varaždina i okolice. Međutim, kvaliteta vode crpljena na tom vodocrpilištu dugi niz godina nije zadovoljavala kriterije propisane Pravilnikom o zdrastvenoj ispravnosti vode za piće (N.N.46/07) [2]. Kada se sagleda veličina i značaj te uložena sredstva u vodocrpilište Varaždin, može se konstatirati da je ono gubitak velikih zaliha podzemne vode. Vodocrpilište je projektirano za 750 l/s, što je zbog porasta koncentracije nitrata limitirano na 500 l/s, a to je količinski dovoljno za opskrbu svih korisnika regionalnog vodovoda.

Danas voda distribuirana iz sustava prema potrošačima kontinuirano je dobre kvalitete i odgovara svim zahtjevima Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (N.N.46/07) [2]. Godišnje se u laboratoriju za kontrolu zdravstvene ispravnosti voda i vodoopskrbu ispita 2.200 uzoraka vode iz bunara, vodospremnika i mreža. Osim u Varkom-u kontrola se radi u Hrvatskom zavodu za javno zdravstvo na svim zdencima u obimu analize „C“ i to na ukupno 126 pokazatelja kvalitete [9].



Slika 10. Vodocrpilište Varaždin [11]



Slika 11. Satelitski snimak vodocrpilišta Varaždin na kojemu su označeni bunar [9]

3.1.2. Vodocrpilište Bartolovec

Vodocrpilište Bartolovec datira iz 1972, slika 12. Tada je bilo primarno napravljeno za opskrbu vodom Varaždinskih Toplica, a zatim se pojavom problema nitrata u vodi u Varaždinu ovo vodocrpilište proširivalo i danas je osnovno vodocrpilište za vodoopskrbni sustav Varkom za grad Varaždin. U Bartolovcu su instalirani kapaciteti od oko 600 l/s crpljenja vode, a dnevno se isporučuje oko 250 litara u sustav, što je i dnevna potrošnja.

Vodocrpilište Bartolovec se sastoji od devet bunara, od čega je jedan bio van funkcije, slika 13. S novim uređajem koji je zapravo jedan vrlo dobar filter s aktivnim ugljenom, i taj je bunar stavljen u funkciju, tako da će i dalje čitavo vodocrpilište biti u funkciji za vodoopskrbu s ispravnom pitkom vodom. Zakonski se kompletna analiza vode provodi četiri puta godišnje. Crpljenje sirove vode se također kontinuirano prati, kao i analiza vode koja ide u vodoopskrbni sustav na tjednoj bazi [8].



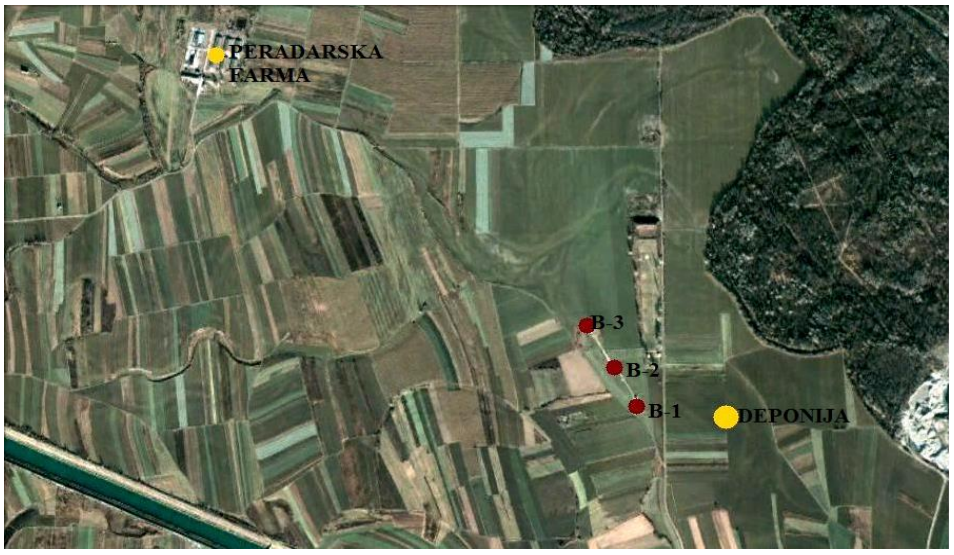
Slika 12. Vodocrpilište Bartolovec [11]



Slika 13. Satelitski snimak vodocrpilišta Bartolovec [9]

3.1.3. Vodocrpilište Vinokovščak

U periodu od 1996. do 2002. godine izgrađivano je vodocrpilište Vinokovšćak. Izgrađena su tri bunara ukupnog kapaciteta 150 l/s, slika 14. Vodocrpilište je smješteno sjeverozapadno od grada Varaždina, u prostoru između toka rijeke Drave i odvodnog kanala HE Varaždin, a započinje s radom 1996. godine.



Slika 14. Satelitski snimak vodocrpilišta Vinokovščak [9]

3.2. Crpne stanice

Danas je vodoopskrbni sustav bez crpnih stanica nezamisliv jer su udaljenosti između izvorišta vode i potrošača velike. Vodoopskrbna mreža grada Varaždina ima 11 crpnih stanica. Prva crpna stanica pojavljuje se na vodocrpilištu Bartolovec, slika 17.



Slika 17. Prva crpna stanica na vodocrpilištu Bartolovec [11]

U crpnu stanicu Filipić, slika 18, gravitacijskim padom voda dolazi iz Belskog dola i zatim se crpkama doprema u vodospremu Briška. Danas se tom vodom opskrbljuje velik dio novomarofskog područja, a nekada je ta voda dolazila do rubnih dijelova grada Varaždina [11].



Slika 18. Crpna stanica Filipić [11]

3.3. Obrada sirove vode grada Varaždina

Kvaliteta podzemne vode u pravilu je ujednačena na svim promatranim crpilištima osim u pogledu koncentracije nitrata, koja bitno varira od lokacije do lokacije. Na vodocrpilištu Varaždin koncentracija je najveća, zbog čega je to vodocrpilište danas praktički izvan funkcije. Voda crpljena na vodocrpilištima Bartolovec i Vinokovščak zadovoljava sve parametre kvalitete. Samim time, i koncentracija nitrata je unutar dozvoljenih granica.

3.3.1. Čimbenici koji utječu na koncentraciju nitrata u kvaliteti vode

Čimbenici koji utječu na koncentraciju nitrata u kvaliteti vode za piće grada Varaždina:

- mineralna gnojiva,
- groblje,
- kanalizacija,
- peradarske farme.

3.3.1.1. Mineralna gnojiva

Grad Varaždin smješten je u sjeverozapadnom djelu Hrvatske, ravničarskom kraju, vrlo pogodnom za poljodjelske radove, a u okolici grada smještena su brojna naselja. Iz tih razloga grad je sa svih strana okružen obradivim poljoprivrednim površinama. Lokacije crpilišta su ili izvan grada (Bartolovec, Vinokovščak) ili na rubnom dijelu grada (Varaždin). Radi boljeg i većeg prinosa, usjevi se tretiraju mineralnim gnojivima. Kako je Varaždinski vodonosnik izgrađen uglavnom od šljunaka i pijeska, nitrati kojima se tretiraju usjevi, vrlo lako i brzo dospijevaju u podzemne vode. Naravno da, u određenoj mjeri ti nitrati završavaju u vodi koja se crpi na vodocrpilištima te pridonose ukupnoj koncentraciji nitrata. Kao glavni razlog visoke koncentracije nitrata na vodocrpilištu Varaždin važna je upravo primjena mineralnih gnojiva. Međutim, ako se usporede lokacije na kojima se nalaze vodocrpilišta razvidno je da se u blizini svih lokacija nalaze poljoprivredne površine, i to u približno jednakom obimu. Kada bi primjena mineralnih gnojiva bila uzrokom tako visoke koncentracije nitrata na vodocrpilištu Varaždin, tada bi i na ostalim vodocrpilištima koncentracija tog parametra bila daleko viša. Iz tog razloga, opravdano je pretpostaviti da navedeni problem nije dominantan čimbenik u pogledu zasićenosti podzemne vode nitratima na vodocrpilištu Varaždin [9].

3.3.1.2. Groblje

Uz samo vodocrpilište Varaždin smješteno je gradsko groblje. Svojom veličinom i blizinom, u određenoj mjeri, utječe na kvalitetu podzemne vode.
U prijašnjim analizama koja su se provodila za ispitivanja podzemnih voda isticana je velika uloga groblja na koncentraciju nitrata. Kada bi bilo tako, koncentracija nitrata bila bi daleko viša i na vodocrpilištu Bartolovec, u čijoj je blizini smješteno lokalno groblje. Udaljenost vodocrpilišta Bartolovec od groblja je otprilike jedan kilometar [9].

3.3.1.3. Kanalizacija

Pored utjecaja mineralnih gnojiva i groblja na zastupljenost nitrata u podzemnoj vodi, važno je spomenuti i utjecaj kanalizacije. Grad Varaždin, kao najveća urbana sredina u županiji većim djelom ima uređenu sanitarnu mrežu. Međutim, kako je ona izgrađena prije više desetaka godina upitno je njezino stanje. Naime, kanalizacijska mreža postavljena je otprilike kada i vodovodna mreža, a procjene govore da su gubici gradske vodovodne mreže otprilike 40 %. Razlog su stare i trošne cijevi. Na temelju toga opravdano je pretpostaviti da su gubici kanalizacijske i vodovodne mreže slični. Stoga je utjecaj kanalizacije na zastupljenost nitrata u podzemnoj vodi vodocrpilišta Varaždin je neosporan. Stanje u pogledu kanalizacije u blizini vodocrpilišta Bartolovec nije ništa bolje. Naime, stambeni i industrijski objekti u Bartolovcu i okolnim naseljima (Trnovec Bartolovečki, Zbelava,..) većim dijelom nisu priključeni na kanalizacijsku mrežu, već koriste alternativne građevine za prikupljanje otpadnih voda, tj. sabirne jame. Iako ne postoje pouzdane procjene o trošnosti tih objekata, vrlo je vjerojatno da su mnogi od njih trošni. Samim time, u određenoj mjeri degradiran je kvaliteta podzemne vode bartolovečkog područja. Naime, tek se u zadnjih četiri do pet godina počela izgrađivati kanalizacija. Nakon što se svi objekti priključe na nju, moguće je očekivati poboljšanje kvalitete podzemne vode na vodocrpilištu Bartolovec. U samoj blizini vodocrpilišta Vinokovščak nema naselja, samim time nema ni sustava odvodnje otpadnih voda, kao ni alternativnih građevina za prikupljanje istih. Kada bi upravo ovaj faktor bio dominantan onečišćivač u pogledu zasićenosti nitratima, bilo bi realno očekivati da na je spomenutom vodocrpilištu koncentracija nitrata najmanja [9].

3.3.1.4. Peradarske farme

U blizini svih vodocrpilišta smještene su peradarske farme. Udaljenost farmi od vodocrpilišta bitno varira od lokacije do lokacije i najmanja je kod vodocrpilišta Varaždin, a najveća kod vodocrpilišta Bartolovec što je obrnuto proporcionalno koncentraciji nitrata na tim vodocrpilištima.

Zbog toga je opravdano pretpostaviti da peradarske farme bitno utječu na kvalitetu podzemne vode [9].

3.4. Vodospreme

U sistemu vodoopskrbnog sustava Grada Varaždina nalazi se 17 vodosprema ukupnog volumena 15.000 m^3. Jedna od glavnih je vodosprema Doljan. Naziv je dobila po naselju Doljan koje se nalazi u blizini Varaždina.

3.4.1. Vodosprema Doljan

Voda se crpnim stanicama smještenim u bunarima vodocrpilišta otprema u vodoopskrbni sustav i u središnju vodospremu Doljan, koja u sustavu funkcionira kao kontravodosprema, slika 19. Vodosprema Doljan osim što predstavlja središnju građevinu za prihvat vode i nivelator tlaka u vodoopskrbnom sustavu primarne zone Regionalnog vodovoda je i inicijalna građevina za transport vode na periferna područja Županije (južnu i zapadnu vodoopskrbnu zonu). Na lokaciji iznad naselja Doljan (oko 6 km južno od grada Varaždina) 2002. godine izgrađena je jedna komora vodospreme Doljan (I. faza). Sastoji se od dvije cilindrične vodne komore ukupnoga volumena 5.000 m^3, i osnovni je vodospremnički prostor Regionalnog vodovoda Varaždin, slika 20.

Izgradnji druge komore vodospreme Doljan (II. faza), volumena 5.000 m^3, došlo je zbog povećanja pogonske sigurnosti, stvaranja potrebnih zaliha vode za pokrivanje vršnih potrošnji u vodoopskrbi i protupožarnu zaštitu, te uštedu energije. Prema vodoopskrbnom planu Varaždinske županije, do kraja planskog razdoblja (2025.) predviđeno je na lokaciji Doljan izgraditi ukupno tri komore vodospreme, korisnog volumena 3 x 5.000 = 15.000 m^3 [10].



Slika 19. Vodosprema Doljan – I faza [11]



Slika 20. Izgradnja prve komore vodospreme Doljan volumena 5.000 m^3, 2002.godine [11]

3.4.2. Vodospreme Lužan, Briška i Tonimir

Grad Novi Marof ima danas riješenu vodoopskrbu iz regionalnog vodovoda Varaždin. Doprema vode osigurana je iz dva pravca: iz vodocrpilišta Varaždin i iz lokalnog izvorišta Belski dol.

Od Varaždina voda se transportira gravitacijskim cjevovodom do lokacije crpne stanice Melinec, odakle se tlačnim cjevovodom doprema do vodospreme Lužan, slika 21. Od vodospreme se voda gravitacijski otprema putem cjevovoda prema Novom Marofu i dalje na južno područje Varaždinske županije. Postojeće rješenje iz vodocrpilišta Varaždin je privremenog karaktera, a osnovna manjkavost je nemogućnost osiguranja dostatnih količina vode (nedovoljan profil tlačnog cjevovoda) i previsoka lokacija vodospreme Lužan [12].



Slika 21 : Vodosprema Lužan volumena 400 m^3 [11]

Vodoopskrba iz izvorišta Belski dol bazirana je na izdašnosti dva kaptirana izvora ukupnog kapaciteta 70 l/s. Doprema vode se obavlja putem gravitacijskog cjevovoda od izvorišta do lokacije crpne stanice Filipić, odakle se tlačnim cjevovodom transportira u vodospremu Briška, slika 22. Iz vodospreme voda se gravitacijski otprema prema naselju Beletinec.

Kod naselja Presečno izveden je spoj na magistralni cjevovod putem kojeg se voda odvodi prema Novom Marofu i dalje na južno područje županije. Postoji i "odvojak" koji prolazi naseljima Strmec i Remetinec sve do Novog Marofa, a koji se donedavno predstavljao glavnim dovodnim vodoopskrbnim cjevovodom iz pravca Belskog dola [12].



Slika 22. Vodosprema Briška volumena 500 m^3 [11]

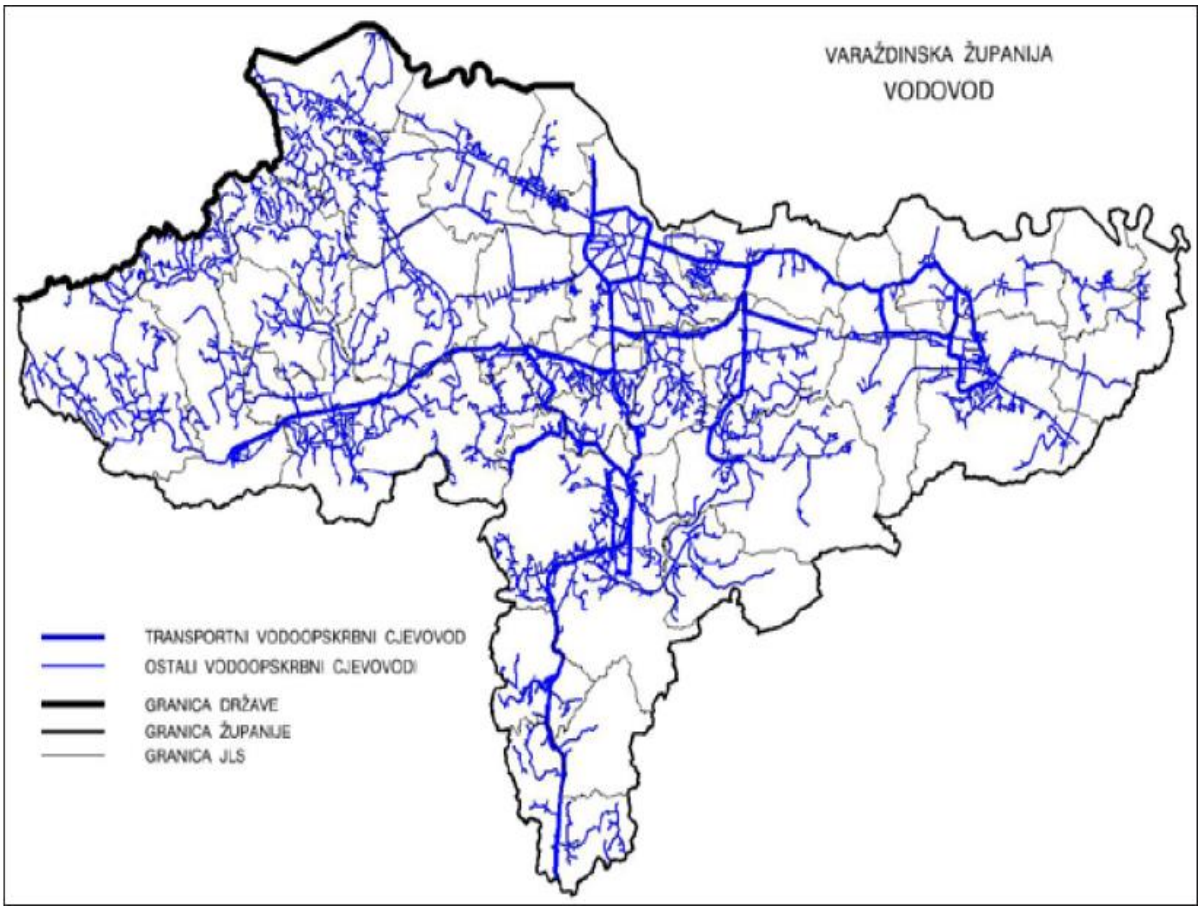
Vodosprema Tonimir, slika 24, temelji se na dopremi vode iz vodocrpilišta Bartolovec. Ona predstavlja inicijalnu točku za distribuciju vode preko Varaždinskih Toplica, Tuhovca, Svibovca i Jalševca do predmetnih naselja kroz cjevovod kombiniranog profila. Nalazi se na području grada Varaždinske Toplice u naselju Vrtlinovec [13].



Slika 23. Vodosprema Tonimir volumena 500 m^3 [11]

3.5. Vodoopskrbna mreža grada Varaždina

Vodoopskrbna mreža grada Varaždina (vodovod) danas se prostire na području 26 jedinica lokalne samouprave, uključujući gradove Varaždin, Novi Marof, Varaždinske Toplice, Ludbreg, dio grada Lepoglave i rubna područja grada Ivanca. Na slici 24 prikazano je šire područje vodoopskrbe Varaždinske županije, unutar kojega se nalazi i grad Varaždin. Ugrađena mreža dulja je od 1.500 km (bez dužine priključaka). Detaljniji prikaz vodoopskrbne mreže grada Varaždina nalazi u prilogu 1. U sustavu vodoopskrbe nalaze se 3 vodocrpilišta, 17 vodosprema ukupnog volumena oko 15.000 m^3, s 11 crpnih stanica, te brojni drugi prateći vodoopskrbni objekti [11].



Slika 24. Vodoopskrbna mreža na području Varaždinske županije [14]

4. Zaključak

Zaštita vode je prioritet posebno kada se uzme u obzir činjenica da grad Varaždin i šira okolica leže na vlastitim zalihama pitke vode. Vodozaštitno područje vodocrpilišta Varaždin nalazi se u zapadnom dijelu grada. Problem za razvoj grada predstavlja mogućnost onečišćenja vodocrpilišta nitratima, a ograničenje vodocrpilišta se odnosi na širenje groblja i težnju za širenjem okolnih stambenih područja. Cilj vodocrpilišta je naći rješenje koje će zaštititi vode i omogućiti djelomično proširenje groblja. Za poboljšanje kvalitete Vodoopskrbe je potrebno izgraditi još jednu komoru centralnog vodospremnika Doljan, tako da će ih ukupno biti tri.

Širenje vodoopskrbne mreže i sustava odvodnje otpadnih voda treba pratiti razvoj svih dijelova grada. Time se na kvalitetan način štite izvori pitke vode od onečišćenja iz naselja i industrije.

5. Literatura

1. Margeta, J. (2010): Vodoopskrba naselja,
Sveučilište u Splitu Građevinsko-arhitektonski fakultet,
Izdavač: Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split

2. Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (N.N.49/07)
Dostupno na: http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/339082.html
[25. kolovoza 2016.]

3. Đurin, B.(2015/16): kolegij Vodoopskrba i odvodnja, Predavanje 1:
Urbani vodni sustav, Geotehnički fakultet Varaždin. Dostupno na*:*
http://moodle.srce.hr/20152016/pluginfile.php/627822/mod_resource/content
/1/Predavanje%201.pdf [29. svibnja 2016.]

4. Đurin, B.(2015/16): kolegij Vodoopskrba i odvodnja,
Predavanje 5: Vodospreme, Geotehnički fakultet Varaždin. Dostupno na:
http://moodle.srce.hr/20152016/pluginfile.php/687866/mod_resource/content
/1/Predavanje%205.pdf [29. srpnja 2016.]

5. Đurin, B.(2015/16): kolegij Vodoopskrba i odvodnja, Predavanje 6:
Cjevovodi, Vodoopskrbna mreža, Geotehnički fakultet Varaždin. Dostupno
na: http://moodle.srce.hr/20152016/pluginfile.php/692146/mod_
resource/content/1/Predavanje%206.pdf [29.svibnja 2016.]

6. Đurin, B.(2015/16): kolegij Vodoopskrba i odvodnja, Predavanje 7: Crpne
stanice, Geotehnički fakultet Varaždin. Dostupno na:
http://moodle.srce.hr/2015-2016/pluginfile.php/696657/mod_resource/
content/1/Predavanje%207.pdf [29. svibnja 2016.]

7. Crpna stanica Gradac (2013). Dostupno na: www.vodovodva.co.rs/crpna-
stanica-gradac.html [30. srpnja 2016.]

8. Mihalić, V. (2014): Kvaliteta vode, vodocrpilište Bartolovec
Dostupno na: http://evarazdin.hr/drustvo/kvaliteta-vode-izvrsna-vodocrpiliste-bartolovec-u-potpunosti-u-funkciji-312170/) [13.kolovoza 2016.]

9. Šrajbek, M.(2011): Procjena utjecaja zagađivača na kvalitetu podzemne vode, diplomski rad, Varaždin.

10. Premužić, B.(2007): Vodosprema spiralnog tlocrta (Vodosprema Doljan)
Dostupno na:
https://www.google.hr/#q=Vodosprema+doljan [10. kolovoza 2016.]

11. Varkom d.d. Varaždin (2016)
Dostupno na: http://varkom.e-publikacije.com [01. svibnja 2016.]

12. Urbanistički plan (2016), Novi Marof
Dostupno na: novi-marof.hr/wp-content/uploads/2016/04/044INFRA.doc
[20. kolovoza 2016.]

13. Elaborat zaštite okoliša (2016), općina Martijanec
Dostupno na: www.mzoip.hr/doc/elaborat_zastite_okolisa_498.pdf
[22. kolovoza 2016.]

14. Službeni vjesnik Varaždinske županije, Varaždin (2016)
Dostupno na: www.ivanec.hr/download/2203 [23. Kolovoza 2016.]

Prilog 1. Prostorni plan uređenja grada Varaždina – Vodoopskrba grada Varaždina

PROSTORNI PLAN UREĐENJA GRADA VARAŽDINA

2 INFRASTRUKTURNI SUSTAVI I MREŽE

2.2 VODNOGOSPODARSKI SUSTAV - VODOOPSKRBA

2.2.1 KORIŠTENJE VODA TE UREĐENJE VODOTOKA I VODA

TUMAČ PLANSKOG ZNAKOVLJA

- GRANICA GRADA VARAŽDINA
- GRANICA GUP-a VARAŽDINA
- IZGRAĐENI I NEIZGRAĐENI DIO GRAĐEVINSKOG PODRUČJA NASELJA
- ZAŠTITNA ŠUMA
- ŠUMA POSEBNE NAMJENE
- PARKOVI I ZAŠTITNO ZELENILO

VODNOGOSPODARSKI SUSTAV

2.2. VODNOGOSPODARSKI SUSTAV

2.2.1. KORIŠTENJE VODA - VODOOPSKRBA

POSTOJEĆE / PLANIRANO

- VODOZAHVAT / VODOCRPILIŠTE
- VODOSPREMA
- MAGISTRALNI OPSKRBNI CJEVOVOD
- MAGISTRALNI OPSKRBNI CJEVOVOD - alternativni koridor
- OSTALI VODOOPSKRBNI CJEVOVODI

VODOZAŠTITNE ZONE

- ZONA 1
- ZONA 2
- ZONA 3
- VODENE POVRŠINE I REGULACIJA VODOTOKA

MJ 1:25 000 S

1ha 25ha 1km²

0 250 500 1000 2000

UZGZ

URBANISTIČKI ZAVOD GRADA ZAGREBA d.o.o.

Prosinac 2014.

Županija: VARAŽDINSKA Grad: VARAŽDIN	
Naziv prostornog plana:	PROSTORNI PLAN UREĐENJA GRADA VARAŽDINA IZMJENE I DOPUNE
Naziv kartografskog prikaza:	INFRASTRUKTURNI SUSTAVI I MREŽE VODNOGOSPODARSKI SUSTAV - VODOOPSKRBA
Broj kartografskog prikaza: 2.2.1.	Mjerilo kartografskog prikaza: 1:25000
Odluka o izradi I.izm. i dop. Prostornog plana Grada Varaždina: "Službeni vjesnik grada Varaždina" broj 2/09 I 6/12.	Odluka predstavničkog tijela o donošenju plana: "Službeni vjesnik grada Varaždina" broj 13/14
Javna rasprava : 02.06.214. - 16.06.2014.	Javni uvid održan: 05.06.214.
Pečat tijela odgovornog za provođenje javne rasprave:	Odgovorna osoba za provođenje javne rasprave: Mario Sambolec dipl.ing.geot.
Suglasnost na plan prema čl. 98 Zakona o prostornom uređenju i gradnji (NN br. 76/07, 38/09, 55/11, 90/11, 50/12 I 55/12): Suglasnost Župana Varaždinske županije: Klasa: 350-02/14-02/13 Ur.broj: 2186/1-02/1-14-2 od 17.11.2014.	
Pravna osoba koja je izradila plan: URBANISTIČKI ZAVOD GRADA ZAGREBA d.o.o.	ZAGREB, Ulica braće Domany 4
Pečat pravne osobe koja je izradila plan:	Odgovorna osoba: Darljen Belec dipl.ing.grad.
Odgovorni voditelj: Zoran Hebar dipl. ing. arh.	
Stručni tim u izradi plana: 1. Zoran Hebar dipl.ing.arh. 2. Miroslav Šreng grad.teh. 3. Ljerka Mišanović dipl.ing.arh.	4. Daliborka Pavlović grad.teh. 5. Petar Cigetić bacc.ing.aedif.
Pečat Gradskog vijeća:	Predsjednik Gradskog vijeća: Josip Hehet dipl.ur.
Istovjetnost ovog prostornog plana s izvornikom ovjerava:	Pečat nadležnog tijela: