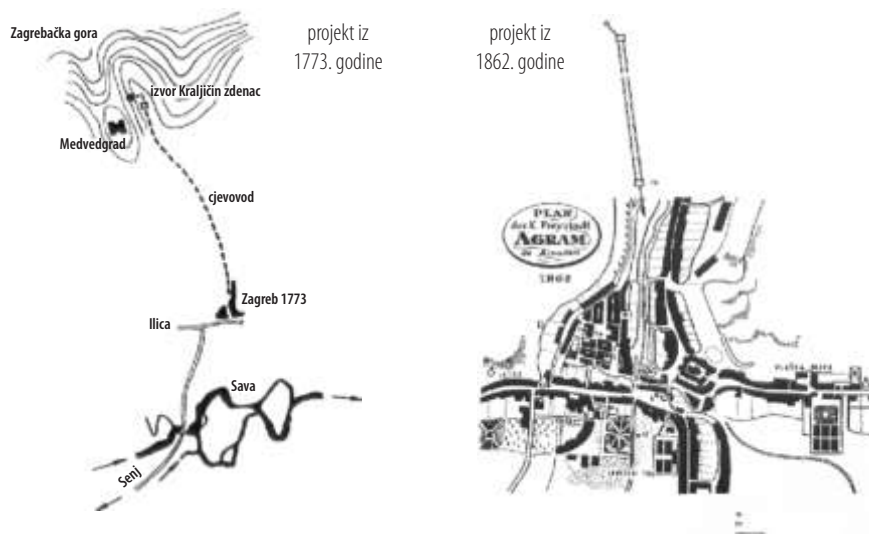


VODOOPSKRBA U ZAGREBU

prof. dr. sc. Božena TUŠAR, dipl. ing.

Prvi javni vodovod u Zagrebu otvoren je 7. srpnja 1878. godine. Borba za njegovo ostvarenje bila je dugogodišnja, a prvi počeci planiranja i gradnje potječu iz 1773. godine kada se započinje s projektima.

Ilustracija 1
Projekti zagrebačkog vodovoda 1773. i 1862. godine



Kratak povijesni prikaz

Povećanje pučanstva Zagreba u 19. stoljeću (oko 22 000 stanovnika 1873. godine) i raspoloživog novca, ali i nestašica vode za piće, osobito ljeti, sve su više ukazivali na potrebu izgradnje vodovoda (il. 1). Gotovo 16 godina trajala je borba između pristaša gravitacijskog vodovoda s izvora Kraljičin zdenac na Sljemenu i uzimanja vode iz rijeke Save, odnosno zdenaca u savskoj nizini. Na kraju je prihvaćena treća mogućnost i izveden zdenac u današnjoj Zagorskoj ulici, u aluvijalnom nanosu šljunka i zaštićen 5 m visokom krovinom, pretežno od ilovače (il. 2). Radovi na njegovoj izgradnji započeli su 1. kolovoza 1877, a već 7. srpnja 1878. godine uslijedilo je svečano otvaranje.

Zdenac promjera 5,60 m i dubine 9,60 m izrađen je od lijevanoželjeznih ploča međusobno spojenih vijcima. Adaptacije su na njemu izvođene više puta i u pogonu je bio više od stotinu godina, do 13. travnja 1984. godine. Prva onečišćenja vode zabilježena su 1980. pa je nakon neuspješne sanacije crpilište sa zdencima u (današnjoj) Žajinoj ulici i Selskoj cesti ukupnog kapaciteta 300 l/s zatvoreno 1984. godine.

Od zdenca je Ilicom vodila glavna cijev s presjekom 235 mm i dalje s presjekom 210 mm do vodospreme u Jurjevskoj ulici (il. 3.). Njezin volumen iznosio je 1560 m³, visina 3,60 m, a relativna visina dna od razine vodostaja Save 69 m. Zdenac

u Zagorskoj i vodosprema u Jurjevskoj bili su spojeni cijevima od lijevanog željeza ukupne dužine 3919 m. Uz zdenac je izgrađena strojarnica za smještaj crpki koje su tlačile vodu u tlačni i razdjelni cjevovod. Vodovod je osiguravao vodu i za ulične hidrante za gašenje požara i polijevanje ulica, kojih je 1897. godine bilo oko 300. Na većim i glavnim trgovima za javne je potrebe postavljeno 25 hidranata, a ponegdje i vodoskoci. Prve godine na vodovod je bilo priključeno 219 zgrada, 1895. već njih 1316, a od 1897. svaki vlasnik kuće koja se nalazila uz izgrađeni vodovod morao je uvesti vodu.

Širenjem grada i porastom potrošnje vode vodovod je proširivan. Godine 1899. izrađen je projekt prema kojem je vodovodna mreža proširena i gradsko područje podjeljeno u pojaseve kako bi se vodom mogla opskrbljivati i viša gradska područja. Novi zdenci bušeni su 1901. godine od dubine 10,5 m. [2]

Zagrebački vodoopskrbni sustav

Vodoopskrbni sustav Zagreba podjeljen je u tri visinske vodoopskrbne zone (il. 4). Na gornjim granicama svake zone postavljene su vodospreme za tu zonu. Građene su prateći razvoj vodoopskrbnog sustava, ovisno o potrošnji vode.

Današnja situacija vodoopskrbe u Zagrebu temelji se na:

- 30 zdenaca ukupnog kapaciteta 5000 l/s (430 000 m³/d)

Ilustracija 2
Prvi zdenac u Zagorskoj ulici iz 1878. godine



- 20 vodosprema (osam u I, sedam u II. i pet u III. opskrbenj zoni) ukupnog volumena većeg od 110 000 m³
- 2400 km cjevovoda različite starosti materijala i poprečnih presjeka 50 - 1100 mm s 8000 zasunskih komora i oko 16 000 hidranata.

Na zagrebački vodoopskrbni sustav priključeno je oko 832 000 stanovnika.

U vodoopskrbnom sustavu Zagreba gubici vode (razlika između isporučene, odnosno preuzete i naplaćene vode) iznose 41,5%. Iako Zakon o komunalnom gospodarstvu (NN 26/2003, 82/2004, 110/2004 i 178/2004) propisuje vodomjer za svakog potrošača, odnosno stan, što se počinje primjenjivati u novogradnjama, velik broj korisnika vode još plaća enormno visoke i neloogične račune jer se obračun izvodi prema broju osoba, a nesavjesni stanari loše održavaju vodovodne instalacije pa su gubici u kućnim mrežama također iznimno veliki.

Jedinstveni vodoopskrbni sustav Zagreba tijekom vremena se proširivao, ali se i dalje temeljio na zdencima za zahvaćanje podzemne vode koji su građeni na lijevoj obali Save i spremanju vode u gradske vodospreme pomoću crpki i tlačno-opskrbenih cjevovoda. Jedno od rješenja za poboljšanje opskrbe vodom ostvareno je 1964. godine. Radilo se o uključivanju vode iz savskog aluvija na desnoj obali Save, odnosno najvećeg gradskog crpilišta Mala Mlaka.

U vodoopskrbi Zagreba tijekom vremena pojavljivalo se više problema. Ponajprije je to bio manjak potrebnih količina vode, a s time u vezi i pad tlaka što su posebno osjetili stanovnici viših katova ne boder na početku sedamdesetih godina prošlog stoljeća.

Novo vrijeme, porast standarda i izgradnja stanova s dobro opremljenim kupaoinicama doveli su do porasta potrošnje vode. Stalan porast potrošnje uzrokovao je deficite kapaciteta vodnih



Ilustracija 3
Vodosprema u
Jurjevskoj ulici

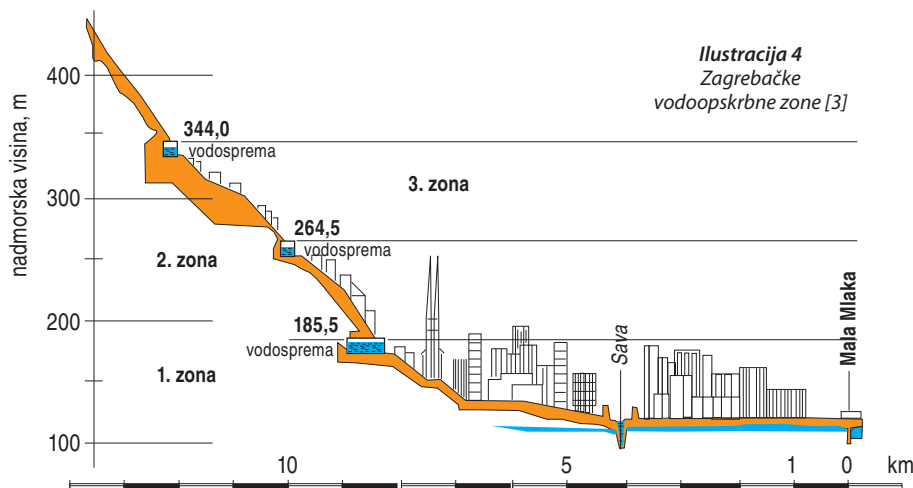
zaliha na užem gradskom području pa su se na Maloj Mlaki uskoro pojavili problemi. Velika potrošnja smanjila je razinu podzemne vode i crpke nisu mogle raditi punim kapacitetom pa je pronađeno rješenje - produbljavanje postojećih kopanih zdenaca bušenjem do drugog vodonosnika.

U vremenu 1991. - 2003. godine značajno su povećani kapaciteti gradskih crpilišta pa je u Zagrebu danas u pogonu osam vodocrpilišta s ukupnim kapacitetom oko 5000 l/s, odnosno 432 000 m³/d (il. 5).

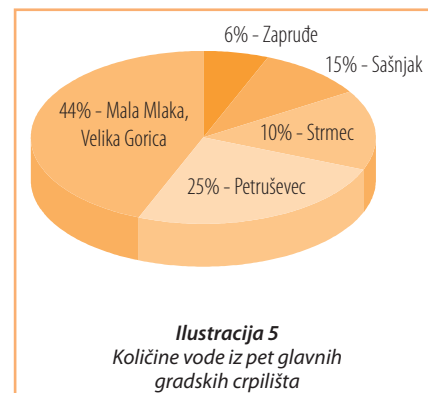
Kakvoća i zdravstvena ispravnost vode

Najvažniji zahtjev koji mora zadovoljiti voda za piće, bez obzira na to koristi li se u prirodnom stanju ili nakon provedenih postupaka popravljivanja njene kakvoće, je zdravstvena ispravnost koja se utvrđuje analizom, a rezultati provjeravaju prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 182/2004).

Zbog iznimne važnosti vode za svakog pojedinca i društva u cjelini posebnu brigu o kakvoći vode vodi Svjetska zdravstvena organizacija (WHO). Voda kojom se opskrbljuje stanovništvo iz javnog vodoopskrbnog sustava mora biti zdravstveno ispravna, odnosno zadovoljiti uvjete propisane spomenutim Pravilnikom.



Ilustracija 4
Zagrebačke
vodoopskrbne zone [3]



Ilustracija 5
Količine vode iz pet glavnih
gradskih crpilišta

Analizom vode dokazuju se sastojci u pojedinom uzorku vode jer nijedna prirodna voda nije samo H_2O , već je obogaćena različitim tvarima koje mogu biti geološkog porijekla ili su posljedica ljudskih aktivnosti na pojedinim slivnim područjima.

Može se govoriti o sljedećim skupinama tvari u pojedinim vodama:

- sastojci koji se uobičajeno nalaze u vodi (pa i u vodi za piće), ali treba utvrditi jesu li prihvatljivih vrijednosti (miris, okus, boja, temperatura, mutnoća, pH vrijednost itd)
- sastojci koji vodu mogu činiti opasnom ako se nalaze u većim koncentracijama (štetne tvari): dušikovi spojevi (amonijak, nitrati, nitriti), fenoli, željezo, mangan, fosfor, floridi itd.
- sastojci koji su i u malim koncentracijama opasni pa vodu čine neupotrebljivom za piće: teški metali (arsen, kadmij, živa, krom, nikal itd), biocidi (pesticidi, herbicidi, fungicidi itd), klorirani ugljikovodici itd.

Uz to, posebno se mora utvrditi zdravstvena ocjena prisutnosti mikroorganizama. Ispituju se ukupni koliformi, fekalni koliformi, fekalni streptokoki, klostridije, salmonelle, patogeni streptokoki, fekalni bakterofagi, enterovirusi. U vodi za piće ne smiju biti prisutni paraziti, alge ni praživotinje. Ispravnost vode u pogledu te vrste onečišćenja osigurava se dezinfekcijom koju provode svi javni vodovodi.

Kontrola kakvoće vode zagrebačkih crpilišta provodi se utvrđivanjem vodozaštitnih zona i ugradnjom piezometara na kojima se sustavno uzorkuje voda i uspoređuje sa zakonskim odredbama (il. 6).

Zaštita crpilišta vode za piće

Osiguranje propisane kakvoće vode za piće postiže se utvrđivanjem zona sanitarne zaštite crpilišta prema Pravilniku o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta (NN 55/2002). Njegov sastavni dio su Smjernice za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta koje donosi Državna uprava za vode.

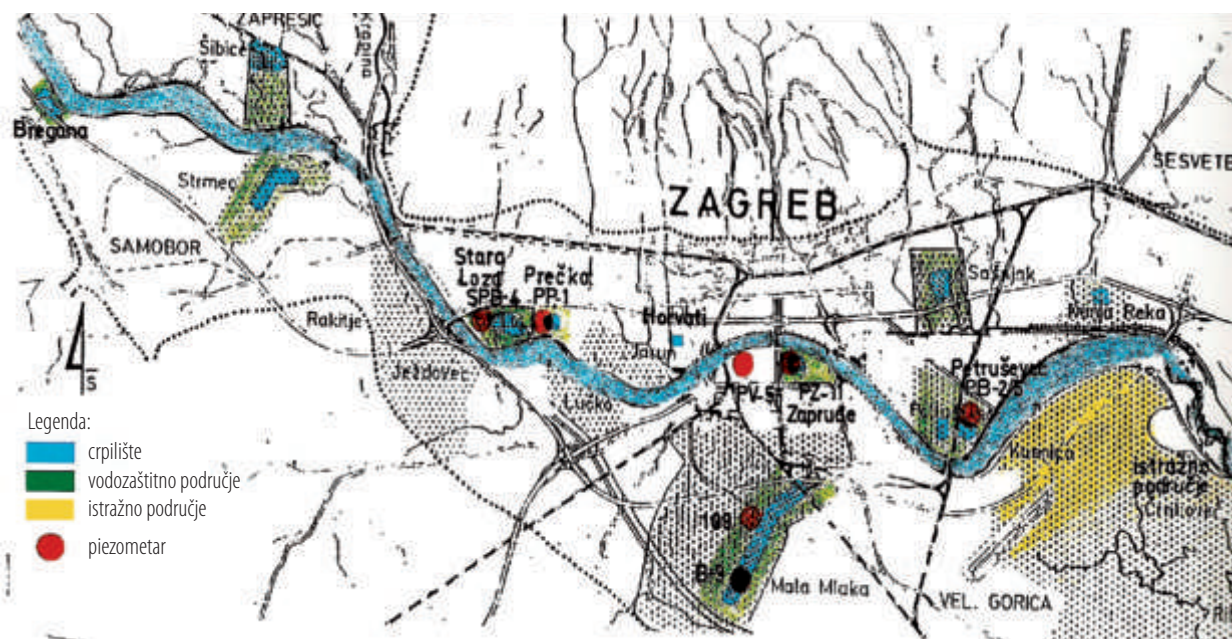
Izvorište koje se koristi ili je rezervirano za javnu vodoopskrbu mora biti zaštićeno od namjernog ili slučajnog onečišćenja i drugih utjecaja koji mogu nepovoljno djelovati na zdravstvenu ispravnost voda ili njezinu izdašnost.

Zone izvorišta, sanitarni i drugi uvjeti održavanja zona i zaštitne mjere na njihovom području određuju se na temelju prethodnih vodoistražnih radova kojima se definiraju: hidrogeološki odnosi i parametri vodonosnog sustava, kakvoća podzemne vode i parametri prijenosa onečišćenja. Granice pojedinih zona izvorišta utvrđuju se na temelju hidrogeoloških značajki zahvaćenog vodonosnika i prvenstveno ovise o:

- tipu vodonosnika s obzirom na debljinu i propusnost pokrovnih naslaga
- načinu i veličini napajanja vodonosnika
- smjeru i brzini toka podzemne vode prema crpilištu
- purifikacijskom kapacitetu pokrovnih naslaga i vodonosnika.

Unutar definiranih granica zona izvorišta provodi se njihova pasivna i aktivna zaštita. Pasivnu zaštitu čine mjere zabrane smještaja pojedinih građevina i obavljanja određenih djelatnosti unutar utvrđene zone, a aktivnu redovito pra-

Ilustracija 6
Glavni piezometri i vodozaštitne zone u Zagrebu



čenje kakvoće podzemne vode na priljevnom području izvorišta.

Mjere sanacije, izvori i visina potrebnih sredstava za sanaciju utvrđuju se Odlukom o zonama sanitarne zaštite izvorišta. Zone zaštite kod vodonosnika s međuzrnskom poroznosti su:

- III. zona - zona ograničenja i kontrole
- II. zona - zona strogog ograničenja
- I. zona - zona strogog režima zaštite.

Treća zona utvrđuje se radi zaštite podzemne vode od teško razgradivih kemijskih i radioaktivnih onečišćenja. Obuhvaća područje izvan granice II. zone do granice priljevnog područja. U njoj je zabranjeno ispuštanje nepročišćenih otpadnih voda, deponiranje otpada, izgradnja kemijskih industrijskih postrojenja te prometnica bez sustava kontrolirane odvodnje i pročišćavanja prije ispuštanja.

Druga zona utvrđuje se radi zaštite podzemnih voda od onečišćenja patogenim mikroorganizmima i drugih štetnih utjecaja koji se mogu pojaviti tijekom zadržavanja vode u podzemlju. Može se smanjiti ili izostaviti, ako se radi o crpilištima iz dubokih vodonosnika s nepropusnim krovinskim pokrivačem, a obuhvaća područje izvan granice I. zone do linije od koje podzemna voda ima minimalno vrijeme zadržavanja u podzemlju 50 d prije ulaska u vodozahvatni objekt. Vanjska granica II. zone označava se vidljivim natpisnim pločama. Uz zabrane iz članka 10. Pravilnika, u II. zoni je u pravilu zabranjeno sljedeće:

- površinska i podzemna eksploatacija mineralnih sirovina
- poljodjelska proizvodnja, osim s ograničenom primjenom umjetnog gnojiva i primjena lako-hlapivih (neperzistentnih) pesticida
- stočarska proizvodnja, osim na malim seoskim gospodarstvima
- izgradnja pogona za proizvodnju, skladištenje i transport opasnih tekućina, groblja, svih industrijskih pogona opasnih za kakvoću podzemne vode, autocesta i magistralnih (državnih i županijskih) cesta, željezničkih pruga te svih drugih objekata koji mogu ugroziti kakvoću podzemne vode.

Prva zona se utvrđuje radi zaštite objekata i uređaja za zahvat vode (kaptaže i zdenaca, crpne stanice,

postrojenja za preradu vode, objekata za pogon, održavanje i čuvanje). Granica I. zone mora biti udaljena od objekata za zahvat vode najmanje 10 m na sve strane, a kod kaptaže u smjeru dotoka podzemne vode najmanje 20 m. Zona mora biti ograđena. Uz zabrane iz čl. 10. Pravilnika, u I. zoni je u pravilu zabranjeno:

- izvođenje radova, izgradnja objekata i obavljanje gospodarskih i drugih djelatnosti osim za zahvat vode, preradu i prijenos vode u vodoopskrbni sustav
- upotreba gnojiva i sredstava za zaštitu bilja za uzgoj zelenila na crpilištu
- ispuštanje otpadnih voda iz pogonskih zgrada i voda za pranje uređaja za obradu.

Odluku o zonama sanitarne zaštite izvorišta donosi predstavničko tijelo jedinice lokalne samouprave prema članku 41. Zakona o vodama (NN 107/95 i 150/2005) nakon prethodno pribavljenog mišljenja Hrvatskih voda. Za pripremu Odluke nadležno tijelo JLS-a imenuje interdisciplinarno stručno povjerenstvo sastavljeno od predstavnika Državne uprave za vode, nadležnog ureda za prostorno planiranje i zaštitu okoliša, Hrvatskih voda, tvrtke koja obavlja komunalnu djelatnost vodoopskrbe i odvodnje te tvrtke koja je izradila elaborat o zonama zaštite.

Današnje stanje vodoopskrbe u Zagrebu

Iako su na području Zagreba utvrđene i objavljene vodozaštitne zone, nije moguće provoditi propisane mjere zaštite zbog sadržaja koji su tamo već postojali prije donošenja propisa.

Mala Mlaka je danas najveće zagrebačko crpilište (planira se realizacija crpilišta Kosnica u prvoj fazi 900 l/s i u konačnosti 4000 l/s). Smješteno je na desnoj obali Save te okruženo poljoprivrednim površinama, seoskim naseljima, industrijskim sadržajima i većim brojem manjih



*Ilustracija 7
Zdenci crpilišta
Mala Mlaka i
vodozaštitno
područje I. zone*



Ilustracija 8
Filtri za čišćenje
vode na crpilištu
Sašnjak [3]

Ilustracija 9
Objekt za
demanganizaciju
na crpilištu
Petruševac



Izvornici:

1. R. HORVAT: 'Prošlost grada Zagreba', Zagreb, 1942.
2. B. VUJASINOVIĆ: 'Izgradnja prvih vodovoda u Hrvatskoj do početka 20. stoljeća', Hrvatske vode (9) 2001, br. 36, str. 335. - 336, Zagreb, 2001.
3. ... 'Vodoopskrba grada Zagreba 1878. - 1998.', monografija, Zagreb, 1998.
4. B. TUŠAR: 'Kvalitetna voda uvijek održivog razvitka', Zbornik radova 'Hidrologija i vodni resursi Save u novim uvjetima', str. 507. - 514, Slavonski Brod, 7. i 8. studenoga 2000.

obrtničkih radionica različite namjene (il. 7). Velik broj šljunčara, novoizgrađene prometnice (cesta za Veliku Goricu, obilaznica, Ranžirni kolodvor) nalaze se na njegovom vodozaštitnom području i predstavljaju stalnu opasnost kakvoći vode. Još 1994. godine zabilježene su visoke koncentracije nitrata, najvjerojatnije iz poljoprivrednih aktivnosti, a bilo je i nekoliko havarija na Ranžirnom kolodvoru

Crpilište Sašnjak na istočnom dijelu Zagreba, u industrijskoj zoni, okruženo je s više tvornica, nizom prometnica, istočnom željezničkom obilaznicom, stambenim naseljima, a područjem protječu dva potoka. Okolni sadržaji odlagališta tekućeg i krutog industrijskog otpada i neodgovarajuća kanalizacija onečistili su podzemne vode kancerogenim i mutagenim spojevima trikloretenom i tetrakloretenom. Na crpilištu je izgrađen uređaj za obradu vode adsorpcijom na aktivnom ugljenu kapaciteta 400 l/s vode (il. 8).

Devedesetih godina na vodocrpilištu Petruševac često su količine otopljenog mangana prelazile maksimalno dopuštene koncentracije

(50 µg/l) pa je izgrađen objekt za demanganizaciju (il. 9). Na uređaju je predviđen prolaz sirove vode kroz filtre od granulata netopivog manganovog oksida koji veže otopljeni mangan iz vode kemijskom oksidacijom i redukcijom. Uređaj se sastoji od tri jedinice: izvora sirove vode (zdenci B-4 i B-5), filtra kontaktora i crpne stanice pročišćene vode, a u pogon je pušten 12. prosinca 2002. godine.

Izgradnjom spomenutih uređaja crpilišta Sašnjak i Petruševac sačuvana su za daljnje korištenje, no neka druga crpilišta su zatvorena:

- Vrapče (100 l/s): otvoreno 1960, a zbog bakteriološkog onečišćenja te povećanih količina amonijaka i nitrata zatvoreno 10. srpnja 1986. godine
- Botanički vrt (120 l/s): u pogonu od 1934, a zbog povećanog sadržaja nitrata i tetrakloretena zatvoreno 5. veljače 1987. godine
- Zadarska (100 l/s): u pogonu od 1947. a zbog povećane količine toulena i nitrata zatvoreno 17. studenog 1987. godine
- Vrbik (100 l/s): izgrađeno 1946, a zbog povećanih količina nitrata zatvoreno 1. siječnja 1988. godine
- Držićeva (150 l/s): u pogonu od 1950, a zbog povećanog udjela nitrata i kloriranih ugljikovodika zatvoreno 4. studenog 1989. godine
- Kruge (240 l/s): u pogonu od 1946, a zatvoreno zbog tetrakloretena 8. listopada 1992. godine

Istu su sudbinu doživjela i dva zdenca crpilišta Žitnjak te crpilišta Prečko i Horvati.

Zaključak

Što reći na kraju. Kakvoća vode zagrebačkog podzemlja ozbiljno je ugrožena djelatnostima na području grada. Poseban problem su količine neodgovarajuće odloženog otpada i veoma loše stanje gradske kanalizacije. Iako je izgrađen i pušten u rad uređaj za pročišćavanje, ništa nije poduzeto na saniranju kanalizacije u smislu vodonepropusnosti. Doprinos onečišćenju daje i više od 20 000 septičkih i/ili sabirnih jama od kojih mnoge također nisu vodonepropusne.

Grad pristupa rješavanju tih problema planiranjem otvaranja novog crpilišta Kosnica, za koje je glavni dovodni cjevovod planiran na Domovinskom mostu. Koliko dugo će voda iz Kosnice biti prihvatljive kakvoće, prvenstveno ovisi o ponašanju svih stanovnika Zagreba, a posebice gospodarstva.

Općenito se još uvijek premalo polaže na sustavno i stalno obrazovanje te stalno ukazivanje na posljedice neodgovornog ponašanja pojedinaca i društva u cjelini. ■