

UTJECAJ I ZNAČENJE VODE U INDUSTRIJI ZAGREBA

ŽELJKA SILJKOVIĆ

Na temelju statističko-matematičkih i grafičkih metoda u radu je prezentirana uloga i važnost vode za industriju grada Zagreba. Ističe se važnost rezervi podzemne vode u opskrbi pučanstva i industrije grada. Važnost vode u industriji razmatra se dvojako: voda kao neophodan čimbenik proizvodnje, te povratno otpadna voda iz tehnološkog procesa kao glavni zagađivač tekućica i podzemnih tokova vode.

Influence and Significance of Water in the industry of Zagreb

Based on statistical, mathematical and graphical methods, this paper presents the role and the importance of water for industry of Zagreb. The importance of groundwater storage for the population water supply and industry is strongly emphasized.

The significance of water for industry is considered dually: water as an essential factor in processing and an effluent as the main pollutant of streams and groundwater.

Uvod

Voda je jedan od najbitnijih čimbenika prirodne cjeline neodvojivo povezana s cjelokupnim životom biosfere. Ona je nezamjenjiva u životu čovječanstva, kako za njegove svakodnevne potrebe u opskrbi, tako i za stalno ekspandirajuću gospodarsku aktivnost čovjeka, posebice za industriju. Međutim, takvo korištenje voda uzrokuje pojavu čitavog niza novih problema s obzirom na nekontroliranu prekomjernu potrošnju, indiferentnost najvećeg

dijela populacije spram sve učestalijeg zagađivanja voda i degradiranju postojećih rezervi vode.

Lociranje prvih naselja uz vodu pokazuje njeno značenje za normalno funkcioniranje društva. Doline rijeka važni su prometni pravci kao i izvori energije, te izuzetno značajni potencijali u opskrbi pučanstva vodom.

Zagreb može zahvaliti svoj razvoj i ekspanziju industrije i grada među ostalim i količini vode na svom području. Sava i njene prito-

de nezamjenjiv su čimbenik ekspanzije te demografske i industrijske metropole.

Postavljanje problema

Za razumijevanje cjelokupne problematike opskrbe vodom u industriji i svekolikom pučanstvu grada nužno je utvrditi kojim se sve izvorima vode grad opskrbljuje; gdje se i u kojoj količini oni nalaze te koje su kvalitete. Podzemna voda ima prioritetno značenje u opskrbi pučanstva i industriji grada.

Bogatstvo rezervi vode u podzemlju odraz je geološkog sastava terena područja Zagreba u kojem dominiraju holocene naslage šljunka i pijeska. U njima teče podzemna voda pravcem paralelnim s tokom Save, tj. od zapada prema istoku. Aluvijalni sloj koji pored pijeska i šljunka čine glina, zaglinjeni pijesci i mulj različite je debljine koja raste pravcem zapad—istok. Do linije Mala Mlaka—Sašnjak debljina toga sloja kreće se do 10 m, a zatim na području Mala Mlaka—Sašnjak povećava se na 30 m, uz stalan rast prema zoni Petruševac—Velika Gorica, gdje njegova debljina iznosi 60 m, odnosno do najdubljih taložina u prostoru Črnkova, gdje narasta do 100 m debljine.¹ To područje predstavlja glavni izvor strateških rezervi podzemne vode grada.

Prema P. Miletiću, strateške rezerve podzemne vode dijele se na tri razine:

1. Područja koja mogu zadovoljiti velike potrebe, a zagađivanje prostora nije veliko. To su zone izvora i gornjih tokova krških tekucica u prostoru Like i Gorskog kotara: Mrežnica, Dobra i Kupa, te Gacka, Krka i Zrmanja.

2. Druga razina obuhvaća područja bogata vodom čiji su slivovi izvan granica Hrvatske. Važnost je te zone u postojanju velike količine podzemne vode u aluvijalnim naslagama šljunka. Tu se ubraja prostor Sjeverne Hrvatske u liniji: Babina Greda—Kopanica—Sava, zona slavonsko-srijemske depresije, te poriječje Drave u sloju uzvodne Podravine i zona srednje Podravine.

3. Treća zona predstavlja danas glavni izvor vodoopskrbe za gradske i industrijske prostore. Posljedica toga je da je prostor nizvodne Podravine, prvi vodonosni sloj Save kod Zagreba, poriječje Mirne, izvora Jadro i Žrnovnica, te izvorišta Cetine i sliv Omble danas stalno izložen zagađivanju, a time i kvalitativnoj i kvantitativnoj degradaciji.²

Voda u podzemlju obnavlja se isključivo prirodnim putem i ovisi o prirodnim čimbenicima (količini padalina, infiltraciji i protoku u podzemlju, poroznosti i volumenu stijena), no da bi se voda mogla i koristiti, najvažniju ulogu imaju društveni čimbenici koji su na promatranom području Zagreba krajnje nepovoljni: neplanska stambena gradnja, prenaseljenost, neriješeno komunalno pitanje vodoopskrbe i odvodnje u pojedinim dijelovima

¹ Ivan Višić, Ivan Bagarić: Prilog boljem sagledavanju rješavanja vodoopskrbe grada Zagreba, Zagrebačka vodoprivreda, br. 19. god. VI veljača 1987. str. 32.

² Pavao Miletić, Božidar Biondić, Franjo Fritz, Marija Heinrich-Miletić: Strateške rezerve podzemnih voda SR Hrvatske, Zagrebačka vodoprivreda, br. 33, god. IX, ožujak 1990, str. 32—35.

grada, koncentracija »prljave« industrije na VPC područjima, improvizirana deponija i gradnja prometnica kroz VPC zone, zagađivanje Save od strane industrije i pučanstva, uz neriješeno pitanje pročišćavanja otpadne vode. Rezerve podzemne vode na prostoru grada Zagreba u

potezu Podsused—Sisak, koja je danas glavni i jedini način vodoopskrbe grada, pokazuju da se one kreću do $1\,347\,532 \times 10^6$ m³ vode/god. Važno je istaknuti da se glavina rezervnih potencijala nalazi na desnoj obali Save, i to u liniji Podsused—Peščenica (tab. 1). Stoga i

Tab. 1. Prirodne rezerve podzemne vode na području Zagreba

Tab. 1. Natural groundwater storage on the territory of Zagreb.

Područje	Stalne rezerve 10 ⁶ m ³	Promjenjive rezerve 10 ⁶ m ³
Lijeva obala Save (Podsused — Ivanja Reka)	140,447	25,519
Desna obala Save (Podsused — Peščenica)	756,554	185,818
Desna obala Save (Peščenica — Sisak)	450,531	51,357
Ukupno	1 347,532	262,694

Izvor: Boris Švel, 1978.

ne čudi da se na istom pravcu nalaze i glavna VPC grada: Mala Mlaka i Črnkovec. Jasno je da se rezerve podzemne vode ne mogu neograničeno i nekontrolirano koristiti.

Potrošnju mora pratiti određeni intenzitet, uz uvjet da će se ona i obnoviti. Zalihe podzemne vode od $513,9 \times 10^6$ m³/god. prati i nekoliko problema. Budući da Sava na područje Zagreba dolazi kao rijeka visokog stupnja onečišćenja, kvaliteta podzemne vode poboljšava se udaljavanjem od toka rijeke. Međutim kvantitativno se kapaciteti podzemne vode povećavaju približavanjem Savi. Mjerenjem razine podzemne vode u periodu 1973/1983. g. na liniji Podsused—Rugvica utvrđeno je konstantno snižavanje njezine razine od 0,8 do 1,2 m. Kako se linije toka struje podzemne vode kreću paralelno sa Savom odnosno u

njenoj su blizini, sve promjene u koritu Save posredno negativno djeluju kako na sam tok podzemne vode, tako i na vodoopskrbu Zagreba.³

Metode rada

U izradi ovog članka upotrebljene su dvije osnovne metode:

- Statističko-matematička metoda obrade podataka i
- Grafička metoda za bolje razumijevanje problematike.

Rezultati

Rezultati do kojih se došlo u istraživanju prezentirani su slijedećim redom:

³ Ognjen Bonacci, Dušan Trninić: Nove hidrološke, morfološke i hidrogeološke promjene Save kod Zagreba, Zagrebačka vodoprivreda br. 30. god. VIII, lipanj 1989. g. str. 20—26.

1. Potrošnja vode za potrebe pučanstva
2. Industrija kao potrošač i onečišćivač vode grada Zagreba
3. Otpadna voda zagrebačke industrije.

1. Potrošnja vode za potrebe pučanstva u gradu

Danas u Zagrebu teku dva paralelna, ali oprečna procesa: uz sta-

lan rast grada povećava se i potrošnja vode, međutim zbog sve intenzivnijeg zagađivanja, zatvara se sve više crpilišta. Od početka stoljeća do 1990. g. potrošnja vode povećala se gotovo 15 puta. Prava ekspanzija nastupila je kada Zagreb postaje populacijsko i industrijsko žarište ne samo Hrvatske i šire zajednice, u proteklih trideset godina (tab. 2).

Tab. 2. Potrošnja vode u gradu Zagrebu u periodu 1908—1990. g. u m³/dan

Tab. 2. Water consumption in Zagreb in the period between 1908 and 1990 (m³/day).

Godina	Potrošnja	Godina	Potrošnja
1908	21 061	1983	285 873
1928	33 379	1984	292 181
1938	33 830	1985	298 123
1945	65 453	1986	300 442
1963	122 623	1987	309 972
1980	273 371	1988	311 338
1981	283 050	1989	317 009
1982	291 243	1990	336 079

Izvor: Vodoprivreda Zagreba 1980—1990, Zagreb, XII mj. 1990.

Pritom je važno istaknuti da razvoj grada nije završen te se stoga predviđa da će mu za potrošnju u slijedećim dekadama biti potrebno dvostruko više vode nego što je danas troši (tab. 3). Najveća potrošnja očekuje se u područjima koncentracije industrije: Peščenica 107,4 tis. m³ vode/dan, ili 12,63 %, Trešnjevka 94,2 tis. m³ ili 8,86 % vode/dan, kao i u najvećoj stambenoj zoni grada Novom Zagrebu sa 100,9 tis. m³ vode/dan ili 11,86 %. Na tih pet cjelina, prema predviđanjima, koristilo bi se više od jedne trećine sadašnje potrošnje vode grada odnosno 460,2 tis. m³ vode/dan.

Gradsko pučanstvo koristi podzemnu vodu na više načina, kako iz javnog vodovoda, hidrofora ili iz vlastitih bunara. Sve do prije dvadeset godina približno 1/4 gradskog pučanstva (uži dio grada ili 10 općina) nije bilo opskrbljeno vodom iz javnog vodovoda (tab. 4). Vodom iz vodovoda najopskrbljeniji su centralni dijelovi grada: Medveščak (99,3 %) i Centar (99,0 %), dok se prema rubnim dijelovima grada opskrba smanjuje, pa je tako Susedgrad bio 70-ih godina opskrbljen vodovodnom mrežom za samo 58,4 % pučanstva. Rubne općine imale su još teže stanje te se na tom području opskrba kretala od 44,07 % u

Tab. 3. Predviđanja potrošnje vode u Zagrebu za 2010. g. u tis. m³/dan

Tab. 3. Predictions of water consumption in Zagreb in 2010, in thousands m³/day.

Općina	Potrošnja	Udjel u %
Centar	26,1	3,07
Črnomerec	82,3	9,68
Dubrava	49,1	5,77
Maksimir	37,7	4,43
Medveščak	24,6	2,89
Novi Zagreb	100,9	11,86
Peščenica	107,4	12,63
Samobor	54,1	6,36
Sesvete	48,8	5,74
Susedgrad	75,4	8,86
Trešnjevka	94,2	11,07
Trnje	62,3	7,33
Velika Gorica	63,7	7,49
Zaprešić	23,6	2,77
Ukupno	850,2	

Izvor: Vodoprivreda Zagreba 1980—1990, Zagreb 1990.

Tab. 4. Dijelovi grada Zagreba prema kvaliteti opskrbe vodom po domaćinstvu (u %) po popisu 1971.

Tab. 4. Parts of Zagreb according to the quality of water supply by household, in percentage, census 1971.

Općina	% opskrbljenosti
1. Medveščak	99,3
2. Centar	99,0
3. Črnomerec	96,7
4. Maksimir	96,0
5. Trešnjevka	80,8
6. Peščenica	77,4
7. Trnje	72,2
8. Novi Zagreb	70,8
9. Dubrava	63,2
10. Susedgrad	58,0

Izvor: Josip Riđanović, Zagreb 1978.

Samoboru (36 527 stanovnika, 16 099 opskrbljenih), Sesvetama sa 30,24 % (29 503 stanovnika, 8 921 opskrbljenih), Zaprešiću sa 21,68 % (28 645 stanovnika, 6 210 opskrbljenih).^{*} Prema tome, gotovo 3/4 pučanstva nije bilo adekvatno opskrbljeno vodovodnom mrežom.

U narednih deset godina, do 1981. g., stanje se poboljšalo i to posebice u rubnim općinama grada, iako ona i dalje zaostaju u vodoopskrbi za užim područjem Zagreba. Tako nam se opskrba kreće od 98,34 % u Medveščaku i 97,61 % u Centru do 87,41 % u Peščenici, dok se u rubnim zonama taj udio kreće od 85,80 % u Sesvetama do 75,17 % u Velikoj Gorici (tab. 5). Realno me-

Tab. 5. Opskrbljenost stanovništva Zagreba vodom iz vodovoda (u %) po popisu 1981. g.

Tab. 5. Population water supply from waterworks, in percentage census 1981.

Općina	Broj stanovnika	% opskrbljenosti
1. Medveščak	50 612	98,34
2. Centar	55 567	97,61
3. Maksimir	62 963	96,21
4. Trešnjevka	114 874	93,60
5. Črnomerec	51 552	93,01
6. Novi Zagreb	113 155	92,12
7. Dubrava	81 720	91,13
8. Trnje	47 733	88,43
9. Peščenica	51 994	87,41
10. Susedgrad	50 603	86,02
11. Sesvete	43 013	85,80
12. Samobor	43 855	82,31
13. Velika Gorica	54 474	75,17

Izvor: Vodoprivreda Zagreba, Zagreb 1988. g.

^{*} SRH IV Sabora: Izvještaj o problemima vodoopskrbe na području SRH, Zagreb, veljača 1978.

đutim na samo 10 općina u užem gradskom prostoru više od 90 000 ljudi nije riješilo pitanje odvodnje otpadnih voda, odnosno više od 60 000 nema riješeno pitanje vodoopskrbe (tab. 6).

Tab. 6. Broj stanovnika po općinama koji nemaju riješeno pitanje kanalizacije i vodoopskrbe

Tab. 6. Number of inhabitants by communes whose problem of sewage and water supply is not yet solved.

Općine	Broj stanovnika bez kanalizacije	Broj stanovnika bez vodoopskrbe
Centar	4 320	1 328
Črnomerec	10 352	5 456
Dubrava	10 392	5 356
Maksimir	12 083	1 041
Medveščak	4 272	860
Novi Zagreb	27 043	26 558
Peščenica	12 464	10 214
Susedgrad	11 708	9 850
Trešnjevka	1 091	1 141
Trnje	93	93
Ukupno	93 819	61 904

Izvor: Branka Jakopinac, Zagreb 1991.

Najkritičnije je stanje u najvećoj stambenoj cjelini grada: Novom Zagrebu, gdje više od 27 000 ljudi nema kanalizacijsku odnosno 26 000 vodovodnu mrežu. Jednako nepovoljna situacija je i u industrijskim jezgrama: Peščenici i Susedgradu, te Maksimiru, Dubravi i Črnomercu.

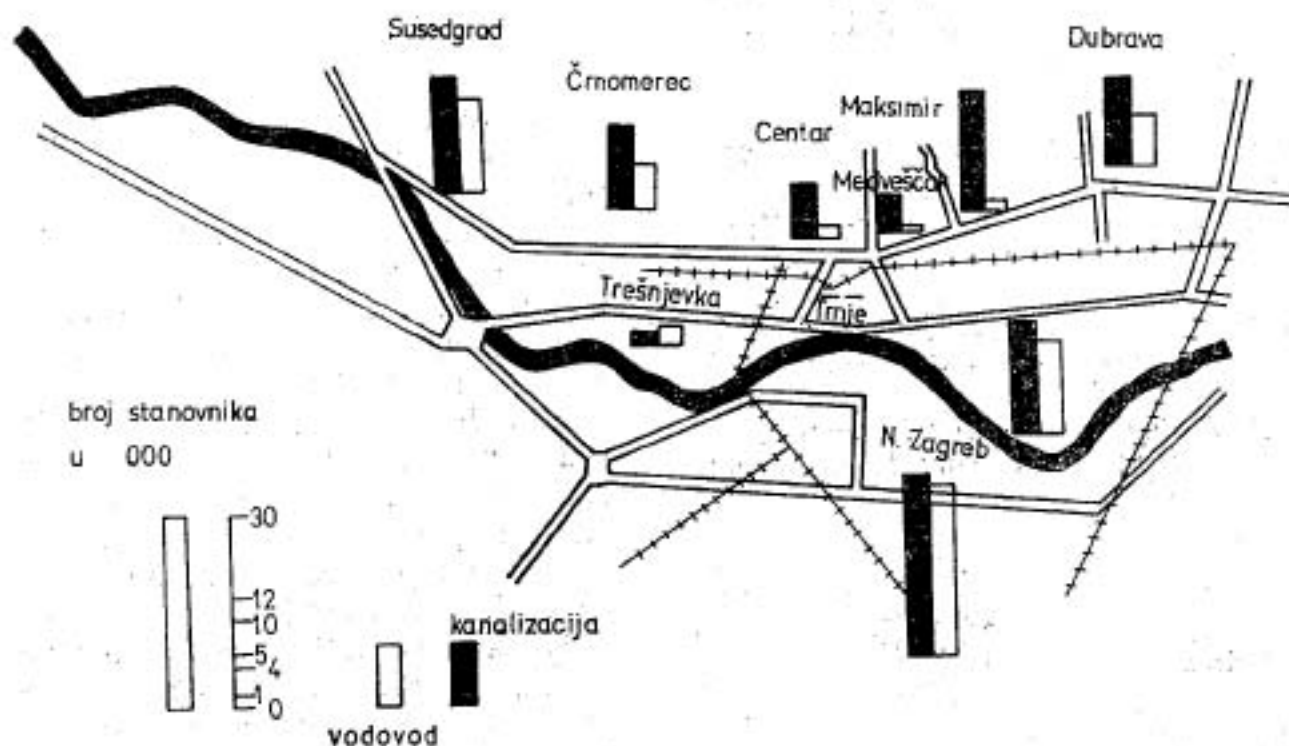
Stanje je povoljnije u užim gradskim dijelovima Centra i Medveščaka, te u starim stambeno-industrijskim cjelinama Trnja i Trešnjevke. Ipak i dalje zabrinjava stanje u kojem gotovo desetina pučanstva metropole nema riješena osnovna higijenska pitanja.

2. Industrija kao potrošač i onečišćivač vođa grada Zagreba

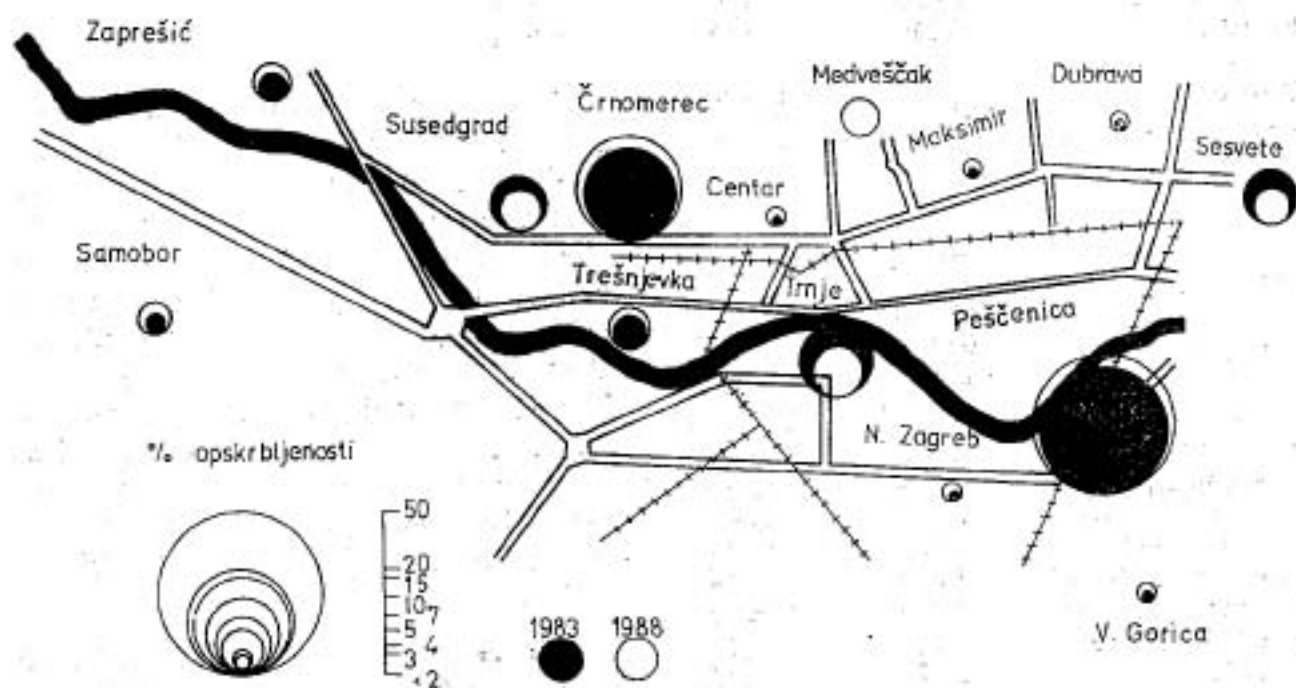
Zagrebačka industrija kojoj voda tvori neophodan element tijekom proizvodnje koristi nadasve povoljan geografski položaj na bogatim rezervama kako podzemne vode, tako i tekućica. Prema tome, ona se snabdijeva vodom iz: a) vodotoka i akumulacija, b) javnog vodovoda i c) vlastitih industrijskih crpilišta. Gotovo cjelokupna zagrebačka industrija koristi vodu iz podzemlja odnosno iz mreže javnog vodovoda i vlastitih crpilišta. Izuzetak čini elektroprivreda koja najvećim dijelom koristi vodu iz tekućica potom u znatno manjoj mjeri proizvodnja građevinskog materijala te kamena, pijeska i šljunka.

Elektroprivreda je najveći industrijski potrošač vode u gradu koja je tokom 1985. godine koristila 63,73 % od ukupne potrošnje vode u industriji. Najveći je dio te vode, 95,70 %, iz vodotoka, a samo je manji preostali dio, 4,30 %, voda iz podzemlja.

Glavni su potrošači podzemne vode u 1983. i 1985. g. kemijska industrija sa 27,30 % u 1983. g. odnosno s približno trećinom ukupne potrošnje vode u 1985. g. (29,81 %), te prehrambena industrija sa 24,34 % u 1983. g. odnosno sa 26,44 % u 1985. g. Te dvije industrijske grane koristile su više od 50 % ukupne industrijske potrošnje vode, ili 51,64 % u 1983. g., odnosno 56,25 % u 1985. g. Sve ostale industrijske grane koristile su vodu u znatno manjem obujmu, što je i razumljivo s obzirom na samu tehnologiju proizvodnje i broj industrijskih pogona pojedinih grana industrije. Tako je metalna industrija koristila 16,34 % (1983. g.), odnosno



Sl. 1. Broj stanovnika grada Zagreba bez vodoopskrbe i odvodnje vode
 Fig. 1. Number of inhabitants of Zagreb without water supply and sewage system.



Sl. 2. Kartodijagram korištenja podzemne vode u industriji grada, po teritorijalnom rasporedu (stanje 1983. i 1988. g.)
 Fig. 2. Diagram of groundwater utilisation in the town industry according to the territorial distribution 1983 and 1988.

13,52 % (1985. g.), te industrija papira 10,62 % (1983. g.) ili 10,20 % u 1985. g. (tab. 7).

U teritorijalnom rasporedu na području grada najveća potrošnja vezana je za prostor Peščenice, Črnomerca, Trnja, Zaprešića i Treš-

Tab. 7. Glavni industrijski potrošači vode u gradu Zagrebu 1983. g. i 1985.g.

Tab. 7. The main industrial water consumers in Zagreb 1983 and 1985.

1983.		
Industrija	Količina podzemne vode i vode iz vodovoda u tis. m ³	%
1. kemijska	17 024	27,30
2. prehrambena	15 175	24,34
3. metalna	10 190	16,34
4. ind. papira	6 619	10,62
5. elektroprivreda	3 954	6,34
6. tekstilna i kožna	3 701	5,94
7. građevinska	2 438	3,91
8. ostalo	3 246	5,21
Ukupno	61 701	100,00

1985.		
Industrija	Količina podzemne vode i vode iz vodovoda u tis. m ³	%
1. kemijska	18 391	29,81
2. prehrambena	16 312	24,44
3. metalna	8 341	13,52
4. ind. papira	6 297	10,20
5. elektroprivreda	4 430	7,18
6. tekstilna i kožna	3 840	6,22
7. građevinska	2 314	3,75
8. ostalo	1 776	2,88
Ukupno	62 347	100,00

Izvor: Industrija Zagreba, CER Zagreb, 1985. i 1987. g.

njevke, što je i razumljivo jer je na tom području i najveća koncentracija industrije u gradu.

Najveću potrošnju, približno polovinu od ukupne, bilježi Peščenica (45,20 %) jer je na tom prostoru locirana najveća industrijska zona grada — Žitnjak čiji su industrijski pogoni i najveći korisnici i potrošači vode (kemijska, prehrambena industrija, TE-TO). Znatno manje količine vode upotrebljavaju industrijska poduzeća u Črnomercu i Trnju iako su i tamo locirani brojni industrijska pogoni, ali onog tipa koji ne potrebuje veće količine vode. Najmanja potrošnja vode u industriji karakteristična je za općinu Centar (manje od 1 % ukupne potrošnje), rubne zone grada (Dubrava, Velika Gorica) i u Novom Zagrebu gdje su locirani manji pogoni (tab. 8).

3. Otpadna voda zagrebačke industrije

Zagreb kao cjelina, a time i njegova industrija, nema još uvijek središnjeg uređaja za pročišćavanje otpadne vode. Najveći dio zagrebačke industrije ispuštao je vodu korištenu tijekom proizvodnje bez pročišćavanja, odnosno kao zagađenu. Prema podacima iz 1982. g., čak 94,7 % otpadnih voda ispuštalo se kao nepročišćena voda ili samo djelomično (najviše mehanički) pročišćena. Do 1985. g. taj se udio neznatno smanjio za svega 2,5 % ili na 92,2 %.

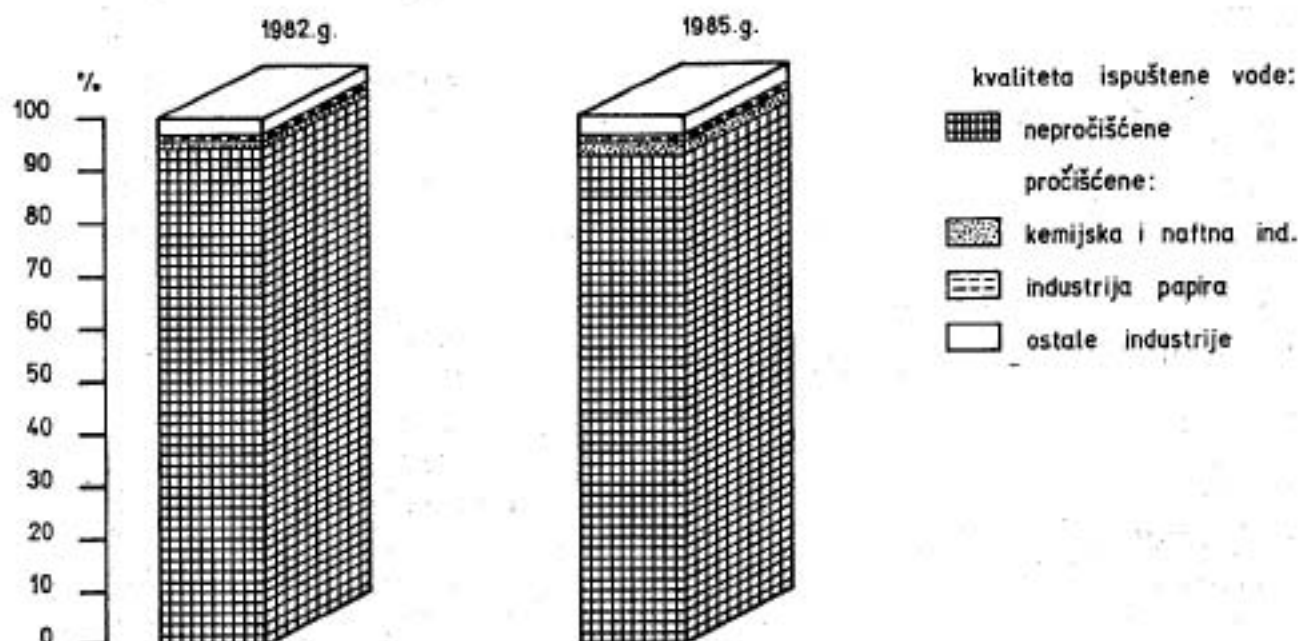
Najveće količine nepročišćene vode ispuštali su dakako njeni najveći potrošači: elektroprivreda 99,86 % od ukupno korištene, petrokemijska industrija 90,82 %, prehrambena industrija 91,26 %, te

Tab. 8: Teritorijalno korištenje podzemne vode i vode iz vodovoda u industriji grada Zagreba 1983, 1985. i 1988. g.

Tab. 8. *Teritorial utilization of groundwater and water from waterworks in industry of Zagreb 1983, 1985 and 1988.*

Općina	1983.		1985.		1988.	
	potrošnja u 000 m ³	%	potrošnja u 000 m ³	%	potrošnja u 000 m ³	%
Centar	501	0,81	384	0,62	330	0,61
Črnomerec	9146	14,82	9196	14,88	8748	16,17
Dubrava	296	0,44	212	0,34	427	0,79
Maksimir	1212	1,96	1199	1,94	1090	2,02
Medveščak	2064	3,35	1934	3,13	1811	3,35
Novi Zagreb	509	0,83	470	0,76	514	0,95
Peščenica	26791	43,42	26486	42,86	24449	45,20
Samobor	1523	2,47	1694	2,74	1903	3,52
Sesvete	4112	6,67	3912	6,33	1674	3,09
Susedgrad	3982	6,45	3793	6,14	2527	4,67
Trešnjevka	3055	4,95	2973	4,81	2990	5,53
Trnje	6339	10,27	5843	9,46	3925	7,26
Velika Gorica	172	0,28	233	0,38	341	0,63
Zaprešić	2020	3,28	3467	5,61	3360	6,21

Izvor: CER grada Zagreba, Industrija Zagreba 1985, 1987, 1990. g.



Sl. 3. Ispuštanje upotrebene vode u industriji po granama industrije u 1982. i 1985. g.

Fig. 3. *Discharge of used water in industry by branches 1982 and 1985.*

strojogradnja koja nije niti pročišćavala svoje vode, 100,00 %. Nešto je povoljnija situacija u metalopreradaivačkoj industriji s približno trećinom i industrija papira s približno polovinom pročišćene vode (tab. 9).

Prema teritorijalnom rasporedu (tab. 10), u periodu 1982—1988. g. na području Zagreba ukupno se pročišćavalo od 5,22 % do 10,69 % od ukupne količine otpadnih industrijskih voda. Na području najveće koncentracije industrije grada, koja je

svojim najvećim dijelom onečišćivačka, Peščenici tijekom 1982. g. pročišćeno je bilo 4,52 %, odnosno 1988. g. 8,30 % od ukupne količine vode. Iako se taj udio udvostručio s obzirom na ogromne količine vode koja se koristi na tom području, tip industrije kao i na blizinu VPC i rijeke Save, taj je udio još uvijek zanemarivo mali.

Industrija Črnomerca pročistila je tijekom 1982. g. 3,94 % voda, a 1988. g. svega 0,28 %. Opasnost je u činjenici da je na tom području

Tab. 9: Ispuštanje otpadne vode po industrijskim granama ukupno, te udio zagađene vode u 1982. i 1985. godini

Tab. 9. Discharge of effluent by industry branches in total and the share of polluted water in 1982 and 1985.

Industrija	ukupno ispuštene	1982.	
		udio zagađene	%
Ukupno	171 793	162 818	94,77
elektroprivreda	118 279	118 114	99,86
kemijska	14 005	11 158	79,67
prehrambena	10 900	9 948	91,26
ind. papira	6 652	4 377	65,79
el. strojeva	3 911	3 189	81,53
metalopreradaivačka	2 745	1 933	70,41
petrokemijska	1 743	1 583	90,82
strojogradnja	1 216	1 216	100,00

Industrija	ukupno ispuštene	1985.	
		udio zagađene	%
Ukupno	153 872	141 872	92,20
elektroprivreda	99 890	99 509	99,61
kemijska	15 357	11 619	75,65
prehrambena	11 029	10 122	91,77
ind. papira	6 297	3 520	55,89
el. strojeva	3 730	3 090	82,84
metalopreradaivačka	2 228	1 437	64,49
petrokemijska	1 374	1 209	87,99
strojogradnja	1 172	1 172	100,00

Izvor: CER grada Zagreba, Industrija Zagreba 1984, 1987.

Tab. 10: Pročišćene industrijske vode (%) po općinama Zagreba, u periodu 1982—1988. g.

Tab. 10. Purified industrial water in percentage in communes of Zagreb in the period between 1982 and 1988.

Općine	1982.	1983.	1984.	Godine 1985.	1986.	1987.	1988.
Centar	0	0	0	0,27	0	0	0,62
Črnomerec	3,96	0,29	1,67	0,44	0,43	0,44	0,28
Dubrava	1,26	0	0	5,13	3,70	3,19	2,45
Maksimir	4,52	5,79	13,04	12,90	0	14,44	15,03
Medveščak	21,86	22,74	21,87	22,41	22,13	29,29	27,86
Novi Zagreb	15,15	0	0	0	27,66	0	27,21
Peščenica	4,52	5,29	5,11	5,78	5,42	7,67	8,30
Samobor	51,47	55,01	66,99	68,93	62,67	60,03	59,54
Sesvete	0	0	0	0	0	0	4,77
Susedgrad	2,99	0,30	1,08	1,11	1,22	1,53	4,48
Trešnjevka	17,86	14,50	30,17	40,54	51,32	46,65	52,76
Trnje	0,90	0,04	0	0,10	0,09	0,53	1,28
V. Gorica	0	92,06	93,56	76,19	73,13	72,97	77,20
Zaprešić	15,69	22,30	38,34	28,90	29,53	21,07	17,76
Zagreb ukupno	5,22	6,05	6,60	7,28	7,07	9,36	10,69

Izvor: CER grada Zagreba, 1984—1990.

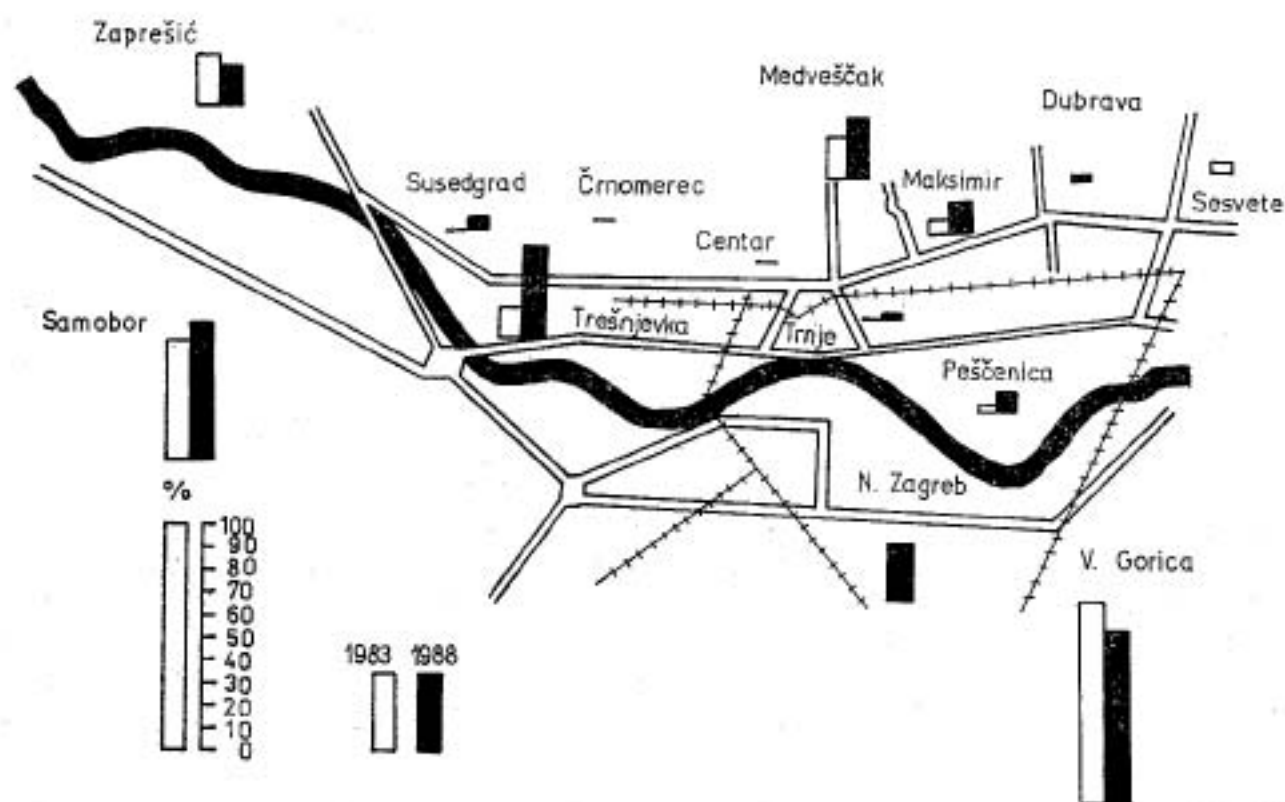
lociran jedan od najvećih zagađivača grada — pogon Plive: Kisela kanalizacija, čija je voda visoko opterećena sulfatima. Jednako nepovoljno stanje vlada na prostoru Trnja gdje se tijekom 1982. g. nije vršilo pročišćavanje vode, a tijekom 1988. g. svega 1,28 % otpadne vode.

Samo su tri općine pročišćavale svoju otpadnu vodu s više od 50 %, i to one koje unatoč činjenici da nemaju veliku koncentraciju industrije izgradile uređaje za pročišćavanje: Samobor 66,99 % (1984. g.) i 59,54 % (1988. g.), Trešnjevka 51,32 % (1986. g.), 52,76 % (1988. g.), Velika Gorica 93,56 % (1984. g.) ili 77,20 % (1988. g.).

S obzirom na stalan rast grada i premještanje industrije u rubne zone ti uređaji određenog kapacite-

ta neće biti dostatni ako se tom problemu ne pristupi cjelovito na razini grada, što se pokazalo u slučaju Velike Gorice. Zbog sve većeg priljeva pučanstva i industrije postojeći uređaj za pročišćavanje nije dovoljnog kapaciteta za pročišćavanje otpadnih voda s tog područja.

Međutim kao glavni problem javlja se područje industrijskog žarišta grada: Trnje, Črnomerec i nadalje Peščenica. Među najvažnije potrošače vode na njenom području, kao i grada u cjelini, pripada prije istaknuta kemijska industrija, posebice INA-OKI na lokaciji Žitnjak, iako se ona nalazi u okruženju stambenih zona: Bogdani—Resnik—Resnički Gaj—Kozari Bok, te dvaju važnih VPC grada, Sašnjaka i Petruševca, te rijeke Save. Aluvi-



Sl. 4. Kartodijagram 14 zagrebačkih općina prema pročišćenosti industrijskih otpadnih voda u 1983. i 1988. godini

Fig. 4. Diagram of 14 communes of Zagreb according to the purification of industrial effluent in 1983 and 1988.

jalne naslage šljunka i pijeska podno kojih se kreće tok podzemne vode pojačava mogućnost infiltracije otpadne vode te industrije. Iako industrija posjeduje uređaje za pročišćavanje, njihova je funkcija samo djelomično ispunjena jer se njima nije u potpunosti riješilo pitanje pročišćavanja, već samo uklanjanje masti i ulja, neutralizacija vode te uklanjanje fenola. I stoga ispuštena voda i dalje nosi spojeve dušika, kloride, sulfate, fosfate, mineralna ulja, masti i teške metale (Cu, Cd, Cr, Ni, Pb).

Permanentnu opasnost predstavlja i TE-TO. Pored zagađivanja podzemnih tokova, degradacijom su zahvaćeni stari rukavci Save-Savice

zbog stalnog dotoka zagađene vode iz TE-TO. Naslage mazuta koje se gomilaju uz ispušni izvor su onečišćenja tla i podzemne vode.

Primjer neplanske industrijske gradnje, pri čemu se nije vodilo interesa o zaštiti okoliša, predstavlja Tvornica ulja čiji je dio postrojenja smješten u sklopu VPC Sašnjak. Budući da otpadne vode sadrže masti i ulja u visokim koncentracijama te sulfate visoke agresivnosti, javlja se stalna opasnost od razaranja kanalizacijskih cijevi i prodiranja te otpadne vode u tlo i podzemnu vodu. Prema stanju iz 1989. g., 109 RO grada Zagreba okarakterizirane su kao industrije koje svojom otpadnom vodom predstavlja

Tab. 11: Teritorijalna raspodjela zagađivačkih industrija u Zagrebu
 Tab. 11. *Teritorial distribution of pollutant industries of Zagreb.*

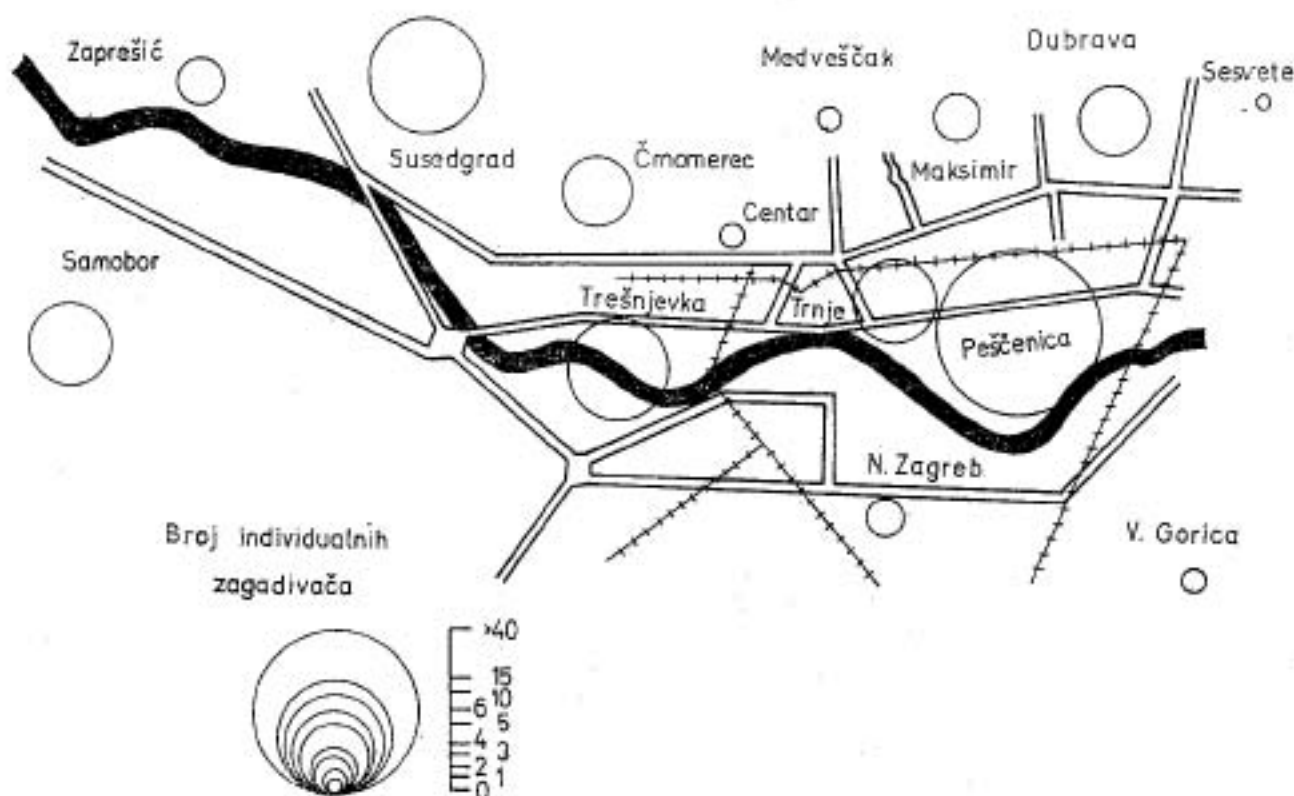
OPĆINA	INDUSTRIJA	VRSTA
Centar	Franck TRS	prehrambena elektrotehnička
Črnomerec	IKOM Pliva Unitas Tvornica duhana TKZ Pivovara	metalna farmaceutska tekstilna duhanska tekstilna prehrambena
Dubrava	Jugoton Jadran-film Janko Gredelj Tvornica autobusa	grafička filmska metalna automobilska
Maksimir	Fotokemika Josip Kraš RIZ	kemijska prehrambena elektrotehnička
Medveščak	ATM Josip Kraš Zvijezda	prehrambena prehrambena
Novi Zagreb	Hidroelektra Monting Mega Sintal	elektroprivreda metalna
Samobor	Chromos Fotokemika Kristal Rade Končar Sjai TOP	kemijska kemijska ind. stakla strojna metalna
Sesvete	Badel-ind. vrenja Rade Končar	prehrambena strojna
Susedgrad	Jugorapid RIS Rade Končar Šavrić TEP Utenziliija	metalna gumarska strojna drvena elektro ind. strojna
Trešnjavka	Dekor Elektrana — Toplana Gumara Jedinstvo Jadran Nikola Tesla Ognjen Prica Pastor Rade Končar	tekstilna elektroprivreda gumarska metalna metalna metalna grafička strojna

OPĆINA	INDUSTRIJA	VRSTA
Trnje	Croatia	elektro ind.
	Instrumentaria	
	Janko Gredelj Montmontaža	metalna metalna
Velika Gorica	Dalekovod Industrogradnja	elektro ind. građevinska
Zaprešić	Karbon Montkemija Unija	kemijska kemijska
Peščenica	Almeria	kožna
	Badel — Vinoprodukt	prehrambena
	Badel — Tvornica bezalkoholnih pića	prehrambena
	Chromos — pogoni	kemijska
	Cestogradnja	građevinska
	Dalekovod	elektroprivreda
	Dukat — Mljekara	prehrambena
	Elka	metalna
	Elektrokontakt	el. strojeva
	Geotehnika	građevinska
	INA — OKI	petrokemijska
	INA — Rafinerija	petrokemijska
	INA — Naftaplin	petrokemijska
	Industrogradnja	građevinska
	Kemika	kemijska
	Kemikalija	kemijska
	Labud	kemijska
	Ledo	kemijska
	Lim	metalna
	Munja	elektro ind.
	Pliva	farmaceutska
	Prvomajska	metalna
	Pobjeda	tekstilna
Rade Končar	strojna	
Slovin	prehrambena	
TPK	metalna	
Zvijezda	prehrambena	
Tvornica papira	ind. papira	
TE-TO	elektroprivreda	

IZVOR: Službeni glasnik grada Zagreba br. 16/1990.

ju glavne onečišćivače vode grada (tab. 11). Najveći dio pripada metalnoj, elektrotehničkoj i industriji strojeva te prehrambenoj industriji. Samo na području Peščenice zabilježeno ih je gotovo polovina, ili 41 RO. Među njima dominiraju

prehrambena industrija i industrija pića (Dukat, Ledo, Zvijezda, Badel, Slovin), metalna industrija (Elka, Lim, Prvomajska, Rade Končar, TPK) te kemijska industrija (Chromos, Kemika, Kemikalija, INA, Pliva).



Sl. 5. Teritorijalna koncentracija individualnih zagađivača industrijskim otpadnim vodama u 1989. g.

Fig. 5. Territorial concentration of individual effluent pollutants 1989.

Na području Susjedgrada, gdje je locirana druga industrijska zona Jankomir, glavni su zagađivači pogoni metalne i strojne industrije. (Jugorapid, Rade Končar, TEP, Utenzilija). Metalna industrija glavni je zagađivač na području Trešnjevke (Jedinstvo, Jadran, Rade Končar). Kemijska industrija Karbon i Montkemija najveća je opasnost za područje Zaprešića, a Pliva za Črnomerec. Najveći broj industrija smješten je u blizini toka Save, odnosno u VPC zonama. Time industrijski pogoni direktno ispuštaju svoju otpadnu vodu u tekućicu, napose u Savu, čime se posredno otvara put zagađivanju vode u području VPC-a jer je Sava glavni

izvor prihranjivanja podzemne vode. Time je izravno ugroženo redovito svakodnevno opskrbljivanje pučanstva pitkom vodom.

Na cijelom svom toku kroz Zagreb Sava je tekućica visokog stupnja onečišćenosti II—IV. klase boniteta. Njene vode sadrže organske spojeve, naftu i njene derivate, te fenole i cijanide.

Najizrazitiji je čimbenik tog zagađivanja industrija Zagreba. Stoga ne čudi činjenica da je najveća zagađenost na mjestima ispusta industrijske kanalizacije, i to Plive, Montkemije, Karbona i Jugokeramičke na području Zaprešića, odnosno na ispustu Kisele kanalizacije Pli-

ve u zapadnom dijelu grada. Tu je Sava degradirana do IV. stupnja onečišćenosti. Vode te industrije zagađuju Savu organskim otapalima, uljima i mašću, dušikom u koncentracijama iznad dozvoljenih MDK. To se naročito odnosi na sulfate i kloride te izrazito kiseli pH faktor (1,0—0,5). U takvim je uvjetima mogućnost samopročišćavanja vrlo mala ili gotovo nikakva.

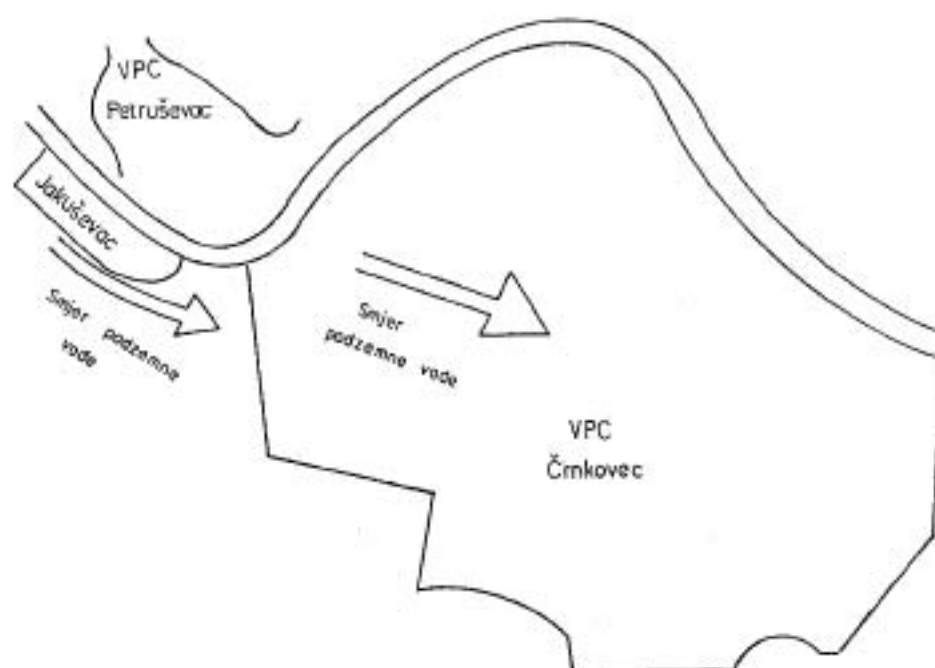
Industrijska zona Žitnjaka područje je koje svojim otpadnim vodama dodatno opterećuje Savu, i to posebno spojevima dušika, sumpora, uljem, organskim otapalima, cijanidom i detergentima. Od izljeva GOK-a do Črnec-polja treća je zona najviše moguće degradacije Save. Rijeka je na tom prostoru pretvorena u otvoreni kanalizacijski tok grada. Budući da je najveći broj pogona zagrebačke industrije smješten na lijevoj obali Save, s tog prostora dolazi i najveći dio zagađenosti. Međutim, prema stanju iz 1987. g., samo je 9 RO (od analiziranih 167) ispuštalo više od 80 % otpadnih voda u Savu. Ali i među njima dominiraju oni pogoni koji su i najveći potrošači vode: prehrambena industrija (Tvornica ulja, Zagrebačka pivovara, Josip Kraš, Sljeme, Zagrebačka mljekara), kemijska industrija (Chromos-Katran-Kutrilin, Pliva, INA-OKI), grafička industrija (Tvornica papira i celuloze). Šest od tih industrija locirano je na području Žitnjaka, a dvije u Črnomercu. Već je prije istaknuto da je glavni izvor prihranjivanja podzemnih voda rijeka Sava, ali s obzirom na njen visoki stupanj zagađenosti ujedno i njihova najveća opasnost. Otpadne vode industrije, Sava, neriješena komunalna infrastruktura stalna su prijetnja rezervama podzemne vode, ali ne malu

negativnu ulogu ima i improvizirano, nekontrolirano odlagalište otpada u Jakuševcu. Samo tijekom godine dana na njemu se stvara i do 180 000 m³ zagađene tekućine opterećene teškim metalima (Ca, Mg, Fe, Zn, Ni, Pb, Cu), spojevima klor, sumpora i fosfata. Pored komunalnog otpada tu se odlaže i industrijski tehnološki otpad u količinama do 16 000 tona godišnje. Prema strukturi, tehnološki se otpad sastoji od nekoliko osnovnih dijelova: krute i muljevite komponente, koje čine 84 %, anorganski otpad tipa gudron i flux ulje 6 %, otpad s ambalažom 4 %, otpadnih ulja 1,7 %, uljnih emulzija 0,9 %, taloga iz lakerice 0,9 %, te organskih otapala 2,5 %. Kako je tok podzemne vode paralelan sa Savom, najveći dio zagađene tekućine s odlagališta u Jakuševcu usmjeren je prema najvećim VPC rezervama grada — vodočrpilištu Črnkovec. Time se opskrba pučanstva grada stalno ugrožava.

Za svakodnevnu vodoopskrbu pučanstva i industrije grada koristi se devet glavnih VPC: Mala Mlaka, Stara Loza, Sašnjak, Črnkovec, Velika Gorica, Ivanja Reka, Ježdovec, Strmec, Šibice, te 19 pomoćnih koja su unutar gradske jezgre: u Selskoj, Zagorskoj, Daničićevoj, Zadarskoj ulici, Botaničkom vrtu, na Vrbiku, u Krugama, Držićevoj i Branimirovoj ulici, zatim uz stambeno-industrijske zone i nova stambena naselja: Žitnjak I—II, Vrapče, Remetinec, Prečko, Jarun, Horvati, Velesajam, Zapruđe, Petruševac. Opća je njihova osobina da su potencijalno ugroženi od strane industrije, a neka su stoga i zatvorena. Prema stanju potrošnje vode u 1989. g. od 317 009 m³/dan, više od

jedne trećine ukupnih potreba za vodom u gradu nije bilo za uporabu (tab. 12).

Glavni uzročnik zatvaranja pojedinih crpilišta u gradu je industrija. Kisela kanalizacija Plive uzrok



Sl. 6. Položaj odlagališta otpada Jakuševac prema VPC-a i kretanju podzemne vode

Fig. 6. Position of Jakuševac waste disposal according to VPC and to the groundwater flow.

Tab. 12: Zatvorena crpilišta grada Zagreba (kapaciteti u m³/dan)

Tab. 12. Closed wells of Zagreb (capacity m³/day).

Crpilište	Kapacitet
Botanički vrt	10 200
Daničićeva	11 800
Prečko	8 000
Sašnjak zdenci I-II	25 000
Selska	5 500
Vrapče	9 000
Zadarska	9 000
Zagorska	13 300
Žitnjak I	13 000
Žitnjak II	10 000
Ukupno	114 500 m³/dan

Izvor: Zagrebačka vodoprivreda br. 32, Zagreb 1989.

je zatvaranja crpilišta u Selskoj, Daničićevoj i Zagorskoj ulici. Vjesnik zagađuje crpilište na Vrbiku, dok je kemijska industrija Pliva i Montkemija zagađivač crpilišta Šibice. Najveći broj zagađivača prijete s prostora Žitnjaka crpilištu Sašnjak (Munja, Elka, Prvomajska, TPK, Zagrebačka mljekara, Tvornica ulja, Ghetaldus, Rade Končar, Unitas, Elektrokontakt). Stalne opasnosti prijete i najvećem VPC Črnkovcu, na čijem se području od 120 ha nalaze najveće rezerve podzemne vode. Zagađena voda Save lako se infiltrira kroz aluvijalne naslage šljunka i pijeska u tok podzemne vode, a kako je on usmjeren pravcem zapad-istok, njime dolazi i zagađena tekućina s odlagališta

smeća u Jakuševcu. S prometnice Zagreb—Sisak prijete onečišćenje uljem i mašću, a neprimjerena lokacija Ranžirnog kolodvora potencijalna je opasnost naftom i njenim derivatima.

Stoga se može očekivati da će se stalno produbljivati škare potreba i mogućnosti, odnosno zbog ekspanzije grada može se očekivati rast potreba za opskrbom vodom, a zbog nedostatnih mjera zaštite sve će veće količine vode biti onečišćene, odnosno neuporabljive.

Zaključak

Najvažniji izvor za vodoopskrbu Zagreba je bogatstvo zaliha vrlo kvalitetne vode u podzemlju. To je posljedica geološkog sastava terena. Aluvijalni nanosi šljunka i pijeska u kojima struji tok podzemne vode povećavaju svoju debljinu pravcem zapad-istok (od 10 do 100 m), odnosno od Podsuseda do Velike Gorice. Velika izdašnost podzemne vode čije se rezerve procjenjuju na $1\,347\,532 \times 10^6 \text{ m}^3$ vode/ god. danas

su u znatnoj mjeri ugrožene od svoga glavnog snabdjevača — Save. Budući je Sava na prostoru grada tok visoke zagađenosti, to se krajnje nepovoljno odražava na kvalitetu podzemne vode u njenoj blizini. Zagreb se stalno širi i u njemu teku dva oprečna procesa: kontinuirano povećanje potrošnje vode u gradu i permanentno onečišćavanje podzemne vode, a time i smanjenje njezinih rezervi. Zagrebačka industrija jedan je od glavnih potrošača, ali i zagađivača vode grada. Zbog tehnološkog procesa kao i obujma pogona kemijska i prehrambena industrija prednjače s više od 50 % ukupne potrošnje vode. Kako je industrija najvećim svojim dijelom koncentrirana u zoni Žitnjaka, prostor Peščenice, kojoj ona i pripada, teritorijalno je najveći potrošač vode.

Pročišćavanje otpadne vode industrije još je uvijek rijetka pojava. Samo 1/10 otpadne vode biva pročišćena. Više od 1/3 potrebnih količina u gradu danas je zbog stalne ugroženosti VPC-a izvan upotrebe.

Literatura

1. Ognjen Bonacci, Dušan Trninić (1989): Nove hidrološke, morfološke i hidrogeološke promjene Save kod Zagreba, Zagrebačka vodoprivreda, br. 30, god. VIII.
2. Branka Jakopinec (1991): Zagreb još uvijek ima zdravu vodu, Ekološka revija, br. 2—4, god. 2.
3. Izvještaj o problemima vodoopskrbe na području SRH, IV Sabora SRH, Zagreb 1978.
4. Pavao Miletic, Božidar Biondić, Franjo Fritz, Marija Heinrich-Miletic (1990): Strateške rezerve podzemnih voda SR Hrvatske, Zagrebačka vodoprivreda, br. 32, god VIII.
5. Josip Riđanović (1978): Geografske specifičnosti u opskrbi vodom grada Zagreba, Simpozij o istraživanju eksploatiranju i gospodarenju podzemnim vodama, Zagreb 29—31 III 1978.
6. Juraj Šare, Pavao Miletic (1978): Neki aspekti korištenja, istraživanja i zaštite podzemnih voda u Zagrebu, Simpozij o istraživanju, eksploatiranju i gospodarenju podzemnim vodama, Zagreb 29—31 III 1978.
7. Željka Šiljković, (1991): Industrija kao faktor degradacije okoliša na primjeru Zagreba (magistarski rad).
8. Boris Švel (1978): Procjena rezervi podzemnih voda aluvijalnih taložina rijeke Save na području Zagreba, Simpozij o istraživanju, eksploatiranju i gospodarenju podzemnim vodama, Zagreb 29—31 III 1978.
9. Ivan Višić, Ivan Bagarić (1987): Prilog boljem sagledavanju rješavanja vodoopskrbe grada Zagreba, Zagrebačka vodoprivreda, br. 19, god. VI.
10. Vodoprivreda Zagreba (1988) SVIZ, Zagreb.
11. Vodoprivreda Zagreba (1990): 1980—1990, Zagreb 1990.

Summary

INFLUENCE AND SIGNIFICANCE OF WATER IN THE INDUSTRY OF ZAGREB

by

Željka Šiljković

Large quantity of groundwater in alluvial gravel and sand sediments is the most important source of Zagreb water supply. The thickness of these sediments increases from 10 to 100 metres in the W-E direction, downstream from Podsused to Velika Gorica. The groundwater storage is estimated at $1\,347\,332 \times 10^6 \text{ m}^3$ per year. This storage is, however, considerably brought into danger by its main supplier — the river Sava. It arrives to Zagreb as an already highly polluted flow, having extremely negative effects on the groundwater. Zagreb industry is not just the main water consumer, but also a great pollutant. Regarding the volume of processing, the chemical and food industry are the top water consumers (more than

50%). The main water consumer in Zagreb is its industry zone »Žitnjak«, on the territory of Peščenica commune. It is, also, the most polluted area with respect to the amount of effluent from the chemical and food industry, as the main pollutants. The purification of industrial effluent is still rather rare, i.e. only one tenth of effluent is being purified. Therefore, the river Sava in Zagreb region is additionally degraded, being the flow of the maximum pollution rate (4th class). As the consequence, more than one third of the groundwater is not usable at the present, and the amount of water for the normal population supply is permanently reducing.

Mr. Željka Šiljković
OŠ »O. Keršovani«
Hrvatska, 41000 Zagreb
Račkoga 4.

Recenzenti:

Prof. dr. Dragutin Feletar
Prof. dr. Josip Riđanović