

REPUBLIKA  SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD
REPUBLIKE SLOVENIJE

POROČILO O
MONITORINGU KAKOVOSTI PODTALNICE NA OBMOČJU
MESTNE OBČINE LJUBLJANA
V LETU 1997

Ljubljana, junij 1998

Naslov: POROČILO O MONITORINGU KAKOVOSTI PODTALNICE NA
OBMOČJU MESTNE OBČINE LJUBLJANA V LETU 1997

Naročnik: MESTNA OBČINA LJUBLJANA, Mestni trg 1, Ljubljana

Izvajalca: MOP HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD REPUBLIKE SLOVENIJE,
Vojkova 1b, Ljubljana
INŠTITUT ZA VAROVANJE ZDRAVJA REPUBLIKE SLOVENIJE
Trubarjeva 2, Ljubljana

Pogodba št.: ZVO - 14/96

IZVAJALCI NALOGE:

Nosilec naloge: Martina Zupan, dipl.ing.
Avtor poročila: mag. Marjeta Krajnc, dipl.ing.

Sodelavci:

Hidrometeorološki zavod RS:

mag. Mojca Dobnikar-Tehovnik, dipl.ing.
mag. Polona Mihorko, dipl.ing.
mag. Špela Kozak-Legiša, dipl.ing.
Natalija Pečnik, dipl.ing.
Barbara Lečnik-Spaic, dipl.ing.
Ljuba Brlan, višji kem.teh.
Slavica Tratnik, kem.teh.
Jana Radinja, kem.teh.
Dragica Krašovec, grad.teh.
Slavica Šerjak, kem.teh.

Inštitut za varovanje zdravja RS:

mag. Renata Bregar, dipl.ing.
Mija Borštnar, dipl.ing., spec.san.kem.
mag. Nataša Klun, dipl.vet., spec.san.mikrobiol.
Polona Planina, dipl.biol.
Mojca Erjavec, dipl.ing.kem.
Milan Kopanja, dipl.ing.kem.
Ester Rotter, dipl.ing.kem.tehn.
Barbara Škrjanc, dipl.ing.kem.
Stanislav Šek, dipl.ing., spec.za toksikologijo
Stojan Malneršič, dipl.ing., spec.san.kem.
Nada Poglajen, kem.teh.
Primož Železnik, kem.teh.
Mojca Gradišar, kem.teh.

Martina Zupan
POMOČNICA DIREKTORJA

Dušan Hrček
DIREKTOR

Povzetek:

V okviru državnega monitoringa kakovosti podtalnice analiziramo vzorce podtalnice na 12 zajemnih mestih Ljubljanskega polja in Ljubljanskega Barja dvakrat letno. Nekatera teh mest, predvsem črpališče JP VOKA v Hrastju, so prekomerno obremenjena z androgenimi toksičnimi spojinami kot so herbicid atrazin in njegovi metaboliti ter halogeniranimi organskimi spojinami. Monitoring kakovosti podtalnice na območju Mestne občine Ljubljana je bil zasnovan na pogostejših analizah kritičnih parametrov na desetih izbranih zajemnih mestih.

Monitoring kakovosti podtalnice na območju Mestne občine Ljubljana smo začeli izvajati v letu 1997. Med zajemnimi mesti je bilo pet črpališč JP VOKA, dve vrtini in trije industrijski vodnjaki. Pogostost vzorčevanja in analiz ter izbira parametrov sta bili prilagojeni ogroženosti podtalnice na določenem mestu ter pomembnosti zajemnega mesta.

Črpanje podtalnice iz vrtin in industrijskega vodnjaka Dekorativna sta izvajala JP VOKA in Inštitut za geologijo, geofiziko in geomehaniko iz Ljubljane. Podtalnico sta vzorčevali skupini Inštituta za varovanje zdravja RS (IVZ) in Hidrometeorološkega zavoda RS (HMZ). Vsi vzorci so bili analizirani v laboratorijih IVZ in HMZ. Štiri vmesna poročila in končno poročilo o monitoringu kakovosti podtalnice na območju Mestne občine Ljubljana smo sestavili na HMZ.

V letu 1997 smo na posameznih zajemnih mestih vzeli vzorce podtalnice 6- do 24-krat. Pogostost analiz je omogočila določitev trendov za nekatere parametre. Ugotovili smo stalno presežene vsebnosti atrazina v črpališču Hrastje, občasno presežene vsebnosti atrazina v črpališčih Kleče in Šentvid ter vseh opazovanih industrijskih vodnjakih. Vsebnosti šest-valentnega kroma v Klečah in Hrastju so se v letu 1997 ponovno pričele rahlo dvigovati. Prisotnost halogeniranih organskih spojin, ki so posledica človekovih dejavnosti, smo določili v Hrastju, Koteksu in Rojah.

Deskriptorji:

podtalnica; voda, onesnaženje; kvaliteta, nadzor; Ljubljansko polje, Ljubljansko Barje

Descriptors:

groundwater; water, pollution; quality, control; Ljubljansko polje, Ljubljansko Barje

UDK: 504.43:556.314(497.4 Ljubljana) "1997"

KAZALO

	Stran
1.0 UVOD	6
2.0 METODOLOGIJA	6
2.1 Odvzemna mesta za podtalnico Ljubljanskega polja	6
2.2 Vzorčevanje	7
2.3 Opis analiznih metod	7
3.0 NORMATIVI	11
4.0 REZULTATI	12
4.1 Kleče	12
4.2 Hrastje	14
4.3 Šentvid	17
4.4 Jarški prod	18
4.5 Iški vršaj	18
4.6 Roje	19
4.7 Stožice	21
4.8 Koteks - Zalog	21
4.9 Elok - Zalog	22
4.10 Dekorativna	23
5.0 ZAKLJUČEK	24
6.0 VIRI	25
7.0 PRILOGE	
7.1 Priloga 1: Karta zajemnih mest	
7.2 Priloga 2: Tabela 4 (rezultati analiz za Kleče)	
7.3 Priloga 3: Tabela 5 (rezultati analiz za Hrastje)	
7.4 Priloga 4: Tabela 6 (rezultati analiz za Šentvid, Jarški prod in Iški vršaj)	
7.5 Priloga 5: Tabela 7 (rezultati analiz za Roje, Stožice, Koteks, Elok in Dekorativna)	

SEZNAM TABEL

- Tabela 1: Odvzemna mesta s koordinatami, pogostostjo in načinom vzorčevanja
Tabela 2: Merilni principi in referenčne metode za osnovne fizikalno kemijske parametre
Tabela 3: Slovenski in evropski normativi za pitno vodo
Tabela 4: Monitoring podtalnice Ljubljanskega polja, črpališče pitne vode Kleče
Tabela 5: Monitoring podtalnice Ljubljanskega polja, črpališče pitne vode Hrastje
Tabela 6: Monitoring podtalnice Ljubljanskega polja, črpališča pitne vode Šentvid, Jarški prod in Iški vršaj
Tabela 7: Monitoring podtalnice Ljubljanskega polja, vrtini Roje in Stožice ter industrijski vodnjaki Koteks, Elok in Dekorativna

SEZNAM SLIK

- Slika 1: Vsebnost nitratov v vzorcih podtalnice v Klečah, vodnjak VIIIa v letu 1997
Slika 2: Vsebnost šestvalentnega kroma v podtalnici v Klečah, vodnjak VIIIa in v Hrastju, vodnjak Ia v letu 1997
Slika 3: Vsebnost atrazina v podtalnici v Klečah, vodnjak VIIIa v letu 1997
Slika 4: Vsebnost nitratov v podtalnici v Hrastju, vodnjak Ia v letu 1997
Slika 5: Vrednosti AOX (adsorbirane halogenirane organske spojine) v Hrastju, vodnjak Ia v letu 1997
Slika 6: Vsebnost atrazina v Hrastju, vodnjak Ia v letu 1997
Slika 7: Vsebnost tetrakloroetilena v Hrastju, vodnjak Ia v letu 1997
Slika 8: Vsebnost nitratov v podtalnici v črpališčih Šentvid, Jarški prod in Iški vršaj v letu 1997
Slika 9: Vsebnost atrazina v podtalnici v Šentvidu, vodnjak Ia v letu 1997
Slika 10: Povprečna nasičenost s kisikom v podtalnici Ljubljanskega polja v letu 1997
Slika 11: Vsebnost nitratov v podtalnici v vrtinah Roje in Stožice ter v industrijskih vodnjakih Koteks, Elok in Dekorativna
Slika 12: Povprečna vsebnost nitratov v podtalnici Ljubljanskega polja v letu 1997
Slika 13: Povprečna, najnižja in najvišja elektroprevodnost v podtalnici Ljubljanskega polja v letu 1997
Slika 14: Vsebnost atrazina v podtalnici industrijskih vodnjakov Koteks, Elok in Dekorativna v letu 1997

1.0 UVOD

Po pogodbi št. ZVO - 14/96 sklenjeni med Mestno občino Ljubljana, Hidrometeorološkim zavodom Republike Slovenije (HMZ) in Inštitutom za varovanje zdravja Republike Slovenije (IVZ), smo v letu 1997 na Ljubljanskem polju izvajali monitoring kakovosti podtalnice.

Program monitoringa je bil sestavljen na osnovi večletnih podatkov državnega monitoringa kakovosti podtalnice v Sloveniji. V monitoringu kakovosti podtalnice na območju Mestne občine Ljubljana smo določali predvsem parametre, ki so bili običajno povišani ali pa so v preteklih letih kazali trend naraščanja. Opazovana mesta so razporejena po vsem polju s podtalnico in so vključena tudi v državni monitoring. Pogostost vzorčevanja podtalnice je bila odvisna od pomembnosti zajemnega mesta in od ogroženosti podtalnice na določenem mestu. Na desetih mestih (črpališča, industrijski vodnjaki ali vrtini) smo v letu 1997 odvzeli vzorce podtalnice 6 do 24 krat (tabela 1).

Vzorce podtalnice sta analizirala Inštitut za varovanje zdravja RS in Hidrometeorološki zavod RS. Vmesna poročila in končno poročilo je pripravil Hidrometeorološki zavod RS.

V poročilu so zbrani vsi rezultati analiz in grafični prikaz kazalcev onesnaženja za posamezna zajemna mesta, primerjalni grafični prikazi ter mnenje o kakovosti podtalnice na Ljubljanskem polju v letu 1997.

2.0 METODOLOGIJA

2.1 ODVZEMNA MESTA ZA PODTALNICO LJUBLJANSKEGA POLJA

V tabeli 1 so naštetá odvzemna mesta, kjer smo vzorčevali podtalnico za monitoring kakovosti podtalnice na območju Mestne občine Ljubljana v letu 1997, pogostost in način vzorčevanja. V prilogi 1 je karta Ljubljanskega polja z vzorčevalnimi mesti.

Tabela 1: Odvzemna mesta s koordinatami, pogostostjo in načinom vzorčevanja v letu 1997

	Odvzemno mesto	Opis	Geodetske koordinate		Štev. vzor.	Način vzorčenja
			X	Y		
1	Kleče (VIII a) 0543	črpališče	5104775	5461280	24	iz pipe za odvzem vzor.
2	Hrastje (I a) 0344	črpališče	5102960	5466525	24	iz pipe za odvzem vzor.
3	Šentvid (II a) 0581	črpališče	5106480	5460300	12	iz pipe za odvzem vzor.
4	Jarški prod (III)JA 3	črpališče	5105040	5465805	12	iz pipe za odvzem vzor.
5	Iški vršaj (Ia) IŠ-2	črpališče	5090870	5461320	6	iz pipe za odvzem vzor.
6	Roje LV-0377	vrtina	5106930	541270	6	potopna črpalka
7	Stožice LV-0277	vrtina	5104730	5462960	6	potopna črpalka
8	Koteks- Zalog 0371	ind.vodnjak	5102810	5470260	6	iz pipe za odvzem vzor.
9	Elok-Zalog 0251	ind.vodnjak	5101650	5466260	6	iz pipe za odvzem vzor.
10	Dekoratívna 0641	ind.vodnjak	5105000	5459840	5	potopna črpalka

2.2. VZORČEVANJE

Vsi vzorci podtalnice so bili odvzeti v skladu s predpisi ISO 5667-1,2,3,5,11. Vzorčenja podtalnice so potekala na tri načine:

Vzorčenje iz pipe za odvzem vzorcev (Kleče, Hrastje, Šentvid, Jarški prod, Iški vršaj, Koteks, Elok):

Podtalnico smo vzorčevali iz posebnih pip, kjer voda še ni kemijsko obdelana. Vzorčevali smo po 30 minutnem pretoku podtalnice iz pipe, da se je voda v ceveh nadomestila s svežo podtalnico. To smo kontrolirali tudi z meritvami temperature, pH in električne prevodnosti.

Vzorčenje iz vrtin s potopno črpalko (Roje Stožice):

Pred vzorčenjem smo podtalnico iz vrtin eno uro prečrpavali s potopno črpalko "Grundfos", tip MP-1. V tem času se je v vrtini zamenjal 3- do 6-kratni volumen vode. Potek izmenjave s svežo podtalnico smo kontrolirali z meritvami temperature, pH in električne prevodnosti.

Prečrpavanje vode iz vodnjaka Dekorativna in vzorčenje: Tovarna Dekorativna je junija 1996 prenehala s proizvodnjo, zato od takrat ne deluje vodovod, ki se je napajal iz industrijskega vodnjaka. Vodnjak premera 1,5 m in globine 37 m vsebuje približno 8 m³ vode (odvisno od nivoja podtalnice). Vzorčenje podtalnice iz pipe v letu 1997 ni bilo več mogoče, zato smo morali glede na rezultate meritev T in elektroprevodnosti pred vzorčenjem prečrpati najmanj 3 kratni volumen vode iz industrijskega vodnjaka, da smo dosegli dotok sveže podtalnice v vodnjak. Vzorčenje v predvidenem roku februarja ni bilo izvedeno. Aprila je črpanje izvajalo JP VOKA Ljubljana, s potopno črpalko "Grundfos", tip MP-1. Zaradi premajhnega pretoka črpalke smo prečrpali le približno polovico vode iz vodnjaka. Junija, avgusta, oktobra in decembra je podtalnico prečrpaval Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko Ljubljana z zmogljivejšo potopno črpalko "Grundfos", tip SP14 A13 s pretokom približno 4 l/sek. Pred vzorčenjem smo iz industrijskega vodnjaka Dekorativna prečrpali predpisano količino podtalnice iz vodnjaka. Med črpanjem smo osnovne parametre (T, pH, elektroprevodnost) neprekinjeno merili s sondo "Hydrolab" in s spreminjanjem temperature in elektroprevodnosti ugotovili dotekanje sveže podtalnice v vodnjak. Podtalnico smo vzorčevali 2 m pod gladino vode. Ob vzorčevanju je bila temperatura in elektroprevodnost stabilizirana skladno s predpisom ISO 5667-11.

Datumi vzorčevanj so zbrani v štirih delnih poročilih (3) in v tabelah z rezultati (priloga 2 do 5).

2.3. OPIS ANALIZNIH METOD

Na terenu smo določili temperaturo vode in zraka, pH, električno prevodnost in vsebnost kisika. Ostali parametri so bili analizirani v laboratorijih Inštituta za varovanje zdravja in Hidrometeorološkega zavoda.

2.2.1. Laboratorij Hidrometeorološkega zavoda

Tabela 2: Merilni principi in referenčne metode za osnovne fizikalno kemijske parametre

Parameter	Enota	Merilni princip	Referenčna metoda
Temperatura	°C	Elektrometrija	
pH		Elektrometrija	ISO 10523
Električna prevodnost	µS/cm (25°)	Elektrometrija	ISO 7888
Nitriti	mg NO ₂ /l	Spektrofotometrija	DIN 38405
Nitrati	mg NO ₃ /l	Spektrofotometrija	
Amonij	mg NH ₄ /l	Spektrofotometrija	ISO 7150/1
Kisik	mg O ₂ /l	Titrimetrija Elektrometrija-sonda	SIST EN 25813 SIST EN 25814
KPK (KMnO ₄)	mg O ₂ /l	Titrimetrija	DIN 38409-H4
BPK ₅	mg O ₂ /l	Titrimetrija	prEN 1899-2:1995E
Fenolne snovi	mg/l	Spektrofotometrija	DIN 38409-H16
Mineralna olja	mg/l	Fluorescenčna spektrofotometrija	UNESCO 13/84 (4)
Anionaktivni detergenti	mg MBAS/l	Spektrofotometrija	EN 903, ISO 7875
Nikelj	µg/l	Elektrotermična AAS	DIN 38406-T21
Cink	µg/l	Plamenska AAS	DIN 38406-T21

AAS: atomska absorpcijska spektrofotometrija

MBAS: "methylene-blue active substances" (substance, ki reagirajo z metilenmodrim indikatorjem)

KPK: kemijska potreba po kisiku

BPK₅: biokemijska potreba po kisiku po 5 dneh

2.2.2. Laboratorij Inštituta za varovanje zdravja

Temperatura zraka in vode

Temperaturo smo izmerili med vzorčevanjem z digitalnim termometrom z razdelitveno skalo na 0.1°C.

pH

pH smo merili na terenu, elektrometrično, s pomočjo pH-metra ISKRA MA 5750 s temperaturno kompenzacijo in s kombinirano pH elektrodo HEC 0101, po navodilih proizvajalca.

Električna prevodnost

Električno prevodnost pri 25 °C smo merili na terenu s konduktometrom ISKRA MA 5950 s temperaturno kompenzacijo in z merilno celico HEK 1323, po navodilih proizvajalca.

Kisik

Kisik smo merili na terenu z oksimetrom ISKRA MA 5485 z ionselektivno kisikovo merilno elektrodo HEO 1101 in vgrajenim uporovnim termometrom, po navodilih proizvajalca.

Nasičenost s kisikom

Nasičenost vode s kisikom smo odčitali na oksimetru ISKRA MA 5485 hkrati z meritvijo raztopljenega kisika, ob kompenzaciji temperature in zračnega tlaka, po navodilih proizvajalca.

Kemijska potreba po kisiku (KPK) s KMnO_4

Vsebnost organskih snovi smo v vzorcih določali titrimetrično, z metodo oksidacije s KMnO_4 .

Amoniak

Koncentracijo prostega amoniaka smo določali na ionskem analizatorju ORION RESEARCH ANALYZER model EA 940 z Orion ammonia elektrodo MODEL 95-12, po navodilih proizvajalca elektrode.

Amonij

Celotni amonij smo določili po razkroju organskih snovi v vzorcih vod na ionskem analizatorju ORION RESEARCH ANALYZER model EA 940, z Orion ammonia elektrodo MODEL 95-12, po navodilih proizvajalca.

Nitriti

Koncentracijo nitritov smo določali spektrofotometrično na spektrofotometru LKB - ULTROSPEC II, po metodi SM 4500- NO_2 .B.

Nitrati

Koncentracijo nitratov smo določali z ionskim analizatorjem ORION RESEARCH ANALYZER EA 940 z nitratno elektrodo 93-07, po navodilih proizvajalca elektrode.

Adsorbirani organski halogeni - AOX

Adsorbirane organske halogene smo določali kulometrično po standardni metodi ISO 9562, na inštrumentu EUROGLAS ECS 1200.

Mikroelementi - kovine

Nikelj, krom in svinec v vzorcih smo določili na aparatu VARIAN AA 800 z metodo elektrotermične absorpcije, s pomočjo GTA 100. Živo srebro smo določili z metodo hladnih par, na aparatu SPECTRAA 220.

Koncentracijo 6-valentnega kroma (Cr^{6+}) smo določali spektrofotometrično, na spektrofotometru LKB - ULTROSPEC II, po metodi SM 3500-Cr.D.

Fenolne snovi

Koncentracijo celotnih fenolnih snovi smo, po ekstrakciji s kloroformom, določali spektrofotometrično, na spektrofotometru LKB - ULTROSPEC II 09, po metodi SM 510-B.C (SM 16th Ed., 1980).

Pesticidi in metaboliti

Vodni heksanski ekstrakt smo očistili s florisilom, ga koncentrirali in organoklorne spojine določili po metodi ISO 6468 in DIN 38407 na plinskem kromatografu VARIAN MODEL 3700 in HP 6890 s kapilarno kolono SPB-5 (30 m, 0.25 mm ID, 0.25µm debelina filma).

Triazinske pesticide in bromacil smo, po trdnofazni ekstrakciji preko Empore diskov, določali na plinskem kromatografu z masnoselektivnim detektorjem (HP 5890 serija II in HP MSD 5971) po SIM metodi.

Druge spojine iz skupine pesticidov - biocidov smo ekstrahirali z metilenkloridom in določali s HPLC na kromatografu HP SERIES 1050.

Lahkohlapne organske snovi

Lahkohlapne halogenirane ogljikovodike smo, po ekstrakciji s pentanom, določali s plinsko kromatografijo, na plinskem kromatografu HP 5890 opremljenim s 30 m kapilarno kolono (SE-54), po metodi ISO 10301.

Lahkohlapne aromatske ogljikovodike smo določali po head space metodi ISO 11423-1 in 11423-2 (head space sampler HP 19395 A), na plinskem kromatografu HP 5890 s kapilarno kolono in FID detektorjem.

Mikrobiološke preiskave

Mikrobiološke preiskave smo opravili po metodologiji, navedeni v Pravilniku o zdravstveni ustreznosti pitne vode (Ur.l. RS 46/97 in 52/97).

3.0 NORMATIVI

Kakovost podtalnice smo vrednotili po normativih za pitno vodo, ki so v veljavi v Sloveniji od začetka avgusta 1997 (1) ter po smernicah Evropske skupnosti (2). V tabeli 3 so iz slovenskih in evropskih normativov povzete mejne vrednosti (MDK), iz evropskih smernic pa tudi priporočene vrednosti (PK) za parametre, ki jih določamo pri monitoringu podtalnice Ljubljanskega polja v letu 1997. Pri vrednotenju rezultatov smo upoštevali tisti normativ, ki za določen parameter vsebuje strožji kriterij. Ta normativ je v tabeli označen s poudarjenim tiskom.

Tabela 3: Slovenski in evropski normativi za pitno vodo

Parameter	Enota	Slov. normativ ¹⁾	Smernice ES ²⁾	
		MDK	MDK	PK
Temperatura vode	°C	25	25	12
pH		6.5-8.5	6.5-9.5	6.5-8.5
Elektr. prevodnost (20°C)	µS/cm	2500		400
Nasičenost s kisikom	%	50	/	/
KPK (KMnO ₄)	mg O ₂ /l	2	5	2
BPK ₅	mg O ₂ /l	/	/	/
Amonij	mg NH ₄ ⁺ /l	0.1	0.5	0.05
Nitrit	mg NO ₂ ⁻ /l	0.1	0.1	/
Nitrat	mg NO ₃ ⁻ /l	50	50	25
Mineralna olja	mg/l	0.01	0.01	/
Fenolne snovi	µg C ₆ H ₅ OH/l	0.5	0.5	/
Detergenti	mg TBS/l	0.2	0.2	/
AOX	µg Cl/l	/	/	/
Cink	µg/l	3000	/	100
Krom	µg/l	50	50	/
Nikelj	µg/l	20	50	/
Svinec	µg/l	10	50	/
Živo srebro	µg/l	1	1	/
Posamezni pesticid	µg/l	0.1	0.1	/
Atrazin	µg/l	0.1	0.1	/
Vsota pesticidov	µg/l	0.5	0.5	/
Triklorometan	µg/l	/	/	1
Tetrakloroetilen	µg/l	10	/	1
Trikloroetilen	µg/l	30	/	1
Trikloroetan	µg/l	/	/	1
Trihalometani	µg/l	20	/	/
Benzen	µg/l	1	/	/
Toluen	µg/l	/	/	/
Ksilen	µg/l	/	/	/

MDK: maksimalna dopustna koncentracija (MAC - Maximum Admissible Concentration)

PK: priporočena koncentracija (GL - guide level)

BPK₅: biokemijska potreba po kisiku

KPK: kemijska potreba po kisiku

TBS: tetrapropilen benzen sulfonat

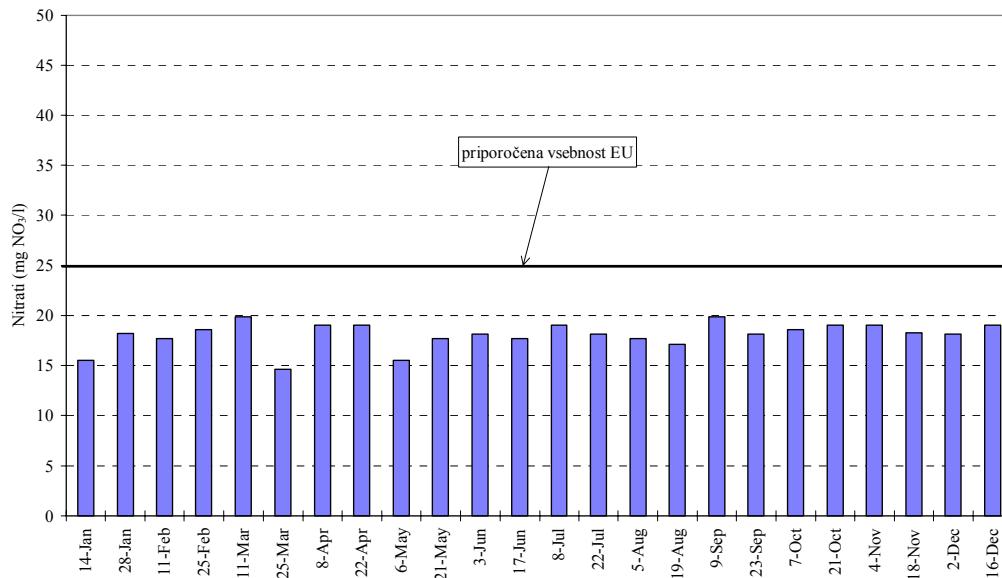
4.0 REZULTATI

Vsi rezultati analiz so zbrani v tabelah po posameznih zajemnih mestih. Za vsako odzemno mesto v okviru monitoringa kakovosti podtalnice na območju Mestne občine Ljubljana podajamo komentar rezultatov analiz in grafične prikaze parametrov, katerim smo v letu 1997 določili vsebnosti višje od meje določljivosti.

4.1 KLEČE

Zaradi pomembnosti zajemnega mesta in zaradi specifičnih problemov podtalnice v Klečah, katere smo v okviru državnega monitoringa ugotovili v preteklih letih, smo podtalnico v vodnjaku VIIA v Klečah analizirali po najboljšem programu. Dvakrat mesečno smo določevali osnovne fizikalno kemijske parametre, krom (tri- in šest-valentni), AOX (halogenirane organske spojine, ki se adsorbirajo na aktivno oglje), atrazin, lahkohlapne organske spojine in mikrobiološke parametre. Enkrat mesečno smo v podtalnici določili mineralna olja, dvakrat letno pa poleg atrazina še 35 izbranih pesticidov. Rezultati analiz podtalnice v vodarni Kleče, vodnjak VIIA, so zbrani v tabeli 4 (priloga 2).

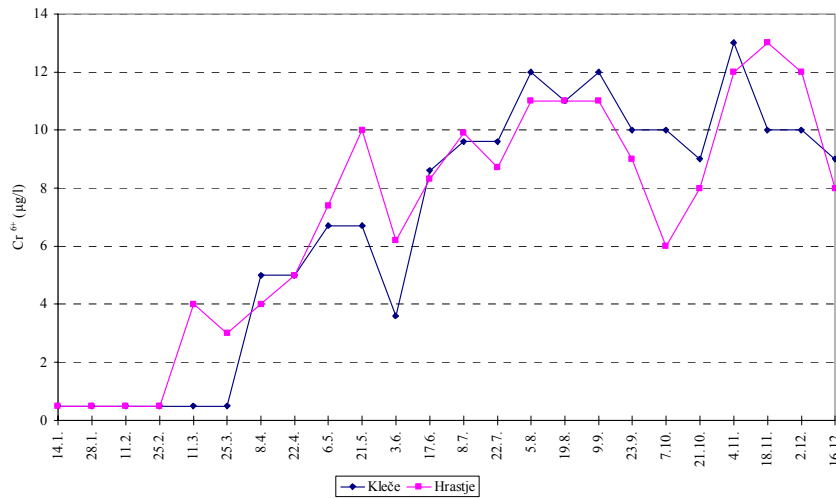
Elektroprevodnost podtalnice je bila med 401 in 506 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Od januarja do junija je narasla od 445 na 501 $\mu\text{S}/\text{cm}$. V juniju se je znižala do 401 $\mu\text{S}/\text{cm}$, potem pa že v naslednjem mesecu zvišala do 480 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Znižanje elektroprevodnosti je bila verjetno posledica obilnejših padavin v maju in juniju. Nasičenost s kisikom je bila vse leto višja od 74%, torej zadovoljiva. Vrednost pH se je spreminjala v dopustnem območju med 7.5 in 7.9. Onesnaženje podtalnice z organskimi snovmi, ki ga določamo z vrednostjo KPK in BPK₅, je bilo nizko. Od nutrientov smo določali anorganske oblike dušika (amonij, nitrit in nitrat). Amonij in nitrit sta bila v Klečah vse leto pod mejo določljivosti analitske metode, kar pomeni 2,5 do 25 krat nižjo vsebnost od dopustne. Vsebnosti nitratov niso dosegale priporočene vsebnosti EU (slika 1). Bile so primerljive s podtalnico v Šentvidu, vendar višje kot v Jarškemrodu in Iškem vršaju (slika 8), nižje pa kot v Hrastju (slika 4).



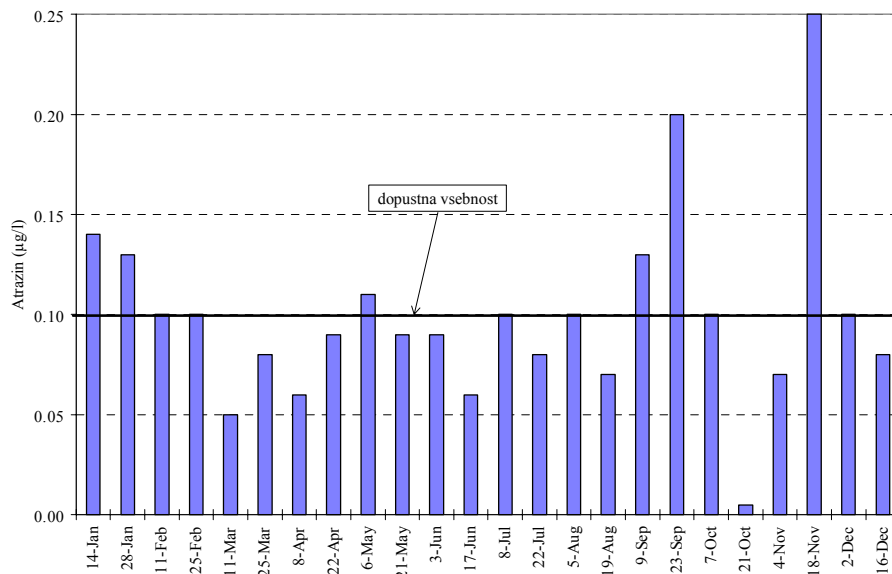
Slika 1:

Vsebnost nitratov v vzorcih podtalnice v Klečah, vodnjak VIIA v letu 1997

Od onesnaženj smo določevali tudi anionaktivne detergente, ki so bili v vseh vzorcih najmanj štirikrat nižji od dopustne meje. Januarja in februarja smo v vzorcih določili preseženo vsebnost mineralnih olj (tabela 4), kasneje so bile vsebnosti pod mejo določljivosti uporabljene analitske metode. V prvih treh mesecih smo določili vrednosti AOX, ki so nekoliko presegle mejo določljivosti, vendar so bile nizke in še še ne moremo sklepati na onesnaženje podtalnice s halogeniranimi organskimi snovmi v omenjenem obdobju. V letu 1997 smo ugotovili postopno zviševanje koncentracije šest-valentnega kroma (Cr^{6+}), ki sicer ni dosegla dopustnih vsebnosti (slika 2). Vsebnosti te zvrsti kroma so bile v podtalnici na tem mestu močno povišane v preteklih letih, potem so se postopoma zniževale. Ponovno zviševanje vsebnosti Cr^{6+} nakazuje, da se onesnaževanje s to zvrstjo kroma nadaljuje, kajti toksični Cr^{6+} se v stiku z organskimi snovmi reducira do manj nevarnega trivalentnega kroma.



Slika 2: Vsebnost šest-valentnega kroma v podtalnici v Klečah, vodnjak VIIIa in v Hrastju, vodnjak Ia v letu 1997



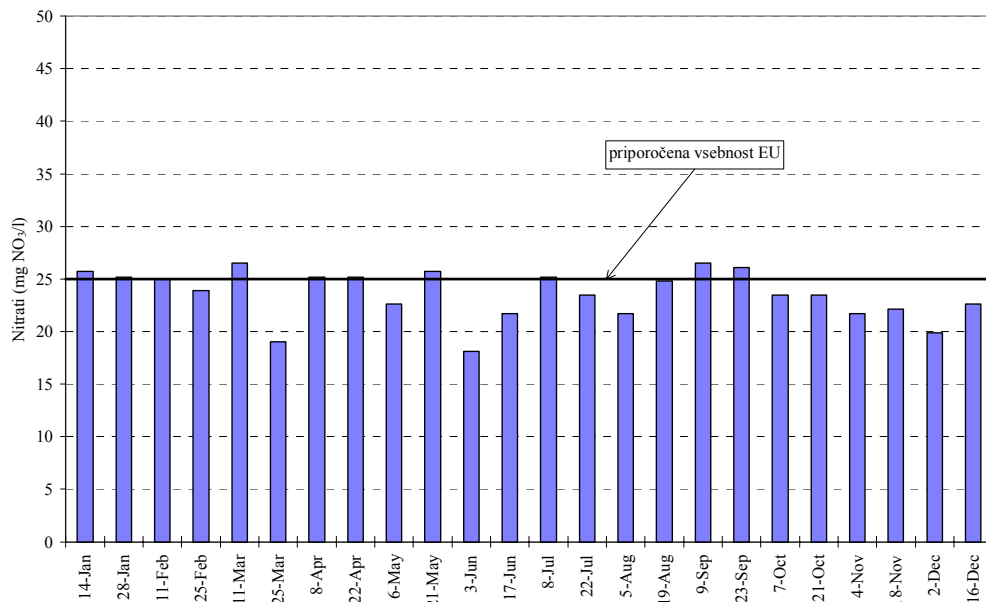
Slika 3: Vsebnost atrazina v podtalnici v Klečah, vodnjak VIIIa v letu 1997

Podtalnica v Klečah je vse leto 1997 vsebovala zdravju škodljivi pesticid atrazin, katerega koncentracija je bila v večini preiskanih vzorcev enaka ali višja od dopustne vsebnosti. Največ atrazina (0,25 µg/l) smo določili novembra (slika 3). Ostale pesticide smo v podtalnici v Klečah analizirali aprila in oktobra. Vsebnosti vseh analiziranih pesticidov so bile v obeh vzorcih pod mejo določljivosti. Vzorci podtalnice v Klečah niso vsebovali lahkih organskih spojin. Mikrobiološko je bila voda vseh odvzetih vzorcev neoporečna in primerna kot pitna voda.

4.2. HRASTJE

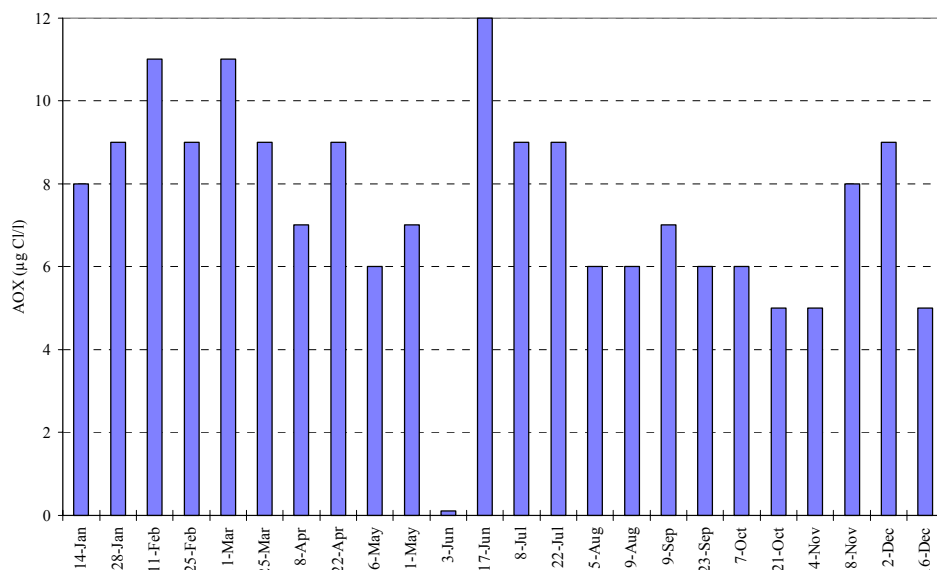
Tako kot Kleče je tudi Hrastje pomembno črpališče ljubljanskega JP VOKA. V okviru državnega monitoringa podtalnice že več let ugotavljamo stalno povišano vsebnost nekaterih parametrov, predvsem toksičnih androgenih organskih spojin. Program spremljanja kakovosti podtalnice je bil zato podoben kot v Klečah. Dvakrat mesečno smo določevali osnovne fizikalno kemijske parametre, AOX, težki kovini krom (v tri- in šest-valentnem stanju) in nikelj ter atrazin, lahkih organske spojine in mikrobiološke parametre. Enkrat mesečno so bila analizirana mineralna olja in svinec, dvakrat letno pa tudi 35 izbranih pesticidov. Rezultati analiz podtalnice v vodarni Hrastje, vodnjak Ia, so zbrani v tabeli 5 (priloga 3).

Električna prevodnost v vzorcih je bila med 475 in 574 µS/cm. Najnižjo vrednost smo tako kot v Klečah izmerili junija (475 µS/cm), najvišjo pa avgusta (574 µS/cm). Vrednost pH se je spreminjala v ozkem intervalu med 7.5 in 7.8 in bila v dopustnem območju. Podtalnica je bila bolj nasičena s kisikom (med 84 in 98%) kot v Klečah. Delež organske snovi, določen s KPK (kemijska potreba po kisiku) in BPK₅ (biokemijska potreba po kisiku) je bil z izjemo februarja nizek. Oba februarska vzorca sta vsebovala nekaj več organskih snovi (BPK₅ 2,9 in 2,1 mg O₂/l). Vsebnosti amonija in nitrita so bile v vseh vzorcih pod mejo določljivosti, torej 2,5 krat (amonij) oziroma 25 krat (nitrit) nižje od dopustnih meja. Vsebnost nitrata v Hrastju je bila blizu priporočene vrednosti ali pa jo je malo preseгла (slika 4).



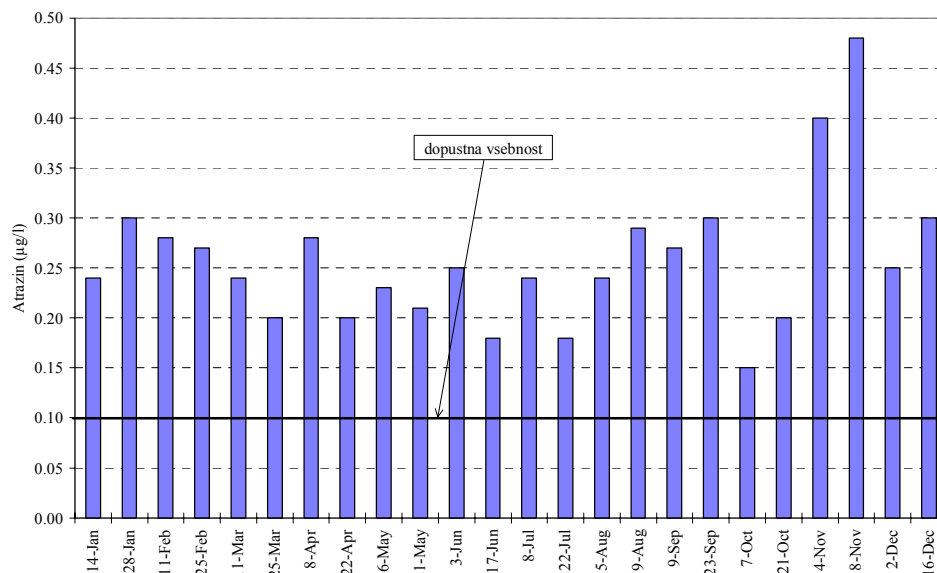
Slika 4: Vsebnost nitrata v podtalnici v Hrastju, vodnjak Ia v letu 1997

V januarskem vzorcu smo določili previsoko koncentracijo mineralnih olj (0,076 mg/l), v vseh kasnejših vzorcih so bile vsebnosti pod mejo določljivosti. V podtalnici v Hrastju določamo najvišje vrednosti AOX na Ljubljanskem polju. Nizko vrednost AOX smo določili le v vzorcu, vzetem 3. junija (slika 5).



Slika 5: Vrednosti AOX (adsorbirane halogenirane organske spojine) v Hrastju, vodnjak Ia v letu 1997

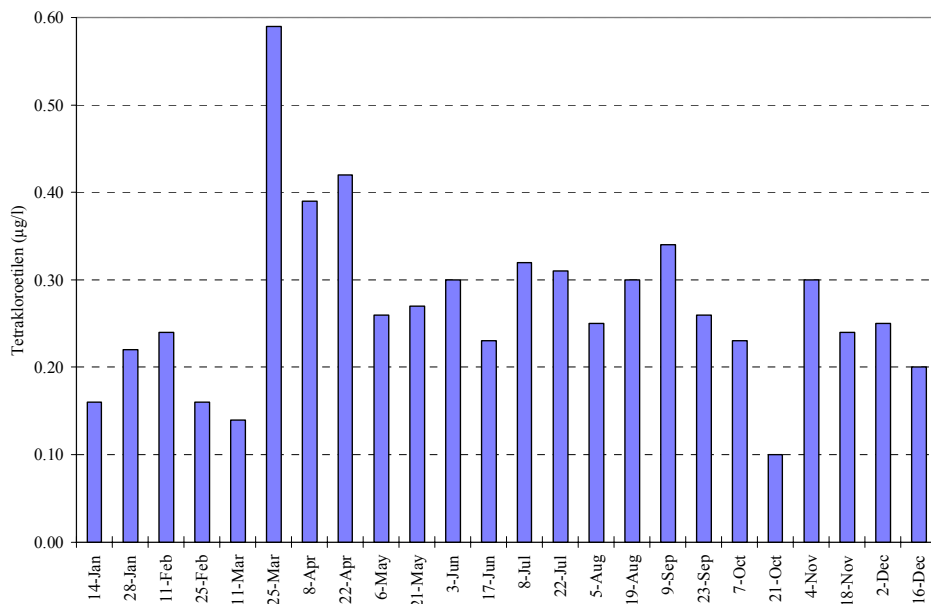
V Hrastju smo v letu 1997 ugotovili trend naraščanja vsebnosti šest-valentnega kroma (slika 2). Od težkih kovin smo določili tudi še dopustne vsebnosti svınca, največ aprila 4,4 µg/l. To je le dvakrat manj od dopustne vsebnosti, zato je v Hrastju potrebno stalno spremljati koncentracijo svınca v podtalnici. Najbolj kritični parameter v Hrastju je zdravju nevaren pesticid atrazin, ki je stalno prisoten v koncentracijah nad dopustno mejo in v letu 1997 do 5 krat presegel dopustne vsebnosti (slika 6).



Slika 6: Vsebnost atrazina v Hrastju, vodnjak Ia v letu 1997

Od pesticidov smo v Hrastju poleg atrazina določili tudi metabolit atrazina desetil-atrazin (aprila v preseženi vsebnosti 0,15 µg/l, oktobra v še dopustni vsebnosti 0,08 µg/l) in triazinski pesticid simazin.

Vsebnost lahkih organskih spojin v Hrastju se je v letu 1997 znižala, tudi rezultati državnega monitoringa kažejo enak pojav. Najvišje vsebnosti smo določili marca. Triklorometan (kloroform) je bil nad mejo detekcije prisoten samo marca, v vseh vzorcih leta 1997 pa smo določili še dopustne vsebnosti tetrakloroetilena (slika 7).

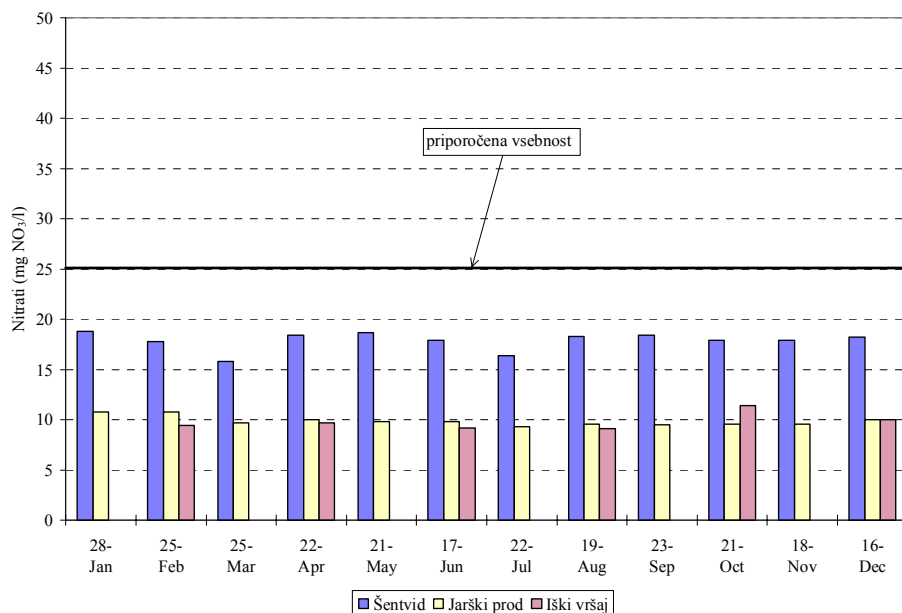


Slika 7: Vsebnost tetrakloroetilena v Hrastju, vodnjak Ia v letu 1997

Od mikrobioloških parametrov smo v podtalnici občasno določili aerobne mezofilne bakterije v dopustnem številu. Bakteriološko je bila voda primerna za pitno vodo (tabela 5).

4.3. ŠENTVID

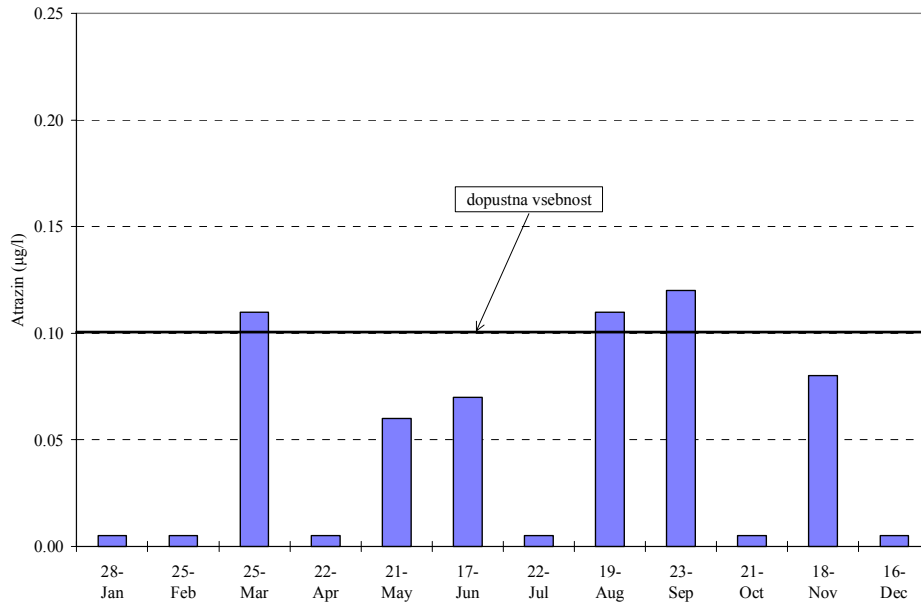
V črpališču Šentvid, vodnjak IIa, smo enkrat mesečno določali osnovne fizikalno kemijske parametre, atrazin in mikrobiološke parametre. Štirikrat smo določili tudi mineralna olja in dvakrat poleg atrazina še 35 izbranih pesticidov. Vsi rezultati analiz so zbrani v tabeli 6 (priloga 4). Električna prevodnost je bila med 399 in 541 $\mu\text{S}/\text{cm}$, najvišjo smo določili januarja, najnižjo maja. Vrednost pH je bila med 7,1 in 7,8, nasičenost s kisikom je bila dobra, med 75 in 91 %. Glede na Kleče in Hrastje smo v podtalnici določili nekoliko več organskih snovi (KPK med 0,6 in 1,3 mg O_2/l). Vsebnost amonija in nitritov je bila vse leto pod mejo določljivosti uporabljene metode. Vsebnost nitratov je bila med 15,8 in 18,8 mg NO_3/l , višja kot v Jarškemrodu in Iškem vršaju (slika 8), primerljiva pa s Klečami (slika 1).



Slika 8: Vsebnost nitratov v podtalnici v črpališčih Šentvid, Jarški prod in Iški vršaj v letu 1997

V Šentvidu smo razen januarja in marca določili nekoliko povišane vsebnosti fenolnih snovi (med 1 in 4 $\mu\text{g}/\text{l}$). Težkih kovin nismo določali. Od pesticidov je večkrat presejel dopustne vsebnosti atrazin (slika 9). Aprila smo ugotovili tudi prisotnost pesticidov alaklora in metolaklora.

Mikrobiološko so bili vsi vzorci podtalnice v Šentvidu primerni kot pitna voda.



Slika 9: Vsebnost atrazina v podtalnici v Šentvidu, vodnjak IIA v letu 1997

4.4. JARŠKI PROD

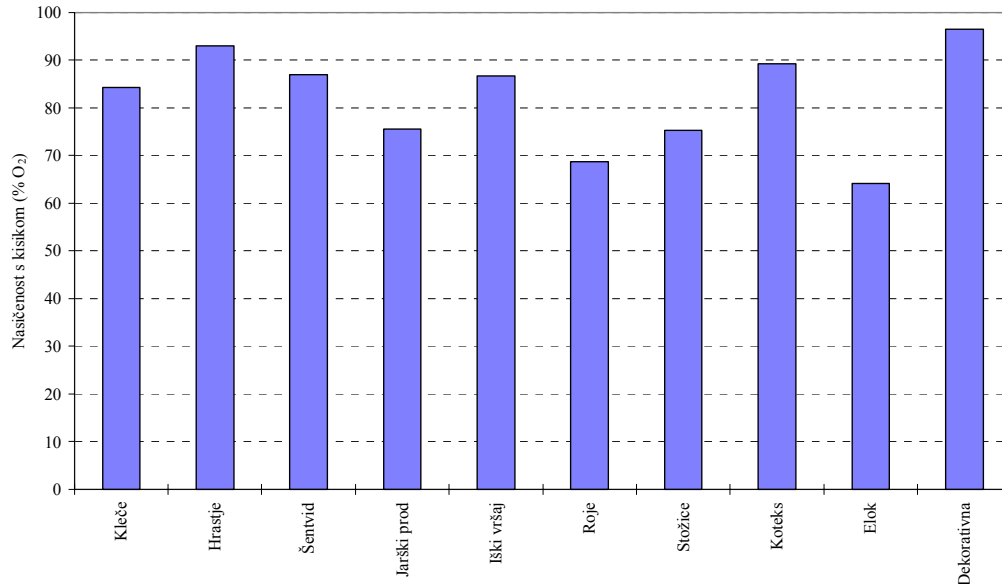
V Jarškemrodu, vodnjak 3A smo mesečno analizirali osnovne fizikalno kemijske parametre, AOX, krom (tri- in šest-valentni), nikelj in mikrobiološke parametre. Mineralna olja smo določili štirikrat. Vsi rezultati analiz so zbrani v tabeli 6 (priloga 4). Elektroprevodnost je nihala med 401 in 521 $\mu\text{S}/\text{cm}$, najnižja je bila konec maja, najvišja pa decembra. Razpon pH vrednosti je bil med 7,1 in 7,7, vse v dopustnem območju za pitne vode. Nasičenost podtalnice s kisikom je bila nižja kot na drugih opazovanih črpališčih (med 68 in 92%). Julija smo v podtalnici določili nizko vsebnost nitritov. Nitrati so bili nizki, med 9,3 in 10,8 $\text{mg NO}_3/\text{l}$ (slika 8). Mineralna olja so bila tako kot v ostalih črpališčih povišana januarja (tabela 6). Fenolne snovi so bile pod mejo detekcije v vzorcih januarja in marca, sicer so bili povišani (med 1 in 4 $\mu\text{g}/\text{l}$). Razen v septemberskem vzorcu so bili AOX pod mejo detekcije analitske metode. Vsebnosti kroma so bile v vseh vzorcih nizke ali pod mejo določljivosti, prisotnost niklja smo ugotovili decembra (4 $\mu\text{g}/\text{l}$). Pesticidov v Jarškemrodu nismo določali. Mikrobiološko je bila voda vseh vzorcev neoporečna in primerna za pitje.

4.5. IŠKI VRŠAJ

Črpališče Iški vršaj leži med vsemi odvzemnimi mesti najbolj na jugu, na obrobju Ljubljanskega Barja (priloga 1, karta zajemnih mest). Pogostost vzorčevanja podtalnice v Iškem vršaju, vodnjak Ia, je bila najmanjša med vsemi črpališčih pitne vode JP VOKA. Osnovne fizikalno kemijske parametre, cink in mikrobiološke parametre smo analizirali vsake dva meseca, torej 6 krat letno. Vsi rezultati analiz so zbrani v tabeli 6 (priloga 4). Rezultati osnovnih fizikalno kemijskih parametrov se med letom niso dosti spreminjali. Elektroprevodnost je bila med 424 in 429 $\mu\text{S}/\text{cm}$, vrednost pH se je gibala med 7,3 in 7,7, nasičenost s kisikom pa med 83 in 89%. Amonij in nitriti so bili v vseh vzorcih pod mejo določljivosti, nitrati pa med 9,1 in 11,4 $\text{mg NO}_3/\text{l}$ (slika 8). Tako kot v Šentvidu in Jarškemrodu je bila tudi v Iškem vršaju povišana vsebnost fenolnih snovi. Vsebnosti cinka so bile nizke med 12 in 17 $\mu\text{g}/\text{l}$. Podtalnica v vseh vzorcih je mikrobiološko ustrezala za pitno vodo.

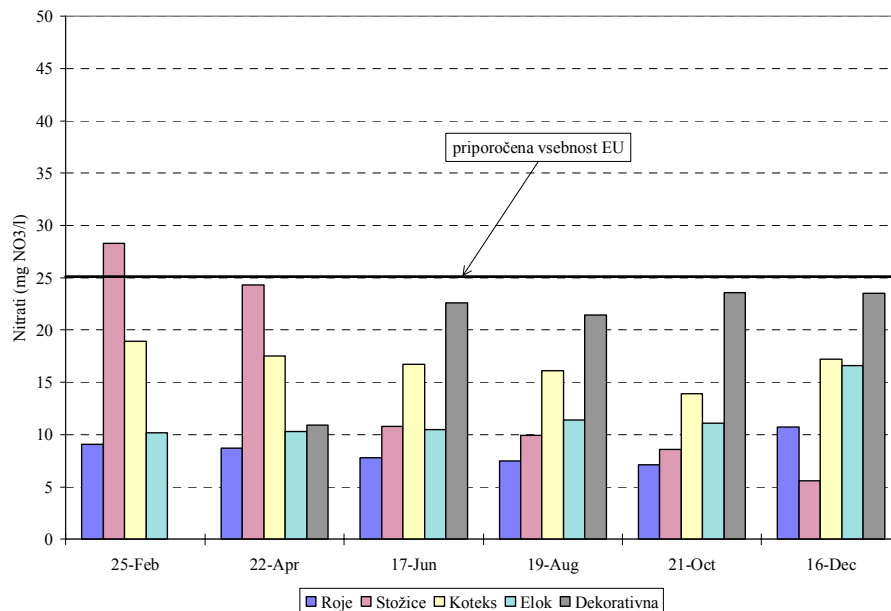
4.6. ROJE

V vrtini JP VOKA v Rojah LV-0377 smo podtalnico vzorčevali na dva meseca (šestkrat v letu 1997) in določili osnovne fizikalno kemijske parametre, AOX, atrazin in mikrobiološke parametre. Vsi rezultati analiz so zbrani v tabeli 7 (priloga 5). Elektroprevodnost je v Rojah nižja kot na ostalih opazovanih mestih (370 do 456 $\mu\text{S}/\text{cm}$) (slika 13). Najnižjo vrednost, ki jo pripisujemo dotoku Save in padavinam v maju in juniju, smo izmerili junija. Nasičenost s kisikom je bila v Rojah glede na ostala opazovana mesta nizka, a po slovenskem normativu zadostna za pitno vodo (slika 10).

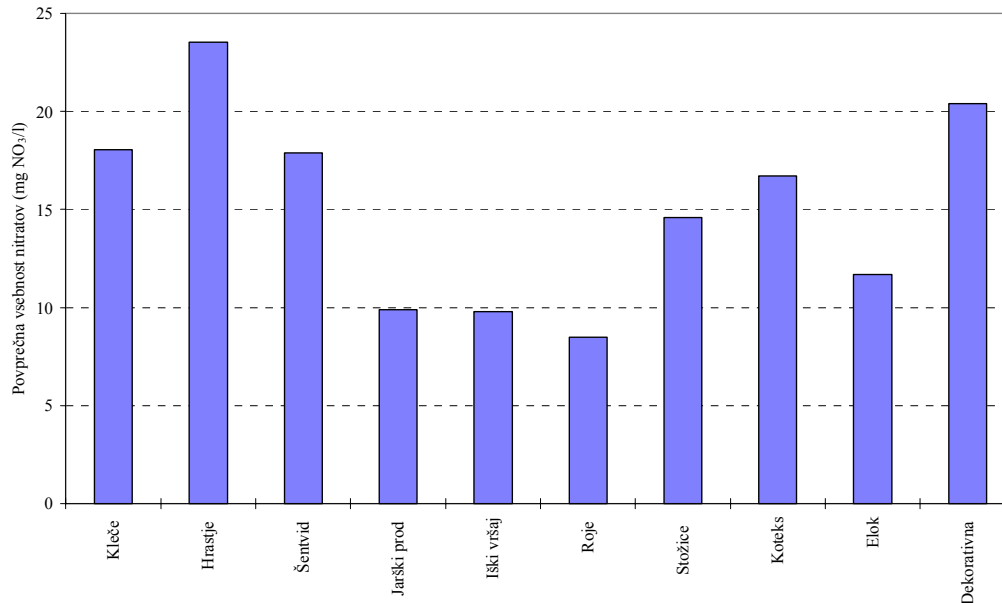


Slika 10: Povprečna nasičenost s kisikom v podtalnici Ljubljanskega polja v letu 1997

Vrednost KPK se je gibala med 0,8 in 1,1 mg O₂ in bila pod dopustno mejo. Vsebnost amonija in nitritov je bila v vseh vzorcih pod mejo določljivosti. Vsebnost nitratov je bila najnižja na Ljubljanskem polju (sliki 11 in 12).



Slika 11: Vsebnost nitratov v podtalnici v vrtinah Roje in Stožice ter v industrijskih vodnjakih Koteks, Elok in Dekorativna



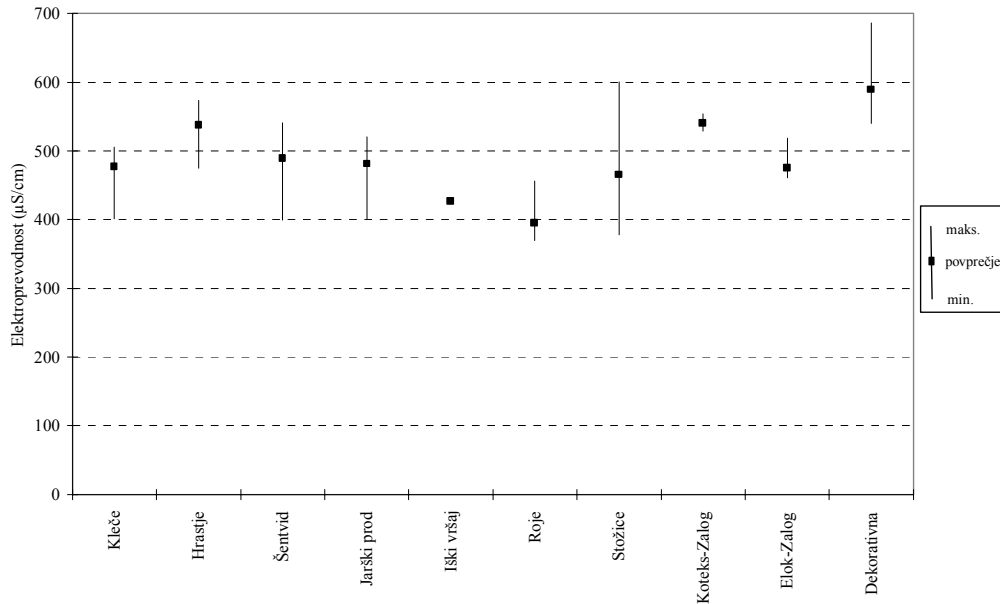
Slika 12: Povprečna vsebnost nitratov v podtalnici Ljubljanskega polja v letu 1997

Prisotnost AOX v vzorcih podtalnice v Rojah je bila razen junija stalna. Najvišja vrednosti je bila določena aprila ($5 \mu\text{g Cl/l}$). Prav tako so bile v vseh vzorcih povišane vsebnosti fenolnih snovi (med 1 in $4 \mu\text{g/l}$). Vsebnost pesticida atrazina je bila v vseh vzorcih pod mejo določljivosti. Voda je vsebovala mezofilne aerobne bakterije (pri 22°C kot pri 37°C) v dopustnem številu. Ostali mikrobiološki parametri so bili negativni. Vsi preiskani vzorci so bili z mikrobiološkega vidika primerni za pitno vodo.

4.7. STOŽICE

Obseg preiskav podtalnice v vrtini Stožice LV-0277 je bil enak kot v Rojah, le da v Stožicah nismo analizirali pesticida atrazina. Vsi rezultati analiz so zbrani v tabeli 7 (priloga 5).

V Stožicah je bila podtalnica bolj mineralizirana kot v Rojah. Elektroprevodnost je nihala od najvišje februarja ($601 \mu\text{S/cm}$) preko najnižje junija ($378 \mu\text{S/cm}$) do $456 \mu\text{S/cm}$ decembra. Na tem mestu smo ugotovili največja nihanja elektroprevodnosti med vsemi opazovanimi mesti (slika 13).

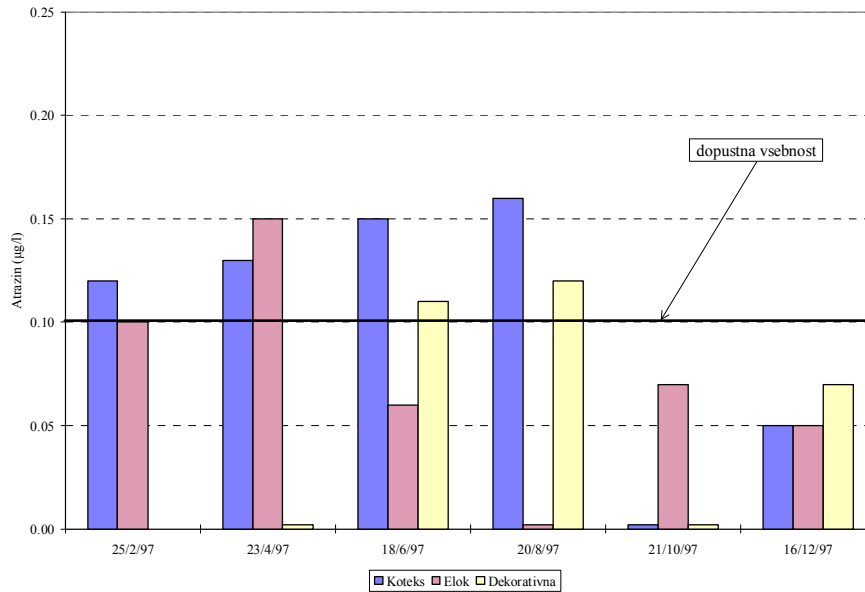


Slika 13: Povprečna, najnižja in najvišja elektroprevodnost v podtalnici Ljubljanskega polja v letu 1997

Tudi nasičenost s kisikom se je precej spreminjala. Nihala je med 60 in 97%. V decembru je analiza KPK pokazala prisotnost organskih snovi blizu dopustne meje za pitne vode (tabela 7). V začetku leta smo določili nitrata nad priporočeno vsebnostjo EU, po juniju se je njihova vsebnost postopoma zniževala do 5,6 mg NO₃/l (slika 11). Halogenirane organske spojine, ki se adsorbirajo na aktivno oglje (AOX) smo v nizki koncentraciji določili samo februarja, v ostalih vzorcih so bile pod mejo določljivosti. Fenolne snovi so bile nekoliko povišane tudi v Stožicah. Mikrobiološko je bila voda primerna za pitno vodo.

4.8. KOTEKS

Industrijski vodnjak Koteks v Zalogu je bil analiziran na dva meseca, skupaj šestkrat v letu 1997. V podtalnici smo na tem zajemnem mestu analizirali osnovne fizikalno kemijske parametre, AOX, krom (tri- in šest-valentni), atrazin, lahkoahlapne organske spojine in mikrobiološke parametre. Vsi rezultati analiz podtalnice iz industrijskega vodnjaka Koteks so zbrani v tabeli 7. V avgustu in oktobru smo izmerili za podtalnico nenavadno visoke temperature (22,8 in 19,4°C). V tovarni KOTO, ki so lastniki tega vodnjaka, so bili takoj obveščeni o povišani temperaturi vode iz vzorčevalne pipe. Pri pregledu so ugotovili, da jim v sistem uhaja predgreta voda. Problem so do decembra 1997 rešili. Podtalnica v Koteksu je bila vse leto bolj mineralizirana, nihanja elektroprevodnosti so bila nizka med 529 do 554 µS/cm (slika 13). Vrednost pH se je gibala v dopustnem območju 7,4 do 7,7. Nasičenost s kisikom je bila razen v avgustu dobra. Podtalnica je vsebovala malo organskih snovi (KPK do 1,1 mg O₂/l), amonija in nitrita (oba pod mejo določljivosti analitske metode). Vsebnosti nitratov so bile v povprečju 17 mg NO₃/l (slika 12). Vrednosti AOX so bile razen v avgustu nad mejo določljivosti, med 4 in 6 µg Cl/l. Tudi fenolne snovi so bile povišane (med 2 in 4 µg/l). V drugi polovici leta 1997 smo ugotovili rahlo zviševanje šest-valentnega kroma, največ smo ga določili decembra (8 µg/l). Na tem mestu smo v podtalnici določili atrazin, ki je do oktobra stalno presegal dopustno vsebnost (slika 14).



Slika 14: Vsebnost atrazina v podtalnici industrijskih vodnjakov Koteks, Elok in Dekorativna v letu 1997

Od lahkih organskih spojin smo aprila kvantitativno določili nizko vsebnost tetrakloroetilena (25 krat pod dopustno mejo). Bakteriološke analize so pokazale na prisotnost aerobnih mezofilnih bakterij v še dopustnem številu, tako da je bila tudi podtalnica na tem mestu ustrezna kot pitna voda.

4.9. ELOK

Podtalnico industrijskega vodnjaka Elok v Zalogu smo analizirali na dva meseca. Določali smo osnovne fizikalno kemijske parametre, atrazin, lahkih organske spojine in mikrobiološke parametre. Vsi rezultati analiz podtalnice iz industrijskega vodnjaka Elok so zbrani v tabeli 7. Podtalnica je bila v Eloku manj mineralizirana kot v Koteksu (562 in 519 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Nasičenost podtalnice s kisikom je bila na tem mestu v primerjavi z ostalimi najnižja, vendar po veljavnem slovenskem predpisu še ustrezna za pitne vode (slika 10). Vrednosti pH so se spreminjale med 7,5 in 7,8, kar je za pitne vode dopustno območje. Vsebnost nitratov je bila v Eloku razen decembra nizka. Tako kot v ostalih vodnjakih tudi v Eloku ugotavljamo povišane vsebnosti fenolnih snovi (tabela 7) in atrazina (slika 14). Od lahkih organskih spojin smo aprila določili sled tetrakloroetilena. Mikrobiološko so bili vsi vzorci podtalnice primerni za pitno vodo.

4.10. DEKORATIVNA

Podtalnico Dekorativne smo v letu 1997 analizirali petkrat. Zaradi prenehanja delovanja industrijskega vodnjaka nismo mogli vzeti februarskega vzorca. V podtalnici smo določali osnovne fizikalno kemijske parametre, živo srebro, atrazin, lahkohlapne organske spojine in bakteriološke parametre. Vsi rezultati analiz podtalnice iz industrijskega vodnjaka Dekorativna so zbrani v tabeli 7 (priloga 5). Relativno visoka temperatura in elektroprevodnost podtalnice, določena aprila je posledica premalo zmogljive črpalke (Grundfos MP-1), ki iz vodnjaka ni popolnoma odstranila zastale podtalnice. V tem vzorcu smo določili glede na ostale vzorce Dekorativne nizke koncentracije nitratov (10,9 mg NO₃/l), medtem ko je povprečna letna vrednost nad 20 mg NO₃/l. Vsebnost živega srebra je bila v vseh vzorcih pod mejo detekcije. Atrazin je dopustno mejo presegel v dveh vzorcih (slika 14). Vsebnost preiskanih lahkohlapnih snovi je bila v vseh preiskanih vzorcih pod mejo določljivosti. Bakteriološka slika ni bila najbolj ugodna, vendar je ustrezala kriterijem za pitne vode.

5.0 ZAKLJUČEK

Med osnovnimi fizikalno kemijskimi parametri ugotavljamo v podtalnici Ljubljanskega polja za leto 1997 naslednje značilnosti:

- Povprečna temperatura podtalnice Ljubljanskega polja je bila 11,6° C, najnižja je bila v Rojah (10,4° C), najvišja v Koteksu (15,6° C). Vzrok za povišanje temperature odvzetih vzorcev v Koteksu je bil od avgusta delni dotok predgrete vode v vzorčevalni sistem, kar je bilo sanirano v decembru.
- Stopnja mineralizacije, ki jo določamo z električno prevodnostjo, je bila večja od 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ v črpališču v Hrastju ter industrijskih vodnjakih Koteks in Dekorativna. Najnižjo električno prevodnost smo izmerili v vrtini Roje, največje nihanje tega parametra pa je bilo v vrtini Stožice.
- Vrednost pH vseh vzorcev je bila v dopustnih mejah za pitno vodo. Povprečna pH vrednost je bila na Ljubljanskem polju 7,6, najnižja povprečna vrednost je bila v Jarškemrodu (7,5), najvišja pa v Dekorativni (7,7).
- Povprečna nasičenost s kisikom je bila na celotnem Ljubljanskem polju 83,9%, najnižja je bila v Eloku (64,2%), najvišja v Dekorativni (96,5%)
- Onesnaženje podtalnice na Ljubljanskem polju z organskimi snovmi, ki ga določamo s parametrom KPK, je bilo v dopustnih mejah (povprečje 0,6 mg O₂/l), najnižje v Klečah (povprečje 0,3 mg O₂/l), najvišje v Stožicah (povprečje 1,0 mg O₂/l).
- Vsebnosti amonija in nitrita so bile pod mejo določljivosti uporabljene analitske metode, izjema je bil julijski vzorec v Jarškemrodu, kjer je vsebnost nitritov dosegla mejo določljivosti 0,004 mg NO₂/l.
- Vsebnost nitratov je bila v vseh vzorcih nižja od dopustne koncentracije. V Hrastju smo določali vsebnosti ob priporočeni meji 25 mg NO₃/l, na drugih odvzemnih mestih so bile koncentracije nižje. Povprečne vsebnosti pod 10 mg NO₃/l smo določili v črpališčih Jarški prod in Iški vršaj ter v vrtini Roje.
- Vsebnost detergentov je bila v vseh vzorcih nizka, v večini vzorcev nižja od meje določljivosti.
- V prvih dveh mesecih leta 1997 smo v vseh opazovanih črpališčih določili povišane vsebnosti mineralnih olj. V marcu so se vsebnosti znižale pod mejo določljivosti uporabljene analitske metode.
- Fenolne spojine so bile povišane v večini vzorcev vzeti v črpališčih Šentvid, Jarški prod in Iški vršaj, v vrtinah Roje in Stožice ter v industrijskih vodnjakih Koteks, Elok in Dekorativna.

Prisotnost težkih kovin v podtalnici smo ugotovili na naslednjih zajemnih mestih:

- V Klečah in v Hrastju smo tekom leta 1997 ugotovili počasno zviševanje šest-valentnega kroma, ki pa ni dosegel dopustne koncentracije. V drugi polovici leta 1997 smo ugotovili isti trend tudi v Koteksu.
- V Hrastju smo v večini vzorcev ugotovili prisotnost svinca.
- Vsebnosti niklja v Hrastju in Jarškemrodu so bile pod mejo določljivosti, izjema sta bila dva vzorca iz Hrastja, v katerih je bila koncentracija niklja blizu meje določljivosti, torej nizka.

Med organskimi mikropolutanti smo na izbranih mestih določevali halogenirane organske spojine, ki se adsorbirajo na aktivno oglje (AOX), pesticide in lahkohlapne organske spojine. Ugotovitve po enoletnih analizah so naslednje:

- Vrednosti AOX so bile stalno povišane in najvišje v Hrastju. V Klečah smo AOX nad mejo določljivosti določali do aprila, potem so bile vrednosti nižje. V Jarškemrodu smo AOX malo nad mejo določljivosti določili le v septemberskem vzorcu, v vseh ostalih vzorcih so bile vrednosti pod to mejo. AOX so bili stalno prisotni tudi v vrtini Stožice in industrijskem vodnjaku Koteks. V Stožicah so bile vrednosti AOX višje od meje določljivosti februarja.
- Med pesticidi je, tako kot drugod po Sloveniji tudi v podtalnici Ljubljanskega polja, v najvišjih koncentracijah prisoten herbicid atrazin s svojimi metaboliti. Med vsemi opazovanimi mesti smo ga največ določili v Hrastju, kjer je bila koncentracija stalno nad dopustno mejo, novembra pa je vsebnost **atrazina petkrat preseгла dopustno mejo**. Tudi v Klečah ugotavljamo stalno prisotnost atrazina, v večini vzorcev so koncentracije presegle normativ, najbolj novembra (0,25 µg/l). Vsebnosti nad dopustno mejo smo določili tudi v črpališču v Šentvidu in v vseh treh industrijskih vodnjakih.
- Od ostalih pesticidov smo v Hrastju določili metabolit desetil-atrazin in simazin.
- Od lahkih organskih spojin smo v Hrastju marca določili triklorometan, v vseh vzorcih pa tetrakloroetilen. Vsebnosti so bile v letu 1997 nižje kot koncentracije določene v okviru državnega monitoringa v preteklih letih.

Mikrobiološko so bili vsi preiskani vzorci primerni za pitno vodo.

6.0 VIRI

1. Pravilnik o zdravstveni ustreznosti pitne vode, Ur.l. RS št.46, 1997 in št.52, 1997
2. Council Directive 80/778/EEC relating to the quality of water intended for human consumption
3. Monitoring kakovosti podtalnice na območju Mestne občine Ljubljana (štiri vmesna poročila 1997), Hidrometeorološki zavod 1997
4. Manual for Monitoring Oil and Dissolved/Dispersed Petroleum Hydrocarbon in Marine Waters and on Beaches, UNESCO 13/1984