



**ZAVOD ZA ZDRAVSTVENO VARSTVO MARIBOR**

Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor

<http://www.zzv-mb.si>

**INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA**

Telefon: (02) 4500170, Telefaks: (02) 4500227, E-pošta: [ivo@zzv-mb.si](mailto:ivo@zzv-mb.si)

Davčna številka: 30447046, Številka transakcijskega računa: 01100-6030926630



DAT.:IVOTS--PR03MOL2004-zaključno

**MONITORING PODTALNICE IN POVRŠINSKIH  
VODOTOKOV NA OBMOČJU MESTNE OBČINE LJUBLJANA  
ZA LETO 2004  
ZAKLJUČNO POROČILO**

Maribor, april 2005

---

---

Naslov: MONITORING PODTALNICE IN POVRŠINSKIH  
VODOTOKOV NA OBMOČJU MESTNE OBČINE LJUBLJANA  
ZA LETO 2004 - ZAKLJUČNO POROČILO

Izvajalec: Zavod za zdravstveno varstvo Maribor  
INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA  
Prvomajska ulica 1, 2000 MARIBOR  
Transakcijski račun: 01100-6030926630  
ID za DDV: SI 30447046

Naročnik: MESTNA OBČINA LJUBLJANA  
Mestni trg 1  
1000 LJUBLJANA

Številka poročila: 30/1376-03/5  
Delovni nalog: pogodba št. JR-03/311357 z dne 26.12.2003  
Šifra dejavnosti: 30 - monitoring podtalnih vod

Referenčni izvod: DA

Nosilec naloge: mag. Slavko Lapajne, univ.dipl.kem  
Sodelavci: Nataša Mirkovič, univ.dipl.inž.kem.tehnol.  
Marjana Babič, univ.dipl.inž.kem.inž.  
Ladislav Kūčan, univ.dipl.inž.kem.tehnol.  
Alenka Labovič, univ.dipl.inž.kem.tehnol.  
Andreja Rošker-Šajt, univ.dipl.kem.  
Darinka Štajnbaher, univ.dipl.kem.  
Pija Rep, univ.dipl.kem.

Maribor, 30.05.2005

ODDELEK ZA VODE, PREHRANO IN  
PREDMETE SPLOŠNE RABE

Vodja:  
mag. Slavko Lapajne, univ.dipl.kem.

INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA

Predstojnik:  
Stanko Brumen, univ.dipl.inž.kem.inž.,spec.

**KAZALO**

1	UVOD	10
2	METODOLOGIJA DELA	10
2.1	VZORČENJE	10
2.1.1	Mesta vzorčenja	10
2.1.2	Način odvzema vzorcev	11
2.2	SEZNAM PARAMETROV	11
2.2.1	<i>Podzemna voda</i>	11
2.2.2	Površinski vodotoki	12
2.3	METODOLOGIJA	13
2.3.1	Podzemna voda	13
2.3.2	Površinske vode	13
3	ZAKONSKE OSNOVE IN STROKOVNI VIRI	13
3.1	PODZEMNA VODA	13
3.2	POVRŠINSKI VODOTOKI	14
4	ZAGOTAVLJANJE IN KONTROLA KAKOVOSTI	17
5	REZULTATI	17
6	KAKOVOST IN OBREMENITVE Z NEVARNIMI SNOVMI PODZEMNE VODE	18
6.1	OSNOVNE FIZIKALNO – KEMIJSKE LASTNOSTI	18
6.1.1	Temperatura vode	18
6.1.2	pH	19
6.1.3	Električna prevodnost pri 25 °C	19
6.1.4	Nasičenost s kisikom	20
6.1.5	Kemijska potreba po kisiku	21
6.1.6	Amonij	21
6.1.7	Nitrit	22
6.1.8	Nitrat	22
6.2	SKUPINSKI KAZALCI OBREMENITEV PODZEMNE VODE	23
6.2.1	Anionaktivni detergenti	23
6.2.2	Mineralna olja	23
6.2.3	Fenolne snovi	23
6.2.4	Organske halogene spojine (adsorbiljive organske halogene spojine, AOX)	23

6.2.5	Mikroelementi	23
6.2.6	Pesticidi	25
6.2.7	Lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki	27
6.2.8	Mikrobiološki parametri	28
7	KAKOVOST IN OBREMENITVE PODZEMNE VODE PO MESTIH VZORČENJA	29
7.1	KLEČE VIII A	29
7.2	HRASTJE IA	30
7.3	ŠENTVID II A	31
7.4	JARŠKI PROD III A	31
7.5	IŠKI VRŠAJ IA	32
7.6	ROJE	33
7.7	STOŽICE	33
7.8	KOTEKS -ZALOG	34
7.9	ELOK - ZALOG	34
7.10	DEKORATIVNA	35
8	KAKOVOST IN OBREMENITVE POVRŠINSKIH VODOTOKOV	36
8.1	BEZLANOV GRABEN IN CURNOVEC	36
8.2	GRADAŠČICA	38
8.3	LJUBLJANICA	41
8.4	MALI GRABEN	43
8.5	IŽICA	45
9	ZAKLJUČEK	46
10	PRILOGE	47
10.1	GEOGRAFSKA LEGA MEST VZORČENJA - PODZEMNA VODA	48
10.2	GEOGRAFSKA LEGA MEST VZORČENJA – POVRŠINSKI VODOTOKI	49
10.3	METODOLOGIJA VZORČENJA – PODZEMNA VODA	50
10.4	METODOLOGIJA VZORČENJA – POVRŠINSKE VODE	51
10.5	ANALIZNA POROČILA ZA PODZEMNO VODO	52
10.6	ANALIZNA POROČILA ZA POVRŠINSKE VODOTOKE	53
10.7	ZBIRNI REZULTATI PREISKAVE PODZEMNE VODE (12 strani)	54
10.8	ZBIRNI REZULTATI PREISKAVE ZA POVRŠINSKE VODOTOKE (3 strani)	55
10.9	REZULTATI MIKROBIOLOŠKIH PREISKAV PODZEMNE VODE (109)	56
10.10	REZULTATI MIKROBIOLOŠKIH PREISKAV VODE POVRŠINSKIH VODOTOKOV (4 STRANI)	57

10.11 POSNETKI GC/MSD ZA VODE (10 strani)

58

## POVZETEK

Na kakovost podzemne vode vplivajo številni naravni in človeški dejavniki. Negativni učinki na kakovost podzemne vode, obremenitve in onesnaženje podzemne vode so posledica:

- obrti in industrijsko proizvodnih procesov,
- skladiščenja in odlaganja odpadnega materiala,
- onesnaženja zemljine pri nesrečah, ter neustrezno skladiščenje snovi, ki so nevarne za vodno okolje,
- kmetijstvo (vnos hranilnih snovi in pesticidov),
- netesnenja kanalizacije,
- gnojenje z gnojevko.

Zakon o vodah zahteva zaščito podzemne voda z vodovarstvenimi pasovi in zaščito zalog podzemne vode pred onesnaženjem.

Geološki pogoji v Ljubljani predstavljajo visoko tveganje za onesnaženje pitne vode, ki ima svoj vir v podzemni vodi. Visoka propustnost prekrivnih plasti dopuščajo relativno hiter in neoviran transport onesnaževala v telo podzemne vode. Urbanizirano območje kot je mesto Ljubljana potrebuje dolgoročni načrt zaščite podzemne vode kot vira pitne vode.

Kakovost podzemne vode redno spremlja Mestna občina Ljubljana, Zavod za varstvo okolja. V program monitoringa je vključeno 5 vodnjakov, ki so namenjeni za oskrbo s pitno vodo, 3 industrijski vodnjaki in 2 kontrolni vrtini.

Fizikalno kemijske preiskave vključujejo naslednje parametre:

Temperaturo, pH, električno prevodnost, raztopljeni kisik, kemijsko potrebo po kisiku, amonij, nitrit, nitrat, anionski detergenti, mineralna olja, fenolne spojine, kovine, pesticide, AOX (adsorbiljivi halogenirani ogljikovodiki), lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki.

Glede na rezultate preiskave zaključujemo naslednje:

- električna prevodnost je parameter, ki kaže na vpliv anorganskih spojin. Srednja vrednost na Ljubljanskem polju in Ljubljanskem barju znaša okoli 520  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mejna vrednost za pitno vodo ni presežena;
- kemijska potreba po kisiku je nizka na vseh merilnih mestih;
- amonij v podzemni vodi je posledica razgradnje živalskih in rastlinskih beljakovin. V preiskovani podzemni vodi je prisoten le v sledovih, mejna vrednost za dobro kemijsko stanje podzemne vode ni presežena;
- kmetijstvo in uporaba gnojil in mineralnih (umetnih) gnojil je eden izmed glavnih vzrokov visokih vrednosti nitrata v podzemni vodi. Mejna vrednost za dobro kemijsko stanje podzemne vode je bila presežena na dveh merilnih mestih, srednja izmerjena vrednost na preiskovanem območju znaša 16 mg  $\text{NO}_3/\text{l}$ ;
- prisotnost kroma v vodnjaku Hrastje IA v oksidativnem stanju VI je zaskrbljujoča, saj vrednosti naraščajo;
- prisotnost atrazina in njegovih metabolitov je značilna za celotno preiskovano območje, najvišja izmerjena vrednost za posamezno spojino znaša 0,15  $\mu\text{g}/\text{l}$ ;

- prisotnost AOX (adsorbljivih halogeniranih ogljikovodikov) in lahkih halogeniranih ogljikovodikov (LHCH) je vedno povezano z antropogenimi dejavnostmi. Vsebnost trikloroetena v Hrastju znatno presega mejno vrednost, vsebnosti so v porastu.

Kakovost površinske vode se spremlja na 8 merilnih mestih na vodotokih Curnovec, Bezlanov graben, Mali graben, Gradaščica, Ižica in Ljubljanica. Vzorci vode za fizikalno kemijske in bakteriološke preiskave so bili odvzeti v poletnih mesecih.

Vsebnosti hranilnih snovi, predvsem dušikovih in fosforjevih spojin, je v površinskih vodah mesta Ljubljane še vedno zelo visoko. S tem je povezano tudi nihanje vsebnosti kisika, ki ga povzroča rast ali razpad alg. Površinske vode so obremenjene s komunalnimi vodami in so zato neprimerne za kopanje.

## SUMMARY

Groundwater quality is influenced by diverse natural and human activities. Negative effects on groundwater quality can arise from:

- small business and industrial production processes,
- storage and disposal of waste material,
- contamination of soils by accidents and improper storage of water – hazardous materials,
- agriculture (input of nutrients and pesticides),
- leaking sewage pipelines;
- operation of sewage farms.

Water law requires the protection of groundwater by establishing the water protection zones and protection of groundwater against pollution.

There is a high risk of pollution of drinking water originating from the groundwater in Ljubljana because of geological condition in that area. The high permeability of covering layers results in the relatively unhindered transport of pollutant in to groundwater in a relatively short time. An urban area like Ljubljana requires long term protection of drinking water supplies through groundwater protection measures.

The quality of groundwater in Ljubljana is regularly monitored by City of Ljubljana.

The program is performed on 5 wells for drinking water supply, 3 industrial wells and 2 groundwater monitoring wells.

The following physical – chemical parameters are regularly controlled:

Temperature, pH, conductivity, dissolved oxygen, chemical oxygen demand, ammonium, nitrite, nitrate, anionic detergents, mineral oils, phenols, metals, pesticides, AOX (adsorbable organic halogens), highly-volatile halogenated hydrocarbons.

The following conclusions are made:

- electrical conductivity is considered as parameter for impacts of inorganic matter. The mean value for the entire city area is about 520  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . The limit value of the Drinking Water Regulations is not exceeded;
- the value for chemical oxygen demand is low for all sample measuring points,
- ammonium is produced as a decomposition product of animal and plant proteins. Only traces of ammonium are present in the investigated groundwater sample. The limit value for the »good quality of groundwater« is not exceeded;
- agriculture and use of mineral fertilizers and liquid manure are considered a primary cause of high nitrate concentrations in groundwater. Limit values for »the good quality of groundwater« were exceeded at only 2 measuring points, the average value for the entire monitored area is 16 mg  $\text{NO}_3/\text{l}$ ;
- the presence of chrome VI in well Hrastje IA is of great concern, because the values are increasing;



- the presence of atrazine and its metabolites was detected in the whole monitored area of Ljubljana, the highest value for a single substance is 0,15 µg/l;
- the presence of AOX and LHCH in groundwater is always due to anthropogenic activity. The level of trichloroethene in Hrastje considerably exceeded the limit value and is still increasing.

The quality of surface waters is monitored on 8 measuring points on the Curnovec, Bezlanov graben, Mali graben, Gradščica, Ižica and Ljubljanica. Surface water samples for physical, chemical and bacteriological parameters are taken in the summer months.

The content of plant nutrients, especially nitrogen and phosphorus compounds, continues to be very high in Ljubljana surface waters. As a result, the concentrations of oxygen is very variable, caused by growth or decomposition of algae. The waters are polluted by sewage water and are unsuitable for bathing.

## 1 UVOD

Monitoring podzemne vode in površinskih vodotokov na območju Mestne občine Ljubljana (v nadaljevanju Monitoring MOL) v letu 2004 vključuje raziskave kakovosti podzemne in površinske vode na območju Mestne občine Ljubljana.

Monitoring MOL podzemne vode se izvaja na desetih mestih vzorčenja, med katerimi je pet vodnih zajetij, namenjenih za oskrbo s pitno vodo, tri mesta vzorčenja so industrijski vodnjaki in dve mesti vzorčenja so kontrolne vrtine. Pogostost vzorčenja je bila največja na vodnih zajetjih sistema za oskrbo s pitno vodo Vodovoda – Kanalizacija Ljubljana.

Monitoring MOL vključuje tudi osem mest vzorčenja na reki Ljubljanici in njenih pritokih.

Namen naloge je oceniti kakovost podzemne vode in vode površinskih vodotokov glede na osnovne lastnosti vode in glede na namene uporabe ter ocena obremenitev s snovmi iz seznama indikativnih fizikalno – kemijskih parametrov in mikrobioloških parametrov.

## 2 METODOLOGIJA DELA

### 2.1 VZORČENJE

#### 2.1.1 Mesta vzorčenja

##### *Podzemna voda*

Pregled mest vzorčenja in opis lokacij je razviden iz tabele 1. Geografska lega mest vzorčenja je prikazana v prilogi 10.1.

**Tabela 1:** Seznam merilnih mest podzemne vode

Zap. št.	Ime mesta vzorčenja	Šifra mesta vzorčenja	Geodetske koordinate	
			X	Y
1	Kleče (VIII a) 0543	P54380	104775	461280
2	Hrastje (I a) 0344	P54720	102960	466525
3	Šentvid (II A) 0581	P54280	106480	460300
4	Jarški prod (III) JA 3	P50420	105040	465805
5	Iški vršaj (I A) IŠ-2	P58060	090870	461320
6	Roje LV-0377	P54220	106930	461270
7	Stožice LV-0277	P54460	104730	462960
8	Koteks-Zalog 0371	P54900	102810	470260
9	Elok-Zalog 0251	P54860	101650	466260
10	Dekorativna 0641	P54340	105000	459840

Zaradi vzdrževalnih del dne 24.05. in 07.06. nismo odvzeli vzorca iz vodnjaka Kleče 8a. Vzorec smo odvzeli na vodnjaku 9. Iz istega razloga smo dne 09.08. vzorčili vodo iz vodnjaka Iški vršaj 2 namesto Iški Vršaj 1 A.

### ***Površinski vodotoki***

Pregled mest vzorčenja in opis lokacij je razviden iz tabele 2. Geografska lega mest vzorčenja je prikazana v prilogi 10.2.

**Tabela 2:** Seznam merilnih mest površinske vode

Zap. št.	Ime mesta vzorčenja	Šifra mesta vzorčenja	Geodetske koordinate	
			X	Y
1	Ljubljana	nad izlivom Bezanovega grabna	095450	459380
2	Ljubljana	pod izlivom Malega grabna v višini Špice	099440	462510
3	Bezanov graben	pred izlivom v Ljubljano	097280	459380
4	Curnovec	pred izlivom v Ljubljano	097970	459850
5	Mali graben	pred izlivom v Ljubljano	098770	461490
6	Gradaščica	nad Ljubljano	101020	456670
7	Gradaščica	pred izlivom v Ljubljano	100050	461820
8	Ižica	pred izlivom v Ljubljano	097510	462480

### **2.1.2 Način odvzema vzorcev**

#### ***Podzemna voda***

Vzorčenje podzemne je bilo izvedeno po akreditirani metodi skladno z določbami standarda SIST EN ISO/IEC 17025, akreditacijska listina LP 014. Metodologija vzorčenja je opisana v prilogi 10.3.

#### ***Površinska voda***

Vzorčenje vode in sedimenta površinskih vodotokov je bilo izvedeno po akreditirani metodi skladno z določbami standarda SIST EN ISO/IEC 17025, akreditacijska listina LP-014. Metodologija vzorčenja je opisana v prilogi 10.4.

## **2.2 SEZNAM PARAMETROV**

### **2.2.1 Podzemna voda**

Program zajema preiskave podzemne vode na: osnovne fizikalno kemijske lastnosti, skupinske kazalce obremenitev podzemne vode, mikroelemente (v nadaljevanju kovine), pesticide, lahkoahapne halogenirane ogljikovodike in mikrobiološke parametre, tabela 3.

Tabela 3: Seznam parametrov programa preiskav podzemne vode

Osnovne fizikalno kemijske lastnosti vode	Skupinski kazalci obremenitev podzemne vode
Temperatura vode	Anionaktivni detergenti
pH vrednost	Mineralna olja
Električna prevodnost (25°C)	Fenolne snovi

Raztopljeni kisik Nasičenost s kisikom Kemijska potreba po kisiku – KPK s KMnO <sub>4</sub> Spojine dušika - amonij, nitrit in nitrat	Organske halogene spojine (merjene kot adsorbiljive organske halogene spojine, v nadaljevanju AOX)
Mikroelementi (v nadaljevanju kovine)	Pesticidi
Baker, Cu Cink, Zn Kadmij, Cd Celokupni krom Krom v oksidativnem stanju VI, Cr oz. Cr VI Nikelj, Ni Svinec, Pb Živo srebro, Hg	Atrazin in razgradna produkta desetilatrazin in desizopropilatrazin Simazin Propazin Prometrin Cianazin Terbutilazin Terbutrin Bromacil Diklobenil in razgradni produkt diklobenil, 2,6-diklorobenzamid
Lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki	Mikrobiološki parametri
Triklorometan Tribromometan Bromdiklorometan Dibromklorometan Trikloronitrometan Tetraklorometan Diklorometan 1,1-dikloroetan 1,2-dikloroetan 1,1-dikloroeten 1,2-dikloroeten 1,1,2,2-tetrakloroeten 1,1,2-trikloroeten 1,1,1-trikloroetan 1,1,2-trikloroetan 1,1,2,2-tetrakloroetan triklorofluorometan difluorodiklorometan	Skupne koliformne bakterije MPN /100 ml Escherichia coli MPN / 100 ml Skupno število mikroorganizmov (22°C) /1 ml Skupno število mikroorganizmov (37°C) /1 ml Enterokoki MPN / 100 ml Clostridium perfringens (s sporami) št. /100 ml

### 2.2.2 Površinski vodotoki

Program zajema preiskave vode in sedimenta površinskih vodotokov na osnovne fizikalno kemijske lastnosti vode, skupinske kazalce obremenitev površinskih voda in vsebnost posameznih onesnaževal, skupinske kazalce obremenitev površinskih voda in vsebnost posameznih onesnaževal, mikroelemente (v nadaljevanju kovine) in posnetek spektra GC/MS za vodo in sediment, tabela 4.

Tabela 4: Seznam parametrov programa preiskav površinskih vodotokov

Osnovne fizikalno kemijske lastnosti vode	Skupinski kazalci obremenitev podzemne vode
Temperatura vode	Anionaktivni detergenti
pH vrednost	Bor
Električna prevodnost (25°C)	Mineralna olja
Raztopljeni kisik	Fenolne snovi
Nasičenost s kisikom	Organske halogene spojine (merjene kot adsorbiljive organske halogene spojine, v nadaljevanju AOX)
Celotni organski ogljik - TOC Kemijska potreba po kisiku – KPK s KMnO <sub>4</sub>	
Kemijska potreba po kisiku – KPK s K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	
Biokemijsko potrebo po kisiku - BPK <sub>5</sub>	

Spojine dušika - amonij, nitrit in nitrat Celotni dušik – TN Sulfat Klorid Fosfat – celokupni Fosfat – ortofosfat Kalcij, magnezij, natrij, kalij Hidrogenkarbonat	
Mikroelementi (v nadaljevanju kovine), voda in sediment	Mikrobiološki parametri
Baker, Cu Cink, Zn Kadmij, Cd Celokupni krom Krom v oksidativnem stanju VI, Cr oz. Cr VI Nikelj, Ni Svinec, Pb Živo srebro, Hg	Skupne koliformne bakterije MPN /100 ml Koliformne bakterije fekalnega izvora MPN v 100 ml
Posnetek spektra GC/MS za vodo in sediment	

## 2.3 METODOLOGIJA

### 2.3.1 Podzemna voda

Standardi oz. drugi uveljavljeni mednarodni dokumenti za uporabljene metode so izpisani ob rezultatih analize, priloga 10.5. Akreditirane metode so označene z znakom »#«.

### 2.3.2 Površinske vode

Standardi oz. drugi uveljavljeni mednarodni dokumenti za uporabljene metode so izpisani ob rezultatih analize, v priloga 10.6. Akreditirane metode so označene z znakom »#«.

## 3 ZAKONSKE OSNOVE IN STROKOVNI VIRI

### 3.1 PODZEMNA VODA

Za oceno izmerjenih vrednosti so uporabljene mejne vrednosti iz predpisov RS in drugih strokovnih virov:

- Uredba o kakovosti podzemne vode (Ur. list RS št. 11/2002 in 41/2004);
- Pravilnik o pitni vodi (Ur. list RS št. 19/2004 in 35/2004).

### 3.2 POVRŠINSKI VODOTOKI

Razmere v površinskih vodotokih so ocenjene glede na kriterije kemijskega stanja in primernosti za življenje sladkovodnih vrst rib. Razmere v Gradaščici, Bezlanovemu grabnu, Ljubljanici in Ižici pa so ocenjene tudi po kriterijih za kopalne vode. Podlaga za oceno razmer so predpisi:

- Uredba o kemijskem stanju površinskih voda (Ur. list RS št. 11/2002 in 41/2004);
- Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (Ur. list RS št. 46/2002 in 41/2004);
- Pravilnik o določitvi odsekov površinskih voda, pomembnih za življenje sladkovodnih rib (Ur. list RS št. 28/2005);
- Pravilnik o pitni vodi (Ur. list RS št. 19/2004 z dopolnilom Ur. list RS št. 35/2004).

Minimalne higienske in druge razmere za kopalne vode v preiskovanih površinskih vodotokih smo ocenili po določenih predpisih:

- Pravilnik o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode (Ur. list RS 73/2003);
- Uredba o območjih kopalnih voda ter o monitoringu kakovosti kopalnih voda ul -Uredba o območjih kopanih voda ter o monitoringu kakovosti kopalnih voda (Ur. list RS št. 70/2003).

Obremenitve sedimenta z nevarnimi snovmi so ocenjene na osnovi kriterijev opredeljenih s predpisi:

- Uredba o kemijskem stanju površinskih voda (Ur. list RS št. 11/2002 in 41/2004);
- Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih emisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh, (Ur. list RS 68/1996).

Rezultati preskušanj so ocenjeni na osnovi primerjave z mejnimi vrednostmi določenimi z določbami predpisov RS, tabela 5. V tabeli 5 so uporabljeni naslednji viri:

- 1) Uredbe o kemijskem stanju površinskih voda (Ur. list RS št. 11/2002 in 41/2004);
- 2) Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (Ur. list RS št. 46/2002 in 41/2004).
- 3) Pravilnika o pitni vodi (Ur. list RS št. 19/2004 in št. 35/2004);
- 4) Pravilnik o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode (Ur. list RS 73/2003).

Rezultati preskušanj so ocenjeni (sediment) na osnovi primerjave z mejnimi vrednostmi določenimi z določbami predpisov RS, tabela 6. V tabeli 6 so uporabljeni naslednji viri:

- 1) Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih emisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh, (Ur. list RS 68/1996) (zapovrstjo so navedene mejna, opozorilna in kritična imisijska vrednost);
- 2) Uredba o kemijskem stanju površinskih voda (Ur. list RS št. 11/2002 in 41/2004).

**Tabela 5:** Mejne vrednosti po predpisih za površinske vodotoke v RS

Parameter	Enota	Izražen kot	Mejna vrednost-Uredba (Ur. list RS št. 11/2002 in 41/2004)- <b>Kemijsko stanje</b>	Mejna vrednost-Uredba (Ur. list RS št. 46/2002 in 41/2004) - <b>Kakovost pov. voda-sladkovodne vrste rib</b>	Mejna vrednost-Pravilnik (Ur. list RS št. 19/2004 in št. 35/2004)- <b>Pitna voda</b>	Mejne vrednosti - Pravilnik (Ur. list RS 73/2003)- <b>Kopalne vode</b>
Temperatura zraka	oC					
Temperatura vode	oC					
PH				6-9+/-0,5	6,5-9,5	6-9
Elektroprevodnost (25oC)	uS/cm				2500	
Kisik	mg/l	O2		50%>/=9		
Nasičenost s kisikom	%			100%>/=6		80-120
Neraztopljene snovi	m			</=25 <sup>1)</sup>		
Skupni organski ogljik (TOC)	mg/l	C			4	
Kemijska potreba po kisiku-KPK (KMnO4)	mg/l	KMnO4			10	
Biokemijska potreba po kisiku-BPK <sub>5</sub>	mg/l	O <sub>2</sub>		3		
Amonij	mg/l	NH <sub>4</sub>		</=1 <sup>2)</sup>	0,5	
Nitrati	mg/l	NO <sub>3</sub>	25		50	
Nitriti	mg/l	NO <sub>2</sub>		</=0,01 <sup>2)</sup>	0,5	
Kloridi	mg/l	Cl			250	
Sulfat	mg/l	SO <sub>4</sub>	150		250	
Fosfat-celokupni	mg/l	PO <sub>4</sub>		0,2		
Natrij	mg/l	Na	150		200	
Bor	ug/l	B	100		1000	
Kadmij	ug/l	Cd	1		5	
Baker	ug/l	Cu	5	5-110	2000	
Cink	ug/l	Zn	100	30-500		
Krom	ug/l	Cr	10		50	
Nikelj	ug/l	Ni	10		20	

Parameter	Enota	Izražen kot	Mejna vrednost-Uredba (Ur. list RS št. 11/2002 in 41/2004)- <b>Kemijsko stanje</b>	Mejna vrednost-Uredba (Ur. list RS št. 46/2002 in 41/2004) - <b>Kakovost pov.voda-sladkovodne vrst rib</b>	Mejna vrednost-Pravilnik (Ur. list RS št. 19/2004 in št. 35/2004)- <b>Pitna voda</b>	Mejne vrednosti - Pravilnik (Ur. list RS 73/2003)- <b>Kopalne vode</b>
Svinec	ug/l	Pb	10		10	
Živo srebro	ug/l	Hg	1		1	
Mineralna olja	mg/l		0,05	3)		0,3
Fenolne snovi (hlapne z vodno paro)	ug/l		10	3)		5
Adsorbiljivi organski halogeni (AOX)	ug/l	Cl	20			

Opombe:

- 1) *Priporočena vrednost.*
- 2) *Mejna vrednost.*
- 3) *Snov oz. spojina ne sme biti prisotna v količini, da bi vplivala na okus rib. Oz. da bi bil viden film na gladini vode (mineralna olja).*

**Tabela 6:** Mejne vrednosti za sediment po predpisih RS

Parameter	Enota	Izražen kot	Mejna vrednost-Uredba (Ur. list RS št. 11/2002 in 41/2004) - <b>Kemijsko stanje</b>	Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih emisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh, (Ur.list RS 68/1996)
Skupni organski ogljik – TOC	%	C		
Baker	mg/kg	Cu		60/100/300
Cink	mg/kg	Zn		200/300/720
Krom	mg/kg	Cr		100-150-380



Parameter	Enota	Izražen kot	Mejna vrednost-Uredba (Ur. list RS št. 11/2002 in 41/2004) - <b>Kemijsko stanje</b>	Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih emisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh, (Ur. list RS 68/1996)
Nikelj	mg/kg	Ni		50/70/210
Kadmij	mg/kg	Cd		1/2/12
Svinec	mg/kg	Pb		50/120/1000
Živo srebro	mg/kg	Hg		0,8/2/10
Mineralna olja	mg/kg			50/2500/5000
Ekstrahirani organski halogeni – EOX	mg/kg	Cl	1	

#### 4 ZAGOTAVLJANJE IN KONTROLA KAKOVOSTI

Izvajanje Monitoringa MOL vključujejo tudi zagotavljanje in kontrolo kakovosti skladno z določili SIST EN ISO/IEC 17025, katerih uspešnost je potrjena z akreditacijsko listino LP-014.

Vsi storjeni ukrepi in aktivnosti so dokumentirane in arhivirane na Zavodu za zdravstveno varstvo Maribor na način kot je določen s SIST EN ISO/IEC 17025.

#### 5 REZULTATI

V prilogi 10.5 so analizna poročila za podzemno vodo in v prilogi 10.6 za površinske vodotoke.

V prilogi 10.7 so zbirni rezultati preiskave podzemne vode in v prilogi 10.8 za površinske vodotoke.

V prilogi 10.9 so rezultati mikrobioloških preiskav vode podzemne vode

V prilogi 10.10 so rezultati mikrobioloških preiskav vode površinskih vodotokov.

V prilogi 10.11 so posnetki GC/MSD za vode.

Pri programu podzemne vode je prišlo do spremembe merilnega mesta v mesecu maju in juniju in sicer smo vodnjak Kleče 8a nadomestili z vodnjakom Kleče 9. Dne 09.08.2004 smo merilno mesto Iški vršaj Ia zamenjali z vodnjakom II.

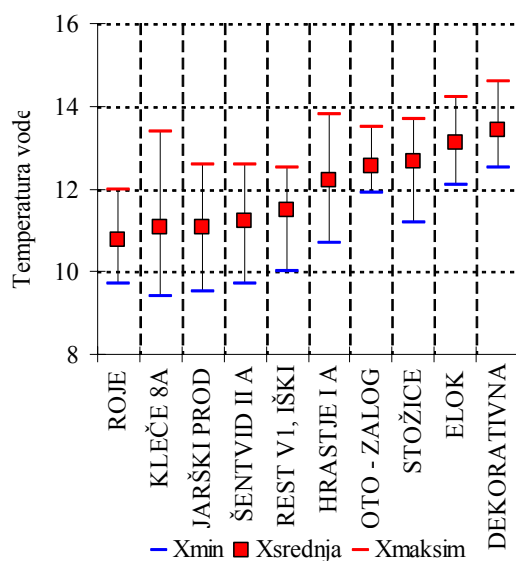
Program za površinske vodotoke predvideva tudi posnetke GC/MS za sediment. V požaru v marcu 2005 so bili uničeni posnetki GC/MS za sediment površinskih vodotokov. Zato se naročniku predlaga izvedbo posnetkov GC/MS v letu 2005.

## 6 KAKOVOST IN OBREMENTITVE Z NEVARNIMI SNOVMI PODZEMNE VODE

### 6.1 OSNOVNE FIZIKALNO – KEMIJSKE LASTNOSTI

#### 6.1.1 Temperatura vode

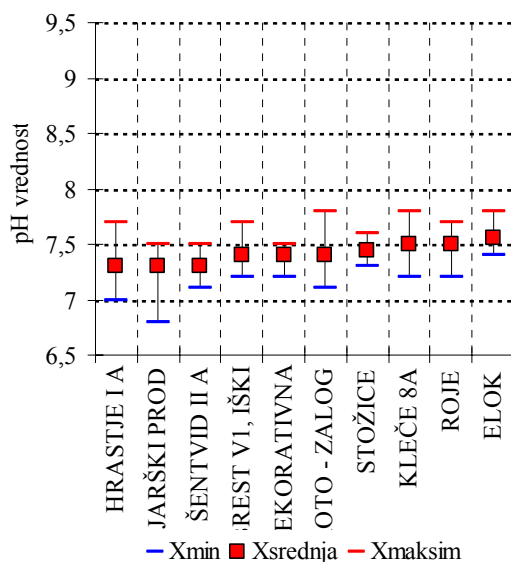
Povprečna temperatura podzemne vode je bila v času izvajanja Monitoringa MOL v letu 2004 na mestih vzorčenja med 9,4 °C, Kleče 8A in 14,6 °C, Dekorativna (skupaj N=109 meritev). Na sliki 1 je prikazana povprečna letna temperatura ter najnižja in najvišja temperatura na posameznih mestih vzorčenja. Temperatura vode je odvisna od temperature zraka, kar kaže relativno visoka vrednost korelacijskega koeficienta  $[T_{\text{VODE}}]/[T_{\text{ZRAKA}}]=0,53$ .



Slika 1: Podzemna voda – Temperatura vode

### 6.1.2 pH

V letu 2004 so bile vsi rezultati meritev pH vrednosti v dopustnem območju za pitno vodo po določbah predpisa RS za pitno vodo. Letna povprečja na posameznih mestih vzorčenja so bila med 6,8 in 7,8; srednja letna vrednost je 7,4 (N=109).

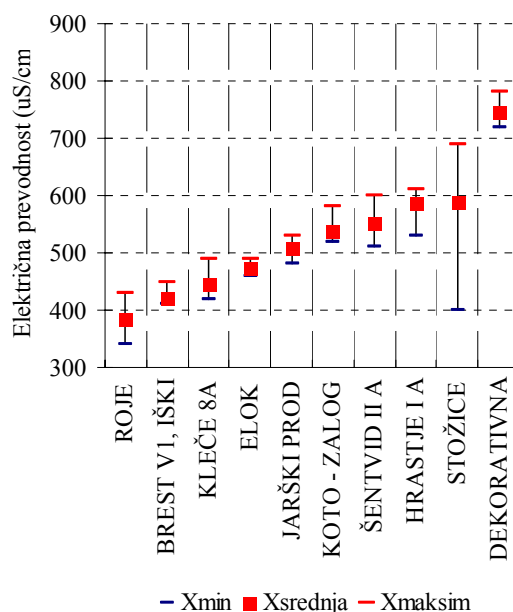


Slika 2: Podzemna voda – pH vrednost

### 6.1.3 Električna prevodnost pri 25 °C

Na električno prevodnost vplivajo geološke osnove vodonosnika, hidrološke razmere in dodatne obremenitve kot poledica dogajanj na površini.

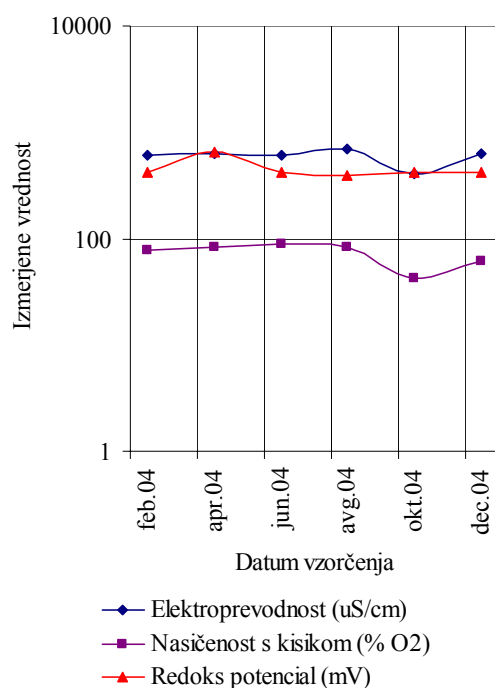
Srednja izmerjena vrednost (za celotno območje) je za čas Monitoringa MOL v letu 2004 525  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (pri 25 °C). Najnižjo vrednost je bila izmerjena junija na Rojah, 340  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , najvišja pa junija v Dekorativni 780  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , slika 3. Na mestu vzorčenja Dekorativna so povišane vrednosti stalne, od 720 do 780,  $X_{\text{SRED}}=745$   $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Največja nihanja izmerjenih vrednosti so bila ugotovljena v Stožicah, od 400 do 690  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , kar kaže na veliko odzivnost vodnega sistema na hidrološke razmere in/ali druga dogajanja na površini.



Slika 3: Podzemna voda – Električna prevodnost

#### 6.1.4 Nasičenost s kisikom

Razmere s kisikom za podzemne vode niso odločilni parameter glede na kriterije za kakovost, saj so močno odvisne od dinamike in načina izkoriščanja vode iz preiskovanega vodnega vira. Kljub temu, na osnovi relativno visoke vrednosti za nasičenost,  $X_{SRED}=66\%$  ( $N=109$ ),  $X_{MIN}=42\%$  in  $X_{MAKS}=99\%$  kažejo, da na preiskovanih mestih vzorčenja, v podzemni vodi niso prisotne snovi, ki bi porabljale kisik (na primer različne oblike sulfidov). S slike 4 je razvidno, da na razmere s kisikom vplivajo predvsem zaledne in/ali padavinske vode, ki pritekajo v vodno telo.



Slika 4: Podzemna voda – Nasičenost s kisikom, električna prevodnost in redoksní potencial

### 6.1.5 Kemijska potreba po kisiku

Kemijska potreba po kisiku KPK je merilo obremenitev podzemne vode s snovmi organske narave, ki za svojo razgradnjo potrebujejo kisik. Vrednost KPK -  $\text{KMnO}_4$ , je bila na vseh mestih v času izvajanja Monitoringa MOL v letu 2004 praviloma nižja ali enaka  $2 \text{ mg/l KMnO}_4$ . Izjema je le mesto vzorčenja Dekorativna (avgust 2004), na katerem je izmerjena vrednost  $5,6 \text{ mg/l KMnO}_4$ . Tudi v tem primeru mejna vrednost iz Pravilnika o pitni vodi ni presežena.

### 6.1.6 Amonij

Vsebnost amonija je bila v letu 2004 v večini preiskovanih vzorcih na meji zaznavnosti za uporabljeno analizno metodo ( $0,01 \text{ mg/l NH}_4$ ). Najvišja vrednost je bila izmerjena v mesecu maju v Hrastju ( $0,04 \text{ mg/l NH}_4$ ).

Glede izmerjenih vsebnosti amonija podzemna voda v času izvajanja Monitoringa MOL v letu 2004, na celotnem območju ustreza kriterijem Uredbe o kakovosti podzemnih voda (v kateri je določena mejna vrednost  $0,06 \text{ mg/l NH}_4$ ) in kriterijem za pitno vodo opredeljeno s Pravilnikom o pitni vodi ( $0,5 \text{ mg/l NH}_4$ ).

### 6.1.7 Nitrit

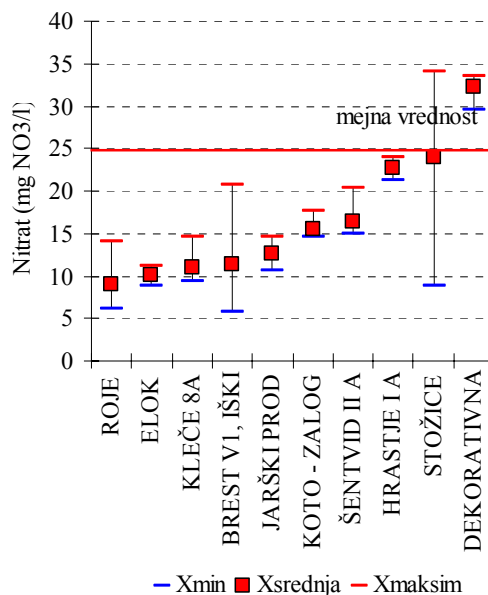
Vsebnost nitrita je bila v letu 2004 v vseh preiskovanih vzorcih po koncentracijskim nivojem meje zaznavnosti za uporabljeno analizno metodo (0,007 mg/l NO<sub>2</sub>). Mejna vrednost določena s Pravilnikom za pitno vodo, ni presežena.

### 6.1.8 Nitrat

Za podzemno vodo Ljubljanskega polje in Ljubljanskega barja velja splošna ugotovitev, da ni obremenjena z nitrati, slika 5. Srednja izmerjena vrednost je 16 mg/l NO<sub>3</sub>, izmerjene vrednosti pa so v intervalu od 5,7 do 34 mg/l NO<sub>3</sub>. Najvišje so izmerjene vrednosti na mestih vzorčenja Dekorativna in Stožice, tabela 7.

Tabela 7: Nitrat na mestih vzorčenja Dekorativna in Stožice

Mesto vzorčenja	Nitrat (mg/l NO <sub>3</sub> )			Ocena razmer
	X <sub>SRED</sub>	X <sub>MIN</sub>	X <sub>MAKS</sub>	
Dekorativna	32	30	33	Stalna, visoka vrednost, Kemijsko stanje podzemne vode »slabo«.
Stožice	24	8,8	34	Spremenljive vsebnosti, odziv na hidrološke razmere in dogajanja na površini; srednja izmerjena vrednost v letu 2004 ne presega kriterija za »dobro« kemijsko stanje



Slika 5: Podzemna voda – Nitrat

## 6.2 SKUPINSKI KAZALCI OBREMENITEV PODZEMNE VODE

### 6.2.1 Anionaktivni detergenti

Vsebnosti anionaktivnih detergentov so v letu 2004 pod koncentracijskim nivojem meje zaznavnosti za uporabljeno analizno metodo (0,05 mg/l TBS).

### 6.2.2 Mineralna olja

Vsebnosti mineralnih olj so v letu 2004 pod koncentracijskim nivojem za uporabljeno analizno metodo (0,006 mg/l). Mejna vrednost določena z Uredbo za podzemno vodo ni presežena.

### 6.2.3 Fenolne snovi

Vsebnosti fenolnih snovi, izražena kot fenolni indeks, so v letu 2004 v vseh preiskovanih vzorcih pod koncentracijskim nivojem meje zaznavnosti za uporabljeno analizno metodo (1,0 µg/l C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH).

### 6.2.4 Organske halogene spojine (adsorbljive organske halogene spojine, AOX)

Adsorbljive organske halogene spojine so merilo obremenitev podzemne vode s halogenimi spojinami. V letu 2004 je bila ugotovljena prisotnost adsorbljivih organskih halogenih spojin na vseh mestih vzorčenja iz programa monitoringa: X<sub>SRED</sub>=6,8 µg/l Cl, X<sub>MIN</sub>=1,5 µg/l Cl, X<sub>MAKS</sub>=45 µg/l Cl. Izstopali sta predvsem dve mesti vzorčenja:

- vodno zajetje Hrastje s stalnimi povišanimi vrednostmi, X<sub>SRED</sub>=12 µg/l Cl (N=24), X<sub>MIN</sub>=1,5 µg/l Cl, X<sub>MAKS</sub>=45 µg/l Cl;
- mesto vzorčenja Stožice, posamezne povišane vrednosti, X<sub>SRED</sub>=11 µg/l Cl (N=5), X<sub>MIN</sub>=1,5 µg/l Cl, X<sub>MAKS</sub>=24 µg/l Cl.

### 6.2.5 Mikroelementi

V času izvajanja Monitoringa MOL v letu 2004 je bila na posameznih mestih vzorčenja ugotovljena prisotnost bakra, cinka, celokupnega kroma in kroma v oksidativnem stanju VI, niklja in svinca. Kot je razvidno iz tabele 8 so statistično pomembne le obremenitve podzemne vode s celokupnim kromom in kromom v oksidativnem stanju VI. Ugotovljena je stalna prisotnost celokupnega kroma in kroma v oksidativnem stanju VI na vodnem zajetju Hrastje, vodnjak Hrastje I A in na mestu vzorčenja KOTO Zalog, tabela 8.

**Tabela 8:** Pregled prisotnosti kovin na posameznih mestih vzorčenja v okviru izvajanja Monitoringa MOL v letu 2004

Mesto vzorčenja	Cu	Zn	Cd	Cr <sup>6+</sup>	Cr <sub>Celokupni</sub>	Ni	Pb	Hg
Ljubljansko polje in Ljubljansko barje	N=71 X <sub>SRED</sub> <1 < 4,2	N=79 X <sub>SRED</sub> <10 <10-39	N=6 X <sub>SRED</sub> <0,2	N=78 X <sub>SRED</sub> <5 7,3-27	N=78 X <sub>SRED</sub> =7,6 0,1-21	N=78 X <sub>SRED</sub> =2,1 <1-5,6	N=94 X <sub>SRED</sub> <1 <1-2,4	N=6 X <sub>SRED</sub> <0,1
Kleče	/	n.p.	/	n.p.	+	+	n.p.	/

Mesto vzorčenja	Cu	Zn	Cd	Cr <sup>6+</sup>	Cr <sub>Celokupni</sub>	Ni	Pb	Hg
Ljubljansko polje in Ljubljansko barje	N=71 X <sub>SRED</sub> <1 < 4,2	N=79 X <sub>SRED</sub> <10 <10-39	N=6 X <sub>SRED</sub> <0,2	N=78 X <sub>SRED</sub> <5 7,3-27	N=78 X <sub>SRED</sub> =7,6 0,1-21	N=78 X <sub>SRED</sub> =2,1 <1-5,6	N=94 X <sub>SRED</sub> <1 <1-2,4	N=6 X <sub>SRED</sub> <0,1
Hrastje	+	+	/	++	++	+	+	/
Šentvid	+	n.p.	/	n.p.	+	/	/	/
Jarški prod	+	+	/	n.p.	+	+	n.p.	/
Iški vršaj	+	n.p.	/	/	/	/	n.p.	/
Roje	+	/	/	/	/	+	+	/
Stožice	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
Koteks	+	/	/	+	+	+	n.p.	/
Elok	/	/	n.p.	/	/	/	n.p.	/
Dekorativna	/	/	/	/	/	+	n.p.	n.p.

**Opomba:**

/ meritve niso bile vključene v program monitoringa;

n.p. kemijski element ni prisoten;

+ prisotnost v sledovih (do 50% MV)

++ povišane koncentracije (med 50% in 100% MV).

Z vidika obremenitev podzemne vode s kovinami sta v pomembnih koncentracijah na vodnem viru Hrastje Ia prisotna celokupni krom,  $[Cr]_{\text{Srednja}}=16 \mu\text{g/l Cr}$ ,  $[Cr]_{50\text{Percentilna}}=16 \mu\text{g/l Cr}$  in  $[Cr]_{\text{Maksimalna}}=21 \mu\text{g/l Cr}$ , tabela 9. Rezultati preiskav kažejo, da prevladuje VI oksidativna stopnja kroma,  $[Cr]_{\text{Srednja}}=15 \mu\text{g/l Cr}$ . Mejna vrednost  $50 \mu\text{g/l Cr}$ , določena s Pravilnikom o pitni vodi in mejna vrednost  $30 \mu\text{g/l Cr}$ , določena z Uredbo o kakovosti podzemne vode (Ur. list RS št. 11/2002 in 41/2004).

Analiza trendov obremenitev podzemne vode na območju vodnih zajetij Hrastje in Kleče kaže, da se obremenitve na območju vodnih zajetij Kleče zmanjšujejo sočasno pa povečujejo obremenitve podzemne vode na območju vodnih zajetij Hrastje, slika 6. Ocenjuje se, da na obseg obremenitev podzemne vode s kromom v oksidativnem stanju VI na območju vodnih zajetij vpliva tudi reka Sava (z navodnjavanjem) in hidrološke razmere.

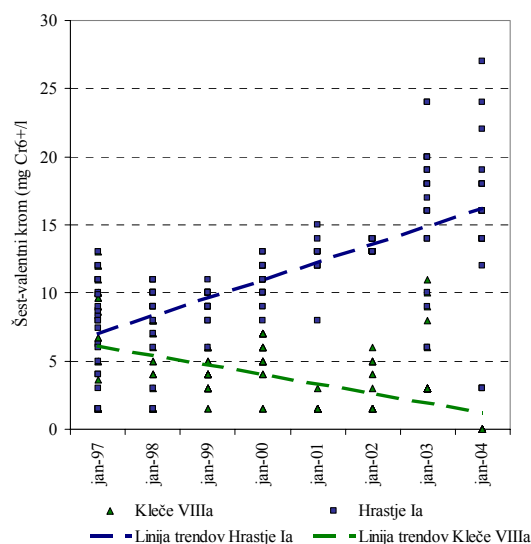
Tabela 9: Celokupni krom in krom v oksidativnem stanju VI

Mesto vzorčenja	Krom - celokupni ( $\mu\text{g/l Cr}$ )			Ocena razmer
	X <sub>SRED</sub>	X <sub>MIN</sub>	X <sub>MAKS</sub>	
Kleče 8A	<1 (N=24)	<1	8,9	Občasno povišane vsebnosti, mejne vrednosti niso presežene, Kemijsko stanje podzemne vode »dobro«
Jarški Brod JA-3	4,3 (N=12)	<1	11	Občasno povišane vsebnosti, mejne vrednosti niso presežene, Kemijsko stanje podzemne vode »dobro«
KOTO -Zalog	7,6 (N=6)	2,9	17	Stalna prisotnost, mejne vrednosti niso presežene, Kemijsko stanje podzemne vode »dobro«.
Šentvid II A	3,4 (N=12)	<1	8,1	Občasno povišane vsebnosti, mejne vrednosti niso presežene, Kemijsko stanje podzemne vode »dobro«
Hrastje I A	16 (N=24)	12	21	Stalna prisotnost, mejne vrednosti niso presežene,



Mesto vzorčenja	Krom - celokupni ( $\mu\text{g/l Cr}$ )			Ocena razmer
	$X_{\text{SRED}}$	$X_{\text{MIN}}$	$X_{\text{MAKS}}$	
				Kemijsko stanje podzemne vode »dobro«.

Mesto vzorčenja	Krom – oksidativno stanje VI ( $\mu\text{g/l Cr}$ )			Ocena razmer
	$X_{\text{SRED}}$	$X_{\text{MIN}}$	$X_{\text{MAKS}}$	
Kleče 8A	<5 (N=24)			Prisotnost Cr VI ni ugotovljena.
Jarški Brod JA-3	<5 (N=12)			Prisotnost Cr VI ni ugotovljena.
KOTO -Zalog	<5 (N=6)	<5	8	Občasna prisotnost.
Šentvid II A	<5 (N=12)	<5	6	Občasna prisotnost.
Hrastje I A	15 (N=24)	<5	27	Stalna prisotnost, mejne vrednosti niso presežene, Kemijsko stanje podzemne vode »dobro«.

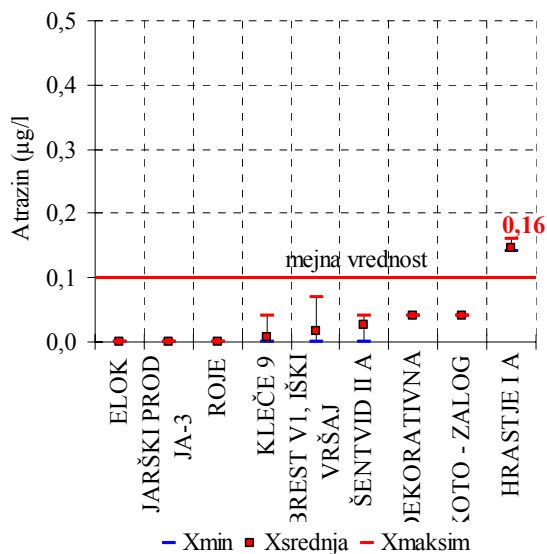


Slika 6: Podzemna voda – vodni zajetji Hrastje Ia in Kleče VIIIa, Krom v oksidativnem stanju VI

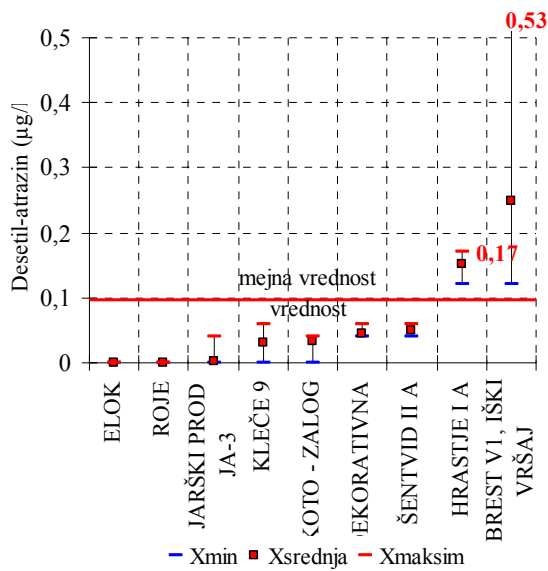
## 6.2.6 Pesticidi

V okviru Monitoringa MOL v letu 2004 je bila ugotovljena prisotnost atrazina in njegovega razgradnega produkta, desetil atrazina, na mestih vzorčenja Brest, Dekorativna, Hrastje, Kleče, Koto in Šentvid. V vseh vzorcih iz vodnega vira Hrastje Ia je bil prisoten tudi 2,6 diklorobenzamid (razgradni produkt diklobenila). Najvišje izmerjene vsebnosti pesticidov so bile v podzemni vodi na območju vodnega vira Hrastje Ia, kjer je bila srednja koncentracija vsote vseh pesticidov  $0,34 \mu\text{g/l}$ , maksimalna koncentracija pa  $0,4 \mu\text{g/l}$ , sliki 7 in 8. Analiza trendov za atrazin v podzemni vodi na območju vodnih zajetij Hrastje Ia in Kleče VIIIa kaže na statistično

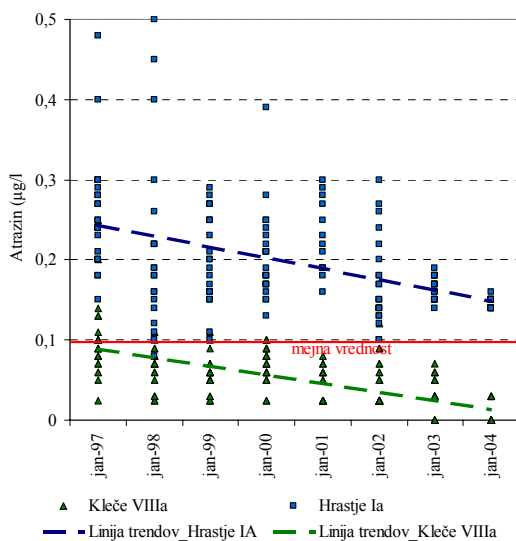
izrazite trende zmanjševanja obremenitev, slika 9. Stanje obremenitev podzemne vode z atrazinom in njegovimi razgradnimi produkti je odvisno od hidroloških razmer pa tudi od obsega vplivov reke Save. Glede na osnovni mehanizem razpadanja atrazina (le ta poteka po eksponentni funkciji,  $[C_{\text{ATRAZIN}}]_{(T)} = [C_{\text{ATRAZIN}}]_{(T=0)} + A \cdot e^{-B \cdot T}$ , A in B konstanti), je naraščanje obremenitev podzemne vode z desetilatrazinom pričakovano, zmanjševanje obremenitev z atrazinom pa upočasnjeno.



Slika 7: Podzemna voda – Atrazin



Slika 8: Podzemna voda – Desetilatrazin

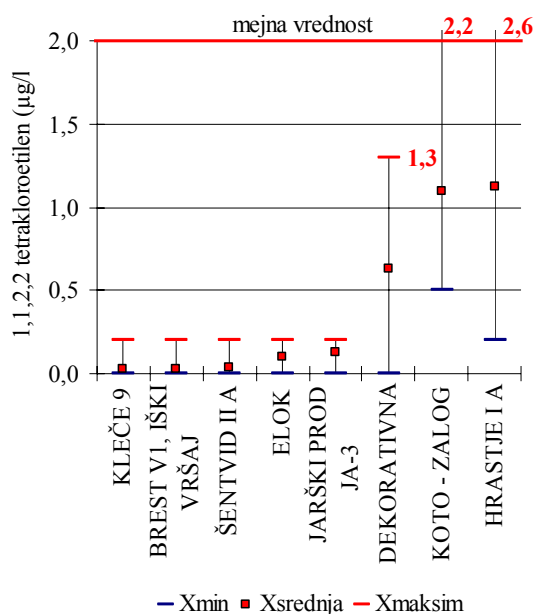


Slika 9: Podzemna voda – vodni zajetji Hrastje I a in Kleče VIIIa

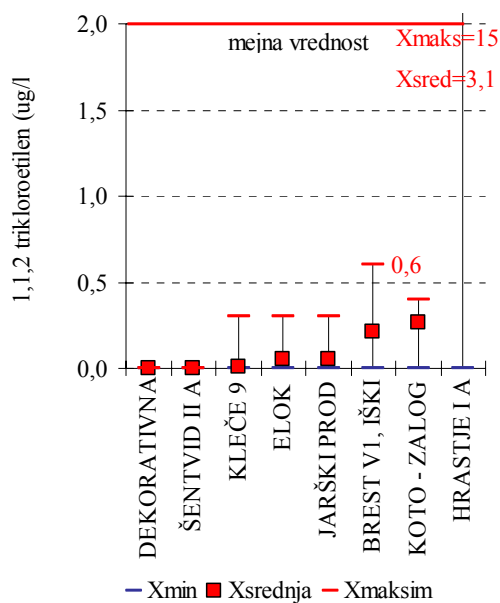
## Kleče VIII a, Atrazin

## 6.2.7 Lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki

V okviru Monitoringa MOL v letu 2004 je bila v podzemni vodi ugotovljena prisotnost triklorometana, 1,1,2,2 – tetrakloroetena, 1,1,2 – trikloroetena, 1,1,1 – trikloroetana. S slik 10 in 11 je razvidno, da so hlapne organske halogene spojine občasno prisotne na vseh mestih vzorčenja, v stalno in v merljivih koncentracijah pa v Hrastju, Koteksu, in Dekorativni.

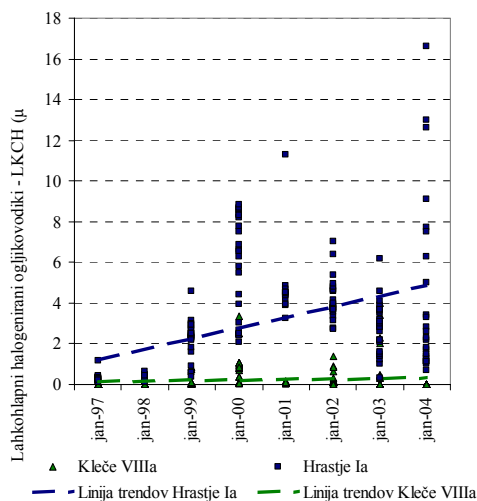


Slika 10: Podzemna voda – 1,1,2,2-tetrakloroeten



Slika 11: Podzemna voda – 1,1,2-trikloroeten

Med navedenimi spojinami iz skupine hlapnih halogeniranih organskih spojin so obremenitve podzemne vode z 1,1,2 – trikloroetenom in 1,1,2,2-tetrakloroetenom pomembne in jih ocenjujemo, tudi z vidika kriterijev Directive 2000/60/EC of the European Parliament and the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy, za kritične. Ugotovitev še posebej velja za razmere na območju vodnega zajetja Hrastje Ia, kjer se kažejo statistično pomembno izraženi trendi naraščanja obremenitev podzemne vode s 1,1,2 - trikloroetenom in 1,1,2,2-tetrakloroetenom (izraženo v vsoti LHCH), slika 12.



Slika 12: Podzemna voda – vodni zajetji Hrastje Ia in Kleče VIII a, vsota LKCH

### 6.2.8 Mikrobiološki parametri

Opravljene mikrobiološke preiskave v letu 2003 (MPN *Escherichia coli*, skupno število mikroorganizmov pri 22° C, skupno število mikroorganizmov pri 37° C, MPN streptokoki fekalnega izvora, vrste *proteus* in sulfitreducirajoči klostridiji) v nobenem vzorcu, z izjemo enega vzorca podzemne vode na mestu vzorčenja Koteks, ne kažejo prisotnosti ali povečanega števila mikroorganizmov. Rezultati mikrobiološke preiskave vzorcev iz Koteksa kažejo na občasen pojav koliformnih bakterij.

## 7 KAKOVOST IN OBREMENTITVE PODZEMNE VODE PO MESTIH VZORČENJA

### 7.1 KLEČE VIII A

Kleče so najpomembnejši vodni vir sistema za oskrbo s pitno vodo Ljubljane na Ljubljanskem polju. V letu 2004 je bilo opravljenih 24 vzorčenj. Na podlagi rezultatov preiskav je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode, temperatura, pH in električna prevodnost so bile v preiskovanem obdobju stalne, temperatura vode,  $T_v=11,1\pm 0,9$  °C,  $pH=7,5\pm 0,1$  in električna prevodnost,  $\kappa=446\pm 18$   $\mu S/cm$ ;
- vsebnosti amonija in nitrita v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjena vsebnost nitrata,  $C_{SRED, NO_3}=11\pm 1,3$  mg/l  $NO_3$  ( $C_{50Percentilna, NO_3}=10,6$  mg/l  $NO_3$ , ne presega vrednosti 25 mg/l  $NO_3$ , ki je opredeljena z Uredbo o kakovosti podzemne vode za mejno vrednost za »dobro kemijsko stanje«;
- vsebnosti kovin, kot so baker, cink, krom, nikelj in svinec so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitne metode in ne presegajo mejnih vrednosti opredeljenih s Pravilnikom o pitni vodi;
- izmerjene vsebnosti atrazina in desetilatrazina v času izvajanja Monitoringa MOL v letu 2004 niso presegle kriterija za dobro kemijsko stanje podzemne vode opredeljenega z Uredbo o kakovosti podzemne vode;

$C_{Srednja, ATRAZIN} = <0,03$ $\mu g/l$	$C_{Srednja, DESETILATRAZIN} = 0,03$ $\mu g/l$
$C_{Maksimalna, ATRAZIN} = 0,04$ $\mu g/l$	$C_{Maksimalna, DESETILATRAZIN} = 0,06$ $\mu g/l$

- občasno je bila ugotovljena prisotnost lahkih halogenih organskih spojin (kloriranih topil), izmerjene vsebnosti so nižje od mejne vrednosti opredeljene s Pravilnikom o pitni vodi in tudi vrednosti opredeljene z Uredbo o kakovosti podzemne vode za »dobro kemijsko stanje«;
- na osnovi mikrobioloških preiskav (MPN skupnih koliformnih bakterij, MPN Escherichia coli, skupno število mikroorganizmov pri 22° C, skupno število mikroorganizmov pri 37° C, MPN streptokoki fekalnega izvora, vrste proteus, sulfitreducirajoči klostridiji in Pseudomonas aeruginosa) je ugotovljeno, da so mikrobiološke razmere ustrezne.

## 7.2 HRASTJE IA

V Hrastju je vodno zajetje vključeno v sistem za oskrbo s pitno vodo Ljubljane na Ljubljanskem polju. V letu 2004 je bilo opravljenih 24 vzorčenj, na podlagi le-teh se ugotavlja:

- osnovne značilnosti vode, temperatura, pH in električna prevodnost, so bile v preiskovanem obdobju stalne, temperatura vode,  $T_v=12,2\pm 0,7$  °C,  $pH=7,3\pm 0,2$ , in električna prevodnost,  $\kappa=588\pm 17$   $\mu S/cm$ ;
- prisotnost amonija je bila ugotovljena samo v enem vzorcu, koncentracija je bila na meji zaznavnosti za uporabljeno analitsko metodo. Prisotnost nitrita ni ugotovljena;
- vsebnosti nitrata so stalne,  $C_{SRED, NO_3}= 22\pm 1$  mg/l  $NO_3$ ) in ne presegajo vrednosti 25 mg/l  $NO_3$ , ki je po Uredbi o kakovosti podzemne vode opredeljena za mejno vrednosti za »dobro kemijsko stanje«;
- krom se nahaja predvsem v oksidativni obliki  $Cr^{6+}$  ( $C_{SRED, Cr(sku)} = 15$   $\mu g/l$  Cr in  $C_{SRED, Cr^{6+}} = 16$   $\mu g/l$  Cr). Ne glede na to, da mejna vrednost za celokupni Cr, opredeljena z Uredbo o kakovosti podzemne vode ni presežena, pa so obstoječe obremenitve nesprejemljive z vidika oskrbe s pitno vodo;
- obremenitve podzemne vode z atrazinom in njegovim razgradnim produktom desetilatrazinom, so bile v času izvajanja Monitoringa MOL v letu 2004 stalne:

$C_{Srednja, ATRAZIN} = 0,15 \pm 0,01$ $\mu g/l$	$C_{Srednja, DESETILATRAZIN} = 0,15 \pm 0,01$ $\mu g/l$
$C_{50Percentilna, ATRAZIN} = 0,14$ $\mu g/l$	$C_{50 PERCENTILNA, DESETILATRAZIN} = 0,15$ $\mu g/l$

Sočasna prisotnost osnovne aktivne snovi, atrazina, in njegovega razgradnega produkta desetilatrazina, skozi daljše časovno obdobje je posledica preobremenitev tal in posledično podzemne vode v preteklosti. Obremenitve podzemne vode se zaradi številnih faktorjev, ki vplivajo na proces razpadanja atrazina, le postopoma zmanjšujejo;

- v vseh vzorcih vode iz vodnjaka v Hrastju je ugotovljena prisotnost 2,6 diklorobenzamida, razgradnega produkta diklobenila, ki se uporablja kot selektivni herbicid v nekmetijski rabi. Izmerjene vsebnosti so med 0,04  $\mu g/l$  in 0,8  $\mu g/l$ , oz.  $C_{SRED, 2,6}$  diklorobenzamida=0,05  $\mu g/l \pm 0,01$   $\mu g/l$ ;
- v podzemni vodi je bila občasno ugotovljena prisotnost triklorometana ter 1,1,1 trikloroetana. Značilne pa so stalne obremenitve podzemne vode s 1,1,2,2-tetrakloroetenom in 1,1,2-trikloroetenom.

$C_{Srednja, tetrakloroeten} = 1,2 \pm 0,01$ $\mu g/l$	$C_{Srednja, trikloroeten} = 3,1 \pm 4,3$ $\mu g/l$
$C_{MAKS, tetrakloroeten} = 2,6$ $\mu g/l$	$C_{MAKS, trikloroeten} = 15,0$ $\mu g/l$

Maksimalna koncentracija vsote lahkih halogeniranih ogljikovodikov je znašala 16,6  $\mu g/l$  (meseca novembra) in presega mejno vrednost opredeljene z Uredbo o kakovosti podzemne vode za »dobro kemijsko stanje«. Glede na slabo kemijsko stanje podzemne vode, ocenjujemo prisotnost organskih halogenih spojin v podzemni vodi predvsem kot

posledico neprimerne rabe prostora na območju varstvenih pasov in nezadostne zaščite teh območij;

- opravljene mikrobiološke preiskave (MPN skupnih koliformnih bakterij, MPN Escherichia coli, skupno število mikroorganizmov pri 22° C, skupno število mikroorganizmov pri 37° C, MPN streptokoki fekalnega izvora, vrste proteus, sulfitreducirajoči klostridiji in Pseudomonas aeruginosa) v nobenem vzorcu ne kažejo prisotnosti ali povečanega števila mikroorganizmov.

### 7.3 ŠENTVID II A

Šentvid II a, je vodno zajetje v sklopu več vodnih zajetij na območju Šentvida. Vodno zajetje je vključeno v sistem oskrbe s pitno vodo Ljubljane na Ljubljanskem polju. V letu 2004 je bilo opravljenih 12 vzorčenj. Na podlagi rezultatov preiskav je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode, temperatura, pH in električna prevodnost, so bile stalne v preiskovanem obdobju, temperatura vode,  $T_V=11,2\pm 1,0$  °C,  $pH=7,3\pm 0,1$  in električna prevodnost,  $\kappa=551\pm 26$   $\mu S/cm$ , nasičenost s kisikom je višja od 50%,
- vsebnosti amonija in nitrata v podzemni vodi so pod koncentracijskim nivojem meje zaznavnosti za izbrane analitske metode;
- izmerjene vsebnosti nitrata,  $X_{SRED, NO_3}= 15\pm 2$  mg/l  $NO_3$  ne presega mejne vrednosti 25 mg/l  $NO_3$  in ocenjena za neobremenjeno z nitratom glede na določbe Uredbe o kakovosti podzemne vode;
- vsebnosti kovin, kot so baker in cink so nepomembne in ne presegajo mejnih vrednosti opredeljenih s Pravilnikom o pitni vodi;
- vsebnosti atrazina in njegovega razgradnega produkta desetilatrazina v času izvajanja Monitoringa MOL v letu 2004 niso presegle kriterija za »dobro kemijsko stanje« podzemne vode. Atrazin je prisoten v sledovih, pod mejo določanja uporabljene metode, srednja izmerjena koncentracija za desetilatrazin pa je  $X_{SRED, DESETILATRAZIN} = 0,05$   $\mu g/l$ ;
- lahkohlapne organske halogene spojine (klorirana topila) so občasno prisotne na tem mestu vzorčenja, koncentracije so pod mejo določanja uporabljene metode, mejne vrednosti, opredeljene z Uredbo o kakovosti podzemne vode za »dobro kemijsko stanje«, niso presežene;
- opravljene mikrobiološke preiskave (MPN skupnih koliformnih bakterij, MPN Escherichia coli, skupno število mikroorganizmov pri 22° C, skupno število mikroorganizmov pri 37° C, MPN streptokoki fekalnega izvora, vrste proteus, sulfitreducirajoči klostridiji in Pseudomonas aeruginosa) v nobenem vzorcu ne kažejo prisotnosti ali povečanega števila mikroorganizmov.

### 7.4 JARŠKI PROD III A

Jarški prod JA – 3 je vodno zajetje v sklopu sistema za oskrbo s pitno vodo mesta Ljubljane. V letu 2004 je bilo opravljenih 12 vzorčenj. Na podlagi rezultatov opravljenih preiskav je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode, temperatura, pH in električna prevodnost, so bile stalne v preiskovanem obdobju, temperatura vode,  $T_v=11,1\pm 1,0$  °C,  $pH=7,3\pm 0,2$  in električna prevodnost,  $\kappa=509\pm 16$   $\mu S/cm$ , nasičenost s kisikom je višja od 50%,
- obremenitve vode s spojinami ogljika, merjenimi kot kemijska potreba po kisiku, KPK- $KMnO_4$ , so nesignifikantne, prav tako obremenitve s spojinami dušika kot so amonij, nitrit in nitrat;
- vsebnosti kovin, kot so baker, cink, krom in nikelj so precej nižje od mejnih vrednosti opredeljenih s Pravilnikom o pitni vodi;
- prisotnost desetilatrazina je ugotovljena v enem vzorcu vode, izmerjena koncentracija je bila pod mejo določanja za uporabljeno analizno metodo. Prisotnost ostalih pesticidov iz programa Monitoringa MOL v letu 2004 ni ugotovljena;
- lahko hlapne organske halogene spojine (klorirana topila) so občasno prisotne na tem mestu vzorčenja, koncentracije so pod mejo določanja uporabljene metode, mejne vrednosti opredeljene z Uredbo o kakovosti podzemne vode za »dobro kemijsko stanje« niso presežene;
- opravljene mikrobiološke preiskave (MPN skupnih koliformnih bakterij, MPN Escherichia coli, skupno število mikroorganizmov pri 22° C, skupno število mikroorganizmov pri 37° C, MPN streptokoki fekalnega izvora, vrste proteus, sulfitreducirajoči klostridiji in Pseudomonas aeruginosa) v nobenem vzorcu ne kažejo prisotnosti ali povečanega števila mikroorganizmov.

## 7.5 IŠKI VRŠAJ IA

Iški vršaj – vodarna Brest, je vodno zajetje na Ljubljanskem barju in je vključeno v sistem oskrbe s pitno vodo mesta Ljubljane. V časovnem obdobju od januarja do decembra 2004 je bilo opravljenih šest meritev na Iškem vršaju Ia in ena meritev v vodnjaku II.

Na podlagi opravljenih preiskav v vodnjaku Ia je ugotovljeno:

- kakovost vode in obremenitve podzemne vode so glede na splošne parametre stalne z majhnimi nihanji, temperatura vode,  $T_v=11,3\pm 0,9$  °C,  $pH=7,4\pm 0,1$  in električna prevodnost,  $\kappa=425\pm 15$   $\mu S/cm$ . Nasičenost s kisikom je dobra in je višja od 50%);
- obremenitve vode s spojinami ogljika, merjenimi kot kemijska potreba po kisiku, KPK- $KMnO_4$ , so nesignifikantne, prav tako obremenitve s spojinami dušika, amonijem, nitritom in nitratom;
- vsebnosti kovin, kot so baker ( $C_{SRED}= 1,3$   $\mu g/l$ ) in cink ( $C_{SRED}= <10$   $\mu g/l$ ), so nizke, in ne presegajo mejnih vrednosti opredeljenih s Pravilnikom o pitni vodo;
- v vodnjaku I A je iz skupine pesticidov prisotna spojina desetilatrazin, ( $C_{SRED}=0,25$   $\mu g/l$ ), mejna vrednost je bila presežena v vseh vzorcih. Izjemno visoke koncentracije desetilatrazina smo izmerili mesecu oktobru in decembru, prav tako smo v tem času ugotovili prisotnost atrazina. Ker v mesecu avgustu zaradi vzdrževalnih del na vodnjaku Ia meritev nismo opravili (vzorčili smo vodnak II), ne moremo natančno opredeliti, v katerem časovnem obdobju je prišlo do tako visokih obremenitev s pesticidi. (na osnovi izmerjenih vrednosti občasna raba pripravkov, ki vsebujejo atrazin ni povsem izključena).



- lahkohlapne halogene organske spojine (kloriranih topil) niso bile prisotne v koncentracijah, ki bi presegle mejo določanja za uporabljene analizne metode;
- na osnovi opravljenih mikrobioloških preiskav je ugotovljeno, da v nobenem od preiskovanih vzorcev, mikroorganizmi predstavljeni s posameznimi parametri iz programa preiskav (MPN skupnih koliformnih bakterij, MPN Escherichia coli, skupno število mikroorganizmov pri 22° C, skupno število mikroorganizmov pri 37° C, MPN streptokoki fekalnega izvora in sulfitreducirajoči klostridiji), niso bili prisotni.

## 7.6 ROJE

V okviru programa Monitoringa MOL v letu 2004 je bilo izvedenih šest vzorčenj. Na podlagi rezultatov preiskav je ugotovljeno:

- kakovost vode in obremenitve podzemne vode so stalne glede na splošne parametre, temperaturo, pH in električno prevodnost, temperatura vode,  $T_V=10,8\pm 0,8$  °C,  $\text{pH}=7,5\pm 0,2$  in električna prevodnost,  $\kappa=383\pm 33$   $\mu\text{S}/\text{cm}$ , nasičenost s kisikom je dobra ( $>50\%$ ),
- obremenitve vode s spojinami ogljika, merjenimi kot kemijska potreba po kisiku,  $\text{KPK-KMnO}_4$ , so nesignifikantne, prav tako obremenitve s spojinami dušika kot so amonij, nitrit in nitrat ( $C_{\text{MAKS, NO}_3}=14\text{mg}/\text{l NO}_3$ );
- vsebnosti kovin, kot so baker, nikelj in svinec so nesignifikantne,
- prisotnost pesticidov iz programa Monitoringa MOL v letu 2004 v preiskovanih vzorcih ni ugotovljena;
- opravljene mikrobiološke preiskave (MPN skupnih koliformnih bakterij, MPN Escherichia coli, skupno število mikroorganizmov pri 22° C, skupno število mikroorganizmov pri 37° C, MPN streptokoki fekalnega izvora, vrste proteus, sulfitreducirajoči klostridiji in Pseudomonas aeruginosa) v nobenem vzorcu ne kažejo prisotnosti ali povečanega števila mikroorganizmov.

## 7.7 STOŽICE

V letu 2004 je bilo v okviru programa Monitoringa MOL izvedenih šest vzorčenj. Na podlagi rezultatov preiskav je ugotovljeno:

- Za mesto vzorčenja Stožice je značilno nihanje izmerjenih vrednosti za parametre, ki kažejo na vpliv dogajanj na površini na razmere v podzemni vodi, med drugim električna prednost, ( $\kappa= 590 \pm 100$   $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) in, v nadaljevanju, nitrat. Nasičenost s kisikom je dobra ( $>50\%$ ), temperatura vode in pH vrednost, ( $T_V=12,7\pm 1,0$  °C,  $\text{pH}=7,5\pm 0,1$ ), so bile v opazovanem obdobju primerljive;
- obremenitve vode s spojinami ogljika, merjenimi kot kemijska potreba po kisiku,  $\text{KPK-KMnO}_4$ , so nesignifikantne, prav tako so obremenitve s spojinami dušika kot so amonij in nitrit. Vsebnosti nitrata ne presegajo mejne vrednosti opredeljene s Pravilnikom o pitni vodi in z Uredbo o kakovosti podzemne vode. Značilno je veliko spreminjanje vsebnosti nitrata,  $C_{\text{Srednja}}=24$   $\text{mg}/\text{l NO}_3 \pm 10$   $\text{mg}/\text{l NO}_3$  ( $C_{\text{MAKS.}}=34$   $\text{mg}/\text{l NO}_3$ ), kar kaže na veliko odzivnost glede na dogajanje na površini;

- v podzemni vodi ni ugotovljena prisotnost z anionaktivnih detergentov, fenolnih snovi;
- vsebnosti kovin, kot so baker, nikelj in svinec so nesignifikantne,
- opravljene mikrobiološke preiskave (MPN skupnih koliformnih bakterij, MPN Escherichia coli, skupno število mikroorganizmov pri 22° C, skupno število mikroorganizmov pri 37° C, MPN streptokoki fekalnega izvora, vrste proteus, sulfitreducirajoči klostridiji in Pseudomonas aeruginosa) v nobenem vzorcu ne kažejo prisotnosti ali povečanega števila mikroorganizmov.

## 7.8 KOTEKS -ZALOG

V okviru programa Monitoringa MOL v letu 2004 je bilo izvedenih šest vzorčenj. Na podlagi rezultatov preiskav je ugotovljeno:

- kakovost vode in obremenitve podzemne vode so bile glede na splošne parametre, temperaturo, pH in električno prevodnost, stalne, temperatura vode,  $T_v=12,6\pm 0,6$  °C,  $pH=7,4\pm 0,2$  in električna prevodnost,  $\kappa=537\pm 23$   $\mu S/cm$ , nasičenost s kisikom je dobra (>50%);
- obremenitve vode s spojinami ogljika, merjenimi kot kemijska potreba po kisiku, KPK-KMnO<sub>4</sub>, so nesignifikantne, prav tako obremenitve s spojinami dušika kot so amonij, nitrit in nitrat ( $C_{MAKS, NO_3}=16$  mg/l NO<sub>3</sub>);
- vsebnosti kovin, kot so bakra, cinka, niklja in svinca so nesignifikantne, z izjemo občasnih povišanih vsebnosti kroma ( $C_{Cr, MAKS}=17$   $\mu g/l$ ), predvsem v oksidativni obliki Cr<sup>3+</sup>;
- atrazin in njegov razgradni produkt desetilatrazin sta prisotna v vsebnostih, ki so na meji določanja uporabljene analize metode. Ostali pesticidi iz programa monitoringa v času izvajanja monitoringa niso bili prisotni;
- iz skupine lahkih halogenih organskih spojin (kloriranih topil) se na tem mestu vzorčenja ugotavljamo stalna prisotnost 1,1,2,2-tetrakloroetena. Vsebnost je v decembru,  $C_{MAKS}=2,2$   $\mu g/l$ , presegla mejno vrednost opredeljeno z Uredbo o kakovosti podzemne vode za »dobro kemijsko stanje«;
- opravljene mikrobiološke preiskave (MPN Escherichia coli, skupno število mikroorganizmov pri 22° C, skupno število mikroorganizmov pri 37° C, MPN streptokoki fekalnega izvora, vrste proteus, sulfitreducirajoči klostridiji in Pseudomonas aeruginosa) ne kažejo prisotnosti ali povečanega števila mikroorganizmov, z izjemo v enem vzorcu, kjer smo ugotovili prisotnost koliformnih bakterij.

## 7.9 ELOK - ZALOG

V industrijskem vodnjaku Elok je bilo v letu 2004 opravljenih šest vzorčenj. Na podlagi rezultatov opravljenih preiskav je ugotovljeno:

- kakovost vode in obremenitve podzemne vode so glede na splošne parametre sprejemljive in primerljive. Temperatura, pH in električna prevodnost so bile stalne v preiskovanem obdobju, temperatura vode,  $T_v=13,1\pm 0,8$  °C,  $pH=7,6\pm 0,1$  in električna prevodnost,  $\kappa=473\pm 12$   $\mu S/cm$ , nasičenost s kisikom je dobra (>50%);

- obremenitve vode s spojinami ogljika, merjenimi kot kemijska potreba po kisiku, KPK-KMnO<sub>4</sub>, so nesignifikantne, prav tako so nesignifikantne obremenitve s spojinami dušika kot so amonij, nitrit in nitrat;
- obremenitve podzemne vode s kovinami, kot so kadmij in svinec, v preiskovani vodi niso ugotovljene,
- prisotnost pesticidov iz programa Monitoringa MOL v letu 2004 ni bila ugotovljena;
- lahkohlapne halogene organskih spojine (kloriranih topil) so občasno prisotne, koncentracije ne presegajo meje določanja za uporabljene metode in so nižje od mejnih vrednosti opredeljenih z Uredbo o kakovosti podzemne vode za »dobro kemijsko stanje«;
- opravljene mikrobiološke preiskave (MPN Escherichia coli, skupno število mikroorganizmov pri 22° C, skupno število mikroorganizmov pri 37° C, MPN streptokoki fekalnega izvora, vrste proteus in sulfitreducirajoči klostridiji) v nobenem vzorcu ne kažejo na prisotnosti ali povečanega števila mikroorganizmov.

## 7.10 DEKORATIVNA

V industrijskem vodnjaku Dekorativna je bilo v letu 2004 opravljenih šest vzorčenj. Na podlagi opravljenih meritev je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode, temperatura, pH in električna prevodnost so v preiskovanem obdobju stalne, temperatura vode,  $T_v=13,4\pm 0,7$  °C,  $pH=7,4\pm 0,1$  in električna prevodnost,  $\kappa=745\pm 21$  µS/cm. Nasičenost s kisikom je dobra (>50%);
- obremenitve vode s spojinami ogljika, merjenimi kot kemijska potreba po kisiku, KPK-KMnO<sub>4</sub>, so nesignifikantne;
- izmerjene vsebnosti nitrata so bile med 30 in 34 mg /l NO<sub>3</sub> ( $C_{SRED, NO_3}= 32$  mg/l NO<sub>3</sub>) in so stalne, kar kaže na stalni vpliv dogajanj na površini;
- izmerjene vsebnosti niklja so na koncentracijskem nivoju meje določanja, prav tako vsebnosti svinca in živega srebra,
- vsebnosti atrazina in njegovega razgradnega produkta desetilatrazina so nizke, na meji določanja za uporabljene analizne metode;
- od lahkohlapnih halogenih organskih spojin (kloriranih topil) je ugotovljena prisotnost 1,1,2,2-tetrakloroetena,  $C_{SRED}=0,8$  µg/l (mejna vrednost, ki jo predpisuje Uredba o kakovosti podzemne vode je 2 µg/l). Druge spojine iz skupine lahkih halogenih organskih spojin (kloriranih topil) v času izvajanja preiskav niso bile prisotne;
- opravljene mikrobiološke preiskave (MPN Escherichia coli, skupno število mikroorganizmov pri 22° C, skupno število mikroorganizmov pri 37° C, MPN streptokoki fekalnega izvora, vrste proteus in sulfitreducirajoči klostridiji) v nobenem vzorcu ne kažejo na prisotnosti ali povečanega števila mikroorganizmov.

## 8 KAKOVOST IN OBREMENTITVE POVRŠINSKIH VODOTOKOV

Osnovna značilnost preiskovanih vodotokov je odvisnost hidroloških razmer od količine padavin. To še posebej velja za manjše vodotoke. Ocena razmer v nadaljevanju je zato posnetek stanja na preiskovanih vodotokih v času vzorčenja, rezultati preiskav pa kažejo, da se razmere v času povišanih zračnih temperatur in nizkih vodostajev še poslabšajo.

### 8.1 BEZLANOV GRABEN IN CURNOVEC

V času vzorčenja so bile v obeh preiskovanih površinskih vodotokih izmerjene neugodne razmere s kisikom, posebno v potoku Curnovec. Razmere se v času skromnih hidroloških razmer (v času povišanih zračnih temperatur) še poslabšajo. Rezultati preiskav tudi kažejo, da je vrednost za pH v obeh površinskih vodotokih, klub visokim vsebnostim amonija, natrija in kalija, v nevtralnem območju.

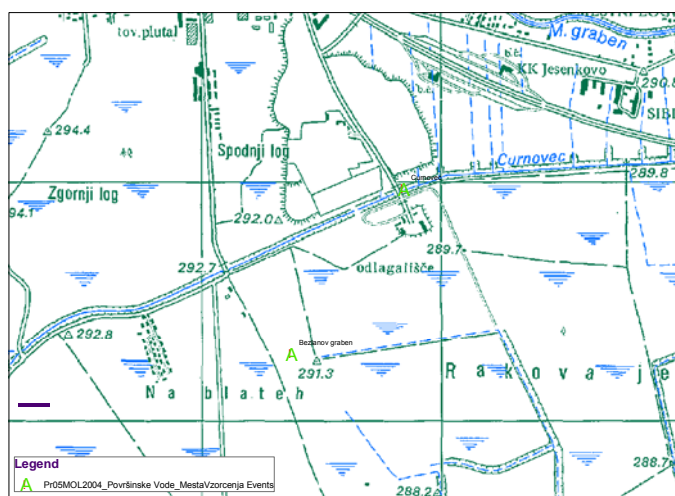
Obremenitve obeh površinskih vodotokov s snovmi organske narave, ki so razkroj potrebujejo so velike in se kažejo v močno izmerjenih povišanih vrednostih za kemijsko potrebo po kisiku s  $\text{KMnO}_4$  (KPK- $\text{KMnO}_4$ ), celokupnim organskim ogljikom (TOC) in biokemijsko potrebo po kisiku ( $\text{BPK}_5$ ). Rezultati preiskav pa kažejo, da sta oba površinska vodotoka obremenjena še z drugimi snovmi, ki med drugim vplivajo tudi na razmere s kisikom. To potrjujejo tudi izmerjene vrednosti za kemijsko potrebo po kisiku (KPK s  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ). Povišane so vsebnosti spojin dušika, posebno amonija ( $[\text{NH}_4]_{\text{Bezlanov graben}}=10,6 \text{ mg/l NH}_4$ ,  $[\text{NH}_4]_{\text{Curnovec}}=3,46 \text{ mg/l NH}_4$ ) in bora ( $[\text{B}]_{\text{Bezlanov graben}}=1200 \text{ } \mu\text{g/l B}$ ,  $[\text{B}]_{\text{Curnovec}}=360 \text{ } \mu\text{g/l B}$ ). V času vzorčenja so bile v obeh površinskih vodotokih izmerjene tudi povišane vsebnosti težkih kovin, tudi v vodotopni obliki (kljub prevladujoče reduktivnim razmeram v vodi):

Bezlanov graben	Cu, Zn, Ni, Pb in Hg
Curnovec	Cu, N, Hg

V času vzorčenja v vodi niso bila prisotna mineralna olja in tudi ne fenolne snovi.

Posnetki GC/MSD za vodo kažejo predvsem na prevladujoče obremenitve vode s komunalnimi vodami, na kar kažejo spojine kot so kofein, holesterol in stigmaterol, kot tudi spojine, ki se uporabljajo kot detergenti. Število neidentificiranih spojin je v vodi potoka Curnovec zelo veliko, kar kaže na kompleksnost obremenitev potoka z odpadnimi snovmi. Ugotovljeni so tudi tudi ostanki herbicidov (na primer metolakora).

Glede na izmerjene vsebnosti težkih kovin v vodi in razmeram s kisikom, je za pričakovati povišane vsebnosti težkih kovin v sedimentu. Rezultati preiskav pa kažejo, da v času vzorčenja sediment ni bil obremenjen s težkimi kovinami (bakrom, nikljem, cinkom, kromom, svincem, kadmijem in živim srebrom) tako, da bi bile presežene imisijske mejne vrednosti. Izjema je cink v sedimentu Curnovca in živo srebro v sedimentu Bezlanovega grabna. Na osnovi enkratni preiskav seveda ni možno natančneje opredeliti dinamiko porazdelitve težkih kovin v vodnih sistemih obeh površinskih vodotokov.



Slika 13: Geografska lega mest vzorčenja na potokih Curnovec in Bezlanov graben

### Povzetek ocene razmer

V nadaljevanju navajamo oceno razmer v obeh površinskih vodotokih in parametre, ki so vzrok za slabšo ali neugodno oceno glede na posamezna področja kriterijev (upoštevali smo povišane izmerjene vrednosti in/ali izmerjene vrednosti, ki presegajo mejne vrednosti za posamezna področja kriterijev)., tabela 10.

Tabela 10: Pregledna ocena razmer v potoku Curnovec in Bezlanov graben

Površinski vodotok	Ocena kemijskega stanja <sup>1)</sup>	Ocena razmere glede na kriterije površinske vode za življenje sladkovodnih rib <sup>2)</sup>	Dodatna ocena glede na kriterije za pitno vodo <sup>3)</sup>	Ocena obremenitev sedimenta <sup>4)5)</sup>
Potok Curnovec	»slabo kemijsko stanje« (amonij, bor, baker, kalij)	»Neustrezno« (razmere s kisikom, amonij, nitrit, fosfat-celokupni, obremenitve s snovmi organske narave-BPK <sub>5</sub> )	»Neustrezno« (amonij, obremenitve s snovmi organske narave- KPK s KMnO <sub>4</sub> , TOC, bor)	Obremenitve s cinkom in živim srebrom.
Bezlanov graben	»slabo kemijsko stanje« (amonij, kalij, bor, baker, nikelj)	»Neustrezno« (razmere s kisikom, amonij, nitrit, fosfat-celokupni)	»Neustrezno« (amonij, obremenitve s snovmi organske narave- KPK s KMnO <sub>4</sub> , TOC)	Obremenitve z živim srebrom.

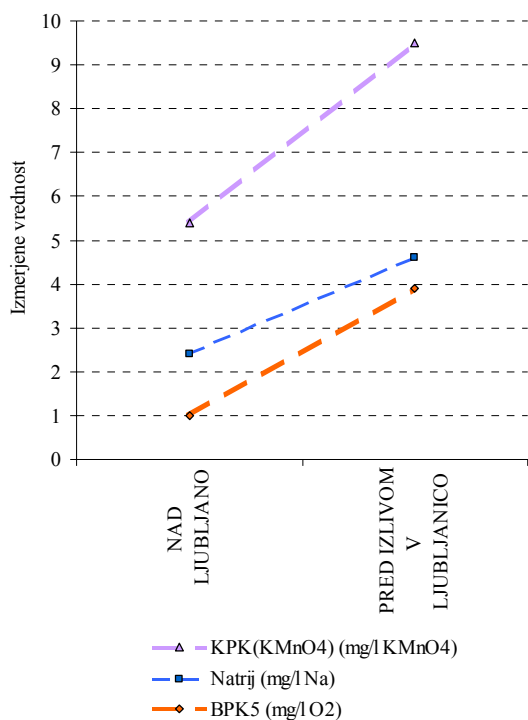
### Opombe

- 1) Uredbe o kemijskem stanju površinskih voda (Ur. list RS št. 11/2002 in 41/2004);
- 2) Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (Ur. list RS št. 46/2002 in 41/2004).

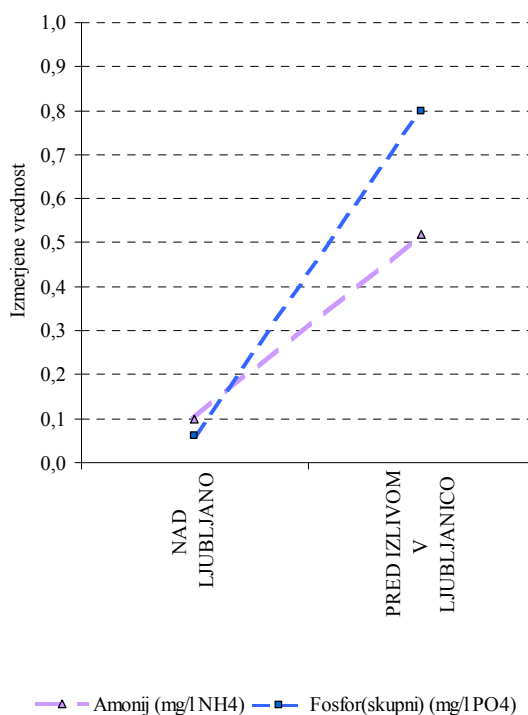
- 3) Pravilnika o pitni vodi (Ur. list RS št. 19/2004 in št. 35/2004);
- 4) Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih emisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh, (Ur. list RS 68/1996);
- 5) Uredba o kemijskem stanju površinskih voda (Ur. list RS št. 11/2002 in 41/2004).

## 8.2 GRADAŠČICA

V času vzorčenja so bile razmere s kisikom v reki ugodne na merilnem mestu nad Ljubljano.. Ocenjujemo, da se v času povišanih zračnih temperatur razmere s kisikom na mestu vzorčenja pred izlivom v Ljubljaničo poslabšajo. Na to kažejo podatki o obremenitvah vode s snovmi organske narave, ki za svoj razkroj potrebujejo kisik in se merijo s kemijsko potrebo po kisiku s  $KMnO_4$  (KPK- $KMnO_4$ ), celokupnim organskim ogljikom (TOC) in biokemijsko potrebo po kisiku ( $BPK_5$ ). Kot je razvidno s slike 14 se obremenitve stopnjujejo nizvodno z vodnim tokom, lokacije glavnih vtokov odpadnih voda pa na osnovi preiskav reke na dveh lokacijah ni možno natančno opredeliti.

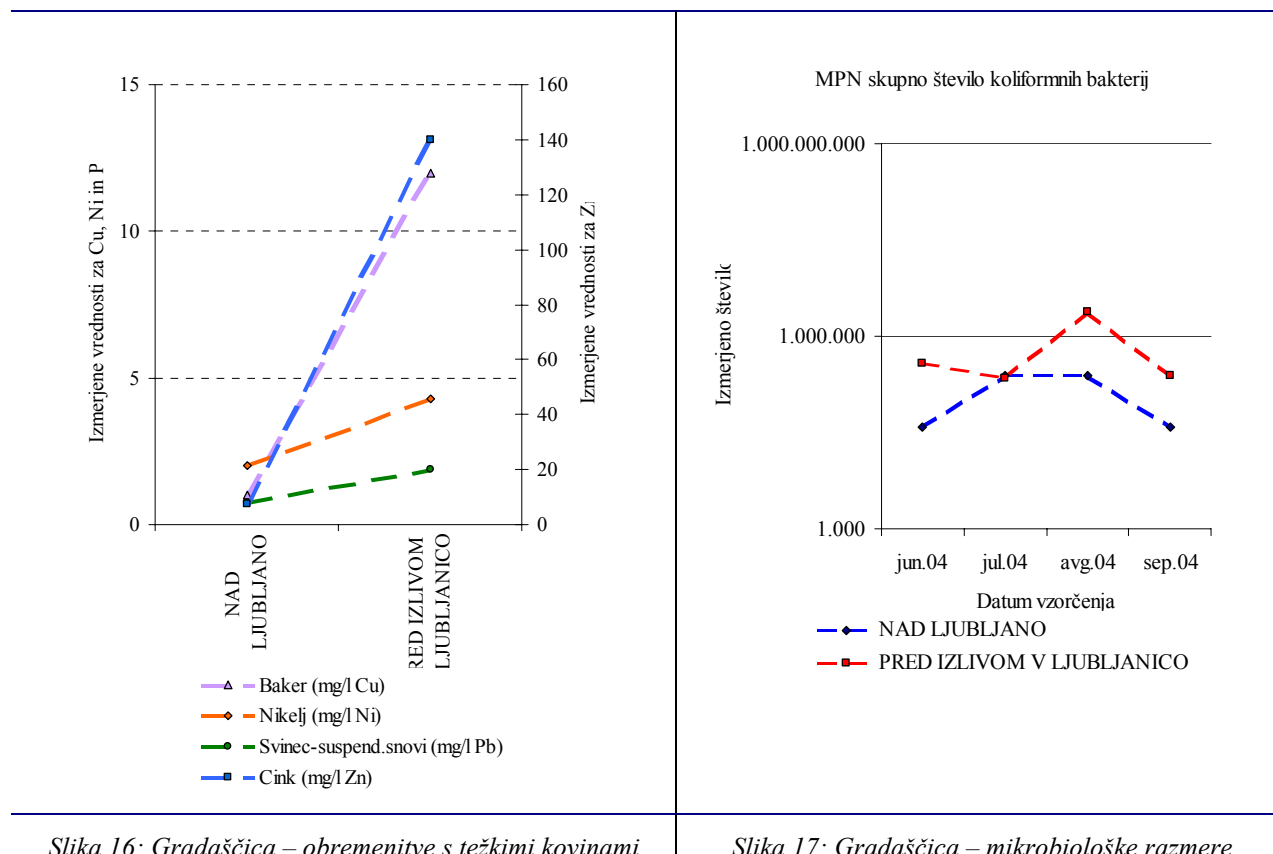


Slika 14: Gradaščica – obremenitve s snovmi organske narave



Slika 15: Gradaščica – obremenitve z amonijem in fosfati

Rezultati preiskav pa kažejo, da se nizvodno z vodnim tokom Gradaščice povečujejo tudi obremenitve z drugimi odpadnimi snovmi, po izvodu iz komunalnih odpadnih vod (amonij in fosfati) in tudi tehnoloških odpadnih voda (fosfati in težke kovine).

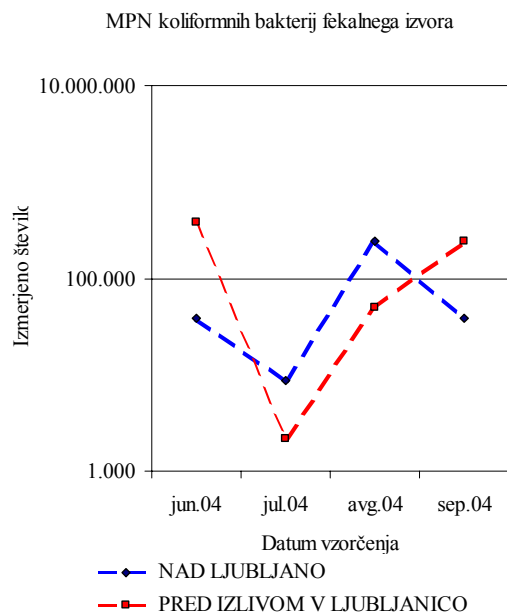


V času vzorčenja so bile izmerjene vsebnosti anionaktivnih detergentov, mineralnih olj in fenolnih snovi na meji določanja za uporabljene preskusne metode.

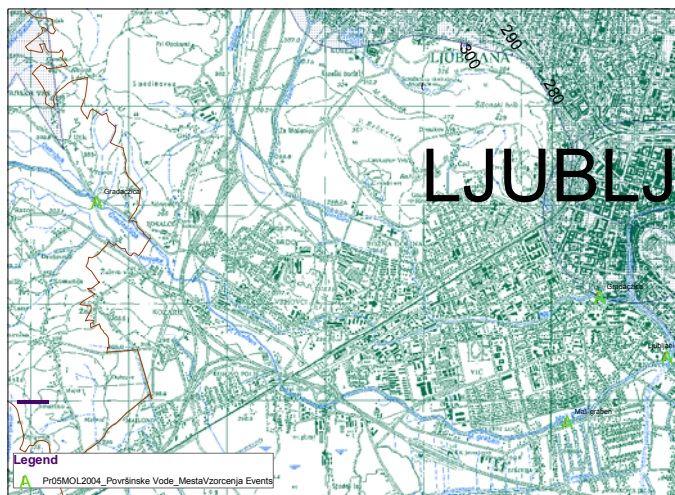
Razmere za kopanje so neustrezne glede na merila za kopalne vode naravnih kopališč zaradi preseženih izmerjenih vrednosti za skupne koliformne bakterije in koliformne bakterije fekalnega izvora. S slik 17 in 18 je razvidno, da se razmere neugodne že na mestu vzorčenja »nad Ljubljano«, pomembno pa se poslabšajo nizvodno z vodnim tokom.

Posnetki GC/MSD za vodo kažejo predvsem na prevladujoče obremenitve vode s ftaltnimi derivati in fosforne kisline (fosfati). Število prisotnih spojin, ugotovljenih na mestu vzorčenja »pred izlivom v Ljubljano« se v primerjavi z mestom vzorčenja »nad Ljubljano« močno poveča, kar je posledica povečanih obremenitev vodotoka z odpadnimi snovmi, predvsem iz vira komunalne infrastrukture.

V času vzorčenja sediment na mestu vzorčenja »nad Ljubljano« ni bil obremenjen s težkimi kovinami, rezultati pa kažejo, da se obremenitve povečajo nizvodno z vodnim tokom. Izmerjene vsebnosti bakra, cinka, svineca in živega srebra kažejo na pritekanje tehnoloških odpadnih vod v Gradaščico. Glede na ugotovljene obremenitve vode in sedimenta s težkimi kovinami, je potrebno vire dodatnih obremenitev ugotoviti z usmerjenimi preiskavami celotnega odseka vodnega toka Gradaščice, slika 19.



Slika 18: Gradaščica – mikrobiološke razmere



Slika 19: Gradaščica – pregledna situacija

### **Povzetek ocene razmer**

V nadaljevanju navajamo oceno razmer in parametre, ki so vzrok za slabšo ali neugodno oceno glede na posamezne področja kriterijev (upoštevali smo povišane izmerjene vrednosti in/ali izmerjene vrednosti, ki presegajo mejne vrednosti za posamezna področja kriterijev).



Tabela 11: Pregledna ocena razmer v Gradaščici

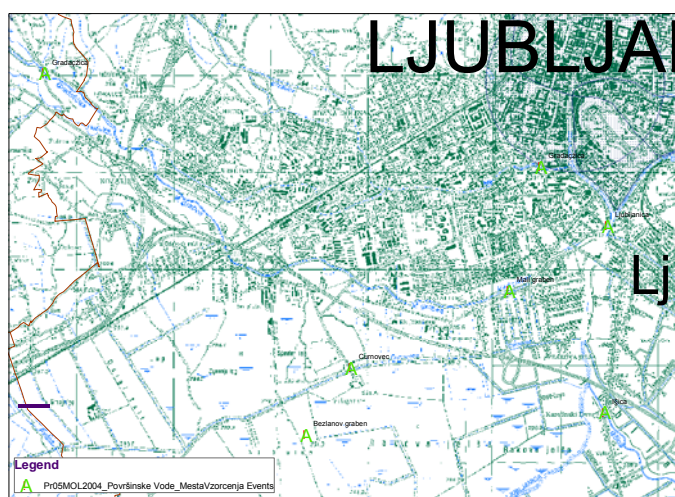
Površinski vodotok	Ocena kemijskega stanja <sup>1)</sup>	Ocena razmere glede na kriterije površinske vode za življenje sladkovodnih rib <sup>2)</sup>	Dodatna ocena glede na kriterije za pitno vodo <sup>3)</sup>	Min. higienske razmere <sup>4)</sup>	Ocena obremenitev sedimenta <sup>5)6)</sup>
Gradaščica »nad Ljubljano«	»dobro kemijsko stanje«	»Ustrezno«	»Neustrezno« (mikrobiološke razmere)	»Neustrezno« (mikrobiološke razmere)	Obremenitve niso ugotovljene
Gradaščica »pred izlivom v Ljubljanico«	»slabo kemijsko stanje« (baker, cink, nikelj)	»Nestrezno« (nitrit, fosfat, BPK <sub>5</sub> )	»Neustrezno« (mikrobiološke razmere)	»Neustrezno« (mikrobiološke razmere)	Ugotovljene obremenitve s bakrom, cinkom, svincem in živim srebrom.

**Opombe**

- 1) Uredbe o kemijskem stanju površinskih voda (Ur. list RS št. 11/2002 in 41/2004);
- 2) Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (Ur. list RS št. 46/2002 in 41/2004).
- 3) Pravilnika o pitni vodi (Ur. list RS št. 19/2004 in št. 35/2004);
- 4) Pravilnik o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode (Ur. list RS 73/2003).
- 5) Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih emisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh, (Ur. list RS 68/1996);
- 6) Uredba o kemijskem stanju površinskih voda (Ur. list RS št. 11/2002 in 41/2004).

**8.3 LJUBLJANICA**

Ljubljana je glavni površinski vodotok preiskovanega območja in je sprejemnik vseh drugih vodotokov, ki so vključeni v program Monitoringa MOL v letu 2004, slika 20.



Slika 20: Ljubljana – pregledna situacija

V času vzorčenja so bile razmere na mestu vzorčenja »pod izlivom Malega grabna« neustrezne (vsebnost raztopljenega kisika je 3,8 mg/l O<sub>2</sub>, nasičenost s kisikom 59%), čeprav podatki o obremenitvah reke Ljubljanice s snovmi organske narave, izražene s kemijsko potrebo po kisiku s KMnO<sub>4</sub> (KPK-KMnO<sub>4</sub>), celokupnim organskim ogljikom (TOC) in biokemijsko potrebo po kisiku (BPK<sub>5</sub>), ne kažejo tega.

Izmerjene vsebnosti spojin dušika (nitrita in nitrata) so na meji določanja za uporabljene preskune metode. Neugodna je prisotnost amonija predvsem z vidika kriterijev voda za življenje sladkovodnih rib (Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (Ur. list RS št. 46/2002 in 41/2004). V času vzorčenja so bile izmerjene vsebnosti mikroelementov, anionaktivnih detergentov, mineralnih olj in fenolnih snovi na meji določanja za uporabljene preskusne metode.

V vodi reke Ljubljanice so ugotovljeni ostanki ftalatnih derivatov in spojin, ki izvirajo iz komunalne infrastrukture (holesterol, stigmasterol). Število prisotnih spojin, ugotovljenih na mestu vzorčenja »*pod izlivom Malega grabna*« se v primerjavi z mestom vzorčenja »*nad izlivom Bezlanovega grabna*« močno poveča, predvsem pa se poveča število spojin, ki so posledica obremenitev vodotoka z odpadnimi snovmi, predvsem iz vira komunalne infrastrukture.

Razmere za kopanje so neustrezne glede na merila za kopalne vode naravnih kopališč zaradi preseženih izmerjenih vrednosti za skupne koliformne bakterije in koliformne bakterije fekalnega izvora. Tudi za Ljubljanico velja ugotovitev, da se mikrobiološke razmere v času povišanih zračnih temperatur poslabšajo.

V času vzorčenja sediment ni bil obremenjen s težkimi kovinami (bakrom, nikljem, cinkom, kromom, svincem, kadmijem) tako, da bi bile presežene imisijske mejne vrednosti iz Uredbe o mejnih, opozorilnih in kritičnih emisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh, (Ur. list RS 68/1996).

### **Povzetek ocene razmer**

V nadaljevanju navajamo oceno razmer in parametre, ki so vzrok za slabšo ali neugodno oceno glede na posamezne področja kriterijev (upoštevali smo povišane izmerjene vrednosti in/ali izmerjene vrednosti, ki presegajo mejne vrednosti za posamezna področja kriterijev).

Tabela 12: Pregledna ocena razmer v Ljubljanici

Površinski vodotok	Ocena kemijskega stanja <sup>1)</sup>	Ocena razmere glede na kriterije površinske vode za življenje sladkovodnih rib <sup>2)</sup>	Dodatna ocena glede na kriterije za pitno vodo <sup>3)</sup>	Min. higienske razmere <sup>4)</sup>	Ocena obremenitev sedimenta <sup>5)6)</sup>
Reka Ljubljanica » <i>nad izlivom Bezlanovega grabna</i> «	» <i>dobro kemijsko stanje</i> «	» <i>Neustrezno</i> « (razmere s kisikom, amonij, nitrit)	» <i>Neustrezno</i> « (mikrobiološke razmere)	» <i>Neustrezno</i> « (mikrobiološke razmere)	Obremenitve niso ugotovljene
Reka Ljubljanica » <i>Pod izlivom Malega grabna</i> «	» <i>dobro kemijsko stanje</i> «	» <i>Neustrezno</i> « (razmere s kisikom, amonij, nitrit)	» <i>Neustrezno</i> « (mikrobiološke razmere)	» <i>Neustrezno</i> « (mikrobiološke razmere)	Obremenitve niso ugotovljene

### **Opombe**

- 1) Uredbe o kemijskem stanju površinskih voda (Ur. list RS št. 11/2002 in 41/2004);
- 2) Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (Ur. list RS št. 46/2002 in 41/2004).
- 3) Pravilnika o pitni vodi (Ur. list RS št. 19/2004 in št. 35/2004);
- 4) Pravilnik o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode (Ur. list RS 73/2003).
- 5) Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih emisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh, (Ur. list RS 68/1996);
- 6) Uredba o kemijskem stanju površinskih voda (Ur. list RS št. 11/2002 in 41/2004).

## 8.4 MALI GRABEN

V času vzorčenja potok Mali graben ni obremenjen s snovmi organske narave, izražene s kemijsko potrebo po kisiku s  $\text{KMnO}_4$  (KPK- $\text{KMnO}_4$ ), celokupnim organskim ogljikom (TOC) in biokemijsko potrebo po kisiku ( $\text{BPK}_5$ ), do take mere, da bi vplivale na poslabšanje razmer s kisikom. Razmere s kisikom so ugodne.

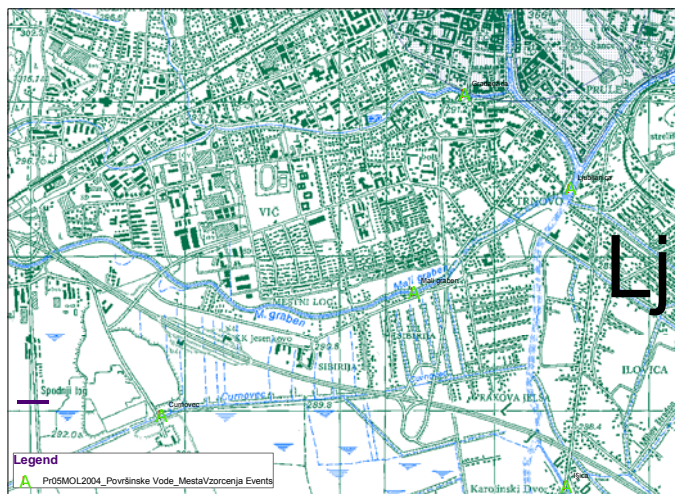
Na prisotnost odpadnih snovi po izvoru iz komunalne infrastrukture kažejo povišane vsebnosti amonija, nitrita in fosfata. Razmere so neugodne tudi z vidika kriterijev voda za življenje sladkovodnih rib (Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (Ur. list RS št. 46/2002 in 41/2004).

V času vzorčenja so bile izmerjene vsebnosti mikroelementov, anionaktivnih detergentov, mineralnih olj in fenolnih snovi na meji določanja za uporabljene preskusne metode.

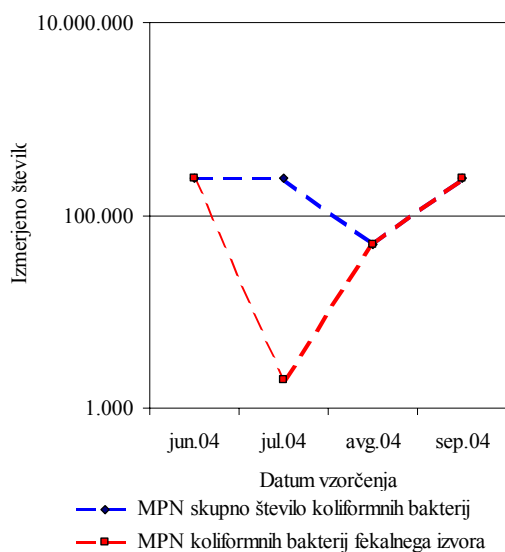
V vodi potoka Mali graben so ugotovljeni ostanki ftalatnih derivatov, ter številne spojine, ki kažejo na povečane obremenitve vodotoka z odpadnimi snovmi, predvsem iz vira komunalne infrastrukture (miristat, skvalen, holesterol, stigmasterol).

S slike 21 je razvidno, da je na območju Malega grabna intenzivna poselitev, kar pomeni, da je Mali graben sprejemnik odpadnih komunalnih voda. Posledice so neugodne mikrobiološke razmere, neustrezne glede na merila za kopalne vode naravnih kopališč zaradi preseženih izmerjenih vrednosti za skupne koliformne bakterije in koliformne bakterije fekalnega izvora. Ocenjuje se, da se mikrobiološke razmere v času povišanih zračnih temperatur še poslabšajo, slika 22 .

V času vzorčenja sediment ni bil obremenjen s težkimi kovinami (bakrom, nikljem, cinkom, kromom, svincem, kadmijem in živim srebrom) tako, da bi bile imisijske mejne vrednosti iz Uredbe o mejnih, opozorilnih in kritičnih emisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh, (Ur.list RS 68/1996).



Slika 21: Mali graben – pregledna situacija



Slika 22: Mali graben – mikrobiološke razmere

### Povzetek ocene razmer

V nadaljevanju navajamo oceno razmer in parametre, ki so vzrok za slabšo ali neugodno oceno glede na posamezne področja kriterijev (upoštevali smo povišane izmerjene vrednosti in/ali izmerjene vrednosti, ki presegajo mejne vrednosti za posamezna področja kriterijev).

Tabela 13: Pregledna ocena razmer v Malem grabnu

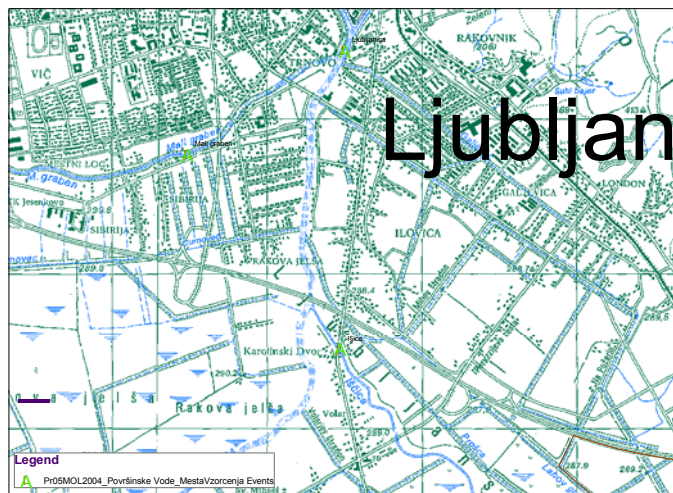
Površinski vodotok	Ocena kemijskega stanja <sup>1)</sup>	Ocena razmere glede na kriterije površinske vode za življenje sladkovodnih rib <sup>2)</sup>	Dodatna ocena glede na kriterije za pitno vodo <sup>3)</sup>	Min. higienske razmere <sup>4)</sup>	Ocena obremenitev sedimenta <sup>5)6)</sup>
Mali graben	»dobro kemijsko stanje«	»Neustrezno« (amonij, nitrit, fosfat)	»Neustrezno« (mikrobiološke razmere, nitrit, fosfat)	»Neustrezno« (mikrobiološke razmere)	Obremenitve niso ugotovljene

#### Opombe

- 1) Uredbe o kemijskem stanju površinskih voda (Ur. list RS št. 11/2002 in 41/2004);
- 2) Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (Ur. list RS št. 46/2002 in 41/2004).
- 3) Pravilnika o pitni vodi (Ur. list RS št. 19/2004 in št. 35/2004);
- 4) Pravilnik o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode (Ur. list RS 73/2003).
- 5) Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih emisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh, (Ur.list RS 68/1996);
- 6) Uredba o kemijskem stanju površinskih voda (Ur. list RS št. 11/2002 in 41/2004).

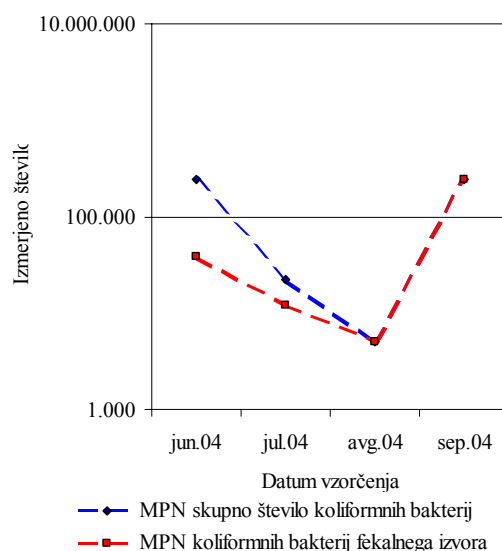
## 8.5 IŽICA

Ižica je površinski vodotok, ki z prihaja z juga z območja Ljubljanskega barja in se pri Trnovem izliva v Ljubljanico, slika 23.



Slika 23: Ižica – pregledna situacija

Razmere za kopanje so neustrezne glede na merila za kopalne vode naravnih kopališč zaradi preseženih izmerjenih vrednosti za skupne koliformne bakterije in koliformne bakterije fekalnega izvora. Mikrobiološke razmere se v času povišanih zračnih temperatur poslabšajo, slika 24.



Slika 24: Ižica – mikrobiološke razmere

**Povzetek ocene razmer**

V nadaljevanju navajamo oceno razmer in parametre, ki so vzrok za slabšo ali neugodno oceno glede na posamezne področja kriterijev (upoštevali smo povišane izmerjene vrednosti in/ali izmerjene vrednosti, ki presegajo mejne vrednosti za posamezna področja kriterijev).

Tabela 14: Pregledna ocena razmer v Ižici

Površinski vodotok	Min. higienske razmere <sup>4)</sup>
Ižica »pred izlivom v Ljubljanico«	»Neustrezne« (mikrobiološke razmere)

**Opombe**

4) Pravilnik o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode (Ur. list RS 73/2003).

**9 ZAKLJUČEK**

Na osnovi rezultatov preiskav kakovosti in obremenitev z nevarnimi snovmi podzemne vode na območju Ljubljanskega polja in Ljubljanskega barja, izvedenih v okviru programa Monitoringa MOL v letu 2004, je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode in mineralizacija sta primerni in ustrezajo vsem kriterijem opredeljenih s predpisi RS za podzemno in pitno vodo;
- obremenitve podzemne in pitne vode s spojinami ogljika (izražene kot celokupni organski ogljik – TOC in oksidativnost – KPK s  $\text{KMnO}_4$ , dušika - amonij, nitrit in nitrat, so primerne in ne presegajo mejnih vrednosti, opredeljenih s predpisi RS za podzemno in pitno vodo. Izjema so obremenitve na posameznih mestih vzorčenja, ki so posledica dogajanj oz. aktivnosti na omejenem geografskem območju in zato ne vplivajo na razmere v sistemu javne oskrbe s pitno vodo;
- od mikroelementov je potrebno izpostaviti prisotnost celokupnega kroma in kroma v oksidativnem stanju VI. Obremenitve s celokupnim kromom se zmanjšujejo, medtem ko je za krom v oksidativnem stanju VI, na območju vodnih zajetij Hrastje Ia, značilen trend povečevanja obremenitev;
- za celotno območje podzemne vode Ljubljanskega polja in Ljubljanskega barja je značilna prisotnost pesticidov, predvsem atrazina in njegovega razgradnega produkta desetilatrazina ter diklobenila in njegovega razgradnega produkta 2,6 – diklorobenzamida. Na splošno so za celotno območje podzemne vode značilni trendi zmanjševanja obremenitev. Izmerjene vsebnosti so za posamezno spojino od 0.15  $\mu\text{g/l}$  pa do meje določanja za uporabljene preskusne metode;
- rezultati preiskav podzemne vode v okviru programa Monitoringa MOL v letu 2004 kažejo, da je s spojinami iz skupine LKCH obremenjena predvsem podzemna voda na širšem območju vodnega zajetja Hrastje. Značilna je stalna prisotnost 1,1,2,2-tetrakloroetena in 1,1,2-trikloroetena. Kljub temu, da so mejne vrednosti za posamezne

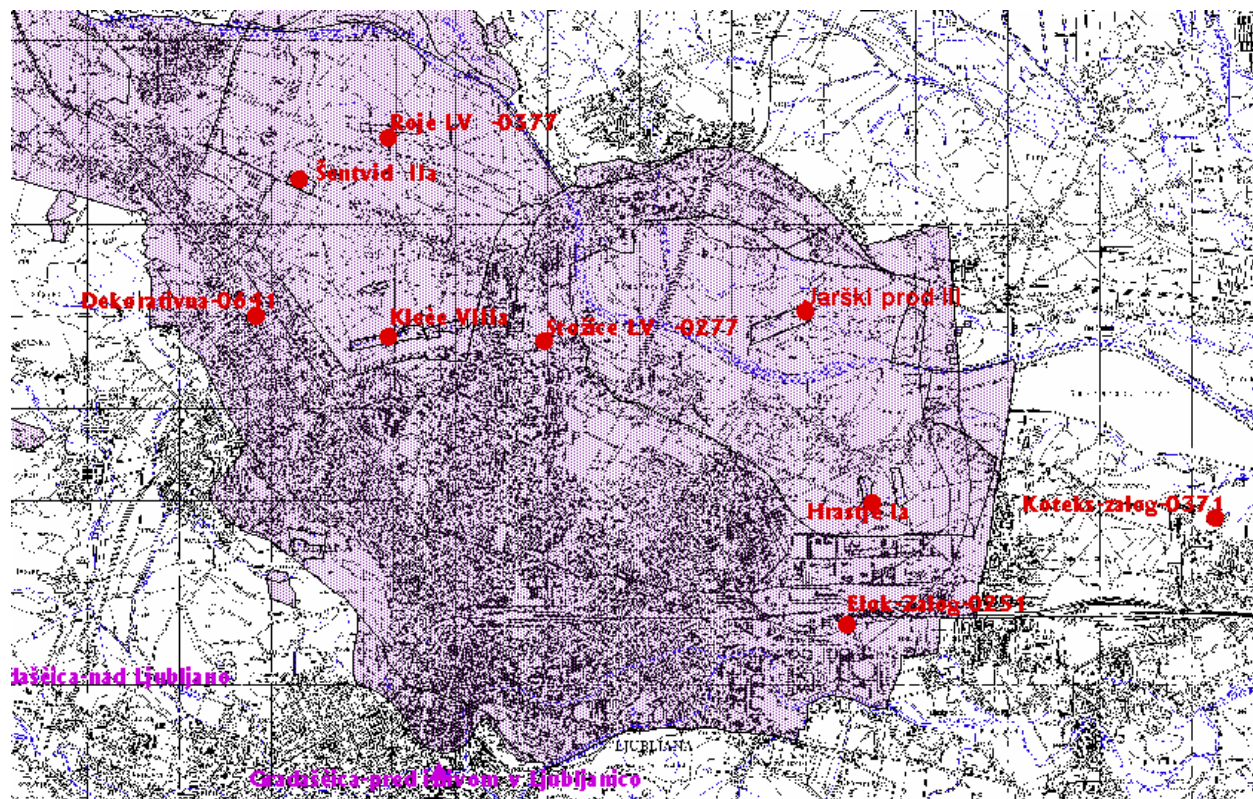
spojine iz skupine LKCH, presežene le občasno, pa je stalna prisotnost teh spojin na posameznih območjih podzemne vode, pomembnih za oskrbno s pitno vodo, zaskrbljujoča in zahteva skrbno in stalno spremljanje.

Na osnovi rezultatov preiskav kakovosti in obremenitev z nevarnimi snovmi površinskih vodotokov, pritokov reke Ljubljanice, izvedenih v okviru programa Monitoringa MOL v letu 2004, je ugotovljeno:

- za vse preiskovane površinske vodotoke so značilne obremenitve z organskimi snovmi, ki vplivajo na razmere s kisikom. Na razmere s kisikom vplivajo hidrološke razmere, zato se razmere v času povišanih zračnih temperatur poslabšajo, posebno v manjših vodotokih;
- preiskovani vodotoki so praviloma obremenjeni s spojinami dušika (predvsem amonijem in nitritom) ter spojinami fosforja. Ugotovljene obremenitve so posledica pritekanja odpadnih voda iz komunalne infrastrukture;
- neposredna posledica pritekanja komunalnih odpadnih voda v preiskovane vodotoke so neustrezne mikrobiološke razmere, neprimerne za kopanje;
- Gradaščica je, poleg Curnovca in Bezlanovega grabna, najbolj obremenjen vodotok s težkimi kovinami. Ocenjuje se, da v Gradaščico pritekajo tudi tehnološke odpadne vode. Ugotovljene obremenitve zahtevajo posebne usmerjene preiskave;
- zaradi povišanih vsebnosti amonija, nitrata in fosfatov preiskovani površinski vodotoki ne ustrezajo kriterijem voda opredeljenih za življenje sladkovodnih vrst rib. Potrebno pa je poudariti, da je na seznamu odsekov površinskih voda, pomembnih za življenje sladkovodnih vrst rib, skladno s Pravilnikom o določitvi odsekov površinskih voda, pomembnih za življenje sladkovodnih vrst rib (Ur.list RS št. 28/2005) le Ljubljanica na odseku od izvira do Livade, torej na celotnem odseku, na katerem sprejema preiskovane vodotoke iz programa Monitoringa MOL v letu 2004.

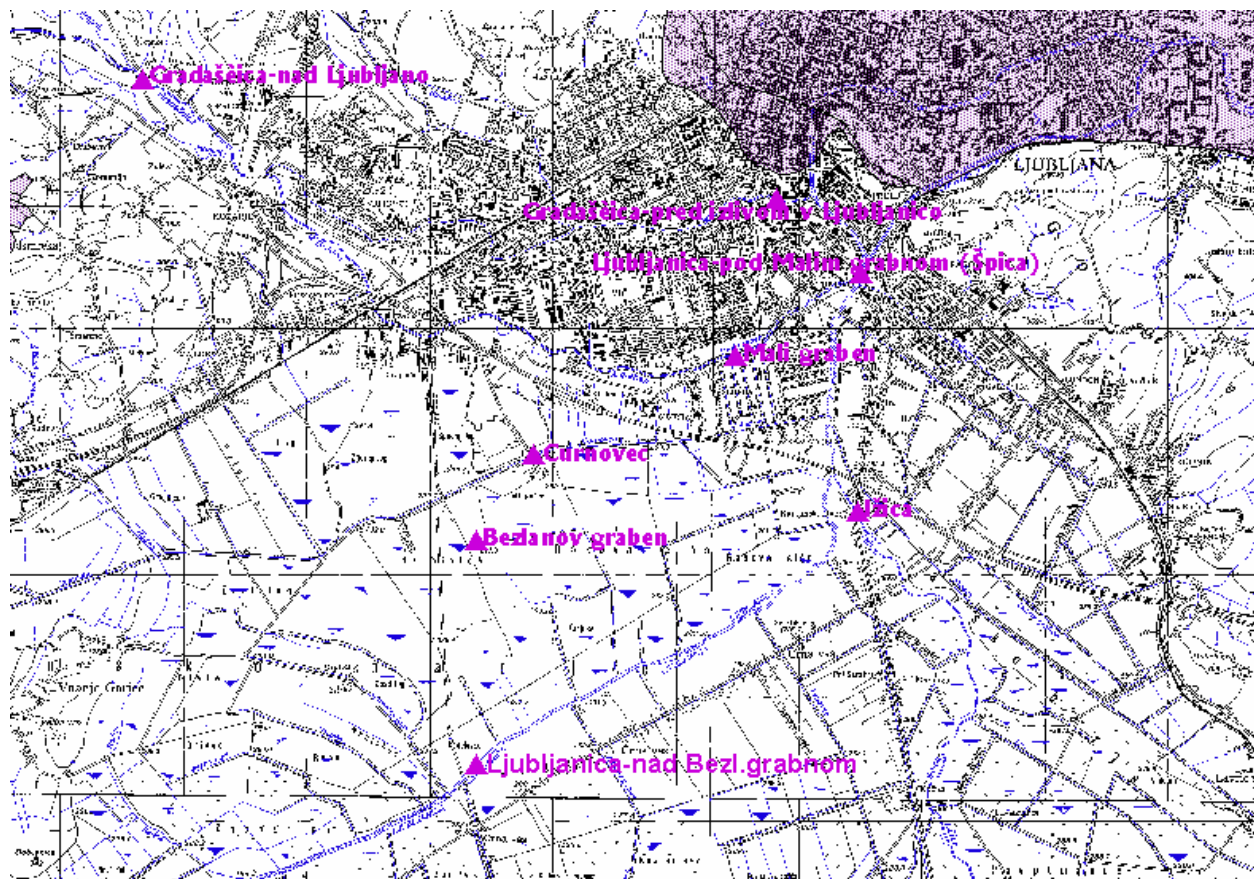
## 10 PRILOGE

## 10.1 GEOGRAFSKA LEGA MEST VZORČENJA - PODZEMNA VODA





## 10.2 GEOGRAFSKA LEGA MEST VZORČENJA – POVRŠINSKI VODOTOKI



### 10.3 METODOLOGIJA VZORČENJA – PODZEMNA VODA

Vzorčenje je bilo izvedeno skladno z določbami veljavnih predpisov:

- Pravilnika o imisijskem monitoringu podzemne vode ( Ur. list RS št. 42/2002);
- Pravilnika o monitoringu onesnaženosti podzemnih voda z nevarnimi snovmi (Ur. list RS št. 5/2000).

Upoštevana pa so bila tudi posamezna smiselna določila standardov SIST ISO 5667-5:1991, Kakovost vode - Vzorčenje, Navodilo za vzorčenje pitne vode in vode, ki se uporablja za proizvodnjo hrane in pijač; SIST ISO 5667-11: 1993 , Kakovost vode - Vzorčenje, Navodilo za vzorčenje podtalnic ter ISO standardov, ISO 5667-1:1980, Kakovost vode - Vzorčenje - Navodilo za načrtovanje programov vzorčenja, ISO 5667-2:1991, Kakovost vode - Vzorčenje - Navodilo za izbiro tehnik vzorčenja, ISO 5667-3: 2004, Kakovost vode - Navodilo za hranjenje in ravnanje z vzorci, in ISO 5667-14:1998, Kakovost vode - Navodilo za zagotavljanje kakovosti vzorčenja vode v okolju in ravnanja z vzorci.

Voda iz vrtin je bila pred vsakim odvzemom črpana z mobilno črpalko do stalnih vrednosti fizikalnih in fizikalno-kemijskih parametrov: temperature vode in električne prevodnosti.

V času odvzema vode so izvedene še terenske meritve pH vrednosti, vsebnosti raztopljenega kisika, redoks potenciala. Izmerjena sta tudi nivo podzemne vode in globino vrtine.

Na mestu vzorčenja so bili izmerjeni tudi terenski parametri:

Zap. št. parametra	Parameter	Metoda/standard	Akreditacija
01	Temperatura vode		#
02	pH		#
03	Električno prevodnost		#
04	Koncentracijo raztopljenega kisika		#
05	Nivo vode		#

Priprava, konzerviranje, transport in hranjenje odvzetih vzorcev so opravljeni po določbah standarda ISO 5667-3. Vzorci za analizo na kovine so filtrirani na mestu vzorčenja (membranska filtracija 0.45 µm).

## 10.4 METODOLOGIJA VZORČENJA – POVRŠINSKE VODE

Vzorčenje je bilo izvedeno skladno z določbami veljavnih predpisov:

- Pravilnika o monitoringu kemijskega stanja površinskih voda (Ur. list RS št. 42/2002);
- Pravilnika o imisijskem monitoringu kakovosti površinske vode za življenje sladkovodnih vrst rib (Ur. list RS št. 71/2002);

Upoštevana pa so bila tudi posamezna določila standardov ISO 5667-6, Kakovost vode - Vzorčenje, Navodilo za vzorčenje iz rek in vodnih tokov, ter ISO standardov, ISO 5667-1:1980, Kakovost vode - Vzorčenje - Navodilo za načrtovanje programov vzorčenja, ISO 5667-2:1991, Kakovost vode - Vzorčenje - Navodilo za izbiro tehnik vzorčenja, ISO 5667-3: 2004, Kakovost vode - Navodilo za hranjenje in ravnanje z vzorci, in ISO 5667-14:1998, Kakovost vode - Navodilo za zagotavljanje kakovosti vzorčenja vode v okolju in ravnanja z vzorci.

Vzorec vode je odvzet neposredno z zajemom vode. Vzorci vode za analizo na kovine so filtrirani na mestu vzorčenja (membranska filtracija 0.45 µm).

V času odvzema vode so izvedene še terenske meritve pH vrednosti, električne prevodnosti in vsebnosti raztopljenega kisika:

Zap. št. parametra	Parameter	Metoda/standard	Akreditacija
01	Temperatura vode		#
02	pH		#
03	Električna prevodnost		#
04	Koncentracija raztopljenega kisika		#

## **10.5 ANALIZNA POROČILA ZA PODZEMNO VODO**

## **10.6 ANALIZNA POROČILA ZA POVRŠINSKE VODOTOKE**

## **10.7 ZBIRNI REZULTATI PREISKAVE PODZEMNE VODE (12 STRANI)**

## **10.8 ZBIRNI REZULTATI PREISKAVE ZA POVRŠINSKE VODOTOKE (3 STRANI)**

## **10.9 REZULTATI MIKROBIOLOŠKIH PREISKAV PODZEMNE VODE (109)**



**10.10 REZULTATI MIKROBIOLOŠKIH PREISKAV VODE POVRŠINSKIH VODOTOKOV (4 STRANI)**

## **10.11 POSNETKI GC/MSD ZA VODE (10 STRANI)**