



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

ID za DDV: **SI30447046**

Številka transakcijskega računa: **01100-6030926630**

DAT.: IVOTS-30-PR07MOL_zaključno

**MONITORING PODZEMNE VODE IN POVRŠINSKIH
VODOTOKOV NA OBMOČJU MESTNE OBČINE LJUBLJANA
ZA OBDOBJE JUNIJ 2007 - JUNIJ 2008**

ZAKLJUČNO POROČILO

Maribor, avgust 2008

Naslov: MONITORING PODZEMNE VODE IN POVRŠINSKIH
VODOTOKOV NA OBMOČJU MESTNE OBČINE LJUBLJANA
ZA OBDOBJE JUNIJ 2007 - JUNIJ 2008 - 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: 30/578-07 / 5
Delovni nalog: pogodba št. JR-07/310635 (ZVO 2/07) z dne 15.06.2007

Šifra dejavnosti: 30 - monitoring podtalnih vod

Referenčni izvod: **DA**

Nosilec naloge: mag. Venčeslav Lapajne, univ.dipl.kem.

Sodelavci: Nataša Sovič, univ.dipl.inž.kem.tehnol.
Mojca Baskar, 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, 18.08.2008

ODDELEK ZA VODE, PREHRANO
IN PREDMETE SPLOŠNE RABE

Vodja:

mag. Venčeslav 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	Podzemna voda	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	14
3.1	PODZEMNA VODA	14
3.2	POVRŠINSKI VODOTOKI	15
4	ZAGOTAVLJANJE IN KONTROLA KAKOVOSTI	18
5	REZULTATI	19
6	PODZEMNE VODE - KAKOVOST IN OBREMENITVE Z NEVARNIMI SNOVMI	20
6.1	OSNOVNE FIZIKALNO – KEMIJSKE LASTNOSTI	20
6.1.1	Temperatura vode	20
6.1.2	pH	20
6.1.3	Električna prevodnost	20
6.1.4	Raztopljeni kisik in nasičenost s kisikom	23
6.1.5	Celotni organski ogljik - TOC	23
6.1.6	Amonij	24
6.1.7	Nitrat	24
6.1.8	Kalij	27
6.1.9	Krom	27
6.2	SKUPINSKI KAZALCI OBREMENITEV PODZEMNE VODE	29
6.2.1	Mineralna olja	29
6.2.2	Organske halogene spojine (adsorbiljive organske halogene spojine, AOX)	29

6.2.3	Pesticidi	29
6.2.4	Lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki	31
7	KAKOVOST IN OBREMENITVE PODZEMNE VODE PO MESTIH VZORČENJA	33
7.1	KLEČE VIII A	33
7.2	KLEČE XIII	33
7.3	HRASTJE IA	34
7.4	ŠENTVID II A	35
7.5	JARŠKI PROD III	36
7.6	JA 6	37
7.7	IŠKI VRŠAJ IA	37
7.8	ROJE	38
7.9	STOŽICE	39
7.10	PETROL OB CELOVŠKI	39
7.11	KOTEKS – ZALOG 0371	40
7.12	ELOK – ZALOG 0251	41
8	KAKOVOST IN OBREMENITVE POVRŠINSKIH VODOTOKOV	41
8.1	LJUBLJANICA	41
8.2	MALI GRABEN IN CURNOVEC	44
8.3	GRADAŠČICA	46
8.4	IŽICA	48
8.5	SAVA	49
9	ZAKLJUČEK	51
10	PRILOGE	53
10.1	GEOGRAFSKA LEGA MEST VZORČENJA - PODZEMNA VODA IN POVRŠINSKI VODOTOKI	54
10.2	METODOLOGIJA VZORČENJA – PODZEMNA VODA	55
10.3	METODOLOGIJA VZORČENJA – POVRŠINSKI VODOTOKI - VODE IN SEDIMENT TER POROČILA O VZORČENJU IN MERITVAH NA TERENU	56
10.4	ZBIRNI REZULTATI FIZIKALNO KEMIJSKE PREISKAVE PODZEMNE VODE	57
10.5	ZBIRNI REZULTATI POVRŠINSKIH VODOTOKOV (VODE IN SEDIMENT)	58
10.6	TRENDI OBREMENITEV NA POSAMEZNIH MESTIH VZORČENJA	59
10.6.1	Kleče	60
10.6.2	Hrastje	62

10.6.3	Šentvid	65
10.6.4	Jarški prod	66
10.6.5	Iški vršaj	66
10.6.6	Roje	67
10.6.7	Stožice	67
10.6.8	Koteks - Zalog 0371	68
10.6.9	Elok – Zalog 0251	70
10.7	PRIMERJAVA OBREMENITEV MED MESTI VZORČENJ V LETIH 1997 – JUNIJ 2008	71

SEZNAM TABEL

	<i>Stran</i>
Tabela 1.: Seznam mest vzorčenja podzemne vode	10
Tabela 2.: Seznam mest vzorčenja površinske vode	11
Tabela 3.: Seznam parametrov programa monitoringa podzemne vode	11
Tabela 4.: Seznam parametrov programa monitoringa površinskih vodotokov	12
Tabela 5.: Mejne vrednosti za oceno kemijskega stanja podzemne vode	14
Tabela 6.: Mejne vrednosti po predpisih za površinske vodotoke	16
Tabela 7.: Mejne vrednosti za sediment po predpisih RS	17
Tabela 8.: Pregled meritev pH vrednosti po posameznih mestih vzorčenja za obdobje junij 2007 - junij 2008	20
Tabela 9.: Pregled meritev električne prevodnosti (pri 20 °C) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje junij 2007 - junij 2008	21
Tabela 10.: Pregled vsebnosti TOC (mg/l) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje junij 2007 - junij 2008	24
Tabela 11.: Nitriti – pregled mest vzorčenja z najvišjimi vsebnostmi	25
Tabela 12.: Pregled vsebnosti nitratov (mg/l) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje junij 2007 - junij 2008	25
Tabela 13.: Vsebnost kalija na mestu vzorčenja Petrol ob Celovški	27
Tabela 14.: Celokupni krom in krom v oksidativnem stanju VI	28
Tabela 15.: Pregled vsebnosti celokupnega kroma (µg/l) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje junij 2007 - junij 2008	28
Tabela 16.: Pregled vsebnosti kroma v oksidativnem stanju VI (µg/l) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje junij 2007 - junij 2008	28
Tabela 17.: Pregled vsebnosti atrazina (µg/l) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje junij 2007 - junij 2008	30
Tabela 18.: Pregled vsebnosti desetilatrazina (µg/l) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje junij 2007 - junij 2008	30
Tabela 19.: Pregled vsebnosti 1,1,2,2 - tetrakloroetena (µg/l) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje junij 2007 - junij 2008	32
Tabela 20.: Pregled vsebnosti 1,1,2 - trikloroetilena (µg/l) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje junij 2007 - junij 2008	32
Tabela 21.: Rezultati Monitoringa MOL v obdobju junij 2007 - junij 2008	33
Tabela 22.: Rezultati Monitoringa MOL v obdobju junij 2007 - junij 2008	35
Tabela 23.: Rezultati Monitoringa MOL v obdobju junij 2007 - junij 2008	35
Tabela 24.: Pregledna ocena razmer v Ljubljani	43
Tabela 25.: Pregledna ocena razmer v potokih Mali Graben in Curnovec	45
Tabela 26.: Pregledna ocena razmer v Gradaščici	47
Tabela 27.: Pregledna ocena razmer v reki Ižici	49
Tabela 28.: Pregledna ocena razmer v reki Savi nad Črnuškim mostom	51
Tabela 29.: Metodologija terenskih meritev	55
Tabela 30.: Metodologija terenskih meritev	56

SEZNAM SLIK

	<i>Stran</i>
Slika 1: Podzemna voda – Električna prevodnost	23
Slika 2: Podzemna voda – Nitrati	27
Slika 3: Podzemna voda – Celokupni krom	29
Slika 4: Podzemna voda – Krom v oksidativnem stanju VI	29
Slika 5: Podzemna voda – Atrazin, Hrastje Ia	30
Slika 6: Podzemna voda – Desetilatrazin, Hrastje Ia	30
Slika 7: Podzemna voda – Atrazin, Brest Ia	31
Slika 8: Podzemna voda – Desetilatrazin, Brest Ia	31
Slika 9: Podzemna voda – Atrazin, Petrol ob Celovški	31
Slika 10: Podzemna voda – Desetilatrazin, Petrol ob Celovški	31
Slika 11: Podzemna voda – 1,1,2,2-tetrakloroeten, Hrastje Ia	32
Slika 12: Podzemna voda – 1,1,2 - trikloroetilen, Hrastje Ia	32
Slika 13: Ljubljana – pregledna situacija	42
Slika 14: Geografska lega mest vzorčenja na potokih Curnovec in Bežanov graben	45
Slika 15: Gradaščica – pregledna situacija	46
Slika 16: Ižica – pregledna situacija	48
Slika 17: Sava – pregledna situacija	50
Slika 18: Vsebnost nitrata v črpališču Kleče v letih 199 –junij 2008	60
Slika 19: Vsebnost atrazina v črpališču Kleče v letih 1997-junij 2008	60
Slika 20: Vsebnost 1,1,2,2 - tetrakloroetena v črpališču Kleče v letih 1997-junij 2008	61
Slika 21: Vsota lahko hlapnih halogeniranih ogljikovodikov v črpališču Kleče v letih 1997-junij 2008	61
Slika 22: Vsebnost nitrata v črpališču Hrastje v letih 1997-junij 2008	62
Slika 23: Vsebnost kroma v črpališču Hrastje v letih 1997-junij 2008	62
Slika 24: Vsebnost atrazina v črpališču Hrastje v letih 1997-junij 2008	63
Slika 25: Vsebnost 1,1,2,2 - tetrakloroetena v črpališču Hrastje v letih 1997-junij 2008	63
Slika 26: Vsota lahko hlapnih halogeniranih ogljikovodikov v črpališču Hrastje v letih 1997-junij 2008	64
Slika 27: Vsebnost nitrata v črpališču Šentvid v letih 1997-junij 2008	65
Slika 28: Vsebnost atrazina v črpališču Šentvid v letih 1997-junij 2008	65
Slika 29: Vsebnost nitrata v Jarškemrodu v letih 1997-junij 2008	66
Slika 30: Vsebnost nitrata v črpališču Iški vršaj v letih 1997-junij 2008	66
Slika 31: Vsebnost nitrata v črpališču Roje v letih 1997-junij 2008	67
Slika 32: Vsebnost nitrata v črpališču Stožice v letih 1997-junij 2008	67
Slika 33: Vsebnost nitrata v vodnjaku KOTEKS - ZALOG 0371 v letih 1997-junij 2008	68
Slika 34: Vsebnost atrazina v vodnjaku KOTEKS - ZALOG 0371 v letih 1997-junij 2008	68
Slika 35: Vsebnost kroma v vodnjaku KOTEKS - ZALOG 0371 v letih 1997-junij 2008	69
Slika 36: Vsebnost 1,1,2,2 - tetrakloroetena v vodnjaku KOTEKS - ZALOG 0371 v letih 1997-junij 2008	69
Slika 37: Vsebnost nitrata v črpališču Elok-Zalog v letih 1997-junij 2008	70
Slika 38: Vsebnost atrazina v črpališču Kleče in Hrastje	71
Slika 39: Vsebnost Cr6+ v črpališču Kleče in Hrastje	72
Slika 40: Vsota lahko hlapnih halogeniranih ogljikovodikov v črpališču Kleče in Hrastje	72
Slika 41: Vsebnost nitrata v črpališču Kleče in Hrastje	73
Slika 42: Vsebnost nitrata v črpališču Šentvid in Jarški prod	73
Slika 43: Vsebnost nitrata na mestih vzorčenja Brest, Roje in Stožice	74
Slika 44: Vsebnost nitrata na mestih vzorčenja KOTEKS - ZALOG 0371 in ELOK – ZALOG 0251	74

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 dopušča 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 6 vodnjakov, ki so namenjeni za oskrbo s pitno vodo, 2 industrijska vodnjaka in 4 kontrolne vrtine.

Fizikalno kemijske preiskave vključujejo naslednje parametre: temperaturo vode, pH vrednost, električno prevodnost, raztopljeni kisik, celotni organski ogljik - TOC, amonij, nitrat, kalij, ortofosfat, mineralna olja, krom, pesticide, AOX (adsorbiljivi halogenirani ogljikovodiki), lahkohlapne halogenirane ogljikovodike.

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 464 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mejna vrednost za pitno vodo ni presežena;*
- vsebnost celotnega organskega ogljika – TOC 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 ter mineralnih (umetnih) gnojil sta eden izmed glavnih vzrokov visokih vrednosti nitrata v podzemni vodi, srednja izmerjena vrednost na preiskovanem območju znaša 16 mg NO_3/l ;*
- krom v vodnjaku Hrastje Ia v oksidativnem stanju VI je še vedno prisoten;*
- najvišja izmerjena vrednost za atrazin znaša 0,11 $\mu\text{g}/\text{l}$;*
- prisotnost AOX (adsorbiljivih halogeniranih ogljikovodikov) in lahkohlapnih halogeniranih ogljikovodikov (LHCH) je vedno povezano z antropogenimi dejavnostmi. Vsebnost lahkohlapnih halogeniranih ogljikovodikov v Hrastju se znižuje, obremenitve ostajajo pod 2 $\mu\text{g}/\text{l}$;*
- kakovost površinske vode se spremlja na 1 merilnih mestih na vodotokih Curnovec, Bezlanov graben, Mali graben, Gradaščica, Ižica, Ljubljanica in Sava. Vzorci vode za fizikalno kemijske in bakteriološke preiskave so bili odvzeti v poletnih mesecih;*
- vsebnosti hranilnih snovi, predvsem dušikovih in fosforjevih spojin, so v površinskih vodah mesta Ljubljane še vedno zelo visoke. 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 6 wells for drinking water supply, 2 industrial wells and 4 groundwater monitoring wells.

The following physical – chemical parameters are regularly controlled: temperature, pH, conductivity, dissolved oxygen, total organic carbon - TOC, ammonium, nitrate, potassium, orthophosphate, mineral oils, chromium, 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 464 $\mu\text{S}/\text{cm}$. The limit value of the Drinking Water Regulations is not exceeded;*
- *the value for total organic carbon TOC 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 not exceeded, the average value for the entire monitored area is 16 mg NO_3/l ;*
- *the presence of chrome VI in well Hrastje Ia is still of great concern;*
- *the highest value for the atrazin is 0,11 $\mu\text{g}/\text{l}$;*
- *the presence of AOX and LHCH in groundwater is always due to anthropogenic activity. The values of LHCH in Hrastje are decreasing, the loads are staying under 2 $\mu\text{g}/\text{l}$;*
- *the quality of surface waters is monitored on 9 measuring points on the Curnovec, Bezlanov graben, Mali graben, Gradščica, Ižica, Ljubljanica and Sava. 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) vključuje raziskave kakovosti podzemne in površinskih voda na območju Mestne občine Ljubljana. Poročilo zajema podatke za obdobje junij 2007 – junij 2008.

Monitoring MOL podzemne vode se izvaja na trinajstih mestih vzorčenja, med katerimi je šest vodnih zajetij, namenjenih za javno oskrbo s pitno vodo, dve mesti vzorčenja sta industrijska vodnjaka in štiri mesta vzorčenja so kontrolne vrtime. Število mest vzorčenja in dinamika vzorčenja sta določena s pogodbo o izvedbi monitoringa.

Monitoring MOL vključuje tudi enajst mest vzorčenja na površinskih vodotokih, na reki Ljubljanici in njenih pritokih ter reki Savi.

Namen programa monitoring MOL je oceniti kakovost podzemne vode in vode površinskih vodotokov glede na osnovne lastnosti vode, namene uporabe in obremenitev s snovmi iz seznama indikativnih, fizikalno – kemijskih 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 v prilogi 10.1.

Tabela 1.: Seznam mest vzorčenja podzemne vode

Zap. št.	Ime mesta vzorčenja	Šifra mesta vzorčenja	Geodetske koordinate	
			X	Y
1	Kleče VIII a	P54380	104775	461280
2	Kleče XIII		104897	461998
3	Hrastje I a	P54720	102960	466525
4	Šentvid II A	P54280	106480	460300
5	Jarški prod III	P50420	105040	465805
6	Iški vršaj I a	P58060	090870	461320
7	Roje LV-0377	P54220	106930	461270
8	JA 6		104908	465173
9	Stožice LV-0277	P54460	104730	462960
10	Petrol ob Celovški		104184	460159
11	Koteks-Zalog 0371	P54900	102810	470260
12	Elok-Zalog 0251	P54860	101650	466260

Površinski vodotoki

Pregled mest vzorčenja in opis lokacij je razviden iz tabele 2. Geografska lega mest vzorčenja je v prilogi 10.1.

Tabela 2.: Seznam mest vzorčenja površinske vode

Zap. št	Ime mesta vzorčenja	Šifra mesta vzorčenja	Geodetske koordinate	
			X	Y
1	Ljubljana	nad izlivom Bežanovega grabna	095450	459380
2	Ljubljana	pod izlivom Malega grabna v višini Špice	099440	462510
3	Ljubljana	Za Mrtvaškim mostom	101050	463598
4	Ljubljana	Zalog- za izlivom iz CČN	103187	472167
5	Bežanov graben	pred izlivom v Ljubljano	097280	459380
6	Curnovec	pred izlivom v Ljubljano	097970	459850
7	Mali graben	pred izlivom v Ljubljano	098770	461490
8	Gradaščica	nad Ljubljano	101020	456670
9	Gradaščica	pred izlivom v Ljubljano	100050	461820
10	Ižica	pred izlivom v Ljubljano	097510	462480
11	Sava	Nad Črnuškim mostom	106320	463250

2.1.2 Način odvzema vzorcev

Podzemna voda

Vzorčenje podzemne je bilo izvedeno po akreditirani metodi skladno z določili standarda SIST EN ISO/IEC 17025, potrjeni z akreditacijsko listino LP 014. Metodologija vzorčenja je opisana v prilogi 10.2.

Površinska voda

Vzorčenje vode in sedimenta površinskih vodotokov je bilo izvedeno po akreditirani metodi skladno z določili standarda SIST EN ISO/IEC 17025, potrjeni z akreditacijsko listino LP 014. Metodologija vzorčenja je opisana v prilogi 10.3.

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 težke kovine), pesticide in lahkohlapne halogenirane ogljikovodike, tabela 3.

Tabela 3.: Seznam parametrov programa monitoringa podzemne vode

Osnovne fizikalno kemijske lastnosti vode	Kovine
Temperatura vode	Skupni krom in krom v oksidativnem stanju VI, Cr oz. Cr VI
pH vrednost	
Električna prevodnost (20° C)	
Raztopljeni kisik	
Nasičenost s kisikom	
Redoks potencial	

Celotni organski ogljik - TOC Spojine dušika - amonij in nitrat Ortofosfat Kalij	
Skupinski kazalci obremenitev podzemne vode	Pesticidi
Mineralna olja Organske halogene spojine (merjene kot adsorbiljive organske halogene spojine, v nadaljevanju AOX)	Acetoklor, Alaklor, Atrazin in razgradna produkta Desetilatrazin in Desizopropilatrazin, Bentazon, Bromacil, Cianazin, Dimetenamid, Imidaklopid, Izoproturon, Klortoluron, Linuron, Mezotrion, Metalaksil, Metamitron, Metazaklor, Metolaklor, Metosulam, Metribuzin, Pendimetalin, Piridat M, Prometrin, Propazin, Rimsulfuron, Simazin, Terbutilazin in razgradni produkt Desetil-terbutilazin Terbutrin, Tifensulfuron-metil, Triasulfuron, 2,6-diklorobenzamid.
Lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki	
- diklorometan - triklorometan - tetraklorometan - 1,2-dikloroetan - 1,1,1-trikloroetan - 1,1-dikloroeten - trikloroetilen - 1,1,2,2-tetrakloroeten - tribromometan - bromdiklorometan	
Druge organske spojine	
Metil-ter-butyleter (MTBE)	

2.2.2 Površinski vodotoki

Program monitoringa MOL zajema preiskave vode in sedimenta površinskih vodotokov na osnovne fizikalno kemijske lastnosti vode, skupinske kazalce obremenitev površinskih voda in vsebnost posameznih onesnaževal, mikroelemente (v nadaljevanju kovine) za vodo in sediment ter mikrobiološke preiskave voda, tabela 4.

Tabela 4.: Seznam parametrov programa monitoringa površinskih vodotokov

Osnovne fizikalno kemijske lastnosti vode	Skupinski kazalci obremenitev površinskih vodotokov
Temperatura vode	Anionaktivni detergenti
pH vrednost	Bor
Električna prevodnost (25° C)	Mineralna olja
Raztopljeni kisik	Fenolne snovi
Nasičenost s kisikom	Strupenost za vodne bolhe
Barva	
Vidne nečistoče	

Spojine dušika - amonij in nitrat Dušik po Kjeldahlu Fosfat – celokupni Fosfat – ortofosfat	
Mikroelementi (v nadaljevanju kovine), voda	Kovine, sediment
Arzen, As Kadmij, Cd Celokupni krom Krom v oksidativnem stanju VI, Cr oz. Cr VI Svinec, Pb Živo srebro, Hg	Arzen, As Baker, Cu Cink, Zn Kadmij, Cd Celokupni krom Nikelj, Ni Svinec, Pb Živo srebro, Hg
Mikrobiološki parametri	
Skupne koliformne bakterije MPN v 100 ml Koliformne bakterije fekalnega izvora MPN v 100 ml	

2.3 METODOLOGIJA

2.3.1 Podzemna voda

Standardi oz. drugi uveljavljeni mednarodni dokumenti za uporabljene metode so izpisani na analiznih poročilih, ki so bila priložena vsakokratnim delnim poročilom, 30/140-06/1,2,3 in 4. V prilogi 10.4 je zato priložen le primer analiznega poročila, iz katerega je razvidna metodologija uporabljenih preiskav podzemne vode. Fizikalno – kemijska preiskave so bile izvedene v skladu z navodili standarda SIST EN ISO/IEC 17025 in potrjene z akreditacijsko listino LP 014.

2.3.2 Površinske vode

Standardi oz. drugi uveljavljeni mednarodni dokumenti za uporabljene metode so izpisani ob rezultatih analize na analiznih poročilih v prilogah 10.5 in priloga 10.6 ter za mikrobiološke preiskave v prilogi 10.7. Fizikalno – kemijske preiskave so bile izvedene v skladu z navodili standarda SIST EN ISO/IEC 17025 in potrjeno z akreditacijsko listino LP 014, ter mikrobiološke preiskave vode v skladu z navodili standarda SIST EN ISO/IEC 17025, potrjene z akreditacijsko listino LP 035.

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, tabela 5:

- Uredba o standardih kakovosti podzemne vode (Ur. list RS, št. 100/2005);
- Pravilnik o pitni vodi (Ur. list RS, št. 19/2004, 35/2004, 26/2006 in 92/2006).

Tabela 5.: Mejne vrednosti za oceno kemijskega stanja podzemne vode

Parameter	Enota	Uredba o standardih kakovosti podzemne vode	Pravilnik o pitni vodi
pH			6.5-9.5
Električna prevodnost (20° C)	µS/cm		2500
Nasičenost s O ₂	%		
Oksidativnost	mg O ₂ /l		5.0
Celokupni organski ogljik (TOC)	mg C/l		Brez sprememb
Amonij	mg NH ₄ /l	0.2	0.5
Kalij	mg K/l	10	-
Nitrat	mg NO ₃ /l	50	50
Klorid	mg Cl/l		100
Ortofosfat	mg PO ₄ /l	0,2	
Mineralna olja	mg/l	0.01	
Organske halogene spojine (AOX)	µg /l	20 ²⁾	
Krom	µg Cr/l	30	50
Posamezni pesticid	µg/l	0.1	0.1
Vsota merjenih pesticidov	µg/l	0.5	0.5
Lahkohlapni alifatski halogenirani ogljikovodiki (LHCH) ¹⁾	µg/l	10	
Diklorometan	µg/l	2	
Tetraklorometan	µg/l	2	
1,2-dikloroetan	µg/l	3	3.0
1,1- dikloroeten	µg/l	2	
Trikloroeten	µg/l	2	
Tetrakloroeten	µg/l	2	10
Tetrakloroeten + trikloroeten	µg/l		10

Opomba

- 1) Vsota lahkohlapnih halogeniranih alifatskih ogljikovodikov: triklorometana, tribromometana, bromdiklorometana, dibromklorometana, tetraklorometana, diklorometana, 1,1-dikloroetana, 1,2-dikloroetana, 1,1-dikloroetilena, 1,2-dikloroetilena, 1,1,2,2-tetrakloroetana, 1,1,2-trikloroetana, 1,1,1-trikloroetana, 1,1,2-trikloroetana, 1,1,2,2-tetrakloroetana, trikloronitrometana, triklorofluorometana in diklorodifluorometana;
- 2) *Holandska lista, VROM, Circular on target values and intervention values for soil remediation, The Netherlands Government Gazette on the 24th February 2000, No. 39).*

3.2 POVRŠINSKI VODOTOKI

Razmere v površinskih vodotokih so ocenjene glede na kriterije kemijskega stanja in primernosti za življenje sladkovodnih vrst rib. Razmere v Ljubljanici, Malem grabnu, Gradaščici, Ižici in Savi 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, 35/2004, 26/2006 in 92/2006).

Minimalne higienske in druge razmere za kopalne vode v preiskovanih površinskih vodotokih so ocenjene po določilih:

- Pravilnika o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode (Ur. list RS, št. 73/2003 in 96/2006);
- Uredbe 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, št. 68/1996, 35/2001 in 29/2004).

Tabela 6.: Mejne vrednosti po predpisih za površinske vodotoke

Parameter	Enota	Izražen kot	Uredba o kemijskem stanju površinskih voda	Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib	Pravilnik o pitni vodi	Pravilnik o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode
Temperatura zraka	oC					
Temperatura vode	oC					
pH				6-9+/-0,5	6,5-9,5	6-9
Elektroprevodnost (20° C)	µS/cm				2500	
Kisik	mg/l	O ₂		50%>/=9		
Nasičenost s kisikom	%			100%>/=6		80-120
Neraztopljene snovi	m			</=25 ¹⁾		
Skupni organski ogljik (TOC)	mg/l	C			4	
Kemijska potreba po kisiku-KPK (KMnO ₄)	mg/l	KMnO ₄			10	
Biokemijska potreba po kisiku-BPK ₅	mg/l	O ₂		3		
Amonij	mg/l	NH ₄		</=1 ²⁾	0,5	
Nitrati	mg/l	NO ₃	25		50	
Nitriti	mg/l	NO ₂		</=0,01 ²⁾	0,5	
Kloridi	mg/l	Cl			250	
Sulfat	mg/l	SO ₄	150		250	
Fosfat-celokupni	mg/l	PO ₄		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	
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 7.: Mejne vrednosti za sediment po predpisih RS

Parameter	Enota	Izražen kot	Uredba o kemijskem stanju površinskih voda	Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih emisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh
Skupni organski ogljik – TOC	%	C		
Arzen	mg/kg	As		20/30/55
Baker	mg/kg	Cu		60/100/300
Cink	mg/kg	Zn		200/300/720
Krom	mg/kg	Cr		10/150/380
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, potrjeno z akreditacijskima listinama LP 014 in LP 035. Izvedene so dodatne preiskave podzemne vode ter vode in sedimenta površinskih vodotokov v skladu z določili standarda ISO 5667-14.

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

Rezultati preiskav so v prilogah:

- priloga 10.4 – analizna poročila o fizikalno – kemijskih preiskavah podzemne vode (primer)
- priloga 10.5 - analizna poročila o fizikalno – kemijskih preiskavah vode površinskih vodotokov;
- priloga 10.6 - analizna poročila o fizikalno – kemijskih preiskavah sedimenta površinskih vodotokov;
- priloga 10.7 - analizna poročila o mikrobioloških preiskavah vode površinskih vodotokov;
- priloga 10.8 - zbirni rezultati fizikalno – kemijske preiskave podzemne vode;
- priloga 10.9 - zbirni rezultati fizikalno – kemijske preiskave vode in sedimenta površinskih vodotokov;
- priloga 10.10 - zbirni rezultati mikrobioloških preiskav vode površinskih vodotokov.

6 PODZEMNE VODE - KAKOVOST IN OBREMENTITVE Z NEVARNIMI SNOVMI

Rezultati preiskave podzemne vode za obdobje junij 2007 – junij 2008, v nadaljevanju, so predstavljeni v obliki preglednih tabel, ki vključujejo statistično obdelane rezultate (N-število podatkov, Xmaks-največja vrednost, X90percentil in Xsrednja-srednja vrednost za obdobje od l. 1999 do vključno maj 2007 ter v ločenih kolonah, podatke za letno obdobje, na katero se nanaša zaključno poročilo. Na enak način so za posamezne parametre ali skupine parametrov izdelani tudi diagrami.

6.1 OSNOVNE FIZIKALNO – KEMIJSKE LASTNOSTI

6.1.1 Temperatura vode

Povprečna temperatura podzemne vode je bila v času izvajanja Monitoringa MOL za obdobje junij 2007 – junij 2008 na mestih vzorčenja med 8,6° C, in 15,9° C, (skupaj N=85 meritev). Na osnovi pregleda razmer v celotnem letnem obdobju 1999 – 2008 statistično pomembni trendi niso ugotovljeni.

6.1.2 pH

V obdobju junij 2007 – junij 2008 so bili vsi rezultati meritev pH vrednosti v dopustnem območju za pitno vodo po določilih Pravilnika o pitni vodi. Letna povprečja za posamezna mesta vzorčenja so bila med 6,8 in 7,9; srednja letna vrednost je 7,4 (N=85), tabela 8. Na osnovi pregleda razmer v celotnem letnem obdobju 1999 – 2008 statistično pomembne spremembe ali trendi niso ugotovljeni.

Tabela 8.: Pregled meritev pH vrednosti po posameznih mestih vzorčenja za obdobje junij 2007 - junij 2008

Mesto vzorčenja	N	Obdobje od leta 1999 do vključno maj 2007			Zaključno poročilo junij 2007 - junij 2008												
		X(max)	X(90%)	X(srednja)	jun.07	jul.07	avg.07	sep.07	okt.07	nov.07	dec.07	jan.08	feb.08	mar.08	apr.08	maj.08	jun.08
KLEČE VIIIa	102	7,8	7,6	7,5	7,3	7,6	7,5	7,4	7,7	7,5	7,6	7,5	7,7	7,3	7,5	7,6	7,2
KLEČE XIII	9	7,8	7,6	7,4	/	7,5	/	/	7,6	/	/	7,5	/	/	7,6	/	/
HRASTJE Ia	103	7,7	7,5	7,4	7,2	7,3	7,1	7,3	7,4	7,4	7,4	7,7	7,9	7,1	7,3	7,1	7,1
ŠENTVID IIa	70	7,7	7,5	7,4	7,3	7,3	7,5	7,4	7,4	7,6	7,4	7,4	7,8	7	7,2	7,5	7,1
JARŠKI PROD III	61	7,8	7,5	7,3	7,4	7,3	7,2	7,5	7,3	7,6	7,4	7,6	7,9	7,1	7,4	7,3	7,1
BREST Ia	62	7,7	7,7	7,4	7,4	7,5	7,6	7,5	7,2	7,7	7,5	7,7	7,9	7,2	7,3	7,5	7,3
ROJE	33	7,8	7,7	7,5	/	7,3	/	/	7,1	/	/	7,2	/	/	7,3	/	/
JA 6	9	7,3	7,3	7,1	/	7,1	/	/	6,8	/	/	6,9	/	/	7	/	/
STOŽICE	28	7,8	7,6	7,5	/	7,5	/	/	/	/	/	7,4	/	/	/	/	/
PETROL	9	7,4	7,2	7,1	/	7,1	/	/	/	/	/	7	/	/	/	/	/
KOTEKS	28	7,7	7,6	7,4	/	7,4	/	/	/	/	/	7,5	/	/	/	/	/
ELOK	28	7,6	7,6	7,5	/	7,4	/	/	/	/	/	7,7	/	/	/	/	/

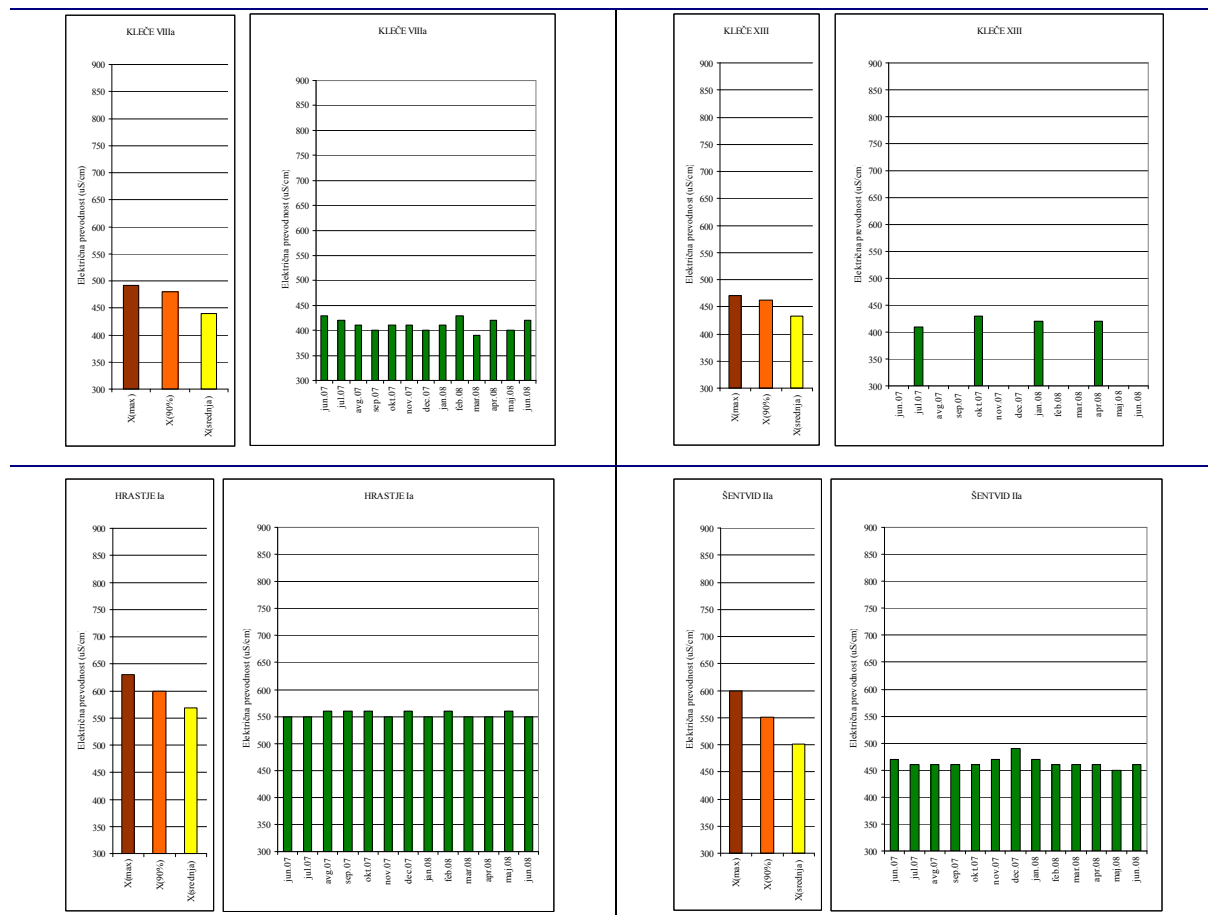
6.1.3 Električna prevodnost

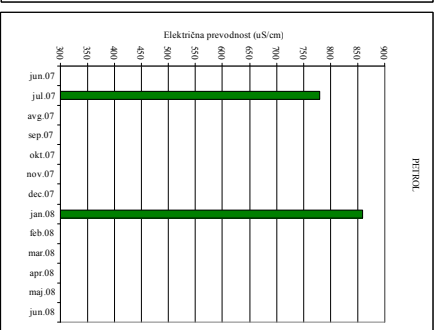
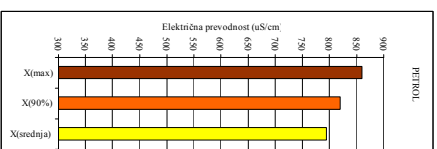
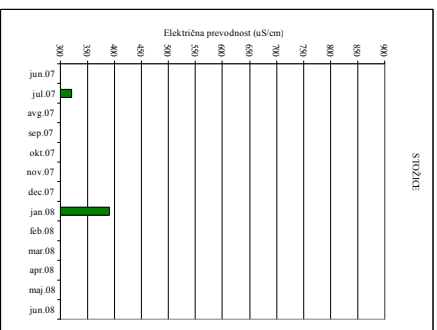
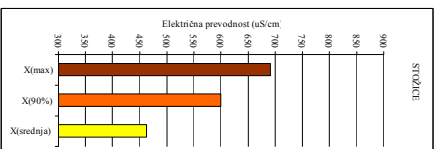
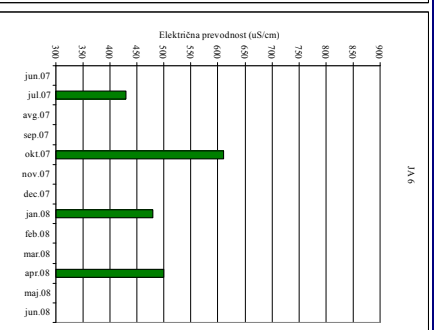
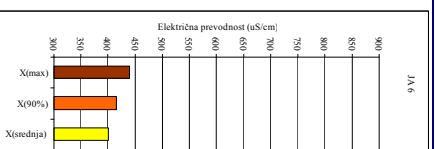
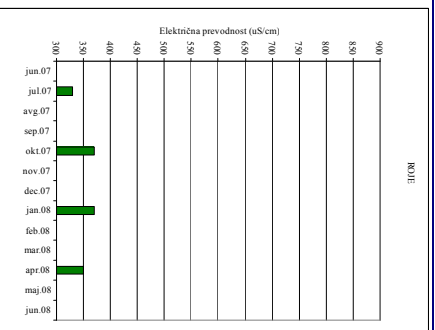
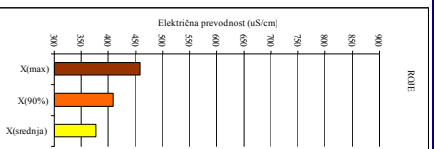
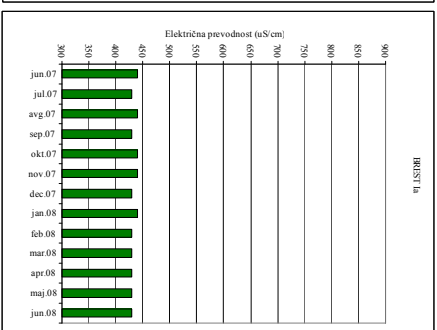
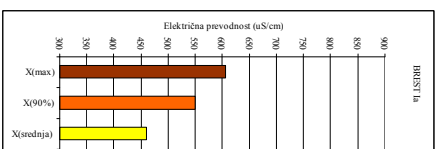
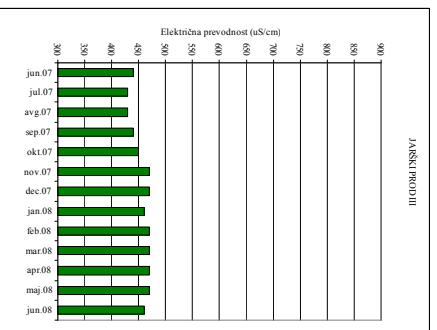
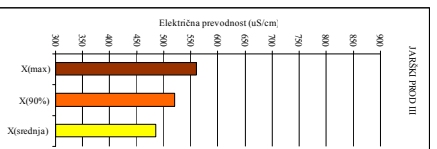
Na električno prevodnost vplivajo geološke osnove vodonosnika, hidrološke razmere in dodatne obremenitve kot poledica dogajanj na površini.

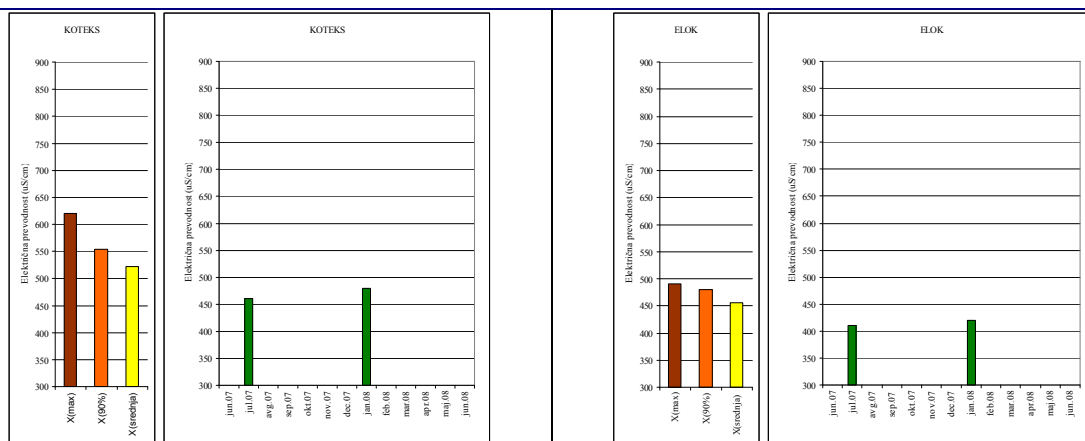
Srednja izmerjena vrednost (za celotno območje) je za čas Monitoringa MOL za obdobje junij 2007 - junij 2008 464 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (pri 20° C). Najnižja vrednost je bila izmerjena decembra na Rojah, 320 $\mu\text{S}/\text{cm}$, najvišja pa junija na vrtini Petrol ob Celovski, 860 $\mu\text{S}/\text{cm}$, tabela 9, slika 1. Na osnovi pregleda razmer v celotnem letnem obdobju 1999 – 2008 statistično pomembne spremembe in trendi niso ugotovljeni.

Tabela 9.: Pregled meritev električne prevodnosti (pri 20° C) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje junij 2007 - junij 2008

Mesto vzorčenja	N	Obdobje od leta 1999 do vključno maj 2007				Zaključno poročilo junij 2007 - junij 2008											
		X(max)	X(90%)	X(srednja)		jun.07	jul.07	avg.07	sep.07	okt.07	nov.07	dec.07	jan.08	feb.08	mar.08	apr.08	maj.08
KLEČE VIIIa	105	492	479	440	430	420	410	400	410	410	400	410	430	390	420	400	420
KLEČE XIII	9	470	462	433	/	410	/	/	430	/	/	420	/	420	/	/	/
HRASTJE Ia	106	630	600	569	550	550	560	560	550	560	550	560	550	550	550	560	550
ŠENTVID IIa	70	600	551	502	470	460	460	460	460	470	490	470	460	460	460	450	460
JARŠKI PROD III	64	560	520	485	440	430	430	440	450	470	470	460	470	470	470	470	460
BREST Ia	62	606	550	460	440	430	440	430	440	440	430	440	430	430	430	430	430
ROJE	35	458	408	376	/	330	/	/	370	/	/	370	/	/	/	350	/
JA 6	9	440	416	401	/	430	/	/	610	/	/	480	/	/	500	/	/
STOŽICE	31	690	600	463	/	320	/	/	/	/	/	390	/	/	/	/	/
PETROL	9	860	820	793	/	780	/	/	/	/	/	860	/	/	/	/	/
KOTEKS	31	620	554	522	/	460	/	/	/	/	/	480	/	/	/	/	/
ELOK	31	490	480	456	/	410	/	/	/	/	/	420	/	/	/	/	/







Slika 1: Podzemna voda – Električna prevodnost

6.1.4 Raztopljeni kisik in nasičenost s kisikom

Razmere s kisikom so za podzemne vode predvsem pokazatelj geološko - kemičnih razmer v podzemni vodi, so pa močno odvisne od dinamike in načina izkoriščanja vode iz preiskovanega vodnega vira. Kljub temu je ocenjeno, da relativno visoke vrednosti za nasičenost, $X_{SRED}=68\%$ ($N=85$), $X_{MIN}=40\%$ (JA6) in $X_{MAKS}=98\%$ kažejo, da na preiskovanih mestih vzorčenja v podzemni vodi niso prisotne snovi, ki bi porabljale kisik (na primer različne oblike sulfidov). Na osnovi pregleda razmer v celotnem letnem obdobju 1999 – 2008 statistično pomembne spremembe in trendi niso ugotovljeni.

6.1.5 Celotni organski ogljik - TOC

TOC je merilo za obremenitev podzemne vode s snovmi organske narave. Na osnovi rezultatov preiskav podzemne vode na TOC je ugotovljeno, da podzemna voda na preiskovanih mestih vzorčenja ni obremenjena s snovmi organske narave (neobičajne spremembe v vsebnosti TOC niso ugotovljene, prav tako ne trendi povečevanja obremenitev v primerjavi s preteklim obdobjem), tabela 10. Na osnovi pregleda razmer v celotnem letnem obdobju 1999 – 2008 statistično pomembne spremembe in trendi niso ugotovljeni.

Tabela 10.: Pregled vsebnosti TOC (mg/l) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje junij 2007 - junij 2008

Mesto vzorčenja	Obdobje od leta 1999 do vključno maj 2007				Zaključno poročilo junij 2007 - junij 2008												
	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)	jun.07	jul.07	avg.07	sep.07	okt.07	nov.07	dec.07	jan.08	feb.08	mar.08	apr.08	maj.08	jun.08
KLEČE VIIIa	38	2,2	1,2	0,6	1	<0,5	0,7	2,1	<0,5	<0,5	0,8	<0,5	<0,5	1	<0,5	3,1	<0,5
KLEČE XIII	9	1,4	1,3	1,0	/	<0,5	/	/	0,7	/	/	<0,5	/	/	2,6	/	/
HRASTJE Ia	39	3,4	1,7	0,8	0,9	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	2,8	<0,5
ŠENTVID IIa	38	2,8	1,5	0,7	<0,5	0,6	1,2	0,7	<0,5	2,5	0,7	<0,5	<0,5	<0,5	1,7	2,5	<0,5
JARŠKI PROD III	29	2,2	1,4	0,9	1,2	0,7	0,9	0,6	<0,5	0,5	1,2	<0,5	<0,5	<0,5	1,8	2,8	<0,5
BREST Ia	51	1,5	1,1	0,6	1,2	0,7	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	<0,5	<0,5	2	0,9	2,9	<0,1
ROJE	17	1,0	0,9	0,6	/	0,6	/	/	0,8	/	/	<0,5	/	/	1,2	/	/
JA 6	9	1,5	1,4	1,0	/	0,5	/	/	0,8	/	/	<0,5	/	/	1,3	/	/
STOŽICE	12	1,8	0,8	0,6	/	1	/	/	/	/	/	<0,5	/	/	/	/	/
PETROL	9	3,2	2,4	1,5	/	0,9	/	/	/	/	/	<0,5	/	/	/	/	/
KOTEKS	12	1,4	1,1	0,6	/	<0,5	/	/	/	/	/	<0,5	/	/	/	/	/
ELOK	12	1,4	1,1	0,6	/	0,6	/	/	/	/	/	<0,5	/	/	/	/	/

6.1.6 Amonij

Vsebnost amonija je bila v obdobju junij 2007 - junij 2008 v večini preiskovanih vzorcih na koncentracijskem pod nivojem meje zaznavanja za uporabljeno analizno metodo (0,01 mg/l NH₄).

Izmerjena vsebnost amonija v podzemni vodi v času izvajanja Monitoringa MOL v obdobju junij 2007 - junij 2008 na celotnem območju ustreza kriterijem iz Uredbe o standardih kakovosti podzemne vode (v kateri je določena mejna vrednost 0,2 mg/l NH₄) in kriterijem za pitno vodo opredeljenih s Pravilnikom o pitni vodi (0,5 mg/l NH₄). Na osnovi pregleda razmer v celotnem letnem obdobju 1999 – 2008 statistično pomembne spremembe in trendi niso ugotovljeni.

6.1.7 Nitrat

Za podzemno vodo Ljubljanskega polja in Ljubljanskega barja velja splošna ugotovitev, da mejna vrednost za nitrate, opredeljena z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode in s Pravilnikom o pitni vodi (50 mg/l NO₃) ni presežena. Srednja izmerjena vrednost je 16 mg/l NO₃, izmerjene vrednosti pa so v intervalu od 7 do 38 mg/l NO₃. Najvišje so izmerjene vrednosti na mestu vzorčenja Petrol ob Celovški, tabeli 11 in 12, slika 2. Diagrami na sliki 2, s katerimi so prikazana gibanja vsebnosti nitrata po posameznih mestih vzorčenja za obdobje junij 2007 - junij 2008, ne kažejo statistično pomembnih sprememb in trendov. Le – ti pa so razvidni z diagramov za obdobje 1997-junij 2008, diagrami so v prilogah 10.7 in 10.8:

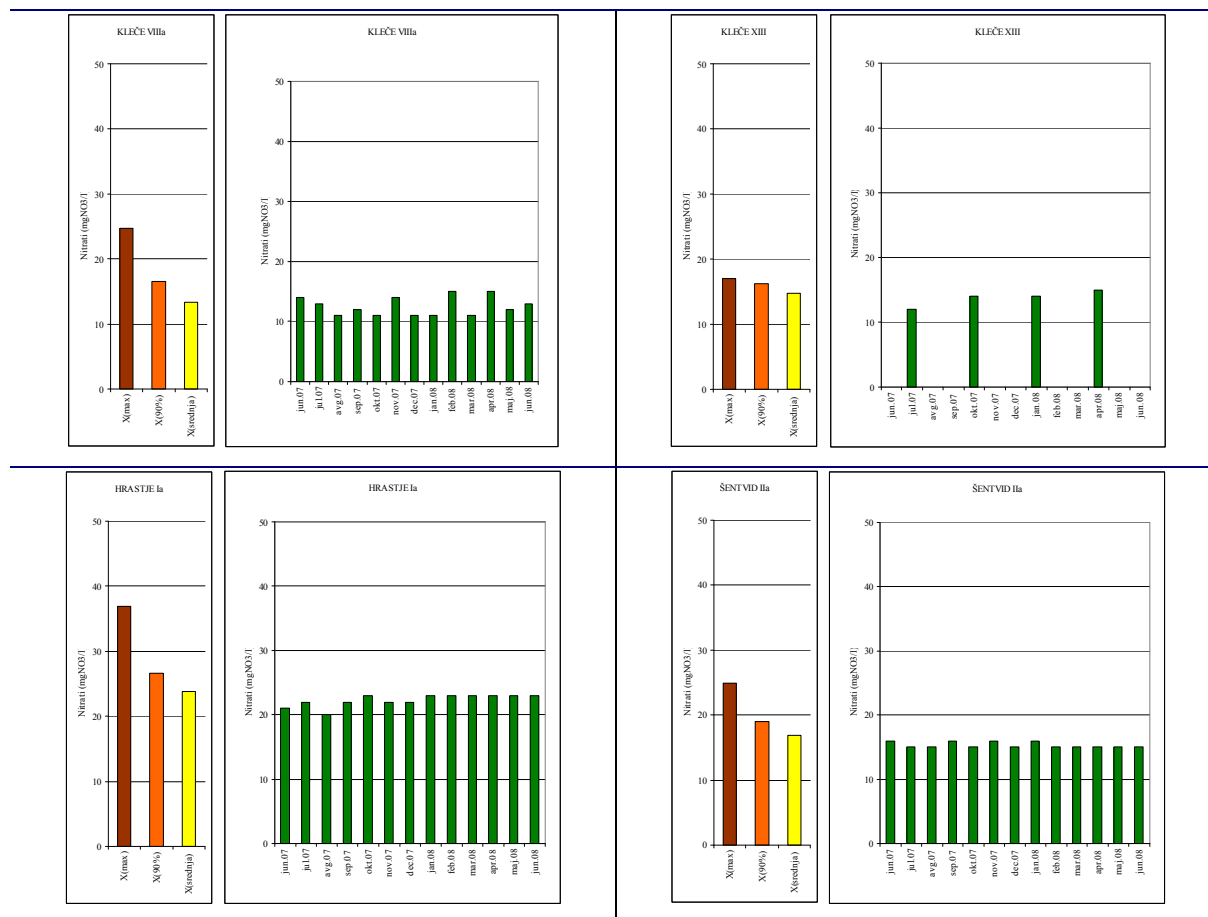
- statistično izrazito izraženi trendi zmanjševanja obremenitev na mestu vzorčenja Koteks – Zalog 0371;
- stalnost razmer na mestih vzorčenja Jarški prod III, Roje in Elok – Zalog 0251;
- statistično še ne izrazito izraženi trendi povečevanja obremenitev na mestih vzorčenja Kleče VIII, Kleče XIII, Hrastje Ia in Šentvid IIa;
- statistično izrazito izraženi trendi naraščanja obremenitev na mestih vzorčenja Iški vršaj Ia in Stožice LV – 0277. Na mestu vzorčenja Stožice se pojavljajo maksimumi (na primer v letu 2004), ki presegajo tudi večletne maksimalne vrednosti.

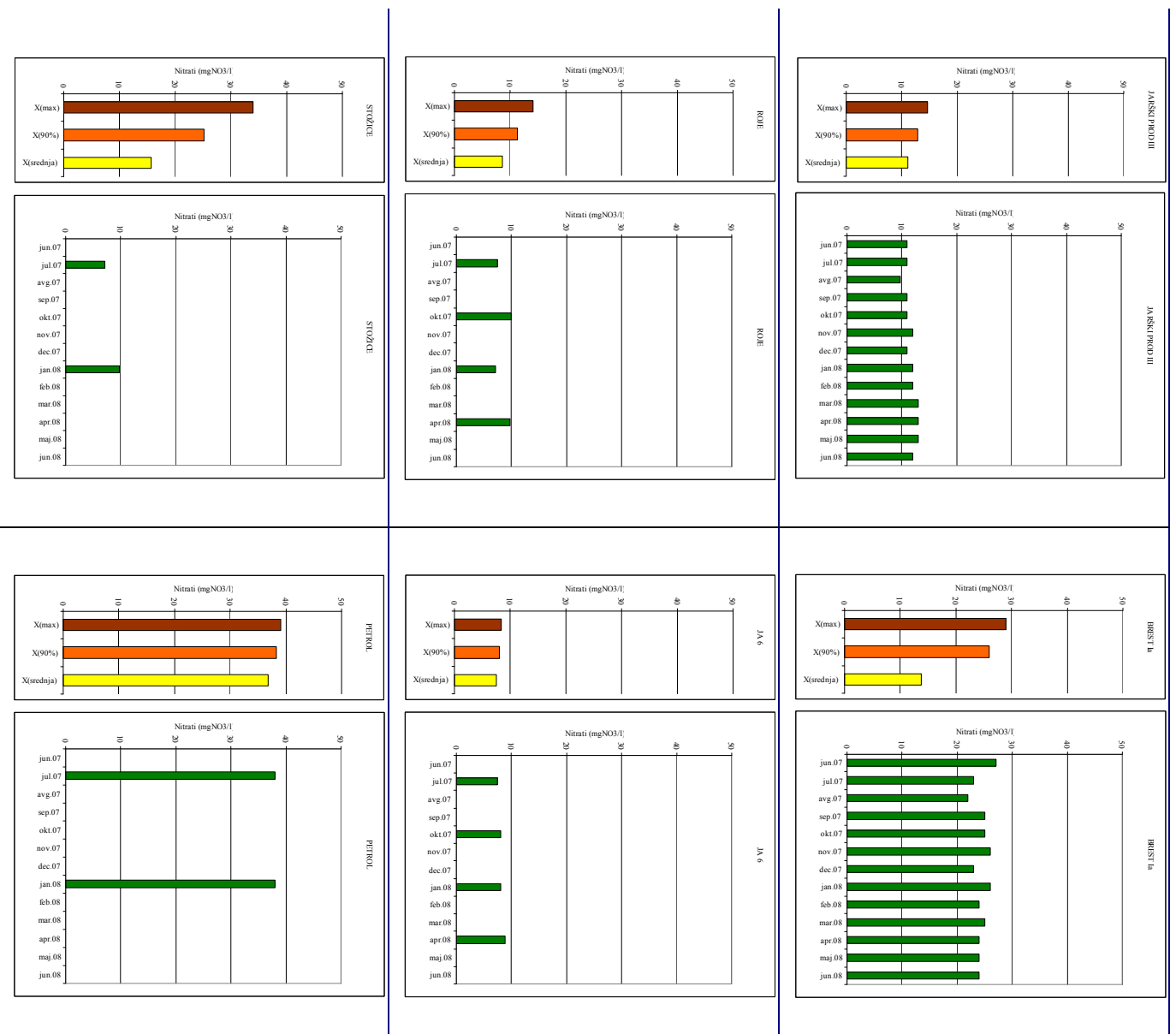
Tabela 11.: Nitrat – pregled mest vzorčenja z najvišjimi vsebnostmi

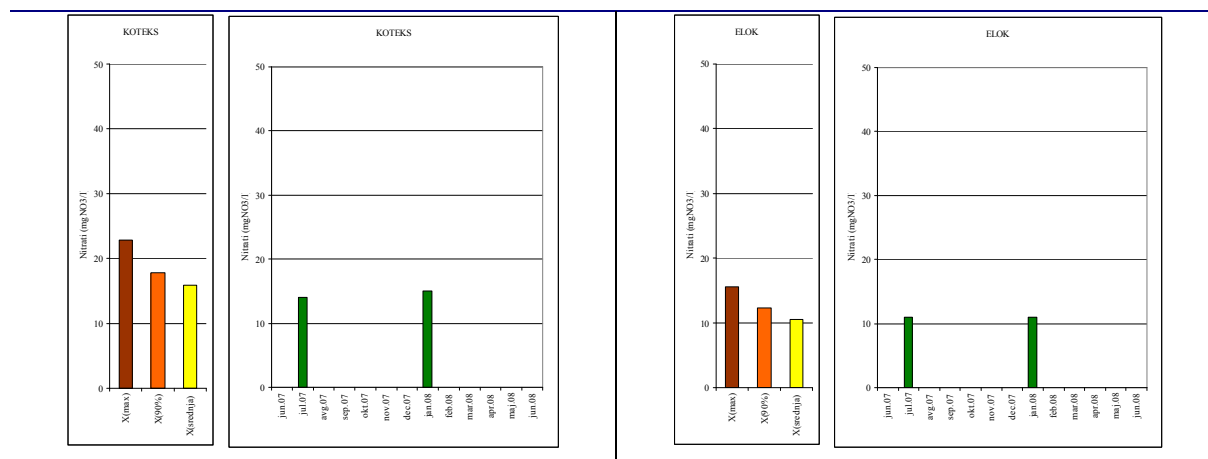
Mesto vzorčenja	Nitrat (mg/l NO ₃)			Ocena razmer
	X _{SRED}	X _{MIN}	X _{MAKS}	
Petrol ob Celovški	38	38	38	Stalne, visoke vrednosti

Tabela 12.: Pregled vsebnosti nitratov (mg/l) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje junij 2007 - junij 2008

Mesto vzorčenja	N	Obdobje od leta 1999 do vključno maj 2007				Zaključno poročilo junij 2007 - junij 2008											
		X(max)	X(90%)	X(srednja)	jun.07	jul.07	avg.07	sep.07	okt.07	nov.07	dec.07	jan.08	feb.08	mar.08	apr.08	maj.08	jun.08
KLEČE VIIIa	168	24,7	16,5	13,3	14	13	11	12	11	14	11	11	15	11	15	12	13
KLEČE XIII	9	17,0	16,2	14,8	/	12	/	/	14	/	/	14	/	/	15	/	/
HRASTJE Ia	164	36,9	26,7	23,9	21	22	20	22	23	22	22	23	23	23	23	23	23
ŠENTVID IIa	107	25,0	19,0	16,9	16	15	15	16	15	16	15	16	15	15	15	15	15
JARŠKI PROD III	101	14,6	12,8	11,1	11	11	9,7	11	11	12	11	12	12	13	13	13	12
BREST Ia	62	29,0	26,0	13,8	27	23	22	25	25	26	23	26	24	25	24	24	24
ROJE	51	14,1	11,3	8,6	/	7,5	/	/	10	/	/	7,1	/	/	9,7	/	/
JA 6	9	8,4	8,1	7,5	/	7,5	/	/	8	/	/	8	/	/	8,8	/	/
STOŽICE	46	34,0	25,2	15,6	/	7,1	/	/	/	/	/	9,7	/	/	/	/	/
PETROL	9	39,0	38,2	36,8	/	38	/	/	/	/	/	38	/	/	/	/	/
KOTEKS	46	22,8	17,8	15,9	/	14	/	/	/	/	/	15	/	/	/	/	/
ELOK	46	15,6	12,3	10,5	/	11	/	/	/	/	/	11	/	/	/	/	/







Slika 2: Podzemna voda – Nitrati

6.1.8 Kalij

V času izvajanja Monitoringa MOL v obdobju maj 2006 - junij 2008 so bile višje vsebnosti kalija (vsebnosti, ki odstopajo od srednje vrednosti izmerjenih na preiskovanem območju podzemne vode) ugotovljene na mestu vzorčenja Petrol ob Celovški, tabela 13. Srednja izmerjena vrednost kalija na Ljubljanskem polju in Ljubljanskem barju v obdobju junij 2007 - junij 2008 znaša 1,1 mg K/l. Mejna vrednost 10 µg/l K, določena z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode ni presežena.

Tabela 13.: Vsebnost kalija na mestu vzorčenja Petrol ob Celovški

Mesto vzorčenja	Kalij (mg/l K)			Ocena razmer
	X _{SRED}	X _{MIN}	X _{MAKS}	
Petrol ob Celovški	5,3	5,2	5,4	Stalne vrednosti, ki presegajo srednje vrednosti značilne za celotno Ljubljansko polje.

6.1.9 Krom

Celokupni krom in krom v oksidativnem stanju VI predstavljata značilne obremenitve podzemne vode na posameznih območjih Ljubljanskega polja. Kot je razvidno iz tabele 14 so statistično pomembne le obremenitve podzemne vode s celokupnim kromom in kromom v oksidativnem stanju VI na vodnem zajetju Hrastje, vodnjak Hrastje Ia, sliki 3 in 4. Mejni vrednosti 50 µg/l Cr, določeni s Pravilnikom o pitni vodi in 30 µg/l Cr, določeni z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode, nista preseženi, tabele 14, 15 in 16. Le za mesto vzorčenja Hrastje Ia se kažejo trendi naraščanja obremenitev v obdobju 1998 – 2008 z vmesnimi letnimi obdobji, 2003 – 2004, ki presegajo letna povprečja iz drugih letnih obdobji, kot je to razvidno iz diagramov v prilogah 10.7 in 10.8.

Tabela 14.: Celokupni krom in krom v oksidativnem stanju VI

Mesto vzorčenja	Krom - celokupni ($\mu\text{g/l Cr}$)			Ocena razmer
	X_{SRED}	X_{MIN}	X_{MAKS}	
Kleče VIII a	1,9 (N=13)	<1	3,2	Mejne vrednosti niso presežene, obremenitve stalne, trendi niso izraženi.
Jarški prod III	1,8 (N=13)	<1	3,1	Mejne vrednosti niso presežene, obremenitve stalne, trendi niso izraženi.
KOTEKS - ZALOG 0371	2,7 (N=2)	2,5	2,9	Mejne vrednosti niso presežene, obremenitve stalne, trendi niso izraženi.
Šentvid II A	1,6 (N=13)	<1	2,2	Mejne vrednosti niso presežene, obremenitve stalne, trendi niso izraženi.
Hrastje I a	16,8 (N=13)	14,8	18,0	Stalna prisotnost, trendi naraščanja obremenitev v obdobju 1998 – 2006 izraziti z vmesnimi letnimi obdobji, 2003 – 2004, ki presegajo letna povprečja iz drugih letnih obdobj.

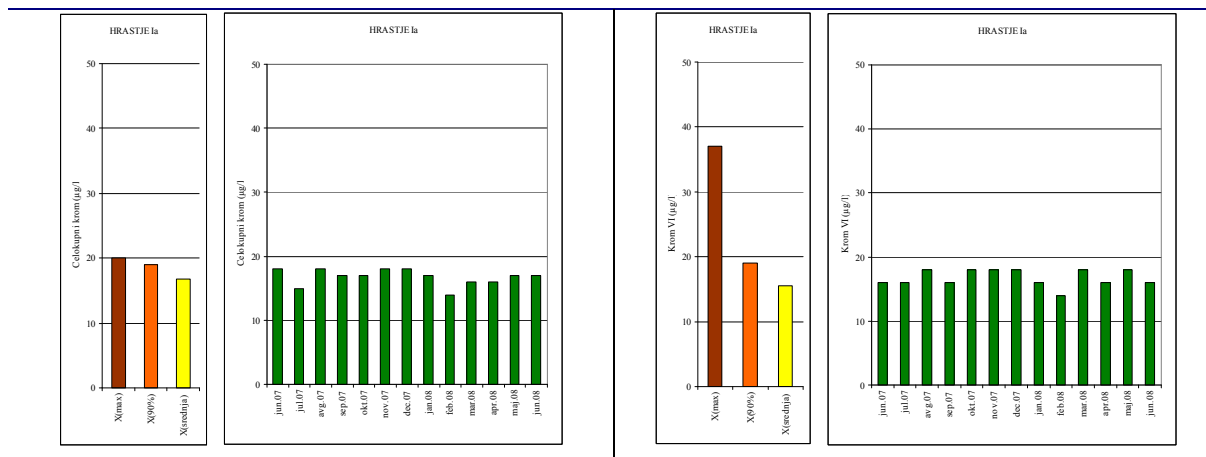
Mesto vzorčenja	Krom – oksidativno stanje VI ($\mu\text{g/l Cr}$)			Ocena razmer
	X_{SRED}	X_{MIN}	X_{MAKS}	
Hrastje I a	17 (N=13)	14	18	Stalna prisotnost, mejne vrednosti niso presežene.

Tabela 15.: Pregled vsebnosti celokupnega kroma ($\mu\text{g/l}$) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje junij 2007 - junij 2008

Mesto vzorčenja	Obdobje od leta 1999 do vključno maj 2007				Zaključno poročilo junij 2007 - junij 2008												
	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)	jun.07	jul.07	avg.07	sep.07	okt.07	nov.07	dec.07	jan.08	feb.08	mar.08	apr.08	maj.08	jun.08
KLEČE VIIIa	29	4,0	3,3	2,4	2,2	1,3	1	1,7	1,5	0,5	2,9	1,3	2,6	1,9	3,2	1,5	2,4
KLEČE XIII	9	1,9	1,9	1,7	/	1,1	/	/	1,5	/	/	1,5	/	/	1,0	/	/
HRASTJE Ia	29	20,0	19,0	16,8	18	15	18	17	17	18	18	17	14	16	16	17	17
ŠENTVID IIa	28	2,5	2,2	1,7	2,2	[1]	[1]	1,4	1,6	2,1	1,5	1,5	[1]	1,4	1,3	1	1,6
JARŠKI PROD III	29	3,4	3,2	2,4	2,4	1,4	1,8	1,8	2,2	0,8	1,5	2	1,4	1,7	1,8	2	3,1
BREST Ia	31	9,0	2,3	1,6	1,2	1,4	1	1,2	1,9	0,4	[1]	1,5	[1]	1,1	[1]	1,2	1,2
ROJE	9	4,3	3,3	2,0	/	3,7	/	/	1,4	/	/	[1]	/	/	1,6	/	/
JA 6	9	1,7	1,7	1,5	/	1,7	/	/	1,3	/	/	[1]	/	/	0,0	/	/
STOŽICE	4	2,6	2,4	1,9	/	2,8	/	/	/	/	/	1,2	/	/	/	/	/
PETROL	9	4,6	4,5	3,5	/	2,8	/	/	/	/	/	2,4	/	/	/	/	/
KOTEKS	4	3,8	3,4	2,6	/	2,5	/	/	/	/	/	2,9	/	/	/	/	/
ELOK	4	2,2	2,1	1,7	/	1,2	/	/	/	/	/	1,3	/	/	/	/	/

Tabela 16.: Pregled vsebnosti kroma v oksidativnem stanju VI ($\mu\text{g/l}$) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje junij 2007 - junij 2008

Mesto vzorčenja	Obdobje od leta 1999 do vključno maj 2007				Zaključno poročilo junij 2007 - junij 2008												
	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)	jun.07	jul.07	avg.07	sep.07	okt.07	nov.07	dec.07	jan.08	feb.08	mar.08	apr.08	maj.08	jun.08
KLEČE VIIIa	104	13,0	6,6	3,1	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]
KLEČE XIII	9	[5]	[5]	[5]	/	[5]	/	/	[5]	/	/	[5]	/	/	[5]	/	/
HRASTJE Ia	105	37,0	19,0	15,6	16	16	18	16	18	18	18	16	14	18	16	18	16
ŠENTVID IIa	48	8,1	5,8	1,9	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]
JARŠKI PROD III	62	11,0	7,0	4,1	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]
BREST Ia	49	1,0	[5]	0,1	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]
ROJE	17	3,0	2,3	0,8	/	[5]	/	/	[5]	/	/	[5]	/	/	[5]	/	/
JA 6	9	[5]	[5]	[5]	/	[5]	/	/	[5]	/	/	[5]	/	/	[5]	/	/
STOŽICE	12	3,0	2,3	1,1	/	[5]	/	/	/	/	/	[5]	/	/	/	/	/
PETROL	9	[5]	[5]	[5]	/	[5]	/	/	/	/	/	[5]	/	/	/	/	/
KOTEKS	23	17,0	6,8	4,4	/	[5]	/	/	/	/	/	[5]	/	/	/	/	/
ELOK	12	2,0	2,0	0,8	/	[5]	/	/	/	/	/	[5]	/	/	/	/	/



Slika 3: Podzemna voda – Celokupni krom

Slika 4: Podzemna voda – Krom v oksidativnem stanju VI

6.2 SKUPINSKI KAZALCI OBREMENITEV PODZEMNE VODE

6.2.1 Mineralna olja

Vsebnosti mineralnih olj so v obdobju junij 2007 - junij 2008 pod koncentracijskim nivojem meje določanja za uporabljeno analizo metodo (0,006 mg/l). Mejna vrednost določena z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode ni presežena.

6.2.2 Organske halogene spojine (adsorbljive organske halogene spojine, AOX)

Adsorbljive organske halogene spojine so merilo za obremenitev podzemne vode s halogenimi spojinami. V obdobju junij 2007 - junij 2008 so obremenitve z adsorbljivimi organskimi halogenimi spojinami na vseh mestih vzorčenja nizke, $X_{SRED}=2 \mu\text{g/l Cl}$ (N=85). Na mestu vzorčenja Petrol ob Celovski, so izmerjene najvišje stalne vrednosti AOX, $X_{SRED}=12 \mu\text{g/l Cl}$, $X_{MAX}=13 \mu\text{g/l Cl}$.

6.2.3 Pesticidi

V okviru Monitoringa MOL v obdobju junij 2007 - junij 2008 je bila ugotovljena prisotnost atrazina in njegovega razgradnega produkta, desetilatrazina, na mestih vzorčenja Brest Ia, Hrastje Ia, Kleče VIIIa, Koteks - Zalog, Šentvid IIa in Petrol ob Celovski. Najvišje izmerjene vsebnosti pesticidov so v podzemni vodi na območju vodnih virov Hrastje Ia in Brest Ia, kjer je bila srednja koncentracija desetilatrazina $0,65 \mu\text{g/l}$, maksimalna koncentracija pa $0,73 \mu\text{g/l}$, tabeli 17 in 18, slike 5, 6, 7, 8, 9 in 10.

Analiza trendov za atrazin v podzemni vodi na območju vodnih zajetij Hrastje Ia in Kleče VIIIa kaže na statistične trende zmanjševanja obremenitev, sliki 5 in 6, medtem ko trend upada koncentracij desetilatrazina in tudi atrazina na vodnem zajetju Brest Ia ni izražen, sliki 7 in 8.

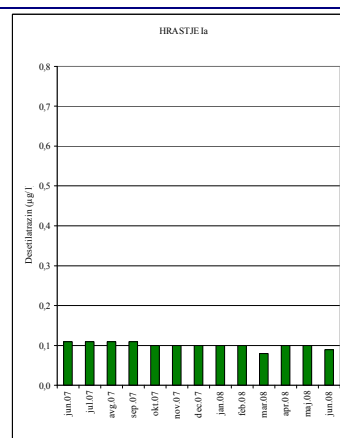
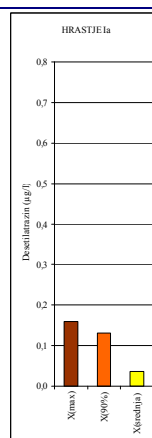
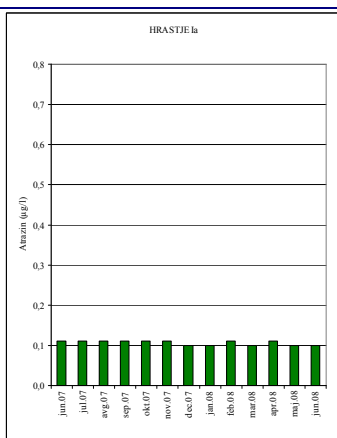
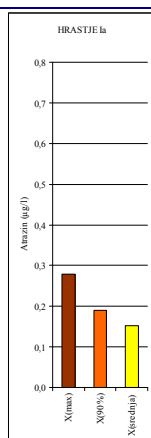
Pregled razmer v obdobju 1999 – 2008 kaže na statistično izrazito izraženo zmanjšanje obremenitev podzemne vode z atrazinom in njegovimi razgradnimi produkti, kot je to razvidno iz diagramov v prilogah 10.7 in 10.8. Izjema je mesto vzorčenja Brest Ia, na katerem se kažejo stalne obremenitve z atrazinom in desetilatrazinom.

Tabela 17.: Pregled vsebnosti atrazina ($\mu\text{g/l}$) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje junij 2007 - junij 2008

Mesto vzorčenja	N	Obdobje od leta 1999 do vključno maj 2007			Zaključno poročilo junij 2007 - junij 2008													
		X(max)	X(90%)	X(srednja)	jun.07	jul.07	avg.07	sep.07	okt.07	nov.07	dec.07	jan.08	feb.08	mar.08	apr.08	maj.08	jun.08	
KLEČE VIIIa	105	0,19	0,09	0,05	<0,05	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]
KLEČE XIII	9	[0,03]	[0,03]	[0,03]	/	[0,03]	/	/	[0,03]	/	/	[0,03]	/	/	[0,03]	/	/	/
HRASTJE Ia	106	0,28	0,19	0,15	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,11	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10
ŠENTVID IIa	71	0,15	0,07	0,05	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]
JARŠKI PROD III	62	0,05	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]
BREST Ia	62	0,53	0,15	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,08	0,07	0,07
ROJE	33	[0,03]	[0,03]	[0,03]	/	[0,03]	/	/	[0,03]	/	/	[0,03]	/	/	[0,03]	/	/	/
JA 6	9	[0,03]	[0,03]	[0,03]	/	[0,03]	/	/	[0,03]	/	/	[0,03]	/	/	[0,03]	/	/	/
STOŽICE	12	0,05	0,02	0,01	/	[0,03]	/	/	/	/	/	[0,03]	/	/	/	/	/	/
PETROL	9	0,09	0,08	0,07	/	0,06	/	/	/	/	/	0,06	/	/	/	/	/	/
KOTEKS	31	0,20	0,07	0,05	/	[0,03]	/	/	/	/	/	[0,03]	/	/	/	/	/	/
ELOK	28	0,05	[0,03]	[0,03]	/	[0,03]	/	/	/	/	/	[0,03]	/	/	/	/	/	/

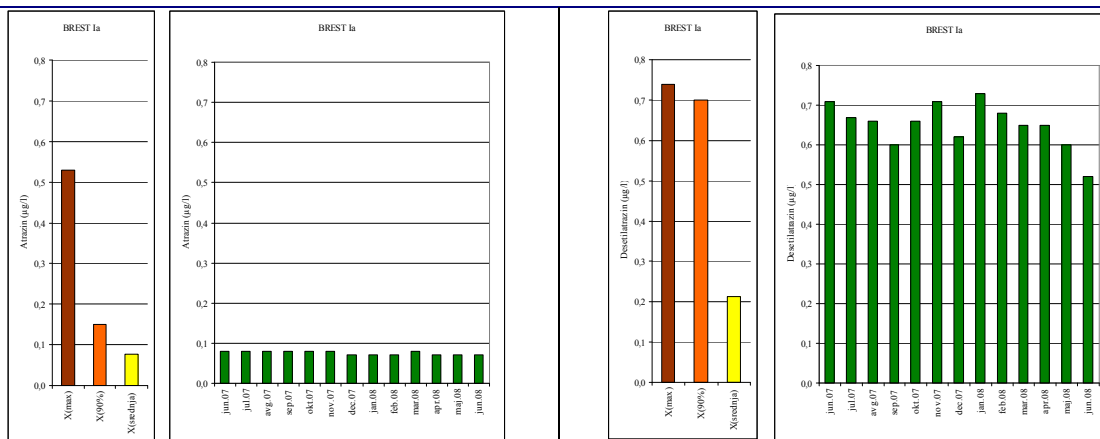
Tabela 18.: Pregled vsebnosti desetilatrazina ($\mu\text{g/l}$) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje junij 2007 - junij 2008

Mesto vzorčenja	N	Obdobje od leta 1999 do vključno maj 2007			Zaključno poročilo junij 2007 - junij 2008													
		X(max)	X(90%)	X(srednja)	jun.07	jul.07	avg.07	sep.07	okt.07	nov.07	dec.07	jan.08	feb.08	mar.08	apr.08	maj.08	jun.08	
KLEČE VIIIa	102	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	<0,05	[0,03]	<0,05	[0,03]	[0,03]	[0,03]
KLEČE XIII	9	[0,03]	[0,03]	[0,03]	/	[0,03]	/	/	/	[0,03]	/	/	[0,03]	/	/	[0,03]	/	/
HRASTJE Ia	103	0,16	0,13	0,04	0,11	0,11	0,11	0,11	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,08	0,1	0,1	0,1	0,09
ŠENTVID IIa	71	0,05	[0,03]	[0,03]	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]
JARŠKI PROD III	62	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]	[0,03]
BREST Ia	62	0,74	0,70	0,21	0,71	0,67	0,66	0,6	0,66	0,71	0,62	0,73	0,68	0,65	0,65	0,6	0,52	
ROJE	33	[0,03]	[0,03]	[0,03]	/	[0,03]	/	/	[0,03]	/	/	[0,03]	/	/	[0,03]	/	/	/
JA 6	9	[0,03]	[0,03]	[0,03]	/	[0,03]	/	/	[0,03]	/	/	[0,03]	/	/	[0,03]	/	/	/
STOŽICE	12	[0,03]	[0,03]	[0,03]	/	[0,03]	/	/	/	/	/	[0,03]	/	/	/	/	/	/
PETROL	9	0,08	0,08	0,06	/	0,05	/	/	/	/	/	0,05	/	/	/	/	/	/
KOTEKS	28	[0,03]	[0,03]	[0,03]	/	[0,03]	/	/	/	/	/	[0,03]	/	/	/	/	/	/
ELOK	28	[0,03]	[0,03]	[0,03]	/	[0,03]	/	/	/	/	/	[0,03]	/	/	/	/	/	/



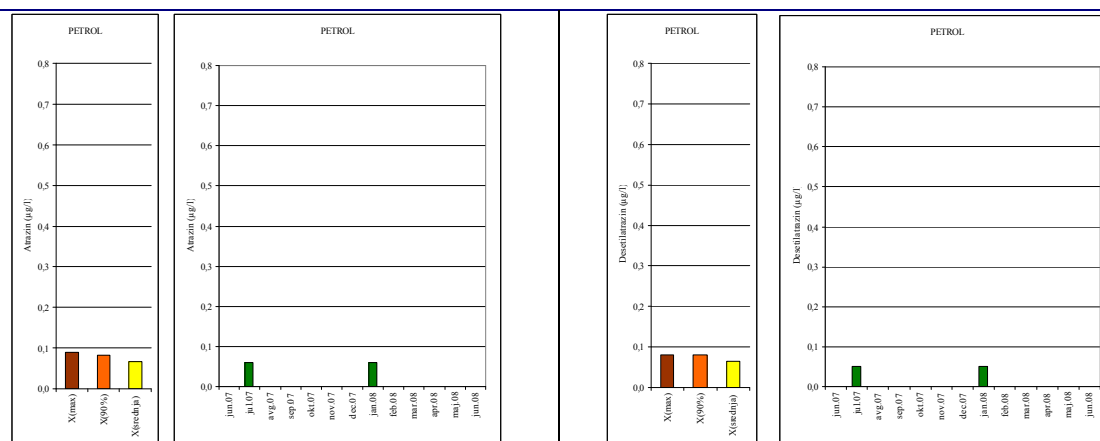
Slika 5: Podzemna voda – Atrazin, Hrastje Ia

Slika 6: Podzemna voda – Desetilatrazin, Hrastje Ia



Slika 7: Podzemna voda – Atrazin, Brest Ia

Slika 8: Podzemna voda – Desetiltrazin, Brest Ia



Slika 9: Podzemna voda – Atrazin, Petrol ob Celovski

Slika 10: Podzemna voda – Desetiltrazin, Petrol ob Celovski

6.2.4 Lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki

V okviru Monitoringa MOL v obdobju junij 2007 - junij 2008 je bila v podzemni vodi ugotovljena prisotnost 1,1,2,2 – tetrakloroetena in 1,1,2 – trikloroetena. Iz slik 11 in 12 je razvidno, da so hlapne organske halogene spojine prisotne stalno in v merljivih koncentracijah na mestu vzorčenja Hrastje IA.

V obdobju junij 2007 - junij 2008 se kažejo statistično pomembno izraženi trendi upadanja obremenitev podzemne vode s 1,1,2 - trikloroetenom in 1,1,2,2-tetrakloroetenom (izraženo v vsoti LHCH) v primerjavi s preteklim obdobjem, tabeli 19 in 20. Obremenitve v obdobju 2007 – junij 2008 ostajajo pod 2 µg/l za posamezno spojino.

Pregled razmer v obdobju 1999 – 2008 kaže na statistično izrazito izraženo zmanjšanje obremenitev podzemne vode z 1,1,2,2 – tetrakloroetenom in 1,1,2 – trikloroetenom, diagrami v prilogah 10.7 in 10.8. Poudariti je potrebno le, da se na mestu vzorčenja Hrastje Ia za hlapne

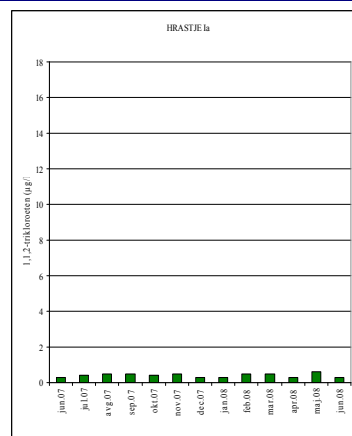
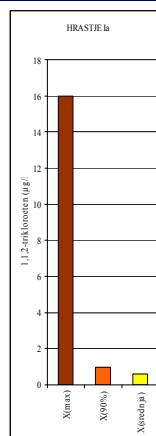
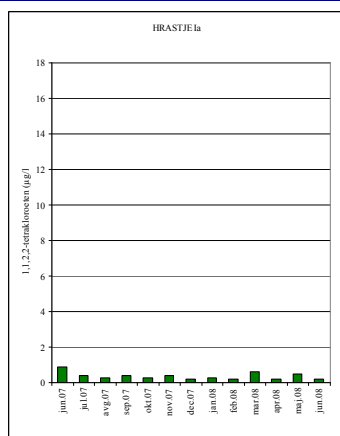
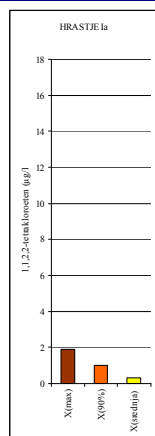
halogenirane ogljikovodike pojavijo maksimumi v posameznih letnih obdobjih (na primer 2004 in 2005), ki pomembno presegajo letna povprečja.

Tabela 19.: Pregled vsebnosti 1,1,2,2 - tetrakloroetena ($\mu\text{g/l}$) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje junij 2007 - junij 2008

Mesto vzorčenja	Obdobje od leta 1999 do vključno maj 2007				Zaključno poročilo junij 2007 - junij 2008												
	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)	jun.07	jul.07	avg.07	sep.07	okt.07	nov.07	dec.07	jan.08	feb.08	mar.08	apr.08	maj.08	jun.08
KLEČE VIIIa	101	0,4	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]
KLEČE XIII	9	[0,2]	[0,2]	[0,2]	/	[0,2]	/	/	[0,2]	/	/	[0,2]	/	/	[0,2]	/	/
HRASTJE Ia	102	1,9	1,0	0,3	0,9	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	<0,3	0,3	<0,3	0,6	<0,3	0,5	<0,3
ŠENTVID IIa	70	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]
JARŠKI PROD III	62	[0,2]	[0,2]	[0,2]	<0,3	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	<0,3
BREST Ia	60	1,0	0,7	0,2	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]
ROJE	17	[0,2]	[0,2]	[0,2]	/	[0,2]	/	/	[0,2]	/	/	[0,2]	/	/	[0,2]	/	/
JA 6	9	[0,2]	[0,2]	[0,2]	/	[0,2]	/	/	[0,2]	/	/	[0,2]	/	/	[0,2]	/	/
STOŽICE	12	[0,2]	[0,2]	[0,2]	/	[0,2]	/	/	/	/	/	[0,2]	/	/	/	/	/
PETROL	9	[0,2]	[0,2]	[0,2]	/	[0,2]	/	/	/	/	/	[0,2]	/	/	/	/	/
KOTEKS	31	0,5	0,4	0,1	/	[0,2]	/	/	/	/	/	<0,3	/	/	/	/	/
ELOK	28	[0,2]	[0,2]	[0,2]	/	[0,2]	/	/	/	/	/	[0,2]	/	/	/	/	/

Tabela 20.: Pregled vsebnosti 1,1,2 - trikloroetena ($\mu\text{g/l}$) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje junij 2007 - junij 2008

Mesto vzorčenja	Obdobje od leta 1999 do vključno maj 2007				Zaključno poročilo junij 2007 - junij 2008												
	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)	jun.07	jul.07	avg.07	sep.07	okt.07	nov.07	dec.07	jan.08	feb.08	mar.08	apr.08	maj.08	jun.08
KLEČE VIIIa	101	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]
KLEČE XIII	9	[0,2]	[0,2]	[0,2]	/	[0,2]	/	/	[0,2]	/	/	[0,2]	/	/	[0,2]	/	/
HRASTJE Ia	102	16,0	1,0	0,6	<0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	<0,4	<0,4	0,5	0,5	<0,4	0,6	<0,4
ŠENTVID IIa	70	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]
JARŠKI PROD III	62	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]
BREST Ia	60	1,6	[0,2]	0,1	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]	[0,2]
ROJE	17	[0,2]	[0,2]	[0,2]	/	[0,2]	/	/	[0,2]	/	/	[0,2]	/	/	[0,2]	/	/
JA 6	9	[0,2]	[0,2]	[0,2]	/	[0,2]	/	/	[0,2]	/	/	[0,2]	/	/	[0,2]	/	/
STOŽICE	12	[0,2]	[0,2]	[0,2]	/	[0,2]	/	/	/	/	/	[0,2]	/	/	/	/	/
PETROL	9	0,7	0,7	0,6	/	[0,2]	/	/	/	/	/	[0,2]	/	/	/	/	/
KOTEKS	28	[0,2]	[0,2]	[0,2]	/	[0,2]	/	/	/	/	/	<0,4	/	/	/	/	/
ELOK	28	[0,2]	[0,2]	[0,2]	/	[0,2]	/	/	/	/	/	[0,2]	/	/	/	/	/



Slika 11: Podzemna voda – 1,1,2,2- tetrakloroeten, Hrastje Ia

Slika 12: Podzemna voda – 1,1,2 - trikloroeten, Hrastje Ia

7 KAKOVOST IN OBREMENITVE 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 obdobju junij 2007 - junij 2008 je bilo opravljenih 13 vzorčenj. Na podlagi rezultatov preiskav v obdobju junij 2007 - junij 2008 in trendov za obdobje 1997 – 2007, prikazani so prilogah 10.11 in 10.11, je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode, temperatura vode, pH vrednost in električna prevodnost (20° C) so bile v preiskovanem obdobju stalne, temperatura vode, $T_V = 11,6 \pm 1,1^\circ \text{C}$, $\text{pH} = 7,5 \pm 0,3$ in električna prevodnost, $\kappa = 412 \pm 22 \mu\text{S}/\text{cm}$, nasičenost s kisikom je višja od 50 %;
- vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analizne metode;
- izmerjena vsebnost nitrata, $C_{\text{SRED}, \text{NO}_3} = 13 \pm 2 \text{ mg}/\text{l NO}_3$, ne presega vrednosti 50 mg/l NO_3 , ki je opredeljena z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode;
- ugotovljene vsebnosti kroma so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analizne metode in ne presegajo mejnih vrednosti opredeljenih z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode (30 $\mu\text{g}/\text{l Cr}$) in Pravilnikom o pitni vodi (50 $\mu\text{g}/\text{l Cr}$);
- izmerjene vsebnosti atrazina in desetilatrazina v času izvajanja Monitoringa MOL v obdobju junij 2007 - junij 2008 niso presegle kriterija za dobro kemijsko stanje podzemne vode opredeljenega z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode, tabela 21;
-

Tabela 21.: Rezultati Monitoringa MOL v obdobju junij 2007 - junij 2008

$C_{\text{Srednja, ATRAZIN}} = <0,03 \mu\text{g}/\text{l}$	$C_{\text{Srednja, DESETILATRAZIN}} = <0,03 \mu\text{g}/\text{l}$
$C_{\text{Maksimalna, ATRAZIN}} = <0,05 \mu\text{g}/\text{l}$	$C_{\text{Maksimalna, DESETILATRAZIN}} = <0,05 \mu\text{g}/\text{l}$

- vsebnosti lahkih halogenih organskih spojin (kloriranih topil) v obdobju junij 2007 - junij 2008 nismo ugotovili;
- vsebnost mineralnih olj je pod mejo določanja uporabljene analitske metode. Mejna vrednost določena z Uredbo o standardih kakovosti za podzemno vodo ni presežena;
- vsebnost metil-terc-butiletra (MTBE) v obdobju junij 2007 - junij 2008 nismo ugotovili;
- podzemna voda dosega kriterije za dobro kemijsko stanje.

7.2 KLEČE XIII

V obdobju junij 2007 - junij 2008 so bila opravljena 4 vzorčenja. Na podlagi rezultatov preiskav v obdobju junij 2007 - junij 2008 in trendov za obdobje 1997 – 2007, prikazani so prilogah 10.7 in 10.8, je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode, temperatura vode, pH vrednost in električna prevodnost (20°C) so bile v preiskovanem obdobju stalne, temperatura vode, $T_v = 11,3 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, $\text{pH} = 7,5 \pm 0,1$ in električna prevodnost, $\kappa = 420 \pm 10 \mu\text{S}/\text{cm}$, nasičenost s kisikom je višja od 50 %;
- vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analizne metode;
- izmerjena vsebnost nitrata, $C_{\text{SRED}, \text{NO}_3} = 14 \pm 2 \text{ mg}/\text{l NO}_3$ ne presega mejne vrednosti 50 $\text{mg}/\text{l NO}_3$, ki je opredeljena z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode;
- ugotovljene vsebnosti kroma so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analizne metode in ne presegajo mejnih vrednosti opredeljenih z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode (30 $\mu\text{g}/\text{l Cr}$) in Pravilnikom o pitni vodi (50 $\mu\text{g}/\text{l Cr}$);
- vsebnosti atrazina in desetilatrazina so v času izvajanja Monitoringa MOL v obdobju junij 2007 - junij 2008 na koncentracijskem nivoju meje zaznavanja uporabljene analizne metode. Prisotnost ostalih pesticidov ni ugotovljena;
- prisotnost lahkih organskih halogenih spojin je bila pod mejo določanja uporabljene analizne metode, mejne vrednosti, opredeljene z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode, niso presežene;
- vsebnost mineralnih olj je pod mejo določanja uporabljene analitske metode. Mejna vrednost določena z Uredbo o standardih kakovosti za podzemno vodo ni presežena;
- vsebnosti metil-terc-butiletra (MTBE) v obdobju junij 2007 - junij 2008 nismo ugotovili;
- podzemna voda dosega kriterije za dobro kemijsko stanje.

7.3 HRASTJE IA

V Hrastju je vodno zajetje vključeno v sistem za oskrbo s pitno vodo Ljubljane na Ljubljanskem polju. V obdobju junij 2007 - junij 2008 je bilo opravljenih 13 vzorčenj, na podlagi le-teh in na podlagi trendov za obdobje 1997 – 2007, prikazani so prilogah 10.7 in 10.8, je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode, temperatura vode, pH vrednost in električna prevodnost (20°C), so bile v preiskovanem obdobju stalne, temperatura vode, $T_v = 13,1 \pm 2,7^{\circ}\text{C}$, $\text{pH} = 7,3 \pm 0,6$, in električna prevodnost, $\kappa = 555 \pm 5 \mu\text{S}/\text{cm}$, nasičenost s kisikom je višja od 50 %;
- vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analizne metode;
- izmerjena vsebnost nitrata, $C_{\text{SRED}, \text{NO}_3} = 22 \pm 2 \text{ mg}/\text{l NO}_3$ ne presega mejne vrednosti 50 $\text{mg}/\text{l NO}_3$, ki je opredeljena z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode;
- preiskave kažejo, da se krom nahaja predvsem v oksidativni obliki Cr^{6+} ($C_{\text{SRED}, \text{Cr}(\text{sku})} = 17 \mu\text{g}/\text{l Cr}$ in $C_{\text{SRED}, \text{Cr}^{6+}} = 17 \mu\text{g}/\text{l Cr}$). Ne glede na to, da mejna vrednost za celokupni Cr, opredeljena z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode ni presežena, pa so obstoječe obremenitve nesprejemljive z vidika oskrbe s pitno vodo; ni opaznih trendov upadanja obremenitev s kromom v primerjavi s preteklim obdobjem;
- izmerjene vsebnosti atrazina in desetilatrazina v času izvajanja Monitoringa MOL v obdobju junij 2007 - junij 2008 so presegle kriterij za dobro kemijsko stanje podzemne vode opredeljenega z Uredbo standardih kakovosti podzemne vode, tabela 22;

Tabela 22.: Rezultati Monitoringa MOL v obdobju junij 2007 - junij 2008

$C_{\text{Srednja, ATRAZIN}} = 0,11 \pm 0,01 \mu\text{g/l}$	$C_{\text{Srednja, DESETILATRAZIN}} = 0,10 \pm 0,02 \mu\text{g/l}$
$C_{\text{Maksimalna, ATRAZIN}} = 0,11 \mu\text{g/l}$	$C_{\text{Maksimalna, DESETILATRAZIN}} = 0,11 \mu\text{g/l}$

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. Prisotnost ostalih pesticidov ni ugotovljena;

- ugotovljena je prisotnost lahko hlapnih organskih halogenih spojin (klorirana topila), značilne so stalne obremenitve podzemne vode s 1,1,2,2-tetrakloroetenom in 1,1,2-trikloroetenom; občasno je ugotovljena prisotnost spojine triklorometan, koncentracija je na meji določanja uporabljene analizne metode, tabela 23;

-

Tabela 23.: Rezultati Monitoringa MOL v obdobju junij 2007 - junij 2008

$C_{\text{Srednja, tetrakloroeten}} = 0,4 \pm 0,5 \mu\text{g/l}$	$C_{\text{Srednja, trikloroeten}} = 0,4 \pm 0,2 \mu\text{g/l}$
$C_{\text{Maksimalna, tetrakloroeten}} = 0,9 \mu\text{g/l}$	$C_{\text{MAKS, trikloroeten}} = 0,4 \mu\text{g/l}$

- obremenitve z lahko hlapnimi organskimi spojinami ostajajo v obdobju junij 2007 - junij 2008 pod $2 \mu\text{g/l}$ in kažejo na zmanjšane obremenitve v primerjavi s preteklim obdobjem;
- vsebnost mineralnih olj je pod mejo določanja uporabljene analitske metode. Mejna vrednost določena z Uredbo o standardih kakovosti za podzemno vodo ni presežena;
- vsebnosti metil-terc-butyletra (MTBE) v obdobju junij 2007 - junij 2008 nismo ugotovili;
- podzemna voda ne dosega kriterijev za dobro kemijsko stanje (zaradi preseženih vrednosti atrazina), je pa izražen trend izboljšanja kakovosti podzemne vode.

7.4 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 obdobju junij 2007 - junij 2008 je bilo opravljenih 13 vzorčenj. Na podlagi le-teh in na podlagi trendov za obdobje 1997 – 2007, prikazani so prilogi 10.7 in 10.8, je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode, temperatura vode, pH vrednost in električna prevodnost (20°C), so bile stalne v preiskovanem obdobju, temperatura vode, $T_v = 12,0 \pm 1,7^\circ \text{C}$, $\text{pH} = 7,4 \pm 0,4$ in električna prevodnost, $\kappa = 464 \pm 26 \mu\text{S/cm}$, nasičenost s kisikom je višja od 50 %;
- vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analizne metode; občasno povišane vsebnosti TOC se ne ocenjujejo za trend naraščanja obremenitev;
- izmerjena vsebnost nitrata, $C_{\text{SRED, NO}_3} = 15 \pm 1 \text{ mg/l NO}_3$ ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO_3 , ki je opredeljena z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode;

- ugotovljene vsebnosti kroma so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analizne metode in ne presegajo mejnih vrednosti opredeljenih z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode (30 µg/l Cr) in Pravilnikom o pitni vodi (50 µg/l Cr);
- vsebnosti atrazina in njegovega razgradnega produkta desetilatrazina v času izvajanja Monitoringa MOL v obdobju junij 2007 - junij 2008 niso presegle kriterija za »dobro kemijsko stanje« podzemne vode opredeljenega z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode. Prosiotnost atrazina v opazovanem obdobju ni ugotovljena, koncentracije desetilatrazina so na koncentracijskem nivoju meje določanja uporabljene analizne metode;
- vsebnosti lahko hlapnih halogenih organskih spojin (kloriranih topil) v obdobju junij 2007 - junij 2008 nismo ugotovili; mejne vrednosti opredeljene z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode za »dobro kemijsko stanje« niso presežene;
- vsebnost mineralnih olj je pod mejo določanja uporabljene analitske metode. Mejna vrednost določena z Uredbo o standardih kakovosti za podzemno vodo ni presežena;
- vsebnosti metil-terc-butiletra (MTBE) v obdobju junij 2007 - junij 2008 nismo ugotovili;
- podzemna voda dosega kriterije za dobro kemijsko stanje.

7.5 JARŠKI PROD III

Jarški prod III je vodno zajetje v sklopu sistema za oskrbo s pitno vodo mesta Ljubljane. V obdobju junij 2007 - junij 2008 je bilo opravljenih 13 vzorčenj. Na podlagi le-teh in na podlagi trendov za obdobje 1997 – 2007, prikazani so prilogah 10.7 in 10.8, je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode, temperatura vode, pH vrednost in električna prevodnost (20° C), so bile stalne v preiskovanem obdobju, temperatura vode, $T_v = 11,7 \pm 1,6^\circ \text{C}$, $\text{pH} = 7,3 \pm 0,5$ in električna prevodnost, $\kappa = 456 \pm 26 \mu\text{S/cm}$, nasičenost s kisikom je višja od 50 %;
- vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analizne metode;
- izmerjena vsebnost nitrata, $C_{\text{SRED, NO}_3} = 12 \pm 2 \text{ mg/l NO}_3$ ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO₃, ki je opredeljena z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode;
- ugotovljene vsebnosti kroma so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analizne metode in ne presegajo mejnih vrednostih opredeljenih z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode (30 µg/l Cr) in Pravilnikom o pitni vodi (50 µg/l Cr);
- prisotnost pesticidov iz programa Monitoringa MOL v obdobju junij 2007 - junij 2008 v preiskovanih vzorcih ni ugotovljena;
- občasno so ugotovljene lahko hlapne organske halogene spojine (klorirana topila), ugotovljena je prisotnost 1,1,2,2,-tetrakloroetilen v dveh vzorcih vode (mesec junij 2007 in maj 2008), koncentracije so na meji določanja uporabljene analizne metode, mejne vrednosti opredeljene z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode za »dobro kemijsko stanje« niso presežene;
- vsebnost mineralnih olj je pod mejo določanja uporabljene analitske metode. Mejna vrednost določena z Uredbo o standardih kakovosti za podzemno vodo ni presežena;
- vsebnosti metil-terc-butiletra (MTBE) v obdobju junij 2007 - junij 2008 nismo ugotovili;

- podzemna voda dosega kriterije za dobro kemijsko stanje.

7.6 JA 6

V obdobju junij 2007 - junij 2008 so bila izvedena 4 vzorčenja. Na podlagi rezultatov preiskav je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode, temperatura vode, pH vrednost, nasičenost s kisikom so bile stalne v preiskovanem obdobju, temperatura vode, $T_v = 11,5 \pm 1,3^\circ \text{C}$, $\text{pH} = 7,0 \pm 0,2$; Električna prevodnost (20°C) je opazno višja kot v preteklem obdobju, $\kappa = 500 \pm 70 \mu\text{S/cm}$, vendar je za natančnejšo analizo trenda na razpolago premalo podatkov;
- nasičenost s kisikom je nižja v primerjavi na ostalih mestih vzorčenja, srednja vrednost je 50,5 %;
- vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analizne metode;
- izmerjena vsebnost nitrata, $C_{\text{SRED, NO}_3} = 8 \pm 1 \text{ mg/l NO}_3$ ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO_3 , ki je opredeljena z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode;
- ugotovljene vsebnosti kroma so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analizne metode in ne presegajo mejnih vrednosti opredeljenih z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode (30 $\mu\text{g/l Cr}$) in Pravilnikom o pitni vodi (50 $\mu\text{g/l Cr}$);
- prisotnost pesticidov iz programa Monitoringa MOL v obdobju junij 2007 - junij 2008 v preiskovanih vzorcih ni ugotovljena;
- vsebnosti lahko hlapnih halogenih organskih spojin (kloriranih topil) v obdobju junij 2007 - junij 2008 nismo ugotovili;
- vsebnost mineralnih olj je pod mejo določanja uporabljene analitske metode. Mejna vrednost določena z Uredbo o standardih kakovosti za podzemno vodo ni presežena;
- vsebnosti metil-terc-butiletra (MTBE) v obdobju junij 2007 - junij 2008 nismo ugotovili;
- podzemna voda dosega kriterije za dobro kemijsko stanje.

7.7 IŠKI VRŠAJ IA

Brest IA je vodno zajetje na Ljubljanskem barju in je vključeno v sistem oskrbe s pitno vodo mesta Ljubljane. V obdobju junij 2007 - junij 2008 je bilo opravljeno 13 vzorčenj. Na podlagi letih in na podlagi trendov za obdobje 1997 – 2007, prikazani so prilogah 10.7 in 10.8, je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode, temperatura vode, pH vrednost in električna prevodnost (20°C) so stalne z majhnimi nihanji, temperatura vode, $T_v = 12,2 \pm 2,0^\circ \text{C}$, $\text{pH} = 7,5 \pm 0,4$ in električna prevodnost, $\kappa = 434 \pm 6 \mu\text{S/cm}$, nasičenost s kisikom je dobra in je višja od 50 %;
- vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analizne metode;

- izmerjena vsebnost nitrata, $C_{SRED, NO_3} = 24 \pm 3$ mg/l NO_3 ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO_3 , ki je opredeljena z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode, značilni so trendi naraščanja obremenitev ;
- ugotovljene vsebnosti kroma so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analizne metode in ne presegajo mejnih vrednosti opredeljenih Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode (30 μ g/l Cr) in Pravilnikom o pitni vodi (50 μ g/l Cr);
- iz skupine pesticidov je prisotna spojina desetilatrazin, ($C_{SRED} = 0,7$ μ g/l), mejna vrednost opredeljena z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode je presežena v vseh vzorcih. V vseh vzorcih je prav tako ugotovljena prisotnost pesticida atrazin, $C_{SRED} = 0,08$ μ g/l. Brest Ia je tudi edino mesto vzorčenja v sklopu Monitoringa MOL junij 2007 - junij 2008, kjer ni izražen trend upadanja desetilatrazina;
- vsebnosti lahko hlapnih halogenih organskih spojin (kloriranih topil) v obdobju junij 2007 - junij 2008 nismo ugotovili;
- vsebnost mineralnih olj je pod mejo določanja uporabljene analitske metode. Mejna vrednost določena z Uredbo o standardih kakovosti za podzemno vodo ni presežena;
- vsebnosti metil-terc-butiletra (MTBE) v obdobju junij 2007 - junij 2008 nismo ugotovili;
- podzemna voda ne dosega kriterija za dobro kemijsko stanje.

7.8 ROJE

V obdobju junij 2007 - junij 2008 so bila izvedena 4 vzorčenja. Na podlagi le-teh in na podlagi trendov za obdobje 1997 – 2007, prikazani so prilogah 10.7 in 10.8, je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode, temperatura vode, pH vrednost in električna prevodnost (20° C) so stalne, temperatura vode, $T_V = 9,6 \pm 1,3^\circ$ C, pH = $7,2 \pm 0,1$ in električna prevodnost, $\kappa = 355 \pm 25$ μ S/cm, nasičenost s kisikom je dobra in je višja od 50 %;
- vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analizne metode;
- izmerjena vsebnost nitrata, $C_{SRED, NO_3} = 8 \pm 2$ mg/l NO_3 ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO_3 , ki je opredeljena z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode;
- ugotovljene vsebnosti kroma so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analizne metode in ne presegajo mejnih vrednosti opredeljenih z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode (30 μ g/l Cr) in Pravilnikom o pitni vodi (50 μ g/l Cr);
- prisotnost pesticidov iz programa Monitoringa MOL v maju 2006 – maj 2007 v preiskovanih vzorcih ni ugotovljena;
- vsebnosti lahko hlapnih halogenih organskih spojin (kloriranih topil) v obdobju junij 2007 - junij 2008 nismo ugotovili;
- vsebnost mineralnih olj je pod mejo določanja uporabljene analitske metode. Mejna vrednost določena z Uredbo o standardih kakovosti za podzemno vodo ni presežena;
- vsebnosti metil-terc-butiletra (MTBE) v obdobju junij 2007 - junij 2008 nismo ugotovili;
- podzemna voda dosega kriterije za dobro kemijsko stanje.

7.9 STOŽICE

V obdobju junij 2007 - junij 2008 sta bili izvedeni 2 vzorčenja. Na podlagi le-teh in na podlagi trendov za obdobje 1997 – 2007, prikazani so prilogah 10.7 in 10.8, 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, ($\kappa = 355 \pm 35 \mu\text{S/cm}$). Temperatura vode, $T_v = 11,0 \pm 0,9^\circ \text{C}$ in $\text{pH} = 7,4 \pm 0,1$ so v opazovanem obdobju primerljive, nasičenost s kisikom je dobra in je višja od 50 %;
- vsebnosti amonija v podzemni vodi niso ugotovljene, vsebnosti TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljeno analitsko metodo;
- izmerjena vsebnost nitrata, $C_{\text{SRED, NO}_3} = 8 \pm 2 \text{ mg/l NO}_3$ ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO_3 , ki je opredeljena z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode;
- ugotovljene vsebnosti kroma so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitne metode in ne presegajo mejnih vrednosti opredeljenih z z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode (30 $\mu\text{g/l Cr}$) in Pravilnikom o pitni vodi (50 $\mu\text{g/l Cr}$);
- prisotnost pesticidov iz programa Monitoringa MOL v obdobju junij 2007 - junij 2008 v preiskovanih vzorcih ni ugotovljena. Terbutrin je prisoten v sledovih v juniju 2006, koncentracije terbutrina so pod mejo določanja uporabljene analitne metode;
- vsebnosti lahko hlapnih halogenih organskih spojin (kloriranih topil) v obdobju junij 2007 - junij 2008 nismo ugotovili;
- vsebnost mineralnih olj je pod mejo določanja uporabljene analitske metode. Mejna vrednost določena z Uredbo o standardih kakovosti za podzemno vodo ni presežena;
- vsebnosti metil-terc-butiletra (MTBE) v obdobju junij 2007 - junij 2008 nismo ugotovili;
- podzemna voda dosega kriterije za dobro kemijsko stanje.

7.10 PETROL OB CELOVŠKI

V obdobju junij 2007 - junij 2008 sta bili izvedeni 2 vzorčenja. Na podlagi rezultatov preiskav je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode, temperatura vode, pH vrednost in električna prevodnost (20°C) so stalne, temperatura vode, $T_v = 13,0 \pm 1,6^\circ \text{C}$, $\text{pH} = 7,0 \pm 0,1$ in električna prevodnost, $\kappa = 820 \pm 40 \mu\text{S/cm}$, nasičenost s kisikom je dobra in je višja od 50 %. Ugotovljene povišane vrednosti za električno prevodnost in vzroke zanjo ni mogoče natančneje opredeliti na osnovi parametrov iz programa Monitoring MOL (povišane vsebnosti za nitrata in kalij kažejo na možnost prisotnosti povišanih vsebnosti drugih kationov, na primer natrija, in anionov, na primer klorida in sulfata, ki prispevajo k povečani električni prevodnosti);
- vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitne metode;
- izmerjena vsebnost nitrata, $C_{\text{SRED, NO}_3} = 38 \text{ mg/l NO}_3$ ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO_3 , ki je opredeljena z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode;

- ugotovljene vsebnosti kroma so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analizne metode in ne presegajo mejnih vrednosti opredeljenih z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode (30 µg/l Cr) in Pravilnikom o pitni vodi (50 µg/l Cr);
- vsebnosti atrazina in njegovega razgradnega produkta desetilatrazina v času izvajanja Monitoringa MOL v obdobju junij 2007 - junij 2008 niso presegle kriterija za »dobro kemijsko stanje« podzemne vode opredeljenega z Uredbo standardih kakovosti podzemne vode, $C_{SRED, ATRAZIN} = 0,06 \mu\text{g/l}$, $C_{SRED, DESETILATRAZIN} = 0,05 \mu\text{g/l}$;
- vsebnosti lahko hlapnih halogenih organskih spojin (kloriranih topil) v obdobju junij 2007 - junij 2008 nismo ugotovili;
- vsebnost mineralnih olj je pod mejo določanja uporabljene analitske metode. Mejna vrednost določena z Uredbo o standardih kakovosti za podzemno vodo ni presežena;
- v obdobju junij 2007 - junij 2008 je metil-terc-butileter (MTBE) prisoten v sledovih, koncentracije MTBE so pod mejo določanja uporabljene analizne metode;
- podzemna voda dosega kriterije za dobro kemijsko stanje.

7.11 KOTEKS – ZALOG 0371

V obdobju junij 2007 - junij 2008 sta bili izvedeni 2 vzorčenja. Na podlagi le-teh in na podlagi trendov za obdobje 1997 – 2007, prikazani so prilogah 10.7 in 10.8, je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode, temperatura vode, pH vrednost in električna prevodnost (20° C) so stalne, temperatura vode, $T_V = 13,0 \pm 0,2^\circ \text{C}$, $\text{pH} = 7,5 \pm 0,1$ in električna prevodnost, $\kappa = 470 \pm 10 \mu\text{S/cm}$, nasičenost s kisikom je dobra in je višja od 50 %;
- vsebnosti amonija v podzemni vodi niso ugotovljene, vsebnosti TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljeno analitsko metodo;
- izmerjena vsebnost nitrata, $C_{SRED, NO_3} = 15 \pm 1 \text{ mg/l NO}_3$ ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO₃, ki je opredeljena z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode;
- ugotovljene vsebnosti kroma so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analizne metode in ne presegajo mejnih vrednosti opredeljenih z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode (30 µg/l Cr) in Pravilnikom o pitni vodi (50 µg/l Cr);
- prisotnost pesticidov iz programa Monitoringa MOL v obdobju junij 2007 - junij 2008 v preiskovanih vzorcih ni ugotovljena;
- ugotovljena je občasna prisotnost lahko hlapnih organskih halogenih spojin (klorirana topila), ugotovljene vsebnosti 1,1,2,2,-tetrakloroetilena (junij in december 2006) in 1,1,2-trikloroetena (december 2006) ne presegajo mejne vrednosti določene z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode;
- vsebnost mineralnih olj je pod mejo določanja uporabljene analitske metode. Mejna vrednost določena z Uredbo o standardih kakovosti za podzemno vodo ni presežena;
- vsebnosti metil-terc-butiletra (MTBE) v obdobju junij 2007 - junij 2008 nismo ugotovili;
- podzemna voda dosega kriterije za dobro kemijsko stanje.

7.12 ELOK – ZALOG 0251

V industrijskem vodnjaku Elok – Zalog 0251 sta bili v obdobju junij 2007 - junij 2008 opravljene 2 vzorčenja. Na podlagi le-teh in na podlagi trendov za obdobje 1997 – 2007, prikazani so prilogah 10.7 in 10.8, je ugotovljeno:

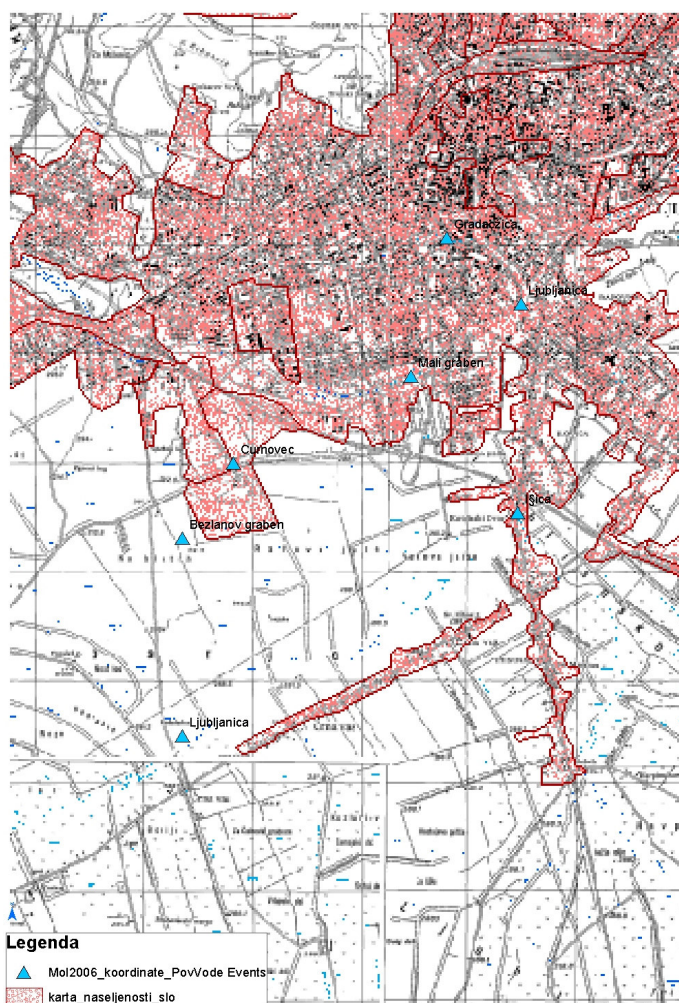
- osnovne značilnosti vode, temperatura vode, pH vrednost in električna prevodnost (20°C) so stalne, temperatura vode, $T_V = 14,1 \pm 1,8^{\circ}\text{C}$, $\text{pH} = 7,6 \pm 0,2$ in električna prevodnost, $\kappa = 415 \pm 5 \mu\text{S/cm}$, nasičenost s kisikom je dobra in je višja od 50 %;
- vsebnosti amonija v podzemni vodi niso ugotovljene, vsebnosti TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analize metode;
- izmerjena vsebnost nitrata, $C_{\text{SRED, NO}_3} = 11 \pm 0 \text{ mg/l NO}_3$ ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO_3 , ki je opredeljena z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode;
- ugotovljene vsebnosti kroma so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analize metode in ne presegajo mejnih vrednosti opredeljenih z Uredbo o standardih kakovosti podzemne vode (30 $\mu\text{g/l Cr}$) in Pravilnikom o pitni vodi (50 $\mu\text{g/l Cr}$);
- prisotnost pesticidov iz programa Monitoringa MOL v obdobju junij 2007 - junij 2008 ni bila ugotovljena;
- vsebnosti lahko hlapnih halogenih organskih spojin (kloriranih topil) v obdobju junij 2007 - junij 2008 nismo ugotovili;
- vsebnost mineralnih olj je pod mejo določanja uporabljene analitske metode. Mejna vrednost določena z Uredbo o standardih kakovosti za podzemno vodo ni presežena;
- vsebnosti metil-terc-butiletra (MTBE) v obdobju junij 2007 - junij 2008 nismo ugotovili;
- podzemna voda dosega kriterije za dobro kemijsko stanje.

8 KAKOVOST IN OBREMENITVE POVRŠINSKIH VODOTOKOV

Osnovna značilnost preiskovanih vodotokov je odvisnost hidroloških razmer od količine padavin. To še posebej velja za manjše vodotoke. Izjema je reka Sava s snežno – dežnim vodnim režimom s prvim (snežnim) maksimumom v aprilu – maju in drugim maksimumom (dežnim) v oktobru – novembru. 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 poslabšajo.

8.1 LJUBLJANICA

Ljubljanica je desni pritok reke Save, sicer pa glavni površinski vodotok preiskovanega območja in je sprejemnik vseh drugih vodotokov, ki so vključeni v program Monitoringa MOL v obdobju maj 2007 – maj 2008, slika 13.



Slika 13: Ljubljana – pregledna situacija

Na celotnem preiskovanem delu vodnega toka reke Ljubljanice, od mesta nad izlivom Bežanovega grabna pa vse do Ljubljance v Zalogu so razmere s kisikom neugodne, kriteriji Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib niso izpolnjeni. Posebno nizke vsebnosti kisika, med 4,3 in 5,1 mg/l O₂ so izmerjene na odseku med »pod izlivom Malega grabna v višini Špice« do Ljubljance v Zalogu. Glede na odvisnost hidroloških razmer od višine padavin, sklepamo, da so razmere lahko občasno se slabše od ugotovljenih. Glede na temperaturne razmere, izmerjeno vrednost za pH in izmerjene vsebnosti amonija, se ne pričakuje preseganje mejne vrednosti za prosti amonijak (NH₃). Opredeljene z Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib. Ne glede na absolutno vrednost izmerjenih vsebnosti amonija, je prisotnost amonija neugodna predvsem z vidika kriterijev voda za življenje sladkovodnih vrst rib (kriteriji zanje so določeni z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib). Povišane vsebnosti nitrita v Ljubljanci Zalog kažejo na možnosti, da je reka na podoben način obremenjena tudi v zgornjem delu vodnega toka. Vsebnosti nitrata ne predstavljajo posebnih razmer, prav tako niso jasno izraženi trendi naraščanja obremenitev nizvodno z vodnim tokom.

Voda reke Ljubljanice je sicer obremenjena s snovmi organske narave, ki za razgradnjo potrebujejo kisik, vendar pa mejna vrednost opredeljena z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib ni presežena. Povišane vsebnosti spojin fosforja, izražene s celokupnim fosforjem, presegajo mejno vrednost opredeljeno z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib. Vendar pa je bolj kot preseganje mejne vrednosti pomembna ugotovitev o obremenitvah reke z odpadnimi snovmi po izvoru iz komunalne infrastrukture, ki se kažejo tudi v povišanih vsebnostih fosfata – orto.

V času vzorčenja so bile izmerjene vsebnosti mikroelementov, anionaktivnih detergentov, mineralnih olj in fenolnih snovi na meji določanja za uporabljene analize metode. Za izjemo se ocenjuje povišane vsebnosti za bor, za katere se ocenjuje, da v Ljubljanico vstopajo v z vtokom Malega grabna, slednji pa sprejema visokem vsebnosti bora iz potoka Curnovec (310 µg/l B).

Reka Ljubljanica na lokaciji Zalog ne vsebuje hlapnih halogeniranih ogljikovodikov.

Mikrobiološke razmere v reki Ljubljanici ne izpolnjujejo kriterije Pravilnika o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode na celotnem delu vodnega toka. Prav tako je potrebno poudariti, da ni opaziti pomembnih razlik v obremenitvah reke v poletnem in zimskem času (julij oz. december). Najslabše razmere so glede na vrednost MPN ugotovljene na območju Zaloga.

Za sediment reke Ljubljanice so značilne povišane vsebnosti cinka na celotnem preiskovanem delu vodnega toka. Povišane vsebnosti kroma in niklja na mestu »nad izlivom Bezlanovega grabna« in na mestu »Zalog« so stalnica. V sedimentu reke Ljubljanice na lokaciji Zalog so izmerjene tudi povišane vsebnosti bakra in svinca, vendar pa na osnovi obstoječih rezultatov še ni možno natančneje opredeliti izvora obeh težkih kovin.

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.

Povzetek ocene razmer

V nadaljevanju navajamo oceno razmer 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 15.

Tabela 24.: Pregledna ocena razmer v Ljubljanici

Površinski vodotok	Ocena kemijskega stanja ¹⁾	Ocena razmere glede na kriterije površinske vode za življenje sladkovodnih rib ²⁾	Min. higienske razmere ³⁾	Ocena obremenitev sedimenta ¹⁾⁴⁾
Reka Ljubljanica »nad izlivom Bezlanovega grabna«	»dobro stanje« kemijsko	»Neustrezno« (razmere s kisikom, celokupni fosfat)	»Neustrezno« (mikrobiološke razmere)	Povišane obremenitve s celokupnim kromom.
Reka Ljubljanica »Pod izlivom Malega grabna«	»dobro stanje« kemijsko	»Neustrezno« (razmere s kisikom, amonij, celokupni fosfat)	»Neustrezno« (mikrobiološke razmere)	Obremenitve niso ugotovljene
Reka Ljubljanica »za Mrtaškim mostom«	»dobro stanje« kemijsko	»Neustrezno« (razmere s kisikom,	»Neustrezno« (mikrobiološke	Obremenitve niso ugotovljene

Površinski vodotok	Ocena kemijskega stanja ¹⁾	Ocena razmere glede na kriterije površinske vode za življenje sladkovodnih rib ²⁾	Min. higienske razmere ³⁾	Ocena obremenitev sedimenta ¹⁾⁴⁾
		amonij, celokupni fosfat)	razmere)	
Reka Ljubljanica »Zalog«	»dobro kemijsko stanje«	»Neustrezno« (razmere s kisikom, amonij, celokupni fosfat)	»Neustrezno« (mikrobiološke razmere)	Povišane obremenitve s celokupnim kromom, cinkom in bakrom.

Opombe

- 1) Ocena izdelana na osnovi mejnih vrednosti za nitrat, mineralna olja, adsorbiljive organske halogene spojine (AOX), bor, baker, cink, krom, nikelj, svinec, fenolne snovi, di- in tri-klorometan, 1,2-dikloroetan, 1,1,2,2-tetrakloroeten in 1,1,2-trikloroeten, opredeljene z Uredbo o kemijskem stanju površinskih vod.
- 2) Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib;
- 3) Pravilnik o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode;
- 4) Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih emisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh.

8.2 MALI GRABEN IN CURNOVEC

V času vzorčenja so bile s kisikom v Curnovcu skrajno neugodne, izmerjene vsebnosti kisika 1,7 mg O₂, so rezultat povečanih obremenitev potoka s snovmi organske narave (izmerjena vrednost za celokupni organski ogljik, TOC je 8,2 mg/l C, za kemijsko potrebo po kisiku 4,2 mg/l O₂ in za biokemijsko potrebo po kisiku, BPK₅, 3 mg/l O₂).

Za potok Curnovec so značilne visoke vsebnosti amonija, 4,7 mg/l NH₄, slednje so bile v času vzorčenja v ravnotežnem stanju s 0,044 mg/l NH₃.

Razmere s kisikom so v Malem Grabnu v primerjavi s potokom Curnovec bistveno ugodnejše, kljub temu pa kriteriji Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib, niso izpolnjeni.

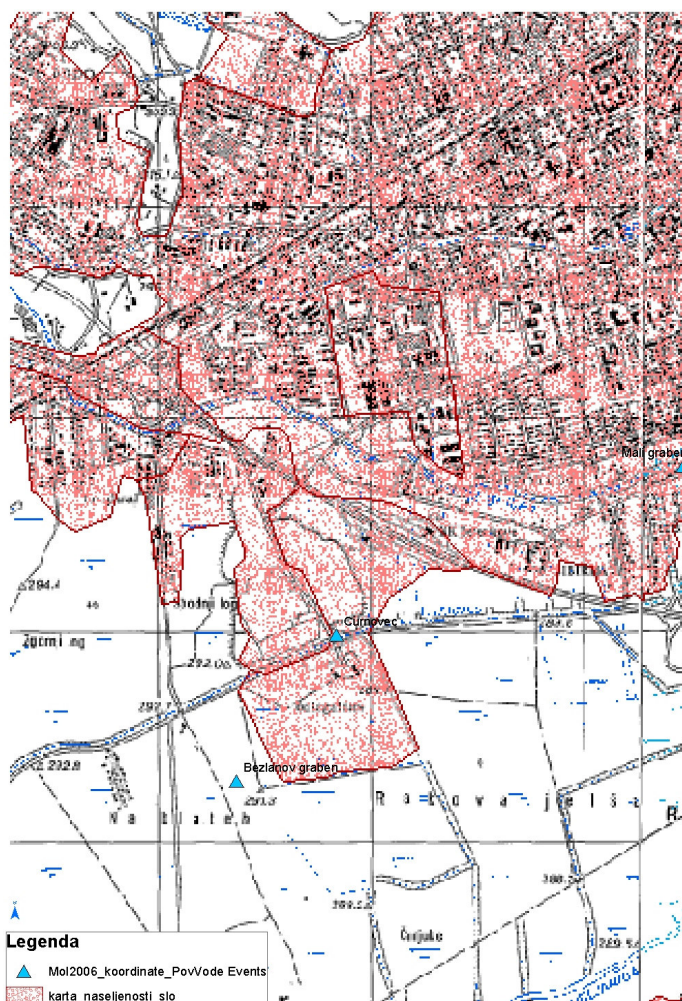
Za oba potoka so značilne povečane obremenitve s fosfati, tudi v obliki orto fosfata.

Pomembno je še izpostaviti obremenitev Curnovca z borom, 310 µg/l B, ki vplivajo tudi na razmere v Malem Grabnu, 24 µg/l B.

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

Mikrobiološke razmere v potoku Mali Graben ne izpolnjujejo kriterije Pravilnika o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode. Razmere se po pričakovanju slabše v poletnem obdobju (julij).

Rezultati preiskav kažejo, da v času vzorčenja sediment potokov Curnovec in Mali graben ni bil obremenjen s težkimi kovinami, da bi bile presežene imisijske mejne vrednosti opredeljene z Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih emisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh.



Slika 14: Geografska lega mest vzorčenja na potokih Curnovec in Bežlanov 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 16.

Tabela 25.: Pregledna ocena razmer v potokih Mali Graben in Curnovec

Površinski vodotok	Ocena kemijskega stanja ¹⁾	Ocena razmere glede na kriterije površinske vode za življenje sladkovodnih rib ²⁾	Min. higienske razmere ³⁾	Ocena obremenitev sedimenta ¹⁾⁴⁾
Mali Graben	»dobro stanje« kemijsko	»Neustrezno« (razmere s kisikom, celokupni fosfat)	»Neustrezno« (mikrobiološke razmere)	Obremenitve niso ugotovljene
Potok Curnovec	»slabo« kemijsko	»Neustrezno«		Obremenitve niso

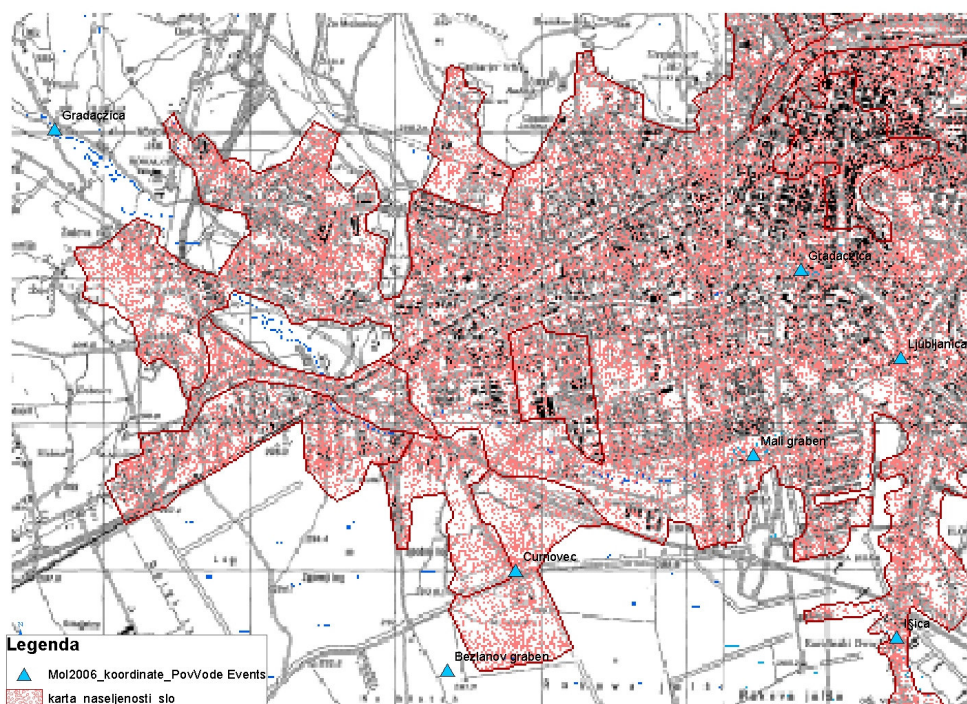
Površinski vodotok	Ocena kemijskega stanja ¹⁾	Ocena razmere glede na kriterije površinske vode za življenje sladkovodnih rib ²⁾	Min. higienske razmere ³⁾	Ocena obremenitev sedimenta ¹⁾⁴⁾
	stanje« (bor)	(razmere s kisikom, amonij, celokupni fosfat)		ugotovljene

Opombe

- 1) Ocena izdelana na osnovi mejnih vrednosti za nitrat, mineralna olja, adsorbiljive organske halogene spojine (AOX), bor, baker, cink, krom, nikelj, svinec, fenolne snovi, di- in tri-klorometan, 1,2-dikloroetan, 1,1,2,2-tetrakloroeten in 1,1,2-trikloroeten, opredeljene z Uredbo o kemijskem stanju površinskih vod.
- 2) Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib;
- 3) Pravilnik o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode;
- 4) Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih emisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh.

8.3 GRADAŠČICA

Gradaščica je površinski vodotok, ki priteka s severozahoda Ljubljane, za katerega je značilna redka poselitev in prevladujoče kmetijska zemljišča različnih namenov uporabe (travniki in obdelovalne površine), slika 17.



Slika 15: Gradaščica – pregledna situacija

Nizvodno sprejema številne vtoke odpadnih komunalnih voda, ki se kažejo predvsem v skromnih vsebnostih raztopljenega kisika. Vsebnosti raztopljenega kisika so bile med 5,4 in 6,8 mg/l O₂ (nad Ljubljano oz. pred izlivom v Ljubljanico, kriteriji Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib niso izpolnjeni. Ocenjujemo, da se v času povišanih zračnih temperatur razmere s kisikom na celotnem preiskovanem delu vodnega toka reke Gradaščice

poslabšajo. Na to kažejo tudi podatki o obremenitvah vode s spojinami fosforja – celokupni fosfor in ortofosfat. Navedene spojine oz. snovi so značilne sestavine odpadnih voda iz komunalne infrastrukture, čeprav niso izključeni tudi drugi viri, na primer tehnološke odpadne vode (kar se kaže v obremenitvah sedimenta s težkimi kovinami, predvsem cinkom). Za natančnejšo opredelitev izvora obremenitev pa so potrebne ciljne preiskave celotnega vodnega toka reke.

V času vzorčenja so bile izmerjene vsebnosti mineralnih olj in fenolnih snovi na meji določanja za uporabljene analizne metode.

Mikrobiološke razmere v reki Gradaščici ne izpolnjujejo kriterije Pravilnika o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode na lokaciji nad Ljubljano, še posebno pa se poslabšajo nizvodno, na delu vodnega toka pred izlivom v Ljubljano. Glede skupnega števila koliformnih bakterij so razmere bistveno slabše v poletnem obdobju med tem ko so obremenitve Gradaščice z mikroorganizmi fekalnega izvora stalne in se bistveno ne spreminjajo z letnim obdobjem.

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, kadmija, niklja, svince in živega srebra na mestu vzorčenja »pred izlivom v Ljubljano«, 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.

Povzetek ocene razmer

V nadaljevanju v tabeli 17 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 26.: Pregledna ocena razmer v Gradaščici

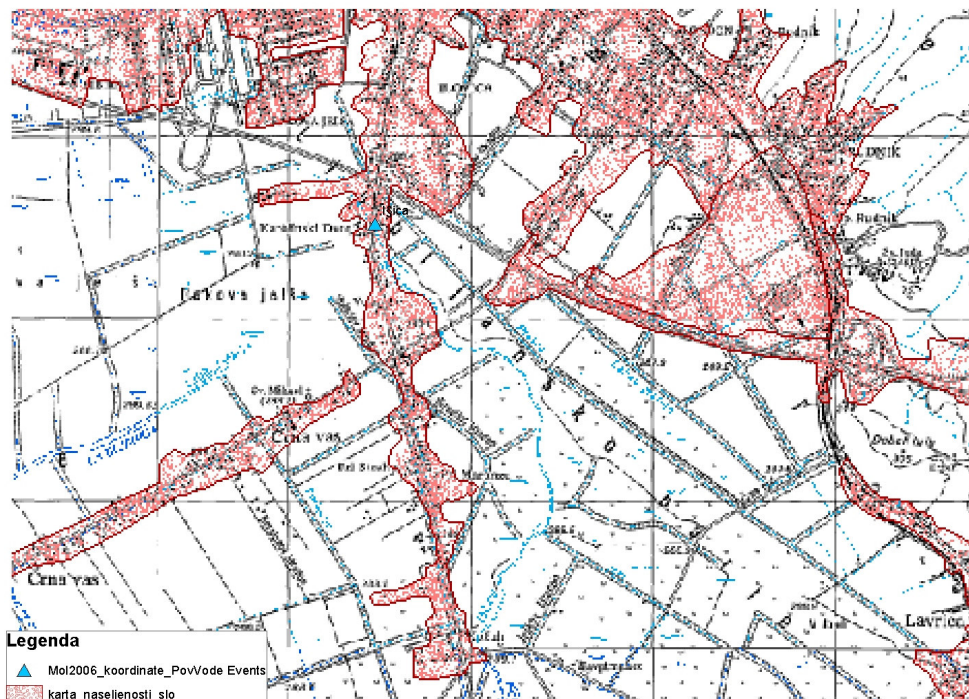
Površinski vodotok	Ocena kemijskega stanja ¹⁾	Ocena razmere glede na kriterije površinske vode za življenje sladkovodnih rib ²⁾	Min. higienske razmere ³⁾	Ocena obremenitev sedimenta ¹⁾⁴⁾
Gradaščica »nad Ljubljano«	»dobro stanje« kemijsko	»Neustrezno« (razmere s kisikom)	»Neustrezno« (mikrobiološke razmere)	Obremenitve niso ugotovljene
Gradaščica »pred izlivom v Ljubljano«	»dobro stanje« kemijsko	»Neustrezno« (razmere s kisikom in spojine fosforja – celokupni fosfat).	»Neustrezno« (mikrobiološke razmere)	Ugotovljene obremenitve s bakrom, cinkom, kadmijem, nikljem, svincem in živim srebrom.

Opombe

- 1) Ocena izdelana na osnovi mejnih vrednosti za nitrat, mineralna olja, adsorbiljive organske halogene spojine (AOX), bor, baker, cink, krom, nikelj, svinec, fenolne snovi, di- in tri-klorometan, 1,2-dikloroetan, 1,1,2,2-tetrakloroetan in 1,1,2-trikloroetan, opredeljene z Uredbo o kemijskem stanju površinskih vod.
- 2) Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib;
- 3) Pravilnik o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode;
- 4) Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih emisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh.

8.4 IŽICA

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



Slika 16: Ižica – pregledna situacija

V času vzorčenja so bile razmere s kisikom v reki neugodne, kriteriji Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib niso izpolnjeni. V času vzorčenja niso bile ugotovljene izstopajoče obremenitve s snovi organske narave (izražene s celokupnim organskim ogljikom oz. TOC in kemijsko ter biokemijsko potrebno po kisiku KPK – KMnO_4 oz. BKP_5).

V času vzorčenja je bila ugotovljena prisotnost amonija in spojin fosforja (celokupni fosfati in orto fosfati), kriteriji Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib niso izpolnjeni.

V času vzorčenja so bile izmerjene vsebnosti težkih kovin, mineralnih olj in fenolnih snovi na meji določanja za uporabljene analize metode.

Mikrobiološke razmere v reki Ižici ne izpolnjujejo kriterije Pravilnika o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode. V zimskem obdobju so bile ugotovljene povečane obremenitve v primerjavi s stanjem v mesecu juliju, vendar ugotovljeno stanje ne ocenjujemo za značilno za obravnavano reko.

V času vzorčenja so bile v sedimentu ugotovljene povišane vsebnosti cinka, kadmija, niklja in svinca, vzrok povečanih obremenitev pa ni možno opredeliti na osnovi enkratnih preiskav.

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 27.

Tabela 27.: Pregledna ocena razmer v reki Ižici

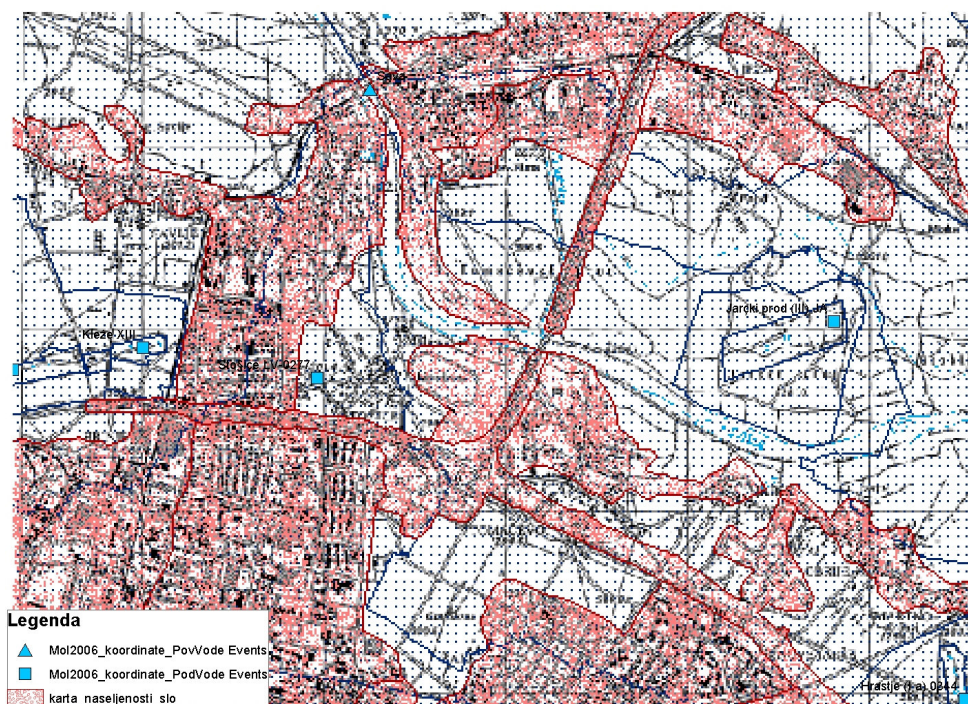
Površinski vodotok	Ocena kemijskega stanja ¹⁾	Ocena razmere glede na kriterije površinske vode za življenje sladkovodnih rib ²⁾	Min. higienske razmere ³⁾	Ocena obremenitev sedimenta ¹⁾⁴⁾
Ižica »pred izlivom v Ljubljanico«	»dobro kemijsko stanje«	»Neustrezno« (razmere s kisikom in spojine fosforja – celokupni fosfat).	»Neustrezno« (mikrobiološke razmere)	Ugotovljene obremenitve s cinkom, kadmijem, nikljem in svincem.

Opombe

- 1) Ocena izdelana na osnovi mejnih vrednosti za nitrat, mineralna olja, adsorbiljive organske halogene spojine (AOX), bor, baker, cink, krom, nikelj, svinec, fenolne snovi, di- in tri-klorometan, 1,2-dikloroetan, 1,1,2,2-tetrakloroeten in 1,1,2-trikloroeten, opredeljene z Uredbo o kemijskem stanju površinskih vod.
- 2) Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib;
- 3) Pravilnik o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode;
- 4) Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih emisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh.

8.5 SAVA

Sava je osrednji površinski vodotok Slovenije. Za geografsko območje, na katerem se izvaja Monitoring MOL je pomembna z več vidikov: predvsem je sprejemnik vseh preiskovanih površinskih vodotokov, ki se sicer preiskujejo v okviru programa Monitoringa MOL. Na odseku pri Zalogu priteka v reko Savo Ljubljanica. Reka Sava pa prav tako na odseku vodnega toka nizvodno od Črnuč vpliva na hidrološke razmere in deloma tudi na kemijsko stanje podzemne vode na območju Ljubljanskega polja podtalnice.



Slika 17: Sava – pregledna situacija

V času vzorčenja so bile razmere s kisikom v reki neugodne, izmerjene vsebnosti kisika, 6,2 mg/l O₂ ne zadoščajo zahtevam Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib. V času vzorčenja niso bile ugotovljene izstopajoče obremenitev s snovmi organske narave (izražene s celokupnim organskim ogljikom oz. TOC in kemijsko ter biokemijsko potrebno po kisiku KPK – KMnO₄ oz. BKP₅).

V času vzorčenja je bila ugotovljena prisotnost spojin fosforja (celokupni fosfati), kriteriji Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib so sicer izpolnjeni, vendar pa se ocenjuje, da so občasno obremenitev tudi bistveno večje..

V času vzorčenja so bile izmerjene vsebnosti težkih kovin, mineralnih olj in fenolnih snovi na meji določanja za uporabljene analizne metode.

Mikrobiološke razmere v reki Ljubljanici v Zalogu ne izpolnjujejo kriterije Pravilnika o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode. V zimskem obdobju so bile ugotovljene povečane obremenitve v primerjavi s stanjem v mesecu juliju, vendar ugotovljeno stanje ne ocenjujemo za značilno za obravnavano reko.

V času vzorčenja so bile v sedimentu ugotovljene povišane vsebnosti svinca, ki presegajo imisijsko mejno vrednost in povišane vsebnosti cinka, ki pa ne presegajo imisijske mejne vrednosti opredeljene z Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh.

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 19.

Tabela 28.: Pregledna ocena razmer v reki Savi nad Črnuškim mostom

Površinski vodotok	Ocena kemijskega stanja ¹⁾	Ocena razmere glede na kriterije površinske vode za življenje sladkovodnih rib ²⁾	Min. higienske razmere ³⁾	Ocena obremenitev sedimenta ¹⁾⁴⁾
Sava »nad Črnuškim mostom«	»dobro kemijsko stanje«	»Neustrezno« (razmere s kisikom in spojine fosforja – celokupni fosfat).	»Neustrezno« (mikrobiološke razmere)	Ugotovljene obremenitve s svincem.

Opombe

- 1) Ocena izdelana na osnovi mejnih vrednosti za nitrat, mineralna olja, adsorbiljive organske halogene spojine (AOX), bor, baker, cink, krom, nikelj, svinec, fenolne snovi, di- in tri-klorometan, 1,2-dikloroetan, 1,1,2,2-tetrakloroeten in 1,1,2-trikloroeten, opredeljene z Uredbo o kemijskem stanju površinskih vod.
- 2) Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib;
- 3) Pravilnik o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode;
- 4) Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih emisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh.

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 obdobju junij 2007 - junij 2008, 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 dušika - amonij 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. Rezultati preiskav v letu 2007 do vključno junij 2008 in primerjava z rezultati s preteklimi obdobji kažejo na povečane oz. stalne obremenitve celokupnega kroma na mestih vzorčenja Hrastje Ia in KOTO, vendar pa trendi niso jasno izraženi. Na območju vodnega zajetja Hrastje Ia ni opaznega zmanjševanja obremenitev. Razmere v podzemni vodi lahko ocenimo za nespremenjene (primerjava s preteklimi obdobji) z nihanji navzgor ali navzdol na posameznih mestih vzorčenja;
- za celotno območje podzemne vode Ljubljanskega polja je značilen trend zmanjševanja obremenitev s pesticidi. Prisotnost atrazina je tako ugotovljena še samo na posameznih

mestih, Hrastje Ia in Petrol ob Celovski, prisotnost razgradnega produkta desetilatrazina pa je občasno še ugotovljena na mestih Kleče VIIIa in Šentvid IIa. Na edinem mestu vzorčenja na Ljubljanskem polju, Brest Ia, še vedno merimo visoke koncentracije desetilatrazina (~ 0,7 µg/l), vsebnost atrazina je približno 10 krat nižja (~ 0,08 µg/l);

- rezultati preiskav podzemne vode v okviru programa Monitoringa MOL v obdobju junij 2007 - junij 2008 kažejo, da je s spojinami iz skupine LHCH obremenjena predvsem podzemna voda na širšem območju vodnega zajetja Hrastje. Značilna je stalna prisotnost 1,1,2,2-tetrakloroetena in 1,1,2-trikloroetena, katerih koncentracija pa se v primerjavi s preteklim obdobja niža. Mejne vrednosti za posamezne spojine iz skupine LHCH niso presežene. V obdobju junij 2007 - junij 2008 obremenitve podzemne vode s spojinami 1,1,2,2 – tetrakloroetilena in 1,1,2 – trikloroetilena ostajajo pod 2 µg/l.

Na osnovi rezultatov preiskav kakovosti in obremenitev z nevarnimi snovmi površinskih vodotokov, pritokov reke Ljubljanice, izvedenih v okviru programa Monitoringa MOL v obdobju junij 2007 - junij 2008, 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 spojinami fosforja. Ugotovljene obremenitve so posledica pritekanja odpadnih voda iz komunalne infrastrukture;
- neposredna posledica pritekanja komunalnih odpadnih voda v preiskovane vodotoke so slabše mikrobiološke razmere, preiskovani vodotoki so neprimerni za kopanje;
- Gradaščica na odseku pred izlivom v Ljubljanico 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 le Ljubljanica na odseku od izvira do Livade, torej na celotnem odseku, na katerem sprejema preiskovane vodotoke iz programa Monitoringa MOL v obdobju junij 2007 - junij 2008.

10 PRILOGE

- Priloga 10.1: Geografska lega mest vzorčenja – podzemna voda in površinski vodotoki
- Priloga 10.2: Metodologija vzorčenja – podzemna voda
- Priloga 10.3: Metodologija vzorčenja – površinski vodotoki – vode in sediment ter poročila o vzorčenju in meritvah na terenu
- Priloga 10.4: Analizna poročila o fizikalno kemijskih preiskavah podzemne vode
- Priloga 10.5: Analizna poročila o fizikalno kemijskih preiskavah vode površinskih vodotokov
- Priloga 10.6: Analizna poročila o fizikalno kemijskih preiskavah sedimenta površinskih vodotokov
- Priloga 10.7: Analizna poročila o mikrobioloških preiskavah vode površinskih vodotokov
- Priloga 10.8: Zbirni rezultati fizikalno kemijske preiskave podzemne vode
- Priloga 10.9: Zbirni rezultati fizikalno kemijske preiskave površinskih vodotokov
- Priloga 10.10: Zbirni rezultati mikrobioloških preiskav vode površinskih vodotokov
- Priloga 10.11: Trendi obremenitev na posameznih mestih vzorčenja
- Priloga 10.12: Primerjava obremenitev med mesti vzorčenj v letih 1997 – junij 2008

10.1 GEOGRAFSKA LEGA MEST VZORČENJA - PODZEMNA VODA IN POVRŠINSKI VODOTOKI

(1 stran)

10.2 METODOLOGIJA VZORČENJA – PODZEMNA VODA

Vzorčenje je bilo izvedeno skladno z določili 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 5667-5:2007, Kakovost vode - Vzorčenje, Navodilo za vzorčenje pitne vode iz sistemov oskrbe, SIST ISO 5667-11:1996 , Kakovost vode - Vzorčenje, Navodilo za vzorčenje podtalnic, SIST ISO 5667-1:2007, Kakovost vode - Vzorčenje - Navodilo za načrtovanje programov in tehnik vzorčenja ter ISO standardov, , 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. Vzorci za analizo na kovine so filtrirani na mestu vzorčenja (membranska filtracija 0.45 µm).

Voda iz vrtin je bila pred vsakim odvzemom črpana z mobilno črpalko do stalnih vrednosti temperature vode in električne prevodnosti.

V času odvzema vode so izvedene še terenske meritve pH vrednosti, vsebnosti raztopljenega kisika, redoks potenciala, tabela 27. Izmerjena sta tudi nivo podzemne vode in globino vrtine.

Tabela 29.: Metodologija terenskih meritev

Zap. št. parametra	Parameter	Metoda/standard	Akreditacija
01	Temperatura vode	DIN 38404-4	DA
02	pH	ISO 10523	DA
03	Električno prevodnost	EN 27888	DA
04	Koncentracijo raztopljenega kisika	ISO 5814	DA
05	Redoks potencial	DIN 38404-C6	

10.3 METODOLOGIJA VZORČENJA – POVRŠINSKI VODOTOKI - VODE IN SEDIMENT TER POROČILA O VZORČENJU IN MERITVAH NA TERENU

METODOLOGIJA VZORČENJA:

Vzorčenje vode je bilo izvedeno skladno z določili 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, tabela 28.

Vzorčenje sedimenta je izvedeno po navodilih standarda ISO 5667-12, Water Quality –Sampling - Part 12; Guidance on sampling of bottom sediments. Vzorec sedimenta je bil odvzet s Scissorjevim oz. Pomarjevim grabilcem. Vzorec sedimenta je bil za fizikalno – kemijsko analizo pripravljen z mokrim, zaporednim sejanjem skozi standardna sita 200 µm in 63 µm.

Tabela 30.: Metodologija terenskih meritev

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

10.4 ZBIRNI REZULTATI FIZIKALNO KEMIJSKE PREISKAVE PODZEMNE VODE

(4 strani)

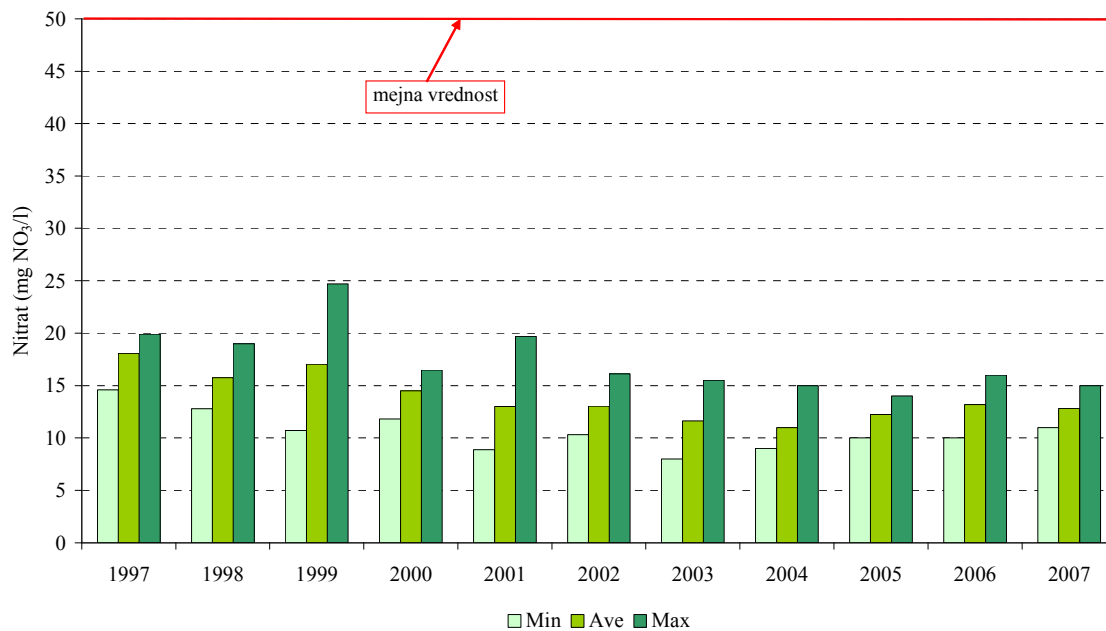
10.5 ZBIRNI REZULTATI POVRŠINSKIH VODOTOKOV (VODE IN SEDIMENT)

(5 strani)

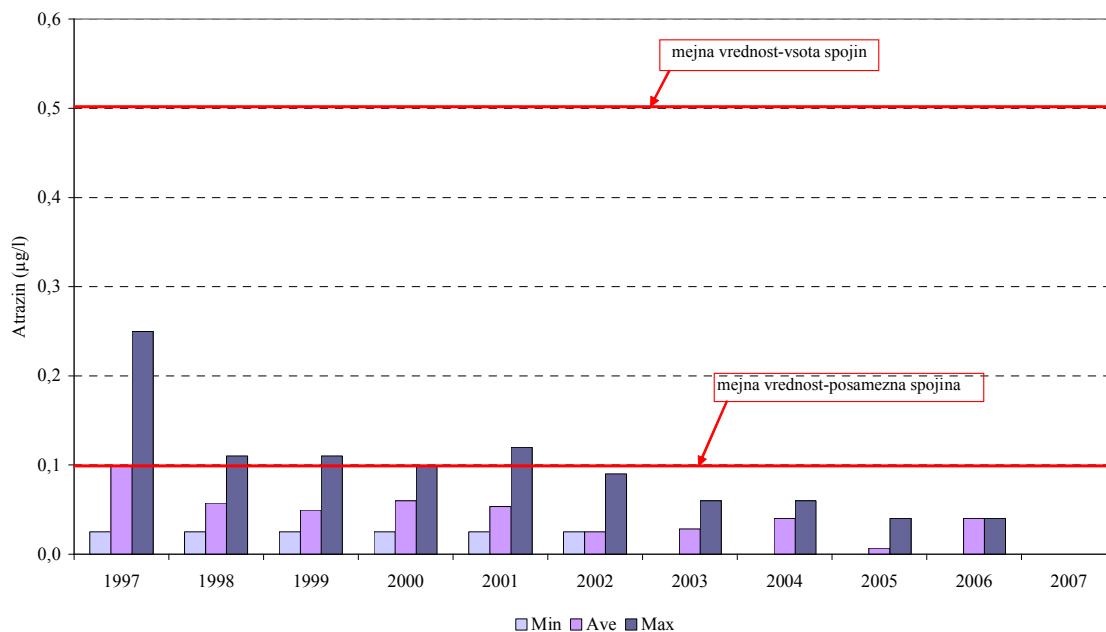
10.6 TRENDI OBREMENITEV NA POSAMEZNIH MESTIH VZORČENJA

(14 strani)

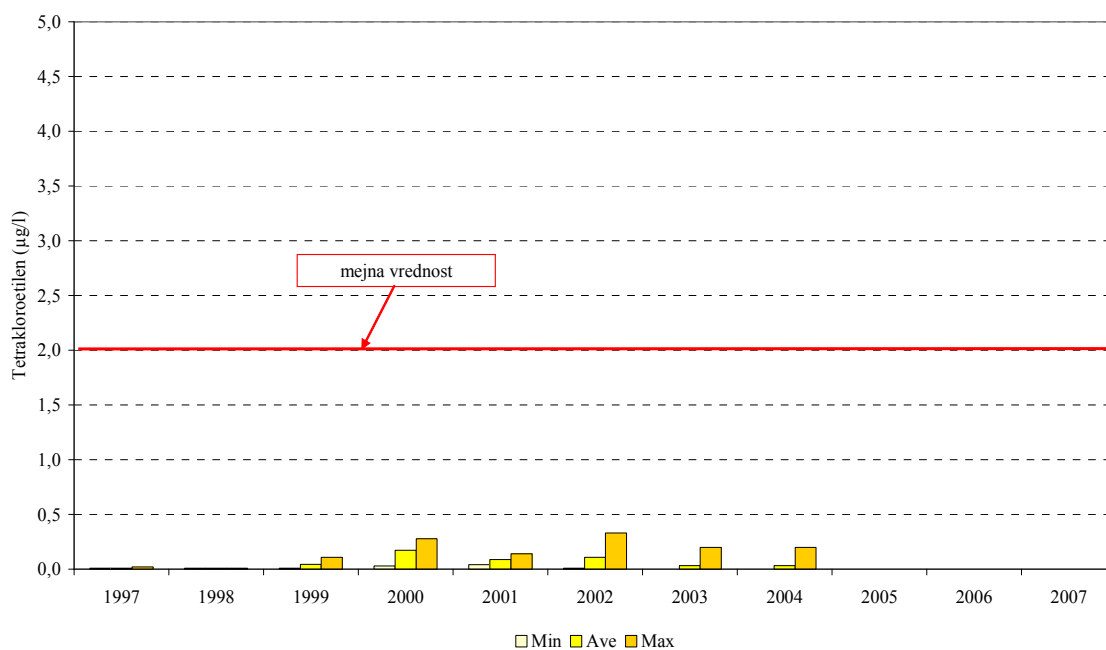
10.6.1 Kleče



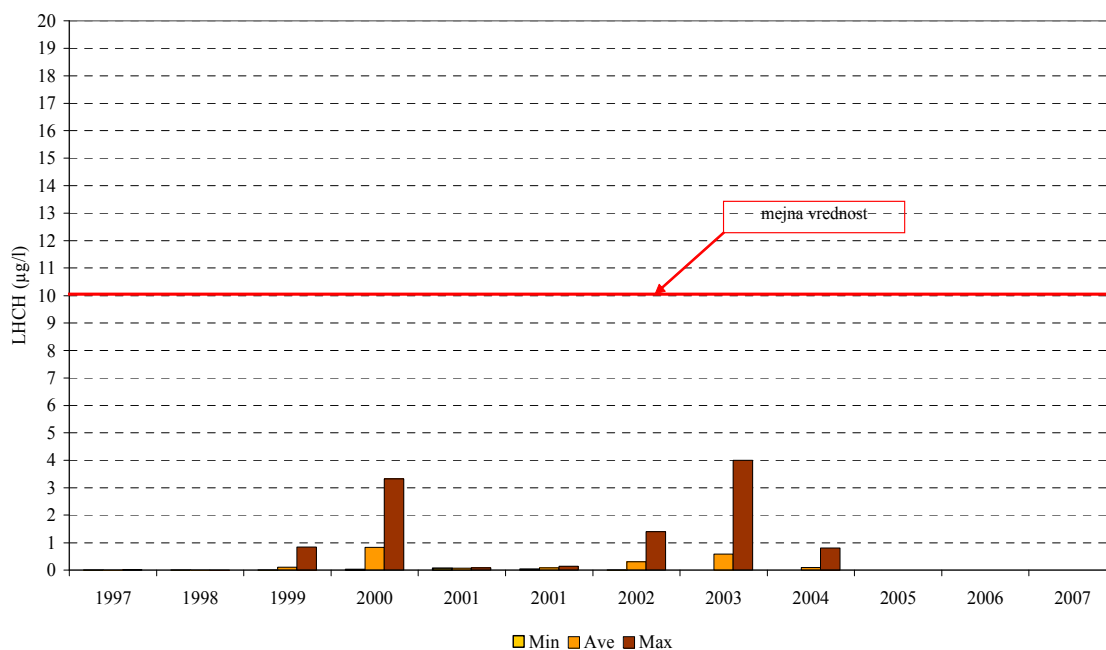
Slika 18: Vsebnost nitrata v črpališču Kleče v letih 199 –junij 2008



Slika 19: Vsebnost atrazina v črpališču Kleče v letih 1997-junij 2008

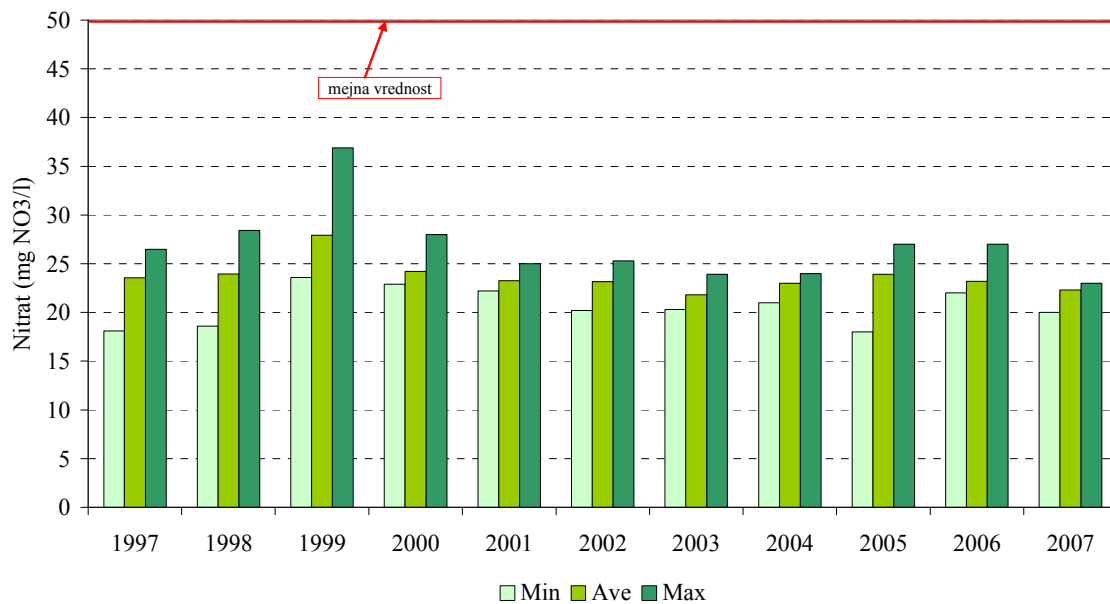


Slika 20: Vsebnost 1,1,2,2 - tetrakloroetena v črpališču Kleče v letih 1997-junij 2008

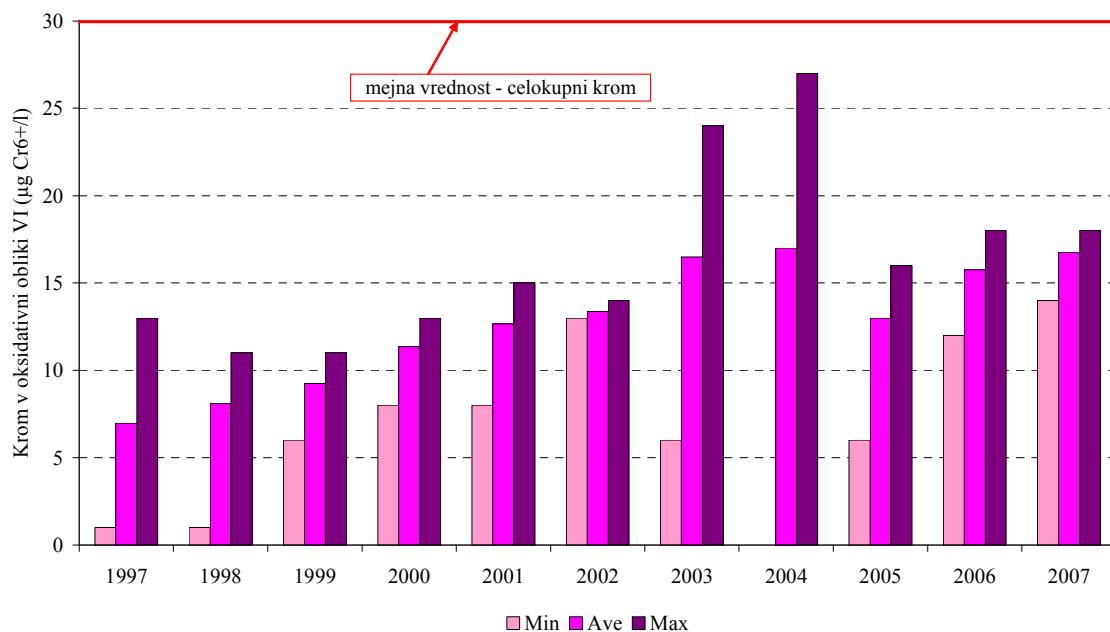


Slika 21: Vsota lahko hlapnih halogeniranih ogljikovodikov v črpališču Kleče v letih 1997-junij 2008

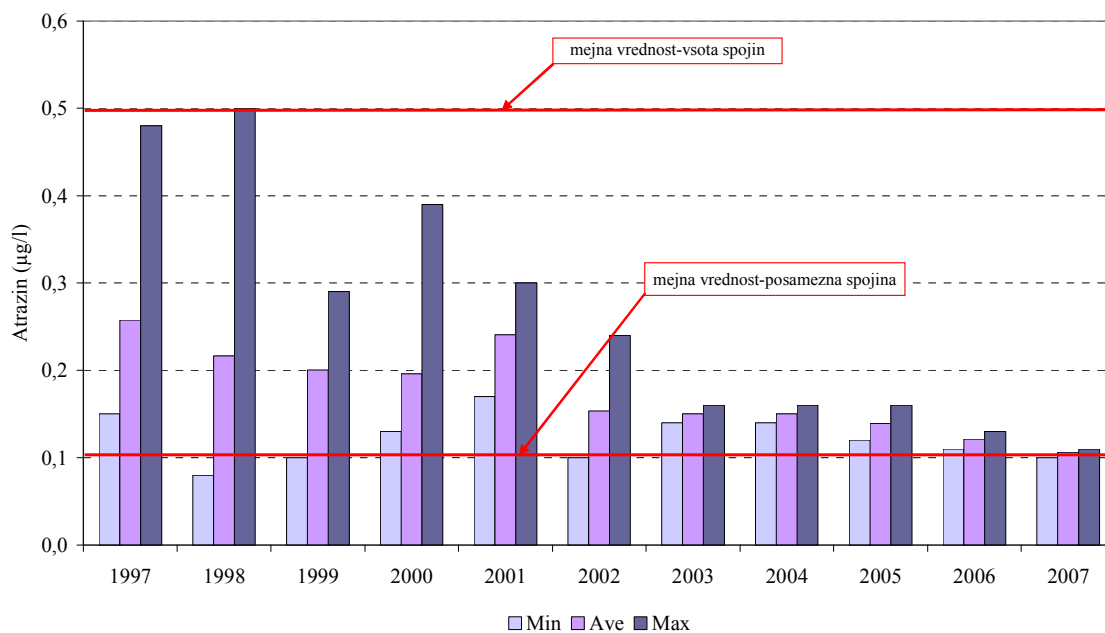
10.6.2 Hrastje



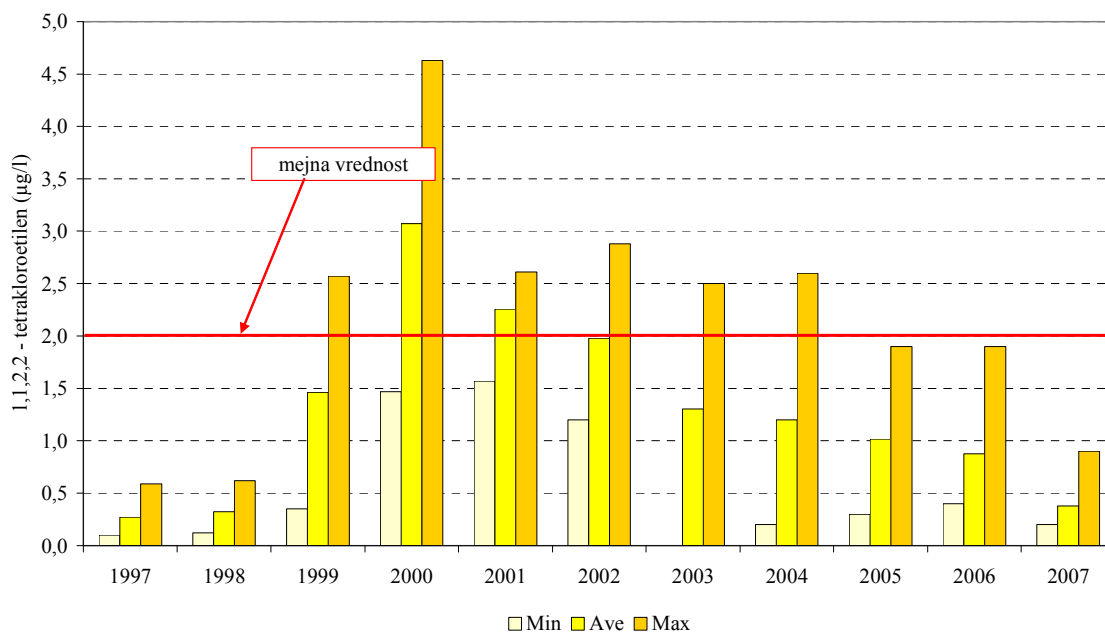
Slika 22: Vsebnost nitrata v črpališču Hrastje v letih 1997-junij 2008



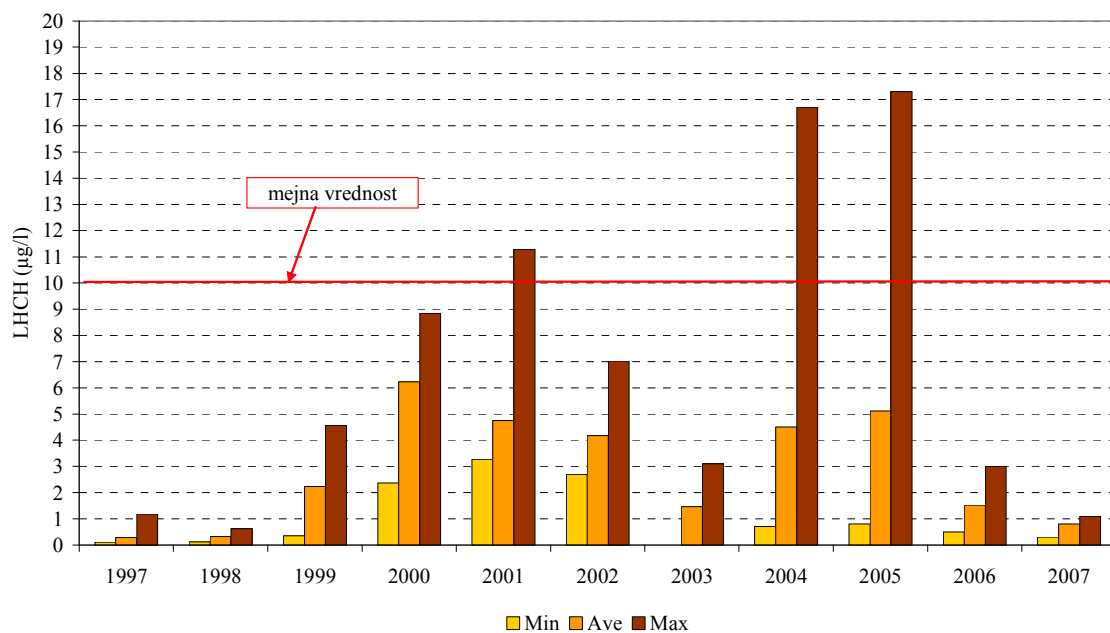
Slika 23: Vsebnost kroma v črpališču Hrastje v letih 1997-junij 2008



Slika 24: Vsebnost atrazina v črpališču Hrastje v letih 1997-junij 2008

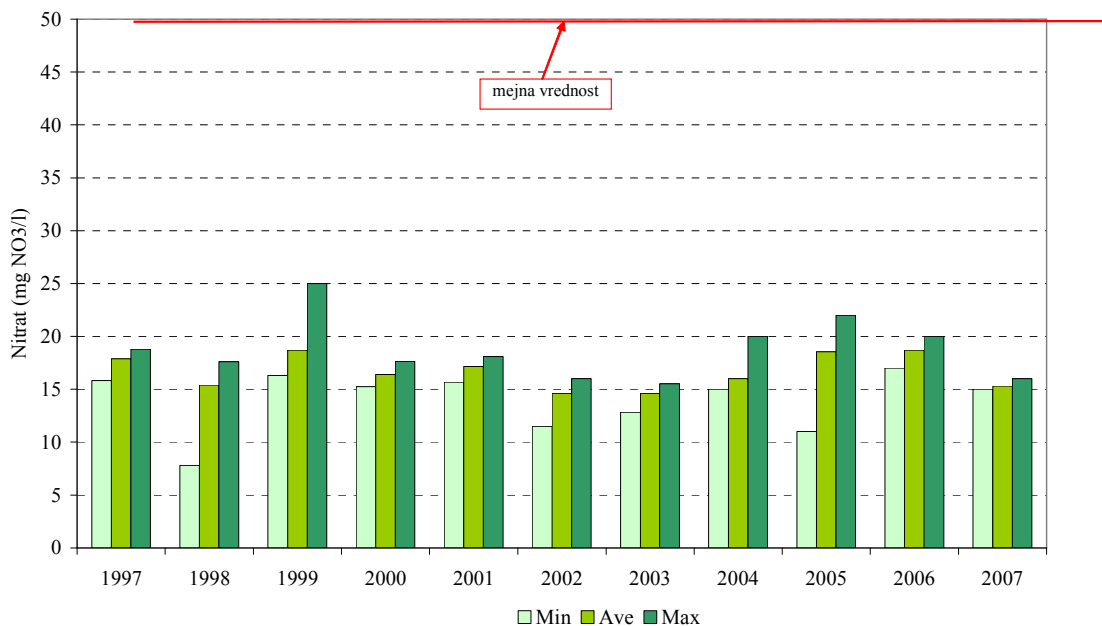


Slika 25: Vsebnost 1,1,2,2 - tetrakloroetena v črpališču Hrastje v letih 1997-junij 2008

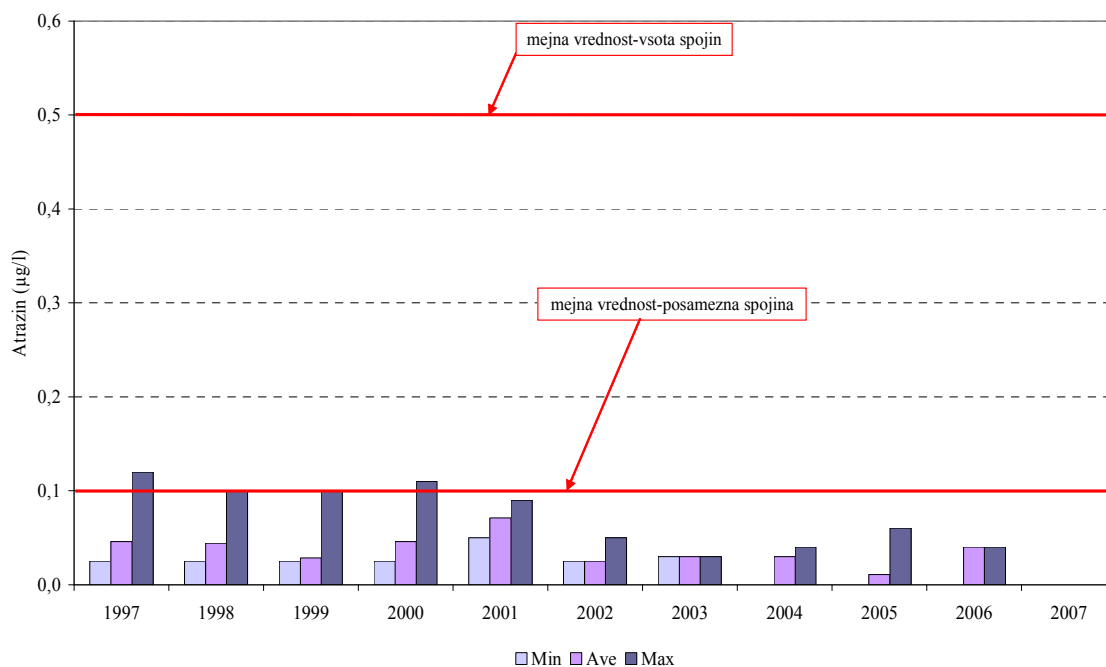


Slika 26: Vsota lahko hlapnih halogeniranih ogljikovodikov v črpališču Hrasnje v letih 1997-junij 2008

10.6.3 Šentvid

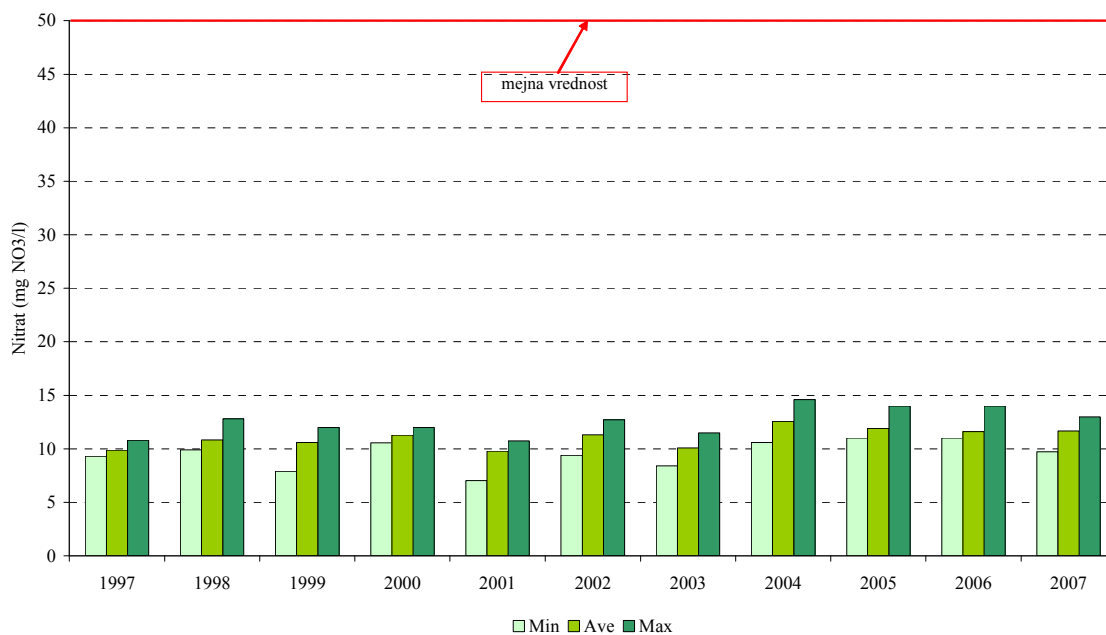


Slika 27: Vsebnost nitrata v črpališču Šentvid v letih 1997-junij 2008



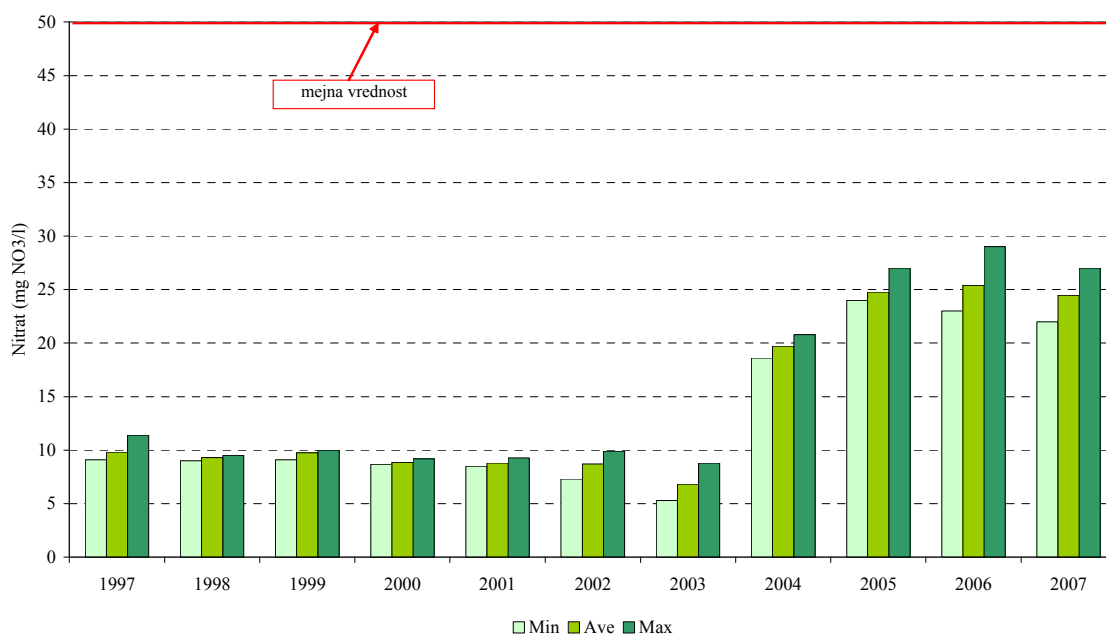
Slika 28: Vsebnost atrazina v črpališču Šentvid v letih 1997-junij 2008

10.6.4 Jarški prod



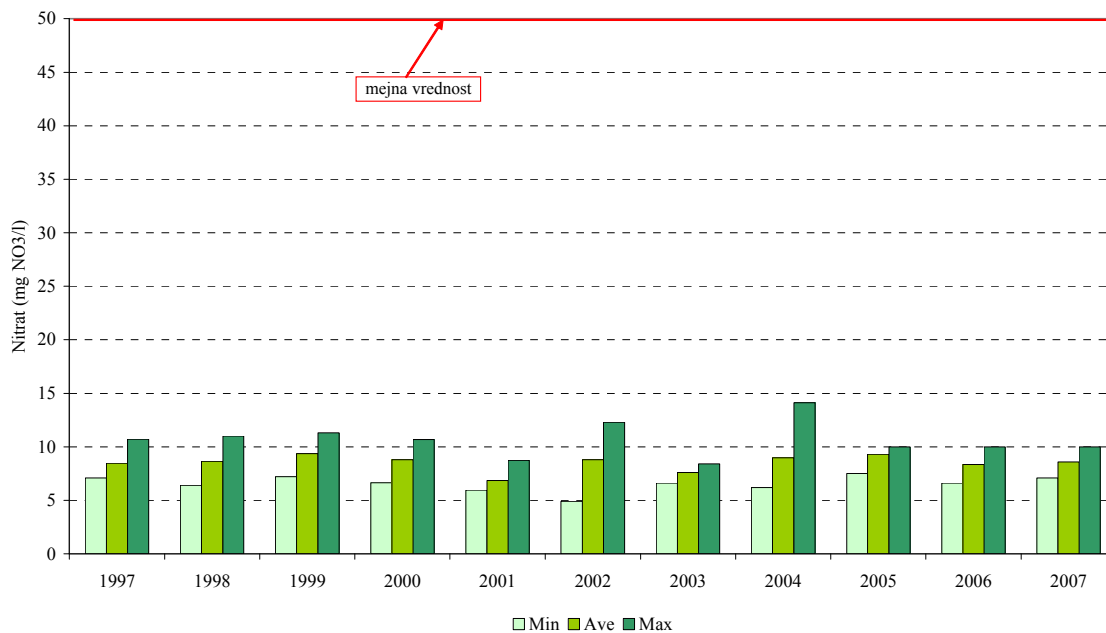
Slika 29: Vsebnost nitrata v Jarškemrodu v letih 1997-junij 2008

10.6.5 Iški vršaj



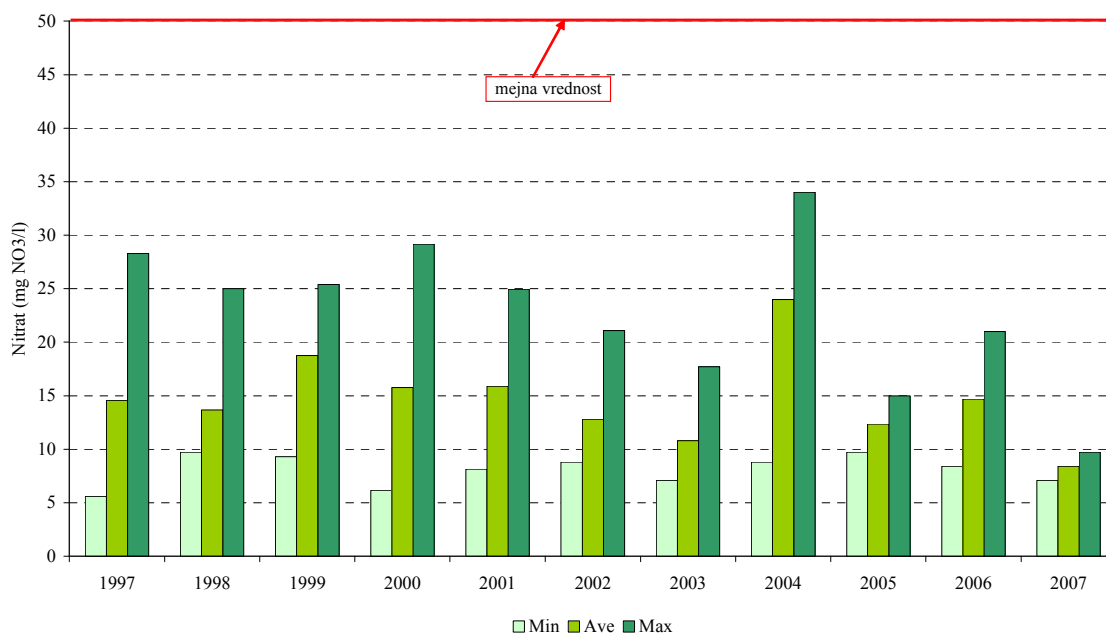
Slika 30: Vsebnost nitrata v črpališču Iški vršaj v letih 1997-junij 2008

10.6.6 Roje



Slika 31: Vsebnost nitrata v črpališču Roje v letih 1997-junij 2008

10.6.7 Stožice

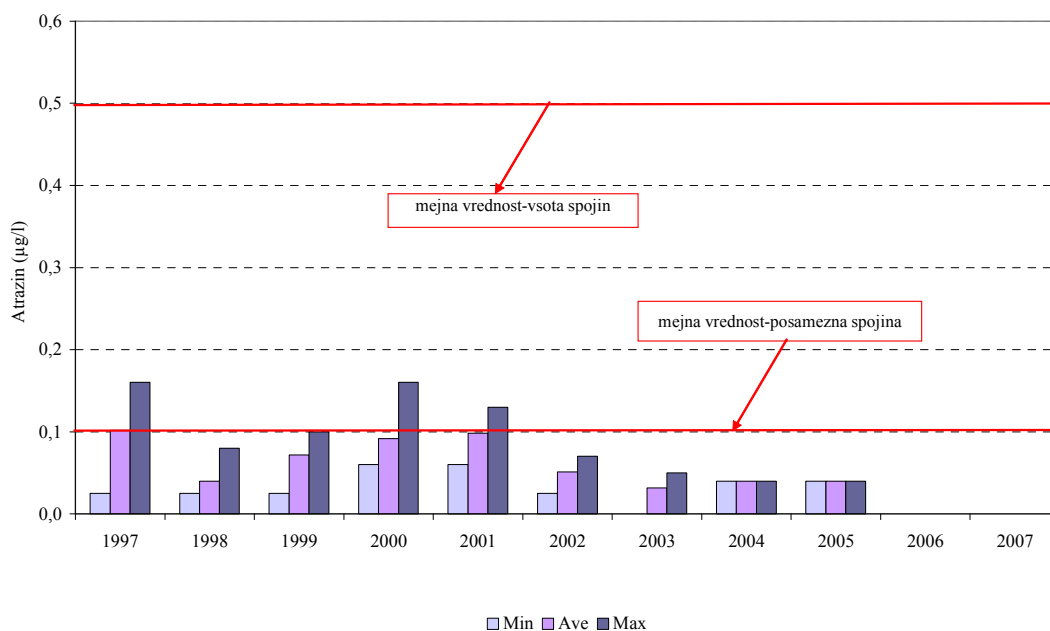


Slika 32: Vsebnost nitrata v črpališču Stožice v letih 1997-junij 2008

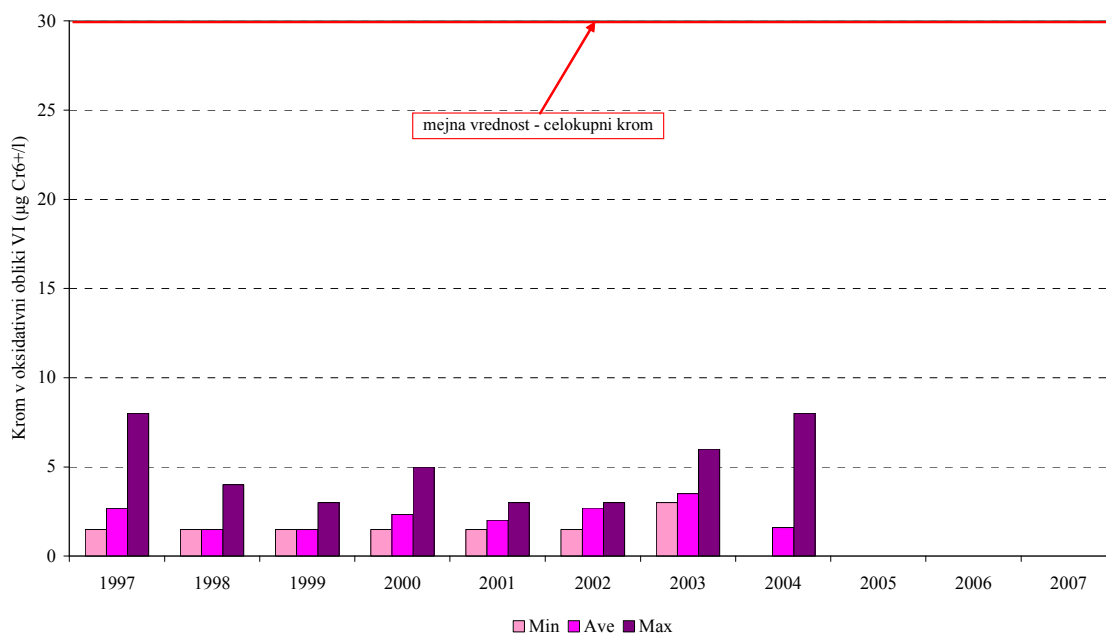
10.6.8 Koteks - Zalog 0371



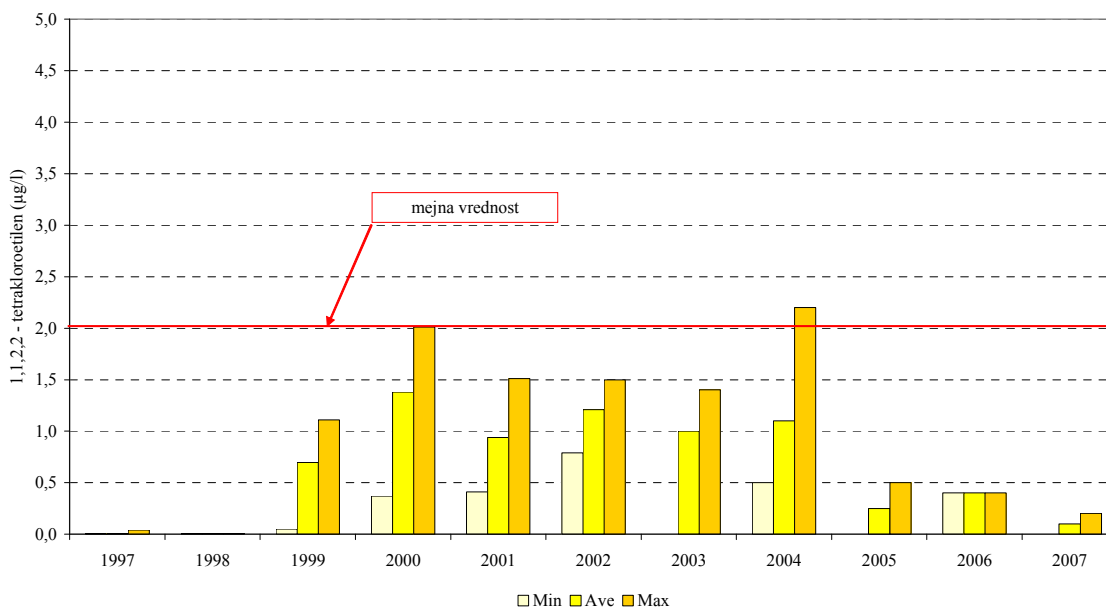
Slika 33: Vsebnost nitrata v vodnjaku KOTEKS - ZALOG 0371 v letih 1997-junij 2008



Slika 34: Vsebnost atrazina v vodnjaku KOTEKS - ZALOG 0371 v letih 1997-junij 2008

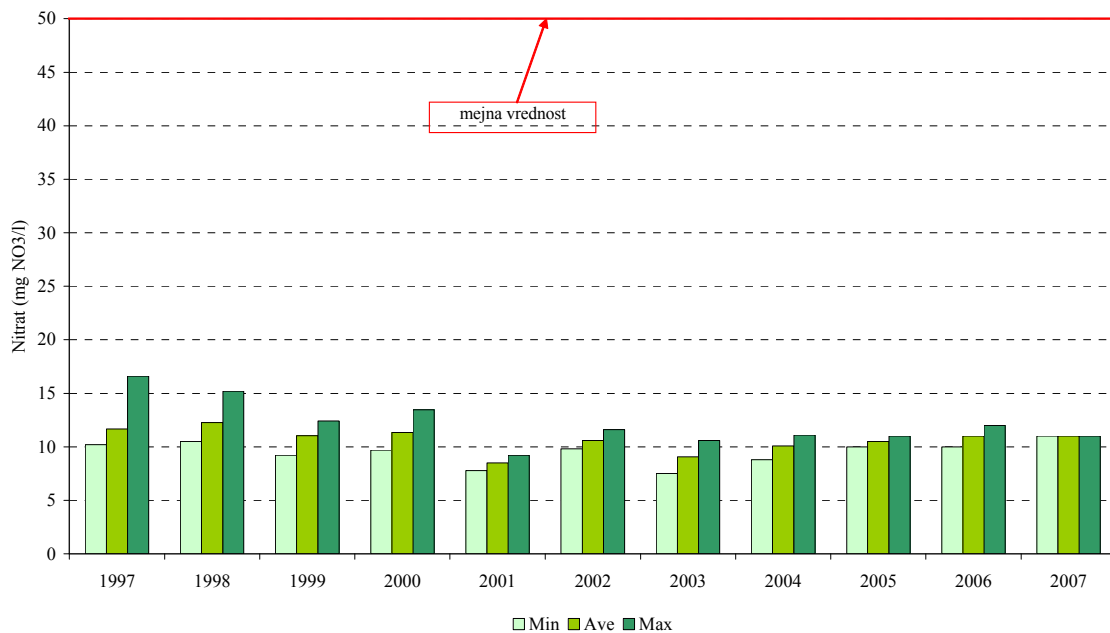


Slika 35: Vsebnost kroma v vodnjaku KOTEKS - ZALOG 0371 v letih 1997-junij 2008



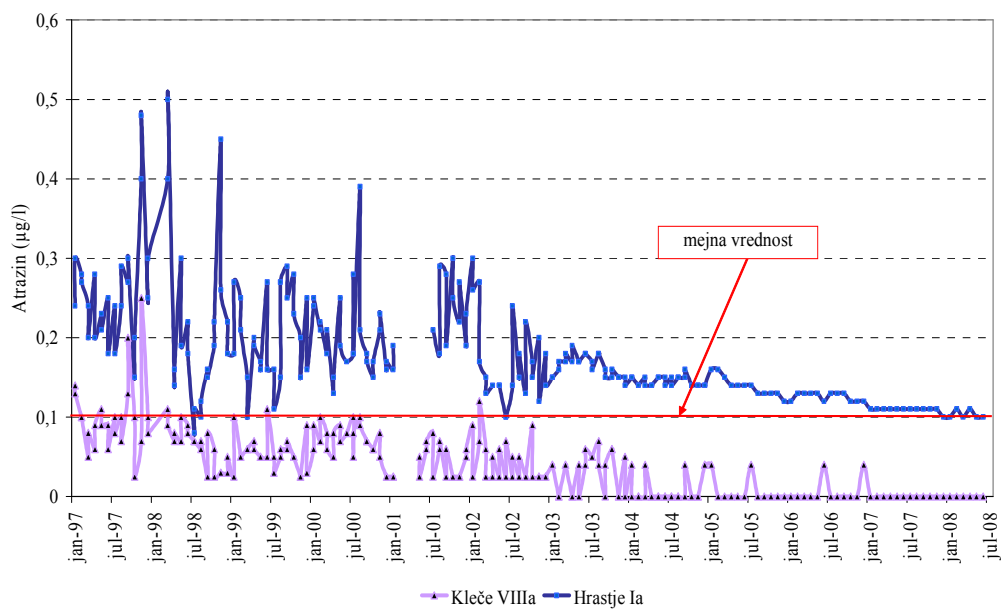
Slika 36: Vsebnost 1,1,2,2 - tetrakloroetena v vodnjaku KOTEKS - ZALOG 0371 v letih 1997-junij 2008

10.6.9 Elok – Zalog 0251

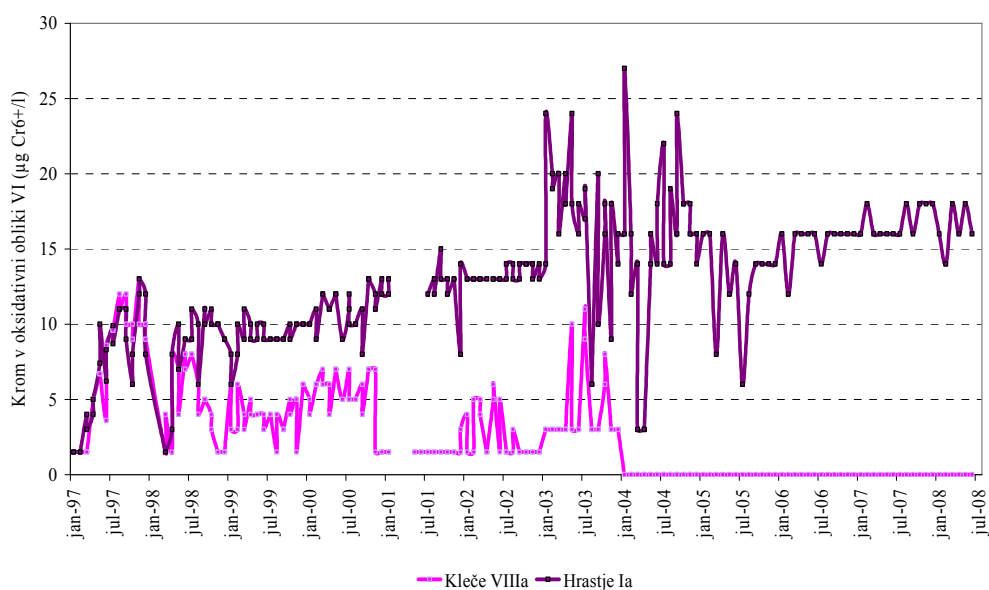


Slika 37: Vsebnost nitrata v črpališču Elok-Zalog v letih 1997-junij 2008

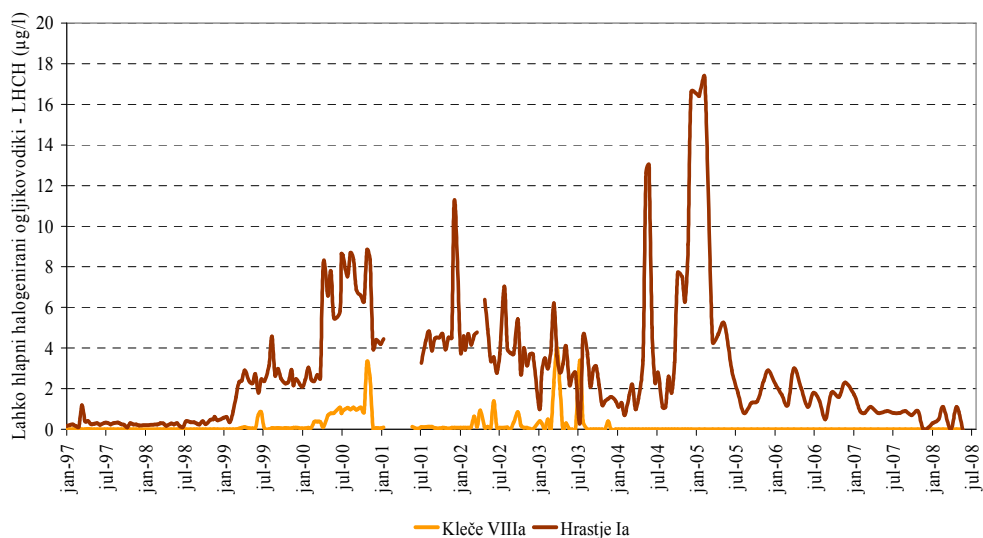
10.7 PRIMERJAVA OBREMENITEV MED MESTI VZORČENJ V LETIH 1997 – JUNIJ 2008



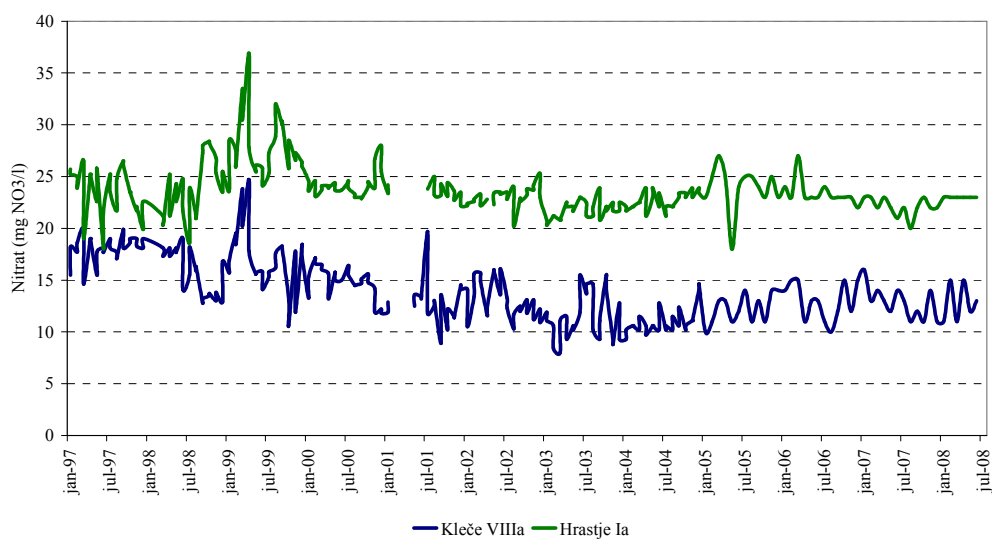
Slika 38: Vsebnost atrazina v črpališču Kleče in Hrastje



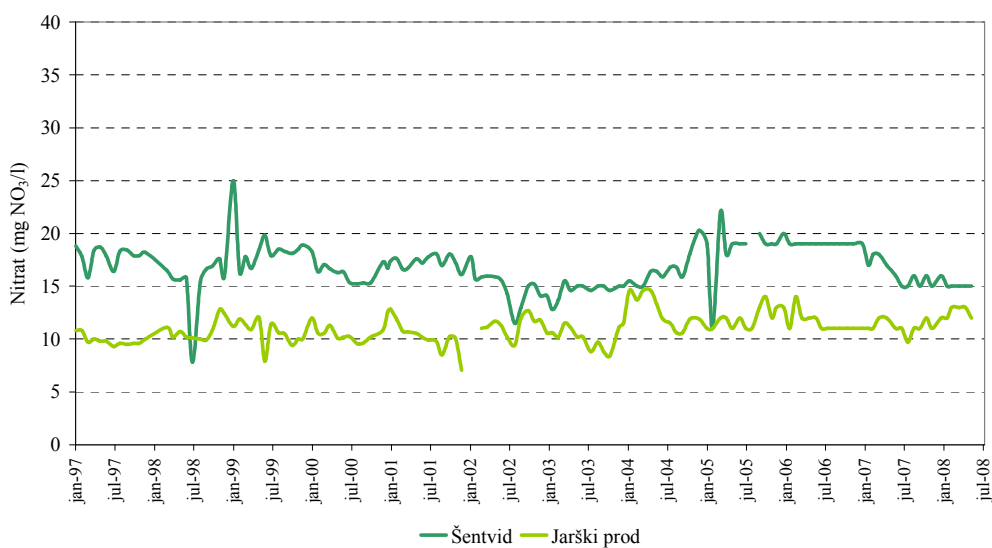
Slika 39: Vsebnost Cr6+ v črpališču Kleče in Hrastje



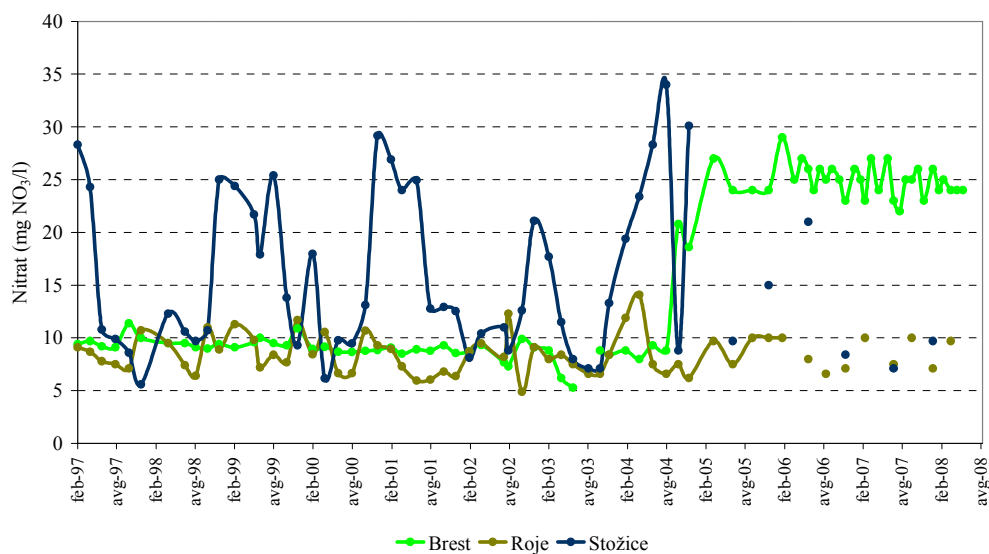
Slika 40: Vsota lahko hlapnih halogeniranih ogljikovodikov v črpališču Kleče in Hrastje



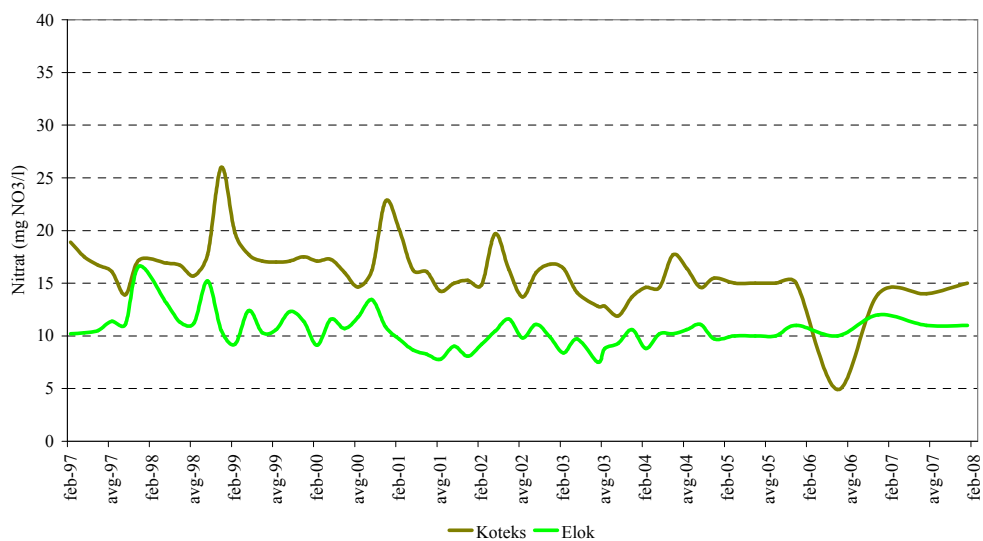
Slika 41: Vsebnost nitrata v črpališču Kleče in Hrastje



Slika 42: Vsebnost nitrata v črpališču Šentvid in Jarški prod



Slika 43: Vsebnost nitrata na mestih vzorčenja Brest, Roje in Stožice



Slika 44: Vsebnost nitrata na mestih vzorčenja KOTEKS - ZALOG 0371 in ELOK - ZALOG 0251