



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.: DANTE-30-PR11MOL_zaključno

**MONITORING PODZEMNE VODE IN POVRŠINSKIH
VODOTOKOV NA OBMOČJU MESTNE OBČINE LJUBLJANA
ZA OBDOBJE november 2011 - oktober 2013**

ZAKLJUČNO POROČILO

Maribor, november 2013

Naslov: MONITORING PODZEMNE VODE IN POVRŠINSKIH
VODOTOKOV NA OBMOČJU MESTNE OBČINE LJUBLJANA
ZA OBDOBJE november 2011 - oktober 2013 - 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

Evidenčna oznaka: 130-08/776-10 / 7
Delovni nalog: pogodba št. 355-16/08-2 z dne 23.07.2008

Šifra dejavnosti: 30 - monitoring podtalnih vod

Poročilo pripravile: mag. Renata Bregar, univ.dipl.kem.
Nataša Sovič, univ.dipl.inž.kem.tehn.

Nosilec naloge: Nataša Sovič, univ.dipl.inž.kem.tehn.

Sodelavci: Mojca Baskar, univ.dipl.inž.kem.tehnol.
Marjana Babič, univ.dipl.inž.kem.inž.
Darja Repnik, univ.dipl.inž.kem.tehnol.
Ladislav Küčan, univ.dipl.inž.kem.tehnol.
Andreja Rošker-Šajt, univ.dipl.kem.
Darinka Štajnbaher, univ.dipl.kem.
Pija Rep, univ.dipl.kem.

Maribor, 19.11.2013

ODDELEK ZA VODE, PREHRANO
IN PREDMETE SPLOŠNE RABE
Vodja:

mag. Alenka Labovič, univ.dipl.kem.

INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA
Predstojnik:

mag. Emil Žerjal, univ.dipl.inž.kem.tehnol.

KAZALO

1	UVOD	10
2	METODOLOGIJA DELA	10
2.1	VZORČENJE	10
2.1.1	Mesta vzorčenja	10
2.1.2	Metodologija vzorčenja	11
2.1.3	Podzemna voda	12
2.1.4	Površinski vodotoki	14
2.2	METODOLOGIJA	16
2.2.1	Podzemna voda	16
2.2.2	Površinske vode	16
	ZAKONSKE OSNOVE IN STROKOVNI VIRI	16
2.3	PODZEMNA VODA	16
2.4	POVRŠINSKI VODOTOKI	18
3	ZAGOTAVLJANJE IN KONTROLA KAKOVOSTI	20
4	REZULTATI	20
5	PODZEMNE VODE - KAKOVOST IN OBREMENITVE Z NEVARNIMI SNOVMI	21
5.1	OSNOVNI FIZIKALNO – KEMIJSKI PARAMETRI	21
5.1.1	Temperatura vode	21
5.1.2	pH	21
5.1.3	Električna prevodnost	22
5.1.4	Raztopljeni kisik in nasičenost s kisikom	24
5.1.5	Celotni organski ogljik - TOC	24
5.1.6	Amonij	25
5.1.7	Nitrat	25
5.1.8	Kalij	29
5.1.9	Krom	29
5.2	Onesnaževala v PODZEMNi VODi	32
5.2.1	Mineralna olja	32
5.2.2	Organske halogene spojine (adsorbiljive organske halogene spojine, AOX)	32
5.2.3	Pesticidi	32

5.2.4	Lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki	35
6	KAKOVOST IN OBREMENITVE PODZEMNE VODE PO MESTIH VZORČENJA	37
6.1	KLEČE VIII A	37
6.2	KLEČE XIII	38
6.3	HRASTJE Ia	39
6.4	ŠENTVID II A	40
6.5	JARŠKI PROD III	41
6.6	BREST I a, Iški vršaj	41
6.7	ROJE	42
6.8	PETROL OB CELOVŠKI	43
6.9	BŠV-1/99	43
6.10	LMP-1, MLEKARNA	44
6.11	LP ZADOBROVA	45
6.12	PB-4, KOLEZIJA	45
6.13	PETROL ZALOG, VRTINA D	46
6.14	VRTINA GZS	46
6.15	BREST II A, IŠKI VRŠAJ	47
7	KAKOVOST IN OBREMENITVE POVRŠINSKIH VODOTOKOV	48
7.1	LJUBLJANICA	48
7.2	MALI GRABEN IN CURNOVEC	50
7.3	BEZLANOV GRABEN	51
7.4	GRADAŠČICA	52
7.5	IŽICA	53
7.6	SAVA	55
7.7	ČRNUŠNJICA IN BESNICA	56
8	ZAKLJUČEK	57
9	PRILOGE	60
9.1	GEOGRAFSKA LEGA MEST VZORČENJA S PRIKAZANIMI PODATKI ZA NITRAT, KROM – (celotni), DESETILATRAZIN V PODZEMNI VODI IN PRIKAZ KAKOVOSTI POVRŠINSKIH VODOTOKOV – MIKROBIOLOŠKO STANJE	61
9.2	METODOLOGIJA VZORČENJA – PODZEMNA VODA	62
9.3	METODOLOGIJA VZORČENJA – POVRŠINSKI VODOTOKI - VODE IN SEDIMENT TER POROČILA O VZORČENJU IN MERITVAH NA TERENU	63
9.4	ZBIRNI REZULTATI FIZIKALNO KEMIJSKE PREISKAVE PODZEMNE VODE	64

9.5	ZBIRNI REZULTATI POVRŠINSKIH VODOTOKOV (VODE IN SEDIMENT)	65
9.6	ZBIRNI REZULTATI MIKROBIOLOŠKIH PREISKAV VODE POVRŠINSKIH VODOTOKOV	66
9.7	TRENDI OBREMENITEV NA POSAMEZNIH MESTIH VZORČENJA	67
9.7.1.	Kleče	67
9.7.1	Hrastje Ia	68
9.7.2	Šentvid	69
9.7.3	Jarški prod	70
9.7.4	Roje	70
9.8	PRIMERJAVA MED MERILNIMI MESTI V OBDOBJU 2003- 2013	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 podzemne vode	13
Tabela 4.: Seznam parametrov programa monitoringa površinskih vodotokov	14
Tabela 5.: Mejne vrednosti za oceno kemijskega stanja podzemne vode	17
Tabela 6.: Mejne vrednosti po predpisih za površinske vodotoke	18
Tabela 7.: Mejne vrednosti za sediment po predpisih RS	20
Tabela 8.: Pregled meritev pH vrednosti po posameznih mestih vzorčenja za obdobje november 2011 – oktober 2013	21
Tabela 9.: Pregled meritev električne prevodnosti (pri 20° C) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje november 2011 – oktober 2013	22
Tabela 10.: Pregled koncentracije TOC (mg/l) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje november 2011 – oktober 2013	25
Tabela 11.: Nitrati – pregled mest vzorčenja z najvišjimi koncentracijami	27
Tabela 12.: Pregled koncentracij nitratov (mg/l) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje november 2011 – oktober 2013	27
Tabela 13.: Koncentracije kalija na mestu vzorčenja Petrol ob Celovški	29
Tabela 14.: Pregled koncentracij celotnega kroma (µg/l) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje november 2011 – oktober 2013	30
Tabela 15.: Pregled koncentracij kroma VI (µg/l) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje november 2011 – oktober 2013	30
Tabela 16.: Pregled koncentracij atrazina (µg/l) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje november 2011 – oktober 2013	33
Tabela 17.: Pregled koncentracij desetilatrazina (µg/l) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje november 2011 – oktober 2013	33
Tabela 18.: Pregled koncentracij 1,1,2,2 - tetrakloroetena (µg/l) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje november 2011 – oktober 2013	36
Tabela 19.: Pregled koncentracij 1,1,2 - trikloroetena (µg/l) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje november 2011 – oktober 2013	36
Tabela 20.: Rezultati Monitoringa MOL v obdobju november 2011 – oktober 2013	38
Tabela 21.: Rezultati Monitoringa MOL v obdobju november 2011 – oktober 2013	39
Tabela 22.: Rezultati Monitoringa MOL v obdobju november 2011 – oktober 2013	40
Tabela 23.: Pregledna ocena razmer v Ljubljani	49
Tabela 24.: Pregledna ocena razmer v potokih Mali Graben in Curnovec	51
Tabela 25.: Pregledna ocena razmer v Gradaščici	53
Tabela 26.: Pregledna ocena razmer v reki Ižici	54
Tabela 27.: Pregledna ocena razmer v reki Savi nad Črnuškim mostom	56
Tabela 28.: Pregledna ocena razmer v potoku Črnušnjica in Besnica	57
Tabela 30.: Metodologija terenskih meritev	62
Tabela 31.: Metodologija terenskih meritev	63

SEZNAM SLIK

Slika 1:	Podzemna voda – Električna prevodnost	24
Slika 2:	Podzemna voda – Nitrat	29
Slika 3:	Podzemna voda – Celotni krom	32
Slika 4:	Podzemna voda – Krom v oksidativnem stanju VI	32
Slika 5:	Podzemna voda – Atrazin, Hrastje Ia	33
Slika 6:	Podzemna voda – Desetilatrazin, Hrastje 1a	33
Slika 7:	Podzemna voda – Atrazin, Brest Ia	34
Slika 8:	Podzemna voda – Desetilatrazin, Brest Ia	34
Slika 9:	Podzemna voda – Atrazin, BŠV-1/99	34
Slika 10:	Podzemna voda – Desetilatrazin, BŠV-1/99	34
Slika 11:	Podzemna voda – Atrazin, LMP-1, mlekarna	34
Slika 12:	Podzemna voda – Desetilatrazin, LMP-1, mlekarna	34
Slika 13:	Podzemna voda – Atrazin, vrtina GZS	35
Slika 14:	Podzemna voda – Desetilatrazin, vrtina GZS	35
Slika 15:	Povprečna vrednost vsote pesticidov na posameznih merilnih mestih v obdobju november 2011 – oktober 2013	35
Slika 16:	Povprečne koncentracije tetrakloroetena v obdobju november 2011 – oktober 2013 na posameznem merilnem mestu	37
Slika 17:	Povprečne koncentracije trikloroetena v obdobju november 2011 – oktober 2013 na posameznem merilnem mestu	37
Slika 18:	Ljubljana – pregledna situacija	48
Slika 19:	Gradaščica – pregledna situacija	52
Slika 20:	Ižica – pregledna situacija	54
Slika 21:	Sava in Črnušnjica – pregledna situacija	55
Slika 22:	Besnica – pregledna situacija	57
Slika 23:	Koncentracija nitrata v črpališču Kleče VIIIa v letih 2003 – 2013	67
Slika 24:	Koncentracija nitrata v črpališču Kleče XIII v letih 2003 - 2013	67
Slika 25:	Koncentracija nitrata v črpališču Hrastje Ia v letih 2003 – 2013	68
Slika 26:	Koncentracije atrazina v Hrastju Ia v letih 2003 – 2013	68
Slika 27:	Koncentracije nitrata v Šentvidu Ia in II a v letih 2003 - 2013	69
Slika 28:	Koncentracije nitrata v Jarškemrodu v letih 2003 - 2013	70
Slika 29:	Koncentracije nitrata v črpališču Roje v letih 2003 - 2013	70
Slika 30:	Vsebnost atrazina v črpališču Kleče VIIIa in Hrastje IA	71
Slika 31:	Koncentracije nitrata v črpališču Kleče – Hrastje 2003 - 2013	71
Slika 32:	Vsebnost nitrata v črpališču Šentvid in Jarški prod	72
Slika 33:	Vsebnost nitrata na mestih vzorčenja Brest in Roje	72
Slika 34:	Vsebnost nitrata na merilnih mestih Petrol ob Celovski, BŠV-1/99 in LP Zadobrova	73
Slika 35:	Vsebnost nitrata na merilnih mestih LMV-1, Petrol Zalog in GZS	73

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 razlitjih nevarnih snovi, neustrezno skladiščenje nevarnih snovi za okolje,*
- *netesnenja kanalizacije,*
- *vplivov kmetijstva (vnos hranilnih snovi in pesticidov);*

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, katere glavni vir je podzemna voda. Visoka prepustnost prekrivnih plasti dopušča relativno hiter in neoviran transport onesnaževal 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 oskrbi s pitno vodo in 8 opazovalnih vrtin.

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 preiskav zaključujemo naslednje:

- *električna prevodnost je pokazatelj prisotnosti raztopljenih ionskih snovi v vodi, povezujemo jo s koncentracijo omenjenih snovi. Povprečna vrednost na Ljubljanskem polju in Ljubljanskem barju je 497 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mejna vrednost za pitno vodo ni bila presežena;*
- *koncentracija celotnega organskega ogljika – TOC je nizka na vseh merilnih mestih;*
- *prisotnost amonija v podzemni vodi je posledica razgradnje živalskih in rastlinskih beljakovin. V podzemni vodi Ljubljanskega polja in Barja je prisoten v sledovih, mejna vrednost za pitno vodo je bila presežena samo v enem vzorcu, PB-4 Kolezija;*
- *povprečna koncentracija nitrata v podzemni vod na preiskovanjem območju je bila 16 mg NO_3/l ;*
- *krom v vodnjaku Hrastje Ia v oksidativnem stanju VI je še vedno prisoten;*
- *najvišja izmerjena koncentracija za atrazin je bila 0,16 $\mu\text{g}/\text{l}$ (vrtina GZS);*
- *desetilatrazin je še vedno prisoten na večini merilnih mest, vendar so vrednosti na črpališčih Kleče, Šentvid, Jarški prod pod mejo določanja;*
- *prisotnost AOX (adsorbiljivih halogeniranih ogljikovodikov) in lahkohlapnih halogeniranih ogljikovodikov (LHCH) je vedno povezana z antropogenimi dejavnostmi. Koncentracija lahkohlapnih halogeniranih ogljikovodikov v Hrastju se znižuje, obremenitve ostajajo pod 2 $\mu\text{g}/\text{l}$;*
- *kakovost površinske vode spremljamo na 12 merilnih mestih na vodotokih Curnovec, Bezlanov graben, Mali graben, Gradaščica, Ižica, Črnušnjica, Besnica, Ljubljanica in Sava. Vzorci vode za fizikalno kemijske in bakteriološke preiskave so bili odvzeti v poletnih mesecih;*
- *koncentracije dušikovih in fosforjevih spojin so v površinskih vodah mesta Ljubljane še vedno visoke. S tem je povezano tudi nihanje koncentracije 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, 8 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 correlates to the concentration of dissolved ionic compounds. The mean value for the entire city area is about 497 $\mu\text{S}/\text{cm}$. 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,*
- *the presence of ammonium in water is the result of decomposition products of animal and plant proteins. In the underground water of the area of Ljubljansko polje and Barje it is mostly presents in traces except in the PB-4 Kolezija, where the limit value was exceeded;*
- *relatively high concentrations of are presented in underground water, the average value for the entire monitored area is 17 mg NO_3/l and it is mostly result of agriculture use of mineral fertilizers and liquid manure.*
- *the presence of chrome VI in well Hrastje Ia is still of great concern;*
- *the highest concentration for atrazine is 0,16 $\mu\text{g}/\text{l}$ (GZS);*
- *desethylatrazine is still present on most measurement locations, although the values at the Kleče, Šentvid, Jarški prod pumping fields are at the limit of quantification;*
- *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 12 measuring points on the Curnovec, Bezlanov graben, Mali graben, Gradščica, Ižica, Črnušnjica, Besnica, 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

Na območju Mestne občine Ljubljana (Monitoring MOL) poteka Monitoring kakovosti podzemne vode in površinskih vodotokov že od leta 1999.

Vključuje raziskave kakovosti podzemne vode in površinskih vod na območju Mestne občine Ljubljana. Zadnje poročilo zajema podatke za obdobje november 2011 – oktober 2013.

Monitoring MOL podzemne vode se izvaja na štirinajstih mestih vzorčenja, med katerimi je šest črpališč, namenjenih za javno oskrbo s pitno vodo, osem mest za vzorčenje pa so kontrolne vrtine. Število mest vzorčenja in dinamika vzorčenja sta določena s pogodbo o izvedbi monitoringa.

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

Osnovni namen programa monitoringa 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 9.1.

Tabela 1.: Seznam mest vzorčenja podzemne vode

Zap. št.	Ime mesta vzorčenja	Vrsta mesta	Geodetske koordinate	
			X	Y
1	Kleče VIII A	vodnjak	104775	461280
2	Kleče XIII	vodnjak	104897	469998
3	Hrastje I A in Hrastje VIII*	vodnjak	102960	466525
4	Šentvid II A	vodnjak	106480	460300
5	Jarški prod III	vodnjak	105040	465805
6	Brest IA (Iški vršaj) in Brest II a*	vodnjak	90870	461320
7	Roje LV - 0377	vertina	106930	461270
8	BSC-1 Petrol ob Celovški	vertina	104184	460159
9	LPM-1 Ljubljanske mlekarne	vertina	103757	461966
10	LP Zadobrova	vertina	103859	468199
11	Petrol Zalog, vertina D	vertina	101405	469392
12	BŠV-1/99	vertina	102553	464150
13	Pb-4 Kolezija	vertina	99898	461091

Zap. št.	Ime mesta vzorčenja	Vrsta mesta	Geodetske koordinate	
			X	Y
14	Vrtina GZS	vrtina	103065	462983

* Omenjena vodnjaka sta bila nadomestni mesti vzorčenja po dogovoru z Mestno občino Ljubljana, v primeru vzdrževalnih del in okvar na vodnjakih Hrastje Ia in Brest Ia.

Površinski vodotoki

Pregled mest vzorčenja in opis lokacij je razviden iz tabele 2. Geografska lega mest vzorčenja je v prilogi 9.1.

Tabela 2.: Seznam mest vzorčenja površinske vode

Zap. št	Ime mesta vzorčenja	Šifra mesta vzorčenja	Geodetske koordinate	
			X	Y
1	Ljubljana	nad izlivom Bezanovega grabna	95450	459380
2	Ljubljana	pod izlivom Malega grabna v višini Špice	99440	462510
3	Ljubljana	Zalog – za izlivom CČN	103187	472167
4	Bezanov graben	pred izlivom v Ljubljano	97280	459380
5	Curnovec	pred izlivom v Ljubljano	97970	459850
6	Mali graben	pred izlivom v Ljubljano	98770	461490
7	Gradaščica	nad Ljubljano	101020	456670
8	Gradaščica	pred izlivom v Ljubljano	100050	461820
9	Ižica	pred izlivom v Ljubljano	97510	462480
10	Sava	Nad Črnuškim mostom	106320	463250
11	Črnušnjica	pred izlivom v Savo	104956	464195
12	Besnica	pred izlivom v Ljubljano	103255	472155

2.1.2 Metodologija vzorčenja

Podzemna voda

Vzorčenje podzemne vode je bilo izvedeno po akreditirani metodi skladno z določili standarda SIST EN ISO/IEC 17025 ter z upoštevanjem:

- Pravilnika o monitoringu podzemnih voda (Ur. list RS, št. 31/2009);
- Pravilnika o pitni vodi (Ur. list RS, št. 19/2004, 35/2004, 26/2006, 92/2006 in 25/2009);

in standardov:

- ISO 5667-11:2010 Kakovost vode - Vzorčenje - 11. del: Navodilo za vzorčenje podzemne vode

- ISO 5667-5:2006 Kakovost vode - Vzorčenje - 5. del: Navodilo za vzorčenje pitne vode iz sistemov oskrbe z vodo

Metodologija vzorčenja je opisana v prilogi 9.2.

Površinska voda

Vzorčenje površinskih voda je bilo izvedeno po akreditirani metodi skladno z določili standarda SIST EN ISO/IEC 17025 ter z upoštevanjem:

- Uredbe o spremembah in dopolnitvah Uredbe o stanju površinskih voda (Ur. list RS, št. 14/2009 in 98/2010);
- Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (Ur. list RS, št. 46/2002 in 41/2004);
- Uredbe o upravljanju kakovosti kopalnih voda (Ur. list RS, št. 25/2008).

in standardov:

- SIST ISO 5667-6:2007, Kakovost vode - Vzorčenje - 6. del, Navodilo za vzorčenje rek in vodnih tokov;
- ISO 5667-12:1996, Kakovost vode - Vzorčenje - 12. del: Navodilo za vzorčenje sedimentov z dna;
- SIST EN 5667-1:2007, Kakovost vode – Vzorčenje - 1. del: Navodilo za načrtovanje programov vzorčenja;
- SIST EN ISO 5667-1:2007/AC:2007, Kakovost vode - Vzorčenje - 1. del: Navodilo za načrtovanje programov in tehnik vzorčenja (ISO 5667-1:2006) - Popravek AC;
- SIST EN 5667-3:2013, Kakovost vode - Vzorčenje - 3. del: Shranjevanje in ravnanje z vzorci vode.

SEZNAM PARAMETROV

2.1.3 Podzemna voda

V programu monitoringa smo izvedli naslednje preiskave na: osnovne fizikalno - kemijske parametre, mineralna olja in halogene spojine, mikroelemente (v nadaljevanju tudi težke kovine), pesticide in lahkohlapne halogenirane ogljikovodike, tabela 3.

Tabela 3.: Seznam parametrov podzemne vode

Osnovne fizikalno kemijske lastnosti vode	
Temperatura vode	Celotni organski ogljik - TOC
pH vrednost	Dušikove spojine - amonij in nitrat
Električna prevodnost (20° C)	Sulfat, klorid, fluorid, ortofosfat
Kisik	Kalij, kalcij, magnezij, natrij
Nasičenost s kisikom	hidrodenkarbonat
Redoks potencial	
Kovine	
Celotni krom in krom v oksidativnem stanju VI, Cr oz. Cr VI	
Onesnaževala	
Mineralna olja	Organske halogene spojine (merjene kot adsorbiljive organske halogene spojine, v nadaljevanju AOX)
Pesticidi	
Acetoklor	Metamitron
Alaklor	Metazaklor
Amidosulfuron	Metolaklor in metabolita OXA in ESA
Atrazin in razgradna produkta Desetilatrazin in Bentazon	Metosulam
Boskalid	Metribuzin
Bromacil	Mezosulfuron
Cianazin	Nikosulfuron
Dimetenamid	Oksifluorfen
Diflufenikan	Pendimetalin
Desizopropilatrazin	Piridat M
Epoksikonazol	Prometrin
Flufenacet	Promamokarb
Foramsulfuron	Propazin
Foramsulfuron	Prosulfokarb
Imidaklopid	Rimsulfuron
Izoksaf lutol	Simazin
Izoproturon	Terbutilazin in razgradni produkt Desetil-terbutilazin
Jodosulfuron	Terbutrin
Dimetoat	Tiametoksam
Klomazon	Tiaklopid
Klortoluron	Tifensulfuron-metil
Linuron	Triasulfuron
Metaflumizon	Tritosulfuron
Mezotrion	Diklobenil
Metalaksil	26-diklorobenzamid
Lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki	
Diklorometan	1,1-dikloroeten
Triklorometan	Trikloroetilen
Tetraklorometan	1,1,2,2-tetrakloroetilen
1,2-dikloroetan	Tribromometan
1,1,1-trikloroetan	Bromdiklorometan

Druge organske spojine	
Metil-ter-butileter (MTBE)	Kodein
Benzil butil ftalat	Kofein
Di-(2-etilheksil)-ftalat	Metoprolol
Dibutil ftalat	Paracetamol
Dietil ftalat	Penicilin G
Dimetil ftalat	Propanolol
Dinonil ftalat	Sulfametoksazol
Dioktil ftalat	Sulfomerazin
Acetilsalicilna kislina	Tamoksifen
Betaksolol	Teofilin
Bezafibrat	Testosteron
Dietilstilbestrol	Triklosan
Diklofenak	Trimetoprim
Estradiol	Bisfenol A
Estriol	4-Nonilfenol (mešanica razvejanih izomerov)
Estron	4-Nonilfenol dietoksilat (mešanica razvejanih izomerov)
Etinilestradiol	4-Nonilfenol monoetoksilat (mešanica razvejanih izomerov)
Fenofibrat	4-(1,1,3,3-Tetrametilbutil)fenol
Fenoterol	4-(1,1,3,3-Tetrametilbutil)fenol dietoksilat
Gemfibrozil	4-(1,1,3,3-Tetrametilbutil)fenol monoetoksilat
Indometacin	Identifikacija organskih spojin GC/MSD - SCAN
Karbamazepin	
Ketoprofen	
Mikrobiološki parametri	
<i>Escherichia coli</i>	Enterokoki

2.1.4 Površinski vodotoki

Program monitoringa MOL zajema preiskave vode in sedimenta površinskih vodotokov na osnovne fizikalno - kemijske parametre, onesnaževala kot so detergenti, mineralna olja, fenolne snovi, bor, mikroelemente (v nadaljevanju kovine) za vodo in sediment, ekotoksikološke teste (strupenost za vodne bolhe) ter mikrobiološke preiskave vod, 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
Kisik	Fenolne snovi
Nasičenost s kisikom	Identifikacija organskih spojin GC/MSD - SCAN
Barva	
Videz	

Dušikove spojine - amonij in nitrat Fosfat – celokupni Fosfat – ortofosfat Celotni organski ogljik - TOC KPK (KMnO4) BPK5	
Mikroelementi (v nadaljevanju kovine), voda	Kovine, sediment
Arzen, As Baker, Cu Cink, Zn Kadmij, Cd Celotni krom Krom v oksidativnem stanju VI, Cr oz. Cr VI Nikelj, Ni Svinec, Pb Živo srebro, Hg	Arzen, As Baker, Cu Cink, Zn Kadmij, Cd Celokupni krom Krom v oksidativnem stanju VI, Cr oz. Cr VI Nikelj, Ni Svinec, Pb Živo srebro, Hg
Farmacevtska sredstva	
Acetilsalicilna kislina Betaksolol Bezafibrat Dietilstilbestrol Diklofenak Estradiol Estriol Estron Etinilestradiol Fenofibrat Fenoterol Gemfibrozil Indometacin Karbamazepin	Ketoprofen Kodein Kofein Metoprolol Naproksen Paracetamol Penicilin G Propanolol Sulfametoksazol Sulfomerazin Tamoksifen Teofilin Testosteron Triklosan Trimetoprim
Hormonski motilci	Mikrobiološki parametri
Bisfenol A 4-Nonilfenol (mešanica razvejanih izomerov) 4-Nonilfenol dietoksilat (mešanica razvejanih izomerov) 4-Nonilfenol monoetoksilat (mešanica razvejanih izomerov) 4-(1,1,3,3-Tetrametilbutil)fenol 4-(1,1,3,3-Tetrametilbutil)fenol dietoksilat 4-(1,1,3,3-Tetrametilbutil)fenol monoetoksilat Ftalati	Enterokoki Escherichia coli

2.2 METODOLOGIJA

2.2.1 Podzemna voda

Fizikalno – kemijske preiskave so bile izvedene v skladu z navodili standarda SIST EN ISO/IEC 17025 in obsegom akreditacijske listine LP 014.

Standardi oz. drugi uveljavljeni mednarodni dokumenti za uporabljene metode so izpisani na analiznih poročilih, priloženim vsakokratnim delnim poročilom.

2.2.2 Površinske vode

Standardi oz. drugi uveljavljeni mednarodni dokumenti za uporabljene metode so izpisani ob rezultatih analize na analiznih poročilih, ki so bila priložena vsakokratnim delnim poročilom. Fizikalno – kemijske preiskave so bile izvedene v skladu z navodili standarda SIST EN ISO/IEC 17025 in z akreditacijsko listino LP 014 ter mikrobiološke preiskave vode v skladu z navodili standarda SIST EN ISO/IEC 17025 in obsegom akreditacijske listine LP 035.

ZAKONSKE OSNOVE IN STROKOVNI VIRI

2.3 PODZEMNA VODA

Za oceno izmerjenih vrednosti so uporabljene mejne vrednosti iz predpisov RS in drugih strokovnih virov, tabela 5:

- Uredbo o stanju podzemnih voda (Ur. list RS 25/2009) in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda (Ur. list RS, št. 68/2012);
- Pravilnik o pitni vodi (Ur. list RS, št. 19/2004, 35/2004, 26/2006, 92/2006 in 25/2009);
- Pravilnik o monitoringu podzemnih voda (Ur. list RS, št. 31/2009);
- DIREKTIVA 2006/118/ES EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA z dne 12. decembra 2006 o varstvu podzemne vode pred onesnaževanjem in poslabšanjem;
- Direktiva Komisije 2009/90/ES z dne 31. julija 2009 o določitvi strokovnih zahtev za kemijsko analiziranje in spremljanje stanja voda v skladu z Direktivo Evropskega parlamenta in Sveta 2000/60/ES.

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

Parameter	Enota	Uredbe o stanju podzemnih voda in Uredba o dopolnitvi uredbe o stanju podzemnih voda	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
Celotni organski ogljik (TOC)	mg C/l		Brez sprememb
Amonij	mg NH ₄ /l		0.5
Kalij	mg K/l		-
Nitrat	mg NO ₃ /l	50 ³⁾	50
Klorid	mg Cl/l		100
Ortofosfat	mg PO ₄ /l		
Mineralna olja	mg/l		
Organske halogene spojine (AOX)	µg /l	20 ²⁾	
Krom	µg Cr/l		50
Posamezni pesticid	µg/l	0.1 ³⁾	0.1
Vsota merjenih pesticidov	µg/l	0.5 ³⁾	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	
Tetrakloroeten + trikloroeten	µg/l		10

Opomba

- 1) Vsota lahkohlapnih halogeniranih alifatskih ogljikovodikov: triklorometana, tribromometana, bromdiklorometana, dibromklorometana, difluoroklorometana, tetraklorometana, diklorometana, 1,1-dikloroetana, 1,2-dikloroetana, 1,1-dikloroetilena, 1,2-dikloroetilena, 1,1,2,2-tetrakloroetena, 1,1,2-trikloroetena, 1,1,1-trikloroetana, 1,1,2-trikloroetana, 1,1,2,2-tetrakloroetana, triklorofluorometana;
- 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) Direktiva 2006/18/ES.

2.4 POVRŠINSKI VODOTOKI

Razmere v površinskih vodotokih so ocenjene glede na kriterije kemijskega stanja in primernosti za življenje sladkovodnih vrst rib. Podlaga za oceno razmer so predpisi:

- Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o stanju površinskih voda (Ur. list RS, št. 98/2010);
- Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (Ur. list RS, št. 46/2002 in 41/2004);
- Uredba o upravljanju kakovosti kopalnih voda (Ur.l. 25/2008).Pravilnik o pitni vodi (Ur. list RS, št. 19/2004, 35/2004, 26/2006, 92/2006 in 25/2009).

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

- Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o stanju površinskih voda (Ur. list RS, št. 98/2010).

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

- Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednosti 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 spremembah in dopolnitvah Uredbe o stanju površinskih voda LP-OSK, NDK-OSK	Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib	Pravilnik o pitni vodi	Uredba o upravljanju kakovosti kopalnih voda ⁴⁾
Temperatura zraka	°C					
Temperatura vode	°C					
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	#10-20,9; 13,6 – 29,9 /		10	
Biokemijska potreba po kisiku-BPK ₅	mg/l	O ₂	1,6-2,4 2-5,4	3		
Amonij	mg/l	NH ₄		</=1 ²⁾	0,5	
Nitrati	mg/l	NO ₃			50	
Nitriti	mg/l	NO ₂		</=0,01 ²⁾	0,5	

Parameter	Enota	Izražen kot	Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o stanju površinskih voda LP-OSK, NDK-OSK	Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib	Pravilnik o pitni vodi	Uredba o upravljanju kakovosti kopalnih voda ⁴⁾
Kloridi	mg/l	Cl			250	
Sulfat	mg/l	SO ₄	#15; 150 ;/		250	
Fosfat-celokupni	mg/l	PO ₄		0,2		
Natrij	mg/l	Na			200	
Bor	ug/l	B	#30; 180 ; 1800(+NO)		1000	
Kadmij ⁴⁾	ug/l	Cd	razred 1: ≤ 0,08 razred 2: 0,08 razred 3: 0,09 razred 4: 0,15 razred 5: 0,25		5	
Baker	ug/l	Cu	#1; 8,2 ; 73 (+NO)	5-110	2000	
Cink	ug/l	Zn	#4,2; 7,8 ; 78(+NO)	30-500		
Krom	ug/l	Cr	#1,2; 12 ; 160		50	
Nikelj	ug/l	Ni	20		20	
Svinec	ug/l	Pb	7,2		10	
Živo srebro	ug/l	Hg	0,05		1	
Mineralna olja	mg/l		#0,005; 0,05 ; /		³⁾	0,3
Fenolne snovi (hlapne z vodno paro)	ug/l				³⁾	5
Anionaktivni detergenti	ug/l		#25; 250 ;2500			
Adsorbiljivi organski halogeni (AOX)	ug/l	Cl	#2; 20 ; /			
Intestinalni enterokoki	Cfu/100 ml					200-330
Escherichia coli	Cfu/100 ml					500-900

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);*
- 4) *Površinski vodotoki, ki so predmet monitoringa, niso opredeljeni za kopalne vode v skladu z Uredbo o upravljanju kakovosti kopalnih voda. Zato so navedene mejne vrednosti uporabljene le kot smernice za bodoče kopalne vode, ko bo zanje tudi izdelan tudi vodni profil po navodilih Bathing Water Quality and Human Health, m WHO, Sustainable development and Healthy Environments, WHO/SDE/WSH/01.2, Geneva (2001).*

mejne vrednosti za ZELO DOBRO, DOBRO (LP-OSK in NDK-OSK) ekološko stanje(/ =ni določeno)

+NO = k normativni vrednosti prištejemo naravno ozadje NO

LP-OSK je okoljski standard kakovosti, izražen kot letna povprečna vrednost parametra kemijskega stanja. Če ni določeno drugače, velja za celotno koncentracijo vseh izomer.

NDK-OSK je okoljski standard kakovosti, izražen kot največja dovoljena koncentracija parametra kemijskega stanja. Če je NDK-OSK označen kot »ni določena« se šteje, da vrednosti LP-OSK zagotavlja varstvo pred kratkotrajnimi konicami onesnaženja v stalnih izpustih, ker so znatno nižje od vrednosti, določenih na podlagi akutne strupenosti.

Tabela 7.: Mejne vrednosti za sediment po predpisih RS

Parameter	Enota	Izražen kot	Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o stanju površinskih voda	Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednosti nevarnih snovi v tleh
Celotni 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		

3 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.

4 REZULTATI

Rezultati preiskav so v prilogah:

- priloga 9.4 - zbirni rezultati fizikalno – kemijske preiskave podzemne vode;
- priloga 9.5 - zbirni rezultati fizikalno – kemijske preiskave vode in sedimenta površinskih vodotokov;
- priloga 9.6 - zbirni rezultati mikrobioloških preiskav vode površinskih vodotokov.

5 PODZEMNE VODE - KAKOVOST IN OBREMENTITVE Z NEVARNIMI SNOVMI

Rezultati preiskav podzemne vode, za obdobje november 2011 – oktober 2013, so predstavljeni v obliki preglednih tabel, ki vključujejo statistično obdelane rezultate (N - število podatkov, Xmaks - največja vrednost, X90percentil in Xsrednja - povprečna vrednost) za obdobje od 2003 - 2013 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.

5.1 OSNOVNI FIZIKALNO – KEMIJSKI PARAMETRI

5.1.1 Temperatura vode

Povprečna temperatura podzemne vode je bila v času izvajanja Monitoringa MOL, za obdobje november 2011 – oktober 2013, na mestih vzorčenja, med 11,3° C, in 15,3° C, (skupaj N=155 meritev). Na osnovi pregleda razmer v celotnem letnem obdobju 2003 - 2013 statistično pomembnih trendov nismo ugotovili.

5.1.2 pH

V obdobju november 2011 – oktober 2013 so bili vsi rezultati meritev pH vrednosti znotraj normativnih vrednosti po Pravilniku o pitni vodi. Letna povprečja za posamezna mesta vzorčenja so bila med 7,6 in 7,9, povprečna letna vrednost je 7,6 (N=155), tabela 8. V celotnem obdobju spremljanja pH vrednosti na območju monitoringa, od 2003 do oktobra 2013, ni opaziti značilnih trendov.

Tabela 8.: Pregled meritev pH vrednosti po posameznih mestih vzorčenja za obdobje november 2011- oktober 2013

Mesto vzorčenja	Obdobje od leta 2003do vključno oktober 2013				Zaključno poročilo za obdobje november 2011- oktober 2013			
	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)
KLEČE VIIIa	141	7,8	7,7	7,5	23	7,8	7,8	7,6
KLEČE XIII	28	7,8	7,7	7,5	8	7,8	7,7	7,5
HRASTJE Ia	137	7,9	7,6	7,4	17	7,8	7,7	7,5
ŠENTVID IIa	110	7,8	7,6	7,4	23	7,8	7,7	7,5
JARŠKI PROD III	116	7,9	7,6	7,4	23	7,9	7,7	7,6
BREST Ia	77	8,0	7,8	7,6	19	8,0	8,0	7,7
ROJE	33	7,8	7,6	7,4	4	7,8	7,7	7,6
PETROL OB CELOVŠKI	20	7,5	7,4	7,2	4	7,5	7,5	7,4
BŠV-1/99	10	7,5	7,5	7,3	4	7,5	7,5	7,4
LMV-1, MLEKARNA	70	7,9	7,8	7,5	4	7,8	7,7	7,6
LP ZADOBROVA	9	7,6	7,5	7,4	4	7,6	7,6	7,5
PB-4, KOLEZIJA	10	8,2	8,1	7,7	4	8,1	8,1	7,9
PETROL ZALOG, VRTINA D	10	7,6	7,6	7,5	4	7,9	7,6	7,5
VRTINA GZS	7	7,7	7,6	7,4	4	7,7	7,6	7,5
HRASTJE VIII	5	7,8	7,8	7,6	6	7,8	7,8	7,6
Brest IIa	22	7,8	7,8	7,5	4	7,8	7,8	7,7

5.1.3 Električna prevodnost

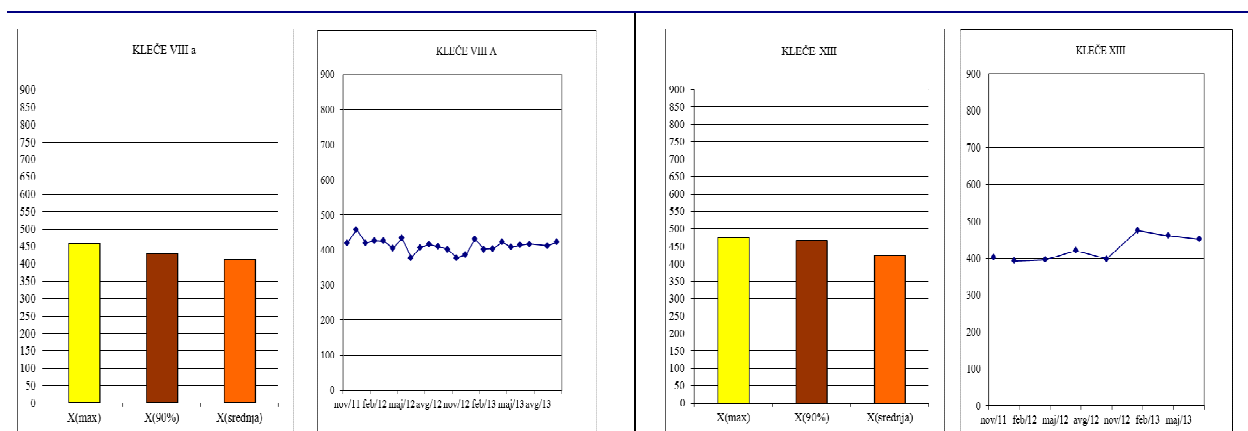
je pokazatelj prisotnosti ionskih spojin v vodi (anioni, kationi), povezujemo jo s koncentracijo omenjenih spojin.

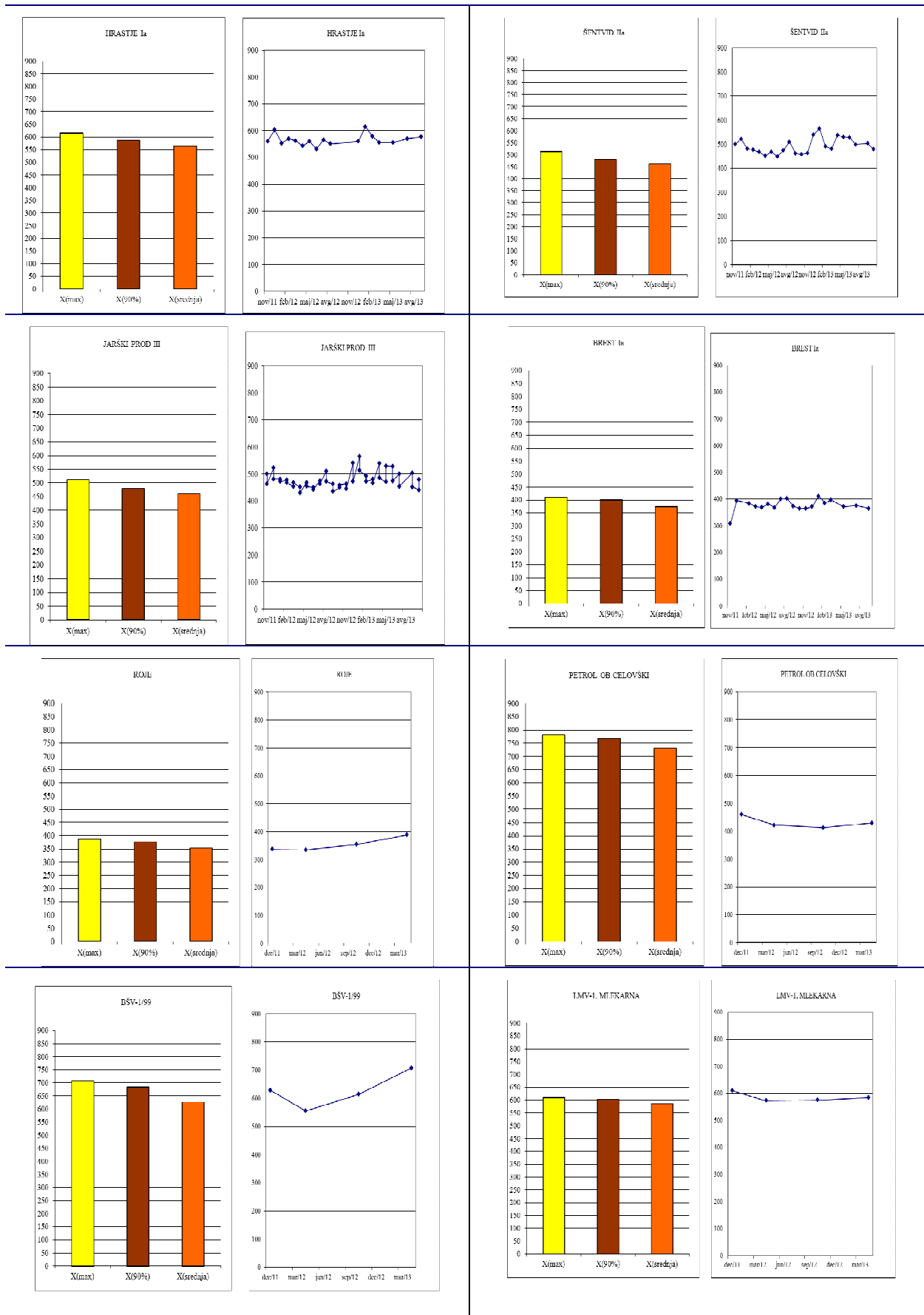
Nanjo vplivajo geološke značilnosti vodonosnika, hidrološke razmere in morebitne obremenitve iz okolja (površinske vode, deževnica, vdor onesnaženja...). Električna prevodnost je dober pokazatelj stabilnosti razmer v podzemni vodi in je tesno povezana s koncentracijo nitratov in ostalih ionskih spojin v vodi.

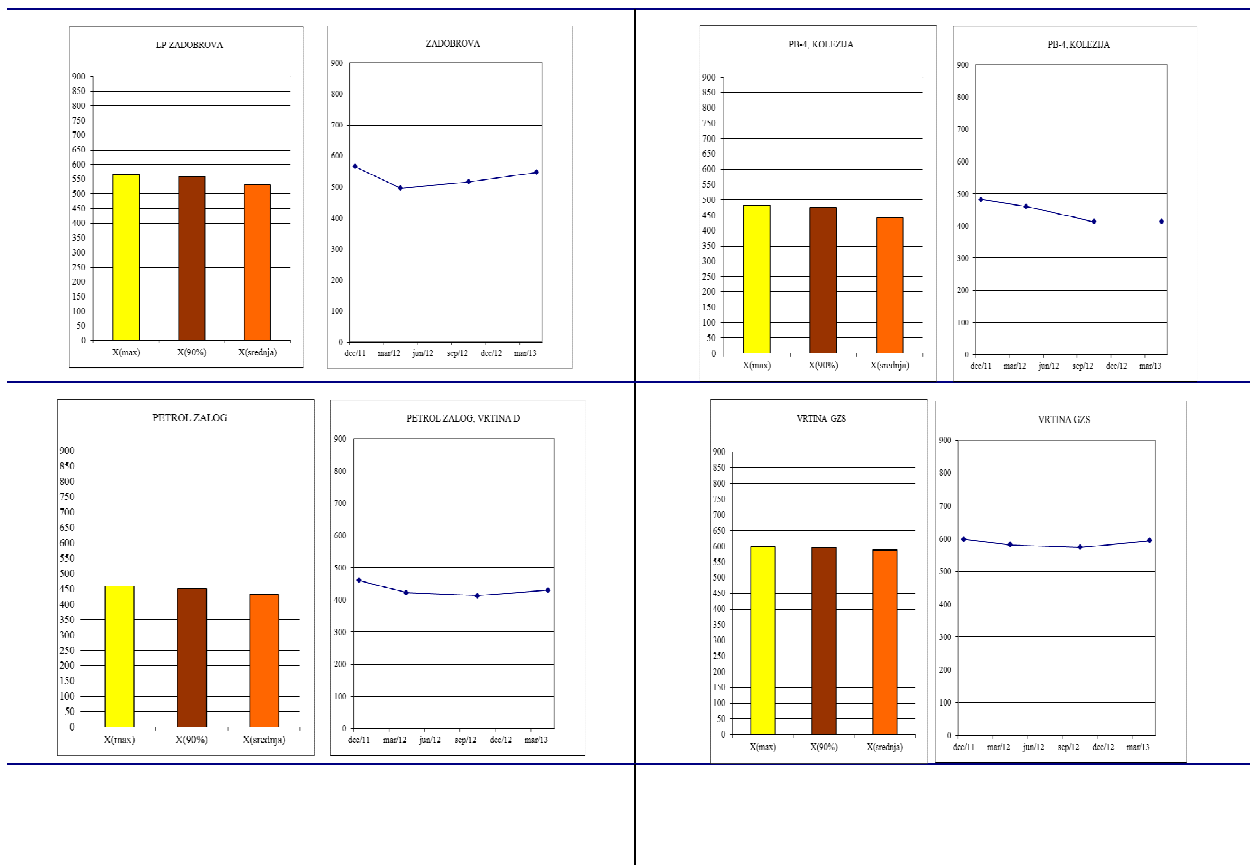
Povprečna vrednost (za celotno območje), za čas Monitoringa MOL, za obdobje november 2011 – oktober 2013, je bila 497 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (pri 20° C). Najnižja vrednost je bila izmerjena meseca novembra 2011 v Brestu 1a. Vrednost sicer nekoliko odstopa od obdobjnega povprečja, vendar koncentracije raztopljenih ionskih snovi ne kažejo na večje spremembe. Najvišja električna prevodnost je bila izmerjena v aprilu 2013 na vrtini Petrol ob Celovški, 781 $\mu\text{S}/\text{cm}$, tabela 9, slika 1. Pri pregledu vseh podatkov za zadnje obdobje monitoringa ni opaziti izrazitejših trendov.

Tabela 9.: Pregled meritev električne prevodnosti (pri 20° C) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje november 2011 – oktober 2013

Mesto vzorčenja	Obdobje od leta 2003do vključno oktober 2013				Zaključno poročilo za obdobje november 2011- oktober 2013			
	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)
KLEČE VIIIa	141	490	460	391	23	458	431	413
KLEČE XIII	28	475	446	373	8	475	465	425
HRASTJE Ia	137	630	600	525	17	615	589	565
ŠENTVID IIa	110	600	550	453	23	565	536	493
JARŠKI PROD III	116	560	510	429	23	512	480	462
BREST Ia	77	500	430	344	19	411	400	376
ROJE	33	430	390	329	4	388	378	354
PETROL OB CELOVŠKI	20	860	810	687	4	781	768	731
BŠV-1/99	10	708	668	629	4	708	684	627
LMV-1, MLEKARNA	10	610	597	536	4	610	602	585
LP ZADOBROVA	5	565	551	528	4	565	560	531
PB-4, KOLEZIJA	10	688	684	507	4	482	475	442
PETROL ZALOG, VRTINA D	10	459	443	430	4	459	450	430
VRTINA GZS	7	598	596	574	4	598	597	587
HRASTJE VIII	5	593	589	561	6	593	588	559
Brest IIa	22	490	430	403	4	385	384	380







Slika 1: Podzemna voda – Električna prevodnost

5.1.4 Raztopljeni kisik in nasičenost s kisikom

Koncentracije kisika v podzemni vodi so pokazatelj geološko – kemijskih razmer in so močno odvisne od dinamike in načina izkoriščanja vode iz preiskovanega vodnega vira. V preiskovanem obdobju, november 2011 – oktober 2013, smo izmerili visoke vrednosti za nasičenost, $X_{\text{SRED}}=77,8 \%$ ($N=153$) in $X_{\text{MAKS}}=98 \%$.

Tako kot v prejšnjem obdobju Monitoringa - tudi v tem obdobju vzorčenja, od novembra 2011 – oktobra 2013, na vzorčevalnem mestu PB-4, Kolezija, v aprilu 2012 in aprilu 2013, v vodi nismo izmerili kisika ($X_{\text{MIN}} < 10 \%$), v ostalih dveh vzorcih pa so bile koncentracije nizke (do 50%). Za to mesto vzorčenja je značilna tudi nizka vrednost redoks potenciala, kar kaže na nizko koncentracijo oksidativnih snovi v vodi. Na osnovi pregleda razmer v celotnem letnem obdobju 2003 - 2013 statistično pomembnih sprememb in trendov ni zaznati.

5.1.5 Celotni organski ogljik - TOC

Organski ogljik v pitni vodi izvira iz različnih organskih spojin in je v različnih oksidacijskih stanjih. Nekatere od teh spojin se oksidirajo pri bioloških in kemijskih procesih, koncentracijo teh lahko določamo z metodami kot so TOC pa tudi KMnO_4 , KPK (kemijska potreba po kisiku s $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) in BPK.

Koncentracija celotnega organskega ogljika - TOC je dobro merilo za obremenitev podzemne vode z organskimi snovmi.

Na osnovi rezultatov preiskav podzemne vode na TOC smo ugotovili, da podzemna voda na preiskovanih mestih vzorčenja ni obremenjena z organskimi snovmi, tabela 10. V celotnem obdobju 2003 -2013 ni opaziti statistično pomembnih sprememb, niti trendov.

Tabela 10.: Pregled koncentracij TOC (mg/l) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje november 2011 - oktober 2013

Mesto vzorčenja	Obdobje od leta 2003do vključno oktober 2013				Zaključno poročilo za obdobje november 2011- oktober 2013			
	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)
KLEČE VIIIa	98	3,1	0,9	0,3	23	0,4	0,3	0,1
KLEČE XIII	28	2,6	0,9	0,4	8	0,3	0,2	0,1
HRASTJE Ia	92	2,8	1,0	0,4	17	0,8	0,5	0,2
ŠENTVID IIa	86	2,5	0,8	0,3	23	0,4	0,2	0,1
JARŠKI PROD III	92	2,8	1,2	0,5	23	0,4	0,3	0,2
BREST Ia	75	3,0	1,0	0,4	19	0,5	0,2	0,1
ROJE	22	1,3	1,0	0,5	4	0,9	0,8	0,4
PETROL OB CELOVŠKI	20	3,2	1,4	0,7	4	0,3	0,3	0,3
BŠV-1/99	9	1,2	1,1	0,5	4	0,4	0,4	0,4
LMV-1, MLEKARNA	10	1,9	0,7	0,4	4	0,3	0,3	0,2
LP ZADOBROVA	9	0,9	0,9	0,3	4	0,2	0,2	0,2
PB-4, KOLEZIJA	10	1,2	0,9	0,5	4	0,7	0,7	0,6
PETROL ZALOG, VRTINA D	10	1,0	0,6	0,3	4	0,5	0,4	0,3
VRTINA GZS	7	0,3	0,3	0,2	4	0,3	0,3	0,2
HRASTJE VIII	5	1,8	1,2	0,5	6	1,8	1,0	0,4
Brest IIa	13	1,1	0,9	0,2	4	0	0	0

5.1.6 Amonij

Koncentracija amonija je bila v obdobju november 2011 – oktober 2013 v večini preiskovanih vzorcev pod mejo zaznavanja ali na meji zaznavanja analize metode (0,01 mg/l NH₄).

Visoko koncentracijo amonija smo decembra 2011 določili le v vzorcu iz PB-4, Kolezija - 1,7 mg/l NH₄, kar presega normativno vrednost za pitno vodo (0,5 mg/l NH₄). V preostalih treh vzorčenjih na tem vzorčevalnem mestu, do oktobra 2013, so bile koncentracije med 0,34 in 0,63 mg/l NH₄.

5.1.7 Nitrat

Koncentracije nitratov v podzemni vodi Ljubljanskega polja in Barja so bile, v zadnjem obdobju Monitoringa, znotraj normativnih vrednosti za nitrate, opredeljenih z Uredbo o dopolnitvi uredbe o stanju podzemnih voda in s Pravilnikom o pitni vodi (50 mg/l NO₃). Povprečna izmerjena koncentracija za zadnje obdobje monitoringa je bila 16 mg/l NO₃, povprečne koncentracije po vzorčnih mestih v tem obdobju pa so od 0,9 (PB-4 Kolezija) do 29 mg/l NO₃ (Petrol ob Celovški). Najvišje so koncentracije na mestu vzorčenja Petrol ob Celovški, tabeli 11 in 12, slika 2. V obdobju november 2011 – oktober 2013 nismo opaziti statistično pomembnih sprememb in trendov. Le-ti so bolj razvidni z diagramov za obdobje 2003 – oktober 2013, diagrami so v prilogah 9.7 in 9.8. Iz njih je razvidno, da koncentracije nitrata v Klečah XIII nihajo, ostajajo pa znotraj dolgoletnega povprečja. Na ostalih mestih so trendi slabo izraženi, oziroma jih ni zaznati.

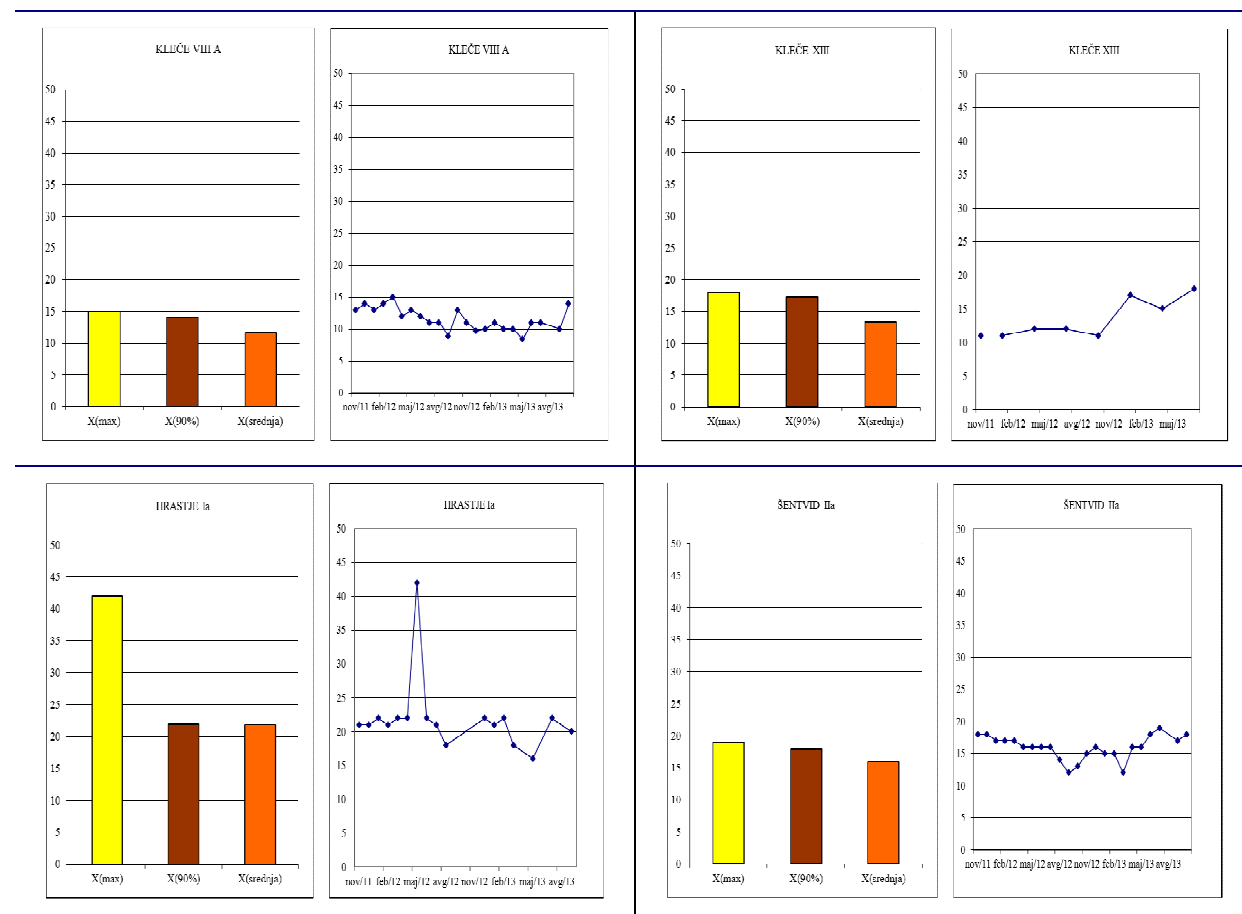
Izstopa enkratno povečanje (nenadno) koncentracije nitrata v maju 2012, v Hrastju 1 A. Eden izmed možnih vzrokov je lahko nezadostno prečrpanje vode pri pripravi vzorčevalnega mesta.

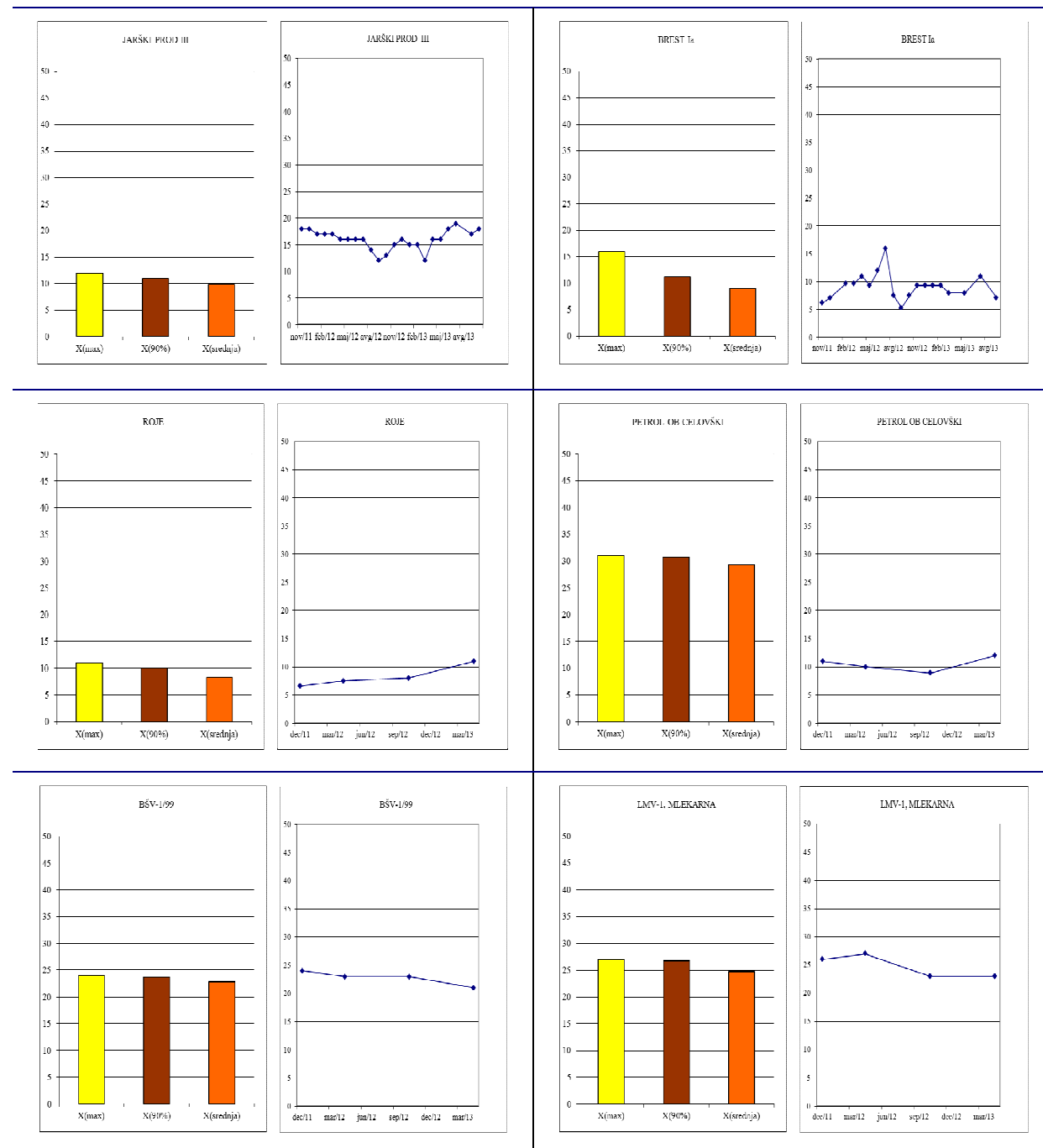
Nitrati – pregled mest vzorčenja z najvišjimi koncentracijami

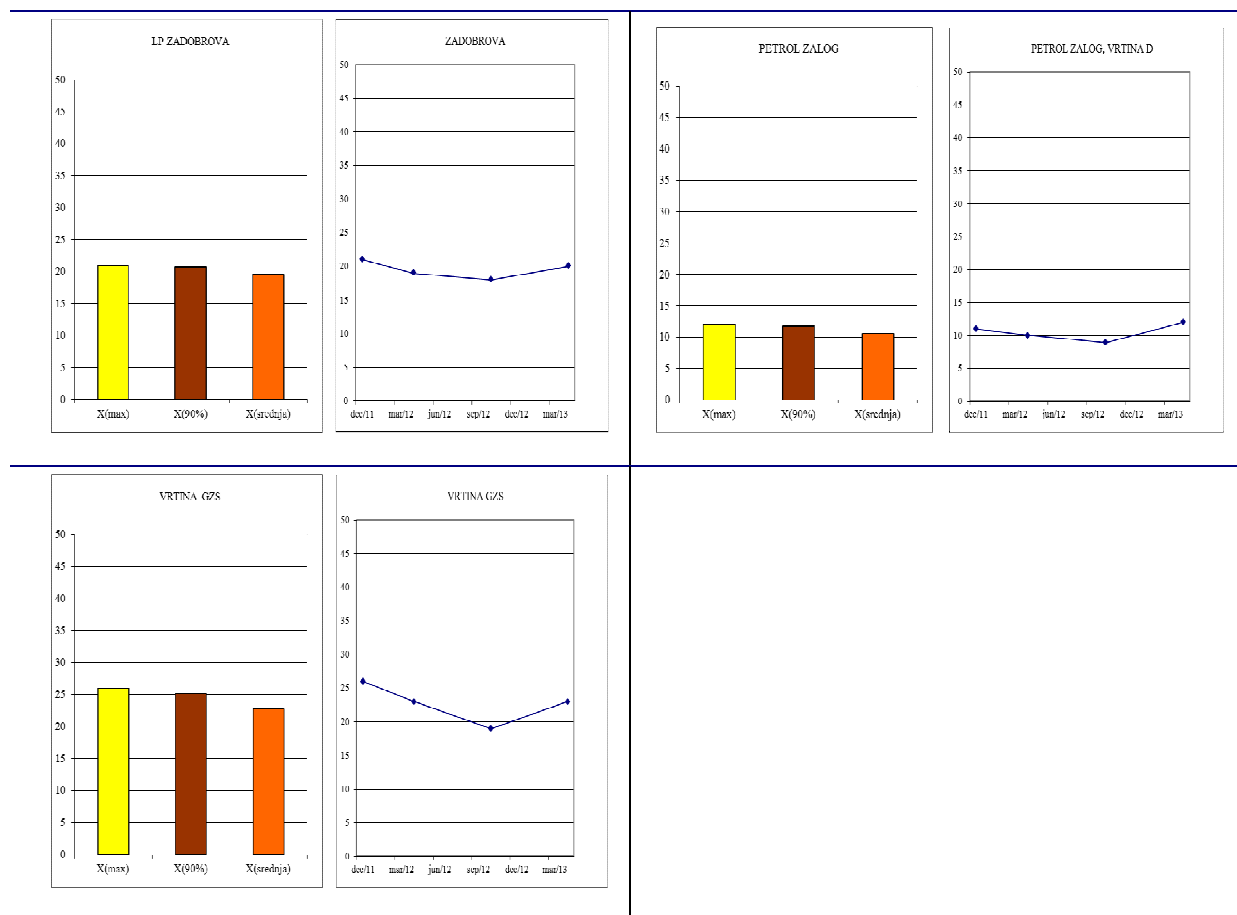
Mesto vzorčenja	Nitrat (mg/l NO ₃)			Ocena razmer
	X _{SRED}	X _{MIN}	X _{MAKS}	
Petrol ob Celovški	29	27	31	Konstantno višje vrednosti od običajnih na Ljubljanskem polju

Tabela 11.: Pregled koncentracij nitratov (mg/l) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje november 2011 – oktober 2013

Mesto vzorčenja	Obdobje od leta 2003do vključno oktober 2013				Zaključno poročilo za obdobje november 2011- oktober 2013			
	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)
KLEČE VIIIa	141	15,5	14,1	11,8	23	15	14	12
KLEČE XIII	28	18,0	17,0	13,9	8	18	17	13
HRASTJE Ia	137	42,0	23,9	22,4	17	42	22	22
ŠENTVID IIa	110	22,0	19,0	16,9	23	19	18	16
JARŠKI PROD III	116	14,6	13,0	11,1	23	12	11	10
BREST Ia	77	29,0	26,0	16,8	19	16	11	9
ROJE	33	14,1	10,8	8,4	4	11	10	8
PETROL OB CELOVŠKI	20	39,0	38,0	34,1	4	31	31	29
BŠV-1/99	10	28,0	25,3	23,4	4	24	24	23
LMV-1, MLEKARNA	10	27,0	27,0	22,5	4	27	27	25
LP ZADOBROVA	9	23,0	23,0	20,5	4	21	21	20
PB-4, KOLEZIJA	10	3,7	3,7	1,4	4	0,9	1	1
PETROL ZALOG, VRTINA D	10	13,0	12,1	11,2	4	12	12	11
VRTINA GZS	7	26,0	24,9	22,9	4	26	25	23
HRASTJE VIII	5	23,0	21,8	20,0	6	23	22	20
Brest IIa	22	20,8	9,3	8,568	4	8	8	7







Slika 2: Podzemna voda – Nitrat

5.1.8 Kalij

V času izvajanja Monitoringa MOL, v obdobju november 2011 – oktober 2013, so bile višje koncentracije kalija (koncentracije, ki odstopajo od povprečne vrednosti, izmerjenih na preiskovanem območju podzemne vode) ugotovljene na mestu vzorčenja Petrol ob Celovški, tabela 13. Povprečna izmerjena koncentracija kalija na Ljubljanskem polju in Ljubljanskem barju, v obdobju november 2011 – oktober 2013, je bila 1,1 mg K/l.

Tabela 12.: 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	4,8	4,3	5	Konstantne vrednosti, ki presegajo povprečne vrednosti, značilne za celotno Ljubljansko polje.

5.1.9 Krom

Krom je mikroelement, ki je stalno prisoten v podzemni vodi Ljubljanskega polja. V elementarnem stanju in v oksidacijskem stanju 3+ se v okolju pojavlja geogeno, zato je njegova prisotnost v vodi pričakovana, prisotnost v oksidacijskem stanju 6+ pa je vedno posledica človekovega delovanja.

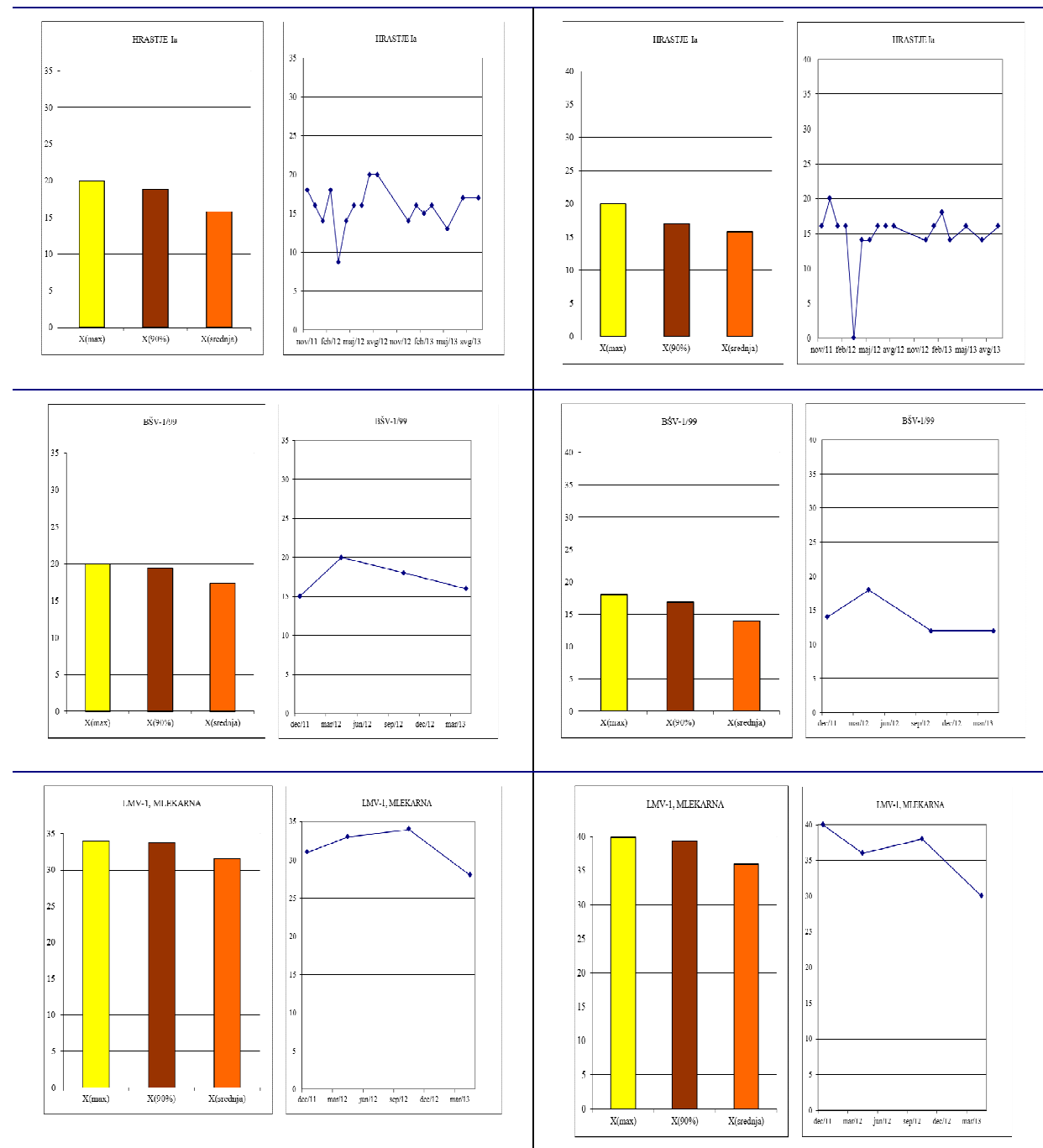
Kot je razvidno iz tabele 14 so statistično podarjene obremenitve podzemne vode s celotnim kromom in kromom VI na vodnem zajetju Hrastje in sicer v vodnjaku Hrastje Ia in Hrastje VIII ter v vrtini BŠV-1/99, LMV-1 Mlekarna ter v vrtini GZS, sliki 3 in 4. Mejna vrednost 50 µg/l Cr, določena s Pravilnikom o pitni vodi, ni presežena, tabele 14, 15. Za vsa mesta, razen Hrastje Ia, lahko opazimo trende zmanjšanja obremenitev v obdobju november 2011-oktober 2013, slika 3, 4.

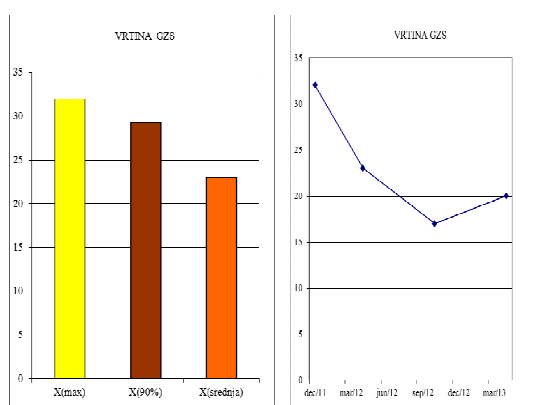
Tabela 13.: Pregled koncentracij celotnega kroma (µg/l) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje november 2011 – oktober 2013

Mesto vzorčenja	Obdobje od leta 2003do vključno oktober 2013				Zaključno poročilo za obdobje november 2011- oktober 2013			
	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)
KLEČE VIIIa	98	4,0	2,8	1,7	23	2,6	2,3	1,6
KLEČE XIII	28	2,5	2,0	1,4	8	2,5	2,4	1,7
HRASTJE Ia	92	20,0	18,0	16,3	17	20,0	18,8	15,8
ŠENTVID IIa	87	2,7	2,1	1,4	23	2,7	2,3	1,7
JARŠKI PROD III	116	11,0	33,8	2,0	23	3,4	2,8	7,1
BREST Ia	75	2,4	1,6	1,0	19	2,4	1,6	1,2
ROJE	19	4,3	3,2	1,7	4	2,1	1,8	1,1
PETROL OB CELOVŠKI	19	4,9	4,3	3,1	4	3,7	3,7	3,3
BŠV-1/99	10	22,0	21,1	18,7	4	20,0	19,4	17,3
LMV-1, MLEKARNA	10	36,0	35,1	25,4	4	34,0	33,7	31,5
LP ZADOBROVA	9	5,3	5,3	4,3	4	5,3	5,3	5,1
PB-4, KOLEZIJA	10	3,1	1,6	0,9	4	3,1	2,5	1,5
PETROL ZALOG, VRTINA D	10	2,4	2,4	1,7	4	2,4	2,4	2,1
VRTINA GZS	7	33,0	32,4	25,6	4	32,0	29,3	23,0
HRASTJE VIII	5	16	15,6	14,4	6	16,0	15,5	13,4
Brest IIa	13	1,7	1,58	0,91538	4	1,7	1,6	1,4

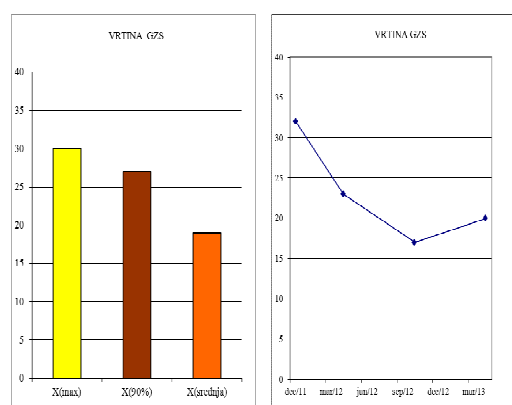
Tabela 14.: Pregled koncentracij kroma VI (µg/l) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje november 2011 - oktober 2013

Mesto vzorčenja	Obdobje od leta 2003do vključno oktober 2013				Zaključno poročilo za obdobje november 2011- oktober 2013			
	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)
KLEČE VIIIa	141	13,0	3,0	0,9	23	[5,0]	[5,0]	[5,0]
KLEČE XIII	28	[5,0]	[5,0]	[5,0]	8	[5,0]	[5,0]	[5,0]
HRASTJE Ia	136	37,0	18,0	15,9	16	20	17	15,8
ŠENTVID IIa	98	8,1	0,4	0,4	23	[5,0]	[5,0]	[5,0]
JARŠKI PROD III	116	11,0	3,8	0,9	23	[5,0]	[5,0]	[5,0]
BREST Ia	75	[5,0]	[5,0]	[5,0]	19	[5,0]	[5,0]	[5,0]
ROJE	22	[5,0]	[5,0]	[5,0]	4	[5,0]	[5,0]	[5,0]
PETROL OB CELOVŠKI	20	[5,0]	[5,0]	[5,0]	4	[5,0]	[5,0]	[5,0]
BŠV-1/99	10	24,0	20,4	14,6	4	18	16,8	14
LMV-1, MLEKARNA	10	40,0	38,2	24,8	4	40	39,4	36
LP ZADOBROVA	9	[5,0]	[5,0]	[5,0]	4	[5,0]	[5,0]	[5,0]
PB-4, KOLEZIJA	10	[5,0]	[5,0]	[5,0]	4	[5,0]	[5,0]	[5,0]
PETROL ZALOG, VRTINA D	10	[5,0]	[5,0]	[5,0]	4	[5,0]	[5,0]	[5,0]
VRTINA GZS	7	34,0	33,4	22,1	4	30	27	19
HRASTJE VIII	5	14	14	14	6	14	14	13,7
Brest IIa	13	[5,0]	[5,0]	[5,0]	4	[5,0]	[5,0]	[5,0]





Slika 3: Podzemna voda – Celotni krom



Slika 4: Podzemna voda – Krom v oksidativnem stanju VI

5.2 ONESNAŽEVALA V PODZEMNI VODI

5.2.1 Mineralna olja

Prisotnost mineralnih olj, v koncentraciji na meji določanja (6 ug/l), smo potrdili v vzorcih iz Kleč VIII in Roj, na ostalih merilnih mestih prisotnosti mineralnih olj, v obdobju november 2011 – oktober 2013, nismo ugotovili.

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

Adsorbljivi organski halogeni so merilo za obremenitev podzemne vode s halogenimi spojinami. V obdobju november 2011 – oktober 2013 so bile obremenitve z adsorbljivimi organskimi halogenimi spojinami na vseh mestih vzorčenja nizke, $X_{SRED} = < 4 \mu\text{g/l Cl}$ ($N = 154$). Nekoliko povišane koncentracije smo določili v vzorcih Petrol ob Celovski ter v vrtini BŠV-1/99, v aprilu 2013, in sicer 11 $\mu\text{g/l}$ in 9 $\mu\text{g/l Cl}$.

5.2.3 Pesticidi

V okviru Monitoringa MOL, v obdobju november 2011 – oktober 2013, so bile koncentracije atrazina, višje od 0,1 ug/l, ugotovljene v vzorcih Hrastje Ia, LMP-1 mlekarna in v vrtini GZS. Koncentracije atrazina, na omenjenih vzorčnih mestih, so bile med 0,12 in 0,16 ug/l. Razgradni produkt desetil atrazin smo določili v vzorcih Hrastje 1a ter Brest 1a, v vrtini GZS, vrtini BŠV-1/99 in LMV-1 mlekarna. Koncentracije so bile med 0,11 in 0,22 ug/l.

Na slikah 5. – 14. predstavljamo grafikone gibanja koncentracij v obdobju Monitoringa, november 2011 – oktober 2013. Iz grafikonov je razvidno, da koncentracije atrazina počasi upadajo na vseh mestih, razen v Hrastju 1a, kjer koncentracije sicer nihajo, a trendov ni zaznati. Pri desetil atrazinu je slika nekoliko drugačna, v Brestu 1A lahko opazimo trend naraščanja tega metabolita atrazina, na ostalih mestih pa ni zaznati izrazitejših trendov gibanja koncentracij.

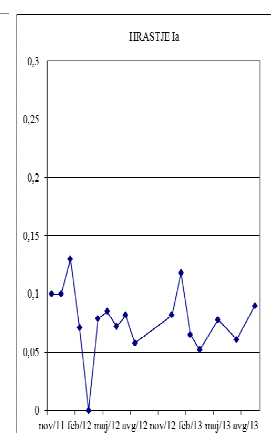
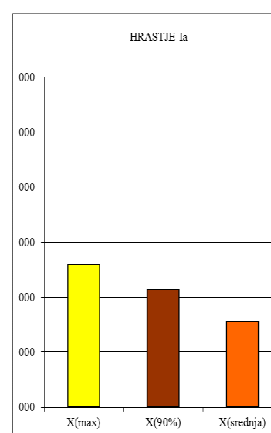
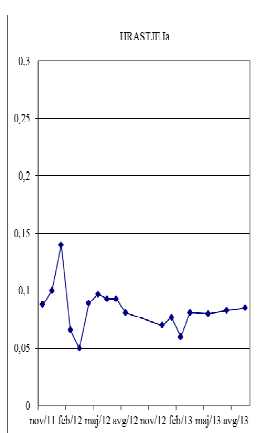
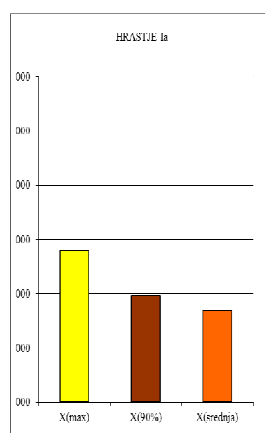
Pregled razmer v obdobju 2003 – 2013, na najbolj obremenjenih mestih s pesticidi, na Ljubljanskem polju kaže na statistično dobro izraženo zmanjšanje obremenitev podzemne vode z atrazinom in njegovimi razgradnimi produkti, kot je to razvidno iz slike 30 v prilogi 9.8.

Tabela 15.: Pregled koncentracij atrazina ($\mu\text{g/l}$) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje november 2011 - oktober 2013

Mesto vzorčenja	Obdobje od leta 2003do vključno oktober 2013				Zaključno poročilo za obdobje november 2011- oktober 2013			
	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)
KLEČE VIIIa	141	0,10	0,04	0,015	23	0,04	0,02	0,01
KLEČE XIII	28	0,03	0,01	0,003	8	0,03	0,02	0,01
HRASTJE Ia	136	0,24	0,17	0,123	17	0,14	0,10	0,08
ŠENTVID IIa	110	0,09	0,05	0,018	23	0,03	0,03	0,02
JARŠKI PROD III	116	0,05	0,00	0,002	23	0,03	0,02	0,01
BREST Ia	77	0,16	0,08	0,047	19	0,04	0,03	0,02
ROJE	33	0,01	[0,03]	0,001	4	0,01	0,01	0,01
PETROL OB CELOVŠKI	20	0,09	0,07	0,048	4	0,05	0,05	0,04
BŠV-1/99	10	0,10	0,09	0,081	4	0,09	0,09	0,08
LMV-1, MLEKARNA	10	0,26	0,15	0,130	4	0,12	0,12	0,10
LP ZADOBROVA	9	0,08	0,07	0,043	4	0,06	0,06	0,05
PB-4, KOLEZIJA	10	0,02	0,02	0,007	4	0,01	0,01	0,01
PETROL ZALOG, VRTINA D	10	0,03	0,02	0,013	4	0,02	0,02	0,02
VRTINA GZS	7	0,18	0,16	0,116	4	0,16	0,14	0,11
HRASTJE VIII	5	0,09	0,09	0,076	6	0,09	0,09	0,07
Brest IIa	22	0,53	0,16	0,055	4	0,03	0,03	0,01

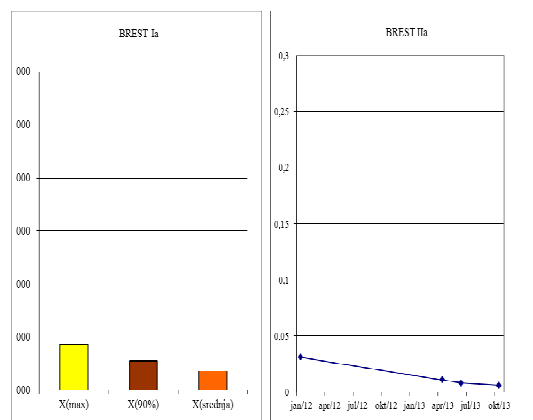
Tabela 16.: Pregled koncentracij desetilatrazina ($\mu\text{g/l}$) po posameznih mestih vzorčenja za obdobje november 2011 - oktober 2013

Mesto vzorčenja	Obdobje od leta 2003do vključno oktober 2013				Zaključno poročilo za obdobje november 2011- oktober 2013			
	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)
KLEČE VIIIa	141	0,05	0,02	0,006	23	0,05	0,04	0,02
KLEČE XIII	28	0,05	0,03	0,013	8	0,04	0,03	0,03
HRASTJE Ia	136	0,16	0,13	0,069	17	0,13	0,11	0,08
ŠENTVID IIa	110	0,05	0,04	0,012	23	0,05	0,04	0,03
JARŠKI PROD III	16	0,04	0,02	0,005	23	0,04	0,03	0,02
BREST Ia	77	0,86	0,71	0,387	19	0,22	0,18	0,13
ROJE	33	0,03	0,02	0,004	4	0,03	0,03	0,03
PETROL OB CELOVŠKI	20	0,08	0,07	0,050	4	0,06	0,06	0,05
BŠV-1/99	10	0,12	0,11	0,092	4	0,11	0,10	0,09
LMV-1, MLEKARNA	10	0,26	0,18	0,134	4	0,13	0,12	0,09
LP ZADOBROVA	9	0,08	0,08	0,054	4	0,07	0,07	0,05
PB-4, KOLEZIJA	10	0,04	0,02	0,013	4	0,04	0,03	0,02
PETROL ZALOG, VRTINA D	10	0,04	0,03	0,015	4	0,04	0,04	0,03
VRTINA GZS	7	0,18	0,16	0,116	4	0,12	0,11	0,10
HRASTJE VIII	5	0,09	0,09	0,076	6	0,09	0,09	0,07
Brest IIa	22	0,19	0,16	0,072	4	0,09	0,09	0,07

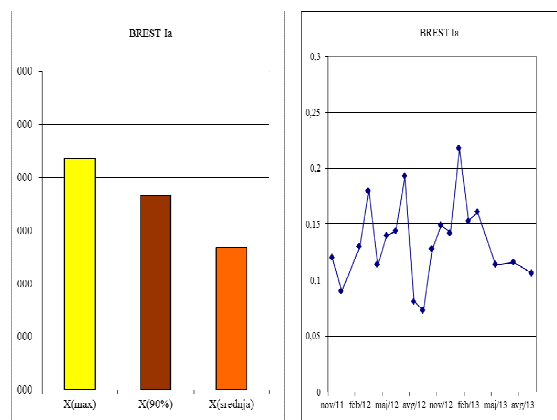


Slika 5: Podzemna voda – Atrazin, Hrastje Ia

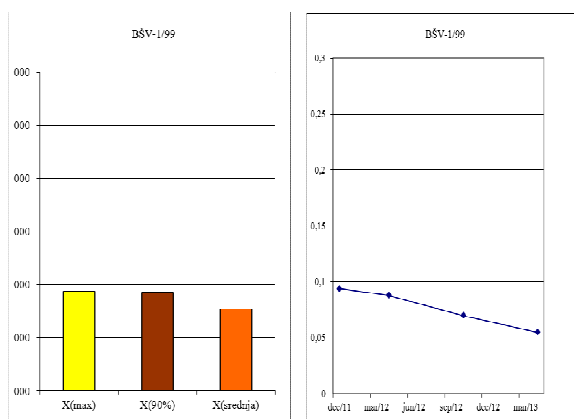
Slika 6: Podzemna voda – Desetilatrazin, Hrastje Ia



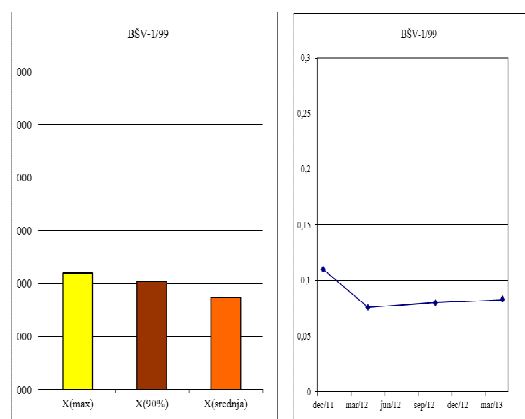
Slika 7: Podzemna voda – Atrazin, Brest Ia



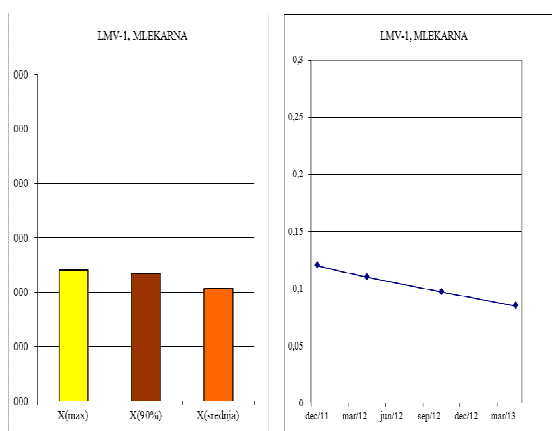
Slika 8: Podzemna voda – Desetilatrazin, Brest Ia



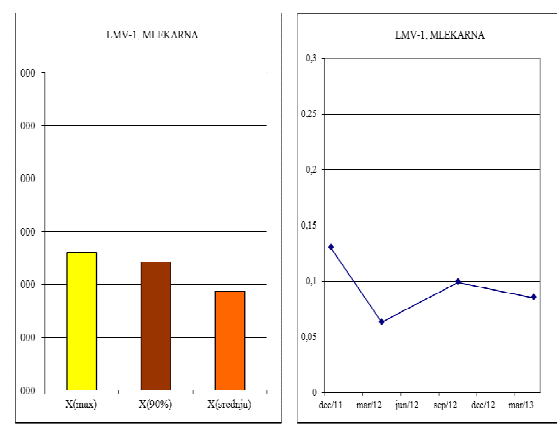
Slika 9: Podzemna voda – Atrazin, BŠV-1/99



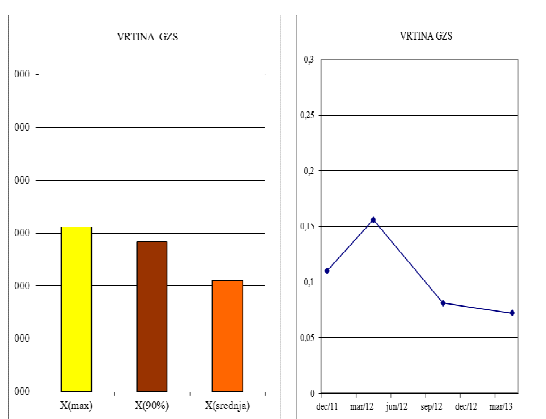
Slika 10: Podzemna voda – Desetilatrazin, BŠV-1/99



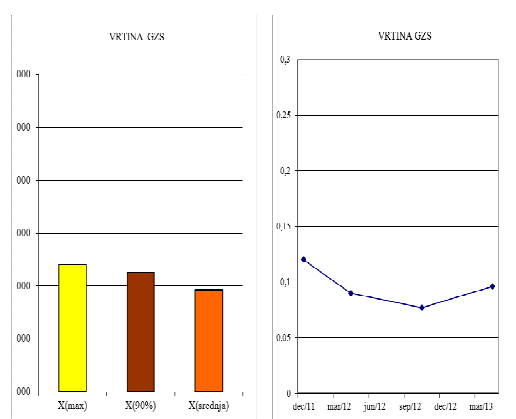
Slika 11: Podzemna voda – Atrazin, LMP-1, mlekarina



Slika 12: Podzemna voda – Desetilatrazin, LMP-1, mlekarina

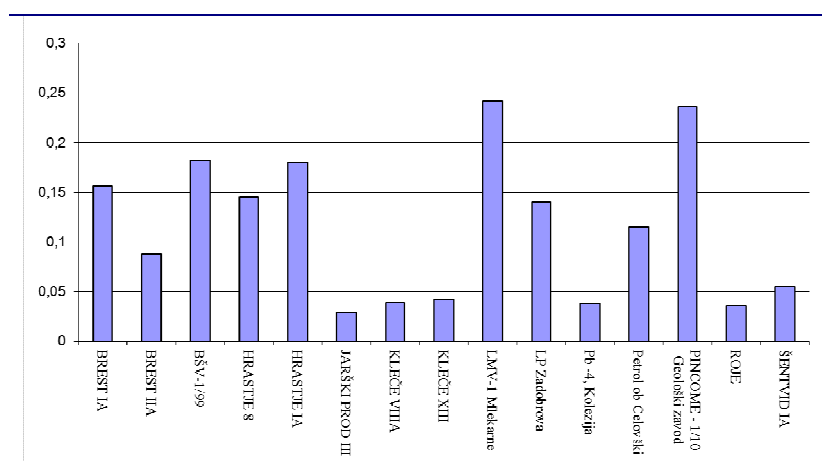


Slika 13: Podzemna voda – Atrazin, vrtina GZS



Slika 14: Podzemna voda – Desetilatrazin, vrtina GZS

Ostalih pesticidov v tem obdobju monitoringa nismo določili, oz. so bile njihove koncentracije zelo nizke. Mejna vrednost za vsoto pesticidov (0,5 ug/l) ni bila presežena na nobenem merilnem mestu, slika 15.



Slika 15: Povprečna vrednost vsote pesticidov na posameznih merilnih mestih v obdobju november 2011 – oktober 2013

5.2.4 Lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki

V okviru Monitoringa MOL, v obdobju november 2011 – oktober 2013, smo v podzemni vodi določili tako 1,1,2,2 – tetrakloroeten kot tudi 1,1,2 – trikloroeten. 1,1,2,2 – tetrakloroeten smo določili v najvišjih koncentracijah med 0,1 in 0,6 ug/l na posameznih mestih, 1,1,2 – trikloroeten pa na mestih Brest Ia, Iia ter LMV-1 mlekarna - v nekajkrat višjih koncentracijah, to je med 0,1 in 2,0 ug/l.

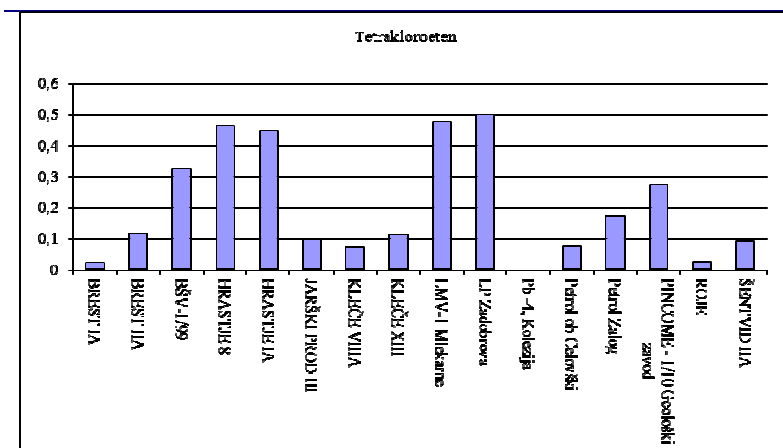
Če primerjamo obdobje november 2011 – oktober 2013, z obdobjem julij 2008 – junij 2010, opazamo manjše povečanje obremenitev z 1,1,2,2 tetrakloroetenom na skoraj vseh mestih. Pri 1,1,2 trikloroetenu so koncentracije primerljive, ponekod so celo nekoliko nižje kot v prejšnjem obdobju monitoringa (tabeli 17 in 18).

Tabela 17.: Pregled koncentracij 1,1,2,2 - tetrakloroetena ($\mu\text{g/l}$) po posameznih mestih
vzorčenja za obdobje november 2011- oktober 2013

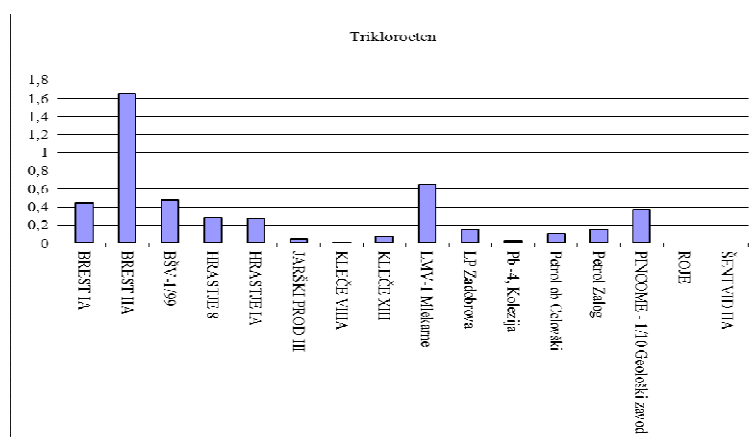
Mesto vzorčenja	Obdobje od leta 2003do vključno oktober 2013				Zaključno poročilo za obdobje november 2011- oktober 2013			
	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)
KLEČE VIIIa	141,00	0,10	0,00	0,017	23	0,10	0,10	0,07
KLEČE XIII	28,00	0,20	0,10	0,047	8	0,20	0,13	0,11
HRASTJE Ia	137,00	16,00	1,00	0,661	17	0,60	0,50	0,45
ŠENTVID IIa	110,00	0,10	0,10	0,025	23	0,20	0,10	0,09
JARŠKI PROD III	116,00	0,20	0,10	0,419	23	0,20	0,10	0,10
BREST Ia	77,00	0,10	<0,1	0,006	19	0,10	0,10	0,02
ROJE	22,00	0,10	<0,1	0,005	4	0,10	0,07	0,03
PETROL OB CELOVŠKI	20,00	0,70	0,41	0,110	4	0,10	0,10	0,08
BŠV-1/99	10,00	0,80	0,62	0,420	4	0,40	0,37	0,33
LMV-1, MLEKARNA	10,00	1,20	0,66	0,470	4	0,60	0,57	0,48
LP ZADOBROVA	9,00	0,80	0,72	0,544	4	0,60	0,57	0,50
PB-4, KOLEZIJA	10,00	0,10	0,08	0,026	4	<0,1	<0,1	<0,1
PETROL ZALOG, VRTINA D	10,00	0,30	0,21	0,190	4	0,20	0,20	0,18
VRTINA GZS	7,00	1,10	0,92	0,514	4	0,40	0,37	0,28
HRASTJE VIII	5,00	0,60	0,56	0,500	6	0,60	0,55	0,46
Brest IIa	22,00	1,60	0,19	0,158	4	0,20	0,17	0,12

Tabela 18.: Pregled koncentracij 1,1,2 - trikloroetena ($\mu\text{g/l}$) po posameznih mestih
vzorčenja za obdobje november 2011 – oktober 2013

Mesto vzorčenja	Obdobje od leta 2003do vključno oktober 2013				Zaključno poročilo za obdobje november 2011- oktober 2013			
	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)	N	X(max)	X(90%)	X(srednja)
KLEČE VIIIa	141,00	0,10	0,00	0,001	23	0,1	<0,1	0,00
KLEČE XIII	28,00	0,20	0,13	0,050	8	0,1	0,1	0,08
HRASTJE Ia	137,00	0,60	0,50	0,166	17	0,4	0,3	0,27
ŠENTVID IIa	110,00	<0,1	<0,1	<0,1	23	<0,1	<0,1	<0,1
JARŠKI PROD III	116,00	0,10	0,10	0,015	23	0,1	0,1	0,05
BREST Ia	77,00	2,10	0,60	0,219	19	1,3	0,6	0,44
ROJE	22,00	<0,1	<0,1	<0,1	4	<0,1	<0,1	<0,1
PETROL OB CELOVŠKI	20,00	0,90	0,11	0,075	4	0,2	0,17	0,10
BŠV-1/99	10,00	0,80	0,71	0,560	4	0,5	0,5	0,48
LMV-1, MLEKARNA	10,00	1,00	0,82	0,540	4	1	0,91	0,65
LP ZADOBROVA	9,00	0,20	0,20	0,156	4	0,2	0,2	0,15
PB-4, KOLEZIJA	10,00	0,10	0,10	0,030	4	0,1	0,07	0,03
PETROL ZALOG, VRTINA D	10,00	0,20	0,20	0,120	4	0,2	0,2	0,15
VRTINA GZS	7,00	0,70	0,70	0,471	4	0,7	0,58	0,38
HRASTJE VIII	5,00	0,30	0,30	0,300	6	0,3	0,3	0,28
Brest IIa	22,00	2,00	1,80	0,814	4	2	1,94	1,65



Slika 16: Povprečne koncentracije tetrakloroetena v obdobju november 2011 – oktober 2013 na posameznem merilnem mestu



Slika 17: Povprečne koncentracije trikloroetena v obdobju november 2011 – oktober 2013 na posameznem merilnem mestu

6 KAKOVOST IN OBREMENTITVE PODZEMNE VODE PO MESTIH VZORČENJA

6.1 KLEČE VIII A

Kleče so najpomembnejši vodni vir sistema za oskrbo s pitno vodo Ljubljane na Ljubljanskem polju. V obdobju november 2011 – oktober 2013 je bilo opravljenih 24 vzorčenj. Na podlagi rezultatov preiskav v obdobju november 2011 – oktober 2013 in na podlagi rezultatov 2003 – 2013 ugotavljamo, da so:

- osnovne značilnosti vode, temperatura vode, pH vrednost in električna prevodnost (20° C) v preiskovanem obdobju konstantne, povprečna temperatura vode, $T_V = 11,4$ C, povprečna vrednost pH = 7,6, električne prevodnosti, $\kappa = 413$ μ S/cm, povprečna nasičenost s kisikom za to obdobje je 79 %;
- koncentracije amonija in celotnega organskega ogljika so nizke, pri amoniju so na meji določanja analizne metode, pri TOC so do 0,4 mg C/l;
- povprečna koncentracija nitrata, $C_{SRED, NO_3} = 12$ mg/l NO_3 in ne presega vrednosti 50 mg/l NO_3 , ki je opredeljena z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe stanju podzemnih voda;
- koncentracije kroma so na koncentracijskem nivoju meje določanja analizne metode (do 3 μ g/l) in ne presegajo mejnih vrednosti opredeljenih s Pravilnikom o pitni vodi (50 μ g/l Cr);
- koncentracije atrazina in desetilatrazina, v obdobju november 2011 – oktober 2013, niso presegle kriterija za dobro kemijsko stanje podzemne vode, opredeljenega z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda, tabela 20;

Tabela 19.: Rezultati Monitoringa MOL v obdobju november 2011 – oktober 2013

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

- Koncentracije 1,1,2,2 – tetrakloroetena in 1,1,2 – trikloroetena so nizke, povprečne koncentracije pri prvem so 0,1 μ g/l, pri drugem < 0,1 μ g/l ;
- koncentracije mineralnih olj so pod mejo določanja uporabljene analitske metode.
- podzemna voda dosega kriterije za dobro kemijsko stanje.

6.2 KLEČE XIII

V obdobju november 2011 – oktober 2013 je bilo na tem mestu opravljeno 9 vzorčenj. V obdobju november 2011 – oktober 2013 so bile povprečne vrednosti parametrov naslednje:

- temperatura vode, $T_V = 11,3^\circ$ C, pH = 7,5, električna prevodnost, $\kappa = 424$ μ S/cm in nasičenost s kisikom 79 %;
- amonija v podzemni vodi nismo določili, najvišja koncentracija TOC je bila 0,3 mg/l C;
- povprečna koncentracija nitrata, $C_{SRED, NO_3} = 13,4$ mg/l NO_3 in ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO_3 , ki je opredeljena z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda;
- koncentracije kroma so nizke in so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljeno analizno metodo in ne presegajo mejnih vrednosti opredeljenih z Pravilnikom o pitni vodi (50 μ g/l Cr);
- koncentracije atrazina in desetilatrazina so v času izvajanja Monitoringa MOL, v obdobju november 2011 – oktober 2013, na koncentracijskem nivoju meje zaznavanja uporabljene analizne metode. Ostalih pesticidov v podzemni vodi nismo določili;

- med lahkohlapnimi halogeniranimi organskimi spojinami smo v sledovih določili 1,1,2,2 – tetrakloroeten in 1,1,2 – trikloroeten, mejne vrednosti, opredeljene z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda, niso presežene;
- koncentracije mineralnih olj so pod mejo določanja uporabljene analitske metode. Mejna vrednost, določena z Uredbo o standardih kakovosti za podzemno vodo, ni presežena;
- podzemna voda dosega kriterije za dobro kemijsko stanje.

6.3 HRASTJE IA

V obdobju november 2011 – oktober 2013 je bilo opravljenih 17 vzorčenj, na podlagi le-teh in na podlagi trendov za obdobje 2003 - 2013, prikazanih v prilogah 9.7 in 9.8, ugotavljamo naslednje povprečne vrednosti parametrov:

- temperatura vode, $T_V = 12,5^\circ \text{C}$, $\text{pH} = 7,5$, in električna prevodnost, $\kappa = 565 \mu\text{S/cm}$, povprečna vrednost nasičenosti s kisikom je 77 %;
- koncentracije amonija v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja analizne metode. Koncentracije raztopljenega organskega ogljika med vzorčenji nihajo, povprečna vrednost TOC za omenjeno obdobje je 0,17, najvišja vrednost pa 0,8 mg C/l.
- povprečna koncentracija nitrata, $C_{\text{SRED, NO}_3} = 21,9 \text{ mg/l NO}_3$, ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO_3 , ki je opredeljena z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda;
- krom se v glavnem nahaja v oksidativni obliki Cr^{6+} ($C_{\text{SRED, Cr(sku)}} = 15,8 \mu\text{g/l Cr}$ in $C_{\text{SRED, Cr}^{6+}} = 15,8 \mu\text{g/l Cr}$). Ne glede na to, da mejna vrednost za celotni Cr, opredeljena s Pravilnikom o pitni vodi ni presežena, pa so obstoječe obremenitve nesprejemljive z vidika oskrbe s pitno vodo. Če primerjamo zadnje izmerjene koncentracije s prejšnjim obdobjem monitoringa, ni zaznati trendov upadanja koncentracij celotnega kroma in kroma VI.
- V Hrastju Ia smo tudi v zadnjem obdobju monitoringa določili tako atrazin (katerega uporaba je – razen v mešanih pripravkih – že od leta 2003 prepovedana) kot njegov razgradni produkt desetilatrazin. Povprečne koncentracije so sicer $< 0,1 \mu\text{g/l}$, a najvišje koncentracije tako atrazina kot desetilatrazina so $> 0,1 \mu\text{g/l}$ in presegajo normativne vrednosti za pitno vodo (tabela 20).
- do onesnaženja podzemne vode v Hrastju je prišlo zaradi pretirane uporabe herbicida atrazina v preteklosti. Proces razgradnje atrazina je počasen, razpolovna doba je od nekaj let do nekaj desetletij, odvisno od številnih pogojev v podzemni vodi.
- Ostalih pesticidov v vzorcih nismo določili.

Tabela 20.: Rezultati Monitoringa MOL v obdobju november 2011 – oktober 2013

$C_{\text{Srednja, ATRAZIN}} = 0,08 \mu\text{g/l}$	$C_{\text{Srednja, DESETILATRAZIN}} = 0,08 \mu\text{g/l}$
$C_{\text{Maksimalna, ATRAZIN}} = 0,14 \mu\text{g/l}$	$C_{\text{Maksimalna, DESETILATRAZIN}} = 0,13 \mu\text{g/l}$

- V vzorcih smo določili lahkohlapne halogenirane spojine (klorirana topila), in sicer 1,1,2,2 - tetrakloroeten in 1,1,2 - trikloroeten; občasno smo določili tudi triklorometan, koncentracija je na meji določanja uporabljene analizne metode, tabela 21;

Tabela 21.: Rezultati Monitoringa MOL v obdobju november 2011 – oktober 2013

$C_{\text{Srednja, tetrakloroeten}} = 0,45 \mu\text{g/l}$	$C_{\text{Srednja, trikloroeten}} = 0,27 \mu\text{g/l}$
$C_{\text{Maksimalna, tetrakloroeten}} = 0,6 \mu\text{g/l}$	$C_{\text{MAKS, trikloroeten}} = 0,4 \mu\text{g/l}$

- obremenitve z lahkohlapnimi organskimi spojinami so v obdobju november 2011 – oktober 2013 pod $2 \mu\text{g/l}$ in kažejo na nekoliko zmanjšane obremenitve v primerjavi s preteklim obdobjem;
- koncentracije mineralnih olj so pod mejo določanja uporabljene analitske metode. Mejna vrednost določena z Uredbo o standardih kakovosti za podzemno vodo ni presežena;
- podzemna voda ne dosega kriterijev za dobro kemijsko stanje (zaradi preseženih koncentracij atrazina in destilatrazina), je pa izražen trend izboljšanja kakovosti podzemne vode.

6.4 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 november 2011 – oktober 2013 je bilo opravljenih 20 vzorčenj. Na podlagi le-teh in na podlagi trendov za 2003 - 2013, prikazani so v prilogah 9.7 in 9.8, smo ugotovili:

- povprečne vrednosti za temperaturo vode, $T_V = 11,6^\circ \text{C}$, za $\text{pH} = 7,5$, električno prevodnost, $\kappa = 492 \mu\text{S/cm}$ ter za nasičenost s kisikom $> 50 \%$;
- amonija v podzemni vodi nismo določili, koncentracije TOC so v večini vzorcev na koncentracijskem nivoju meje določanja analizne metode;
- povprečna koncentracija nitrata, $C_{\text{SRED, NO}_3} = 16 \text{ mg/l NO}_3$ in ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO_3 , ki je opredeljena z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda;
- povprečna koncentracija kroma za omenjeno obdobje je na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljeno analizno metodo in ne presega mejnih vrednosti, opredeljenih s Pravilnikom o pitni vodi ($50 \mu\text{g/l Cr}$);
- koncentracije pesticidov so nizke, povprečna koncentracija herbicida atrazina je $< 0,02 \mu\text{g/l}$, povprečna koncentracija njegovega razgradnega produkta desetilatrazina, v času izvajanja Monitoringa MOL, v obdobju november 2011 – oktober 2013, pa $0,028 \mu\text{g/l}$. Koncentracije ne presegajo kriterijev za »dobro kemijsko stanje« podzemne vode opredeljenih z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda;
- od lahkohlapnih halogeniranih organskih spojin (kloriranih topil) smo, v obdobju november 2011 – oktober 2013, določili 1,1,2,2 - tetrakloroeten, v koncentraciji do $0,1$

- ug/l; mejne vrednosti opredeljene z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda za »dobro kemijsko stanje« niso presežene;
- koncentracije mineralnih olj so pod mejo določanja uporabljene analitske metode. Mejna vrednost določena z Uredbo o standardih kakovosti za podzemno vodo ni presežena;
 - podzemna voda dosega kriterije za dobro kemijsko stanje.

6.5 JARŠKI PROD III

Jarški prod III je vodno zajetje v sklopu sistema za oskrbo s pitno vodo mesta Ljubljane. V obdobju november 2011 – oktober 2013 smo na tej lokaciji opravili 23 vzorčenj. Na podlagi le-teh in na podlagi trendov za obdobje 2003 - 2013, prikazani so v prilogah 9.7 in 9.8, ugotavljamo:

- povprečna temperatura vode, $T_V = 11,5^\circ \text{C}$, povprečna vrednost pH = 7,6 električne prevodnosti, $\kappa = 462 \mu\text{S/cm}$ ter nasičenost s kisikom $> 50 \%$;
- amonija v podzemni vodi nismo določili, povprečna koncentracija organskega ogljika TOC je 0,17, najvišja koncentracija je 0,4 mg C/l. Koncentracije so na koncentracijskem nivoju meje določanja analizne metode;
- povprečna obdobjna koncentracija nitrata, $C_{\text{SRED, NO}_3} = 9,8 \text{ mg/l NO}_3$ in ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO_3 , ki je opredeljena z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda;
- koncentracije kroma so na koncentracijskem nivoju meje določanja analizne metode in ne presegajo mejnih vrednostih opredeljenih s Pravilnikom o pitni vodi (50 $\mu\text{g/l Cr}$);
- koncentracije pesticidov v preiskovanih vzorcih, so pod mejo določljivosti analiznih metod;
- koncentracije 1,1,2,2,-tetrakloroetena in 1,1,2 trikloroetena so nizke, na meji določanja analiznih metod, mejne vrednosti opredeljene z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda za »dobro kemijsko stanje« niso presežene;
- podzemna voda dosega kriterije za dobro kemijsko stanje.

6.6 BREST I A, IŠKI VRŠAJ

Brest IA je vodno zajetje na Ljubljanskem barju, ki pa zaradi obremenitev z atrazinom in desetilatrazinom ni vključeno v sistem oskrbe s pitno vodo mesta Ljubljane. V obdobju november 2011 – oktober 2013 je bilo opravljeno 19 vzorčenj. Na podlagi le-teh, 1, ugotavljamo:

- osnovne značilnosti vode, temperatura vode, pH vrednost in električna prevodnost (20°C) so stalne z majhnimi nihanji, temperatura vode, $T_V = 11,7 \text{ C}$, pH = 7,7 in električna prevodnost, $\kappa = 376 \mu\text{S/cm}$, nasičenost s kisikom je dobra in je višja od 50 %;
- amonija v vzorcih podzemne vode nismo določili, koncentracije TOC so na koncentracijskem nivoju meje določanja analizne metode;

- povprečna koncentracija nitrata, $C_{SRED, NO_3} = 9,8$ mg/l NO_3 in ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO_3 , ki je opredeljena z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda, značilni so trendi padanja obremenitev;
- koncentracije kroma so nizke in so na koncentracijskem nivoju meje določanja uporabljene analizne metode in ne presegajo mejnih vrednosti opredeljenih s Pravilnikom o pitni vodi (50 µg/l Cr); kroma 6+ nismo določili.
- iz skupine pesticidov je prisoten desetilatrazin, ($C_{SRED} = 0,13$, $C_{max} = 0,22$ µg/l), ki smo ga določili skoraj v vseh vzorcih, koncentracije presegajo mejno vrednost, opredeljeno z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda. V večini vzorcev smo določili tudi atrazin, v koncentracijah, ki so na meji določanja analizne metode. Opazili smo trend upadanja atrazina in tudi desetilatrazina;
- iz skupine lahkihhalapnih halogeniranih organskih spojin (kloriranih topil) smo, v obdobju november 2011 – oktober 2013, določili trikloroeten, povprečna koncentracija v opazovanem obdobju je bila 0,44 µg/l, najvišja pa 1,3 µg/l.
- koncentracije mineralnih olj so v vzorcih pod mejo določanja uporabljene analitske metode. Mejna vrednost določena z Uredbo o standardih kakovosti za podzemno vodo ni presežena;
- podzemna voda ne dosega kriterija za dobro kemijsko stanje.

6.7 ROJE

V obdobju november 2011 – oktober 2013 so bila na tem mestu izvedena 4 vzorčenja. Na podlagi le-teh in na podlagi trendov za obdobje 2003 - 2013, prikazani so prilogah 9.7 in 9.8, lahko zaključimo:

- povprečna temperatura $T_V = 12,2^\circ$ C, pH = 7,6 , električna prevodnost, $\kappa = 353$ µS/cm, nasičenost s kisikom je dobra in je višja od 50 %;
- koncentracije amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju mej določanja analiznih metod;
- izmerjena koncentracija nitrata, $C_{SRED, NO_3} = 8,3$ mg/l NO_3 in ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO_3 , ki je opredeljena z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda;
- koncentracije kroma so do 2 µg/l, kar je na koncentracijskem nivoju meje določanja analiznih metod in ne presegajo mejnih vrednosti opredeljenih s Pravilnikom o pitni vodi (50 µg/l Cr);
- koncentracije pesticidov iz programa Monitoringa MOL so, v obdobju november 2011 – oktober 2013, na nivoju ali po med mejo določljivosti analiznih metod;
- lahkihhalapnih halogeniranih organskih spojin (kloriranih topil), v obdobju november 2011 – oktober 2013, nismo ugotovili;
- koncentracije mineralnih olj so pod mejo določanja uporabljene analitske metode. Mejna vrednost, določena z Uredbo o standardih kakovosti za podzemno vodo, ni presežena;
- podzemna voda dosega kriterije za dobro kemijsko stanje.

6.8 PETROL OB CELOVŠKI

V obdobju november 2011 – oktober 2013 so bila izvedena 4 vzorčenja. Na podlagi rezultatov preiskav ugotavljamo:

- povprečna temperatura vode, $T_V = 15,3^\circ \text{C}$, povprečna vrednost $\text{pH} = 7,4$, električne prevodnosti, $\kappa = 730 \mu\text{S}/\text{cm}$, nasičenost s kisikom je dobra in je višja od 50 %.
- Petrol ob Celovški je merilno mesto z najvišjo električno prevodnostjo na območju programa Monitoringa MOL. Povprečna vrednost v zadnjem obdobju je skoraj povsem primerljiva z obdobjem Monitoringa julij 2008 – junij 2010.
- povprečne obdobjne koncentracije amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja analiznih metod;
- povprečna koncentracija nitrata, $C_{\text{SRED}, \text{NO}_3} = 29,3 \text{ mg/l NO}_3$ ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO_3 , ki je opredeljena z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda;
- koncentracije kroma so nizke, do 3,7 $\mu\text{g/l Cr}$ in so blizu meje določanja analizne metode. Koncentracije ne presegajo mejnih vrednosti opredeljenih s Pravilnikom o pitni vodi (50 $\mu\text{g/l Cr}$);
- koncentracije atrazina in njegovega razgradnega produkta desetilatrazina so bile v času izvajanja Monitoringa MOL, v obdobju november 2011 – oktober 2013, na nivoju meje določanja ali pod mejo določanja analiznih metod in niso presegle kriterija za »dobro kemijsko stanje« podzemne vode opredeljenega z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda;
- koncentracije lahkihhalogeniranih organskih spojin (kloriranih topil), v obdobju november 2011 – oktober 2013, so na meji ali pod mejo določanja analiznih metod;
- koncentracije mineralnih olj so pod mejo določanja uporabljene analitske metode. Mejna vrednost, določena z Uredbo o standardih kakovosti za podzemno vodo ni presežena;
- podzemna voda dosega kriterije za dobro kemijsko stanje.

6.9 BŠV-1/99

Merilno mesto BŠV-1/99 je bilo prvič vključeno v program Monitoringa MOL v obdobju julij 2008 - julij 2010. V obdobju november 2011 – oktober 2013 smo izvedli 4 vzorčenja. Na podlagi le-teh smo ugotovili:

- osnovne značilnosti vode, temperatura vode, pH vrednost in električna prevodnost (20°C) so stalne, temperatura vode, $T_V = 14,8^\circ \text{C}$, $\text{pH} = 7,4$ in električna prevodnost, $\kappa = 627 \mu\text{S}/\text{cm}$, nasičenost s kisikom je dobra in je višja od 50 %;
- koncentracije amonija in celotnega organskega ogljika TOC, v podzemni vodi, so na koncentracijskem nivoju mej določanja analiznih metod;
- povprečna koncentracija nitrata, $C_{\text{SRED}, \text{NO}_3} = 22,8 \text{ mg/l NO}_3$ ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO_3 , ki je opredeljena z Uredbo o stanju podzemnih voda;

- koncentracije kroma so, za razliko od prejšnjega opazovanega obdobja, višje, povprečna obdobjna koncentracija je 17,3 ug/l za celotni krom in 14 ug/l za Cr6+ . Koncentracije ne presegajo mejnih vrednosti opredeljenih z Pravilnikom o pitni vodi (50 ug/l Cr);
- iz skupine pesticidov smo, v obdobju november 2011 – oktober 2013, določili atrazin in desetilatrazin, mejna vrednost, opredeljena z Uredbo o stanju podzemnih voda in Pravilnikom o pitni vodi je bila presežena enkrat in sicer za desetilatrazin, decembra 2011;
- med lahkohlapnimi halogeniranimi organskimi spojinami smo določili 1,1,2,2 - tetrakloroeten v koncentraciji do 0,4 ug/l in 1,1,2 - trikloroeten v koncentraciji do 0,5 ug/l. Trikloroetan smo določili samo v enem vzorcu, v koncentraciji na meji določanja analize metode.
- LOS ne presegajo mejnih vrednosti, določenih z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda.
- koncentracije mineralnih olj so pod mejo določanja uporabljene analitske metode. Mejna vrednost določena z Uredbo o standardih kakovosti za podzemno vodo ni presežena;
- podzemna voda ne dosega kriterijev za dobro kemijsko stanje.

6.10 LMP-1, MLEKARNA

Tudi merilno mesto LMP-1 je bilo v obdobju november julij 2008 - julij 2010 prvič vključeno v program Monitoringa MOL, v obdobju november 2011 – oktober 2013 pa smo izvedli 4 vzorčenja. Na podlagi le-teh smo ugotovili:

- povprečne vrednosti v opazovanem obdobju so: temperatura vode, $T_V = 12,3^\circ \text{C}$, $\text{pH} = 7,6$ in električna prevodnost, $\kappa = 585 \mu\text{S/cm}$, nasičenost s kisikom je praviloma dobra in je višja od 50 %;
- amonija v podzemni vodi nismo določili, koncentracije TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja uporabljene analize metode;
- povprečna koncentracija nitrata, $C_{\text{SRED}, \text{NO}_3} = 25 \text{ mg/l NO}_3$ ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO_3 , ki je opredeljena z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda;
- v omenjenem obdobju smo določili visoke koncentracije celotnega kroma, ($C_{\text{SRED}} = 31,5 \mu\text{g/l}$), vendar ne presegajo mejnih vrednosti opredeljenih s Pravilnikom o pitni vodi (50 ug/l Cr);
- iz skupine pesticidov programa Monitoringa MOL, v obdobju november 2011 – oktober 2013, smo določili atrazin ($C_{\text{SRED}} = 0,10 \mu\text{g/l}$) in desetilatrazin ($C_{\text{SRED}} = 0,09 \mu\text{g/l}$), mejna vrednost, opredeljena z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda ter Pravilnikom o pitni vodi, je bila presežena v dveh vzorcih in sicer v decembru 2011 (atrazin in desetilatrazin) ter oktobru 2012 (desetilatrazin).
- od lahkohlapnih halogeniranih organskih spojin (LKCH) smo določili 1,1,2,2 - tetrakloroeten v koncentraciji do 1 ug/l in 1,1,2 - trikloroeten v koncentraciji do 0,2 ug/l.
- LKCH ne presegajo mejne vrednosti določene z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda, vsota obeh spojin je najvišja 1,2 ug/l.

- koncentracije mineralnih olj so pod mejo določanja analizne metode;
- podzemna voda ne dosega kriterijev za dobro kemijsko stanje.

6.11 LP ZADOBROVA

Merilno mesto LP Zadobrova je v obdobju julij 2008 - julij 2010 prvič vključeno v program Monitoringa MOL, v obdobju november 2011 – oktober 2013, so bila izvedena 4 vzorčenja. Na podlagi le-teh ugotavljamo:

- povprečna obdobjna vrednost temperature vode, $T_V = 13,0$ C, pH = 7,5 in električne prevodnosti, $\kappa = 531$ μ S/cm, nasičenost s kisikom je dobra in je višja od 50 %;
- koncentracije amonija v podzemni vodi so pod mejo določanja uporabljene metode, koncentracije TOC v podzemni vodi so nizke in sicer so na koncentracijskem nivoju meje določanja uporabljene analitske metode;
- izmerjena koncentracija nitrata, $C_{SRED, NO_3} = 19,5$ mg/l NO_3 ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO_3 , ki je opredeljena z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda;
- povprečne koncentracije kroma so blizu meje določanja analizne metode in ne presegajo mejnih vrednosti opredeljenih s Pravilnikom o pitni vodi (50 μ g/l Cr);
- iz skupine pesticidov smo, v obdobju november 2011 – oktober 2013, določili atrazin ($C_{SRED} = 0,05$ μ g/l) in desetilatrazin ($C_{SRED} = 0,05$ μ g/l), mejna vrednost opredeljena z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda ter Pravilnikom o pitni vodi ni bila presežena;
- iz skupine hlapnih halogeniranih organskih spojin (klorirana topila), smo določili 1,1,2,2 - tetrakloroetilen in 1,1,2 - trikloroeten, ki pa ne presegata mejne vrednosti, določene z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda. Koncentracije so nizke, vsota obeh spojin je do 0,7 μ g/l.
- koncentracije mineralnih olj so pod mejo določanja uporabljene analizne metode;
- podzemna voda dosega kriterije za dobro kemijsko stanje.

6.12 PB-4, KOLEZIJA

Merilno mesto PB-4, Kolezija je bilo v obdobju julij 2008 - julij 2010 prvič vključeno v program Monitoringa MOL, v obdobju november 2011 – oktober 2013 smo opravili 4 vzorčenja. Na podlagi le-teh ugotavljamo:

- osnovne značilnosti vode so bile: povprečna temperatura vode, $T_V = 14,0^\circ$ C, povprečna vrednost pH = 7,9, električne prevodnosti pri 20° C, $\kappa = 442$ μ S/cm, redoks potencial je nizek, prav tako je značilna odsotnost kisika. Tako kot v obdobju prej, je tudi v tem obdobju opazno nihanje v električni prevodnosti in sicer le - ta pada.
- povprečna koncentracija amonija v podzemni vodi je 0,78 mg/l, najvišja 1,7 mg/l. Mejna vrednost 0,5 mg/l, opredeljena s Pravilnikom o pitni vodi, je presežena v dveh vzorcih.
- koncentracije TOC v podzemni vodi so nizke, povprečna koncentracija je 0,6 mg C/l.

- koncentracije nitrata so zelo nizke, najvišja koncentracija je 0,9 mg/l, kar je pod mejo določanja uporabljene analizne metode in ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO₃, ki je opredeljena z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda;
- koncentracije kroma so na meji določanja analizne metode in ne presegajo mejnih vrednosti opredeljenih s Pravilnikom o pitni vodi (50 µg/l Cr);
- koncentracije pesticidov so na meji določanja analizne metode;
- lahkohlapnih organskih halogeniranih spojin (klorirana topila) v vzorcih nismo določili;
- koncentracije mineralnih olj so bile pod mejo določanja uporabljene analizne metode;
- podzemna voda ne dosega kriterijev za dobro kemijsko stanje.

6.13 PETROL ZALOG, VRTINA D

V obdobju Monitoringa november 2011 do oktober 2013 smo opravili 4 vzorčenja. Na podlagi le-teh ugotavljamo:

- osnovne značilnosti vode, temperatura vode, pH vrednost in električna prevodnost (20° C) so stalne, povprečna temperatura vode, $T_V = 13,5^\circ \text{ C}$, povprečna vrednost pH = 7,5, električne prevodnosti, $\kappa = 430 \mu\text{S/cm}$, nasičenost s kisikom je dobra in je višja od 50 %;
- amonija, razen v enem vzorcu, nismo določili, koncentracije TOC v podzemni vodi so nizke, na koncentracijskem nivoju meje določanja analizne metode;
- povprečna koncentracija nitrata, $C_{\text{SRED, NO}_3} = 11 \text{ mg/l NO}_3$ ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO₃, ki je opredeljena z Uredbo o stanju podzemnih voda;
- koncentracije kroma so na koncentracijskem nivoju meje določanja analizne metode in ne presegajo mejnih vrednosti opredeljenih s Pravilnikom o pitni vodi (50 µg/l Cr);
- iz skupine pesticidov smo določili atrazin in desetilatrazin, koncentracije so na meji določanja, mejna vrednost, opredeljena z Uredbo o stanju podzemnih voda in Pravilnikom o pitni vodis ni bila presežena;
- v podzemni vodi vrtine smo določili 1,1,2,2-tetrakloroetilen in 1,1,2-trikloroeten, koncentracije ne presegajo mejne vrednosti, določene z Uredbo o stanju podzemnih voda, vsota obeh spojin je med 0,3 µg/l in 0,4 µg/l;
- koncentracija mineralnih olj je bila pod mejo določanja uporabljene analizne metode;
- podzemna voda dosega kriterije za dobro kemijsko stanje.

6.14 VRTINA GZS

V obdobju november 2011 – oktober 2013 so bila opravljena 4 vzorčenja. Na podlagi le-teh smo ugotovili:

- povprečna temperatura vode, $T_V = 14,4^\circ \text{ C}$, povprečna vrednost pH = 7,5, električne prevodnosti, $\kappa = 587 \mu\text{S/cm}$, nasičenost s kisikom je dobra in je višja od 50 %;

- koncentracije amonija in TOC v podzemni vodi so nizke, na koncentracijskem nivoju meje določanja analiznih metod;
- povprečna obdobjna koncentracija nitrata, $C_{SRED, NO_3} = 23 \text{ mg/l NO}_3$ ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO_3 , ki je opredeljena z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda;
- na tem merilnem mestu smo določili visoke koncentracije celotnega kroma in kroma v oksidativnem stanju VI. Rezultati preskušanj kažejo, da se krom nahaja predvsem v oksidativni obliki Cr^{6+} ($C_{SRED, Cr(sku)} = 23 \text{ } \mu\text{g/l Cr}$ in $C_{SRED, Cr^{6+}} = 18 \text{ } \mu\text{g/l Cr}$). Ne glede na to, da mejna vrednost za celotni Cr, opredeljena s Pravilnikom o pitni vodi ni presežena, pa so obstoječe obremenitve nesprejemljive z vidika oskrbe s pitno vodo;
- iz skupine pesticidov smo določili atrazin ($C_{SRED} = 0,10 \text{ } \mu\text{g/l}$) in desetilatrazin ($C_{SRED} = 0,10 \text{ } \mu\text{g/l}$), mejna vrednost opredeljena z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda ter Pravilnikom o pitni vodi je bila presežena v dveh vzorcih;
- ugotovili smo prisotnost lahkih organskih halogeniranih spojin (klorirana topila), koncentracije 1,1,2,2-tetrakloroetena in 1,1,2-trikloroetena ne presegajo mejne vrednosti, določene z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda, vsota obeh spojin ne preseže $1,1 \text{ } \mu\text{g/l}$;
- koncentracije mineralnih olj so bile pod mejo določanja uporabljene analizne metode;
- podzemna voda ne dosega kriterijev za dobro kemijsko stanje.

6.15 BREST II A, IŠKI VRŠAJ

V obdobju Monitoringa od novembra 2011 – oktobra 2013 smo opravili 4 vzorčenja, rezultati so naslednji:

- osnovne značilnosti vode, temperatura vode, pH vrednost in električna prevodnost (20° C) so stalne, temperatura vode, $T_V = 11,5^\circ \text{ C}$, $\text{pH} = 7,7$ in električna prevodnost, $\kappa = 380 \text{ } \mu\text{S/cm}$, nasičenost s kisikom je dobra in je višja od 50% ;
- amonija in TOC v podzemni vodi nismo določili v nobenem vzorcu;
- povprečna obdobjna koncentracija nitrata, $C_{SRED, NO_3} = 7 \text{ mg/l NO}_3$ ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO_3 , ki je opredeljena z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda;
- koncentracije kroma so na koncentracijskem nivoju meje določanja analizne metode in ne presegajo mejnih vrednosti opredeljenih s Pravilnikom o pitni vodi ($50 \text{ } \mu\text{g/l Cr}$);
- koncentracije pesticidov so na meji določanja analiznih metod;
- v vzorcih smo določili 1,1,2,2 - tetrakloroeten in 1,1,1 – trikloroetan, v koncentracijah, ki ne presegajo mejne vrednosti določene z Uredbo o stanju podzemnih voda in Uredbo o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda.
- najvišja koncentracija 1,1,2-trikloroetena je $2 \text{ } \mu\text{g/l}$, kar je tudi mejna vrednost po Uredbi o stanju podzemnih voda in Uredbi o dopolnitvah uredbe o stanju podzemnih voda.
- koncentracije mineralnih olj so bile pod mejo določanja uporabljene analizne metode;

- podzemna voda še dosega kriterije za dobro kemijsko stanje.

7 KAKOVOST IN OBREMENTITVE POVRŠINSKIH VODOTOKOV

Površinski vodotoki na območju MOL: Sava, Ljubljanica, Gradaščica, Mali Graben, Črnušnjica, Ižica, Besnica, Bezlanov graben in Curnovec so glede hidroloških razmer močno odvisni od količine padavin skozi vse leto. To še posebej velja za manjše vodotoke.

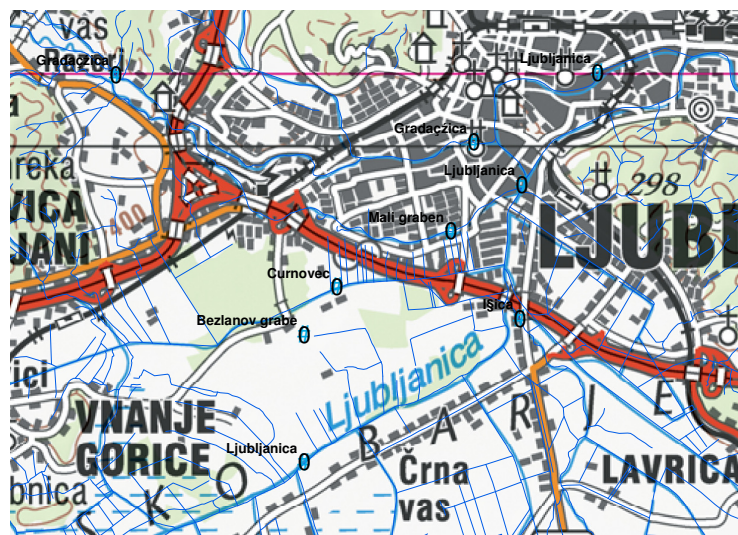
Izjema je reka Sava, ki se napaja tudi s snežnimi padavinami, predvsem v svojem zgornjem toku; le-te izdatno vplivajo na hidrološke razmere v aprilu in maju ter v oktobru in novembru.

Poleg tega visoke temperature (predvsem poletne) in morebiten nizek vodostaj dodatno slabo vplivajo na razmere v vodotokih, zato v poročilu lahko ocenjujemo stanje le v obdobju vzorčenja, to je v zadnjem obdobju Monitoringa - julija 2012, septembra 2012 (Bezlanov graben in Črnušnjica) ter avgusta 2013 in oktobra 2013 (Črnušnjica).

7.1 LJUBLJANICA

Ljubljanica je desni pritok reke Save in je glavni površinski vodotok na preiskovanem območju v okviru programa Monitoringa MOL.

V Ljubljanico se izlivajo vsi ostali vodotoki, ki jih preiskujemo v okviru programa Monitoringa (razen reke Save), zato le-ti posredno vplivajo na njeno kakovost, slika 18.



Slika 18: Ljubljana – pregledna situacija

V preiskovanem obdobju smo ugotovili, da parametra koncentracija kisika in nasičenost s kisikom izpolnjujeta kriterije Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib. Izjema je Ljubljanica Zalog – za izlivom iz CČN, kjer je bila 05.08.2013 koncentracija kisika le 5,6 mg/l O₂.

Koncentracije amonija so nizke na vseh vzorčnih mestih, najvišje so pod izlivom Malega grabna v višini Špice, 0,18 in 0,19 mg/l NH₄. Koncentracije amonija ne presegajo normativne vrednosti po Uredbi o kakovosti sladkovodnih voda za življenje sladkovodnih vrst rib.

Nizke so tudi koncentracije nitrata, v vseh vzorcih so v okviru normativnih vrednosti in ne kažejo na obremenitve z dušikovimi spojinami.

Organskih snovi, ki za razgradnjo porabljajo kisik, je malo, na to kažejo rezultati preiskav na oksidativnost, (poraba KMnO₄). Koncentracije omenjenih snovi so na vseh vzorčnih mestih reke Ljubljanice zelo nizke.

Relativno ugodne so razmere glede koncentracije celotnih fosfatov, ki ne presegajo mejne vrednosti opredeljene z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib. Izjema je, tako kot v prejšnjem obdobju Monitoringa, koncentracija celotnih fosfatov v Ljubljanici Zalog – za izlivom iz CČN, ki presega mejno vrednost omenjene Uredbe.

V obdobju november 2011 – oktober 2013 so bile koncentracije mikroelementov, anionskih aktivnih snovi, mineralnih olj in fenolnih snovi na meji določanja analiznih metod oz. koncentracije niso presegle okoljskih standardov kakovosti iz Uredbe o stanju površinskih voda in Uredbe o spremembah in dopolnitvah Uredbe o stanju površinskih voda.

Rezultati mikrobioloških preiskav kažejo na manjše sveže fekalno onesnaženje na mestu Ljubljanica Zalog – za izlivom iz CČN in na močno fekalno onesnaženo vodo v Ljubljanici – pod izlivom Malega Grabna v višini Špice, medtem ko so razmere v Ljubljanici nad izlivom Bezlanovega grabna mikrobiološko ustrezne, glede na zahteve Uredbe o upravljanju kakovosti kopalnih voda.

V sedimentu, ki je bil odvzet 30.07.2012 v Ljubljanici nad izlivom Bezlanovega grabna, smo izmerili visoke koncentracije kroma. Izmerjena koncentracija kroma je bila 200 mg/kg s.s. in z upoštevanjem merilne negotovosti presega imisijsko opozorilno vrednost (150 mg/kg s.s.) po Uredbi o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednosti nevarnih snovi v tleh. Koncentracije kroma so bile 4 do 10 višje, kot so običajne koncentracije v sedimentu vodotokov Ljubljanskega polja. V letu 2013 je bila izmerjena koncentracija kroma v sedimentu nižja (34 mg/kg s.s.) in ni presegala imisijske mejne vrednosti (100 mg/kg s.s.) po Uredbi o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednosti nevarnih snovi v tleh.

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 22.

Tabela 22.: 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⁾
Reka Ljubljanica »nad izlivom Bezlanovega grabna«	»dobro kemijsko stanje«	»ustrezno«	»Neustrezno« (mikrobiološke razmere)
Reka Ljubljanica »Pod izlivom Malega grabna v	»dobro kemijsko stanje«	»neustrezno« (celotni fosfat)	»Neustrezno« (mikrobiološke

Površinski vodotok	Ocena kemijskega stanja ¹⁾	Ocena razmere glede na kriterije površinske vode za življenje sladkovodnih rib ²⁾	Min. higienske razmere ³⁾
višini Špice«			razmere)
Reka Ljubljanica »Zaloga za izlivom iz CCN«	»dobro kemijsko stanje«	»neustrezno« (celotni fosfat, kisik)	»Neustrezno« (mikrobiološke razmere)

Opombe

- 1) Ocena izdelana na osnovi mejnih vrednosti za nitrat, mineralna olja, adsorbiljive organske halogene spojine (AOX), bor, baker, cink, krom, nikelj, svinec, arzen, di- in tri-klorometan, 1,2-dikloroetan, tetraklorometan, 1,1,2,2-tetrakloroeten in 1,1,2-trikloroeten, opredeljene z Uredbo o stanju površinskih voda in Uredbo o spremembah in dopolnitvah uredbe o stanju površinskih voda;
- 2) Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib;
- 3) Uredba o upravljanju kakovosti kopalnih voda;

7.2 MALI GRABEN IN CURNOVEC

Tudi v obdobju november 2011 – oktober 2013 so bile v potoku Curnovec razmere s kisikom skrajno neugodne, koncentracije kisika so bile 4,8 mg/l O₂ in 1,7 mg/l O₂. Skoraj zagotovo je to posledica velikih obremenitev potoka z organskimi snovmi, kar kažejo tudi vrednosti parametrov, povezanih s koncentracijo organskih spojin v vodi (celotni organski ogljik, TOC je 13 mg/l C in 34 mg/l C, oksidativnost 7,1 mg/l O₂ in 8,6 mg/l O₂ ter biokemijska potreba po kisiku, BPK₅, 3,6 mg/l O₂ in 4,3 mg/l O₂).

V potoku Curnovec smo določili tudi izredno visoke koncentracije dušikovih spojin (35 mg/l N in 47 mg/l N), merjeno kot skupni dušik in kot amonij (NH₄).

Razmere s kisikom so bile v Malem Grabnu, v primerjavi s potokom Curnovec, bistveno ugodnejše, koncentracije kisika so bile 8,2 in 6 mg O₂/l.

Obremenitev s fosfati je v območju mejne vrednosti (0,2 mg/l PO₄), glede na Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib.

Koncentracije mikroelementov so bile v Malem Grabnu nizke, nekoliko višje pa v vodi potoka Curnovec: arzen, 3 in 2,7 µg/l As, baker 2,1 µg/l Cu, krom 3,7 in 2,7 µg/l Cr in nikelj 2,6 µg/l Ni, ki ne presegajo okoljskih standardov kakovosti iz Uredbe o stanju površinskih voda in Uredbe o spremembah in dopolnitvah Uredbe o stanju površinskih voda.

Ponovno izpostavljamo obremenitev Curnovca z borom, 620 in 700 µg/l B, ki vplivajo tudi na razmere v Malem Grabnu. Po Uredbi o stanju površinskih voda in Uredbi o spremembah in dopolnitvah uredbe o stanju površinskih voda ta koncentracija dosega standard NDK-OSK za bor in borove spojine.

V času vzorčenja so bile koncentracije mineralnih olj in fenolnih snovi na meji določanja analiznih metod.

Mikrobiološke razmere v potoku Mali Graben ne izpolnjujejo kriterije Uredbe o upravljanju kopalnih voda. Rezultati preiskav kažejo na fekalno onesnaženje.

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 23.

Tabela 23.: 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⁾
Mali Graben	»dobro stanje« <i>kemijsko</i>	»Ustrezno«	»Neustrezno« (mikrobiološke razmere)
Potok Curnovec	»dobro stanje« <i>kemijsko</i>	»Neustrezno« (razmere s kisikom, amonij, vrednosti za BPK ₅)	

Opombe

- 1) Ocena izdelana na osnovi mejnih vrednosti za nitrat, mineralna olja, adsorbljive organske halogene spojine (AOX), bor, baker, cink, krom, nikelj, svinec, arzen, di- in tri-klorometan, 1,2-dikloroetan, tetraklorometan, 1,1,2,2-tetrakloroeten in 1,1,2-trikloroeten, opredeljene z Uredbo o stanju površinskih voda in Uredbo o spremembah in dopolnitvah uredbe o stanju površinskih voda;
- 2) Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib;
- 3) Uredba o upravljanju kakovosti kopalnih voda.

7.3 BEZLANOV GRABEN

Mesto vzorčenja za Bezlanov Graben je pred izlivom v Ljubljano.

V obdobju november 2011 – oktober 2013 je bila koncentracija kisika v Bezlanovem grabnu izredno nizka, 2,2 mg/l O₂. Koncentracija organskih snovi je povišana (rezultati TOC, KMnO₄ tudi BPK₅), določili smo TOC 15 mg C/l, porabo KMnO₄ 9,6 mg O₂/l ter 8,2 mg O₂/l pri parametru BPK₅. Koncentracija amonija je 1,3 mg/l NH₄, celotnega fosforja pa 0,4 mg PO₄/l, kar v obeh primerih presega normativne vrednosti Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib.

Visoka je koncentracija bora in sicer 1300 µg/l, kar sicer še ne presega normativne vrednosti NDK-OSK Uredbe o stanju površinskih voda in Uredbe o spremembah in dopolnitvah uredbe o stanju površinskih voda, ki je 1800 µg/l.

Določili smo tudi druge mikroelemente, baker, 2 µg/l Cu, cink, 3,4 µg/l Zn, krom, 1,9 µg/l Cr in 2,3 µg As/l, ki ne presegajo okoljskih standardov kakovosti iz Uredbe o stanju površinskih voda in Uredbe o spremembah in dopolnitvah Uredbe o stanju površinskih voda..

Koncentracije mineralnih olj in fenolnih snovi so bile na meji določanja za uporabljene analize metode.

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 24.

Tabela 24.: Pregledna ocena razmer v reki Bezlanovega Grabna

Površinski vodotok	Ocena kemijskega stanja ¹⁾	Ocena razmere glede na kriterije površinske vode za življenje sladkovodnih rib ²⁾
Bezlanov Graben »pred izlivom v Ljubljanico«	»dobro kemijsko stanje«	»Neustrezno« (razmere s kisikom, amonij).

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.

7.4 GRADAŠČICA

Potok Gradaščica je površinski vodotok, ki priteče s severozahoda Ljubljane, ob strugi so v glavnem kmetijske površine (travniki in obdelovalne površine), območje je redko poseljeno, slika 19.



Slika 19: Gradaščica – pregledna situacija

Dolvodno se v Gradaščico zlivajo odpadne komunalne vode, ki vplivajo na koncentracije raztopljenega kisika, celotnega fosforja in drugih onesnaževal.

Koncentracije kisika so bile v času Monitoringa relativno visoke, na mestu Gradaščica nad Ljubljano 8,2 in 7,4 mg O₂/l ter na mestu Gradaščica pred izlivom v Ljubljanico 9,3 ter 7,8 mg O₂/l.

Višje obremenitve z amonijem in celotnimi fosfati smo določili na mestu vzorčenja Gradaščica pred izlivom v Ljubljanico in sicer 0,5 mg/l NH₄ ter 0,6 in 0,3 mg PO₄/l, kar glede fosforja presega normativno mejo Uredbe o kakovosti sladkovodnih voda za življenje sladkovodnih vrst rib.

V času vzorčenja so bile koncentracije mineralnih olj in fenolnih snovi na meji določanja analiznih metod.

Mikrobiološke razmere v reki Gradaščici ne izpolnjujejo kriterijev Uredbe o upravljanju kopalnih voda, na obeh mestih vzorčenja rezultati preiskav kažejo na izrazito fekalno kontaminacijo.

Povzetek ocene razmer

V nadaljevanju v tabeli 25 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 25.: 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⁾
Gradaščica »nad Ljubljano«	»dobro kemijsko stanje«	»Ustrezno«	»Neustrezno« (mikrobiološke razmere)
Gradaščica »pred izlivom v Ljubljanico«	»dobro kemijsko stanje«	»Neustrezno« (spojine fosforja – celotni fosfat).	»Neustrezno« (mikrobiološke razmere)

Opombe

- 1) Ocena izdelana na osnovi mejnih vrednosti za nitrat, mineralna olja, adsorbiljive organske halogene spojine (AOX), bor, baker, cink, krom, nikelj, svinec, arzen, di- in tri-klorometan, 1,2-dikloroetan, tetraklorometan, 1,1,2,2-tetrakloroeten in 1,1,2-trikloroeten, opredeljene z Uredbo o stanju površinskih voda in Uredbo o spremembah in dopolnitvah uredbe o stanju površinskih voda;
- 2) Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib;
- 3) Uredba o upravljanju kakovosti kopalnih voda;

7.5 IŽICA

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

V času vzorčenja so bile v avgustu 2013 razmere s kisikom v reki neugodne, koncentracija je bila 5,7 mg O₂/l. Kriteriji Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib niso bili izpolnjeni.

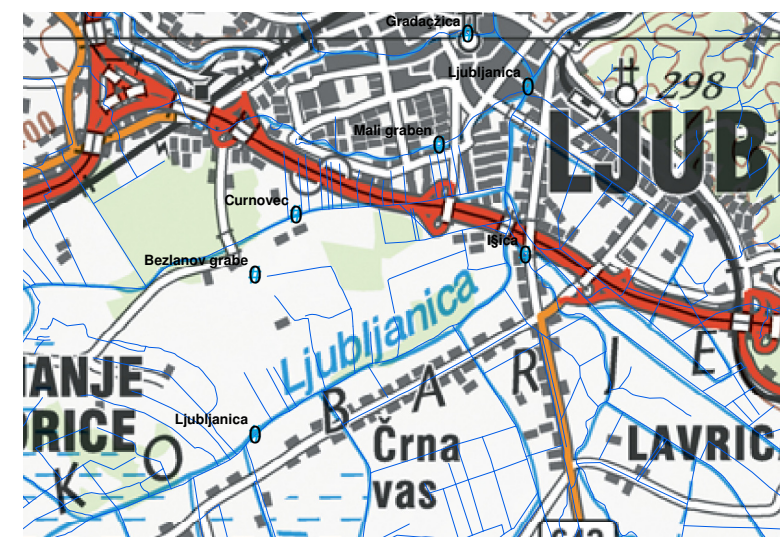
Koncentracije organskih snovi so bile relativno nizke pri obeh vzorčenjih, enako koncentracije amonija in nitratov.

Celotni fosfati presegajo kriterij Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib in sicer smo jih določili v koncentracijah 0,6 in 0,3 mg PO₄/l.

V času vzorčenja v vzorcih nismo določili mineralnih olj in fenolnih snovi, oziroma so bile koncentracije na meji določanja analiznih metod.

V času vzorčenja so bile koncentracije mikroelementov na spodnji meji določanja analiznih metod.

Mikrobiološko stanje v Ižici ne izpolnjuje kriterijev Pravilnika o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode, slika 20, izpolnjuje pa kriterije Uredbe o upravljanju kopalnih voda.



Slika 20: Ižica – pregledna situacija

Povzetek ocene razmer

V nadaljevanju navajamo oceno razmer in parametre, ki so vzrok za slabšo ali neugodno oceno glede na posamezne področja kriterijev (upoštevali smo povišane izmerjene vrednosti in/ali izmerjene vrednosti, ki presegajo mejne vrednosti za posamezna področja kriterijev), tabela 26.

Tabela 26.: 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⁾
Ižica »pred izlivom v Ljubljanico«	»dobro kemijsko stanje«	»Neustrezno« (razmere s kisikom in spojine fosforja – celotni fosfat)	»Ustrezno« v letu 2013 »Neustrezno« v letu 2012

Opombe

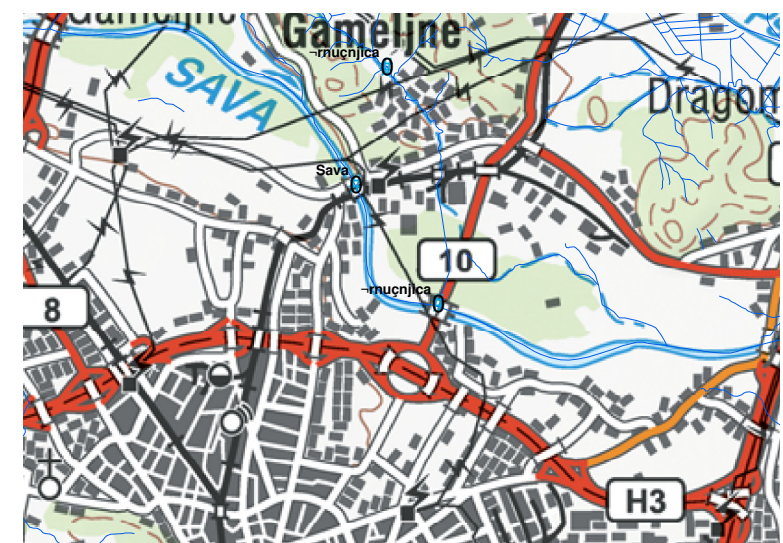
- 1) Ocena izdelana na osnovi mejnih vrednosti za nitrat, mineralna olja, adsorbiljive organske halogene spojine (AOX), bor, baker, cink, krom, nikelj, svinec, arzen, di- in tri-klorometan, 1,2-dikloroetan, tetraklorometan, 1,1,2,2-tetrakloroeten in 1,1,2-trikloroeten, opredeljene z Uredbo o stanju površinskih voda in Uredbo o spremembah in dopolnitvah uredbe o stanju površinskih voda;
- 2) Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib;
- 3) Uredba o upravljanju kakovosti kopalnih voda ,

7.6 SAVA

Sava je osrednji površinski vodotok v Sloveniji. Na geografskem območju, na katerem se izvaja Monitoring MOL pa se vanjo izlivajo vsi vodotoki, ki so vključeni v preiskave na območju MOL.

Reka Sava dolvodno od Črnuč vpliva na hidrološke razmere in deloma tudi na kemijsko stanje podzemne vode na območju Ljubljanskega polja.

Pri Zalogu priteka v reko Savo Ljubljanica.



Slika 21: Sava in Črnušnjača – pregledna situacija

Razmere s kisikom so bile leta 2012 ugodnejše kot leto poprej, izmerjeni koncentraciji kisika, 9,4, in 7,8 mg/l O₂ zadoščata kriterijem Uredbe o kakovosti sladkovodnih voda za življenje sladkovodnih vrst rib.

V času vzorčenja nismo določili višjih koncentracij organskih snovi (izraženih s celotnim organskim ogljikom oz. TOC in kemijsko ter biokemijsko potrebno po kisiku KPK – KMnO₄ oz. BPK₅).

Koncentracije fosforja (celotni fosfati) so nizke, kriteriji Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib so izpolnjeni.

V času vzorčenja smo določili nizke koncentracije težkih kovin oz. so koncentracije na meji določljivosti analiznih metod, prav tako so na meji določljivosti analiznih metod koncentracije mineralnih olj in fenolnih snovi.

Mikrobiološke razmere v reki Savi izpolnjujejo kriterije Uredbe o upravljanju kakovosti kopalnih voda, ne izpolnjujejo pa kriterijev Pravilnika o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode.

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 27.

Tabela 27.: 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⁾
Sava »nad Črnuškim mostom«	»dobro kemijsko stanje«	»Ustrezno«	»Ustrezno« ⁴⁾

Opombe

- 1) Ocena izdelana na osnovi mejnih vrednosti za nitrat, mineralna olja, adsorbljive organske halogene spojine (AOX), bor, baker, cink, krom, nikelj, svinec, arzen, di- in tri-klorometan, 1,2-dikloroetan, tetraklorometan, 1,1,2,2-tetrakloroeten in 1,1,2-trikloroeten, opredeljene z Uredbo o stanju površinskih voda in Uredbo o spremembah in dopolnitvah uredbe o stanju površinskih voda;
- 2) Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib;
- 3) Uredba o upravljanju kakovosti kopalnih voda;
- 4) Z neupoštevanjem 1 vzorca v juniju 2012.

7.7 ČRNUŠNJICA IN BESNICA

Črnušnjica je levi pritok reke Save, slika 21. Njeno povodje obsega poseljena območja Črnuč in naselij, ki ležijo severno oz. severozahodno od Črnuč, na primer Gameljne.

V času vzorčenja v potoku Črnušnjica smo ugotovili ugodne razmere s kisikom, kriteriji Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib so bili izpolnjeni.

K ugodnim razmeram so pripomogle nizke koncentracije organskih spojin (izražene kot celotni organski ogljik, TOC in kemijsko ter biokemijsko potrebno po kisiku KPK – KMnO_4 oz. BPK_5). Kriteriji Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib so bili izpolnjeni.

Koncentracije amonija in fosforja (celotni fosfati in orto fosfati) so nizke, kriteriji Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib so bili izpolnjeni.

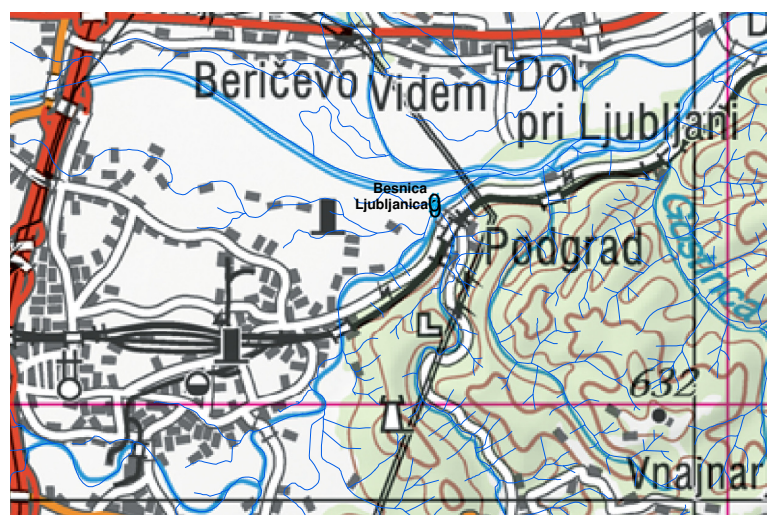
V času vzorčenja smo v zaznavnih koncentracijah določili krom in svinec, ostali mikroelementi so v koncentracijah na meji določljivosti analiznih metod. Koncentracije mineralnih olj in fenolnih snovi so prav tako na meji določljivosti analiznih metod.

Potok Besnica priteče z območja Kašeljskega griča, slika 22. Področje potoka je slabo naseljeno, možnosti obremenitev potoka z odpadnimi vodami so majhne.

Na to kažejo tudi visoke koncentracije kisika 8,9 in 9,3 mg O_2/l , nizke koncentracije organskih snovi, amonija in fosfatov.

V vodi potoka smo določili nizke koncentracije kroma, ostalih mikroelementov nismo določili, prav tako ne mineralnih olj in fenolnih snovi.

Mikrobiološka slika potoka je neugodna, kriteriji Uredbe o upravljanju kakovosti kopalnih voda niso izpolnjeni.



Slika 22: Besnica – pregledna situacija

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 28.

Tabela 28.: Pregledna ocena razmer v potoku Črnušnjica in Besnica

Površinski vodotok	Ocena kemijskega stanja ¹⁾	Ocena razmere glede na kriterije površinske vode za življenje sladkovodnih rib ²⁾	Min. higienske razmere ³⁾
Črnušnjica »pred izlivom v Savo«	»dobro stanje«	»Ustrezno«	Neustrezno«
Besnica »pred izlivom v Ljubljanico«	»dobro stanje«	»Ustrezno«	»Neustrezno«

Opombe

- 1) Ocena izdelana na osnovi mejnih vrednosti za nitrat, mineralna olja, adsorbiljive organske halogene spojine (AOX), bor, baker, cink, krom, nikelj, svinec, arzen, di- in tri-klorometan, 1,2-dikloroetan, tetraklorometan, 1,1,2,2-tetrakloroeten in 1,1,2-trikloroeten, opredeljene z Uredbo o stanju površinskih voda in Uredbo o spremembah in dopolnitvah uredbe o stanju površinskih voda;
- 2) Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib;
- 3) Uredba o upravljanju kakovosti kopalnih voda;

8 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 november 2011 – oktober 2013, smo ugotovili:

- osnovni parametri kot so pH, elektroprevodnost, redoks potencial, koncentracija kisika ter koncentracije posameznih raztopljenih mineralnih snovi se med merilnimi mesti lahko precej razlikujejo.

- elektroprevodnost je povezana s koncentracijo raztopljenih mineralnih snovi, ki pa se ob vdoru drugega vira ali zatekanju padavinskih ali odpadnih vod lahko hitro spremenijo. To nam je tudi merilo za primernost merilnega mesta, ki v takih primerih ni reprezentativno. Najvišjo električno prevodnost vode smo izmerili v aprilu 2013 na vrtini Petrol ob Celovski, 781 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Vrednosti pH in elektroprevodnosti so na vseh mestih ustrezale kriterijem, ki so opredeljeni s predpisi RS za pitno vodo.
- na osnovi rezultatov preiskav podzemne vode na TOC smo ugotovili, da podzemna voda na preiskovanih mestih vzorčenja ni obremenjena z organskimi snovmi. V celotnem obdobju 2003 -2013 ni opaziti statistično pomembnih sprememb, niti trendov.
- tako kot v prejšnjem obdobju Monitoringa - tudi v tem obdobju vzorčenja, od novembra 2011 – oktobra 2013, na vzorčevalnem mestu PB-4, Kolezija, v aprilu 2012 in aprilu 2013, v vodi nismo izmerili prisotnosti kisika ($X_{\text{MIN}} < 10 \%$), v ostalih dveh vzorcih pa so bile vrednosti nizke (do 50%), kar kaže na izrazito anaerobne razmere na tem mestu.
- koncentracije amonija so bile v obdobju november 2011 – oktober 2013 v večini preiskovanih vzorcih pod mejo zaznavanja uporabljene analize metode (0,01 mg/l NH_4) ali na meji zaznavanja omenjene metode, razen v vzorcu iz PB-4, Kolezija, kjer je bila koncentracija amonija v decembru 2011 1,7 mg/l NH_4 in je preseгла normativno vrednost za pitno vodo (0,5 mg/l NH_4). V preostalih treh vzorčenjih na tem vzorčevalnem mestu, do oktobra 2013, so bile koncentracije med 0,34 in 0,63 mg/l NH_4 .
- koncentracije nitratov v podzemni vodi Ljubljanskega polja in Barja so bile, v zadnjem obdobju Monitoringa, znotraj normativnih vrednosti za nitrate, opredeljenih z Uredbo o stanju podzemnih voda in s Pravilnikom o pitni vodi (50 mg/l NO_3).
- od mikroelementov moramo spet izpostaviti statistično povdajene obremenitve podzemne vode s celotnim kromom in kromom v oksidativnem stanju VI. Le-te smo spet ugotovili na vodnem zajetju Hrastje in sicer v vodnjaku Hrastje Ia in Hrastje VIII, v vrtini BŠV-1/99, LMV-1 Mlekarna ter v vrtini GZS. Mejna vrednost 50 $\mu\text{g}/\text{l}$ Cr, določena s Pravilnikom o pitni vodi ni bila presežena. Za vsa mesta, razen Hrastja Ia, lahko opazimo trende zmanjšanja obremenitev v obdobju november 2011-oktober 2013.
- kar se tiče obremenjenosti s pesticidi lahko povzamemo, da koncentracije atrazina počasi upadajo na vseh mestih, razen v Hrastju Ia, kjer koncentracije sicer nihajo, a trendov ni zaznati.
- pri desetih atrazinu je slika nekoliko drugačna, v Brestu IA lahko opazimo trend naraščanja tega metabolita atrazina, na ostalih mestih pa ni zaznati izrazitejših trendov gibanja koncentracij.
- pregled razmer skozi daljše obdobje – to je 2003 - 2013 pa kaže na statistično izraženo zmanjšanje obremenitev podzemne vode z atrazinom in njegovimi razgradnimi produkti.
- kar se tiče obremenjenosti z LKCH, se pravi lahkohlapnimi halogeniranimi organskimi spojinami v okviru Monitoringa MOL, v obdobju november 2011 – oktober 2013, smo v podzemni vodi določili tako 1,1,2,2 – tetrakloroeten kot tudi 1,1,2 – trikloroeten. 1,1,2,2 – tetrakloroeten smo določili v najvišjih koncentracijah med 0,1 in 0,6 $\mu\text{g}/\text{l}$ na posameznih mestih, 1,1,2 – trikloroeten pa na mestih Brest Ia, IIa ter LMV-1 mlekarne - v nekajkrat višjih koncentracijah, to je med 1,0 in 2,0 $\mu\text{g}/\text{l}$. Če primerjamo obdobje november 2011 – oktober 2013, z obdobjem julij 2008 – junij 2010, opazimo manjše povečanje obremenitev

z 1,1,2,2 tetrakloroetenom na skoraj vseh mestih. Pri 1,1,2 trikloroetenu pa so koncentracije primerljive, ponekod so celo nekoliko nižje kot v prejšnjem obdobju monitoringa .

- če pogledamo rezultate lahkih kloriranih spojin čez daljše obdobje Monitoringa, lahko ugotovimo statistično dobro izraženo zmanjšanje obremenitev podzemne vode z 1,1,2,2 – tetrakloroetenom in 1,1,2 – trikloroetenom.

Na osnovi rezultatov preiskav kakovosti in obremenitev z nevarnimi snovmi **površinskih vodotokov**, pritokov reke Ljubljanice, izvedenih v okviru programa Monitoringa MOL v obdobju november 2011 – oktober 2013 lahko povzamemo:

- v preiskovanih površinskih vodotokih nismo določili višjih koncentracij organskih spojin, ki vplivajo tudi na koncentracijo kisika, le-ta je bila prenizka v štirih vodotokih;
- na razmere s kisikom vplivajo tudi hidrološke razmere, zato se razmere v času povečanih temperatur še poslabšajo, posebno v manjših vodotokih;
- nekaj vodotokov je čezmerno obremenjenih z dušikovimi spojinami (amonijem) in fosforjem. Te obremenitve so posledica pritekanja odpadnih vod iz komunalne infrastrukture. Vodotoki, pretirano obremenjeni z dušikovimi in fosforjevimi spojinami ne zadoščajo kriterijem Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib;
- vpliv komunalnih odpadnih vod na preiskovane vodotoke ima za posledico slabe mikrobiološke razmere;
- tudi v tem obdobju monitoringa so z mikroelementi najbolj obremenjeni vodotoki Curnovec in Bezlanov graben ter Gradaščica, na odseku pred izlivom v Ljubljano. Vzrok je verjetno v iztoku tehnoloških odpadnih vod.

9 PRILOGE

- Priloga 9.1: Geografska lega mest vzorčenja s prikazanimi podatki za nitrat, krom – (celotni), desetilatrazin) v podzemni vodi in prikaz kakovosti površinskih vodotokov – mikrobiološko stanje
- Priloga 9.2: Metodologija vzorčenja – podzemna voda
- Priloga 9.3: Metodologija vzorčenja – površinski vodotoki – vode in sediment ter poročila o vzorčenju in meritvah na terenu
- Priloga 9.8: Zbirni rezultati fizikalno kemijske preiskave podzemne vode
- Priloga 9.9: Zbirni rezultati fizikalno kemijske preiskave površinskih vodotokov
- Priloga 9.10: Zbirni rezultati mikrobioloških preiskav vode površinskih vodotokov
- Priloga 9.11: Trendi obremenitev na posameznih mestih vzorčenja
- Priloga 9.12: Primerjava obremenitev med mesti vzorčenj v letih 2003 – november 2013

**9.1 GEOGRAFSKA LEGA MEST VZORČENJA S PRIKAZANIMI PODATKI ZA
NITRAT, KROM – (CELOTNI), DESETILATRAZIN V PODZEMNI VODI IN
PRIKAZ KAKOVOSTI POVRŠINSKIH VODOTOKOV – MIKROBIOLOŠKO
STANJE**

(5 strani)

9.2 METODOLOGIJA VZORČENJA – PODZEMNA VODA

Vzorčenje podzemne vode je bilo izvedeno po akreditirani metodi skladno z določili standarda SIST EN ISO/IEC 17025 ter z upoštevanjem določil:

- Pravilnika o monitoringu podzemnih voda (Ur. list RS, št. 31/2009);
 - Pravilnika o pitni vodi (Ur. list RS, št. 19/2004, 35/2004, 26/2006, 92/2006 in 25/2009);
- in standardov:
- ISO 5667-11:2010 Kakovost vode - Vzorčenje - 11. del: Navodilo za vzorčenje podzemne vode;
 - SIST ISO 5667-5:2006, Kakovost vode - Vzorčenje - 5. del: Navodilo za vzorčenje pitne vode iz sistemov oskrbe z vodo;
 - SIST EN ISO 5667-3:2013, Kakovost vode – Vzorčenje – 3. del: Shranjevanje in ravnanje z vzorci vode;
 - ISO 5667-14:1999, Kakovost vode - Navodilo za zagotavljanje kakovosti vzorčenja vode v okolju in ravnanja z vzorci.

Vzorci za analizo na amonij, kovine in ortofosfat 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 30. 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	

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

Vzorčenje vode je bilo izvedeno skladno z določili veljavnih predpisov:

- Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o monitoringu stanja površinskih voda (Ur. list RS, št. 81/2011);
- 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:

- SIST ISO 5667-6:2007 - Kakovost vode - Vzorčenje - 6. del: Navodilo za vzorčenje rek in vodnih tokov;
- SIST EN 5667-1:2007, Kakovost vode – Vzorčenje - 1. del: Navodilo za načrtovanje programov vzorčenja;
- SIST EN ISO 5667-1:2007/AC:2007, Kakovost vode - Vzorčenje - 1. del: Navodilo za načrtovanje programov in tehnik vzorčenja (ISO 5667-1:2006) - Popravek AC
- SIST EN ISO 5667-3:2013, Kakovost vode – Vzorčenje – 3. del: Shranjevanje in ravnanje z vzorci vode;
- ISO 5667-14:1999, 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 in amonij 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 31.

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

9.4 ZBIRNI REZULTATI FIZIKALNO KEMIJSKE PREISKAVE PODZEMNE VODE

(16 strani)

9.5 ZBIRNI REZULTATI POVRŠINSKIH VODOTOKOV (VODE IN SEDIMENT)

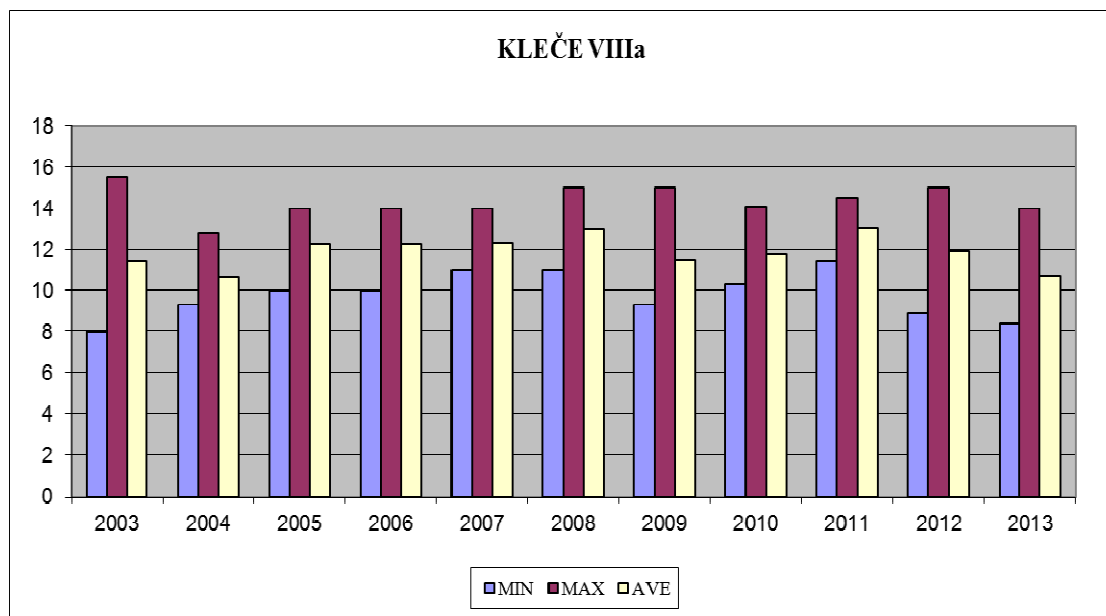
(4 strani)

9.6 ZBIRNI REZULTATI MIKROBIOLOŠKIH PREISKAV VODE POVRŠINSKIH VODOTOKOV

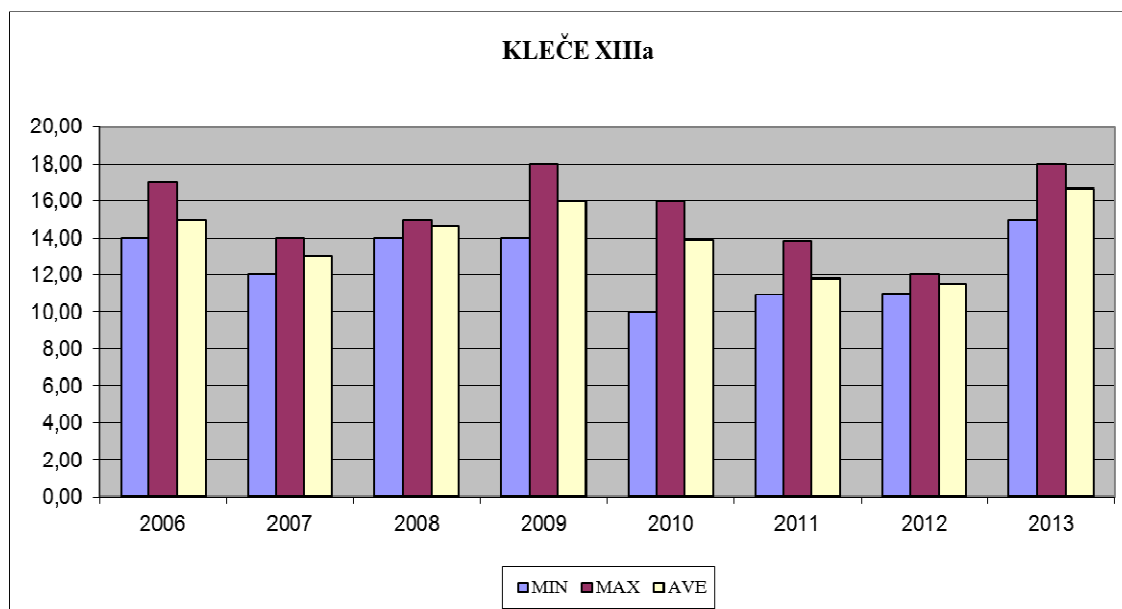
(2 strani)

9.7 TRENDI OBREMENITEV NA POSAMEZNIH MESTIH VZORČENJA

9.7.1. Kleče

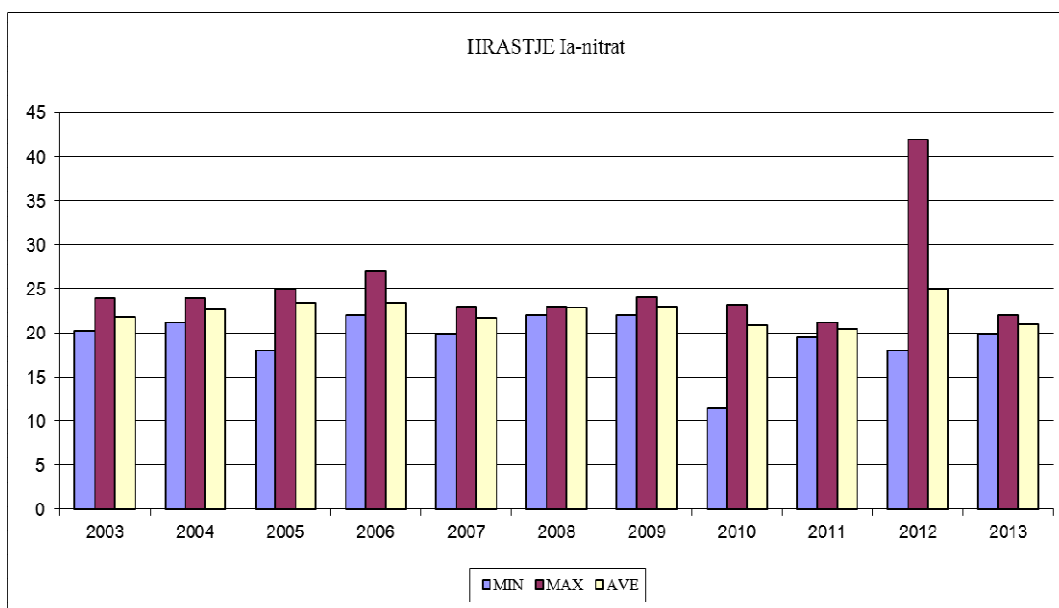


Slika 23: Koncentracija nitrata v črpališču Kleče VIIIa v letih 2003 – 2013

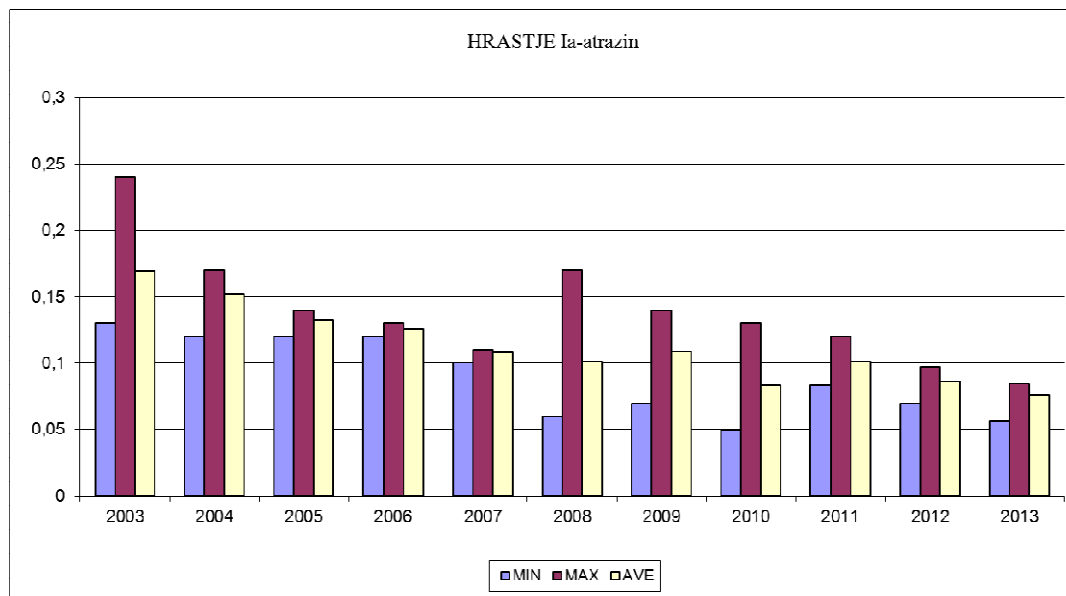


Slika 24: Koncentracija nitrata v črpališču Kleče XIII v letih 2003 - 2013

9.7.1 Hrastje Ia

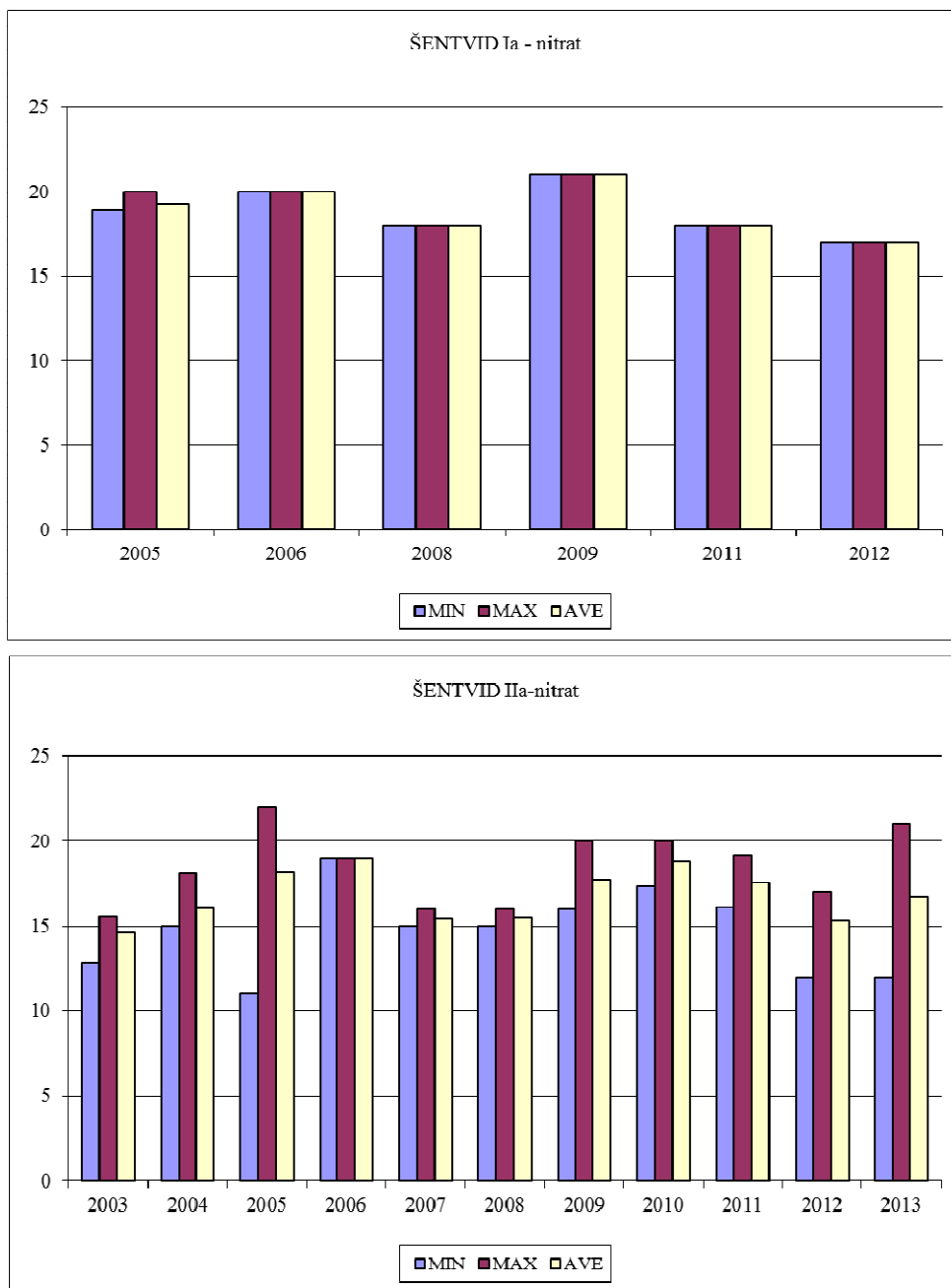


Slika 25: Koncentracija nitrata v črpališču Hrastje Ia v letih 2003 – 2013



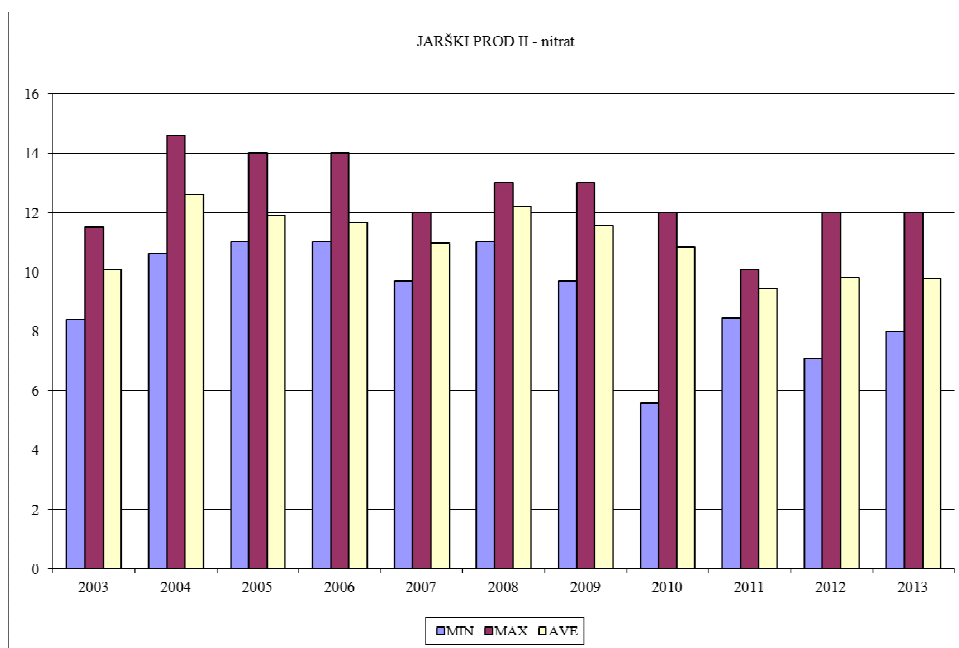
Slika 26: Koncentracije atrazina v Hrastju Ia v letih 2003 – 2013

9.7.2 Šentvid



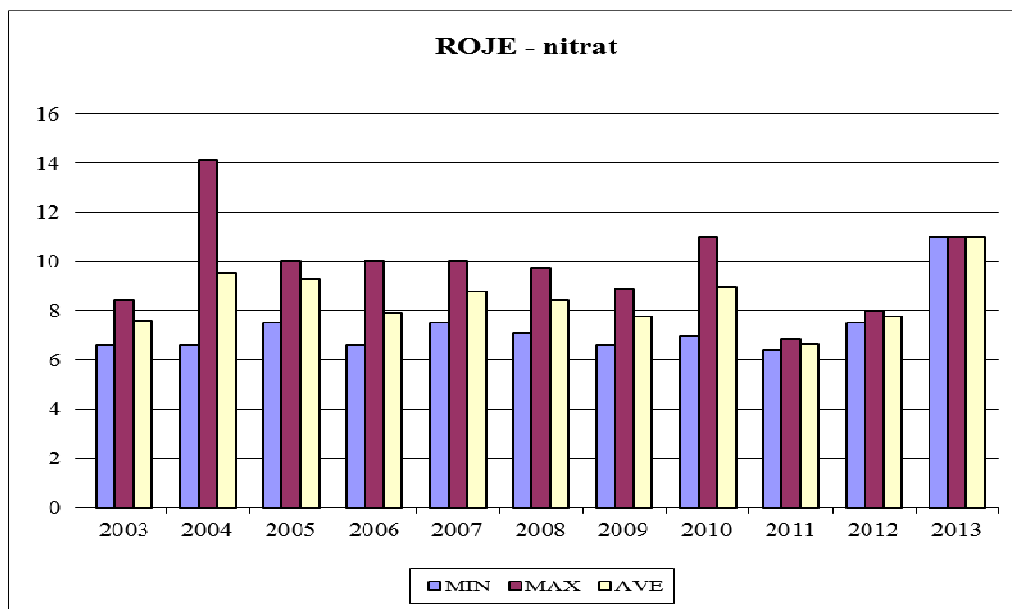
Slika 27: Koncentracije nitrata v Šentvidu Ia in II a v letih 2003 - 2013

9.7.3 Jarški prod



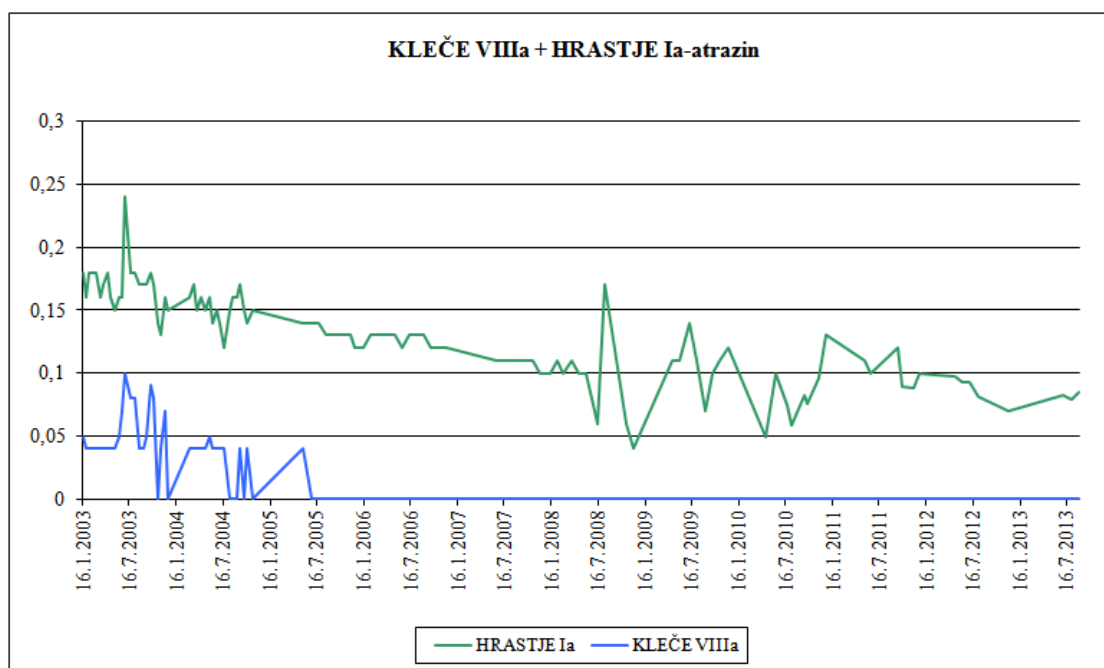
Slika 28: Koncentracije nitrata v Jarškem prodru v letih 2003 - 2013

9.7.4 Roje

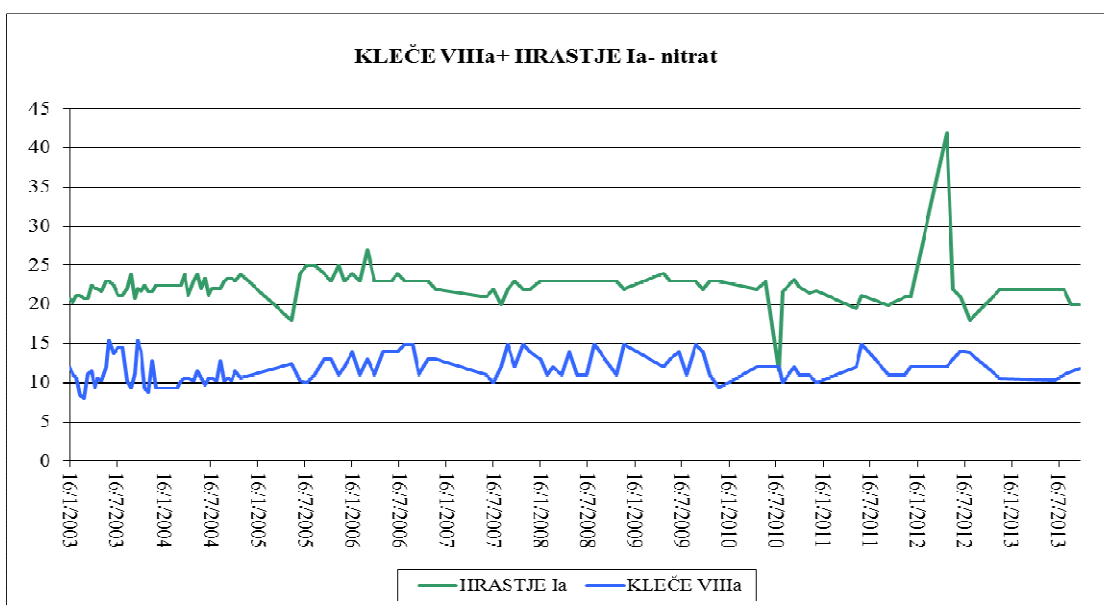


Slika 29: Koncentracije nitrata v črpališču Roje v letih 2003 - 2013

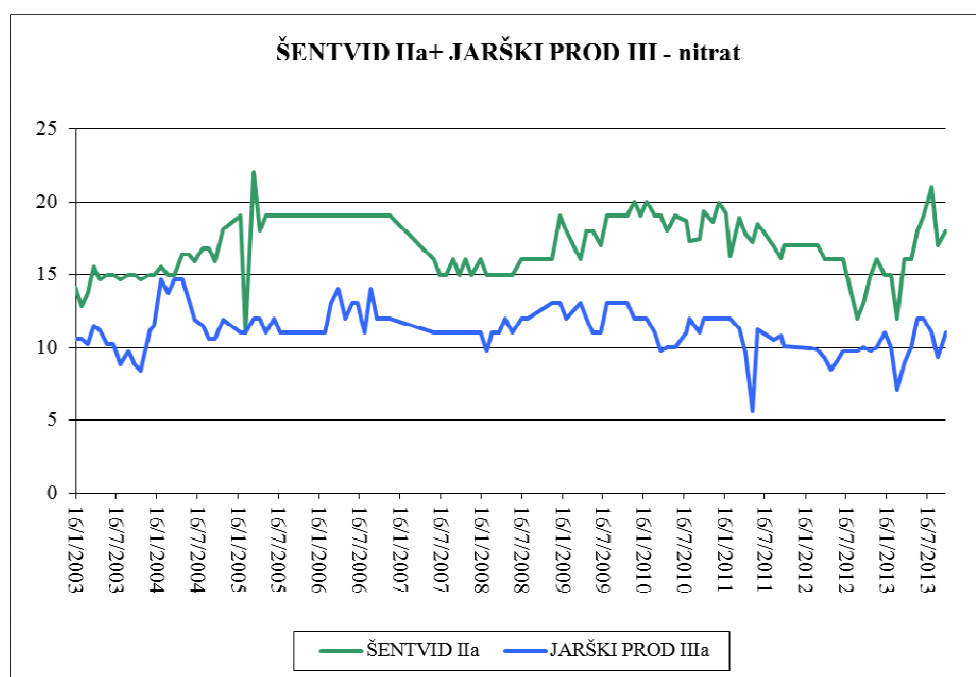
9.8 PRIMERJAVA MED MERILNIMI MESTI V OBDOBJU 2003- 2013



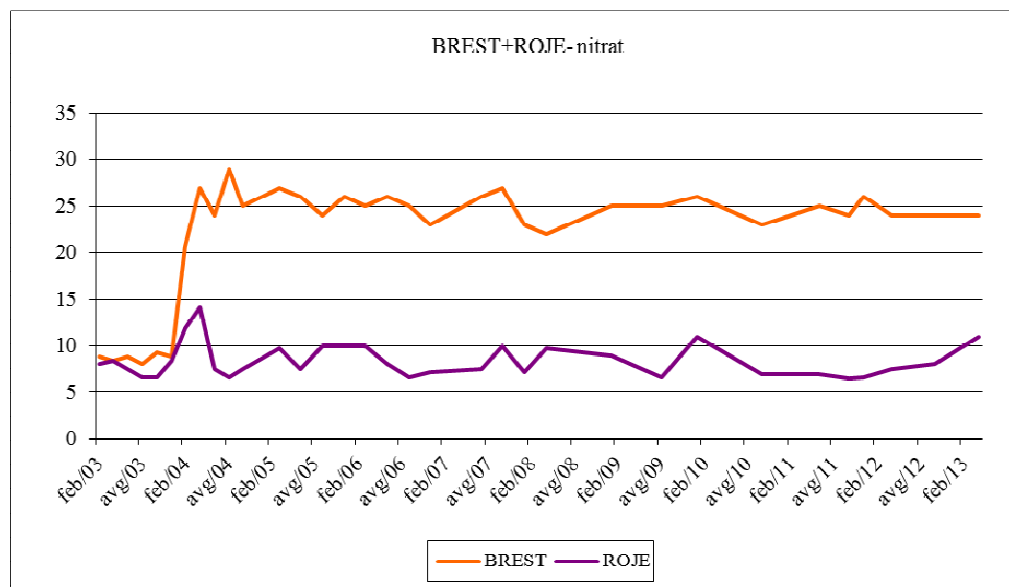
Slika 30: Vsebnost atrazina v črpališču Kleče VIIIa in Hrastje IA



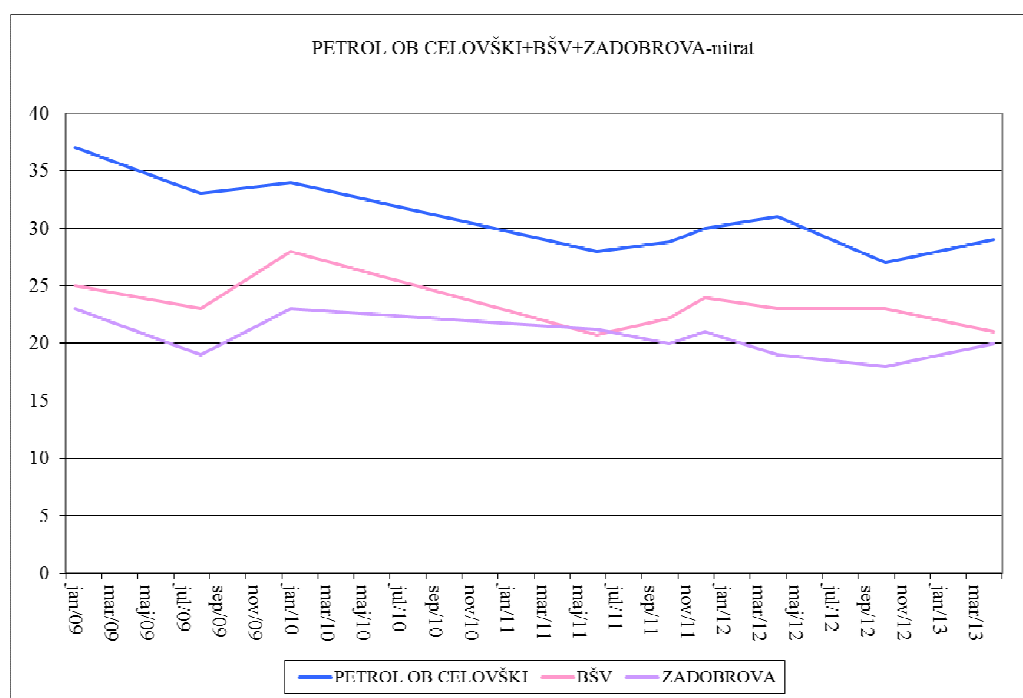
Slika 31: Koncentracije nitrata v črpališču Kleče – Hrastje 2003 - 2013



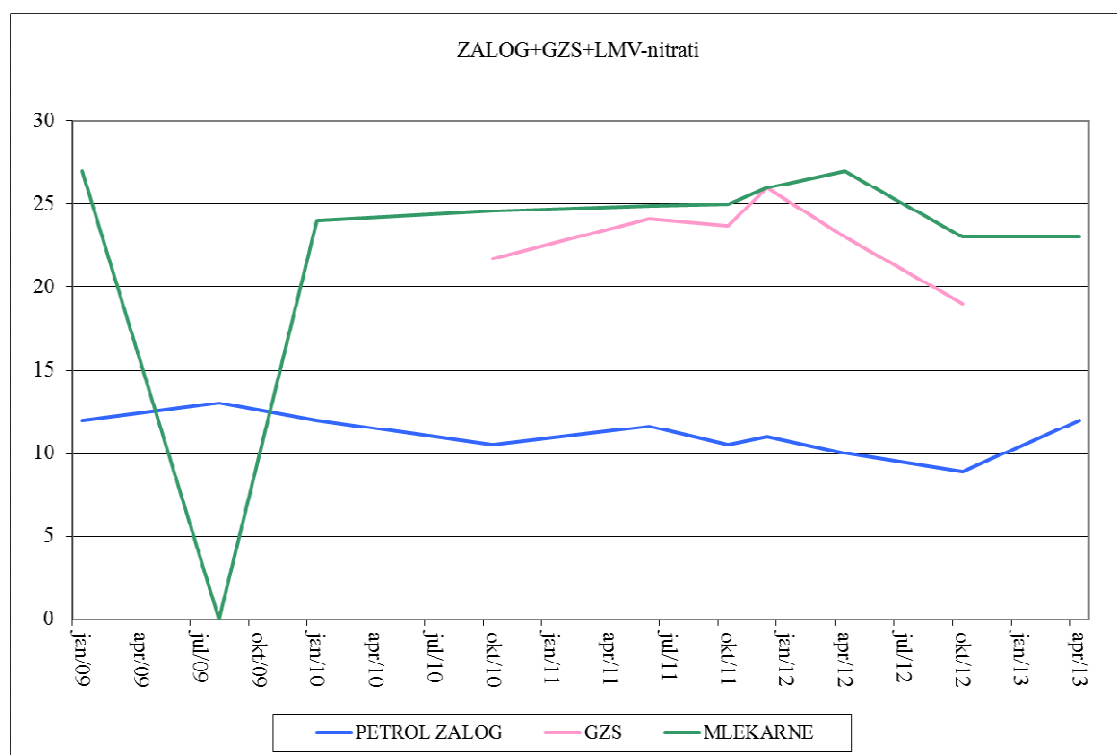
Slika 32: Vsebnost nitrata v črpališču Šentvid in Jarški prod



Slika 33: Vsebnost nitrata na mestih vzorčenja Brest in Roje



Slika 34: Vsebnost nitrata na merilnih mestih Petrol ob Celovški, BŠV-1/99 in LP Zadobrova



Slika 35: Vsebnost nitrata na merilnih mestih LMV-1, Petrol Zalog in GZS