



**NACIONALNI LABORATORIJ ZA
ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO**

CENTER ZA OKOLJE IN ZDRAVJE

PRMOL_maj2016_Vmesno I

**MONITORING PODZEMNE VODE IN POVRŠINSKIH
VODOTOKOV NA OBMOČJU MESTNE OBČINE LJUBLJANA
ZA OBDOBJE november 2015 - april 2018**

POROČILO ZA OBDOBJE november 2015 - april 2016 (I. VMESNO POROČILO).

Ljubljana, maj 2016

Oddelek za okolje in zdravje Maribor

Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor, T: (02) 45 00 260, F: (02) 45 00 148, E: mb.coz@ntzohsi

Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano, Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor

ID za DDV: SI19651295, TRR: SI5601100-6000043285, BIC: BSLJIS2X, Banka Slovenije

Naslov: MONITORING PODZEMNE VODE IN POVRŠINSKIH VODOTOKOV NA OBMOČJU MESTNE OBČINE LJUBLJANA ZA OBDOBJE NOVEMBER 2015 - APRIL 2016 - (VMESNO POROČILO I).

Izvajalec: NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO
Center za okolje in zdravje
Oddelek za okolje in zdravje Maribor
Prvomajska ulica 1, 2000 MARIBOR

Naročnik: MESTNA OBČINA LJUBLJANA
Mestni trg 1
1000 LJUBLJANA

Evidenčna oznaka: 2141-14/776-16

Šifra dejavnosti: 2141- Enota za vode in tla

Delovni nalog: pogodba št. C7560-16-408020

Nosilec naloge: Mag. Renata Bregar, univ.dipl.kem.

Sodelavci: Nataša Sovič, univ.dipl.inž.kem.tehnol.
Dr. Boštjan Križanec, univ.dipl.inž.kem.tehnol.
Mojca Baskar, univ.dipl.inž.kem.tehnol.
Dr. Darinka Štajnbaher, univ.dipl.kem.
Ladislav Kūčan, univ.dipl.inž.kem.tehnol.
Pija Rep, univ.dipl.kem.
Bogdana Jeretin, univ.dipl.inž.kem.tehnol.

Ljubljana, maj, 2016

ODDELEK ZA OKOLJE IN ZDRAVJE
MARIBOR
Vodja:

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

VSEBINA

1	UVOD	4
2	METODOLOGIJA DELA	4
2.1	<i>VZORČENJE</i>	4
2.1.1	Mesta vzorčenja	4
2.1.2	Podzemna voda	4
2.1.3	Odvzem vzorcev	6
2.2	<i>SEZNAM PARAMETROV</i>	7
2.2.1	Podzemna voda	7
2.3	<i>METODOLOGIJA</i>	9
2.3.1	Podzemne vode	9
3	ZAKONSKE OSNOVE IN STROKOVNI VIRI	9
3.1	<i>PODZEMNA VODA</i>	9
4	ZAGOTAVLJANJE IN KONTROLA KAKOVOSTI	11
5	REZULTATI	11
6	KAKOVOST IN OBREMENTITVE PODZEMNE VODE	12
6.1	<i>OSNOVNE FIZIKALNO – KEMIJSKE LASTNOSTI</i>	12
6.1.1	Temperatura vode, pH vrednost in električna prevodnost	12
6.1.2	Nasičenost s kisikom	17
6.1.3	Celotni organski ogljik – TOC	17
	Amonij, ortofosfat	18
6.1.4	Nitrat	19
6.1.5	Raztopljeni ioni (kalcij, magnezij, natrij, kalij, sulfat, klorid, hidrogenkarbonat)	23
6.2	<i>SKUPINSKI KAZALCI OBREMENTITEV PODZEMNE VODE</i>	24
6.2.1	Organsko vezani halogeni, sposobni adsorpcije, AOX	24
6.2.2	Celotni krom in krom VI	24
6.2.3	Pesticidi	28
6.2.4	Lahkohlapani halogenirani ogljikovodiki	30
6.2.5	Ostale organske spojine	32
7	PRILOGE	33
7.1	<i>POROČILA O VZORČENJU IN MERITVAH NA TERENU ZA PODZEMNO VODO</i>	
7.2	<i>POROČILA O PRESKUSIH ZA PODZEMNE VODE</i>	

1 UVOD

Monitoring podzemne vode se je, v okviru programa Monitoringa podzemne vode in površinskih vodotokov, na območju Mestne občine Ljubljana, za obdobje november 2015 – april 2016, izvajal na štirinajstih mestih vzorčenja. 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. V omenjenem obdobju površinskih vod nismo preiskovali.

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

V nadaljevanju poročamo o izvedbi programa monitoringa podzemne vode, za obdobje november 2015 – april 2016.

2 METODOLOGIJA DELA

2.1 VZORČENJE

2.1.1 Mesta vzorčenja

2.1.2 Podzemna voda

Pregled mest vzorčenja in opis lokacij v obdobju november 2015 - april 2016 je razviden iz tabele 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	vodnjak	102960	466525
4	Šentvid II A	vodnjak	106480	460300
5	Jarški prod III	vodnjak	105040	465805
6	Brest IIA	vodnjak	90870	461320
7	Roje LV - 0377	vertina	106930	461270
8	Petrol ob Celovški	vertina	104184	460159
10	LP Zadobrova	vertina	103859	468199
11	Petrol Zalog	vertina	101405	469392
12	BŠV -1/99	vertina	102553	464150
13	Pb-4 Kolezija	vertina	99898	461091
14	Pincome – 1/10 Geološki zavod	vertina	103065	462983
15	LMV – 1 Mlekarne	vertina	103755	461973

2.1.3 Odvzem vzorcev

2.1.3.1 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 vod (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, 74/15);

in standardov:

- ISO 5667-11:2010 Kakovost vode - Vzorčenje – 11.del: Navodilo za vzorčenje podzemne vode
- ISO 5667-5:2007 Kakovost vode - Vzorčenje – 5.del: Navodilo za vzorčenje pitne vode iz sistemov oskrbe z vodo

Poročila o vzorčenju in meritvah na terenu so v prilogi 7.

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

2.2 SEZNAM PARAMETROV

2.2.1 Podzemna voda

Program monitoringa zajema preiskave podzemne vode na: osnovne fizikalno kemijske lastnosti, skupinske kazalce obremenitev podzemne vode, mikroelemente (v nadaljevanju kovine), pesticide, lahkoahapne halogenirane ogljikovodike in druge organske snovi, med njimi ostanke farmakološko aktivnih snovi, tabela 2).

Tabela 2 Seznam parametrov programa monitoringa podzemne vode

Osnovne fizikalno kemijske lastnosti vode	
Temperatura vode	Celotni organski ogljik - TOC
pH vrednost	Spojine dušika - amonij in nitrat
Električna prevodnost (20° C)	Sulfat, klorid, fluorid, ortofosfat
Raztopljeni kisik	Kalij, kalcij, magnezij, natrij
Nasičenost s kisikom	Hidrogenkarbonat
Redoks potencial	
Kovine	
Skupni krom in krom v oksidativnem stanju VI, Cr oz. Cr VI	
Skupinski kazalci obremenitev podzemne vode	
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	Metosulam
Bentazon	Metribuzin
Boskalid	Mezosulfuron
Bromacil	Nikosulfuron
Cianazin	Oksifluorfen
Dimetenamid	Pendimetalin
Dimetoat	Piridat M
Diflufenikan	Prometrin
Desizopropilatrazin	Promamokarb
Epoksikonazol	Propazin
Flufenacet	Prosulfokarb
Foramsulfuron	Rimsulfuron
Foramsulfuron	Simazin
Imidaklopid	Terbutilazin in razgradni produkt Desetil-terbutilazin
Izoksafutol	Terbutrin
Izoproturon	Tiametoksam
Jodosulfuron	Tiaklopid

Dimetoat	Tifensulfuron-metil
Klomazon	Triasulfuron
Klortoluron	Tritosulfuron
Linuron	Diklobenil
Metaflumizon	26-diklorobenzamid
Mezotrion	
Metalaksil	
Lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki	
Diklorometan	
Triklorometan	
Tetraklorometan	
1,2-dikloroetan	
1,1,1-trikloroetan	
1,1-dikloroeten	
Trikloroeten	
Tetrakloroeten	
Tribromometan	
Bromdiklorometan	
Druge organske spojine	
FTALATI	Kodein
<i>Benzil butil ftalat</i>	Kofein
<i>Di-(2-etilheksil)-ftalat</i>	Metoprolol
<i>Dibutil ftalat</i>	Naproksen
<i>Dietil ftalat</i>	Oksitetraciklin
<i>Dimetil ftalat</i>	Paracetamol
<i>Dinonil ftalat</i>	Penicilin G
<i>Dioktil ftalat</i>	Propanolol
Acetilsalicilna kislina	Propifenazon
Atenolol	Salbutamol
Azitromicin	Sotalol
Betaksolol	Sulfadiazin
Bezafibrat	Sulfadoksin
Dietilstilbestrol	Sulfametoksazol
Diklofenak	Sulfomerazin
Eritromicin	Sulfatiazol
Estradiol	Tamoksifen
Estriol	Tebukonazol
Estron	Teofilin
Etinilestradiol	Terbutalin
Fenofibrat	Testosteron
Fenoterol	Tetraciklin
Gemfibrozil	Triklosan
Ibuprofen	Trimetoprim
Indometacin	Bisfenol A
Karbamazepin	Nonilfenol in derivati
Ketoprofen	Oktifenol in derivati

Klaritromicin Klofibrna kislina Kloramfenikol Klorotetraciklin	Identifikacija organskih spojin GC/MSD – SCAN
Mikrobiološki parametri	
<i>Escherichia coli</i>	Enterokoki

2.3 METODOLOGIJA

2.3.1 Podzemne vode

Standardi oz. drugi uveljavljeni mednarodni dokumenti za uporabljene metode so izpisani na poročilih o preskusih v prilogi 8, iz katerih je razvidna metodologija uporabljenih preiskav podzemne in površinske vode. Fizikalno – kemijske preiskave so bile izvedene v skladu z navodili standarda SIST EN ISO/IEC 17025 in v obsegu akreditacijske listine LP 014 ter mikrobiološke preiskave vode v skladu z navodili standarda SIST EN ISO/IEC 17025 in obsegom akreditacijske listine LP 035.

3 ZAKONSKE OSNOVE IN STROKOVNI VIRI

3.1 PODZEMNA VODA

Za oceno izmerjenih vrednosti so uporabljene mejne ali priporočene vrednosti iz predpisov RS in drugih strokovnih virov, tabela 4:

- Uredba o stanju podzemnih voda (Ur. list RS, št. 25/2009) in Uredba 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, 25/09 in 74/15);
- Pravilnik o monitoringu podzemnih vod (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

Tabela 3 Mejne vrednosti za oceno kemijskega stanja podzemne vode

Parameter	Enota	Uredba o stanju podzemnih voda in Uredba o dopolnitvijo 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
Celokupni 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		
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	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, 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;*
- 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 2006/118/ES.*

4 ZAGOTAVLJANJE IN KONTROLA KAKOVOSTI

Izvajanje Monitoringa MOL vključujejo tudi zagotavljanje in kontrolo kakovosti skladno z določili SIST EN ISO/IEC 17025. Izvedene so dodatne preiskave podzemne vode v skladu z določili standarda ISO 5667-14 v okviru vsakoletnega »Načrt primerjalnega vzorčenja za segmente vode – pitna in podzemna voda, voda in sediment površinskih voda«.

Vsi storjeni ukrepi in aktivnosti so dokumentirane in arhivirane v Nacionalnem laboratoriju za zdravje, okolje in hrano, na Oddelku za zdravje in okolje Maribor na način kot je določen s SIST EN ISO/IEC 17025.

5 REZULTATI

Rezultati preiskav so v prilogah:

- Priloga 7 – Poročila o vzorčenju in meritvah na terenu za podzemne vode; Poročila o preskusih za podzemne vode;

6 KAKOVOST IN OBREMENITVE PODZEMNE VODE

Rezultati preiskave podzemne vode za obdobje november 2015 – april 2016, so predstavljeni v obliki preglednih tabel, ki vključujejo statistično obdelane rezultate (N - število podatkov, X(maks) - največja vrednost, X (min) – najnižja vrednost in X (avg) - povprečna vrednost). Na enak način so, za posamezne parametre ali skupine parametrov, izdelani tudi diagrami.

6.1 OSNOVNE FIZIKALNO – KEMIJSKE LASTNOSTI

6.1.1 Temperatura vode, pH vrednost in električna prevodnost

Povprečna temperatura podzemne vode je bila v času izvajanja, za obdobje november 2015 – april 2016, med 10,7° C in 16,3°C (skupaj N = 40 meritev).

V opazovanem časovnem obdobju so bili vsi rezultati meritev pH vrednosti v dopustnem območju za pitno vodo, po določilih Pravilnika o pitni vodi, tabela 4.

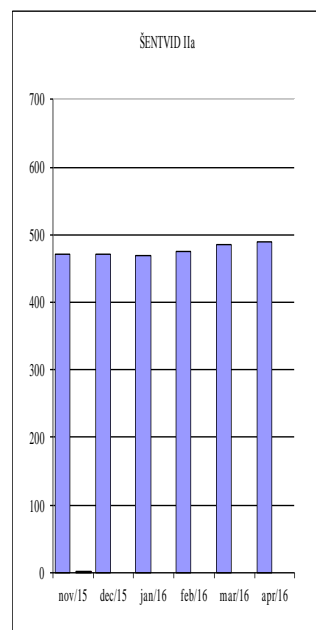
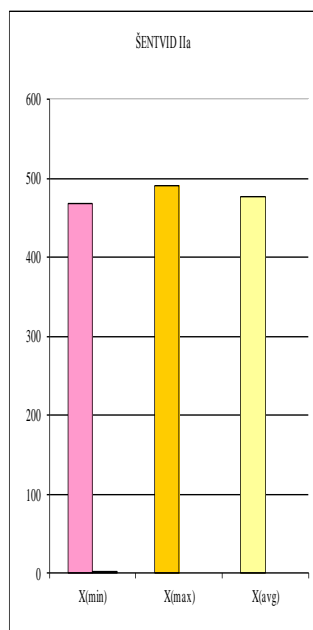
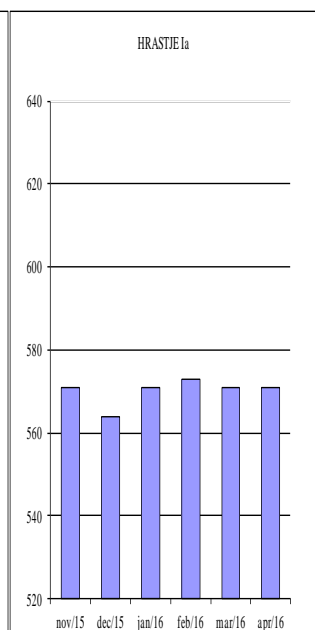
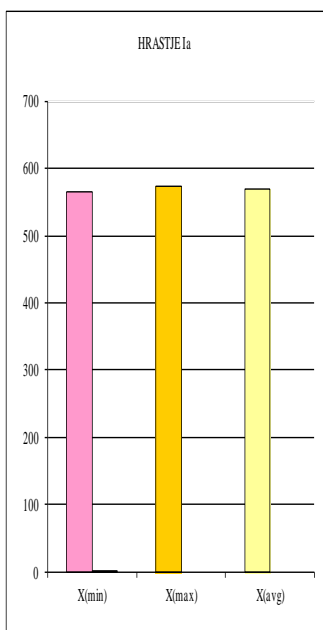
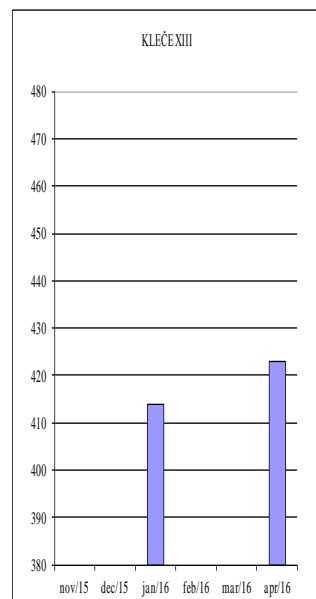
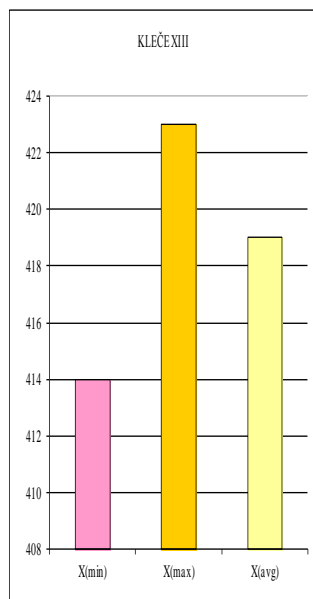
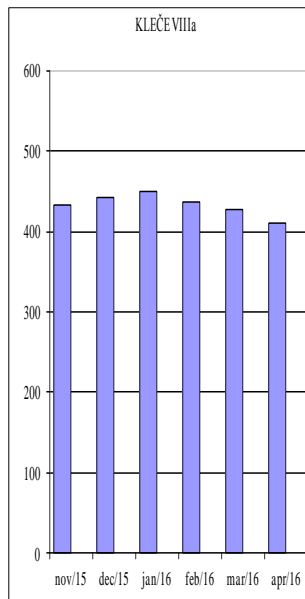
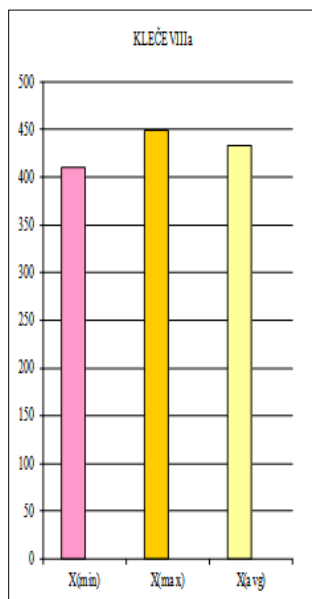
Tabela 4 Pregled meritev pH vrednosti za posamezna obdobja po posameznih mestih vzorčenja

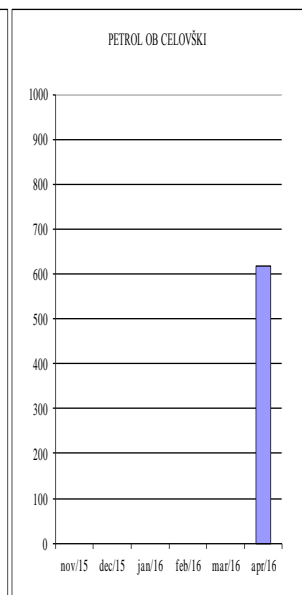
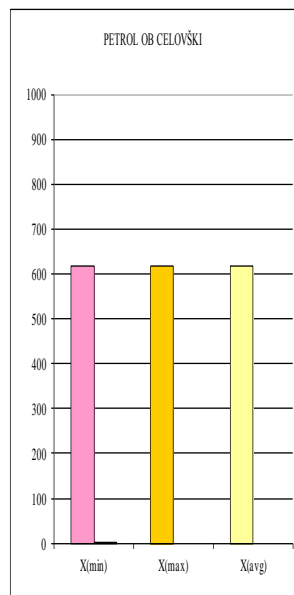
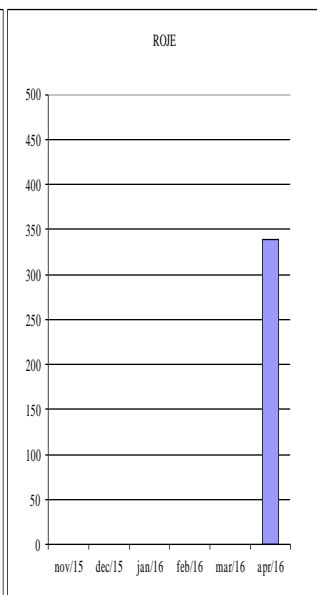
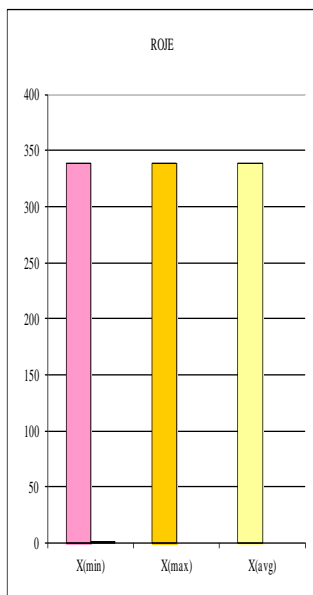
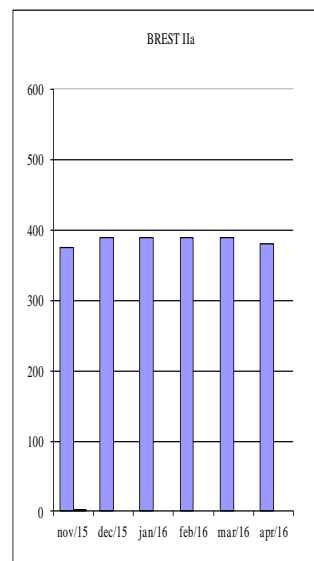
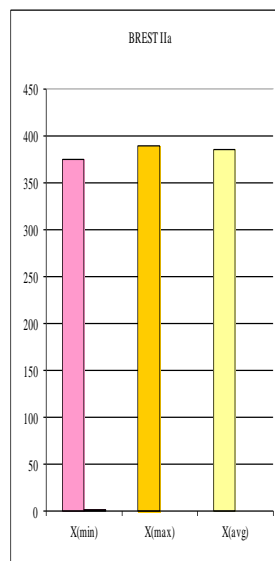
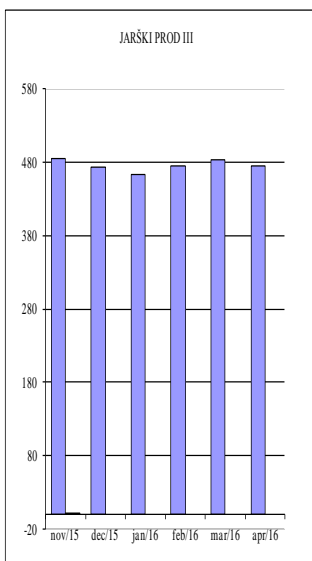
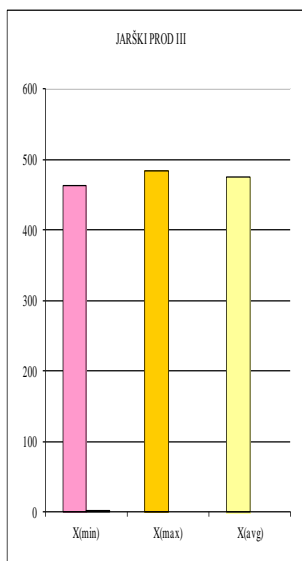
Mesto vzorčenja	Obdobje od novembra 2015 do vključno aprila 2016				I. Vmesno poročilo 2016					
	N	X(min)	X(max)	X(avg)	nov.15	dec.15	jan.16	feb.16	mar.16	apr.16
KLEČE VIIIa	6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6
KLEČE XIII	2	7,6	7,6	7,6			7,6			7,6
HRASTJE Ia	6	7,4	7,5	7,5	7,5	7,4	7,5	7,5	7,4	7,4
ŠENTVID IIa	6	7,4	7,5	7,5	7,5	7,4	7,5	7,5	7,5	7,5
JARŠKI PROD III	6	7,4	7,5	7,5	7,4	7,5	7,5	7,5	7,4	7,5
BREST IIa	6	7,4	7,6	7,7	7,7	7,6	7,6	7,7	7,6	7,7
ROJE	1	7,5	7,5	7,5						7,5
PETROL OB CELOVŠKI	1	7,3	7,3	7,3						7,3
PETROL ZALOG	1	7,5	7,5	7,5						7,5
BŠV-1/99	1	7,3	7,3	7,3						7,3
LP ZADOBROVA	1	7,3	7,3	7,3						7,3
PB-4 KOLEZIJA	1	7,8	7,8	7,8						7,8
PINCOME 1/10 Geološki zavod	1	7,3	7,3	7,3						7,3
LMV-1 Mlekarna	1	7,5	7,5	7,5						7,5

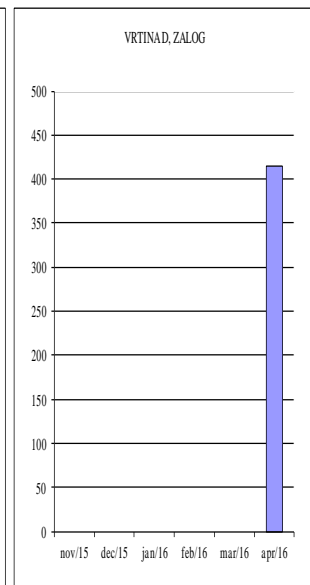
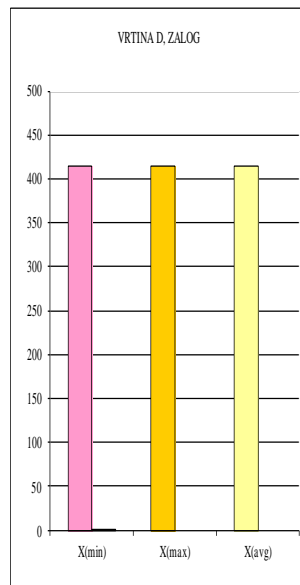
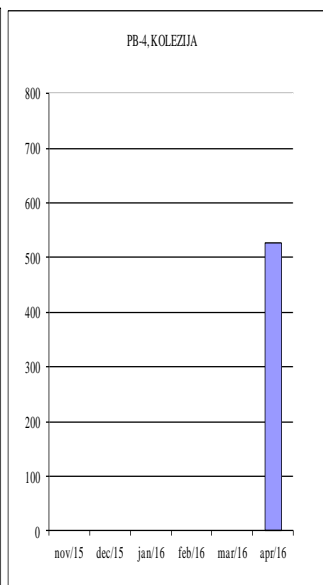
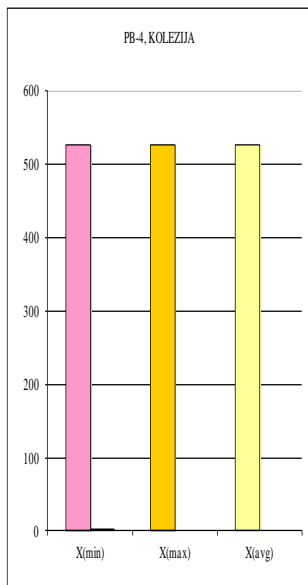
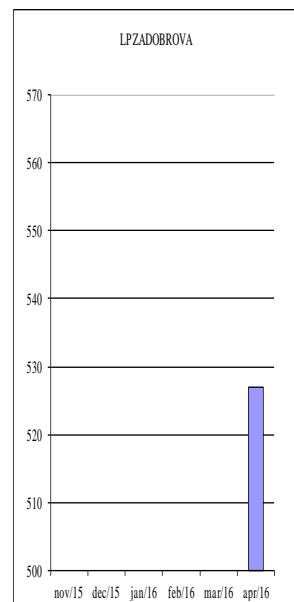
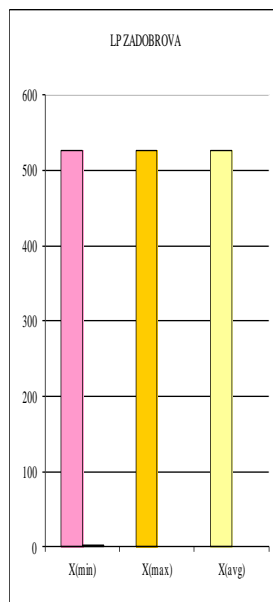
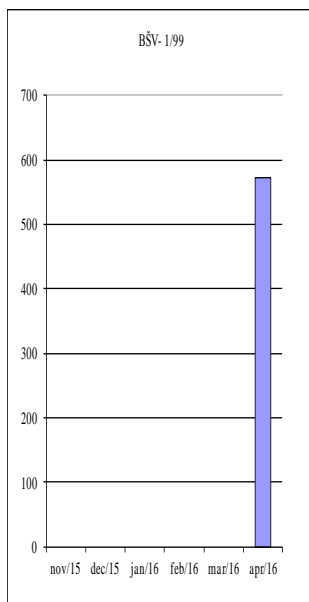
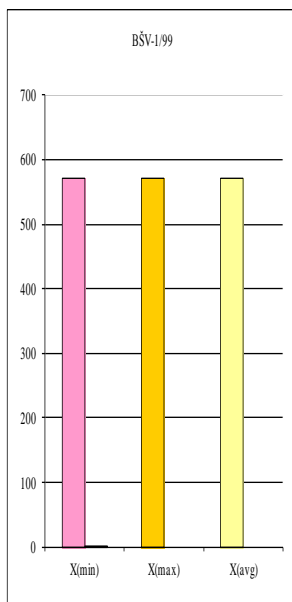
Na električno prevodnost vplivajo geološke osnove vodonosnika, hidrološke razmere in druge obremenitve, ki so posledica dogajanja na površini. Električna prevodnost (pri 20° C) je bila, v opazovanem časovnem obdobju, med 339 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in 618 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Vrednosti elektroprevodnosti so prikazane v tabeli 5, na izbranih mestih pa še na sliki 1 (str. 14, 15, 16, 17).

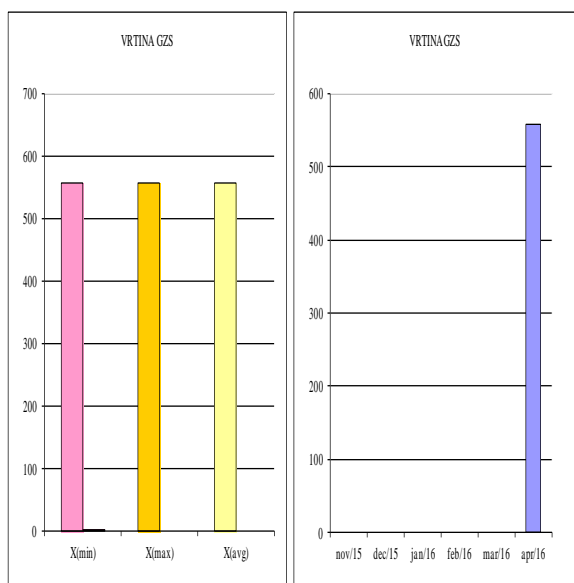
Tabela 5 Pregled meritev električne prevodnosti (pri 20° C, $\mu\text{S}/\text{cm}$) za posamezna obdobja po posameznih mestih vzorčenja

Mesto vzorčenja	Obdobje odnovembra 2015 do aprila 2016				I. Vmesno poročilo 2016					
	N	X(min)	X(max)	X(avg)	nov.15	dec.15	jan.16	feb.16	mar.16	apr.16
KLEČE VIIIa	6	410	449	433	433	443	449	437	427	410
KLEČE XIII	2	414	423	419			414			423
HRASTJE Ia	6	564	573	570	571	564	571	573	571	571
ŠENTVID IIa	6	469	490	477	472	471	469	475	485	490
JARŠKI PROD III	6	463	485	476	485	473	463	475	484	476
BREST IIa	6	375	390	386	375	389	390	389	390	380
ROJE	1	339	339	339						339
PETROL OB CELOVŠKI	1	618	618	618						618
PETROL ZALOG	1	415	415	415						415
BŠV-1/99	1	572	572	572						572
LP ZADOBROVA	1	527	527	527						527
PB-4 KOLEZIJA	1	521	521	521						521
PINCOME 1/10 Geološki zavod	1	558	558	558						558
LMV-1 Mlekame	1	575	575	575						575









Slika 1 Podzemna voda – Električna prevodnost (pri 20° C, μS/cm)

6.1.2 Nasičenost s kisikom

Razmere s kisikom za podzemne vode niso odločilni parameter, glede na kriterije za kakovost, saj so močno odvisne od dinamike in načina izkoriščanja vode iz preiskovanega vodnega vira. Izmerjene povprečne vrednosti, v obdobju november 2015 – april 2016, so $X_{MIN} = 87 \%$ in $X_{MAKS} = 98 \%$. V vrtini Pb-4 Kolezija smo ugotovili popolno odsotnost kisika ter negativen redoks potencial.

6.1.3 Celotni organski ogljik – TOC

Celotni organski ogljik – TOC je merilo za obremenitev podzemne vode s snovmi organske narave. Povprečna koncentracija TOC je bila v opazovanem časovnem obdobju 0,2 mg C/l. V večini vzorcev so bile koncentracije v območju od 0,1 do 0,4 mg C/l, tabela 6.

Tabela 6 Pregled vsebnosti TOC (mg/l C) za posamezna obdobja po posameznih mestih vzorčenja

Mesto vzorčenja	Obdobje od novembra 2015 do vključno aprila 2016				I. Vmesno poročilo 2016					
	N	X(min)	X(max)	X(avg)	nov.15	dec.15	jan.16	feb.16	mar.16	apr.16
KLEČE VIIIa	6	[0,1]	0,3	0,2	[0,1]	[0,1]	0,1	0,3	0,2	0,2
KLEČE XIII	2	0,2	0,2	0,2						
HRASTJE Ia	6	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1
ŠENTVID IIa	6	[0,1]	0,3	0,2	[0,1]	[0,1]	0,1	0,3	0,2	0,1
JARŠKI PROD III	6	0,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2
BREST IIa	6	[0,1]	0,2	0,1	0,1	[0,1]	0,1	0,2	0,1	0,1
ROJE	1	0,4	0,4	0,4						0,4
PETROL OB CELOVŠKI	1	0,3	0,3	0,3						0,3
PETROL ZALOG	1	0,3	0,3	0,3						0,3
BŠV-1/99	1	0,4	0,4	0,4						0,4
LP ZADOBROVA	1	0,4	0,4	0,4						0,4
PB-4 KOLEZIJA	1	0,4	0,4	0,4						0,4
PINCOME 1/10 Geološki zavod	1	0,1	0,1	0,1						0,1
LMV-1 Mlekarne	1	[0,1]	[0,1]	[0,1]						[0,1]

Amonij, ortofosfat

V času izvajanja programa monitoringa smo, v večini vzorcev podzemne vode, določili koncentracije amonija pod mejo ali na meji določljivosti analizne metode, razen v vrtini PB-4 Kolezija, kjer je bila koncentracija amonija 0,49 mg/l. Normativna vrednost 0,5 mg/l NH₄ ni bila presežena.

Prisotnost fosfata v podzemni vodi je praviloma posledica stika podzemne vode z odpadnimi vodami iz komunalne infrastrukture (izjemoma so možni tudi vplivi geološke sestave tal in rabe mineralnih gnojil na kmetijskih površinah). Za oceno obremenitev podzemne vode s fosfati je zato ključni kriterij ocena trendov (mejne vrednosti za fosfat s Pravilnikom o pitni vodi in z Uredbo o stanju podzemne vode niso opredeljene).

Koncentracije ortofosfatov v vzorcih podzemne vode so bile, v preiskovanem obdobju, pod mejo določljivosti analizne metode.

Trenutno ocenjujemo, da podzemna voda, na preiskovanem območju, ni obremenjena s fosfati.

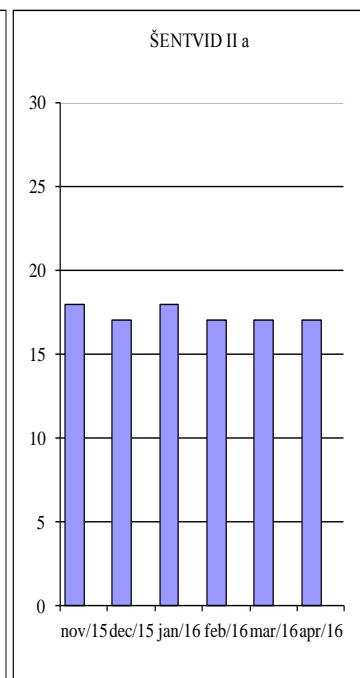
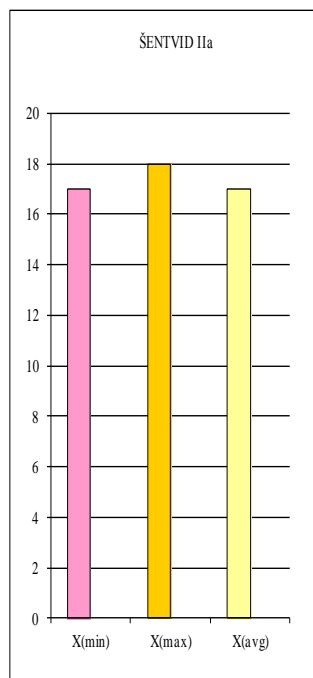
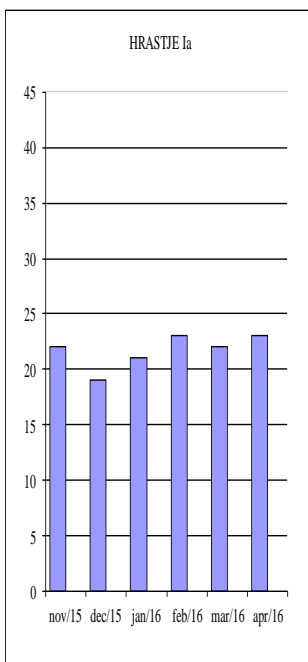
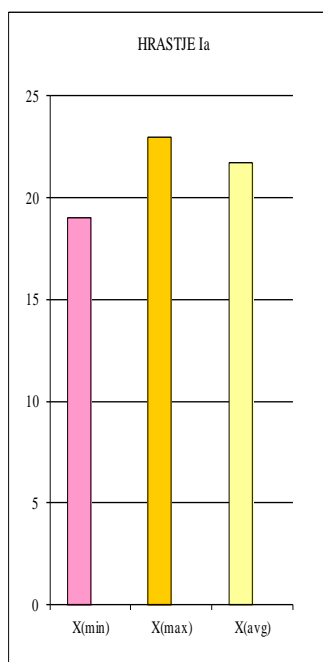
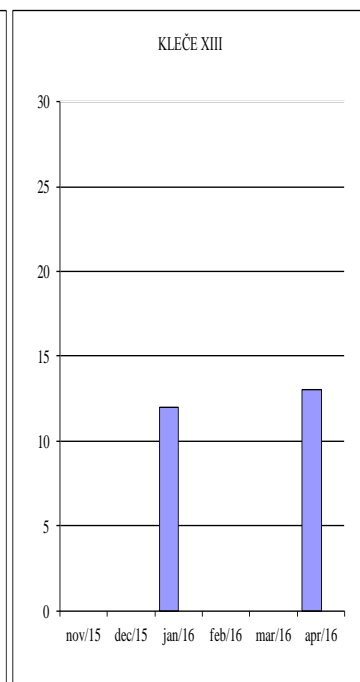
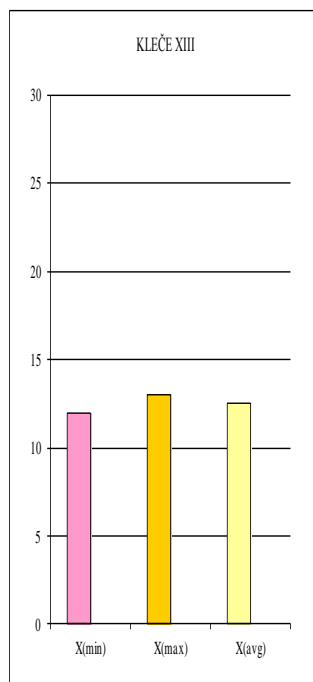
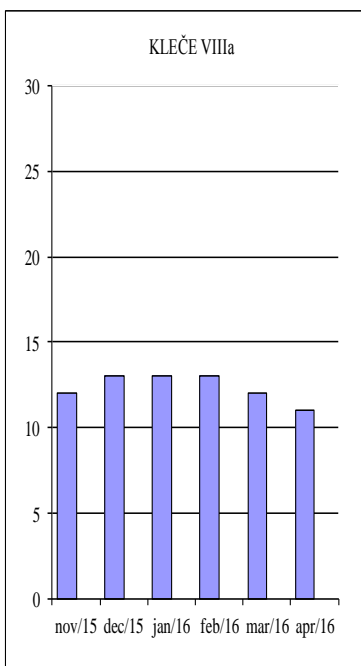
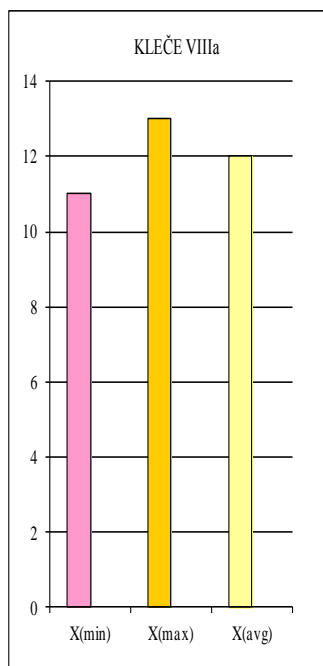
6.1.4 Nitrat

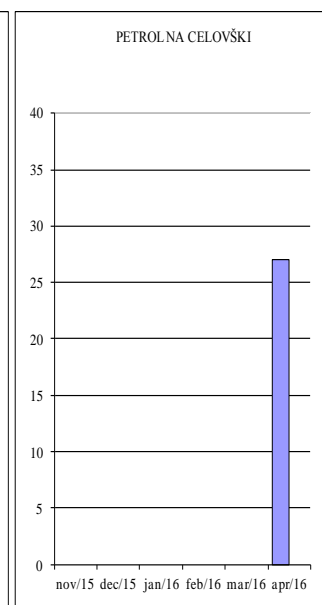
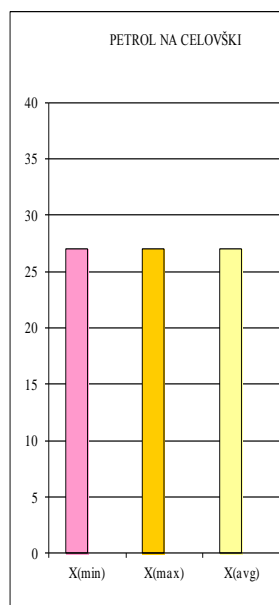
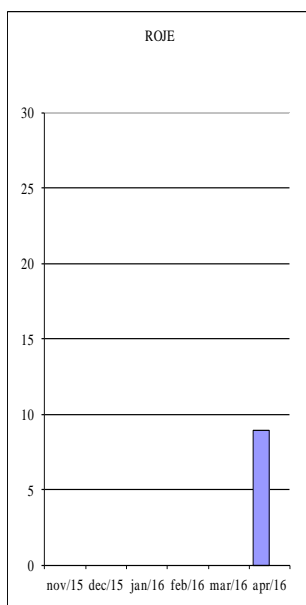
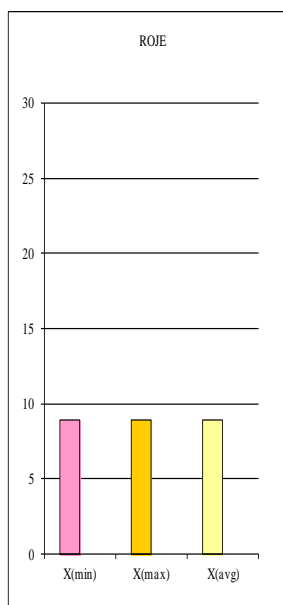
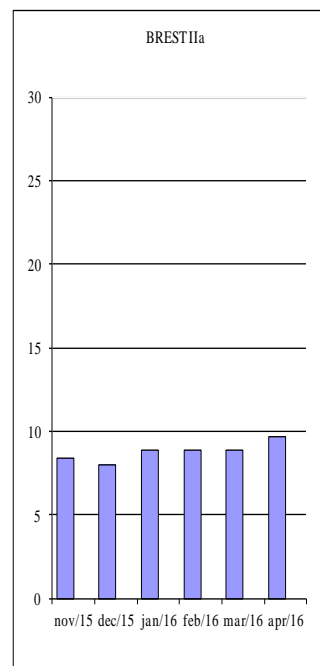
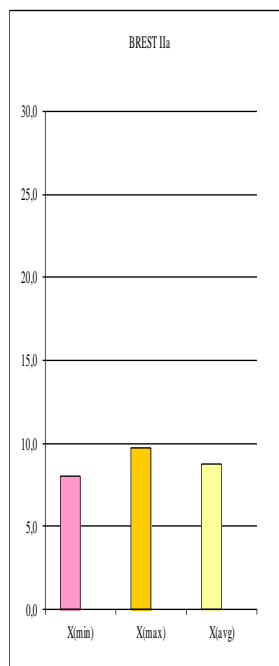
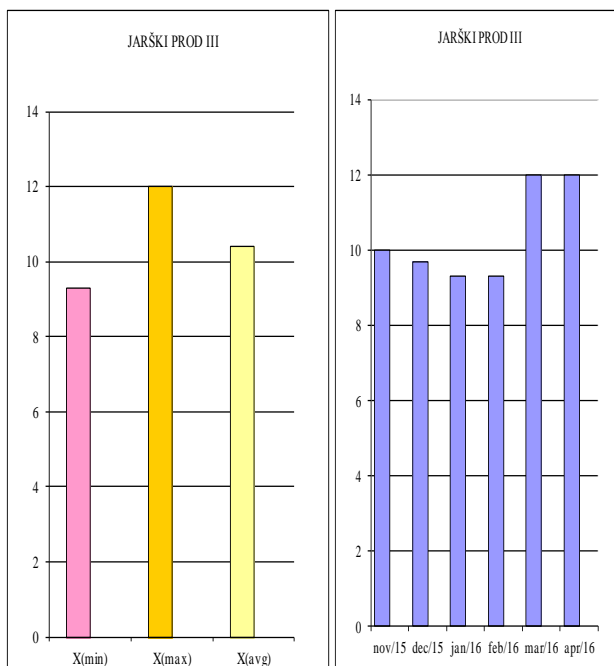
V obdobju november 2015 – april 2016 je bila povprečna koncentracija za nitrat 14,7 mg/l NO₃, izmerjene koncentracije pa so v intervalu od 0,9 do 27 mg/l NO₃. Mejna vrednost (50 mg/l), določena z Uredbo o stanju podzemne vode, ni presežena, tabela 7, slika 2 (str. 20, 21, 22, 23).

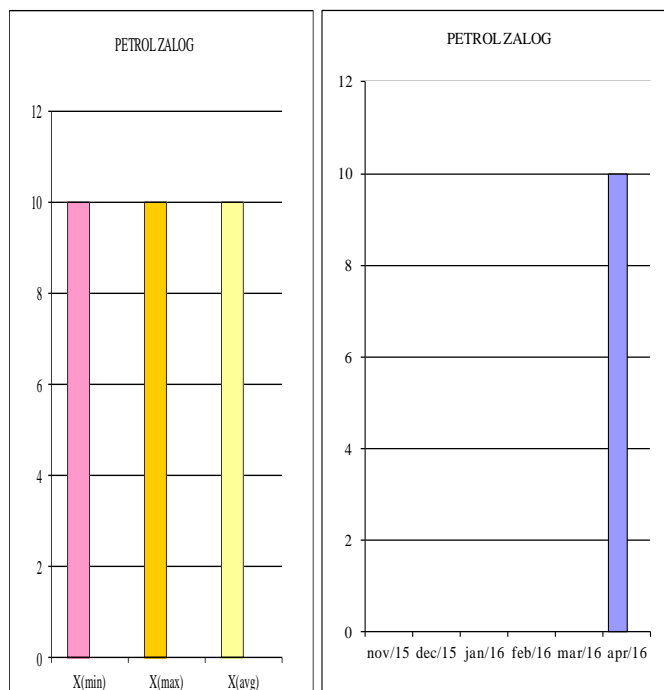
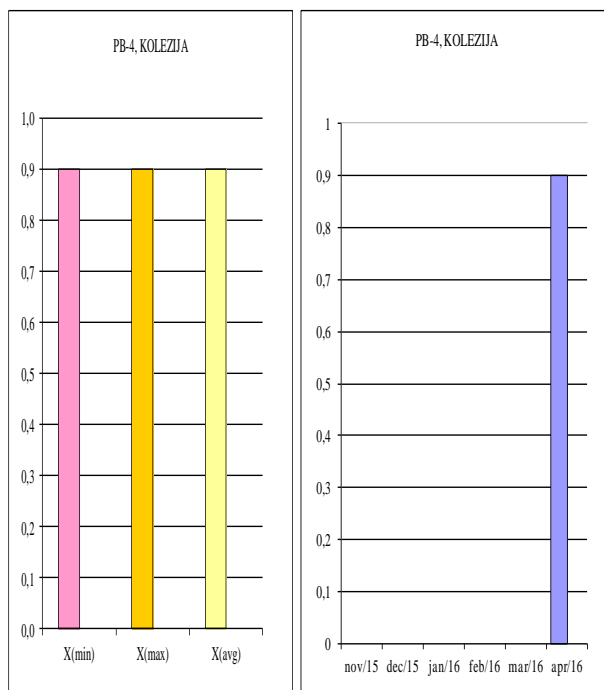
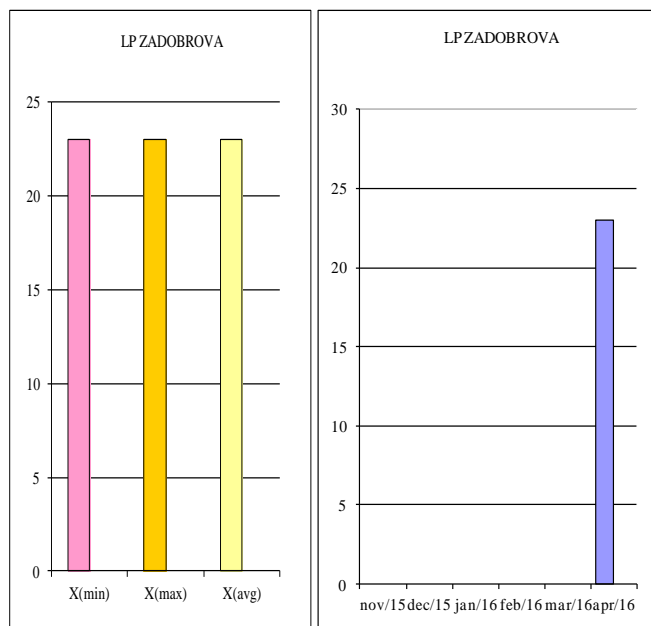
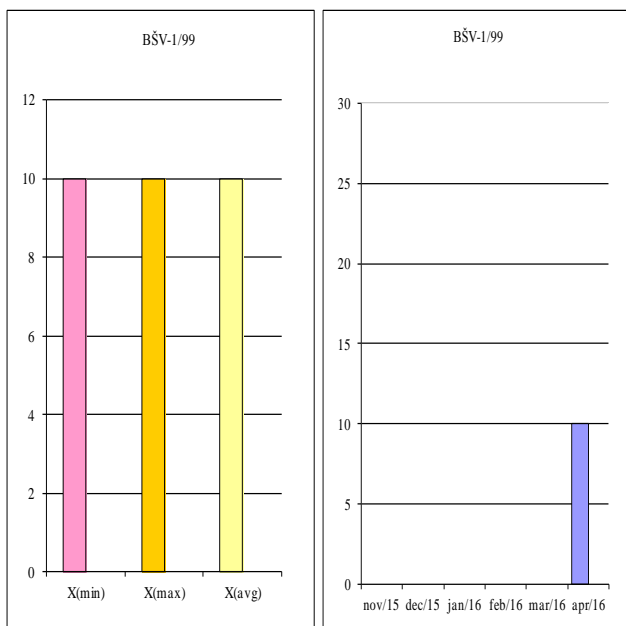
Podobno sliko razmer kot pri nitratih nam kažejo podatki o električni prevodnosti, ki so povezani z osnovno mineralizacijo podzemne vode. Razmere so seveda močno odvisne od višine padavin.

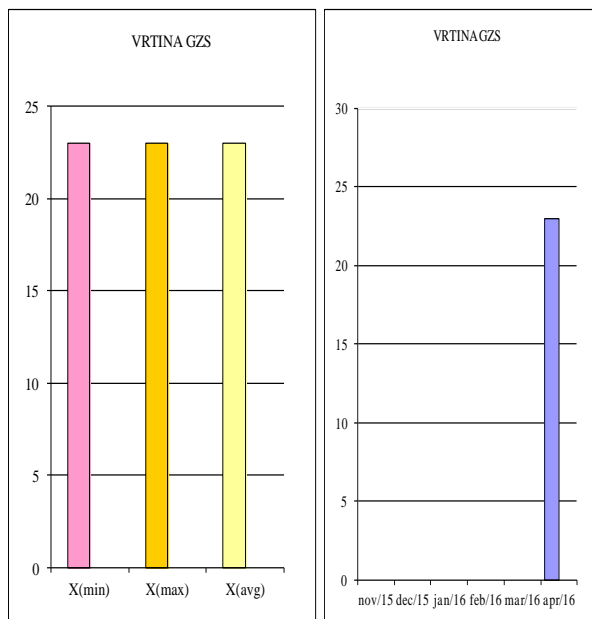
Tabela 7 Pregled koncentracije nitratov (mg/l NO₃) za posamezna obdobja, po posameznih mestih vzorčenja

Mesto vzorčenja	Obdobje od novembra 2015 do vključno aprila 2016				I. Vmesno poročilo					
	N	X(min)	X(max)	X(avg)	nov.15	dec.15	jan.16	feb.16	mar.16	apr.16
KLEČE VIIIa	6	11	13	12	12	13	13	13	12	11
KLEČE XIII	2	12	13	13			12			13
HRASTJE Ia	6	19	23	22	22	19	21	23	22	23
ŠENTVID IIa	6	17	18	17	18	17	18	17	17	17
JARŠKI PROD III	6	9	12	10	10	9,7	9,3	9,3	12	12
BREST IIa	6	8,0	9,7	8,8	8,4	8	8,9	8,9	8,9	9,7
ROJE	1	8,9	8,9	8,9						8,9
PETROL OB CELOVŠKI	1	27	27	27						27
PETROL ZALOG	1	10	10	10						10
BŠV-1/99	1	23	23	23						23
LP ZADOBROVA	1	22	22	22						22
PB-4 KOLEZIJA	1	0,9	0,9	0,9						0,9
PINCOME 1/10 Geološki zavod	1	23	23	23						23
LMV-1 Mlekarna	1	24	24	24						24









Slika 2 Podzemna voda – Nitrat (mg NO₃/l)

6.1.5 Raztopljeni ioni (kalcij, magnezij, natrij, kalij, sulfat, klorid, hidrogenkarbonat)

Kar se mineralizacije tiče, v vodi prevladujejo hidrogenkarbonati. Povprečna izmerjena koncentracija za hidrogenkarbonat je bila 278 g/l HCO₃⁻, za kalcij 72,6 mg Ca/l in magnezij 18,1 mg/l Mg.

Koncentracije sulfata in klorida, na posameznih merilnih mestih, so različne, izmerjene koncentracije za klorid so med 2,2 mg/l Cl do 67 mg/l Cl ter za sulfat med 0,3 mg/l SO₄ in 20 mg/l SO₄.

Podobna ugotovitev velja tudi za kalij – povprečna izmerjena koncentracija kalija je 0,99 mg K/l, koncentracije pa so v intervalu od 0,3 do 3,9 mg K/l.

Povprečna izmerjena koncentracija natrija je 8,6 mg Na/l, koncentracije so v intervalu od 0,6 do 17 mg Na/l.

6.2 SKUPINSKI KAZALCI OBREMENITEV PODZEMNE VODE

6.2.1 Organsko vezani halogeni, sposobni adsorpcije, AOX

Adsorbiljive organske halogene spojine (v nadaljevanju AOX) so merilo za obremenitev podzemne vode s halogenimi spojinami. V opazovanem obdobju je bila izmerjena povprečna koncentracija 9,9 µg/l Cl.

6.2.2 Celotni krom in krom VI

Z vidika obremenitev podzemne vode s kromom (merjenim kot celotni krom in krom v oksidativni obliki VI) je le-ta v pomembnih koncentracijah, skozi celotno obdobje monitoringa, prisoten na območju Hrastja Ia, v tokratnem vzorčenju pa smo visoke koncentracije določili še v vrtini Pincome - 1/10 Geološki zavod (Vrtina GZS), 32 µg/l, LMV-Mlekarne, 26 µg/l ter BŠV-1/99, 22 µg/l. Krom se v vseh merilnih mestih prevladujoče nahaja v oksidativnem stanju VI (12 -32 µg/l), sliki 4 in 6.

V ostalih vzorcih so koncentracije celotnega kroma, v opazovanem obdobju, pod mejo določljivosti analizne metode (5 µg/l).

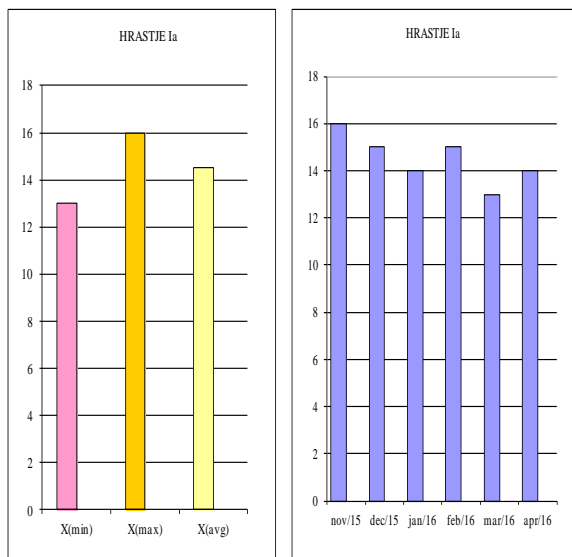
Koncentracije celotnega kroma in kroma VI na vseh mestih vzorčenja so prikazane v tabelah 8 in 9, koncentracije na izbranih mestih pa še na slikah 3-8, na strani 26 in 27.

Tabela 8 Pregled koncentracij celotnega kroma ($\mu\text{g/l}$) za posamezna obdobja, po posameznih mestih vzorčenja

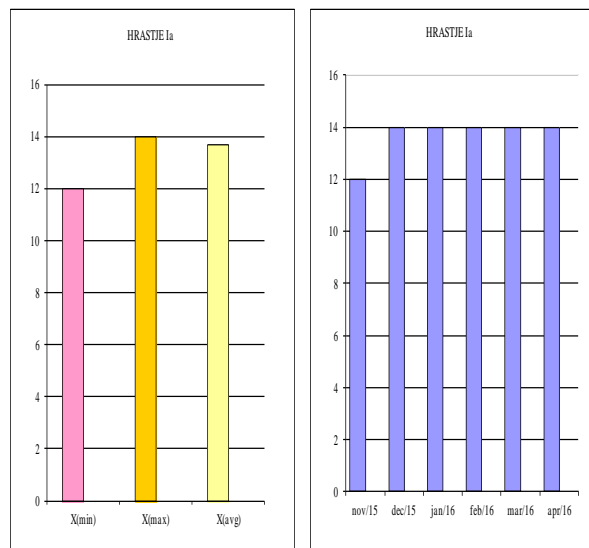
Mesto vzorčenja	Obdobje od novembra 2015 do vključno aprila 2016				I. Vmesno poročilo 2016					
	N	X(min)	X(max)	X(avg)	nov.15	dec.15	jan.16	feb.16	mar.16	apr.16
KLEČE VIIIa	6	2,2	2,9	2,5	2,2	2,7	2,9	2,3	2,4	2,6
KLEČE XIII	2	1,9	2,4	2,2			2,4			1,9
HRASTJE Ia	6	13	16	15	16	15	14	15	13	14
ŠENTVID IIa	6	1,8	2,7	2,2	1,8	2,7	2,3	2,3	2,2	2,1
JARŠKI PROD III	6	2,4	3,2	2,7	2,4	3,2	2,5	2,6	2,7	2,5
BREST IIa	6	1,3	2,7	1,9	1,4	2,7	1,3	2,0	2,0	1,9
ROJE	1	0,7	0,7	0,7						0,66
PETROL OB CELOVŠKI	1	4,2	4,2	4,2						4,2
PETROL ZALOG	1	1,8	1,8	1,8						1,8
BŠV-1/99	1	23	23	23						23
LP ZADOBROVA	1	7,3	7,3	7,3						7,3
PB-4 KOLEZIJA	1	2,3	2,3	2,3						2,3
PINCOME 1/10 Geološki zavod	1	31	31	31						31
LMV-1 Mlekarne	1	33	33	33						33

Tabela 9 Pregled koncentracij kroma VI ($\mu\text{g/l}$) za posamezna obdobja, po posameznih mestih vzorčenja

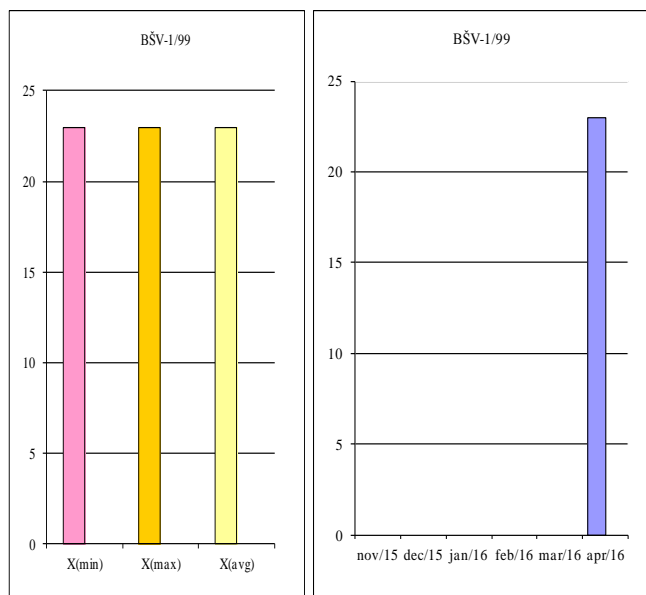
Mesto vzorčenja	Obdobje od novembra 2015 do vključno aprila 2016				I. Vmesno poročilo 2016					
	N	X(min)	X(max)	X(avg)	nov.15	dec.15	jan.16	feb.16	mar.16	apr.16
KLEČE VIIIa	6	[5,0]	[5,0]	[5,0]	[5,0]	[5,0]	[5,0]	[5,0]	[5,0]	[5,0]
KLEČE XIII	2	[5,0]	[5,0]	[5,0]			[5,0]			[5,0]
HRASTJE Ia	6	12	14	14	12	14	14	14	14	14
ŠENTVID IIa	6	[5,0]	[5,0]	[5,0]	[5,0]	[5,0]	[5,0]	[5,0]	[5,0]	[5,0]
JARŠKI PROD III	6	[5,0]	[5,0]	[5,0]	[5,0]	[5,0]	[5,0]	[5,0]	[5,0]	[5,0]
BREST IIa	6	[5,0]	[5,0]	[5,0]	[5,0]	[5,0]	[5,0]	[5,0]	[5,0]	[5,0]
ROJE	1	[5,0]	[5,0]	[5,0]						[5,0]
PETROL OB CELOVŠKI	1	[5,0]	[5,0]	[5,0]						[5,0]
PETROL ZALOG	1	[5,0]	[5,0]	[5,0]						[5,0]
BŠV-1/99	1	22	22	22						22
LP ZADOBROVA	1	[5,0]	[5,0]	[5,0]						[5,0]
PB-4 KOLEZIJA	1	[5,0]	[5,0]	[5,0]						[5,0]
PINCOME 1/10 Geološki zavod	1	32	32	32						32
LMV-1 Mlekarne	1	26	26	26						26



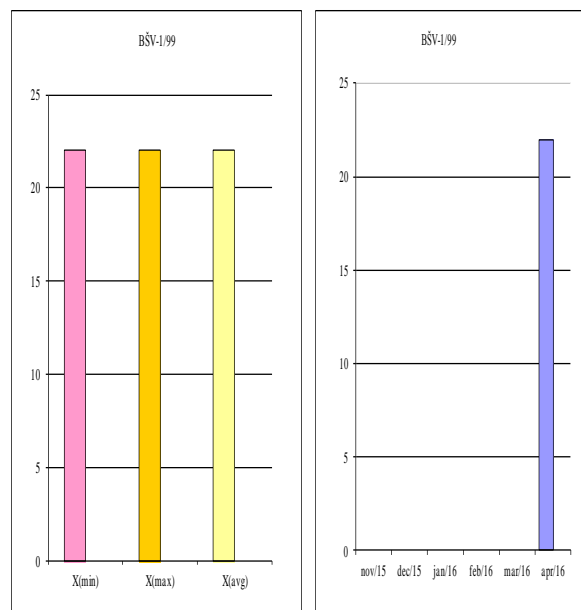
Slika 3. Podzemna voda – Celotni krom (ug/l), Hrastje Ia



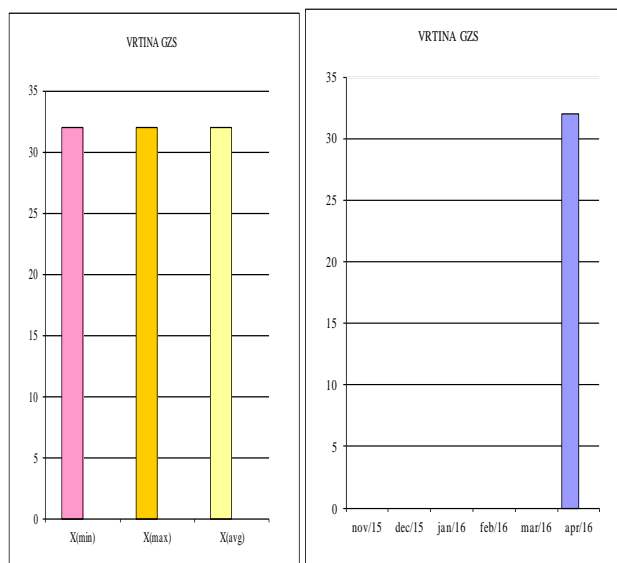
Slika 4. Podzemna voda – Krom VI (ug/l), Hrastje Ia



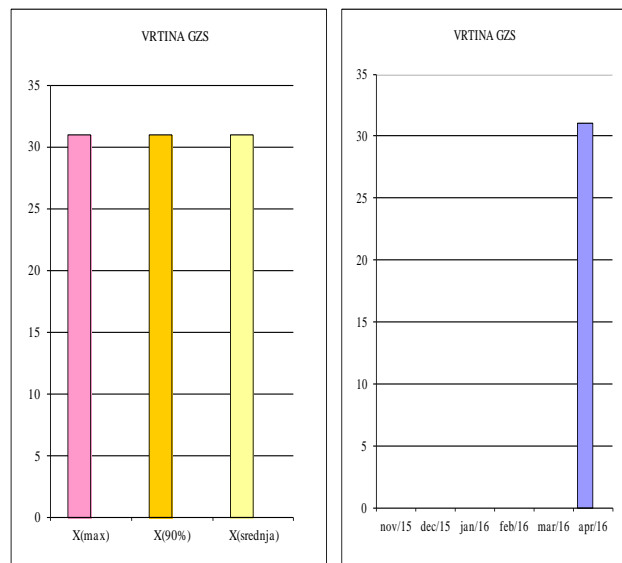
Slika 5. Podzemna voda – Celotni krom (ug/l), BŠV-1/99



Slika 6. Podzemna voda – Krom VI (ug/l), BŠV-1/99



Slika 7. Podzemna voda – Krom VI (ug/l), Pincome-1/10 GZS



Slika 8. Podzemna voda – Krom-celotni (ug/l), Pincome-1/10 GZS

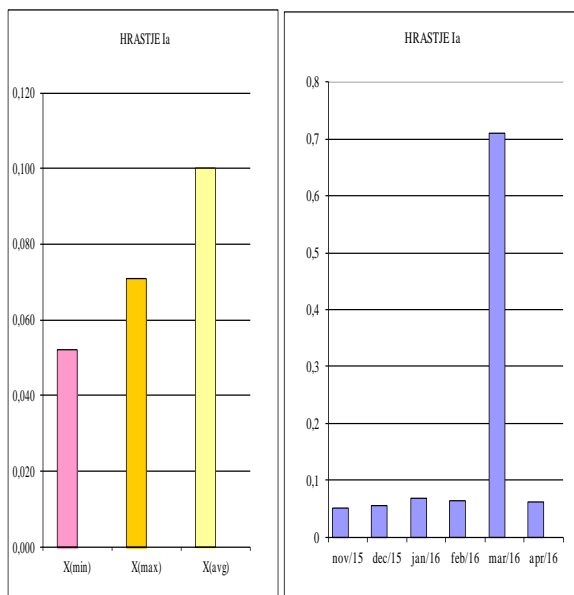
6.2.3 Pesticidi

Rezultati preiskav podzemne vode kažejo, da mejna vrednost 0,5 µg/l, za vsoto pesticidov, opredeljeno s Pravilnikom o pitni vodi in Uredbo o stanju podzemnih voda, ni bila presežena. V vsoto pesticidov nista zajeta metolaklor ESA in OXA, ki sta opredeljena kot nerelavantna razgradna produkta. Potrebno je poudariti, da sta atrazin in njegov razgradni produkt desetilatrazin ključni snovi, ki v času izvajanja preiskav predstavljata obremenitve podzemne vode s pesticidi.

Koncentracije atrazina in desetilatrazina v podzemni vodi, v opazovanem obdobju, so presegle normativne meje vrednost (0,1 µg/l) v Hrastju Ia (0,71µg/l v marcu 2016), koncentracija desetilatrazina pa v Brestu IIa (0,103µg/l v decembru 2015), tabela 10 ,11, slika 9 in 10.

Tabela 10 Pregled koncentracij atrazina (µg/l) za posamezna obdobja po posameznih mestih vzorčenja

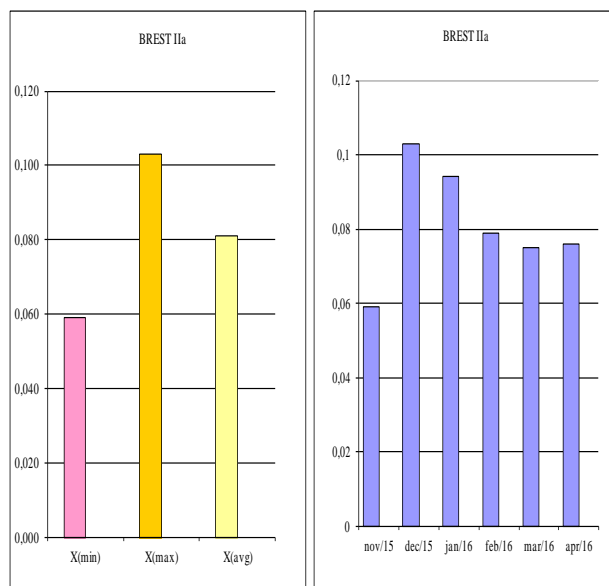
Mesto vzorčenja	Obdobje od novembra 2015 do vključno aprila 2016				I. Vmesno poročilo 2016					
	N	X(min)	X(max)	X(avg)	nov.15	dec.15	jan.16	feb.16	mar.16	apr.16
KLEČE VIIIa	6	[0,002]	0,024	0,014	0,009	[0,002]	0,024	0,011	0,012	[0,002]
KLEČE XIII	2	[0,002]	0,015	0,015			0,015			[0,002]
HRASTJE Ia	6	0,052	0,071	0,100	0,052	0,056	0,069	0,063	0,71	0,062
ŠENTVID IIa	6	[0,002]	0,022	0,010	0,009	0,005	0,022	0,008	[0,002]	0,004
JARŠKI PROD III	6	[0,002]	0,014	0,008	[0,002]	[0,002]	0,014	[0,002]	0,006	0,003
BREST IIa	6	0,012	0,024	0,015	0,012	0,013	0,024	0,012	0,013	0,016
ROJE	1	[0,002]	[0,002]	[0,002]						[0,002]
PETROL OB CELOVŠKI	1	0,015	0,015	0,015						0,015
PETROL ZALOG	1	0,009	0,009	0,009						0,009
BŠV-1/99	1	0,060	0,060	0,060						0,06
LP ZADOBROVA	1	0,049	0,049	0,049						0,049
PB-4 KOLEZIJA	1	[0,002]	[0,002]	[0,002]						[0,002]
PINCOME 1/10 Geološki zavod	1	0,004	0,004	0,004						0,004
LMV-1 Mlekarne	1	0,090	0,090	0,090						0,09



Slika 9 Podzemna voda – Atrazin (ug/l), Hrastje Ia

Tabela 11 Pregled koncentracij desetilatrazina ($\mu\text{g/l}$) za posamezna obdobja, po posameznih mestih vzorčenja

Mesto vzorčenja	Obdobje od novembra 2015 do vključno aprila 2016				I. Vmesno poročilo 2016					
	N	X(min)	X(max)	X(avg)	nov.15	dec.15	jan.16	feb.16	mar.16	apr.16
KLEČE VIIIa	6	[0,008]	0,010	0,010	[0,008]	[0,008]	[0,008]	0,009	[0,008]	0,01
KLEČE XIII	2	[0,008]	[0,008]	[0,008]						[0,008]
HRASTJE Ia	6	0,034	0,060	0,042	0,034	0,042	0,036	0,037	0,060	0,040
ŠENTVID IIa	6	[0,008]	0,012	0,011	[0,008]	0,012	0,009	[0,008]	[0,008]	0,012
JARŠKI PROD III	6	[0,008]	0,012	0,011	[0,008]	0,012	0,009	[0,008]	[0,008]	0,012
BREST IIa	6	0,059	0,103	0,081	0,059	0,103	0,094	0,079	0,075	0,076
ROJE	1	0,019	0,019	0,019						0,019
PETROL OB CELOVŠKI	1	0,024	0,024	0,024						0,024
PETROL ZALOG	1	0,019	0,019	0,019						0,019
BŠV-1/99	1	0,064	0,064	0,064						0,064
LP ZADOBROVA	1	0,047	0,047	0,047						0,047
PB-4 KOLEZIJA	1	0,015	0,015	0,015						0,015
PINCOME 1/10 Geološki zavod	1	0,012	0,012	0,012						0,012
LMV-1 Mlekarne	1	0,039	0,039	0,039						0,039



Slika 10 .Podzemna voda – Desetilatrazin (ug/l), Brest IIa

6.2.4 Lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki

Obremenitve podzemne vode na območju izvajanja programa monitoringa MOL z lahkohlapnimi halogeniranimi ogljikovodiki so stalne. Značilna predstavnika sta 1,1,2 – trikloroeten in 1,1,2,2-tetrakloroeten, maksimalni izmerjeni koncentraciji za obdobje november 2015 – april 2016 sta, za 1,1,2,2-tetrakloroeten 0,52 $\mu\text{g/l}$ v Pincome 1/10 Geološki zavod (Vrtina GZS) in za 1,1,2 – trikloroeten 1,6 $\mu\text{g/l}$, v vodnjaku Brest IIa.

Od ostalih lahkohlapnih ogljikovodikov smo, v devetih vzorcih, določili triklorometan, v koncentracijah med 0,05 - 0,19 $\mu\text{g/l}$ ter 1,1,1 trikloroetan, v koncentracijah od 0,19 do 0,34 $\mu\text{g/l}$.

Koncentracije 1,1,2,2-tetrakloroetilena in 1,1,2-trikloroetilena so predstavljene v tabelah 12 in 13.

Tabela 12 Pregled koncentracij 1,1,2,2-tetrakloroetilena ($\mu\text{g/l}$) za posamezna obdobja, po posameznih mestih vzorčenja

Mesto vzorčenja	Obdobje od novembra 2015 do vključno aprila 2016				I. Vmesno poročilo 2016					
	N	X(min)	X(max)	X(avg)	nov.15	dec.15	jan.16	feb.16	mar.16	apr.16
KLEČE VIIIa	6	[0,05]	0,08	0,07	[0,05]	0,05	0,08	[0,05]	[0,05]	[0,05]
KLEČE XIII	2	[0,05]	0,09	0,10			0,09			[0,05]
HRASTJE Ia	6	0,21	0,39	0,30	0,24	0,39	0,24	0,32	0,21	0,31
ŠENTVID IIa	6	[0,05]	0,08	0,08	[0,05]	[0,05]	0,08	[0,05]	[0,05]	[0,05]
JARŠKI PROD III	6	[0,05]	0,09	0,06	0,05	0,05	0,09	[0,05]	0,05	[0,05]
BREST IIa	6	[0,05]	0,09	0,06	0,06	0,06	0,09	[0,05]	0,05	0,05
ROJE	1	[0,05]	[0,05]	[0,05]						[0,05]
PETROL OB CELOVŠKI	1	[0,05]	[0,05]	[0,05]						[0,05]
PETROL ZALOG	1	0,08	0,08	0,08						0,08
BŠV-1/99	1	0,31	0,31	0,31						0,31
LP ZADOBROVA	1	0,43	0,43	0,43						0,43
PB-4 KOLEZIJA	1	[0,05]	[0,05]	[0,05]						[0,05]
PINCOME 1/10 Geološki zavod	1	0,52	0,52	0,52						0,52
LMV-1 Mlekarne	1	0,29	0,29	0,29						0,29

Tabela 13 Pregled koncentracij 1,1,2-trikloroetilena ($\mu\text{g/l}$) za posamezna obdobja, po posameznih mestih vzorčenja

Mesto vzorčenja	Obdobje od novembra 2015 do vključno aprila 2016				I. Vmesno poročilo 2016					
	N	X(min)	X(max)	X(avg)	nov.15	dec.15	jan.16	feb.16	mar.16	apr.16
KLEČE VIIIa	6	[0,05]	[0,05]	[0,05]	[0,05]	[0,05]	[0,05]	[0,05]	[0,05]	[0,05]
KLEČE XIII	2	[0,05]	0,10	0,10			0,10			[0,05]
HRASTJE Ia	6	0,23	0,42	0,30	0,40	0,42	0,23	0,35	0,30	0,34
ŠENTVID IIa	6	[0,05]	[0,05]	[0,05]	[0,05]	[0,05]	[0,05]	[0,05]	[0,05]	[0,05]
JARŠKI PROD III	6	[0,05]	0,08	0,08	[0,05]	[0,05]	0,08	[0,05]	[0,05]	[0,05]
BREST IIa	6	0,55	1,60	1,18	1,6	1,3	0,55	1,2	1,1	1,3
ROJE	1	[0,05]	[0,05]	[0,05]						[0,05]
PETROL OB CELOVŠKI	1	[0,05]	[0,05]	[0,05]						[0,05]
PETROL ZALOG	1	0,11	0,11	0,11						0,11
BŠV-1/99	1	0,67	0,67	0,67						0,67
LP ZADOBROVA	1	0,11	0,11	0,11						0,11
PB-4 KOLEZIJA	1	[0,05]	[0,05]	[0,05]						[0,05]
PINCOME 1/10 Geološki zavod	1	0,69	0,69	0,69						0,69
LMV-1 Mlekarnе	1	0,64	0,64	0,64						0,64

6.2.5 Ostale organske spojine (SCAN)

Od organskih spojin smo, v preiskovanem obdobju, potrdili prisotnost sledove, v poročilu že omenjenih fitofarmaceutskih sredstev: atrazina, desetilazina in metolaklora, od lahkih organskih snovi pa sledove tetrakloretilena.

V vzorcu LMV – Mlekarnе smo določili sledove krotanske kisline, ki je nenasičena karboksilna kislina, v vrtini Kolezija pa sledove benzenovih derivatov (ksilen, etilbenzen), spojini indana in indena ter sledove nekaterih alkilaromatskih spojin C9 – C10.

V petih vzorcih smo ugotovili sledove farmacevtske učinkovine karbamazepina.

V vseh vzorcih se v sledovih pojavljajo različni ftalati, ki so običajno prisotni v podzemni vodi na območju mesta Ljubljane.

7 PRILOGE

7.1. POROČILA O VZORČENJU IN MERITVAH NA TERENU ZA PODZEMNE VODE

7.2. POROČILA O PRESKUSIH ZA PODZEMNE VOD

