



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

CENTER ZA OKOLJE IN ZDRAVJE

DAT.: S:\COZ\OPKV\OPKV Enota Ljubljana

**MONITORING PODZEMNE VODE IN POVRŠINSKIH VODOTOKOV NA OBMOČJU MESTNE
OBČINE LJUBLJANA ZA OBDOBJE avgust 2023 - julij 2024**

POROČILO ZA OBDOBJE avgust 2023 - julij 2024 (končno poročilo)

Ljubljana, september, 2024

Oddelek za okolje in zdravje Maribor

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

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

ID za DDV: SI19651295, TRR: SI5601100-6000043285, BIC: BSLJ2X, Banka Slovenije



Naslov: MONITORING PODZEMNE VODE IN POVRŠINSKIH VODOTOKOV NA OBMOČJU MESTNE OBČINE LJUBLJANA ZA OBDOBJE avgust 2023 - julij 2024 (končno poročilo)

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

Naročnik: MESTNA OBČINA LJUBLJANA
Mestni trg 1
1000 LJUBLJANA

Evidenčna oznaka: 2300-14/776-24

Šifra dejavnosti: OPKV- Enota Ljubljana

Delovni nalog: Pogodba št. C7560-22-210013

Nosilec naloge: Klara Kopše Zorko, mag.san.inž.

Sodelavci: Darja Hojnik, 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 Küčan, univ.dipl.inž.kem.tehnol.
Pija Rep, univ.dipl.kem.
Katja Zelenik, dr. vet. med.
Marko Hirsch, mag.san.inž.
Boštjan Krek, dipl.san inž.

Ljubljana, september, 2024

Oddelek za pitne in kopalne vode OPKV

Vodja oddelka:
Darja Hojnik, univ.dipl.inž.kem.tehnol.

VSEBINA

1	UVOD	4
2	METODOLOGIJA DELA	5
2.1	<i>VZORČENJE</i>	5
2.1.1	Mesta vzorčenja	5
2.1.2	Odvzem vzorcev	6
2.2	<i>SEZNAM PARAMETROV</i>	8
2.2.1	Podzemna voda	8
2.2.2	Površinski vodotoki	11
2.3	<i>METODOLOGIJA</i>	13
2.3.1	Podzemne, površinske vode	13
3	ZAKONSKE OSNOVE IN STROKOVNI VIRI	14
3.1	<i>PODZEMNA VODA</i>	14
3.2	<i>POVRŠINSKI VODOTOKI</i>	16
4	ZAGOTAVLJANJE IN KONTROLA KAKOVOSTI	21
5	REZULTATI	21
6	KAKOVOST IN OBREMENITVE PODZEMNE VODE	22
6.1	<i>OSNOVNE FIZIKALNO – KEMIJSKE LASTNOSTI</i>	22
6.1.1	Temperatura vode, pH vrednost in električna prevodnost	22
6.1.2	Nasičenost s kisikom	24
6.1.3	Celotni organski ogljik – TOC	24
6.1.4	Amonij, ortofosfat	24
6.1.5	Nitrat	25
6.1.6	Raztopljeni ioni (kalcij, magnezij, natrij, kalij, sulfat, klorid, hidrogenkarbonat)	27
6.2	<i>SKUPINSKI KAZALCI OBREMENITEV PODZEMNE VODE</i>	27
6.2.1	Organsko vezani halogeni, sposobni adsorpcije, AOX	27
6.2.2	Celotni krom in krom VI	27
6.2.3	Pesticidi	29
6.2.4	Lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki	29
6.2.5	Ostale organske spojine (GC - MS SCAN)	31
7	KAKOVOST IN OBREMENITVE POVRŠINSKIH VODOTOKOV	32
7.1	<i>LJUBLJANICA</i>	32
7.2	<i>MALI GRABEN IN CURNOVEC</i>	35
7.3	<i>GRADAŠČICA</i>	37
	Povzetek ocene razmer	38
7.4	<i>IŽICA</i>	38
	Povzetek ocene razmer	39
7.5	<i>BESNICA in ČrnušnJica</i>	40
8	ORGANSKE SNOVI V POVRŠINSKIH VODAH (GC-MS SCAN)	42
9	SEDIMENTI v površinskih vodah	43
10	PRILOGE	44
10.1	<i>REZULTATI PRESKUSOV PODZEMNIH VOD</i>	45
10.2	<i>REZULTATI PRESKUSOV POVRŠINSKIH VOD</i>	48
10.3	<i>REZULTATI PRESKUSOV SEDIMENTOv</i>	49

1 UVOD

Monitoring podzemne vode se je, v okviru programa Monitoringa podzemne vode in površinskih vodotokov, na območju Mestne občine Ljubljana, za obdobje avgust 2023 – julij 2024, izvajal na štirinajstih vzorčnih mestih. Število mest vzorčenja in dinamika vzorčenja sta določena s pogodbo o izvedbi monitoringa.

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

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 in površinske vode, za obdobje avgust 2023 – julij 2024.

2 METODOLOGIJA DELA

2.1 VZORČENJE

2.1.1 Mesta vzorčenja

2.1.1.1 Podzemna voda

Pregled mest vzorčenja in opis lokacij v obdobju avgust 2023 – julij 2024 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 VIIIA	vodniak	104775	461280
2	Kleče XIII	vodniak	104897	469998
3	Hrastje IA	vodniak	102960	466525
4	Šentvid IIA	vodniak	106480	460300
5	Jarški prod III	vodniak	105040	465805
6	Brest IIA	vodniak	90870	461320
7	Roje LV-0377	vertina	106930	461270
8	Petrol ob Celovški	vertina	104184	460159
9	LP Zadobrova	vertina	103859	468199
10	Petrol Zaloq*	vertina	101405	469392
11	BŠV -1/99	vertina	102553	464150
12	Pb-4 Kolezija	vertina	99898	461091
13	Pincome 1/10 Geološki zavod	vertina	103065	462983
14	LMV – 1 Mlekarne	vertina	103755	461973

Opomba:

*Ni bilo odvzeto zaradi onemogočenega dostopa do vrtine.

2.1.1.2 Površinski vodotoki

Pregled mest vzorčenja in opis lokacij je razviden iz tabele 2.

Tabela 2: Seznam mest vzorčenja površinske vode

Zap. št	Ime mesta vzorčenja	Šifra mesta vzorčenja	Geodetske koordinate	
			X	Y
1	Ljublanica	Zalog – za izlivom iz CČN	103187	472167
2	Curnovec	pred izlivom v Ljublanico	97970	459850
3	Mali graben	pred izlivom v Ljublanico	98770	461490
4	Gradaščica	nad Ljubljano	101020	456670
5	Gradaščica	pred izlivom v Ljublanico	100050	461820
6	Ižica	pred izlivom v Ljublanico	97510	462480
7	Črnušnjica	pred izlivom v Savo	104956	464195
8	Besnica	pred izlivom v Ljublanico	472155	472155

2.1.2 Odvzem vzorcev

2.1.2.1 Podzemna voda

Vzorčenje podzemne vode je bilo izvedeno po akreditirani metodi, skladno z določili standarda SIST EN ISO/IEC 17025: 2017 ter z upoštevanjem določil:

- Pravilnika o monitoringu podzemnih vod (Ur. list RS, št. 31/2009 in 44/2022 – ZVO-2),
- Pravilnika o pitni vodi (Ur. list RS, št. 19/2004, 35/2004, 26/2006, 92/2006, 25/2009, 74/2015 in 51/2017) in Uredbe o pitni vodi (Ur. list RS, št. 61/2023).

in standardov:

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

2.1.2.2. 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 stanju površinskih voda (Ur. list RS, št. 14/2009, 98/2010, 96/2013, 24/2016 in 44/2022 – ZVO-2),
- Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (Ur. list RS, št. 46/2002, 41/2004 – ZVO-1 in 44/2022 – ZVO-2),
- Uredbe o upravljanju kakovosti kopalnih voda (Ur.l. RS 25/2008 in 44/2022 – ZVO-2);

in standardov:

- SIST EN ISO 5667-6:2017, Kakovost vode - Vzorčenje - 6. del, Navodilo za vzorčenje rek in potokov,
- SIST EN ISO 5667-6:2017/A11:2020, Kakovost vode - Vzorčenje - 6. del, Navodilo za vzorčenje rek in potokov, Dopolnilo A11
- SIST ISO 5667-12:2018, Kakovost vode - Vzorčenje - 12. del: Navodilo za vzorčenje sedimentov z dna rek, jezer in izlivnih območij rek,
- SIST EN ISO 5667-1:2023, Kakovost vode – Vzorčenje - 1. del: Navodilo za načrtovanje programov in tehnik vzorčenja,
- SIST EN ISO 5667-3:2018, Kakovost vode - Vzorčenje - 3. del: Konzerviranje 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, lahkoahlapne halogenirane ogljikovodike in druge organske snovi, med njimi ostanke farmakološko aktivnih snovi (tabela 3).

Tabela 3: 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	Hidrodenkarbonat
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
Amidosulforon	Metolaklor in metabolita OXA in ESA
Atrazin in razgradna produkta Desetilatrazin in Bentazon	Metosulam
Boskalid	Metribuzin
Bromacil	Mezosulfuron
Cianazin	Nikosulforon
Dimetenamid	Oksifluorfen
Dimetoat	Pendimetalin
Diflufenikan	Piridat M
Desizopropilatrazin	Prometrin
Epoksikonazol	Promamokarb
Flufenacet	Propazin
Foramsulforon	Prosulfokarb
Foramsulfuron	Rimsulfuron
Imidaklopid	Simazin
Izoksaf lutol	Terbutilazin in razgradni produkt Desetil-terbutilazin
Izoproturon	Terbutrin
Jodosulforon	Tiametoksam
Dimetoat	Tiaklopid
Klomazon	Tifensulfuron-metil
Klortoluron	Triasulfuron
Linuron	Tritosulforon
Metaflumizon	Diklobenil
Mezotrion	26-diklorobenzamid
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
Salicilna 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	Identifikacija organskih spojin GC/MSD – SCAN
Klofibrna kislina	
Kloramfenikol	
Klorotetraciklin	
Mikrobiološki parametri	
<i>Escherichia coli</i>	Enterokoki

2.2.2 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 ter mikrobiološke preiskave vod.

Tabela 4: Seznam parametrov programa monitoringa površinskih vodotokov

Osnovne fizikalno kemijske lastnosti vode	Skupinski kazalci obremenitev površinskih vodotokov
Temperatura vode pH vrednost Električna prevodnost (25° C) Kisik Nasičenost s kisikom Barva Vidne nečistoče Dušikove spojine - amonij in nitrat, celotni N Fosfat – celokupni Fosfat – ortofosfat Celotni organski ogljik - TOC KPK (KMnO4)	Anionaktivni detergenti Bor Mineralna olja Fenolne snovi Identifikacija organskih spojin GC/MSD - SCAN
Mikroelementi (v nadaljevanju kovine), voda	Kovine, sediment
Arzen, As Baker, Cu Kadmij, Cd Celotni krom Krom v oksidativnem stanju VI, Cr oz. Cr VI Svinec, Pb Živo srebro, Hg	Arzen, As Baker, Cu Cink, Zn Kadmij, Cd Celotni krom Krom v oksidativnem stanju VI, Cr oz. Cr VI Svinec, Pb Živo srebro, Hg
Mikrobiološki parametri	
<i>Escherichia coli</i>	Enterokoki

2.3 METODOLOGIJA

2.3.1 Podzemne, površinske vode

Fizikalno – kemijske preiskave so bile izvedene v skladu z navodili standarda SIST EN ISO/IEC 17025:2017 in v obsegu akreditacijske listine LP 014 ter mikrobiološke preiskave vode v skladu z navodili standarda SIST EN ISO/IEC 17025:2017 in obsegom akreditacijske listine LP 014.

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 5:

- Uredbe o stanju podzemnih voda (Ur. list RS, št. 25/2009, 68/2012, 66/2016 in 44/2022 – ZVO-2),
- Pravilnika o pitni vodi (Ur. list RS, št. 19/2004, 35/2004, 26/2006, 92/2006, 25/09, 74/2015 in 51/2017) in Uredbe o pitni vodi (Ur. list RS, št. 61/2023)
- Pravilnika o monitoringu podzemnih vod (Ur. list RS, št. 31/2009 in 44/2022 – ZVO-2),

Tabela 5: Mejne vrednosti za oceno kemijskega stanja podzemne vode

Parameter	Enota	Uredba o stanju podzemnih voda in	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	50
Klorid	mg Cl/l		250
Ortofosfat	mg PO ₄ /l		
Organske halogene spojine (AOX)	µg /l		
Krom	µg Cr/l		50
Posamezni pesticid	µg/l	0.1	0.1
Vsota merjenih pesticidov	µg/l	0.5	0.5
Lahkohlapni alifatski halogenirani ogljikovodiki (LHCH) ¹⁾	µg/l	10	
Diklorometan	µg/l	2	
Tetraklorometan	µg/l	2	
1,2-dikloroetan	µg/l	3	3.0
1,1- dikloroeten	µg/l	2	
Trikloroeten	µg/l	2	
Tetrakloroeten	µg/l	2	
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;

3.2 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 stanju površinskih voda (Ur. list RS, št. 14/2009, 98/2010, 96/2013, 24/2016 in 44/2022 – ZVO-2),
- Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (Ur. list RS, št. 46/2002, 41/2004 – ZVO-1 in 44/2022 – ZVO-2),
- Uredba o upravljanju kakovosti kopalnih voda (Ur.l. RS 25/2008 in 44/2022 – ZVO-2).

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

- Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. list RS, št. 68/1996, 41/2004 - ZVO-1 in 44/2022 – ZVO-2).

Tabela 6: Mejne vrednosti po predpisih za površinske vodotoke

Parameter	Enota	Izraž en kot	Uredba o o stanju površinskih voda LP-OSK, NDK-OSK	Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib ²⁾	Pravilnik o pitni vodi	Uredba o upravljanju kakovosti kopalnih voda
Temperatura zraka	°C					
Temperatura vode	°C					
pH				6-9+/-0,5	6,5-9,5	
Elektroprevodnost (20° C)	µS/cm				2500	
Kisik	mg/l	O ₂		50%>/=9		
Nasičenost s kisikom	%			100%>/=6		
Neraztopljene snovi	m			</=25 ¹⁾		
Skupni organski ogljik (TOC)	mg/l	C				
Kemijska potreba po kisiku-KPK	mg/l	O ₂	#10-20,9; 13,6 – 29,9 /			
Biokemijska potreba po kisiku-BPK ₅	mg/l	O ₂		≤ 3 ¹⁾		
Amonij	mg/l	NH ₄		≤ 1	0,5	
Nitrati	mg/l	NO ₃			50	
Nitriti	mg/l	NO ₂		≤ 0,01 ¹⁾	0,5	
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(+NO) ; 1800(+NO)		1000	
Kadmij ⁴⁾	ug/l	Cd	r1: ≤ 0,08+NO r2: 0,08+NO r3: 0,09+NO r4: 0,15+NO r5: 0,25+NO		5	
Baker	ug/l	Cu	#1; 8,2+NO ; 73 +NO	5-112 ¹⁾	2000	
Cink	ug/l	Zn	#4,2; 7,8+NO ; 78+NO	30-500		
Krom	ug/l	Cr	#1,2; 12 ; 160		50	
Nikelj	ug/l	Ni	34		20	
Svinec	ug/l	Pb	14		10	

Parameter	Enota	Izraž en kot	Uredba o o stanju površinskih voda LP-OSK, NDK-OSK	Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib ²⁾	Pravilnik o pitni vodi	Uredba o upravljanju kakovosti kopalnih voda
Živo srebro	ug/l	Hg	0,07+NO		1	
Mineralna olja	mg/l		#0,005; 0,05 ; /			
Fenolne snovi (hlapne z vodno paro)	ug/l		#0,8; 7,7 ;77			
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 za salmonidne vode;

2) Mejna vrednost za salmonidne vode;

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 stanju površinskih voda	Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih 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		

4 ZAGOTAVLJANJE IN KONTROLA KAKOVOSTI

Izvajanje Monitoringa MOL vključuje tudi zagotavljanje in kontrolo kakovosti skladno z določili SIST EN ISO/IEC 17025:2017.

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 določeno s SIST EN ISO/IEC 17025:2017.

5 REZULTATI

Rezultati preiskav so v prilogah:

- 10.1 REZULTATI PRESKUSOV PODZEMNIH VOD
- 10.2 REZULTATI PRESKUSOV POVRŠINSKIH VOD
- 10.3 REZULTATI PRESKUSOV SEDIMENTOV

6 KAKOVOST IN OBREMNITVE PODZEMNE VODE

Rezultati preiskave podzemne vode za obdobje avgust 2023 – julij 2024 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 avgust 2023 – julij 2024 12,3 °C, oziroma med 11,1 °C in 14,7 °C (skupaj N = 50 meritev).

V opazovanem časovnem obdobju so bili vsi rezultati meritev pH vrednosti v dopustnem območju za pitno vodo, po določenih Pravilnika o pitni vodi, tabela 8. Povprečna pH vrednost je bila 7,5.

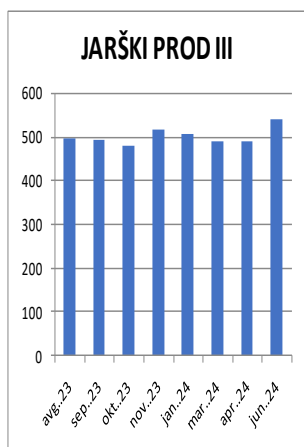
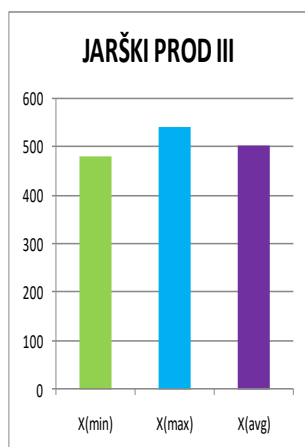
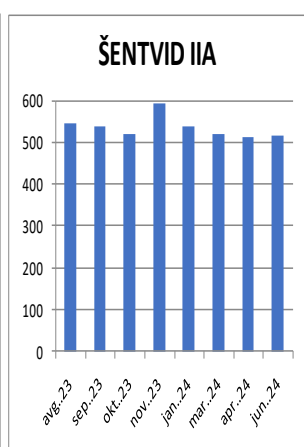
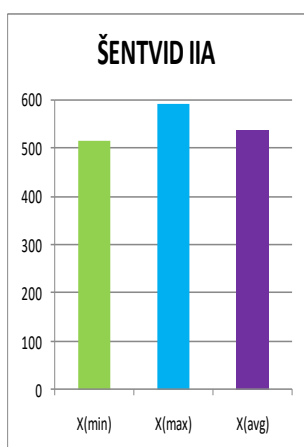
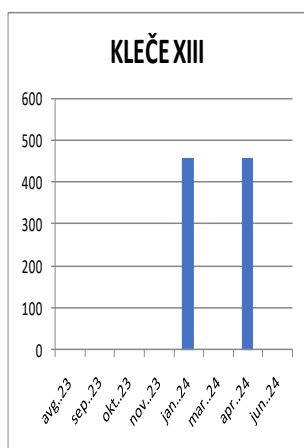
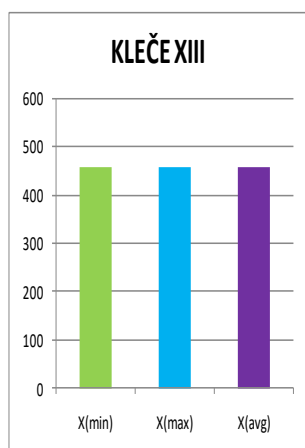
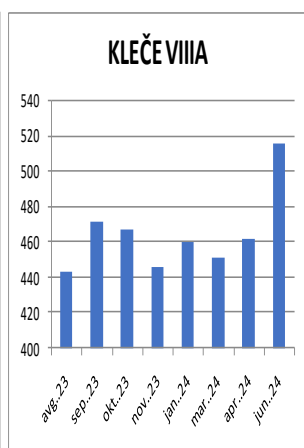
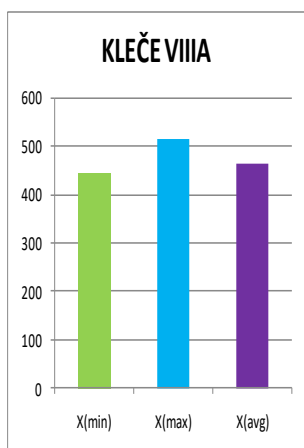
Tabela 8: Pregled meritev pH vrednosti za posamezna obdobja po posameznih mestih vzorčenja

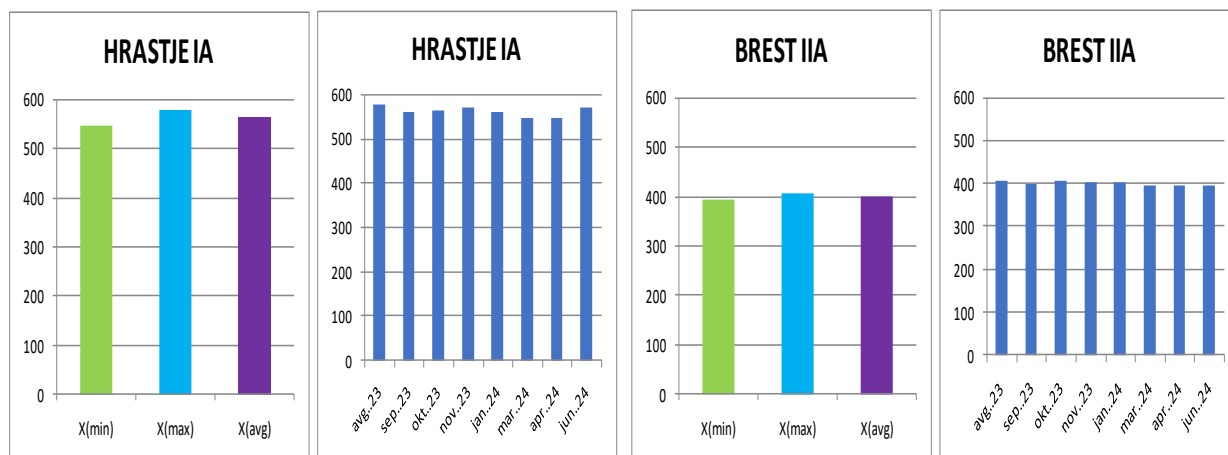
Mesto vzorčenja	Obdobje od avgusta 2023 do julija 2024				Končno poročilo 2024							
	N	X(min)	X(max)	X(avg)	avg.23	sep.23	okt.23	nov.23	jan.24	mar.24	apr.24	jun.24
KLEČE VIII A	8	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
KLEČE XII	2	7,5	7,5	7,5					7,5			7,5
ŠENTVID IIA	8	7,4	7,5	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,5	7,5	7,5
JARŠKI PROD III	8	7,5	7,6	7,6	7,6	7,5	7,5	7,5	7,6	7,6	7,6	7,6
HRASTJE IA	8	7,4	7,5	7,4	7,5	7,4	7,4	7,4	7,4	7,5	7,4	7,4
BREST IIA	8	7,4	7,7	7,5	7,5	7,4	7,4	7,4	7,5	7,7	7,6	7,7
ROJE LV-0377	1	7,3	7,3	7,3							7,3	
BŠV-1/99	1	7,1	7,1	7,1							7,1	
Petrol ob Celovški	1	7,2	7,2	7,2							7,2	
LP Zadobrova	1	7,3	7,3	7,3							7,3	
Pb-4 Kolezija	1	7,5	7,5	7,5							7,5	
PINCOME 1/10 Geološki zavod	1	7,1	7,1	7,1							7,1	
LMV-1 Ljubljanske mlekarne	1	7,6	7,6	7,6							7,6	

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 334 μ S/cm in 592 μ S/cm. Vrednosti elektroprevodnosti so prikazane v tabeli 9, na izbranih mestih pa še na sliki 1 (str. 21, 22).

Tabela 9: Pregled meritev električne prevodnosti (pri 20°C, $\mu\text{S}/\text{cm}$) za posamezna obdobja po posameznih mestih vzorčenja

Mesto vzorčenja	Obdobje od avgusta 2023 do julija 2024				Končno poročilo 2024							
	N	X(min)	X(max)	X(avg)	avg.23	sep.23	okt.23	nov.23	jan.24	mar.24	apr.24	jun.24
KLEČE VIII A	8	443	515	464	443	471	467	446	460	451	462	515
KLEČE XIII	2	456	458	457					456		458	
ŠENTVID IIA	8	513	592	536	546	539	521	592	537	520	513	517
JARŠKI PROD III	8	480	541	501	495	493	480	515	505	490	491	541
HRASTJE IA	8	546	578	562	578	560	564	571	561	546	547	571
BREST IIA	8	394	407	400	407	399	405	404	403	394	395	395
ROJE LV-0377	1	334	334	334							334	
BŠV-1/99	1	565	565	565							565	
Petrol ob Celovski	1	582	582	582							582	
LP Zadobrova	1	544	544	544							544	
Pb-4 Kolezija	1	526	526	526							526	
PINCOME 1/10 Geološki zavod	1	550	550	550							550	
LMV-1 Ljubljanske mlekarne	1	584	584	584							584	





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. V obdobju avgust 2023 – julij 2024 so bile v večini vzorcev vod najnižje in najvišje vrednosti med $X_{MIN} = 78 \%$ in $X_{MAKS} = 99 \%$. Izstopa vzorec iz vrtine Pb-4 Kolezija ($< 5 \text{ mg/l}$).

6.1.3 Celotni organski ogljik – TOC

Celotni organski ogljik – TOC je merilo za obremenitev podzemne vode s snovmi organske narave. V večini vzorcev vode so bile koncentracije TOC v območju od $< 0,1$ do $0,5 \text{ mg C/l}$, tabela 10.

Tabela 10: Pregled vsebnosti TOC (mg/l C) za posamezna obdobja po posameznih mestih vzorčenja

Mesto vzorčenja	Obdobje od avgusta 2023 do julija 2024				Končno poročilo 2024							
	N	X(min)	X(max)	X(avg)	avg.23	sep.23	okt.23	nov.23	jan.24	mar.24	apr.24	jun.24
KLEČE VIII A	8	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
KLEČE XII	2	0,1	0,3	0,2					0,3		0,1	<0,1
ŠENTVID IIA	8	<0,1	0,4	0,1	0,1	0,4	0,1	0,2	0,2	<0,1	<0,1	<0,1
JARŠKI PROD III	8	<0,1	0,5	0,2	0,1	0,3	0,2	0,5	0,4	<0,1	0,1	<0,1
HRASSTJE IA	8	<0,1	0,4	0,1	0,1	0,1	<0,1	0,3	0,4	<0,1	0,1	<0,1
BREST IIA	8	<0,1	0,4	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,4	<0,1	0,1	<0,1
ROJE LV-0377	1	<0,1	<0,1	<0,1							<0,1	
BŠV-1/99	1	<0,1	<0,1	<0,1							<0,1	
Petrol ob Celovški	1	0,2	0,2	0,2							0,2	
LP Zadobrova	1	<0,1	<0,1	<0,1							<0,1	
Pb-4 Kolezija	1	0,3	0,3	0,3							0,3	
PINCOME 1/10 Geološki zavod	1	<0,1	<0,1	<0,1							<0,1	
LMV-1 Ljubljanske mlekarne	1	0,2	0,2	0,2							0,2	

6.1.4 Amonij, ortofosfat

V času izvajanja programa monitoringa smo, v večini vzorcev podzemne vode, določili koncentracije amonija pod mejo ali blizu meje določljivosti analizne metode. Med koncentracijami tudi v letošnjem letu izstopa koncentracija amonija v aprilskem vzorcu Pb-4 Kolezija, $0,23 \text{ mg/l}$.

Normativna vrednost $0,5 \text{ mg/l NH}_4$ ni bila presežena v nobenem vzorcu.

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 v Pravilniku o pitni vodi in v Uredbi o stanju podzemne vode niso opredeljene).

Koncentracije ortofosfatov so bile v vseh vzorcih podzemne vode pod mejo določljivosti analizne metode.

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

6.1.5 Nitrat

V obdobju avgust 2023 – julij 2024 je bila povprečna koncentracija za nitrat 15,3 mg/l NO₃, izmerjene koncentracije pa so v intervalu od 2 do 27 mg/l NO₃. Mejna vrednost (50 mg/l), določena z Uredbo o stanju podzemne vode, ni presežena, tabela 11, slika 2.

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 količine padavin.

Tabela 11: Pregled koncentracije nitratov (mg/l NO₃) za posamezna obdobja, po posameznih mestih vzorčenja

Mesto vzorčenja	Obdobje od avgusta 2023 do julija 2024				Končno poročilo 2024							
	N	X(min)	X(max)	X(avg)	avg.23	sep.23	okt.23	nov.23	jan.24	mar.24	apr.24	jun.24
KLEČE VIII A	8	11,0	15,0	12,8	12	12	13	11	12	13	14	15
KLEČE XII	2	15,0	17,0	16,0					17		15	
ŠENTVID I A	8	19,0	22,0	20,3	19	20	19	20	20	21	22	21
JARŠKI PROD III	8	9,7	12,0	11,0	12	11	9,7	11	11	11	11	11
HRASTJE I A	8	19,0	21,0	20,0	21	19	20	19	21	19	21	20
BREST I A	8	7,1	8,4	7,9	8	8	8,4	8	8,4	7,1	8	7,1
ROJE LV-0377	1	6,0	6,0	6,0							6	
BŠV-1/99	1	21,0	21,0	21,0							21	
Petrol ob Celovški	1	27,0	27,0	27,0							27	
LP Zadobrova	1	20,0	20,0	20,0							20	
Pb-4 Kolečija	1	2,0	2,0	2,0							2	
PINCOME 1/10 Geološki zavod	1	21,0	21,0	21,0							21	
LMV-1 Ljubljanske mlekarne	1	22,0	22,0	22,0							22	



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

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

Kar se mineralizacije tiče, v vodi prevladujejo hidrogenkarbonati. Povprečna izmerjena koncentracija za hidrogenkarbonat je bila 304,5 mg/l HCO_3^- , za kalcij 79,5 mg Ca/l in magnezij 19,3 mg Mg/l.

Koncentracije sulfata in klorida, na posameznih merilnih mestih, so različne, izmerjene koncentracije za klorid so med 1,7 mg/l Cl do 42 mg/l Cl ter za sulfat med 3,8 mg/l SO_4 in 19,0 mg/l SO_4 .

Podobna ugotovitev velja tudi za kalij – povprečna izmerjena koncentracija kalija je 1,1 mg K/l, koncentracije pa so v intervalu od 0,4 do 3,4 mg K/l.

Povprečna izmerjena koncentracija natrija je 9,1 mg Na/l, koncentracije so v intervalu od 0,7 do 25 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 4,7 $\mu\text{g/l Cl}$.

6.2.2 Celotni krom in krom VI

Z vidika obremenitve podzemne vode s kromom (merjenim kot celotni krom in krom v oksidativni obliki VI) je le-ta, v najvišjih koncentracijah prisoten v vzorcih vrtin PINCOME 1/10 Geološki zavod (29 $\mu\text{g Cr}^{6+}/\text{l}$ in 35 $\mu\text{g Cr}/\text{l}$), LMV-1 Mlekarne (18 $\mu\text{g Cr}^{6+}/\text{l}$ in 23 $\mu\text{g Cr}/\text{l}$) in BŠV-1/99 (6 $\mu\text{g Cr}^{6+}/\text{l}$ in 20 $\mu\text{g Cr}/\text{l}$).

V skupini črpališč se krom v višjih koncentracijah skozi celotno obdobje monitoringa pojavlja v vodnjaku Hrastju IA, kjer so bile najvišje koncentracije v opazovanem obdobju od 11 $\mu\text{g Cr}/\text{l}$ do 15,0 $\mu\text{g Cr}/\text{l}$.

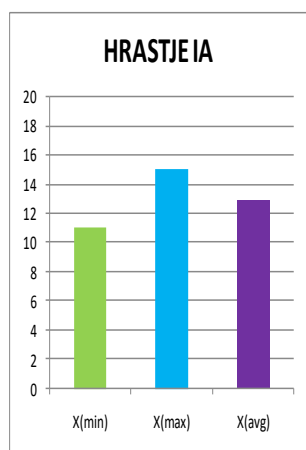
Koncentracije celotnega kroma in kroma VI, na vseh mestih vzorčenja, so prikazane v tabelah 12 in 13, koncentracije na izbranem mestu pa še na slikah 3 in 4.

Tabela 12: Pregled koncentracij celotnega kroma ($\mu\text{g/l}$) za posamezna obdobja, po posameznih mestih vzorčenja

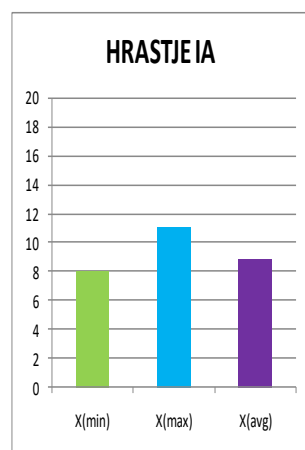
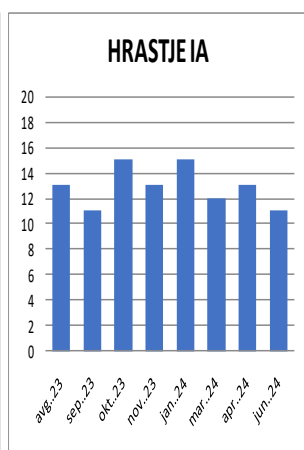
Mesto vzorčenja	Obdobje od avgusta 2023 do julija 2024				Končno poročilo 2024							
	N	X(min)	X(max)	X(avg)	avg.23	sep.23	okt.23	nov.23	jan.24	mar.24	apr.24	jun.24
KLEČE VIII A	8	0,5	1,5	0,9	0,86	0,5	1,5	1,4	1	0,77	0,6	0,57
KLEČE XII	2	0,9	1,1	1,0					0,94		1,1	
ŠENTVID IIA	8	0,7	1,6	1,1	0,9	1,1	1,2	1,1	1,3	1,6	1,2	0,67
JARŠKI PROD III	8	1,1	2,7	1,6	1,3	1,2	1,6	2,7	2	1,4	1,3	1,1
HRASTJE IA	8	11,0	15,0	12,9	13	11	15	13	15	12	13	11
BREST IIA	8	0,5	1,1	1,0	1,1	0,87	1,1	1	1,1	1,1	1,1	0,51
ROJE LV-0377	1	0,7	0,7	0,7							0,68	
BŠV-1/99	1	20,0	20,0	20,0							20	
Petrol ob Celovški	1	1,7	1,7	1,7							1,7	
LP Zadobrova	1	5,0	5,0	5,0							5	
Pb-4 Kolezija	1	<0,2	<0,2	<0,2							<0,2	
PINCOME 1/10 Geološki zavod	1	35,0	35,0	35,0							35	
LMV-1 Ljubljanske mlekarne	1	23,0	23,0	23,0							23	

Tabela 13: Pregled koncentracij kroma VI ($\mu\text{g/l}$) za posamezna obdobja, po posameznih mestih vzorčenja

Mesto vzorčenja	Obdobje od avgusta 2023 do julija 2024				Končno poročilo 2024							
	N	X(min)	X(max)	X(avg)	avg.23	sep.23	okt.23	nov.23	jan.24	mar.24	apr.24	jun.24
KLEČE VIII A	8	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
KLEČE XII	2	<5	<5	<5					<5		<5	
ŠENTVID IIA	8	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
JARŠKI PROD III	8	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
HRASTJE IA	8	8,0	11,0	8,9	11	8	11	8	8	8	8	9
BREST IIA	8	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
ROJE LV-0377	1	<5	<5	<5							<5	
BŠV-1/99	1	6,0	6,0	6,0							6	
Petrol ob Celovški	1	<5	<5	<5							<5	
LP Zadobrova	1	<5	<5	<5							<5	
Pb-4 Kolezija	1	<5	<5	<5							<5	
PINCOME 1/10 Geološki zavod	1	29,0	29,0	29,0							29	
LMV-1 Ljubljanske mlekarne	1	18,0	18,0	18,0							18	



Slika 3: Podzemna voda – Celotni krom ($\mu\text{g/l}$), Hrastje IA



Slika 4: Podzemna voda – Krom VI ($\mu\text{g/l}$), Hrastje IA

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 sta 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 v podzemni vodi, v opazovanem obdobju, niso presegle normativne meje vrednost (0,1 µg/l) v nobenem vzorcu (Tabela 14,15).

V sledovih smo s plinsko kromatografijo z masno selektivnim detektorjem identificirali atrazin v šestih (6) vzorcih in v treh (3) vzorcih desetilatrazin.

Tabela 14: Pregled koncentracij atrazina (µg/l) za posamezna obdobja po posameznih mestih vzorčenja

Mesto vzorčenja	Obdobje od avgusta 2023 do julija 2024				Končno poročilo 2024							
	N	X(min)	X(max)	X(avg)	avg.23	sep.23	okt.23	nov.23	jan.24	mar.24	apr.24	jun.24
KLEČE VIII A	8	<0,002	0,004	0,001	<0,002	0,002	0,004	<0,002	<0,002	<0,002	0,004	<0,002
KLEČE XII	2	<0,002	0,004	0,002					<0,002		0,004	
ŠENTVID I A	8	0,004	0,010	0,007	0,007	0,004	0,01	0,006	0,007	0,007	0,006	0,007
JARŠKI PROD III	8	<0,002	0,003	<0,002	0,003	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
HRASTJE I A	8	0,024	0,037	0,032	0,03	0,032	0,033	0,028	0,036	0,033	0,037	0,024
BREST I A	8	0,006	0,073	0,016	0,009	0,007	0,008	0,073	0,006	0,007	0,009	0,008
ROJE LV-0377	1	<0,002	<0,002	<0,002							<0,002	
BŠV-1/99	1	0,036	0,036	0,036							0,036	
Petrol ob Celovški	1	0,011	0,011	0,011							0,011	
LP Zadobrova	1	0,021	0,021	0,021							0,021	
Pb-4 Kolezija	1	0,003	0,003	0,003							0,003	
PINCOME 1/10 Geološki zavod	1	0,041	0,041	0,041							0,041	
LMV-1 Ljubljanske mlekarne	1	0,036	0,036	0,036							0,036	

Tabela 15: Pregled koncentracij desetilatrazina (µg/l) za posamezna obdobja, po posameznih mestih vzorčenja

Mesto vzorčenja	Obdobje od avgusta 2023 do julija 2024				Končno poročilo 2024							
	N	X(min)	X(max)	X(avg)	avg.23	sep.23	okt.23	nov.23	jan.24	mar.24	apr.24	jun.24
KLEČE VIII A	8	0,000	0,008	0,003	0,006	0,007	<0,004	0,008	<0,004	<0,004	0,006	<0,004
KLEČE XII	2	0,000	0,000	0,000					<0,004		<0,004	
ŠENTVID I A	8	0,000	0,012	0,005	0,009	0,009	<0,004	0,012	<0,004	<0,004	0,007	<0,004
JARŠKI PROD III	8	0,000	0,006	0,001	0,006	0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
HRASTJE I A	8	0,016	0,033	0,024	0,033	0,033	0,021	0,026	0,024	0,019	0,021	0,016
BREST I A	8	0,000	0,075	0,058	0,069	0,074	0,065	<0,004	0,05	0,064	0,067	0,075
ROJE LV-0377	1	0,000	0,000	0,000							<0,004	
BŠV-1/99	1	0,020	0,020	0,020							0,02	
Petrol ob Celovški	1	0,005	0,005	0,005							0,005	
LP Zadobrova	1	0,015	0,015	0,015							0,015	
Pb-4 Kolezija	1	0,000	0,000	0,000							<0,004	
PINCOME 1/10 Geološki zavod	1	0,031	0,031	0,031							0,031	
LMV-1 Ljubljanske mlekarne	1	0,022	0,022	0,022							0,022	

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 avgust 2023 – julij 2024 sta, za 1,1,2,2-tetrakloroeten, 0,82 µg/l v vodnjaku Pincome 1/10 Geološki zavod in za 1,1,2 – trikloroeten 0,85 µg/l, v vodnjaku Brest I A.

Od ostalih lahkih ogljikovodikov smo določili 1,1,1 trikloroetan – v Brestu IIA - v najvišji koncentraciji 0,56 µg/l.

Koncentracije 1,1,2,2-tetrakloroetilena in 1,1,2-trikloroetilena so predstavljene v tabeli 16 in 17.

Tabela 16: Pregled koncentracij 1,1,2,2-tetrakloroetilena (µg/l) za posamezna obdobja, po posameznih mestih vzorčenja

Mesto vzorčenja	Obdobje od avgusta 2023 do julija 2024				Končno poročilo 2024							
	N	X(min)	X(max)	X(avg)	avg.23	sep.23	okt.23	nov.23	jan.24	mar.24	apr.24	jun.24
KLEČE VIII A	8	<0,05	0,10	0,03	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,07	0,06	<0,05	0,1
KLEČE XIII	2	<0,05	0,08	0,04					0,08		<0,05	
ŠENTVID I A	8	<0,05	0,08	0,02	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	0,08
JARŠKI PROD III	8	<0,05	0,11	0,04	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,08	0,07	0,07	0,11
HRASTJE I A	8	0,26	0,50	0,36	0,37	0,44	0,26	0,31	0,26	0,26	0,5	0,5
BREST IIA	8	<0,05	0,17	0,07	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	0,11	0,11	0,14	0,17
ROJE LV-0377	1	<0,05	<0,05	<0,05							<0,05	
BŠV-1/99	1	0,48	0,48	0,48							0,48	
Petrol ob Celovski	1	0,06	0,06	0,06							0,06	
LP Zadobrova	1	0,45	0,45	0,45							0,45	
Pb-4 Kolezija	1	0,06	0,06	0,06							0,06	
PINCOME 1/10 Geološki zavod	1	0,82	0,82	0,82							0,82	
LMV-1 Ljubljanske mlekarnice	1	0,55	0,55	0,55							0,55	

Tabela 17: Pregled koncentracij 1,1,2-trikloroetilena (µg/l) za posamezna obdobja, po posameznih mestih vzorčenja

Mesto vzorčenja	Obdobje od avgusta 2023 do julija 2024				Končno poročilo 2024							
	N	X(min)	X(max)	X(avg)	avg.23	sep.23	okt.23	nov.23	jan.24	mar.24	apr.24	jun.24
KLEČE VIII A	0	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
KLEČE XIII	0	<0,05	<0,05	<0,05					<0,05		<0,05	
ŠENTVID I A	8	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
JARŠKI PROD III	2	<0,05	0,08	0,01	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,08
HRASTJE I A	8	0,13	0,27	0,19	0,2	0,24	0,13	0,14	0,2	0,14	0,23	0,27
BREST IIA	8	0,51	0,85	0,64	0,51	0,57	0,58	0,68	0,7	0,51	0,85	0,68
ROJE LV-0377	8	<0,05	<0,05	0,00							<0,05	
BŠV-1/99	8	0,26	0,26	0,26							0,26	
Petrol ob Celovski	1	<0,05	<0,05	<0,05							<0,05	
LP Zadobrova	1	0,07	0,07	0,07							0,07	
Pb-4 Kolezija	1	<0,05	<0,05	<0,05							<0,05	
PINCOME 1/10 Geološki zavod	1	0,26	0,26	0,26							0,26	
LMV-1 Ljubljanske mlekarnice	1	0,18	0,18	0,18							0,18	

6.2.5 Ostale organske spojine (GC - MS SCAN)

Od organskih spojin smo, v preiskovanem obdobju, iz skupine fitofarmaceutskih sredstev, v polovici vzorcev potrdili prisotnost, v poročilu že omenjenih sledov atrazina v šestih (6) vzorcih in v treh (3) vzorcih desetilatrazina.

V dveh (2) vzorih smo določili sled tetrametildekindiola, ki je večnamenska neionska površinsko aktivna spojina, ki se v kmetijstvu uporablja kot dispergijsko sredstvo.

Prav tako smo v dveh (2) vzorcih identificirali prisotnost farmacevtske spojine – karbamazepina.

V vzorcih najdemo tudi sledove različnih ftalatov.

7 KAKOVOST IN OBREMITVE POVRŠINSKIH VODOTOKOV

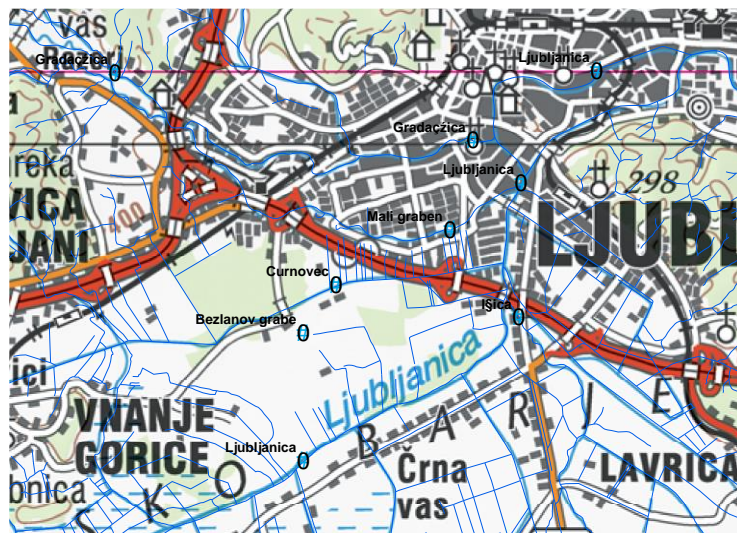
V projektni nalogi za Izvedbo monitoringa kemijskega stanja podzemne vode in površinskih vodotokov na območju MOL za avgust 2023 – julij 2024 smo določili mesta vzorčenja na 8 površinskih vodotokih na območju MOL (stran 6).

V obdobju avgust 2023 do konca julija 2024 smo opravili vsa vzorčenja na 8 vodotokih, določenih v projektni nalogi.

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 7.



Slika 7: Ljubljanica – pregledna situacija

Kemijske in mikrobiološke preiskave

V preiskovanem obdobju smo ugotovili, da parametra koncentracija kisika (10,1 mg/l) in nasičenost s kisikom (111 %) v reki Ljubljanici izpolnjujeta kriterije Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib.

Koncentracija amonija je pod mejo določljivosti analizne metode.

Najvišja koncentracija nitrata je bila v enem vzorcu 24mg/l, kar kaže na obremenitve z dušikovimi spojinami.

Organskih snovi, ki za razgradnjo porabljajo kisik, je relativno malo: na to kažejo rezultati preiskav na oksidativnost (poraba KMnO_4) ter TOC. Koncentracije omenjenih snovi v vzorcu so bile 1,4 O_2/l za oksidativnost in 2,3 mg C/l za TOC.

Koncentracija celotnega fosforja je 0,05 mg P/l, oziroma 0,15 mg izraženo kot PO_4/l . Ta koncentracija ne presega mejne vrednosti, opredeljene z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib, za salmonidne vode (< 0,2 mg PO_4/l), niti ne presega mejne vrednosti za ciprinide vode, ki je < 0,4 mg PO_4/l .

Koncentracije mikroelementov so bile v opazovanem obdobju nizke, anionskih aktivnih snovi nismo določili, pod mejo določljivosti analizne metode so koncentracije fenolnih snovi in mineralnih olj.

Rezultati mikrobioloških preiskav so pokazali prisotnost Enterokokov in *Escherichia coli* v tako velikem številu, da površinska voda ne dosega mikrobioloških kriterijev Uredbe o upravljanju kakovosti kopalnih voda.

Po Uredbi o upravljanju kakovosti kopalnih voda so normativne vrednosti: 900 CFU/100 ml za *Escherichia coli* in 330 CFU/100 ml za *Enterokoke*.

Tabela 18: 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 »Zalog-za izlivom iz CČN«	»dobro kemijsko stanje«	»ustrezno« (celotni fosfor)	»neustrezno« (mikrobiološke razmere)

Opombe

- 1) Uredba 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

V obdobju vzorčenja v juniju 2024 so bile v potoku Curnovec razmere s kisikom slabe, koncentracija kisika je bila 5,3 mg/l O₂, nasičenost s kisikom pa 60 %. Potok je obremenjen z organskimi snovmi, pri pregledu parametrov, ki so povezani s koncentracijo organskih spojin v vodi ugotavljamo naslednje koncentracije: celotni organski ogljik, TOC 6,2 mg/l C, oksidativnost 4,0 mg/l O₂.

Amonij smo določili v koncentraciji, 10 mg/l NH₄. Koncentracija presega normativno vrednost Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih rib.

Obremenitev s fosfati je v Curnovcu tokrat nizka, pod mejno vrednostjo (0,2 mg/l PO₄), glede na Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib, prav tako v Malem grabnu.

Ponovno izpostavljam obremenitev površinske vode z borom, 1100 µg/l B.

Razmere s kisikom so bile v Malem Grabnu zelo dobre, koncentracija kisika je 9,32 mg O₂/l, nasičenost s kisikom pa 93 %, koncentracije amonija in organskih snovi so nizke.

Koncentracije mikroelementov so bile v Malem Grabnu in v potoku Curnovec.

V času vzorčenja so bile koncentracije mineralnih olj in fenolnih snovi v obeh površinskih vodah na meji ali pod mejo določanja analiznih metod.

Mikrobiološke razmere v Malem grabnu ne izpolnjujejo kriterijev Uredbe o upravljanju kopalnih voda. V Curnovcu so ti mikrobiološki kriteriji izpolnjeni.

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 19.

Tabela 19: 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«	»ustrezno« (mikrobiološke razmere)
Curnovec	»dobro stanje« <i>kemijsko</i>	»ustrezno« (amonij)	»Neustrezno« (mikrobiološke razmere)

Opombe

- 1) Uredba o stanju površinskih voda;
- 2) Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib;
- 3) Uredba o upravljanju kakovosti kopalnih voda.

7.3 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 8.



Slika 8: Gradaščica – pregledna situacija

Koncentracije kisika so bile v času Monitoringa visoke, na mestu Gradaščica nad Ljubljano 9,5 mg O₂/l ter na mestu Gradaščica pred izlivom v Ljubljanico 10,1 mg O₂/l. Koncentraciji sta primerljivi s podatki iz zadnjega obdobja Monitoringa.

Obremenitve z amonijem in fosfatom so v vzorcu Gradaščice nad Ljubljano nizke, koncentracije celotnega fosforja ne presegajo Uredbe o kakovosti sladkovodnih voda za življenje sladkovodnih vrst rib.

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

Koncentracije mikroelementov so nizke.

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

Povzetek ocene razmer

V nadaljevanju v tabeli 20 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 20: 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 Ljubljanico«	»dobro kemijsko stanje«	»ustrezno«	»Neustrezno« (mikrobiološke razmere)
Gradaščica »pred izlivom v Ljubljanico«	»dobro kemijsko stanje«	»ustrezno«	»Neustrezno« (mikrobiološke razmere)

Opombe

- 1) Uredba o stanju površinskih voda;
- 2) Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib;
- 3) Uredba o upravljanju kakovosti kopalnih voda.

7.4 IŽICA

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

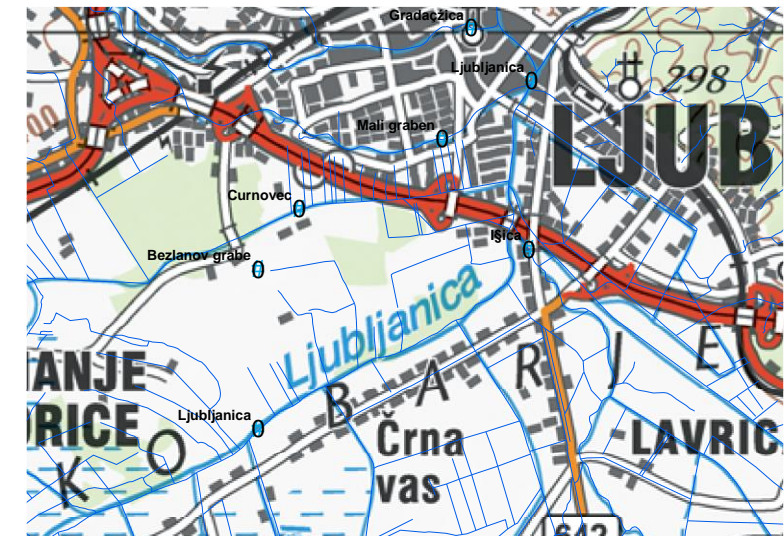
V obdobju vzorčenja je bila koncentracija kisika 9,32 mg O₂/l, nasičenost pa 102 %.

Koncentracije organskih snovi so relativno nizke (oksidativnost 0,5 mg O₂/l, TOC 2,8 mg O₂/l). Koncentracije amonija in nitratov so nizke. Koncentracija celotnega fosforja v vzorcu iz maja 2023 je pod mejo določljivosti analizne metode.

V času vzorčenja v vzorcih nismo določili mineralnih olj in fenolnih snovi.

Koncentracije mikroelementov so nizke.

Vzorci površinske vode izpolnjujejo mikrobioloških kriterijev Uredbe o upravljanju kopalnih voda.



Slika 9 : 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 21.

Tabela 21: 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«	»ustrezno«	»Ustrezno« (mikrobiološke razmere)dobro

Opombe

- 1) Uredba o stanju površinskih voda;
- 2) Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib;
- 3) Uredba o upravljanju kakovosti kopalnih voda .

7.5 BESNICA IN ČRNUŠNJICA

Potok Besnica priteče z območja Kašelskega griča, slika 10. Področje potoka je slabo naseljeno, možnosti obremenitev potoka z odpadnimi vodami so majhne.

Razmere s kisikom so zelo dobre, koncentracija kisika je 9,23 mg O₂/l, koncentracije organskih snovi, amonija in nitratov so nizke, koncentracija celotnega fosforja je pod mejno vrednostjo 0,2 mg/l PO₄, glede na Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib.

V vodi potoka smo določili zelo nizke koncentracije mikroelementov.

Mineralnih olj in fenolnih snovi nismo določili.

Mikrobiološka slika potoka Besnica ni ugodna, kriteriji Uredbe o upravljanju kakovosti kopalnih voda so preseženi.

V **Črnušnjici** je koncentracija kisika 9,08 mg O₂/l, koncentracije organskih snovi, amonija in nitratov so nizke, koncentracija celotnega fosforja je pod mejno vrednostjo 0,2 mg/l PO₄, glede na Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (0,12 mg PO₄/l).

V vodi potoka smo določili nizke koncentracije mikroelementov, koncentracije fenolnih snovi so pod mejo določljivosti analizne metode. Indeks mineralnih olj je na meji določljivosti analizne metode.

Vzorec površinske vode ne ustreza mikrobiološkim kriterijem Uredbe o upravljanju kakovosti kopalnih voda.



Slika 10: Besnica – pregledna situacija

Povzetek ocene razmer

V nadaljevanju navajamo oceno razmer, tabela 22.

Tabela 22: Pregledna ocena razmer v potoku Besnica

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

Opombe

- 1) Uredba o stanju površinskih voda;
- 2) Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib;
- 3) Uredba o upravljanju kakovosti kopalnih voda.

8 ORGANSKE SNOVI V POVRŠINSKIH VODAH (GC-MS SCAN)

V petih (5) vzorcih (od osmih) smo določili *tetrametildekindiol*, ki je večnamenska neionska površinsko aktivna spojina, ki se med drugim v kmetijstvu uporablja kot dispergijsko sredstvo ter 1-(2-metoksipropoksi)-2-propanol.

V štirih (4) vzorcih smo potrdili *dietiltoluamid (N,N-dietil-3-metilbenzamid)*, ki se uporablja v repelentih (kot insekticid).

V petih (5) vzorcih smo določili *metolaklor*, ki se uporablja kot herbicid za zatiranje nekaterih plevelov v kmetijstvu.

Iz skupine farmacevtskih učinkovin smo, v po enem vzorcu, potrdili *propifenazon* (analgetik, antipiretik), *karbamazepin* (antiepileptik) in v sedmih vzorcih *kofein*.

V posameznih vzorcih smo kvalitativno potrdili:

- *N-butilbensulfonamid*, NBBS, ki sodi v skupino ofsulfonamidnih plastifikatorjev, ki se uporabljajo v proizvodnji poliamidnih in ko-poliamidnih plastičnih materialov. Najdemo ga tudi pri sintezi ofsulfonilnih karbamatnih herbicidov. Zaradi neurotoksičnih učinkov na človeka je proizvodnja prepovedana v številnih državah, v površinskih vodah pa se še vedno pojavlja. Kvalitativno smo ga že tretje leto zapored določili v vzorcu v potoku Curnovec,
- *Trikloropropilfosfat* TCPP-LO je zaviralec gorenja na osnovi fosforja, ki vsebuje klor in ima dobre lastnosti zaviralca gorenja in lahko učinkovito zmanjša tveganje vžiga materiala
- *Dietilheksifalat* – uporablja se kot plastifikator oz. mehčalo plastike

V vzorcih smo kvalitativno določili še nekaj spojin iz skupine terpenov, spojine se v glavnem uporabljajo za dišave, nekatere so naravne prisotne v rastlinah.

9 SEDIMENTI V POVRŠINSKIH VODAH

Sedimente v površinskih vodah smo vzorčili v juniju 2024.

Rezultati preskušanja vsebnosti kovin v sedimentih površinskih vod, glede na Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih emisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur.l.RS 68/96) in ZVO-1 (Ur.l. 41/04), so naslednji:

- mejna vrednost za cink (200 mg/kg s.s.) je presežena v Ljubljanci - Zalag za izlivom iz CČN (210 mg/kg s.s.), ter mejna vrednost za cink v lžici pred izlivom v Ljubljanico (270 mg/kg s.s.).

10 PRILOGE

10.1 REZULTATI PRESKUSOV PODZEMNIH VOD

10.2 REZULTATI PRESKUSOV POVRŠINSKIH VOD

10.3 REZULTATI PRESKUSOV SEDIMENTOV

10.2 REZULTATI PRESKUSOV POVRŠINSKIH VOD

Št. vzorca	Mesto odvzema	Datum odvzema	Temperatura vode		Električna prevodnost	Enterokoki < 330	Kisik-rastopljeni	Nasičenost s kisikom	Barva (436 nm)	Escherichia coli	Videz	Celotni organski ogljik	Oksidativnost		Amonij	Celotni dušik	Nitrati	Fosfat-orto	Indeks mineralnih soli	Fenolni indeks	Celotni fosfor	Bor	Baker	Arzen	Kadmij	Krom	Krom (VI)	Svinec	Živo srebro	Tanjidi-anijski	Identifikacija organskih spojin (GC/MS)
			°C	pH									µS/cm	CFU/100 mL																	
24/35304	ČRNUŠNJICA (pred izlivom v Savo)	19. 06. 2024	17	8,1	173	580	9,08	98	0,39	260	motna	1,7	1,4	<0,003	0,6	4	0,021	<0,003	<1	0,05	8,1	0,96	<0,8	<0,008	0,62	<0,005	<0,1	<0,05	<0,01	priloga	
24/35637	GRADAŠČICA (med Ljubljano)	19. 06. 2024	15	8,2	372	520	9,5	98	0,06	1553	motna	1	1	0,022	0,8	4	<0,006	<0,003	<1	0,03	5,2	0,44	<0,8	<0,008	0,76	<0,005	<0,1	<0,05	<0,01	priloga	
24/35638	GRADAŠČICA (pred izlivom v Ljubljano)	19. 06. 2024	19,1	8,2	385	1200	10,09	111	0,23	>2420	motna	1,8	1,2	0,094	1,1	5,8	0,061	<0,003	<1	0,07	13	1,1	<0,8	0,012	1,1	<0,005	<0,1	<0,05	<0,01	priloga	
24/35639	MALI GRABEN (pred izlivom v Ljubljano)	19. 06. 2024	18,1	8,2	356	300	9,32	93	0,09	649	motna	1,5	0,8	0,055	0,8	4,4	0,028	<0,003	<1	0,05	8,8	0,48	<0,8	<0,008	1,5	<0,005	<0,1	<0,05	<0,01	priloga	
24/66702	ČURNOVEC (pred izlivom v Ljubljano)	20. 06. 2024	18	7,6	787	500	5,33	60	0,67	480	motna	6,2	4	10	9,5	24	<0,006	<0,003	<1	0,04	1100	0,73	0,99	<0,008	0,93	<0,005	<0,1	<0,05	<0,01	priloga	
24/66703	IŽICA (pred izlivom v Ljubljano)	20. 06. 2024	18,2	8,1	509	280	9,32	102	0,49	579	motna	2,8	0,5	0,013	1,2	6,6	<0,006	<0,003	<1	0,04	19	0,53	<0,8	<0,008	1,2	<0,005	<0,1	<0,05	<0,01	priloga	
24/66704	BESNICA (pred izlivom v Ljubljano)	20. 06. 2024	16,1	8,2	293	7800	9,23	97	0,3	1414	motna	1,5	1,2	0,015	0,8	3,5	<0,006	0,004	<1	0,03	9,2	0,41	<0,8	<0,008	0,71	<0,005	<0,1	<0,05	<0,01	priloga	
24/66705	LJUBLJANICA - Zaloq (za izlivom iz CČN)	20. 06. 2024	16,7	8,1	415	260	9,16	98	0,39	1414	motna	2,5	1,5	<0,003	0,8	4,4	<0,006	<0,003	<1	0,03	12	0,57	<0,8	<0,008	0,82	<0,005	<0,1	<0,05	<0,01	priloga	

10.3 REZULTATI PRESKUSOV SEDIMENTOV

Št. vzorca	Mesto odvzema	Datum odvzema	Arzen	Baker	Cink	Kadmij	Krom	Krom (VI)	Svinec	Živo srebro	Sušilni ostanek (zračno suh)
			<ni mej>	<ni mej>	<ni mej>	<ni mej>	<ni mej>	<ni mej>	<ni mej>	<ni mej>	<ni mej>
			mq/kq s.s.	mq/kq s.s.	mq/kq s.s.	mq/kq s.s.	mq/q s.s.	mq/kq s.s.	mq/kq s.s.	mq/kq s.s.	%
			As	Cu	Zn	Cd	Cr	Cr6+	Pb	Hg	
24/35685	ČRNUŠNJIČA (pred izlivom v Savo)	19. 06. 2024	6,1	12	71	0,09	12	<0,00001	11	0,073	99,4
24/35686	GRADAŠČICA (nad Ljubljano)	19. 06. 2024	11	26	110	0,25	26	<0,00001	33	0,22	97,8
24/35687	GRADAŠČICA (pred izlivom v Ljubljano)	19. 06. 2024	10	24	100	0,22	25	<0,00001	27	0,21	97,4
24/35688	MALI GRABEN (pred izlivom v Ljubljano)	19. 06. 2024	12	23	110	0,29	29	<0,00001	30	0,2	97,9
24/66473	CURNOVEC (pred izlivom v Ljubljano)	20. 06. 2024	6,2	19	94	0,35	28	<0,00001	20	0,1	97,6
24/66474	IŽICA (pred izlivom v Ljubljano)	20. 06. 2024	10	57	270	0,75	41	<0,00001	71	0,26	95,4
24/66475	BESNICA (pred izlivom v Ljubljano)	20. 06. 2024	7,8	11	69	0,089	12	<0,00001	13	0,069	99,3
24/66476	LJUBLJANICA - Zaloq (za izlivom iz ČČN)	20. 06. 2024	11	47	210	0,52	67	<0,00001	64	0,31	97,5