

# Kemijsko stanje podzemne vode v Sloveniji

Poročilo za leto 2018

## Ocena kemijskega stanja podzemne vode v Sloveniji

Ljubljana, avgust 2019

**Izdajatelj:** Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, Ljubljana, Vojkova 1b

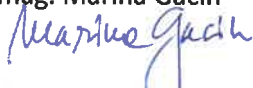
**Odgovarja:** mag. Lilijana Kozlovič, v.d. generalnega direktorja



**Avtorji:** mag. Polonca Mihorko



mag. Marina Gacin



mag. Mojca Dobnikar Tehovnik



Podatki monitoringa so objavljeni na spletni strani Agencije RS za okolje:

<http://www.arso.gov.si/vode/podatki/>

<http://gis.arso.gov.si/apigis/podzemnevode/>

ISSN 1855-5330

**Deskriptorji:** Slovenija, podzemna voda, kakovost, onesnaženje, vzorčenje, kemijsko stanje, trendi, nitrati, pesticidi, ostanki zdravil, PFOS

**Descriptors:** Slovenia, groundwater, quality, pollution, sampling, chemical status, trends, nitrates, pesticides, pharmaceuticals, PFOS

©2019, Agencije Republike Slovenije za okolje

Razmnoževanje publikacije ali njenih delov ni dovoljeno. Objava besedila in podatkov v celoti ali deloma je dovoljena le z navedbo vira.

# **Kemijsko stanje podzemne vode v Sloveniji**

**Poročilo za leto 2018**

AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

**Ljubljana, september 2019**

## Kazalo

<b>1</b>	<b>UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>MERILA ZA OCENO KEMIJSKEGA STANJA PODZEMNE VODE.....</b>	<b>2</b>
2.1	Standardi kakovosti in vrednosti praga .....	2
<b>3</b>	<b>OCENA KEMIJSKEGA STANJA PODZEMNE VODE .....</b>	<b>3</b>
3.1	Nitrati.....	6
3.2	Pesticidi in metaboliti .....	9
3.3	Lahkohlapni halogenirani ogljikovidiki .....	11
<b>4</b>	<b>PREISKOVALNI MONITORINGI .....</b>	<b>13</b>
4.1	Preiskovalni monitoring na vodnjaku Miren .....	13
4.2	Analize perfluorooktansulfonske kisline (PFOS).....	15
4.3	Črpališče Skorba - aktivnostih za preprečevanje nadaljnega slabšanja stanja globljega vodonosnika Dravske kotline.....	17
4.4	Kemijsko stanje izvirov na ogroženem območju človeške ribice.....	26
4.5	Ostanki humanih in veterinarskih zdravil v podzemni vodi.....	36
<b>5</b>	<b>VIRI.....</b>	<b>48</b>

### **PRILOGA – Prikazi na kartah**

Kemijsko stanje vodnih teles podzemne vode in ustreznost na merilnih mestih v letu 2018

Vsebnost nitrata v podzemni vodi v letu 2018

Vsebnost atrazina v podzemni vodi v letu 2018

Vsebnost desetil-atrazina v podzemni vodi v letu 2018

Vsebnost pesticidov v podzemni vodi v letu 2018

## **Povzetek**

Podzemna voda, skrita pod zemeljskim površjem je vrednota, ki je ne vidimo in pogosto zaradi tega tudi ne cenimo dovolj. Njeno lepoto lahko občudujemo le na mestih, kjer izvira, ali pa v naših kraških jamah. Dejstvo, da je skrita pod zemeljskim površjem pogosto daje lažni občutek, da je podzemna voda zaščitena pred morebitnim onesnaženjem, ki ga povzroča človek s svojimi dejavnostmi (kmetijstvo, industrija, komunalne odpadne vode...). Pa vendar ima podzemna voda slabo samočistilno sposobnost in onesnaženje, ki zaide v podzemno vodo, se zaradi specifičnih fizikalnih in kemijskih procesov tam zadržuje daljši čas. Zato je najpomembnejša naloga vseh nas preprečevanje vsakršnega onesnaženja, še posebej od dejstvu, da za približno 97% prebivalcev v Sloveniji podzemna voda predstavlja glavni vir pitne vode.

Agencija Republike Slovenije za okolje izvaja imisijski monitoring voda v naravnem okolju na podlagi Zakona o varstvu okolja. Program spremljanja kakovosti podzemne vode je za vsako leto pripravljen v skladu z Uredbo o stanju podzemnih voda (Uradni list RS, št. 25/09, 68/12 in 66/16) in Pravilnikom o monitoringu podzemnih voda (Uradni list RS, št. 31/09), ki sta v slovenski pravni red v letu 2009 prenesla Direktivo o varstvu podzemne vode pred onesnaževanjem in poslabšanjem (2006/118/ES).

Cilj direktive o vodah je, da države članice varujejo, izboljšujejo in obnavljajo stanje vseh vodnih teles površinske in podzemne vode tako, da se doseže dobro stanje. Direktiva predpisuje izvajanje nadzornega in operativnega monitoringa. Nadzorni monitoring se izvaja v skladu z načrtom upravljanja voda, ki se pripravi vsakih šest let in zajema določanje kemijskega stanja na vseh vodnih telesih. Operativni monitoring se izvaja letno na vodnih telesih, ki v preteklosti niso dosegala dobrega kemijskega stanja, na vodnih telesih, ki so zaradi rabe prostora še posebej ranljiva in vodnih telesih, v katerih so viri pitne namenjeni za vodooskrbo večjega števila prebivalcev.

V letu 2018 je potekal operativni monitoring, ki izpolnjuje kriterije, navedene v prejšnjem odstavku. Kakovost podzemne vode se je spremljala v obširnih, zveznih in visoko do srednje izdatnih vodonosnikih z medzrnsko, kraško in razpoklinsko poroznostjo. Mestoma je potekalo spremljanje stanja tudi v nezveznih, lokalnih, nizko do srednje izdatnih vodonosnikih z medzrnsko, kraško in razpoklinsko poroznostjo.

Rezultati monitoringa podzemne vode v letu 2018 so pokazali, tako kot tudi v preteklih letih, da so bolj obremenjena vodna telesa, kjer prevladujejo vodonosniki z medzrnsko poroznostjo, boljše kakovosti pa je podzemna voda v vodnih telesih s prevladujočo razpoklinsko ali kraško poroznostjo. Zaradi intenzivnih človekovih dejavnosti so najbolj obremenjena vodna telesa v severovzhodnem delu Slovenije in sicer v vodonosnikih s pretežno medzrnsko poroznostjo. Tako smo v letu 2018 slabo kemijsko stanje določili za Savinjsko, Dravsko in Mursko kotlino. Podzemna voda v Savinjski, Dravski in Murski kotlini je prekomerno obremenjena z nitrati, na Dravski kotlini pa tudi z atrazinom in njegovim razpadlim produktom desetil-atrazinom. Na nekaterih vodnih telesih smo občasno ugotovili tudi lokalno obremenjenost z lahkohlapnimi halogeniranimi ogljikovodiki.

# 1 UVOD

Agencija Republike Slovenije za okolje izvaja imisijski monitoring voda v naravnem okolju na podlagi Zakona o varstvu okolja. Program spremljanja kakovosti podzemne vode je za vsako leto pripravljen v skladu z Uredbo o stanju podzemnih voda (Uradni list RS, št. 25/09, 68/12 in 66/16) in Pravilnikom o monitoringu podzemnih voda (Uradni list RS, št. 31/09), ki sta v slovenski pravni red v letu 2009 prenesla Direktivo o varstvu podzemne vode pred onesnaževanjem in poslabšanjem (2006/118/ES). Monitoring stanja podzemne vode je v letu 2018 potekal v skladu s Programom monitoringa stanja voda za obdobje 2016-2021, ki je objavljen na spletni strani Agencije RS za okolje:

[https://www.arso.gov.si/vode/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/Program%202016%20do%202021\\_SPLET\\_kon%C4%8Dna.pdf](https://www.arso.gov.si/vode/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/Program%202016%20do%202021_SPLET_kon%C4%8Dna.pdf)

Okvir za delovanje Skupnosti na področju vodne politike določa Okvirna direktiva o vodah (2000/60/EC). Cilj direktive o vodah je, da države članice varujejo, izboljšujejo in obnavljajo stanje vseh vodnih teles površinske in podzemne vode tako, da se doseže dobro stanje. Direktiva predpisuje izvajanje nadzornega in operativnega monitoringa. Nadzorni monitoring se izvaja v skladu z načrtom upravljanja voda, ki se pripravi vsakih šest let in zajema določanje kemijskega stanja na vseh vodnih telesih. Operativni monitoring se izvaja letno na vodnih telesih, ki v preteklosti niso dosegala dobrega kemijskega stanja, na vodnih telesih, ki so zaradi rabe prostora še posebej ranljiva in vodnih telesih, v katerih so viri pitne namenjeni za vodooskrbo večjega števila prebivalcev.

V letu 2018 je na izbranih vodnih telesih potekal operativni monitoring. Kakovost podzemne vode se je spremljala v obširnih, zveznih in visoko do srednje izdatnih vodonosnikih z medzrnsko, kraško in razpoklinsko poroznostjo. Mestoma je potekalo spremljanje stanja tudi v nezveznih, lokalnih, nizko do srednje izdatnih vodonosnikih z medzrnsko, kraško in razpoklinsko poroznostjo.

Rezultati, pridobljeni v okviru monitoringa v letu 2018 so bili osnova za ocenjevanje kakovosti podzemne vode, ter za ocenjevanje trendov rasti oziroma zniževanja vsebnosti onesnaževal v podzemni vodi.

V poročilu je na kratko prikazan sistem ocenjevanja kemijskega stanja (merila, standardi kakovosti), program monitoringa, ocena kemijskega stanja in ocena trendov. Posebno poglavje je namenjeno raziskovalnim monitoringom. Nekateri potekajo že več let, nekateri so pa bili v program prvič vključeni v letu 2018.

Rezultati monitoringa so dostopni na spletnih naslovih:

- <http://www.arso.gov.si/vode/podatki/>
- <http://gis.arso.gov.si/apigis/podzemnevode/>

Rezultate poročamo tudi na različne mednarodne institucije, kot so npr. Evropska komisija, Evropska okoljska agencija (EEA WISE-SOE),...

## 2 MERILA ZA OCENO KEMIJSKEGA STANJA PODZEMNE VODE

### 2.1 Standardi kakovosti in vrednosti praga

Parametri, za katere so bili z Uredbo o stanju podzemnih voda (Uradni list RS, št. 25/09, 68/12 in 66/16) določeni standardi kakovosti podzemne vode in vrednosti praga, ki razmejujejo dobro oziroma slabo kemijsko stanje, so razvidni iz tabel 1 in 2. Preseganje standardov kakovosti in vrednosti praga se ugotavlja na podlagi povprečne letne vrednosti na posameznem merilnem mestu.

Tabela 1: Standardi kakovosti za oceno kemijskega stanja podzemne vode

Parameter	Enota	Standard kakovosti
Nitrati	mg NO <sub>3</sub> /L	50
Posamezni pesticid ter njegovi relevantni <sup>(1)</sup> razgradnji produkti	µg/L	0,1 <sup>(2)</sup>
Vsota vseh izmerjenih pesticidov in njihovih relevantnih razgradnjih produktov <sup>(3)</sup>	µg/L	0,5

<sup>(1)</sup> relevantni razgradnji produkti so relevantni razgradnji produkti pesticidov v skladu s predpisi, ki urejajo registracijo fitofarmacevtskih sredstev (registracijo ali dajanje v promet);

<sup>(2)</sup> Vrednost parametra velja za vsak posamezni pesticid. Za aldrin, dieldrin, heptaklor in heptaklor epoksid je vrednost parametra 0,030 µg/L.

<sup>(3)</sup> vsota pesticidov in njihovih relevantnih razgradnjih produktov: organoklorni, triazinski, organofosforni pesticidi, derivati fenoksi oetne kisline, derivati se nine (podrobneje so določeni v programu monitoringa kakovosti podzemne vode);

Tabela 2: Vrednosti praga za oceno kemijskega stanja podzemne vode

Parameter	Enota	Standard kakovosti
Diklorometan	µg/L	2
Tetraklorometan	µg/L	2
1,2-Dikloroetan	µg/L	3
1,1-Dikloroeten	µg/L	2
Trikloroeten	µg/L	2
Tetrakloroeten	µg/L	2
Vsota lahkih alifatskih halogeniranih ogljikovodikov <sup>(1)</sup>	µg/L	10

<sup>1</sup> Triklorometan, tribromometan, bromodiklorometan, dibromoklorometan, difluoroklorometan, diklorometan, tetraklorometan, triklorofluorometan, 1,1-dikloroeten, 1,2-dikloroeten, trikloroeten, tetrakloroeten, 1,1-dikloroetan, 1,2-dikloroetan, 1,1,1-trikloroetan, 1,1,2-trikloroetan, 1,1,2,2-tetrakloroetan.

Kemijsko stanje vodnega telesa podzemne vode se določa za vsako posamezno vodno telo. Pri določanju kemijskega stanja se upošteva:

- preseganje standardov kakovosti in vrednosti praga,
- oceno učinkov vdora slane vode ali drugih vdorov v vodno telo podzemne vode,
- oceno koncentracij onesnaževal, ki so bile iz vodonosnika s podzemno vodo prenešene v površinsko vodo in ki lahko povzročajo pomembno in značilno poslabšanje ekološkega ter kemijskega stanja površinske vode,
- pomembne in značilne poškodbe vodnih in kopenskih ekosistemov, ki so neposredno odvisni od podzemne vode. Pri tem se ugotavlja koncentracije onesnaževal v podzemni vodi, ki lahko povzročajo poškodbe ekosistemov,
- kakovost podzemne vode v zavarovanih območjih črpališč pitne vode, kjer se zaradi koncentracij onesnaževal v podzemni vodi lahko poslabša kakovost pitne vode.

Dobro kemijsko stanje vodnega telesa podzemne vode je stanje, pri katerem:

- je kemijska sestava podzemne vode taka, da na nobenem merilnem mestu letna aritmetična srednja vrednost parametrov podzemne vode ne presega vrednosti standardov kakovosti in vrednosti praga,
- koncentracije onesnaževal:
  - ne izkazujejo vdorov morske vode ali drugih vdorov v vodno telo podzemne vode,
  - ne preprečujejo doseganja okoljskih ciljev za površinske vode, ki so povezane z vodnim telesom podzemne vode ali
  - ne povzročajo pomembnega in značilnega poslabšanja ekološkega ali kemijskega stanja površinskih voda, ki so povezane z vodnim telesom podzemne vode, in
  - ne povzročajo pomembnih in značilnih poškodb vodnih ter kopenskih ekosistemov, ki so neposredno odvisni od podzemne vode, ter
- spremembe v električni prevodnosti ne izkazujejo vdorov morske vode ali drugih vdorov v vodno telo podzemne vode.

Vodno telo podzemne vode ima dobro kemijsko stanje, če so na vsakem merilnem mestu izpolnjeni vsi trije pogoji. V primeru, da je bilo na enem ali več merilnih mestih ugotovljeno neustrezno stanje, ima lahko vodno telo še vedno dobro kemijsko stanje. V takem primeru je potrebno preveriti, kolikšno območje vodnega telesa ali kolikšen volumen podzemne vode tega telesa pripada merilnim mestom s preseženimi standardi kakovosti ali vrednostmi praga. Če je preseganje večje kot 30%, se za vodno telo določi slabo kemijsko stanje.

V skladu s predpisi je potrebno ugotavljati tudi trende onesnaževal v podzemni vodi. Na posameznih merilnih mestih, za katera je bilo možno vrednotiti dovolj dolge nize podatkov (najmanj 6 letni niz) se je ugotavljalo statistično značilne trende. Statistična značilnost trendov se je ugotavljala z neparametričnim Spearmanovim razvrstitvenim korelacijskim koeficientom  $r'$ , s stopnjo zaupanja testa ( $\alpha$ ) = 0,05.

### 3 OCENA KEMIJSKEGA STANJA PODZEMNE VODE

V letu 2018 se je izvajal operativni monitoring na štirinajstih vodnih telesih:

- 1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje
- 1002 Savinjska kotlina
- 1003 Krška kotlina
- 1005 Karavanke
- 1008 Posavsko hribovje do osrednje Sotle
- 1009 Spodnji del Savinje do Sotle
- 1010 Kraška Ljubljana
- 1011 Dolenjski kras
- 3012 Dravska kotlina
- 3015 Zahodne Slovenske gorice
- 4016 Murska kotlina
- 4017 Vzhodne Slovenske gorice
- 5019 Obala in Kras z Brkini
- 6021 Goriška Brda in Trnovsko-Banjška planota



V program je bilo vključenih 176 merilnih mest, od tega 123 na aluvijalnih in 53 na kraških vodonosnikih. V program monitoringa za leto 2018 nismo vključili vodnih teles, ki so ob upoštevanju analize pritiskov in podatkov v preteklih letih izkazovala dobro kemijsko stanje. Vsako leto je program monitoringa vključeno tudi meddržavno vodno telo Karavanke.

V tabeli 3 je prikazano kemijsko stanje podzemne vode po vodnih telesih za obdobje 2012 – 2018, ovrednoteno v skladu z Uredbo o stanju podzemnih voda.

Tabela 3: Kemijsko stanje vodnih teles podzemne vode v obdobju 2012-2018

Šifra VTPodV	Ime VTPodV	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
1002	Savinjska kotlina	slabo	slabo	slabo	slabo	slabo	slabo	slabo
1003	Kraška kotlina	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
1004	Julijske Alpe v pore ju Save	/	/	dobro	/	dobro	/	/
1005	Karavanke	/	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
1006	Kamniško-Savinjske Alpe	/	/	dobro	/	dobro	/	/
1007	Cerkijan., Škofjel. in Polhog. hribovje	/	/	dobro	/	dobro	/	/
1008	Posavsko hribovje do osrednje Sotle	/	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
1009	Spodnji del Savinje do Sotle	/	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
1010	Kraška Ljubljana	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
1011	Dolenjski kras	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
3012	Dravska kotlina	slabo	slabo	slabo	slabo	slabo	slabo	slabo
3013	Vzhodne Alpe	/	/	dobro	/	dobro	/	/
3014	Haloze in Dravinjske gorice	/	/	dobro	/	dobro	/	/
3015	Zahodne Slovenske gorice	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
4016	Murska kotlina	slabo	slabo	slabo	slabo	slabo	slabo	slabo
4017	Vzhodne Slovenske gorice	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
4018	Gori ko	/	/	dobro	/	dobro	/	/
5019	Obala in Kras z Brkini	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
6020	Julijske Alpe v pore ju So e	/	/	dobro	/	dobro	/	/
6021	Goriška Brda in Trnovsko Barjska planota	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro

VTPodV: vodno telo podzemne vode

Podzemna voda je bolj obremenjena v vodonosnikih z medzrnsko poroznostjo, boljše kakovosti pa je podzemna voda v vodonosnikih z razpoklinsko ali kraško poroznostjo. Zaradi intenzivnih človekovih dejavnosti so najbolj obremenjena vodna telesa v severovzhodnem delu Slovenije in sicer v vodonosnikih s pretežno medzrnsko poroznostjo. V letu 2018 smo slabo kemijsko stanje določili za Savinjsko, Dravsko in Mursko kotlino. Podzemna voda v Savinjski, Dravski in Murski kotlini je prekomerno obremenjena z nitrati, na Dravski kotlini pa tudi z atrazinom in njegovim razpadli produktom desetil-atrazinom. Vodni telesi Murska in Savinjska kotlina sta lokalno obremenjeni z lahkihlapnimi halogeniranimi alifatskimi ogljikovodiki, občasno presejanja opazimo tudi na drugih vodnih telesih.

V tabeli 4 so prikazana vodna telesa in merilna mesta, na katerih smo z statistično analizo (neparametrični Spearmanov razvrstitveni korelacijski koeficient  $r^1$ ) ugotovili trende padanja ali naraščanja nitratov, atrazina in desetil-atrazina. Trende smo ocenjevali za obdobje 1998-2018, na novejših merilnih mestih pa je za oceno trenda morala biti časovno vrsta dolga vsaj šest let.

Tabela 4: Trendi nitrata, atrazina in desetil-atrazina po vodnih telesih in merilnih mestih

VTPodV	Ime VTPodV	VTPodV / Merilno mesto	Nitrat	Atrazin	Desetil-atrazin
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	SAVSKA KOTLINA IN LJUBLJANSKO BARJE	pada		
		RPALIS E LEK	pada		
		DRAGO AJNA D-0185	pada		
		GODEŠI SOV 5174	pada		pada
		HRASTJE (I a) 0344	pada	pada	pada
		JARŠKI PROD (III) JA-3	pada		
		KLE E (IIIa) 0543	pada		
		KOTEKS-ZALOG 0371	pada		
		LADJA 0980	pada		
		MERCATOR V1	pada		
		NAVJE-LIMNIGRAF	pada		
		ROJE LV-0377	pada		
		ŠOB EV BAJER	pada		
		V GOZDU pri Hrastju	pada		
ŽABNICA 0590	pada		pada		
1002	Savinjska kotlina	SAVINJSKA KOTLINA	pada		
		DOLENJA VAS B 1/83	pada		
		GOTOVLJE 0800	pada		
		LEVEC AMP P-1	pada		
		LEVEC V -1772	pada		
		MEDLOG 1941	pada		
		MEDLOG, vodnjak A	pada		
		SEMPETER 0840	pada		
1003	Krška kotlina	VRBINA NE-1077	pada		
		PB-9			pada
		SKOPICE NE-0877			pada
		DRNOVO	naraš a		
3012	Dravska kotlina	SP.STARI GRAD NE-1177	pada		
		DRAVSKA KOTLINA	pada	pada	pada
		KAVNICA 0080	pada		
		KUNGOTA (Ku-1/09)			pada
		PODOVA Pod-1/10		pada	pada
		KIDRI EVO 2571		pada	pada
		PREPOLJE		pada	
		RA E Ra -1/10	pada		
		SKORBA V-5		pada	pada
		SKORBA VG-3	naraš a		
		STARŠE Sta-1/10		pada	pada
		ŠIKOLE 1581		pada	pada
		TEZNO 0721	pada	pada	
		ZAGOJI I ZP-3/01	pada		
4016	Murska kotlina	MURSKA KOTLINA	pada		
		RAKI AN (Ra-1/09)	pada		
		RANKOVCI 3371	pada		
		ODRANCI (Od-1/09)		pada	pada

VTPodV: vodno telo podzemne vode

Rezultati analize trendov so pokazali, da vsebnost nitrata, atrazina in desetil-atrazina na večini merilnih mest upada. Na treh merilnih mestih smo določili naraščanje nitrata, posebej problematično pa je, da sta dve taki merilni mesti na objektih na črpališčih pitne vode v Drnovem (Krška kotlina) in Skorbi (globok vodnjak SKORBA VG-3).

V nadaljevanju poročila so nekoliko podrobneje predstavljeni parametri, ki so del ocene kemijskega stanja podzemne vode. To so nitrati, pesticidi in lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki.

### 3.1 Nitrati

Vsebnost nitratov smo v letu 2018 spremljali na vseh 176 merilnih mestih in sicer v spomladanskem in jesenskem zajemu. Standard kakovosti je bil presežen na 23 merilnih mestih, kar predstavlja 13,1% vseh merilnih mest. Vsa neustrezna merilna mesta se nahajajo na vodonosnikih z medzrnsko poroznostjo, kjer so obremenitve največje in kjer je tudi najbolj izrazita kmetijska delavnost. Za tri vodna telesa (Savinjska, Dravska in Murska kotlina) smo zaradi preseganja standarda kakovosti za nitrat ugotovili slabo kemijsko stanje. V tabeli 5 je prikazano število merilnih mest in preseganja na merilnih mestih po vodnih telesih, v tabeli 6 pa preseganja po merilnih mestih.

Tabela 5: Število merilnih mest in število ter procent neustreznih merilnih mest glede na vsebnost nitrata po vodnih telesih v letu 2018

VTPodV	Ime VTPodV	Št. MM	Št. neustr. MM glede na vsebnost nitrata	% neustr. MM glede na vsebnost nitrata
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	48	3	6,2
1002	Savinjska kotlina	13	3	23,1
1003	Krška kotlina	14	2	14,3
1005	Karavanke	4	0	0
1008	Posavsko hribovje do osrednje Sotle	5	0	0
1009	Spodnji del Savinje do Sotle	4	0	0
1010	Kraška Ljubljana	7	0	0
1011	Dolenjski kras	22	0	0
3012	Dravska kotlina	27	13	48,2
3015	Zahodne Slovenske gorice	2	0	0
4016	Murska kotlina	13	2	15,4
4017	Vzhodne Slovenske gorice	4	0	0
5019	Obala in Kras z Brkini	3	0	0
6021	Goriška Brda in Trnovsko-Banjska planota	10	0	0
SKUPAJ		176	23	13,1

VTPodV: vodno telo podzemne vode, MM: merilno mesto, neustr. MM: neustrezno merilno mesto

Tabela 6: Preseganje standarda kakovosti za nitrat po merilnih mestih v letu 2018

VTPodV	Ime VTPodV	Merilno mesto	Nitrati (mgNO <sub>3</sub> /L)
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	VOGLJE Vog-1/14	55
		ŽABNICA 0590	55,5
		GODEŠI SOV-5174	55,5
1002	Savinjska kotlina	ŠEMPETER 0840	71
		ŽALEC Žal 1/14	80
		PARIŽLJE Par-1/14	57,5
1003	Krška kotlina	DRNOVO	61,8
		CERKLJE 0112	53,3
3012	Dravska kotlina	PREPOLJE, P-1	64,5
		STARSE Sta-1/10	51
		PODOVA Pod-1/10	66,5
		SIKOLE	75
		KIDRI EVO	53,5
		SPODNJA HAJDINA SHaj-1/14	62
	DRAŽENCI Dra-1/14	55,5	

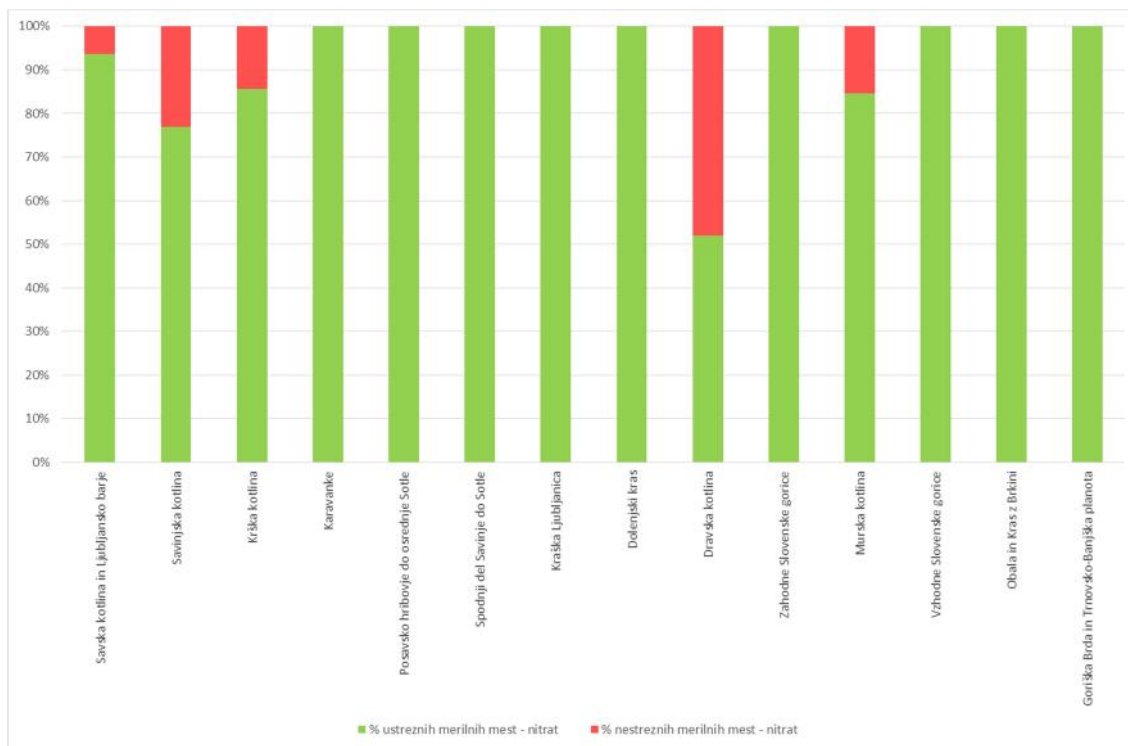
VTPodV: vodno telo podzemne vode

Tabela 6: Preseganje standarda kakovosti za nitrat po merilnih mestih v letu 2018

VTPodV	Ime VTPodV	Merilno mesto	Nitrati (mgNO <sub>3</sub> /L)
3012	Dravska kotlina	LANCOVA VAS LP-1	70,5
		DORNAVA (Do-1/09)	50,5
		SOBETINCI Sob-1/14	62
		ZAGOJI I ZP-3/01	60
		OBREŽ Obr-1/14	51
4016	Murska kotlina	BUKOVCI Buk-1/14	66,5
		GAN ANI Gan-1/14	75
		ODRANCI (Od-1/09)	75
Standard kakovosti			50

VTPodV: vodno telo podzemne vode

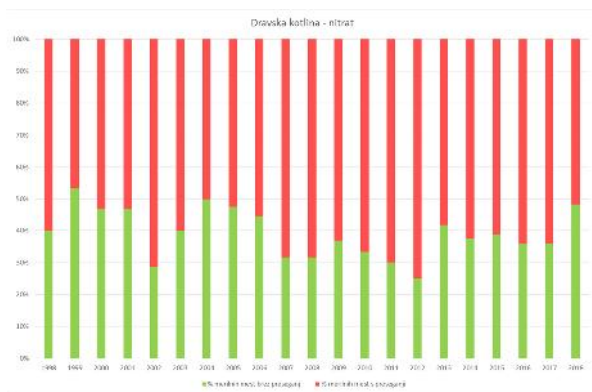
Največ merilnih mest s preseganjem vsebnosti nitrata je na Dravski kotlini, kjer je takih merilnih mest kar 13, ker predstavlja skoraj vsako drugo merilno mesto. Drugo najbolj obremenjeno vodno telo je Savinjska kotlina s tremi merilnimi mesti s preseganji nitrata, na Murski kotlini sta taki merilni mesti dve. Na teh treh vodnih telesih je nitrat tudi vzrok za slabo kemijsko stanje. Na vodnem telesu Krške kotline je kljub dobremu kemijskemu stanju stanje zaskrbljujoče, saj je procent neustreznih merilnih mest blizu slabemu stanju, medtem ko je v Savski kotlini z Ljubljanskim barjem takih merilnih mest še malo (Grafikon 1).



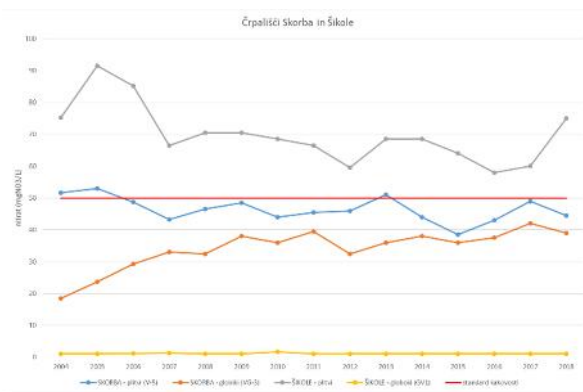
Grafikon 1: Procent ustreznih in neustreznih merilnih mest glede na vsebnost nitrata po vodnih telesih v letu 2018

Najbolj problematično vodno telo po vsebnosti nitrata je Dravska kotlina. Analize nitrata v podzemni vodi Dravskega polja so pokazale, da je v zadnjih letih stalno okoli 40% merilnih mest, na katerih določamo preseganje vsebnosti nitrata. Nekoliko višji procent preseganj v zadnjih letih je lahko tudi posledica nadgradnje merilne mreže v centralnem in južnem delu vodnega telesa, kjer je problemov največ. Ne glede na spremembe mreže pa ostaja nitrat še vedno velik problem na tem delu vodnega telesa Dravske kotline. Posebej problematična je vsebnost nitrata na črpališču pitne vode v Skorbi, kjer

vrednosti naraščajo tudi v globljem objektu, v črpališču pitne vode v Šikolah pa so vsebnosti nitrata stalno presežene v plitvem vodonosniku (Grafikon 2 in 3).

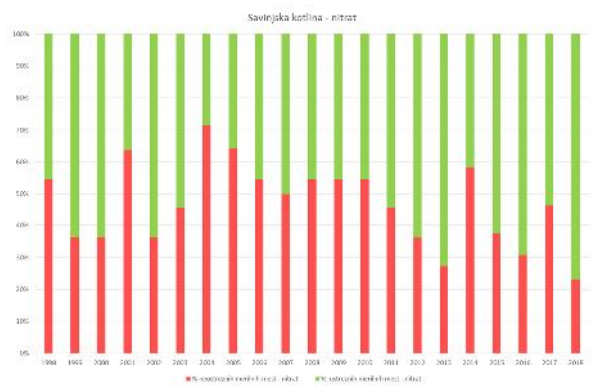


Grafikon 2: Procent preseganja nitrata po merilni mestih

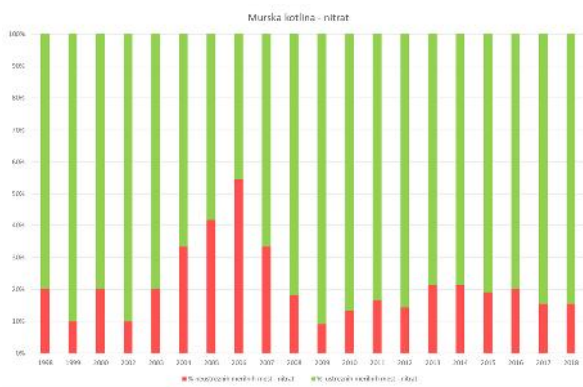


Grafikon 3: Vsebnost nitrata na črpališčih Škorba in Šikole

Slabo kemijsko stanje v letu 2018 zaradi preseganja vsebnosti nitrata je tudi na Savinjski in Murski kotlini. Procent neustreznih merilnih mest po letih za Savinjsko in Mursko kotlino je prikazan na grafikonu 4 in 5.



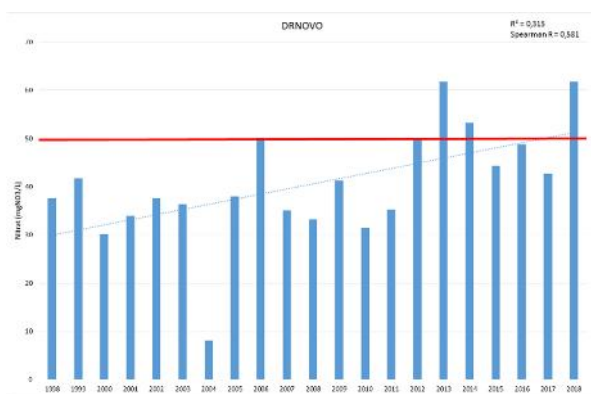
Grafikon 4: Procent preseganja nitrata po merilnih mestih – Savinjska kotlina



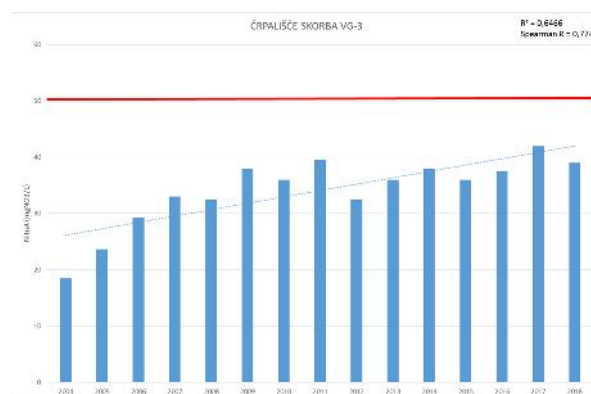
Grafikon 5: Procent preseganja nitrata po merilnih mestih – Murska kotlina

Iz grafikonov je razvidno, da je več obremenjenih merilnih mest na vodnem telesu Savinjske kotline, vendar je v povprečju obremenjenih manj merilnih mest kot v preteklih letih. Na Murski kotlini pa se obremenjenost z leti bistveno ne spreminja. Je pa na obeh vodnih telesih najbolj obremenjen centralni del vodnih teles, kjer se v vodonosniku nahaja največ vode.

Analiza trendov je pokazala, da vsebnost nitrata s statistično značilnostjo pada na vseh vodnih telesih s slabim stanjem (Savinjska, Dravska in Murska kotlina) ter na vodnem telesu Savska kotlina in Ljubljansko Barje. Na dveh merilnih mestih smo ugotovili statistično značilen naraščajoč trend nitrata. Zaskrbljujoče je dejstvo, da gre za merilni mesti na črpališčih pitne vode in sicer na črpališču Drnovo na Krški kotlini in v globokem objektu na črpališču Škorba na Dravski kotlini (Grafikon 6 in 7).



Grafikon 6: Trend nitrata na merilnem mestu Drnovo – Krška kotlina



Grafikon 7: Trend nitrata na merilnem mestu Skorba VG3 – Dravska kotlina

Zaradi problema naraščanja nitratov na črpališču Skorba smo v letu 2018 merilno mrežo na tem območju razširili še na dva dodatna objekta. S to razširitvijo merilne mreže na ožjem in širšem območju črpališča bomo lažje ocenili obseg onesnaženja globljega vodonosnika. Obširnejše poročilo je podano v poglavju Preiskovalni monitoringi. Zaradi povišanih vsebnosti nitrata na črpališču Drnovo smo na Krški kotlini v letu 2016 v okviru raziskovalnega monitoringa potrdili naraščanje vsebnosti nitrata.

### 3.2 Pesticidi in njihovi razgradni produkti

Vsebnost pesticidov in njihovih razpadlih produktov smo v letu 2018 spremljali na 75 merilnih mestih od skupno 176 merilnih mest, kar pomeni 42,6% merilnih mestih in sicer v spomladanskem in jesenskem zajemu. Pesticide spremljamo na merilnih mestih, kjer presegajo standard kakovosti in tam kjer so standard kakovosti presegali v preteklih letih. Tam, kjer so vrednosti padle pod 20% standarda kakovosti, pesticide spremljamo redkeje (vsako drugo ali tretje leto), tam kjer pa jih nismo določili ali analiza pritiskov ne kaže tveganja, pa jih analiziramo še redkeje (na šest ali več let).

V tabeli 7 je prikazano število merilnih mest na vodno telo, število merilnih mest, kjer smo analizirali vsebnost pesticidov, procent neustreznih merilnih mest (izračunan glede na celotno število merilnih mest na vodnem telesu) ter število preseženih merilnih mest glede na posamezen pesticid. V tabeli 8 pa so prikazana preseganja po merilnih mestih.

Tabela 7: Število merilnih mest, neustrezna merilna mesta, število preseženih merilnih mest glede na posamezen pesticid po vodnih telesih

VTPodV	Ime VTPodV	Št. MM	Št. MM, kjer smo analizirali pesticide	Št. neutr. MM glede na vsebnost pesticidov	% neutr. MM glede na vsebnost pesticidov	Metolaklor (µg/L)	Atrazin (µg/L)	Desetil-atrazin (µg/L)	Prometrin (µg/L)
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	48	20	1	2,1	1			
1002	Savinjska kotlina	13	9	1	7,7	1			
1003	Krška kotlina	14	11	0	0				
1005	Karavanke	4	-	-	-				
1008	Posavsko hribovje do osrednje Sotle	5	1	1	20			1	
1009	Spodnji del Savinje do Sotle	4	-	-	-				

VTPodV: vodno telo podzemne vode, MM: merilno mesto, neutr. MM: neustrezno merilno mesto

Tabela 7: Število merilnih mest, neustrezna merilna mesta, število preseženih merilnih mest glede na posamezen pesticid po vodnih telesih

VTPodV	Ime VTPodV	Št. MM	Št. MM, kjer smo analizirali pesticide	Št. neustr. MM glede na vsebnost pesticidov	% neustr. MM glede na vsebnost pesticidov	Metolaklor (µg/L)	Atrazin (µg/L)	Desetil-atrazin (µg/L)	Prometrin (µg/L)
1010	Kraška Ljubljana	7	-	-	-				
1011	Dolenjski kras	22	5	1	4,5	1			
3012	Dravska kotlina	27	20	8	29,6	2	4	1	1
3015	Zahodne Slovenske gorice	2	1	0	0				
4016	Murska kotlina	13	6	2	15,4		1	1	
4017	Vzhodne Slovenske gorice	4	2	1	25	1			
5019	Obala in Kras z Brkini	3	-	-	-				
6021	Goriška Brda in Trnovsko-Banjska planota	10	-	-	-				
SKUPAJ		176	75	15	8,5	6	5	3	1

VTPodV: vodno telo podzemne vode, MM: merilno mesto, neustr. MM: neustrezno merilno mesto

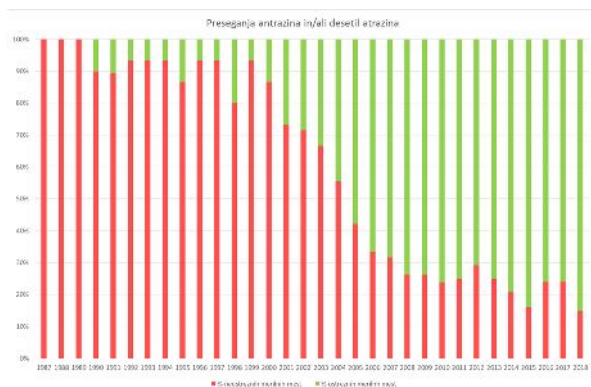
Tabela 8: Preseganje standarda kakovosti za posamezen pesticid po merilnih mestih v letu 2018

VTPodV	Ime VTPodV	Merilno mesto	Metolaklor (µg/L)	Atrazin (µg/L)	Desetil-atrazin (µg/L)	Prometrin (µg/L)
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	PODRE A 0300	0,22			
1002	Savinjska kotlina	TRNAVA Trn-1/14	0,34			
1008	Posavsko hribovje do osrednje Sotle	KAMNJE Š-1/92			0,13	
1011	Dolenjski kras	LUKNJA - izvir Pre ne	0,13			
3012	Dravska kotlina	PODOVA Pod-1/10		0,11		0,18
		KIDRI EVO		0,26		
		SKORBA V-5		0,11		
		SPODNJA HAJDINA SHaj-1/14		0,13	0,12	
		LANCOVA VAS LP-1	0,11			
		ZAGOJI I ZP-3/01	0,26			
4016	Murska kotlina	GAN ANI Gan-1/14		0,12	0,12	
4017	Vzhodne Slovenske gorice	LUKAVCI V3	0,22			
Standard kakovosti			0,1	0,1	0,1	0,1

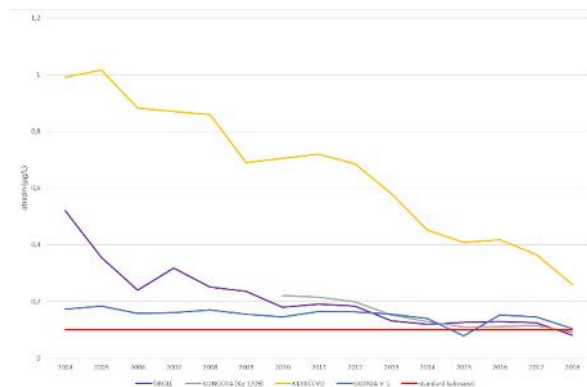
VTPodV: vodno telo podzemne vode

V letu 2018 je na merilnih mestih največkrat mejno vrednost presegla vsebnost metolaklora, nato atrazina, desetil atrazina in prometrina. Večina merilnih mest je na vodonosnikih z medzrnsko poroznostjo, občasno pa mejno vrednost pesticidi presegajo tudi na kraških izviri.

Vodno leto Dravske kotline je po vsebnosti atrazina v slabem kemijskem stanju. Preseganje mejne vrednosti smo zaznali le še na enem merilnem mestu izven Dravske kotline in sicer na merilnem mestu na Murski kotlini. Na drugih merilnih mestih atrazin zaznamo v sledovih ali pa je že popolnoma izginil. Na Dravski kotlini v centralnem delu njegova vsebnost sicer pada, vendar na štirih merilnih mestih še vedno presega mejno vrednost. Na grafikonu 7 je po letih prikazan procent merilnih mest na Dravski kotlini s preseganjem atrazina in/ali desetil atrazina, na grafikonu 8 pa trend vsebnosti atrazina na najbolj obremenjenih merilnih mestih Dravske kotline.



Grafikon 7: Preseganja atrazina in/ali desetil atrazina na Dravski kotlini



Grafikon 8: Atrazin na bolj obremenjenih merilnih mestih na Dravski kotlini

V preteklosti so bila z atrazinom obremenjena praktično vsa merilna mesta na Dravski kotlini, po prepovedi uporabe v letu 2003 pa je začelo upadati število obremenjenih merilnih mest. Še vedno predstavlja problem prisotnost atrazina na nekaterih črpališčih pitne vode (Skorba in Šikole), čeprav vsebnosti tudi tam upadajo.

Analize trendov so pokazale, da vsebnost atrazina in desetil-atrazina pada na vseh merilnih mestih podzemne vode v Sloveniji. Na večini merilnih mest so se vsebnosti atrazina in desetil-atrazina znižale pod mejo določljivosti, večina merilnih mest s preseganjem standarda kakovosti za atrazin pa je še vedno na Dravski kotlini, kjer so taka štiri merilna mesta. Najvišje vsebnosti atrazina so na južnem delu Dravske kotline (najvišje na merilnem mestu Kidričevo), kjer se atrazin kljub prepovedi rabe v letu 2003 še vedno zadržuje v koncentracijah, ki presegajo standard kakovosti. Preseganje standarda kakovosti je bilo ugotovljeno tudi na črpališču Skorba v plitvejšem vodonosniku (Grafikon 8).

Atrazin se na Dravski kotlini zadržuje veliko dlje časa kot na drugih vodnih telesih po Sloveniji. Verjetno k tej situaciji pripomore več dejavnikov. Eden od njih je zagotovo dejstvo, da je bila Dravska kotlina v primerjavi z drugimi vodnimi telesi v preteklosti daleč najbolj obremenjena z atrazinom, saj je bilo pred letom 2003 tudi več kot 80% merilnih mest, kjer smo določili preseganje standarda kakovosti (Grafikon 7). Razloge je potrebno iskati tudi v lastnostih atrazina, predvsem glede obnašanja v tleh in v podzemni vodi. Atrazin se v aerobnih pogojih dokaj hitro razgradi, medtem ko je razgradnja v anaerobnih pogojih, to je v območjih brez prisotnosti kisika, počasnejša. Osnovni mehanizem razgradnje zajema reakcijo hidrolize s pomočjo mikroorganizmov. Reakcija razgradnje atrazina v tleh je odvisna tudi od drugih dejavnikov (npr. pH, specifična površina ter poroznosti delcev, delež organske snovi, prisotnosti mikroorganizmov, temperatura,...). Ne gre pa seveda izključiti tudi starih bremen, ki so še vedno prisotna in se izpirajo v podzemno vodo.

### 3.3 Lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki

V letu 2018 smo vsebnost lahkohlapnih halogeniranih ogljikovodikov od 176 merilnih mest spremljali na 13 merilnih mestih. Vrednost praga za lahkohlapne halogenirane ogljikovodike je bila presežena na štirih merilnih mestih (2,3% vseh merilnih mest). V nasprotju z nitratom in pesticidi, ki odražajo pritisk kmetijstva in urbanizacije, lahkohlapne halogenirane organske spojine odražajo industrijsko obremenitev. Presežene vrednosti praga so prikazane v tabeli 9.



Tabela 9: Preseganje vrednosti praga za lahkohlapne halogenirane ogljikovodike pesticid po merilnih mestih v letu 2018

Šifra VTPodV	Ime VTPodV	Merilno mesto	Tetrakloroeten (µg/L)	Trikloroeten (µg/L)	LHC- vsota (µg/L)
1002	Savinjska kotlina	LEVEC VC-1772	3,9		
3012	Dravska kotlina	TEZNO	2,8		
4016	Murska kotlina	RAKI AN (Ra-1/09)	77	2,3	129,7
		GAN ANI Gan-1/14	12,5		12,5
Vrednost praga			2	2	10

**VTPodV:** vodno telo podzemne vode

Našteta merilna mesta so že več let obremenjena z omenjenimi spojinami, ker pa gre za lokalno obremenitev, nobeno vodno telo zaradi preseganja vrednosti praga ni v slabem kemijskem stanju.

## 4 PREISKOVALNI MONITORINGI

V letu 2018 smo v okviru monitoringa podzemne vode izvajali dva preiskovalna monitoringa in sicer:

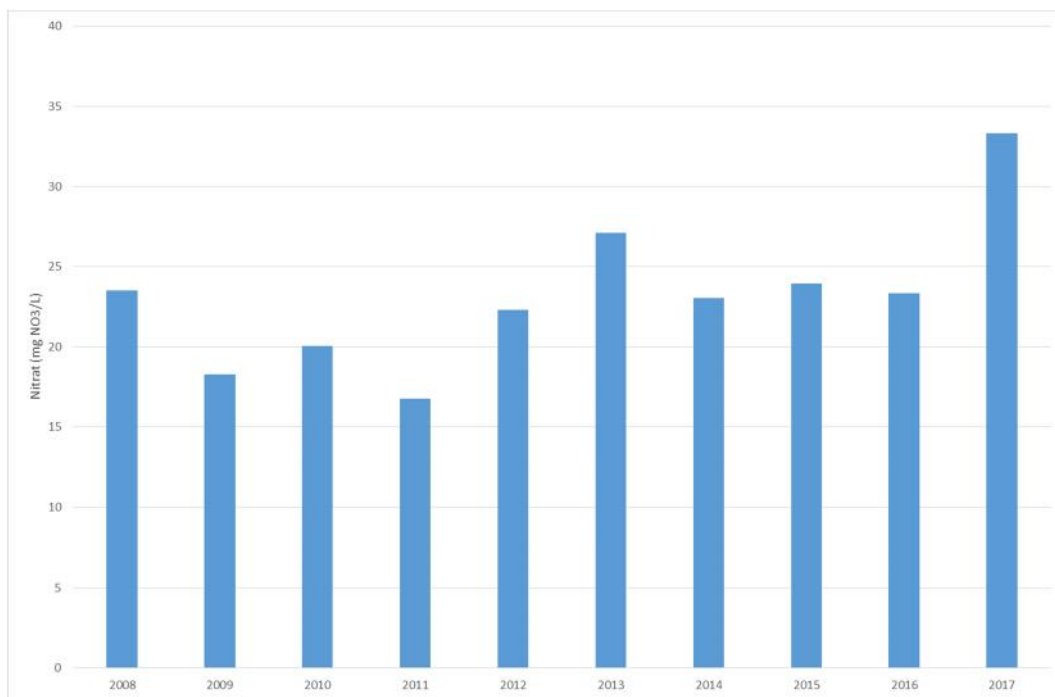
- Preiskovalni monitoring na vodnjaku Miren
- Analize perfluorooktansulfonske kisline (PFOS)

V poročilu so prikazani tudi obsežnejši povzetki o treh preiskovalnih monitoringih in sicer:

- Črpališče Skorba - aktivnostih za preprečevanje nadaljnega slabšanja stanja globljega vodonosnika Dravske kotline
- Kemijsko stanje izvirov na ogroženem območju človeške ribice
- Ostanke humanih in veterinarskih zdravil v podzemni vodi

### 4.1 Preiskovalni monitoring na vodnjaku Miren

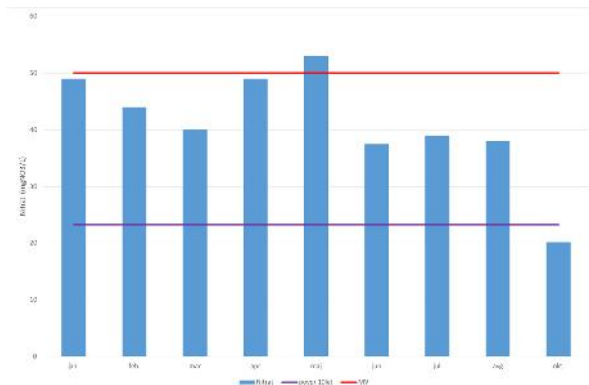
V letu 2018 smo preiskovalni monitoring izvajali na vodnjaku Miren, ki spada v vodno telo Goriška Brda in Trnovsko-Banjška planota. V zadnjih letih smo namreč opazili nihanje vrednosti nitrata od 23 do 35 mg NO<sub>3</sub>/L. Povprečne vsebnosti nitrata za zadnjih deset let na vodnjaku Miren so prikazane na grafikonu 9.



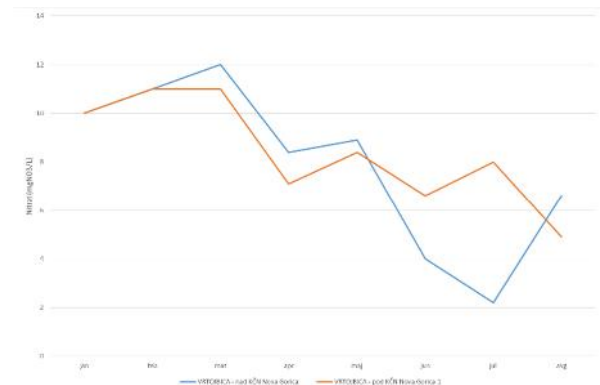
Grafikon 9: Povprečne vsebnosti nitrata v vodnjaku Miren v obdobju 2008-2017

Zaradi kmetijskih površin v bližini smo želeli preveriti morebiten vpliv gnojenja na podzemno vodo. V raziskovalni monitoring smo vključili tudi dve merilni mesti na Vrtojbi in sicer nad in pod iztokom nove KČN v Novi Gorici. S tem smo želeli preveriti morebitni vpliv odpadne vode iz KČN Nova Gorica na kakovost vode v vodnjaku Miren.

Vzorčenje v vodnjaku Miren in Vrtojbi na obeh merilnih mestih je potekal v mesečnih intervalih in sicer od januarja do vključno avgusta. Rezultati monitoringa so prikazana na grafikonih 10 in 11, na vodnjaku Miren je dodan tudi rezultat rednega monitoringa v oktobru 2018.



Grafikon 10: Rezultati preiskovalnega monitoringa na vodnjaku Miren



Grafikon 11: Rezultati preiskovalnega monitoringa na Vrtojbi

Analize vzorcev vode v vodnjaku so pokazale, da tekom leta ni bilo bistvenih nihanj vsebnosti nitrata, vrednosti so se gibale okoli 40 mg NO<sub>3</sub>/L, kar je bilo občutno več kot desetletno povprečje v vodnjaku (23,2 mgNO<sub>3</sub>/L). Prav tako so rezultati meritev nitrata v Vrtojbi izključili morebitni vpliv iztoka KČN Nova Gorica na kakovost vode v vodnjaku. Izток iz KČN Nova Gorica nima bistvenega vpliva niti na potok Vrtojba, saj so vsebnosti nitrata nad in pod KČN primerljive. Zaradi teh ugotovitev smo v mesecu avgustu vzorčenje in analize v Vrtojbi prekinili. V mesecu oktobru smo v okviru rednega monitoringa podzemne vode v vodnjaku Miren analizirali tudi ostanke zdravil, katerih prisotnost bi lahko kazala na vpliv neustrezno urejene kanalizacije oziroma greznic v bližini. Analize ostankov zdravil so pokazale, da je v vzorcu vode prisoten karbamazepin, farmacevtska učinkovina, ki ima širok spekter uporabe, najbolj pogosto pa se uporablja za zdravljenje epilepsije, nevropatskih bolečin in bipolarnih motenj. Zaradi uporabe v humani medicini in dolgotrajne obstojnosti v vodi je zanesljiv pokazatelj onesnaženja zaradi neurejene kanalizacije. Po zaključku raziskovalnega monitoringa je bila na pobudo lastnika vodnjaka izpraznjena bližnja greznica. V oktobru 2018 je bilo nato izvedeno vzorčenje v okviru rednega programa monitoringa. Rezultat je pokazal, daje bila vsebnost nitrata občutno nižja kot v preteklih mesecih in pod desetletnim povprečjem. Naslednje meritve bodo pokazale ali je bila nižja vsebnost zgolj naključje ali pa gre dejansko za vpliv komunalne odpadne vode iz sosednje greznice.

## 4.2 Analize perfluorooktansulfonske kisline

Perfluorooktansulfonska kislina (PFOS) spada med obstojna organska onesnaževala. To so strupene, slabo razgradljive spojine, ki se lahko širijo na velike razdalje po zraku in/ali vodi. So škodljive za okolje in zdravje, saj se kopičijo v organizmih, lahko povzročajo raka, vplivajo na hormonsko ravnotežje in lahko okvarijo imunski sistem.

PFOS je industrijska kemikalija, ki je imela zaradi svojih hidrofobnih in lipofobnih lastnosti v preteklosti širok spekter uporabe. V preteklosti se je uporabljala v čistilnih izdelkih, v penah za gašenje in kot impregnacijsko sredstvo v številnih izdelkih, kot so preproge, pohištvo, papir, tekstil in usnje. Danes je uporaba močno omejena, PFOS se uporablja le tam, kjer niso našli ustrezne zamenjave. Tako se uporablja le še v fotografski industriji, v industriji elektronike in polprevodnikov ter v hidravličnih tekočinah v letalih.

V letu 2018 smo v spomladanskem vzorčenju izvedli analize PFOS na sedmih vodnih telesih, analizirali smo 141 vzorcev, od tega smo v 52 (36,9 % vzorcev) določili PFOS višji od meje določljivosti (tabela 10).

Tabela 10: Število vseh vzorcev ter število vzorcev, v katerih smo določili PFOS po vodnih telesih

Šifra VTPodV	Ime VTPodV	Št. vzorcev	Št. vzorcev >LQ	% vzorcev >LQ
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	46	29	63,0
1002	Savinjska kotlina	13	1	7,7
1003	Krška kotlina	14	5	35,7
1010	Kraška Ljubljanica	7	0	0,0
1011	Dolenjski kras	22	1	4,5
3012	Dravska kotlina	25	10	40,0
4016	Murska kotlina	13	5	38,5
6021	Goriška Brda in Trnovsko-Banjska planota*	1	1	-
SKUPAJ		141	52	36,9

VTPodV: vodno telo podzemne vode, \*: izvedena je bila le ena analiza na enem merilnem mestu na tem vodnem telesu

Rezultati monitoringa so pokazali, da je PFOS prisoten v podzemni vodi. Najbolj obremenjena so vodna telesa z medzrnsko poroznostjo, daleč najbolj pa Savska kotlina in Ljubljansko barje, kjer je kar v 63 % vzorcev določena vsebnost PFOS nad mejo določljivosti uporabljene analitske metode. Večina merilnih mest, kjer smo v vzorcih določili PFOS se nahaja na urbanih oziroma industrijskih področjih, kjer je bila verjetnost pojava PFOS v podzemni vodi tudi pričakovana. Na kraških vodnih telesih, razen v enem vzorcu na Dolenskem krasu, prisotnosti PFOS v letu 2018 nismo zaznali. V tabeli 11 je po merilnih mestih prikazanih 25 najvišje določenih vsebnosti PFOS.

Tabela 11: Petindvajset najvišjih vsebnosti PFOS po merilnih mestih z datumom zajema

Šifra VTPodV	Ime VTPodV	Merilno mesto	Datum	PFOS (µg/L)
1003	Krška kotlina	SP.STARI GRAD NE-1177	05.06.2018	0,1000
3012	Dravska kotlina	STARŠE Sta-1/10	14.06.2018	0,0460
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	TRBOJE Trib-1/13	02.07.2018	0,0180
3012	Dravska kotlina	TEZNO	14.06.2018	0,0180
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	DOMŽALE Dom-1/14	26.06.2018	0,0140
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	DRAGO AJNA D-0185	02.07.2018	0,0130
1002	Savinjska kotlina	GOTOVLJE 0800	06.06.2018	0,0088
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	DOMŽALE, C-4	19.06.2018	0,0086
3012	Dravska kotlina	PREPOLJE, P-1	14.06.2018	0,0082
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	MERCATOR V1	19.06.2018	0,0079
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	MENGES Men-1/14	26.06.2018	0,0074
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	HRASTJE (I a) 0344	14.06.2018	0,0072

VTPodV: vodno telo podzemne vode

Tabela 11: Petindvajset najvišjih vsebnosti PFOS po merilnih mestih z datumom zajema

Šifra VTPodV	Ime VTPodV	Merilno mesto	Datum	PFOS (µg/L)
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	VOJKOVA Voj-1/14	21.06.2018	0,0069
4016	Murska kotlina	ZGORNJE KRAPJE (ZK-1/09)	28.05.2018	0,0062
4016	Murska kotlina	VEŠ ICA (Ve-1/09)	28.05.2018	0,0054
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	ISKRA KRANJ 0391	20.06.2018	0,0050
3012	Dravska kotlina	VRBANSKI PLATO 16	07.06.2018	0,0047
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	KOTEKS-ZALOG 0371	19.06.2018	0,0046
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	PODGORICA 1991	19.06.2018	0,0041
3012	Dravska kotlina	RA E Ra -1/10	18.06.2018	0,0039
1011	Dolenjski kras	PA KI BREG	30.05.2018	0,0031
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	VODICE VO-1	20.06.2018	0,0030
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	JARŠKI PROD (III) JA-3	14.06.2018	0,0030
1003	Krška kotlina	KRŠKA VAS Kvas - 1/15	05.06.2018	0,0030
1003	Krška kotlina	PB-6	04.06.2018	0,0028

VTPodV: vodno telo podzemne vode

Meritve ob enkratnem vzorčenju so pokazale, da je PFOS v podzemni vodi Slovenije prisoten. Daleč najvišja vsebnost PFOS je bila določena na merilnem mestu na Krški kotlini (SP.STARI GRAD NE-1177). Za bolj natančno in zanesljivo oceno o prisotnosti PFOS bi potrebovali daljši niz meritev. Standard kakovosti za vrednotenje PFOS v podzemni vodi ni prepisan.

### 4.3 Črpališče Skorba - aktivnostih za preprečevanje nadaljnega slabšanja stanja globljega vodonosnika Dravske kotline

#### Uvod

Računsko sodišče RS v revizijskem poročilu Učinkovitost dolgoročnega ohranjanja pitne vode (18. marec 2019) ugotavlja, da obstaja tveganje, da izkoriščanje globljega (drugega) vodonosnika vodnega telesa podzemne vode Dravska kotlina (v nadaljevanju VTPodV), ni trajnostno. Zato je Ministrstvu za okolje in prostor naložilo, da pripravi načrt, s katerim bo zagotovilo, da se kemijsko in količinsko stanje globokega vodonosnika ne poslabšuje.

Na Agenciji RS za okolje (ARSO) kemijsko stanje podzemne vode spremljamo v Sektorju za kemijsko stanje voda, v Uradu za stanje okolja, količinsko stanje podzemne vode pa spremljajo na Sektorju za hidrogeološke analize, v Uradu za meteorologijo in hidrologijo.

#### Mreža merilnih mest za spremljanje kemijskega stanja podzemne vode VTPodV Dravska kotlina

V mrežo merilnih mest za spremljanje kemijskega stanja VTPodV Dravska kotlina je bilo v letu 2017 vključenih 25 merilnih mest. Zaradi problematike naraščanja nitratov na globokem vodnjaku v Skorbi (Skorba VG-3) smo v letu 2018 v mrežo vključili še dva dodatna globoka vodnjaka in sicer Skorba VG-4, ter Lancova vas GLV-1/00.

Od skupno 27 merilnih mest na VTPodV Dravska kotlina, tako na štirih merilnih mestih spremljamo kemijsko stanje globljega, pliocenskega vodonosnika. Mreža merilnih mest za spremljanje globljega, pliocenskega vodonosnika, imenovanega tudi VTPodV Ptuj – globoki, poleg navedenih štirih merilnih mest, ki so v VTPodV Dravska kotlina, obsega še dve merilni mesti izven meja VTPodV Dravska kotlina, in sicer Velenik V2 ter Desenci DEV1/99. V globokem vodonosniku VTPodV Ptuj – globoki se torej kemijsko stanje spremlja na šestih merilnih mestih: Šikole GV-1, Skorba VG-3, Skorba VG-4, črpališče Lancova vas GLV-1/00, Velenik V2 in Desenci DEV1/99. V letu 2016 so se meritve izvajale tudi na globokem vodnjaku Šikole GV-2 in Velenik V1. Rezultati meritev za leto 2018 oz. 2016 so prikazani v Tabeli 12.

Tabela 12: Rezultati meritev vsebnosti nitrata v letu 2018 na merilnih mestih VTPodV Ptuj globoki

Ime merilnega mesta	Nitrati (mg NO <sub>3</sub> /L)
Šikole GV-1	<2,2
Šikole GV-2*	<2,2
Skorba VG-3	39
Skorba VG-4	<2,2
Velenik V1*	<2,2
Velenik V2*	<2,2
Desenci DEV1/00	2,3
Lancova vas GLV-1/00	<2,2

\* za merilna mesta je podatek o vsebnosti nitrata iz leta 2016

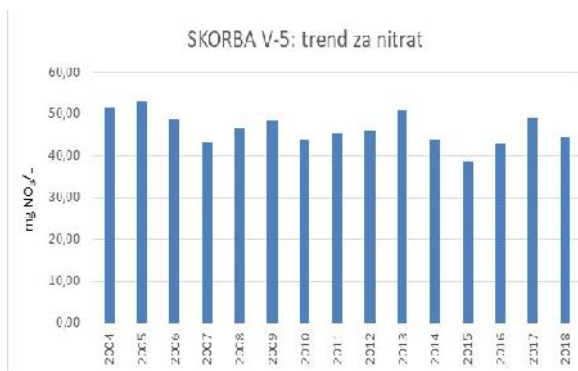
#### Rezultati spremljanja koncentracij nitratov v plitvem in globokem vodonosniku s poudarkom na črpališčih Skorba in Lancova vas

Za vodno telo Dravska kotlina v celoti je že dolgo let določeno slabo kemijsko stanje, predvsem zaradi presežanja nitratov, atrazina in desetil-atrazina.

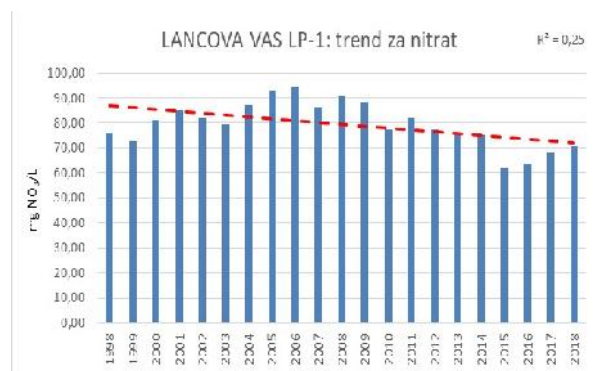
V okviru spremljanja kemijskega stanja podzemne vode v črpališču Skorba že vrsto let ugotavljamo onesnaženje z visokimi vsebnostmi nitratov. Rezultati spremljanja kemijskega stanja in ocena trendov na tem območju kažejo onesnaženje plitvega kvartarnega vodonosnika in slabšanje kemijskega stanja pliocenskega globokega vodonosnika.

S programom monitoringa kakovosti podzemne vode smo v črpališču Skorba do leta 2018 spremljali kakovost podzemne vode na dveh objektih: v plitvem vodnjaku Skorba V-5 in v globokem vodnjaku Skorba VG-3. V Lancovi vasi smo do leta 2018 spremljali kemijsko stanje na plitvi vrtini Lancova vas LP-1.

V plitvem, kvartarnem vodonosniku je v vodnjaku Skorba V-5, v letu 2018, povprečna vrednost nitrata znašala 44,50 mg/l. Vsebnosti nitrata na tem merilnem mestu za časovni niz od leta 2004 nihajo okoli standarda kakovosti (50 mg/l) (Grafikon 12). V Lancovi vasi v plitvem vodonosniku, v vrtini LP-1 vsebnosti nitratov statistično značilno padajo, vendar je bila v letu 2018 povprečna vrednost še vedno visoka, saj je znašala 70,5 mg/l, kar znatno presega okoljski standard kakovosti (Grafikon 13).



Grafikon 12: Vsebnost nitrata v plitvem vodnjaku Skorba V-5



Grafikon 13: Vsebnost nitrata v plitvem vodnjaku LP-1 v Lancovi vasi

V globokem vodnjaku Skorba VG-3, je bila leta 2018 povprečna vrednost nitrata 39 mg/l (Grafikon 14). Za časovni niz od leta 2004 povprečna letna vsebnost nitrata še vedno statistično značilno narašča, meja 75% standarda kakovosti pa je bila v nizu podatkov že večkrat presežena. Vzrokov za naraščanje vsebnosti nitratov v vodnjaku je lahko več. Po navedbah upravljalca črpališča je globoki vodnjak Skorba VG-3 tehnično neprimeren, in sicer zaradi razrahljane uvodne kolone. Posledično v objektu prihaja do zatekanja z nitrati onesnažene vode, iz višje ležečih horizontov v nižje ležeče horizonte in s tem do povečanja onesnaženja v globljih delih.



Grafikon 14: Vsebnost nitrata v globokem vodnjaku Skorba VG-3

Zaradi ugotavljanja problematike onesnaženja z nitrati ter zaradi ugotavljanja prostorske porazdelitve le-tega v globokem pliocenskem vodonosniku, smo v letu 2018 razširili merilno mrežo državnega programa monitoringa kakovosti podzemne vode. V črpališču Skorba smo v program vključili tehnično primernejši globoki vodnjak Skorba VG-4 (200 m), v Lancovi vasi pa globoko vrtino GLV-1/00, ki se nahaja dolvodno od črpališča Skorba.

Meritve nitratov v tehnično primernejših objektih globokega pliocenskega vodonosnika so v letu 2018 pokazale, da vodonosnik ni enakomerno onesnažen. V vodnjaku Skorba VG-4 je meritev nitratov znašala 2 mg/l, v vodnjaku GLV-1/00 v Lancovi vasi pa 0,09 mg/l (Tabela 13).

Tabela 13: Rezultati kakovosti podzemne vode v letu 2018 za nitrat

Ime merilnega mesta	Vodno telo podzemne vode	Leto	asovni niz	Trend za nitrat	Nitrati (mg NO <sub>3</sub> /L)	Program monitoringa
Skorba VG-3	Dravska kotlina	2018	2004-2018	naraš a	39,0	globoki vodnjak - operativni monitoring
Skorba VG-4	Dravska kotlina	2018	2018	/	2,0	globoki vodnjak - operativni monitoring (dodatni objekt)
Skorba V-5	Dravska kotlina	2018	2004-2018	ne	44,50	plitvi vodnjak - operativni monitoring
Lancova vas GVL-1/00	Dravska kotlina	2018	2018	/	0,09	globoki vodnjak - operativni monitoring (dodatni objekt)
Lancova vas LP-1	Dravska kotlina	2018	2018	pada	70,5	plitvi vodnjak operativni monitoring

Tudi rezultati meritev na novejših globokih vrtinah v Skorbi in Lancovi vasi, ki so bile v bližnji preteklosti izvedene zaradi možnosti zajema kvalitetnejše, neonesnažene podzemne vode za pitno vodo, so v letih 2017-2018 pokazale, da so na obravnavanih globokih objektih vsebnosti nitratov nižje kot v vodnjaku VG-3, in sicer v razponu od meje določljivosti do 12,2 mg NO<sub>3</sub> /l. Tudi ti rezultati so dokaz, da je porazdelitev onesnaženja z nitratom v prostoru vodonosnika heterogena (Tabela 14).

Tabela 14: Rezultati monitoringa pitne vode na globokih vrtinah, ki nam jih je v letu 2018 posredoval upravljalec črpališča

Oznaka vzorca	Datum	Nitrat (mg NO <sub>3</sub> /L)
VG6 Skorba	10.11.2017	8,4
VG6 Skorba	12.03.2018	8,6
VG6 Skorba	23.07.2018	4,6
VG7 Skorba	20.10.2017	10,7
VG7 Skorba	21.10.2017	11,6
VG7 Skorba	10.11.2017	11,1
VG7 Skorba	14.03.2018	9,4
VG7 Skorba	05.04.2018	12,2
VG7 Skorba	23.07.2018	4,4
VG Lancova vas	10.04.2014	1,3
VG Lancova vas	02.06.2016	<2,5
VG Lancova vas	14.12.2016	1,9
VG Lancova vas	05.12.2017	<2,5

### **Aktivnosti za raziskavo problema onesnaženja globokega pliocenskega vodonosnika v črpališču Skorba**

V skladu z Uredbo o stanju podzemne vode se kemijsko in količinsko stanje podzemne vode ugotavlja na podlagi različnih meril, katera vključujejo tudi izpolnjevanje pogojev, definiranih v Vodni direktivi



ter v Direktivi o varstvu podzemne vode pred onesnaženjem in poslabševanjem oz. v Metodologiji za ocenjevanje stanja vodnih teles podzemnih voda

<https://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/Metodologija.pdf>

Izpolnjevanje teh pogojev se preverja na osnovi petih klasifikacijskih oziroma razvrstitvenih testov, med katerimi je tudi test, s katerim preverimo ali koncentracije onesnaževal izkazujejo vdor oziroma pronicanje vode slabe kakovosti v vodonosne strukture vodnega telesa podzemne vode. Test je povezan z oceno količinskega stanja, s katero se identificira območja, kjer je vodno telo zaradi odvzemov ali vrtnanja v vodonosnik ogroženo in/ali obstaja tveganje za vdor vode slabše kakovosti v vodonosno strukturo. Naraščanje vsebnosti nitratov do koncentracije 39 mg NO<sub>3</sub>/L v vodonosniku, kjer bi morala biti vsebnost nitratov glede na naravno ozadje na nivoju 2 mg NO<sub>3</sub>/L ali manj, vsekakor izkazuje vdor vode slabe kakovosti. Za VpodV Dravska kotlina pa je že dolga leta določeno slabo kemijsko stanje zaradi preseganja vsebnosti nitratov in atrazina v plitvejšem, kvartarnem vodonosniku.

Zaradi ocenjevanja kemijskega stanja na območju VTpod Dravska kotlina in ugotavljanja vdora vode slabše kakovosti v sosednjo vodonosno strukturo na območju črpališča Skorba, smo v Agenciji RS za okolje v preteklih letih izvedli različne aktivnosti.

Upravljalca črpališč Skorba in Lancova vas - Komunalno podjetje Ptuj, smo zaprosili za razpoložljive nize podatkov različnih parametrov (fizikalno-kemijski parametri, nitrat, atrazin, desetil-atrazin), ki jih upravljalec spremlja na obstoječih objektih. Za boljšo interpretacijo teh rezultatov bi bilo v nadaljevanju potrebno analizirati tudi gladine vode in načrpane količine podzemne vode ter na ta način poglobiti razumevanje prostorskega vpliva odvzemov podzemne vode.

Za boljše strokovno razumevanje problematike smo pregledali novejša strokovna dela, ki na tem območju obravnavajo pliocenske vodonosnike:

1. Pliocenski vodonosnik Dravskega polja, diplomsko delo, NTF, M. Klasinc, maj 2013
2. Hidrogeološke razmere na območju industrijskega kompleksa Kidričevo, magistrsko delo, NTF, T. Keršemanc, september 2015

Klasinc (2013) v svojem delu navaja, da je piezometrična gladina Ptujkega vodonosnega sistema (poimenovanje pliocenskega vodonosnika v diplomski nalogi) v večjem delu Dravskega polja nad gladino kvartarnega vodonosnika. Tam je tok onesnažene vode iz višjega v spodnji vodonosnik onemogočen. Območja, kjer je razlika med piezometrično gladino spodaj in zgoraj ležeče podzemne vode majhna ali celo negativna, so najbolj ranljiva za onesnaženje. Takšno območje nastopa v južnem delu polja, med Kidričevim, Župečjo vasjo in Apačami. Če zaradi črpanja piezometrična gladina spodnjega vodonosnika pade pod gladino zgornjega vodonosnika na večjem območju in med njima ni debelejše nepropustne plasti, se prične zgornja podzemna voda pretakati v spodnjo. Ker je kvartarni vodonosnik bolj dosegljiv in izkoristljiv, je potrebno z dolgoročnim načrtom upravljanja z vodami izboljšati kakovost vode v kvartarnem vodonosniku in se na območjih, kjer je ta prisoten, s pitno vodo oskrbovati iz njega.

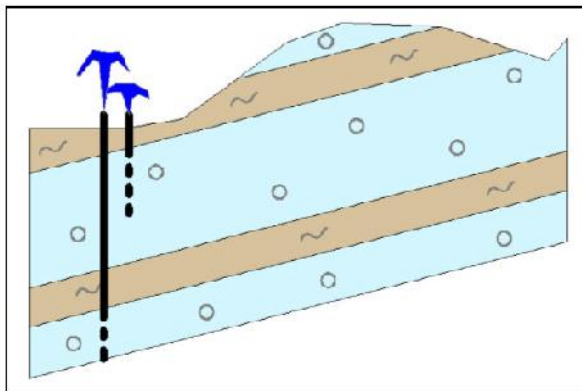
Klasinc (2013) na osnovi arhivskih podatkov in konceptualnega modela sklepa, da lahko v prihodnje pričakujemo nadaljnje upadanje piezometrične gladine v bližini večjih črpališč na Dravskem polju in širjenje območij, kjer je ta pod gladino kvartarnega vodonosnika. Ocenjuje, da pri črpališču Skorba in Gerečja vas meja takšnega območja sega vsaj 600 m od vodnjakov. Upadanje gladine pripisuje širjenju depresijskega lijaka zaradi povečevanja črpanja. To upadanje se bo prenehalo takrat, ko bo napajanje iz kvartarnega vodonosnika nadomestilo vplive odvzemanja. S povečanim napajanjem iz kvartarnega vodonosnika se bo poslabšala kvaliteta vode. Trendi nakazujejo, da bo koncentracija nitrata v vodnjakih, kjer je ta sedaj povišana, še naraščala. Ne da se izključiti, da v prihodnje ne bo prišlo do novih vdorov oporečne vode iz kvartarnega vodonosnika tam, kjer bo piezometrična gladina Ptujkega vodonosnega sistema pod gladino kvartarnega vodonosnika.

Za boljše strokovno poznavanje obravnavanega območja ter za boljšo interpretacijo podatkov spremljanja stanja, smo na ARSO v preteklosti naročili tudi izdelavo različnih študij ter strokovnih podlag:

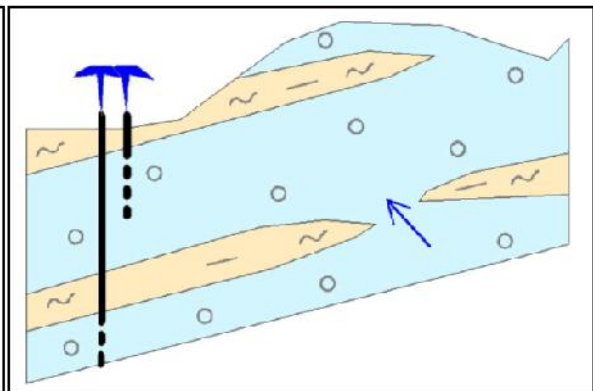
1. Konceptualni model za vodno telo podzemne vode Dravska kotlina (VTPodV 3012), Geozs, Nacionalna baza hidrogeoloških podatkov za opredelitev vodnih teles, 2005
2. BOBER, Mejnik 8/1: Izvedba nadgradnje numeričnega modela toka podzemne vode za Dravsko in Ptujsko polje za ekspertno numerični sistem, končno poročilo, Vižintin (NTF), Brilly (FGG), Vidmar (FGG), 2014
3. Vodno telo »Ptuj globoki« (VTPodV 3023), Vodna telesa podzemne vode 2013, GeoZS, 2013
4. Problematika kakovosti podzemne vode vodonosnika Ptujsko Grajske formacije na južnem delu Dravskega polja, Klasinc, Rman, Lapajne, GeoZS, november 2018

Eden izmed ciljev priprave slednje študije GeoZS iz leta 2018, o problematiki kakovosti podzemne vode vodonosnika Ptujsko Grajske formacije (ki vključuje tudi območje črpaljšča Skorba), je bila strokovna opredelitev prostorskih razsežnostih in funkcije nepropustnih, oziroma slabo prepustnih vmesnih plasti, med zgornjim kvartarnim ter spodnjim pliocenskim vodonosnikom. V preteklosti so se namreč uporabljale in upoštevale strokovne navedbe, da se v Skorbi med zgornjim kvartarnim in spodnjim pliocenskim vodonosnikom nahaja plast nepropustne gline ter da je gladina podzemne vode v spodnjem pliocenskem vodonosniku za 1 m višja od gladine v zgornjem, kvartarnem vodonosniku. Novejše meritve koncentracij nitratov na globokih vrtinah v Skorbi kažejo, da je cona med kvartarnim in pliocenskim vodonosnikom vsaj na nekaterih območjih zagotovo prepustna, prav tako pa meritve gladin kažejo, da je gladina vsaj v vrhnjem delu pliocenskega vodonosnika v okolici črpaljšča, nižja od gladine kvartarnega vodonosnika. Pri prodnih plasteh kvartarnega in pliocenskega vodonosnika gre za rečne nanose. Pri interpretaciji podatkov iz vrtin se poraja vprašanje kako interpretirati prostor med vrtinami. Nekateri avtorji so v preteklosti interpretirali izrazito zvezne plasti proda in gline (Slika 1), ki proti zahodu vpadajo od Slovenskih goric proti Skorbi. Drugi avtorji pa navajajo, da se nepropustna plast često izklinja in prehaja v pesek in prod (Slika 2) (Klasinc, Rman, Lapajne, GeoZS, 2018).

Tudi avtorica magistrskega dela na Dravskem polju, s katerim je ugotavljala in razjasnila hidrogeološke razmere na območju Kidričevega (Keršmanc, 2015) navaja, da se pliocenski vodonosnik, ki se nahaja pod kvartarnim vodonosnikom, od kvartarnega vodonosnika loči po tem, da ne vsebuje prodnikov in da so sedimenti v njem bolj zbiti. Litološka meja med njimi ni ravna, kar nakazuje na dinamično sedimentacijsko okolje. Kvartarni in pliocenski sedimenti so si med seboj zelo podobni, zato je njihovo ločevanje zelo oteženo. Nujno bi bilo enotno opredeliti, katere so tiste lastnosti in značilnosti kvartarnih ter pliocenskih sedimentov, ki se med sabo razlikujejo in na podlagi katerih bi bilo ločevanje med kvartarnimi in pliocenskimi sedimenti bolj jasno definirano (Keršmanc, 2015).



Slika 1: Zvezne plasti proda in gline



Slika 2: Izklinjanje nepropustnih plasti

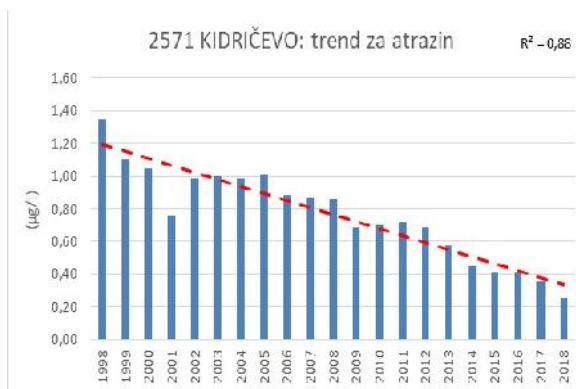
Iz zgornjih strokovnih navedb izhaja, da bi bilo na območju črpališča Skorba, za reševanje problematike onesnaženja z nitrati, potrebno za ugotavljanje in preprečevanje poslabšanja stanja vzpostaviti monitoring gladin, s katerim bi se spremljale in ugotavljale razlike med piezometrično gladino spodaj in zgoraj ležeče podzemne vode.

### **Prisotnost atrazina in desetil-atrazina v južnem delu vodnega telesa podzemne vode Dravska kotlina**

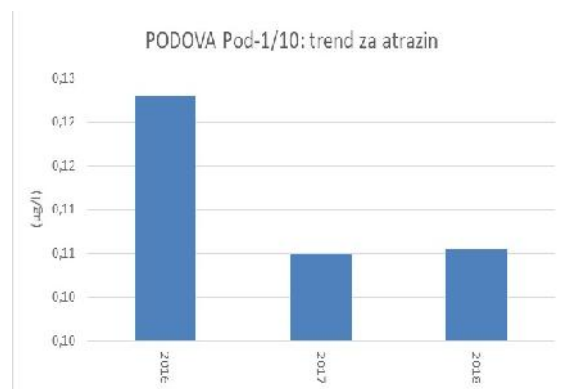
Na Dravskem polju že vrsto let spremljamo visoke vsebnosti atrazina, in to na več merilnih mestih, kljub temu, da je uporaba atrazina že vrsto let zakonsko prepovedana. V letu 2018 je bil standard za nitrat na Dravskem polje presežen na sledečih merilnih mestih (Tabela 15, Grafikon 15-18): Kidričevo (0,26 µg/l), Podova Pod-1/10 (0,11 µg/l) plitva vrtina Skorba VG-5 (0,11 µg/l), Spodnja Hajdina SHaj-1/14 (0,13 µg/l). Na Kidričevem in v Skorbi ugotavljamo statistično značilen padajoč trend za atrazin.

Tabela 15: Rezultati kakovosti podzemne vode v letu 2018 za atrazin

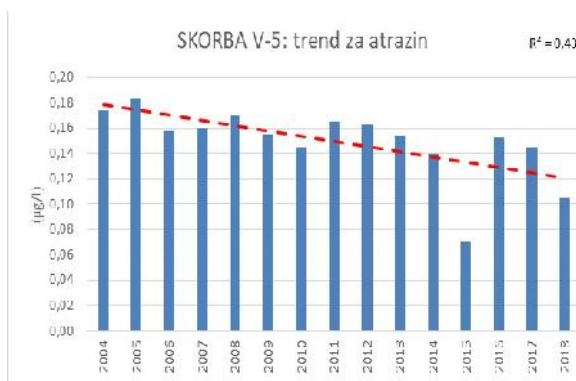
Ime merilnega mesta	Vodno telo podzemne vode	Leto	asovni niz	Trend za atrazin	Atrazin µg/l	Program monitoringa
Kidričevo	Dravska kotlina	2018	2004-2018	pada	0,26	operativni monitoring
Podova Pod-1/10	Dravska kotlina	2018	2018	/	0,11	operativni monitoring
Skorba VG-5	Dravska kotlina	2018	2004-2018	pada	0,11	plitvi vodnjak - operativni monitoring
Spodnja Hajdina SHaj-1/14	Dravska kotlina	2018	2018	/	0,13	operativni monitoring



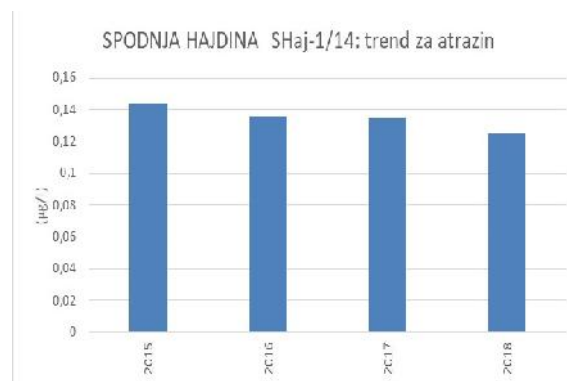
Grafikon 15: Vsebnost atrazina v Kidričevem



Grafikon 16: Vsebnost atrazina v Podovi

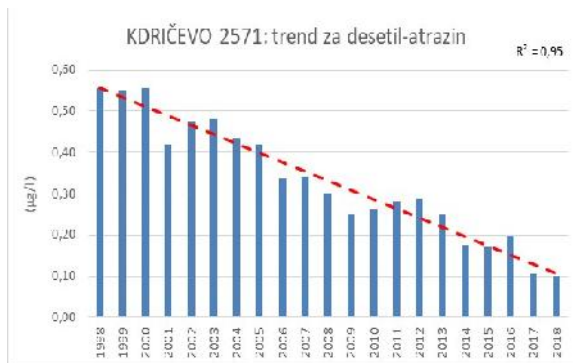


Grafikon 17: Vsebnost atrazina v plitvem vodnjaku Skorba V-5



Grafikon 18: Vsebnost atrazina v Spodnji Hajdini

Desetil-atrazin, ki je razpadni produkt atrazina, na večini merilnih mest na Dravskem polju ni več prisoten, oziroma ga najdemo le še v sledovih. Mejna vrednost za desetil-atrazina je bila v letu 2018 presežena le v Spodnji Hajdini (0,12 µg/l). Na merilnem mestu Kidričevo, kjer se vsebnosti od leta 1998 statistično značilno znižujejo, je vsebnost desetil-atrazina znašala 0,1 µg/l (Grafikon 19 in 20).



Grafikon 19: Vsebnosti desetil-atrazina v Kidričevem



Grafikon 20: Vsebnosti desetil-atrazina v Spodnji Hajdini

### ***Aktivnosti za raziskavo problema onesnaženja z atrazinom na Dravskem polju in preprečitev slabšanja stanja***

V Agenciji RS za okolje z državnim monitoringom kakovosti podzemne vode na Dravskem polju že vrsto let ugotavljamo onesnaženje z atrazinom. Že v preteklosti smo izvajali različne aktivnosti za raziskavo problema, za preprečitev poslabšanja ter za izboljšanje stanja. Največje vsebnosti atrazina ugotavljamo na merilnem mestu Kidričevo, kjer so koncentracije onesnaževala že vrsto let visoke in nad standardom kakovosti, kljub temu, da se za niz podatkov 1998-2018 statistično značilno znižujejo. Konec devetdesetih let, še pred prepovedjo uporabe, smo na tem merilnem mestu beležili skoraj 14 - kratno preseganje standarda, z vrednostmi v letih 1998 in 1999 med 1,35 in 1,10 µg/l (Grafikon 15).

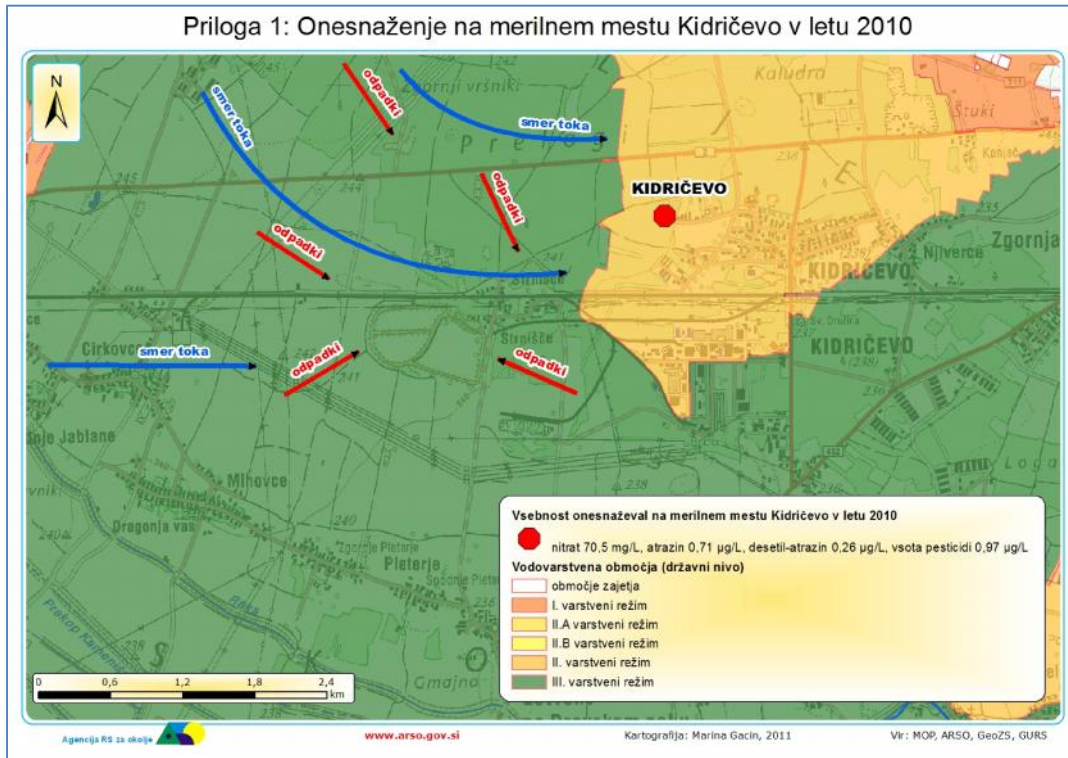
V letu 2004 je bil standard za atrazin v Kidričevem še vedno presežen skoraj 10 - kratno (0,99 µg/l). Takrat smo s slabim kemijskim stanjem na merilnih mestih vodonosnika Dravskega polja seznanili Kmetijsko inšpekcijo - Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter Inšpekcijo za okolje in naravo - Inšpektorata RS za okolje in prostor. Obvestilo inšpekciji o slabem kemijskem stanju se je takrat nanašalo na merilna mesta Rače, Kidričevo in Brunšvik.

V letu 2010 je bil standard za atrazin v Kidričevem še vedno več kot 7 - kratno presežen (0,71 µg/l). Zaradi prekomernega onesnaženja smo dne 13.04.2011 opravili terenski ogled in fotodokumentirali območje, ki se nahaja zahodno in severozahodno od Kidričevega (Fotografije: odpadki v zaledju Kidričevega). Na terenu smo bili priča manjšim in večjim gramoznim jamam, jarkom ob cesti, predelom v gozdovih ter predelom na poljih, kjer so bile na državnem vodovarstvenem območju III. varstvenega režima odložene ogromne količine odpadkov. Ponekod so bili odpadki odvrženi neposredno v območja odprte podzemne vode. Naleteli smo na večje količine odvrženih vreč ter ostankov mineralnih gnojil, apna, embalaže z ostanki fitofarmaceutskih sredstev - herbicidov (S metolaklor, terbutilazin, mezotrion, lumax, sekator), fungicidov (antracol), limacidov/moluskicidov (mesurol granulati), lakov, barv, razredčil, motornih olj, čistil, salonitnih plošč, avtomobilskih gum, solne kisline itd.

O stanju na terenu v zaledju Kidričevega in o kemijskem stanju podzemne vode za leto 2010 smo poslali prijavo na Medobčinsko inšpekcijo - Skupne občinske uprave v Spodnjem Podravju, drugim pristojnim državnim in lokalnim institucijam pa smo našo prijavo posredovali v vednost in sicer: Ministrstvu za okolje in prostor vključno z Inšpektoratom RS za okolje in prostor - Inšpekciji za okolje in naravo, Kmetijski inšpekciji - Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Fitosanitarni upravi RS, Občini

Kidričevo, upravljalcu črpališča Skorba - Komunalnemu podjetju Ptuj d.d, upravljalcu črpališča Šikole - Komunali Slovenska Bistrica, ter podjetju Talum d.d., Kidričevo. Pristojne smo pozvali, da glede na njihove pristojnosti s področij ravnanja z odpadki in oskrbe s pitno vodo ukrepajo ter uredijo odvoz odpadkov iz vodovarstvenih območij, kot tudi poostrijo inšpekcijski nadzor nad nelegalnim odlaganjem nevarnih snovi v okolje in naravo.

Od leta 2011 do leta 2018 so se visoke vsebnosti atrazina na Kidričevem sicer znižale iz 0,72 µg/l na 0,26 µg/l, vendar je bil leta 2018 standard za atrazin še vedno skoraj 3 - kratno presežen.



Slika 3: Onesnaženje v zaledju Kidričevega s smerjo toka podzemne vode



Fotografije: Odpadki v zaledju Kidričevega



Fotografije: odpadki v zaledju Kidri evega

#### 4.4 Kemijsko stanje izvirov na ogroženem območju človeške ribice

##### **Povzetek**

Uredba o stanju podzemne vode nalaga tudi spremljanje stanja voda na območjih, kjer bi podzemna voda lahko škodljivo vplivala na kopenske ekosisteme. Slovenija je tako kot vse evropske države definirala območja NATURA 2000 z namenom ohranjanja biotske raznovrstnosti in varovanja naravnih habitatov ogroženih rastlinskih in živalskih vrst. Med območji NATURA 2000 so definirana tudi območja, odvisna od podzemne vode. Kot ogroženo je bilo definirano območje, kjer prebiva človeška ribica (*Proteus anguinus*) in obsega območje Dinarskega krasa južne in jugo-vzhodne Slovenije.

Človeška ribica (v Sloveniji najdemo belo in črno podvrsto) živi kraškem podzemlju in celo življenje preživi v vodi. Glede na to, da lahko živi tudi preko 50 let, je kakovost vode, v kateri živi še kako pomembna. Zato vsako onesnaženje lahko vpliva na katerikoli razvojni stadij človeške ribice.

V letu 2014 smo v okviru monitoringa podzemne vode merilno mrežo razširili z dodatnimi merilnimi mesti, kjer živi človeška ribica in je njeno življenjsko okolje ogroženo. V letu 2016 smo vsa izbrana merilna mesta vključili v redni monitoring podzemne vode. Kakovost vode za potrebe človeške ribice tako spremljamo na devetih merilnih mestih in sicer: Malenščica, Vir pri Stični, Obrh Rinža, Dobljučica, Jelševnik, Otovski breg, Pački breg, Krupa in Metliški obrh.

Trenutno zakonodaja, ki bi predpisovala mejne vrednosti in sistem monitoringa še ni na voljo, zato smo v tem poročilu ocenili stanje voda, kjer prebiva človeška ribica na podlagi Uredbe o stanju podzemne vode (Uradni list RS, št. 25/09, 68/12 in 66/16) (v nadaljevanju Uredba o stanju podzemne vode) in na podlagi Uredbe o stanju površinskih voda (Uradni list l. RS št. 14/09, 98/10, 96/13, 24/16) (v nadaljevanju Uredba o stanju površinskih voda). Uredba o stanju površinskih voda, določa standarde kakovosti za prednostne snovi, ki določajo kemijsko stanje površinskih voda ter mejne vrednosti za posebna onesnaževala, za katera so mejne vrednosti določene na nacionalnem nivoju in spadajo v oceno ekološkega stanja. Za oceno stanja smo uporabili tudi študijo, ki je bila izdelana v projektu LIFE Kočevje in predlaga mejno vsebnost za nitrat 9,2 mgNO<sub>3</sub>/L.

Rezultati analiz so pokazali, da je kemijsko stanje voda na območju, kjer je človeška ribica ogrožena dobro, tako glede na Uredbo o stanju podzemne vode in Uredbo o stanju površinskih voda. Stanje je zelo dobro ali dobro tudi glede na mejne vrednosti za posebna onesnaževala, ki so del ocene ekološkega stanja voda, z izjemo PCB na izviru Krupe, kjer je stanje zmerno. Zmerno stanje pa je tudi na merilnem mestu Vir pri Stični glede vsebnost skupnega fosforja. Glede na predlagano mejno vsebnost za nitrat (9,2 mg NO<sub>3</sub>/L) šest merilnih mest dosega ugodno stanje, medtem ko je na treh (Otovški in Pački breg ter Vir pri Stični) stanje neugodno, saj praktično vsaka meritev presega predlagano mejno vrednost. Ocena na podlagi omenjene študije je **neuradna**, saj sistem monitoringa in vrednotenja rezultatov še ni določen. Ustrezna zaščita in ukrepanje na področjih, kjer je človeška ribica ogrožena bo namreč mogoče šele ob oblikovanju ustrezne zakonodaje.

##### **UVOD**

V skladu z Uredbo o stanju podzemne vode se kemijsko stanje vodnega telesa podzemne vode ugotavlja na podlagi naslednjih meril:

- preseganja standardov kakovosti in vrednosti praga,

- učinkov vdora slane vode ali drugih vdorov v vodno telo podzemne vode,
- koncentracije onesnaževal, ki povzročajo poslabšanje ekološkega in kemijskega stanja površinskih voda, ki so povezane z vodnim telesom podzemne vode in škodljivo vplivajo na vodne ter kopenske ekosisteme, ki so od njih neposredno odvisni.

Uredba o stanju podzemne vode nam tako nalaga tudi spremljanje stanja voda na območjih, kjer bi podzemna voda lahko škodljivo vplivala na kopenske ekosisteme. Slovenija je tako kot vse evropske države definirala območja NATURA 2000 z namenom ohranjanja biotske raznovrstnosti in varovanja naravnih habitatov ogroženih rastlinskih in živalskih vrst. Pravno podlago za vzpostavljanje območij NATURA 2000 predstavljata Direktiva o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst in Direktiva o ohranjanju prostoživečih ptic. Med območji NATURA 2000 so definirana tudi območja, odvisna od podzemne vode. Kot ogroženo je bilo definirano območje, kjer prebiva človeška ribica (*Proteus anguinus*) in obsega območje Dinarskega krasa južne in jugo-vzhodne Slovenije. V skladu s Pravilnikom o določitvi vodnih teles podzemnih voda (Uradni list RS, št. 63/05 in 8/18) ta del podzemne vode spada v dve vodni telesi podzemne vode in sicer v vodno telo Kraška Ljubljani in v vodno telo Dolenjski kras.

Človeška ribica (v Sloveniji najdemo belo in črno podvrsto) živi kraškem podzemlju in celo življenje preživi v vodi. Glede na to, da lahko živi tudi preko 50 let, je kakovost vode, v kateri živi še kako pomembna. Zato vsako onesnaženje, tako kratkotrajno kot tudi dolgotrajno vpliva na katerikoli razvojni stadij človeške ribice. Po navedbi stroke predstavlja največjo grožnjo nitrat (preko 10 mgNO<sub>3</sub>/L), kovine, pesticidi in PCB<sup>1</sup>. Trenutno veljavne zakonodaje, ki bi predpisovala mejne vrednosti in sistem monitoringa še ni, je pa bila v okviru projekta LIFE Kočevsko izdelana študija, ki je določila vrednost nitrata pri 9,2 mgNO<sub>3</sub>/L kot ciljno mejno vrednost za ugodno stanje habitata človeške ribice<sup>2</sup>.

Največji vir potencialnega onesnaženja tako predstavlja kmetijstvo, neustrezno očiščene komunalne odpadne vode ter lokalno neustrezno vzdrževano kanalizacijsko omrežje.

V letu 2014 smo v okviru monitoringa podzemne vode merilno mrežo razširili z dodatnimi merilnimi mesti, kjer po podatkih Zavoda za varstvo narave živi človeška ribica in je njeno življenjsko okolje ogroženo. V letu 2014 in 2015 je na vseh merilnih mestih, kjer je človeška ribica ogrožena, potekal raziskovalni monitoring. Vzorčenje je potekalo od 4-8 krat letno. Z letom 2016 pa smo vsa merilna mesta uvrstili v redni monitoring podzemne vode, kjer vzorčimo vsa merilna mesta dvakrat letno. Merilna mesta, kjer spremljamo kakovost vode zaradi človeške ribice so navedena v tabeli 16.

Tabela 16: Merilna mreža za spremljanje kakovosti vode zaradi človeške ribice

Vodno telo	Merilno mesto	Koordinata X	Koordinata Y	Prvo leto opazovanj
1010 Kraška Ljubljani	MALENSKI ICA	75630	442510	2003
1011 Dolenjski kras	VIR PRI STI NI	89419	486080	2016
1011 Dolenjski kras	OBRH RINŽA	58000	486700	2007
1011 Dolenjski kras	DOBLI ICA	45260	511590	1990
1011 Dolenjski kras	JELŠEVNIK	47634	511988	2014
1011 Dolenjski kras	OTOVŠKI BREG	49790	513383	2014
1011 Dolenjski kras	PA KI BREG	48591	513155	2014
1011 Dolenjski kras	KRUPA	54521	517290	1993
1011 Dolenjski kras	METLIŠKI OBRH	56485	525155	1992

<sup>1</sup> Priprava strokovnih podlag in strokovna podpora pri izvajanju vodne direktive za področje podzemnih voda (Direktiva 2000/60/EC); Pregled ekosistemov odvisnih od stanja podzemnih vod; GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE, 2014

<sup>2</sup> B. Kolar: Ocena tveganja, ki ga predstavlja nitrat za ekosisteme podzemne vode in za človeško ribico na projektnem območju LIFE Kočevsko (LIFE13 NAT/SI/000314), Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano, Center za okolje in zdravje, 2017



Na vseh merilnih mestih smo v vsakem vzorcu določili osnovne fizikalne (temperatura zraka, temperatura vode, pH, električna prevodnost (20 °C), kisik, nasičenost s kisikom, redoks potencial) in kemijske parametre (minimalno vsaj amonij, nitrit, nitrat, ortofosfat), prav tako smo vsaj enkrat letno vzorčili tudi kovine. Pesticide smo vzorčili občasno, večinoma vsaj enkrat na vsakem merilnem mestu, analize PCB pa na izvihu Krupa vzorčimo redno vsako leto.

### ***Kemijsko stanje izvirov, kjer prebiva človeška ribica***

Ker trenutno zakonodaja, ki bi predpisovala mejne vrednosti in sistem monitoringa ni na voljo, smo v tem poročilu ocenili stanje voda, kjer prebiva človeška ribica na podlagi že obstoječe zakonodaje ter predlagane mejne vrednosti, ki je bila predlagana v okviru študije v projektu LIFE Kočevje.

Pri oceni stanja voda na področju kraških izvorov, kjer prebiva človeška ribica smo uporabili naslednje podlage:

- B. Kolar: Ocena tveganja, ki ga predstavlja nitrat za ekosisteme podzemne vode in za človeško ribico na projektnem območju LIFE Kočevsko (LIFE13 NAT/SI/000314), Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano, Center za okolje in zdravje, 2017
- Uredba o stanju podzemne vode (Ur. l. RS št. 25/09, 68/12, 66/16)
- Uredba o stanju površinskih voda (Ur. l. RS št. 14/09, 98/10, 96/13, 24/16)

Pri oceni stanja smo uporabili obdobje 2010-2018, kar nam je vsaj na nekaterih merilnih mestih omogočilo dovolj dolg niz, da lahko stanje ocenimo dovolj zanesljivo.

### ***Ocena stanja na podlagi študije »Ocena tveganja, ki ga predstavlja nitrat za ekosisteme podzemne vode in za človeško ribico na projektnem območju LIFE Kočevsko«***

V okviru omenjene študije je bila kot ciljna mejna vrednost za ugodno stanje habitata človeške ribice določena vsebnost nitrata **9,2 mg NO<sub>3</sub>/L**. Mejna vrednost je bila določena na osnovi razpoložljivih ekotoksikoloških podatkov za vodne organizme in z upoštevanjem naravnega ozadja. Ocena na podlagi omenjene študije je **neuradna**, saj ugotovitve študije še niso bile prenesene v nobeno trenutno veljavno zakonodajo, ki bi poleg mejne vrednosti predpisovala tudi sistem monitoringa in vrednotenja rezultatov.

Glede na to, da v študiji ni predpisana metodologija vrednotenja smo v tabeli prikazali vsako posamezno vrednost in jo glede na predlagano mejno vrednost označili kot ustrezno ali neustrezno. Rezultati posameznih meritev so prikazano v tabeli 17. V kolikor je bilo v okviru raziskovalnega monitoringa na merilnem mestu več meritev v enem mesecu je v tabeli prikazana povprečna vrednost.

Tabela 17: Rezultati analiz nitrata na merilnih mestih, kjer prebiva človeška ribica

	MALENSČICA	DOBLIČICA	KRUPA	METLIŠKI OBRH	OBRH RINŽA	JELŠEVNIK	OTOVŠKI BREG	PAČKI BREG	VIR PRI STIČNI
maj.2010	3,63	2,77	4,28	6,75	3,33				
sep.2010		2,44	5,75	7,76	2,66				
nov.2010	1,86	2,05							
maj.2011	3,96	2,80	4,44	4,83	4,23				
sep.2011	4,65	3,34	5,13		5,47				
maj.2012	3,36	4,67	4,33	8,72	5,49				
okt.2012	3,84	4,43	5,48	11,10	3,17				
jun.2013	2,67	5,55	5,53	6,46	3,31				
sep.2013			8,57	7,96					
jun.2014	3,80	3,42	4,79	7,54	4,08				
sep.2014	2,71	2,38	3,68	6,37	2,76				
jun.2015	4,93	3,82	5,38	7,54	5,71				
jul.2015	5,91	2,57	4,91	7,32	5,03				
sep.2015	7,31	2,13	4,00		3,52				
apr.2016	3,37	2,70	4,29	5,19	3,58				
jun.2016	3,26	3,19	5,80	6,08	3,57				
avg.2016	4,82	2,93	5,12	6,59	3,82				
okt.2016	6,68	3,87	6,37	7,80	4,92				
maj.2017	4,41	3,68	2,16	4,76	2,75				
okt.2017	1,97	4,04	5,39	11,00	4,18				
maj.2018	3,00	3,01	4,01	6,07	3,17				
okt.2018	4,74	3,82	5,65	7,77	8,55				
						maj.2014	2,82	11,80	11,30
						jun.2014	3,49	16,20	11,60
						jul.2014	3,51	18,35	16,35
						avg.2014	3,39	12,80	13,30
						sep.2014	3,90	9,78	9,19
						okt.2014	4,42	12,00	10,70
						nov.2014	3,10	6,54	4,53
						jun.2015	3,80	13,70	12,30
						jul.2015	3,18	16,50	14,80
						avg.2015	4,39	17,00	15,80
						sep.2015	3,91	16,10	15,50
						okt.2015	4,13	14,90	14,50
						nov.2015	2,48	11,40	10,50
						dec.2015	2,33	9,06	7,27
						apr.2016	2,56	12,80	11,40
						jun.2016	3,20	13,10	12,70
						avg.2016	3,86	19,70	17,00
						okt.2016	4,25	17,20	15,80
						jun.2017	2,83	19,90	17,70
						okt.2017	3,52	15,80	15,10
						maj.2018	2,59	15,50	13,00
						okt.2018	3,85	18,40	15,30

Predlagan standard za nitrat ni presežen  
 Predlagan standard za nitrat je presežen

Rezultati meritev so pokazali, da glede na vsebnosti nitrata merilna mesta Malenščica, Dobličica, Krupa, Obrh Rinža in Jevšenik dosegajo dobro stanje. Na merilnem mestu Metliški obrh je bila vsebnost nitrata občasno presežena. Merilna mesta Otovški in Pački breg ter Vir pri stični pa kažejo slabo stanje glede na predlagano mejno vrednost.

### ***Kemijsko stanje izvirov, ocenjeno na podlagi Uredbe o stanju podzemne vode***

Kriterije za ocenjevanje kemijskega stanja podzemne vode v Sloveniji določa Uredbo o stanju podzemnih voda, (Ur. l. RS št. 25/09, 68/12, 66/16). Le-ta določa parametre, za katere so določeni standardi kakovosti podzemne vode in parametre, za katere so določene vrednosti praga. Standardi kakovosti in vrednosti praga razmejujejo dobro oziroma slabo kemijsko stanje in so razvidni iz tabel 18 in 19. Preseganje standardov kakovosti in vrednosti praga se ugotavlja na podlagi povprečne letne vrednosti na posameznem merilnem mestu.

Tabela 18: Standardi kakovosti za oceno kemijskega stanja podzemne vode

Parameter	Enota	Standard kakovosti
Nitrati	mg NO <sub>3</sub> /L	50
Posamezni pesticid ter njegovi relevantni <sup>(1)</sup> razgradnji produkti	µg/L	0,1 <sup>(2)</sup>
Vsota vseh izmerjenih pesticidov in njihovih relevantnih razgradnjih produktov <sup>(3)</sup>	µg/L	0,5

<sup>(1)</sup> relevantni razgradnji produkti so relevantni razgradnji produkti pesticidov v skladu s predpisi, ki urejajo registracijo fitofarmaceutskih sredstev (registracijo ali dajanje v promet);

<sup>(2)</sup> Vrednost parametra velja za vsak posamezni pesticid. Za aldrin, dieldrin, heptaklor in heptaklor epoksid je vrednost parametra 0,030 µg/L.

<sup>(3)</sup> vsota pesticidov in njihovih relevantnih razgradnjih produktov: organoklorni, triazinski, organofosforni pesticidi, derivati fenoksi oetne kisline, derivati se nine (podrobneje so določeni v programu monitoringa kakovosti podzemne vode);

Tabela 19: Vrednosti praga za oceno kemijskega stanja podzemne vode

Parameter	Enota	Vrednost praga
Diklorometan	µg/L	2
Tetraklorometan	µg/L	2
1,2-Dikloroetan	µg/L	3
1,1-Dikloroeten	µg/L	2
Trikloroeten	µg/L	2
Tetrakloroeten	µg/L	2
Vsota lahkih alifatskih halogeniranih ogljikovodikov <sup>(1)</sup>	µg/L	10

<sup>1</sup> Triklorometan, tribromometan, bromodiklorometan, dibromoklorometan, difluoroklorometan, diklorometan, tetraklorometan, triklorofluorometan, 1,1-dikloroeten, 1,2-dikloroeten, trikloroeten, tetrakloroeten, 1,1-dikloroetan, 1,2-dikloroetan, 1,1,1-trikloroetan, 1,1,2-trikloroetan, 1,1,2,2-tetrakloroetan.

Ocena kemijskega stanja izvirov, je v skladu z Uredbo o stanju podzemnih voda dobro že vsa leta opazovanj (tabela 20).

Tabela 20: Uredba o stanju podzemnih voda – kemijsko stanje

Vodno telo	Merilno mesto	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1010 Kraška Ljubljana	MALENSKA ICA	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
1011 Dolenjski kras	VIRPRIŠTINI							dobro	dobro	dobro
1011 Dolenjski kras	OBRH RINŽA	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
1011 Dolenjski kras	DOBLJA ICA	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
1011 Dolenjski kras	JELŠEVNIK					dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
1011 Dolenjski kras	OTOVŠKI BREG					dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
1011 Dolenjski kras	PAKI BREG					dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
1011 Dolenjski kras	KRUPA	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
1011 Dolenjski kras	METLIŠKI OBRH	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro

### **Stanje izvirov, ocenjeno na podlagi kemijskih parametrov iz Uredbe o stanju površinskih voda**

Zaradi povezave površinskih in podzemnih voda na območju krasa, smo izvire, kjer živi človeška ribica, ocenili tudi v skladu z Uredbo o stanju površinskih voda, ki določa standarde kakovosti za prednostne snovi, ki so določeni enotno za vse evropske države in določajo kemijsko stanje površinskih voda ter mejne vrednosti za posebna onesnaževala, za katera so mejne vrednosti določene na nacionalnem nivoju in spadajo v oceno ekološkega stanja. Tako standardi kakovosti za prednostne snovi kakor tudi mejne vrednosti za posebna onesnaževala v Uredbi o stanju površinskih voda so postavljeni na osnovi ekotoksikoloških podatkov za vodne organizme, z namenom zaščite najbolj občutljive vrste vodnega ekosistema, pa tudi z namenom zaščite plenilcev pred sekundarnim zastrupljanjem. Standardi kakovosti in mejne vrednosti iz Uredbe o stanju površinskih voda so praviloma strožji kot mejne vrednosti za pitno vodo. Pri vrednotenju je poudarek predvsem na onesnaževalih, ki po podatkih iz literature neugodno vplivajo na razvoj in življenje človeške ribice (nitrat, fosfor, kovine, PCB, pesticidi, ostanki zdravil).

## Kovine

Standardi kakovosti za kovine iz Uredbe o stanju površinskih voda so podane v tabelah 21 in 22.

Tabela 21: Mejne vrednosti za kovine – kemijsko stanje

Ime snovi	Številka CAS	LP-OSK [ $\mu\text{g/L}$ ]	NDK-OSK [ $\mu\text{g/L}$ ]
kadmij in njegove spojine (glede na razrede trdote vode) (1)	7440-43-9	r.1: 0,08 + NO r.2: 0,08 + NO r.3: 0,09 + NO r.4: 0,15 + NO r.5: 0,25 + NO	r.1: 0,45 + NO r.2: 0,45 + NO r.3: 0,6 + NO r.4: 0,9 + NO r.5: 1,5 + NO
svinec in njegove spojine	7439-92-1	1,2 (2)	14
živo srebro in njegove spojine	7439-97-6		0,07 + NO
nikelj in njegove spojine	7440-02-0	4 (2)	34

OSK: Okoljski standard kakovosti, LP: Letno povprečje, NDK: Največja dovoljena koncentracija, NO - vrednost naravnega ozadja

(1) Za kadmij in njegove spojine (št. 6) se vrednosti OSK razlikujejo glede na trdoto vode, razdeljeno v pet razredov (r.1 = razred 1: < 40 mg CaCO<sub>3</sub>/L, r.2 = razred 2: 40 do < 50 mg CaCO<sub>3</sub>/L, r.3 = razred 3: 50 do < 100 mg CaCO<sub>3</sub>/L, r.4 = razred 4: 100 do < 200 mg CaCO<sub>3</sub>/L in r.5 = razred 5: ≥ 200 mg CaCO<sub>3</sub>/L).

(2) Ti OSK se nanašajo na biološko razpoložljive koncentracije snovi.

Tabela 22: Mejne vrednosti za kovine – posebna onesnaževala, ki so del ocene ekološkega stanja

Ime parametra	Številka CAS	Enota	Mjerne vrednosti		
			ZELO DOBRO	DOBRO	NDK-OSK
arzen in njegove spojine	7440-38-2	$\mu\text{g/L}$	0,7	7	21
baker in njegove spojine	7440-50-8	$\mu\text{g/L}$	1	8,2 + NO	73 + NO
bor in njegove spojine	7440-42-8	$\mu\text{g/L}$	30	180 + NO	1800 + NO
cink in njegove spojine	7440-66-6	$\mu\text{g/L}$	4,2 <sup>b</sup>	7,8 <sup>b</sup> + NO	78 <sup>b</sup> + NO
			4,2 <sup>c</sup>	35,1 <sup>c</sup> + NO	351 <sup>c</sup> + NO
			4,2 <sup>d</sup>	52 <sup>d</sup> + NO	520 <sup>d</sup> + NO
kobalt in njegove spojine <sup>a</sup>	7440-48-4	$\mu\text{g/L}$	0,1	0,3 + NO	2,8 + NO
krom in njegove spojine <sup>a</sup>	7440-47-3	$\mu\text{g/L}$	1,2	12	160
molibden in njegove spojine <sup>a</sup>	7439-98-7	$\mu\text{g/L}$	2,4	24	200
antimon in njegove spojine <sup>a</sup>	7440-36-0	$\mu\text{g/L}$	0,6	3,2 + NO	30 + NO
selen <sup>a</sup>	7782-49-2	$\mu\text{g/L}$	0,6	6	72

<sup>a</sup> Pri vrednotenju rezultatov monitoringa glede na letno povpre no vrednost se lahko upoštevajo koncentracije naravnega ozadja, trdota vode, pH ali drugi parametri; na in njihovega upoštevanja se obrazloži v poro ilu o monitoringu v skladu s predpisom, ki ureja monitoring stanja površinskih voda.

<sup>b</sup> Velja za vode s trdoto, manjšo od 50 mg/L CaCO<sub>3</sub>.

<sup>c</sup> Velja za vode s trdoto, enako ali ve jo od 50 mg/L CaCO<sub>3</sub> in manjšo od 100 mg/L CaCO<sub>3</sub>.

<sup>d</sup> Velja za vode s trdoto, enako ali ve jo od 100 mg/L CaCO<sub>3</sub>.

V tabeli 23 so za vsak posamezen izvir prikazane povprečne vrednosti in maksimalne vrednosti kovin v vodi za obdobje 2010-2018.

Tabela 23: Povprečne in maksimalne vrednosti kovin v vodi v izviri v obdobju 2010-2018

Merilno mesto		Bor	Antimon	Arzen	Baker	Čink	Kadmij	Kobalt	Krom	Molibden	Nikelj	Selen	Svinec	Živo srebro
		$\mu\text{g/L}$	$\mu\text{g/L}$	$\mu\text{g/L}$	$\mu\text{g/L}$	$\mu\text{g/L}$	$\mu\text{g/L}$	$\mu\text{g/L}$	$\mu\text{g/L}$	$\mu\text{g/L}$	$\mu\text{g/L}$	$\mu\text{g/L}$	$\mu\text{g/L}$	$\mu\text{g/L}$
MALENS ICA	POV	3,6	0,24	0,12	0,34	3,44	0,01	0,07	0,30	0,25	0,44	0,08	0,05	0,01
	MAX	5,6	0,68	0,15	1,10	<LOQ	<LOQ	0,16	1,30	0,38	1,00	0,18	<LOQ	<LOQ
VIR PRI STI NI	POV	7,8	0,03	0,19	0,34	4,50	0,04	0,05	0,40	0,12	0,05	0,15	0,05	0,01
	MAX	7,8	<LOQ	0,19	0,34	<LOQ	0,04	<LOQ	0,40	0,12	<LOQ	0,15	<LOQ	<LOQ
DOBLI CA	POV	1,9	0,29	0,08	2,42	8,92	0,01	0,11	0,21	0,62	1,25	0,12	0,09	0,01
	MAX	2,8	0,88	0,12	5,70	18,00	<LOQ	0,36	0,29	0,98	4,30	0,26	0,21	<LOQ

POV.: povprečna vrednost, MAKS.: maksimalna vrednost; <LOQ: meritev nižja od meje določljivosti uporabljene analitske metode

Tabela 23: Povprečne in maksimalne vrednosti kovin v vodi v izvirih v obdobju 2010-2018

Merilno mesto		Bor	Antimon	Arsen	Baker	Čink	Kadmij	Kobalt	Krom	Molibden	Nikelj	Selen	Svinec	Živo srebro
		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
JELŠEVNIK	POV	2,0	0,09	0,11	0,21	2,55	0,01	0,07	0,31	0,43	0,31	0,10	0,05	0,01
	MAX	3,0	0,20	0,13	0,37	<LOQ	<LOQ	0,22	0,45	0,53	1,20	0,14	<LOQ	<LOQ
OTOVŠKI BREG	POV	5,5	0,03	0,18	0,38	4,50	0,01	0,05	0,72	0,22	0,28	0,16	0,05	0,01
	MAX	5,5	<LOQ	0,18	0,38	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,72	0,22	0,28	0,16	<LOQ	<LOQ
PA KI BREG	POV	5,5	0,03	0,20	0,50	4,50	0,01	0,05	0,64	0,24	0,34	0,18	0,10	0,01
	MAX	5,5	<LOQ	0,20	0,50	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,64	0,24	0,34	0,18	0,10	<LOQ
KRUPA	POV	3,6	0,33	0,12	0,29	4,75	0,01	0,12	0,36	0,39	0,51	0,14	0,06	0,01
	MAX	6,4	0,86	0,16	0,66	19,00	<LOQ	0,39	0,53	0,56	1,50	0,31	0,18	<LOQ
METLIŠKI OBRH	POV	6,9	0,29	0,14	0,54	4,48	0,01	0,14	0,58	0,15	1,04	0,17	0,06	0,01
	MAX	9,6	0,82	0,19	0,87	16,00	<LOQ	0,45	1,50	0,75	4,60	0,44	0,14	<LOQ
OBRH RINŽA	POV	2,4	0,25	0,08	0,86	20,40	0,02	0,10	0,37	0,23	0,82	0,18	0,20	0,01
	MAX	4,2	0,85	0,15	1,50	40,90	0,07	0,39	0,96	0,36	2,00	0,40	0,51	<LOQ

POV.: povprečna vrednost, MAKS.: maksimalna vrednost; <LOQ: meritev nižja od meje določljivosti uporabljene analitske metode

Glede na vsebnost kovin kadmija, svineca, niklja in živega srebra, ki spadajo v oceno kemijskega stanja, so vsa izbrana merilna mesta v dobrem kemijskem stanju, saj standardi kakovosti na nobenem od merilnih mestih niso presežene.

Tudi glede vsebnosti elementov arsena, bakra, bora, cinka, kobalta, kroma, molibdena, antimona in selena, ki se ocenjujejo kot posebna onesnaževala v okviru ekološkega stanja, je na vseh izvirih ugotovljeno zelo dobro ali dobro stanje.

#### Poliklorirani bifenili (PCB)

Znana je obremenjenost semiškega območja s PCB zaradi pretekle proizvodnje kondenzatorjev v letih 1962 – 1985 v tovarni Iskra Semič. Zaradi emisij iz proizvodnje in neustrezno odloženih odpadkov v okolje je prišlo z izcejanjem v kraško podzemlje do onesnaženja belokranjskega okolja, predvsem v vodnem zaledju vodotoka Krupa.

Uredba o stanju površinskih voda za PCB predpisuje mejno vrednost za matriks vodo, ki je določena kot letna povprečna vrednost parametra (LP-OSK) za zelo dobro in dobro ekološko stanje (tabela 24).

Tabela 24: Mejne vrednosti za PCB – posebna onesnaževala

Ime parametra	Številka CAS	Enota	Mjerne vrednosti		
			ZELO DOBRO	DOBRO	
poliklorirani bifenili (PCB) a	ni dolo ena	µg/L	LP-OSK	LP-OSK	NDK-OSK
			0,003	0,01	ni dolo ena

<sup>a</sup> Vsota po Ballschmitter-ju: PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-138, PCB-153, PCB-180.

Onesnaženje izvira Krupa s PCB ostaja tudi po več kot tridesetih letih še vedno problematično. Staro breme PCB v zaledju izvira Krupa se še vedno odraža v kakovosti vode, saj je mejna vrednost za dobro stanje občasno še vedno presežena (Tabela 25).

Tabela 25: Ekološko stanje podzemne vode na izviru Krupa glede na vsebnost PCB

Merilno mesto	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
KRUPA	dobro	dobro	zmerno	zmerno	dobro	zmerno	zmerno	dobro	zmerno

Nitrat in fosfor

Za vrednotenje ekološkega stanja vodotokov na podlagi celotnega fosforja oziroma nitrata se izračuna mediana vrednosti, izmerjenih na izbranem vzorčnem mestu v izbranem obdobju. Mediana se primerja z mejnimi vrednostmi za parameter celotni fosfor oziroma nitrat glede na ekološki tip. V tabeli 26 so prikazane referenčne in mejne vrednosti nitrata in celotnega fosforja za zelo dobro/dobro (ZD/D) in dobro/zmerno (D/Z) ekološko stanje za posamezne ekološke tipe. S poudarjenim tekstom in obrobo so označene mejne vrednosti, ki veljajo za območje izbranih izvirov.

Tabela 26: Referenčne (RV) in mejne vrednosti za zelo dobro/dobro (ZD/D) in dobro/zmerno (D/Z) stanje za parametra celotni fosfor in nitrat

TP/NO <sub>3</sub> tip	Celotni fosfor (mg P/l)			Nitrat (mg NO <sub>3</sub> /l)		
	RV	ZD/D	D/Z	RV	ZD/D	D/Z
AL1	0,003	0,02	0,05	2,0	3,0	11,0
AL2	0,005	0,02	0,10	2,2	3,0	15,0
<b>ED1</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,10</b>	<b>2,1</b>	<b>4,0</b>	<b>20,0</b>
<b>ED2</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,10</b>	<b>2,8</b>	<b>4,0</b>	<b>20,0</b>
<b>ED3</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,10</b>	<b>3,7</b>	<b>4,0</b>	<b>20,0</b>
NIZ1	0,02	0,05	0,15	1,6	4,0	20,0
NIZ2	0,04	0,10	0,20	3,9	6,0	25,0
PN3	0,03	0,05	0,10	3,3	6,0	25,0
SM1	0,008	0,02	0,05	0,8	4,0	20,0
SM2	0,013	0,02	0,05	2,5	6,0	25,0
VR	0,01	0,05	0,10	3,1	6,0	25,0

V tabeli 27 so za vsak posamezen izvir prikazani izračuni mediane, povprečne vrednosti in maksimalne vrednosti celotnega fosforja in nitrata za obdobje 2010-2018.

Tabela 27: Mediana, povprečne in maksimalne vrednosti nitrata in celotnega fosforja v obdobju 2010-2018

Merilno mesto		Nitrati	Celotni fosfor
		mgNO <sub>3</sub> /L	mgP/L
MALENSŠ ICA	MEDIANA	3,82	0,007
	POV.	4,04	0,010
	MAKS.	7,31	0,021
VIR PRI STI NI	MEDIANA	13,85	0,108
	POV.	14,19	0,127
	MAKS.	20,30	0,183
DOBLI CA	MEDIANA	3,19	0,007
	POV.	3,31	0,008
	MAKS.	5,55	0,014
JELŠEVNIK	MEDIANA	3,20	0,008
	POV.	3,27	0,010
	MAKS.	4,25	0,021
OTOVŠKI BREG	MEDIANA	16,50	0,091
	POV.	16,55	0,097
	MAKS.	19,90	0,173
PA KI BREG	MEDIANA	15,20	0,078
	POV.	14,75	0,075
	MAKS.	17,70	0,111
KRUPA	MEDIANA	5,12	0,017
	POV.	5,00	0,018
	MAKS.	8,57	0,024
METLIŠKI OBRH	MEDIANA	7,32	0,029
	POV.	7,24	0,031
	MAKS.	11,10	0,046
OBRH RINŽA	MEDIANA	3,70	0,007
	POV.	4,17	0,006
	MAKS.	8,55	0,008

**MEDIANA:** mediana, **POV.:** povprečna vrednost, **MAKS.:** maksimalna vrednost

OCENA KEMIJSKEGA STANJA PODZEMNE VODE V SLOVENIJI V LETU 2018

V vzorcih vode na nobenem merilnem mestih ne opažamo presejanja mejne vrednosti za dobro ekološko stanje za nitrat. Merilna mesta Malenščica, Obrh Rinža, Doblčica in Jevšenik so po zadnjih podatkih v zelo dobrem stanju, ostala merilna mesta pa so po vsebnosti nitrata v dobrem stanju (Tabela 28). Po vsebnosti fosforja v vodi je poleg Malenščice, Obrh Rinže, Doblčice in Jevšenika v zelo dobrem stanju tudi izvir Krupe. V zmernem stanju pa je merilno mesto Vir pri Stični, kar kaže na večjo obremenjenost s fosfati (Tabela 29).

Tabela 28: Ekološko stanje podzemne vode v obdobju 2010-2018 glede na vsebnost nitrata

Merilno mesto	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
MALENŠČICA	z.dobro	dobro	z.dobro	z.dobro	z.dobro	dobro	dobro	z.dobro	z.dobro
VIR PRI STIČNI							dobro	dobro	dobro
OBRH RINŽA	z.dobro	dobro	dobro	z.dobro	z.dobro	dobro	z.dobro	z.dobro	z.dobro
DOBLČICA	z.dobro	z.dobro	dobro	dobro	z.dobro	z.dobro	z.dobro	z.dobro	z.dobro
JELŠEVNIK					z.dobro	z.dobro	z.dobro	z.dobro	z.dobro
OTOVŠKI BREG					dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
PAKI BREG					dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
KRUPA	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
METLIŠKI OBRH	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro

z.dobro: zelo dobro

Tabela 29: Ekološko stanje podzemne vode v obdobju 2016-2018 glede na vsebnost skupnega fosforja

Merilno mesto	2016	2017	2018
MALENŠČICA	z.dobro	z.dobro	z.dobro
VIR PRI STIČNI	zmerno	zmerno	zmerno
OBRH RINŽA	z.dobro	z.dobro	z.dobro
DOBLČICA	z.dobro	z.dobro	z.dobro
JELŠEVNIK	z.dobro	z.dobro	z.dobro
OTOVŠKI BREG	dobro	dobro	dobro
PAKI BREG	dobro	dobro	dobro
KRUPA	z.dobro	z.dobro	z.dobro
METLIŠKI OBRH	dobro	dobro	dobro

z.dobro: zelo dobro

### Pesticidi

Mejne vrednosti za pesticide se navedene tako v Uredbi o stanju podzemnih voda, (Ur. l. RS št. 25/09, 68/12, 66/16) kot tudi v Uredbi o stanju površinskih voda (Ur. l. RS št. 14/09, 98/10, 96/13, 24/16). Pesticidi v obravnavanih izviri po nobeni od obeh Uredb ne presegajo mejnih vrednosti, zato so vsa merilna mesta v dobrem kemijskem stanju.

V obdobju 2010-2018 so bile v vzorcih izvedene analize triazinskih in organoklornih pesticidov. Analizirano je bilo skupaj 48 vzorcev, v vzorcih je bilo analiziranih od 26 do 78 različnih pesticidov. Z izjemo Obrha Rinža (tu pesticidov nismo zaznali) se pesticidi pojavljajo v vseh izviri, vendar le v sledovih, saj koncentracije niso dosegle niti 25% vrednosti standarda kakovosti iz Uredbe o stanju podzemnih voda, ki so strožje, kakor mejne vrednosti pesticidov v Uredbi o stanju površinskih voda. Najvišje izmerjene vsebnosti posameznega pesticida po merilnih mestih so prikazane v tabeli 29. Na podlagi vsebnosti pesticidov so vsi izviri v dobrem kemijskem stanju.

Tabela 29: Najvišje izmerjene vsebnosti posameznega pesticida po merilnih mestih

Merilno mesto	Število vseh analiziranih pesticidov	Število meritev >LOQ	Najvišje izmerjene vsebnosti posameznega pesticida (µg/L)									
			Metolaklor	Atrazin	Desetil-atrazin	Terbutilazin	Desetil-terbutilazin	Metaksil	Pendimetalin	Bentazon	Azoksistrobin	Klorpirifos-etil
MALENSKA ICA	475	2						0,001			0,002	
VIRPRIŠTINI	41	2		0,015	0,028							
DOBLIČKA	535	4						0,003	0,004	0,025		
JELŠEVNIK	108	3						0,008				
OTOVŠKI BREG	41	3	0,024				0,006	0,007				
PAKIČKI BREG	41	3	0,030				0,007	0,011				
KRUPA	340	9	0,035		0,024			0,010	0,006			0,005
METLIŠKI OBRH	587	20		0,007	0,024	0,025	0,006	0,002		0,021	0,002	
OBRHRINŽA	508	0										
Standard kakovosti			0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100

>LOQ: meritev višja od meje določljivosti uporabljene analitske metode

### Ostanki zdravil

Na izvirih od leta 2014 analiziramo tudi ostanke zdravil. V tem obdobju smo analizirali 41 vzorcev. V vzorcih je bilo analizirano 20 farmacevtskih učinkovin, od tega je bilo preko meje določljivosti določenih 11 spojin. Prisotnost ostankov zdravil v podzemni vodi lahko pomeni onesnaženje s komunalnimi odpadnimi vodami, povezavo s čistilnimi napravami v zaledju izvira, zdravila, uporabljena v veterinarski medicini pa se v okolje lahko vnašajo tudi preko gnojenja. V tabeli 30 so prikazani rezultati analiz, kjer smo ostanke zdravil določili preko meje določljivosti uporabljene analitske metode. Mejne vrednosti za vrednotenje kakovosti podzemne vode glede na vsebnost farmacevtskih učinkovin še niso določene.

V tabeli 30: Ostanki zdravil po merilnih mestih (rezultati >LOQ)

Merilno mesto	Število vseh meritev	Število meritev >LOQ	Datum vzorčenja	Karbamazepin (µg/L)	Ketoprofen (µg/L)	Kofein (µg/L)	Sulfametoksazol (µg/L)	Teofilin (µg/L)
MALENSKA ICA	200	4	03.06.2014			0,110		
			25.09.2014			0,091		
			20.10.2016			0,025		
			10.10.2017			0,022		
DOBLIČKA	120	0						
JELŠEVNIK	120	1	18.10.2016			0,120		
KRUPA	200	3	30.06.2015					0,017
			18.10.2016				0,006	
			05.10.2017			0,032		
METLIŠKI OBRH	180	2	01.06.2017		0,010			
			05.10.2017	0,012				
OBRHRINŽA	120	1	18.10.2016			0,032		

>LOQ: meritev višja od meje določljivosti uporabljene analitske metode



## 4.5 Ostanki humanih in veterinarskih zdravil v podzemni vodi

### **Povzetek**

Napredek medicinske in veterinarske znanosti ter posledično tudi farmacevtske industrije ima v zadnjih letih pozitiven vpliv na zdravje tako na humanem kot tudi veterinarskem področju. Zdravila imajo pozitivne in tudi stranske učinke na telo, vendar si brez njih življenja ne moremo več predstavljati. Malo pa je znanega o tem, kaj se zgodi takrat, ko te substance pristanejo v okolju in kako lahko vplivajo na vodne in kopenske ekosisteme ter nenazadnje preko pitne vode tudi na nas ljudi.

V okviru monitoringa podzemne vode smo v letu 2014 pričeli s spremljanjem farmacevtskih učinkovin na izbranih vodnih telesih. Kriteriji, ki smo jih pri izbiri merilnih mest upoštevali, so bili podatki o čistilnih napravah v zaledju merilnih mest, urbana poselitve (problem neustrezno vzdrževane kanalizacije) in kmetijska področja.

V obdobju 2014 do 2018 smo na vsebnost farmacevtikov analizirali 495 vzorcev vode na 125 merilnih mestih. V 160 vzorcih na 58 različnih merilnih mestih smo določili vsaj eno farmacevtsko učinkovino. Najbolj pogosto smo v vzorcih vode določili karbamazepin, ki je v okolju zelo obstojen, uporablja pa se predvsem za zdravljenje epilepsije. Pogosto smo določili tudi kofein kot indikator onesnaženja s komunalno odpadno vodo, dodan pa je tudi nekaterim kombiniranim analgetikom in antipiretikom. Nekoliko manj pogosto smo v vzorcih podzemne vode določili antibiotik sulfametoksazol, redko pa teofilin, ketoprofen, diklofenak in gemfibrozil.

Rezultati analiz so pokazali, da so nekatera merilna mesta bolj in stalno obremenjena. Na vodnih telesih, kjer prevladuje kraški tip vodonosnika, izstopa izvir reke Krke, kjer stalno določamo več vrst ostankov zdravil. Vir onesnaženja kraških izvirov gre iskati predvsem v čistilnih napravah v zaledju izvirov in lokalno neurejeni kanalizaciji. Na aluvialnih vodnih telesih izstopata dve merilni mesti na Murski kotlini (Žepovci in Rakičan). Vzrok onesnaženja podzemne vode s farmacevtskimi učinkovinami na aluvialnih vodnih telesih prvenstveno odraža urbano poselitve in posledično neurejeno kanalizacijsko mrežo.

Mejnih vrednosti za vrednotenje kakovosti podzemne vode glede na vsebnost farmacevtskih učinkovin še niso določene. Trenutno na nivoju EU poteka zbiranje podatkov o pojavljanju farmacevtskih učinkovin v vodah, ki bo v prihodnosti pripeljalo do mejnih vrednosti vsaj za nekatere učinkovine. Po trenutno poznanih predlaganih mejnih vrednostih za pitno vodo za nekatere farmacevtske učinkovine nobeno merilno mesto podzemne vode v Sloveniji ne presega predlaganih mejnih vrednosti.

### **Uvod**

Napredek medicinske in veterinarske znanosti ter posledično tudi farmacevtske industrije ima v zadnjih letih pozitiven vpliv na zdravje tako na humanem kot tudi na veterinarskem področju. Zdravila imajo pozitivne in tudi stranske učinke na organizem, vendar si brez njih življenja ne moremo več predstavljati. Malo pa je znanega o tem, kaj se zgodi takrat, ko te substance pristanejo v okolju in kako lahko vplivajo na vodne in kopenske ekosisteme ter nenazadnje preko pitne vode tudi na nas ljudi.

Farmacevtske učinkovine in njihovi razgradnji produkti lahko pridejo v okolje na več načinov. Prvi potencialni vir emisij v okolje predstavlja farmacevtska industrija preko svojih odpadnih voda. Drugi vir predstavlja uživanje zdravil. Človeško ali živalsko telo porabi le del zdravilnih učinkovin, preostanek le teh in njihovi razgradni produkti pa se izločijo preko ledvic ali črevesja. Večinoma končajo v kanalizaciji in preko čistilne naprave, ki jih odstrani le v sledovih, končajo v rekah, tleh in podzemni vodi, veterinarske pripravke pa preko gnoja ali gnojnice raztrosimo po njivah in vrtovih, kjer onesnažujejo tla, s spiranjem pa tudi vode. Tretji vir potencialne grožnje za okolje pa predstavlja odlaganje zdravil in

drugih farmacevtskih pripravkov po pretečenem roku uporabe. Nekatere spojine se v okolju razgradijo, nekatere pa so obstojne in jih v vodah lahko zaznavamo še mnogo let.

### Program monitoringa

V okviru monitoringa podzemne vode smo v letu 2014 pričeli s spremljanjem farmacevtskih učinkovin na izbranih vodnih telesih. Kriteriji, ki smo jih pri izbiri merilnih mest upoštevali, so bili podatki o čistilnih napravah v zaledju merilnih mest, urbana poselitev (problem neustrezno vzdrževane kanalizacije) in kmetijska področja. Z leti smo analize razširili na več merilnih mest in vodnih teles.

V programu smo spremljali farmacevtske učinkovine, ki se uporabljajo:

- za zdravljenje bakterijskih okužb, antibiotiki (sulfamerazin, trimetoprim, penicilin G, sulfametoksazol),
- za zdravljenje srčno-žilnih bolezni (metoprolol, betaksolol, propanolol),
- za uravnavanje krvnih maščob (bezafibrat, fenofibrat, gemfibrozil),
- kot ne-steroidna protivnetna zdravila (diklofenak, indometacin),
- za zdravljenje astme (fenoterol, teofilin) in
- kot protibolečinska/protivročinska zdravila (ketoprofen, kodein, paracetamol).

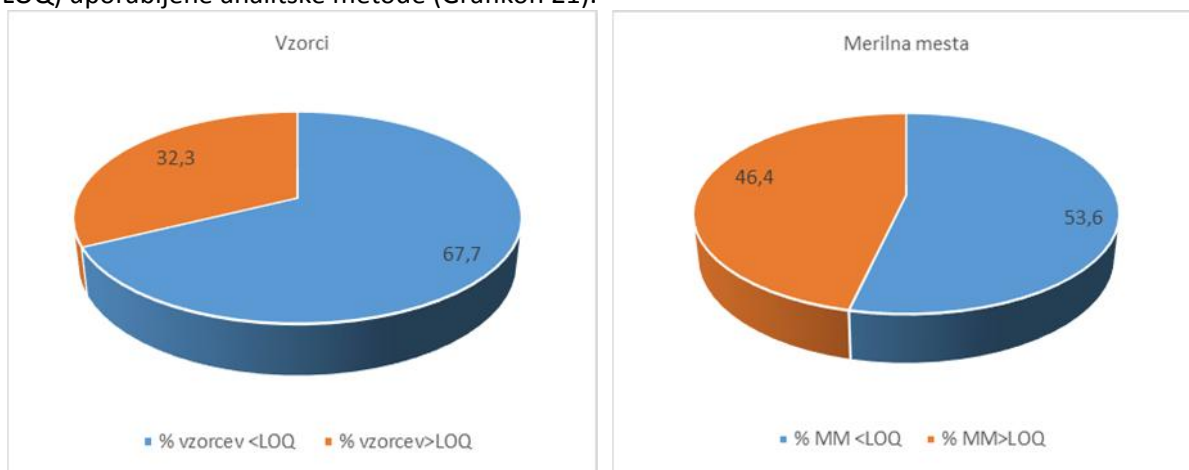
Poleg omenjenih farmacevtskih učinkovin smo spremljali tudi:

- v okolju zelo obstojen karbamazepin, ki ima širok spekter uporabe (epilepsija, nevralgija trigeminusa, diabetična nevropatija, zdravljenje bipolarnih motenj, abstinenčni sindrom pri alkoholikih, ...),
- kofein, kot indikator onesnaženja s komunalno odpadno vodo, dodan pa je tudi nekaterim kombiniranim analgetikom in antipiretikom in
- moški spolni hormon testosteron.

Vsa našteje farmacevtske učinkovine se uporabljajo v humani medicini, z izjemo antibiotikov in nekaterih protivnetnih in protibolečinskih zdravil, ki se uporabljajo tudi v veterinarski medicini.

### Rezultati monitoringa

V obdobju 2014 do 2018 smo analizirali 495 vzorcev vode na 125 merilnih mestih. V 160 vzorcih na 58 različnih merilnih mestih smo določili vsaj eno farmacevtsko učinkovino, višjo od meje določljivosti (LOQ) uporabljene analitske metode (Grafikon 21).

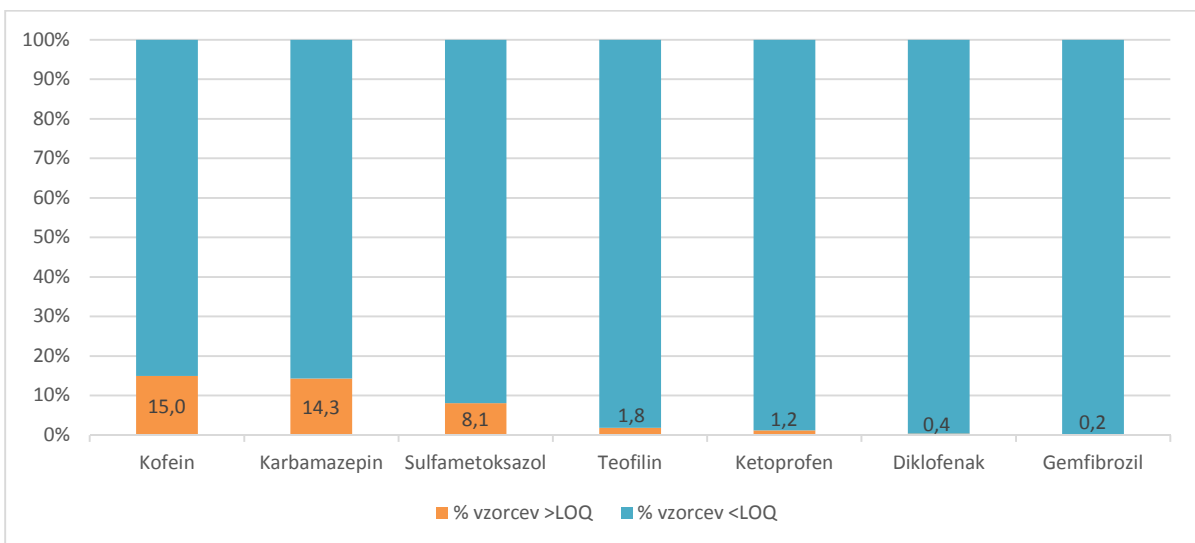


Grafikon 21: Procent vzorcev in procent merilnih mest z določeno vsaj eno farmacevtsko učinkovino

Najbolj pogosto smo v vzorcih vode določili kofein in karbamazepin. Karbamazepin je v okolju zelo obstojen, uporablja pa se predvsem za zdravljenje epilepsije. Nekoliko manj pogosto smo v vzorcih določili antibiotik sulfametoksazol, ki se uporablja kot humano in tudi kot veterinarsko zdravilo. Redko pa so bili določeni teofilin, ketoprofen, diklofenak in gemfibrozil (Tabela 31, Grafikon 22).

Tabela 31: Farmacevtska učinkovina, število vseh analiziranih vzorcev in število vzorcev, kjer smo določili prisotnost posamezne učinkovine

Farmacevtska učinkovina	Število vseh vzorcev	Število vzorcev, kjer smo določili prisotnost farmacevtske učinkovine
Kofein	495	74
Karbamazepin	495	71
Sulfametoksazol	495	40
Teofilin	495	9
Ketoprofen	495	6
Diklofenak	495	2
Gemfibrozil	495	1



Grafikon 22: Procent vzorcev, v katerih smo določili posamezno farmacevtsko učinkovino

Rezultati analiz so pokazali, da so nekatera merilna mesta bolj in stalno obremenjena. V tabeli 32 so prikazana bolj obremenjena merilna mesta, podano je tudi število vzorcev in število določenih farmacevtskih učinkovin (skupaj in posamezno). Upoštevali smo le merilna mesta, kjer je bil niz podatkov dovolj dolg (vsaj 6 analiz ali 3 leta spremljanja).

Na vodnih telesih, kjer prevladuje kraški tip vodonosnika, izstopa izvir reke Krke, kjer stalno določamo več ostankov zdravil, prav tako smo ostanke zdravil v več vzorcih zaznali tudi na izviru Radešče v Podturnu, izviru Bilpe in v izviri Ljubljani. Vir onesnaženja kraških izvirov gre iskati predvsem v čistilnih napravah v zaledju izvirov in lokalno neurejeni kanalizaciji. Na aluvialnih vodnih telesih izstopata dve merilni mesti na Murski kotlini (Žepovci in Rakičan), kjer stalno določamo visoke vsebnosti karbamazepina. Vzrok onesnaženja podzemne vode s farmacevtskimi učinkovinami na aluvialnih vodnih telesih prvenstveno odraža urbano poselitev in posledično neurejeno kanalizacijsko mrežo. Omenjeno se odraža tudi na vodnem telesu Savske kotline in Ljubljanskega barja kljub, kjer pa imamo le eno leto meritev.

Tabela 32: Najbolj obremenjena merilna mesta

Vodno telo	Merilno mesto	Št. vzorcev	Št. analiziranih u inkovin	Število meritev ve jih od LOQ						
				Diklofenak	Gemfibrozil	Karbamazepin	Ketoprofen	Kofein	Sulfametoksazol	Teofilin
1011 Dolenjski kras	KRKA	10	22	2		8		2	10	
1010 Kraška Ljubljana	IZVIR LJUBLJANICE - Mo ilnik	10	13			3		7	2	1
1011 Dolenjski kras	TEŽKA VODA	10	12			10		1	1	
1011 Dolenjski kras	BILPA	10	11			5		4	2	
1011 Dolenjski kras	RADEŠČA, Podtum	10	10			6		2	2	
4016 Murska kotlina	RAKI AN (Ra-1/09)	8	8			7		1		
4016 Murska kotlina	ŽEPOVCI Žep-2/10	8	8			7		1		
1010 Kraška Ljubljana	STROJAR EK	10	8			1		4	2	1
1011 Dolenjski kras	KRKA - IZVIR POLTARICA	10	8			4		2	1	1
1011 Dolenjski kras	LUKNJA - izvir Pre ne	10	7			1		4	1	1
1010 Kraška Ljubljana	GALETOVI IZVIRI - BISTRA	10	6			1		3	2	
1002 Savinjska kotlina	RPALIŠ E ROJE	6	5					1	4	
1002 Savinjska kotlina	BREG 0311	8	5					2	3	
1002 Savinjska kotlina	ŽALEC Žal 1/14	8	4				1	2	1	
1010 Kraška Ljubljana	MALEŃ ICA	10	4					4		
1011 Dolenjski kras	TOMIN EV IZVIR	10	4					3		1
1002 Savinjska kotlina	LEVEC AMP P-1	8	3					2	1	
4016 Murska kotlina	RANKOVCI 3371	8	3					2		1
1010 Kraška Ljubljana	IŠ ICA	10	3			1		1		1
1011 Dolenjski kras	IZVIR DOLSKI	10	3			1		2		
1011 Dolenjski kras	KRUPA	10	3					1	1	1
1002 Savinjska kotlina	MEDLOG 1941	6	2		1			1		
1002 Savinjska kotlina	LEVEC VC-1772	8	2					2		
1002 Savinjska kotlina	ŠEMPETER 0840	8	2				1	1		
1011 Dolenjski kras	METLIŠKI OBRH	9	2			1	1			
1011 Dolenjski kras	MEDVEDICA	10	2						1	1
1010 Kraška Ljubljana	VELIKI OBRH pri Ložu	6	1					1		
1011 Dolenjski kras	JELŠEVNIK	6	1					1		
1011 Dolenjski kras	OBRH RINŽA	6	1					1		

Mejne vrednosti za vrednotenje kakovosti podzemne vode glede na vsebnost farmacevtskih učinkovin še niso določene. Trenutno na nivoju EU poteka zbiranje podatkov o pojavljanju farmacevtskih učinkovin v vodah, ki bo v prihodnosti pripeljalo do določitve mejnih vrednosti vsaj za nekatere učinkovine. Glede na to, da so podzemne vode glavni vir pitne vode v Sloveniji, smo vsebnost farmacevtskih učinkovin ocenili glede na predlagane mejne vrednosti za pitno vodo iz avstrijske študije<sup>(1)</sup>, kjer je mejna vrednost določena posebej za otroke in posebej za odrasle. Podatki kažejo, da nobeno merilno mesto za spremljanje kakovosti podzemne vode v Sloveniji ne presega predlaganih mejnih vrednosti za pitno vodo (tabela 33).

Tabela 33: Farmacevtska učinkovina, najvišja določena vrednost v podzemni vodi in predlagane mejne vrednosti za pitno vodo iz avstrijske študije<sup>(1)</sup>

Farmacevtska u inkovina	Enota	Najvišja določena vrednost	Predlagane mejne vrednosti za pitno vodo (µg/L)	
			Otrok <sup>(1)</sup>	Odrasel <sup>(1)</sup>
Diklofenak	µg/L	0,054	0,7	3
Gemfibrozil	µg/L	0,017	7	30
Karbamazepin	µg/L	0,210	2	9
Ketoprofen	µg/L	0,043	1	6
Kofein	µg/L	0,810	4000	18000
Sulfametoksazol	µg/L	0,037	13	60
Teofilin	µg/L	0,017	2	9

<sup>(1)</sup> Christina Hartmann: Abgeleitete Toleranzwerte für ausgewählte Arzneimittelwirkstoffe in Trinkwasser; REPORT REP-0623; Wien 2017

Navedeno pa ne pomeni, da so koncentracije neškodljive tudi za vodne ekosisteme. Zanje praviloma veljajo strožji standardi kakovosti, saj so v vodi živeče živali in rastline stalno pod vplivom onesnaževal. Posebno poglavje predstavljajo tudi ostanki hormonov, ki vplivajo na organizme že v tako nizkih koncentracijah, da jih je tudi z najsodobnejšimi analitskimi metodami težko izmeriti. V površinskih vodah so bile v zadnjih treh letih že izvedene meritve estrogenov EE2, E2, E1 in sicer pod iztoki iz komunalnih čistilnih naprav ter na območjih z intenzivno kmetijsko dejavnostjo. Meja določljivosti analitske metode za te snovi trenutno znaša 0,001 mikrograma na liter. V nobenem od vzorcev površinskih voda nismo izmerili koncentracije nad mejo določljivosti, vendar je koncentracija, pri kateri ni učinka na vodne organizme veliko nižja (0,000035 mikrograma na liter). Zato se v zadnjem času vlaga veliko sredstev tudi v razvoj analitike, ki bo omogočila rutinsko spremljanje teh spojin v okolju.

Podatki o merilnih mestih, na katerih smo določili vsebnost farmacevtskih pripravkov višjih od LOQ uporabljene analitske metode, datum in prvo leto meritev, so navedeni v Tabeli 34.

Tabela 34: Merilna mesta, na katerih smo določili vsebnost farmacevtskih pripravkov višjih kot LOQ metode, datum in prvo leto meritev

Vodno telo	Merilno mesto	Datum	Prvo leto meritev	Diklofenak (µg/L)	Gemfibrozil (µg/L)	Karbamazepin (µg/L)	Ketoprofen (µg/L)	Kofein (µg/L)	Sulfametoksazol (µg/L)	Teofilin (µg/L)
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	DOBRAVCA 3	20.06.2018	2018					0,065		
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	ŠOB EV BAJER	20.06.2018	2018					0,043		
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	PODBREZJE VPB-1/88	07.11.2018	2018						0,006	
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	ŠEN UR Šen-1/13	19.06.2018	2018					0,058		
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	ŽABNICA 0590	27.06.2018	2018			0,006		0,053		
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	MEJA Mej-1/13	27.06.2018	2018			0,018				
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	MEJA Mej-1/13	06.11.2018	2018			0,008				
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	SV.DUH 0680	27.06.2018	2018					0,053		
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	PODRE A 0300	21.06.2018	2018					0,024		
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	DRULOVKA Dru-1/14	21.06.2018	2018			0,019				
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	DRULOVKA Dru-1/14	25.10.2018	2018			0,025				
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	PODGORJE Pod-1/14	26.06.2018	2018			0,039				
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	PODGORJE Pod-1/14	05.11.2018	2018			0,008				
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	DOMŽALE, C-4	19.06.2018	2018					0,03		
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	RPALIŠ E LEK	19.06.2018	2018					0,019		
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	PODGORICA 1991	19.06.2018	2018				0,043			
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	JARŠKI PROD (III) JA-3	14.06.2018	2018				0,023			
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	STOŽICE LV-0277	03.07.2018	2018			0,077				
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	STOŽICE LV-0277	07.11.2018	2018			0,008				
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	VOJKOVA Voj-1/14	21.06.2018	2018			0,018			0,006	
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	VOJKOVA Voj-1/14	25.10.2018	2018			0,016			0,006	
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	HRASTJE - ŠM1/2D	19.06.2018	2018			0,025	0,026			
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	HRASTJE (I a) 0344	14.06.2018	2018			0,011			0,006	
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	HRASTJE (I a) 0344	24.10.2018	2018			0,007				
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	BOROVNIŠKI VRŠAJ VB-480	15.06.2018	2018					0,024		

Tabela 34: Merilna mesta, na katerih smo določili vsebnost farmacevtskih pripravkov višjih kot LOQ metode, datum in prvo leto meritev

Vodno telo	Merilno mesto	Datum	Prvo leto meritev	Diklofenak (µg/L)	Gemfibrozil (µg/L)	Karbamazepin (µg/L)	Ketoprofen (µg/L)	Kofein (µg/L)	Sulfametoksazol (µg/L)	Teofilin (µg/L)
1002 Savinjska kotlina	TRNAVA Trn-2/14	22.10.2015	2015					0,04		
1002 Savinjska kotlina	BREG 0311	07.07.2015	2015					0,14	0,028	
1002 Savinjska kotlina	BREG 0311	25.05.2016	2015						0,011	
1002 Savinjska kotlina	BREG 0311	12.10.2016	2015						0,008	
1002 Savinjska kotlina	BREG 0311	10.10.2017	2015					0,045		
1002 Savinjska kotlina	ŠEMPETER 0840	29.05.2017	2015				0,006			
1002 Savinjska kotlina	ŠEMPETER 0840	09.10.2017	2015					0,019		
1002 Savinjska kotlina	GOTOVLJE 0800	06.07.2015	2015					0,11		
1002 Savinjska kotlina	ŽALEC Žal 1/14	06.07.2015	2015					0,12		
1002 Savinjska kotlina	ŽALEC Žal 1/14	13.10.2016	2015						0,012	
1002 Savinjska kotlina	ŽALEC Žal 1/14	31.05.2017	2015				0,033			
1002 Savinjska kotlina	ŽALEC Žal 1/14	11.10.2017	2015					0,037		
1002 Savinjska kotlina	LEVEC VC-1772	09.07.2015	2015					0,034		
1002 Savinjska kotlina	LEVEC VC-1772	11.10.2017	2015					0,089		
1002 Savinjska kotlina	LEVEC AMP P-1	09.07.2015	2015					0,027		
1002 Savinjska kotlina	LEVEC AMP P-1	27.10.2015	2015						0,013	
1002 Savinjska kotlina	LEVEC AMP P-1	11.10.2017	2015					0,068		
1002 Savinjska kotlina	RPALIŠ E ROJE	07.07.2015	2015					0,21	0,013	
1002 Savinjska kotlina	RPALIŠ E ROJE	22.10.2015	2015						0,008	
1002 Savinjska kotlina	RPALIŠ E ROJE	25.05.2016	2015						0,014	
1002 Savinjska kotlina	RPALIŠ E ROJE	12.10.2016	2015						0,011	
1002 Savinjska kotlina	MEDLOG 1941	13.10.2016	2015					0,049		
1002 Savinjska kotlina	MEDLOG 1941	10.10.2018	2015		0,017					

Tabela 34: Merilna mesta, na katerih smo določili vsebnost farmacevtskih pripravkov višjih kot LOQ metode, datum in prvo leto meritev

Vodno telo	Merilno mesto	Datum	Prvo leto meritev	Diklofenak (µg/L)	Gemfibrozil (µg/L)	Karbamazepin (µg/L)	Ketoprofen (µg/L)	Kofein (µg/L)	Sulfametoksazol (µg/L)	Teofilin (µg/L)
1003 Kraška kotlina	SP.STARI GRAD NE-1177	22.10.2018	2018						0,006	
1003 Kraška kotlina	DRNOVO	04.06.2018	2018					0,042		
1003 Kraška kotlina	PB-9	04.06.2018	2018						0,006	
1010 Kraška Ljubljana	GALETOM IZMRI - BISTRA	28.09.2015	2014					0,031	0,01	
1010 Kraška Ljubljana	GALETOM IZMRI - BISTRA	19.10.2016	2014			0,013		0,81	0,012	
1010 Kraška Ljubljana	GALETOM IZMRI - BISTRA	10.10.2017	2014					0,018		
1010 Kraška Ljubljana	IŠ ICA	16.06.2015	2014							0,007
1010 Kraška Ljubljana	IŠ ICA	28.09.2015	2014			0,006				
1010 Kraška Ljubljana	IŠ ICA	10.10.2017	2014					0,023		
1010 Kraška Ljubljana	IZMR LJUBLJANICE - Mo ilnik	03.06.2014	2014					0,053		
1010 Kraška Ljubljana	IZMR LJUBLJANICE - Mo ilnik	16.06.2015	2014					0,017		0,011
1010 Kraška Ljubljana	IZMR LJUBLJANICE - Mo ilnik	19.10.2016	2014			0,018		0,025	0,022	
1010 Kraška Ljubljana	IZMR LJUBLJANICE - Mo ilnik	30.05.2017	2014			0,007		0,033	0,006	
1010 Kraška Ljubljana	IZMR LJUBLJANICE - Mo ilnik	10.10.2017	2014					0,021		
1010 Kraška Ljubljana	IZMR LJUBLJANICE - Mo ilnik	28.05.2018	2014					0,12		
1010 Kraška Ljubljana	IZMR LJUBLJANICE - Mo ilnik	03.10.2018	2014			0,014		0,038		
1010 Kraška Ljubljana	MALENS ICA - rpališ e v Malnih	03.06.2014	2014					0,11		
1010 Kraška Ljubljana	MALENS ICA - rpališ e v Malnih	25.09.2014	2014					0,091		
1010 Kraška Ljubljana	MALENS ICA - rpališ e v Malnih	20.10.2016	2014					0,025		
1010 Kraška Ljubljana	MALENS ICA - rpališ e v Malnih	10.10.2017	2014					0,022		
1010 Kraška Ljubljana	STROJAR EK	03.06.2014	2014						0,009	
1010 Kraška Ljubljana	STROJAR EK	25.09.2014	2014					0,094		
1010 Kraška Ljubljana	STROJAR EK	15.06.2015	2014					0,022		0,009



Tabela 34: Merilna mesta, na katerih smo določili vsebnost farmacevtskih pripravkov višjih kot LOQ metode, datum in prvo leto meritev

Vodno telo	Merilno mesto	Datum	Prvo leto meritev	Diklofenak ( $\mu\text{g/L}$ )	Genfibrozil ( $\mu\text{g/L}$ )	Karbamazepin ( $\mu\text{g/L}$ )	Ketoprofen ( $\mu\text{g/L}$ )	Kofein ( $\mu\text{g/L}$ )	Sulfametoksazol ( $\mu\text{g/L}$ )	Teofilin ( $\mu\text{g/L}$ )
1010 Kraška Ljubljana	STROJAR EK	28.09.2015	2014					0,028		
1010 Kraška Ljubljana	STROJAR EK	19.10.2016	2014			0,008				
1010 Kraška Ljubljana	STROJAR EK	30.05.2017	2014						0,011	
1010 Kraška Ljubljana	STROJAR EK	10.10.2017	2014					0,024		
1010 Kraška Ljubljana	VELIKI OBRH pri Ložu	25.09.2014	2014					0,087		
1011 Dolenjski kras	MEDVEDICA	29.06.2015	2014						0,009	0,009
1011 Dolenjski kras	KRKA	04.06.2014	2014			0,013			0,014	
1011 Dolenjski kras	KRKA	30.09.2014	2014						0,009	
1011 Dolenjski kras	KRKA	29.06.2015	2014			0,007		0,02	0,007	
1011 Dolenjski kras	KRKA	27.10.2015	2014					0,017	0,013	
1011 Dolenjski kras	KRKA	27.06.2016	2014			0,008			0,021	
1011 Dolenjski kras	KRKA	17.10.2016	2014	0,054		0,022			0,037	
1011 Dolenjski kras	KRKA	31.05.2017	2014			0,015			0,022	
1011 Dolenjski kras	KRKA	04.10.2017	2014			0,011			0,01	
1011 Dolenjski kras	KRKA	29.05.2018	2014			0,023			0,03	
1011 Dolenjski kras	KRKA	17.10.2018	2014	0,033		0,014			0,008	
1011 Dolenjski kras	LUKNJA - izvir Pre ne	04.06.2014	2014					0,026		
1011 Dolenjski kras	LUKNJA - izvir Pre ne	29.06.2015	2014					0,023		0,011
1011 Dolenjski kras	LUKNJA - izvir Pre ne	27.10.2015	2014					0,041		
1011 Dolenjski kras	LUKNJA - izvir Pre ne	17.10.2016	2014			0,009			0,027	
1011 Dolenjski kras	LUKNJA - izvir Pre ne	04.10.2017	2014					0,066		
1011 Dolenjski kras	KRKA - IZVIR POLTARICA	30.09.2014	2014					0,023		
1011 Dolenjski kras	KRKA - IZVIR POLTARICA	29.06.2015	2014							0,007

Tabela 34: Merilna mesta, na katerih smo določili vsebnost farmacevtskih pripravkov višjih kot LOQ metode, datum in prvo leto meritev

Vodno telo	Merilno mesto	Datum	Prvo leto meritev	Diklofenak (µg/L)	Genfibrozil (µg/L)	Karbamazepin (µg/L)	Ketoprofen (µg/L)	Kofein (µg/L)	Sulfametoksazol (µg/L)	Teofilin (µg/L)
1011 Dolenjski kras	KRKA - IZVIR POLTARICA	27.06.2016	2014			0,006				
1011 Dolenjski kras	KRKA - IZVIR POLTARICA	17.10.2016	2014			0,012			0,009	
1011 Dolenjski kras	KRKA - IZVIR POLTARICA	31.05.2017	2014			0,008				
1011 Dolenjski kras	KRKA - IZVIR POLTARICA	04.10.2017	2014					0,061		
1011 Dolenjski kras	KRKA - IZVIR POLTARICA	17.10.2018	2014			0,006				
1011 Dolenjski kras	TEŽKA VODA	04.06.2014	2014			0,007				
1011 Dolenjski kras	TEŽKA VODA	30.09.2014	2014			0,009				
1011 Dolenjski kras	TEŽKA VODA	29.06.2015	2014			0,013			0,007	
1011 Dolenjski kras	TEŽKA VODA	27.10.2015	2014			0,015				
1011 Dolenjski kras	TEŽKA VODA	27.06.2016	2014			0,009				
1011 Dolenjski kras	TEŽKA VODA	17.10.2016	2014			0,019				
1011 Dolenjski kras	TEŽKA VODA	31.05.2017	2014			0,018				
1011 Dolenjski kras	TEŽKA VODA	04.10.2017	2014			0,024		0,071		
1011 Dolenjski kras	TEŽKA VODA	29.05.2018	2014			0,025				
1011 Dolenjski kras	TEŽKA VODA	17.10.2018	2014			0,02				
1011 Dolenjski kras	TOMIN EV IZVIR	30.09.2014	2014					0,023		
1011 Dolenjski kras	TOMIN EV IZVIR	29.06.2015	2014							0,006
1011 Dolenjski kras	TOMIN EV IZVIR	27.10.2015	2014					0,036		
1011 Dolenjski kras	TOMIN EV IZVIR	04.10.2017	2014					0,074		
1011 Dolenjski kras	RADEŠČA, Podturn	05.06.2014	2014			0,007				
1011 Dolenjski kras	RADEŠČA, Podturn	30.06.2015	2014			0,014				
1011 Dolenjski kras	RADEŠČA, Podturn	17.10.2016	2014			0,018		0,024	0,006	
1011 Dolenjski kras	RADEŠČA, Podturn	01.06.2017	2014			0,014			0,01	

Tabela 34: Merilna mesta, na katerih smo določili vsebnost farmacevtskih pripravkov višjih kot LOQ metode, datum in prvo leto meritev

Vodno telo	Merilno mesto	Datum	Prvo leto meritev	Diklofenak (µg/L)	Gemfibrozil (µg/L)	Karbamazepin (µg/L)	Ketoprofen (µg/L)	Kofein (µg/L)	Sulfametoksazol (µg/L)	Teofilin (µg/L)
1011 Dolenjski kras	RADEŠČA, Podturn	05.10.2017	2014					0,026		
1011 Dolenjski kras	RADEŠČA, Podturn	29.05.2018	2014			0,011				
1011 Dolenjski kras	RADEŠČA, Podturn	16.10.2018	2014			0,013				
1011 Dolenjski kras	BILPA	01.10.2014	2014					0,04		
1011 Dolenjski kras	BILPA	30.06.2015	2014			0,032			0,006	
1011 Dolenjski kras	BILPA	28.10.2015	2014					0,079		
1011 Dolenjski kras	BILPA	28.06.2016	2014			0,008				
1011 Dolenjski kras	BILPA	18.10.2016	2014			0,013		0,45		
1011 Dolenjski kras	BILPA	01.06.2017	2014			0,007			0,006	
1011 Dolenjski kras	BILPA	05.10.2017	2014					0,063		
1011 Dolenjski kras	BILPA	30.05.2018	2014			0,011				
1011 Dolenjski kras	IZMIR DOLSKI	01.10.2014	2014					0,024		
1011 Dolenjski kras	IZMIR DOLSKI	05.10.2017	2014					0,032		
1011 Dolenjski kras	IZMIR DOLSKI	16.10.2018	2014			0,01				
1011 Dolenjski kras	JELŠEVNIK	18.10.2016	2014					0,12		
1011 Dolenjski kras	KRUJA	30.06.2015	2014							0,017
1011 Dolenjski kras	KRUJA	18.10.2016	2014						0,006	
1011 Dolenjski kras	KRUJA	05.10.2017	2014					0,032		
1011 Dolenjski kras	METLIŠKI OBRH	01.06.2017	2014				0,01			
1011 Dolenjski kras	METLIŠKI OBRH	05.10.2017	2014			0,012				
1011 Dolenjski kras	OBRH RINŽA	18.10.2016	2014					0,032		
4016 Murska kotlina	ŽEPOVCI Žep-2/10	18.06.2015	2015			0,21				
4016 Murska kotlina	ŽEPOVCI Žep-2/10	08.10.2015	2015			0,15				

Tabela 34: Merilna mesta, na katerih smo določili vsebnost farmacevtskih pripravkov višjih kot LOQ metode, datum in prvo leto meritev

Vodno telo	Merilno mesto	Datum	Prvo leto meritev	Diklofenak (µg/L)	Gemfibrozil (µg/L)	Karbamazepin (µg/L)	Ketoprofen (µg/L)	Kofein (µg/L)	Sulfametoksazol (µg/L)	Teofilin (µg/L)
4016 Murska kotlina	ŽEPOVCI Žep-2/10	19.05.2016	2015			0,1				
4016 Murska kotlina	ŽEPOVCI Žep-2/10	06.10.2016	2015			0,16				
4016 Murska kotlina	ŽEPOVCI Žep-2/10	25.05.2017	2015			0,14				
4016 Murska kotlina	ŽEPOVCI Žep-2/10	05.10.2017	2015			0,093				
4016 Murska kotlina	ŽEPOVCI Žep-2/10	31.05.2018	2015			0,084				
4016 Murska kotlina	ŽEPOVCI Žep-2/10	04.10.2018	2015					0,043		
4016 Murska kotlina	RANKOVCI 3371	15.06.2015	2015					0,041		0,005
4016 Murska kotlina	RANKOVCI 3371	28.05.2018	2015					0,04		
4016 Murska kotlina	RAKI AN (Ra-1/09)	15.06.2015	2015			0,012				
4016 Murska kotlina	RAKI AN (Ra-1/09)	05.10.2015	2015			0,008				
4016 Murska kotlina	RAKI AN (Ra-1/09)	16.05.2016	2015			0,008				
4016 Murska kotlina	RAKI AN (Ra-1/09)	07.10.2016	2015			0,012				
4016 Murska kotlina	RAKI AN (Ra-1/09)	22.05.2017	2015			0,012				
4016 Murska kotlina	RAKI AN (Ra-1/09)	02.10.2017	2015			0,01		0,02		
4016 Murska kotlina	RAKI AN (Ra-1/09)	28.05.2018	2015			0,011				
4016 Murska kotlina	ODRANCI (Od-1/09)	23.05.2016	2015					0,032		
4016 Murska kotlina	G.LAKOŠ PP-2/03	30.10.2015	2015					0,044		
4016 Murska kotlina	GORNJI LAKOŠ GLak-2/14	30.10.2015	2015					0,031		
4016 Murska kotlina	VEŠ ICA (Ve-1/09)	16.05.2016	2015					0,023		
6021 Goriška Brda in Trnovsko-Banjška planota	MIREN 0330	18.10.2018	2018			0,016				

## 5 VIRI

- Zakon o vodah, Uradni list RS, št. 67/02, 2/04 – ZZdrl-A, 41/04 – ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14 in 56/15
- Zakon o varstvu okolja, Uradni list RS, št. 39/06 – UPB, 49/06 – ZMetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO-1A, 70/08, 108/09, 108/09 – ZPNačrt-A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15 in 30/16
- Uredba o stanju podzemnih voda (Uradni list RS, št. 25/09, 68/12 in 66/16)
- Pravilnik o monitoringu podzemnih voda (Uradni list RS, št. 31/09)
- Pravilnik o določitvi vodnih teles podzemnih voda (Uradni list RS, št. 63/05 in 8/18)
- Pravilnik o pitni vodi (Uradni list RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15 in 51/17)
- Uredba o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov (Uradni list RS, št. 113/09, 5/13, 22/15 in 12/17)
- Program monitoringa stanja voda za obdobje 2016 - 2021
- Nacionalna baza hidrogeoloških podatkov za opredelitev teles podzemne vode RS, Geološki zavod Slovenije 2005 in 2006
- Podatki ARSO: [http://www.arso.gov.si/vode/podatki/arhiv/kakovost\\_arhiv2018.html](http://www.arso.gov.si/vode/podatki/arhiv/kakovost_arhiv2018.html)  
<http://gis.arso.gov.si/apigis/podzemnevode/>
- Ocena prispevnih zaledij izbranih kraških izvirov, M. Petrič, ZRC SAZU, Inštitut za raziskovanje krasi, Postojna, september 2007
- Ocena prispevnih zaledij izbranih kraških izvirov, N. Trišič et. al., interno poročilo Agencija RS za okolje, februar 2008, Ljubljana
- Strokovno, digitalno gradivo Agencije RS za okolje: Tokovnice, območja napajanja in dreniranja aluvialnih vodonosnikov, simultane meritve med leti 1992-1995 ob nižjem hidrološkem stanju
- Pritiski in varovanje podzemnega krasi, primeri iz Slovenije in Hrvaške, Inštitut za raziskovanje krasi ZRC SAZU: A. Hudoklin, Are we guaranteeing the favourable status of the Proteus anguinus in the Natura 2000 network in Slovenia, Postojna, junij 2011, str. 169-181
- Priprava strokovnih podlag in strokovna podpora pri izvajanju vodne direktive za področje podzemnih voda (Direktiva 2000/60/EC): Pregled ekosistemov odvisnih od stanja podzemnih vod, končno poročilo, Geološki zavod Slovenije, december 2011
- Direktiva 2000/60/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike
- 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
- Direktiva Sveta 91/676/EGS z dne 12. decembra 1991 o varstvu voda pred onesnaženjem z nitrati iz kmetijskih virov
- Direktiva Sveta 98/83/ES z dne 3. novembra 1998 o kakovosti vode, namenjene za prehrano ljudi (Direktiva EU o pitni vodi)
- Direktiva o varstvu podzemne vode pred onesnaženjem in poslabšanjem 2006/118/ES

## **PRILOGA – Prikazi na kartah**

Kemijsko stanje vodnih teles podzemne vode in ustreznost na merilnih mestih v letu 2018

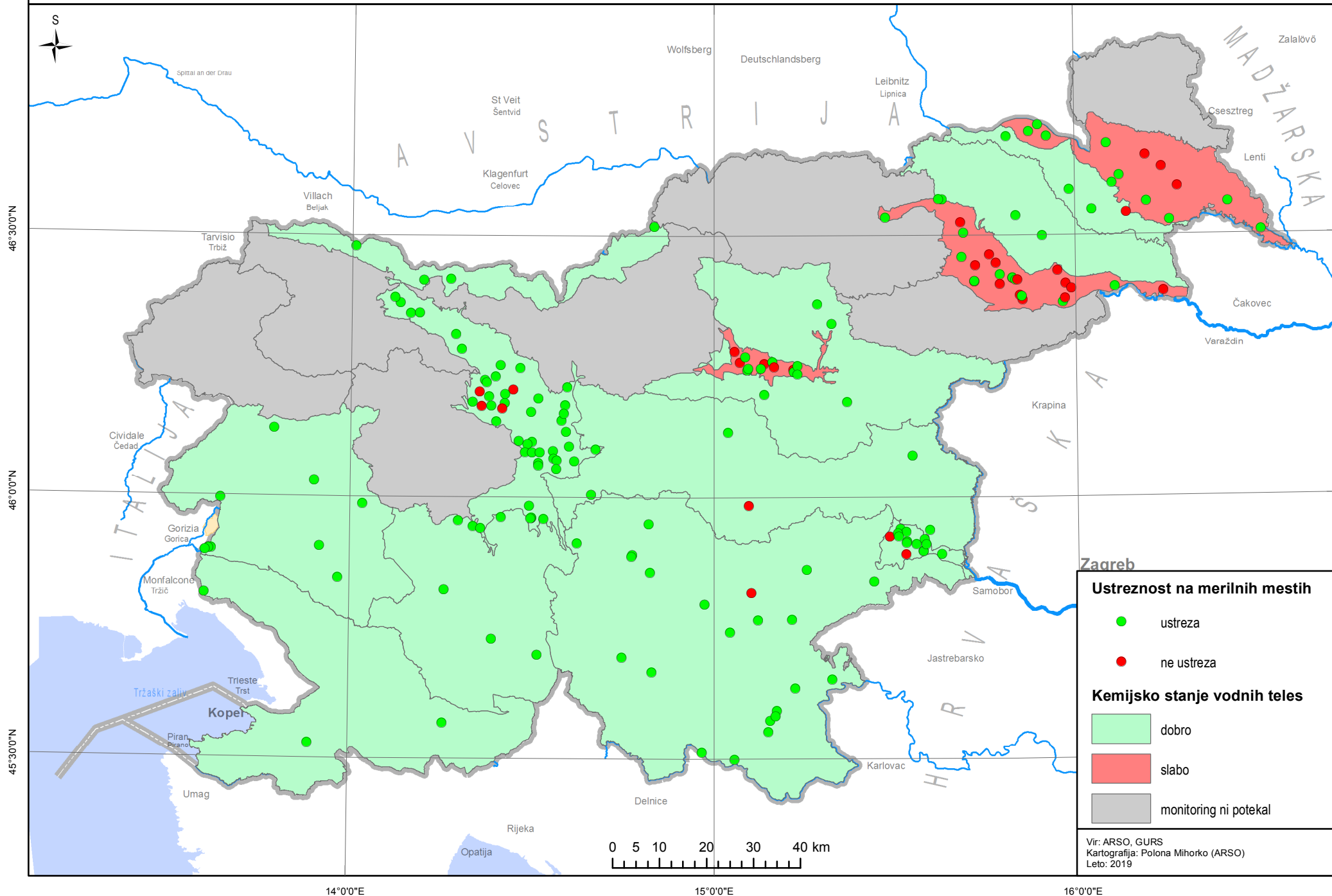
Vsebnost nitrata v podzemni vodi v letu 2018

Vsebnost atrazina v podzemni vodi v letu 2018

Vsebnost desetil-atrazina v podzemni vodi v letu 2018

Vsebnost pesticidov v podzemni vodi v letu 2018

# Kemijsko stanje vodnih teles podzemne vode in ustreznost na merilnih mestih v letu 2018



## Ustreznost na merilnih mestih

- ustreza
- ne ustreza

## Kemijsko stanje vodnih teles

- dobro
- slabo
- monitoring ni potekal

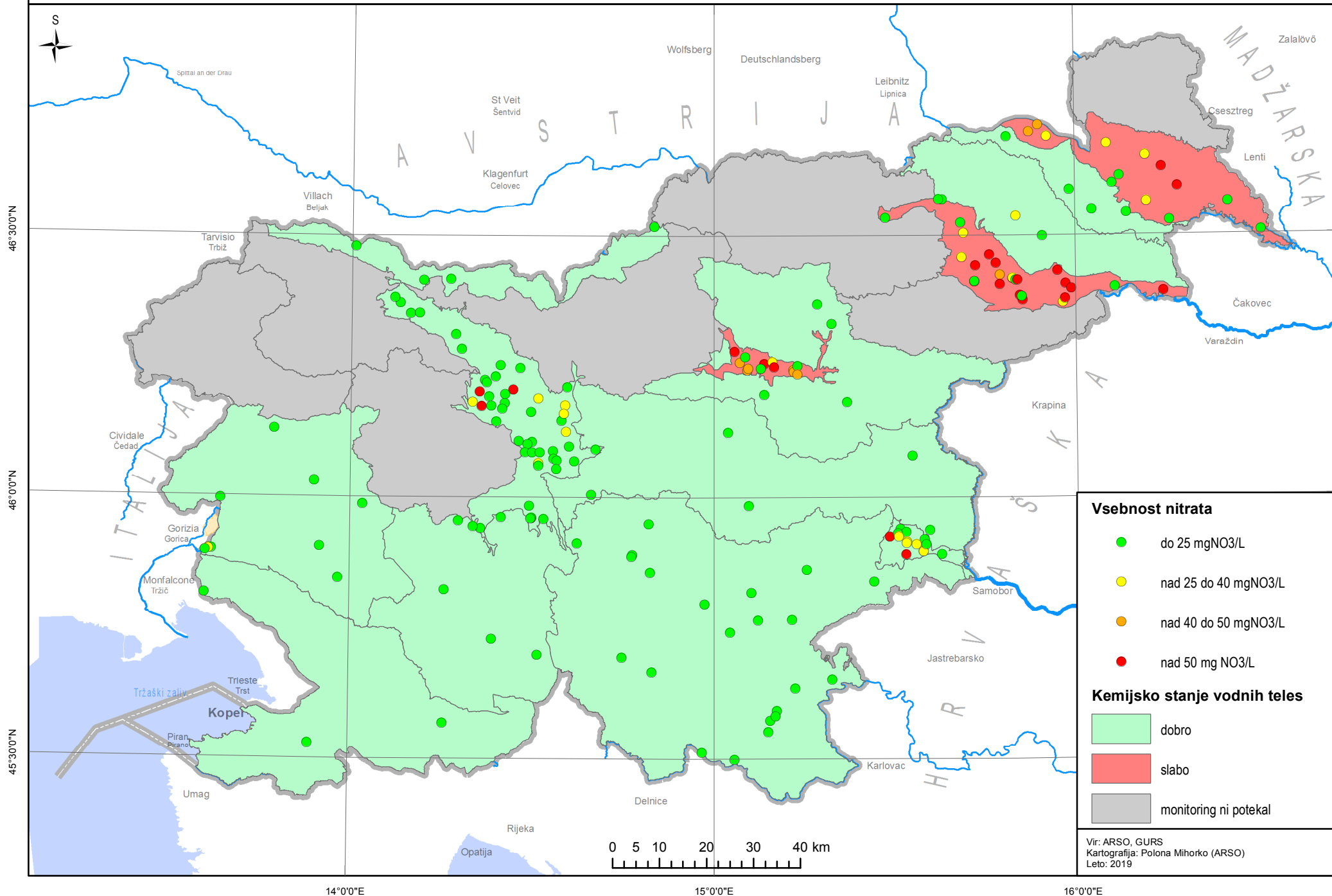
Vir: ARSO, GURS  
 Kartografija: Polona Mihorko (ARSO)  
 Leto: 2019

14°0'0"E

15°0'0"E

16°0'0"E

# Vsebnost nitrata v podzemni vodi v letu 2018



**Vsebnost nitrata**

- do 25 mgNO<sub>3</sub>/L
- nad 25 do 40 mgNO<sub>3</sub>/L
- nad 40 do 50 mgNO<sub>3</sub>/L
- nad 50 mg NO<sub>3</sub>/L

**Kemijsko stanje vodnih teles**

- dobro
- slabo
- monitoring ni potekal

Vir: ARSO, GURS  
 Kartografija: Polona Mihorko (ARSO)  
 Leto: 2019

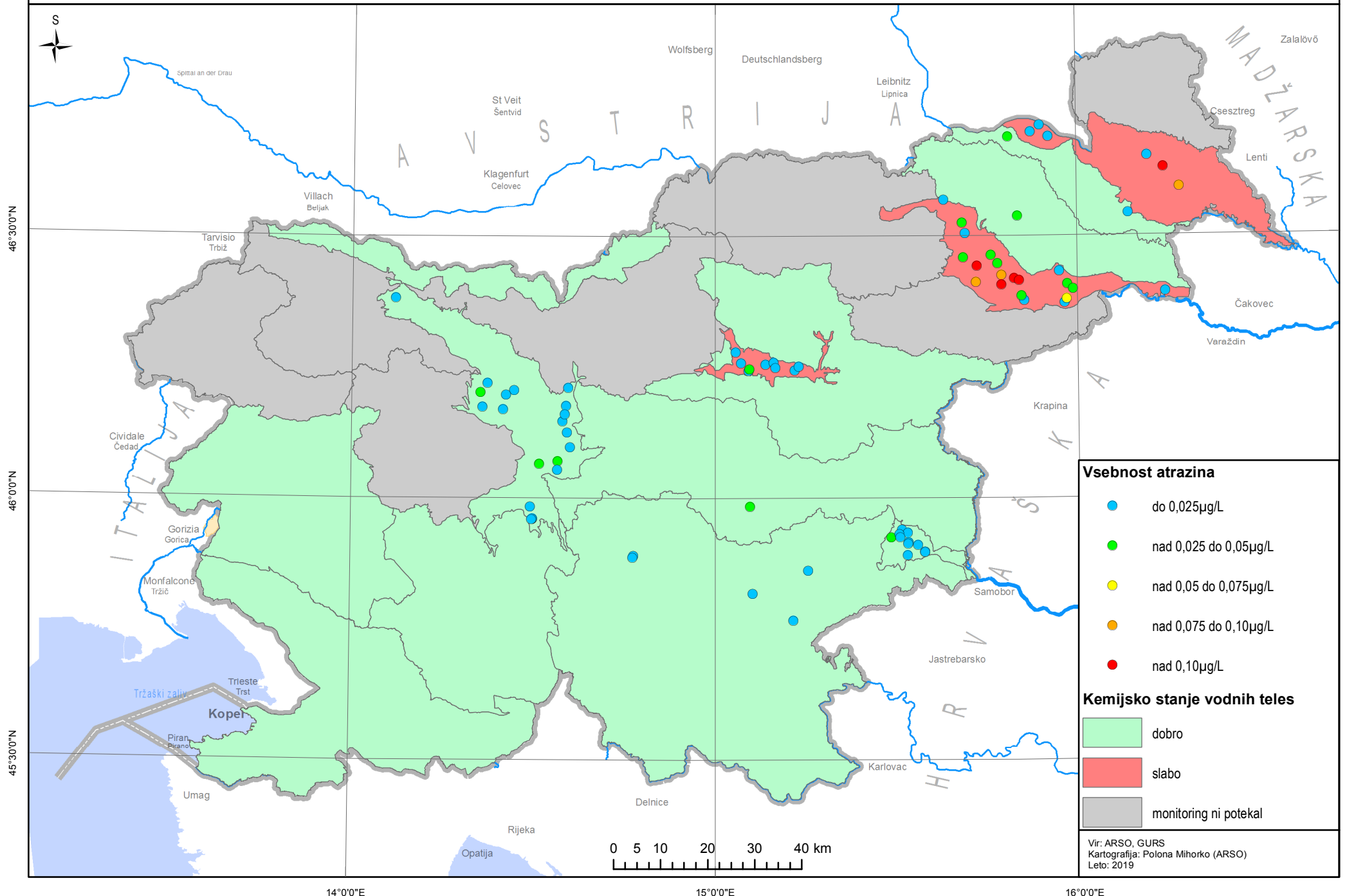
14°0'0"E

15°0'0"E

16°0'0"E



# Vsebnost atrazina v podzemni vodi v letu 2018

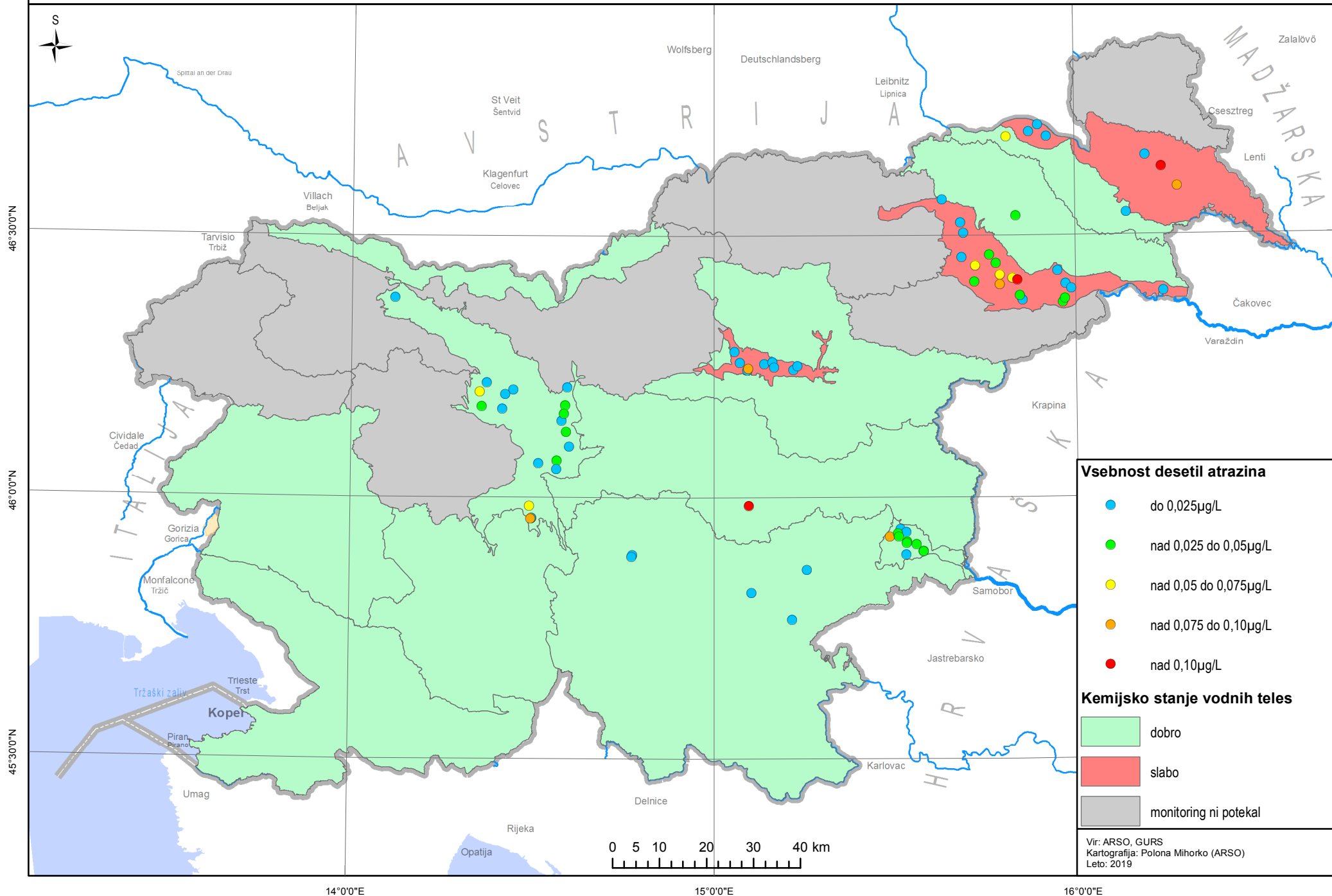


14°0'0"E

15°0'0"E

16°0'0"E

# Vsebnost desetil atrazina v podzemni vodi v letu 2018

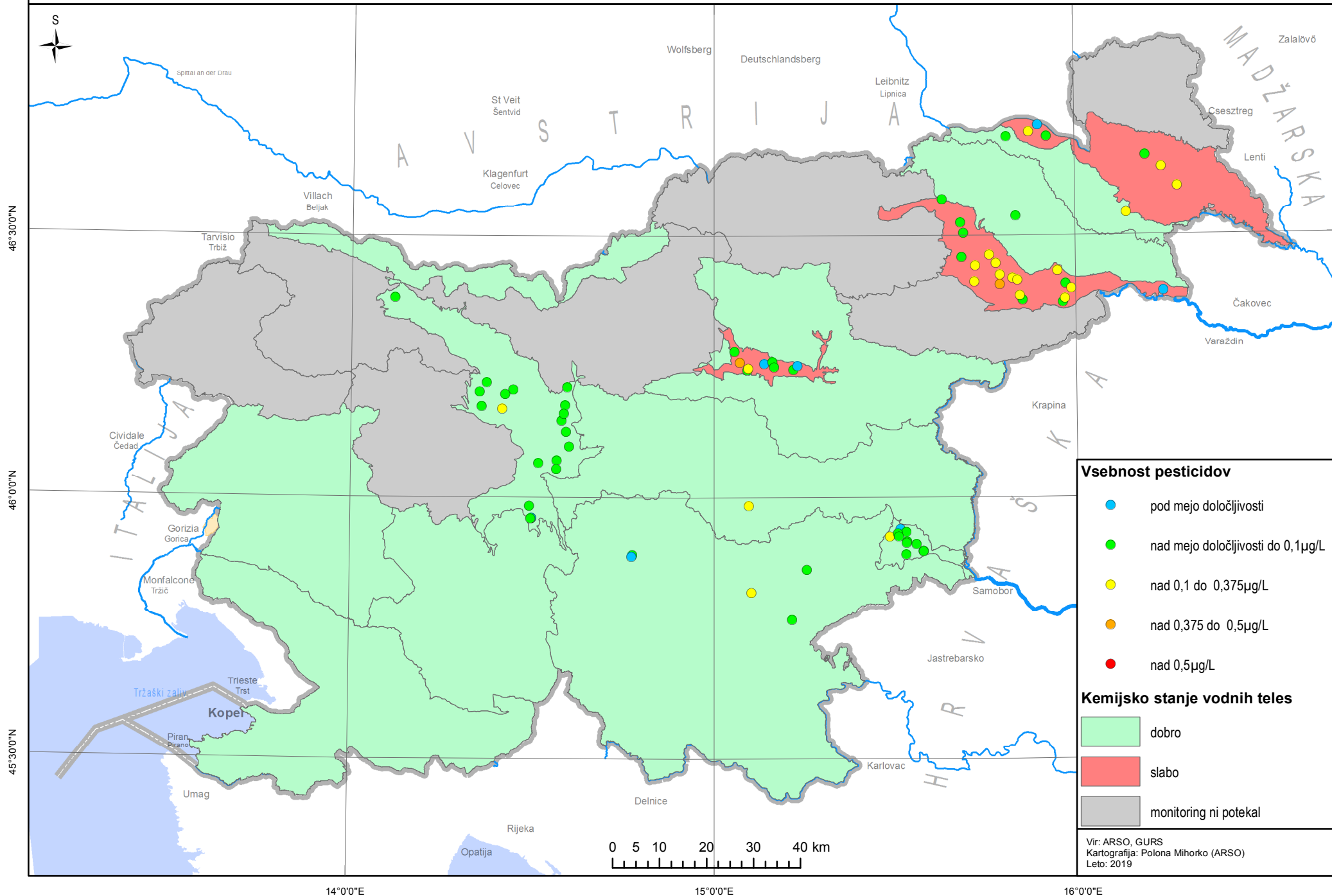


14°0'0"E

15°0'0"E

16°0'0"E

# Vsebnost pesticidov v podzemni vodi v letu 2018





REPUBLIKA SLOVENIJA  
**MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR**  
AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE