

Kemijsko stanje podzemne vode v Sloveniji

Poročilo za leto 2019

Kemijsko stanje podzemne vode v Sloveniji

ISSN 1855-5330

Ljubljana, julij 2020

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

Odgovarja: Iztok Slatinšek, v.d. generalnega direktorja

Avtorji: mag. Mojca Dobnikar Tehovnik

mag. Marina Gacin

mag. Polonca Mihorko

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

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

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/>

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

©2020, 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 2019

AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Ljubljana, julij 2020

Kazalo

1	UVOD	1
2	MERILA ZA OCENO KEMIJSKEGA STANJA PODZEMNE VODE	2
2.1	Standardi kakovosti in vrednosti praga.....	2
3	OCENA KEMIJSKEGA STANJA PODZEMNE VODE	3
4	TRENDI ONESNAŽEVAL V PODZEMNI VODI	6
4.1	Statistična metoda za ugotavljanje trendov	6
4.2	Rezultati – statistično značilni trendi onesnaževal 1998-2019	7
5	POMEMBNEJŠE OBREMENITVE PODZEMNE VODE	14
5.1	Nitrati	14
5.2	Pesticidi in njihovi razgradni produkti	19
5.3	Lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki	23
6	Ostanki zdravil v podzemni vodi	24
7	Stanje izvirov na ogroženem območju človeške ribice	26
8	VIRI	33
9	PRILOGE	35

Seznam tabel

Tabela 1:	Standardi kakovosti za oceno kemijskega stanja podzemne vode	2
Tabela 2:	Vrednosti praga za oceno kemijskega stanja podzemne vode	2
Tabela 3:	Vodna telesa, površina, število merilnih mest in gostota merilnih mest v letu 2019	4
Tabela 4:	Kemijsko stanje vodnih teles podzemne vode v obdobju 2013-2019	5
Tabela 5:	Statistično značilni trendi rasti oziroma zniževanja vsebnosti onesnaževal v vodnih telesih podzemne vode v obdobju 1998-2019.....	7
Tabela 6:	Statistično značilni trendi za nitrat, atrazin in desetil-atrazin na merilnih mestih znotraj vodnih teles podzemne vode	8
Tabela 7:	Število merilnih mest z ugotovljenimi trendi ter preseženim okoljskim standardom za nitrat in povprečna vsebnost, ki je v letu 2019 na merilnih mestih prevladovala	13
Tabela 8:	Število merilnih mest z ugotovljenimi trendi ter preseženim okoljskim standardom za atrazin in povprečna vsebnost, ki je na merilnih mestih v letu 2019 prevladovala.....	13
Tabela 9:	Število merilnih mest z ugotovljenimi trendi ter preseženim okoljskim standardom za desetil-atrazin in povprečna vsebnost, ki je na merilnih mestih v letu 2019 prevladovala	14
Tabela 10:	Število merilnih mest in število ter procent neustreznih merilnih mest glede na vsebnost nitrata po vodnih telesih v letu 2019.....	15

Tabela 11:	Preseganje standarda kakovosti za nitrat po merilnih mestih v letu 2019.....	15
Tabela 12:	Število merilnih mest, neustrezna merilna mesta, število preseženih merilnih mest glede na posamezen pesticid po vodnih telesih v letu 2019:	19
Tabela 13:	Preseganje standarda kakovosti za posamezen pesticid po merilnih mestih v letu 2019.....	20
Tabela 14:	Preseganje vrednosti praga za lahkohlapne halogenirane ogljikovodike po merilnih mestih v letu 2019	23
Tabela 15:	Deset najbolj obremenjenih merilnih mest, število vzorcev in analizirane farmacevtske učinkovine v obdobju 2014-2019.....	25
Tabela 16:	Merilna mreža za spremljanje kakovosti vode zaradi človeške ribice	27
Tabela 17:	Rezultati analiz nitrata na merilnih mestih, kjer prebiva človeška ribica	28

Priloge

Priloga 1:	Kemijsko stanje podzemne vode in ustreznost na merilnih mestih v letu 2019	36
Priloga 2:	Vsebnost nitrata v podzemni vodi v letu 2019.....	37
Priloga 3:	Vsebnost atrazina v podzemni vodi v letu 2019	38
Priloga 4:	Vsebnost desetil atrazina v podzemni vodi v letu 2019	39
Priloga 5:	Statistično značilni trendi 1998-2019 - Savska kotlina in Ljubljansko barje	40
Priloga 6:	Statistično značilni trendi 1998-2019 - Savinjska kotlina	44
Priloga 7:	Statistično značilni trendi 1998-2019 - Krška kotlina	46
Priloga 8:	Statistično značilni trendi 1998-2019 - Dravska kotlina	47
Priloga 9:	Statistično značilni trendi 1998-2019 - Murska kotlina.....	52
Priloga 10:	Statistično značilni trendi 1998-2019 - Goriška Brda in Trnovsko Banjška planota.....	53

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 zaščiten 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 ob 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 (Ur. l. RS, št. 25/09, 68/12 in 66/16) in Pravilnikom o monitoringu podzemnih voda (Ur. l. RS, št. 31/09). Predpisa sta v slovenski pravni red v letu 2009 prenesla Direktivo o varstvu podzemne vode pred onesnaževanjem in poslabšanjem (2006/118/ES), delno pa tudi Direktivo 2000/60/ES o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike (direktiva o vodah).

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 podzemnih voda na vseh vodnih telesih. Operativni monitoring se izvaja letno na vodnih telesih podzemnih voda, 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 vode namenjeni za oskrbo večjega števila prebivalcev.

V letu 2019 je potekal operativni monitoring podzemne vode, 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 2019 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 2019 slabo kemijsko stanje določili za Savinjsko, Dravsko in Mursko kotlino. V teh vodnih telesih je podzemna voda 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 (Ur. l. RS, št. 25/09, 68/12 in 66/16) in Pravilnikom o monitoringu podzemnih voda (Ur. l. 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 2019 potekal v skladu s Programom monitoringa stanja voda za obdobje 2016-2021, ki je objavljen na spletni strani Agencije RS za okolje (ARSO):

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 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 podzemne vode. Operativni monitoring se izvaja letno na vodnih telesih podzemne vode, 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 2019 je na vodnih telesih podzemne vode 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 2019 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 pomembnejšim obremenitvam in raziskovalnemu monitoringu podzemne vode, s katerim od leta 2010 ugotavljamo kemijsko stanje kraških izvirov, v katerih se nahaja habitat človeške ribice.

Rezultati monitoringa so dostopni na spletnih naslovih:

- <http://www.arso.gov.si/vode/podatki/>
- <http://gis.arso.gov.si/apigis/podzemnevode/>
- <https://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/>

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 (Ur. l. 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 ₃ /L	50
Posamezni pesticid ter njegovi relevantni ⁽¹⁾ razgradni produkti	µg/L	0,1 ⁽²⁾
Vsota vseh izmerjenih pesticidov in njihovih relevantnih razgradnih produktov ⁽³⁾	µg/L	0,5

⁽¹⁾ relevantni razgradni produkti so relevantni razgradni produkti pesticidov v skladu s predpisi, ki urejajo registracijo fitofarmacevtskih sredstev (registracijo ali dajanje v promet);

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

⁽³⁾ vsota pesticidov in njihovih relevantnih razgradnih produktov: organoklorni, triazinski, organofosforni pesticidi, derivati fenoksi očetne kisline, derivati sečnine (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 ⁽¹⁾	µg/L	10

⁽¹⁾ 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.

3 OCENA KEMIJSKEGA STANJA PODZEMNE VODE

V letu 2019 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 vodonosnikih z medzrnsko poroznostjo in 53 na vodonosnikih s kraško in razpoklinsko poroznostjo. V program monitoringa za leto 2019 nismo vključili vodnih teles, ki so v preteklih letih izkazovala dobro kemijsko stanje, pregled vplivov človekovega delovanja pa je pokazal, da vodna telesa niso ogrožena glede doseganja ciljev. Vsako leto je v program monitoringa vključeno tudi meddržavno vodno telo Karavanke. V tabeli 3 so prikazana vodna telesa, njihova površina, število merilnih mest in gostota merilnih mest na 100 km². Razvidno je, da je največja gostota merilnih mest na bolj obremenjenih vodnih telesih, na ostalih, predvsem kraških vodnih telesih pa je nižja. Gostota merilnih mest na vodnih telesih, ki so bila vključena v program v letu 2019 je bila 1,23 na 100 km².

V tabeli 4 je prikazano kemijsko stanje podzemne vode po vodnih telesih za obdobje 2013 – 2019, ovrednoteno v skladu z Uredbo o stanju podzemnih voda (Ur. l. RS, št. 25/09, 68/12 in 66/16).

Tabela 3: Vodna telesa, površina, število merilnih mest in gostota merilnih mest v letu 2019

VTPodV	Površina VTPodV (km ²)	Število MM	Št. MM na 100 km ²
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	773,55	49	6,33
1002 Savinjska kotlina	109,13	12	11,00
1003 Krška kotlina	96,76	14	14,47
1005 Karavanke	403,58	4	0,99
1008 Posavsko hribovje do osrednje Sotle	1791,62	5	0,28
1009 Spodnji del Savinje do Sotle	1396,99	4	0,29
1010 Kraška Ljubljana	1306,91	7	0,54
1011 Dolenjski kras	3354,50	22	0,66
3012 Dravska kotlina	429,13	28	6,52
3015 Zahodne Slovenske gorice	756,16	2	0,26
4016 Murska kotlina	589,42	13	2,21
4017 Vzhodne Slovenske gorice	307,83	4	1,30
5019 Obala in Kras z Brkini	1588,25	3	0,19
6021 Goriška Brda in Trnovsko-Banjška planota	1443,11	9	0,62
SKUPAJ	14346,94	176	1,23

VTPodV: vodno telo podzemne vode, **MM:** merilno mesto

Tabela 4: Kemijsko stanje vodnih teles podzemne vode v obdobju 2013-2019

Šifra VTPodV	Ime VTPodV	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
1002	Savinjska kotlina	slabo	slabo	slabo	slabo	slabo	slabo	slabo
1003	Krška kotlina	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
1004	Julijske Alpe v porečju Save	/	dobro	/	dobro	/	/	/
1005	Karavanke	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
1006	Kamniško-Savinjske Alpe	/	dobro	/	dobro	/	/	/
1007	Cerkljan., Škofjel. in Polhog. hribovje	/	dobro	/	dobro	/	/	/
1008	Posavsko hribovje do osrednje Sotle	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
1009	Spodnji del Savinje do Sotle	dobro	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	Goričko	/	dobro	/	dobro	/	/	/
5019	Obala in Kras z Brkini	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
6020	Julijske Alpe v porečju Soče	/	dobro	/	dobro	/	/	/
6021	Goriška Brda in Trnovsko Banjška 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. V letu 2019 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 razpadlim produktom desetil-atrazinom. Vodni telesi Murska in Savinjska kotlina sta lokalno obremenjeni z lahkotnimi halogeniranimi alifatskimi ogljikovodiki, občasno presejanja opazimo tudi na drugih vodnih telesih.

4 TRENDI ONESNAŽEVAL V PODZEMNI VODI

V skladu s predpisi je potrebno ugotavljati tudi trende onesnaževal v podzemni vodi. Trendi se ugotavljajo za posamezna vodna telesa podzemne vode, kot tudi za posamezna merilna mesta znotraj vodnih teles. Vrednotijo se tista merilna mesta, za katera je možno vrednotiti dovolj dolge nize podatkov (najmanj 6 letni niz). Za takšne nize podatkov se ugotavljajo statistično značilni trendi. Tako kot prejšnja leta, se je tudi v letu 2019 ugotavljalo trende onesnaževal v vodonosnikih in vodnih telesih z medzrnsko poroznostjo.

4.1 Statistična metoda za ugotavljanje trendov

Statistična značilnost naraščanja ali padanja koncentracij onesnaževal se je določala z bivariatno neparametrično metodo razvrstitvenega korelacijskega koeficienta r' , s stopnjo zaupanja testa (α) = 0,05. Kriterij za izbor te statistične metode je narava podatkov oziroma spremenljivk, ki jih spremljamo z monitoringom podzemne vode. Neparametrična metoda je bila izbrana, ker daje najboljši možni rezultat, glede na lastnosti podatkov o kakovosti podzemne vode, katerih:

- frekvenčna porazdelitev podatkov odstopa od normalne,
- opazovan vzorec je manjši, oziroma število opazovanj ni veliko,
- nizi pogosto vsebujejo osamljene vrednosti.

Z neparametrično korelacijo se je ugotavljala enakomernost med spremenljivkama x in y , v našem primeru med spremenljivko časa in vsebnostjo kemijskega parametra v podzemni vodi. Za spremenljivki x in y , ki predstavljata vrednosti naših podatkov, ločeno poiščemo njune razvrstitve $R(x_i)$ in $R(y_i)$. Razvrstitev je mesto vrednosti v zaporedju, urejenem od najnižje proti najvišji vrednosti. Kadar je za vsako opazovanje i , razvrstitev x enaka razvrstitvi y , je razvrstitvena korelacija popolna. Statistika temelji na vsoti razlik med odgovarjajočimi razvrstitvami x in y . Vrednosti koeficienta segajo od 0 (ni korelacije) do 1 ali -1 (popolna pozitivna ali negativna korelacija). Raje kot o linearnem odnosu, govorimo o visoki enakomernosti med spremenljivkama x in y . S statističnim sklepanjem ugotavljamo, kakšne so lastnosti našega vzorca. Obravnavamo dve nasprotujoči si hipotezi. Prva predpostavlja, da korelacije ni, da se razvrstitve ene in druge spremenljivke ne ujemajo. Druga hipoteza predpostavlja, da korelacija obstaja.

1. $H_0: \rho' = 0$ korelacije ni
2. $H_1: \rho' \neq 0$ korelacija obstaja

Spearmanov razvrstitveni koeficient izračunamo s pomočjo formule:

$$r' = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (R(x_i) - R(y_i))^2}{n(n^2 - 1)}$$

Izračunani r' primerjamo s tabelirano kritično vrednostjo. Prvo hipotezo H_0 zavrnamo, kadar je r' izračunani $>$ r' tabelirani.

4.2 Rezultati – statistično značilni trendi onesnaževal 1998-2019

Tako kot prejšnja leta, se je tudi v letu 2019 ugotavljalo trende onesnaževal v vodonosnikih in vodnih telesih podzemne vode z medzrnsko poroznostjo. Rezultati monitoringa kakovosti podzemne vode in analize podatkov za obdobje 1998-2019 kažejo statistično značilne trende zniževanja koncentracij nitrata, atrazina in njegovega razgradnega produkta desetil-atrazina na vodnih telesih podzemne vode in na posameznih merilnih mestih (tabela 5, 6), splet Arso: <https://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/>.

Trend za nitrat pada na vseh vodnih telesih podzemne vode, z izjemo Krške kotline. Atrazin in desetil-atrazin sta v Savski kotlini in Ljubljanskem barju ter v Savinjski kotlini prisotna le še v sledovih (pod 0,03 µg/L), stanje v telesih se je izboljšalo. V nekaterih vodonosnikih se vrednosti desetil-atrazina (Krška kotlina) in atrazina (Murska kotlina) še niso znižale pod 0,03 µg/L in ne kažejo trenda. Vsebnost atrazina in desetil-atrazina se statistično značilno znižuje v Dravski kotlini, za desetil-atrazin tudi v Murski kotlini (tabela 5). Med 36 merilnimi mesti na katerih smo ugotovili statistično značilen trend za nitrat, ta narašča na 2 merilnih mestih črpališč pitne vode (Dr. Na nobenem izmed merilnih mest na katerih smo zaznali statistično značilen trend (za atrazin na 10 merilnih mestih, za desetil atrazin na 15 merilnih mestih), trenda naraščanja nismo ugotovili (tabela 6).

Tabela 5: Statistično značilni trendi rasti oziroma zniževanja vsebnosti onesnaževal v vodnih telesih podzemne vode v obdobju 1998-2019

Šifra VTPodV	Ime VTPodV	Trend -Nitrat	Povprečje za nitrat v letu 2019	Trend - Atrazin	Povprečje za atrazin v letu 2019	Trend - Desetil-atrazin	Povprečje za dat v letu 2019
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	trend pada	17,46	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,010	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,015
1002	Savinjska kotlina	trend pada	47,75	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,009	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,017
1003	Krška kotlina	trenda ni	21,85	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,024	trenda ni	0,061
3012	Dravska kotlina	trend pada	36,09	trend pada	0,057	trend pada	0,033
4016	Murska kotlina	trend pada	27,41	trenda ni	0,034	trend pada	0,043
6021	Goriška Brda in Trnovsko-Banjška planota	trend pada	25,87	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,002	Vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,002

VTPodV: vodno telo podzemne vode, MM: merilno mesto

Tabela 6: Statistično značilni trendi za nitrat, atrazin in desetil-atrazin na merilnih mestih znotraj vodnih teles podzemne vode

VTPodV	MM	Trend za nitrat	Povprečna vrednost NO ₃ (mg/L) v letu 2019	Trend za atrazin	Povprečna vrednost atrazina v letu 2019	Trend za dat	Povprečna vrednost za dat v letu 2019
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	BLED Ble-1/13	vrednosti so narasle za 2,65 mg/L	13,00	/	/	/	/
	BOROVNIŠKI VRŠAJ VB-480	trenda ni	3,95	/	/	/	/
	BROD (Br-11) LV-0477	trenda ni	16,00	/	/	/	/
	CERKLJE Cer-1/13	trenda ni	12,55	/	/	/	/
	ČRPALIŠČE LEK	TREND PADA	30,50	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,015	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,025
	DOBRAVCA 3	trenda ni	14,00	/	/	/	/
	DOLSKO	trenda ni	11,95	/	/	/	/
	DOMŽALE Dom-1/14	kratek niz podatkov	30,50	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,013	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,014
	DOMŽALE, C-4	TREND PADA	20,50	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,011	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,018
	DRAGOČAJNA D-0185	TREND PADA	20,50	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,011	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,011
	DRULOVKA Dru-1/14	TREND PADA, kratek niz podatkov	9,60	/	/	/	/
	FUŽINE V-DSO-1/15	kratek niz podatkov	6,85	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0		0,002
	GODEŠIČ SOV-5174	TREND PADA	55,50	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,018	TREND PADA	0,020
	HRASTJE - ŠM1/2D	TREND PADA	11,50	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,003
	HRASTJE (I a) 0344	TREND PADA	21,50	TREND PADA	0,037	TREND PADA	0,025
	ISKRA KRANJ 0391	trenda ni	4,85	/	/	/	/
	IŠKI VRŠAJ 2AgI	kratek niz podatkov	8,20	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,013	kratek niz podatkov	0,076
	IŠKI VRŠAJ, plitvi vodnjak	trenda ni	12,50	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,002	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,002
	JARŠKI PROD (III) JA-3	TREND PADA	7,75	/	/	/	/
	KLEČE (VIII a) 0543	TREND PADA	9,45	/	/	/	/
	KOTEKS-ZALOG 0371	TREND PADA	9,70	/	/	/	/
	LADJA 0980	vrednosti so narasle za 6 mg/L	18,00	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,009	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,003
	MEJA 0320	trenda ni	15,50	/	/	/	/
	MEJA Mej-1/13	TREND PADA, kratek niz podatkov	17,00	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,010	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,010
	MENGEŠ Men-1/14	kratek niz podatkov	31,50	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,013	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,013
	MERCATOR V1	TREND PADA	23,50	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,011	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,010
	MOSTE Most-1/18	kratek niz podatkov	25,50	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,009	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,006
	NAKLO Nak-1/13	TREND PADA, kratek niz podatkov	9,95	/	/	/	/
	NAVJE-LIMNIGRAF	trenda ni	18,50	/	/	/	/
	OP-1	vrednosti so narasle za 5,93 mg/L	9,95	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,006	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,038
	PODBREZJE VPB-1/88	trenda ni	9,10	/	/	/	/
	PODGORICA 1991	trenda ni	15,50	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,013	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,016
	PODGORJE Pod-1/14	kratek niz podatkov	11,50	/	/	/	/
PODREČA 0300	trenda ni	16,50	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,003	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,002	

VTPodV	MM	Trend za nitrat	Povprečna vrednost NO ₃ (mg/L) v letu 2019	Trend za atrazin	Povprečna vrednost atrazina v letu 2019	Trend za dat	Povprečna vrednost za dat v letu 2019	
1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	PODREČA Podr-1/18	kratek niz podatkov	11,50	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0	
	POLJE PRI VODICAH 0850	trenda ni	24,00	/	/	/	/	
	RADOVLJICA Rad-1/13	trenda ni	9,00	/	/	/	/	
	ROJE LV-0377	TREND PADA	7,05	/	/	/	/	
	STOŽICE LV-0277	trenda ni	7,75	/	/	/	/	
	SV.DUH 0680	trenda ni	19,50	/	/	/	/	
	ŠENČUR Šen-1/13	trenda ni	6,85	/	/	/	/	
	ŠENTVID (Ila) 0581	trenda ni	15,00	/	/	/	/	
	ŠOBČEV BAJER	TREND PADA	19,50	/	/	/	/	
	TRBOJE Trb-1/13	trenda ni	23,00	/	/	/	/	
	V GOZDU pri Hrastju	trenda ni	13,00	/	/	/	/	
	VODICE VO-1	trenda ni	29,00	/	/	/	/	
	VOGLJE Vog-1/14	trenda ni	40,00	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,009	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,009	
	VOJKOVA Voj-1/14	vrednosti so narasle za 4 mg/L	26,50	/	/	/	/	
	1002 Savinjska kotlina	ŽABNICA 0590	TREND PADA	51,00	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,017	TREND PADA	0,023
BREG 0311		trenda ni	21,00	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0	
DOLENJA VAS ČB 1/83		TREND PADA	42,00	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,016	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,011	
GOTOVLJE 0800		TREND PADA	38,50	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,008	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,014	
LATKOVA VAS Lvas-1/14		kratek niz podatkov	42,00	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,027	kratek niz podatkov	0,068	
LEVEC AMP P-1		TREND PADA	51,00	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,005	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,009	
LEVEC VC-1772		TREND PADA	45,50	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,013	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,009	
MEDLOG 1941		TREND PADA	23,50	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0	
MEDLOG, vodnjak A		TREND PADA	59,50	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,005	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,008	
PARIŽLJE Par-1/14		kratek niz podatkov	66,50	/	/	/	/	
ŠEMPETER 0840		TREND PADA	57,50	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,006	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,010	
TRNAVA Trn-1/14		trenda ni	68,50	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,013	trenda ni	0,040	
ŽALEC Žal 1/14		kratek niz podatkov	57,50	/	/	/	/	
1003 Krška kotlina		BREGE - črpališče	trenda ni	15,70	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,018	TREND PADA	0,034
		CERKLJE 0112	trenda ni	47,10	/	/	/	/
	ČATEŽ M32	vrednosti so narasle na 7,13 mg/L	8,70	/	/	/	/	
	DRNOVO	TREND NARAŠČA	49,05	trenda ni	0,039	trenda ni, od leta 2006 znižanje	0,102	
	KRŠKA VAS Kvas - 1/15	kratek niz podatkov	32,80	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,026	kratek niz podatkov	0,063	
	PB-20	TREND PADA	0,02	/	/	/	/	
	PB-6	trenda ni	33,65	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,025	trenda ni	0,056	
	PB-9	trenda ni	29,50	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,024	TREND PADA	0,048	
SKOPICE NE-0877	trenda ni	26,60	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,014	trenda ni, od leta 2006 znižanje	0,045		

VTPodV	MM	Trend za nitrat	Povprečna vrednost NO ₃ (mg/L) v letu 2019	Trend za atrazin	Povprečna vrednost atrazina v letu 2019	Trend za dat	Povprečna vrednost za dat v letu 2019	
1003 Krška kotlina	SP.STARI GRAD NE-1177	TREND PADA	6,56	/	/	/	/	
	ŠENTLENART NE-1377	vrednosti so narasle za 6,54 mg/L	5,32	/	/	/	/	
	VIHRE Vih-1/15	trenda ni	33,60	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,026	kratek niz podatkov	0,079	
	VRBINA NE-1077	TREND PADA	4,66	/	/	/	/	
3012 Dravska kotlina	ŽADOVINEK Žad-1/15	kratek niz podatkov	12,65	/	/	/	/	
	BUKOVCI Buk-1/14	kratek niz podatkov	60,00	kratek niz podatkov	0,040	kratek niz podatkov	0,038	
	ČRPALIŠČE LANCOVA VAS GLV-1/00	kratek niz podatkov	0,44	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,002	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0	
	ČRPALIŠČE SKORBA VG-3	TREND NARAŠČA	42,00	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,027	trenda ni	0,039	
	ČRPALIŠČE SKORBA VG-4	kratek niz podatkov	1,80	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,002	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0	
	DORNAVA (Do-1/09)	trenda ni	48,00	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,018	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,014	
	DRAŽENCI Dra-1/14	kratek niz podatkov	43,50	/	/	/	/	
	KAMNICA 0080	TREND PADA	2,90	/	/	/	/	
	KIDRIČEVO	trenda ni	28,95	TREND PADA	0,290	TREND PADA	0,097	
	KUNGOTA (Ku-1/09)	trenda ni	41,50	TREND PADA	0,114	TREND PADA	0,069	
	LANCOVA VAS LP-1	TREND PADA	64,00	TREND PADA	0,030	TREND PADA	0,023	
	OBREŽ Obr-1/14	kratek niz podatkov	53,00	/	/	/	/	
	ORMOŽ V-9	trenda ni	2,85	/	/	/	/	
	PODOVA Pod-1/10	trenda ni	64,00	TREND PADA, kratek niz podatkov	0,092	trenda ni	0,048	
	PREPOLJE, P-1	trenda ni	86,50	TREND PADA	0,052	TREND PADA	0,026	
	RAČE Rač-1/10	TREND PADA	28,00	trenda ni	0,045	TREND PADA	0,037	
	ROGOZA Rog-1/10	trenda ni	20,50	/	/	/	/	
	SELNIŠKA DOBRAVA	trenda ni	12,00	/	/	/	/	
	SIGET H-50	trenda ni	33,00	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,002	TREND PADA	0,014	
	SKORBA V-5	TREND PADA	40,50	TREND PADA	0,130	TREND PADA	0,062	
	SOBETINCI Sob-1/14	kratek niz podatkov	66,00	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,022	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,013	
	SPODNJA HAJDINA SHaj-1/14	kratek niz podatkov	60,00	kratek niz podatkov	0,097	kratek niz podatkov	0,066	
	STARŠE Sta-1/10	trenda ni	36,00	trenda ni	0,057	TREND PADA	0,050	
	ŠIKOLE	trenda ni	58,00	TREND PADA	0,100	TREND PADA	0,057	
	ŠIKOLE GV2	trenda ni	0,67	/	/	/	/	
	TEZNO	TREND PADA	27,50	TREND PADA	0,036	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,013	
	VRBANSKI PLATO 16	trenda ni	16,00	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,022	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,008	
	ZAGOJIČI ZP-3/01	TREND PADA	60,00	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,019	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,010	
	4016 Murska kotlina	BENICA Ben-1/14	kratek niz podatkov	0,89	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0
		ČRNCI Čm-1/10	trenda ni	28,00	/	/	/	/
GANČANI Gan-1/14		kratek niz podatkov	66,00	kratek niz podatkov	0,120	kratek niz podatkov	0,160	
GORNJI LAKOŠ GLak-1/14		kratek niz podatkov	1,55	/	/	/	/	

VTPodV	MM	Trend za nitrat	Povprečna vrednost NO ₃ (mg/L) v letu 2019	Trend za atrazin	Povprečna vrednost atrazina v letu 2019	Trend za dat	Povprečna vrednost za dat v letu 2019
	KROG	trenda ni	11,50	/	/	/	/
	MALI SEGOVCI MSeg-1/14	kratek niz podatkov	34,50	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,029	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,022
	ODRANCI (Od-1/09)	trenda ni	75,50	TREND PADA	0,079	TREND PADA	0,094
	RAKIČAN (Ra-1/09)	TREND PADA	28,50	/	/	/	/
	RANKOVCI 3371	TREND PADA	38,00	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,003	vrednosti so se znižale pod 0,03 µg/L	0,015
	VEŠČICA (Ve-1/09)	vrednosti so narasle za 4,35 mg/L	4,20	/	/	/	/
	VUČJA VAS 0271	trenda ni	5,75	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,003	trenda ni	0,007
	ZGORNJE KRAPJE (ZK-1/09)	trenda ni	22,00	/	/	/	/
	ŽEPOVCI Žep-2/10	trenda ni	40,00	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,005	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0
6021 Goriška Brda in Trnovsko-Banjška planota	MIREN 0330	trenda ni	22,05	/	/	/	/
	MIREN 13A	kratek niz podatkov	39,35	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,001	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0
	VRTINA NG-Č	kratek niz podatkov	16,20	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,003	vrednosti so pod 0,03 µg/L	0,005

VTPodV: vodno telo podzemne vode, MM: merilno mesto

Število merilnih mest s statistično značilnimi trendi po vodnih telesih podzemne vode, je podano v tabelah 7-9. Grafični prikazi statistično značilnih, padajočih ali naraščajočih koncentracij onesnaževal so v prilogah 5-10. Na spletu ARSO so excelove datoteke z analizami podatkov:

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

Meritve nitrata so se v letu 2019, v vodonosnikih z medzrnsko poroznostjo izvajale skoraj na celotni merilni mreži (tabela 7). Pokazale so, da se koncentracije nitrata statistično značilno znižujejo. Največ merilnih mest s padajočim trendom za nitrat je bilo v Savski kotlini in Ljubljanskem barju, v Savinjski kotlini ter v Dravski kotlini. Kljub temu so bile na določenih merilnih mestih s padajočim trendom vsebnosti nitrata še vedno visoke, višje od okoljskega standarda. Takšna merilna mesta so Godešič, Žabnica, Levec AMP-1, Medlog vodnjak A, Šempeter 0840, Lancova vas ter Zagojiči (grafikon 20, 31, 39, 42, 43, 53, 57). Na črpališču Drnovo, v Krški kotlini ter v globoki vrtini črpališča Skorba, v Dravski kotlini, trend za nitrat narašča, vrednosti v letu 2019 so bile nad 75 % standardna kakovosti (grafikon 44, 51).

Meritve atrazina in desetil-atrazina se v vsakoletnih programih monitoringa podzemne vode izvajajo na tistih merilnih mestih, na katerih vsebnosti parametrov niso nižje od 20 % standarda kakovosti. V letu 2019 je bilo to na več kot polovici merilnih mest znotraj vodonosnikov z medzrnsko poroznostjo. Izjema je bila Dravska kotlina, kjer je bilo v preteklih letih onesnaženje podzemne vode obsežnejše, zato so se v tem telesu meritve izvajale na več kot dveh tretjinah merilnih mest (tabela 8-9). Rezultati analiz trendov za atrazin in njegov razgradni produkt desetil-atrazin kažejo, da se je stanje v vodnih telesih po prepovedi rabe v letu 2003 izboljšalo. V Savski kotlini in Ljubljanskem barju, Savinjski, Krški, ter Murski kotlini, so se v posameznih območjih teh teles vrednosti atrazina in/ali desetil-atrazina, znižale pod 0,03 µg/L, parametra se pojavljata le še v sledovih. Na manjšem številu merilnih mest teh teles se vsebnosti še vedno statistično značilno znižujejo (Godešič, Hrastje Ia 0344, Žabnica (grafikon 33-35), črpališče Brege, vrtina Pb-9 (grafikon 48-49), Odranci (grafikon 80)). V črpališčih Krške kotline je desetil-atrazin prisoten že vrsto let. V Bregah se stanje z desetil-atrazinom izboljšuje, v Drnovem pa koncentracije nihajo okoli standarda kakovosti (grafikon 44). Tudi v Dravski kotlini smo v letu 2019 na dobršnem deležu merilnih mestih zabeležili koncentracije atrazina in desetil-atrazina pod 0,03 µg/L. Vendar so na posameznih merilnih mestih tega telesa vsebnosti teh dveh pesticidov še vedno višje in še vedno ugotavljamo statistično značilne padajoče trende. Na 40 % vzorčenih merilnih mest Dravske kotline je bil ugotovljen padajoč trend za atrazin (Kidričevo, Kungota, Lancova vas, Podova, Prepolje, Skorba V-5, Šikole, Tezno) (grafikoni 59-66), na 45 % pa padajoči trend za desetil-atrazin (Kidričevo, Kungota, Lancova vas, Prepolje, Rače, Siget, Skorba V-5, Starše, Šikole) (grafikoni 68-76). V Kidričevem, Kungoti in plitvem vodnjaku črpališča Skorba je bil okoljski standard za atrazin še vedno presežen, v Kidričevem za skoraj trikrat.

Tabela 7: Število merilnih mest z ugotovljenimi trendi ter preseženim okoljskim standardom za nitrat in povprečna vsebnost, ki je v letu 2019 na merilnih mestih prevladovala

Šifra VTPodV	Ime VTPodV	Št. MM	Št. MM z meritvami - nitrat	Št. MM s trendi - nitrat	% MM s trendi - nitrat	Št. MM s trendi in vsebnostjo nitrata (NO ₃) >50 mg/L	Največkrat zabeležena vsebnost nitrata NO ₃ (mg/L) na MM
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	49	49	16	32,7	2	10-25
1002	Savinjska kotlina	12	12	7	58,3	3	>50
1003	Krška kotlina	14	14	4	28,6	0	< 10 in 25-37,5
3012	Dravska kotlina	28	27	7	25,9	2	>50
4016	Murska kotlina	13	13	2	15,4	0	< 10 in 25-37,5
6021	Goriška Brda in Trnovsko-Banjška planota	3	3	0	0	0	10-25

VTPodV: vodno telo podzemne vode, MM: merilno mesto

Tabela 8: Število merilnih mest z ugotovljenimi trendi ter preseženim okoljskim standardom za atrazin in povprečna vsebnost, ki je na merilnih mestih v letu 2019 prevladovala

Šifra VTPodV	Ime VTPodV	Št. MM	Št. MM z meritvami - atrazin	Št. MM s trendi - atrazin	% MM s trendi - atrazin	Št. MM kjer se je vsebnost AT znižala pod 0,03 µg/L	% MM kjer se je vsebnost AT znižala pod 0,03 µg/L	Št. MM s trendom in vsebnostjo AT > 0,1 µg/L	Največkrat zabeležena vsebnost AT (µg/L) na MM
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	49	21	1	4,8	8	38,1	0	<0,03
1002	Savinjska kotlina	12	10	0	0	3	30	0	<0,03
1003	Krška kotlina	14	7	0	0	1	14,3	0	<0,03
3012	Dravska kotlina	28	20	8	40	2	10	3	<0,03
4016	Murska kotlina	13	7	1	14,3	1	14,3	0	<0,03
6021	Goriška Brda in Trnovsko-Banjška planota	3	2	0	0	0	0	0	<0,03

VTPodV: vodno telo podzemne vode, MM: merilno mesto, AT – atrazin

Tabela 9: Število merilnih mest z ugotovljenimi trendi ter preseženim okoljskim standardom za desetil-atrazin in povprečna vsebnost, ki je na merilnih mestih v letu 2019 prevladovala

Šifra VTPodV	Ime VTPodV	Št. MM	Št. MM z meritvami	Št. MM s trendi	% MM s trendi	Št. MM kjer se je vsebnost DAT znižala pod 0,03 µg/L	% MM kjer se je vsebnost DAT znižala pod 0,03 µg/L	Št. MM s trendom in vsebnostjo DAT > 0,1 µg/L	Največkrat zabeležena vsebnost DAT (µg/L) na MM
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	49	21	3	14,3	9	42,9	0	<0,03
1002	Savinjska kotlina	12	10	0	0	8	80	0	<0,03
1003	Krška kotlina	14	7	2	28,6	0	0	0	0,03-0,075
3012	Dravska kotlina	28	20	9	45	3	15	0	<0,03 in 0,03-0,075
4016	Murska kotlina	13	7	1	14,3	1	14,3	0	<0,03
6021	Goriška Brda in Trnovsko-Banjška planota	3	2	0	0	0	0	0	<0,03

VTPodV: vodno telo podzemne vode, MM: merilno mesto

5 POMEMBNEJŠE OBREMENITVE PODZEMNE VODE

V nadaljevanju poročila so nekoliko podrobneje predstavljeni parametri, ki so del ocene kemijskega stanja podzemne vode za leto 2019 in predstavljajo pomembnejše obremenitve podzemne vode. To so nitrati, pesticidi in lahko-hlapni halogenirani ogljikovodiki.

5.1 Nitrati

Vsebnost nitratov smo v letu 2019 spremljali na vseh 176 merilnih mestih in sicer v spomladanskem in jesenskem zajemu. Standard kakovosti je bil presežen na 19 merilnih mestih, kar predstavlja 10,8 % 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 10 je prikazano število merilnih mest in preseganja na merilnih mestih po vodnih telesih, v tabeli 11 pa preseganja po merilnih mestih.

Tabela 10: Število merilnih mest in število ter procent neustreznih merilnih mest glede na vsebnost nitrata po vodnih telesih v letu 2019

Šifra VTPodV	Ime VTPodV	Št. MM	Št. neustr. MM glede na vsebnost nitrata	% neustr. MM glede na vsebnost nitrata
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	49	2	4,1
1002	Savinjska kotlina	12	6	50,0
1003	Krška kotlina	14	0	0
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 Ljublanica	7	0	0
1011	Dolenjski kras	22	0	0
3012	Dravska kotlina	28	9	32,1
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-Banjška planota	9	0	0
	SKUPAJ	176	19	10,8

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

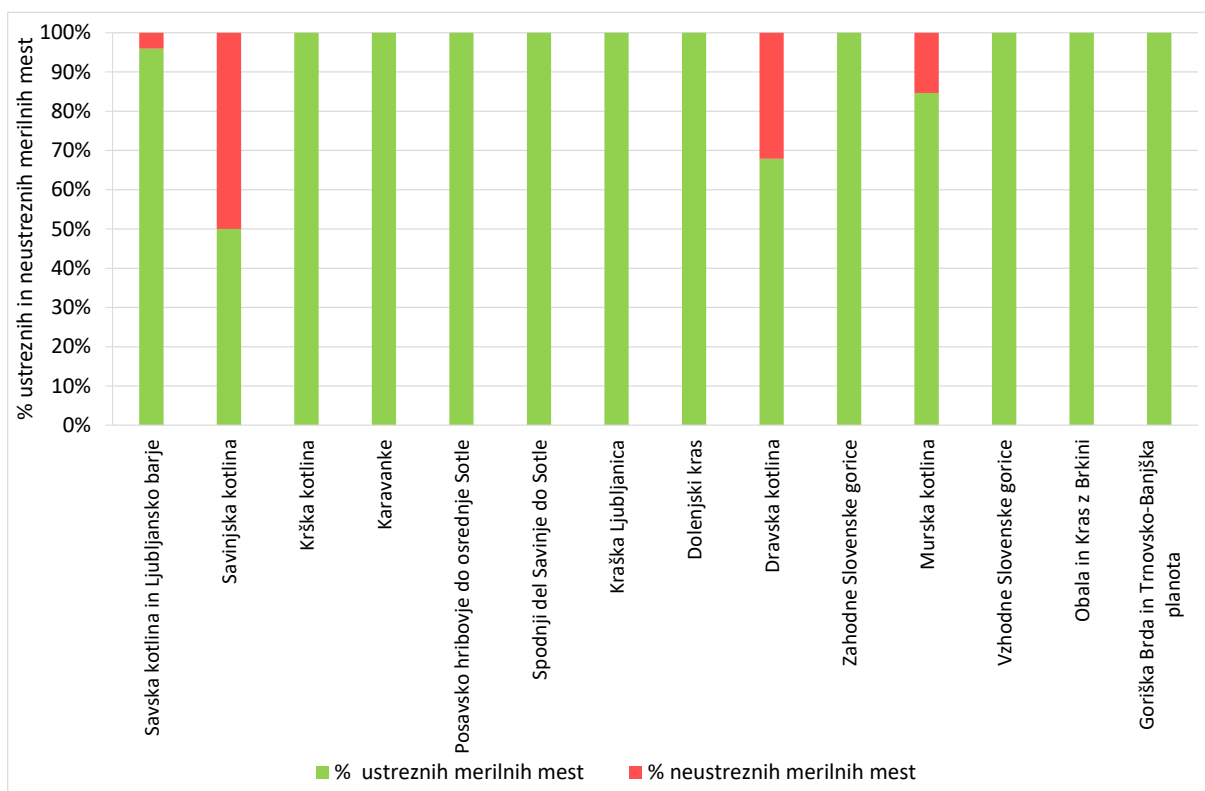
Tabela 11: Preseganje standarda kakovosti za nitrat po merilnih mestih v letu 2019

Šifra VTPodV	Ime VTPodV	Ime merilnega mesta	Nitrati mgNO ₃ /L
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	ŽABNICA 0590	51,0
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	GODEŠIČ SOV-5174	55,5
1002	Savinjska kotlina	TRNAVA Trn-1/14	68,5
1002	Savinjska kotlina	ŠEMPETER 0840	57,5
1002	Savinjska kotlina	ŽALEC Žal 1/14	57,5
1002	Savinjska kotlina	PARIŽLJE Par-1/14	66,5
1002	Savinjska kotlina	LEVEC AMP P-1	51,0
1002	Savinjska kotlina	MEDLOG, vodnjak A	59,5
3012	Dravska kotlina	PREPOLJE, P-1	86,5
3012	Dravska kotlina	PODOVA Pod-1/10	64,0
3012	Dravska kotlina	ŠIKOLE	58,0
3012	Dravska kotlina	SPODNJA HAJDINA SHaj-1/14	60,0
3012	Dravska kotlina	LANCOVA VAS LP-1	64,0
3012	Dravska kotlina	SOBETINCI Sob-1/14	66,0
3012	Dravska kotlina	ZAGOJIČI ZP-3/01	60,0
3012	Dravska kotlina	OBREŽ Obr-1/14	53,0
3012	Dravska kotlina	BUKOVCI Buk-1/14	60,0

Šifra VTPodV	Ime VTPodV	Ime merilnega mesta	Nitrati mgNO ₃ /L
4016	Murska kotlina	GANČANI Gan-1/14	66,0
4016	Murska kotlina	ODRANCI (Od-1/09)	75,5
Standard kakovosti			50,0

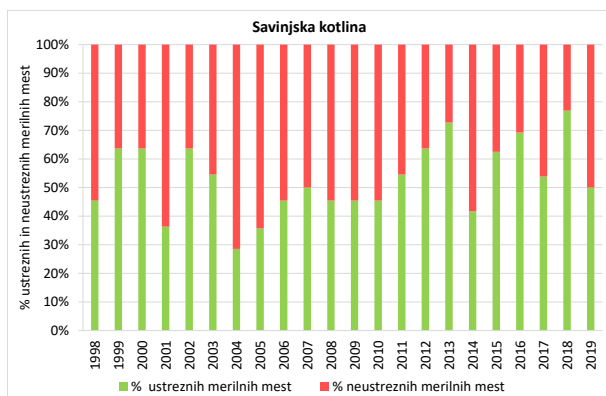
VTPodV: vodno telo podzemne vode

Standard kakovosti za nitrat je bil v letu 2019 presežen na merilnih mestih na štirih vodnih telesih. Na drugih vodnih telesih so bile vsebnosti nitrata pod standardom kakovosti (grafikon 1). Na Savinjski, Murski in Dravski kotlini je preseganje nitrata tudi vzrok za slabo kemijsko stanje.

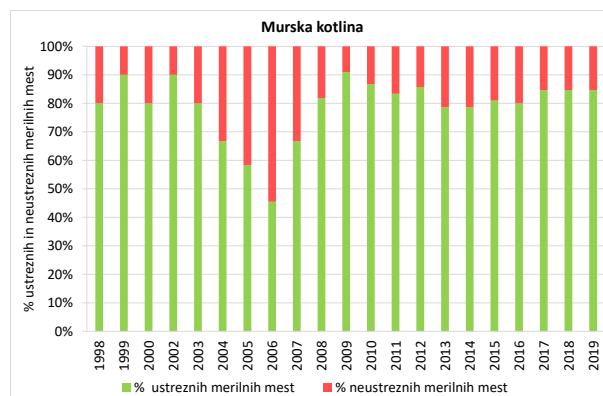


Grafikon 1: Procent ustreznih in neustreznih merilnih mest glede na vsebnost nitrata po vodnih telesih v letu 2019

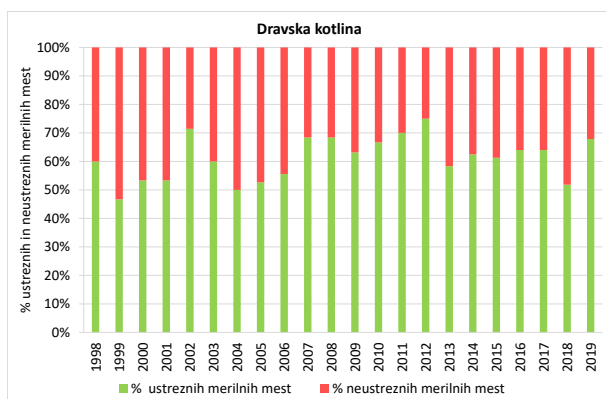
Gibanje procenta merilnih mest s preseganjem standarda kakovosti za nitrat v obdobju od 1998 do 2019 na vodnih telesih s slabim stanjem je prikazan na grafikonih 2-4.



Grafikon 2: Savinjska kotlina, procent neustreznih merilnih mest za nitrat 1998-2019



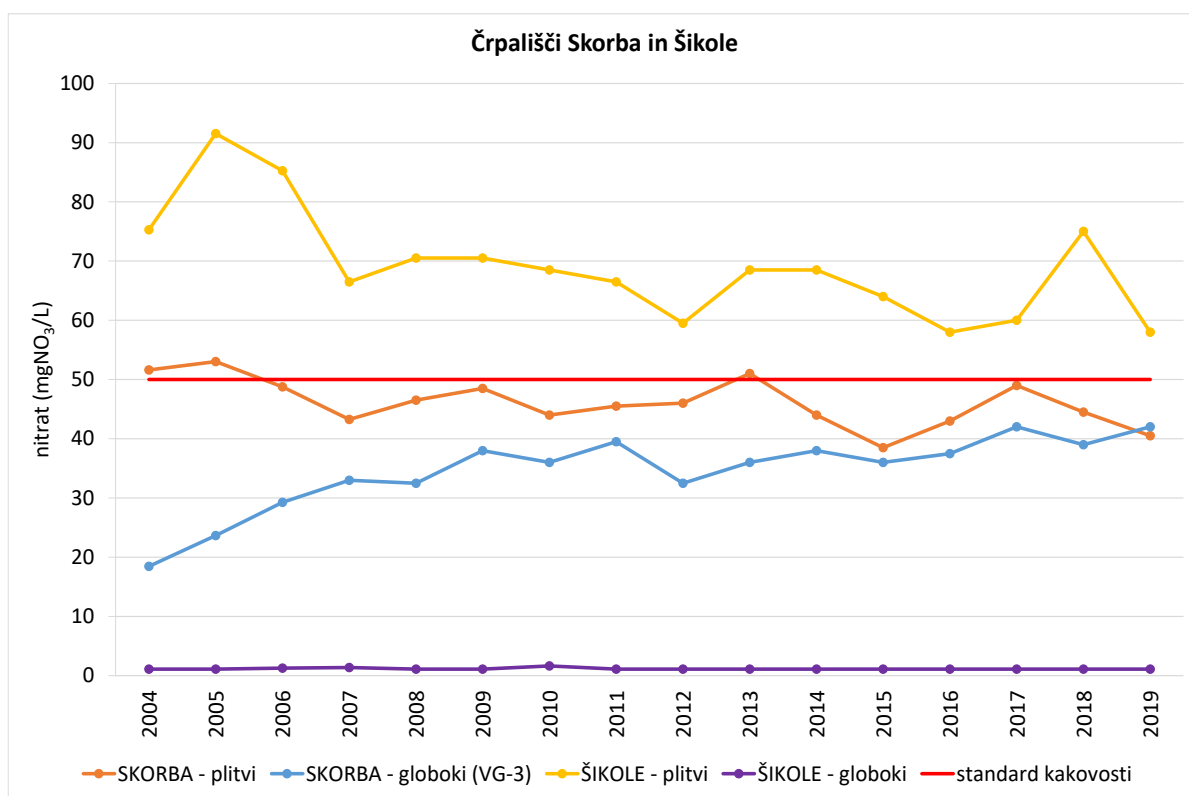
Grafikon 4: Murska kotlina, procent neustreznih merilnih mest za nitrat 1998-2019



Grafikon 3: Dravska kotlina, procent neustreznih merilnih mest za nitrat 1998-2019

V letu 2019 je bilo na Savinjski kotlini kar na polovici merilnih mest presežen standard za nitrat (grafikon 2). Verjetno k temu nekaj pripomore tudi dejstvo, da je na tem vodnem telesu nekoliko gostejše mreža kot je v ostalih vodnih telesih z medzrnskimi vodonosniki (tabela 10) ter da je bila nadgradnja merilne mreže, z namenskimi, novimi merilnimi mesti, izvedena predvsem na bolj obremenjenih delih vodnega telesa.

Drugo najbolj obremenjeno je bilo vodno telo podzemne vode Dravska kotlina, kjer je bil standard kakovosti presežen na devetih merilnih mestih (32,1 %) (grafikon 3). Še vedno predstavlja velik problem obremenjenost na centralnem in južnem delu vodnega telesa. Posebej problematična je vsebnost nitrata na dveh črpališčih pitne vode in sicer v Skorbi in Šikolah. V Šikolah so vsebnosti nitrata že vrsto let presežene v plitvem vodonosniku. V Skorbi vsebnost nitrata narašča v globokem vodonosniku, v letu 2019 je bila povprečna letna vsebnost v globokem vodonosniku prvič nekoliko višja, kot v plitvem vodonosniku (grafikon 5).

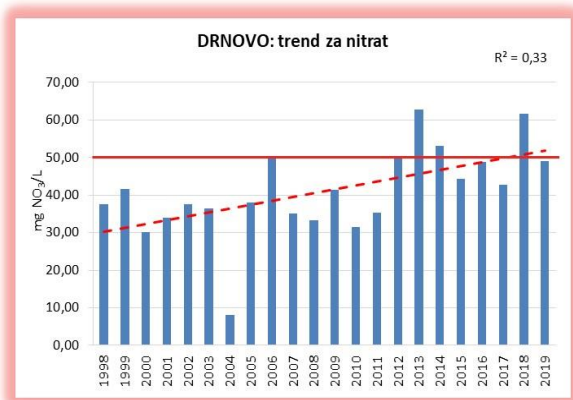


Grafikon 5: Vsebnost nitrata na črpališčih Skorba in Šikole v obdobju 2004-2019

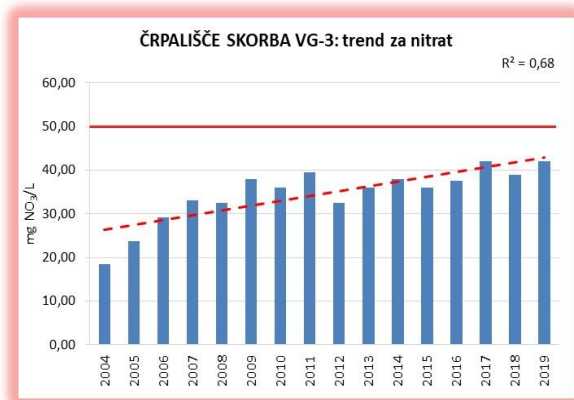
Zaradi problema naraščanja nitrata na črpališču Skorba smo v letu 2018 merilno mrežo na tem območju razširili še na dva dodatna objekta in sicer dodatni objekt na črpališču Skorba (globoki vodnjak VG-4) in dodatni objekt na črpališču Lancova vas (globoki vodnjak GLV-1/00), ki se nahaja dolvodno od črpališča Skorba. Oba dodatna objekta sta bila zaradi spremljanja stanja nitrata uvrščena v redni program monitoringa.

Slabo kemijsko stanje zaradi preseganja vsebnosti nitrata, je bilo v letu 2019 tudi Murski kotlini. Procent merilnih mest s preseganjem nitrata je nekoliko nižji v primerjavi z Savinjsko in Dravsko kotlino (grafikon 4), vendar se neustrezni merilni mesti nahajata v osrednjem delu vodnega telesa. To je območje, kjer so obremenitve največje in kjer nastopa odprti vodonosnik, brez zgornjih slabše prepustnih plasti. Vodonosnik je torej brez naravne zaščite in je zaradi tega bolj ranljiv ter bolj podvržen onesnaženju.

Analiza trendov je pokazala, da vsebnost nitrata s statistično značilnostjo pada na vseh vodnih telesih s slabim stanjem (Savinjska, Dravska in Murska kotlina), (tabela 5, 6) ter na vodnih telesih Savska kotlina in Ljubljansko Barje ter Goriška Brda in Trnovsko-Banjška planota, ki sta vrsto let v dobrem kemijskem stanju (tabela 4-6). Največji delež merilnih mest padajočimi trendi je v Savinjski kotlini, saj se vsebnosti nitrata na 7 od 12 merilnih mest statistično značilno znižujejo (tabela 6-7). V Krški in Dravski kotlini smo na dveh merilnih mestih ugotovili statistično značilen naraščajoč trend nitrata. Zaskrbljujoče je dejstvo, da gre za merilni mesti na črpališčih pitne vode in sicer v Drnovem, v Krški kotlini, kjer se vrednosti nitrata v zadnjih letih gibljejo okoli standarda kakovosti (grafikona 6, 44) ter v globokem objektu na črpališču Skorba v Dravski kotlini (grafikona 7, 51), kjer je bila leta 2016 dosežena vsebnost 75 % standarda kakovosti in od takrat dalje še vedno narašča.



Grafikon 6: Naraščajoč trend nitrata na merilnem mestu Drnovo – Krška kotlina



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

5.2 Pesticidi in njihovi razgradni produkti

Vsebnost pesticidov in njihovih razgradnih produktov smo v letu 2019 spremljali na 76 merilnih mestih od skupno 176 merilnih mest in sicer v spomladanskem in jesenskem zajemu. Pesticide spremljamo na merilnih mestih, kjer presegajo standard kakovosti in tam kjer so bili standardi kakovosti preseženi 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 12 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 13 pa so prikazana presejanja po merilnih mestih.

Tabela 12: Število merilnih mest, neustrezna merilna mesta, število preseženih merilnih mest glede na posamezen pesticid po vodnih telesih v letu 2019:

Šifra 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)	Propikonazol (µg/L)
1001	Savska kotlina in Ljubljansko barje	49	21							
1002	Savinjska kotlina	12	10							
1003	Krška kotlina	14	7	1	7,1			1		
1005	Karavanke	4								
1008	Posavsko hribovje do osrednje Sotle	5	1	1	20,0			1		
1009	Spodnji del Savinje do Sotle	4								
1010	Kraška Ljubljana	7								

Šifra 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)	Propikonazol (µg/L)
1011	Dolenjski kras	22	4							
3012	Dravska kotlina	28	21	6	21,4	1	3		1	1
3015	Zahodne Slovenske gorice	2	1							
4016	Murska kotlina	13	7	1	7,7		1	1		
4017	Vzhodne Slovenske gorice	4	2	1	25,0	1				
5019	Obala in Kras z Brkini	3								
6021	Goriška B. in Trnov.-Banjška planota	9	2							
	SKUPAJ	176	76	10	5,7	2	4	3	1	1

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

Tabela 13: Preseganje standarda kakovosti za posamezen pesticid po merilnih mestih v letu 2019

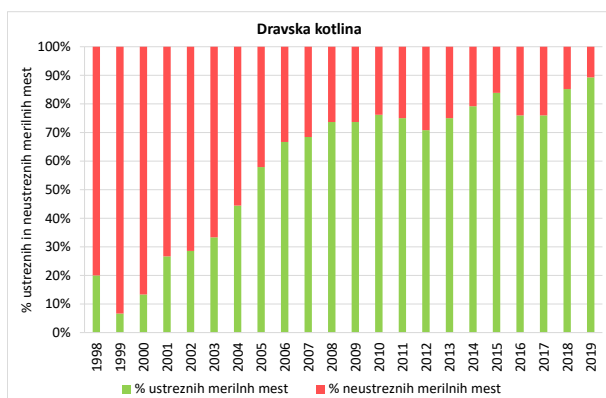
Šifra VTPodV	Ime VTPodV	Ime merilnega mesta	Metolaklor (µg/L)	Atrazin (µg/L)	Desetil-atrazin (µg/L)	Prometrin (µg/L)	Propikonazol (µg/L)
1003	Krška kotlina	DRNOVO			0,102		
1008	Posavsko hribovje do osrednje Sotle	KAMNJE Š-1/92			0,13		
3012	Dravska kotlina	PREPOLJE, P-1	0,16				
3012	Dravska kotlina	PODOVA Pod-1/10				0,13	
3012	Dravska kotlina	KUNGOTA (Ku-1/09)		0,11			
3012	Dravska kotlina	KIDRIČEVO		0,29			
3012	Dravska kotlina	SKORBA V-5		0,13			
3012	Dravska kotlina	SOBETINCI Sob-1/14					0,31
4016	Murska kotlina	GANČANI Gan-1/14		0,12	0,16		
4017	Vzhodne Slovenske gorice	LUKAVCI V3	0,17				
		Standard kakovosti	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

VTPodV: vodno telo podzemne vode

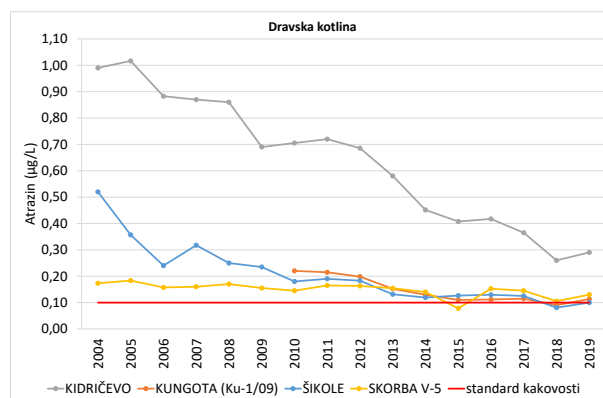
V letu 2019 je standard kakovosti največkrat preseгла vsebnost atrazina in njegovega razgradnega produkta desetil atrazina in sicer sedemkrat, medtem ko je bilo preseganj metolaklora, prometrina in propikonazola manj. Vsa merilna mesta s preseganji se nahajajo na vodonosnikih z medzrnsko poroznostjo.

Po vsebnosti atrazina je bilo vodno telo Dravske kotline v letu 2019, v slabem kemijskem stanju. Na Dravski kotlini v centralnem delu njegova vsebnost sicer pada, vendar na treh

merilnih mestih še vedno presega mejno vrednost (Kidričevo, Kungota, Skorba V-5), (grafikon 59, 60, 64). Na grafikonu 8 je po letih prikazan procent merilnih mest na Dravski kotlini s preseganjem atrazina in/ali desetil atrazina, na grafikonu 9 pa trend vsebnosti atrazina na najbolj obremenjenih merilnih mestih Dravske kotline. Najvišje koncentracije atrazina in desetil-atrazina so bile izmerjene v Kidričevem. Preseganje mejne vrednosti smo zaznali le še na enem merilnem mestu izven Dravske kotline in sicer v Gančanih na Murski kotlini. Na drugih merilnih mestih atrazin zaznamo v sledovih ali pa je že popolnoma izginil.



Grafikon 8: Preseganja atrazina in/ali desetil atrazina na Dravski kotlini

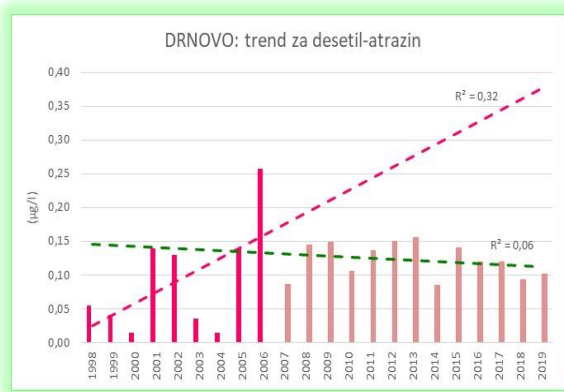


Grafikon 9: Atrazin na bolj obremenjenih merilnih mestih na Dravski kotlini

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), (grafikon 7, 64, 65), čeprav vsebnosti tudi tam upadajo.

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 8). Razloge je potrebno iskati v geometriji vodonosnika, njegovi litološki sestavi, v dinamiki podzemne vode, v napajanju vodonosnika, kot 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.

V črpališčih Krške kotline se že vrsto let pojavlja desetil-atrazin. V črpališču Brege koncentracije pesticida statistično značilno padajo in so že več let pod standardom kakovosti (grafikon 48). V črpališču Drnovo koncentracije desetil-atrazina nihajo. Opazujemo jih v dveh časovnih intervalih. Od leta 1998 do 2006 so vsebnosti naraščale, nato pa so se, nekaj let po prepovedi rabe, znižale (grafikon 10).



Grafikon 10: Črpališče Drnovo, koncentracije desetil-atrazina

5.3 Lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki

V letu 2019 smo vsebnost lahkohlapnih halogeniranih ogljikovodikov spremljali na 21 merilnih mestih. Vrednost praga za lahkohlapne halogenirane ogljikovodike je bila presežena na treh merilnih mestih, in sicer v Levcu VC-1772 v Savinjski kotlini ter v Murski kotlini, v Rakičanu in Gančanih (tabela 14). V nasprotju z nitratom in pesticidi, ki odražajo pritisk kmetijstva in urbanizacije, lahkohlapne halogenirane organske spojine odražajo industrijsko obremenitev.

Tabela 14: Preseganje vrednosti praga za lahkohlapne halogenirane ogljikovodike po merilnih mestih v letu 2019

Šifra VTPodV	Ime VTPodV	Ime merilnega mesta	Tetrakloroeten (µg/L)	Vsota LHCH (µg/L)
1002	Savinjska kotlina	LEVEC VC-1772	3,45	
4016	Murska kotlina	RAKIČAN (Ra-1/09)	30,5	47,9
4016	Murska kotlina	GANČANI Gan-1/14	11,0	11,0
Vrednost praga			2,0	10,0

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.

6 Ostanke zdravil v podzemni vodi

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 ekosisteme ter nenazadnje preko pitne vode tudi na nas, ljudi.

Farmacevtske učinkovine in njihovi razgradni 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 pogosto odstrani le v sledovih, farmacevtske učinkovine končajo v rekah, v 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.

V okviru monitoringa podzemne vode smo v letu 2014 pričeli s spremljanjem farmacevtskih učinkovin in njihovih razgradnih produktov v podzemni vodi. 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. Sprva smo farmacevtske učinkovine spremljali na bolj obremenjenih vodnih telesih z medzrnsko poroznostjo in večjih kraških vodnih telesih, kasneje pa smo merilno mrežo razširili tudi na ostala tudi manj obremenjena vodna telesa.

V programu smo spremljali farmacevtske učinkovine, ki se uporabljajo:

- za zdravljenje bakterijskih okužb, antibiotiki
- za zdravljenje srčno-žilnih bolezni
- za uravnavanje krvnih maščob
- kot ne-steroidna protivnetna zdravila
- za zdravljenje astme
- kot protibolečinska/protivročinska zdravila
- nekatere hormone
- kofein
- v okolju zelo obstojen karbamazepin, ki ima širok spekter uporabe

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

V letu 2019 smo farmacevtske učinkovine spremljali na 120 merilnih mestih, na osmih vodnih telesih:

- 1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje
- 1002 Savinjska kotlina

- 1003 Krška kotlina
- 1010 Kraška Ljubljana
- 1011 Dolenjski kras
- 3012 Dravska kotlina
- 4016 Murska kotlina
- 6021 Goriška Brda in Trnovsko-Banjška planota

Analize smo opravili v spomladanskem zajemu. V vzorcih v letu 2019 smo tako kot pretekla leta določili največ kofeina (v 83 vzorcih), karbamazepina (v 17 vzorcih), diklofenaka in sulfametoksazola (v treh vzorcih) ter po enkrat propranolol, paracetamol in naproksen. Pogosto smo v vzorcih določili tudi salicilno in acetilno kislino. Ker smo ti dve farmacevtski učinkovini v letu 2019 določali prvič, bomo za oceno pojavljanja v vzorcih podzemne vode potrebovali več meritev.

Rezultati analiz so pokazali, da so nekatera merilna mesta bolj in stalno obremenjena. V tabeli 15 je prikazano deset najbolj obremenjenih merilnih mest. Prikazano je število vzorcev v obdobju 2014-2019, število vzorcev, kjer smo določili farmacevtske učinkovine med mejo določljivosti, število določenih farmacevtskih učinkovin skupaj in število posameznih določenih učinkovin.

Tabela 15: Deset najbolj obremenjenih merilnih mest, število vzorcev in analizirane farmacevtske učinkovine v obdobju 2014-2019

Šifra VTPodV	Ime VTPodV	Ime merilnega mesta	Št. vseh vzorcev	Št. vzorcev > LOQ	Št. spojin > LOQ	Diklofenak	Karbamazepin	Kofein	Sulfametoksazol	Teofilin
1011	Dolenjski kras	KRKA	11	11	23	2	9	2	10	
1011	Dolenjski kras	TEŽKA VODA	11	11	13		11	1	1	
4016	Murska kotlina	ŽEPOVCI Žep-2/10	9	9	10		8	2		
1011	Dolenjski kras	RADEŠČA, Podturn	11	8	11		7	2	2	
1011	Dolenjski kras	BILPA	11	8	11		5	4	2	
4016	Murska kotlina	RAKIČAN (Ra-1/09)	9	8	10		8	2		
1010	Kraška Ljubljana	IZVIR LJUBLJANICE - Močilnik	11	7	13		3	7	2	1
1010	Kraška Ljubljana	STROJARČEK	11	7	8		1	4	2	1
1011	Dolenjski kras	KRKA - IZVIR POLTARICA	11	7	8		4	2	1	1
1002	Savinjska kotlina	BREG 0311	9	5	6			3	3	

VTPodV: vodno telo podzemne vode, LOQ: meja določljivosti

Večina merilnih mest se nahaja na vodnih telesih, kjer prevladuje kraški tip vodonosnika. Zaradi bolj dinamične povezave površinskih in podzemnih voda na teh vodonosnikih odpadne vode čistilnih naprav, ki imajo izpust v reke ali tla, hitreje pronicajo v vodonosnik. Na vodnih telesih, kjer prevladuje vodonosnik s kraško in razpoklinsko poroznostjo, 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. V vodonosnikih z medzrnsko poroznostjo izstopata dve merilni mesti na Murski kotlini (Žepovci in Rakičan). Vzrok onesnaženja podzemne vode s farmacevtskimi učinkovinami v vodonosnikih z medzrnsko poroznostjo prvenstveno odraža urbano poselitev in posledično neurejeno kanalizacijsko mrežo.

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 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.

7 Stanje izvirov na ogroženem območju človeške ribice

Uredba o stanju podzemnih voda (Ur. l. RS, št. 25/09, 68/12 in 66/16) nam nalaga tudi spremljanje stanja voda na območjih, kjer je podzemna voda povezana s površinskimi vodami, koncentracije onesnaževal v podzemni vodi pa lahko škodljivo vplivajo na vodne in kopenske ekosisteme, ki so od njih neposredno odvisni. 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 (Ur. l. RS, št. 63/05 in 8/18) ta del podzemne vode spada v dve vodni telesi podzemne vode in sicer v vodno telo Kraška Ljubljanka 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 mgNO₃/L), kovine, pesticidi in PCB¹. 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 9,2 mgNO₃/L kot ciljno mejno vrednost za ugodno stanje habitata človeške ribice².

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

¹ 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

² 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

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

Šifra VTPodV	Ime VTPodV	Merilno mesto	Koordinata X	Koordinata Y	Prvo leto opazovanj
1010	Kraška Ljubljana	MALENSČICA	75630	442510	2003
1011	Dolenjski kras	VIR PRI STIČNI	89419	486080	2016
1011	Dolenjski kras	OBRH RINŽA	58000	486700	2007
1011	Dolenjski kras	DOBLIČICA	45260	511590	1990
1011	Dolenjski kras	JELŠEVNIK	47634	511988	2014
1011	Dolenjski kras	OTOVŠKI BREG	49790	513383	2014
1011	Dolenjski kras	PAČKI BREG	48591	513155	2014
1011	Dolenjski kras	KRUPA	54521	517290	1993
1011	Dolenjski kras	METLIŠKI OBRH	56485	525155	1992

VTPodV: vodno telo podzemne vode

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. V letu 2019 smo na štirih merilnih mestih (Malenščica, Otopski breg, Krupa in Metliški obrh) vzorčili tudi ostanke zdravil.

Ker trenutno zakonodaja, ki bi predpisovala mejne vrednosti in sistem monitoringa, ni na voljo, smo pri oceni stanja kraških izvirov, kjer prebiva človeška ribica, 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 podzemnih voda (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)

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 NO₃/L**. Mejna vrednost je bila določena na osnovi razpoložljivih ekotoksikoloških podatkov za vodne organizme in z upoštevanjem naravnega ozadja.

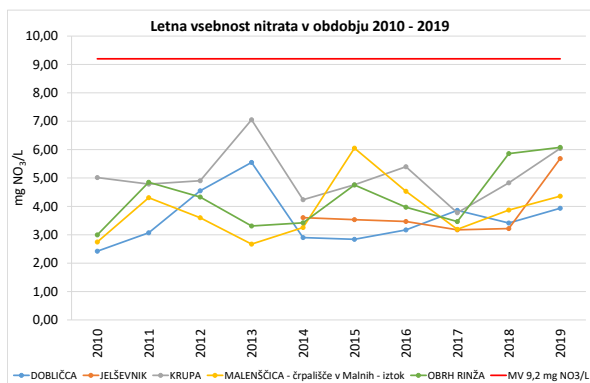
Glede na to, da v študiji ni predpisana metodologija vrednotenja, smo v tabeli 17 prikazali vsako posamezno vrednost in jo glede na predlagano mejno vrednost označili kot ustrezno ali neustrezno. V kolikor je bilo na merilnem mestu več meritev v enem mesecu je v tabeli prikazana povprečna vrednost. Na grafikonih 11-12 je prikazana povprečna letna vsebnost nitrata v obdobju 2010 do 2019 za dve skupini kraških izvirov in predlagana mejna vrednost za nitrat, ki določa ugodno stanje habitata človeške ribice.

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

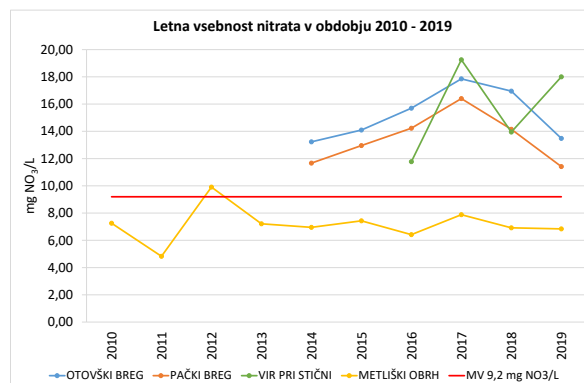
	MALENSČICA	DOBLIČCA	KRUPIA	METLIŠKI OBRH	OBRH RINŽA
maj.2010	3,63	2,77	4,28	6,75	3,33
sep.2010		2,44	5,75	7,76	2,66
nov.2010	1,86	2,05			
maj.2011	3,96	2,80	4,44	4,83	4,23
sep.2011	4,65	3,34	5,13		5,47
maj.2012	3,36	4,67	4,33	8,72	5,49
okt.2012	3,84	4,43	5,48	11,10	3,17
jun.2013	2,67	5,55	5,53	6,46	3,31
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.2019	3,74	3,03	4,80	5,50	4,33
sep.2019	4,98	4,84	7,28	8,18	7,83

	JELŠEVNIK	OTOVŠKI BREG	PAČKI BREG	VIR PRI STIČNI
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	12,40
jun.2016	3,20	13,10	12,70	15,30
avg.2016	3,86	19,70	17,00	10,90
okt.2016	4,25	17,20	15,80	8,48
jun.2017	2,83	19,90	17,70	18,20
okt.2017	3,52	15,80	15,10	20,30
maj.2018	2,59	15,50	13,00	17,20
okt.2018	3,85	18,40	15,30	10,70
maj.2019	6,71	6,36	6,83	16,40
sep.2019	4,66	20,6	16,00	19,60

Legenda
 Predlagan standard ni presežen
 Predlagan standard je presežen



Grafikon 11: Povprečne letne vsebnosti nitrata v obdobju 2010-2019 in predlagana mejna vrednost za nitrat za kraške izvire (a)



Grafikon 12: Povprečne letne vsebnosti nitrata v obdobju 2010-2019 in predlagana mejna vrednost za nitrat za kraške izvire (b)

Rezultati meritev so pokazali, da glede na vsebnosti nitrata merilna mesta Malenščica, Dobljica, Krupa, Obrh, Rinža in Jevšenik dosegajo dobro stanje. Na merilnem mestu Metliški obrh je bila vsebnost nitrata občasno presežena, v letih 2012 in 2017 je povprečna vrednost presegala tudi predlagano mejno vrednost. Merilna mesta Otovški in Pački breg ter Vir pri stični pa kažejo slabo stanje glede na predlagano mejno vrednost. Ocena na podlagi omenjene študije je neuradna, saj ugotovitve študije še niso bile prenesene v veljavno zakonodajo, ki bi poleg mejne vrednosti predpisovala tudi način izvajanja monitoringa in vrednotenja rezultatov.

Obremenjenost kraških izvirov in vpliv na habitat človeške ribice, bi bilo potrebno vrednotiti bolj celovito. Kraški izviri, na katerih spremljamo vpliv kakovosti podzemne vode na človeško ribico, imajo različno velika napajalna zaledja in različno velike pretoke. S tem v zvezi bi bilo potrebno v prvi fazi prostorsko opredeliti napajalna zaledja in oceniti količinsko stanje teh izvirov. Nato bi bilo treba znotraj zaledij opraviti analizo rabe tal in antropogenih vplivov ter z njo opredeliti točkovne kot tudi razpršene vire onesnaženja. Glede na količinsko stanje in glede na analizo pritiskov bi se opredelilo primerno frekvenco vzorčenja.

V poročilu dostopnem na spletu, Inšpektorat RS za okolje in prostor poroča, da je bil na območju belokranjskega krasa opravljen inšpekcijski nadzor nad delovanjem:

- komunalnih in industrijskih čistilnih naprav,
- zavezancev, ki predelujejo biološko razgradljive odpadke (kompostarna, bioplinarna),
- živilsko predelovalnih podjetij ter IED farm,

zaradi katerih prihaja do prekomernih obremenitev okolja, kar ogroža habitat človeške ribice.

Nadzor kompostarn in bioplinarne je pokazal, da skladnost zavezancev še ni zadovoljiva. Rezultati kontrolnih monitoringov so v dveh primerih pokazali, da kompost oz. digestat ne dosega ustrezne kakovosti. Zaradi tega bo potrebno tudi v prihodnje vršiti nadzor, zlasti nad analizami kakovosti komposta in digestata (<https://www.gov.si/novice/2019-12-13-koncan-celovit-nadzor-obremenitev-na-obmocju-belokranjskega-in-postojskega-krasa-ki-predstavljajo-tveganje-za-zivljenje-cloveske-ribice/>). Pravila ravnanja in druge pogoje v zvezi s predelavo biološko razgradljivih odpadkov ureja Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata (Ur. l. RS, št. 99/13, 56/15 in 56/18). Uredba med drugim predpisuje tudi mejne vrednosti vnosa nevarnih snovi v tla (kadmij, krom, baker, živo srebro, nikelj, svinec, cink). Letni vnos komposta ali digestata v ali na tla ne sme presegati mejnih vrednosti letnega vnosa nevarnih snovi in ne sme povzročiti preseganja mejnih imisijskih vrednosti nevarnih snovi v tleh v skladu s predpisom, ki ureja mejne, opozorilne in kritične imisijske vrednosti nevarnih snovi v tleh. Zaradi navedenega bi bilo v celovito presojo vpliva obremenitev na kraške izvire in habitat človeške ribice smiselno vključiti tudi nadzor nad kakovostjo tal.

Stanje izvirov, ocenjeno na podlagi Uredbe o stanju podzemnih voda in Uredbe o stanju površinskih voda

Parametri kemijskega stanja

Mejne vrednosti za parametre kemijskega stanja iz Uredbe o stanju površinskih voda (Ur. l. RS št. 14/09, 98/10, 96/13, 24/16) in mejne vrednosti iz Uredbe o stanju podzemnih voda (Ur. l. RS št. 25/09, 68/12, 66/16) v nobenem od naštetih izvirov v letu 2019 niso bile presežene, zato so vsi izviri v letu 2019 v dobrem kemijskem stanju.

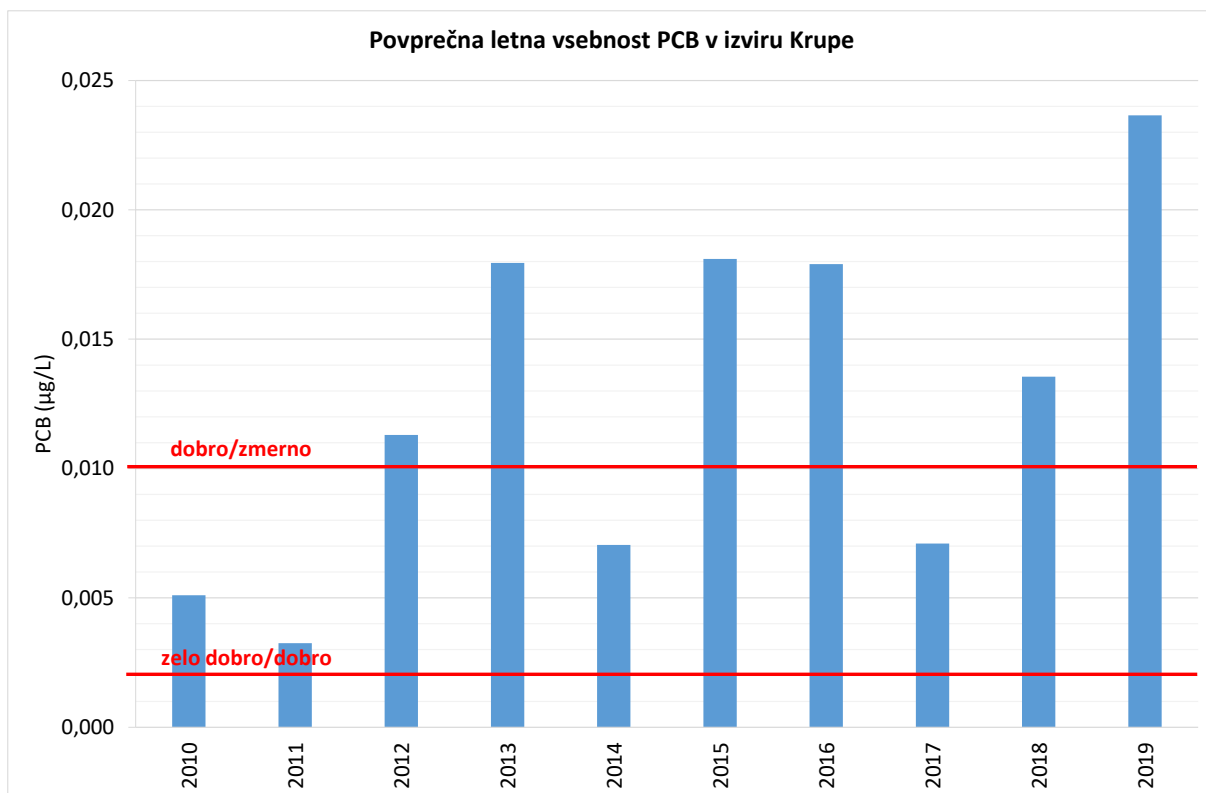
Parametri ekološkega stanja

Uredba o stanju površinskih voda (Ur. l. RS št. 14/09, 98/10, 96/13, 24/16) poleg parametrov za oceno kemijskega stanja površinskih voda določa tudi standarde za posebna onesnaževala, ki so del ocene ekološkega stanja voda. Standardi kakovosti za posebna onesnaževala, ki so določeni na nacionalnem nivoju, 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 in so praviloma strožji kot mejne vrednosti za pitno vodo. Ekološko stanje vodotokov se glede na ekološki tip vodotoka vrednoti tudi na podlagi celotnega fosforja in nitrata. Za razliko od ostalih parametrov se v primeru skupnega fosforja in nitrata izračuna mediana.

V letu 2019 je mejno vrednost za dobro/zmerno stanje presegala vsebnost PCB na Krupi in skupni fosfor na izviru Vir pri Stični, zato vsebnost teh dveh parametrov v nadaljevanju prikazujemo bolj podrobno. Vsa ostala merilna mesta so glede na vsebnost posebnih onesnaževal, celotnega fosforja in nitrata v dobrem ali zelo dobrem stanju.

Vsebnost PCB na izviru Krupe

Obremenjenost območja Semiča s PCB zaradi proizvodnje kondenzatorjev v letih 1962 – 1985 v tovarni Iskra Semič še vedno predstavlja okoljski problem. Zaradi emisij iz proizvodnje in neustrezno odloženih odpadkov v okolje, je prišlo z izcejanjem v kraško podzemlje do onesnaženja belokranjskega krasa, predvsem v zaledju izvira reke Krupe. Onesnaženje s PCB ostaja tudi po več kot tridesetih letih še vedno problematično. Povprečne letne vrednosti vsote PCB v izviru Krupe so prikazane na grafikonu 13.

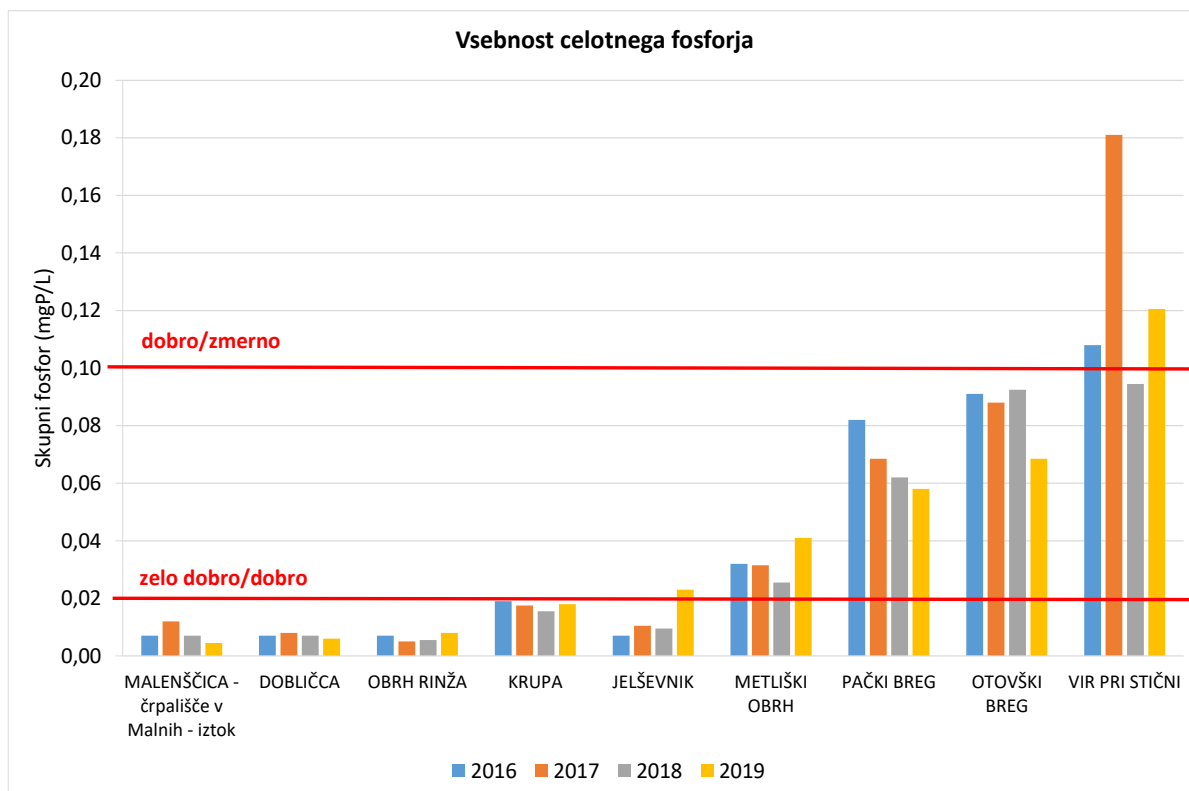


Grafikon 13: Povprečna letna vsebnost PCB v izviru Krupe in mejna vrednost za zelo dobro/dobro in dobro/zmerno ekološko stanje površinskih voda

Vsebnosti PCB v izviru Krupe še vedno nihajo in pogosto presegajo mejno vrednost za dobro/zmerno stanje v okviru posebnih onesnaževal, ki so del ocene ekološkega stanja. V letu 2019 je bil izvir Krupe glede na vsebnost PCB v zmernem stanju.

Celotni fosfor

Od parametrov, ki predstavljajo del ocene ekološkega stanja, je bila v letu 2019 presežena vsebnost celotnega fosforja na izviru Vir pri Stični (grafikon 14).



Grafikon 14: Celotni fosfor (mediana) in mejna vrednost za zelo dobro/dobro in dobro/zmerno ekološko stanje površinskih voda

V letu 2019 je bil izvir Vir pri Stični v zmernem stanju po vsebnosti celotnega fosforja, štirje izviri so bili v zelo dobrem stanju, štirje pa v dobrem. Izvir Vir pri Stični je bil v zmernem ekološkem stanju po vsebnosti celotnega fosforja tudi v letih 2016 in 2017, kar kaže na to, da je v okolici izvira stalen vir onesnaženja, ki bi ga bilo potrebno identificirati in ustrezno sanirati.

Podrobno poročilo o stanju izvirov na območju človeške ribice s pregledom in obdelavo vseh podatkov smo pripravili v poročilu o kakovosti podzemne vode v letu 2018.

Ostanki zdravil

Na izviri, ki predstavljajo habitat človeške ribice, od leta 2014 analiziramo tudi ostanke zdravil. V letu 2019 smo vzorce odvzeli na štirih merilnih mestih in sicer na treh, kjer smo v preteklosti že identificirali ostanke zdravil (Malenščica, Krupa in Metliški obrh) ter prvič na Otovškem bregu. Vzorčenje smo opravili enkrat in sicer v spomladanskem vzorčenju. V vzorcih smo nad mejo določljivosti na izviru Krupe določil karbamazepin ($0,006\mu\text{g/L}$) in propranolol ($0,018\mu\text{g/L}$), na izviru Otovški breg pa sulfametoksazol ($0,061\mu\text{g/L}$). Karbamazepin ima širok spekter uporabe (epilepsija, nevralgija trigeminusa, diabetična nevropatija, zdravljenje bipolarnih motenj, abstinenčni sindrom pri alkoholikih, ...). Propranolol se kot beta blokator uporablja za zniževanje krvnega tlaka. Obe farmacevtski učinkovini se uporabljata v humani medicini in kažeta na obremenjenost izvirov s komunalno odpadno vodo. Antibiotik sulfametoksazol pa se uporablja tudi v veterinarski medicini, njegov vir pa bi bil poleg komunalnih odpadnih voda lahko tudi gnojenje površin v zaledju izvira Otovški breg.

8 VIRI

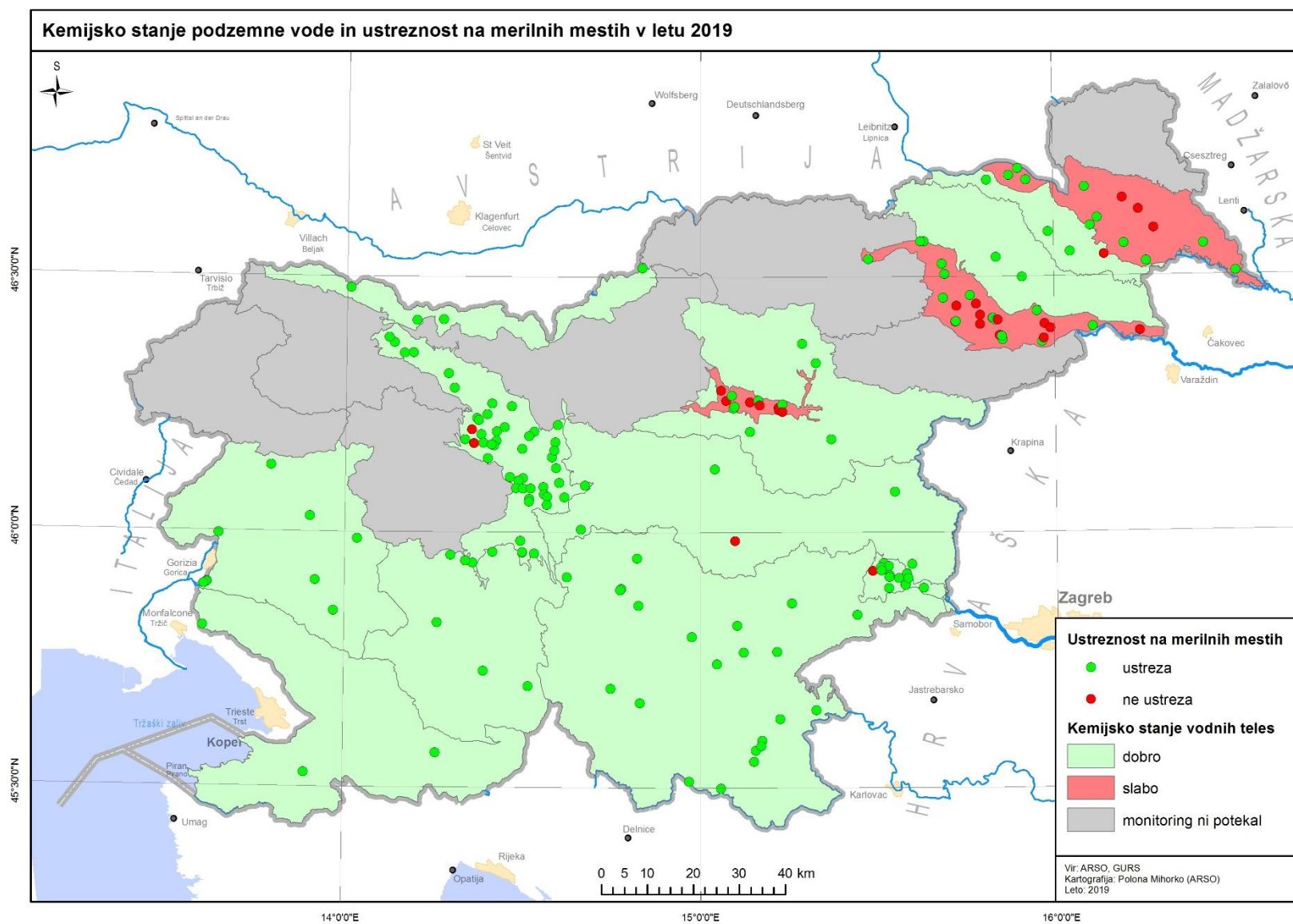
- Zakon o vodah, Ur. l. RS, št. 67/02, 2/04 – ZZdl-A, 41/04 – ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14 in 56/15
- Zakon o varstvu okolja, Ur. l. RS, št. 39/06 – UPB, 49/06 – ZMetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO-1A, 70/08, 108/09, 108/09 – ZPNačrt-A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15 in 30/16
- Uredba o stanju podzemnih voda (Ur. l. RS, št. 25/09, 68/12 in 66/16)
- Uredba o stanju površinskih voda (Ur. l. RS št. 14/09, 98/10, 96/13, 24/16)
- Pravilnik o monitoringu podzemnih voda (Ur. l. RS, št. 31/09)
- Pravilnik o določitvi vodnih teles podzemnih voda (Ur. l. RS, št. 63/05 in 8/18)
- Pravilnik o pitni vodi (Ur. l. 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 (Ur. l. RS, št. 113/09, 5/13, 22/15 in 12/17)
- Program monitoringa stanja voda za obdobje 2016 – 2021
- 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
- Celovit nadzor obremenitev na območju belokranjskega in postojnskega krasa, ki predstavljajo tveganje za življenje človeške ribice, 13.12.2019, Inšpektorat RS za okolje in prostor, splet RS gov.si: <https://www.gov.si/novice/2019-12-13-koncan-celovit-nadzor-obremenitev-na-obmocju-belokranjskega-in-postojnskega-krasa-ki-predstavljajo-tveganje-za-zivljenje-cloveske-ribice/>
- Nacionalna baza hidrogeoloških podatkov za opredelitev teles podzemne vode RS, Geološki zavod Slovenije 2005 in 2006
- Ocena prispevnih zaledij izbranih kraških izvirov, M. Petrič, ZRC SAZU, Inštitut za 53raziskovanje krasa, Postojna, september 2007
- Ocena prispevnih zaledij izbranih kraških izvirov, N. Trišič et. al., interno poročilo Agencija RS za okolje, februar 2008, Ljubljana
- Podatki ARSO: http://www.arso.gov.si/vode/podatki/arhiv/kakovost_arhiv2019.html
<http://gis.arso.gov.si/apiqis/podzemnevode/>
<https://www.arso.gov.si/blue/podzemne%20vode/>
- Pritiski in varovanje podzemnega krasa, primeri iz Slovenije in Hrvaške, Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU: A. Hudoklin, Are we guaranteeing the favourable status of the Proteus anguinus in the Natura 2000 network in Slovenia, Postojna, junij 2011
- 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

- Strokovno, digitalno gradivo Agencije RS za okolje: Tokovnice, območja napajanja in dreniranja aluvialnih vodonosnikov, simultane meritve med leti 1992-1995 ob nižjem hidrološkem stanju
- Statistika v geologiji 1, N. Zupančič, univerzitetni učbenik, NTF, Oddelek za geologijo, 2013

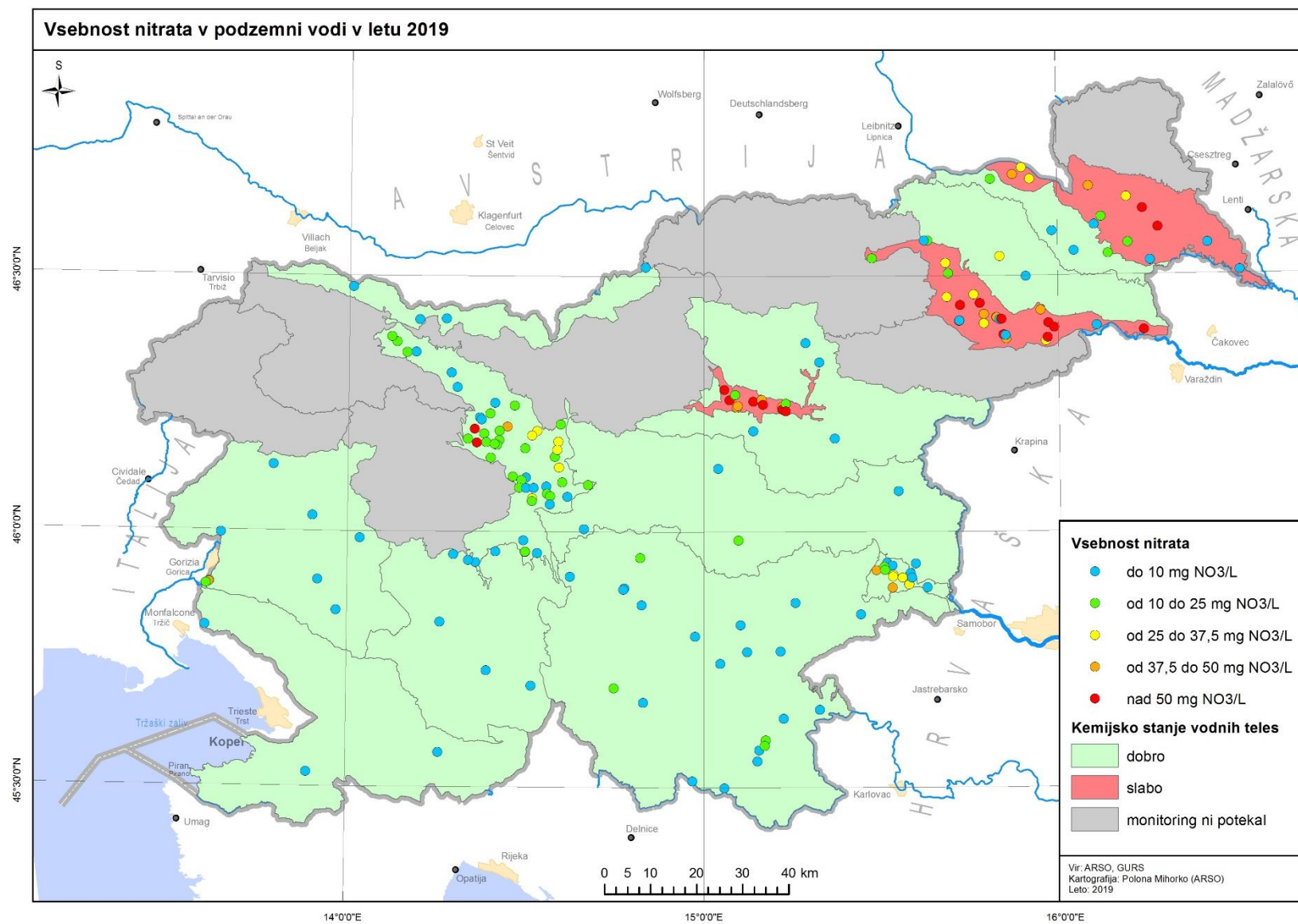
9 PRILOGE

- Priloga 1: Kemijsko stanje podzemne vode in ustreznost na merilnih mestih v letu 2019
- Priloga 2: Vsebnost nitrata v podzemni vodi v letu 2019
- Priloga 3: Vsebnost atrazina v podzemni vodi v letu 2019
- Priloga 4: Vsebnost desetil atrazina v podzemni vodi v letu 2019
- Priloga 5: Statistično značilni trendi 1998-2019 – Savska kotlina in Ljubljansko barje
- Priloga 6: Statistično značilni trendi 1998-2019 – Savinjska kotlina
- Priloga 7: Statistično značilni trendi 1998-2019 – Krška kotlina
- Priloga 8: Statistično značilni trendi 1998-2019 – Dravska kotlina
- Priloga 9: Statistično značilni trendi 1998-2019 – Murska kotlina
- Priloga 10: Statistično značilni trendi 1998-2019 – Goriška brda in Trnovsko-Banjška planota

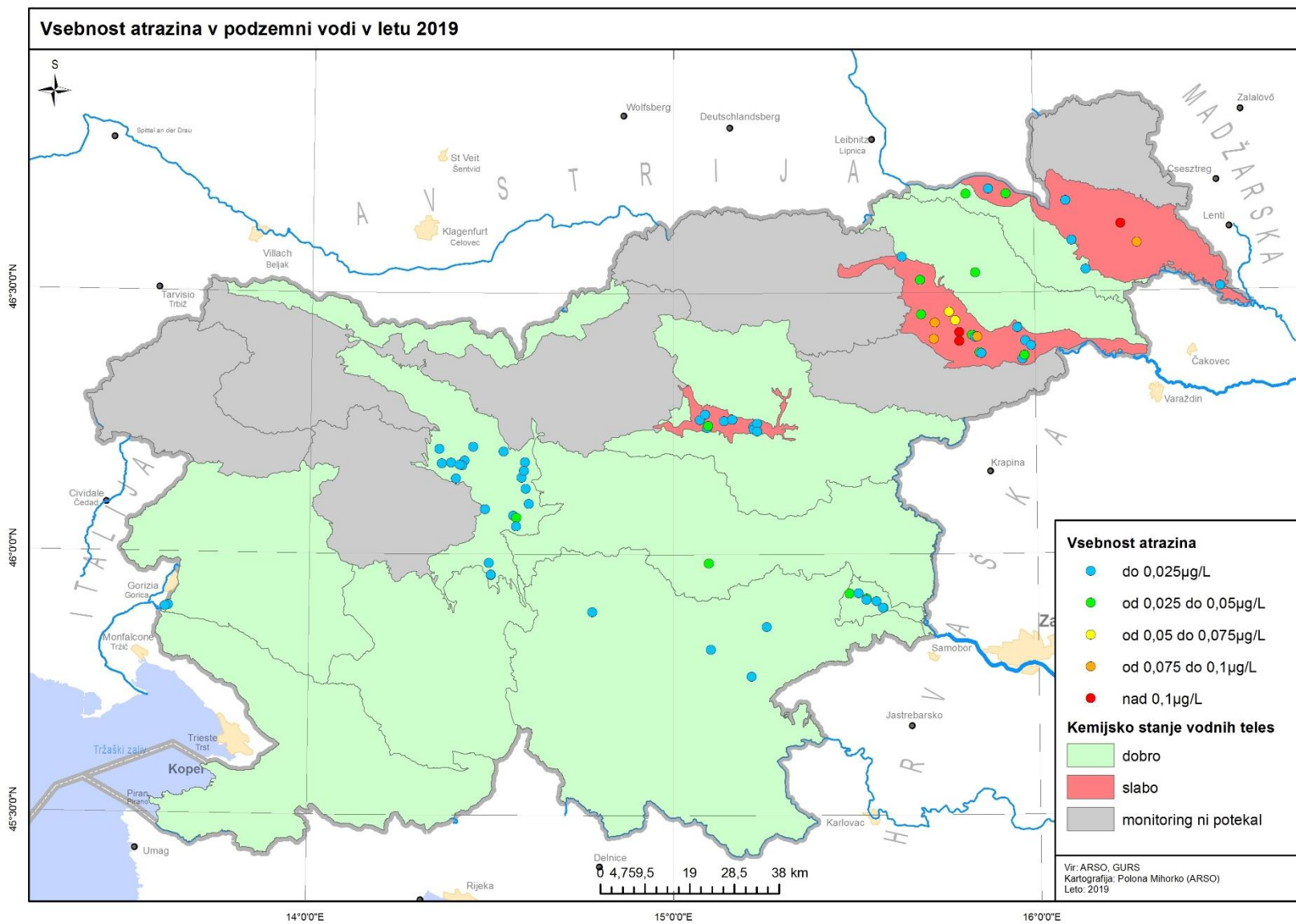
Priloga 1: Kemijsko stanje podzemne vode in ustreznost na merilnih mestih v letu 2019



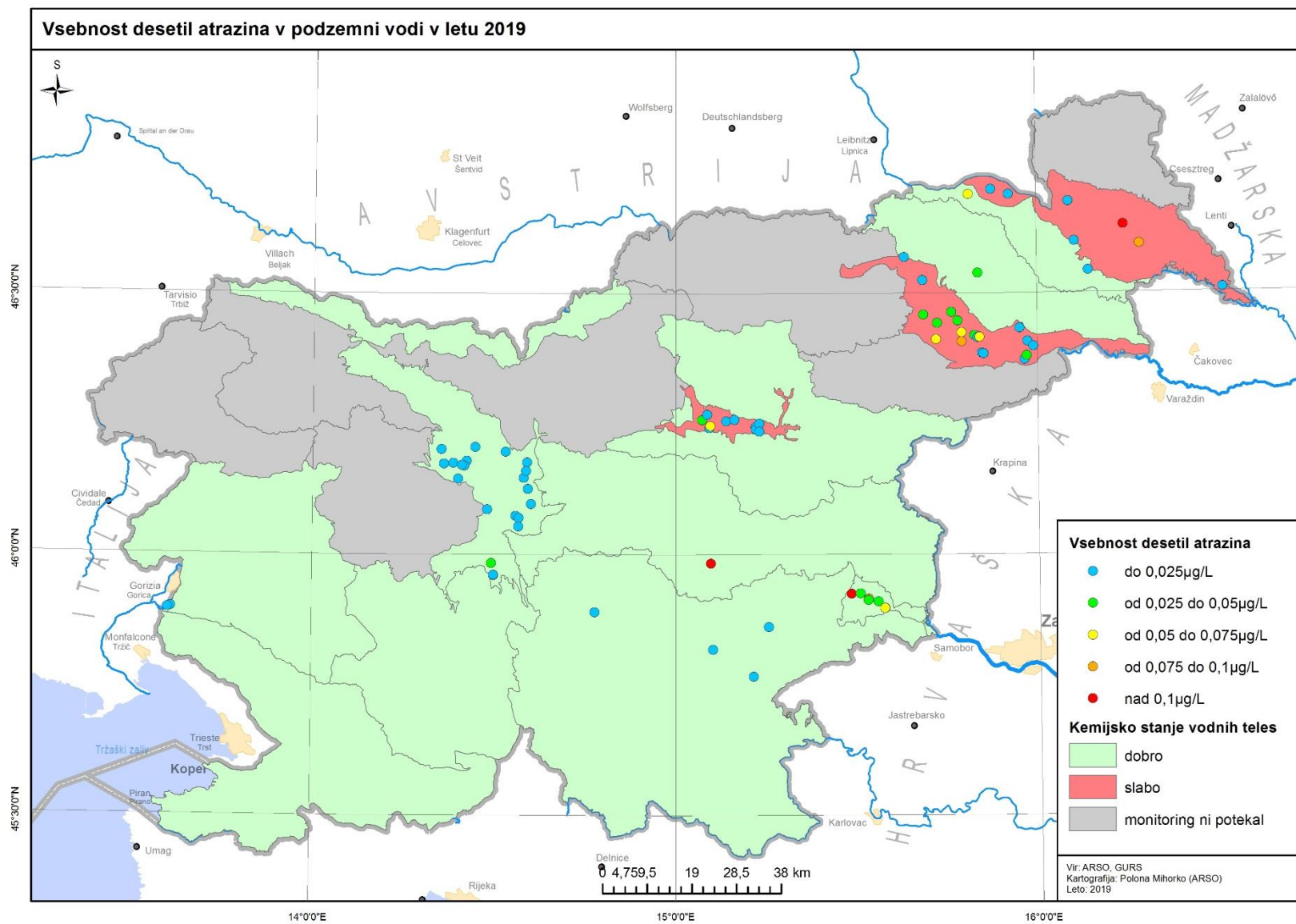
Priloga 2: Vsebnost nitrata v podzemni vodi v letu 2019



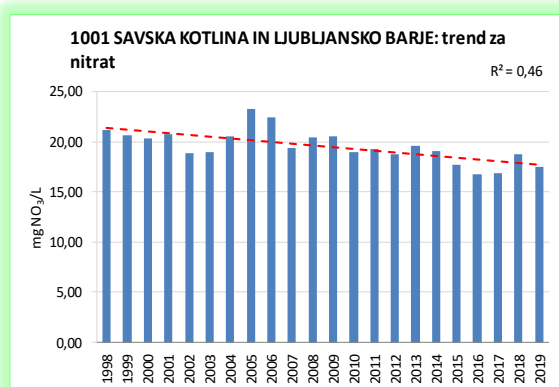
Priloga 3: Vsebnost atrazina v podzemni vodi v letu 2019



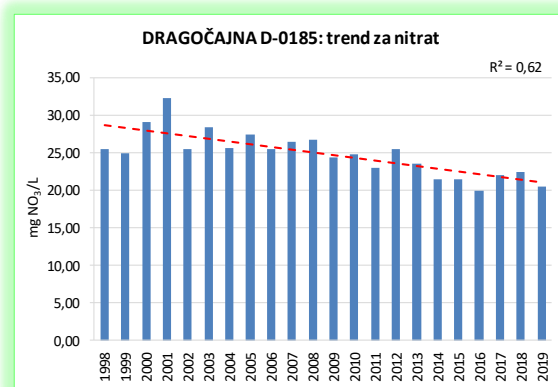
Priloga 4: Vsebnost desetil atrazina v podzemni vodi v letu 2019



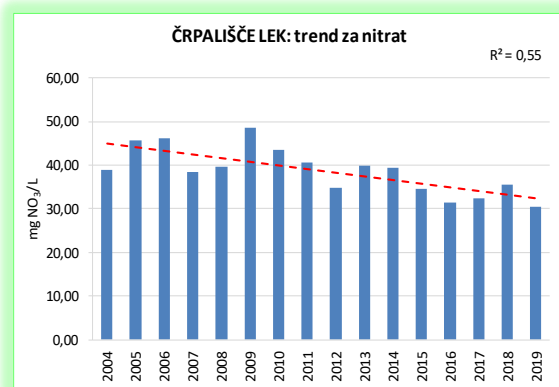
Priloga 5: Statistično značilni trendi 1998-2019 - Savska kotlina in Ljubljansko barje



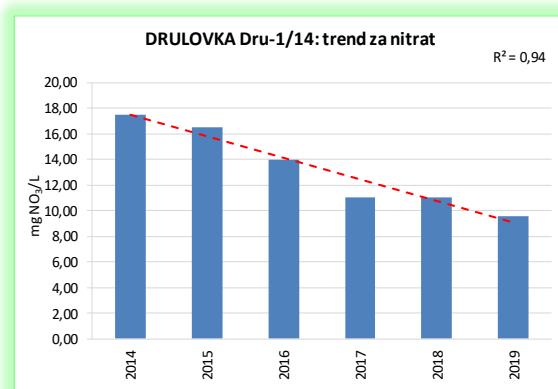
Grafikon 15: Savska kotlina in Ljubljansko barje, trend za nitrat



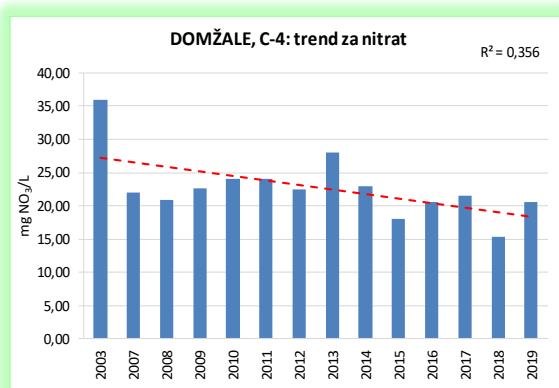
Grafikon 18: Dragočajna D-0185, trend za nitrat



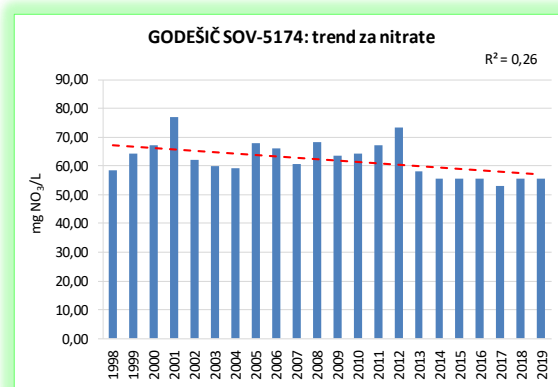
Grafikon 16: Črpališče Lek, trend za nitrat



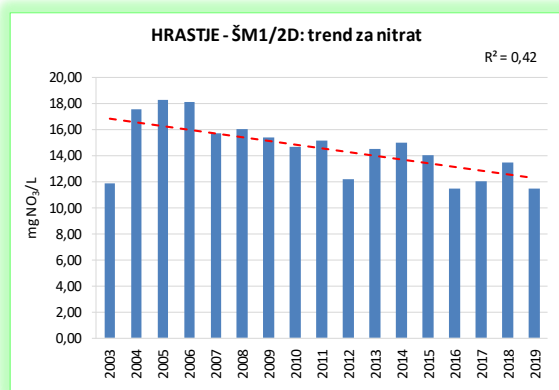
Grafikon 19: Drulovka Dru-1/14, trend za nitrat, kratek niz podatkov



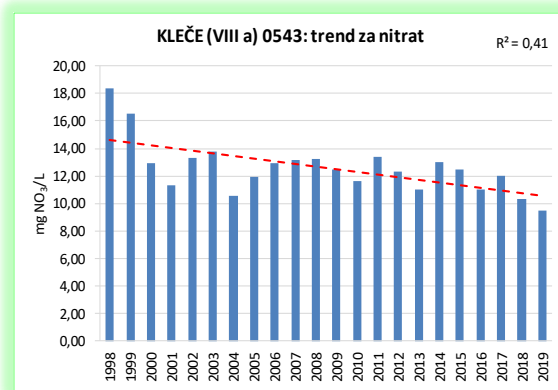
Grafikon 17: Domžale C-4, trend za nitrat



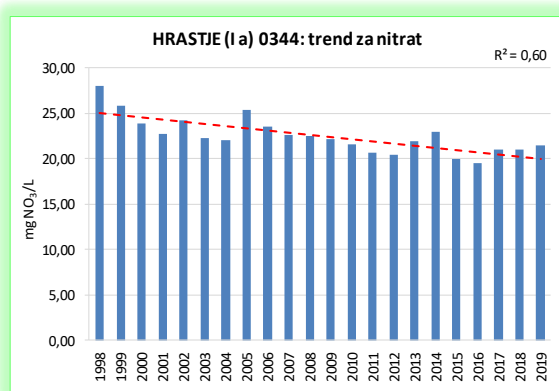
Grafikon 20: Godešič SOV-5174, trend za nitrat



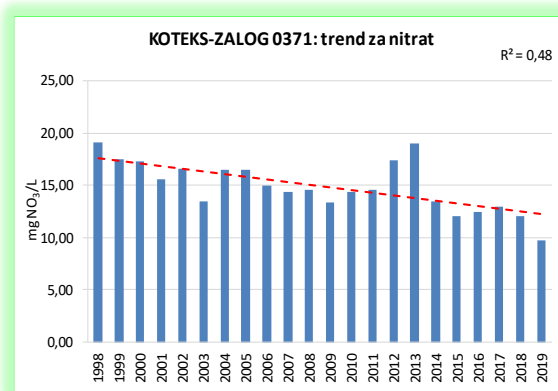
Grafikon 21: Hrastje –ŠM1/2D, trend za nitrat



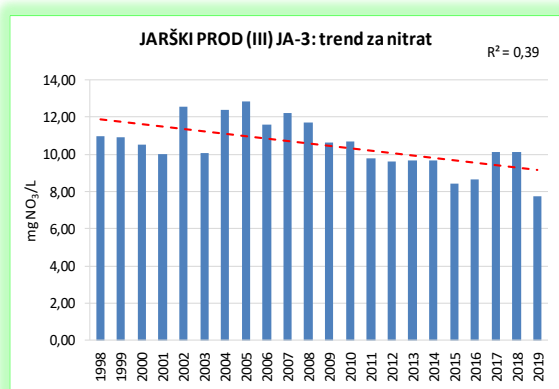
Grafikon 24: Kleče (VII a) 0543, trend za nitrat



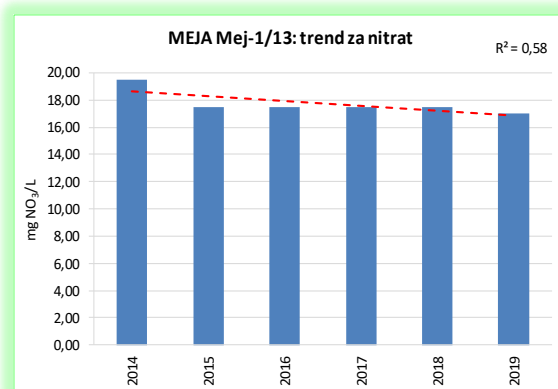
Grafikon 22: Hrastje (Ia) 0344, trend za nitrat



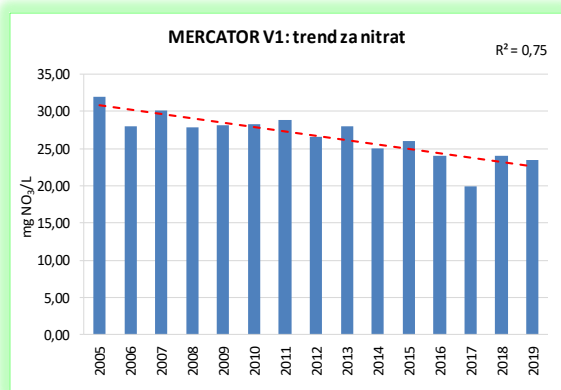
Grafikon 25: Koteks-Zalog 0371, trend za nitrat



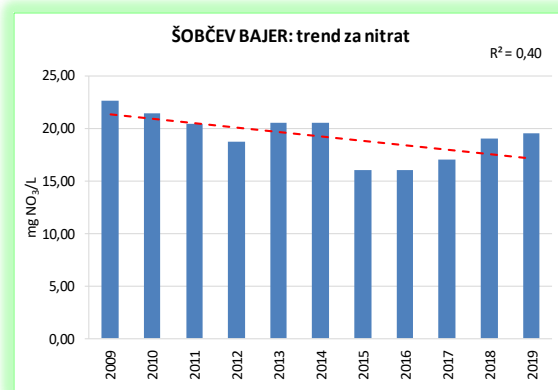
Grafikon 23: Jarški prod (III) JA-3, trend za nitrat



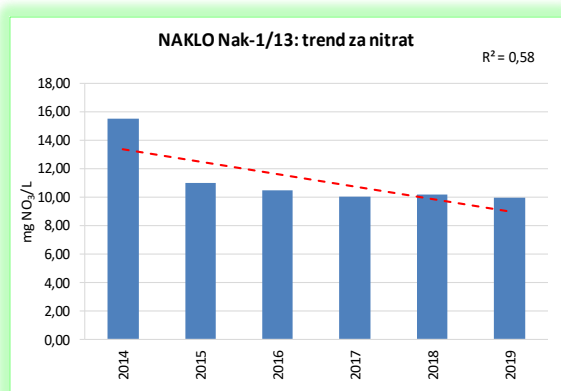
Grafikon 26: Meja Mej-1/13, trend za nitrat, kratek niz podatkov



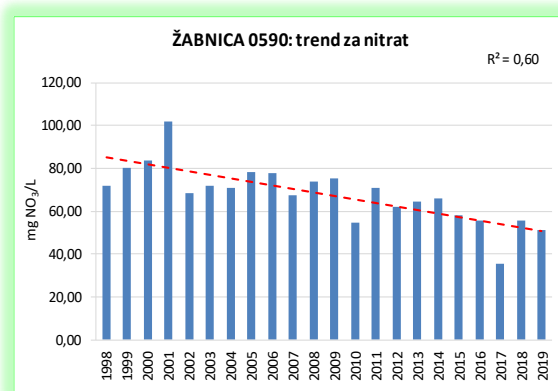
Grafikon 27: Mercator V1, trend za nitrat



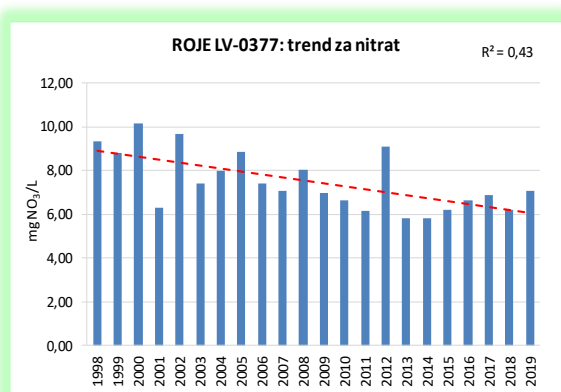
Grafikon 30: Šobčev bajer, trend za nitrat



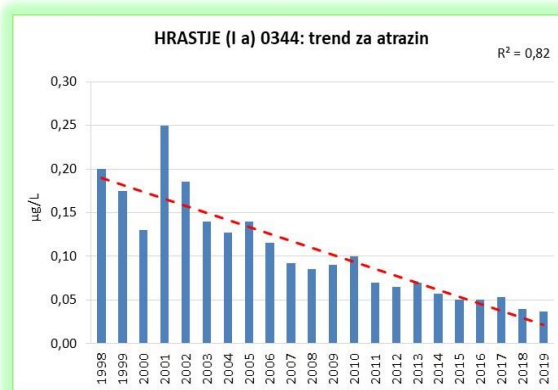
Grafikon 28: Naklo Nak-1/13, trend za nitrat, kratek niz podatkov



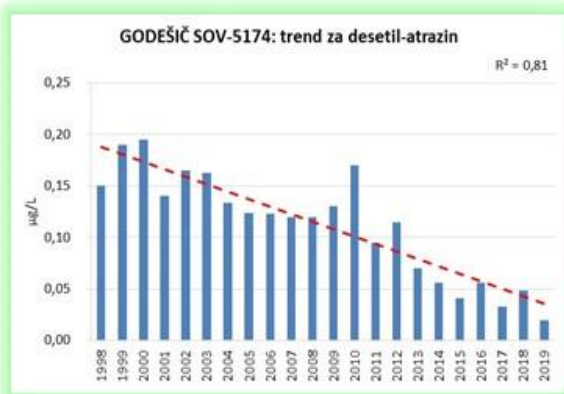
Grafikon 31: Žabnica 0590, trend za nitrat



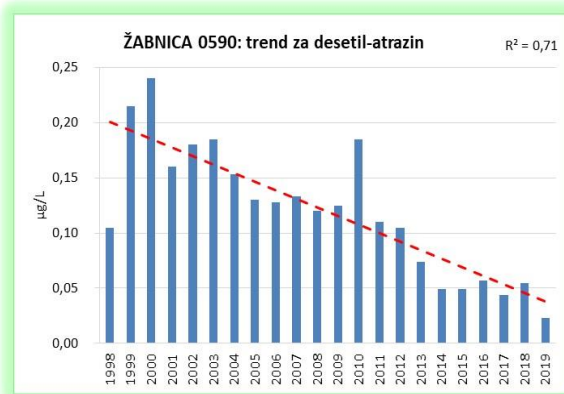
Grafikon 29: Roje LV-0377, trend za nitrat



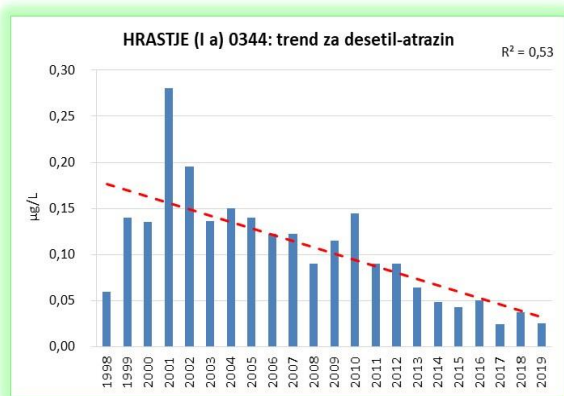
Grafikon 32: Hrastje (Ia) 0344, trend za atrazin



Grafikon 33: Godešič, trend za desetil-atrazin

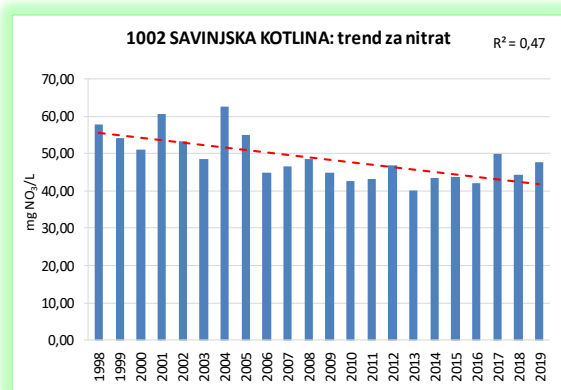


Grafikon 35: Žabnica, trend za desetil-atrazin

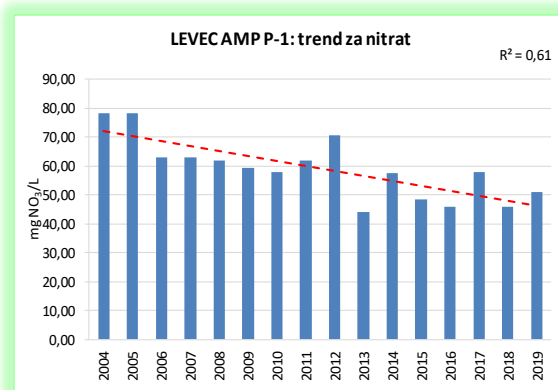


Grafikon 34: Hrastje (I a) 0344, trend za desetil-atrazin

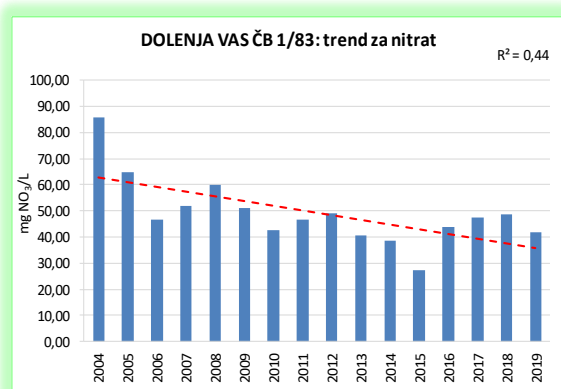
Priloga 6: Statistično značilni trendi 1998-2019 - Savinjska kotlina



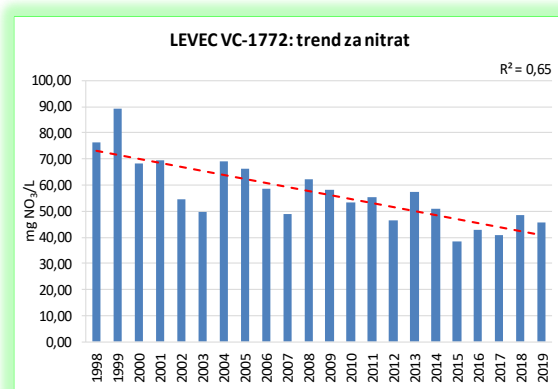
Grafikon 36: Savinjska kotlina, trend za nitrat



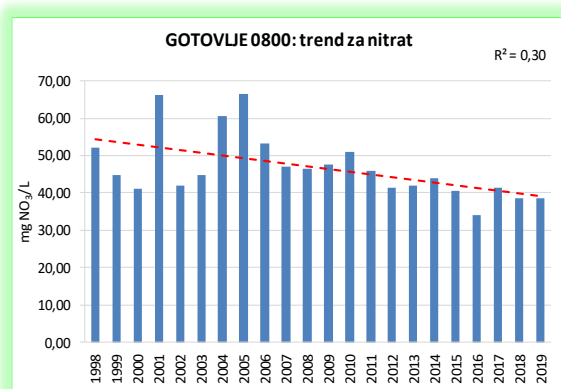
Grafikon 39: Levec AMP P-1, trend za nitrat



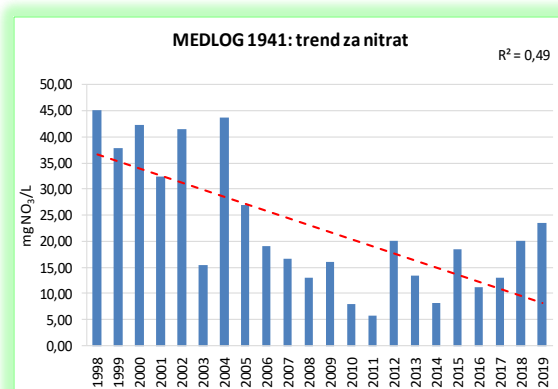
Grafikon 37: Dolenja vas ČB 1/83, trend za nitrat



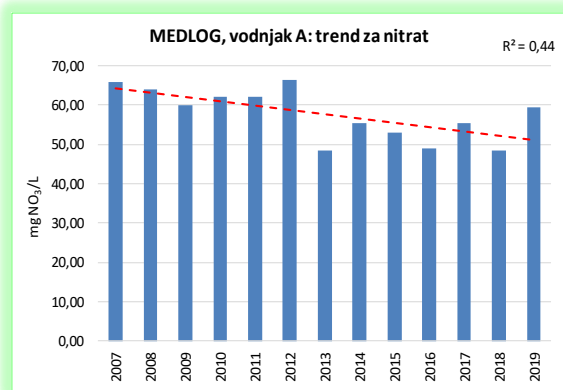
Grafikon 40: Levec VC-1772, trend za nitrat



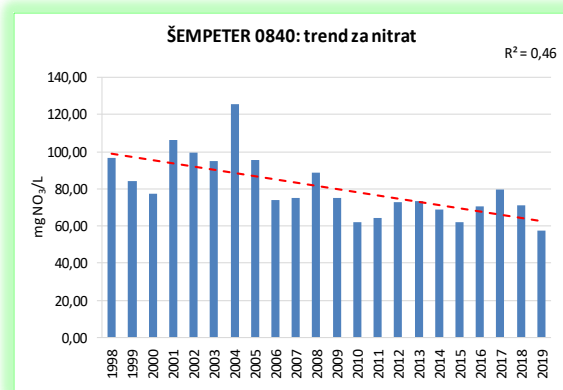
Grafikon 38: Gotovlje 0800, trend za nitrat



Grafikon 41: Medlog 1941, trend za nitrat

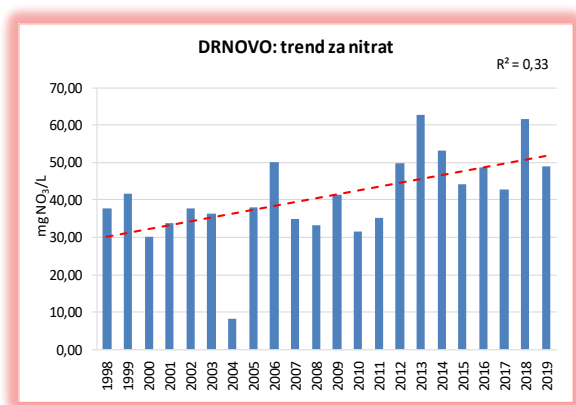


Grafikon 42: Medlog, vodnjak A, trend za nitrat

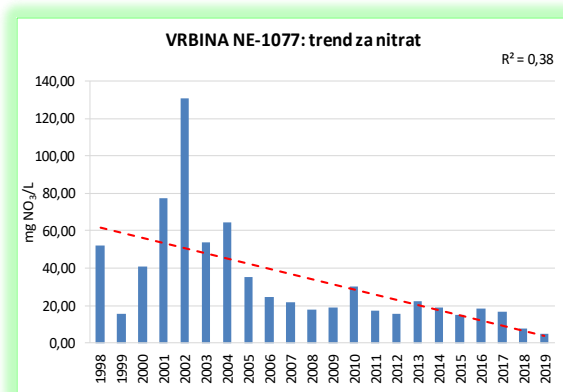


Grafikon 43: Šempeter 0840, trend za nitrat

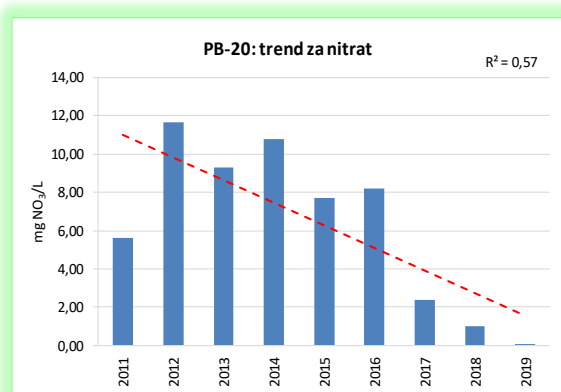
Priloga 7: Statistično značilni trendi 1998-2019 - Krška kotlina



Grafikon 44: Drnovo, trend za nitrat



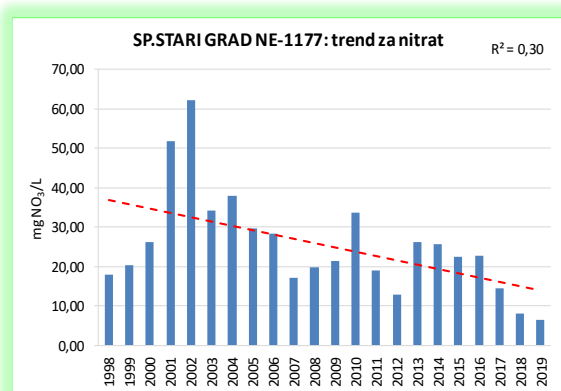
Grafikon 47: Vrbina NE-1077, trend za nitrat



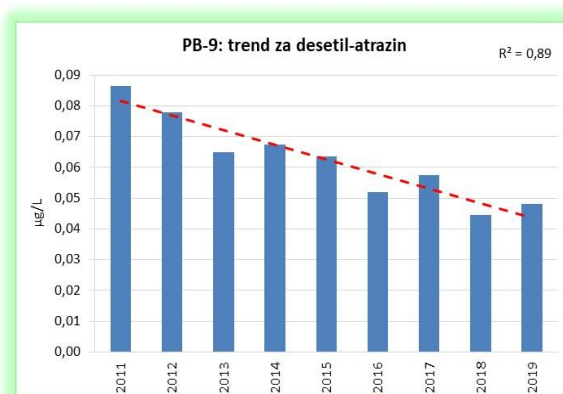
Grafikon 45: PB-20, trend za nitrat



Grafikon 48: črpališče Brege, trend za desetil-atrazin

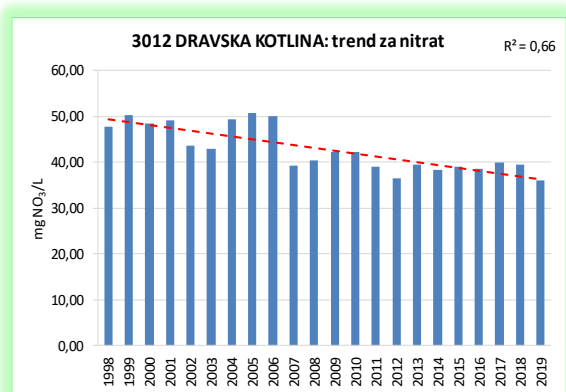


Grafikon 46: Spodnji Stari Grad NE-1177, trend za nitrat

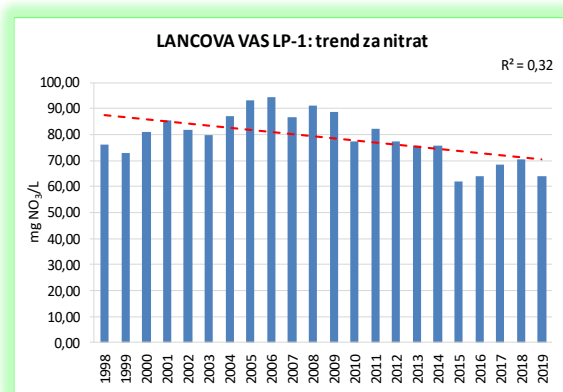


Grafikon 49: PB-9, trend za desetil-atrazin

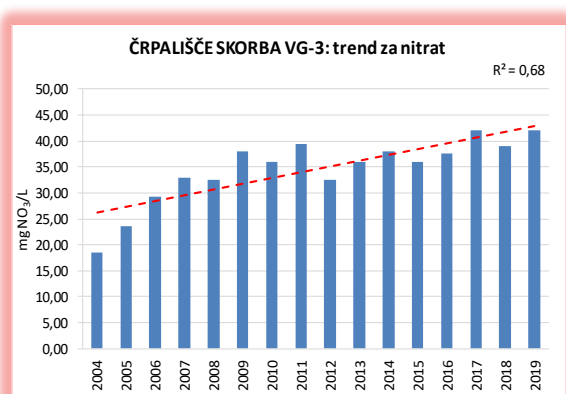
Priloga 8: Statistično značilni trendi 1998-2019 - Dravska kotlina



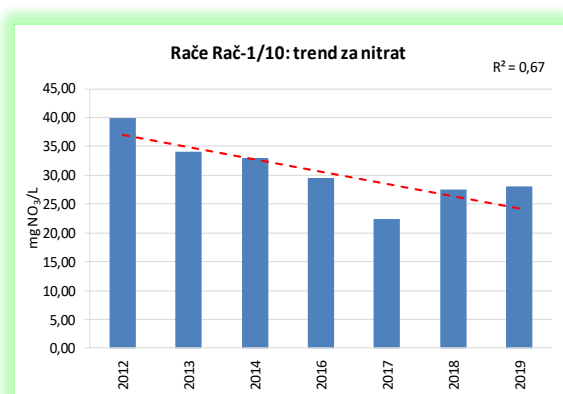
Grafikon 50: Dravska kotlina, trend za nitrat



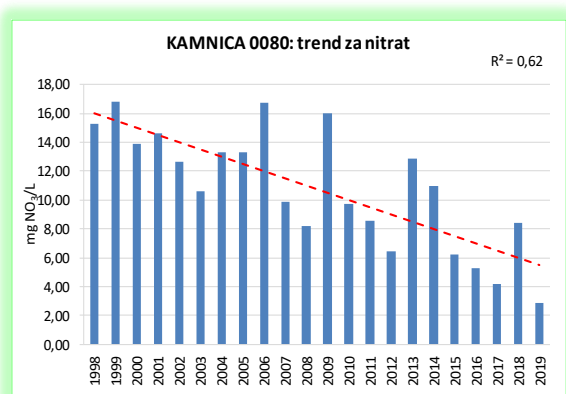
Grafikon 53: Lancova vas LP-1, trend za nitrat



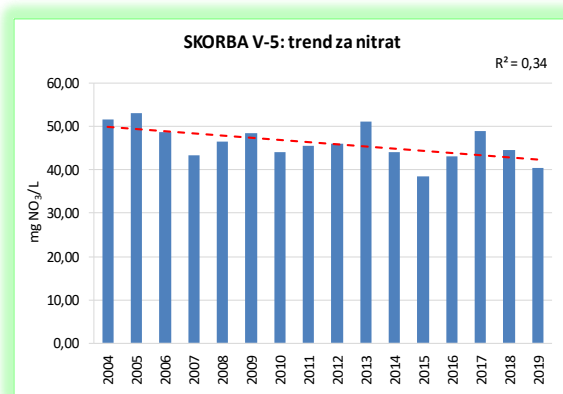
Grafikon 51: Črpališče Skorba VG-3, trend za nitrat



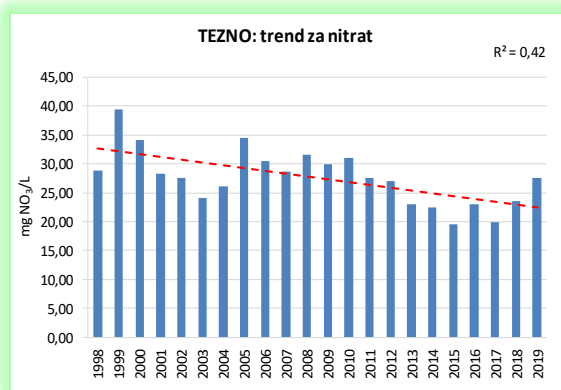
Grafikon 54: Rače Rač-1/10, trend za nitrat



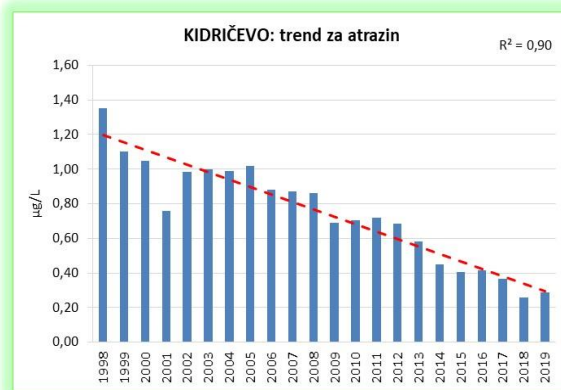
Grafikon 52: Kamnica 0080, trend za nitrat



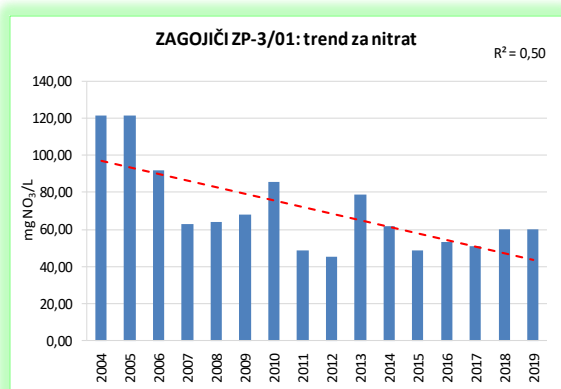
Grafikon 55: Skorba V-5, trend za nitrat



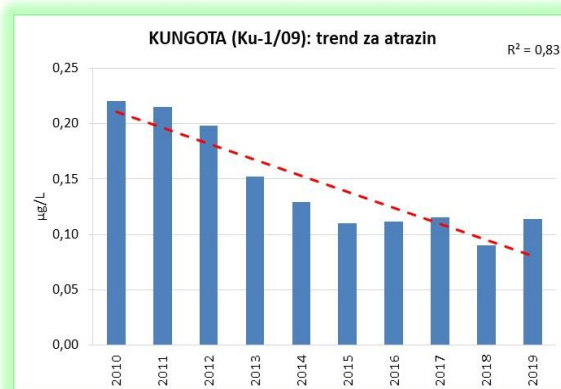
Grafikon 56: Tezno, trend za nitrat



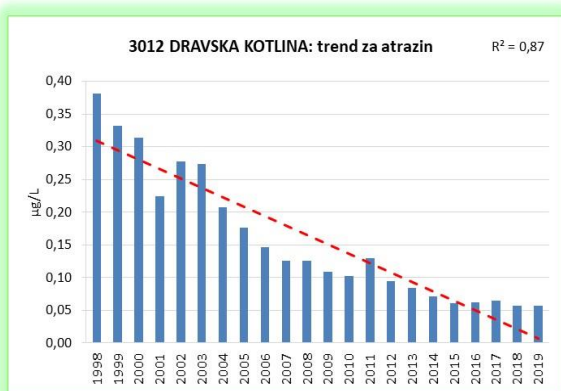
Grafikon 59: Kidričevo, trend za atrazin



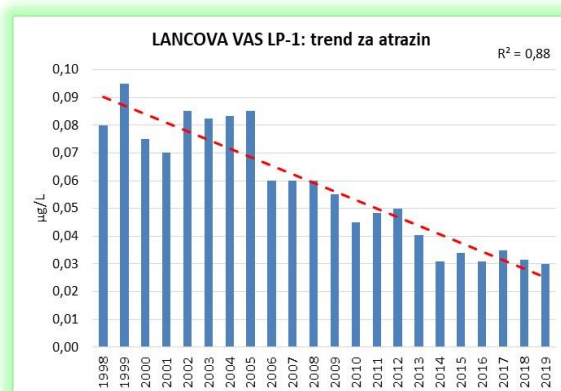
Grafikon 57: Zagojči ZP-3/10, trend za nitrat



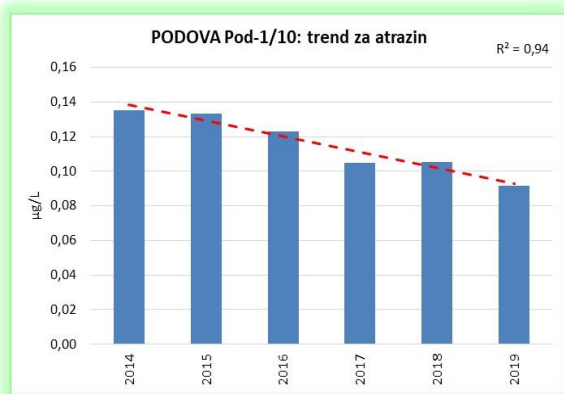
Grafikon 60: Kungota, trend za atrazin



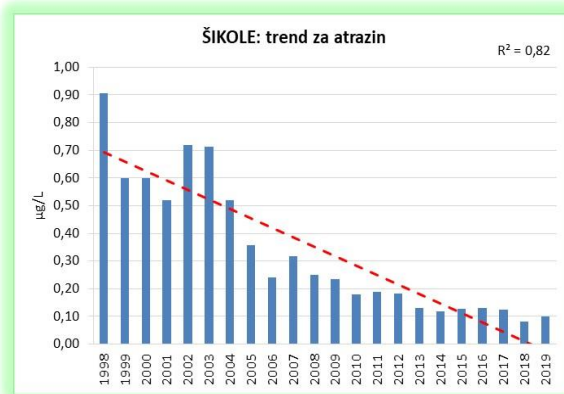
Grafikon 58: Dravska kotlina, trend za atrazin



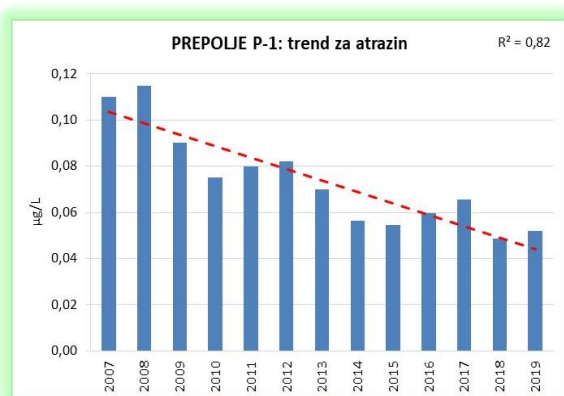
Grafikon 61: Lancova vas, trend za atrazin



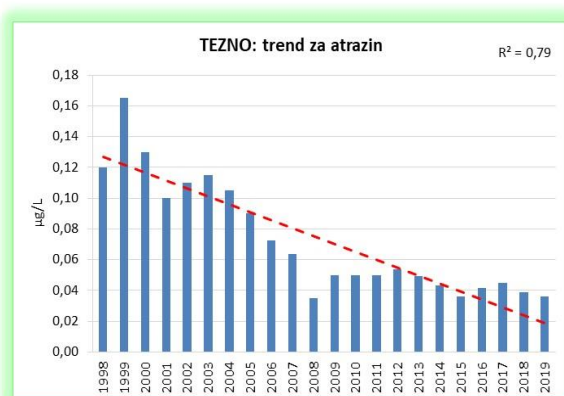
Grafikon 62: Podova, trend za atrazin, kratek niz podatkov



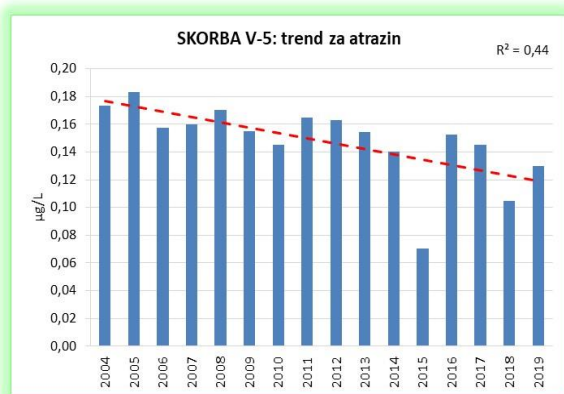
Grafikon 65: Šikole, trend za atrazin



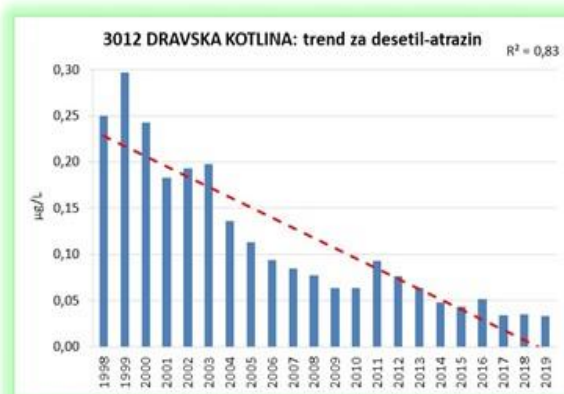
Grafikon 63: Prepolje, trend za atrazin



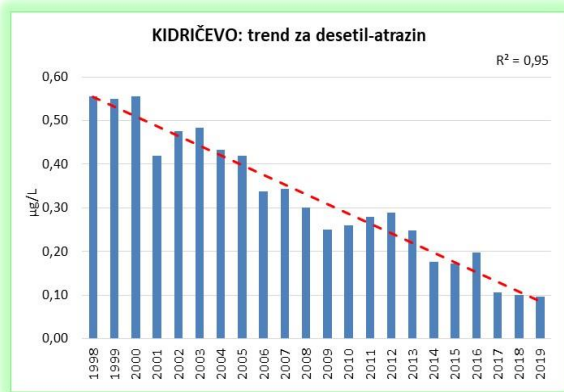
Grafikon 66: Tezno, trend za atrazin



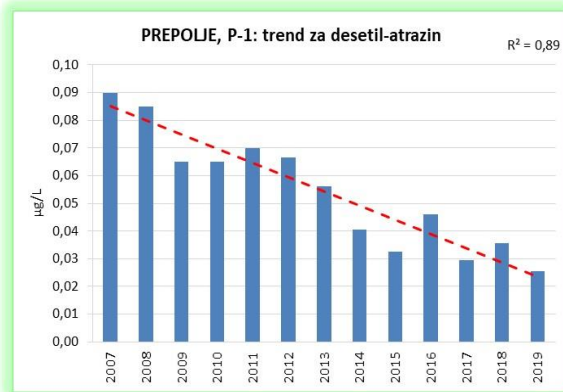
Grafikon 64: Skorba V-5, trend za atrazin



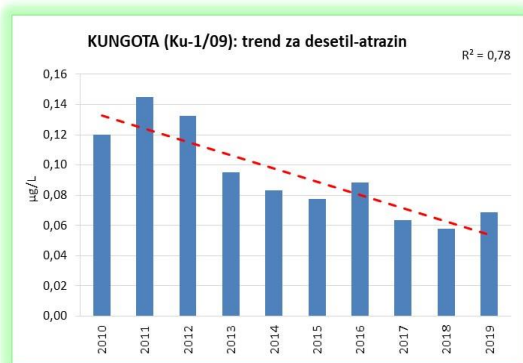
Grafikon 67: Dravska kotlina, trend za desetil-atrazin



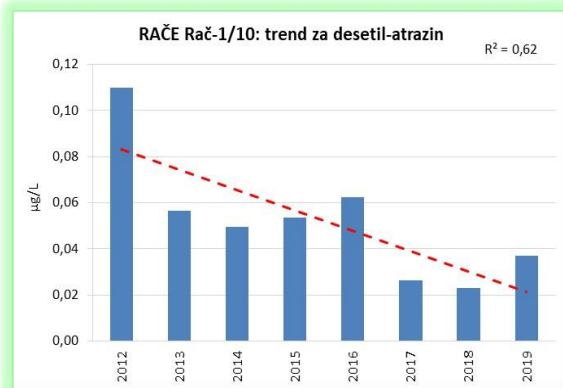
Grafikon 68: Kidričevo, trend za desetil-atrazin



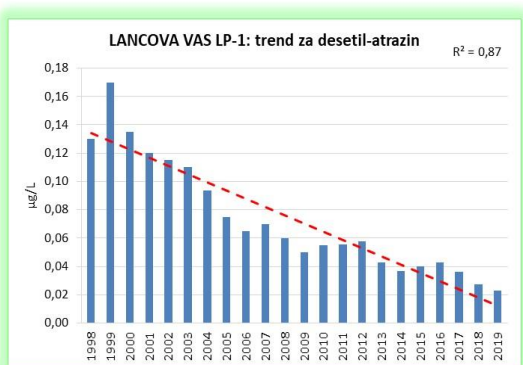
Grafikon 71: Prepolje, trend za desetil-atrazin



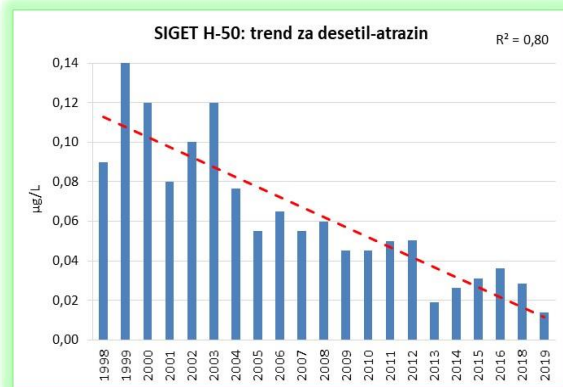
Grafikon 69: Kungota, trend za desetil-atrazin



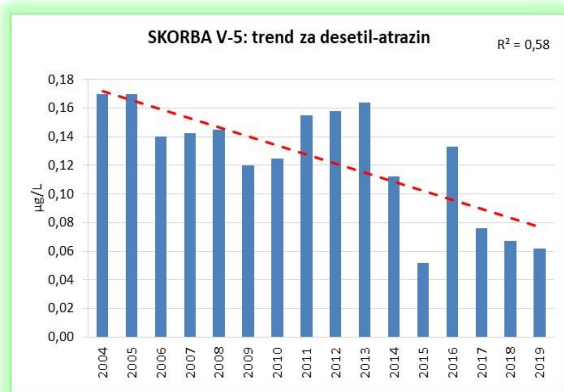
Grafikon 72: Rače, trend za desetil-atrazin



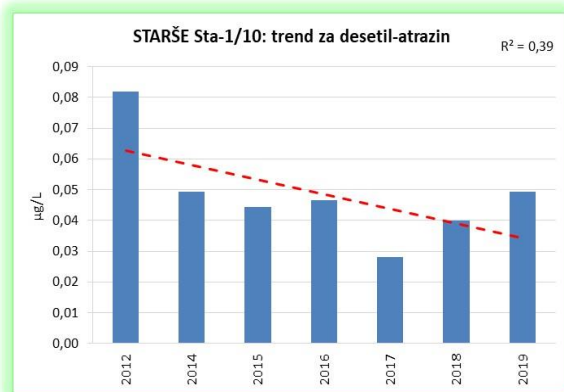
Grafikon 70: Lancova vas, trend za desetil-atrazin



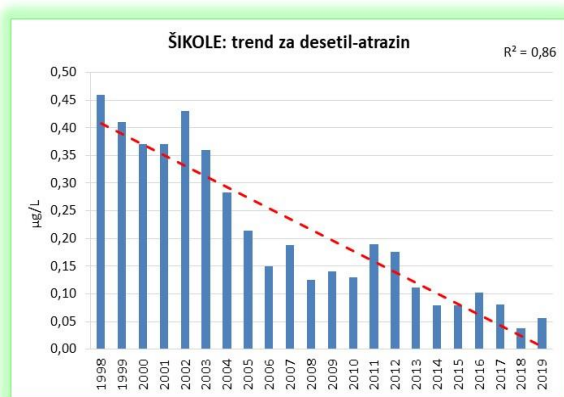
Grafikon 73: Siget, trend za desetil-atrazin



Grafikon 74: Skorba V-5, trend za desetil-atrazin

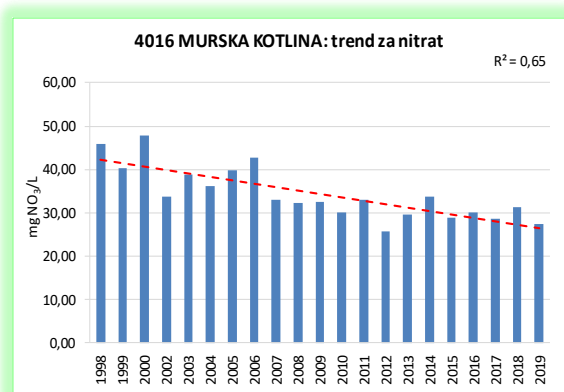


Grafikon 75: Starše, trend za desetil-atrazin

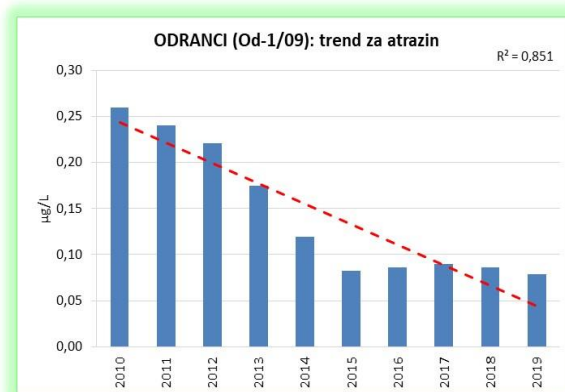


Grafikon 76: Šikole, trend za desetil-atrazin

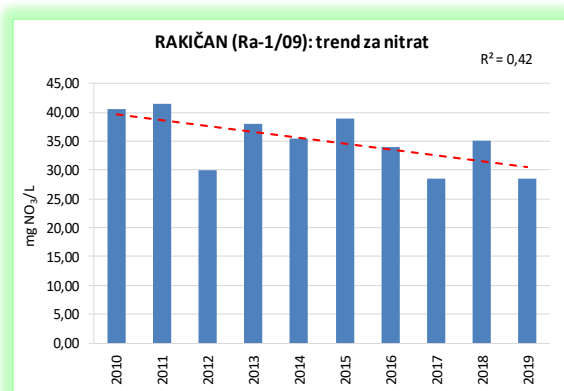
Priloga 9: Statistično značilni trendi 1998-2019 - Murska kotlina



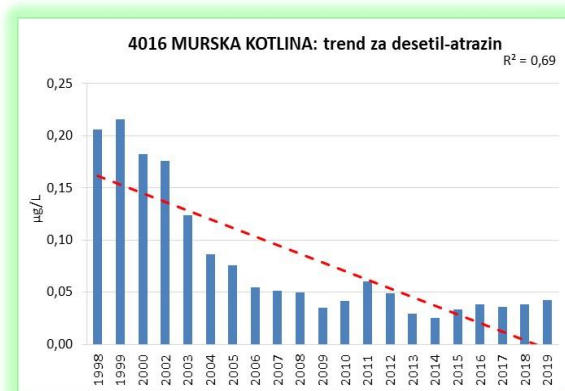
Grafikon 77: Murska kotlina, trend za nitrat



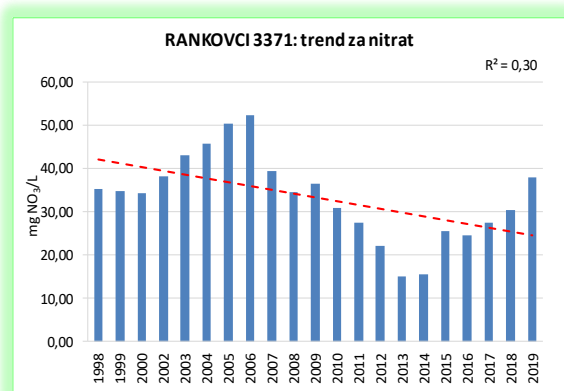
Grafikon 80: Odranci, trend za atrazin



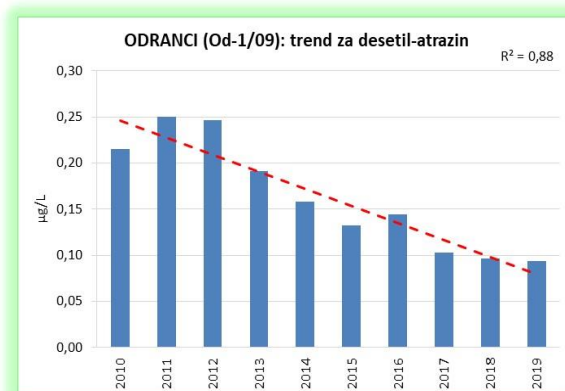
Grafikon 78: Rakičan (Ra-1/09), trend za nitrat



Grafikon 81: Murska kotlina, trend za desetil-atrazin

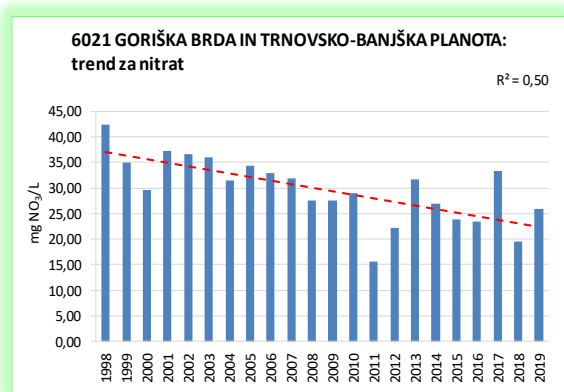


Grafikon 79: Rankovci 3371, trend za nitrat



Grafikon 82: Odranci, trend za desetil-atrazin

Priloga 10: Statistično značilni trendi 1998-2019 - Goriška Brda in Trnovsko-Banjška planota



Grafikon 83: Goriška Brda in Trnovsko -
Banjška planota, trend za nitrat



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