

Kemijsko stanje podzemne vode v Sloveniji

Poročilo za leto 2025

Kemijsko stanje podzemne vode v Sloveniji

Poročilo za leto 2025

ISSN 1855-5330

Ljubljana, junij 2026

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

Urednik: dr. Nataša Sovič

Avtorji: dr. Brigita Tepuš
Polonca Mihorko

Kartografija: Petra Krsnik

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

Publikacijo je dovoljeno razširjati pod pogoji Creative Commons licence [CC BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) v celoti ali po delih, nekomercialno, brez sprememb in z navedbo vira.



Kemijsko stanje podzemne vode

Poročilo za leto 2025

AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Ljubljana, junij 2026

Povzetek

Agencija Republike Slovenije (ARSO) 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 in Pravilnikom o monitoringu podzemnih voda, ki sta v slovenski pravni red v letu 2009 prenesla Direktivo o vodah in Direktivo o varstvu podzemne vode pred onesnaževanjem in poslabšanjem.

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

V letu 2025 je potekal operativni monitoring na 14 vodnih telesih.

V zadnjih treh letih opažamo izboljšanje stanja podzemne vode na vodnih telesih Savinjske, Dravske in Murske kotlina. V letu 2025 so omenjena vodna telesa glede na splošno oceno kemijskega stanja podzemne vode (Metodologija za ugotavljanje stanja vodnih teles podzemne vode, Test 5) v dobrem kemijskem stanju glede na vsebnost nitrata. Kljub temu je podzemna voda v Savinjski, Dravski in Murski kotlini na nekaterih vzorčnih mestih še vedno prekomerno obremenjena z nitrati. Dravska kotlina je v dobrem kemijskem stanju tudi glede vsebnosti atrazina. Na nekaterih vodnih telesih smo občasno ugotovili tudi lokalno obremenjenost z lahkohlapnimi halogeniranimi ogljikovodiki.

V poročilu je predstavljeno tudi kemijsko stanje podzemne vode za obdobje zadnjih šest let (2020-2025). Glede na pretekla leta smo vodno telo Murska kotlina za obdobje 2020-2025 uvrstili v dobro kemijsko stanje, slabo kemijsko stanje smo določili za Savinjsko in Dravsko kotlinino. Podzemna voda je na vodnih telesih s slabim kemijskim stanje prekomerno obremenjena z nitrati. Dravska kotlina je glede na vsebnosti atrazina v obdobju 2020-2025 prav tako v dobrem kemijskem stanju.

V poročilu je prikazan sistem ocenjevanja kemijskega stanja (merila, standardi kakovosti) in ocena kemijskega stanja. Poročilo vsebuje tudi analizo trendov in predstavitev preiskovalnih monitoringov.

[Rezultati monitoringa](#) od leta 2006 do 2025 so dostopni na spletni strani ARSO.

Prav tako je na spletni strani ARSO na voljo več spletnih aplikacij in pregledovalnikov podatkov:

- Kemijsko stanje: [Kakovost podzemnih voda](#)
- Zgodba v sliki: [Podzemna voda - bogastvo, skrito pod zemeljskim površjem](#)
- Pregledovalniki podatkov:
 - [Podzemna voda - Pregled parametrov](#)
 - [Vsebnost nitrata v podzemni vodi](#)
 - [Vsebnost atrazina in desetil-atrazina v Dravski kotlini](#)

Rezultate poročamo tudi na različne mednarodne institucije, kot so npr. Evropska komisija, Evropska okoljska agencija (WISE-6 podatkovni tok).

KAZALO

1. MERILA ZA OCENO KEMIJSKEGA STANJA PODZEMNE VODE	1
2. OCENA KEMIJSKEGA STANJA PODZEMNE VODE	2
2.1. Kemijsko stanje vodnih teles za leto 2025.....	3
2.2. Kemijsko stanje vodnih teles za obdobje 2020-2025	3
3. PREGLED PARAMETROV KEMIJSKEGA STANJA	4
3.1. Nitrat	4
3.2. Pesticidi in razgradni produkti	7
3.3. Lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki	8
4. TRENDI ONESNAŽEVANJA V PODZEMNI VODI.....	9
4.1. Nitrat	10
4.2. Pesticidi in razgradni produkti	13
4.3. Lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki	15
5. PREISKOVALNI MONITORINGI	15
5.1. Stanje podzemne vode kraških izvirov na ogroženih območjih človeške ribice	15
5.2. Ostanke zdravil in kofeina v podzemni vodi	18
5.3. Analize spojin iz skupine per- in polifluoroalkilnih snovi (PFAS).....	21
5.4. Razgradni produkti (metaboliti) pesticidov v podzemni vodi	23
5.5. Benzotriazoli v podzemni vodi	25
6. VIRI.....	27

1. MERILA ZA OCENO KEMIJSKEGA STANJA PODZEMNE VODE

Parametri, za katere so z Uredbo o stanju podzemnih voda 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 posameznega onesnaževala na posameznem vzorčnem mestu.

Tabela 1: Standardi kakovosti za oceno kemijskega stanja podzemne vode

Parameter	Enota	Standard kakovosti
Nitrati	mgNO 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 fitofarmaceutskih sredstev (registracijo ali dajanje v promet);

(2) Vrednost parametra velja za vsak posamezni pesticid. Za aldrin, dieldrin, heptaklor in heptaklor epoksid je standard kakovosti 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	Vrednost praga
Diklorometan	µg/L	2
Tetraklorometan	µg/L	2
1,2-Dikloroetan	µg/L	3
1,1-Dikloroeten	µg/L	2
Trikloroeten	µg/L	2
Tetrakloroeten	µg/L	2
Vsota lahkih alifatskih halogeniranih ogljikovodikov ⁽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 vzorčnem mestu letna aritmetična srednja vrednost parametrov podzemne vode ne presega 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.

V letnih poročilih za posamezno leto podajamo oceno le na podlagi preseganja standardov kakovosti in vrednosti praga. Celotno oceno pripravimo za obdobje poročanja Načrta upravljanja voda, ko so na voljo vsi podatki in je ocena kemijskega stanja bolj zanesljiva.

Vodno telo podzemne vode v letnem poročilu ima dobro kemijsko stanje, če na nobenem vzorčnem mestu povprečna letna vsebnost parametrov ne presega standarda kakovosti oziroma vrednosti praga. Če je procent vzorčnih mest s preseganji nižji od 30% je vodno telo še vedno v dobrem stanju. V kolikor je preseganje na vzorčnih mestih večje kot 30%, je potrebno oceniti, kakšno območje vodnega telesa oziroma kolikšen volumen podzemne vode telesa pripada vzorčnim mestom s preseženimi standardi kakovosti ali vrednostmi praga. V primeru, da je onesnaženo območje vodnega telesa ali volumen podzemne vode višji od 30% se za vodno telo določi slabo kemijsko stanje.

2. OCENA KEMIJSKEGA STANJA PODZEMNE VODE

V letu 2025 smo izvajali operativni monitoring in sicer na 14 vodnih telesih podzemne vode. V program je bilo vključenih 163 vzorčnih mest. Vodna telesa, njihova površina, število vzorčnih mest in gostota vzorčnih mest je podana v tabeli 3.

Tabela 3: Vodna telesa, površina, število vzorčnih mest in gostota vzorčnih mest v letu 2025

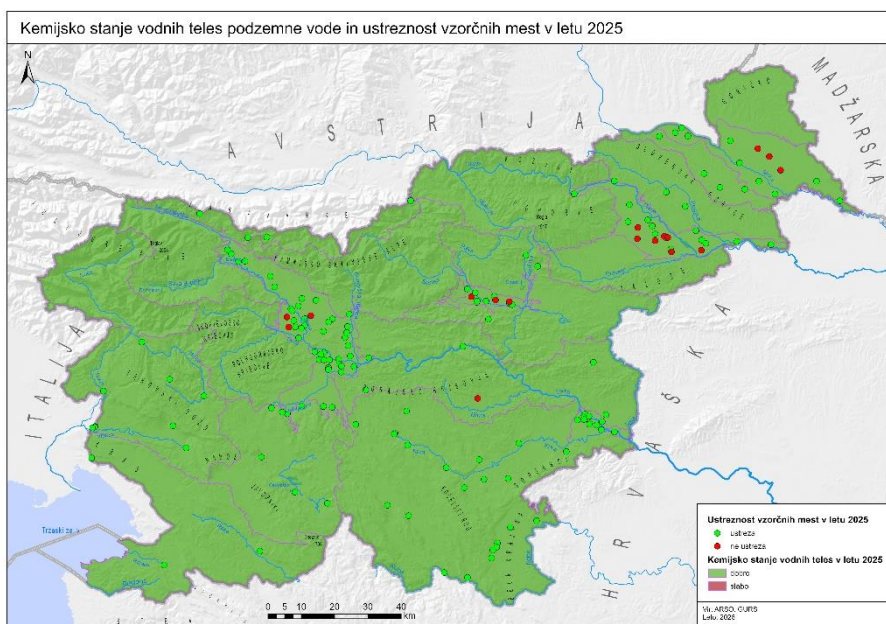
Vodno telo podzemne vode	Površina (km ²)	Število VM	Št. VM na 100 km ²
Savska kotlina in Ljubljansko barje	773,6	46	5,95
Savinjska kotlina	109,1	11	10,08
Krška kotlina	96,8	11	11,36
Karavanke	403,6	4	0,99
Posavsko hribovje do osrednje Sotle	1791,6	5	0,28
Spodnji del Savinje do Sotle	1397,0	3	0,21
Kraška Ljubljana	1306,9	7	0,54
Dolenjski kras	3354,5	22	0,66
Dravska kotlina	429,1	24	5,59
Zahodne Slovenske gorice	756,2	2	0,26
Murska kotlina	589,4	12	2,04
Vzhodne Slovenske gorice	307,8	4	1,30
Obala in Kras z Brkini	1588,3	3	0,19
Goriška Brda in Trnovsko-Banjška planota	1443,1	9	0,62

Legenda: VM: vzorčno mesto

Največja gostota vzorčnih mest je na bolj obremenjenih vodnih telesih, na ostalih, predvsem kraških vodnih telesih, je gostota nižja. Na kraških vodnih telesih reprezentativni kraški izviri z večjimi napajalnimi zaledji zajamejo večji delež telesa.

2.1. Kemijsko stanje vodnih teles za leto 2025

V zadnjih treh letih opažamo izboljšanje kemijskega stanja vodnih teles Savinjske, Dravske in Murske kotline, kjer smo v preteklosti ugotavljali slabo stanje. Omenjena vodna telesa so bila v preteklosti v slabem kemijskem stanju zaradi nitrata, Dravska kotlina tudi zaradi atrazina. Na podlagi podatkov smo v letu 2025 vodna telesa Savinjske, Dravske in Murske kotline uvrstili v dobro kemijsko stanje glede na vsebnost nitrata. Prav tako je v letu 2025 vodno telo Dravske kotline v dobrem stanju po vsebnosti atrazina (Karta 1).



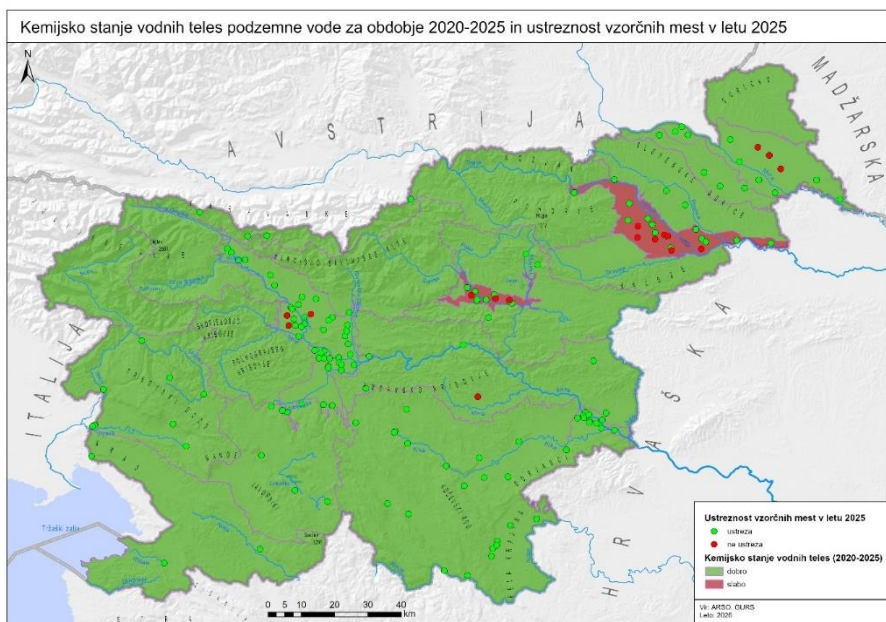
Karta 1: Kemijsko stanje vodnih teles podzemne vode in ustreznost po vzorčnih mestih v letu 2025

Ocena zanesljivosti letne ocene kemijskega stanja vodnih teles je nekoliko nižja, saj na oceno lahko vplivajo tudi različna hidrološka leta. Zato v poročilu podajamo tudi oceno kemijskega stanja za šestletni niz podatkov.

2.2. Kemijsko stanje vodnih teles za obdobje 2020-2025

Kemijsko stanje vodnih teles podzemne vode podajamo tudi za obdobje zadnjih šest let. Ocena kemijskega stanja za šestletno obdobje se poroča tudi v okviru Direktive o vodah, ki na podlagi te ocene sprejme tudi ukrepe za izboljšanje stanja. Tak način podajanja kemijskega stanja podzemne vode omogoča tudi večjo zanesljivost ocene, saj je lahko zaradi različnih hidroloških let (sušna in zelo mokra leta) zanesljivost letne ocene lahko nižja. Za namen ocene stanja vodnih teles smo uporabili podatke za obdobje 2020-2025.

Rezultati monitoringa kemijskega stanja podzemne vode za obdobje 2020-2025 so pokazali, 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. Glede na pretekla leta smo vodno telo Murska kotlina za obdobje 2020-2025 uvrstili v dobro kemijsko stanje, slabo kemijsko stanje smo določili za Savinjsko in Dravsko kotlino, kjer je podzemna voda še vedno prekomerno obremenjena z nitrati. Dravska kotlina je glede na vsebnosti atrazina v obdobju 2020-2025 v dobrem kemijskem stanju. Poleg ocene kemijskega stanja vodnih teles podzemne vode prikazujemo tudi ustreznost po vzorčnih mestih za leto 2025 (Karta 2).



Karta 2: Kemijsko stanje vodnih teles podzemne vode za obdobje 2020-2025 in ustreznost po vzorčnih mestih v letu 2025

3. PREGLED PARAMETROV KEMIJSKEGA STANJA

V nadaljevanju so podrobneje predstavljeni parametri, ki so del ocene kemijskega stanja podzemne vode in sicer vsebnost nitrata, pesticidov in lahkihhalapnih halogeniranih organskih spojin v podzemni vodi.

3.1. Nitrat

Poleg fosforja nitrat predstavlja eno od glavnih hranil, ki jih rastline potrebujejo za dobro rast. Ko je nitrata preveč, ga rastline ne morejo porabiti v celoti in zato ostaja v okolju. Zaradi svoje dobre topnosti v vodi in nesposobnosti vezave na zemlino se presežek nitrata izpira v podzemno vodo, vodotoke, jezera in morja.

Nitrat predstavlja enega od glavnih onesnaževal v podzemni vodi. Zniževanje vsebnosti nitrata v podzemni vodi je eden od pglavitnih ciljev Uredbe o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov, ki je v slovenski pravni red prenesla Nitratno direktivo (Direktiva Sveta 91/676/EGS z dne 12. decembra 1991 o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov). V okviru Direktive o podzemni vodi ter Direktive o pitni vodi je določen standard kakovosti za nitrat $50 \text{ mgNO}_3/\text{L}$ z namenom zaščite okolja in zdravja ljudi.

Vsebnost nitrata smo v programu monitoringa podzemne vode spremljali v vzorcih na vseh vzorčnih mestih v spomladanskem in jesenskem vzorčenju. Analize smo izvedli na 163 vzorčnih mestih. Na 12 vzorčnih mestih smo ugotovili preseganje standarda kakovosti, kar predstavlja 7,4 % vseh vzorčnih mest. V tabeli 4 je prikazan procent ustreznih in neustreznih vzorčnih mest po vodnih telesih, v tabeli 5 pa preseganja po posameznih vzorčnih mestih v letu 2025.

Tabela 4: Število vzorčnih mest in število ter procent neustreznih vzorčnih mest glede na vsebnost nitrata po vodnih telesih v letu 2025

Vodno telo podzemne vode	Št. vzorčnih mest	Št. neustr. VM glede na vsebnost nitrata	% neustr. VM glede na vsebnost nitrata
Savska kotlina in Ljubljansko barje	46	3	6,5
Savinjska kotlina	11	2	18,2
Krška kotlina	11	0	
Karavanke	4	0	
Posavsko hribovje do osrednje Sotle	5	0	
Spodnji del Savinje do Sotle	3	0	
Kraška Ljubljana	7	0	
Dolenjski kras	22	0	
Dravska kotlina	24	5	20,8
Zahodne Slovenske gorice	2	0	
Murska kotlina	12	2	16,7
Vzhodne Slovenske gorice	4	0	
Obala in Kras z Brkini	3	0	
Goriška Brda in Trnovsko-Banjška planota	8	0	
SKUPAJ	163	12	7,4

Legenda: **VM**: vzorčno mesto

Tabela 5: Preseganje standarda kakovosti za nitrat na vzorčnih mestih v letu 2025

Vodno telo podzemne vode	Vzorčno mesto	Nitrati (mgNO ₃ /L)
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Voglje Vog-1/14	57,5
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Žabnica 0590	57,5
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Godešič SOV-5174	51,0
Savinjska kotlina	Trnava Trn-1/14	75,0
Savinjska kotlina	Žalec Žal 1/14	55,5
Dravska kotlina	Podova Pod-1/11	60,0
Dravska kotlina	Šikole	57,5
Dravska kotlina	Spodnja Hajdina SHaj-1/14	57,5
Dravska kotlina	Draženci Dra-1/14	70,5
Dravska kotlina	Bukovci Buk-1/14	60,0
Murska kotlina	Gančani Gan-1/14	75,0
Murska kotlina	Odranci (Od-1/09)	71,0
	Standard kakovosti	50,0

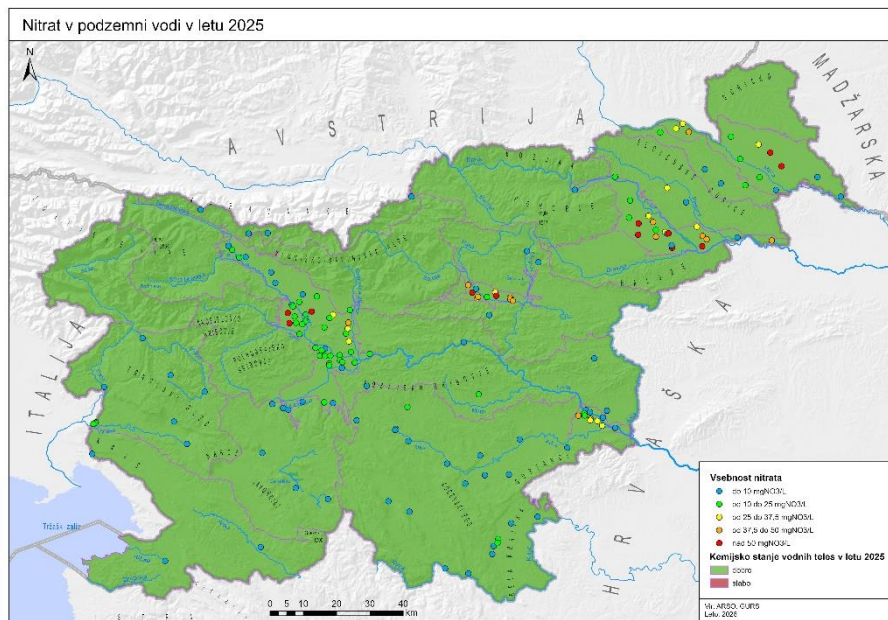
Z nitratom je najbolj obremenjena Dravska kotlina, sledita vodni telesi Savinjska in Murska kotlina. Na drugih vodnih telesih je obremenjenost z nitratom nižja, najnižja je na vodnih telesih s prevladujočimi kraško razpoklinskimi vodonosniki. Število vzorčnih mest s preseganji standarda kakovosti za nitrat po vodnih telesih s slabim stanjem v obdobju 2020-2025 z letu pada, kar je vzrok za dobro kemijo stanje vodnih teles v letu 2025 (tabela 6).

Tabela 6: Število vzorčnih mest s preseganjem nitrata na vodnih telesih s slabim stanjem v obdobju 2020-2025

Leto	Savinjska kotlina	Dravska kotlina	Murska kotlina
2020	6	9	2
2021	5	9	3
2022	6	11	2
2023	3	7	3

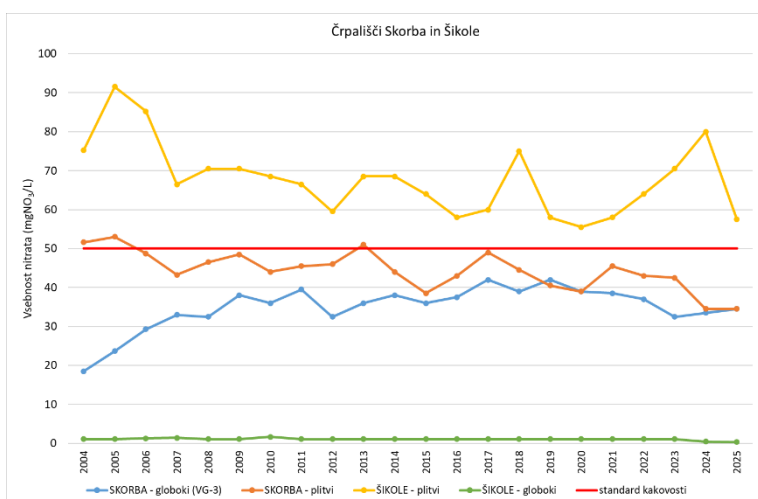
Leto	Savinjska kotlina	Dravska kotlina	Murska kotlina
2024	1	6	3
2025	2	5	2

Vsebnost nitrata po razredih je prikazana na karti 3.



Karta 3: Vsebnost nitrata v podzemni vodi v letu 2025

Že vrsto let velik problem glede vsebnosti nitrata predstavlja obremenjenost centralnega, južnega in jugovzhodnega dela Dravske kotline. Na tem delu se nahajata dve večji črpališči pitne vode in sicer Škorba ter Škole. V črpališču Škole so vsebnosti nitrata stalno presežene v plitvem, kvartarnem vodonosniku. V globokem vodnjaku črpališča Skorba (vodnjak Skorba VG-3) pa je vsebnost nitrata naraščala nekje do leta 2019, v naslednjih letih pa so vsebnosti nitrata nekoliko nižje (Grafikon 1).



Grafikon 1: Vsebnost nitrata na črpališčih pitne vode Škole in Skorba v letih 2004-2025

3.2. Pesticidi in razgradni produkti

Pesticidi, so umetne organske spojine, namenjene zatiranju plevelov, mrčesa, škodljivih organizmov ter povzročiteljev bolezni. Glede na namen uporabe jih delimo na fitofarmacevtska sredstva, ki so namenjena varovanju rastlin ter biocide. Biocidi se dodajajo v premaze za zaščito lesa, fasadne barve, uporabljajo se tudi za iztrebljanje glodavcev, uši, kot dezinfekcijska sredstva... Glede na širok spekter uporabe so viri pesticidov lahko kmetijstvo, uporaba za zatiranje plevela, lahko se pojavijo tudi v odpadnih vodah, na komunalnih čistilnih napravah...

Vsebnost pesticidov v programu monitoringa podzemne vode določamo na vzorčnih mestih v spomladanskem in jesenskem vzorčenju. Od 163 vzorčnih mest, ki so bila vključena v monitoring spremljanja podzemne vode smo analize izvedli na 37 vzorčnih mestih. Na treh vzorčnih mestih smo ugotovili preseganje standarda kakovosti, kar predstavlja 1,8 % vseh vzorčnih mest, ki so bila vključena v program monitoringa. Število vzorčnih mest in delež neustreznih vzorčnih mest po vodnih telesih je prikazano v tabeli 7, preseganje standarda kakovosti po vzorčnih mestih pa v tabeli 8.

Tabela 7: Število vzorčnih mest, neustrezna vzorčna mesta, število preseganj na posamezen pesticid po vodnih telesih

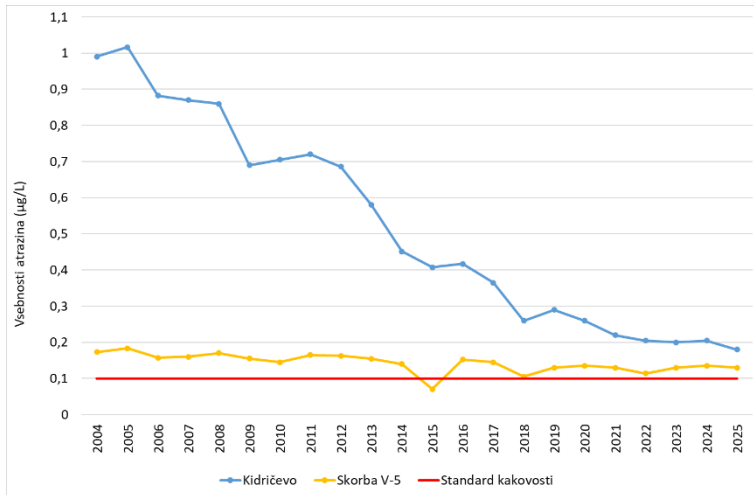
Vodno telo podzemne vode	Št. VM	Št. VM, kjer smo analizirali pesticide	Št. neustreznih VM glede na vsebnost	Št. VM s preseganji atrazina	Št. VM s preseganji desetil-atrazina
Savska kotlina in Ljubljansko barje	46	7			
Savinjska kotlina	11	2			
Krška kotlina	11	4			
Karavanke	4				
Posavsko hribovje do osrednje Sotle	5	1	1		1
Spodnji del Savinje do Sotle	3				
Kraška Ljubljanica	7				
Dolenjski kras	22	4			
Dravska kotlina	24	14	2	2	
Zahodne Slovenske gorice	2				
Murska kotlina	12	3			
Vzhodne Slovenske gorice	4	2			
Obala in Kras z Brkini	3				
Goriška Brda in Trnovsko-Banjška planota	9				
SKUPAJ	163	37	3	2	1

Legenda: **VM**: vzorčno mesto

Tabela 8: Preseganje standarda kakovosti za posamezen pesticid na vzorčnih mestih v letu 2025

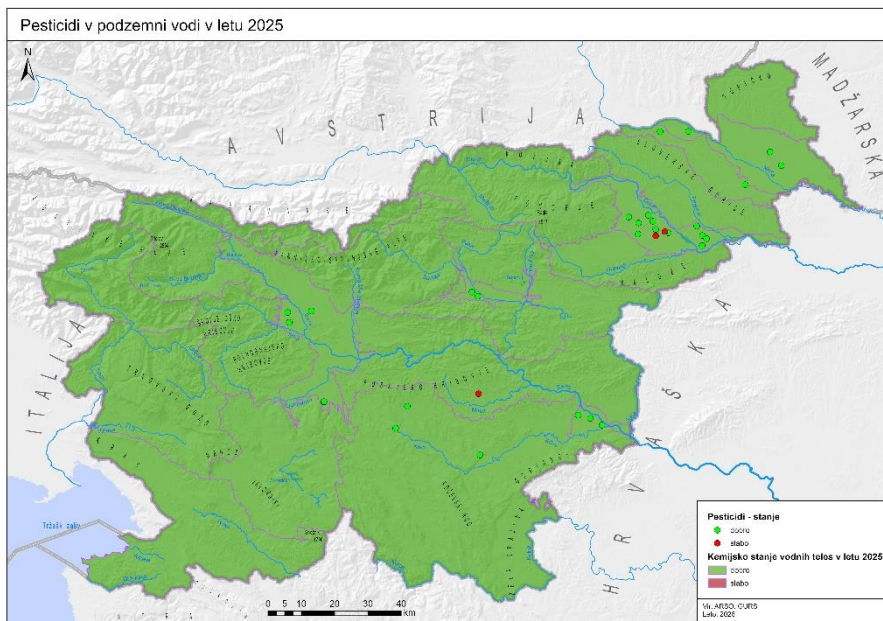
Vodno telo podzemne vode	Vzorčno mesto	Atrazin (µg/L)	Desetil-atrazin (µg/L)
Posavsko hribovje do osrednje Sotle	Kamnje Š-1/92		0,11
Dravska kotlina	Kidričevo	0,18	
Dravska kotlina	Skorba V-5	0,13	
Standard kakovosti		0,1	0,1

Standard kakovosti za pesticide je bil presežen na treh vzorčnih mestih. Na dveh vzorčnih mestih na Dravski kotlini je bila presežena vsebnost atrazina, na enem vzorčnem mestu pa je bila presežena vsebnost desetil-atrazina. Najvišje vsebnosti atrazina smo določili v vodnjaku v Kidričevem, problem pa predstavlja tudi preseganje atrazina na črpališču pitne vode v Skorbi (Grafikon 2). Vsebnosti atrazina na obeh vzorčnih mestih v obdobju 2004-2025 padata.



Grafikon 2: Vsebnost atrazina na vzorčnih mestih Kidričevo in Skorba V-5 v obdobju 2004-2025

Kemijsko stanje vzorčnih mest na podlagi pesticidov je podano na karti 4.



Karta 4: Kemijsko stanje vzorčnih mest na podlagi pesticidov v letu 2025

3.3. Lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki

Lahkohlapne halogenirane organske spojine spadajo v veliko skupino industrijskih kemikalij. So spojine, kjer je na ravni verigi ogljikovodikov en ali več vodikovih atomov zamenjan s halogenom, npr.: klorom, bromom, fluorom ali jodom. Tipična predstavnika teh spojin sta kloroform in tetrakloroeten. V okolju so

lahkohlapne halogenirane organske spojine dobro obstojne, počasi razpadajo in zato se v podzemni vodi lahko zadržujejo dalj časa.

Lahko se uporabljajo v industriji (kot organsko topilo ali sredstvo za razmaščevanje v npr. kovinski industriji) ali kot čistilo v kemijski čistilnici.

V letu 2025 smo vsebnost lahkohlapnih halogeniranih ogljikovodikov spremljali na sedmih vzorčnih mestih. Vrednost praga za lahkohlapne halogenirane ogljikovodike je bila presežena na treh vzorčnih mestih. V nasprotju z nitratom in pesticidi, ki odražajo pritisk kmetijstva in urbanizacije, lahkohlapne halogenirane organske spojine odražajo industrijsko obremenitev. Presežene vrednosti praga so prikazane v tabeli 9.

Tabela 9: Preseganje vrednosti praga za lahkohlapne halogenirane ogljikovodike na vzorčnih mestih v letu 2025

Vodno telo podzemne vode	Vzorčno mesto	Tetrakloroeten (µg/L)	Vsota LHCH (µg/L)
Savinjska kotlina	Levec VC-1772	2,2	
Murska kotlina	Rakičan (Ra-1/09)	44,0	92,2
Murska kotlina	Gančani Gan-1/14	4,8	
Vrednost praga		2,0	10,0

Legenda: LHCH: lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki

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

4. TRENDI ONESNAŽEVANJA V PODZEMNI VODI

Uredba o stanju podzemne vode v prilogi 4 »Postopek ugotavljanja pomembnih in stalno naraščajočih trendov onesnaženja ter določanja izhodiščnih točk za njihovo obračanje« nalaga tudi spremljanje pomembnih in stalno naraščajočih trendov. Izhodišča točka, pri kateri je potrebno z ustreznimi ukrepi pričeti obračati trend iz naraščajočega v padajoči je določena pri 75% standarda kakovosti oziroma vrednosti praga.

Statistična značilnost naraščanja ali padanja koncentracij onesnaževal smo preverjali z bivariatno neparametrično metodo razvrstitvenega korelacijskega koeficienta r' , s stopnjo zaupanja testa (α) = 0,05 in 0,01. 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 in sicer ker:

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

Z neparametrično korelacijo smo ugotavljali 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 ugotovimo, 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 zavrnemo, kadar je r' izračunani $> r'$ tabelirani.

V poročilu so predstavljeni statistično značilni trendi na vodnih telesih in vzorčnih mestih za parametre kemijskega stanja (nitrat, pesticidi in razgradni produkti ter lahkoahlapni halogenirani ogljikovodiki). Pri izračunu trendov smo uporabili podatki za obdobje 1998-2025, za oceno gibanja trenda v zadnjih letih pa podatke zadnjih 10 let (2016-2025). Na posameznem vodnem telesu ter vzorčnem mestu smo za potrebe ocene trendov izračunali letno povprečno vrednost posameznega parametra. Statistično značilne trende smo ugotavljali na vzorčnih mestih za parametre, kjer je bil niz podatkov dolg vsaj 6 let.

4.1. Nitrat

Priloga 4 Uredbe o stanju podzemne vode določa, da je potrebno na podlagi podatkov zagotoviti, da se trendi ločijo od naravnih nihanj. Ocenjujemo, da so morebitni trendi okoli naravnega ozadja samo informativne narave, saj so poleg naravnega nihanja nitrata lahko tudi pod vplivom merilne negotovosti same analitske metode. Zato v poročilu prikazujemo statistično značilne trende na vodnih telesih in vzorčnih mestih, kjer je bila v letu 2025 vsebnost nitrata višja od 10 mgNO₃/L.

V tabeli 10 so prikazani statistično značilni trendi nitrata na vodnih telesih.

Tabela 10: Vodna telesa, povprečna vrednost nitrata v letu 2025 ter statistično značilni trendi

Vodno telo podzemne vode	Nitrat (mg NO ₃ /L) leto 2025	Trend 1998-2025	Trend 2016-2025
Savska kotlina in Ljubljansko barje	18,81	pada	
Savinjska kotlina	40,13	pada	
Dravska kotlina	32,29	pada	pada
Murska kotlina	28,48	pada	

Vsebnost nitrata na nobenem vodnem telesu statistično značilno ne narašča. Statistično značilne trende smo ugotovili na štirih vodnih telesih. Na vodnih telesih Savinjska in Dravska kotlina z slabim kemijskem stanju zaradi nitrata trend nitrata statistično značilno pada, na Dravski kotlini tudi v zadnjih desetih letih. To nakazuje na verjetnost, da bi lahko tudi ti dve vodni telesi v prihodnosti dosegli dobro kemijsko stanje. Na ostalih vodnih telesih statistično značilnega trenda nismo določili.

V tabeli 11 so prikazana vzorčna mesta, povprečna vrednost nitrata v letu 2025, trendi ter označen primer obrata trenda. Povprečne letne vrednosti, ki presegajo točko za obrat trenda (75% standarda kakovosti: 37,5 mg NO₃/L) so označene s poudarjeni tiskom.

Tabela 11: Vzorčna mesta po vodnih telesih, povprečna vsebnost nitrata v letu 2025 ter statistično značilni trendi

Vodno telo podzemne vode	Vzorčno mesto	Nitrat 2025 (mg NO ₃ /L)	Celotno obdobje	Trend celotno obdobje	Trend 2016-2025	Obrat trenda
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Dobravca 3	16,0	2007-2025	narašča		
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Šobčev bajer	18,0	2009-2025	pada		
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Dragočajna D-0185	19,5	1998-2025	pada		
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Trboje Trb-1/13	22,0	2014-2025	pada	pada	
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Žabnica 0590	57,5	1998-2025	pada		
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Podreča Podr-1/18	13,5	2019-2025	narašča	*	
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Godešič SOV-5174	51,0	1998-2025	pada		
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Domžale, C-4	22,0	2003-2025	pada		
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Črpališče Lek	38,5	2004-2025		narašča	
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Jarški Prod (III) Ja-3	11,5	1998-2025	pada	narašča	
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Mercator De-2	22,0	2005-2025	pada		
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Kleče (VIIIa) 0543	13,5	1998-2025	pada		
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Stožice LV-0277	17,5	1998-2025		narašča	
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Hrastje - ŠM1/2D	15,5	2003-2025		narašča	
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Hrastje (I a) 0344	19,5	1998-2025	pada		
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Koteks-Zalog 0371	11,5	1998-2025	pada		
Savinjska kotlina	Dolenja vas ČB 1/83	30,0	2004-2025	pada	pada	
Savinjska kotlina	Gotovlje 0800	32,0	1998-2025	pada		
Savinjska kotlina	Parižlje Par-1/14	48,0	2015-2025	pada	pada	
Savinjska kotlina	Levec VC-1772	41,5	1998-2025	pada		
Savinjska kotlina	Levec AMP P-1	41,0	2004-2025	pada		
Savinjska kotlina	Črpališče Roje	11,7	2004-2025	pada		
Savinjska kotlina	Medlog, Vodnjak A	41,0	2007-2025	pada		
Krška kotlina	Drnovo	45,8	1998-2025	narašča		
Krška kotlina	PB-9	36,9	2011-2025	narašča	narašča	
Dravska kotlina	Vrbanski plato 16	13,5	2007-2025	pada		
Dravska kotlina	Prepolje, P-1	43,5	2007-2025	pada		
Dravska kotlina	Kungota (Ku-1/09)	25,0	2010-2025	pada	pada	
Dravska kotlina	Kidričevo	45,0	1998-2025	pada		
Dravska kotlina	Skorba V-5	34,5	2004-2025	pada	pada	
Dravska kotlina	Črpališče Skorba VG-3	34,5	2004-2025	narašča	pada	da
Dravska kotlina	Spodnja Hajdina SHaj-1/14	57,5	2015-2025	pada		
Dravska kotlina	Sobetinci Sob-1/14	42,0	2015-2025	pada	pada	
Dravska kotlina	Zagojčiči ZP-3/01	43,0	2004-2025	pada		
Murska kotlina	Mali Segovci MSeg-1/14	44,0	2015-2025	narašča	*	
Murska kotlina	Rankovci 3371	24,0	1998-2025	pada		
Murska kotlina	Krog	12,0	2007-2025	narašča		
Murska kotlina	Rakičan (Ra-1/09)	32,0	2010-2025	pada		
Murska kotlina	Odranci (Od-1/09)	71,0	2010-2025	pada		
Murska kotlina	Žgornje Krapje (ZK-1/09)	24,0	2010-2025	pada		
Vzhodne Slovenske gorice	Lukavci V3	20,5	2007-2025	narašča	narašča	
Goriška Brda in Trnovsko-Banjška planota	Miren 13A	15,7	2018-2025	pada	pada	

Legenda: *: premalo podatkov za določitev trenda

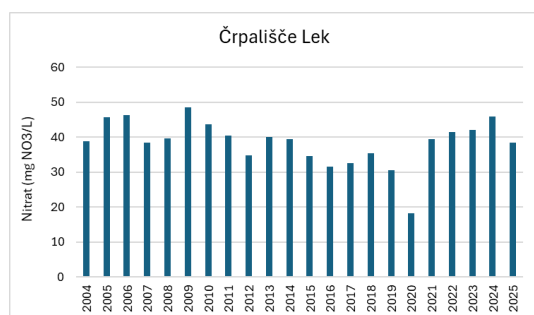
Dodatna razlaga v primerih, ko gre za naraščajoči trend

Izhodišča točka, pri kateri je potrebno z ustreznimi ukrepi pričeti obračati trend iz naraščajočega v padajoči je določena pri 75% standarda kakovosti oziroma vrednosti praga. Iz previdnostnega načela v poročilu podrobneje prikažemo naraščajoče trende na vzorčnih mestih, kjer vsebnost nitrata presega 50% standarda kakovosti.

Naraščajoči trendi na vzorčnih mestih, kjer vsebnost nitrata v letu 2025 ne presega 50% standarda kakovosti, so statistično značilni. V poročilu jih zaradi nižje vsebnosti nitrata v letu 2025 posebej ne izpostavljam, jih pa seveda redno spremljamo v okviru programa monitoringa podzemne vode.

Savska kotlina in Ljubljansko barje

Črpališče Lek: Statistično značilen naraščajoči trend na tem vzorčnem mestu smo določili prvič in sicer v krajšem, desetletnem obdobju. V celotnem obdobju 2004-2025 statistično značilnega trenda nismo določili. Kljub statistično značilnemu trendu v zadnjih desetih letih so vrednosti nitrata nižje kot so bile na začetku opazovanega niza. Dvig vsebnosti nitrata v zadnjih letih lahko nakazuje na morebitno povečano obremenitev z nitratom in zahteva redno spremljanje v okviru programa monitoringa podzemne vode.



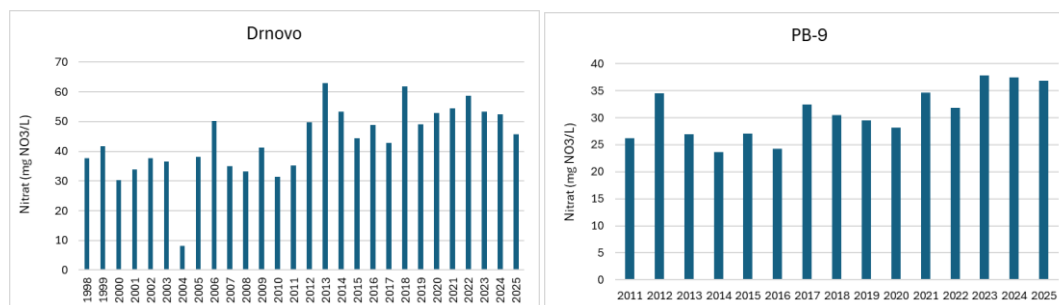
Grafikon 3: Vsebnost nitrata na vzorčnem mestu Črpališče Lek

Krška kotlina

Drnovo: Vzorčno mesto se nahaja v črpališču pitne vode, ki od oktobra 2012 služi kot rezervni vir. Analiza deset letnega niza podatkov ni pokazala statistično značilnega trenda. Na vzorčnem mestu Drnovo lahko porast nitrata razložimo tudi z zaprtjem črpališča v letu 2012, ki je verjetno vplival tudi na dvig vsebnosti nitrata. Trend na tam vzorčnem mestu obravnavamo kot statistično značilen z dodatno razlago, da v zadnjih desetih letih kljub porastu vsebnosti nitrata, ne opažamo nobenega trenda.

PB-9: Trend vsebnosti nitrata na vzorčnem mestu je statistično značilen tako v celotnem obdobju kot tudi v desetletnem nizu.

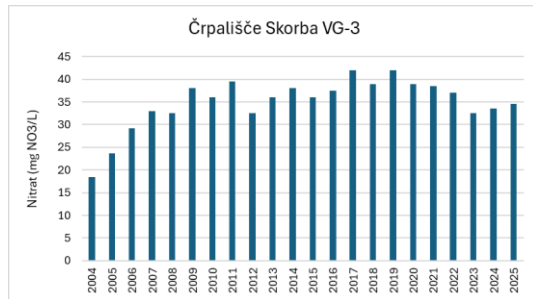
Povprečne letne vsebnosti nitrata na vzorčnih mestih Krške kotline z naraščajočim trendom so prikazane na grafikonu 4.



Grafikon 4: Vsebnost nitrata na vzorčnih mestih Drnovo in PB-9

Dravska kotlina

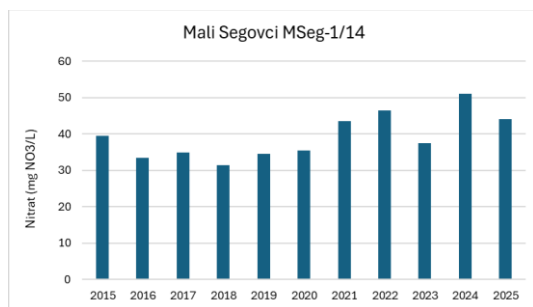
Črpališča Skorba VG-3: V globokem vodnjaku na Črpališča Skorba VG-3 že več let opažamo statistično značilen trend naraščanja vsebnosti nitrata. Analiza podatkov zadnjih deset let pa je pokazala statistično značilen trend upadanja. S tem lahko vzorčno mesto Črpališča Skorba VG-3 obravnavamo tudi kot primer, kjer smo zaznali obrat trenda, ki ga bomo lahko dokončno potrdili v naslednjih letih (grafikon 5).



Grafikon 5: Vsebnost nitrata na vzorčnem mestu Črpališče Skorba VG-3

Murska kotlina

Mali Segovci MSeg-1/14: Od leta 2021 so podatki o vsebnosti nitrata na vzorčenem mestu nekoliko višji kot v preteklih letih (grafikon 6). Zaradi zvišanja koncentracije nitrata je bil na vzorčnem mestu potrjen naraščajoči trend. Zaradi krajšega niza podatkov trenda na krajšem, desetletnem obdobju nismo preverjali.



Grafikon 6: Vsebnost nitrata na vzorčnem mestu Mali Segovci MSeg-1/14

4.2. Pesticidi in razgradni produkti

Atrazin in njegov razgradni produkt desetil atrazin sta kljub prepovedi uporabe v [letu 2002](#) po več kot 20 letih prepovedi še vedno najbolj prisotna v podzemni vodi. Študije, ki so jih izvedli z [lizimetri](#) so pokazale, da se po več kot 20 letih po uporabi atrazin še pojavlja v zemljini, kar lahko predstavljala potencialno tveganje za izpiranje v podzemno vodo tudi po več deset letih od zadnje aplikacije.

Pesticidi so umetne organske spojine, ki se v podzemni vodi ne morejo pojavljati naravno. Zato smo trende ovrednotili za tiste pesticide in razgradne produkte, ki smo jih v vzorcih v letu 2025 določili nad mejo določljivosti. Pesticidi so v program monitoringa podzemne vode uvrščeni na vzorčnih mestih, kjer smo jih v zadnjih letih določili nad mejo določljivosti. V poročilu zato prikazujemo le trende na posameznih vzorčnih mestih. Pesticidi in razgradni produkti tudi niso vzrok za slabo kemijsko stanje vodnih teles. Statistično značilne trende smo ugotovili za metolaklor, atrazin, desetil atrazin, prometrin in terbutilazin.

V tabeli 12 so prikazana vzorčna mesta in statistično značilni trendi za posamezne pesticide in razgradne produkte. Podano je tudi obdobje, za katerega je trend ovrednoten.

Tabela 12: Vzorčna mesta in statistično značilni trendi za posamezen pesticid ali razgradni produkt

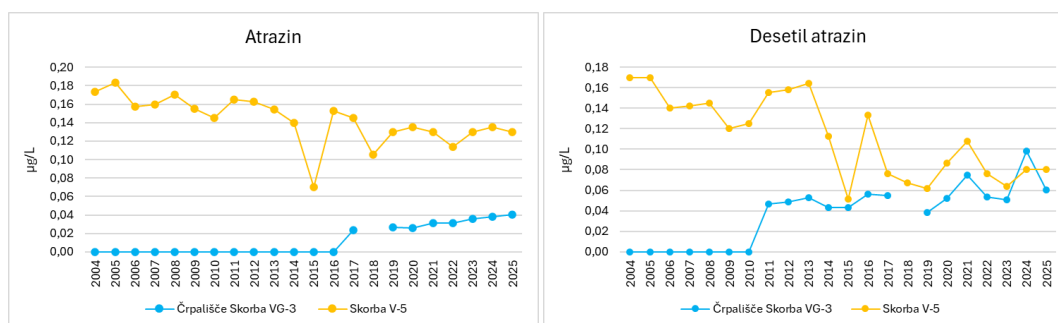
Vodno telo podzemne vode	Vzorčno mesto	Obdobje	Metolaklor	Atrazin	Desetil atrazin	Prometrin	Terbutiazin
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Godešič SOV-5174	1998-2025		pada	pada		
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Žabnica 0590	1998-2025		pada	pada		
Savinjska kotlina	Latkova vas Lvas-1/14	2015-2025		pada	pada		
Krška kotlina	Vihre Vih-1/15	2016-2025		pada			
Posavsko hribovje do osrednje Sotte	Kamnje Š-1/92	2007-2025		pada	pada		
Dolenjski kras	Krka	2007-2025	pada	pada	pada		pada
Dravska kotlina	Bukovci Buk-1/14	2015-2025		pada	pada		
Dravska kotlina	Skorba V-5	2004-2025		pada	pada		
Dravska kotlina	Črpališče Skorba VG-3	2004-2025		narašča	narašča		
Dravska kotlina	Kidričevo	1998-2025		pada	pada		
Dravska kotlina	Kungota (Ku-1/09)	2010-2025		pada	pada		
Dravska kotlina	Podova Pod-1/11	2012-2025		pada	pada	pada	
Dravska kotlina	Prepolje, P-1	2007-2025	narašča	pada	pada		
Dravska kotlina	Rače Rač-1/11	2012-2025		pada	pada		
Dravska kotlina	Sobetinci Sob-1/14	2015-2025		pada	pada		
Dravska kotlina	Spodnja Hajdina SHaj-1/14	2015-2025	pada	pada	pada		
Dravska kotlina	Starše Sta-1/11	2012-2025		pada	pada		
Dravska kotlina	Šikole	1998-2025		pada	pada		
Dravska kotlina	Zagojiči ZP-3/01	2004-2025		pada			
Murska kotlina	Gančani Gan-1/14	2015-2025		pada	pada		
Murska kotlina	Odranci (Od-1/09)	2010-2025		pada	pada		
Vzhodne Slovenske gorice	Rajšpov IZVIR v Lokavcu	2007-2025		pada	pada		

Rezultati statističnih analiz podatkov so pokazali, da vrednosti pesticidov na večini vzorčnih mest statistično značilno padajo. Na dveh vzorčnih mestih pa smo določili naraščajoč trend.

Črpališče Skorba VG-3 in Skorba V-5

Na črpališču Skorba smo na globokem vodnjaku VG-3 določili naraščajoč trend za atrazin in desetil atrazin. Z nižanjem meje določljivosti analitske metode (iz 0,05µg/L na 0,03µg/L v letu 2011 in 0,01µg/L v letu 2017) smo atrazin določili prvič v letu 2017, desetil atrazin pa v letu 2011. Od takrat vrednosti naraščajo za oba parametra naraščajo. Vsebnost desetil atrazina v globokem objektu VG-3 občasno tudi presega vsebnost v plitvem objektu V-5. Atrazin in desetil atrazin statistično značilno padata v plitvem objektu Skorba V-5.

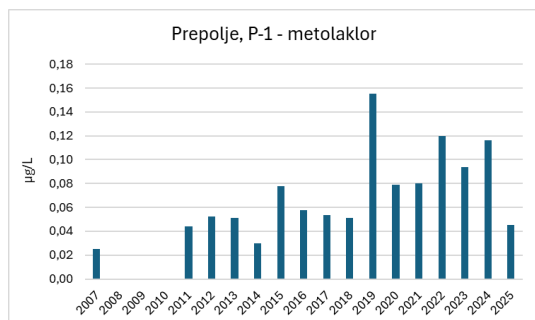
Vsebnosti atrazina in desetil atrazina v plitvem (Skorba V-5) in globokem objektu (Črpališče Skorba VG-3) so prikazane v grafikonu 7.



Grafikon 7: Vsebnost atrazina in desetil atrazina na vzorčnem mestu Črpališče Skorba VG-3

Trend naraščanja v globokem objektu VG-3 lahko pripišemo tudi vdoru vode slabše kvalitete iz plitvega v globoki vodonosnik.

Prepolje, P1: Na vzorčnem mestu Prepolje, P-1 smo določili statistično značilnem trend naraščanja vsebnosti metolaklora (grafikon 8).



Grafikon 8: Vsebnost metolaklora na vzorčnem mestu Prepolje, P-1

Na vzorčnem mestu Prepolje P-1 je metolaklor občasno presegal standard kakovosti 0,1 µg/L. V letu 2025 je vsebnost metolaklora občutno nižja kot v preteklih letih. S prepovedjo metolaklora v letu 2023 pričakujemo, da se bo v naslednjih letih vsebnost metolaklora še dodatno znižala.

4.3. Lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki

Prav tako kot pesticidi so tudi lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki umetne organske spojine in podzemni vodi niso naravno prisotne. Trende smo ovrednotili ta parametra tetrakloroeten in trikloroeten, ki sta pogosto tudi vzrok za slabo kemijsko stanje na posameznih vzorčnih mestih. V tabeli so prikazana vzorčna mesta in statistično značilni trendi za tetrakloroeten in trikloroeten.

Tabela 13: Vzorčna mesta in statistično značilni trendi za tetrakloroeten in trikloroeten

Vodno telo podzemne vode	Vzorčno mesto	Obdobje	Tetrakloroeten	Trikloroeten
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Hrastje – ŠM1/2D	2003-2025	pada	
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Hrastje (I a) 0344	1998-2025	pada	pada
Savinjska kotlina	Levec VC-1772	1998-2025	pada	
Murska kotlina	Gančani Gan-1/14	2015-2025	pada	

Na nobenem ob vzorčnih mest nismo določili naraščajočega trenda. Na najbolj obremenjenem vzorčnem mestu Rakičan (Ra-1/09) na Murski kotlini morebitnega padajočega trenda nismo določili.

5. PREISKOVALNI MONITORINGI

5.1. Stanje podzemne vode kraških izvirov na ogroženih območjih človeške ribice

Uredba o stanju podzemnih voda 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 vzpostavljane 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. Na tem območju so v skladu s Pravilnikom o določitvi vodnih teles podzemnih voda določena tri vodna telesa podzemne vode in sicer vodno telo Kraška Ljubljana, Dolenjski kras in Obala ter Kras z Brkini. Človeška ribica (v Sloveniji najdemo belo in črno podvrsto) živi v 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 lahko vsako onesnaženje, tako kratkotrajno kot tudi dolgotrajno, vpliva na katerikoli razvojni stadij človeške ribice. Po navedbi stroke predstavljajo največjo grožnjo nitrati (preko 10 mgNO₃/L), pesticidi in PCB¹. V okviru projekta LIFE Kočevsko je izdelana študija, ki predlaga vrednost nitrata 9,2 mgNO₃/L kot ciljno mejno vrednost za ugodno stanje habitata človeške ribice². Zakonodaje, ki bi predpisovala sistem monitoringa, mejne vrednosti in vrednotenje še ni.

Vzorčna mesta, kjer spremljamo kakovost podzemne vode zaradi človeške ribice so navedena v tabeli 14.

Tabela 14: Mreža vzorčnih mest za spremljanje kakovosti podzemne vode zaradi človeške ribice

Vodno telo podzemne vode	Vzorčno mesto	Koordinata E	Koordinata N	Prvo leto opazovanja
Kraška Ljubljana	Malenščica - črpališče v Malnih - iztok	442138	76116	2003
Kraška Ljubljana	Tresenec, Otok na Cerkniskem jezeru	452165	65596	2007
Kraška Ljubljana	Veliki Obrh pri Ložu	461914	62240	2003
Dolenjski kras	Radešca, Podturn	503086	66907	1994
Dolenjski kras	Dobličca	511218	45745	1990
Dolenjski kras	Jelševnik	511616	48119	2014
Dolenjski kras	Otovški breg	513011	50275	2014
Dolenjski kras	Pački breg	512783	49076	2014
Dolenjski kras	Krupa	516918	55006	1993
Dolenjski kras	Obrh Rinža	486328	58486	2007
Dolenjski kras	Vir pri Stični	485709	89905	2016
Dolenjski kras	Mali Podljuben	508993	69444	2016
Dolenjski kras	Metliški Obrh	524784	56970	1992
Obala in Kras z Brkini	Brestovica	391075	75834	2003

Na vseh vzorčnih mestih smo v letu 2025 vzorčili dvakrat. V vseh vzorcih smo izmerili osnovne fizikalne (temperatura zraka, temperatura vode, pH, električna prevodnost (20 °C), raztopljeni kisik, nasičenost s kisikom, redoks potencial) in kemijske parametre (amonij, nitrit, nitrat, ortofosfat) ter kovine, na nekaterih vzorčnih mestih pa tudi pesticide, razgradne produkte metolakloro ESA in OXA, PCB ter ostanke zdravil.

V tabeli 15 je prikazana povprečna letna vsebnost nitrata v obdobju 2010-2025 na vzorčnih mestih, kjer spremljamo stanje voda na ogroženih območjih človeške ribice.

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.

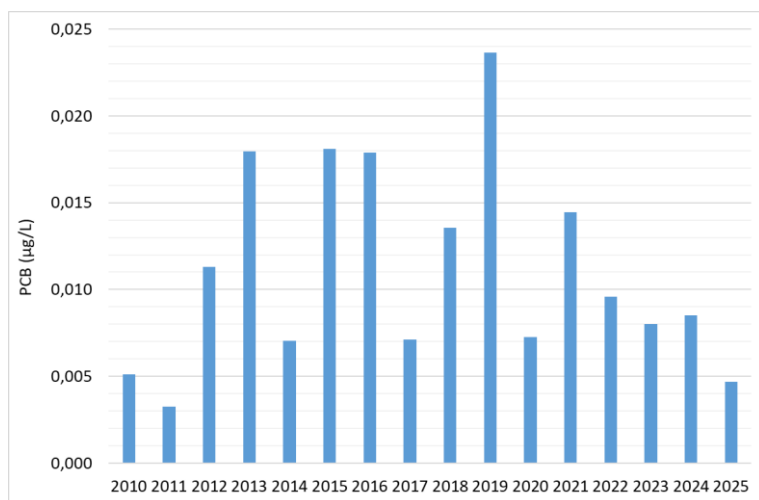
² B. Kolar: Ocena tveganja, ki ga predstavlja nitrat za ekosisteme podzemne vode in za človeško ribico na projektnem območju LIFE Kočevsko (LIFE13 NAT/SI/000314), Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano, Center za okolje in zdravje, 2017.

Tabela 15: Letna povprečja nitrata (izražena kot mgNO₃/L) na vzorčnih mestih v obdobju 2010-2025

Leto	Malenščica	Dobljčca	Krupa	Metliški Obrh	Obrh Rinža	Veliki Obrh pri Ložu	Brestovica	Radešica, Podturn	Jeiševnik	Otovški breg	Pački breg	Vir pri Stični	Mali Podljuben	Trsenec
2010	2,8	2,4	5,0	7,3	3,0	3,0	5,4	5,2						
2011	4,3	3,1	4,8	4,8	4,9	3,3	5,4	5,3						
2012	3,6	4,6	4,9	9,9	4,3	4,4	5,4	7,0						
2013	2,7	5,6	7,1	7,2	3,3	3,3	2,8	5,9						
2014	3,3	2,9	4,2	7,0	3,4	3,2	2,7	7,9	3,6	13,2	11,7			
2015	6,1	2,8	4,8	7,4	4,8	4,7	5,6	4,8	3,5	14,1	13,0			
2016	4,5	3,2	5,4	6,4	4,0	4,0	5,4	4,8	3,5	15,7	14,2	11,8	8,7	6,6
2017	3,2	3,9	3,8	7,9	3,5	4,5	5,6	6,3	3,2	17,9	16,4	19,3	6,6	5,4
2018	3,9	3,4	4,8	6,9	5,9	3,6	5,0	6,1	3,2	17,0	14,2	14,0	10,6	6,3
2019	4,4	3,9	6,0	6,8	6,1	4,0	4,5	6,6	5,7	13,5	11,4	18,0	9,9	6,1
2020	3,0	5,3	5,8	6,6	5,9	3,8	5,0	6,2	4,2	17,5	14,9	13,0	6,7	4,4
2021	3,2	3,6	5,3	7,2	5,2	3,5	4,4	6,0	4,8	16,8	14,8	14,8	13,5	4,8
2022	4,4	3,8	5,5	7,8	3,2	4,6	5,9	5,9	4,1	10,9	10,5	17,7	9,8	4,5
2023	2,0	3,7	4,0	8,8	2,3	3,3	6,2	4,9	3,6	13,2	12,1	18,1	8,5	2,9
2024	3,6	4,7	5,6	6,3	3,3	3,4	5,9	5,5	3,9	12,9	13,3	16,8	7,1	3,4
2025	2,9	4,2	5,5	8,0	2,9	4,5	4,6	5,3	3,7	17,4	17,4	17,0	8,8	4,4

Pesticide smo spremljali na vzorčnih mestih, kjer smo v preteklosti določili prisotnost pesticidov (Pački breg in Vir pri Stični), razgradne produkte metolaklorja ESA in OXA pa na vseh vzorčnih mestih. V nobenem vzorcu nismo zaznali prisotnosti pesticidov oziroma razgradnih produktov metolaklorja.

Obremenjenost območja Semiča s polikloriranimi bifenili (PCB) zaradi proizvodnje kondenzatorjev v letih 1962 – 1985 v tovarni Iskra Semič še vedno predstavlja okoljski problem. PCB so umetne organske spojine iz skupine kloriranih cikličnih ogljikovodikov. Zaradi emisij iz proizvodnje in neustrezno odloženih odpadkov v okolje, je na območju Semiča 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. Vsebnost PCB na izviru reke Krupe je v zadnjih letih nižja kot je bila v preteklih letih (grafikon 9).



Grafikon 9: Povprečna letna vsebnost PCB v izviru Krupe za obdobje 2010-2025

5.2. Ostanke zdravil in kofeina 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 in kopenske ekosisteme ter nenazadnje preko pitne vode tudi na nas ljudi.

Farmacevtske učinkovine in njihovi razgradni produkti lahko [končajo v okolju na več načinov](#) (proizvodnja in uporaba zdravil, neustrezno odlaganje, gnojenje). Po ocenah največji [delež prispeva uporaba zdravil](#) tako v humani kot veterinarski medicini. 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 vzorčnih mest upoštevali so bili podatki o čistilnih napravah v zaledju vzorčnih mest, urbana poselitve in kmetijska področja. Sprva smo farmacevtske učinkovine spremljali na bolj obremenjenih vodnih telesih z medzrnsko poroznostjo in obsežnejših kraških vodnih telesih, kasneje pa smo mrežo vzorčnih mest razširili tudi na ostala manj obremenjena vodna telesa.

V programu smo spremljali farmacevtske učinkovine:

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

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

V program je vključen tudi kofein. Največ kofeina se nahaja v napitkih (kava, energetski napitki), dodan je tudi nekaterim protibolečinskim zdravilom.

V letu 2025 smo farmacevtske učinkovine spremljali na 36 vzorčnih mestih na naslednjih vodnih telesih:

- Savska kotlina in Ljubljansko barje
- Savinjska kotlina
- Krška kotlina
- Kraška Ljubljana
- Dolenjski kras
- Dravska kotlina
- Murska kotlina
- Goriška Brda in Trnovsko-Banjška planota

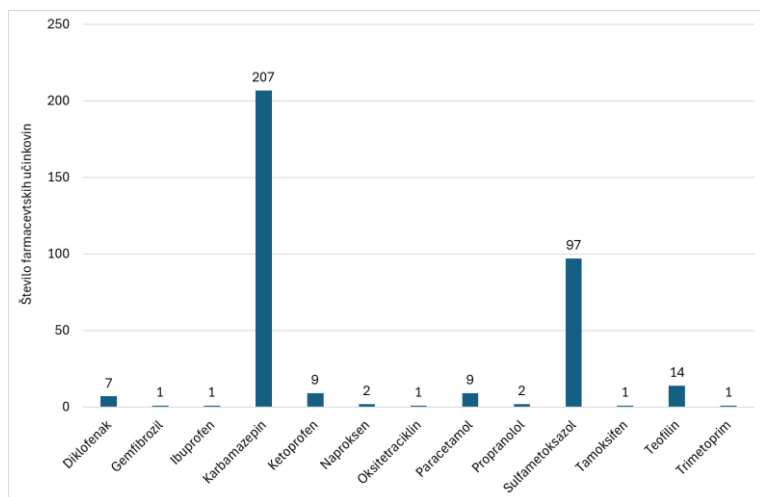
Analize smo opravili v spomladanskem in jesenskem zajemu.

V letu 2025 smo v vzorcih podzemne vode določili 6 različnih farmacevtskih učinkovin na 26 vzorčnih mestih. Rezultati so prikazani v tabeli 16.

Tabela 16: Prisotnost farmacevtskih učinkovin v vzorcih podzemne vode v letu 2025

Vodno telo podzemne vode	Vzorčno mesto	Datum	Karbamazepin (µg/L)	Paracetamol (µg/L)	Sulfametoksazol (µg/L)	Teofilin (µg/L)	Ibuprofen (µg/L)	Tamoksifen (µg/L)
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Podbrezje VPB-1/88	19.06.2025			0,004			
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Meja Mej-1/13	17.06.2025	0,009		0,004			
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Meja Mej-1/13	21.10.2025	0,008		0,004			
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Drulovka Dru-1/14	17.06.2025	0,014		0,007			
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Stožice LV-0277	18.06.2025	0,047					
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Stožice LV-0277	23.10.2025	0,011		0,004			
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Vojkova VOJ-1/14	19.06.2025	0,009		0,008			
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Vojkova VOJ-1/14	03.11.2025	0,010		0,007			
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Navje-limnigraf	18.06.2025			0,007			
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Hrastje (I a) 0344	09.06.2025	0,007		0,005			
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Hrastje (I a) 0344	15.10.2025	0,006		0,004			
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Fužine V-DSO-1/15	17.06.2025			0,009			
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Fužine V-DSO-1/15	22.10.2025		0,410	0,005			
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Koteks-Zalog 0371	17.06.2025			0,004			
Savinjska kotlina	Žalec Žal 1/14	30.09.2025						0,017
Savinjska kotlina	Črpališče Roje	28.05.2025			0,004			
Savinjska kotlina	Črpališče Roje	29.09.2025			0,005			
Kraška Ljubljana	Izvir Ljubljane - Močilnik	21.05.2025	0,009					
Dolenjski kras	Krka	09.07.2025	0,012		0,014			
Dolenjski kras	Krka	01.10.2025	0,007		0,016			
Dolenjski kras	Vir pri Stični	09.07.2025	0,012					
Dolenjski kras	Vir pri Stični	01.10.2025	0,020					
Dolenjski kras	Luknja - izvir Prečne	09.07.2025	0,007		0,008			
Dolenjski kras	Krka - izvir Poltarica	09.07.2025	0,006					
Dolenjski kras	Krka - izvir Poltarica	01.10.2025	0,006					
Dolenjski kras	Radešica, Podturn	11.07.2025				0,041	0,011	
Dolenjski kras	Bilpa	11.07.2025	0,004		0,006			
Dolenjski kras	Pački breg	11.07.2025	0,061					
Dolenjski kras	Pački breg	02.10.2025	0,026		0,024			
Dravska kotlina	Vrbanski Plato 16	04.06.2025	0,007					
Dravska kotlina	Vrbanski Plato 16	06.10.2025	0,010					
Dravska kotlina	Prepolje, P-1	11.06.2025	0,006					
Dravska kotlina	Prepolje, P-1	13.10.2025	0,007					
Dravska kotlina	Ormož V-9	07.10.2025	0,005					
Murska kotlina	Žepovci Žep-2/11	22.05.2025	0,082					
Murska kotlina	Žepovci Žep-2/11	23.09.2025	0,040					
Murska kotlina	Rakičan (Ra-1/09)	26.05.2025	0,016					
Goriška Brda in Trnovsko-Banjška planota	Miren 0330	09.07.2025	0,013					
Goriška Brda in Trnovsko-Banjška planota	Miren 13A	07.10.2025	0,010					

V vzorcih podzemne vode sta bila najbolj pogosto določena karbamazepin in sulfametoksazol. V celotnem obdobju od 2014 do 2025 smo v vzorcih določili 13 različnih farmacevtskih učinkovin, od tega najpogosteje [karbamazepin](#) in [sulfametoksazol](#) (Grafikon 10).



Grafikon 10: Število določenih farmacevtskih učinkovin v vzorcih v obdobju 2014-2025

Na nekaterih vzorčnih mestih najdemo v vzorcih podzemne vode več ostankov farmacevtskih učinkovin. V tabeli 17 so prikazana vzorčna mesta, ki so v programu monitoringa podzemne vode vsaj pet let in kjer smo v več kot 75% vzorcih določili prisotnost več farmacevtskih učinkovin.

Tabela 17: Vzorčna mesta, število let, število vzorcev ter število prisotnih farmacevtskih učinkovin v obdobju 2014-2025

Vodno telo podzemne vode	Vzorčno mesto	Število let	Število vzorcev	Število vzorcev > LOQ*	% vzorcev > LOQ**	Trimetoprim	Diklofenak	Karbamazepin	Ketoprofen	Paracetamol	Sulfametoksazol	Teofilin	Oksitetraciklin
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Meja Mej-1/13	8	11	11	100,0			11			5		
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Drulovka Dru-1/14	8	11	9	81,8			9		1	4	1	
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Stožice LV-0277	7	10	8	81,8		1	7			1		
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Vojkova Voj-1/14	8	11	11	100,0			11			8		
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Hrastje (I a) 0344	8	11	10	90,9			10			6		
Dolenjski kras	Krka	12	19	16	84,2		2	14			14		
Dolenjski kras	Vir pri Stični	6	8	7	87,5	1		7					1
Dolenjski kras	Težka Voda	12	19	16	84,2			16			1		
Dolenjski kras	Pački breg	6	8	7	87,5			6		1	1		
Dravska kotlina	Vrbanski plato 16	7	9	8	88,9			8					
Murska kotlina	Žepovci Žep-2/11	11	17	16	94,1			16			2		
Murska kotlina	Rakičan (Ra-1/09)	11	17	15	88,2			15					
Goriška Brda in Trnovsko-Banjška planota	Miren 0330	8	10	9	90,0			9	1		5		

Legenda: * število vzorcev, kjer so bile določene koncentracije farmacevtske učinkovine večje od LOQ, ** procent vzorcev, kjer so bile določene farmacevtske učinkovine večje od LOQ

V vzorcih podzemne vode spremljamo tudi kofein, ki je pokazatelj človekovega vpliva in kanalizacije. Poleg uporabe v različnih energetskih napitkih se uporablja tudi kot dodatek k nekaterim zdravilom in hrani. Kofein je v okolju potrjen [razgradnji](#), zato je v okolju prisoten le nekaj mesecev po pojavu.

V letu 2025 smo prisotnost kofeina potrdili na desetih vzorčnih mestih (tabela 18)

Tabela 18: Prisotnost kofeina v vzorcih podzemne vode v letu 2025

Vodno telo podzemne vode	Vzorčno mesto	Datum	Kofein ($\mu\text{g/L}$)
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Fužine V-DSO-1/15	17.06.2025	0,037
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Fužine V-DSO-1/15	22.10.2025	0,094
Krška kotlina	PB-9	30.09.2025	0,052
Kraška Ljubljana	Izvir Ljubljanice - Močilnik	21.05.2025	0,051
Kraška Ljubljana	Izvir Ljubljanice - Močilnik	24.09.2025	0,030
Kraška Ljubljana	Strojarček	24.09.2025	0,034
Dolenjski kras	Vir pri Stični	09.07.2025	0,096
Dolenjski kras	Vir pri Stični	01.10.2025	0,068
Dolenjski kras	Luknja - izvir Prečne	09.07.2025	0,086
Dolenjski kras	Radešica, Podturn	11.07.2025	0,190
Dolenjski kras	Bilpa	11.07.2025	0,083
Dolenjski kras	Pački breg	11.07.2025	0,079
Dolenjski kras	Krupa	11.07.2025	0,076

Mejne vrednosti za vrednotenje kakovosti podzemne vode glede na vsebnost farmacevtskih učinkovin še niso določene. S spremembo Vodne direktive, Direktive o podzemni vodi ter Direktive o okoljskih standardih kakovosti so predlagani standardi kakovosti za tri ostanke zdravil (tabela 19).

Tabela 19: Predlagani standardi kakovosti za ostanke zdravil

Parameter	Standard kakovosti ($\mu\text{g/L}$)
Karbamazepin	2,5
Sulfametoksazol	0,1
Primidon	2,5

5.3. Analize spojin iz skupine per- in polifluoroalkilnih snovi (PFAS)

Spojine iz skupine **PFAS** so industrijske kemikalije in spadajo med obstojna organska onesnaževala. To so strupene, slabo razgradljive spojine, ki se lahko širijo na velike razdalje po zraku in/ali vodi. So škodljive za okolje in zdravje, saj se kopičijo v organizmih, lahko povzročajo raka, vplivajo na hormonsko ravnovesje in lahko okvarijo imunski sistem. Zaradi svojih hidrofobnih in lipofobnih lastnosti so imele v preteklosti širok spekter uporabe. Uporabljali so se v čistilnih izdelkih, v penah za gašenje, kot impregnacijsko sredstvo v številnih izdelkih, kot so preproge, pohištvo, papir, tekstil in usnje. Danes je uporaba močno omejena, uporablja se le tam, kjer niso našli ustrezne zamenjave, npr. v fotografski industriji, v industriji elektronike in polprevodnikov ter v hidravličnih tekočinah v letalih.

V podzemni vodi spojine iz skupine PFAS spremljamo od leta 2018. Sprva smo v vzorcih podzemne vode spremljali le perfluorooktansulfonsko kislino (PFOS), od leta 2020 pa tudi perfluorooktanojsko kislino (PFOA). V letu 2024 se je nabor spojin povečal na 20 z namenom uskladitve z Uredbo o pitni vodi, ki je že uvedla spojine iz skupine PFAS v del ocene stanja. V letu 2025 smo analize spojin PFAS izvedli na vseh 163 vzorčnih mestih z namenom pregleda stanja na celotni mreži programa monitoringa podzemne vode.

V vzorcih smo določili enajst različnih PFAS spojin:

- Perfluorooktanojska kislina (PFOA)
- Perfluorooktansulfonska kislina (PFOS)
- Perfluoroheksanojska kislina (PFHxA)
- Perfluoroheptanojska kislina (PFHpA)
- Perfluorononanojska kislina (PFNA)

- Perfluoropentanojska kislina (PFPeA)
- Perfluorobutanojska kislina (PFBA)
- Perfluoropentansulfonska kislina (PFPeS)
- Perfluoroheptansulfonska kislina (PFHpS)
- Perfluoroheksansulfonska kislina (PFHxS)
- Perfluorobutansulfonska kislina (PFBS)

V tabeli 20 je prikazano število vzorčnih mest po vodnih telesih, kjer smo določili prisotnost spojin PFAS. Za posamezno spojino PFAS je zapisano tudi, na koliko vzorčnih mestih v vodnem telesu se je spojina pojavila.

Tabela 20: Število in procent vzorčni mest, kjer smo določili prisotnost posameznih spojin PFAS

Vodno telo podzemne vode	Število vseh VM	Število VM > LOQ*	Procent VM > LOQ*	PFOA	PFOS	PFHxA	PFHpA	PFNA	PFPeA	PFBA	PFPeS	PFHpS	PFHxS	PFBS
Savska kotlina in Ljubljansko barje	46	45	97,8	32	34	25	16		23	40	6	1	16	36
Savinjska kotlina	11	6	54,5		2					3				3
Krška kotlina	11	11	100,0	6	12	6	4	1	6	14	5	2	10	15
Karavanke	4	2	50,0	1						1				1
Posavsko hribovje do osrednje Sotle	5	1	20,0							1				
Spodnji del Savinje do Sotle	3	1	33,3							1				
Kraška Ljubljana	7	2	28,6							2				1
Dolenjski kras	22	13	59,1	8	6	3	2		3	11				6
Dravska kotlina	24	17	70,8	5	5	5	3		2	17	2	2	5	7
Zahodne Slovenske gorice	2	2	100,0		1	1				2			1	
Murska kotlina	12	7	58,3	1	3	2	1			6	1		2	3
Vzhodne Slovenske gorice	4	4	100,0							2				2
Obala in Kras z Brkini	3	1	33,3	1		1				1				1
Goriška Brda in Trnovsko-Banjška planota	9	6	66,7	5	3	3	3		3	6	1			5
SKUPAJ	163	118	72,4	59	66	46	29	1	37	107	15	5	34	80

Legenda: VM: vzorčno mesto, *: število in procent vzorčnih mest, kjer smo določili prisotnost PFAS višjo od meje določljivosti (LOQ)

Spojine PFAS so vsesplošno prisotne v podzemni vodi. Prisotnost smo zaznali na 72,4% vzorčnih mest. Na nekaterih vodnih telesih smo prisotnost vsaj ene spojine PFAS določili na vseh vzorčnih mestih, pogosto je na vodnih telesih obremenjenost vzorčnih mest tudi preko 90%. Najpogosteje smo v vzorcih določili PFBA in PFBS. Kljub temu, da so spojine PFAS v okolju zelo obstojne, v okolju zelo počasi vseeno razpadajo. PFBA in PFBS sta prepoznana tudi kot razpadna produkta spojin PFAS. V tabeli 21 je prikazano 20 najvišjih vsebnosti spojin PFAS, ki smo jih določili v letu 2025.

Tabela 21: Najvišje vsebnosti PFAS v letu 2025

Vodno telo podzemne vode	Vzorčno mesto	Parameter	Datum	Rezultat (µg/L)
Krška kotlina	Sp. Stari Grad NE-1177	PFOS	26.05.2025	0,130
Krška kotlina	Sp. Stari Grad NE-1177	PFOS	29.09.2025	0,110
Krška kotlina	Sp. Stari Grad NE-1177	PFHxS	26.05.2025	0,043
Dravska kotlina	Starše Sta-1/11	PFOS	10.10.2025	0,042
Krška kotlina	Sp. Stari Grad NE-1177	PFHxA	26.05.2025	0,020
Dravska kotlina	Starše Sta-1/11	PFOS	10.06.2025	0,019
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Moste Most-1/18	PFOS	3.11.2025	0,019
Dravska kotlina	Prepolje, P-1	PFOS	13.10.2025	0,018

Vodno telo podzemne vode	Vzorčno mesto	Parameter	Datum	Rezultat (µg/L)
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Moste Most-1/18	PFOS	19.06.2025	0,016
Krška kotlina	Sp. Stari Grad NE-1177	PFHxS	29.09.2025	0,016
Krška kotlina	Sp. Stari Grad NE-1177	PFPeA	29.09.2025	0,015
Dolenjski kras	Luknja - izvir Prečne	PFBS	9.07.2025	0,015
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Trboje Trb-1/13	PFOS	16.06.2025	0,013
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Trboje Trb-1/13	PFOS	16.10.2025	0,013
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Polje pri Vodicach 0850	PFHxA	21.10.2025	0,013
Krška kotlina	Sp. Stari Grad NE-1177	PFPeA	26.05.2025	0,013
Dravska kotlina	Rače Rač-1/11	PFBS	10.10.2025	0,013
Krška kotlina	Čatež M32	PFBS	29.09.2025	0,013
Krška kotlina	Sp. Stari Grad NE-1177	PFHxA	29.09.2025	0,012
Dravska kotlina	Rače Rač-1/11	PFBS	10.06.2025	0,012

Mejne vrednosti za vrednotenje kakovosti podzemne vode glede na vsebnost spojin PFAS še niso določene. S spremembo Vodne direktive, Direktive o podzemni vodi ter Direktive o okoljskih standardih kakovosti sta za spojine PFAS predlagana dva standarda kakovosti (tabela 22).

Tabela 22: Predlagana standarda kakovosti za spojine PFAS

Parameter	Predlagan standard kakovosti (µg/L)
Vsota PFAS	0,1*
Vsota 4 PFAS (PFOA, PFOS, PFNA, PFHxS)	0,0044

Legenda: *: povzeto po Uredbi o pitni vodi, vsota 20 PFAS spojin iz priloge 3, točka 2

5.4. Razgradni produkti (metaboliti) pesticidov v podzemni vodi

Vsebnost pesticidov v podzemni vodi spremljamo od začetka monitoringa podzemne vode in sicer od leta 1987. V prvih letih so bila v vzorcih pogosto določena presejanja pesticidov, pogosti so bili tudi vzorci, kjer sta standard kakovosti presegala več kot dva pesticida. V zadnjih letih so presejanja standarda kakovosti redka, v letu 2025 smo presejanja ugotovili le na treh vzorčnih mestih.

Glede na upadanje števila pojavljanja pesticidov in njihove vsebnosti v podzemni vodi v zadnjih letih na evropskem nivoju več pozornost posvečajo razgradnim produktom pesticidov, ki so posledica razgradnje ali produkti reakcije aktivne substance, delimo pa jih na relevantne in nerelevantne. Posebej pomembni so tisti produkti razgradnje, ki imajo podoben ali višji toksikološki vpliv kot osnovna aktivna substanca. Od leta 1991 v podzemni vodi redno spremljamo dva razgradna produkta atrazina (desetil-atrazin in desizopropil-atrazin) in od leta 2006 razgradni produkt terbutilazina (desetil-terbutilazin). Atrazin je od leta 2002 v Sloveniji [umaknjen](#) iz prodaje, medtem ko je terbutilazin še v uporabi. Omenjeni razgradni produkti atrazina in terbutilazina se uvrščajo med relevantne razgradne produkte.

V letu 2021 smo v program monitoringa podzemne vode prvič uvrstili razgradni produkt metolaklor in sicer metolaklor-ESA (Metolachlor Ethane Sulfonic Acid), v letu 2024 pa tudi metolaklor-OXA (Metolachlor OXanilic Acid). Metolaklor je mešanica dveh stereoizomer (S in R). R izomera je praktično neaktivna, zato v fazi proizvodnje poskušajo doseči čim večjo vsebnost S izomere. V metolakloru se nahaja 80-100 % S in 0-20 % R izomere. Glede na to, da je aktivna le S izomera pogosto metolaklor označujejo po aktivni substanci kot S-metolaklor.

Metolaklor ESA in OXA smo v letu 2025 analizirali na naslednjih vodnih telesih:

- Savska kotlina in Ljubljansko barje
- Savinjska kotlina
- Krška kotlina
- Posavsko hribovje do osrednje Sotle
- Spodnji del Savinje do Sotle
- Dolenjski kras
- Dravska kotlina
- Murska kotlina
- Vzhodne Slovenske gorice

Kriterij za uvrstitev vzorčnih mest v program spremljanja vsebnosti metolaklor-ESA je bilo pojavljanje metolaklor in metolaklor ESA ter ostalih pesticidov na vzorčnem mestu v preteklosti. Analize smo izvajali v spomladanskem in jesenskem vzorčenju.

V decembru 2023 je Evropska komisija z [Izvedbeno uredbo](#) o neobnovitvi odobritve aktivne snovi S-metolaklor državam članicam naložila, da prekličejo registracijo fitofarmaceutskih sredstev, ki vsebujejo S-metolaklor, kar so morale storiti do 15. novembra 2024. S tem je uporaba S-metolaklor na področju evropske unije prepovedana.

Glede na toksikološke študije je bil [na Evropsko Agencijo za kemikalije](#) vložen predlog razvrstitve S-metolaklor med substance, ki so lahko kancerogene in vplivajo na razmnoževanje. Aktivna snov S-metolaklor je trenutno še v zaključni fazi revizije na Evropski agenciji za varnost hrane (EFSA) oziroma na Evropski Komisiji. Na podlagi osnutka ocene in [RAC mnenja](#) lahko upravičeno pričakujemo, da bo predlagana razvrstitev za S-metolaklor potrjena. S tem bodo tudi razgradni produkti metolaklor razglašeni za relevantne in bo zanje veljal standard kakovosti 0,1µg/L. Razvrstitev v skupino rakotvornih substanc za [S-metolaklor](#) v času priprave poročila še ni uradno potrjena.

V tabeli 23 je prikazanih 25 najvišje določenih vsebnosti razgradnih produktov metolaklor v letu 2025.

Tabela 23: Vzorčna mesta z najvišjimi vsebnosti razgradnih produktov metolaklor v letu 2025

Vodno telo podzemne vode	Vodonosni sistem	Vzorčno mesto	Datum	Rezultat (µg/L)
Murska kotlina	Veščica (Ve-1/09)	Metolaklor ESA	22.09.2025	0,87
Murska kotlina	Mali Segovci MSeg-1/14	Metolaklor ESA	23.09.2025	0,59
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Žabnica 0590	Metolaklor ESA	21.10.2025	0,58
Vzhodne Slovenske gorice	Lukavci V3	Metolaklor ESA	25.09.2025	0,49
Murska kotlina	Mali Segovci MSeg-1/14	Metolaklor ESA	22.05.2025	0,47
Murska kotlina	Veščica (Ve-1/09)	Metolaklor ESA	21.05.2025	0,47
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Žabnica 0590	Metolaklor ESA	17.06.2025	0,45
Murska kotlina	Veščica (Ve-1/09)	Metolaklor OXA	21.05.2025	0,37
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Voglje Vog-1/14	Metolaklor ESA	16.10.2025	0,35
Vzhodne Slovenske gorice	Lukavci V3	Metolaklor ESA	27.05.2025	0,34
Dravska kotlina	Podova Pod-1/11	Metolaklor ESA	10.10.2025	0,33
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Voglje Vog-1/14	Metolaklor ESA	16.06.2025	0,32
Murska kotlina	Veščica (Ve-1/09)	Metolaklor OXA	22.09.2025	0,31
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Godešič SOV-5174	Metolaklor ESA	20.10.2025	0,23
Murska kotlina	Gančani Gan-1/14	Metolaklor ESA	24.09.2025	0,21
Dravska kotlina	Podova Pod-1/11	Metolaklor ESA	10.06.2025	0,2
Dravska kotlina	Šikole	Metolaklor ESA	6.10.2025	0,16
Dravska kotlina	Starše Sta-1/11	Metolaklor ESA	10.10.2025	0,13
Dravska kotlina	Kidričevo	Metolaklor ESA	6.10.2025	0,13
Murska kotlina	Gančani Gan-1/14	Metolaklor ESA	27.05.2025	0,12
Murska kotlina	Benica Ben-1/14	Metolaklor ESA	22.09.2025	0,12
Murska kotlina	Rakičan (Ra-1/09)	Metolaklor ESA	24.09.2025	0,11

Vodno telo podzemne vode	Vodonosni sistem	Vzorčno mesto	Datum	Rezultat ($\mu\text{g/L}$)
Murska kotlina	Odranci (Od-1/09)	Metolaklor ESA	25.09.2025	0,11
Dravska kotlina	Rače Rač-1/11	Metolaklor ESA	10.10.2025	0,099
Dravska kotlina	Spodnja Hajdina SHaj-1/14	Metolaklor ESA	13.10.2025	0,090

V letu 2025 smo spremljali tudi 11 razgradnih produktov pesticidov, ki so bili v Sloveniji prepoznani kot potencialno problematični. Seznam razgradnih produktov smo pripravili v sodelovanju z Upravo za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, Nacionalnim inštitutom za javno zdravje (NIJZ) in Inštitutom za hmeljarstvo. Razgradni produkti so bili opredeljeni kot toksikološko relevantni, v program pa smo jih uvrstili na osmih vodnih telesih:

- Savska kotlina in Ljubljansko barje
- Savinjska kotlina
- Krška kotlina
- Posavsko hribovje do osrednje Sotle
- Spodnji del Savinje do Sotle
- Dravska kotlina
- Murska kotlina
- Vzhodne Slovenske gorice

Osnovna spojina/pesticid in razgradni produkti so podani v tabeli 24.

Tabela 24: Osnovna spojina pesticida in pripadajoči razgradni produkt

Pesticid	Razgradni produkt
Terbutilazin	2-hidroksi-desetil terbutilazin
Terbutilazin	2-hidroksi-terbutilazin
Mankozeb	ETU
Tebukonazol	1,2,4-triazol
Mezotrion	MNBA
Mezotrion	AMBA
Fenpropimorf	Fenpropimorf kislina
Klorotalonil	Klorotalonil sulfonska kislina
Metalaksil-M	CGA 62826
Tiakloprid	Tiakloprid - amid
Klorpirifos	3,5,6-trikloro-2-piridonol - TCP

Vzorčenje smo izvedli v obeh zajemih, v vzorcih podzemne vode pa prisotnosti razgradnih produktov nismo potrdili. Z analizami bomo v naslednjih letih še nadaljevali, saj na podlagi rezultatov samo enega leta ne moremo z gotovostjo izključiti njihove prisotnosti v podzemni vodi.

5.5. Benzotriazoli v podzemni vodi

[Benzotriazoli](#) spadajo v skupino novodobnih onesnaževal. Uporabljajo se kot zaviralci korozije, v hladilnih tekočinah, v farmacevtski industriji, so UV stabilizatorji, v barvah, plastiki, detergentih... Nekateri benzotriazoli kažejo lastnosti, ki so značilne za obstojna organska onesnaževala, pri čemer se pojavljajo dokazi, ki kažejo na dolgoročno ohranjanje in obstojnost v sedimentih. Benzotriazoli, ki se uporabljajo kot zaviralci korozije pa so zelo odporni na razgradnjo, relativno dobro topni v vodi in strupeni za vodne organizme.

V okviru rednega spremljanja virov pitne vode je VO-KA SNAGA Ljubljana v letu 2022 potrdila prisotnost spojin iz skupine benzotriazolov v podzemni vodi vodonosnika Ljubljanskega polja. V letu 2023 smo izvedli preiskovalni monitoring na vodonosniku Ljubljanskega polja in na nekaterih vzorčnih mestih na kraških

vodonosnikih, kjer smo zaznali vpliv čistilnih naprav v zaledju. Rezultati so pokazali, da smo na vseh vzorčnih mestih potrdili prisotnost 1H-benzotriazol (maksimalna vrednost: 0,26 µg/L) in na večini tudi 4-metil-1H-benzotriazol (maksimalna vrednost: 0,42 µg/L). S preiskovalnim monitoringom, ki smo ga izvedli v letu 2025 na vseh vzorčnih mestih, smo pridobili širši pregled prisotnosti benzotriazolov v podzemni vodi.

Iz skupine benzotriazolov smo v vzorcih podzemne vode analizirali:

- 1-metil-1H-benzotriazol
- 1H-benzotriazol
- 4-metil-1H-benzotriazol
- 5-metil-1H-benzotriazol

Analize smo opravili na 163 vzorčnih mestih, prisotnost vsaj enega ob analiziranih benzotriazolov smo potrdili na 128 vzorčnih mestih. Najpogosteje smo v vzorcih določili 1H-benzotriazol in 4-metil-1H-benzotriazol. V tabeli 25 je prikazanih 25 najvišje določenih vsebnosti benzotriazolov v letu 2025.

Tabela 25: Vzorčna mesta z najvišjimi vsebnostmi benzotriazolov v letu 2025

Vodno telo podzemne vode	Vzorčno mesto	Benzotriazol	Rezultat (µg/L)
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Črpališče Lek	4-metil-1H-benzotriazol	0,75
Dolenjski kras	Krka	1H-benzotriazol	0,63
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Črpališče Lek	5-metil-1H-benzotriazol	0,51
Dolenjski kras	Krka	1H-benzotriazol	0,44
Dolenjski kras	Krka	4-metil-1H-benzotriazol	0,35
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Hrastje (I a) 0344	4-metil-1H-benzotriazol	0,26
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Mercator De-2	4-metil-1H-benzotriazol	0,24
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Hrastje (I a) 0344	4-metil-1H-benzotriazol	0,24
Dolenjski kras	Krka	5-metil-1H-benzotriazol	0,22
Dravska kotlina	Ormož V-9	1H-benzotriazol	0,11
Dolenjski kras	Krka	4-metil-1H-benzotriazol	0,10
Savinjska kotlina	Črpališče Roje	1H-benzotriazol	0,099
Savinjska kotlina	Levec AMP P-1	4-metil-1H-benzotriazol	0,096
Savinjska kotlina	Črpališče Roje	4-metil-1H-benzotriazol	0,080
Zahodne Slovenske gorice	Zavrh pri Lenartu	1H-benzotriazol	0,073
Savinjska kotlina	Žalec Žal 1/14	1H-benzotriazol	0,072
Savinjska kotlina	Levec AMP P-1	4-metil-1H-benzotriazol	0,060
Savinjska kotlina	Levec AMP P-1	1H-benzotriazol	0,057
Dravska kotlina	Vrbanski plato 16	1H-benzotriazol	0,056
Dolenjski kras	Krka	5-metil-1H-benzotriazol	0,056
Savinjska kotlina	Medlog, vodnjak A	1H-benzotriazol	0,052
Savinjska kotlina	Medlog, vodnjak A	4-metil-1H-benzotriazol	0,052
Dolenjski kras	Radešica, Podturn	1H-benzotriazol	0,051
Savska kotlina in Ljubljansko barje	Drulovka Dru-1/14	1H-benzotriazol	0,049
Savinjska kotlina	Levec AMP P-1	1H-benzotriazol	0,047

Mejne vrednosti za vrednotenje kakovosti podzemne vode glede na vsebnost benzotriazolov niso določene. Za 1H-benzotriazol je [določena PNEC](#) (Predicted No-Effect Concentration) in sicer 97 µg/L. PNEC je pričakovana koncentracija določene kemijske snovi v okolju, pri kateri se ne pričakuje škodljivih učinkov na organizme. Danska agencija za varstvo okolja je izvedla [oceno nevarnosti za zdravje zaradi izpostavljenosti benzotriazolom](#) za pitno vodo. Vrednost je predlagana pri 20 µg/L. Kljub temu, da so benzotriazoli splošno prisotni v vzorcih podzemne vode so glede na PNEC vrednost za benzotriazol ter predlagano vrednost 20 µg/L, izmerjene koncentracije zelo nizke. Na večini vzorčnih mest se benzotriazoli pojavljajo le v sledovih.

6. VIRI

1. Direktiva 2000/60/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike
2. Direktiva o varstvu podzemne vode pred onesnaženjem in poslabšanjem 2006/118/ES
3. Direktiva Sveta 91/676/EGS z dne 12. decembra 1991 o varstvu voda pred onesnaženjem z nitrati iz kmetijskih virov
4. Direktiva (EU) 2020/2184 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 16. decembra 2020 o kakovosti vode, namenjene za prehrano ljudi
5. 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
6. Zakon o vodah (Uradni list RS, št. 67/02, 2/04 – ZZdrI-A, 41/04 – ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14, 56/15, 65/20, 35/23 – odl. US, 78/23 – ZUNPEOVE in 52/24 – odl. US)
7. Zakon o varstvu okolja (ZVO-2) (Uradni list RS, št. 44/22, 18/23 – ZDU-10, 78/23 – ZUNPEOVE, 23/24, 21/25 – ZOPVOOV, 56/25 – PoZ in 11/26 – odl. US)
8. Uredba o stanju površinskih voda (Uradni list RS, št. 14/09, 98/10, 96/13, 24/16 in 44/22 – ZVO-2)
9. Uredba o stanju podzemnih voda (Uradni list RS, št. 25/09, 68/12, 66/16 in 44/22 – ZVO-2)
10. Uredba o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov (Uradni list RS, št. 113/09, 5/13, 22/15, 12/17 in 44/22 – ZVO-2)
11. Uredba o pitni vodi (Uradni list RS, št. 61/23)
12. Pravilnik o določitvi vodnih teles podzemnih voda (Uradni list RS, št. 63/05 in 8/18)
13. Pravilnik o monitoringu podzemnih voda (Uradni list RS, št. 31/09 in 44/22 – ZVO-2)
14. Program monitoringa stanja voda za obdobje 2022 – 2027
15. Hidrogeološke razmere na Dravskem polju, L. Žlebnič, Geologija 25/1, 1982, Ljubljana
16. Nacionalna baza hidrogeoloških podatkov za opredelitev teles podzemne vode RS, Geološki zavod Slovenije 2005 in 2006
17. Final proposal for a methodology to set up groundwater threshold values in Europe, Deliverable D18, BRIDGE project, D. Müller et.al., 2006
18. Ocena prispevnih zaledij izbranih kraških izvirov, M. Petrič, ZRC SAZU, Inštitut za raziskovanje krasa, Postojna, september 2007
19. Ocena prispevnih zaledij izbranih kraških izvirov, N. Trišič et. al., interno poročilo Agencija RS za okolje, Ljubljana, februar 2008
20. 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
21. 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

22. Pliocenski vodonosnik Dravskega polja, M. Klasinc, Diplomsko delo, NTF, Ljubljana, maj 2013
23. [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
24. [Razširjenost pesticidov v vodonosniku Dravskega polja, A. Koroša, Geologija 62/2, 2019, Ljubljana](#)
25. Nitrogen Mass Balance and Pressure Impact Model Applied to an Urban Aquifer. M. Janža, et.al., 2020, Water; 12.
26. Zaključno poročilo projekta: Raziskave za opredelitev in preprečevanje obremenjevanja vodozbirnega zaledje Jelševniščice in Otovca, s posebnim ozirom na habitat črne človeške ribice (HaČloRi), ZRC SAZU, 2021-2024, Univerza v Ljubljani, Geološki zavod Slovenije, št. projekta: V1-2139, 2024, Ljubljana
27. Novodobna onesnaževala v vodah Ljubljanske kotline, M. Brenčič, et.al., projekt boDEREC-CE, 2022, Ljubljana
28. Poročilo o kakovosti pitne vode na javnih vodovodih ter odvajanju in čiščenju odpadnih voda v mestni občini Krško in občini Kostanjevica na Krki v letu 2021, Kostak, marec 2022, Krško
29. ARSO, 2024: Meteorološki, hidrološki in hidrogeološki podatki ter meritve koncentracije
30. [Atrazine](#) (Ref: G-30027): Pesticide Properties Database, University of Hertfordshire
31. [Atrazine](#): PUBchem, NIH – National Library of Medicine, National Center for Biotechnology Information, An official website of the United States government
32. [Desethylatrazine](#) (Ref: G-30033): Pesticide Properties Database, University of Hertfordshire
33. Kmetijski Inštitut Slovenije: [Mineralne oblike dušika](#)
34. [Nitrate the Element: NAU-Northern Arizona University](#)