



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

CENTER ZA OKOLJE IN ZDRAVJE

DAT.: DANTE-NL-COZ-MB-2141b-Pr16_IMISIJSKI_končno

**IZVAJANJE IMISIJSKEGA MONITORINGA TAL,
POVRŠINSKIH IN PODZEMNIH VODA
NA VODOVARSTVENEM OBMOČJU
ČRPALIŠČ MARIBORSKEGA VODOVODA
(Zaključno poročilo za leto 2016)
za naročnika
MESTNA OBČINA MARIBOR**

Maribor, april 2017

Naslov: Izvajanje imisijskega monitoringa tal, površinskih in podzemnih voda na vodovarstvenem območju črpališč Mariborskega vodovoda za naročnika Mestna občina Maribor (Zaključno poročilo za leto 2016)

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

Evidenčna oznaka: 2141b-11/5742-17
Delovni nalog: Pogodba št. 35500-7/2016 z dne 09.06.2016

Šifra dejavnosti: 2141b - Površinske, podzemne vode

Naročnik: MESTNA OBČINA Maribor
Ulica heroja Staneta 1
2000 MARIBOR

Izvajalci naloge:
Nosilec: dr. Nataša Sovič, univ.dipl.inž.kem.tehnol.

Strokovni sodelavci:
Mojca Baskar, univ.dipl.inž.kem.tehnol.
Darja Repnik, univ.dipl.inž.kem.tehnol.
Marjana Babič, univ.dipl.inž.kem.inž.

Maribor, 20.04.2017

ODDELEK ZA OKOLJE IN ZDRAVJE
Vodja:

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

VSEBINA

1	UVOD	4
2	ODVZEMNA MESTA IMISIJSKEGA MONITORINGA V LETU 2016.....	6
3	PREGLED STANJA PODZEMNE VODE.....	9
3.1	SELNIŠKA DOBRAVA IN RUŠE	9
3.2	VRBANSKI PLATO	14
3.3	BETNAVA.....	19
3.4	BOHOVA IN DOBROVCE.....	22
3.5	CERŠAK	26
4	POVRŠINSKA VODA	28
4.1	ANALIZA ODPADNE VODE.....	32
5	TLA/ZEMLJINE.....	34
6	ZAKLJUČEK	38
7	VIRI.....	39
8	PRILOGE.....	40
8.1	SLIKE.....	40
8.2	POROČILO INŠTITUTA ZA EKOLOŠKI INŽENIRING	44
8.3	POROČILO KMETIJSKO GOZDARSKEGA ZAVODA MARIBOR.....	45

1 UVOD

Podlaga za načrtovanje in izvedbo imisijskega monitoringa je okvirni sporazum, št. 35506-31/2015-30: »Izvajanje imisijskega monitoringa tal, površinskih in podzemnih voda na vodovarstvenih območjih črpališč Mariborskega vodovoda za obdobje 48 mesecev«, ki je bil podpisan dne 19.05.2016 in predstavlja nadaljevanje sporazuma št. 35500-11/2011 z dne 07.12.2011.

Program imisijskega monitoringa je načrtovan na podlagi določil slovenskih predpisov in evropske direktive o vodah. Z imisijskim monitoringom spremljamo glavne dejavnike, ki vplivajo na kakovost pitne vode v Mestni občini Maribor (MOM) in okoliških občinah. V okviru tega programa, spremljamo podzemno vodo, površinsko vodo in tla na kmetijskih površinah na vodovarstvenih območjih. Mestna občina Maribor imisijski monitoring izvaja v skladu z Zakonom o varstvu okolja vse od leta 2001. Poleg MOM, monitoring sofinancira še 13 občin severovzhodne Slovenije, ki se oskrbujejo s pitno vodo iz vodnih virov Selniška dobrega, Ruše, Vrbanski plato, Betnava, Bohova in Dobrovce. Vodni viri so povezani v skupni vodovodni sistem, s katerim upravlja gospodarska javna služba oskrbe s pitno vodo- Mariborski vodovod.

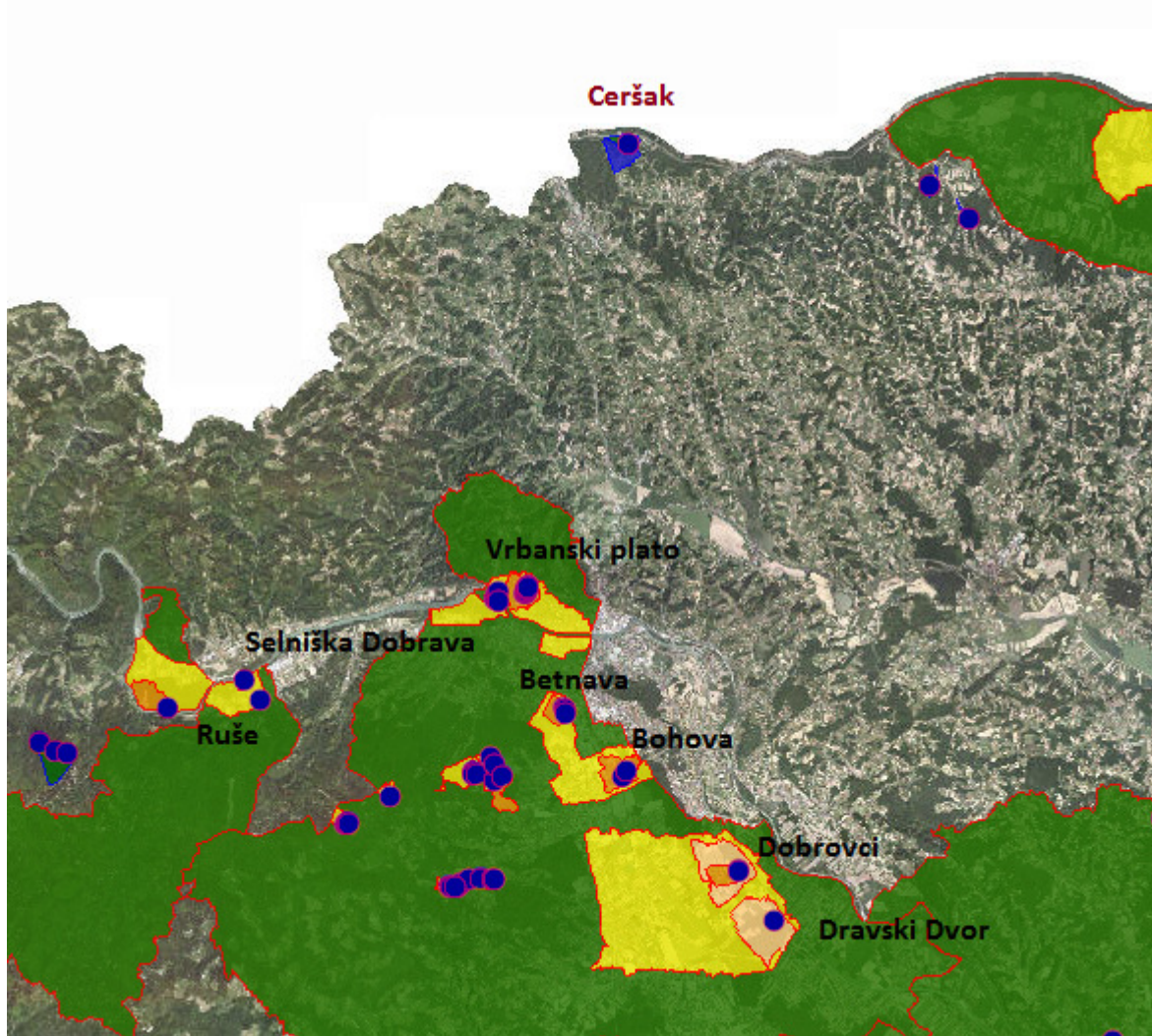
Namen naloge je:

- na podlagi rezultatov in trendov stanja tal, podzemne vode in površinskih voda načrtovanje ukrepov, s katerimi se zagotavlja javna oskrba z zdravstveno ustrezno pitno vodo in ustreznimi količinami.
- določitev pretoka izbranih onesnaževal do virov pitne vode. Pri tem se uporabijo orodja modeliranja toka podtalnice in gibanja posameznih onesnaževal proti aktivnim črpališčem pitne vode;
- ocena skladnosti ugotovljenih razmer s standardi in opredelitvami predpisov RS in EU za tla, podzemno vodo, površinske vodotoke in pitno vodo.

Pridobljene podatke smo statistično obdelali s programom SPSS Statistics, verzija 22.0. Zaradi ocene trendov osnovne mineralizacije smo pri analizi upoštevali tudi rezultate preteklih obdobj.

V okviru imisijskega monitoringa, poleg spremljanja stanja, potekajo tudi številne druge aktivnosti. O rezultatih meritev ostankov gnojil in ostankih pesticidov so obveščeni tudi kmetovalci. Izvedene so aktivnosti ob svetovnem dnevu voda, aktivnosti ob svetovnem dnevu zemlje ter tudi druge aktivnosti, s katerimi obveščamo širšo javnost.

Na sliki 1 so prikazana glavna črpališča (modre točke) ter vodovarstvena območja na državnem nivoju (rumena in zelena polja) ter vodovarstvena območja, ki so določena z občinskimi odloki (modra polja). Podrobnejša karta porabe vode po občinah in posameznih črpališč, je prikazana na sliki 42 v prilogi. Iz razmerja stolpcev je razvidna pomembnost črpališča Vrbanski plato in odvisnost nemotene oskrbe občin od posameznih vodnih virov.



Slika 1: Črpališča in vodovarstvena območja

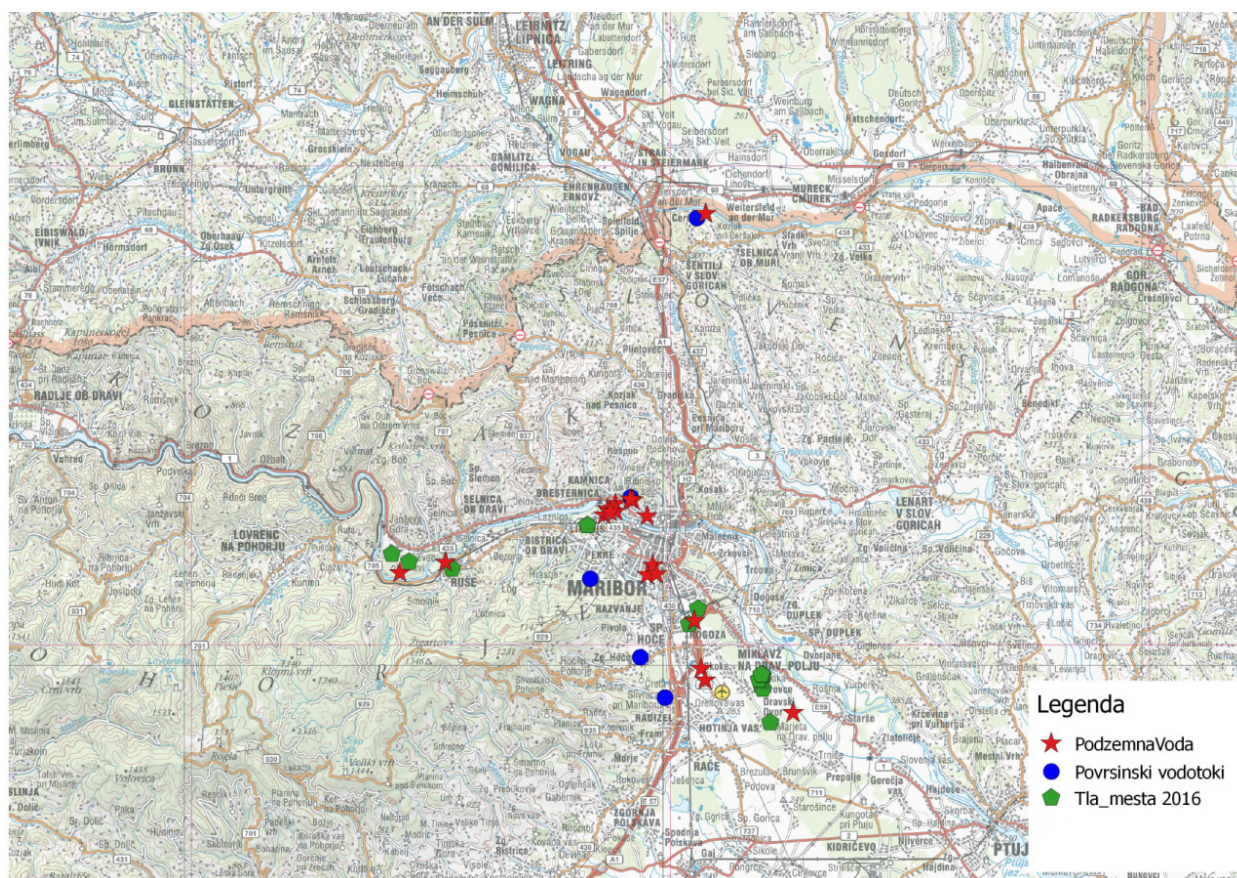
Vir: ARSO, Atlas okolja

2 ODVZEMNA MESTA IMISIJSKEGA MONITORINGA V LETU 2016

Sistem površinskih in podzemnih voda je neposredno povezan. Površinske vode namreč skupaj s padavinskimi vodami vplivajo na kakovostno in količinsko stanje podzemnih voda. V površinski vodi spremljamo osnovne fizikalno-kemijske lastnosti, v podzemni vodi pa poleg osnovnih fizikalno-kemijskih parametrov še industrijska

onesnaževala (težke kovine, organska topila) in druge snovi iz urbanega okolja, kot so na primer ostanki zdravil. Z analizami tal spremljamo vnos dušikovih spojin (posledica gnojenja) in pesticidov-fitofarmaceutskih sredstev (pripravki za uničevanje plevela in škodljivcev) na pridelovalne površine ter hkrati ugotavljamo spiranje nitrata in ostankov pesticidov v podzemno vodo.

V letu 2016 se je opravilo vzorčenje in analiza površinskih, podzemnih voda ter analiza vzorcev tal. Merilna mesta so označena na sliki 2. Odvzeti so bili vzorci tal na 17 mestih, na globinah 30, 60 in 90 cm, površinska voda na 5 mestih, podzemne vode pa smo vzorčili na 18 mestih.



Slika 2: Merilna mesta izvajanja imisijskega monitoringa

Koordinate odvzemnih mest so zbrane v tabelah 1, 2 in 3.

Tabela 1: Pregled lokacij mest vzorčenja podzemne vode

Zap. št.	Oznaka mesta	Y	X
1	Vrbanski plato N-2	548438	158603
2	IEI-LD2	546936	157832
3	K-32	547125	158138
4	K-26	547507	158417
5	K-24	548302	158657
6	K-30	547550	158035
7	PS-3	536264	154820
8	R-3	538640	155370
9	DEM -1	547254	157988
10	Kp-2	549180	157774
11	PH03	552003	149841
12	DP-3	555159	148888
13	BP-1	551651	152320
14	VP-22	556800	147540
15	CER 1	552242	173604
16	PTa1	549472	155211
17	OP7	549179	154716
18	PBe1	549671	154759

Tabela 2: Pregled lokacij mest vzorčenja tal

Zap. št.	Območje/ Oznaka vzorca	GERK	GKX	GKY
1	Dobrovce 1	1749420	148780	555215
2	Dobrovce 2	582274	149228	555184
3	Dobrovce 7	1749787	149519	555194
4	Radvanje	3625463	155445	547435
5	Slivnica	712161	148939	552128
6	Rogoza	558015	150428	552972
7	Betnava	715510	154424	549241
8	Betnava	715147	190001	548998
9	Bohova 9	3186600	152965	551834
10	Bohova 13	1606640	152145	551362

Zap. št.	Območje/ Oznaka vzorca	GERK	GKX	GKY
11	Limbuš 10	4865555	157296	546060
12	Vrbanski plato	4039416	158389	548584
13	Marjeta 12	1069257	147036	555613
14	Razvanje 14	1264980	152632	549482
15	Gerečja vas 15	3351012	155394	536744
16	Gerečja vas 16	1738961	154847	535495
17	Ruše 17	1268827	155028	538989
18	Ceršak 18	633436	173663	551822

Tabela 3: Pregled lokacij mest vzorčenja površinskih vodotokov

Zap. št.	Merilno mesto	X	Y
1	VINARSKI POTOK	158748	548318
2	POLANSKI POTOK (IEI-V3)	148328	550120
3	HOČKI POTOK (IEI-V2)	150427	548825
4	RADVANSKI POTOK (IEI-V1)	154513	546208
5	POTOK V CERŠAKU (IEI-V1)	173374	551783

3 PREGLED STANJA PODZEMNE VODE

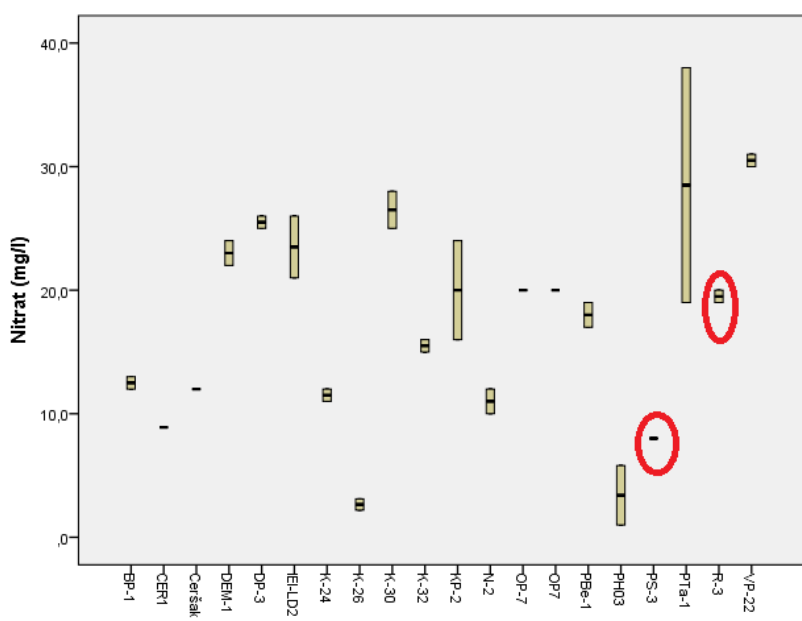
3.1 SELNIŠKA DOBRAVA IN RUŠE

V Selniški Dobravi se nahaja vodni vir, ki s pitno vodo oskrbuje območje Ruš in občino Selniške Dobrave. V Rušah se nahaja vodni vir, ki s pitno vodo oskrbuje občino Ruše. Kakovost podzemne vode se v okviru imisijskega monitoringa spremlja na opazovalni vrtini (piezometru) PS-3, oziroma PS-11.

V letu 2016 se je vrednost pH gibala med 7,2 in 7,6. Električna prevodnost je pokazatelj količine raztopljenih ionov (soli) v vodi. Električna prevodnost vode iz vrtine PS-3 je znatno nižja (389 $\mu\text{S/cm}$) od električne prevodnosti vode iz vrtine R-3 (~550 $\mu\text{S/cm}$).

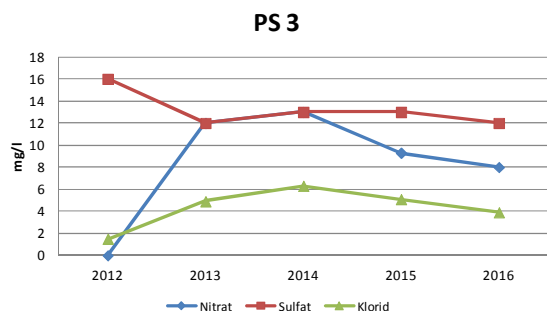
Stanje podzemne vode v letu 2016 ocenjujemo kot »dobro«. V primerjavi z prejšnjimi leti, razlike v kakovosti vode niso opazne.

Vsebnost nitrata je nizka, prav tako obremenjenost s pesticidi. V primerjavi z vrtino v Selniški dobravi, so koncentracije nitrata v podzemni vodi na območju Ruš, višje. Izmerjene koncentracije za nitrat so v podzemni vodi Selniške Dobrave okoli 8 mg/l, medtem ko v podzemni vodi R-3 okoli 20 mg/l. Iz slike 3 je razvidno, da je vsebnost nitrata v Selniški dobravi nižja od povprečnih vrednosti v podzemni vodi na območju izvajanja Imisijskega monitoringa.

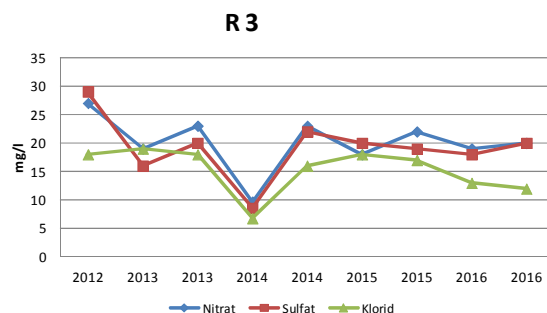


Slika 3: Diagram vsebnosti nitrata

Iz slik 4 in 5 je razvidno, da nihanje v ionski sestavi ni izrazito, vsebnosti so zadnja leta dokaj stalna. Vsebnost ionov (soli) v vrtini PS -11 je nizka oziroma so vrednosti nižje kot v podzemni vodi na preostalih mestih vzorčenja. Ionska sestava vode v R-3 je v okviru povprečnih vrednosti za podzemno vodo na območju izvajanja Imisijskega monitoringa.

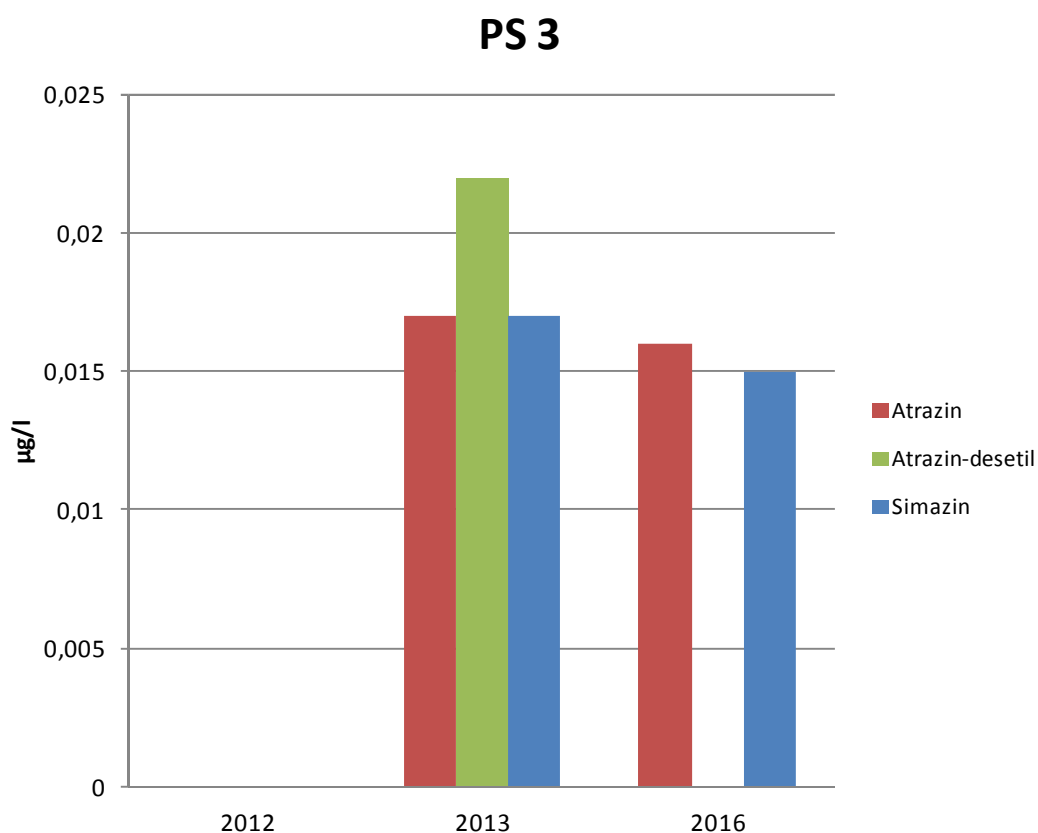


Slika 4: Vsebnost nitrata, sulfata in klorida v podzemni vodi PS-11 (v preteklosti PS-3)



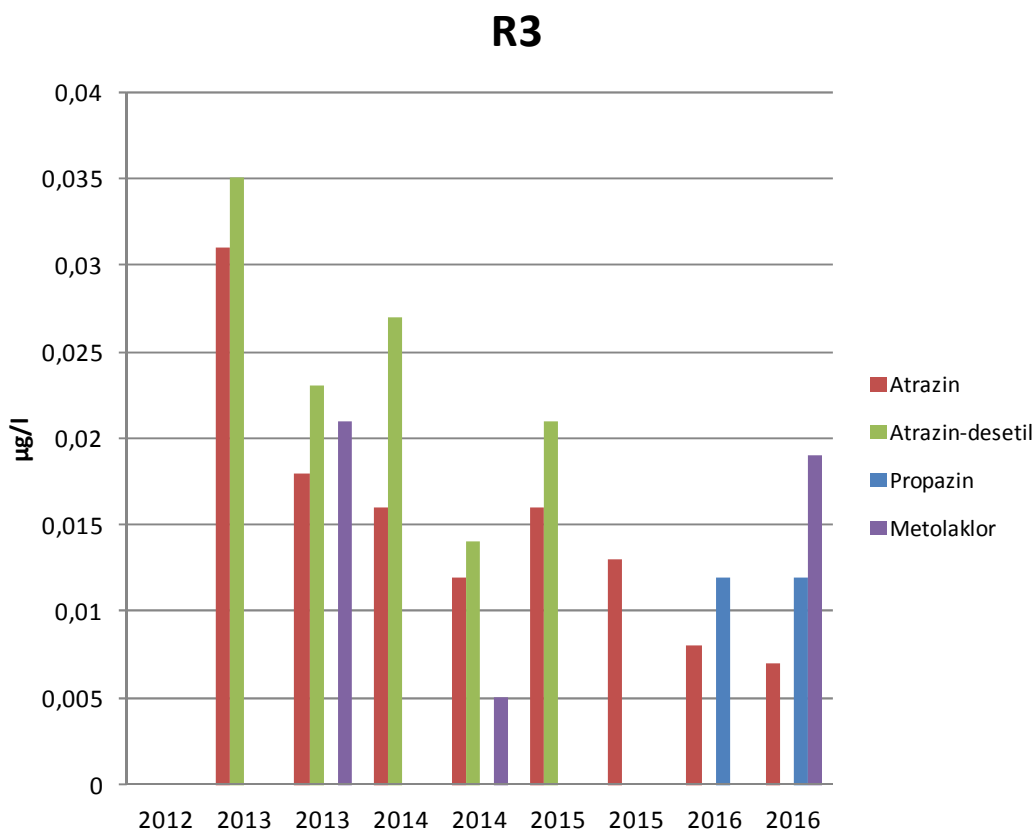
Slika 5: Vsebnost nitrata, sulfata in klorida v podzemni vodi R 3

V sledovih smo ugotovili prisotnost atrazina, desetil-atrazina, desetil-terbutilazina, simazina in propazina. Vse izmerjene vrednosti so pod mejno vrednostjo iz Uredbe o stanju podzemnih voda in Pravilnika o pitni vodi.



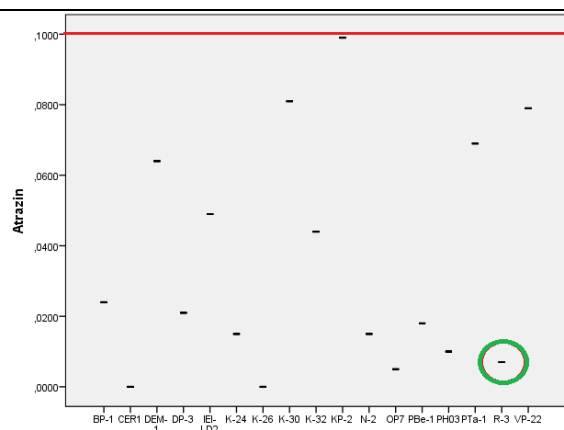
Slika 6: Prikaz nihanja koncentracij pesticidov na odvzemnem mestu PS- 11(PS-3) v letih 2012-2016

Obremenjenost s pesticidi je nizka, ugotovljena je prisotnost (atrazina, desetil-atrazina, desetil-terbutilazina, simazina in propazina, prometrina, terbutilazina) na meji zaznavanja.

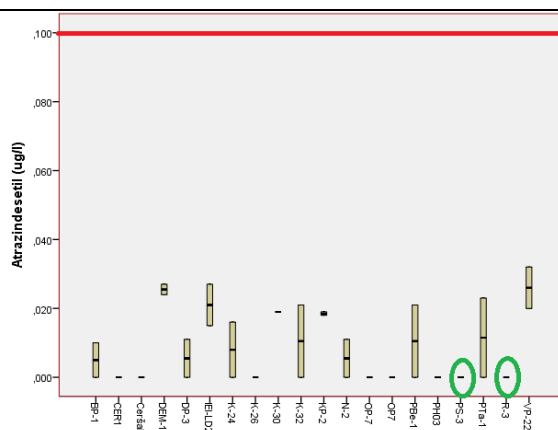


Slika 7: Prikaz nihanja koncentracij pesticidov na odvzemnem mestu R3 v letih 2012-2016

Prikaz vsebnosti atrazina in desetilatrazina v primerjavi z drugimi mesti vzorčenja, je razviden iz slik 8 in 9.

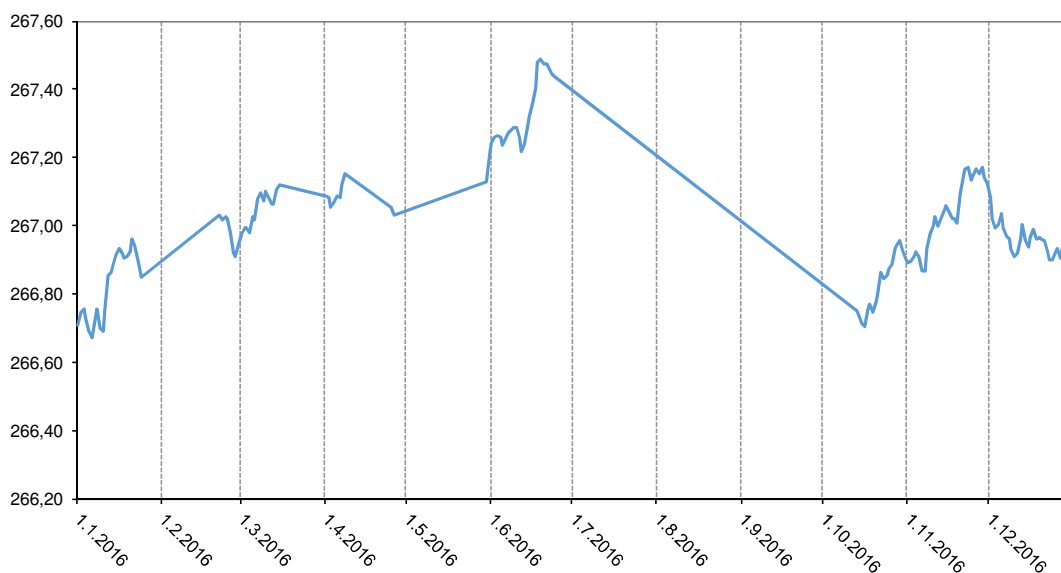


Slika 8: Vsebnost atrazina v podzemni vodi na posameznih merilnih mestih



Slika 9: Vsebnost desetilatrazina na posameznih merilnih mestih

Na sliki 10 je prikazano nihanje gladine vode na piezometru na območju Selniške dobrane. Iz podatkov je razvidno, da so bile gladine podzemne vode v času vzorčenja aprila in septembra v okviru letnega povprečja. Podrobnejša analiza nihanja podzemne vode je razvidna iz poročila IEI v prilogi.



Slika 10: Gibanje gladine vode na piezometru na območju Selniške dobrane (PS-11) v letu 2016

V tabeli 4 so podatki za hidrometeorološko postajo Letališče Maribor za leto 2016. V primerjavi s preteklimi leti, smo v Mariboru beležili večjo količino padavin, vendar manj dni s snežno odejo. Največ padavin je padlo v avgustu, najmanj v mesecu decembru (glej poročilo IEI, priloga 6.1.9). V mesecu avgustu je v Mariboru padlo največ padavin, od tega skoraj desetina letne povprečne količine v 1 dnevu.

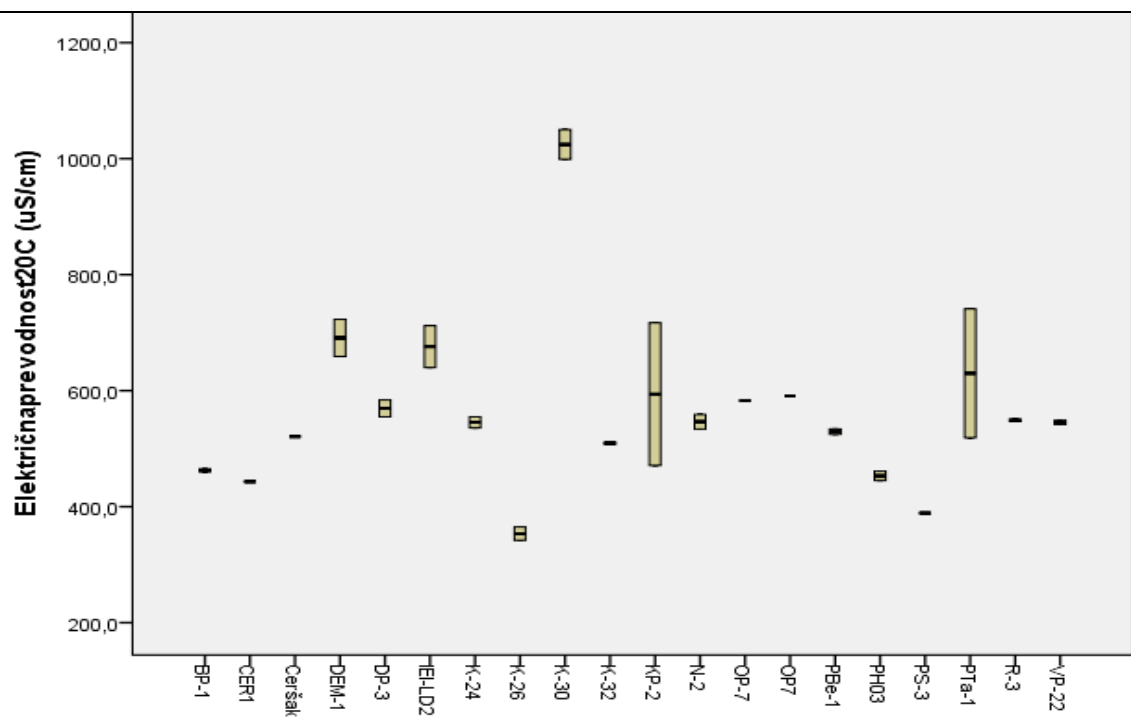
Tabela 4: Letna količina padavin v Mariboru (vir: ARSO)

	LETALIŠČE EDVARDA RUSJANA MARIBOR (lon=15.6818, lat=46.4797, viš=264m)				
	2016	2015	2014	2013	2012
količina padavin (mm)	1006.2	846.4	1238.4	923.7	928.7
število dni s padavinami nad 0.1 mm	136	110	171	148	128
število dni s snežno odejo	9	21	21	51	33

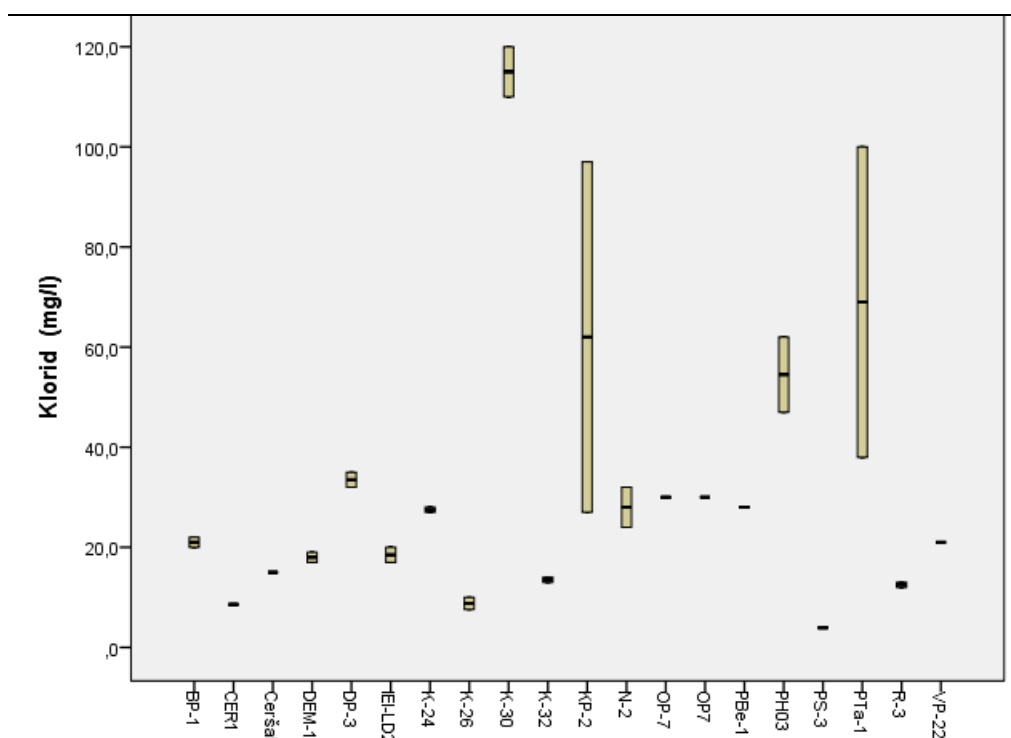
3.2 VRBANSKI PLATO

Vrbanski plato je najpomembnejše črpališče na širšem območju Maribora. Poleg MOM, s pitno vodo oskrbuje še občine Pesnica, Kungota, Šentilj, Lenart, Sveti Jurij v Slovenskih goricah, Sveto Ano v Slovenskih goricah, Benedikt, Cerkevjak, Gornjo Radgono, Duplek in Miklavž na Dravskem polju. Prav zaradi te pomembnosti črpališča, je število opazovanih vrtin na tem območju največja. Še s posebno pozornostjo se spremlja tako podzemna voda, ki priteka z desne strani reke Drave, kot podzemna voda, ki prihaja izpod mesta. V opazovalno mrežo, je vključen tudi nalivni vodnjak, ki služi za bogatenje podzemne vode.

Nihanje električne prevodnosti je najbolj izrazito v podzemni vodi iz vrtine KP-2 in sovpada z nihanjem električne prevodnosti, slika 11. Nihanje električne prevodnosti sovpada z povišano vsebnostjo natrija in klorida v podzemni vodi.



Slika 11: Prikaz električne prevodnosti v letu 2016

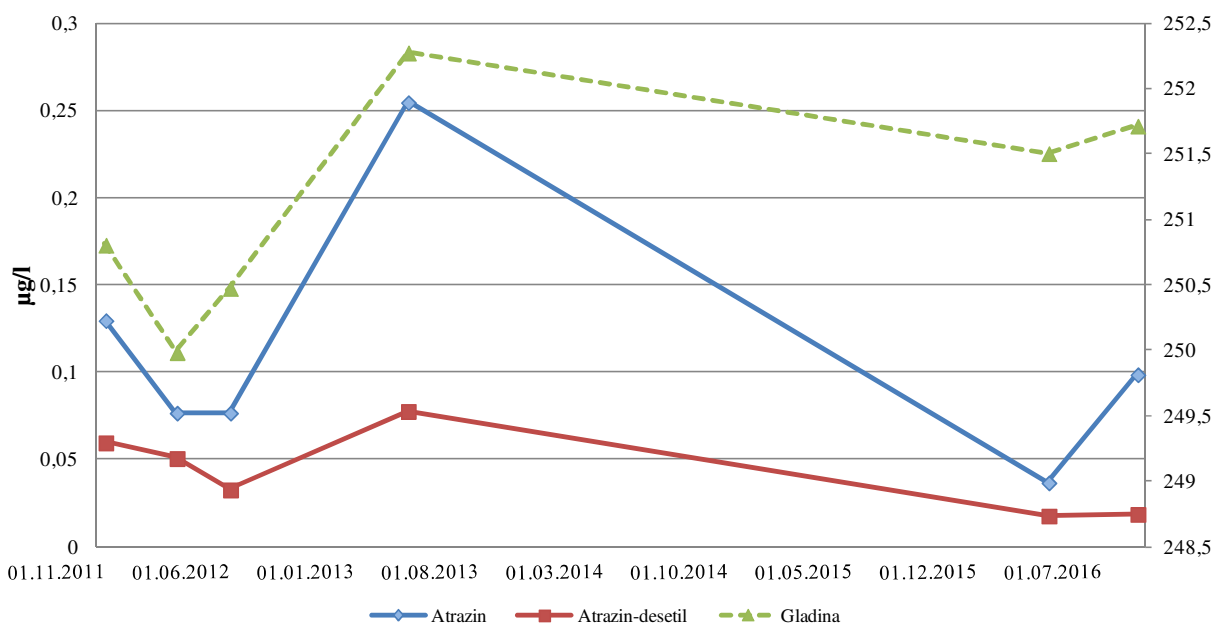


Slika 12: Prikaz nihanja koncentracij klorida

Na sliki 13 je grafični prikaz vsebnosti pesticidov in nihanje gladine v piezometru Kp-2.

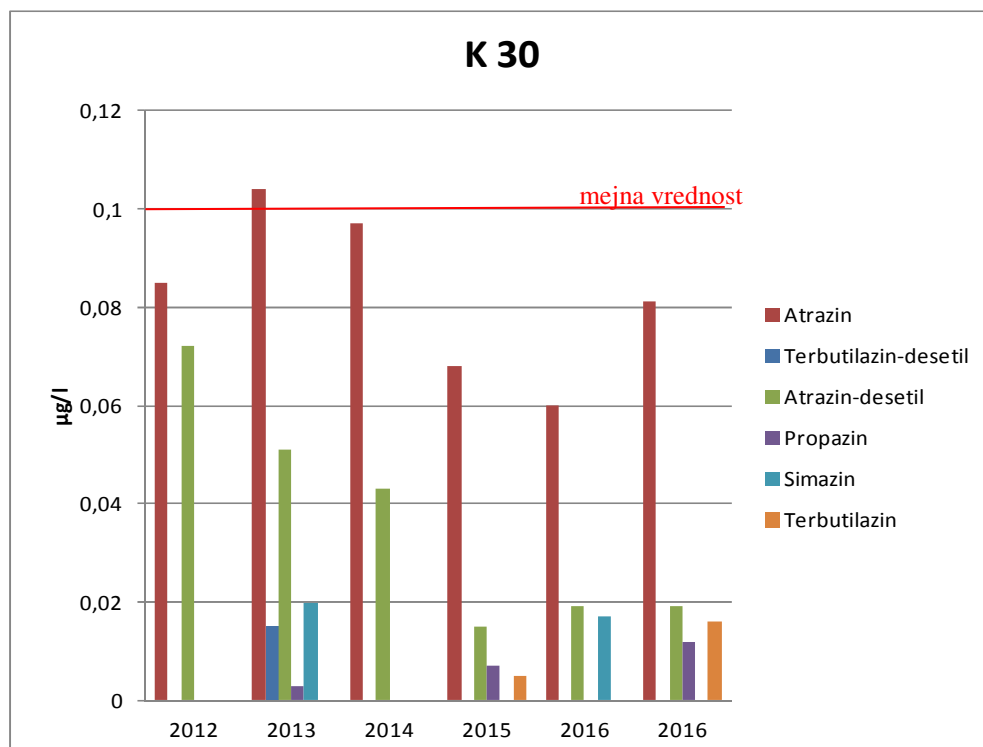
V letu 2015 je bil izdelan nov piezometer KP-2. V letu 2016 so bili iz novega piezometra odvzeti prvi vzorci podzemne vode. Glede na preskušanja v letu 2016 ocenjujemo, da so vrednosti izmerjenih parametrov primerljive z vrednostmi preteklih let, ki so bile merjene v starem piezometru pred uničenjem.

Diagram vsebnosti pesticidov v podzemni vodi iz piezometra KP-2 je prikazan na sliki 13. Glede na prikazano sliko lahko sklepamo na določeno odvisnost gladine in prisotnosti onesnaževal v podzemni vodi. Vsekakor pa bo za potrditev te trditve potrebno več meritev.

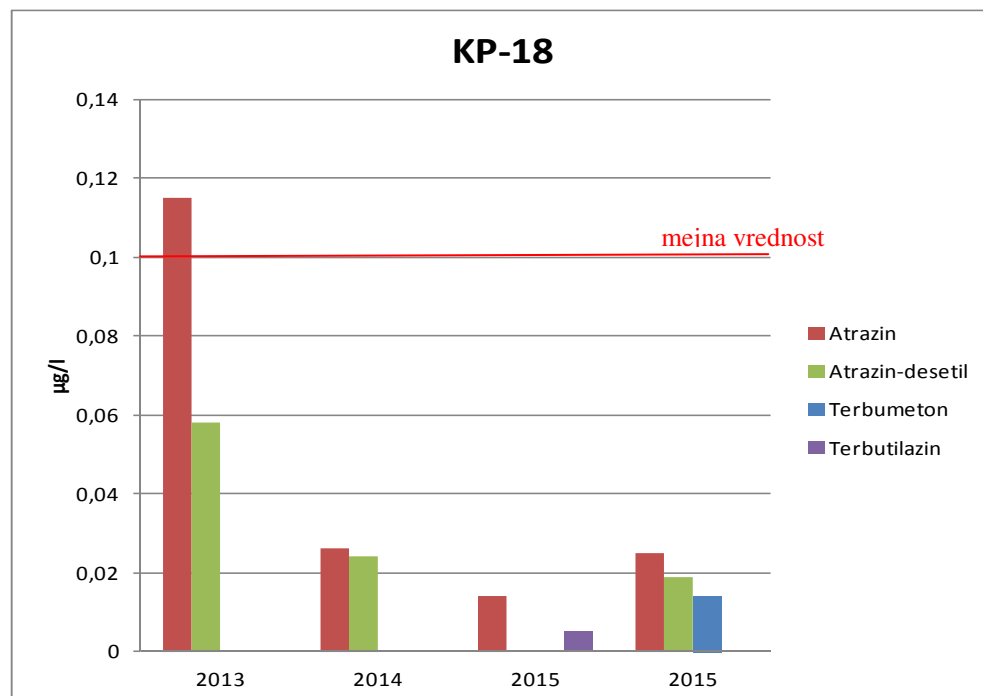


Slika 13: Prikaz koncentracij atrazina in desetilatrazina po mesecih na merilnem mestu Kp-2

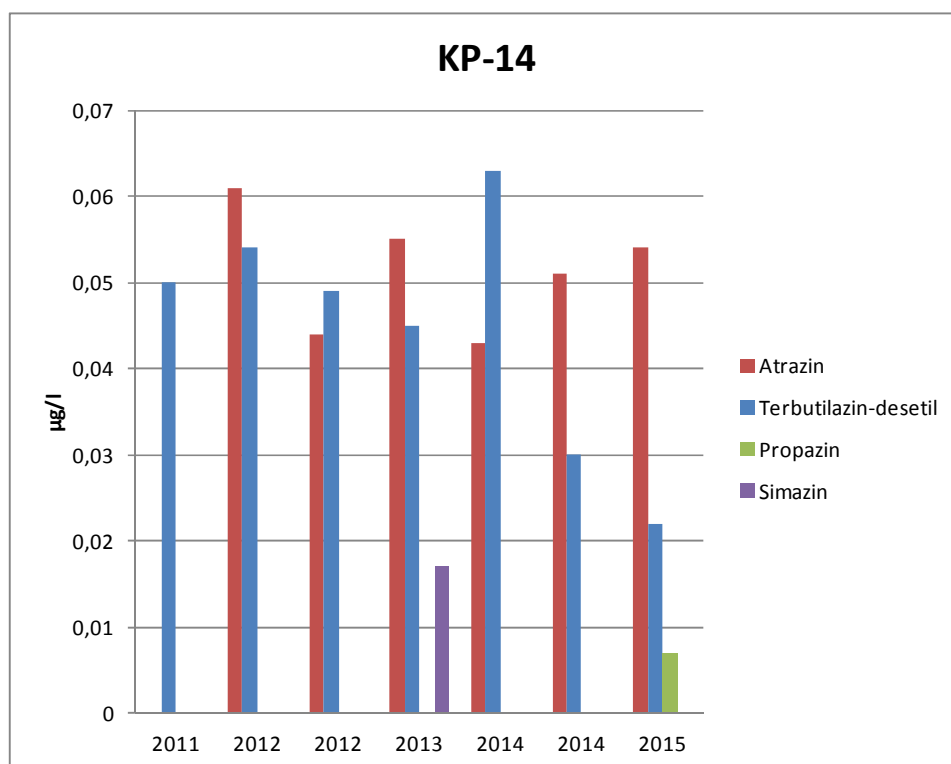
Na slikah 14-16 so prikazane ugotovljene koncentracije pesticidov na posameznih odvzemnih mestih na Vrbanskem platoju. Iz slik je razvidno, da vsebnosti pesticidov v podzemni vodi na vplivnem območju Vrbanskega platoja z leti upadajo. Vse izmerjene koncentracije so pod mejno vrednostjo za podzemno vodo.



Slika 14: Prikaz nihanja koncentracij pesticidov na odvzemnem mestu K-30



Slika 15: Prikaz nihanja koncentracij pesticidov na odvzemnem mestu K-18

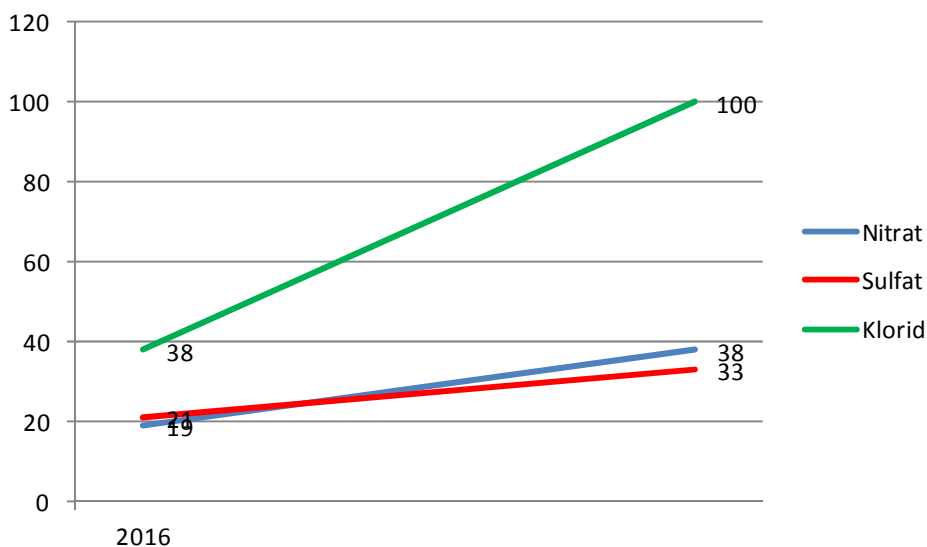


Slika 16: Prikaz nihanja koncentracij pesticidov na odvzemnem mestu KP-14

3.3 BETNAVA

Na Betnavi so vodni viri, ki so vključeni v oskrbo s pitno vodo za mestno občino Maribor. Opazovalne vrtnice iz tega območja so v Imisijski monitoring vključene prvič. Podzemna voda se je v letu 2016 vzorčila na treh mestih: Pta-1, OP-7 in PBe-1.

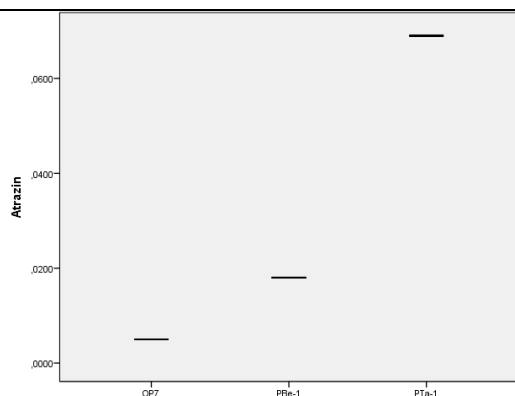
Povprečne pH vrednosti so 7,4, vrednost za električno prevodnost znaša okoli 582 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Na sliki 17 so bile izmerjene vrednosti nitrata, klorida in sulfata v letu 2016, kjer so bila nihanja v osnovni sestavi najbolj izrazita.



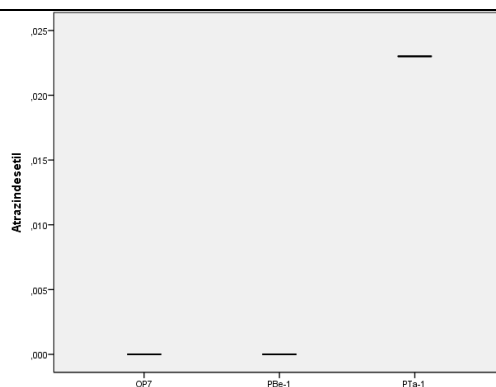
Slika 17: Vsebnosti nitrata, sulfata in klorida v Pta-1 v mg/l

V podzemni vodi vrtin PBe-1 in OP-7 so vrednosti za nitrat, sulfat in klorid pri obeh vzorčenjih primerljive, medtem ko je vsebnost klorida v podzemni vodi iz Pta-1 v mesecu septembru znatno višja.

V vzorcih iz vrtin Pta-1, OP-7 in PBe-1 je ugotovljena prisotnost atrazina, v vrtinah Pbe-1 in Pta-1 pa še prisotnost desetilatrazina. Izmerjene vrednosti so pod mejno vrednostjo 0,1 µg/l.



Slika 18: Vsebnost atrazina v podzemni vodi v okolici Betnave

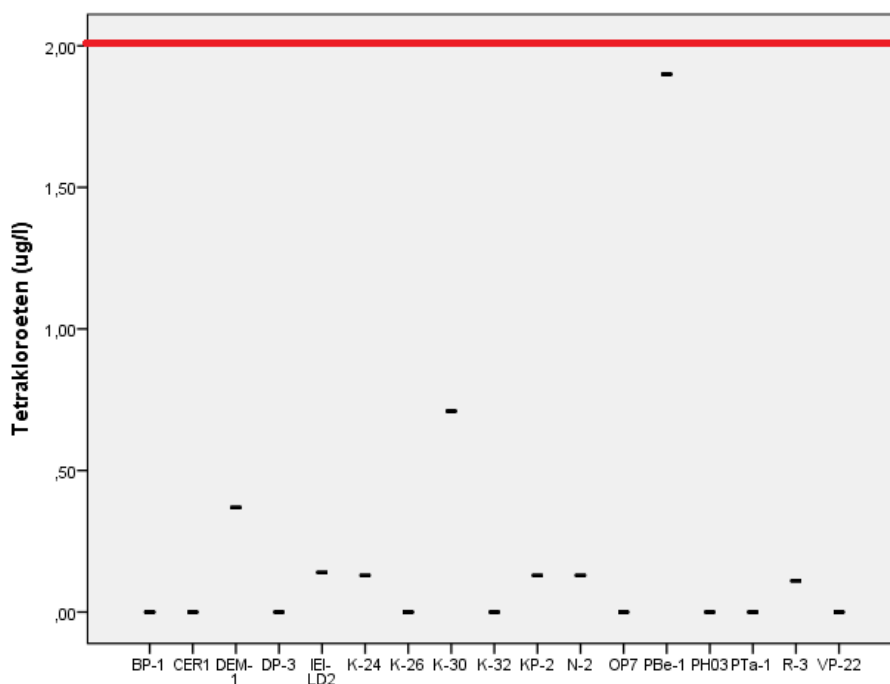


Slika 19: Vsebnost desetilatrazina v podzemni vodi okolici Betnave

V letu 2016 je bilo prvič izvedeno tudi vzorčenje podzemne vode v vrtini Pbe-1. Ugotovljena je relativno visoka koncentracija tetrakloroetena. Uporaba halogeniranih spojin je sicer omejena, vendar se tetrakloroeten uporablja kot topilo v kemijskih čistilnicah oziroma je sredstvo za »suho čiščenje«. Koncentracija v višini 1,9 µg/l je v podzemni vodi neobičajno visoka, saj za kemikalijo veljajo stroga določila glede uporabe in ravnanja z odpadnimi topili. Omenjena vrednost je najvišja vrednost izmerjena v podzemni vodi na tem območju v zadnjih letih.

Vrednost za standard kakovosti podzemne vode je za tetraklororeten 2 µg/l, slika 20.

Žal podatkov o vsebnosti v preteklih letih ni, zato ne moremo oceniti, ali gre za novejšo ali starejšo onesnaženje. V preostalih dveh piezometrih OP-7 in Pta-1 prisotnost tetrakloroetena ni bila ugotovljena, prav tako ni ugotovljena v vodnjakih v črpališču Betnava, ki se uporabljajo za oskrbo s pitno vodo.



Slika 20: Vsebnost tetrakloroetena v podzemni vodi

3.4 BOHOVA in DOBROVCE

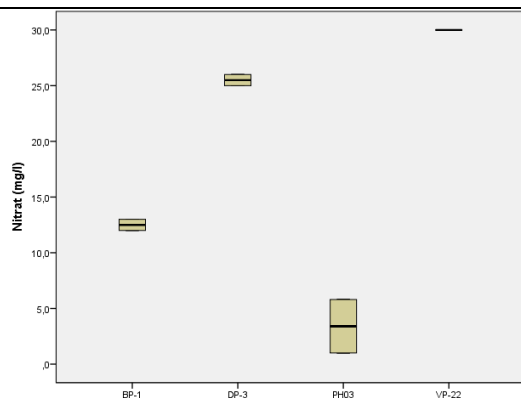
V Bohovi se nahajata vodnjaka, ki sta vključena v oskrbo s pitno vodo za Mestno občino Maribor, Hoče – Slivnica in Duplek. Podzemna vode se v okviru Imisijskega monitoringa spremlja na piezometru BP-1. Stanje podzemne vode v obdobju 2012-2015 ocenjujemo kot »dobro«. Vsebnost nitrata je nizka, prav tako obremenjenost s pesticidi.

V Dobrovcih se nahaja vodni vir, ki s pitno vodo oskrbuje Mestno občino Maribor, Miklavž na Dravskem polju, Hoče – Slivnica in Duplek.

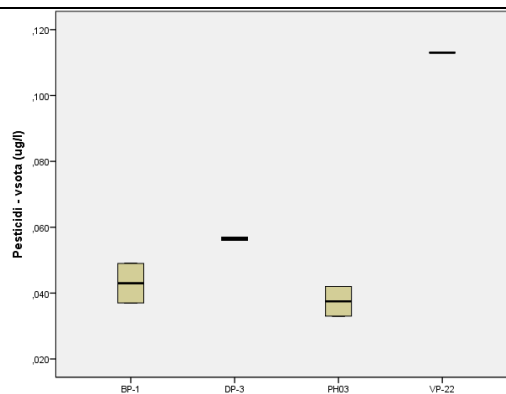
Kakovost podzemne vode se v okviru Imisijskega monitoringa spremlja tudi na opazovalnih vrtinah DP-2, oziroma DP-3, IEI-PH3, PP01 in VP-22. Stanje podzemne vode v obdobju 2012-2015 ocenjujemo kot »dobro«.

Območje Dobrovce je skupaj s Ceršakom tisto območje, kjer je podzemna voda najbolj pod vplivom obdelave kmetijskih zemljišč. V preteklosti smo na teh merilnih mestih beležili precej višje koncentracije nitrata. Od začetka spremljanja podzemne vode na teh merilnih mestih (leta 2000) pa do leta 2006 smo zaznali trend rasti nitrata, zadnja leta opažamo celo rahlo upadanje koncentracij nitrata, slika 21. Ravno ta trend

upadanja nitrata kaže na učinkovitost določenih ukrepov, ki jih izvajamo tudi v okviru Imisijskega monitoringa (kontrola vnosa dušika v tla, svetovanje kmetom in podobne aktivnosti).



Slika 21: Diagram vsebnosti nitrata (mg/l) na merilnih mestih na Dravskem polju

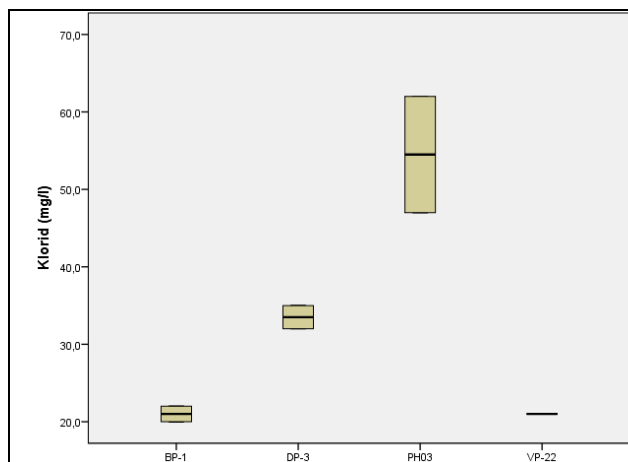


Slika 22: Diagram vsebnosti vsote pesticidov (µg/l) na merilnih mestih na Dravskem polju

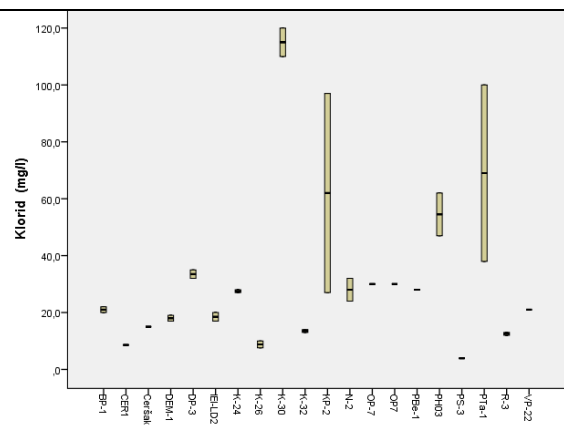
Klorid je v podzemni vodi naravno prisoten, višje koncentracije pa so lahko posledica človekove dejavnosti (vpliv odpadnih voda, soljenje cest itd.).

S Spearmanovo analizo korelacije smo ugotovili trend naraščanja klorida z leti (modra črta) in upad nitrata (rdeča črta). Prikaz koncentracij klorida v obdobju 2002-2016 je na sliki 25. Vsebnost magnezija in sulfata je dokaj stalna čez celotno obdobje.

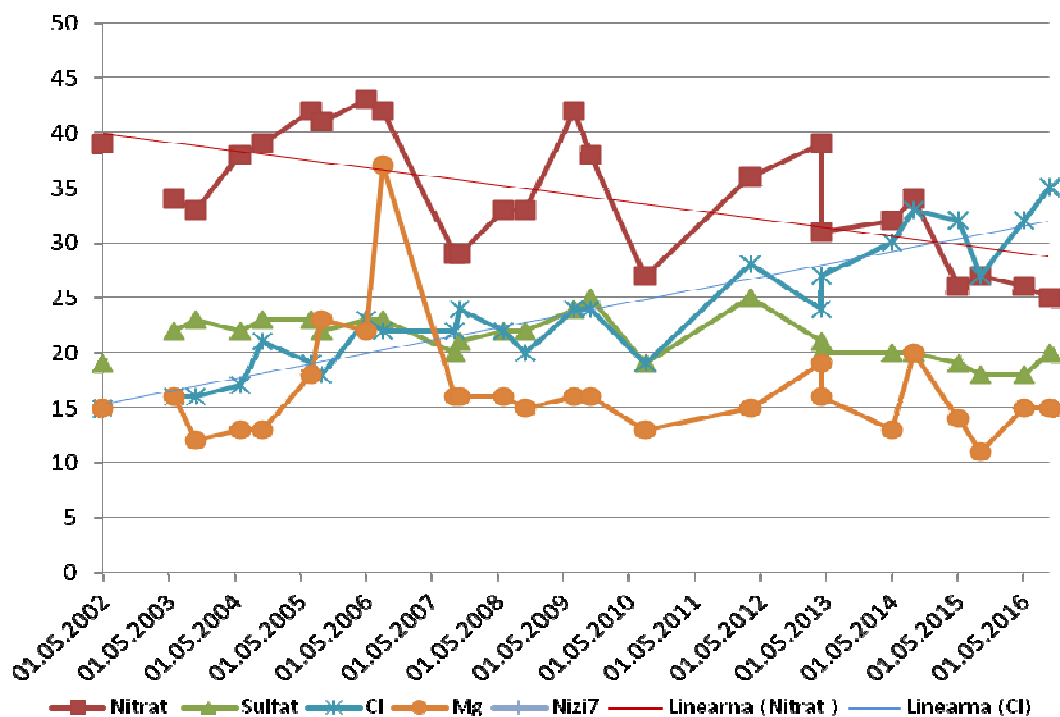
Iz slik je razvidno, da so običajne vrednosti klorida na tem območju pod 40 mg/l.



Slika 23: Vsebnost klorida na območju Dravskega polja



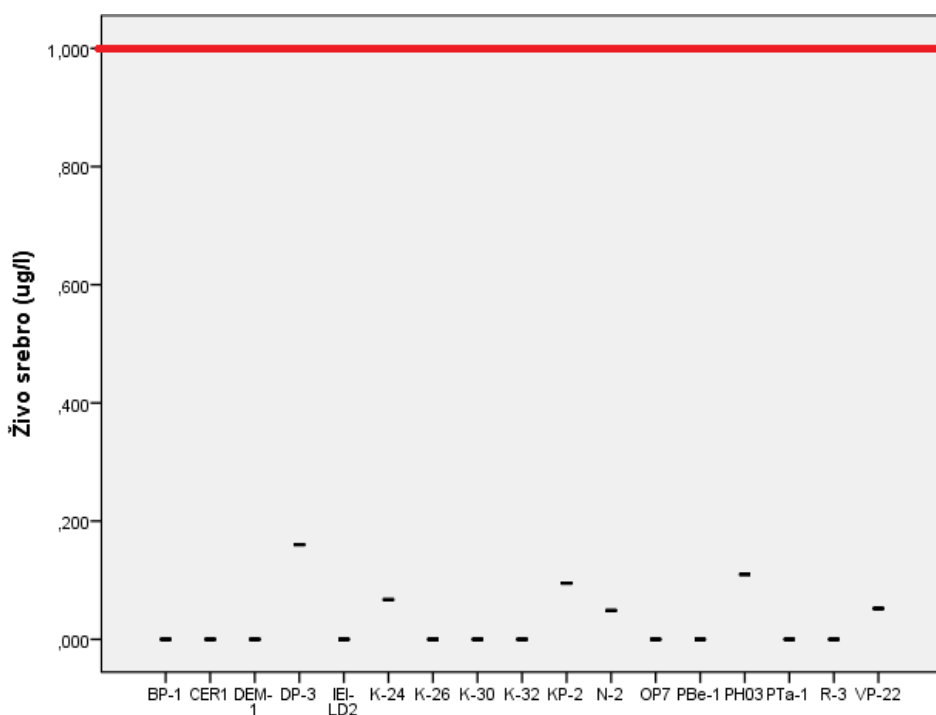
Slika 24: Vsebnost klorida v podzemni vodi na celotnem območju



Slika 25: Prikaz koncentracij glavnih ionov na merilnem mestu DP3 v mg/l

Na sliki 26 je prikazana vsebnost živega srebra v podzemni vodi. V letu 2016 smo najvišjo vsebnost živega srebra ugotovili na merilnem mestu DP-3 v višini 0,16 $\mu\text{g/l}$, kar

je še precej pod mejno vrednost 1 µg/l za pitno vodo. Na merilnem mestu DP-3 živega srebra v preteklih letih nismo ugotovili.



Slika 26: Vsebnost živega srebra

V tabeli 5 so prikazani podatki o padavinah v obdobju 2010 – 2016 za meteorološko postajo Fram in v tabeli 6 za m. postajo na Letališču Edvarda Rusjana Maribor. Količina padavin v letu 2016 bistveno ne odstopa od dolgoletnega povprečja.

Tabela 5: Podatki o padavinah za meteorološko postajo Fram (vir: ARSO)

	FRAM						
	(lon=15.6329, lat=46.4541, viš=320m)						
	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010
količina padavin (mm)	1128.5	902.6	1401.2	1139.7	1126.1	780.2	1182.4
število dni s padavinami nad 0.1 mm	129	107	171	144	117	101	139
število dni s snežno odejo	14	17	19	39	29	9	60

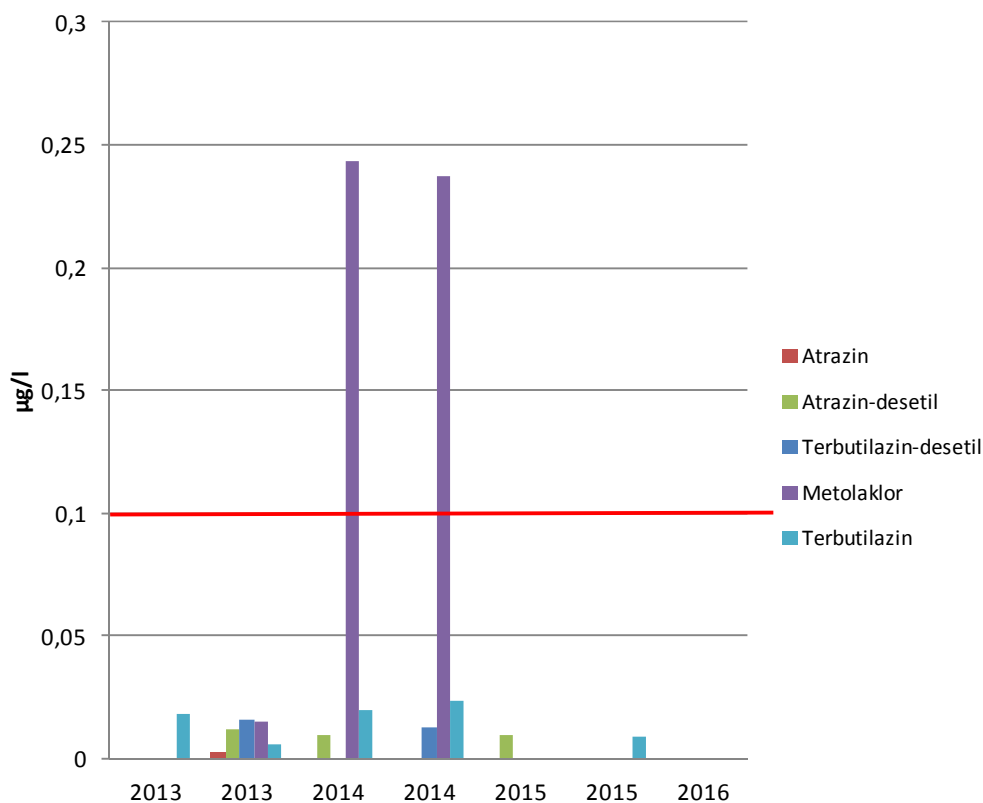
Tabela 6: Podatki o padavinah za meteorološko postajo letališče Edvarda (vir: ARSO)

	LETALIŠČE EDVARDA RUSJANA MARIBOR						
	(lon=15.6818, lat=46.4797, viš=264m)						
	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010
količina padavin (mm)	1006.2	846.4	1238.4	923.7	928.7	729.9	986.2
število dni s padavinami nad 0.1 mm	136	110	171	148	128	109	146
število dni s snežno odejo	9	21	21	51	33	11	72

3.5 CERŠAK

V Ceršaku se nahaja črpališče, ki s pitno vodo oskrbuje občino Šentilj. Na tem črpališču spremljamo stanje podzemne vode tudi v programu imisijskega monitoringa. Vodo iz črpališča Ceršak spremlja tudi Mariborski vodovod v okviru notranjega nadzora. Na tem merilnem mestu v zadnjih letih beležimo največ neskladnosti zaradi pesticidov, slika 27. Mejna vrednost za posamezno spojino je 0,1 µg/l.

V letu 2016 smo vzorčenje pričeli izvajati na vrtini Cer- 1.



Slika 27: Prikaz koncentracij pesticidov po mesecih na merilnem mestu Ceršak

Za to merilno mesto so značilne občasne prekoračitve metolaklora, značilni so tudi hitri odzivi (onesnaženje se pojavi nenadoma), izvor pesticidov pa ni ugotovljen. V letu 2016 smo v mesecu aprilu odvzeli tudi vodo iz potoka v Ceršaku. V vodi smo izmerili visoke koncentracije metolaklora (0,593 µg/l) in terbutilazina (0,152 µg/l).

V tabeli 7 je prikaz količine padavin za meteorološko postajo Šentilj po letih. Letna količina padavin za leto 2016 bistveno ne odstopa od dolgoletnega povprečja. Podroben opis meteorološki podatkov je v poročilu IEI v prilogi.

Tabela 7: Podatki o padavinah za meteorološko postajo Šentilj

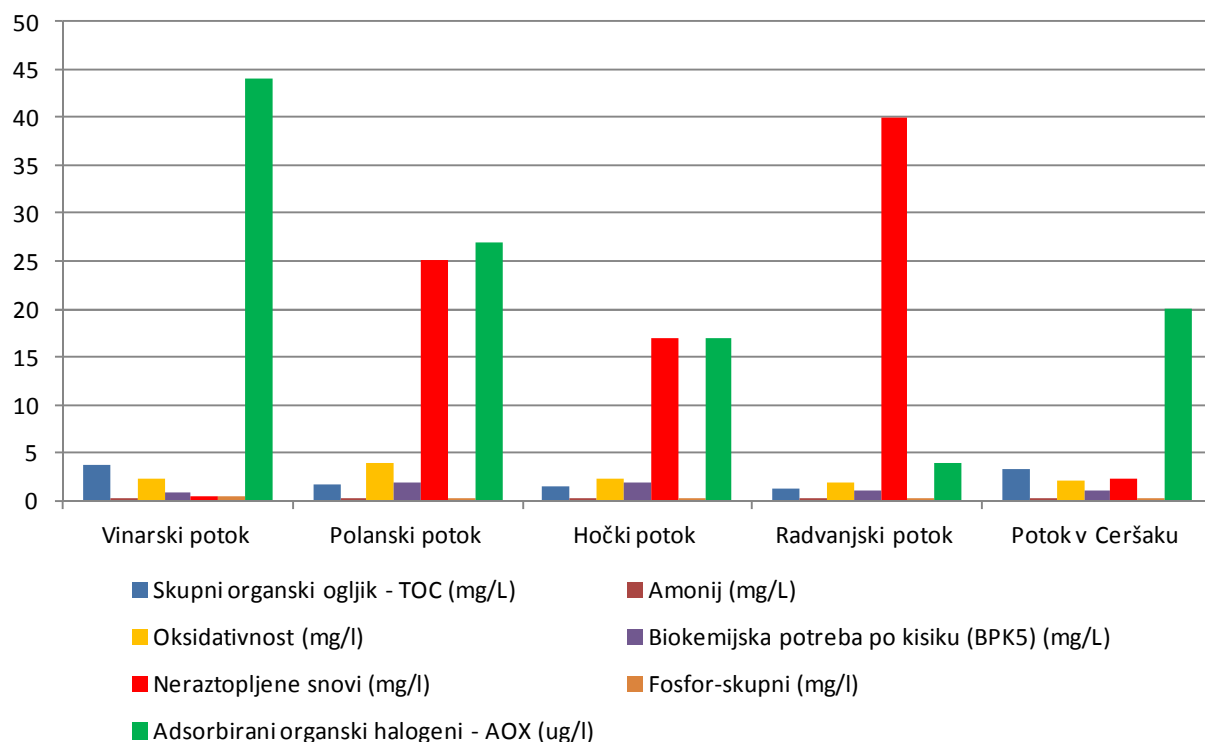
	ŠENTILJ V SL. GORICAH						
	(lon=15.6398, lat=46.6883, viš=306m)						
	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010
količina padavin (mm)	1052.5	884.1	1273.8	1127.6	1012.8	767.2	1007.5
število dni s padavinami nad 0.1 mm	127	105	157	132	110	89	137
število dni s snežno odejo	25	28	24	64	38	5	77

4 POVRŠINSKA VODA

Površinska voda se je kontinuirno spremljala na petih merilnih mestih in sicer na: Hočkem potoku, Vinarskem potoku, Radvanjskem potoku, potoku v Ceršaku in Polanskem potoku.

Spremljajo se predvsem splošni parametri onesnaženosti vod, kot so neraztopljene snovi, dušikove spojine, razmere s kisikom, obremenitve z organskimi snovmi in skupni fosfor.

Na sliki 28 so prikazane obremenitve potokov v letu 2016.



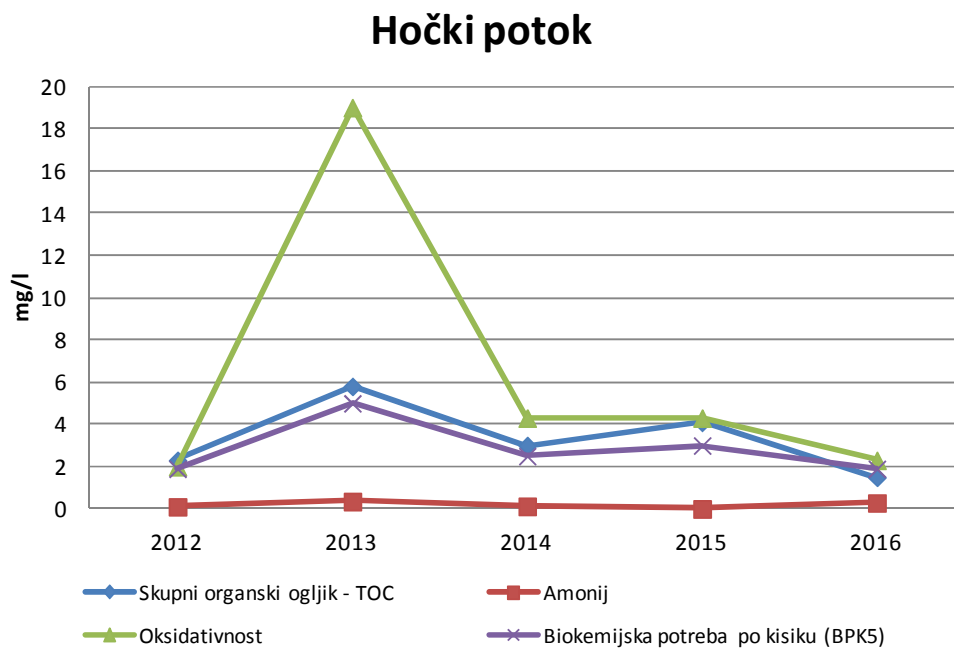
Slika 28: Prikaz obremenitev v potokih v letu 2016

Na podlagi rezultatov analiz površinskih voda opravljenih v letu 2016 ugotavljamo, da sta Vinarski potok in Polanski potok prekomerno obremenjena z absorbiranimi halogeniranimi organskimi snovmi. Ugotovljeno je bilo preseganje mejne vrednosti 20 µg/L. Pri ostalih potokih so te vrednosti precej nižje in ustrezajo mejnim vrednostim za dobro ekološko stanje površinskih voda.

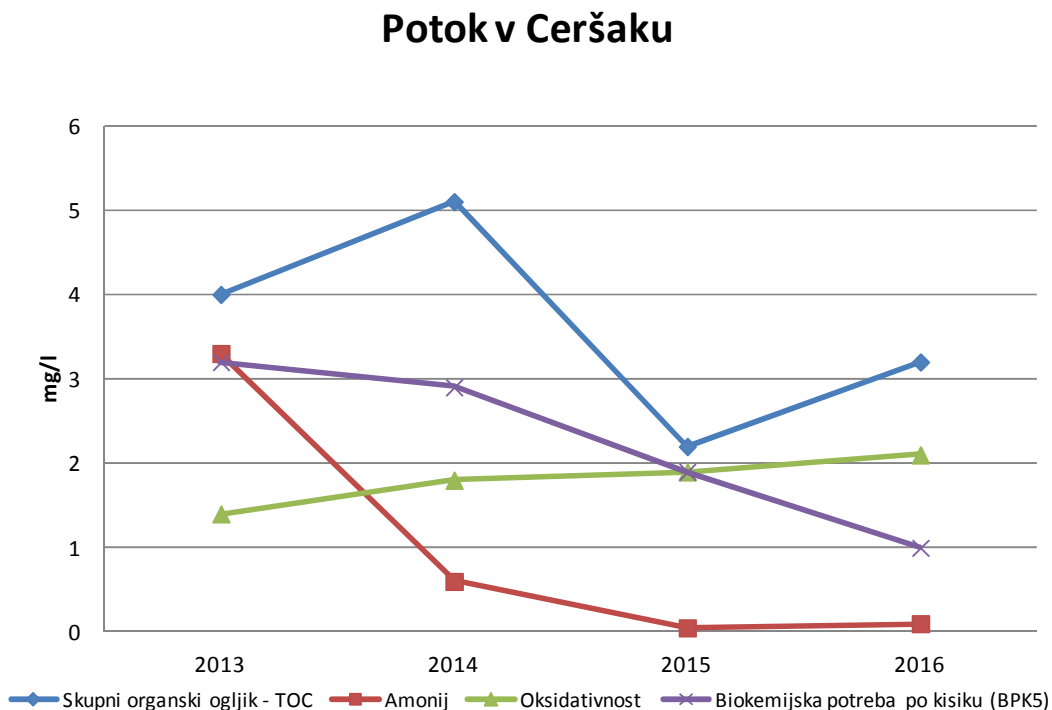
Skladno z mejnimi vrednostmi Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (Ur. list RS, št. 46/02 in 41/04 – ZVO-1) ugotavljamo, da se povišane obremenitve površinskih vod zaradi odpadnih vod kažejo v Radvanjskem potoku, kjer izmerjena vrednost 40 mg/l precej presega priporočeno vrednost 25 mg/l.

Fosfor v vodah spremljamo kot splošni pokazatelj obremenjenosti s hranili in je pomemben dejavnik za razrast alg v površinskih vodah, posebej stoječih.

Vrednosti celokupnega fosforja, ki služi kot indikatorski parameter za obremenitve vode s komunalnimi odplakami so z izjemo vrednosti izmerjene v Vinarskem potoku (0,46 mg/l) pod mejno vrednostjo 0,2 mg/l.

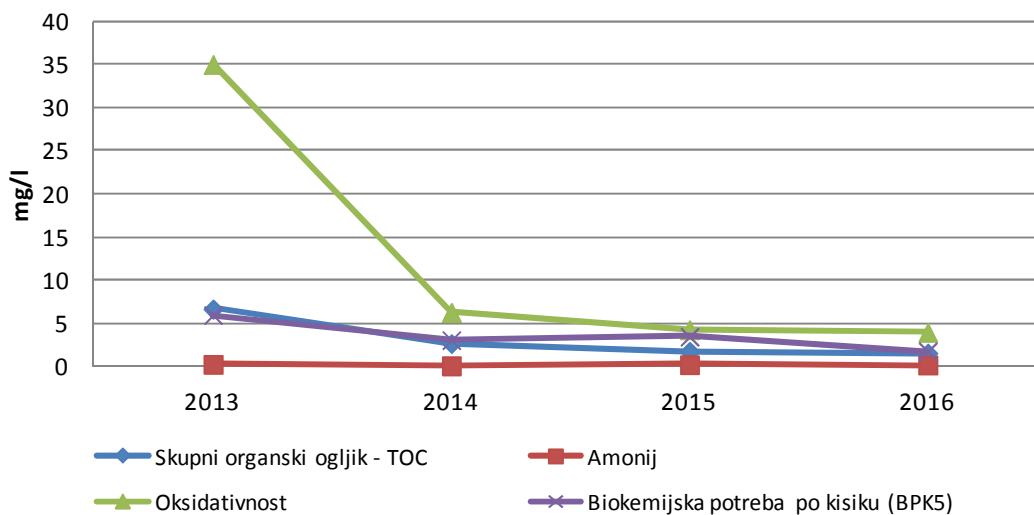


Slika 29: Prikaz nihanja osnovnih kemijskih parametrov na odvzemnem mestu Hočki potok v letih 2012-2016



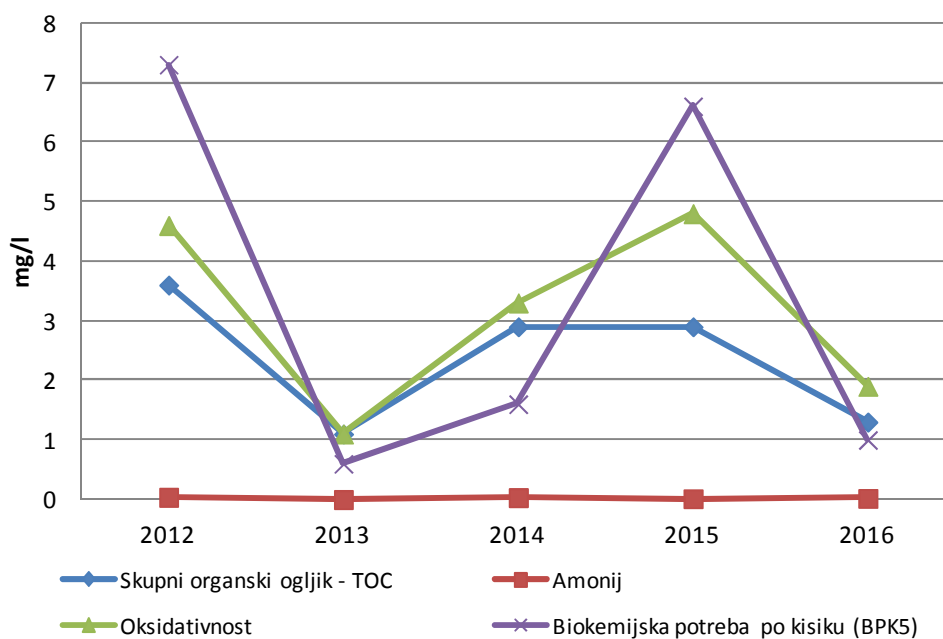
Slika 30: Prikaz nihanja osnovnih kemijskih parametrov na odvzemnem mestu Potok v Ceršaku v letih 2012-2016

Polanski potok

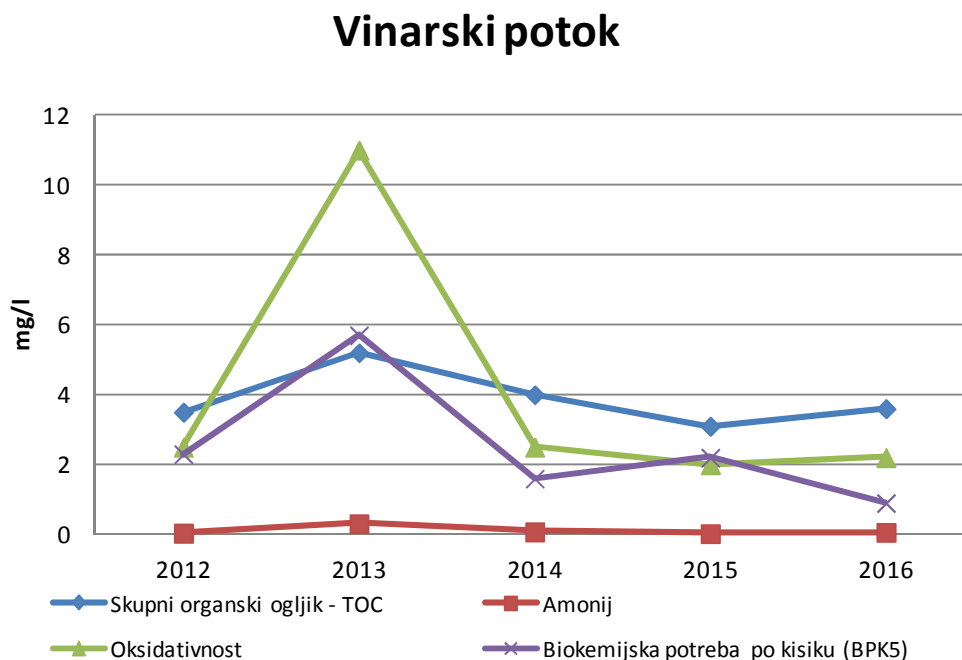


Slika 31: Prikaz nihanja osnovnih kemijskih parametrov na odvzemnem mestu Polanski potok v letih 2012-2016

Radvanjski potok



Slika 32: Prikaz nihanja osnovnih kemijskih parametrov na odvzemnem mestu Radvanjski potok v letih 2012-2016



Slika 33: Prikaz nihanja osnovnih kemijskih parametrov na odvzemnem mestu Vinarski potok v letih 2012-2016

Vsebnost amonija je nizka, oziroma je zaznan trend upadanja vrednosti tekom let. Nekoliko bolj niha obremenjenost z organskimi snovmi (izraženo kot oksidativnost in TOC), predvsem v Radvanjskem potoku in potoku v Ceršaku. Izpostaviti je potrebno prisotnost kloriranih spojin (merjenih kot AOX) v Vinarskem potoku v letu 2016, ki je znatno višje kot pretekla leta. Podobna ugotovitev velja še za Polanski in Hočki potok ter potok v Ceršaku.

4.1 Analiza odpadne vode

V okviru preskušanj odpadne vode za podjetje Aquasystems smo izvedli preskušanje odpadne vode. V tabeli so prikazani rezultati preskušanj farmacevtskih učinkovin v odpadni vodi na vtoku in iztoku čistilne naprave.

Tabela 8: Rezultati FAS v odpadni vodi

	Datum vzorčenja	Karbamazepin	Kofein	Paracetamol	Sulfametoksazol	Teofilin
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Vtok OV na CČN Maribor	10.11.2016	0,32	88	41	3,7	1,8
Iztok OV iz CČN Maribor	10.11.2016	0,34	0,065 [0,010]		0,36 [0,010]	

Iz tabele je razvidno, da je učinek čiščenja učinkovitost za spojine kot so kofein, paracetamol, teofilin, sulfametoksazol. Karbamazepin je v naravi praktično nerazgradljiv, zato so rezultati pričakovani in potrjujejo navedbe iz strokovnih virov o obstojnosti te spojine v okolju.

5 TLA/ZEMLJINE

V letu 2016 smo vzorce tal na vsebnost mineralnega dušika odvzeli v treh serijah na treh globinah. Vzorčenja so bila izvedena v aprilu, juniju in oktobru.

Prvo vzorčenje tal za analizo mineralnega dušika v tleh in ostanke FFS je bilo opravljeno 7.4.2016 po opravljenem prvem dognojevanju ozimnih žit, oziroma po uporabi herbicidov v ozimnih žitih. V času izvedbe prvega vzorčenja tal na njivskih površinah, na katerih se je letos sejala koruza ni bilo opravljenih nobenih gnojenj z gnojili, ki vsebujejo dušik, enako tudi v tem času niso bila na vzorčenih parcelah uporabljena nobena fitofarmacevtska sredstva. Pri analizah mineralnega dušika v tleh so vse vrednosti mineralnega dušika v tleh v času prvega vzorčenja nizke, kar pomeni, da tudi prvo spomladansko dognojevanje ozimin, opravljeno ob koncu februarja in v marcu ni povečalo vsebnosti mineralnega dušika v tleh, saj so rastline ozimnih žit dodani dušik spomladi porabile za svojo rast in razvoj. Zaradi nižjih temperatur tal dodatne mineralizacije dušika iz organske snovi v marcu in začetku aprila ni bilo, kar je razvidno iz ugotovljenih vrednosti dušika v tleh v času izvedbe prvega vzorčenja v začetku aprila. Nekoliko več mineralnega dušika, vendar še vedno v pričakovanih mejah, smo v času vzorčenja zasledili le pri vzorcu št. 15, pri katerem je možno nekoliko večjo vsebnost mineralnega dušika pripisati vezavi dušika iz detelj, podobno tudi pri vzorcih št. 16 in 17, na parcelah na katerih je posevek deteljno-travna mešanica.

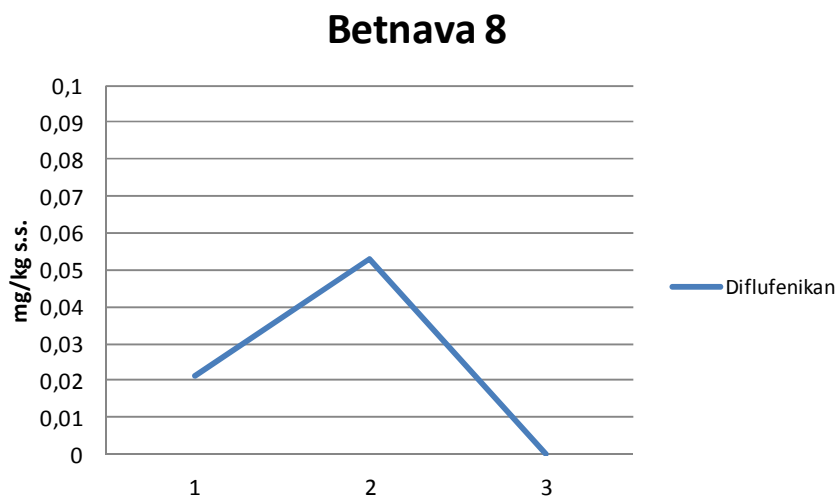
Pri vzorčenju mineralnega dušika v juniju z višjimi vrednostmi izstopajo vzorci Dobrovce 1, Marjeta 13 in Bohova 9, pri katerih je bilo nedavno pred vzorčenjem izvedeno dognojevanje koruze, oziroma oljnih buč na njivi z ekološko pridelavo. Na tej površini je bila predposevek detelja, pred okopavanjem pa so bile buče dognojene z ekološkim gnojilom AZOCOR (10,5 % N), organsko gnojilo s počasnim sproščanjem dušika. Ostale izmerjene vrednosti mineralnega dušika v tleh so v mejah normale in pričakovane pri pridelavi poljščin v kolobarju.

Analize na ostanke fitofarmacevtskih sredstev smo opravili v vzorcih tal, ki so bili odvzeti do globine 30 cm. Preskušanja so bila v letu 2016 izvedena v treh serijah.

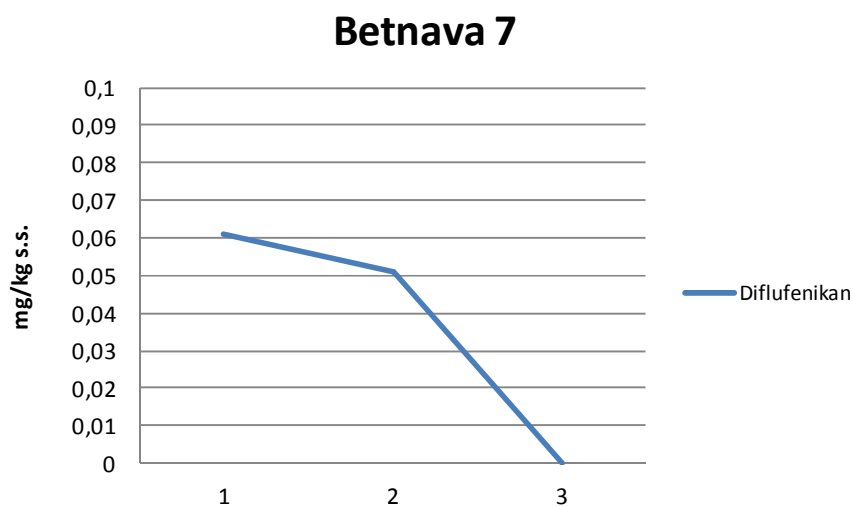
Na slikah 34-37 v nadaljevanju so prikazana merilna mesta, kjer so bile ugotovljene pomembnejše koncentracije pesticidov. Ob jesenskem vzorčenju so koncentracije pesticidov padle pod vrednost 0,01 mg/kg pri vseh vzorcih.

Višje vrednosti ostankov diflufenikana v tleh pri vzorcih št. 7 in št. 8 pri obeh vzorčenjih so posledica uporabe herbicida Trinity v predpisanem odmerku 2 l/ha v posevku ozimne pšenice, ki razen diflufenikana vsebuje še klortoluron in pendimetalin. Pri analizah ostankov FFS je nekoliko vprašljiva povišana vsebnost metolaklora in terbutilazina pri prvem vzorčenju, glede na to, da je predposevek na parceli bila v letu 2015 pšenica, po strnišču pa posejana travno-deteljna mešanica. Uporaba herbicida v koruzi na tej lokaciji je bila v maju, zato so vrednosti ostankov v tem primeru povečane, kljub temu pa pričakovane, saj je od aplikacije herbicida v koruzi do vzorčenja pretekel komaj en mesec. Podobno stanje je tudi pri vzorcu pod oznako Marjeta 13, kjer je prav tako posevek na analizirani površini koruza.

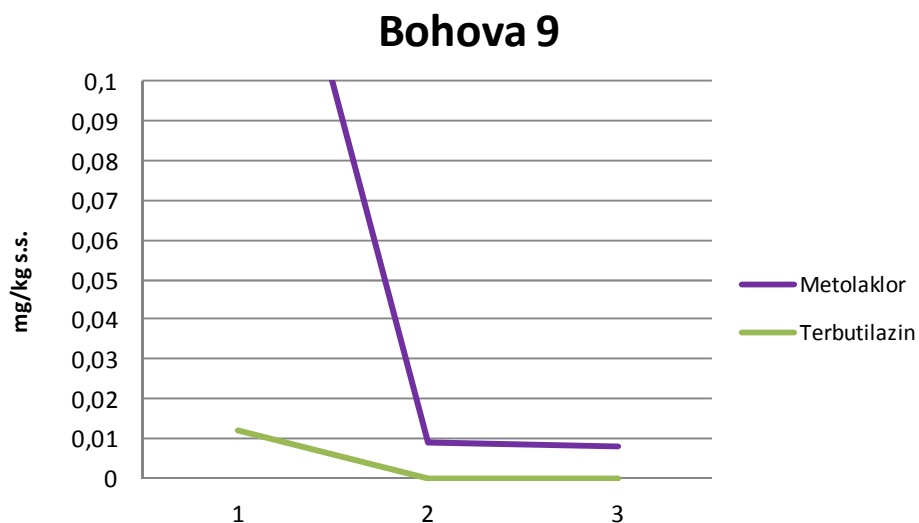
Najvišja koncentracija pesticidov (metolaklora) je bila ugotovljena v mesecu aprilu na merilnem mestu Bohova 9, slika 36. Na tej lokaciji so ob jesenskem vzorčenju ugotovljene tudi visoke koncentracije dušika (ob lizimeterski postaji), kar je posledica dognojevanja z gnojevko.



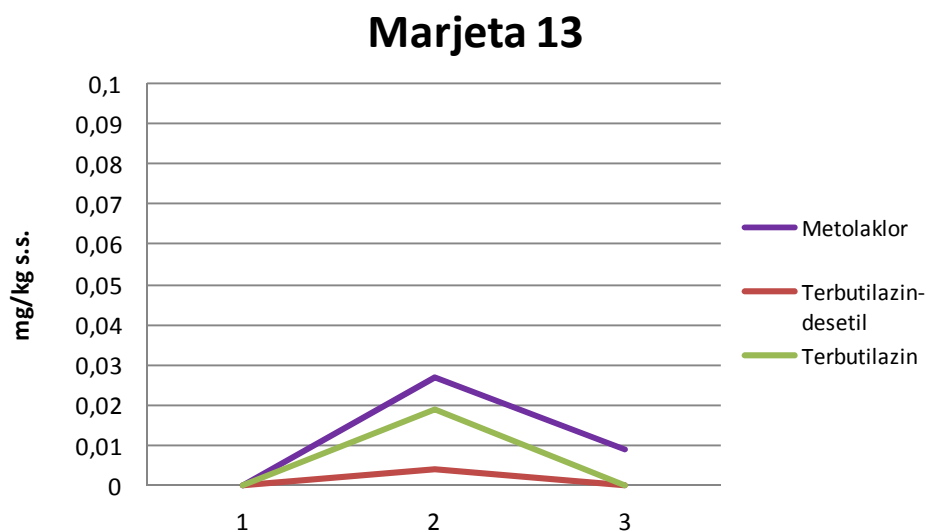
Slika 34: Meritev ostankov pesticidov v tleh na merilnem mestu Betnava 8



Slika 35: Meritev ostankov pesticidov v tleh na merilnem mestu Betnava 7



Slika 36: Meritev ostankov pesticidov v tleh na merilnem mestu Bohova 9



Slika 37: Meritev ostankov pesticidov v tleh na merilnem mestu Marjeta 13

6 ZAKLJUČEK

Imisijski monitoring je preventivni program, s katerim prepoznamo tveganja, ki lahko vplivajo na kakovost pitne vode. Monitoring se izvaja na prvinah okolja, ki pomembno vplivajo na kakovost pitne vode, torej tleh, podzemni vodi in površinski vodi. Ključni dejavnik je tudi količinsko stanje podzemne vode, ki je zelo odvisen od vremenskih in podnebnih dejavnikov.

V času vzorčenja podzemne vode je (v mesecu aprilu in septembru) padlo manj padavin kot je dolgoletna povprečna količina za omenjena meseca. Največ padavin v letu 2016 smo zabeležili v mesecu avgustu, kjer smo v dveh posameznih dnevih zabeležili znatnejše količine padavin.

Z dolgoletnim spremljanjem stanja podzemne vode lahko potrdimo uspešnost programa za nižanje vsebnosti nitrata v podzemni vodi. Analize tal na vsebnost mineralnega dušika v tleh so vodilo za smiselno gnojenje na vodovarstvenih območjih. Učinek dela z ključnimi deležniki (svetovanje kmetom) je tako najbolj izrazit na območju Dravskega polja. Najvišje koncentracije nitrata smo izmerili na piezometru, ki se nahaja v urbanem okolju, vendar so te koncentracije precej odvisne od hidrološkega stanja. Vsebnost onesnaževal (tudi nitrata) je na območju Dravskega polja, znotraj opazovanega leta, precej stalna. V podzemni vodi, ki se nahaja v bolj naseljenem območju smo ugotovili tudi višje vsebnosti natrija, klorida in atrazina. Za naseljena območja je tudi značilna prisotnost ostankov zdravil, predvsem karbamazepin, pa tudi salicilne kisline izraženo kot acetilsalicilna kislina. Kofein in acetilsalicilna kislina sta pokazatelja vpliva komunalnih voda. Zaradi nerazgradljivosti karbamazepina v okolju lahko pričakujemo, da se bodo vsebnosti te snovi z leti višale.

Lizimeterska postaja Tezno daje zelo dobre informacije o prehodu snovi v podzemno vodo. Spremljanje se izvaja v tleh, ki so tipična za Dravsko kotlino in za fitofarmacevtska sredstva, ki se uporabljajo za zaščito rastlin te regije. Iz rezultatov lahko sklepamo na možnost pojava pesticidov v podzemni vodi. Na testnem polju je bil uporabljen pripravek na osnovi metolaklor in terbutilazina. Glede na opravljeno študijo smo ugotovili, da je metolaklor v podzemni vodi prisoten dlje časa kot terbutilazin. V

pomembnejši koncentraciji smo izmerili samo razgradni produkt terbutilazina, desetilterbutilazin.

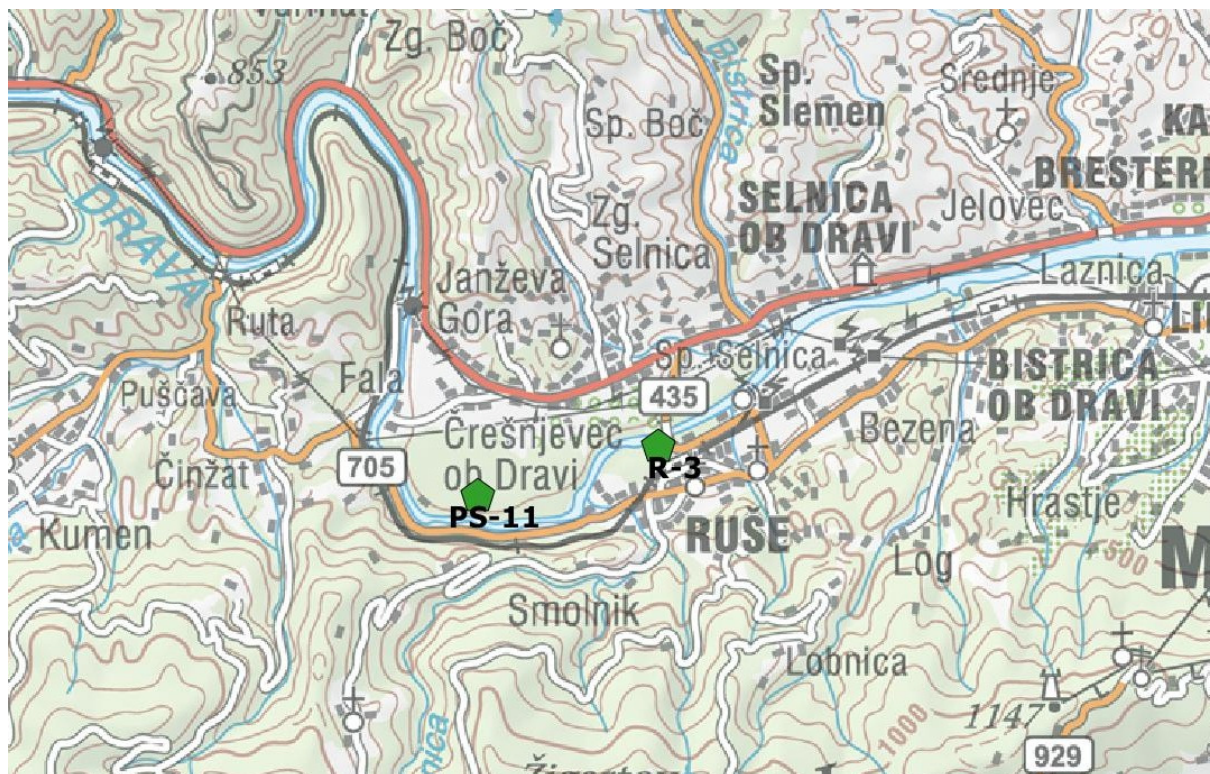
V splošnem je ugotovljeno, da se vpliv urbanega okolja na kakovost podzemne vode veča, vpliv kmetijske dejavnosti pa manjša. Ugotovljene vsebnost pesticidov in dušika v tleh ne predstavljajo nevarnosti za izpiranje v podzemno vodo.

7 VIRI

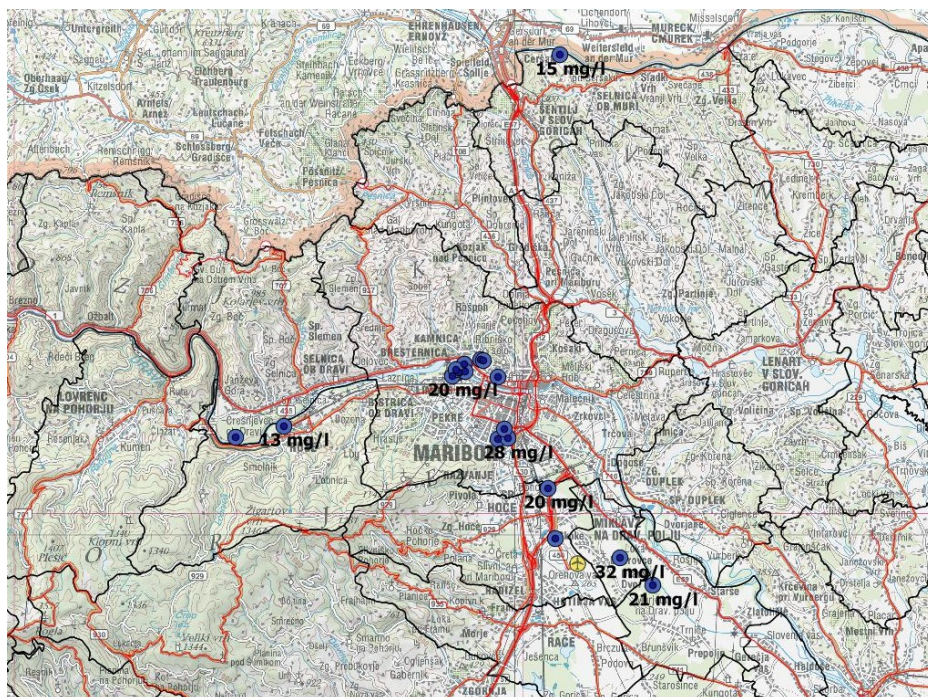
1. <http://meteo.arso.gov.si/>
2. Umweltbundesamt, Carbamazepin und Koffein – Potenzielle Screeningparameter für kommunale Verunreinigungen des Grundwassers, Wien 2006
3. Pravilnik o pitni vodi (Uradni list RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09 in 74/15)
4. Pravilnik o monitoringu stanja površinskih voda (Uradni list RS, št. 10/09, 81/11 in 73/16)
5. Uredba o stanju površinskih voda (Uradni list RS, št. 14/09, 98/10, 96/13 in 24/16)
6. Uredba o stanju podzemnih voda (Uradni list RS, št. 25/09, 68/12 in 66/16)
7. ARSO, Količinsko stanje podzemnih voda v Sloveniji, Poročilo o monitoringu v letu 2012
8. Kazalci ARSO, http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=753
9. EPA, <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/atrazine-background-and-updates>

8 PRILOGE

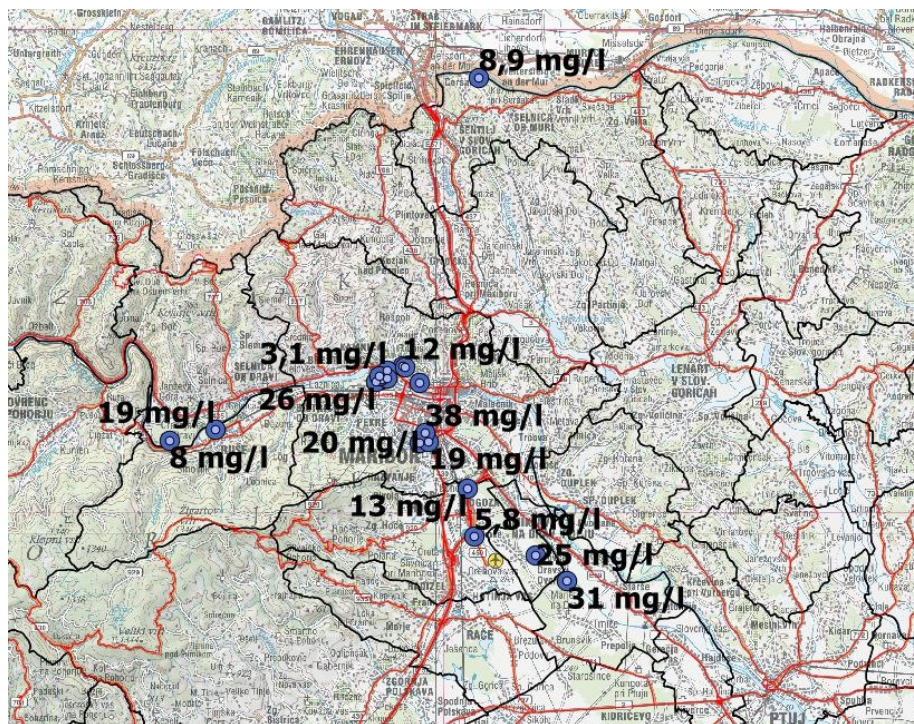
8.1 Slike



Slika 38: Lokacije piezometrov na območju Ruš in Selniške Dobreve



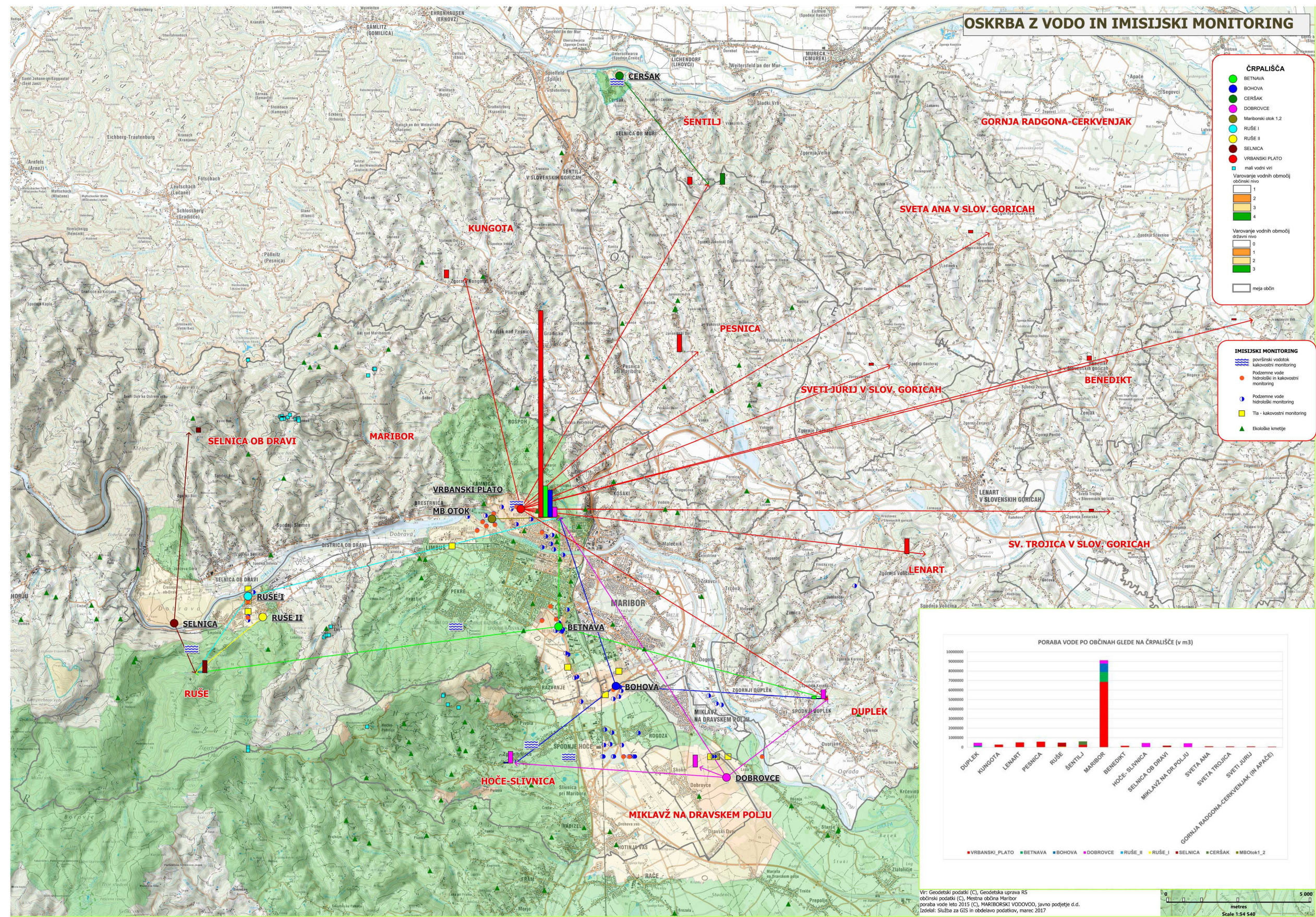
Slika 39: Vsebnosti klorida v letu 2016



Slika 40: Vsebnost nitrata v letu 2016



Slika 41: Prisotnost karbamazepina v µg/l



Slika 42: Poraba vode po črpališčih in občinah (Vir: Geodetska uprava RS, Mestna občina Maribor, Mariborski vodovod)

8.2 Poročilo Inštituta za ekološki inženiring

8.3 Poročilo Kmetijsko gozdarskega zavoda Maribor