



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

CENTER ZA OKOLJE IN ZDRAVJE

Pr22_IMISIJSKI_končno

**IZVAJANJE IMISIJSKEGA MONITORINGA TAL,
POVRŠINSKIH IN PODZEMNIH VODA
NA VODOVARSTVENEM OBMOČJU
ČRPALIŠČ MARIBORSKEGA VODOVODA
(Zaključno poročilo za leto 2022)
za naročnika
MESTNA OBČINA MARIBOR**

Maribor, marec 2023

Naslov: Izvajanje imisijskega monitoringa tal, površinskih in podzemnih voda na vodovarstvenem območju črpališč Mariborskega vodovoda za naročnika Mestna občina Maribor (Zaključno poročilo za leto 2022)

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

Evidenčna oznaka: 2141b-11/5742-22

Šifra dejavnosti: 2300 – Oddelek za pitne in kopalne vode

Naročnik: MESTNA OBČINA Maribor
Ulica heroja Staneta 1
2000 MARIBOR

Izvajalci naloge:
Nosilec: Darja Hojnik, univ.dipl.inž.kem.tehnol.

Strokovni sodelavci: Sandra Mertik, mag.inž.kem.teh.
Žan Hrenič, dipl.san.inž.(UN)

Maribor, 24.03.2023

ODDELEK ZA PITNE IN KOPALNE VODE
Vodja:

Darja Hojnik, univ.dipl.inž.kem.tehnol.

KAZALO VSEBINA

UPORABLJENE KRATICE IN OKRAJŠAVE.....	12
1 UVOD	13
2 ODVZEMNA MESTA IMISIJSKEGA MONITORINGA ZA KVALITETNI NADZOR V LETU 2022... 18	18
3 PREGLED STANJA PODZEMNE VODE.....	22
3.1 PREGLED MERITEV KEMIJSKEGA STANJA	22
3.2 SELNIŠKA DOBRAVA IN RUŠE	29
3.2.1 OBSEG VODONOSNIKA IN NJEGOVO IZKORIŠČANJE	29
3.2.2 HIDROLOŠKE MERITVE PODZEMNE VODE	32
3.2.3 MONITORING KEMIJSKEGA STANJA PODZEMNE VODE, območje Ruš in Selniške Dobrave.....	33
3.3 VRBANSKI PLATO	38
3.3.1 OBSEG VODONOSNIKA IN NJEGOVO IZKORIŠČANJE	38
3.3.2 HIDROLOŠKE MERITVE PODZEMNE VODE	41
3.3.3 SPREMLJANJE KEMIJSKEGA STANJA	43
3.4 BETNAVA.....	57
3.4.1 OBSEG VODONOSNIKA IN NJEGOVO IZKORIŠČANJE	57
3.4.2 MONITORING KAKOVOSTI VODONOSNIKA	57
3.5 BOHOVA IN DOBROVCE.....	66
3.5.1 OBSEG VODONOSNIKA IN NJEGOVO IZKORIŠČANJE	66
3.5.2 HIDROLOŠKE MERITVE PODZEMNE VODE	70
MONITORING KAKOVOSTI VODONOSNIKA	74
3.6 PRIKAZ ČRPANIH KOLIČIN PODZEMNE VODE NA OBMOČJU ČRPALIŠČ BOHOVA IN DOBROVCE	80
3.7 CERŠAK.....	84
3.7.1 OBSEG VODONOSNIKA IN NJEGOVO IZKORIŠČANJE	84
3.7.2 HIDROLOŠKE MERITVE PODZEMNE VODE	86
3.7.3 MONITORING KAKOVOSTI PODZEMNE VODE	88
4 LIZIMETRСКА POSTAJA MARIBOR-TEZNO	90
5 POVRŠINSKA VODA	92
5.1 POTOK V CERŠAKU	96
5.2 POLANSKI POTOK.....	98
5.3 RADVANJSKI POTOK.....	99
5.4 VINARSKI POTOK	101
6 ANALIZA ODPADNE VODE	103
7 TLA/ZEMLJINE	104

7.1	REZULTATI VZORČENJA MINERALNEGA DUŠIKA V TLEH	109
7.2	ANALIZA REZULTATOV VZORČENJA OSTANKOV PESTICIDOV V TLEH	110
7.3	ANALIZA REZULTATOV VZORČENJA TEŽKIH KOVIN V TLEH.....	110
8	ZAKLJUČEK.....	112
9	VIRI	117
10	PRILOGE	118
10.1	PORABA VODE PO ČRPALIŠČIH IN OBČINAH (VIR: GEODETSKA UPRAVA RS, MESTNA OBČINA MARIBOR, MARIBORSKI VODOVOD).....	119
10.2	POROČILO KMETIJSKO GOZDARSKEGA ZAVODA MARIBOR	120
10.3	HIDROLOŠKE MERITVE	121
10.3.1	<i>METEOROLOŠKI PODATKI – LETO 2022.....</i>	<i>121</i>
10.3.2	<i>HIDROLOŠKI MONITORING VPLIVA NA PODZEMNE VODE</i>	<i>122</i>
10.3.3	<i>PODATKI ČRPANIH KOLIČIN MARIBORSKEGA VODOVODA</i>	<i>123</i>
10.4	REZULTATI KEMIJSKIH ANALIZ V SISTEMU IMISIJSKEGA MONITORINGA	124

KAZALO TABEL

Tabela 2-1: Pregled lokacij mest vzorčenja podzemne vode	19
Tabela 2-2: Pregled lokacij mest vzorčenja površinskih vodotokov.....	19
Tabela 2-3: Pregled lokacij mest vzorčenja tal	20
Tabela 3-1: Parametri, za katere so določeni standardi kakovosti	37
Tabela 3-2: Vrednosti praga za oceno kemijskega stanja podzemne vode	37
Tabela 3-3: Ionska sestava podzemne vode v okolici Vrbanskega platoja	44
Tabela 6-1: Prisotnost farmacevtskih učinkovin v odpadni vodi na vtoku in iztoku čistilne naprave v letu 2022	103
Tabela 7-1: Lokacije vzorčenja tal kmetijskih zemljišč	105
Tabela 7-2: Rezultati analiz tal v letu 2022.....	107
Tabela 7-3: Rezultati vzorčenja težkih kovin ob prometnih povezavah	110

KAZALO SLIK

Slika 1-1: Črpališča in vodovarstvena območja	17
Slika 2-1: Mesta vzorčenja v letu 2022	18
Slika 2-2: Mesto vzorčenja tal na prisotnost kovin - Ptujška cesta	20
Slika 2-3: Mesto vzorčenja tal na prisotnost kovin – Orehova vas	21
Slika 3-1: Izmerjene vrednosti električne prevodnosti podzemne vode v letu 2022	23
Slika 3-2: Povprečna vsebnost nitrata (mg/l NO ₃) na posameznih odvzemnih mestih podzemne vode v letu 2022	24
Slika 3-3: Prikaz izmerjenih vsebnosti klorida (mg/l) v letu 2022	24
Slika 3-4: Ugotovljene prisotnosti farmacevtskih spojin v letu 2022	25
Slika 3-5: Gibanje vsebnosti atrazina in njegovega razgradnega produkta (µg/l) na odvzemnem mestu KP-2 v letih 2017-2022	26
Slika 3-6: Ugotovljena prisotnost PFOS in PFOA v letu 2022	27
Slika 3-7: Gibanje vrednosti PFOA (µg/l) v letih 2019-2022	27
Slika 3-8: Gibanje vrednosti PFOS (µg/l) v letih 2019-2022	28
Slika 3-9: Vodni vir Selniške dobave in vodovarstvena območja (vir: ARSO, Atlas okolja).....	29
Slika 3-10: Črpališči Ruše I in II in vodovarstvena območja (vir: ARSO, Atlas okolja)	30
Slika 3-11: Karta srednjih gladin podzemne vode vodonosnikov Selniške Dobrave in Ruš (vir: prostorska baza MOM).....	31
Slika 3-12: Grafični prikaz avtomatskih meritev gladin podzemne vode na merilnem mestu R-2 (Ruše) in količina padavin izmerjenih na meteorološki postaji Vrbanski plato v letu 2022	32
Slika 3-13: Grafični prikaz avtomatskih meritev gladin podzemne vode na merilnem mestu F-1 in količina padavin izmerjenih na meteorološki postaji Vrbanski plato v letu 2022	33
Slika 3-14: Vsebnost nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v podzemni vodi v letih 2017-2022 na območju Selniške dobave	34
Slika 3-15: Merilno mesto PS-5	34
Slika 3-16: Vsebnosti karbamazepina in sulfometoksazola na odvzemnem mestu R-3 v letih 2017-2022.....	35
Slika 3-17: Nihanja vsebnost nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v podzemni vodi v letih 2017-2022 na območju Ruš	36
Slika 3-18: Lokacija merilnih mest R-3 in R-2	36
Slika 3-19: Prisotnost PFOS in PFOA na odvzemnem mestu R-3 v letih 2019-2022	38
Slika 3-20: Vodovarstvena območja črpališča Vrbanski plato ob Dravi na severnem delu Dravskega polja (vir: ARSO, Atlas okolja)	39

Slika 3-21: Vodonosnik Vrbanskega platoja (Kopač, Vremec, 2017)	40
Slika 3-22: Prikaz merilnih mest podzemne vode na območju Vrbanskega platoja (vir podlage: OpenStreetMap):	42
Slika 3-23: Grafični prikaz avtomatskih meritev gladin podzemne vode na merilnem mestu K-30 ter količine padavin izmerjenih na meteorološki postaji Vrbanski plato v letu 2022	42
Slika 3-24: Grafični prikaz avtomatskih meritev gladin podzemne vode na merilnem mestu KP-2 ter količine padavin izmerjenih na meteorološki postaji Vrbanski plato v letu 2022	43
Slika 3-25: Prikaz električne prevodnosti ($\mu\text{S}/\text{cm}$) v letu 2022 na območju Vrbanskega platoja	43
Slika 3-26: Ionska sestava vode na merilnem mestu K-24	44
Slika 3-27: Ionska sestava vode na merilnem mestu KP-2	44
Slika 3-28: Vsebnosti nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v spomladanskem vzorčenju 2022	45
Slika 3-29: Vsebnosti nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v jesenskem vzorčenju 2022	45
Slika 3-30: Prisotnost PFOA ($\mu\text{g}/\text{l}$) v letih 2019-2022	46
Slika 3-31: Prisotnost PFOS ($\mu\text{g}/\text{l}$) v letih 2019-2022	47
Slika 3-32: Vsebnost nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v podzemni vodi na merilnem mestu K-24 v letih 2012-2022	48
Slika 3-33: Prisotnost pesticidov atrazina in desetil-atrazina v letih 2017-2022 ($\mu\text{g}/\text{l}$) na merilnem mestu K-24	48
Slika 3-34: Slika merilnega mesta K-24	49
Slika 3-35: Vsebnost nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v podzemni vodi na merilnem mestu K-30 v letih 2012-2022	49
Slika 3-36: Slika merilnega mesta K-30	50
Slika 3-37: Prikaz koncentracij pesticidov ($\mu\text{g}/\text{l}$) v letih 2017-2022 na merilnem mestu K-30 ...	50
Slika 3-38: Vsebnost nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v podzemni vodi na merilnem mestu IEI-LD2 v letih 2012-2022	51
Slika 3-39: Vsebnost pesticidov ($\mu\text{g}/\text{l}$) v podzemni vodi na merilnem mestu IEI-LD2 v letih 2017-2022	52
Slika 3-40: Slika merilnega mesta IEI-LD2	52
Slika 3-41: Vsebnost nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v podzemni vodi na piezometru KP-2 v letih 2012-2022	53
Slika 3-42: Vsebnost pesticidov ($\mu\text{g}/\text{l}$) v podzemni vodi na merilnem mestu KP-2 v letih 2017-2022	54
Slika 3-43: Slika merilnega mesta KP-2	54

Slika 3-44: Vsebnost nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v podzemni vodi na merilnem mestu N-2 v letih 2017-2022	55
Slika 3-45: Vsebnost pesticidov (µg/l) v podzemni vodi na merilnem mestu N-2 v letih 2017-2022	56
Slika 3-46: Slika merilnih mest N-2 in P2	56
Slika 3-47: Nihanje vsebnosti nitrata, klorida in sulfata (mg/l) na merilnem mestu OP-7 v letih 2017-2022.....	58
Slika 3-48: Nihanje vsebnosti nitrata in klorida (mg/l) na merilnem mestu PTa-1 v letih 2017-2022	58
Slika 3-49: Nihanje vsebnosti nitrata in klorida (mg/l) na merilnem mestu Pbe-1 v letih 2017-2022	59
Slika 3-50: Izmerjene koncentracije PFOA in PFOS na odvzemnem mestu OP-7 v letih 2019-2022	60
Slika 3-51: Izmerjene koncentracije PFOA in PFOS na odvzemnem mestu Pbe-1 v letih 2019-2022	60
Slika 3-52: Izmerjene koncentracije PFOA in PFOS na odvzemnem mestu PTa-1 v letih 2019-2022	61
Slika 3-53: Vsebnost pesticidov atrazina in desetil-atrazina (µg/l) v podzemni vodi na merilnem mestu OP-7 v letih 2017-2022	62
Slika 3-54: Vsebnost pesticidov (µg/l) v podzemni vodi na merilnem mestu Pbe-1 v letih 2017-2022	62
Slika 3-55: Vsebnost pesticidov atrazina, desetil-atrazina in simazina (µg/l) v podzemni vodi na merilnem mestu PTa-1 v letih 2017-2022	63
Slika 3-56: Slika merilnega mesta OP-7	64
Slika 3-57: Slika merilnega mesta PBe-1	64
Slika 3-58: Slika merilnih mest PTa-1 in PBe-6	64
Slika 3-59: Grafični prikaz črpanih količin podzemne vode na območju črpališča Betnava v letu 2022	65
Slika 3-60: Grafični prikaz deleža črpanih količin iz posameznega vodnjaka v letu 2022 na območju črpališča Betnava.....	65
Slika 3-61: Črpališče Bohova s prispevnim območjem (vir: ARSO, Atlas okolja).....	66
Slika 3-62: Črpališče Dobrovce in vodni vir Dravski dvor s prispevnim območjem (vir: ARSO, Atlas okolja)	67
Slika 3-63: Ocenjen tok podzemne vode na območju črpališča Bohova in Dobrovce (vir: GeoZS)	69

Slika 3-64: Merilno mesto BP1	70
Slika 3-65: Grafični prikaz avtomatskih meritev nivojev podzemne vode na merilnem mestu BP1 ter osnovnih parametrov podzemne vode (temperatura vode, temperatura zraka, pH, kisik).....	71
Slika 3-66: Merilni mesti DP3 in IEI PHO3	71
Slika 3-67: merilno mesto DP3	71
Slika 3-68: Grafični prikaz avtomatskih meritev nivojev podzemne vode na merilnem mestu DP3 ter osnovnih parametrov podzemne vode (temperatura vode, temperatura zraka, pH, kisik).....	72
Slika 3-69: Merilno mesto VP-22	72
Slika 3-70: Grafični prikaz avtomatskih meritev nivojev podzemne vode na merilnem mestu DP3 ter osnovnih parametrov podzemne vode na merilnem mestu VP-22 (temperatura vode, temperatura zraka, pH, kisik)	73
Slika 3-71: Vsebnost nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v podzemni vodi na opazovalni vrtini BP-1 v letih 2017-2022	74
Slika 3-72: Vsebnost nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v podzemni vodi na opazovalni vrtini DP-3 v letih 2017-2022	75
Slika 3-73: Vsebnost nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v podzemni vodi na opazovalni vrtini IEI- PHO3 v letih 2017-2022	75
Slika 3-74: Vsebnost nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v podzemni vodi na opazovalni vrtini VP- 22 v letih 2017-2022	76
Slika 3-75: Izmerjene koncentracije PFOA na odvzemnih mestih BP-1, DP-3, IEI-PHO3 ter VP- 22 v letih 2019-2022	77
Slika 3-76: Izmerjene koncentracije PFOS na odvzemnih mestih BP-1, DP-3, IEI-PHO3 ter VP- 22 v letih 2019-2022	77
Slika 3-77: Vsebnost atrazina in atrazin-desetila ($\mu\text{g/l}$) v podzemni vodi na opazovalni vrtini BP- 1 v letih 2017-2022	78
Slika 3-78: Vsebnosti atrazina in atrazin-desetila ($\mu\text{g/l}$) v podzemni vodi na opazovalni vrtini DP-3 v letih 2017-2022	78
Slika 3-79: Vsebnost atrazina, atrazin-desetilain metabolita metolaklor ESA ($\mu\text{g/l}$) v podzemni vodi na opazovalni vrtini IEI-PHO3 v letih 2017-2022.....	79
Slika 3-80: Vsebnost atrazina, atrazin-desetila, terbutilazina ter metabolita metolaklor OXA in metaloklor ESA ($\mu\text{g/l}$) v podzemni vodi na opazovalni vrtini VP-22 v letih 2017-2022	79
Slika 3-81: Prikaz lokacije vodnjakov na območju črpališča Bohova (vir podlage: OpenStreetMap)	80
Slika 3-82: Prikaz lokacije vodnjakov na območju črpališča Dobrovci (vir podlage: OpenStreetMap)	81

Slika 3-83: Grafični prikaz črpanih količin podzemne vode na območju črpališča Bohova	81
Slika 3-84: Grafični prikaz črpanih količin podzemne vode na območju črpališča Dobrovci	82
Slika 3-85: Grafični prikaz deleža črpanih količin iz posameznega vodnjaka v letu 2022 na območju črpališča Bohova	82
Slika 3-86: Grafični prikaz deleža črpanih količin iz posameznega vodnjaka v letu 2022 na območju črpališča Dobrovci.....	83
Slika 3-87: Grafični prikaz avtomatskih meritev gladin podzemne vode na merilnem mestu BP-3 (Bohova) ter količine padavin izmerjenih na meteorološki postaji letališče Vrbanski plato v letu 2022	83
Slika 3-88: Grafični prikaz avtomatskih meritev gladin podzemne vode na merilnem mestu DP-3 (Dobrovce) ter količine padavin izmerjenih na meteorološki postaji Vrbanski plato v letu 2022	84
Slika 3-89: Črpališče Ceršak in vodovarstvena območja (vir: ARSO, Atlas okolja)	84
Slika 3-90: Ocenjene hidroizohipse na območju črpališča v Ceršaku	85
Slika 3-91: Grafični prikaz avtomatskih meritev gladin podzemne vode na merilnem mestu CER-1 (Ceršak) ter količina padavin izmerjenih na meteorološki postaji Vrbanski plato v letu 2022.....	86
Slika 3-92: Grafični prikaz avtomatskih meritev gladin podzemne vode na merilnem mestu CER-2 (Ceršak) ter količina padavin izmerjenih na meteorološki postaji Vrbanski plato v letu 2022 ..	87
Slika 3-93: Grafični prikaz črpanih količin na območju črpališča Ceršak.....	87
Slika 3-94: Grafični prikaz deleža črpanih količin iz posameznega vodnjaka v letu 2022 na območju črpališča Ceršak.....	88
Slika 3-95: Lokacija merilnega mesta CER-1.....	88
Slika 3-96: Vsebnost nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v podzemni vodi na opazovalni vrtini CER-1 v letih 2017-2022	89
Slika 4-1: Lokacija lizimetske postaje Tezno	91
Slika 4-2: Objekti lizimetske postaje Tezno	91
Slika 4-3: izmerjene vsebnosti nitrata (mg/l) v vzorcih odvzetih na lizimeterski postaji Tezno v letu 2022.....	92
Slika 5-1: Prikaz obremenitev površinskih voda z neraztopljenimi snovmi v letih 2017-2022. Vrednosti 0 označujejo meritve, kjer je bila izmerjena vrednost pod mejo detekcije uporabljene metode	93
Slika 5-2: Prikaz obremenitev površinskih voda z amonijem (mg/l) v letu 2022.....	94
Slika 5-3: Prikaz obremenitev površinskih voda s skupnim fosforjem v letih 2017-2022	95
Slika 5-4: Prisotnost farmacevtskih spojin v površinskih vodah v letu 2022	96

Slika 5-5: Prikaz nihanja osnovnih kemijskih parametrov na odvzemnem mestu Potok v Ceršaku v letih 2017-2022	97
Slika 5-6: Prikaz nihanja osnovnih kemijskih parametrov na odvzemnem mestu Polanski potok v letih 2017-2022	99
Slika 5-7: Prikaz nihanja osnovnih kemijskih parametrov na odvzemnem mestu Radvanjski potok v letih 2017-2022	100
Slika 5-8: Prikaz nihanja osnovnih kemijskih parametrov na odvzemnem mestu Vinarski potok v letih 2017-2022	102

UPORABLJENE KRATICE IN OKRAJŠAVE

ARSO – Agencija Republike Slovenije za okolje

NLZOH – Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano

DEM – Dravske elektrarne Maribor

AEI - Aneri Eco Engineering, Irena Kopač s.p.

MOM - Mestna občina Maribor

RLP Tezno - raziskovalna lizimetrska postaja Tezno

RS - Republika Slovenija

PFOA - perfluorooktanojska kislina je perfluorirana karboksilna kislina, ki se proizvaja in uporablja po vsem svetu kot industrijsko površinsko aktivno sredstvo v kemičnih procesih in kot materialna surovina

PFOS - perfluorooktansulfonska kislina je kemična spojina, ki ima fluoroogljikovo verigo z osmimi ogljikovimi atomi in funkcionalno skupino sulfonske kisline in je torej perfluorosulfonska kislina. Je antropogena fluoropovršinsko aktivna snov, ki zdaj velja za globalno onesnaževalo

POP-s - persistent organic pollutants - so kemikalije, ki so obstojne v okolju, se bioakumulirajo prek prehranjevalne mreže in predstavljajo tveganje za povzročanje škodljivih učinkov na zdravje ljudi in okolje

GeoZs - Geološki zavod Slovenije

BPK5 – biokemijska potreba po kisiku

PO4 – fosfat

KPK – kemijska potreba po kisiku

NH4 – amonijev ion, amonij

AOX - adsorbljivih organskih halogenov

Cl - klor

LP – letno povprečje

TOC – Total Organic Carbon – Celotni organski ogljik

O2 – kisik

NO3 – nitrat

NO2 – nitrit

FFS – fitofarmacevtska sredstva

1 UVOD

Podlaga za načrtovanje in izvedbo imisijskega monitoringa je projektna naloga »Izvajanje imisijskega monitoringa tal, površinskih in podzemnih voda na vodovarstvenih območjih črpališč Mariborskega vodovoda za obdobje 48 mesecev«, ki jo je z vzpostavitvijo podrobnejše in posebne mreže imisijskega monitoringa površinskih voda, tal in podzemnih voda pripravila Mestna občina Maribor.

Cilj imisijskega monitoringa je zmanjšanje onesnaževal v podzemni vodi in dopolnitev državnega programa spremljanja kakovosti podzemne vode. S programom spremljamo vnos dušika in obremenitev kmetijskih zemljišč s pesticidi, spremljamo kemijsko in ekološko stanje površinskih voda ter kemijsko in količinsko stanje podzemnih voda na vodovarstvenem območju vodnega telesa vodonosnikov Ruš, Vrbanskega platoja Limbuške dobrane in Dravskega polja.

V okviru imisijskega monitoringa spremljamo tudi obremenitve okolja z onesnaževali, kot so težke kovine, pesticidi, klorirana topila in ostanki farmacevtsko aktivnih snovi. 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. Namen imisijskega monitoringa je tudi informiranje in osveščanje občanov ter priprava poročil o rezultatih izvajanja imisijskega monitoringa in povzetih ukrepih za zagotavljanje zdrave pitne vode za območje Mestne občine Maribor in sosednjih občin, ki sofinancirajo monitoring. Te občine so: Miklavž na Dravskem polju, Hoče-Slivnica, Benedikt, Sv. Ana Duplek, Kungota, Šentilj, Gornja Radgona, Ruše, Selnica ob Dravi, Lenart, Pesnica, Sv. Jurij in Sv. Trojica.

MOM je modro zasnovala imisijski monitoring za zavarovanje vodnih virov z upoštevanjem vseh ključnih elementov – od meteoroloških podatkov, podatkov o gladini in kvaliteti podzemne vode v vodonosnikih, površinskih vodah, ki so povezane s temi ključnimi vodonosnimi sistemi ter monitoringa tal za nadzor obremenjevanja s strani kmetijstva na vodovarstvenem območju.

Opazovanja in pridobljeni podatki se najprej shranjujejo in obdelujejo pri upravljavcih teh podatkov (NLZOH, Mariborski vodovod, ARSO, DEM, AEI). Tem podatkom se pridružijo še podatki obratovalnih monitoringov podzemnih voda ali spremljanja površinskih voda, če se njihovi lastniki strinjajo s tem. Pri tem obstaja dobra praksa DEM o gladini in pretoku reke Drave na obravnavanem območju. Ob tem se moramo zavedati, da se pravzaprav vse države po svetu srečujejo z zmanjševanjem javnih oz. državnih sredstev za izvajanje monitoringa. Zato se le ta vse bolj porazdeljuje med državo, lokalne skupnosti in med privatne organizacije, obstajajo pa tudi trendi po vse večjem vključevanju civilnih iniciativ. S tem se želi zapolniti vrzeli v podatkih monitoringa in zagotoviti zaželeno integracijo podatkov.

Bodoči izziv za MOM in povezanih občin je **ureditev centralnega sistema za upravljanje s podatki**, ki so ključnega pomena za varovanje okolja, vključno z upravljanjem z vodnimi viri, ki v glavnem slonijo na podzemnih vodah tega območja.

Tovrstni podatki se nato lahko uporabijo kot vhodni podatki za hidrološke in hidravlične modele, s katerimi se lahko razišče tudi bodoče scenarije tveganja, upoštevajoč različna hidrološka stanja, klimatske spremembe in/ali eventualna možna onesnaževanja vodnih virov.

Zbrani podatki na območju imisijskega monitoringa MOM so v preteklosti omogočili izdelavo kvalitetnega nestacionarnega matematičnega modela podzemne vode Vrbskega platoja in oceno posledic nekaterih posegov v prostor (npr. nekontrolirano črpanje vode iz gradbene jame pri izgradnji mestne tržnice, razlitje kurilnega olja na območju upravne stavbe MOM). Zaradi hidrogeoloških značilnosti Vrbskega platoja, ki kažejo na dokaj zaprt sistem (dobra stran tega je, da je lahko z aktivno zaščito oz. umetnim bogatenjem podzemne vode relativno dobro obvladljiv) se je tukaj lahko določila tudi relativno jasna korelacija med višjimi gladinami podzemne vode in večjimi koncentracijami onesnaževal. To lahko omogoči v naslednjih korakih priporočilo o optimalni gladini podzemne vode tega območja, ki se lahko zagotavlja z obstoječim umetnim bogatenjem podzemne vode. Seveda je potrebno ob tem upoštevati tudi kapaciteto vodnjakov, potrebo po vodi in energetske porabo črpalk. Že dalj časa obstaja načrt za II. fazo aktivne zaščite Vrbskega platoja, ki bi lahko zagotovila nujno potrebno dodatno varnost tega izredno pomembnega vodnega vira. Pri ostalih, bolj odprtih vodonosnih sistemih, zaenkrat obstaja še premalo tovrstnih podatkov (predvsem dovolj pogostih analiz kakovosti podzemne vode) za realno oceno povezave gladine podzemne vode in njene kvalitete.

Ključni bodoči izziv tovrstnega imisijskega monitoringa je, da na podlagi obstoječih in sproti pridobljenih podatkov, centralnega sistema zbranih podatkov in orodij za upravljanje z vodami, **vzpostavi odločitveno podporni in vizualizacijski sistem** za uporabo različnih deležnikov.

Potreba po inženirskih odločitvah, ki temeljijo na zanesljivih podatkih, je sedaj večja kot kdaj koli prej. Soočamo se z negotovostjo klimatskih sprememb, povečanim onesnaževanjem naših omejenih vodnih virov in s povečanimi zahtevami rastoče svetovne populacije. Povsem jasno lahko vidimo, da se naša država ali lokalna skupnost ne more izolirati iz bolj globalnih dogajanj. Inženirji morajo vložiti napor v preučevanje informacij iz različnih virov, da bi lahko načrtovali dovolj robustne infrastrukture, ki bodo kos novim, pojavljajočim se značilnostim posameznega vodoprispevnega oz. vodovarstvenega območja. Imisijski monitoring MOM in z njo povezanih občin je lahko pomemben temelj za zagotavljanje varne oskrbe z vodo tega območja.

Podizvajalci programa imisijskega monitoringa na območju Mestne občine Maribor in sosednjih občin so Aneri Eco Inženiring, Irena Kopač s.p.; Mariborski vodovod, javno podjetje d.d. in

Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor. Vsak podizvajalec je prispeval svoj del poročila, za določene naloge.

Podizvajalec Aneri Eco Inženiring je za leto 2022 opravil naslednja dela:

- Sodelovanje z naročnikom in izvajalcem pri izvajanju letnega programa monitoringa in določitvi merilnih in vzorčnih mest na podlagi hidrometeoroloških razmer;
- Zbiranje, spremljanje in obdelava hidrometeoroloških podatkov- podzemne vode;
- Zbiranje, spremljanje in obdelava hidrometeoroloških podatkov, obdelava podatkov avtomatskih merilcev-površinske vode;
- Zbiranje, spremljanje in obdelava podatkov meteoroloških postaj;
- Obdelava podatkov za RLP Tezno;
- Določitev stanj in trendov vodne bilance;
- Poročanje o rezultatih in sodelovanje pri izdelavi vmesnih in končnega poročila;
- Delovanje pri ozaveščanju deležnikov, informiranju in vključevanju v aktivnosti programa.

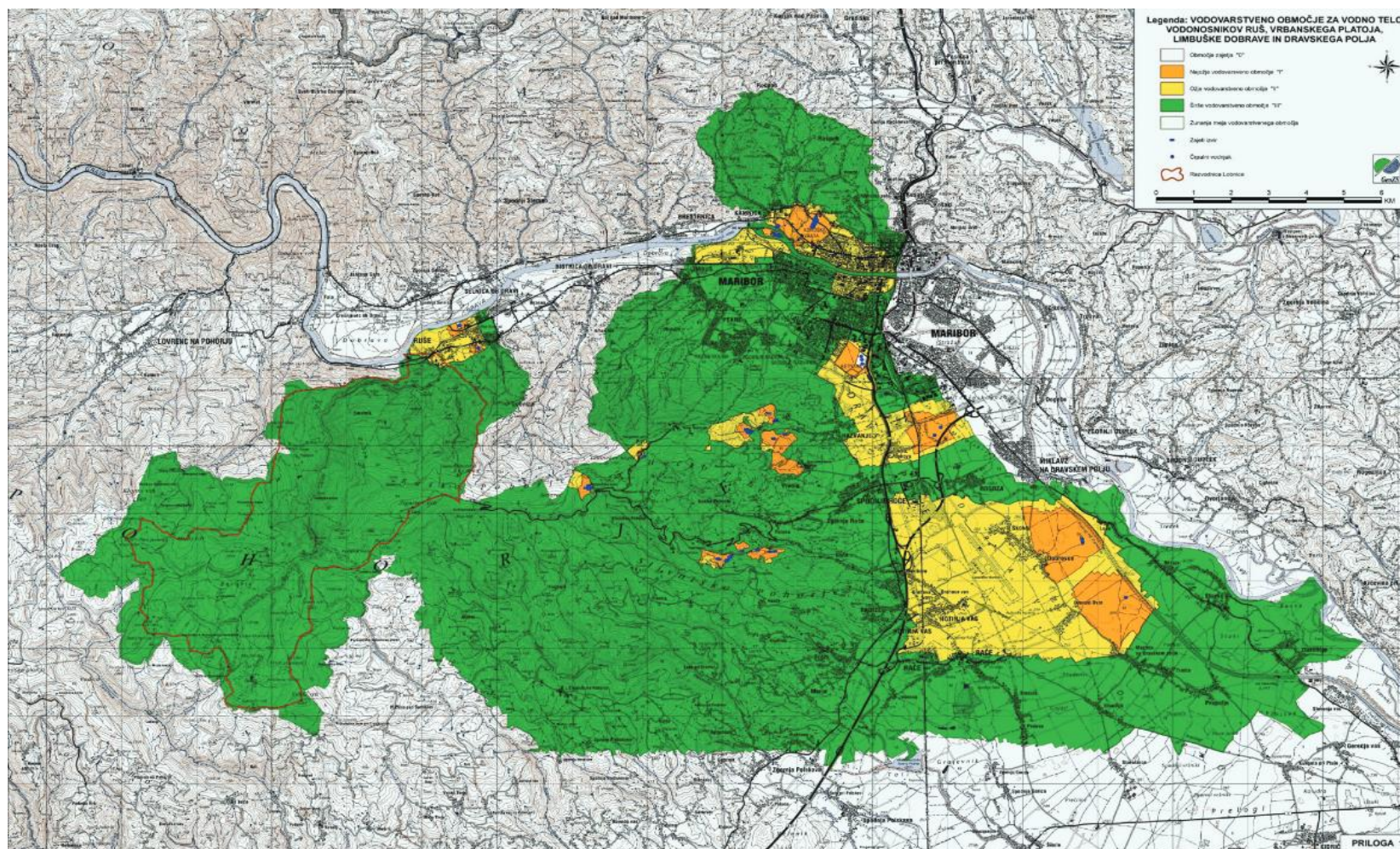
Mariborski vodovod, javno podjetje d.d so v letu 2022 opravili dela:

- Sodelovanje z naročnikom in izvajalcem pri izvajanju letnega programa monitoringa;
- Popis piezometrov na vodovarstvenih območjih črpališč Mariborskega vodovoda;
- Pregled stanja piezometrov, pridobitev podatkov o ključnih lastnostih merilnih mest, ki vplivajo na primernost merilnega mesta z vidika kemijskih preiskav, med njimi materiali, iz katerih so izdelana merilna mesta, prehodnost piezometrov, globina filtrnih odsekov se določi pri morebitni izgradnji novih piezometrov, površinska zaščita in drugo ter vodenje zbirke teh podatkov;
- Izvedba manjkajočih geodetskih posnetkov;
- Vzdrževanje in upravljanje piezometrov, vpisanih v zbirni kataster javne infrastrukture geodetske uprave RS na območju imisijskega monitoringa;
- Predloge za čiščenje in obnovo piezometrov v mreži imisijskega monitoringa.

Kmetijsko gozdarski zavod Maribor kot podizvajalec so v letu 2022 opravili naslednja dela:

- Sodelovanje z naročnikom in izvajalcem pri izvajanju letnega programa monitoringa;
- Ugotavljanje in spremljanje kemijskega stanja tal, ki vključuje tudi program preiskav težkih kovin;
- Odvzem vzorcev, določitev mineralnega dušika, obdelava podatkov in izdelava ocene stanja tal;
- Spremljanje dela na kmetijah, svetovanje in preusmeritev;

- Opredelitev scenarijev prestrukturiranja kmetovanja;
- Poročanje o rezultatih in sodelovanje pri izdelavi vmesnih in končnega poročila;
- Sodelovanje pri osveščanju deležnikov, informiranju in vključevanju v aktivnosti programa.



Slika 1-1: Črpaljšča in vodovarstvena območja

Vir: Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ruš, Vrbanskega platoja, Limbuške dobrave in Dravskega polja

2 ODVZEMNA MESTA IMISIJSKEGA MONITORINGA ZA KVALITETNI NADZOR V LETU 2022

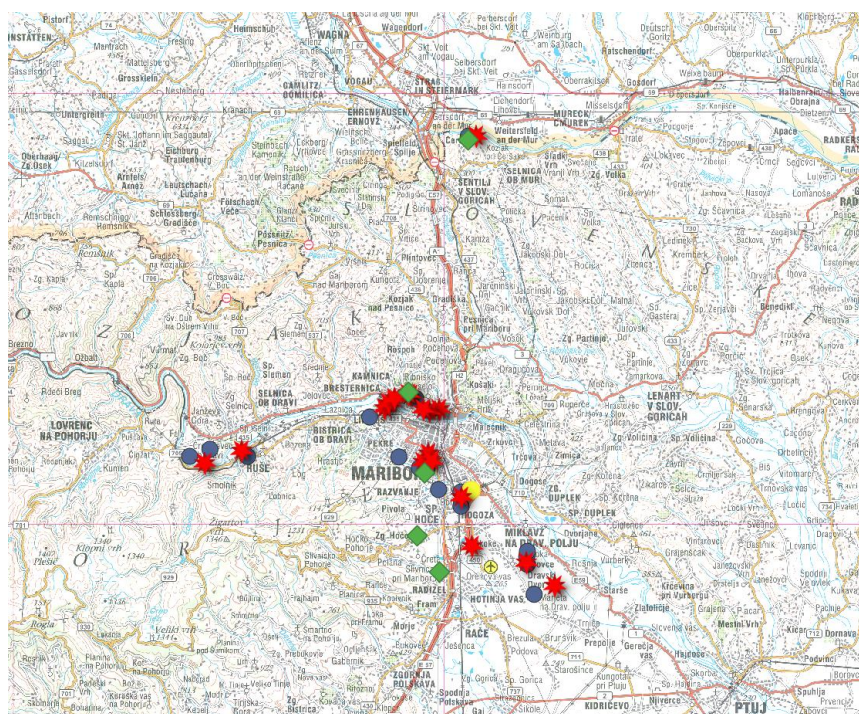
Sistem površinskih in podzemnih voda je neposredno povezan. Površinske vode namreč skupaj s padavinskimi vodami vplivajo na kakovostno in količinsko stanje podzemnih voda. V površinski vodi spremljamo splošne parametre onesnaženosti, v podzemni vodi pa poleg osnovnih fizikalno-kemijskih parametrov še 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 2022 se je opravilo vzorčenje in analiza:

- 5 vzorcev površinskih voda, 
- 32 vzorcev podzemne vode (16 mest vzorčenja), 
- 9 vzorcev iz lizimeterske postaje, 
- 34 vzorcev tal (17 lokacij), 

Vzorci tal so bili odvzeti na globinah 30, 60, 90 cm s strani Kmetijsko gozdarskega zavoda Maribor po interni metodi.

Na sliki 2-1. so prikazana odvzemna mesta v letu 2022.



Slika 2-1: Mesta vzorčenja v letu 2022

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

Tabela 2-1: Pregled lokacij mest vzorčenja podzemne vode

Zap. št.	MstId_Oznaka	Y	X
1	Vrbanski plato N-2	548438	158603
2	IEI-PHO3	552003	149841
3	DP3	148888	555159
4	IEI-LD2	546936	157832
5	Pz-GP-2/13	551204	152606
6	K-30	547550	158035
7	K-24	548302	158657
8	PS-5	536496	154642
9	R-3	538640	155370
10	BP-1	551386	152679
11	Kp-2N	549180	157774
12	VP-22	556800	147540
13	CER 1	552242	173604
14	PTa1	549472	155211
15	OP7	549169	154723
16	PBe1	549671	154759

Tabela 2-2: 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)	154074	549258
5	POTOK V CERŠAKU (IEI-V1)	173374	551783

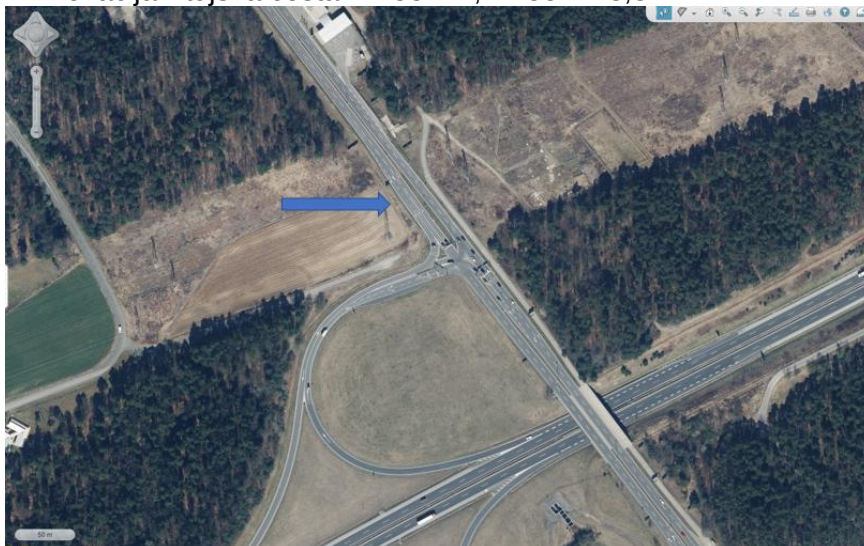
Tabela 2-3: Pregled lokacij mest vzorčenja tal

Oznaka vzorca	GERK	X	Y
1. Dobrovce 1	1749420	148780	555215
2. Dobrovce 7	1749787	149519	555221
3. Radvanje	3625463	154998	547766
4. Ceršak	4627184	173593	551791
5. Rogoza	558015	552962	150507
6. Betnava 1	715510	154291	549388
7. Betnava 2	715147	154348	548955
8. Bohova 9	3186600	152965	551362
9. Bohova 13	1606640	152145	551362
10. Limbuš 10	4465555	157309	546068
11. Vrbanski plato	4039416	158397	548735
12. Marjeta 12	1069257	147036	555613
13. Razvanje 14	1264980	153106	550065
14. Gerečja vas 15	3351012	155440	536802
15. Gerečja vas 16	1738961	154847	536744
16. Ruše 17	1268827	155028	538989

Poleg vzorčenja tal na kmetijskih površinah na lokacijah, se je izvedlo še vzorčenje kovin na lokacijah, ki ležijo ob prometni infrastrukturi..

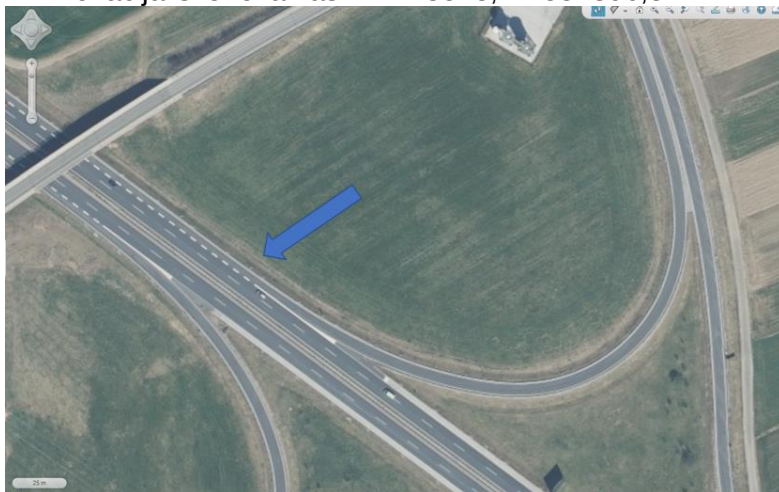
Vzorčenje tal na kovine se je v letu 2022 izvedlo na dveh lokacijah:

-A –lokacija Ptujška cesta X:153711, Y: 552213,3



Slika 2-2: Mesto vzorčenja tal na prisotnost kovin - Ptujška cesta

-B – lokacija Orehova vas: X: 148528, Y: 551896,3



Slika 2-3: Mesto vzorčenja tal na prisotnost kovin – Orehova vas

Vzorčilo se je do zgornje plasti do maksimalne globine 20 cm. Analizirali so se naslednji parametri:

Sušilni ostanek (zračno suh), arzen, baker, cink, kadmij, kobalt, krom, molibden, nikelj, svinec, živo srebro.

3 PREGLED STANJA PODZEMNE VODE

Podzemna voda je sestavni del vodnega kroga in se nahaja pod površino tal, ne glede na to ali so tla, sediment, kamnina ali hribina v celoti ali deloma zasičeni z vodo. Vodonosnik je geološka plast pod površjem tal, ki omogoča znatnejši tok podzemne vode in odvzem znatnejših količin podzemne vode. V Sloveniji je podzemna voda najpomembnejši vir pitne vode, s katerim se oskrbuje več kot 95 % prebivalcev. Naravna podzemna voda brez onesnaževal je za zdravje najbolj primerna. Kakovost in količina podzemne vode sta torej pomembni tako z okoljskega kot tudi zdravstvenega vidika.

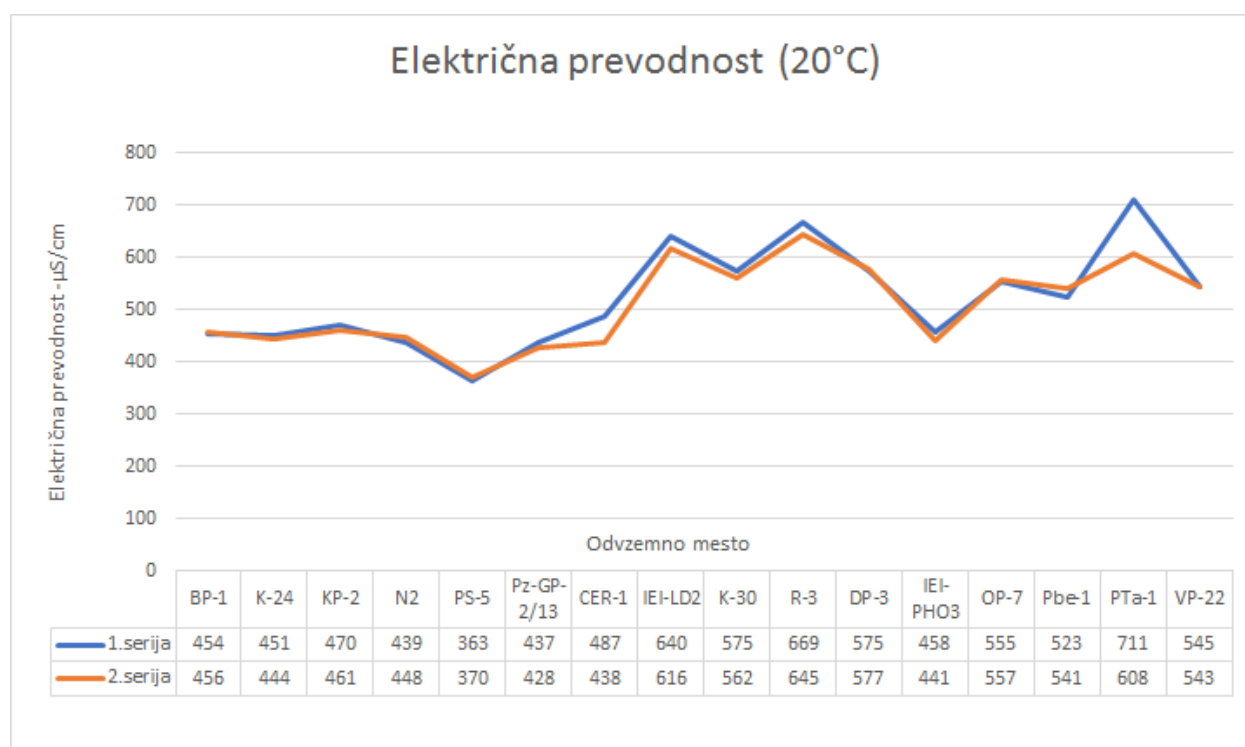
Podzemne vode kot vir pitne vode so na območju Mestne občine Maribor in okoliških občin zavarovane z uredbo, v kateri so določena vodovarstvena območja in vodovarstveni režim za vodno telo Vodonosnikov Ruš, Vrbanskega platoja, Limbuške dobrove in Dravskega polja. Za območje Ceršaka pa zaenkrat obstaja še občinski odlok o vodovarstvenih pasovih, državna uredba pa je v pripravi.

3.1 PREGLED MERITEV KEMIJSKEGA STANJA

Program preiskav podzemne vode je namenjen spremljanju trenutnih razmer v podzemni vodi in nadaljevanju večletnega spremljanja razmer z namenom spremljanja trendov.

Vzorčenje podzemnih voda je bilo v letu 2022 opravljeno v dveh serijah vzorčenja - v mesecu juniju/juliju in mesecu septembru na 16 odzemnih mestih. V prvi seriji vzorčenja se je v vzorcih poleg osnovnih kemijskih parametrov določala še vsebnost dušika, spojin ogljika, fosforja in vsebnost pesticidov. V drugi seriji vzorcev odvzetih v mesecu septembru pa so analize vključevale še ostanke zdravil, težke kovine ter halogene spojine z namenom natančnejše opredelitve indikativnih spojin kot posledico posameznih pritiskov.

Povprečna temperatura podzemne vode je znašala 13,6° C, električna prevodnost 515,2 µS/cm, pH podzemne vode je bil v nevtralnem območju, med 6,4 in 7,8. Električna prevodnost je lastnost vode, da prevaja električni tok. Odvisna je od prisotnosti ionov v vodi, od njihove koncentracije, gibljivosti in naboja ter od temperature vode ob merjenju. Električna prevodnost pitne vode se na oskrbovalnem območju običajno ne spreminja, kot tudi ne vrsta in koncentracija prisotnih ionov. Na sliki 3-1 so grafično prikazane vrednosti električne prevodnosti na posameznih merilnih mestih v prvi in drugi seriji vzorčenja.

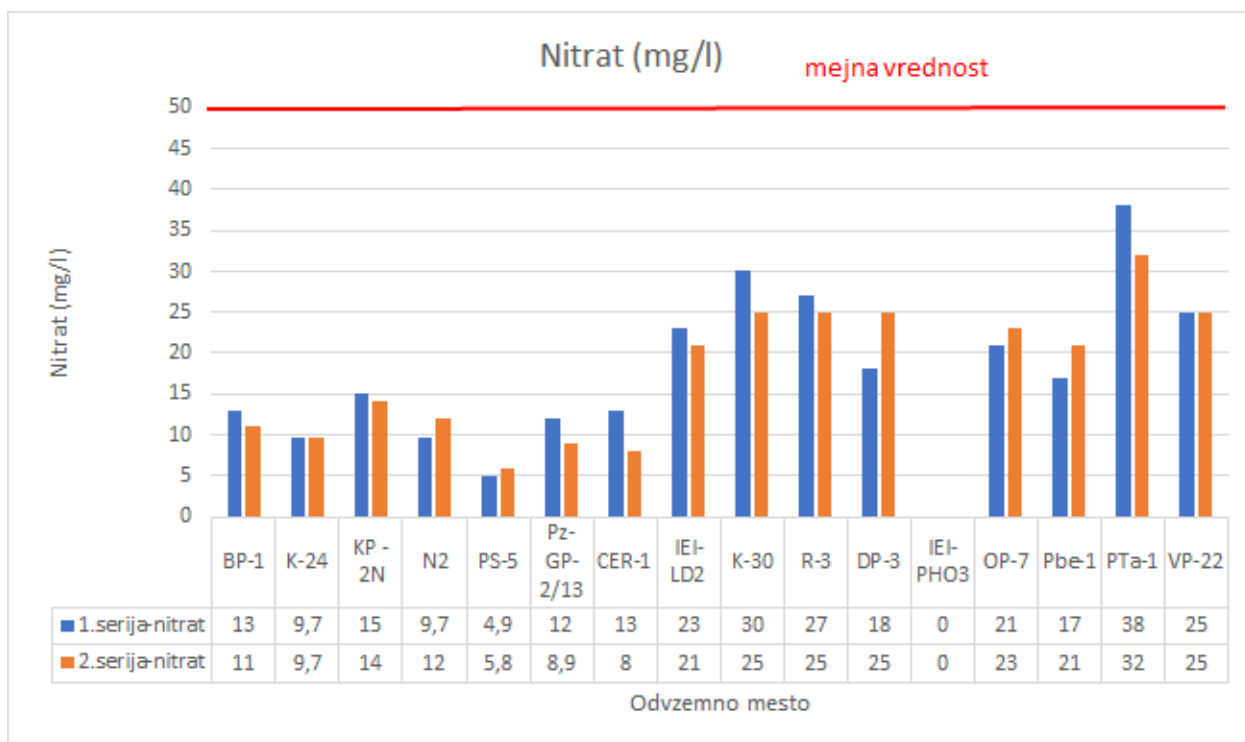


Slika 3-1: Izmerjene vrednosti električne prevodnosti podzemne vode v letu 2022

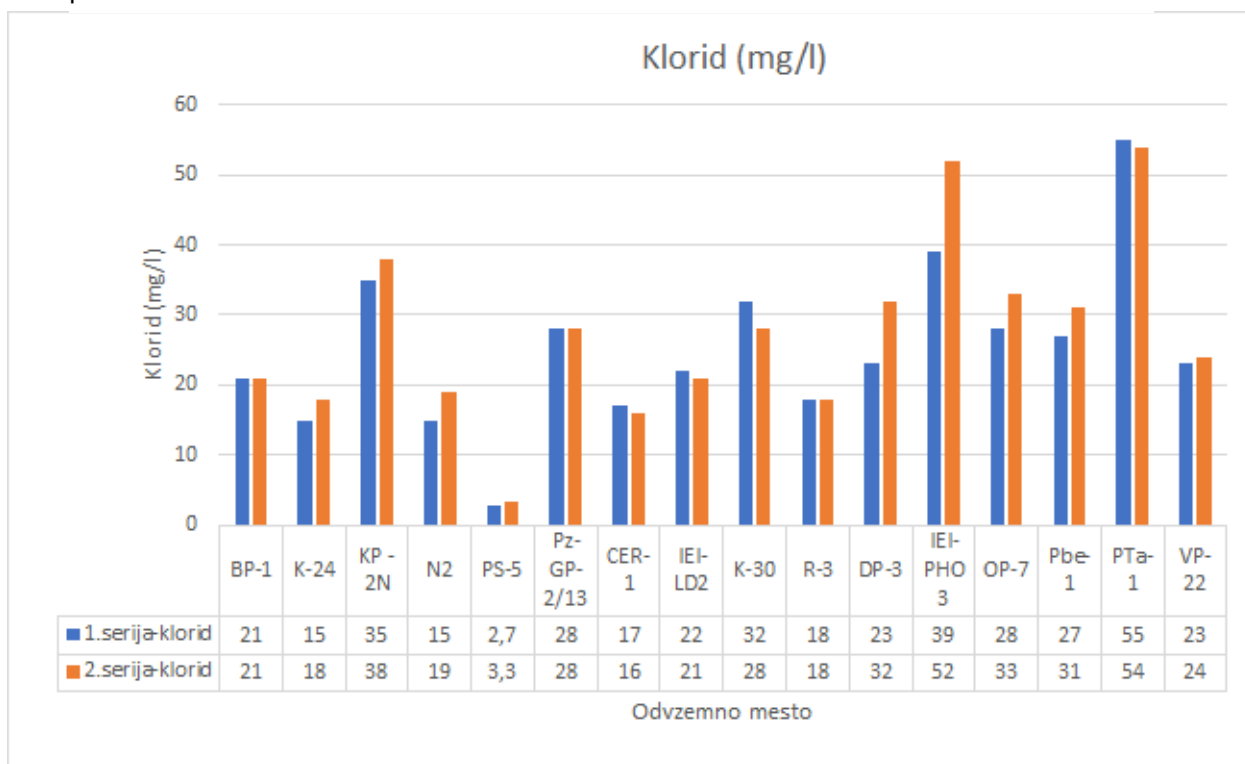
Med pomembnejšimi parametri, ki smo jih določali je tudi vsebnost nitrata. Mejna vrednost za vsebnost nitrata v podzemni vodi je skladno z Uredbo o stanju podzemnih voda (Uradni list RS, št. 25/09, 68/12, 66/16 in 44/22 – ZVO-2) 50 mg/l. V nobenem izmed vzorcev ni bila ugotovljena presežena mejna vrednost.

Grafični prikaz vsebnosti nitrata na posameznih odvzemnih mestih je razviden iz slike 3-2.

Med analiziranimi parametri smo v podzemni vodi določali vsebnost kloridov. Kloridi so v okolju prisotni kot natrijeva, kalijeva ali kalcijeva sol. Odvisno od tipa surove vode, so kloridi v vodi lahko naravnega izvora, lahko pa so iz komunalnih ali industrijskih odpadnih vod, lahko so posledica površinskega spiranja zaradi soljenja cest ali uporabe gnojil, vdora slanice. Vsebnost klorida v posamezni seriji vzorčenja je razvidna iz slike 3-3. Najvišje vsebnosti so bile izmerjene na urbanem območju, na merilnih mestih PTA-1, IEI-PHO3.



Slika 3-2: Povprečna vsebnost nitrata (mg/l NO₃) na posameznih odvzemnih mestih podzemne vode v letu 2022



Slika 3-3: Prikaz izmerjenih vsebnosti klorida (mg/l) v letu 2022

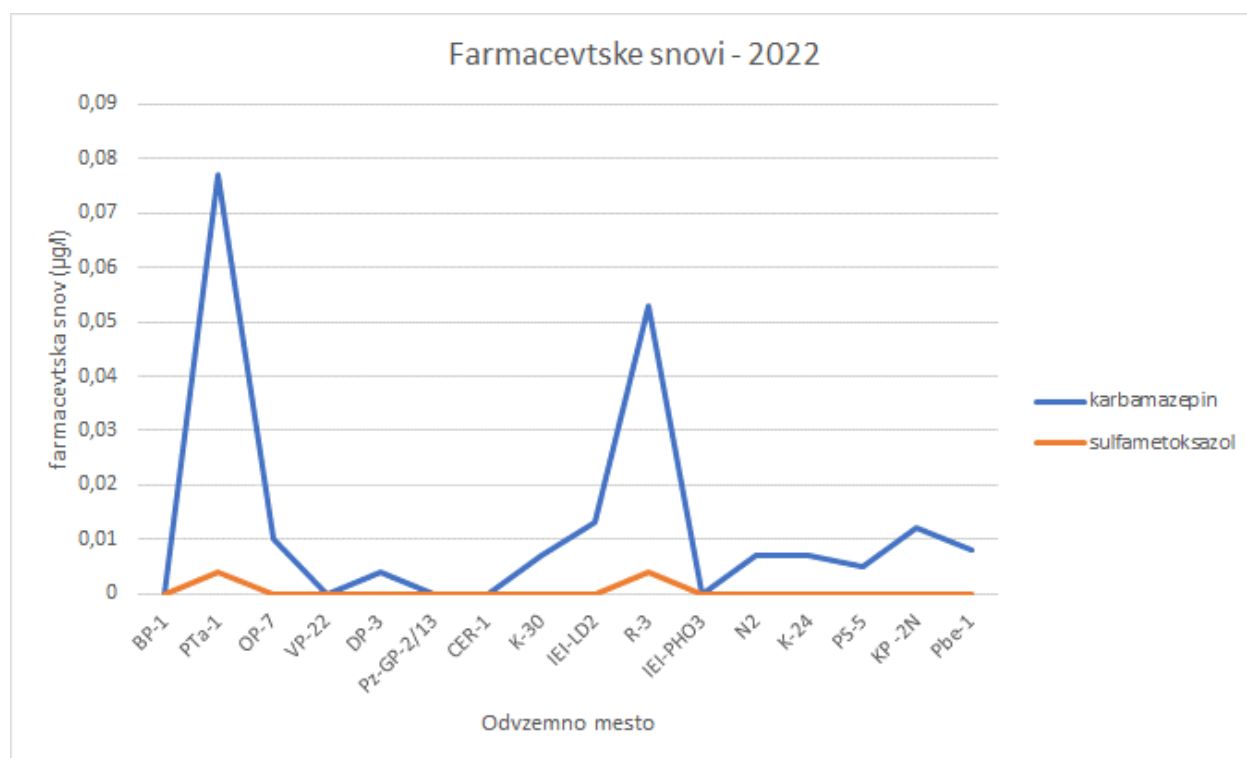
Uredbo o stanju podzemnih voda (Uradni list RS, št. 25/09, 68/12, 66/16 in 44/22 – ZVO-2) večji poudarek daje še vsebnosti pesticidov in njihovim relevantnim razgradnim produktom ter lahkohlapnim alifatskim halogeniranim ogljikovodikom.

V obdobju 2017 – 2022 je največje nihanje v koncentracijah atrazina opazno na merilnem mestu Kp-2 (novi). Mejna vrednost, določena z Uredbo o stanju podzemnih voda 0,1 µg/l, pa v letu 2022 ni bila presežena, slika 3-5. V letu 2022 so se koncentracije atrazina in desetilatrazina znižale.

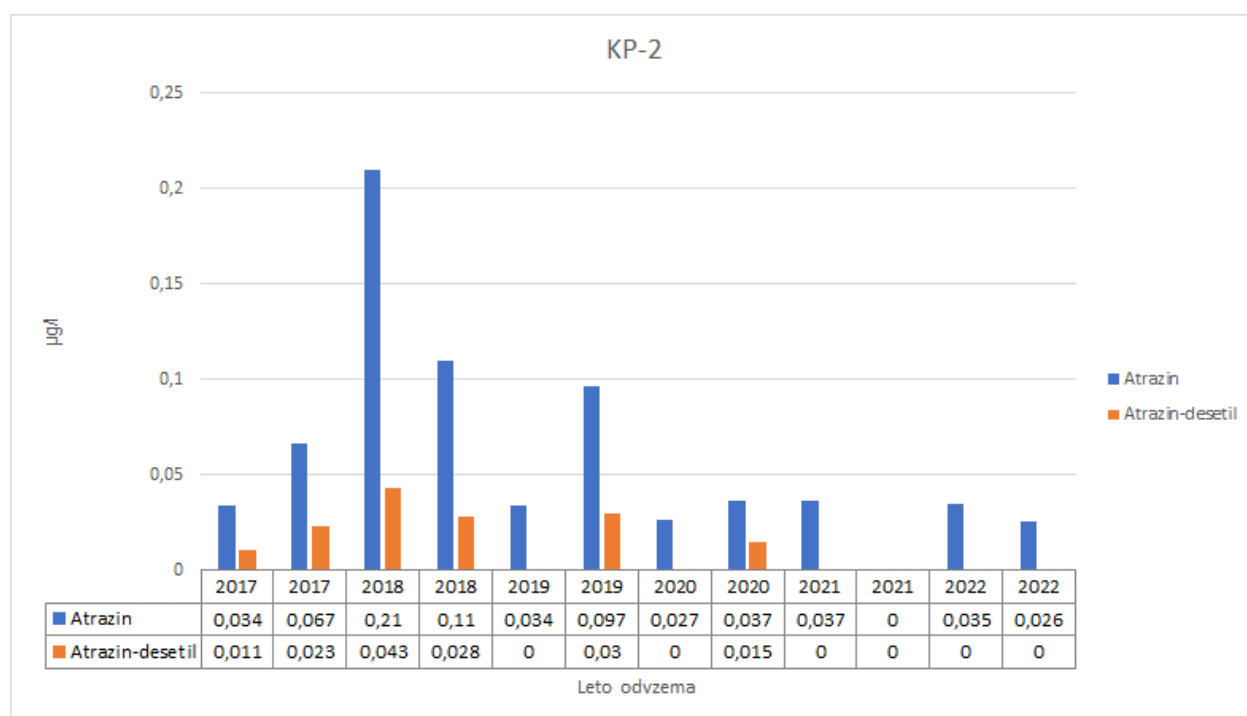
Druga serija vzorčenja in analiz je bila opravljena meseca septembra. V tej seriji se je poleg parametrov iz prve serije določala še prisotnost težkih kovin in ostankov zdravil. Na podlagi rezultatov je bila ugotovljena prisotnost farmacevtske spojine karbamazepin na odvzemnih mestih PTa-1, OP-7, DP-3, K-30, IEI-LD2, R-3, N2, K-24, PS-5, KP-2N, Pbe-1 ter sulfametoksazola na odvzemnih mestih PTa-1 in R-3.

Karbamazepin je antiepileptično zdravilo skupine karboksamida z nevrotropnimi in psihotropnimi učinki.

Sulfametoksazol je poznan kot srednjedolgoročni sulfonamid za zdravljenje okužb sečil, dihal in prebavil. Identificirane prisotnosti farmacevtskih spojin v vzorcih podzemnih voda v letu 2022 so prikazane na sliki 3-4.



Slika 3-4: Ugotovljene prisotnosti farmacevtskih spojin v letu 2022

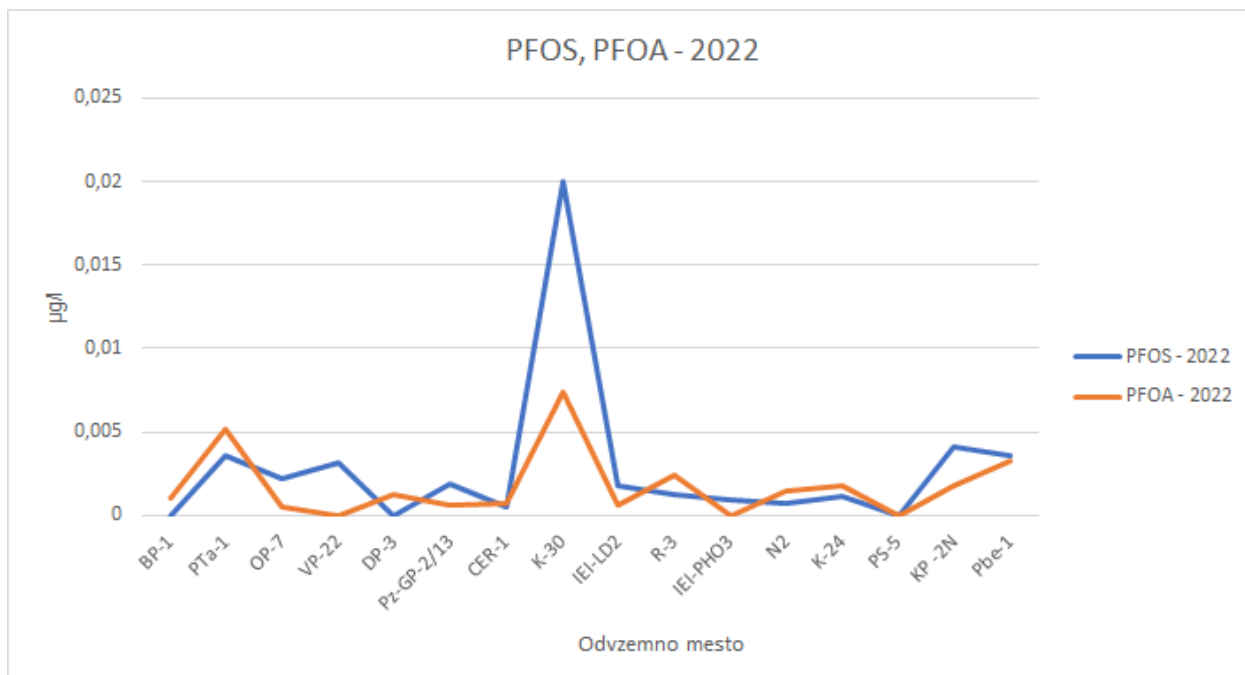


Slika 3-5: Gibanje vsebnosti atrazina in njegovega razgradnega produkta (µg/l) na odzemnem mestu KP-2 v letih 2017-2022

V okolju so prisotne snovi, ki so zelo obstojne, njihova razgradnja traja več let, stoletij ali celo tisočletij. Mednje sodijo številne kemikalije, ki jih je sintetiziral človek, lahko pa tudi snovi, ki so nastale v naravi, npr. zaradi požara. Te snovi imenujemo obstojna organska onesnaževala ali krajše POPs (angl. persistent organic pollutants). Med POPs-i najdemo številne organoklorne spojine, kot so dioksini, heksaklorobenzen, in številni organoklorni pesticidi (aldrin, DDT, klordan, endrin, heptaklor itd.). Med POPs-e spadajo tudi poliklorirani bifenili (PCB) in polibromirani difeniletri (PBDE), ki se akumulirajo v telesni maščobi in materinem mleku.

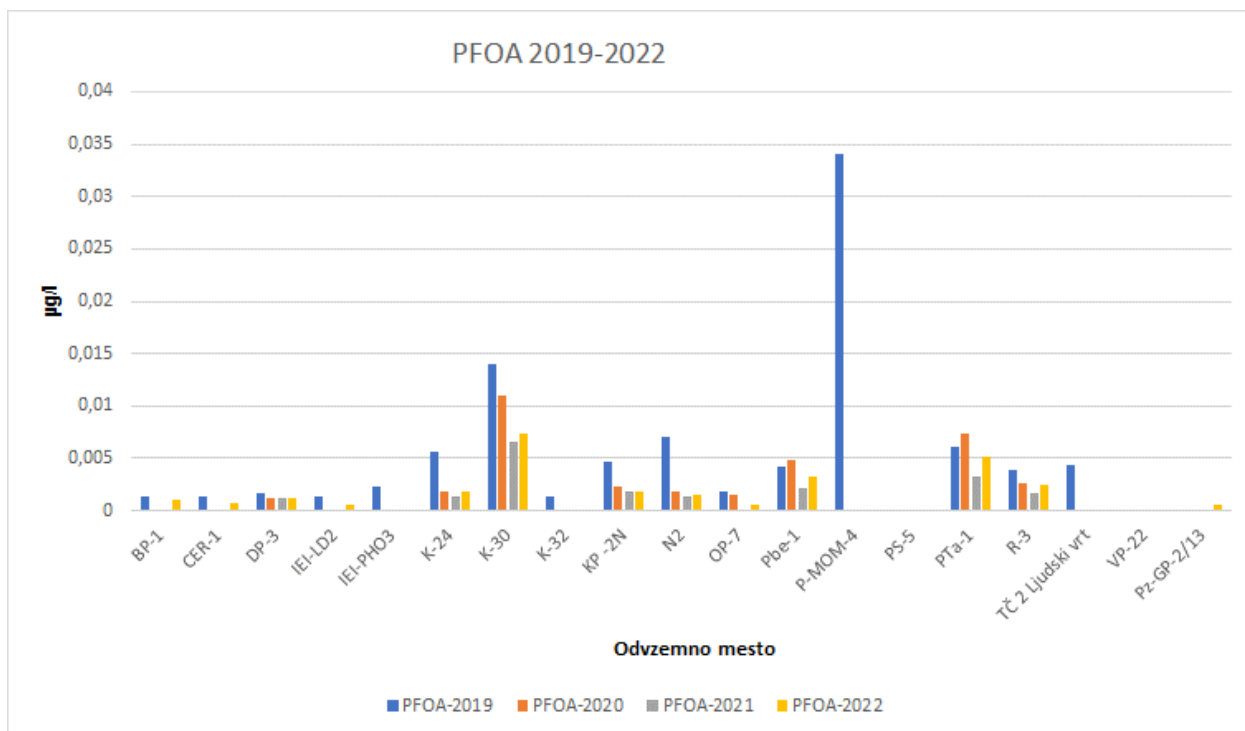
Med tovrstna onesnaževala sodijo tudi spojine iz skupine fluoriranih spojin (perfluorooktanojska kislina – PFOA in perfluorooktansulfonska kislina – PFOS). Gre za snovi, ki imajo v industriji zelo široko uporabo, posledično jih najdemo tudi v okolju. Zaradi specifičnih lastnosti se uporabljajo kot premaz za kovinske izdelke (npr. teflon), uporabljajo se za izboljšanje lastnosti tekstila, kot premaz za papir, embalažo, preproge itd. Perfluorirane in polifluorirane spojine (PFAS) so našli v krvi ljudi in prostoživečih živalih. Zaradi bioakumulacije in možne imunotoksičnosti se v tujini te spojine v vzorcih okolja spremljajo že več let.

V okviru Imisijskega monitoringa smo tudi v letu 2022 v program spremljanja vključili onesnaževala iz skupine fluoriranih spojin (perfluorooktanojska kislina - PFOA in perfluorooktansulfonska kislina - PFOS), ki so na vseh prioritetenih seznamih snovi, ki jih je potrebno spremljati v okolju. Gre za snovi, ki so široko zastopane v okolju in predstavljajo nevarnost za ljudi in okolje. Evropska komisija je za pitno vodo za vsoto vseh perfluoriranih spojin predlagala mejno vrednost 0,1 µg/l (100 ng/l). Ob tem je potrebno poudariti, da so toksikološke meje za navedene snovi nižje. Izmerjene vsebnosti PFOS in PFOA na posameznih odzemnih mestih v letu 2022 so prikazane na sliki 3-6.

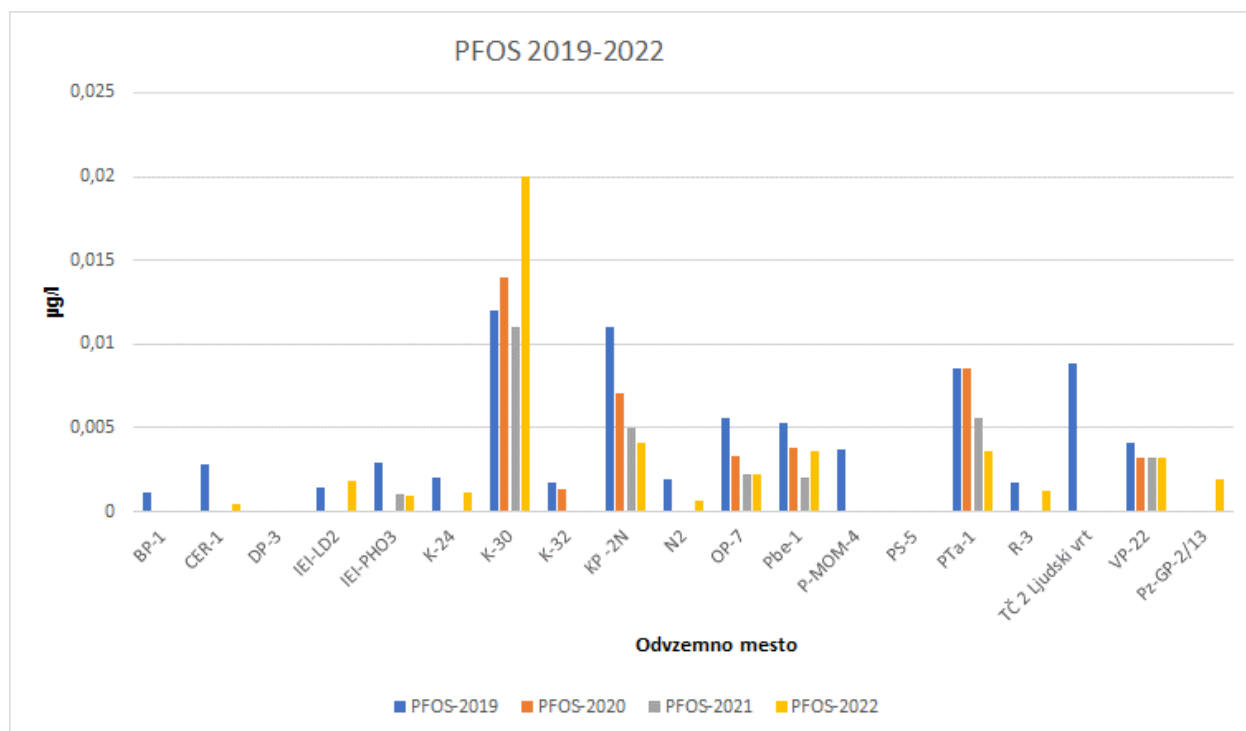


Slika 3-6: Ugotovljena prisotnost PFOS in PFOA v letu 2022

Na spodnjih slikah 3-7 in 3-8 so prikazana nihanja vrednosti PFOA in PFOS v podzemnih vodah v letih 2019-2021.



Slika 3-7: Gibanje vrednosti PFOA (µg/l) v letih 2019-2022

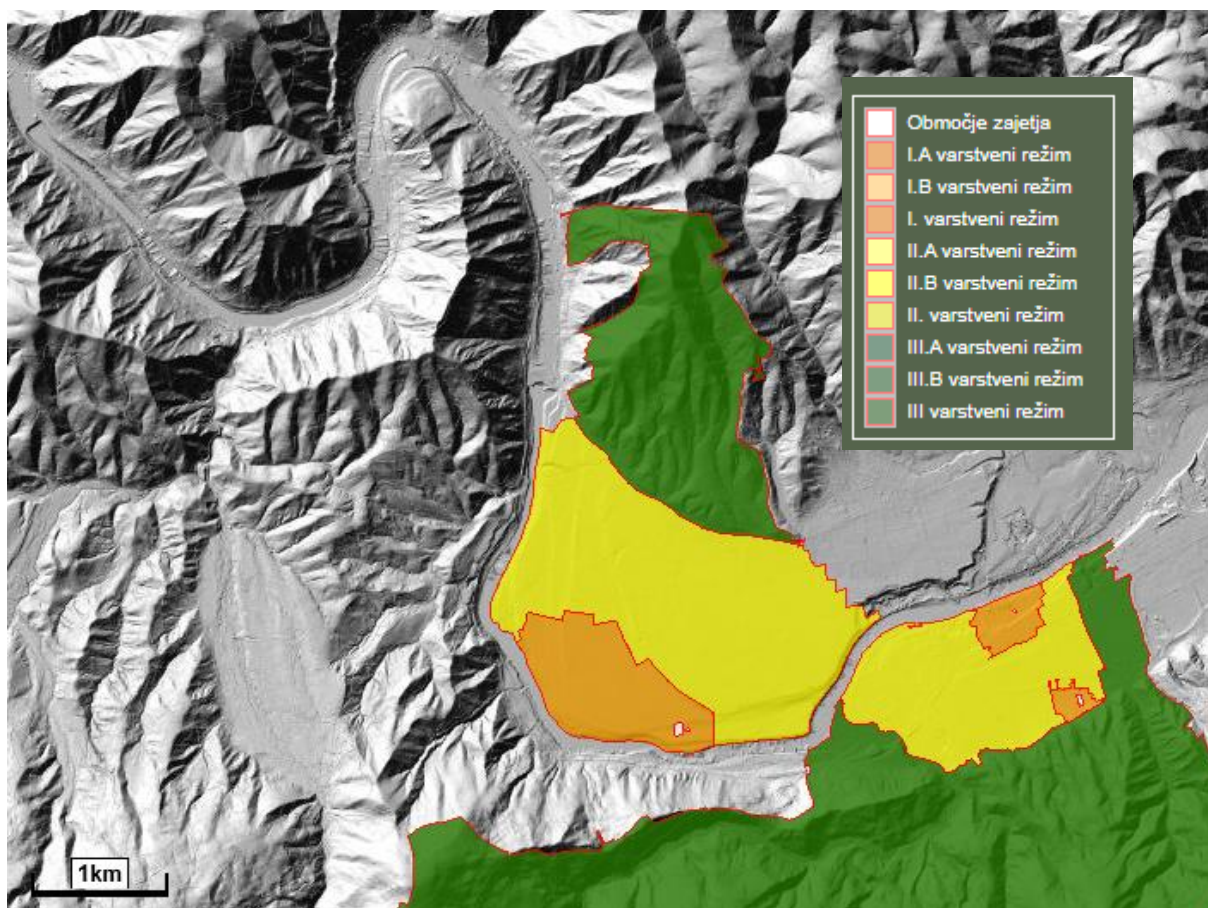


Slika 3-8: Gibanje vrednosti PFOS (µg/l) v letih 2019-2022

3.2 SELNIŠKA DOBRAVA IN RUŠE

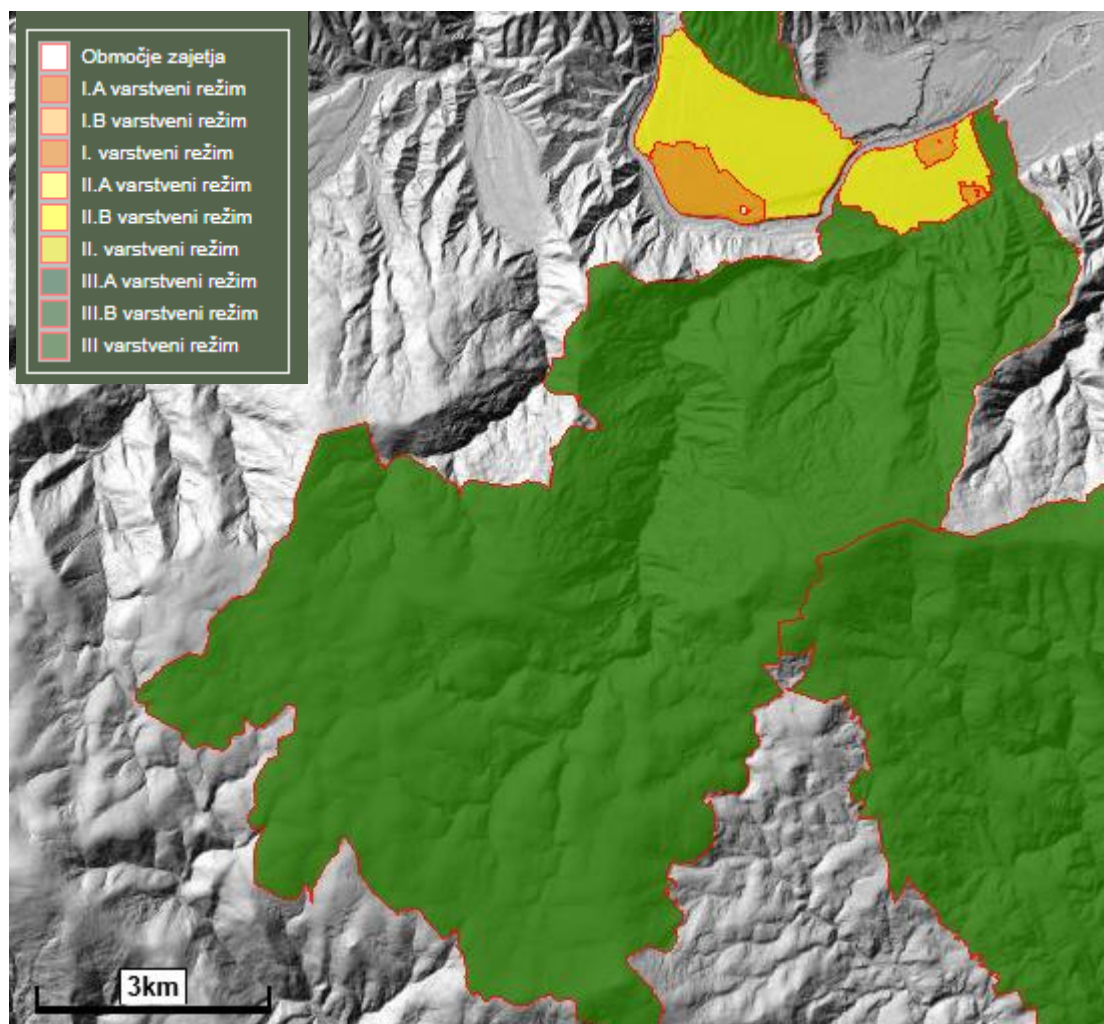
3.2.1 OBSEG VODONOSNIKA IN NJEGOVO IZKORIŠČANJE

V Selniški Dobravi se nahaja vodni vir, ki s pitno vodo oskrbuje območje Ruš in območje Selniške Dobrave. V Rušah se nahaja vodni vir, ki s pitno vodo oskrbuje samo občino Ruše.



Slika 3-9: Vodni vir Selniške dobrave in vodovarstvena območja (vir: ARSO, Atlas okolja)

Vodonosnika Selniške dobrave in Ruš sta hidravlično povezana (slika 3-9), ločnico med njima na površju predstavlja reka Drava. Gre za aluvialna vodonosnika, katerih meje sledijo kontaktu prodno peščenega nanosa z okoliškimi metamorfnimi kamninami Pohorja in Kozjaka terlastičnimi terciarnimi kamninami Ribniško-Selniškega tektonskega jarka. Na območju vodonosnikov Selniške dobrave in Ruš imamo opravka z nehomogenim območjem toka podzemne vode. Območja z umirjenim tokom, kjer je gonilna sila razlika v potencialu na robnih mestih v skladu z Darcyjevim zakonom se menjavajo z območji, kjer je tok podzemne vode posledica naklona predkvartarne podlage.



Slika 3-10: Črpališči Ruše I in II in vodovarstvena območja (vir: ARSO, Atlas okolja)

Selniška dobrava ima podobne lastnosti kot Vrbanski plato, le v manjšem merilu. Tudi tukaj je Drava tista, ki napaja podzemno vodo in del vode doteka iz padavinskega zaledja. Tukaj je razmerje med napajanjem Drave in padavinskim zaledjem nekoliko bolj neugodno kot v primeru Vrbanskega platoja. Na tem območju je trenutno en delujoč vodnjak, ki ima že leta status raziskovalnega vodnjaka, vendar potekajo aktivnosti za ureditev in razširitev tega črpališča.

Območje črpališča je na nizki pleistocenski terasi, kjer je prisotna večja debelina vodonosnega sloja in stalnega napajanja s strani reke Drave. Območje nizke terase zajema jugozahodni del Selniške dobrave, v svojem ostalem južnem delu se v ozkem pasu razširja tudi proti vzhodu. Pomemben del vodnih zalog tega območja se napaja z infiltracijo dravske vode južno od HE Fala. Poleg tega se napaja poleg neposrednih padavin še s podzemno vodo visoke terase. Tok podzemne vode nizke terase je usmerjen proti reki Dravi, od severa proti jugu, nato zavije proti vzhodu in ponovno drenira reko.

Na visoki terasi se podzemna voda obnavlja s padavinami in linijskim ponikanjem potokov Kozjaka. Tok podzemne vode je usmerjen proti jugozahodu, jugu in jugovzhodu. Za prehod

med zgornjo in spodnjo teraso je značilen strm prehod v predkvartarni podlagi s hitrim tokom podzemne vode in majhno omočenostjo proda.

V Rušah sta dve črpališči (slika 3-10), Ruše I je vodnjak pod vznožjem Pohorja in je povezan s padavinskim zaledjem, vodnjak Ruše II leži bližje bregu Drave in je tako povezan tako z napajanjem iz Drave, kot iz padavinskega zaledja. Žal se tako v vodnjakih Ruše I in II iz zaledja pojavlja onesnaževanje. Za vodnjak Ruše I pa lahko pričakujemo tudi težave z razpoložljivimi količinami vode. Potrebno je razmisliti o bolj intenzivni povezavi s Selniško dobravo ali pa sanirati območje, ki sedaj onesnažuje oba vodnjaka.

Ta vodonosnik je razčlenjen v dve tipični hidrogeološki enoti. Južno od reke Drave se nahaja enota s počasnim tokom podzemne vode. Zaradi zaježitve reke Drave ob verigi hidroelektrarn ta dnevno niha in tako tudi na tem območju dnevno napaja in prazni podzemno vodo na stiku z reko. Podzemno vodo te enote izkorišča črpališče Ruše II in se napaja iz padavin, infiltracije potoka Lobnice ter podzemnim dotokom z višje terase in vplivom reke Drave. Smer toka podzemne vode je v smeri reke Drave. Podlaga vodonosnika se nahaja med 255 in 265 mnm v zahodnem delu ter vse do 245 mnm v vzhodnem delu vodonosnika.

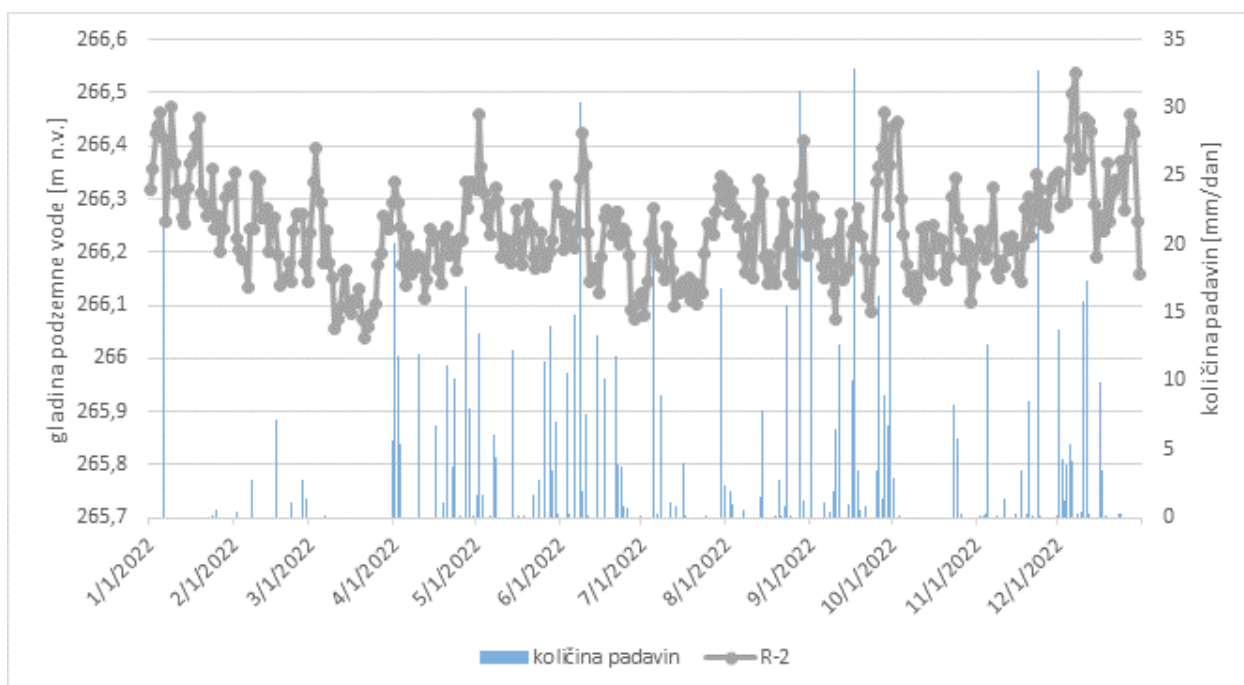
Pod obrobjem Pohorja se med Lobnico in Jugovim grabnom nahaja višja terasa. Na tej je predkvartarna podlaga med 282 in 288 mnm. Na severni strani te enote se podzemna voda preliva preko strme površine neprepustne podlage na območje spodnje terase. Tudi tukaj je prehod med zgornjo in spodnjo teraso značilno strm, s hitrim tokom podzemne vode in majhno omočenostjo proda. Na sliki 3-11 so ilustrativno prikazane srednje gladine podzemne vode na območju vodonosnikov Selniške dobrave in Ruš.



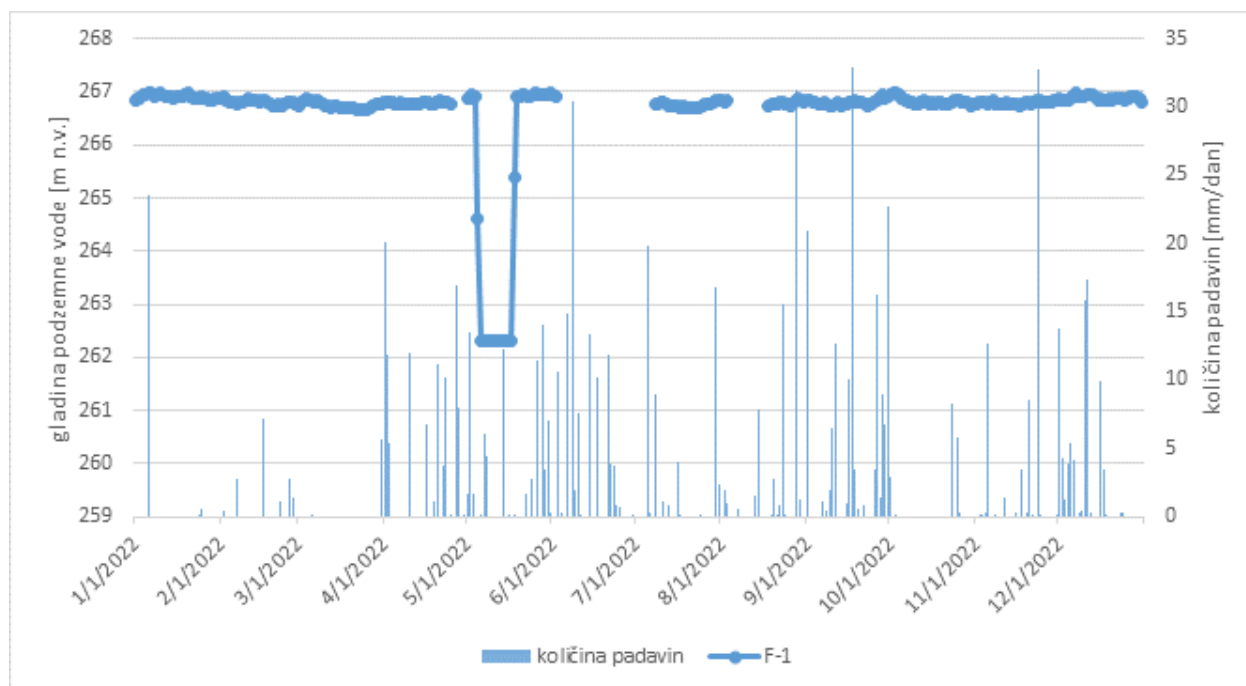
Slika 3-11: Karta srednjih gladin podzemne vode vodonosnikov Selniške Dobrave in Ruš (vir: prostorska baza MOM)

3.2.2 HIDROLOŠKE MERITVE PODZEMNE VODE

Na območju Selniške dobave se podzemna voda napaja iz reke Drave, nekaj vode pa doteka tudi iz padavinskega zaledja. Na območju Ruš pa se nahajata dve črpališči, eno se napaja predvsem iz padavinskega zaledja, drugo pa se nahaja bliže reki Dravi in se napaja tako iz padavinskega zaledja kot iz reke Drave. Tekom celotnega leta 2022 so se na območju Ruš in Selniške dobave izvajale kontinuirne meritve glavin podzemne vode in količine padavin na merilnih mestih R-2 in F-1.



Slika 3-12: Grafični prikaz avtomatskih meritev glavin podzemne vode na merilnem mestu R-2 (Ruše) in količina padavin izmerjenih na meteorološki postaji Vrbanski plato v letu 2022



Slika 3-13: Grafični prikaz avtomatskih meritev gladin podzemne vode na merilnem mestu F-1 in količina padavin izmerjenih na meteorološki postaji Vrbanski plato v letu 2022

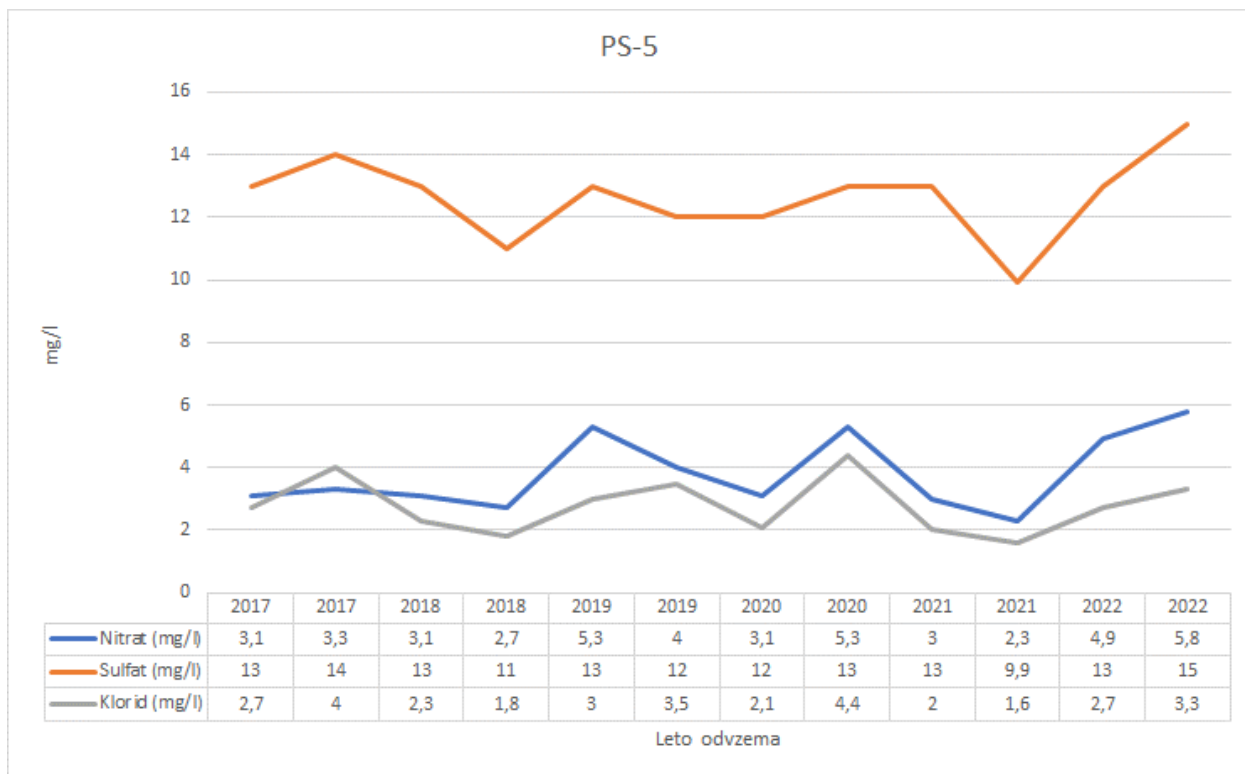
3.2.3 MONITORING KEMIJSKEGA STANJA PODZEMNE VODE, območje Ruš in Selniške Dobrave

Kakovost podzemne vode se je v okviru imisijskega monitoringa v letu 2022 na območju Selniške Dobrave spremljala na piezometru PS-5 (slika 3-14), ter na območju Ruš na piezometru R-3 (slika 3-17).

Povprečna temperatura podzemne vode na odvzemnem mestu PS-5 je bila 11,5° C. Vrednost električne prevodnosti je bila 366,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in vrednost pH je znašala 7,6.

Vsebnosti nitrata, klorida in sulfata so nizke in primerljive s preteklimi leti. Slika 3-14.

V jesenski seriji vzorčenja se je ugotavljala tudi prisotnost farmacevtskih spojin in perfluoriranih spojin. V vzorcu je bila ugotovljena prisotnost farmacevtske snovi karbamazepin (0,005 $\mu\text{g}/\text{l}$), prisotnost perfluoriranih spojin v letu 2022 na odvzemnem mestu PS-5 ni bila ugotovljena.



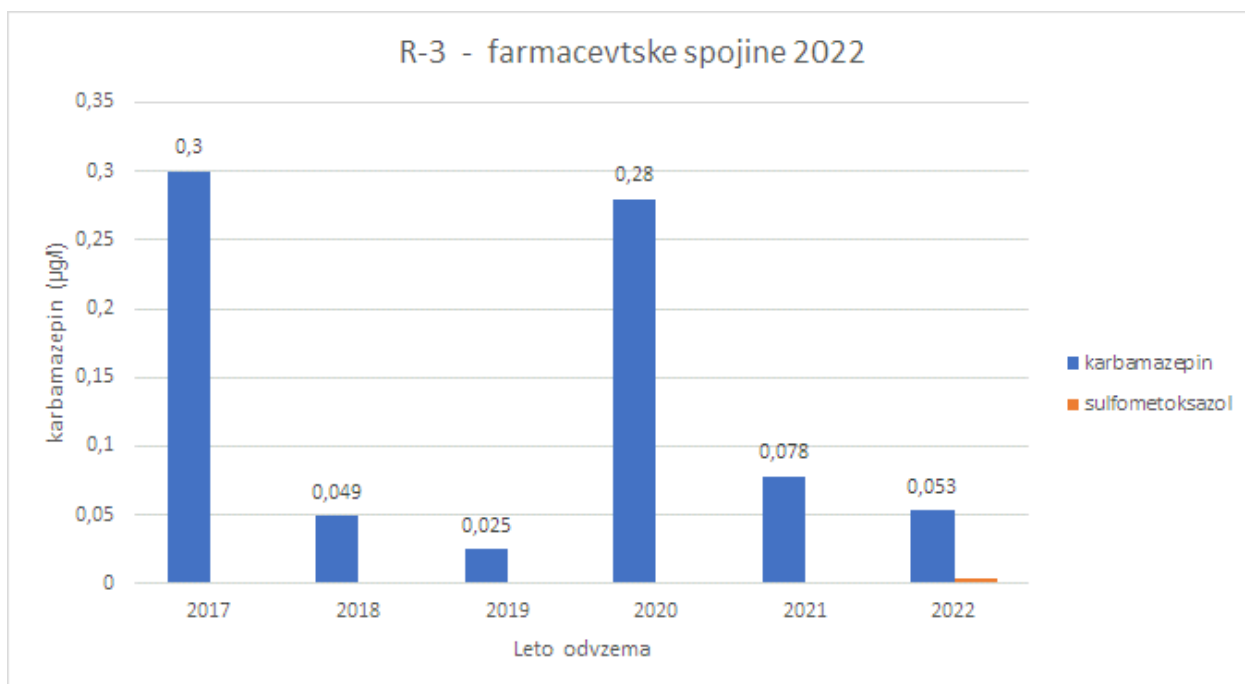
Slika 3-14: Vsebnost nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v podzemni vodi v letih 2017-2022 na območju Selniške dobrove



Slika 3-15: Merilno mesto PS-5

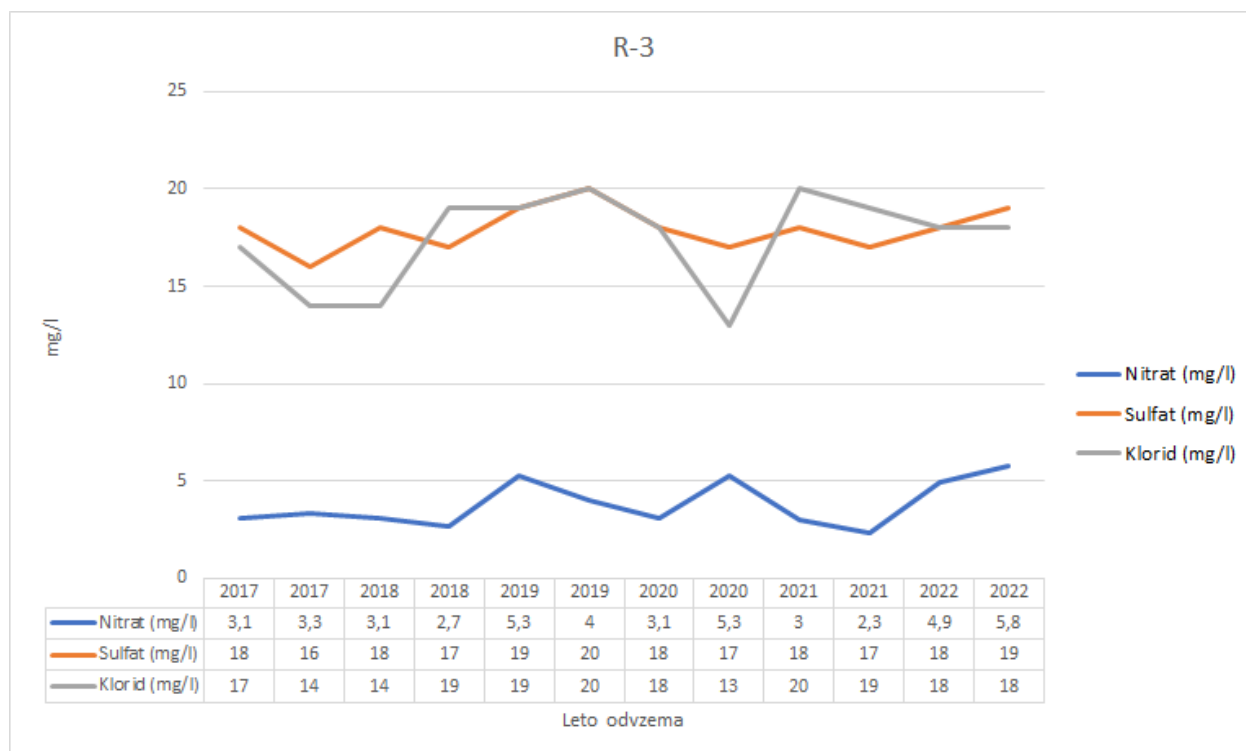
V letu 2022 je na odzemnem mestu R-3 povprečna temperatura podzemne vode znašala 12,3° C, električna prevodnosti 657 μ S/cm, pH vrednost je bila 7,1.

Ugotavljamo, da na tem odvzemnem mestu ni večjih odstopanj od rezultatov preteklih let. V vzorcu podzemne vode odvzetem v septembru je bila ugotovljena prisotnost aktivnih farmacevtske snovi karbamazepina ($0,053 \mu\text{g/l}$) in sulfometoksazola ($0,004 \mu\text{g/l}$). Ugotovljena vsebnost karbamazepina je nižja kot leta 2021, ko je bila v septembrskem vzorcu ugotovljena prisotnost $0,078 \mu\text{g/l}$ ter nižja od koncentracije ugotovljene v vzorcu odvzetem v septembru 2020 ($0,28 \mu\text{g/l}$). Karbamazepin je sestavina zdravil, ki se uporabljajo za zdravljenje epileptičnih napadov, možganskih kapi ter za zdravljenje bipolarnih motenj. Na tem odvzemnem mestu se prisotnost karbamazepina ob jesenskih odvzemih ugotavlja že od leta 2017. V letu 2022 pa je bila prvič ugotovljena tudi prisotnost sulfometoksazola. Slika 3-16.



Slika 3-16: Vsebnosti karbamazepina in sulfometoksazola na odvzemnem mestu R-3 v letih 2017-2022

Iz slike 3-17 je razvidno nihanje vrednosti osnovnih kemijskih parametrov nitrata, sulfata in klorida na odvzemnem mestu R-3 v letih 2017-2022. Nihanje je najverjetneje povezano s količinskim stanjem podzemne vode.



Slika 3-17: Nihanja vsebnost nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v podzemni vodi v letih 2017-2022 na območju Ruš



Slika 3-18: Lokacija merilnih mest R-3 in R-2

Skladno z rezultati analiz opravljenih na merilnem mestu R-3 ugotavljamo, da rezultati ustrezajo kriterijem, ki opredeljujejo dobro kemijsko stanje podzemnih voda v Uredbi o stanju podzemnih voda (Uradni list RS, št. 25/09, 68/12, 66/16 in 44/22 – ZVO-2) saj v vzorcu odvzetem na merilnem mestu R-3 nismo ugotovili prisotnosti analiziranih pesticidov in njihovih relevantnih razgradnih produktov, oziroma so bile izmerjene vrednosti pod detekcijo uporabljene metode, prav tako izmerjena vrednost za nitrat (30mg/l) ne presega meje standarda kakovosti določenega v Uredbi o stanju podzemnih voda. Tudi vrednosti posameznih lahkih alifatskih halogeniranih ogljikovodikov so pod mejo standarda kakovosti določenega v Uredbi o stanju podzemnih voda.

Tabela 3-1: Parametri, za katere so določeni standardi kakovosti

Parameter	Enota	Standard kakovosti
Nitrati	mg NO ₃ /l	50
Posamezen pesticid in 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 in dajanje fitofarmacevtskih sredstev v promet.

² Vrednost parametra velja za vsak posamezen pesticid. Za aldrin, dieldrin, heptaklor in heptaklor epoksid je standard kakovosti 0,030 µg/l.

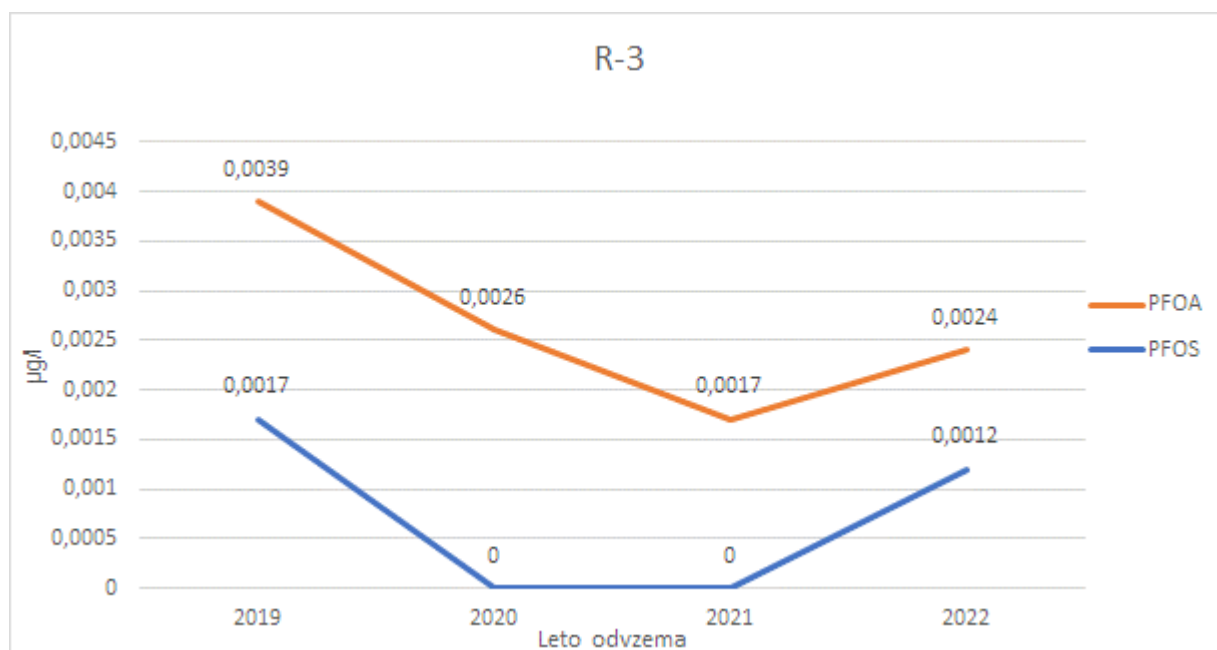
³ Vsota pesticidov pomeni seštevek vseh posameznih pesticidov, ugotovljenih in izmerjenih v postopku spremljanja stanja, vključno z njihovimi relevantnimi metaboliti ter razgradnimi in reakcijskimi produkti. Rezultati uporabe standardov kakovosti za pesticide na način, določen s to uredbo, ne vplivajo na rezultate postopkov za oceno tveganja iz predpisov, ki urejajo biocidne proizvode in fitofarmacevtska sredstva.

Tabela 3-2: Vrednosti praga za oceno kemijskega stanja podzemne vode

Parameter	Enota	Standard kakovosti
Diklorometan	µg/l	2
Tetraklorometan	µg/L	2
1,2-Dikloroetan	µg/L	3
1,1-Dikloroeten	µg/L	2
Trikloroeten	µg/l	2
Tetrakloroeten	µg/l	2
Vsota lahkoahlapnih alifatskih halogeniranih ogljikovodikov ⁴	µg/l	10

⁴ 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.

Na merilnem mestu R-3 že od leta 2019 ugotavljamo prisotnost perfluoriranih spojin PFOS in PFOA. PFOS (perfluorooktanosulfonska kislina) in PFOA (perfluorooktanojska kislina) sta del razreda spojin, imenovanih perfluoroalkilne snovi (PFAS). Te sintetične spojine nudijo vrsto prednosti za industrijsko uporabo, kar je najpomembneje, da so odporne na vodo in lipide. Zaradi svoje sposobnosti odvrčanja vode in maščobe so bili uporabljeni v široki paleti izdelkov. Njuna prisotnost na odzemnem mestu R-3 v letih 2019-2022 je prikazana na sliki 3-19.



Slika 3-19: Prisotnost PFOS in PFOA na odzemnem mestu R-3 v letih 2019-2022

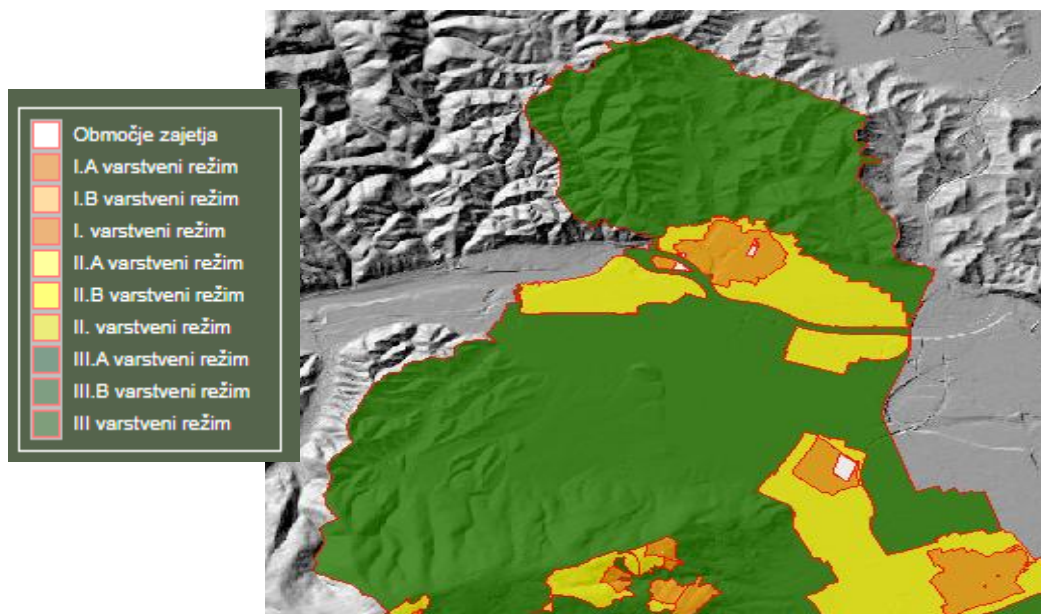
3.3 VRBANSKI PLATO

3.3.1 OBSEG VODONOSNIKA IN NJEGOVO IZKORIŠČANJE

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, Sveta Trojica v Slovenskih goricah, Benedikt, Cerkljenjak, Gornjo Radgono, Duplek in Miklavž na Dravskem polju. Prav zaradi te pomembnosti črpališča, je število opazovanih vrtin na tem območju največje. Še s posebno pozornostjo se spremlja tako podzemna voda, ki priteka z desne strani reke Drave, kot podzemna voda, ki prihaja izpod mesta.

Vodonosnik Vrbanski plato je del podzemnega vodnega telesa Dravske kotline in se nahaja na območju, ki se razprostira od Limbuške dobrane preko Mariborskega otoka, Koblarjevega zaliva, doline Rošpoškega in Vinarskega potoka, območja mestnega jedra Maribor na levem bregu Drave vse do Meljskega jezua. Tok podzemne vode na območju vodonosnika poteka po stari zasipani strugi reke Drave, ki poteka od območja infiltracije Dravske vode na zahodnem območju Selniške dobrane preko območja Selniške dobrane ter Mariborskega otoka do črpališča Vrbanski plato, kjer se smer vodonosnika obrne proti jugo-vzhodu preko mestnega jedra do Meljskega jezua. Posebnost vodonosnika je, da ga v večini napaja reka Drava, ki ima tudi v sušnih obdobjih bistveno večji pretok kot je potreba črpanja za potrebe oskrbe z vodo. Ob zajezitvi z jezom v Melju pa zagotavlja tudi relativno stabilno gladino in s tem napajanje

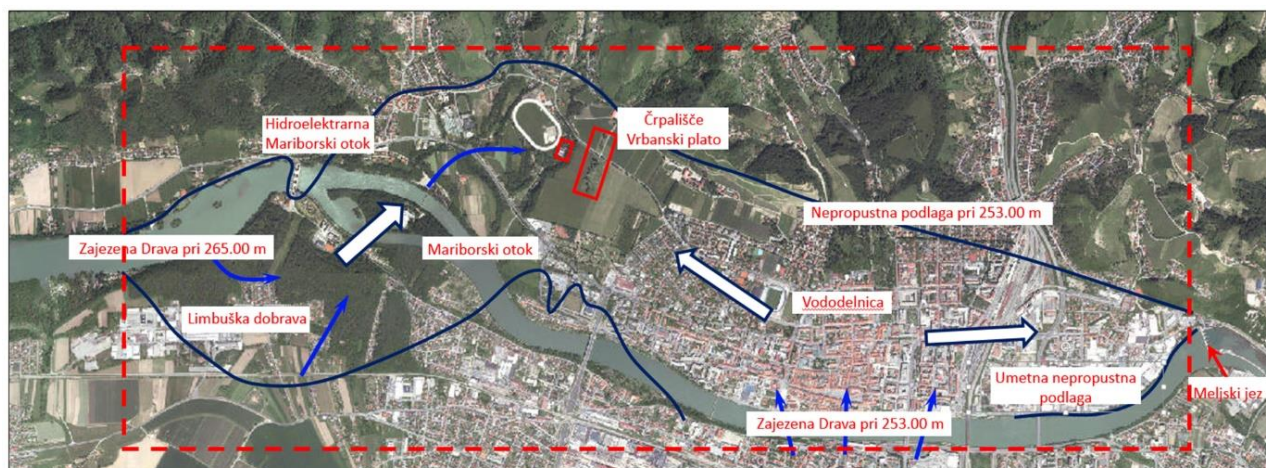
vodonosnika. Na sliki 3-20 so prikazana vodovarstvena območja črpališča Vrbanski plato z jedrom v mestu Maribor in ob Dravi ter zaledjem na severu in jugu. Na jugu se tudi že dotikajo varovalnih območij Betnave in Bohove.



Slika 3-20: Vodovarstvena območja črpališča Vrbanski plato ob Dravi na severnem delu Dravskega polja (vir: ARSO, Atlas okolja)

prikazuje tok podzemne vode na območju Vrbanskega platoja. Na zahodnem delu Limbuške dobave reka Drava infiltrira v podzemno telo vodonosnika Vrbanski plato, kjer se nato združi z zalednimi pohorskimi vodami, ki na območje pritekajo na južnem delu Selniške dobave. Tok podzemne vode se nato nadaljuje v smeri Mariborskega otoka, kjer se prav tako nahajajo črpalni vodnjaki. Na območju Mariborskega otoka del podzemne vode nadaljuje pot proti črpališču Vrbanski plato, del podzemne vode iz Limbuške dobave pa se infiltrira v desni rokav struge reke Drave.

Na območju Mariborskega otoka se v podzemni sistem infiltrirata tako rečna voda z levega rokava kot tudi iz desnega rečnega rokava Drave. S strani mestnega središča tok podzemne vode priteka zaradi depresijskega lijaka, ki se ustvari zaradi črpanja na črpališču. Tok iz smeri mestnega središča se napaja iz reke Drave na območju Lenta ter s podzemno vodo, ki priteka iz smeri desnega brega reke Drave. Na območju mestnega središča se zaradi črpanja na črpališču Vrbanski plato ustvari vododelnica, kjer del toka potuje v smeri proti črpališču, drugi del infiltrirane rečne vode pa se usmeri proti Meljskemu jezu, kjer se podzemna voda nato drenira v staro strugo reke Dravo, ki se nahaja za Meljskim jezo.



Slika 3-21: Vodonosnik Vrbanjskega platoja (Kopač, Vremec, 2017)

Za hidrogeologijo tega območja sta pomembni dve vrsti kamenin in sicer propustni pleistocenski prod in pesek ter nepropustni terciarni lapor, peščen lapor, peščenjak, diagenetsko sprijeta glina ter konglomerat. Propustni pleistocenski peščeni prod sestavlja pleistocenske terase na levem in desnem bregu Drave. V teh plasteh se spreminja odstotek melja, ki predvsem zmanjšuje propustnost le teh.

Na osnovi geoloških raziskav, ki so bile bolj obsežne na območju Vrbanjskega platoja z Mariborskim otokom (glavno mariborsko črpališče pitne vode) ter nekoliko manj na območju mesta in Melja (razen ob dravskem robu, kjer so opravljali raziskave za potrebe zajetja Drave), so naredili naslednjo oceno o koeficientih propustnosti:

Na območju Vrbanjskega platoja in mesta se koeficient propustnosti po oceni giblje med $6 \cdot 10^{-3}$ do $8 \cdot 10^{-3}$ m/s (v modelnih raziskavah tega območja, opravljenih na ljubljanski fakulteti za gradbeništvo v letih 1981 in 1994 so upoštevali koeficient propustnosti za to območje $9 \cdot 10^{-3}$ in $7,17 \cdot 10^{-3}$ m/s). Koeficient propustnosti je manjši v bližini dravskega brega ter na obrobju stare dravske struge, kjer je okrog $5 \cdot 10^{-3}$ m/s, ponekod pa celo $1 \cdot 10^{-3}$ m/s. Na območju Melja so koeficienti propustnosti nekoliko manjši. Geološka ocena je, da se v bližini brega reke Drave gibljejo okrog $2,4$ do $4,5 \cdot 10^{-3}$ m/s, v notranjosti pa $1,7$ do $3,8 \cdot 10^{-3}$ m/s.

Prvo črpališče na Vrbanjskem platoju je bilo izgrajeno v letih 1956-1959, ko je občina izgradila poizkusni vodnjak zaradi pomanjkanja vode za oskrbo razvijajočega se mesta. Preden je bil izgrajen jez v Melju zaradi HE Zlatoličje je bila predvidena kapaciteta tega vodonosnika okrog 100 l/s. Zaradi konstrukcije jeza v Melju se je dvignil nivo reke Drave in kapaciteta vodonosnika se je povečala. Tako je sedaj možno črpati do 460 l/s brez posebnih ukrepov ter z izgrajeno I. fazo umetnega bogatenja podzemne vode do 760 l/s. Umetno bogatenje ne zagotavlja samo večje kapacitete črpališča, temveč tudi zmanjšuje potrebni dotok podzemne vode s strani mesta. Njegova učinkovitost se je pokazala tako v letu 1993 ob onesnaženju s pesticidi, v letu 1997 ob onesnaženju s trihalometani ter v letih 2016 do 2018 ob onesnaženju z razlitjem kurilnega olja na območju stavbe Mestne občine Maribor v centru mesta. Zaradi tega je že dalj časa planirana II. faza aktivne zaščite z razširjenim umetnim bogatenjem podzemne vode, ki bi lahko dodatno zavarovala črpališče pred vplivom onesnaženja s strani mesta.

Skozi vodonosnik na tem območju se v glavnem pretaka voda, ki pronica iz Drave in je zajezena na koti cca 253.0. Na območju Mariborskega otoka priteka tudi del podzemne vode iz območja Limbuške dobrane, na območju med studensko brvjo in železniškim mostom pa del vode iz desne strani reke Drave. Dotoki, ki prihajajo z desne strani reke Drave niso bili natančneje analizirani in ni ugotovljena njihova natančna velikost.

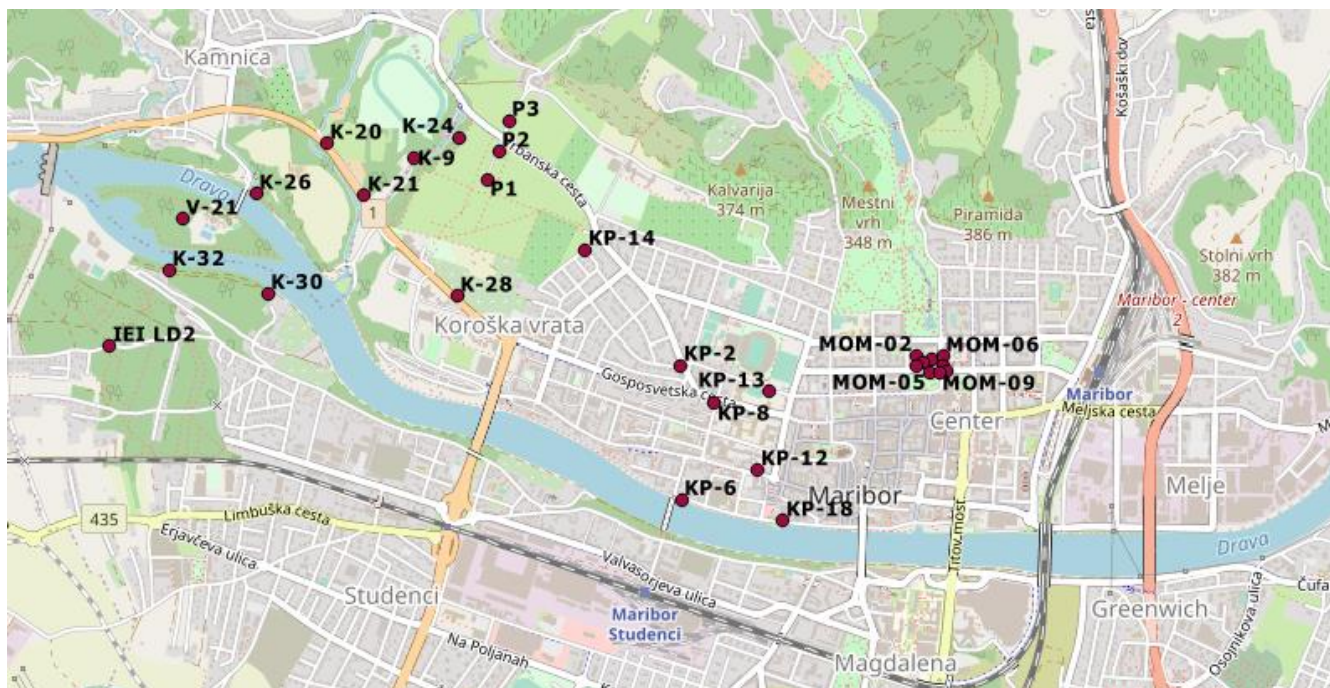
Manjši je delež padavin, ki napajajo območje samega vodonosnika. Na eni strani je to večinoma gosto poseljeno mestno območje z urejeno kanalizacijo, po drugi strani so na območju Vrbanskega platoja terase zavarovane z nepropustno glinasto krovno plastjo. Voda, ki priteka iz padavinskega zaledja na levem bregu reke Drave odteka v večini v potokih Kamniški potok, Rošpoh, Počehovski potok in še nekaj manjših. Na območju vodonosnika so ti potoki v glavnem regulirani z utrjenim dnom, ali pa so celo kanalizirani. Tako da je njihov delež v napajanju podtalnice tega območja zanemarljiv.

Vrbanski plato zagotavlja od 60 do 70 % potreb po vodi širšega območja in je tako najpomembnejši vodni vir tega območja.

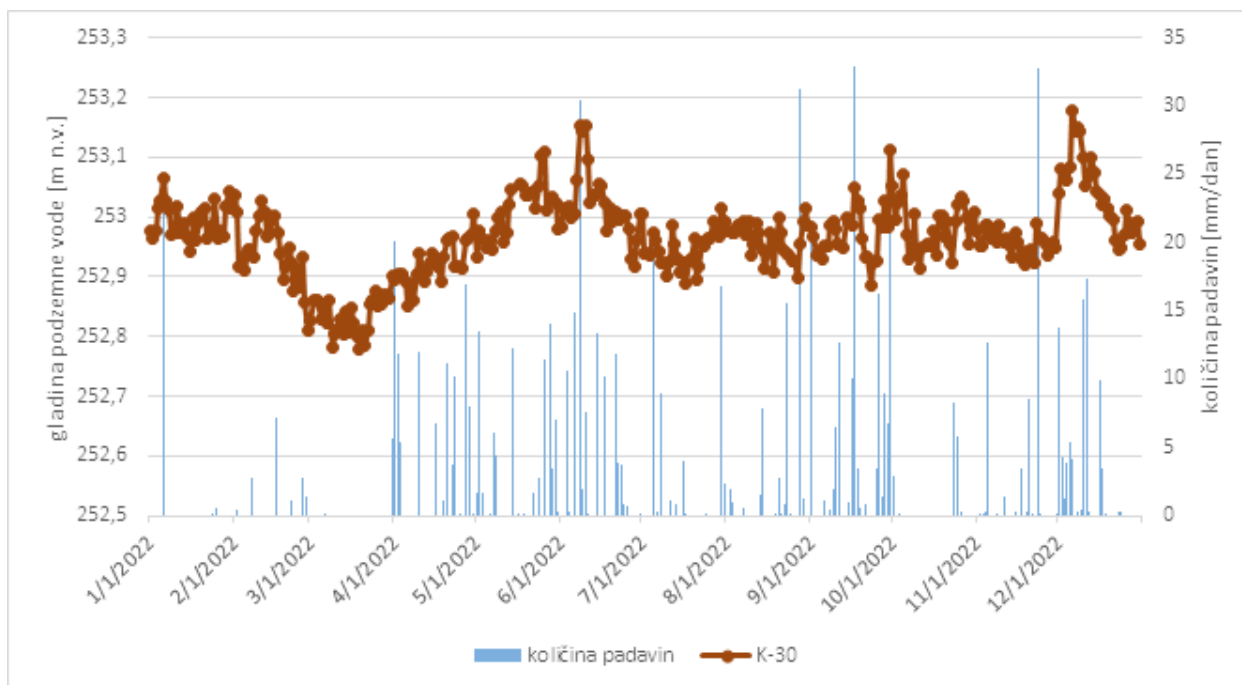
3.3.2 HIDROLOŠKE MERITVE PODZEMNE VODE

Na območju Vrbanskega platoja se podzemna voda v glavnem napaja iz zajezene reke Drave in delno iz padavinskih voda ter iz zalednih voda Pohorja na območju Limbuške dobrane in Kalvarije in Piramide na severu Vrbanskega platoja. Tekom celotnega leta so se na širšem območju vodonosnika Vrbanski plato izvajale kontinuirne meritve gladin podzemne vode na več merilnih mestih. Rezultati teh meritev so podrobneje predstavljeni v prilogah. Na sliki 3-22 so prikazana merilna mesta podzemne vode na območju Vrbanskega platoja, na slikah 3-23 ter 3-24 pa je grafična predstavitev avtomatskih meritev gladin podzemne vode na ter količine padavin izmerjenih na meteorološki postaji Vrbanski plato v letu 2022.

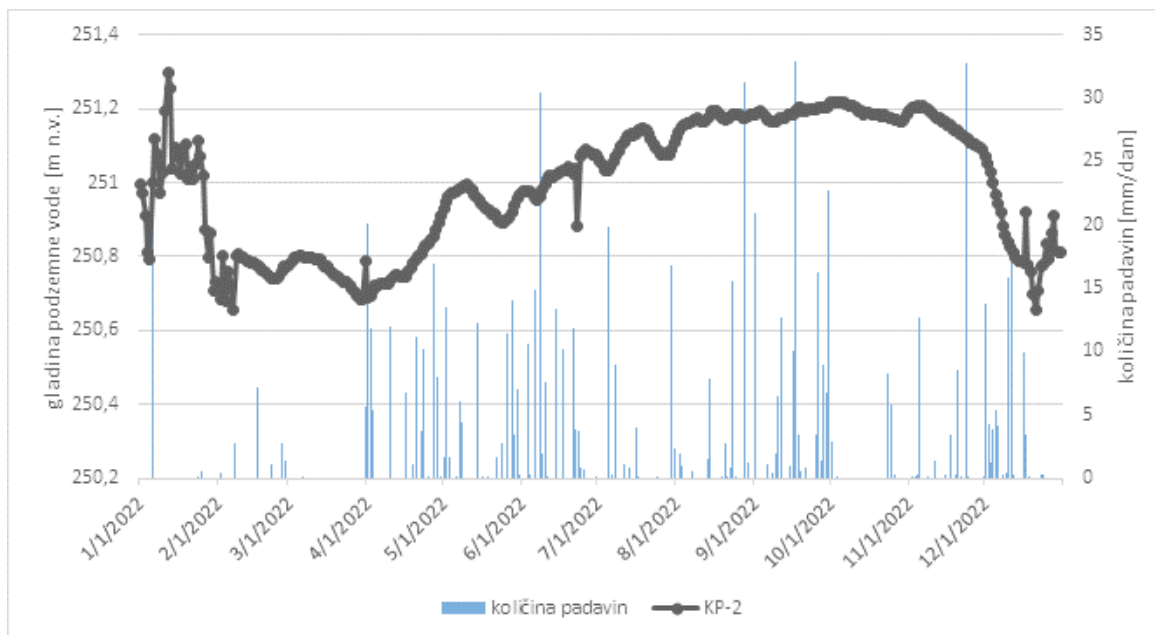
PREGLED STANJA VODNIH ZALOG IN NIHANJA PODZEMNE VODE V LETU 2022 NA OBMOČJU VRBANSKEGA PLATOJA



Slika 3-22: Prikaz merilnih mest podzemne vode na območju Vrbanskega platoja (vir podlage: OpenStreetMap):



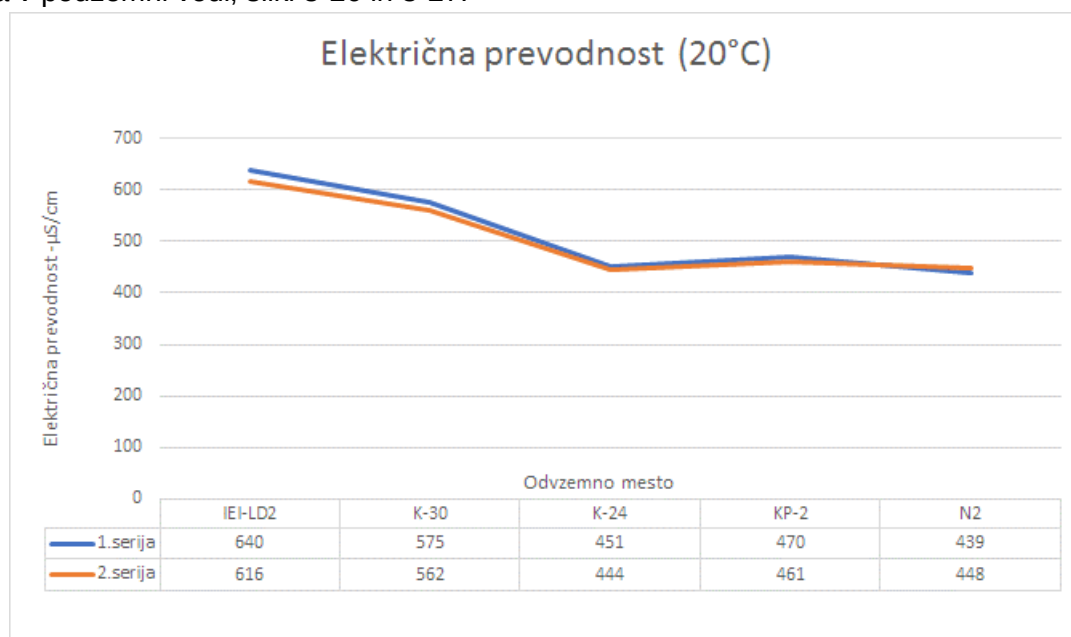
Slika 3-23: Grafični prikaz avtomatskih meritev gladin podzemne vode na merilnem mestu K-30 ter količine padavin izmerjenih na meteorološki postaji Vrbanski plato v letu 2022



Slika 3-24: Grafični prikaz avtomatskih meritev gladin podzemne vode na merilnem mestu KP-2 ter količine padavin izmerjenih na meteorološki postaji Vrbanski plato v letu 2022

3.3.3 SPREMLJANJE KEMIJSKEGA STANJA

V letu 2022 smo izvedli vzorčenje na vplivnem območju Vrbanskega platoja na naslednjih piezometrih: IEI-LD2, K-30, K-24, KP2, N-2. V času vzorčenja se je temperatura vode gibala med 12,9 in 15,9° C, pri povprečni električni prevodnosti 510,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in povprečnem pH 7,4. Na nobenem izmed odvzemnih mest ni bilo opaznega izrazitega nihanja vsebnosti natrija in klorida v podzemni vodi, sliki 3-26 in 3-27.

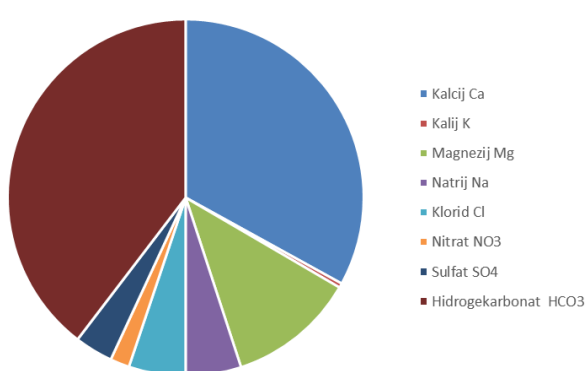


Slika 3-25: Prikaz električne prevodnosti ($\mu\text{S}/\text{cm}$) v letu 2022 na območju Vrbanskega platoja

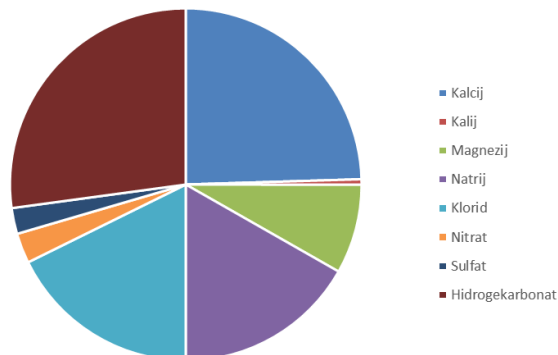
V tabeli 3-3 je prikazana ionska sestava in deleži ionov v podzemni vodi v okolici Vrbanskega platoja. Iz tabele je razvidno, kako se v bližini centra mesta poviša delež natrija in klorida, zniža pa delež kalcija, magnezija in hidrogenkarbonata.

Tabela 3-3: Ionska sestava podzemne vode v okolici Vrbanskega platoja

Ion		Ekvivalentni delež mmol %	Ekvivalentni delež mmol %
Kalcij	Ca	66,0	49,0
Kalij	K	0,8	1,0
Magnezij	Mg	23,1	16,4
Natrij	Na	10,1	33,6
Klorid	Cl	10,3	35,4
Nitrat	NO ₃	3,5	5,5
Sulfat	SO ₄	6,9	4,8
Hidrogenkarbonat	HCO ₃	79,2	54,3

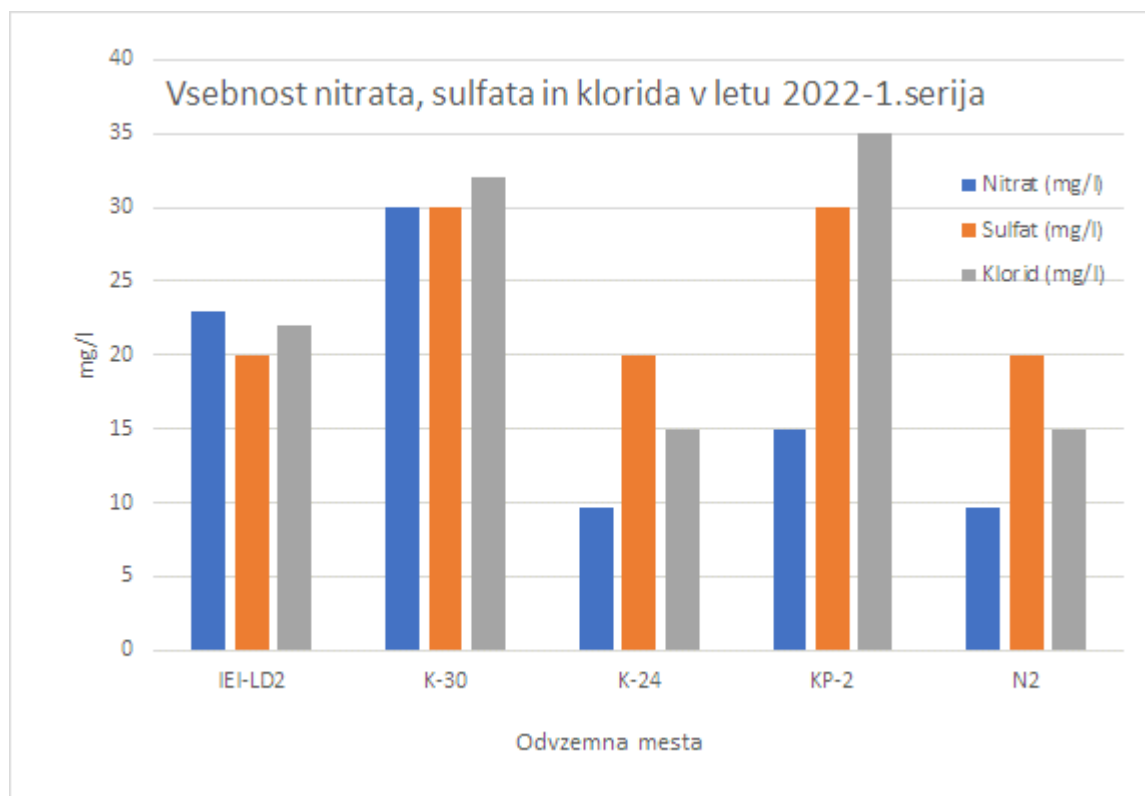


Slika 3-26: Ionska sestava vode na merilnem mestu K-24

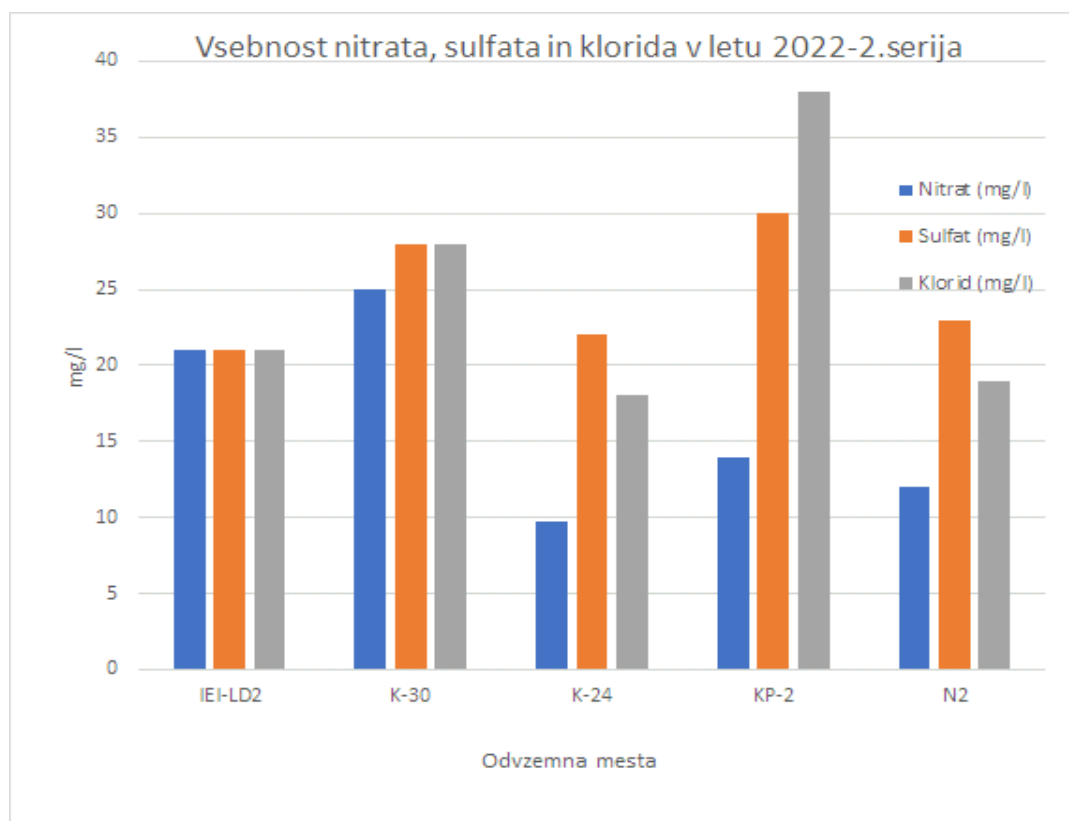


Slika 3-27: Ionska sestava vode na merilnem mestu KP-2

Rezultati opravljenih analiz nitrata, sulfata in klorida v letu 2022 kažejo na velike razlike tudi znotraj oskrbovalnega območja Vrbanski plato-sliki 3-28 in 3-29.



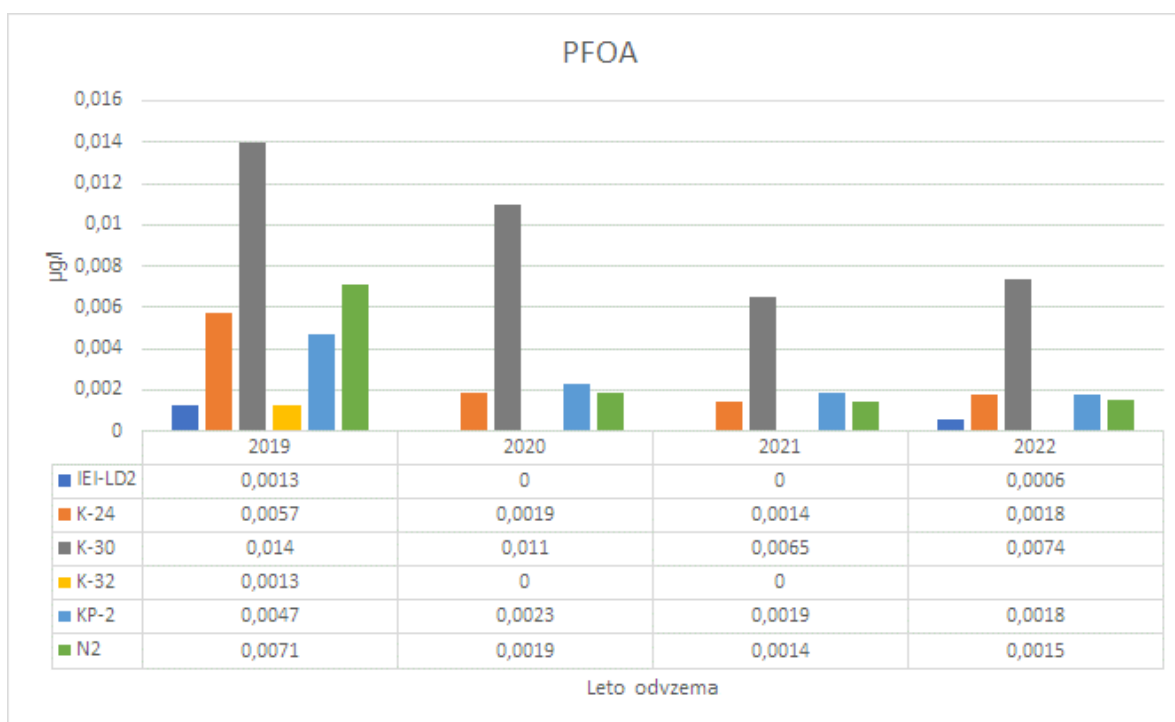
Slika 3-28: Vsebnosti nitrata, sulfata in klorida(mg/l) v spomladanskem vzorčenju 2022



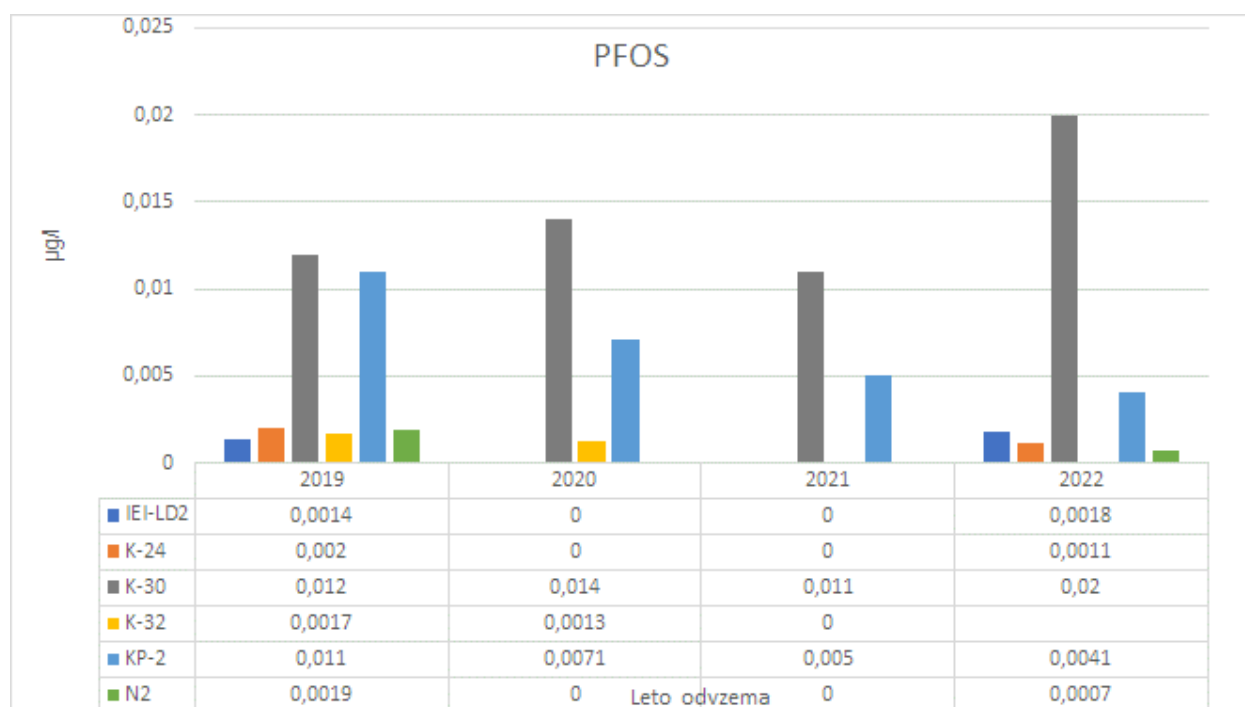
Slika 3-29: Vsebnosti nitrata, sulfata in klorida(mg/l) v jesenskem vzorčenju 2022

V letu 2022 smo v vzorcih odvzetih jeseni opravili tudi analizo na farmacevtske in perfluorirane spojine. Med farmacevtskimi snovmi, katerih prisotnost smo ugotavljali, smo potrdili le prisotnost karbamazepina na vseh odvzemnih mestih. Ugotovljene vrednosti karbamazepina so se v letu 2022 gibale v območju 0,007 µg/l - 0,013 µg/l. Vse od leta 2019 so v program spremljanja vključene tudi perfluorirane spojine, ki jih določamo s parametroma PFOS in PFOA.

Ugotovljene vrednosti perfluoriranih spojin na posameznih odvzemnih mestih na Vrbanškem platoju so prikazane na spodnjih slikah 3-30 in 3-31.



Slika 3-30: Prisotnost PFOA (µg/l) v letih 2019-2022



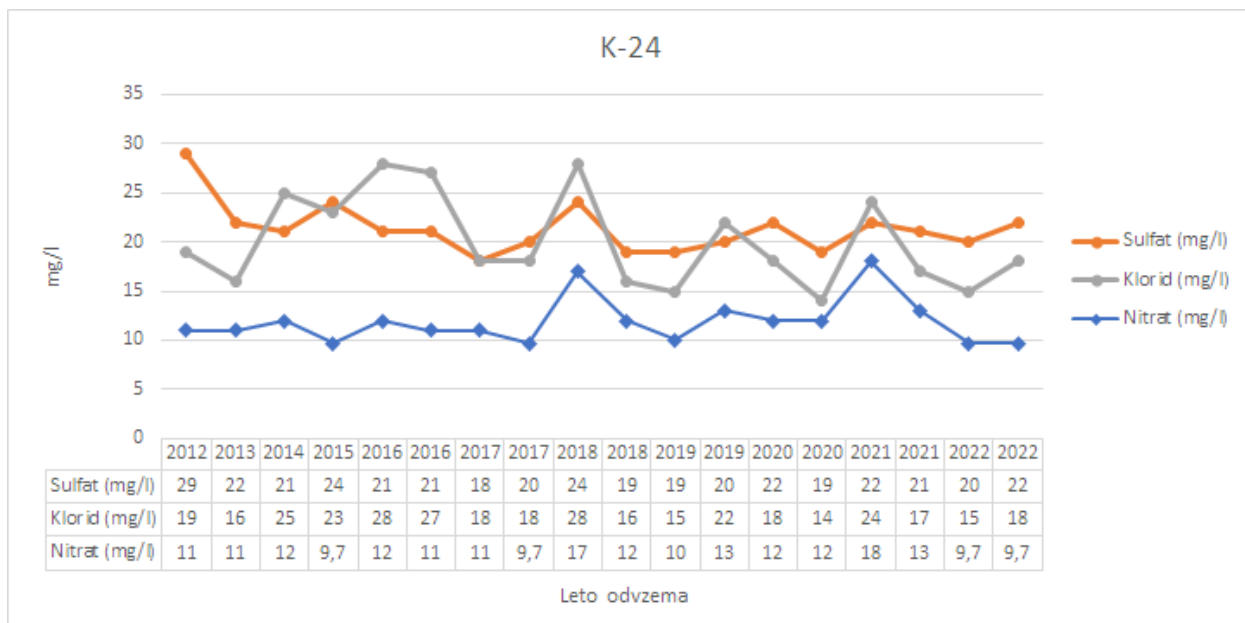
Slika 3-31: Prisotnost PFOS (µg/l) v letih 2019-2022

Piezometer K-24

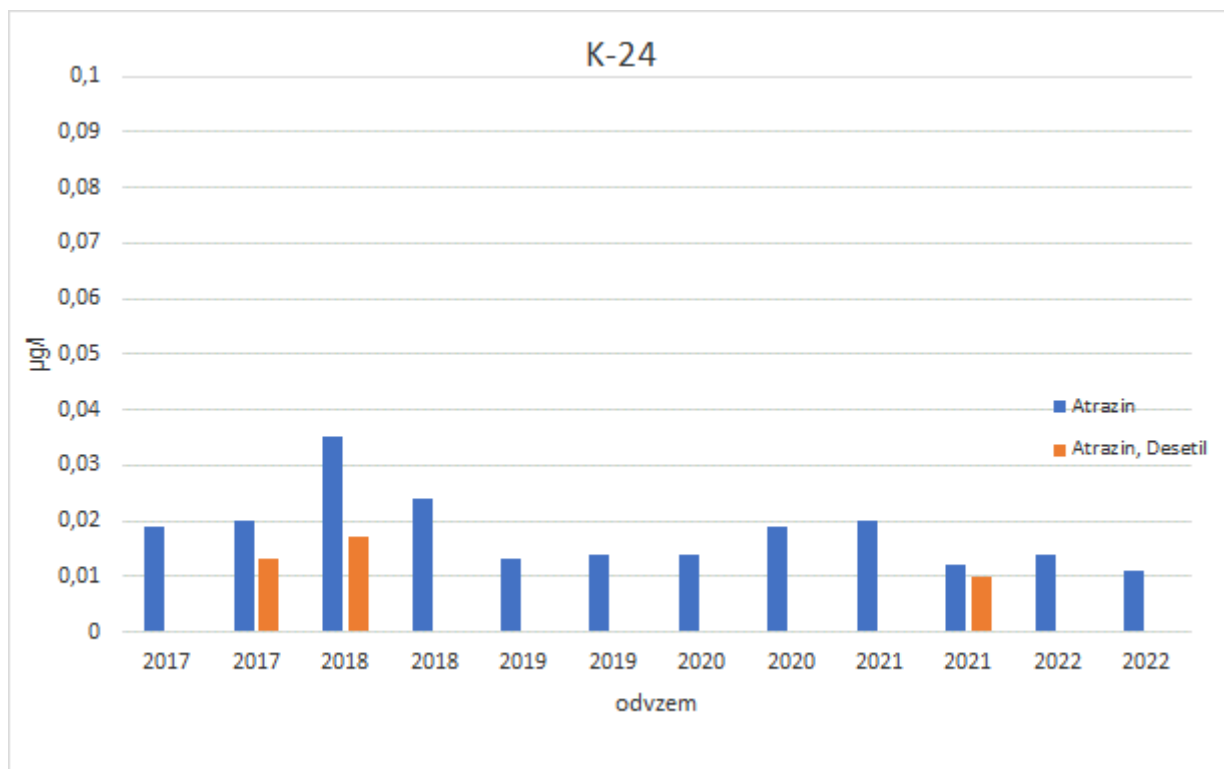
Ugotavljamo, da se na piezometru K-24 v letih 2012-2021 vrednosti nitrata gibljejo 9,7 mg/l – 18mg/l, vrednosti klorida med 14mg/l in 28mg/l ter vrednosti sulfata med 18mg/l in 29 mg/l. Trendov višanja oziroma nižanja ni zaznati. Piezometer K-24 leži v bližini nalivnega vodnjaka, zato je kakovost podzemne vode zelo verjetno precej odvisna od kakovosti vode, ki se uporablja za bogatenje. Nihanje vrednosti klorida je indikator vpliva iz okolja in je odvisna od količinskega stanja vode, padavin ter vpliva onesnaženja s površja, na kakšen način vpliva.

Skladno z rezultati opravljenih analiz je voda skladna z Uredbo o stanju podzemnih voda (Uradni list RS, št. 25/09, 68/12, 66/16 in 44/22 – ZVO-2).

Na piezometru K-24 je bila ugotovljena prisotnost atrazina v nizkih koncentracijah, na meji določanja uporabljene metode. Najverjetneje gre za stara bremena, saj je bil atrazin pred leti zelo pogosto sredstvo za zatiranje plevela. Ob jesenskem vzorčenju je bila na piezometru K-24 podobno kot že leta 2021 in 2020 tudi ugotovljena prisotnost karbamazepina, ki se uporablja kot antiepileptik. Podzemna voda je glede vsebnosti pesticidov skladna s Pravilnikom o pitni vodi, ki mejno vrednost določa pri 0,1 µg/l, slika 3-33.



Slika 3-32: Vsebnost nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v podzemni vodi na merilnem mestu K-24 v letih 2012-2022



Slika 3-33: Prisotnost pesticidov atrazina in desetil-atrazina v letih 2017-2022 (µg/l) na merilnem mestu K-24

Lokacija merilnega mesta K-24 je razvidna iz slike 3-34.

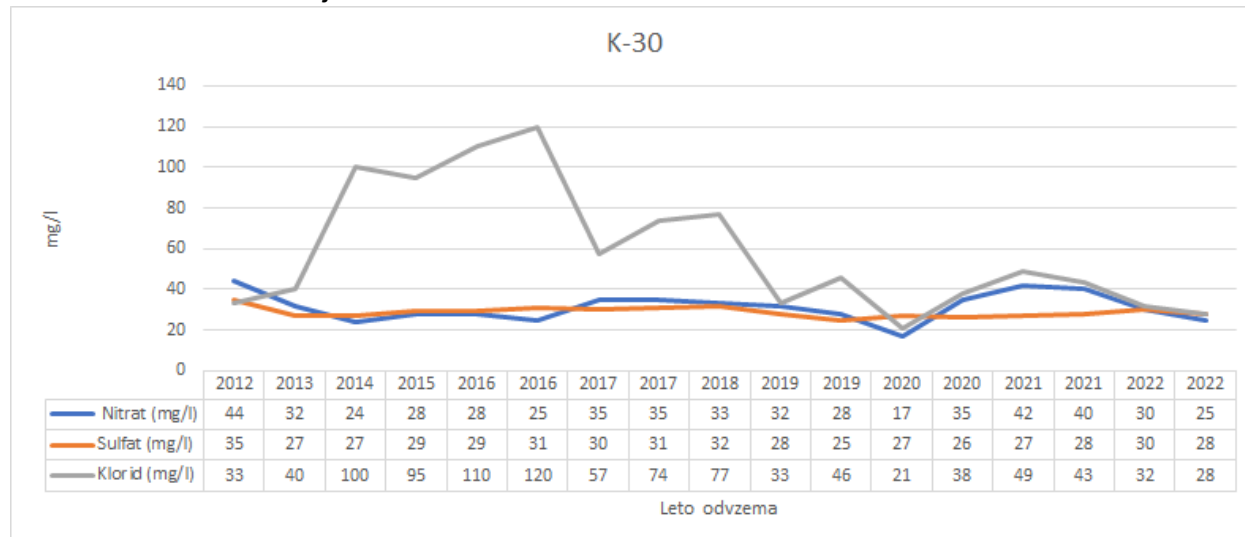


Slika 3-34: Slika merilnega mesta K-24

Piezometer K-30

Na sliki 3-35 so prikazane koncentracije nitrata, sulfata in klorida v letih 2012-2022. Iz slike je razvidno, da tekom let nihajo predvsem vsebnosti klorida in nitrata, medtem ko so vsebnosti sulfata stabilne.

Nihanje parametrov je povezano s hidrološkim stanjem podzemne vode, dobe vegetacije in števila dni s snežno odejo.



Slika 3-35: Vsebnost nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v podzemni vodi namerilnem mestu K-30 v letih 2012-2022

Na odzemnem mestu K-30 je bila v vzorcu odvzetem v mesecu juliju 2022 ugotovljena prisotnost pesticida atrazina ter razgradnega produkta desetilatraxina ter ob septembrskem odvzemu prisotnost atrazina. Vse izmerjene koncentracije so pod mejno vrednostjo za pitno in podzemno vodo (0,1 µg/l).

Atrazin je triazinski neselektivni organski herbicid, ki so ga uporabljali za zatiranje večine širokolistnih plevelov in trav v kmetijstvu, pri pogozdovanju in drugi nekmetski dejavnosti. V

Sloveniji je v celoti prepovedan od leta 2003. V Pravilniku o pitni vodi je atrazin uvrščen v Prilogo I, del B, kjer je določena mejna vrednost v pitni vodi, 0,10 µg/l.

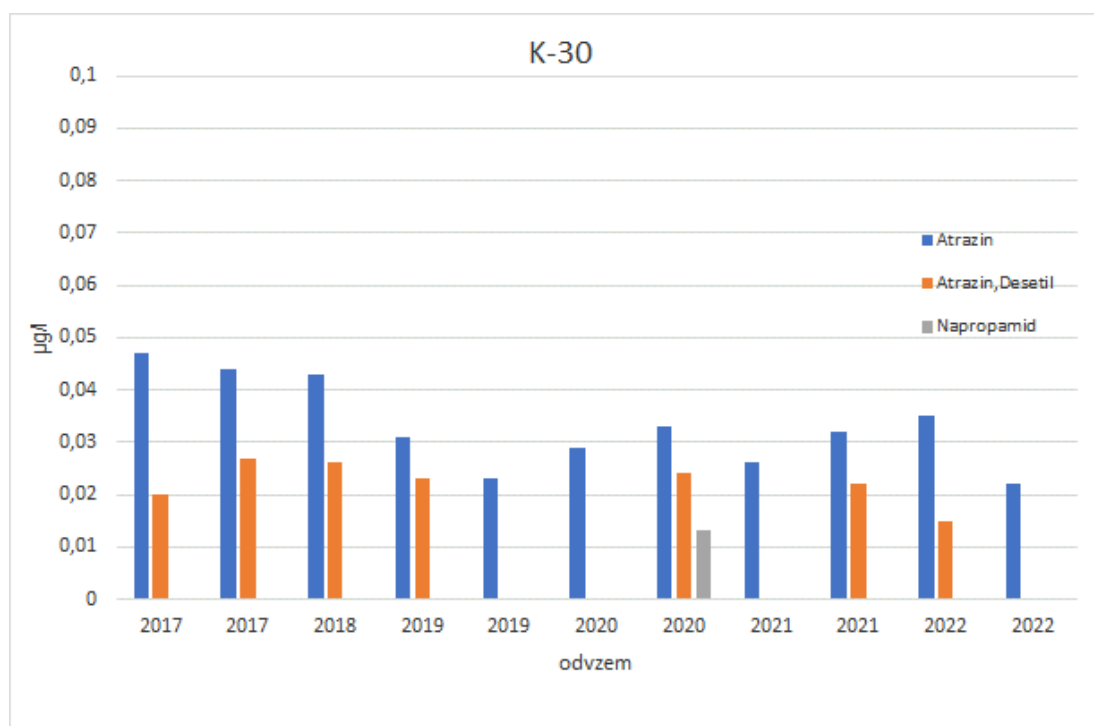
Lokacija merilnega mesta K-30 je razvidna iz slike 3-36.



Slika 3-36: Slika merilnega mesta K-30

Na sliki 3-37 so prikazana nihanja vsebnosti pesticidov atrazina in desetil-atrazina na odvzemnem mestu K-30 v letih 2017-2021. Predvidevamo, da bodo koncentracije atrazina še naprej padale in jih čez nekaj let v vodi ne bomo več izmerili.

V letu 2020 smo na odvzemnem mestu K-30 detektirali tudi prisotnost pesticida napropamida (0,013 µg/l). Napropamid je selektivni sistemski amidni herbicid, ki se uporablja za zatiranje številnih enoletnih trav in širokolistnih plevelov.

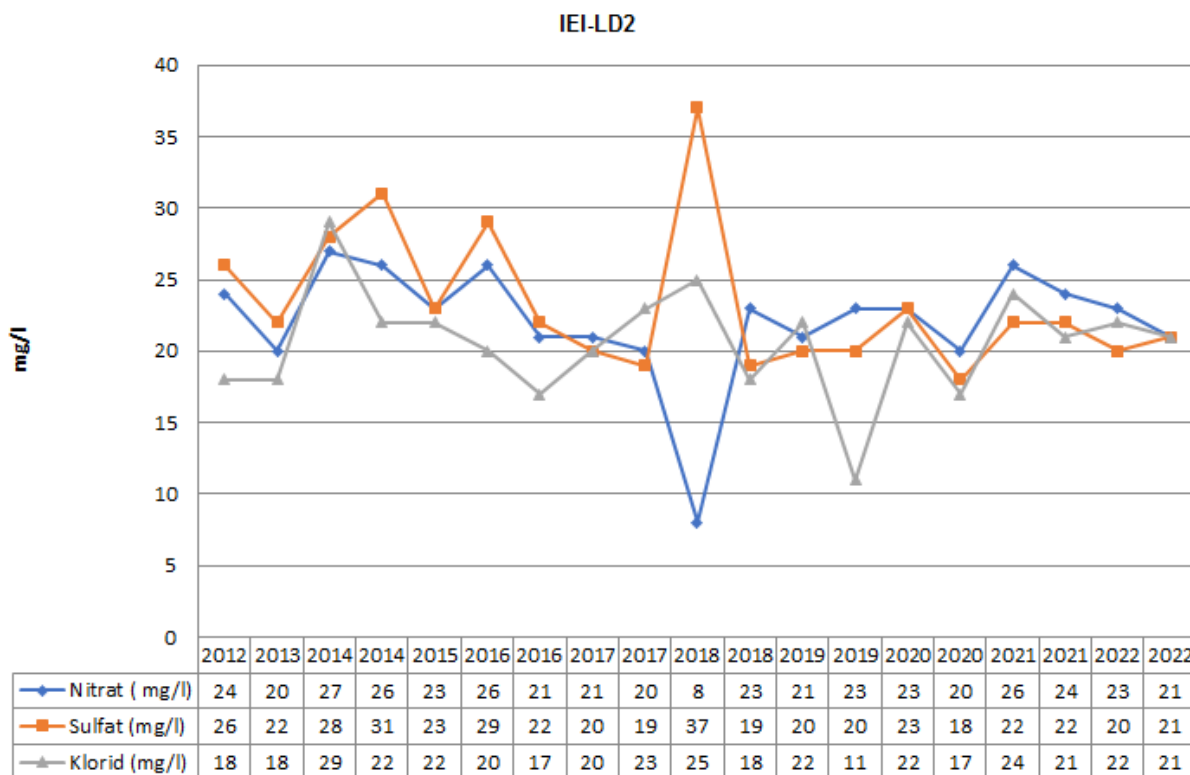


Slika 3-37: Prikaz koncentracij pesticidov (µg/l) v letih 2017-2022 na merilnem mestu K-30

Merilno mesto IEI-LD2

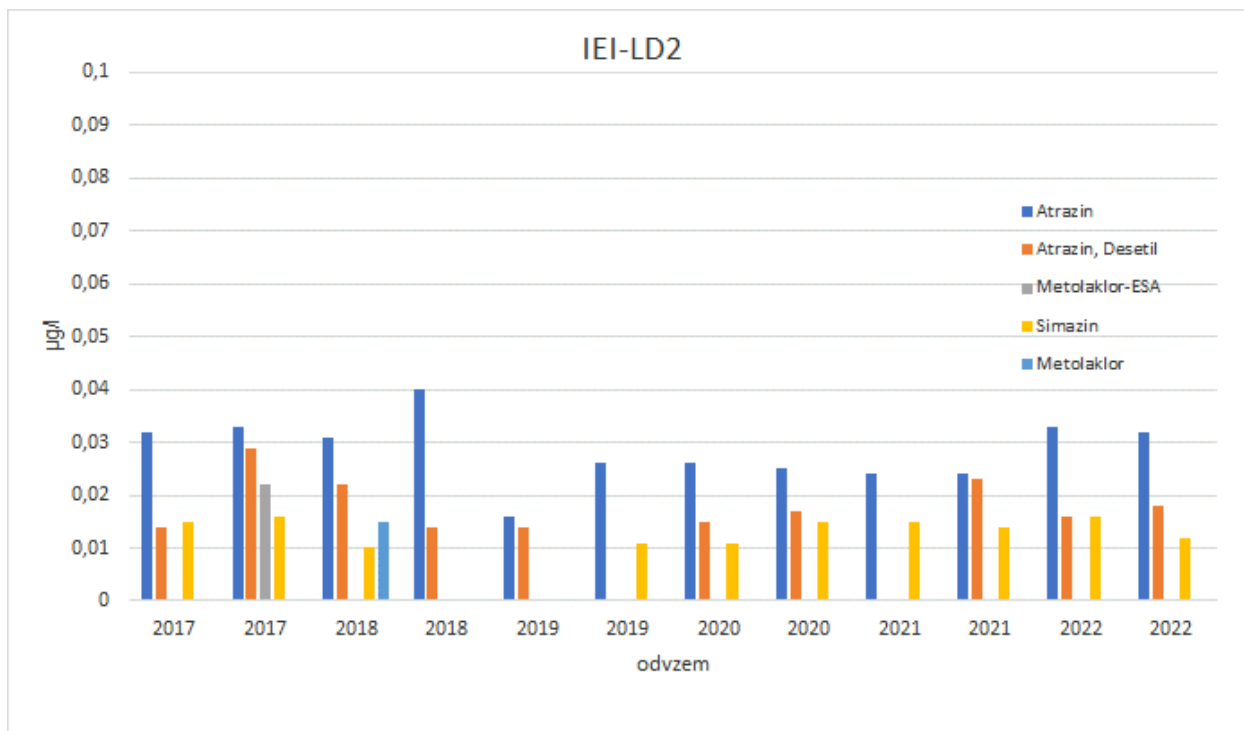
Piezometer IEI-LD2 se nahaja na Limbuški dobri. Na odvzemnem mestu so opazna nihanja v izmerjenih vrednostih nitrata, klorida in sulfata, slika 3-38.

V analiziranih vzorcih ni bila ugotovljena povišana vsebnost lahkih alifatskih halogeniranih ogljikovodikov, skladna je bila tudi vrednost nitrata, kar podzemno vodo uvršča med podzemne vode dobre kakovosti.



Slika 3-38: Vsebnost nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v podzemni vodi na merilnem mestu IEI-LD2 v letih 2012-2022

V odvzetih vzorcih je bila v letu 2022 ugotovljena vsebnost pesticidov: atrazina, desetil-atrazina in simazina. Na sliki 3-39 je grafično prikazano nihanje vsebnosti pesticidov v letih 2017-2022.



Slika 3-39: Vsebnost pesticidov (µg/l) v podzemni vodi na merilnem mestu IEI-LD2 v letih 2017-2022

Lokacija merilnega mesta IEI-LD2 je razvidna iz slike 3-40.



Slika 3-40: Slika merilnega mesta IEI-LD2

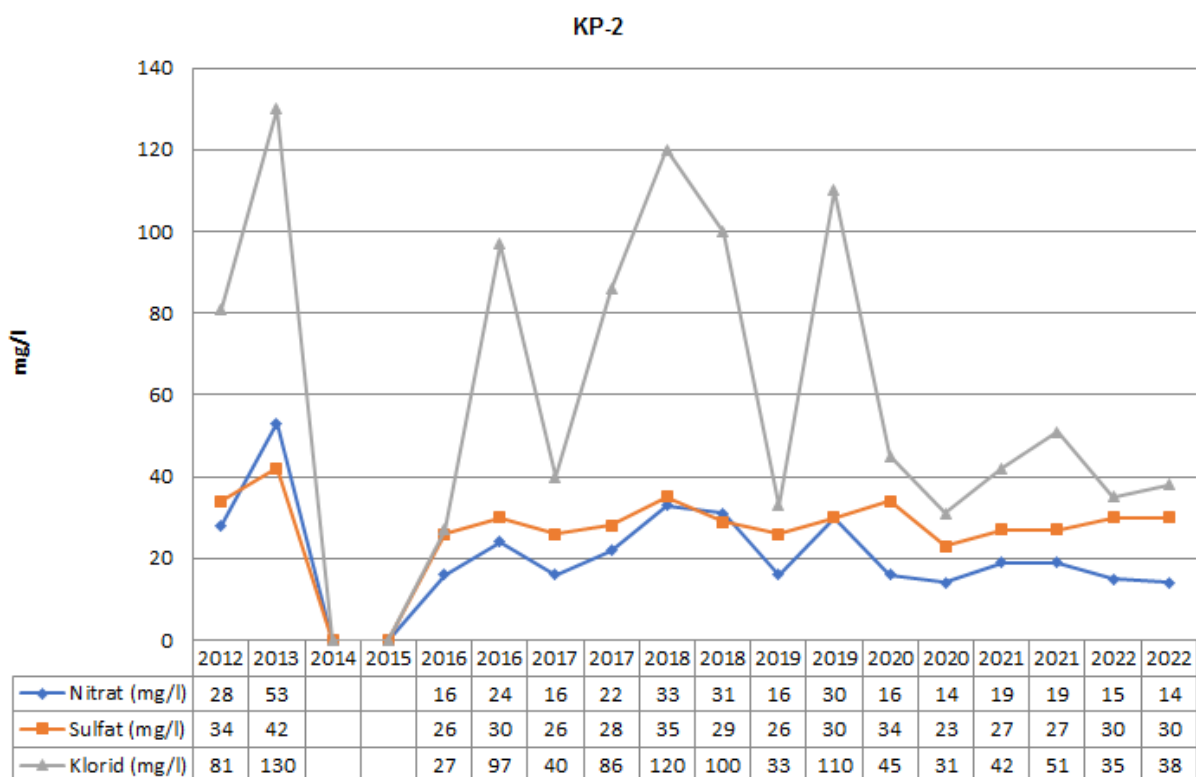
Merilno mesto KP-2

Na merilnem mestu KP-2 so se odvzemi in meritve opravljale do leta 2013, ko je bil piezometer uničen. V letu 2015 so izdelali nov piezometer KP 2N, (v poročilu zaradi sledljivosti uporabljamo še prejšnjo oznako KP-2) tako, da je bilo ponovno vzorčenje mogoče v letu 2016. Skladno z rezultati se ocenjuje, da so vrednosti izmerjenih parametrov na novem piezometru primerljive z vrednostmi preteklih let.

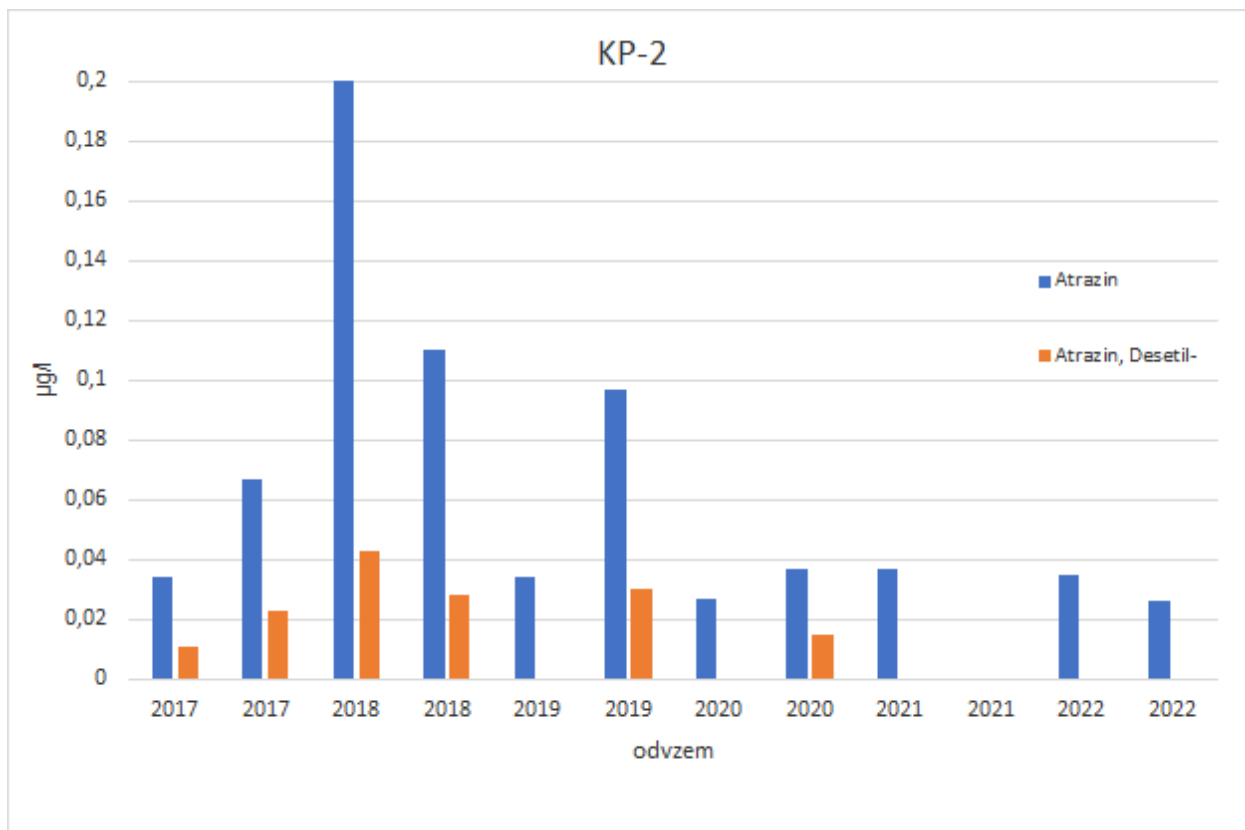
Precejšnje nihanje je opazno pri vrednostih klorida, kjer so se slednje v zadnjih letih gibale med 31 in 130 mg/l, slika 3-41. Do nihanj v koncentracijah klorida prihaja zaradi vplivov iz okolja

(vpliv odpadnih voda, zimskega soljenja cest). Glede na samo lokacijo odvzemnega mesta KP-2 ugotavljamo, da je tukaj vpliv poseljenosti in asfaltiranih površin še posebej izrazit.

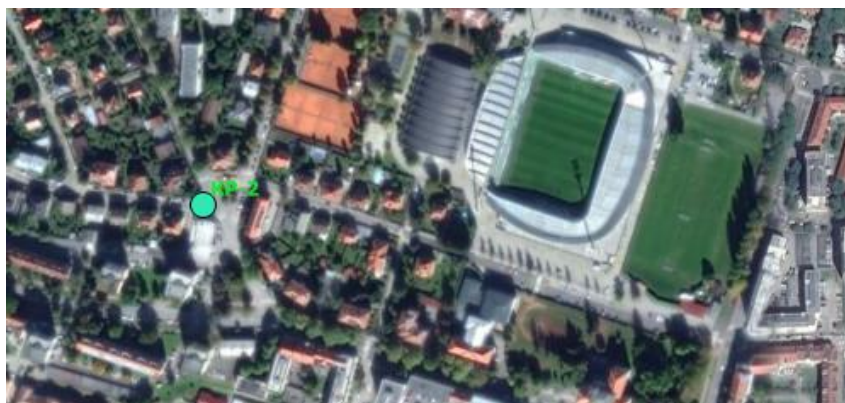
Na tem odvzemnem mestu se v zadnjih nekaj letih pojavljata aktivni snovi atrazin in desetil-atrazin, slika 3-42. V letu 2022 izmerjena vsebnost atrazina ni presegla mejne vrednosti določene s Pravilnikom o pitni vodi (0,1 µg/l), prisotnost drugih pesticidov oziroma razgradnih produktov v letu 2022 nismo identificirali.



Slika 3-41: Vsebnost nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v podzemni vodi na piezometru KP-2 v letih 2012-2022



Slika 3-42: Vsebnost pesticidov ($\mu\text{g/l}$) v podzemni vodi na merilnem mestu KP-2 v letih 2017-2022
Lokacija merilnega mesta KP-2 je razvidna iz slike 3-43.



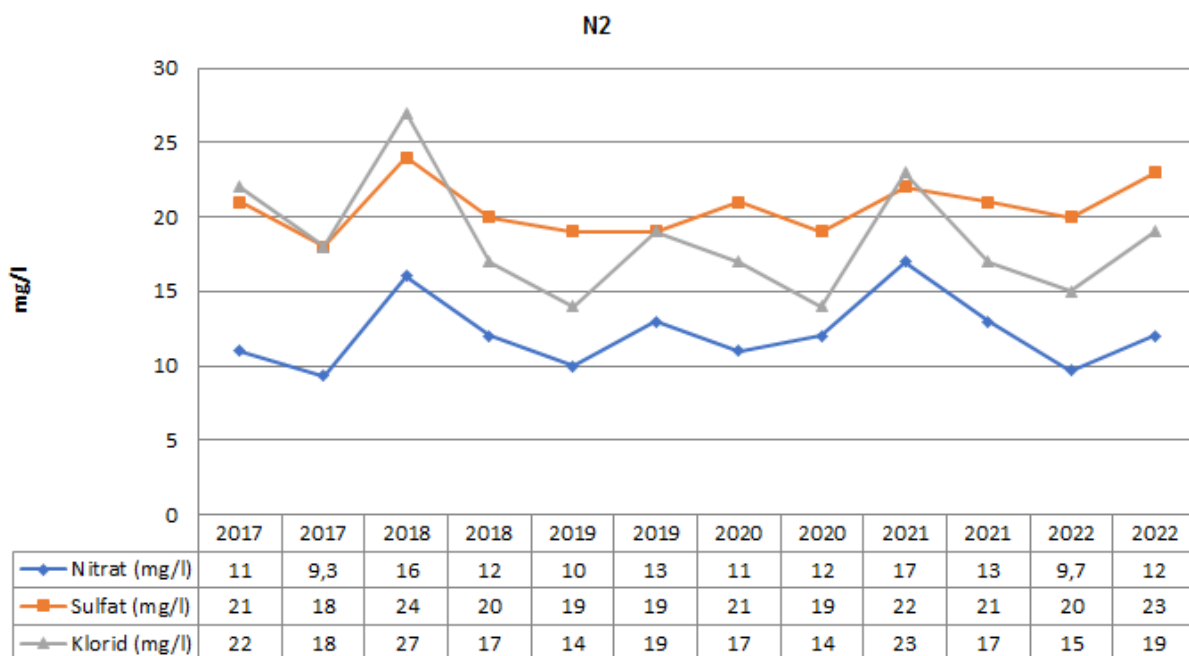
Slika 3-43: Slika merilnega mesta KP-2

Merilno mesto N-2

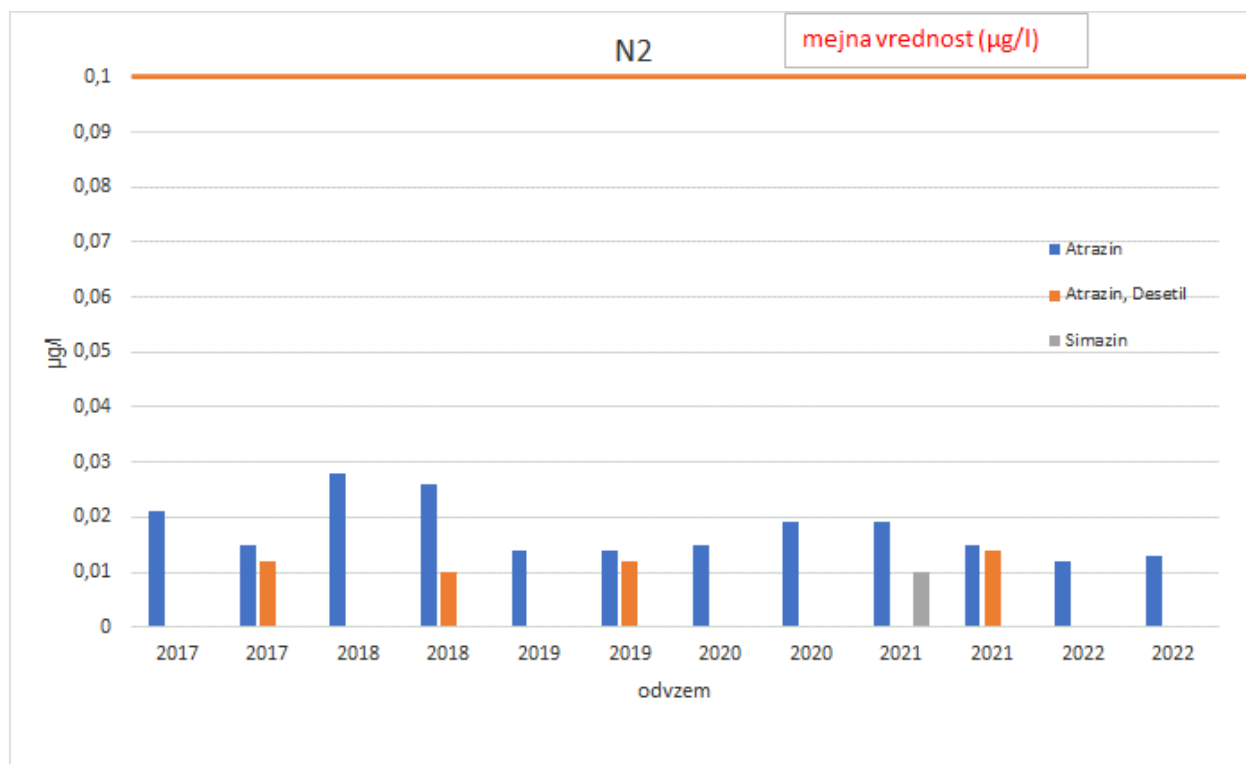
Na sliki 3-44 so prikazane koncentracije nitrata, sulfata in klorida v letih 2017-2022. Podobno kot na ostalih merilnih mestih v okolici Vrbanskega platoja, je tudi tukaj izrazito nihanje v koncentraciji klorida.

V letu 2022 ugotavljamo, da je podzemna voda na piezometru N-2 skladna z Uredbo o stanju podzemnih voda (Uradni list RS, št. 25/09, 68/12, 66/16 in 44/22 – ZVO-2).

Na piezometru N-2 je bila v letu 2022 ugotovljena prisotnost atrazina. Vse izmerjene vrednosti so na spodnji meji določanja uporabljene metode in so skladne s Pravilnikom o pitni vodi, ki mejno vrednost določa pri 0,1 µg/l, slika 3-45.



Slika 3-44: Vsebnost nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v podzemni vodi na merilnem mestu N-2 v letih 2017-2022



Slika 3-45: Vsebnost pesticidov (µg/l) v podzemni vodi na merilnem mestu N-2 v letih 2017-2022

Lokacija merilnih mest razvidna iz slike 3-46.



Slika 3-46: Slika merilnih mest N-2 in P2

3.4 BETNAVA

3.4.1 OBSEG VODONOSNIKA IN NJEGOVO IZKORIŠČANJE

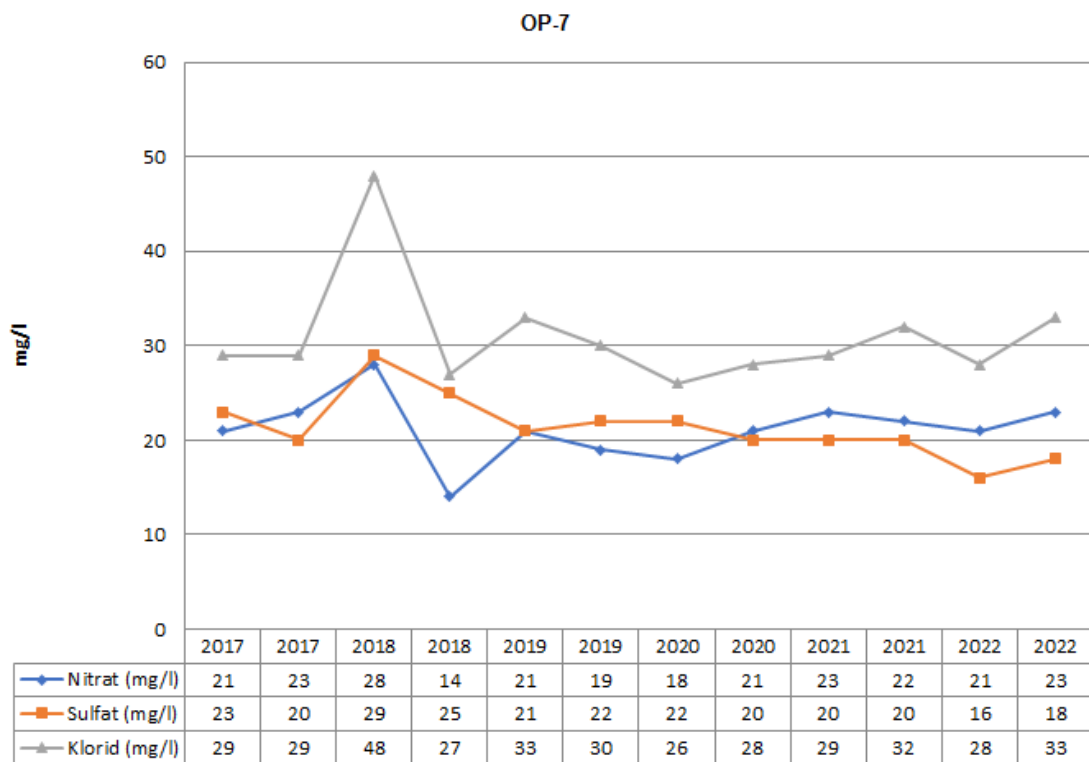
Ožje območje črpališča Betnava pokriva gozd. Na jugu so kmetijske površine in dvorec Betnava, na severu območje stanovanjskih in poslovnih objektov, vzhodu industrijsko območje in na zahodu stanovanjski predel Nova vas. Mesto črpališča leži na prodni ravnici Dravskega polja s praktično izravnanim površjem, kljub temu je na samem območju mesta Maribor zaznati ostanke terasaste zgradbe. Ježa ene izmed njih poteka čez samo najožje vodovarstveno območje črpališča.

3.4.2 MONITORING KAKOVOSTI VODONOSNIKA

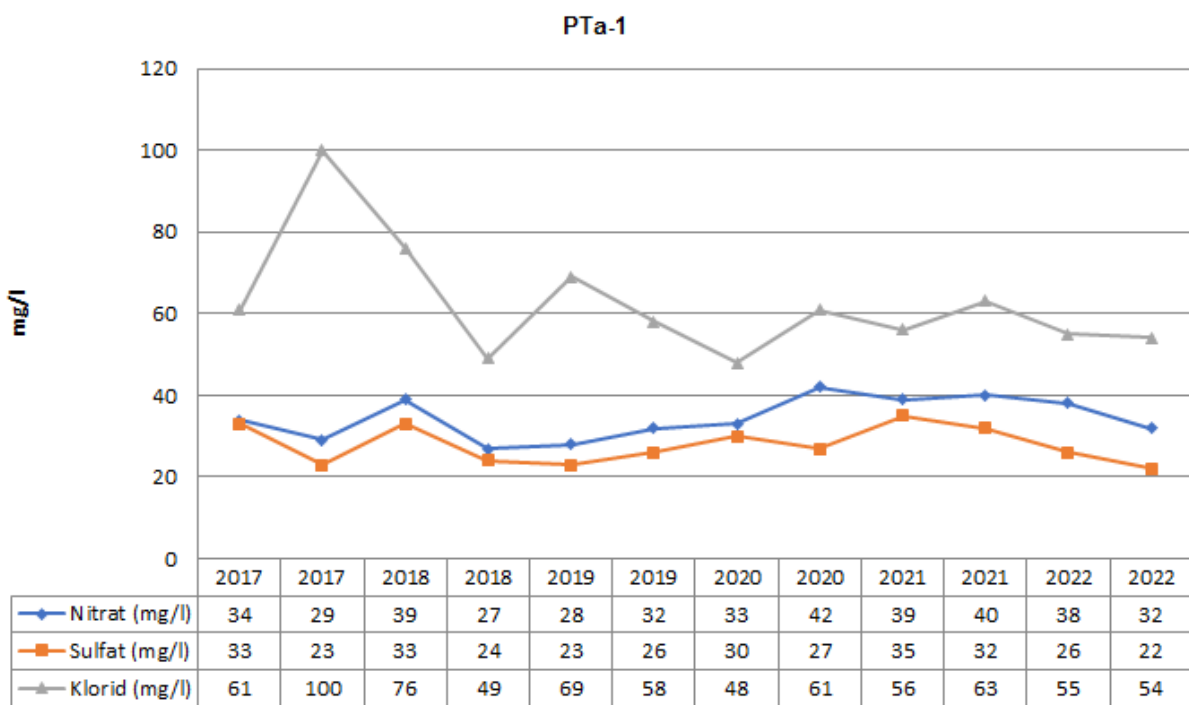
Črpališče Betnava je vključeno v skupen sistem oskrbe s pitno vodo na območju Maribora. Opazovalne vrtine iz tega območja so bile v imisijski monitoring prvič vključene v letu 2016. Stanje podzemne vode se spremlja na piezometrih: PTa-1, OP-7, PBe-1.

V letu 2022 je pH vrednost pri povprečni temperaturi 14,3° C in električni prevodnosti 582,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ znašala 7,3.

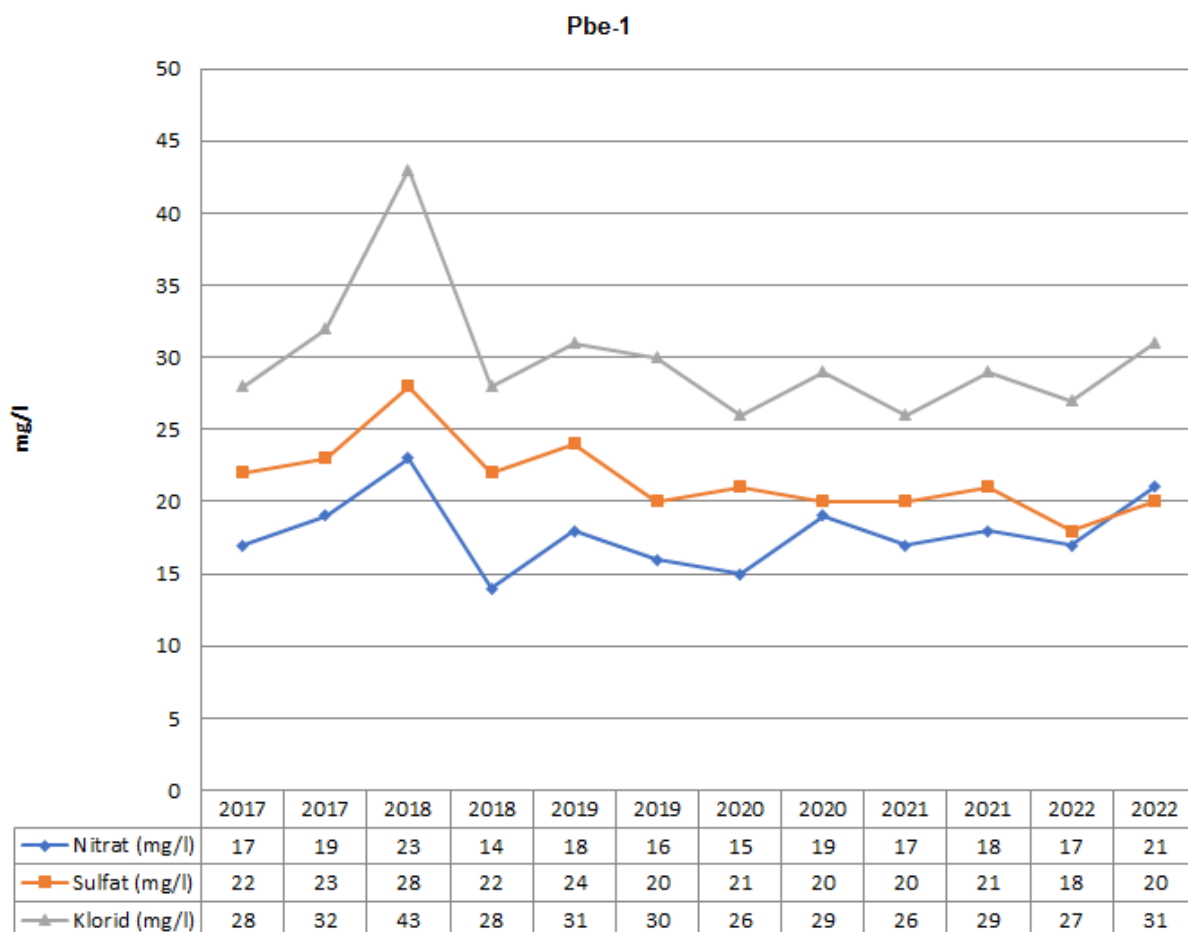
Najvišje vrednosti nitrata in klorida so izmerjene na odvzemnem mestu PTa-1. Na slikah 3-47, 3-48 in 3-49 so grafično prikazana nihanja vsebnosti nitrata, klorida in sulfata na posameznih merilnih mestih Betnave.



Slika 3-47: Nihanje vsebnosti nitrata, klorida in sulfata (mg/l) na merilnem mestu OP-7 v letih 2017-2022



Slika 3-48: Nihanje vsebnosti nitrata in klorida (mg/l) na merilnem mestu PTa-1 v letih 2017-2022



Slika 3-49: Nihanje vsebnosti nitrata in klorida (mg/l) na merilnem mestu Pbe-1 v letih 2017-2022

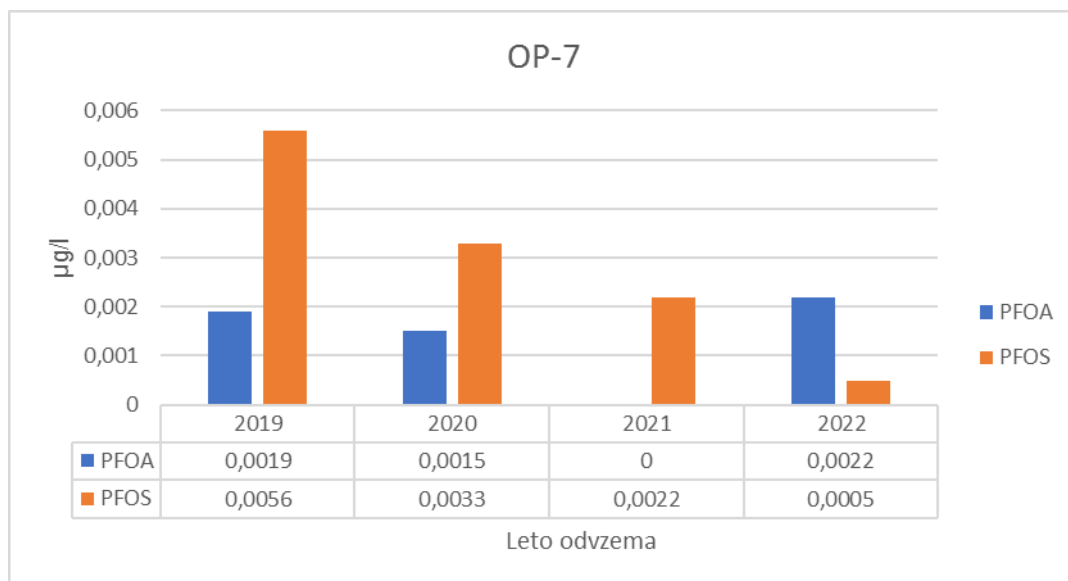
Pri obravnavanju podzemnih voda se največkrat omenja nitrat. Nitrat prehaja v vodo predvsem preko rabe v kmetijstvu, izmerjene vrednosti pa so v zadnjih letih precej pod mejno vrednostjo 50 mg/l. Povprečna vrednost za nitrat v letu 2022 na območju Betnave znaša 25,3 mg/l na merilnem mestu PTa-1 je še naprej opazen višjih koncentracij nitrata. Kljub vsemu v nobenem izmed odvzetih vzorcev izmerjena vrednost ne presega mejne vrednosti 50mg/l določene v Pravilniku o pitni vodi.

Sulfati so naravno prisotni v mnogih kamninah, pogosto pa se uporabljajo tudi v kemijski industriji. V okolje lahko pridejo tudi preko odpadkov oz. odplak in iz atmosfere – preko emisij žveplovega dioksida in nato kot »kisli dež«. Koncentracije nad 300 mg/l v pitni vodi lahko zaznamo tudi preko neobičajnega okusa vode.

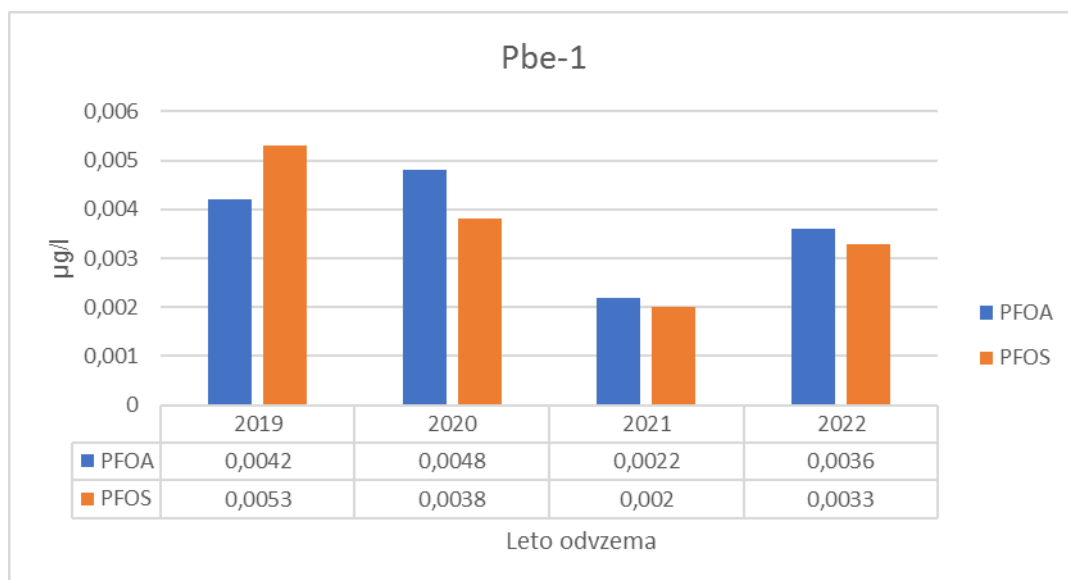
Kloridi so v okolju prisotni kot natrijeva, kalijeva ali kalcijeva sol. Odvisno od tipa surove vode, so kloridi v pitni vodi lahko naravnega izvora, lahko so posledica komunalnih ali industrijskih odpadnih vod, površinskega spiranja zaradi soljenja cest ali uporabe gnojil.

Perfluorooktanojska kislina in perfluorooktansulfonska kislina sta prisotni na vseh merilnih mestih na območju Betnave. Najvišja koncentracija pa je dosežena na merilnem mestu PTa-1.

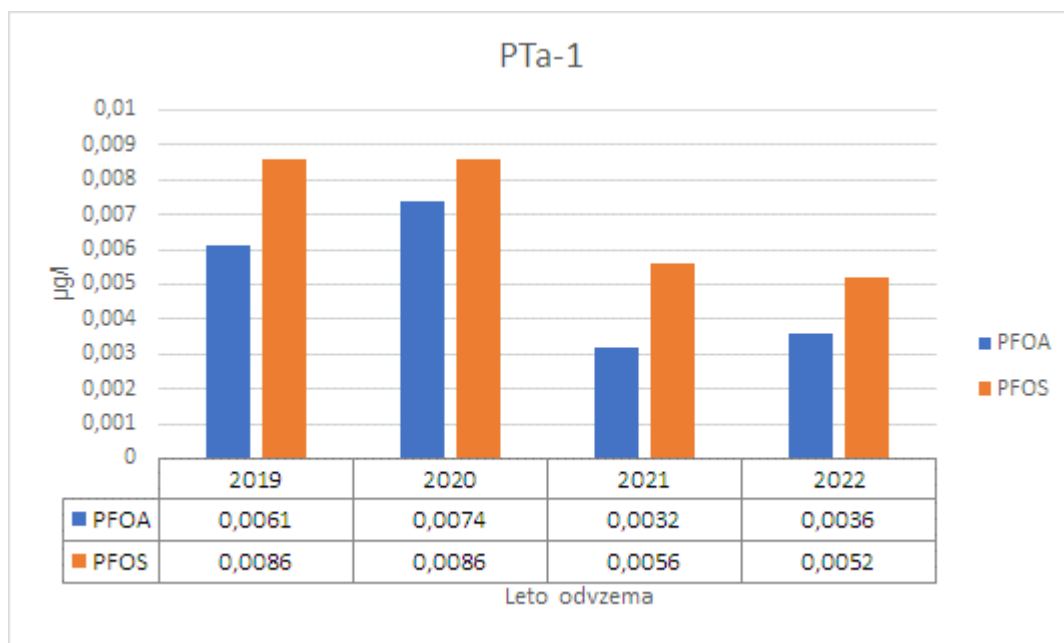
Zgoraj omenjena parametra spremljamo od leta 2019. Izmerjene koncentracije na odvzemnem mestu PTa-1 so razvidne iz spodnje slike 3-55.



Slika 3-50: Izmerjene koncentracije PFOA in PFOS na odvzemnem mestu OP-7 v letih 2019-2022



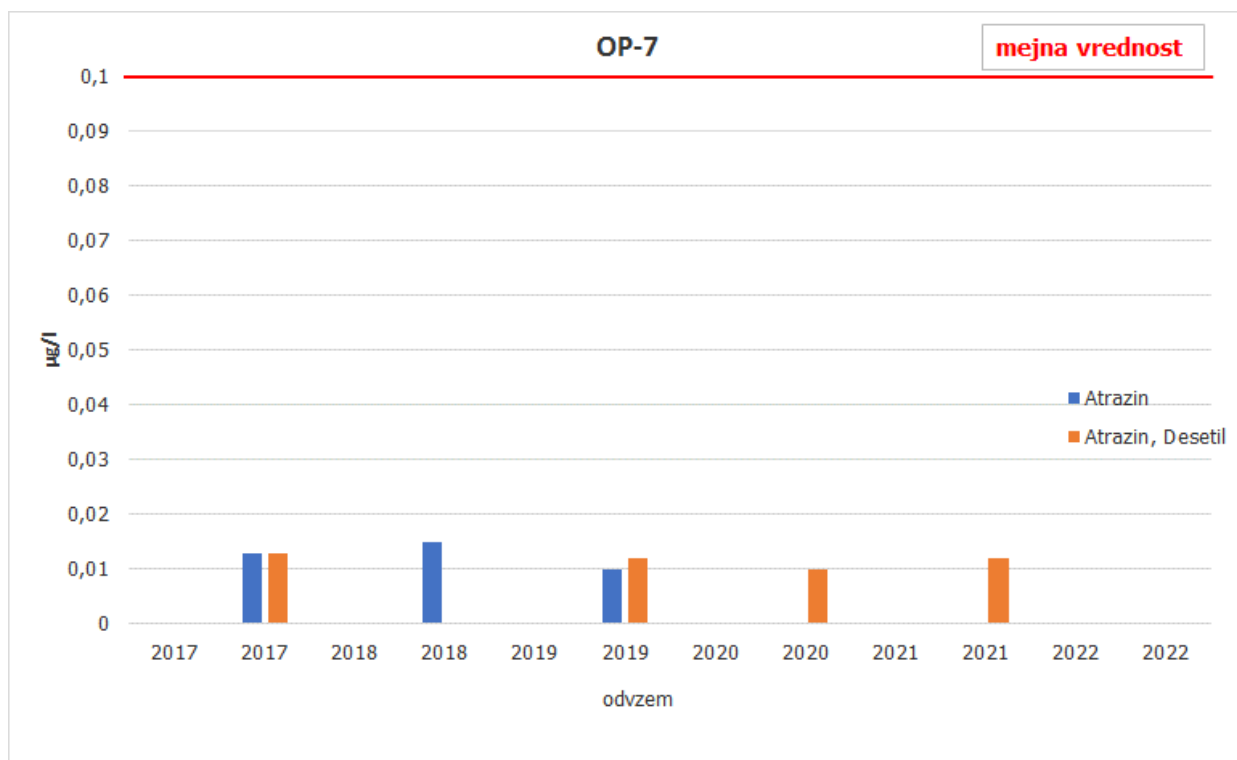
Slika 3-51: Izmerjene koncentracije PFOA in PFOS na odvzemnem mestu Pbe-1 v letih 2019-2022



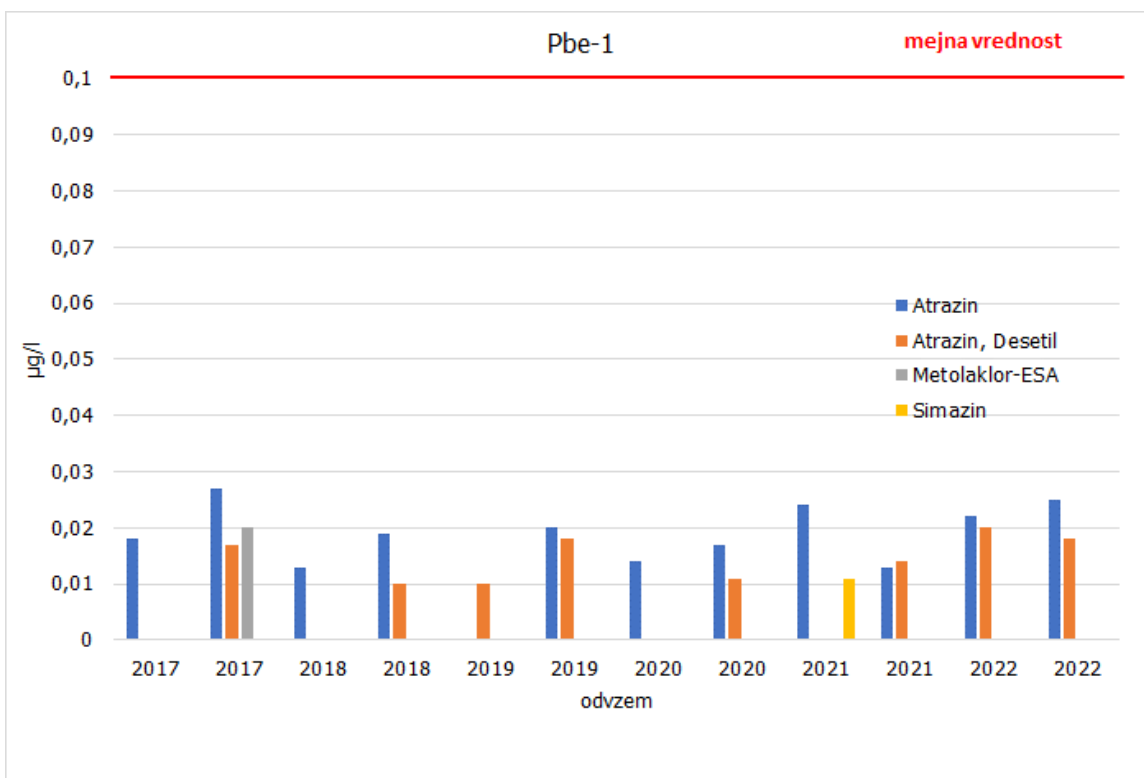
Slika 3-52: Izmerjene koncentracije PFOA in PFOS na odvzemnem mestu PTa-1 v letih 2019-2022

Gre za snovi, ki imajo v industriji zelo široko uporabo, posledično jih najdemo tudi v okolju. Zaradi specifičnih lastnosti se uporabljajo kot premaz za kovinske izdelke (npr. teflon), uporablja se za izboljšanje lastnosti tekstila, kot premaz za papir, embalažo, preproge itd. Perfluorirane in polifluorirane spojine (PFAS) so našli v krvi ljudi in prostoživečih živalih. Zaradi bioakumulacije in možne imunotoksičnosti se v tujini te spojine v vzorcih okolja spremljajo že več let. Evropska komisija je za pitno vodo predlagala mejno vrednost 0,1 µg/L. Perfluorirane in polifluorirane spojine (PFAS) spadajo med obstojna organska onesnaževala (POPs) in so uvrščena na prednosti seznam snovi, ki jih je potrebno spremljati v okolju.

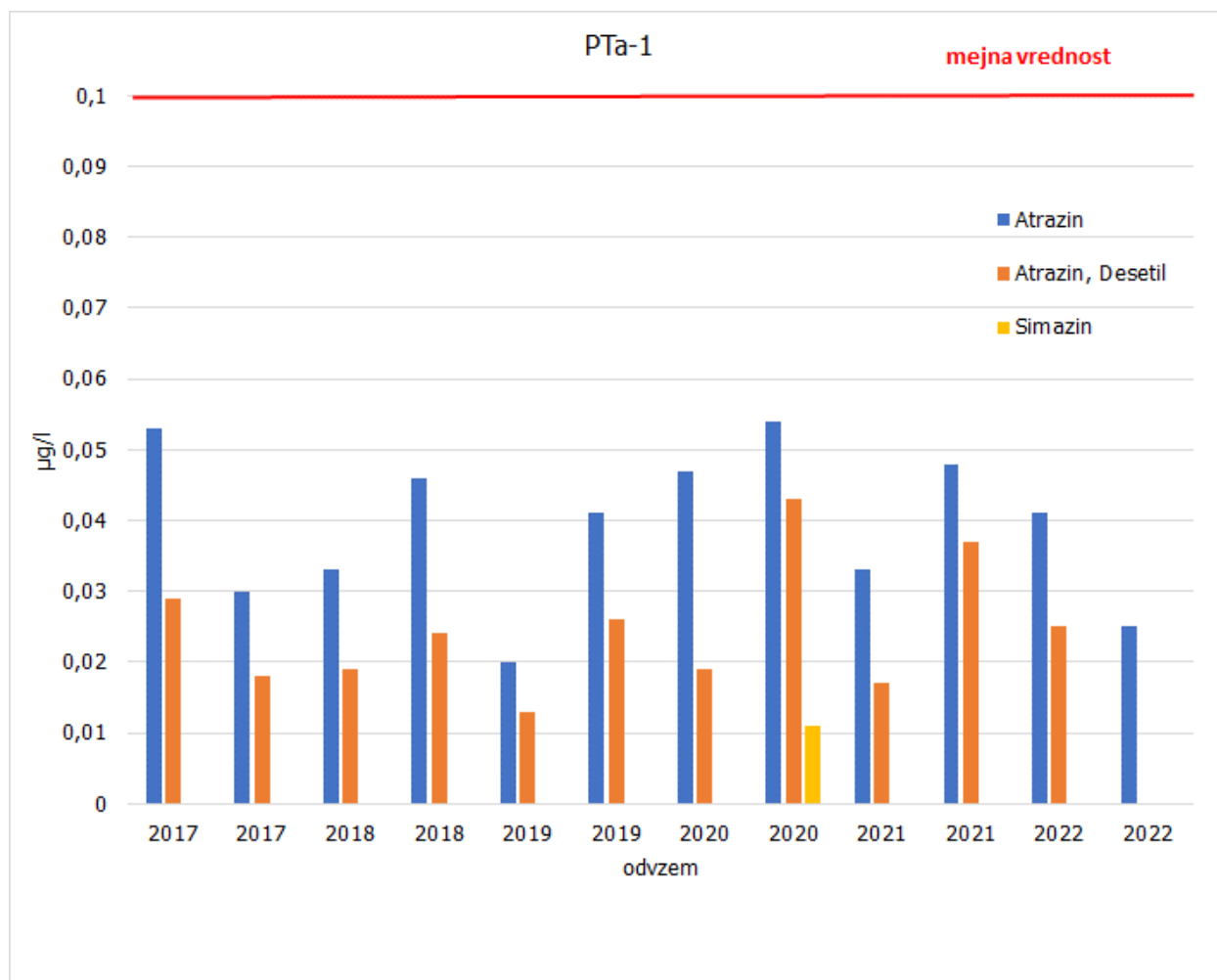
Na območju Betnave je bila v letu 2022 v večini analiziranih vzorcih ugotovljena prisotnost atrazina in njegovega razgradnega produkta desetil-atrazina. Na slikah 3-56, 3-57 in 3-58 so prikazana nihanja vsebnosti ugotovljenih pesticidov v letih 2017-2022 na piezometrih OP-7, Pbe-1 ter PTa-1.



Slika 3-53: Vsebnost pesticidov atrazina in desetil-atrazina (µg/l) v podzemni vodi na merilnem mestu OP-7 v letih 2017-2022



Slika 3-54: Vsebnost pesticidov (µg/l) v podzemni vodi na merilnem mestu Pbe-1 v letih 2017-2022

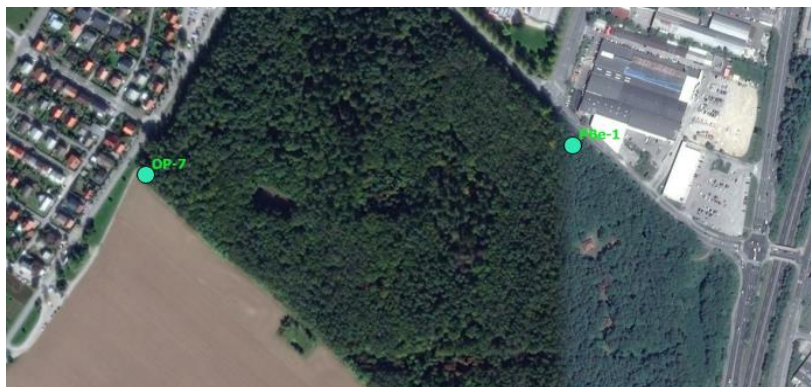


Slika 3-55: Vsebnost pesticidov atrazina, desetil-atrazina in simazina (µg/l) v podzemni vodi na merilnem mestu PTa-1 v letih 2017-2022

Na odvzemnem mestu Pbe-1 so bile v drugi seriji vzorčenja izmerjene nekoliko višje vsebnosti atrazina kot v prvi seriji. Vse izmerjene vrednosti so skladne z zahtevami Pravilnika o pitni vodi, ki za mejno vrednost postavlja mejo 0,1 µg/l.

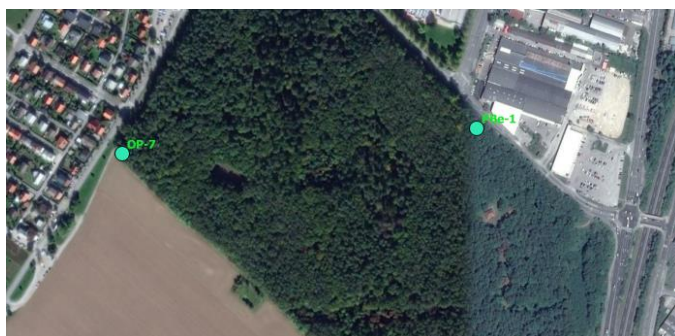
V letu 2022 smo na območju Betnave na odvzemnih mestih ugotovili prisotnost farmacevtskih spojin - sulfametoksazola, ki se uporablja kot antibiotik za zdravljenje okužb sečil, dihal in prebavil in karbamazepina, ki se uporablja kot antiepileptik.

Lokacija merilnega mesta je razvidna iz slike 3-56.



Slika 3-56: Slika merilnega mesta OP-7

Lokacija merilnega mesta PBe-1 je razvidna iz slike 3-57.



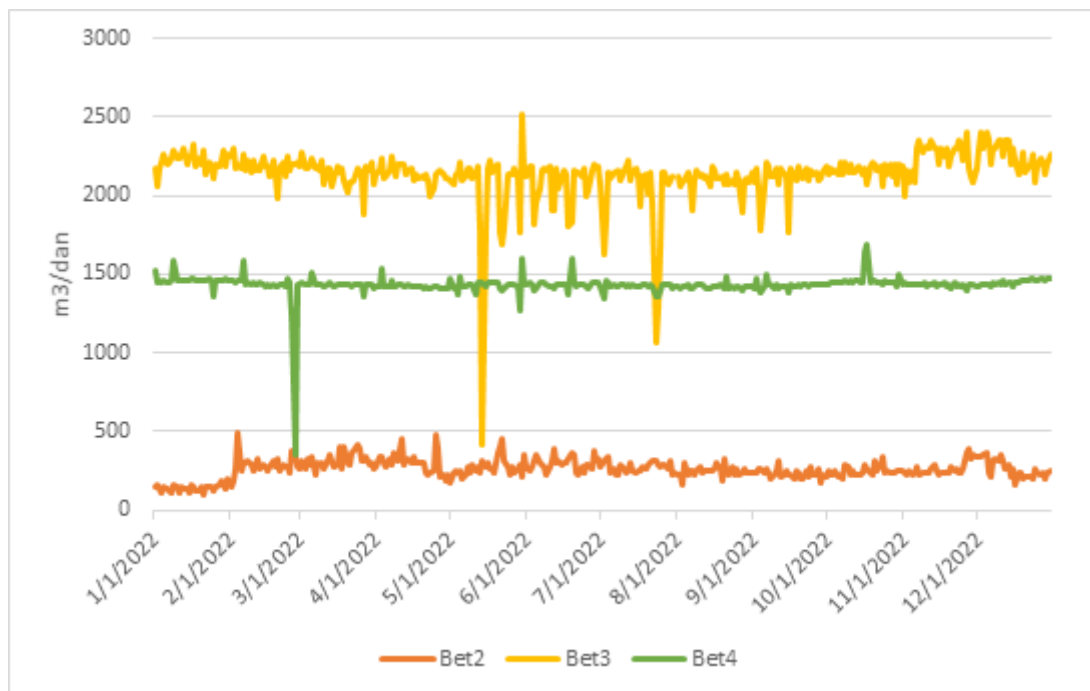
Slika 3-57: Slika merilnega mesta PBe-1

Lokacija merilnih mest Pta-1 in Pbe-6 je razvidna iz slike 3-58.

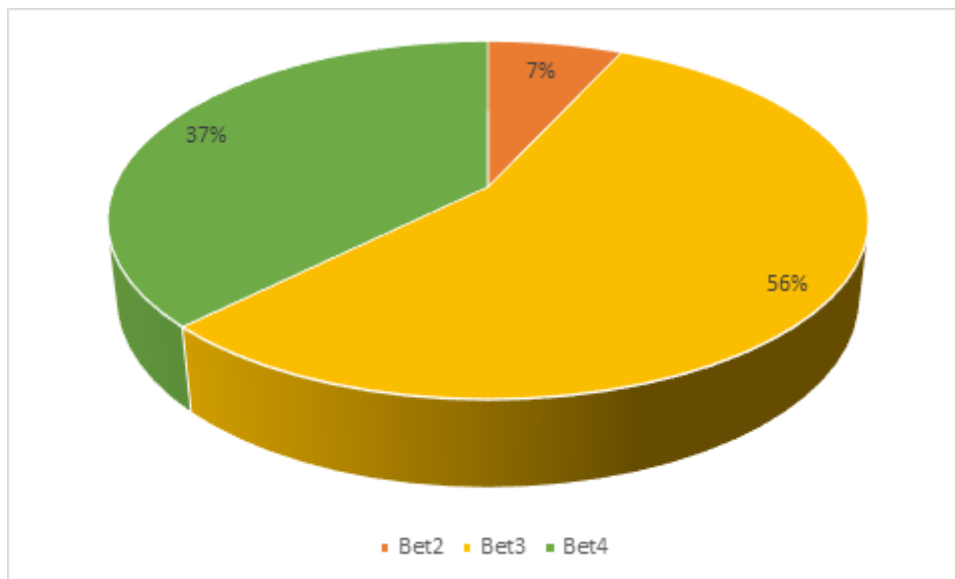


Slika 3-58: Slika merilnih mest Pta-1 in PBe-6

Na slikah 3-59, 3-60 so prikazani podatki črpanih količin podzemne vode za oskrbo s pitno vodo za leto 2022 na območju Betnave (Vir: Mariborski vodovod).



Slika 3-59: Grafični prikaz črpanih količin podzemne vode na območju črpališča Betnava v letu 2022



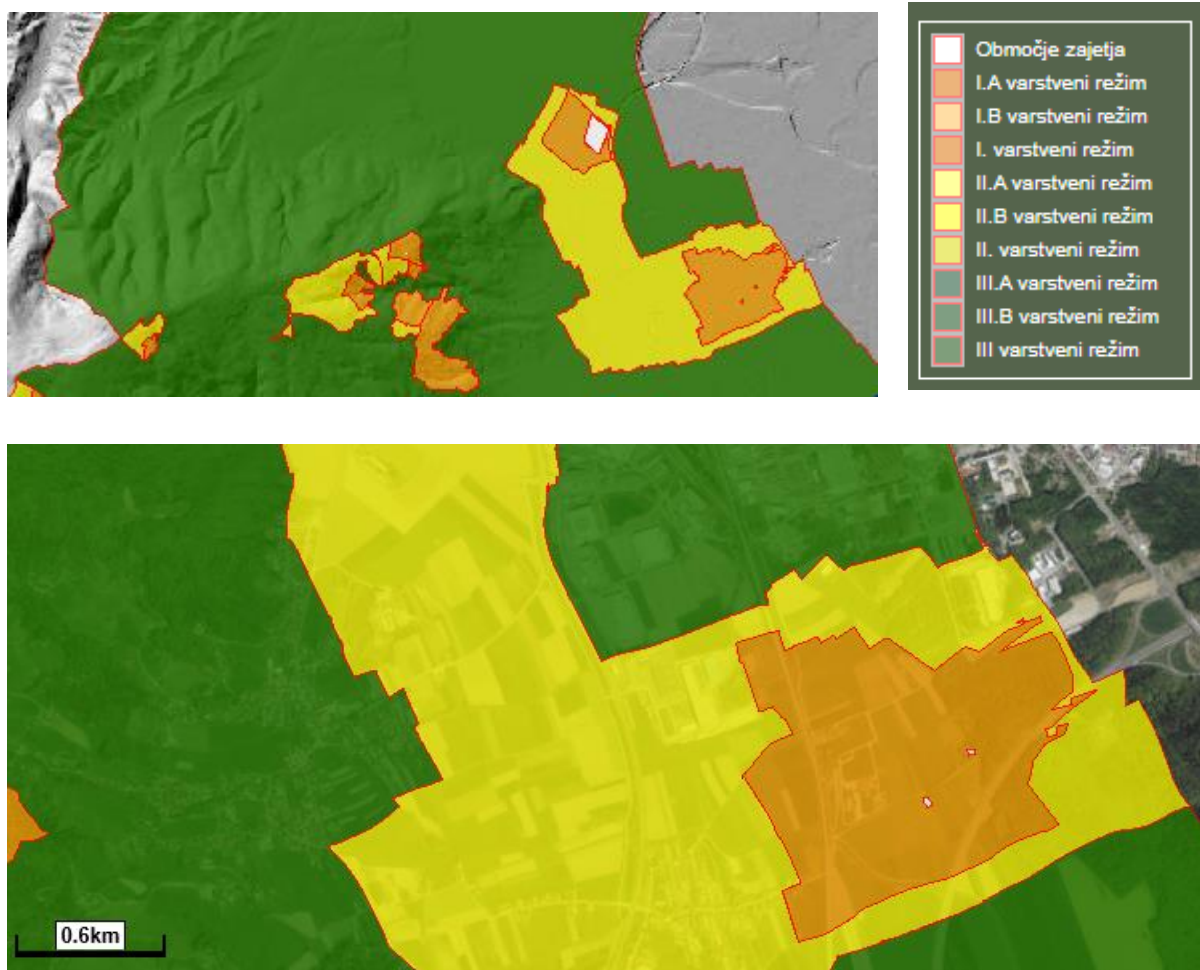
Slika 3-60: Grafični prikaz deleža črpanih količin iz posameznega vodnjaka v letu 2022 na območju črpališča Betnava

3.5 BOHOVA IN DOBROVCE

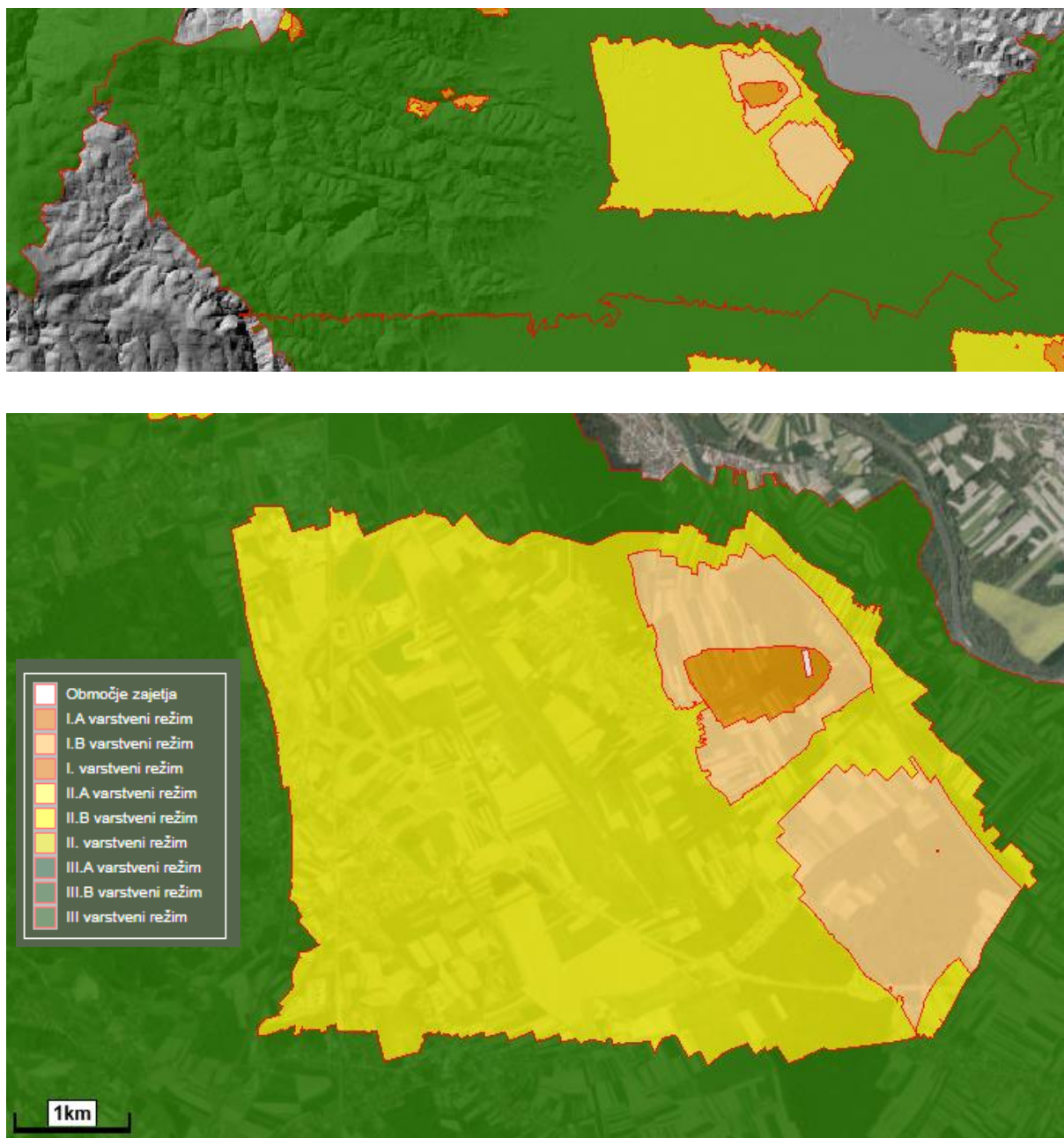
3.5.1 OBSEG VODONOSNIKA IN NJEGOVO IZKORIŠČANJE

Vodonosnik Dravskega polja se v glavnem napaja iz padavinskih voda, ki padejo na samem Dravskem polju ter na območju Pohorja, od koder se potem stekajo vode v podnožje Pohorja in ponikujejo v podzemno vodo oz. odtekajo s pohorskimi potoki, ki potem na samem območju Dravskega polja prav tako v veliki meri poniknejo. Na severnem delu Dravskega polja so tri črpališča Mariborskega vodovoda:

- črpališče Betnava, s tremi vodnjaki (obdelano v poglavju 3.4)
- črpališče Bohova z dvema vodnjakoma
- ter črpališče Dobrovci z dvema vodnjakoma (vsebina tega poglavja)



Slika 3-61: Črpališče Bohova s prispevnim območjem (vir: ARSO, Atlas okolja)



Slika 3-62: Črpališče Dobrovce in vodni vir Dravski dvor s prispevnim območjem (vir: ARSO, Atlas okolja)

Območje severnega dela Dravskega polja, ki generalno spada v 1, hidrogeološko enoto (celotno polje je razdeljeno v 3 hidrogeološke enote), ki jo lahko glede na napajalna zaledja razdelimo še na bolj lokalne enote, za katere domnevamo, da so med seboj vsaj lokalno ločene s podzemnimi razvodnicami:

- Najzahodnejša lokalna enota obsega Limbuško dobrovo, ki se v pretežni meri napaja iz reke Drave gorvodno od HE Mariborski otok, deloma se podzemna voda obnavlja še s padavinami iz zaledja v smeri Limbuša in Peker ter z infiltracijo Blažovnice ter Pekrskega potoka. Ta del vodonosnika se delno prazni z napajanjem Drave pod pregrado, v globljih delih prodnega nanosa se tok podzemne vode nadaljuje v smeri vodnjakov na Mariborskem otoku oziroma Vrbanskem platoju. Glavni tok vode na območju dobrove sledi stari strugi Drave, smer zalednih vod je od juga proti severu - ta del je del sistema vodonosnika Vrbanskega platoja.

- Proti vzhodu sledi druga lokalna enota z napajalnim zaledjem Pekrske gorce in pretežnega dela Zgornjega Radvanja, vendar predvidevamo, da je glavni vir vode infiltracija Pekrskega potoka. Smer toka podzemne vode je od jugozahoda proti severovzhodu, del vode izteka v izvirih ob reki Dravi, med katerimi je danes ohranjen (viden) le še Jožefov studenec, del podzemne vode odteče proti Dravi vzhodno od Studenške brvi in celo na območje Pobrežja, kjer izteka v strugo Drave pod pregrado v Melju. Neugotovljeni del med starim in Titovim mostom se v odvisnosti od hidroloških razmer delno drenira tudi pod Dravo na levo stran in v sistem vodonosnika Vrbanskega platoja.

- Tretja lokalna enota se v daleč največji meri napaja z infiltracijo Radvanjskega potoka, del zaledne vode še priteka pripovršinsko z območja Pohorja. Ta del vodonosnika se prazni z izkoriščanjem v črpališču Betnava, ob višjih vodostajih napaja še Stražunski potok. Proti Dravi izteka zanemarljiv del vode te enote.

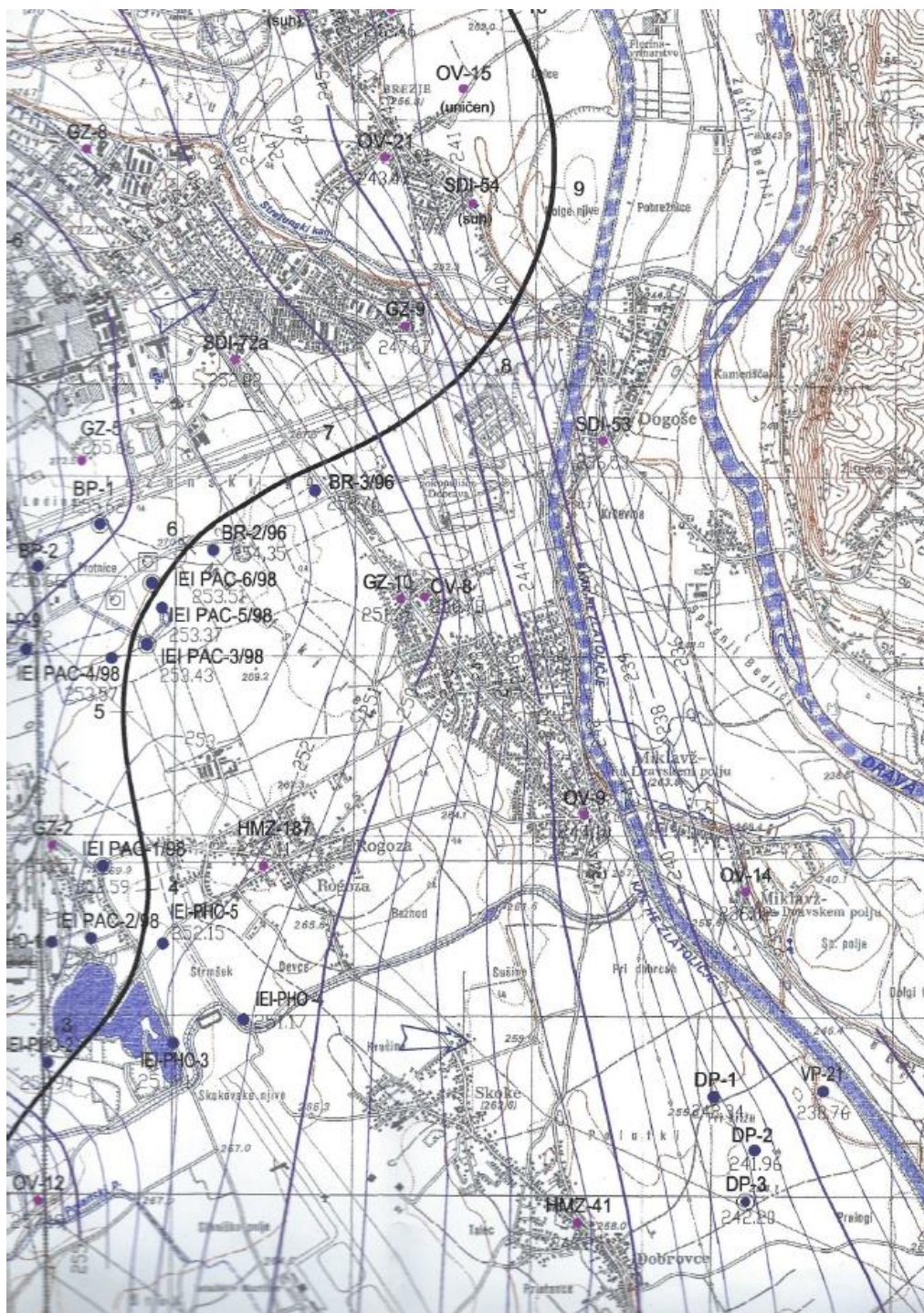
- Naslednja lokalna enota predstavlja osrednji del tega severnega dela Dravskega polja. Napaja se s podzemnimi in pripovršinskimi dotoki z vzhodnega obrobja Pohorja ter predvsem z infiltracijo voda Hočkega in Razvanjskega potoka. Tok podzemne vode generalno sledi smeri zahod-vzhod in se izteče v reko Dravo, del vode se izkorišča v črpališču Bohova.

Nato sledi 2, generalna hidrogeološka enota Dravskega polja. Ta enota predstavlja južni del obravnavanega ozemlja. Napaja se s podzemnimi in pripovršinskimi dotoki z vzhodnega obrobja Pohorja ter predvsem z infiltracijo voda Hočkega in Polanskega potoka. Tok podzemne vode generalno sledi smeri zahod-vzhod in se izteče v reko Dravo, del vode se izkorišča v črpališču Dobrovci.

Reka Drava je v kvartarju v več ciklih izoblikovala današnje vodonosne strukture, cikli so zajemali obdobje intenzivne erozije in obdobje nasipavanja. Tako je nastala vrsta teras, od katerih sta na površju vidni predvsem dve z izrazitim prehodom v reliefu. Nastanek teras ima več konceptualnih modelov in od modela je odvisno, ali je meja med terasami na površju izrazita. S hidrogeološkega stališča pa je še pomembnejše, kako se ta meja izraža v obliki predkvartarne podlage. Ta ima ključen pomen pri pretakanju podzemne vode, saj lahko predstavlja skrite notranje robne pogoje za tok podzemne vode. Če le-teh ne poznamo, se zlahka zgodi, da z interpolacijo gladin na podlagi malega števila podatkov popačimo dejansko hidrodinamsko sliko vodonosnika.

Za razliko od osrednjega dela Dravskega polja, ima severni del Dravskega polja izrazito razgiban relief predkvartarne podlage. Za takšna območja je za zanesljivo interpretacijo dinamike podzemne vode potrebna gostejša mreža hidrogeoloških podatkov. Geometrijsko kompleksen vodonosni sistem je mogoče korektno interpretirati zgolj z uporabo numeričnega

hidrogeološkega modeliranja. Trenutno dani podatki predstavljajo sedanje vedenje in se lahko ob dodatnih informacijah seveda spremenijo.



Slika 3-63: Ocenjen tok podzemne vode na območju črpališča Bohova in Dobrovce (vir: GeoZS)

3.5.2 HIDROLOŠKE MERITVE PODZEMNE VODE

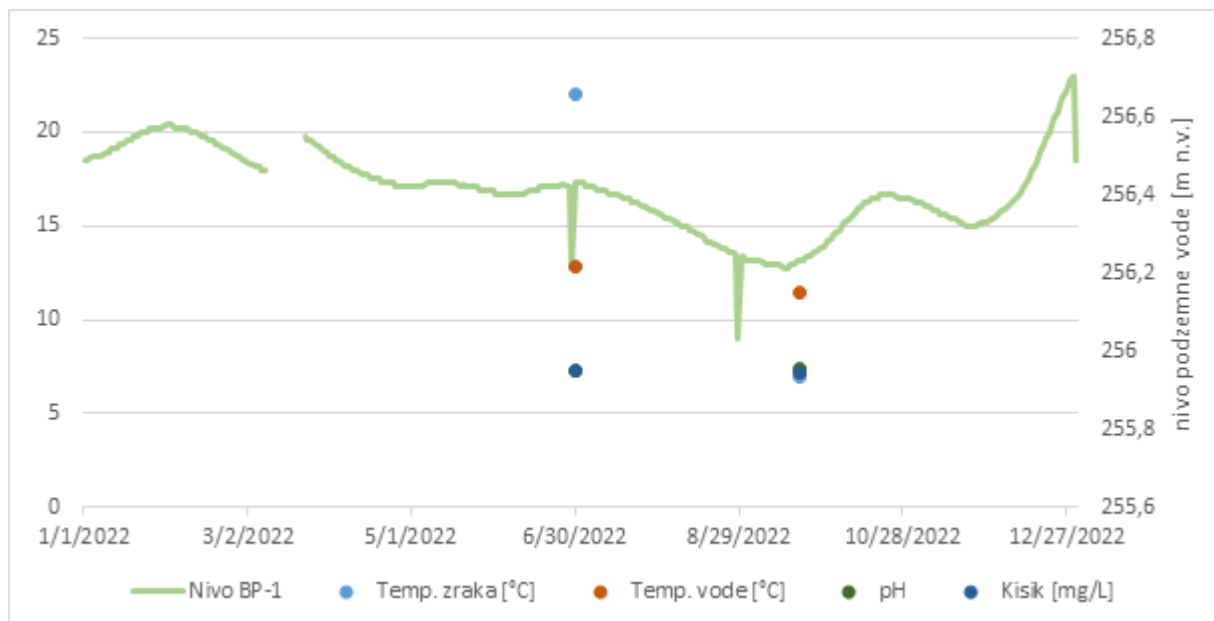
Tekom celotnega leta 2022 so se na območju Bohove in Dobrovc izvajale kontinuirne meritve gladin podzemne vode na več merilnih mestih. Rezultati teh meritev so grafično in tabelarno prikazani v prilogah. Nadalje pa smo v tem poglavju podrobneje, za celotno leto ter po posameznih mesecih v letu 2022 predstavili meritve gladin podzemne vode obravnavanih območjih. Podana pa je tudi primerjava s preteklimi leti ter trend naraščanja oziroma padanja gladin podzemne vode v prilogah.

PRIKAZ HIDROLOŠKEGA STANJA NA ODVZEMNIH MESTIH VZORCEV ZA ANALIZO KAKOVOSTI PODZEMNE VODE

Na nekaterih merilnih mestih odvzema vzorcev za analize kakovosti avtomatske meritve gladin podzemne vode ne potekajo, zato smo v teh primerih vzeli podatke o gladinah podzemne vode iz najbližje ležečega merilnega mesta, kjer avtomatske meritve potekajo.



Slika 3-64: Merilno mesto BP1



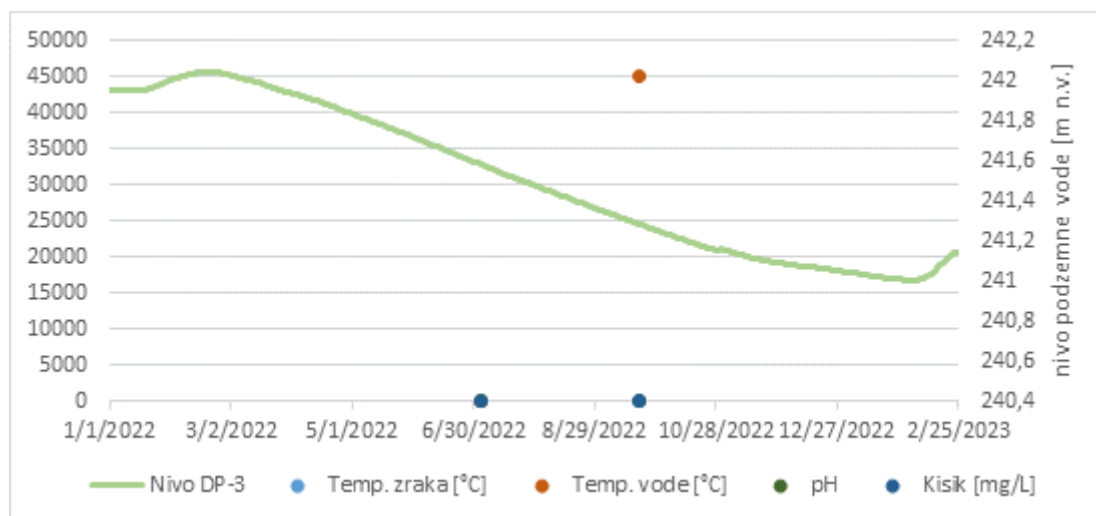
Slika 3-65: Grafični prikaz avtomatskih meritev nivojev podzemne vode na merilnem mestu BP1 ter osnovnih parametrov podzemne vode (temperatura vode, temperatura zraka, pH, kisik)



Slika 3-66: Merilni mesti DP3 in IEI PH03



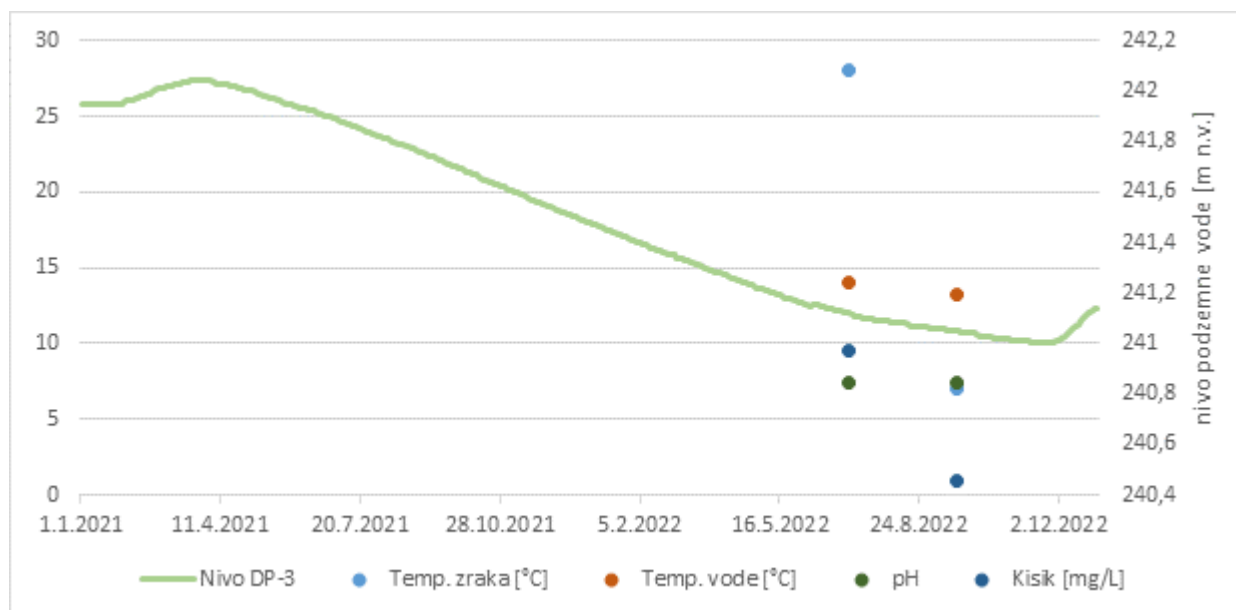
Slika 3-67: merilno mesto DP3



Slika 3-68: Grafični prikaz avtomatskih meritev nivojev podzemne vode na merilnem mestu DP3 ter osnovnih parametrov podzemne vode (temperatura vode, temperatura zraka, pH, kisik)



Slika 3-69: Merilno mesto VP-22



Slika 3-70: Grafični prikaz avtomatskih meritev nivojev podzemne vode na merilnem mestu DP3 ter osnovnih parametrov podzemne vode na merilnem mestu VP-22 (temperatura vode, temperatura zraka, pH, kisik)

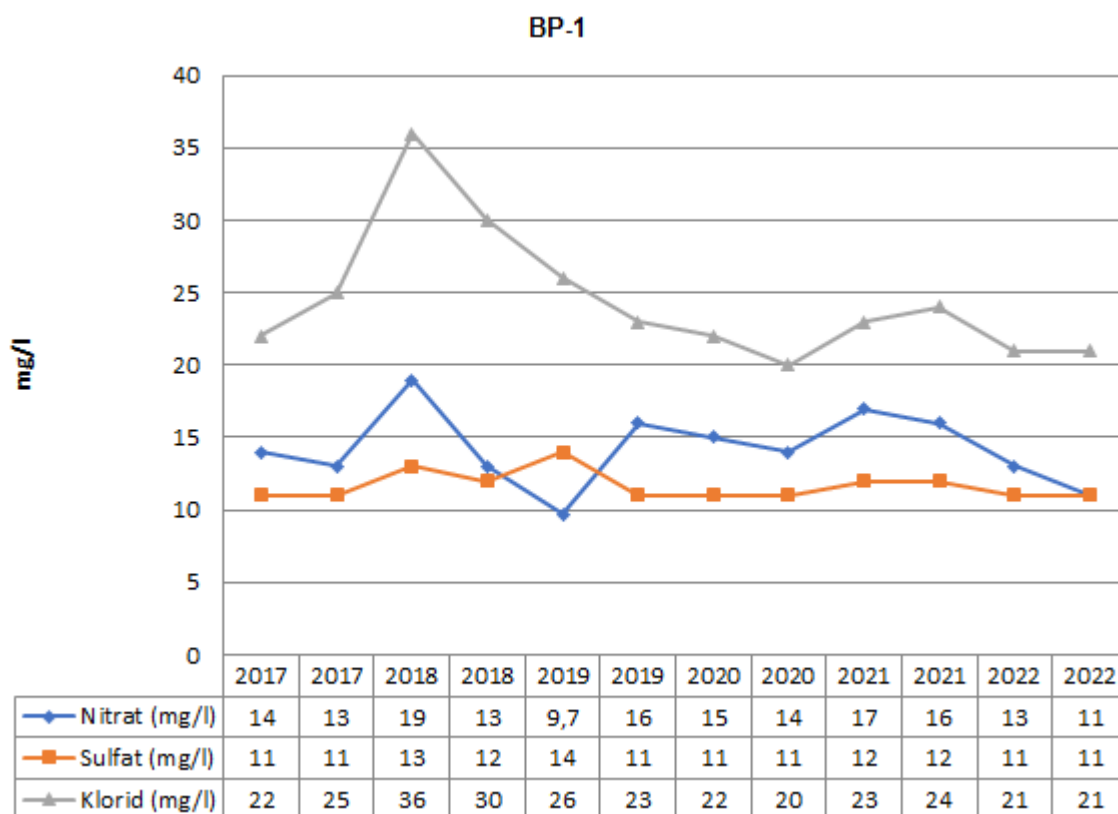
MONITORING KAKOVOSTI VODONOSNIKA

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 merilnem mestu BP-1. Stanje podzemne vode v obdobju 2017-2022 ocenjujemo kot »dobro«. Obremenjenost s pesticidi je nizka.

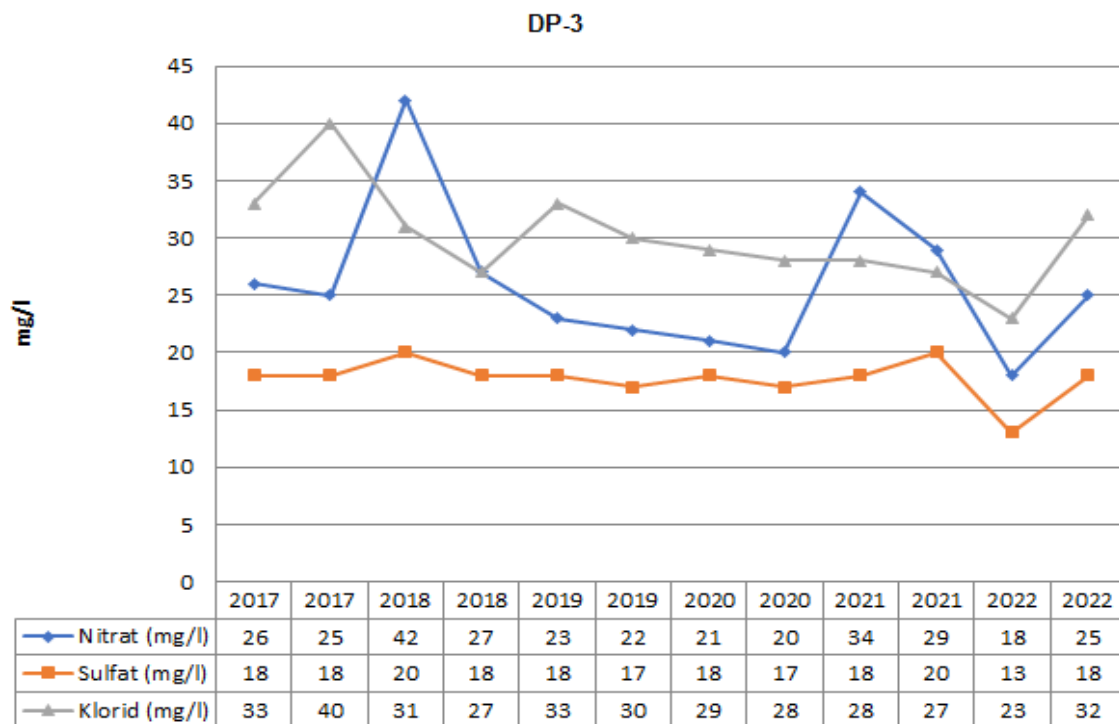
V Dobrovcih se nahaja vodni vir, ki s pitno vodo oskrbuje Mestno občino Maribor, Miklavž na Dravskem polju, Hoče – Slivnica in Duplek.

Kakovost podzemne vode se je v okviru imisijskega monitoringa v letu 2022 spremljala tudi na opazovalnih vrtinah BP1, DP-3, IEI-PH03 in VP-22. Stanje podzemne vode v obdobju 2017-2022 ocenjujemo kot »dobro«.

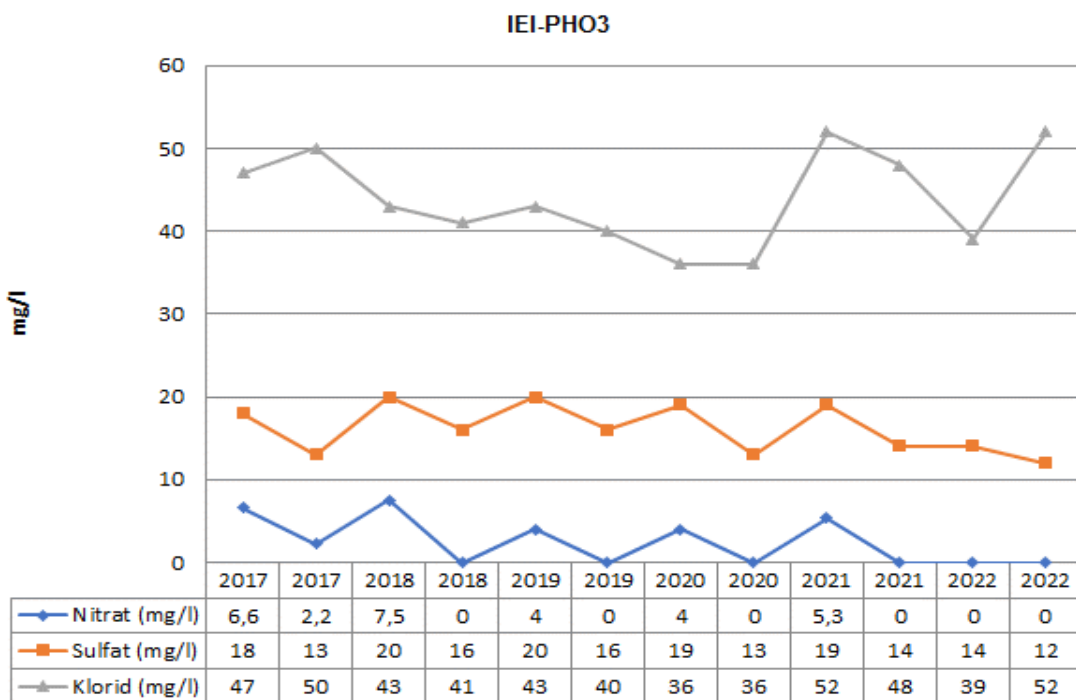
Na tem območju je največ obdelovanih površin, kar precej vpliva na podzemno vodo tudi glede vsebnosti nitrata. Vsebnosti nitrata so na območju Bohove in Dobrovci so bile v preteklosti najvišje, v zadnjih letih je opazen trend upadanja. Vsebnosti nitrata, klorida in sulfata na odzemnih mestih območja Bohova in Dobrovci so razvidne iz slik 3-71, 3-72, 3-73 in 3-74, nihanje pa ni tako izrazito, kot je na merilnih mestih v mestu.



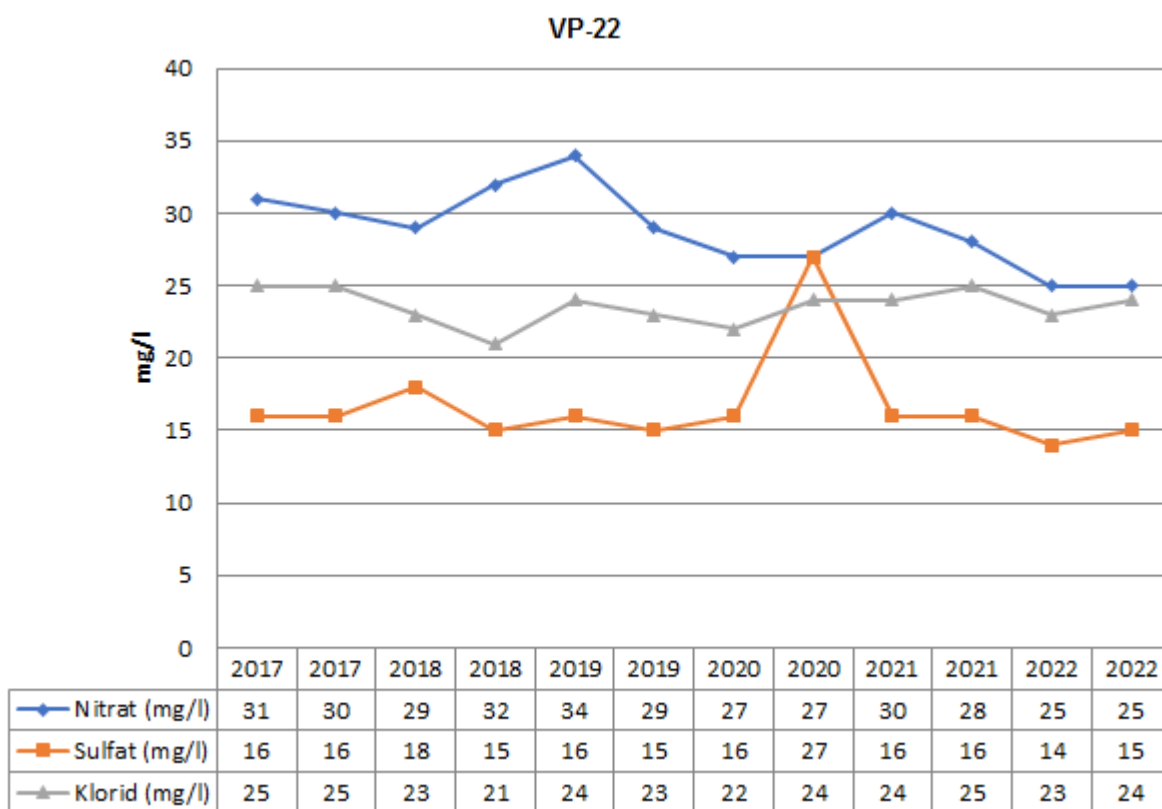
Slika 3-71: Vsebnost nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v podzemni vodi na opazovalni vrtini BP-1 v letih 2017-2022



Slika 3-72: Vsebnost nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v podzemni vodi na opazovalni vrtini DP-3 v letih 2017-2022



Slika 3-73: Vsebnost nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v podzemni vodi na opazovalni vrtini IEI-PHO3 v letih 2017-2022



Slika 3-74: Vsebnost nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v podzemni vodi na opazovalni vrtini VP-22 v letih 2017-2022

Vsebnosti nitrata se gibljejo v okvirih večletnega povprečja.

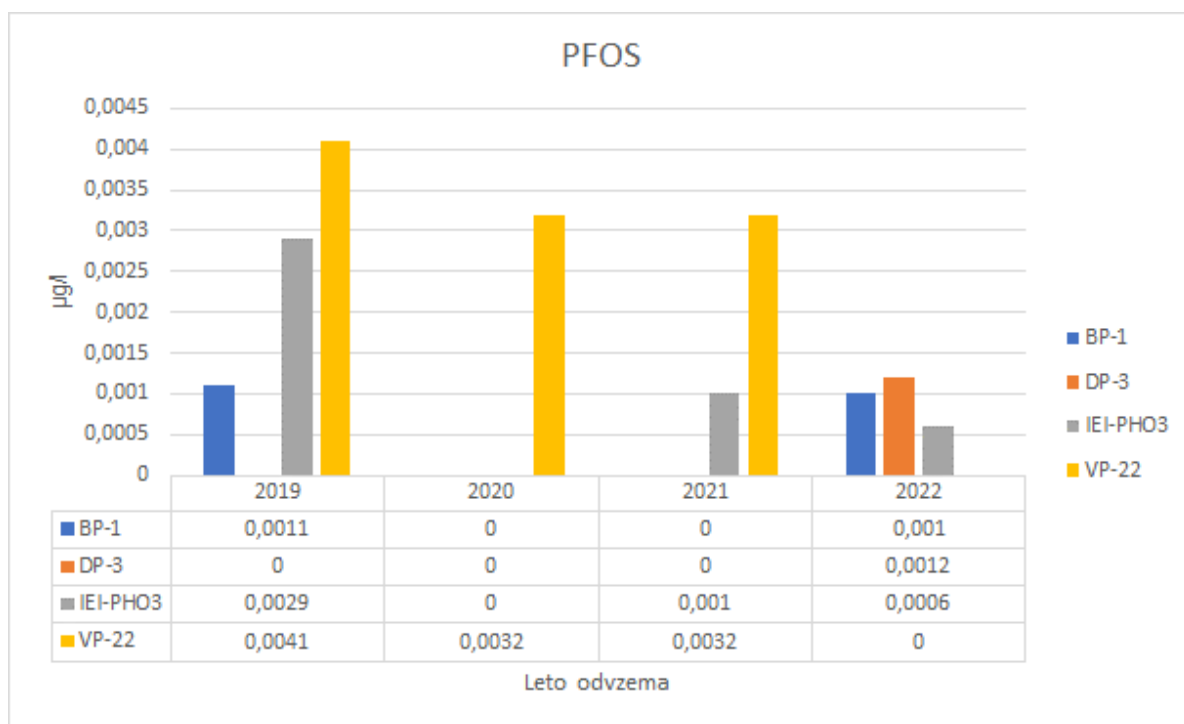
Klorid je v podzemni vodi naravno prisoten, višje koncentracije pa so lahko posledica človekove dejavnosti (vpliv odpadnih voda, soljenje cest itd.).

V letu 2022 smo v vzorcih vod odvzetih na območju Bohove in Dobrovc ugotovili prisotnost naslednjih aktivnih snovi: atrazina, njegovega metabolita desetil-atrazina ter terbutilazina. Atrazin je herbicid iz skupine triazinov. Atrazin se uporablja za preprečevanje pred in po pojavi širokolistnih plevelov v pridelkih, kot so korenje in sladkorni trs ter na travnih površinah, kot so igrišča za golf in stanovanjske trate. Je eden izmed najbolj razširjenih herbicidov v ameriškem in avstralskem kmetijstvu. V Evropski uniji je bila uvedena prepoved uporabe oktobra 2003. Vsebnost aktivnih snovi na posameznih opazovalnih vrtinah je razvidna iz slik 3-77, 3-78, 3-79 in 3-80.

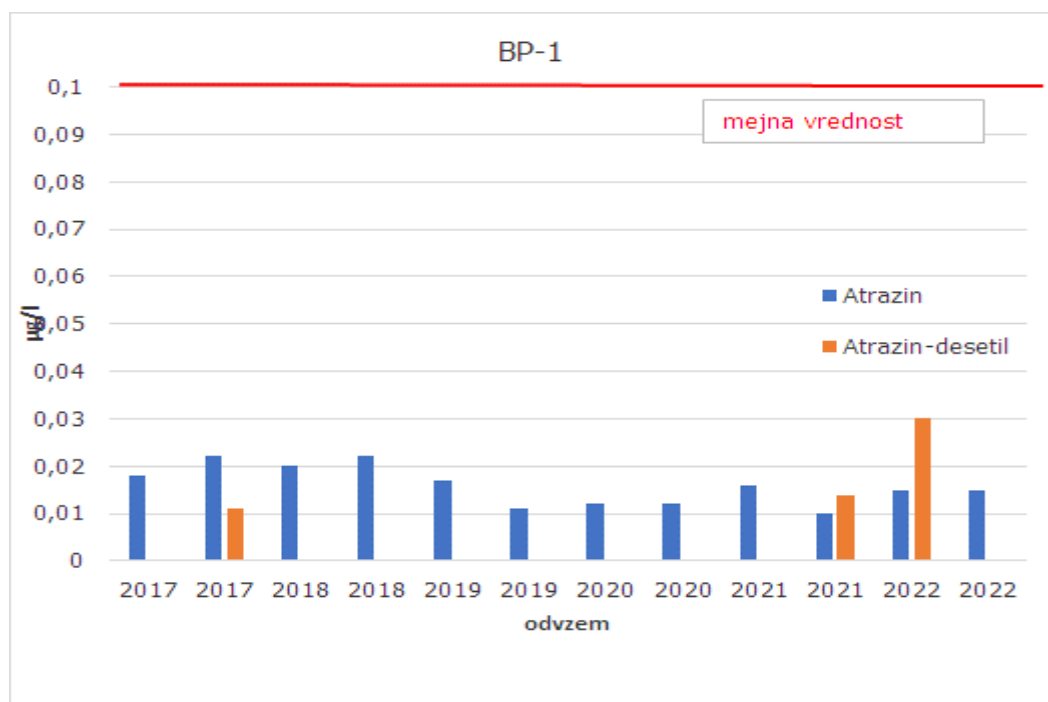
Posebna pozornost se zadnjem času daje organskim onesnaževalom in farmacevtskim spojinam. V letu 2022 smo le na odvzemnem mestu DP3 ugotovili prisotnost farmacevtskega sredstva karbamazepina, ki se uporablja kot antiepileptik (0,004µg/l). Med organska onesnaževala spadata tudi PFOS in PFOA. Njuno prisotnost na posameznih odvzemnih mestih v letih 2019-2022 prikazujeta sliki 3-75 in 3-76.



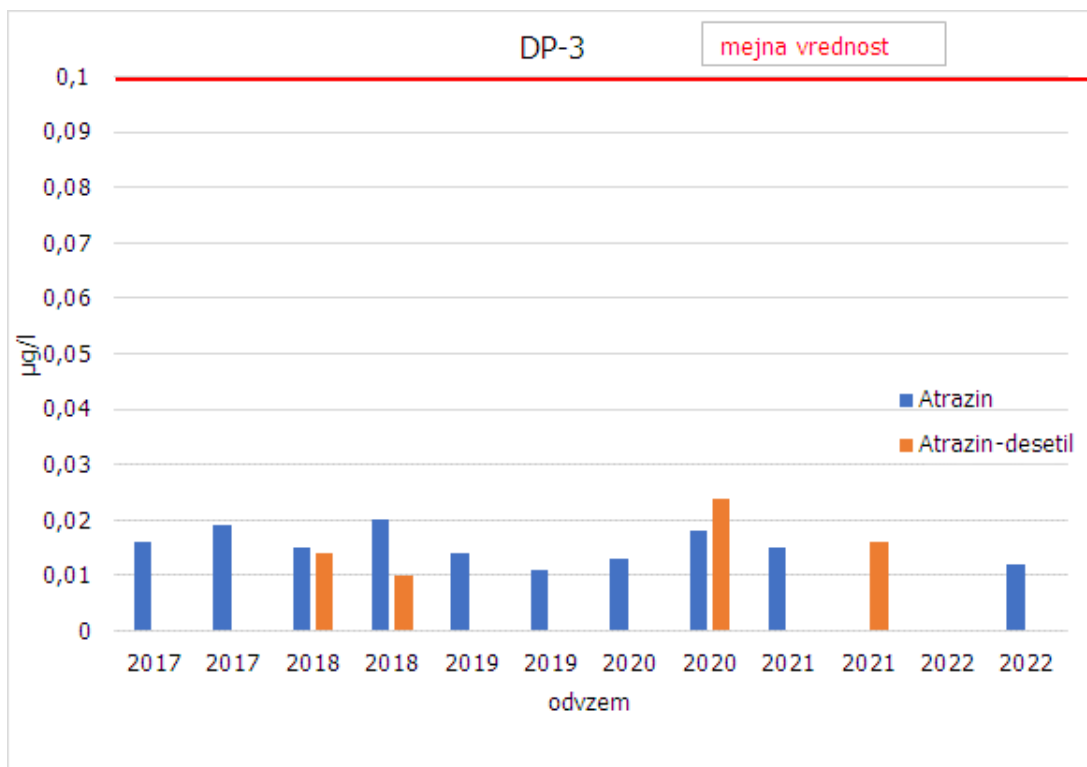
Slika 3-75: Izmerjene koncentracije PFOA na odzemnih mestih BP-1, DP-3, IEI-PHO3 ter VP-22 v letih 2019-2022



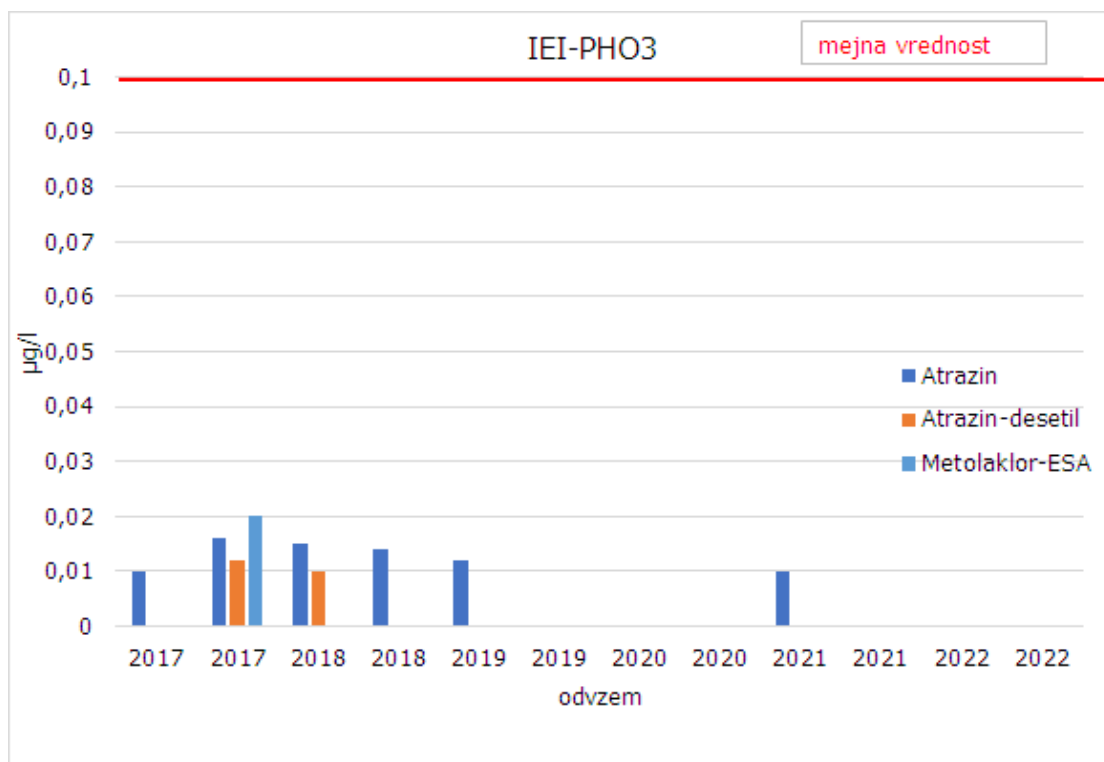
Slika 3-76: Izmerjene koncentracije PFOS na odzemnih mestih BP-1, DP-3, IEI-PHO3 ter VP-22 v letih 2019-2022



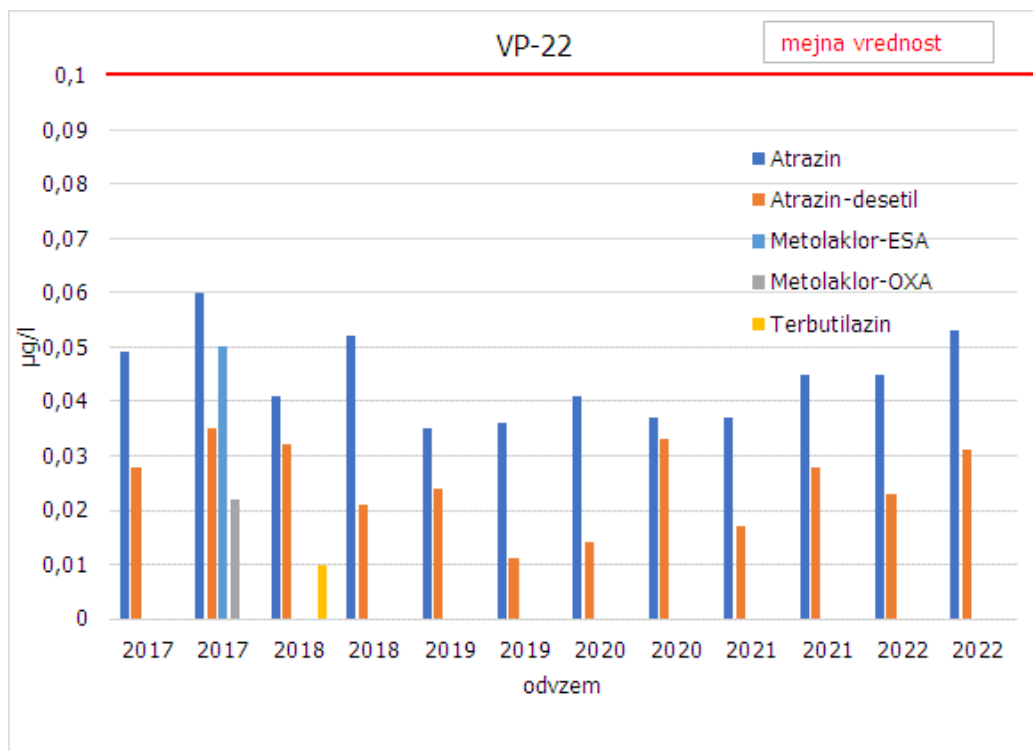
Slika 3-77: Vsebnost atrazina in atrazin-desetila (µg/l) v podzemni vodi na opazovalni vrtini BP-1 v letih 2017-2022



Slika 3-78: Vsebnosti atrazina in atrazin-desetila (µg/l) v podzemni vodi na opazovalni vrtini DP-3 v letih 2017-2022



Slika 3-79: Vsebnost atrazina, atrazin-desetilain metabolita metolaklor ESA (µg/l) v podzemni vodi na opazovalni vrtini IEI-PHO3 v letih 2017-2022



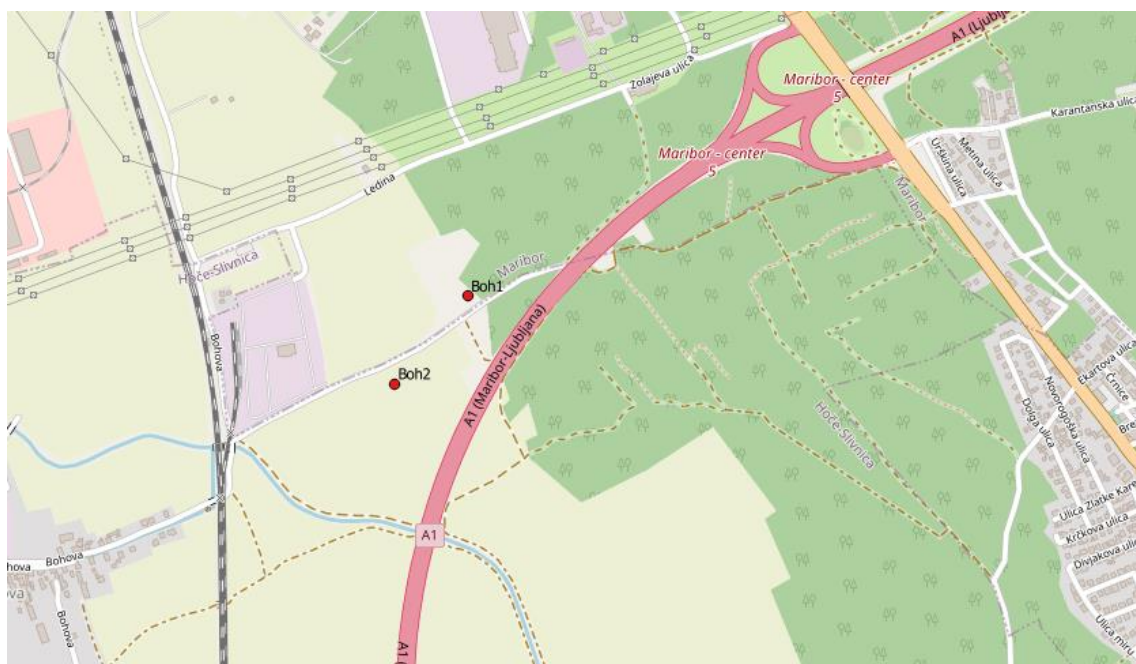
Slika 3-80: Vsebnost atrazina, atrazin-desetila, terbutilazina ter metabolita metolaklor OXA in metaloklor ESA (µg/l) v podzemni vodi na opazovalni vrtini VP-22 v letih 2017-2022

V vzorcih podzemnih vod odvzetih na območju Bohove in Dobrovce ni bila ugotovljena povišana vsebnost težkih kovin, tudi vrednosti lahkihohlapnih halogeniranih ogljikovodikov so znotraj mejnih vrednosti določenih z Uredbo o stanju podzemnih voda (Uradni list RS, št. 25/09, 68/12, 66/16 in 44/22 – ZVO-2).

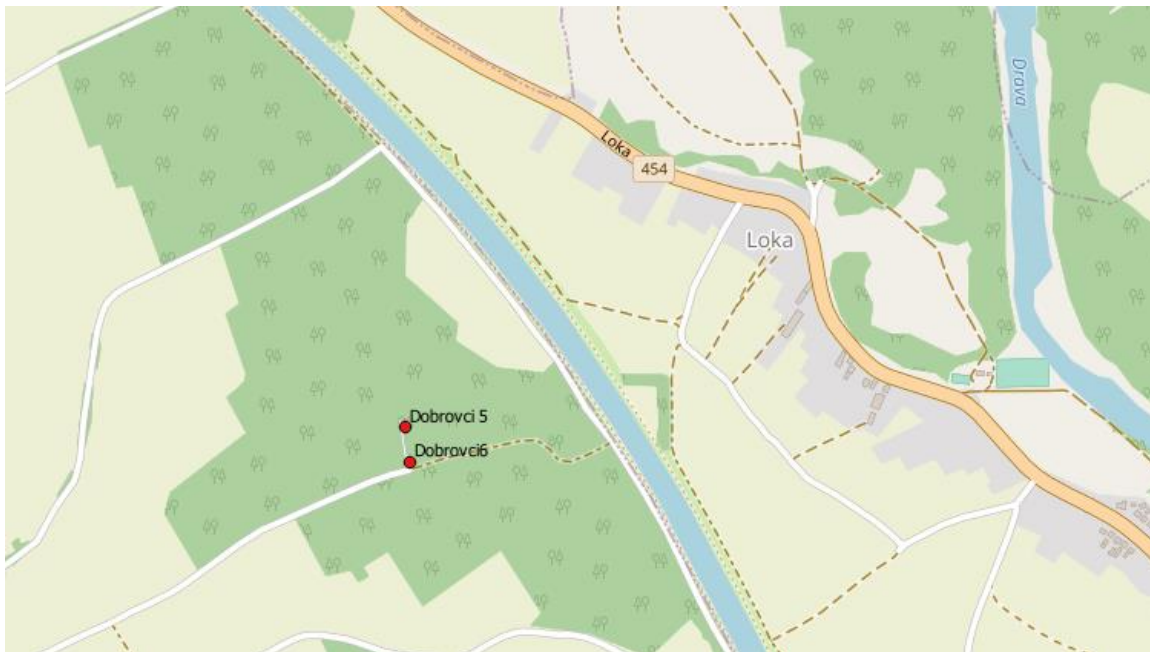
3.6 PRIKAZ ČRPANIH KOLIČIN PODZEMNE VODE NA OBMOČJU ČRPALIŠČ BOHOVA IN DOBROVCE

Črpalisce Bohova se nahaja na področju Dravskega polja med naseljem Bohova in Miklavžem na Dravskem polju. Vir podzemne vode so predvsem vode pohorskih potokov, ki poniknejo na območju Dravskega polja pred črpaliscem ter infiltracija padavin. Zajema dva vodnjaka, ki sta bila zgrajena v letih 1957 in 1965.

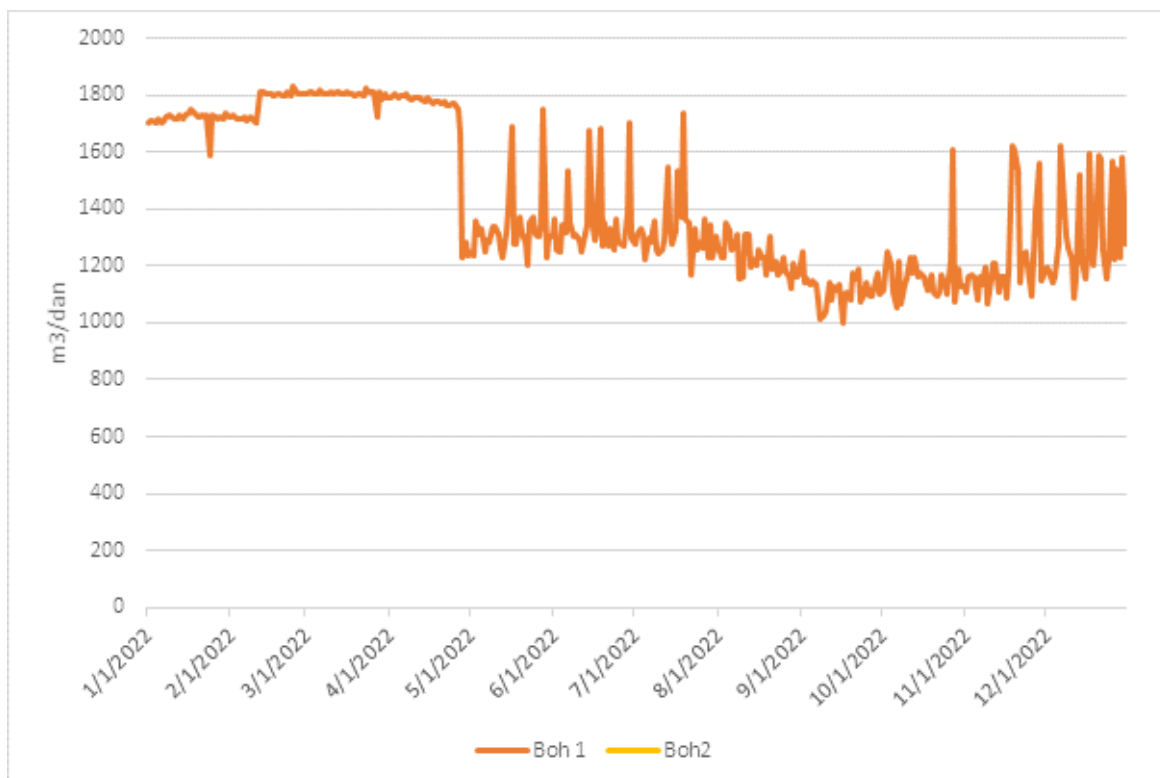
Črpalisce Dobrovce leži južno od mesta Maribora. Podzemna voda se napaja predvsem z vodami pohorskih potokov, ki poniknejo na območju Dravskega polja pred črpaliscem ter infiltracija padavin. Vodnjaka sta bila izgrajena v 80-tih letih prejšnjega stoletja. Na sliki 3-81 je prikazana lokacija vodnjakov v Bohovi, na sliki 3-82 pa lokacija črpalisca Dobrovci. Slika 3-86 prikazuje količine načrpane vode po mesecih v letu 2021. V podzemni vodi vodnjaka Bohova 2 so izmerjene izredno nizke koncentracije kisika. Črpanje vode za oskrbo s pitno vodo se je ustavilo, vodo se v sistem Mariborskega vodovoda črpa iz vodnjaka Bohova 1.



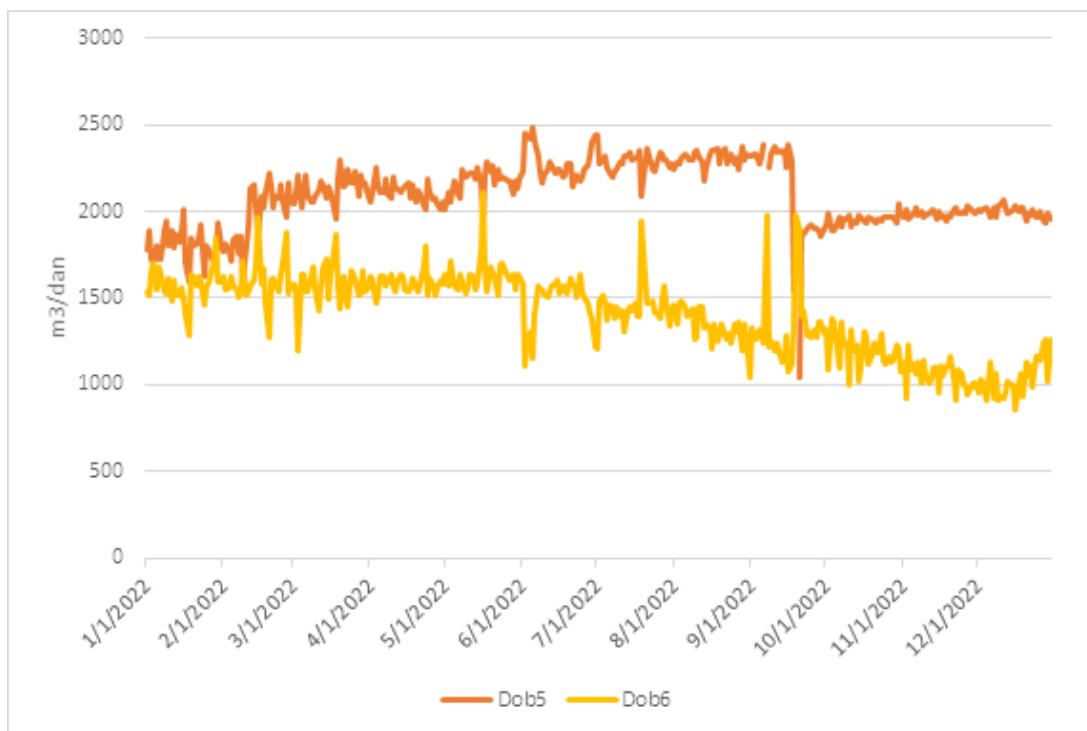
Slika 3-81: Prikaz lokacije vodnjakov na območju črpalisca Bohova (vir podlage: OpenStreetMap)



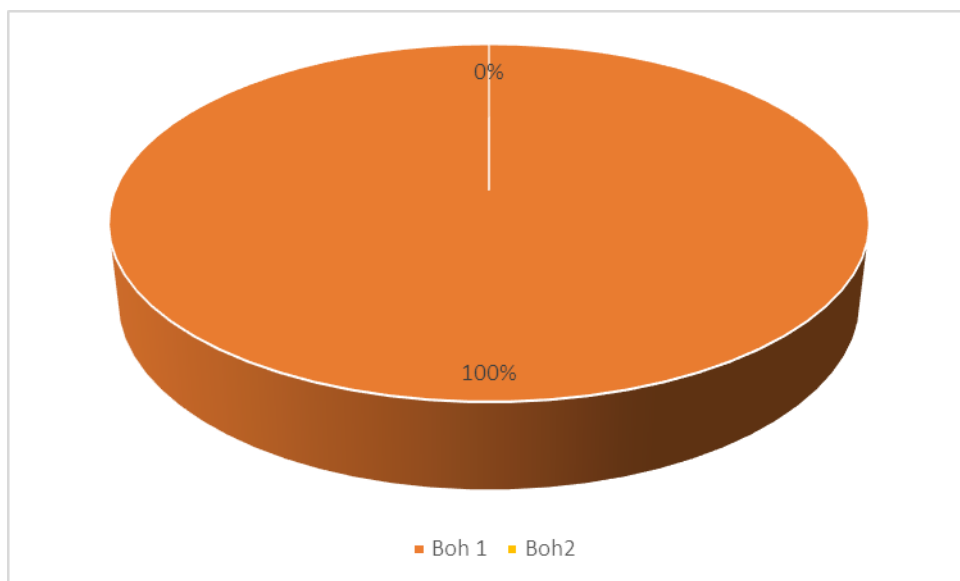
Slika 3-82: Prikaz lokacije vodnjakov na območju črpališča Dobrovci (vir podlage: OpenStreetMap)



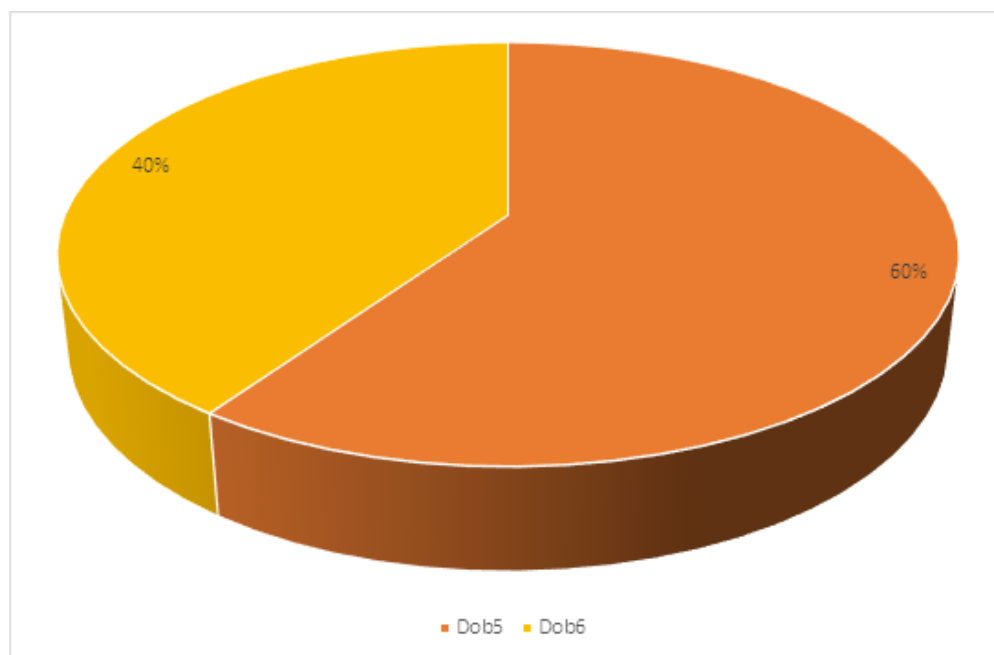
Slika 3-83: Grafični prikaz črpanih količin podzemne vode na območju črpališča Bohova



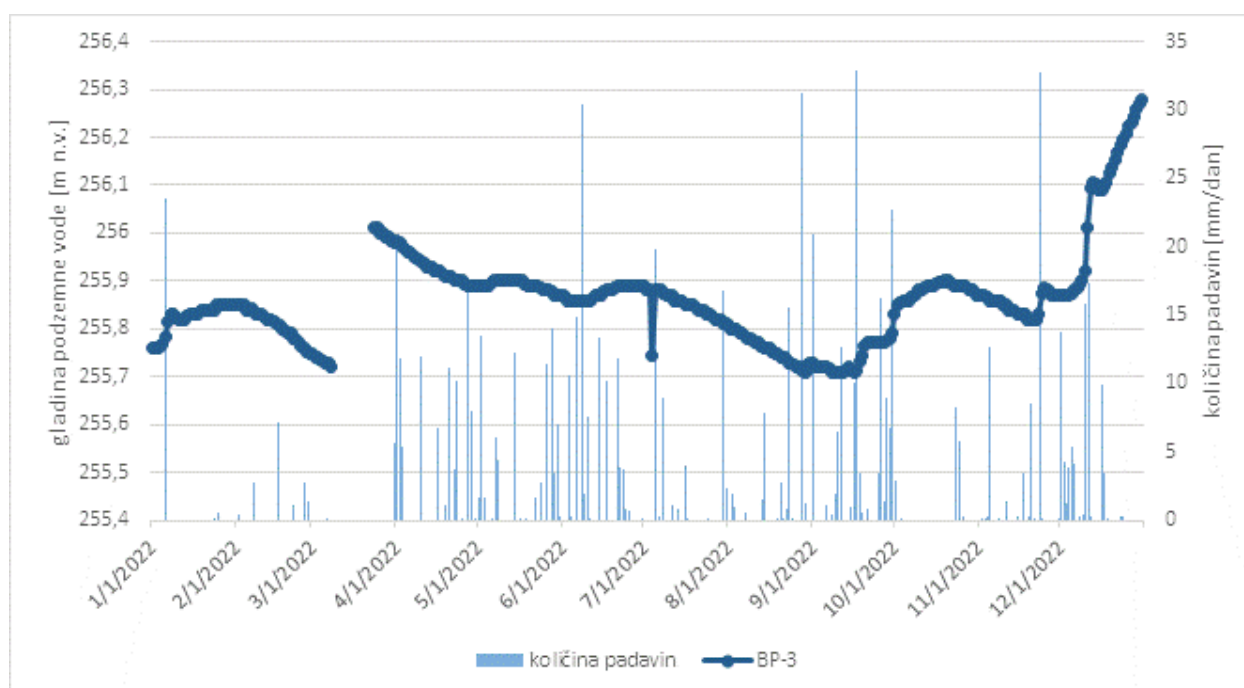
Slika 3-84: Grafični prikaz črpanih količin podzemne vode na območju črpališča Dobrovci



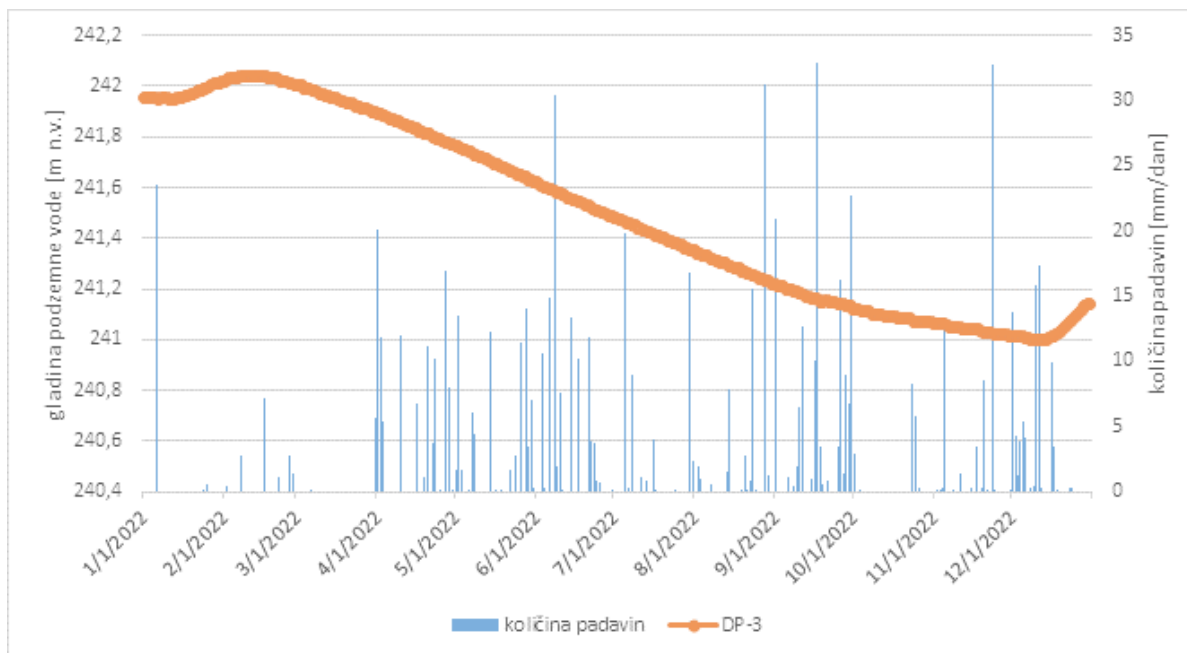
Slika 3-85: Grafični prikaz deleža črpanih količin iz posameznega vodnjaka v letu 2022 na območju črpališča Bohova



Slika 3-86: Grafični prikaz deleža črpanih količin iz posameznega vodnjaka v letu 2022 na območju črpališča Dobrovci



Slika 3-87: Grafični prikaz avtomatskih meritev gladin podzemne vode na merilnem mestu BP-3 (Bohova) ter količine padavin izmerjenih na meteorološki postaji letališče Vrbanjski plato v letu 2022

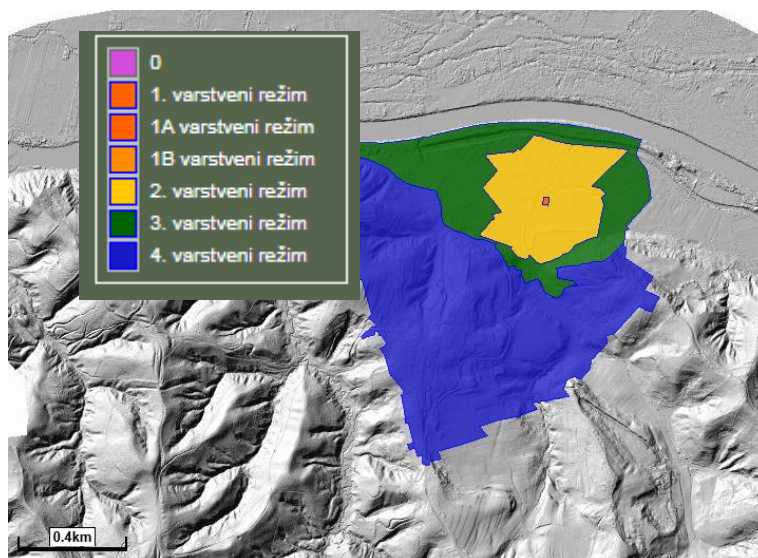


Slika 3-88: Grafični prikaz avtomatskih meritev gladin podzemne vode na merilnem mestu DP-3 (Dobrovce) ter količine padavin izmerjenih na meteorološki postaji Vrbanski plato v letu 2022

3.7 CERŠAK

3.7.1 OBSEG VODONOSNIKA IN NJEGOVO IZKORIŠČANJE

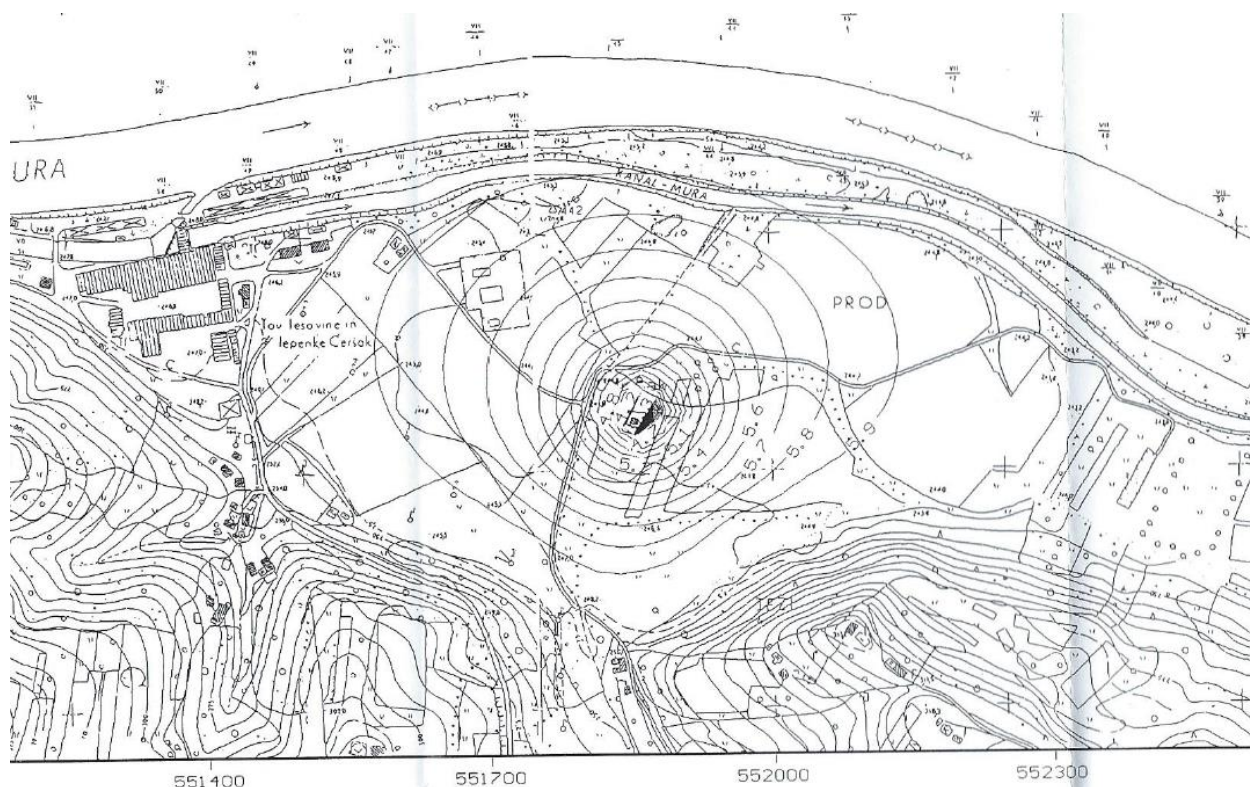
Črpališče Ceršak se napaja tako iz padavinskega zaledja, kot iz reke Mure. Za njegovo varovanje je na tem območju veljaven še občinski odlok, državna uredba je v pripravi, slika 3-89.



Slika 3-89: Črpališče Ceršak in vodovarstvena območja (vir: ARSO, Atlas okolja)

Po podatkih iz raziskovalnih vrtin obstaja domneva, da je na ožjem območju vodnjaka plitva kotanja, ki je zarezana v terciarne plasti in napolnjena s prodom. Aluvialni peščeni prod, ki je vodonosen, je močno prepusten. Po hidrogeološki oceni je propustnost $k = 8 \cdot 10^{-3}$ m/s. Na celotni holocenski terasi je zvezna podzemna voda, ki jo v pretežni meri napaja Mura, manj pa padavine in potok, ki priteče iz gričevnatega zaledja. Na pronicanje murske vode proti vodnjaku kažejo opazovanja gladine podzemne vode, ki včasih pada od brega kanala proti vodnjaku, slika 3-90. Ob večjih deževjih pa je tok podtalne vode tudi lahko obraten in se podzemna voda preceja od hribovja proti Muri.

Debelina vodonosne plasti se spreminja v odvisnosti od vodostaja podzemne vode, le ta pa je odvisen od vodostaja Mure. Povprečna globina vodonosne plasti je od 0.66 m ob vznožju gričevja, do 1.86 m v bližini vodnjaka ter 2.84 m v bližini brega reke Mure. V oddaljenosti 220 m v smeri proti vznožju hribovja ni več prodnih naplavin, ampak so neposredno pod površinsko glinasto plastjo terciarni sedimenti.

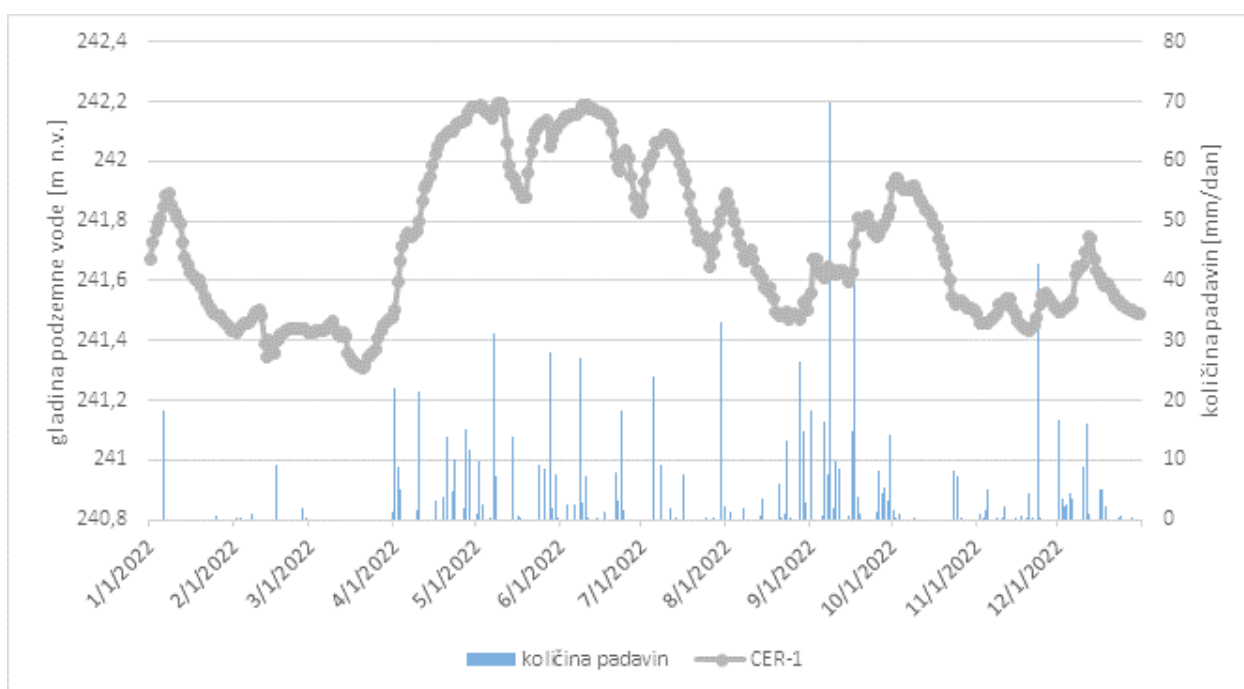


Slika 3-90: Ocenjene hidroizohipse na območju črpališča v Ceršaku

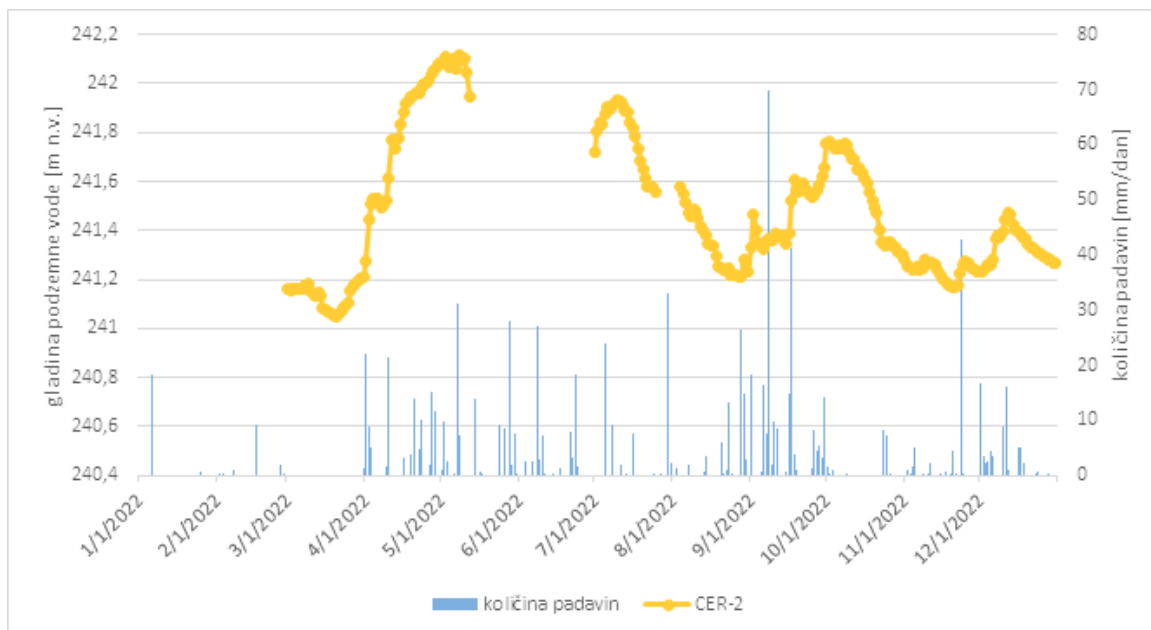
3.7.2 HIDROLOŠKE MERITVE PODZEMNE VODE

Tekom celotnega leta 2022 so se na območju Ceršaka izvajale kontinuirne meritve gladin podzemne vode na dveh merilnih mestih. Rezultati teh meritev so grafično in tabelarno prikazani v prilogah tega poročila. Nadalje pa smo v tem poglavju podrobneje, za celotno leto (sliki 3-91 in 3-92) ter po posameznih mesecih v letu 2022 predstavili meritve gladin podzemne vode obravnavanih območjih.

PREGLED STANJA VODNIH ZALOG IN NIHANJA PODZEMNE VODE V LETU 2022 NA OBMOČJU CERŠAKA

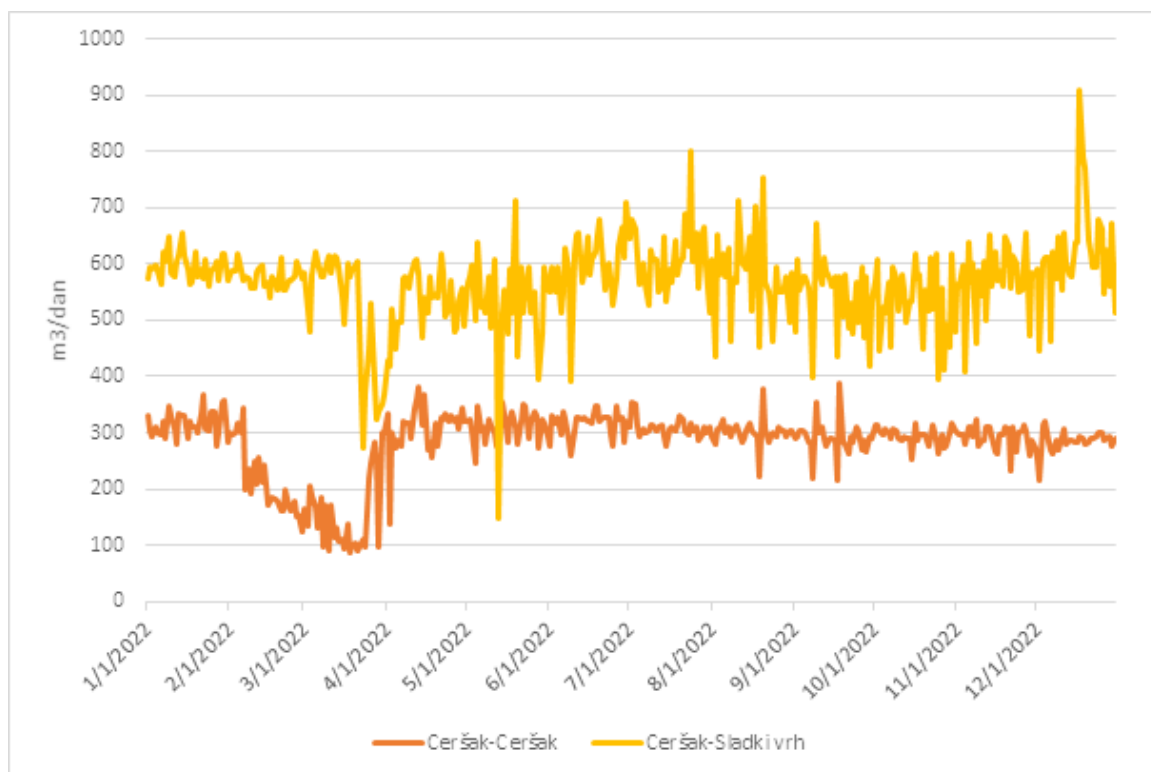


Slika 3-91: Grafični prikaz avtomatskih meritev gladin podzemne vode na merilnem mestu CER-1 (Ceršak) ter količina padavin izmerjenih na meteorološki postaji Vrbanski plato v letu 2022

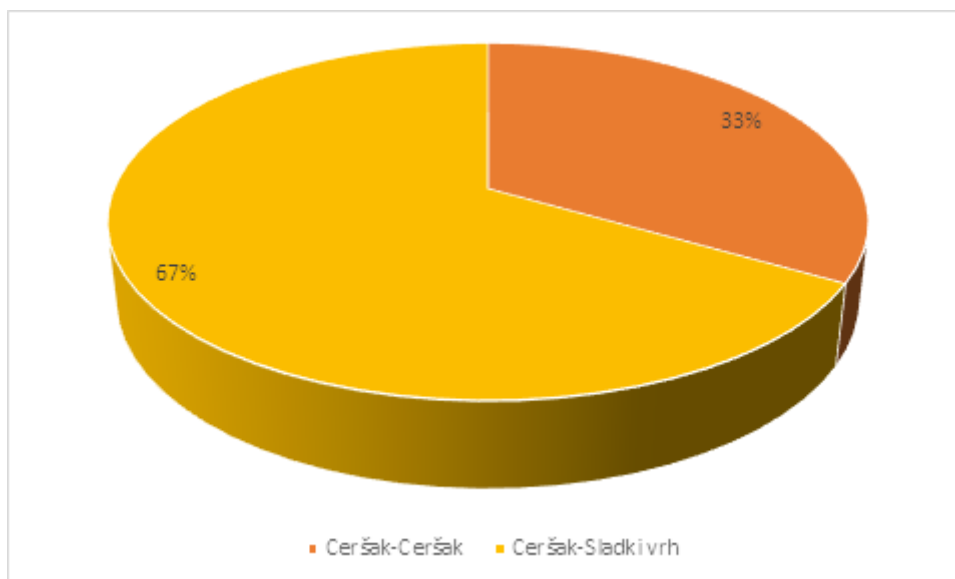


Slika 3-92: Grafični prikaz avtomatskih meritev gladin podzemne vode na merilnem mestu CER-2 (Ceršak) ter količina padavin izmerjenih na meteorološki postaji Vrbanski plato v letu 2022

PRIKAZ HIDROLOŠKEGA STANJA NA ODVZEMNIH MESTIH VZORCEV ZA ANALIZO KAKOVOSTI PODZEMNE VODE



Slika 3-93: Grafični prikaz črpanih količin na območju črpališča Ceršak



Slika 3-94: Grafični prikaz deleža črpanih količin iz posameznega vodnjaka v letu 2022 na območju črpališča Ceršak

3.7.3 MONITORING KAKOVOSTI PODZEMNE VODE

V Ceršaku se nahaja črpališče, ki s pitno vodo oskrbuje občino Šentilj. Vodo iz črpališča Ceršak spremlja tudi Mariborski vodovod v okviru notranjega nadzora. V letu 2022 smo v okviru Imisijskega monitoringa odvzeli dva vzorca na opazovalni vrtini CER-1. V analiziranih vzorcih vsebnost pesticidov ni presežala mejne vrednosti 0,1 µg/l.

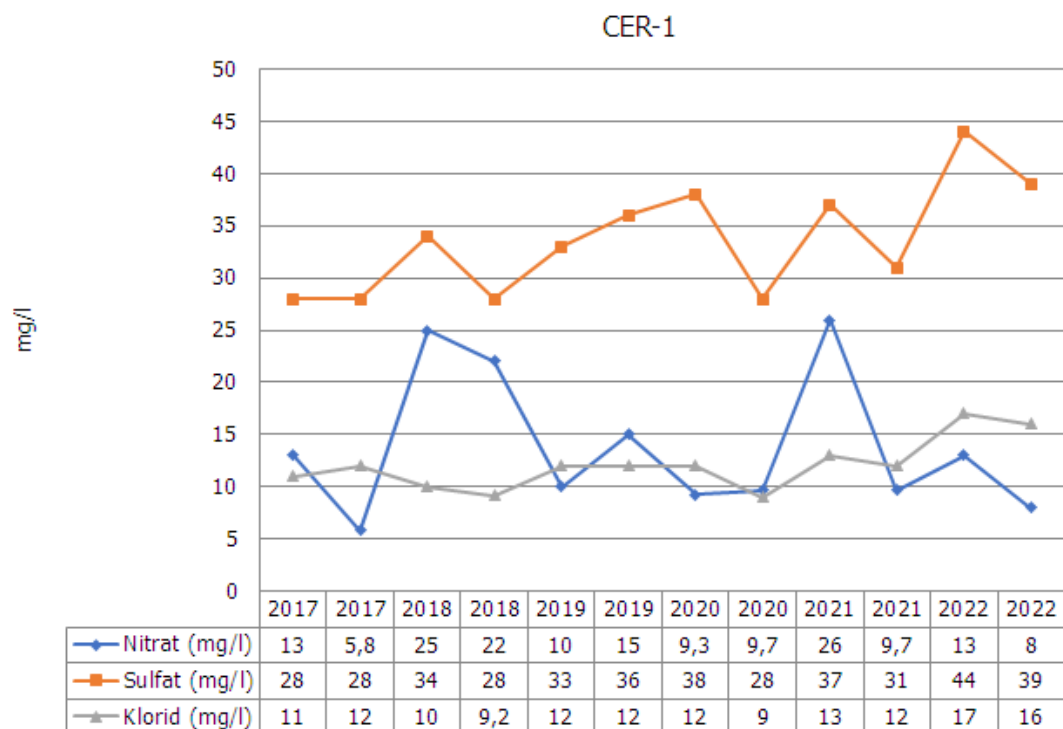
Na opazovalni vrtini CER-1 so vsebnosti nitrata, sulfata in klorida primerljive s preteklimi leti, slika 3-96. Nihanje koncentracij klorida ni izrazito, kot je to ne večini ostalih merilnih mest.

V splošnem lahko povzamemo, da se kemijsko stanje na mestu vzorčenja CER-1 v zadnjih letih ni bistveno spremenilo. V preteklosti (pred letom 2016) smo na tem območju pogosto ugotavljali presežene koncentracije metolaklora, v zadnjih letih vključno z letom 2022 pa v vzorcih vod odvzetih na merilnem mestu CER-1 ni bila ugotovljena prisotnost aktivnih snovi.

Lokacija merilnega mesta je razvidna iz slike 3-95.



Slika 3-95: Lokacija merilnega mesta CER-1



Slika 3-96: Vsebnost nitrata, sulfata in klorida (mg/l) v podzemni vodi na opazovalni vrtini CER-1 v letih 2017-2022

Na opazovalni vrtini CER-1 se je v letih 2017-2022 ugotavljala tudi prisotnost pesticidov in njihovih razgradnih produktov. V teh letih je bila le v jesenskem odvzemu leta 2017 ugotovljena prisotnost metabolita metolaklor- ESA (0,021 µg/l).

Na podlagi opravljenih analiz farmacevtskih spojin in organskih onesnaževal je ugotovljeno, da v letu 2022 na odvzemnem mestu CER-1 nismo ugotovili njihovih prisotnosti farmacevtskih spojin, oziroma so njihove vrednosti pod mejo določanja uporabljene metode. Smo pa v jesenskem vzorcu ugotovili prisotnost perfluoriranih spojin – PFOS – 0,0005 µg/l in PFOA- 0,0007 µg/l.

4 LIZIMETRСКА POSTAJA MARIBOR-TEZNO

V okviru tega monitoringa je vključena tudi raziskovalna lizimeterska postaja na Teznu v Mariboru, slika 4-1. Objekti, ki so sestavni del lizimetra, so prikazani na sliki 4-2. Lizimetri so naprave oziroma orodja za merjenje precejne vode skozi tla in zbiranje vzorcev te vode za kakovostne analize. Sčasoma so postali standardna orodja v raziskavah evapotranspiracije oziroma bilance vode za napajanje podzemne vode in kakovosti vode, ki pronica skozi nenasičeno cono tal do podzemne vode. Prav tako se vse bolj uveljavljajo kot orodja za določanje bilance vode pri upravljanju z vodami. Investitor objekta raziskovalne lizimeterske postaje Tezno je bila Mestna občina Maribor v letih od 2002 do 2008 in je od takrat v njenem upravljanju.

Lizimeterska postaja je objekt raziskovalnega značaja, ki je namenjen proučevanju lastnosti vrhnjega sloja tal z vidika pronicanja vode skozenj in rabe tal. Uporabljen je bil v letih 2007-2011 v okviru naloge »Priprava pilotnega programa ukrepov za zmanjšanje onesnaženja pitne vode s kemijskimi onesnaževali v mariborski regiji oskrbe s pitno vodo za obdobje 2007-2010«. Lizimeterska postaja je predvidena za izvajanje monitoringov tal in podzemne vode na območju Dravskega polja, predvsem za kontrolo sanacijskih ukrepov na področju kmetijstva glede nitratov in pesticidov, ki predstavljajo enega izmed najbolj perečih problemov obremenitve vode Dravskega polja.

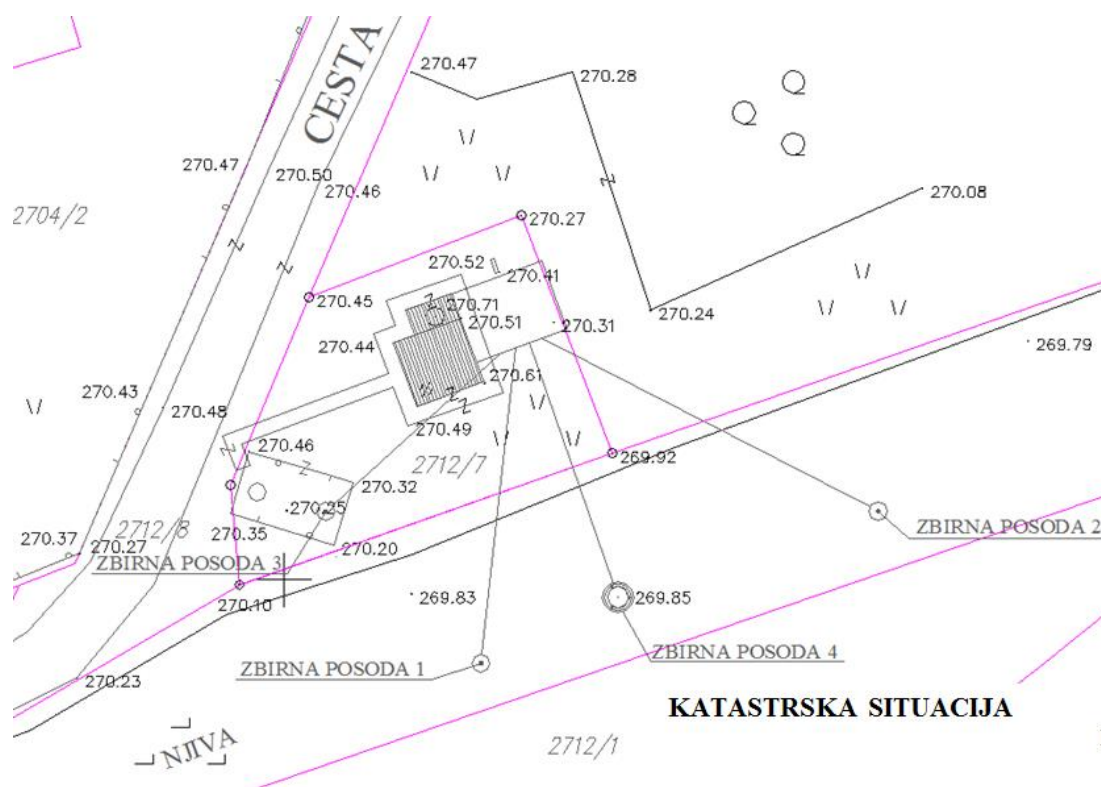
Sama lizimeterska postaja je sestavljena iz lizimeterskega jaška, štirih lovilnih posod ter meteorološke postaje, slika 4-1. Zgrajena je na parceli številka 2712/7 k.o. Tezno. Parcela leži v energetskega koridorju na Teznem v Mariboru. Dostop do glavnega jaška je iz lokalne ceste. Na območju je urejen glavni jašek lizimetra in elektro omarica, ograjen prostor znotraj katerega je meteorološka postaja in kontrolna lovilna posoda, ki je povezana s cevmi z lizimetrskim glavnim jaškom. Na območju njivske površine so postavljene tri zbirne posode, ki so prav tako povezane z lizimetrskim glavnim jaškom.

Lovilne posode zbirajo vodo, ki se precedi skozi tla. Tako je omogočena časovna kemijska analiza, ki razkrije časovno porazdelitev pronicanja v podzemni vodi škodljivih snovi (nitrati, pesticidi,...) skozi tla. Dve gravitacijski lizimetrski lovilni posodi zajemata vodo 0.8 m pod nivojem terena oziroma njive, ki se redno obdeluje. Obdelovanje naj bi bilo nadzorovano, vnos snovi na njivo zabeležen, prav tako vrsta poljščine, čas sejanja in žetve. Žal dotok iz teh gravitacijskih posod ne deluje dobro, verjetno kot posledica kakšne napake ob vgradnji. Tretja ključna zbirna posoda pa je lizimeter nove generacije, dodatno opremljen še s precizno tehniko, ki prav tako pošilja vse podatke v glavni jašek.

Glavni jašek je sestavljen iz jaška, ki je vkopan v tla in z vstopnim zaprtim objektom. Lizimetrski jašek ima naslednje dimenzije: 8m dolg, 4m širok in 5.2m globok in je v celoti vkopan v tla. Objekt, ki je sezidan nad jaškom, je zaprt in pokrit z ravno streho. Glavni jašek služi za zajemanje precejne vode iz zbirnih posod pod njivo in kontrolne zbirne posode. Vanj so napeljene tudi cevi po katerih so povezani merilniki v tleh z jaškom in dvema zbiralnikoma podatkov za opazovanje režima količine in kakovosti vode v tleh pod njivsko površino, slika 4-2.

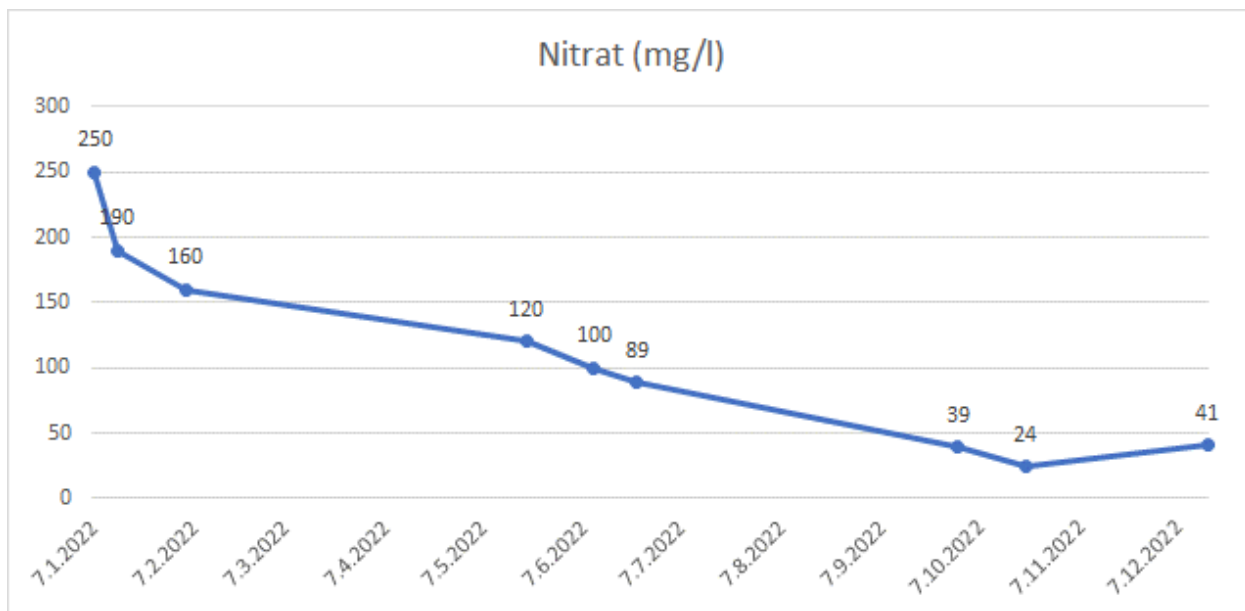


Slika 4-1: Lokacija lizimetske postaje Tezno



Slika 4-2: Objekti lizimetske postaje Tezno

V letu 2022 smo opravili odvzem in analizo 9 vzorcev vode iz lizimetske postaje Tezno. V 9 vzorcih se je določala vsebnost nitrata ter v 3 prisotnost pesticidov oziroma njihovih razgradnih produktov. Rezultati opravljenih kažejo, da je vsebnost nitrata nihala med 41 mg/l in 250 mg/l. V vseh vzorcih odvzetih na ugotavljanje prisotnosti pesticidov oziroma njihovih razgradnih produktov, smo ugotovili prisotnost pesticida metolaklora.



Slika 4-3: izmerjene vsebnosti nitrata (mg/l) v vzorcih odvzetih na lizimeterski postaji Tezno v letu 2022

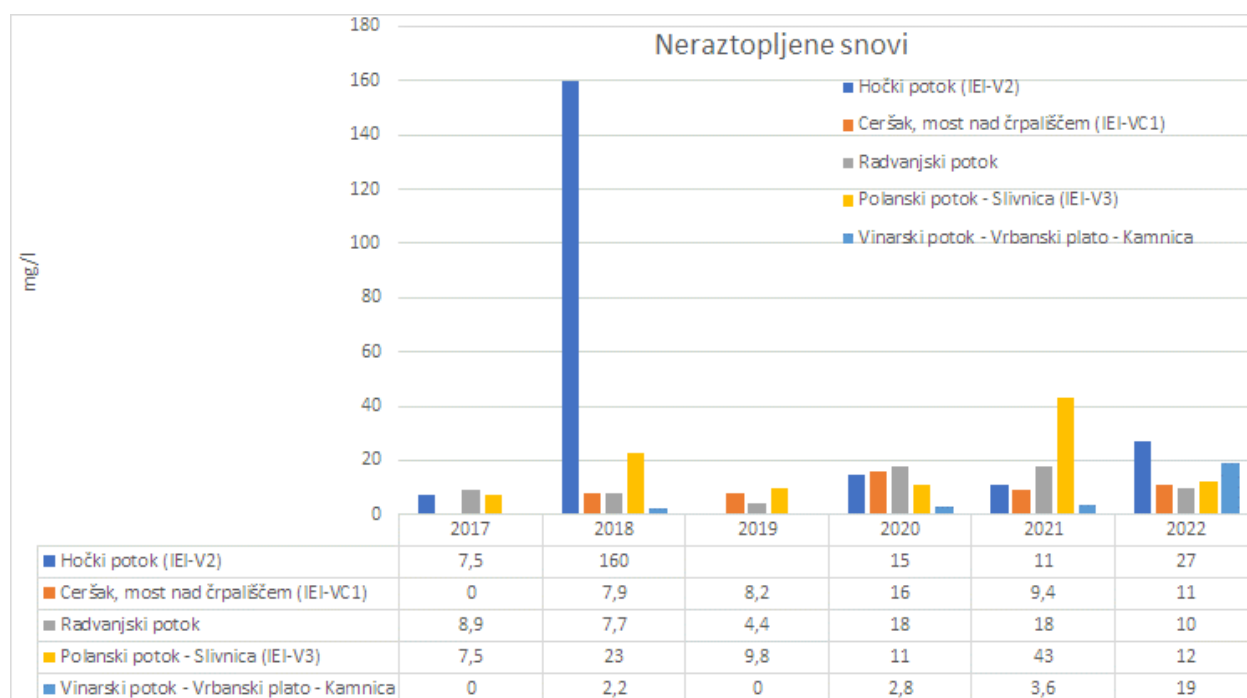
5 POVRŠINSKA VODA

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.

Ocena rezultatov preiskav vode je izvedena v skladu z Uredbo o stanju površinskih voda (Uradni list RS, št. 14/09, 98/10, 96/13, 24/16 in 44/22 – ZVO-2) in z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (Uradni list RS, št. 46/02, 41/04 – ZVO-1 in 44/22 – ZVO-2)

Na slikah 5-1, 5-2 in 5-3 so prikazane obremenitve potokov z neraztopljenimi snovmi, amonijem in skupnim fosforjem.



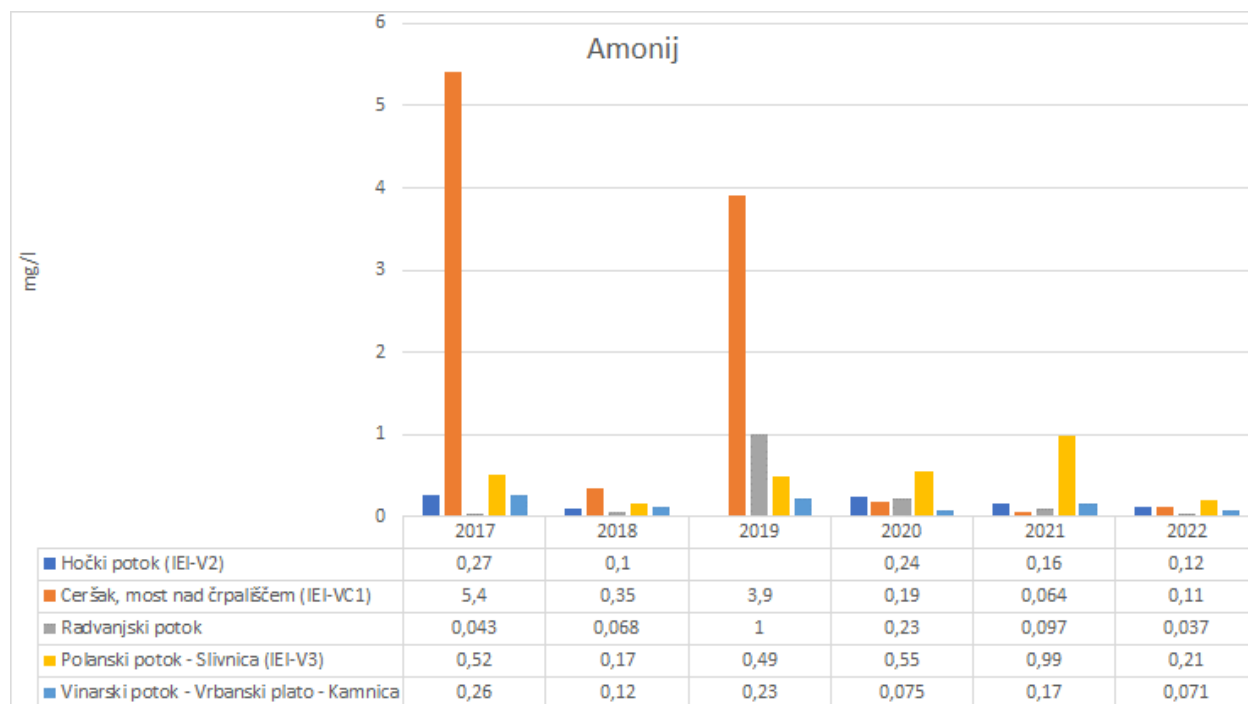
Slika 5-1: Prikaz obremenitev površinskih voda z neraztopljenimi snovmi v letih 2017-2022. Vrednosti 0 označujejo meritve, kjer je bila izmerjena vrednost pod mejo detekcije uporabljene metode

Vzorčenje površinskih voda smo opravili 29.06.2022. Temperatura vode se je gibala med 18,8° C in 22,1° C, pH vrednost pa je nihala med 7,6 in 8,5. Razlike v električni prevodnosti med potoki so precejšnje in se gibajo med 179 μ S/cm in 729 μ S/cm.

Na podlagi rezultatov analiz površinskih voda opravljenih v letu 2022 ugotavljamo, da v nobenem izmed analiziranih vzorcev površinskih voda ni bila ugotovljena prekomerna obremenjenost z absorbiranimi halogeniranimi organskimi snovmi. Mejna vrednost določena z Uredbo o stanju površinskih voda za AOX je 20 μ g/L.

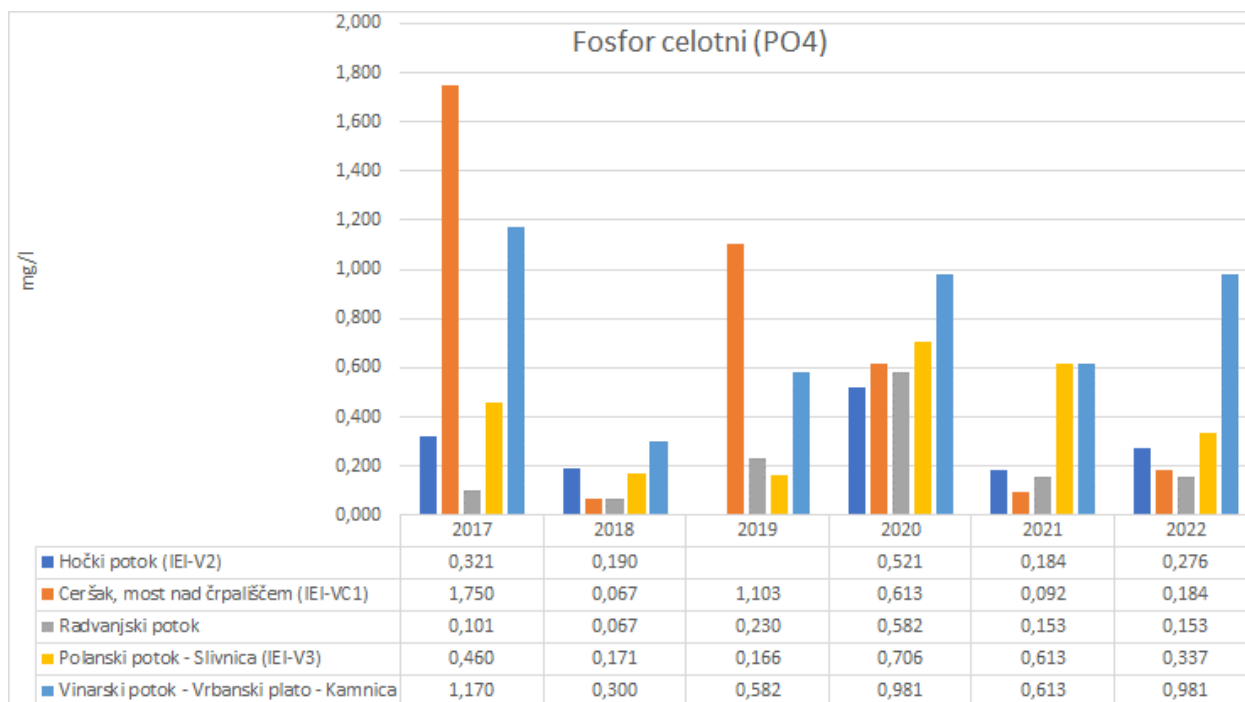
Na osnovi izmerjenih vrednosti za KPK-KMnO₄, BPK₅ in celokupni organski ogljik – TOC, ocenjujemo da voda ni obremenjena s snovmi organske narave.

Skladno s kriteriji Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst ugotavljamo, da v vseh vzorcih z izjemo Radvanjskega potoka izmerjena vsebnost za amonij presega priporočeno vrednost določeno za salmonidne vode (0,04 mg/L NH₄). Priporočena vrednost amonija za ciprinidne vode (0,2 mg/l NH₄) je presežena le v Polanskem potoku. Vsebnost amonija je v Polanskem potoku v letu 2022 znašala 0,21 mg/l, kar je manj, kot leta 2021, ko je bila v tem potoku izmerjena vrednost 0,99 mg/l. Amonij v vodnem okolju vstopa v oksidacijski proces in se oksidira do dušikovih spojin, nitrita-NO₂ in nitrata-NO₃.



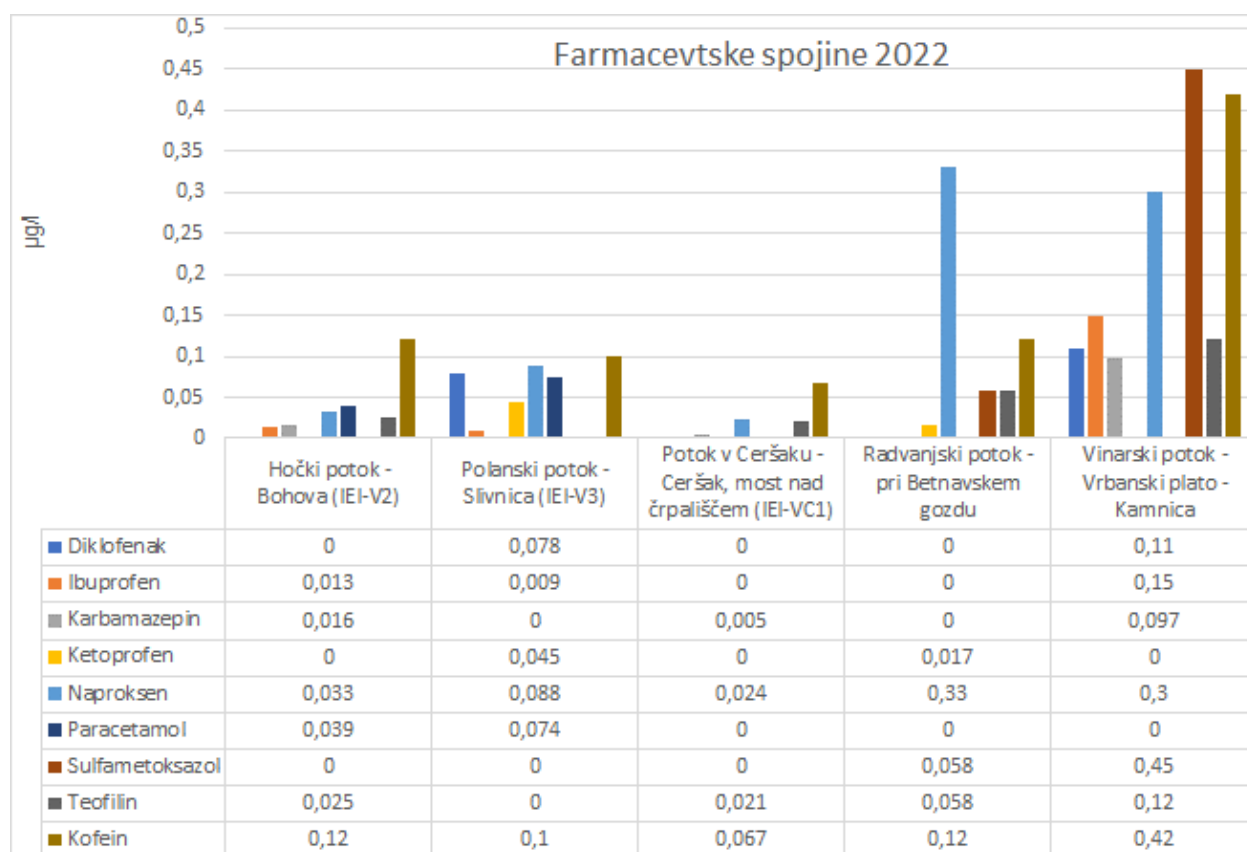
Slika 5-2: Prikaz obremenitev površinskih voda z amonijem (mg/l) v letu 2022

Fosfor v vodah spremljamo kot splošni pokazatelj obremenjenosti s hranili (dušikove in fosforjeve spojine), ki jih rastline in živali potrebujejo za svoj razvoj in je pomemben dejavnik za razrast alg v površinskih vodah, posebej stoječih. Vrednosti celokupnega fosforja služi kot indikatorski parameter za obremenitve vode s hranili. Mejna vrednost 0,2 mg/L PO₄ za salmonidne vode je bila presežena v vzorcu Vinarskega potoka, vrednost 0,4 mg/L PO₄ za ciprinidne vode ni bila prekoračena v nobenem vzorcu površinske vode odvzete v letu 2022.



Slika 5-3: Prikaz obremenitev površinskih voda s skupnim fosforjem v letih 2017-2022

V letu 2022 smo podobno kot v letu 2021 dodano v vzorcih površinskih voda določali še prisotnost farmacevtskih spojin. Rezultati opravljenih analiz so pokazali prisotnost naslednjih spojin (slika 5-4)



Slika 5-4: Prisotnost farmacevtskih spojin v površinskih vodah v letu 2022

5.1 POTOK V CERŠAKU

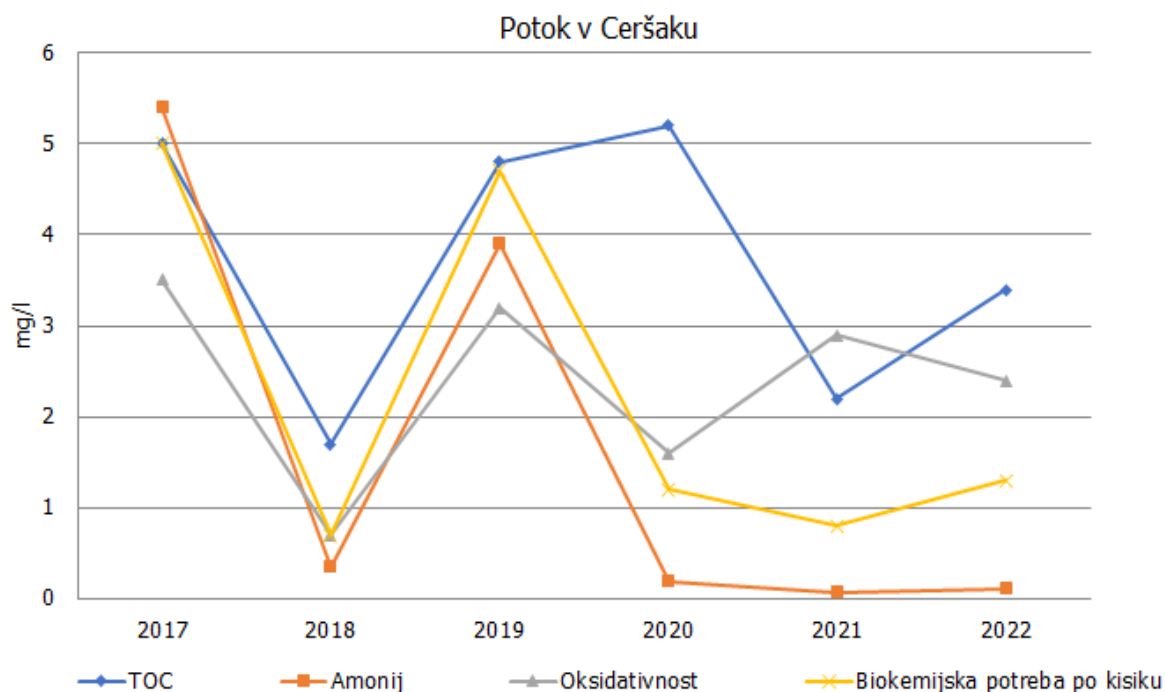
Na osnovi rezultatov preiskav vode z dne 29.06.2022 je ugotovljeno:

- odvzem vzorca vode je izveden pri temperaturi zunanjega zraka 23° C, temperatura vode je bila 19° C,
- izmerjena vrednost za pH (8,3) izpolnjuje kriterije opredeljene z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib,
- izmerjena vrednost za električno prevodnost (648 µS/cm) kaže na mineralizacijo vode okrog 640 mg/l raztopljenih snovi,
- v času vzorčenja so bile razmere s kisikom (8,8 mg/L O₂) ugodne, kriteriji opredeljeni z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib so izpolnjeni,
- vsebnost neraztopljenih snovi (11,0 mg/L) izpolnjuje kriterij, opredeljen z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (25 mg/L),
- izmerjena vrednost za kemijsko potrebo po kisiku - KPK-KMnO₄ je (2,4 mg/L O₂) izpolnjuje kriterij za zelo dobro ekološko stanje, opredeljen z Uredbo o stanju površinskih voda (KPK: LP= 10 – 20,9 mg/L O₂) in izmerjena vrednost za biokemijsko potrebo po kisiku – BPK₅ (1,3 mg/L O₂) izpolnjuje kriterij za zelo dobro ekološko stanje, opredeljen z

Uredbo o stanju površinskih voda (BPK₅: 1,6 - 2,4 mg/L O₂). Na osnovi izmerjenih vrednosti za KPK-KMnO₄, BPK₅ in celokupni organski ogljik – TOC, ocenjujemo da voda ni obremenjena s snovmi organske narave,

- izmerjena vsebnost amonija (0,11 mg/L NH₄) ne izpolnjuje kriterija za priporočeno vrednost določeno za ciprinidne vode (0,04 mg/L NH₄), izpolnjuje pa kriterij za salmonidne vode (0,2 mg/L NH₄) in kriterij za mejno vrednost določeno za salmonidne vode in ciprinidne vode (1 mg/L NH₄), opredeljen z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib. Sočasna prisotnost amonija in nitrita v vodi kaže vsaj na občasno verjetnost obremenjevanja vode iz objekta(ov) reje živali. Amonij v vodnem okolju vstopa v oksidacijski proces in se oksidira do dušikovih spojin, nitrita-NO₂ in nitrata-NO₃,
- voda ni obremenjena z organskimi spojinami. Koncentracije organskih halogenih spojin, sposobnih adsorpcije – AOX (7 µg/L Cl), ustrezajo kriterijem za dobro ekološko stanje, opredeljenih z Uredbo o stanju površinskih voda (20 µg/L).

Skladno z rezultati opravljenih preiskav vodo iz potoka v Ceršaku uvrstimo v razred »dobro ekološko stanje«. Vrednosti za osnovne kemijske parametre na odvzemnem mestu Potok v Ceršaku v letih 2017-2022 so prikazane na sliki 5-5.



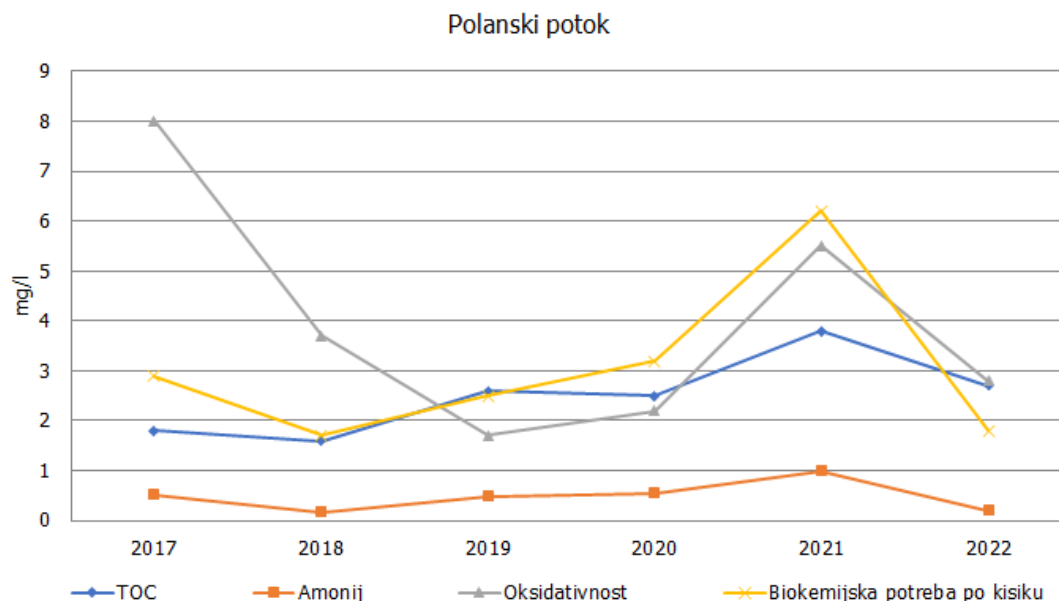
Slika 5-5: Prikaz nihanja osnovnih kemijskih parametrov na odvzemnem mestu Potok v Ceršaku v letih 2017-2022

5.2 POLANSKI POTOK

Na osnovi rezultatov preiskav vode z dne 29.06.2022 je ugotovljeno:

- odvzem vzorca vode je izveden pri temperaturi zunanjega zraka 21° C, temperatura vode je bila 18,8° C,
- izmerjena vrednost za pH (8,2) izpolnjuje kriterije opredeljene z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib,
- izmerjena vrednost za električno prevodnost (291 μ S/cm) kaže na mineralizacijo vode okrog 290 mg/l raztopljenih snovi in je običajna za to območje,
- v času vzorčenja so bile razmere s kisikom (8,8 mg/L O₂) ugodne, kriteriji opredeljeni z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib so izpolnjeni,
- vsebnost neraztopljenih snovi 12mg/l je precej nižja kot leta 2021 - 43 mg/l in izpolnjuje kriterij, opredeljen z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (25 mg/L),
- izmerjena vrednost za kemijsko potrebo po kisiku - KPK-KMnO₄ (2,8 mg/L O₂) izpolnjuje kriterij za zelo dobro ekološko stanje, opredeljen z Uredbo o stanju površinskih voda (KPK: LP= 10 – 20,9 mg/L O₂) in izmerjena vrednost za biokemijsko potrebo po kisiku – BPK₅ (1,8 mg/L O₂) izpolnjuje kriterij za zelo dobro ekološko stanje, opredeljen z Uredbo o stanju površinskih voda (BPK₅: 1,6 – 2,4 mg/L O₂). Na osnovi izmerjenih vrednosti za KPK-KMnO₄, BPK₅ in celokupni organski ogljik – TOC, ocenjujemo, da je površinska voda v Polanskem potoku obremenjena manj kot v preteklih letih,
- izmerjena vsebnost nitrita (0,15 mg/l NO₂) ne izpolnjuje kriterija za priporočeno vrednost določeno za salmonidne vode (0,01 mg/L NO₂), in priporočeno vrednost določeno za ciprinidne vode (0,03 mg/ opredeljen z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib. Izmerjena vsebnost amonija (0,21 mg/L NH₄) ne izpolnjuje kriterija za priporočeno vrednost določeno za ciprinidne vode (0,04 mg/L NH₄) in salmonidne vode (0,2 mg/L NH₄), izpolnjuje pa kriterij za mejno vrednost, določeno za salmonidne vode in ciprinidne vode (1 mg/L NH₄). Sočasna prisotnost amonija in nitrita v vodi kaže vsaj na občasno verjetnost obremenjevanja vode iz objekta(ov) reje živali. Amonij v vodnem okolju vstopa v oksidacijski proces in se oksidira do dušikovih spojin, nitrita-NO₂ in nitrata-NO₃,
- izmerjena vsebnost nitrata (2,7 mg/L NO₃) izpolnjuje kriterij za zelo dobro ekološko stanje (LP = 3,2 – 7,0mg/L NO₃), opredeljen z Uredbo o stanju površinskih voda,
- voda ni obremenjena z organskimi spojinami. Koncentracije organskih halogenih spojin, sposobnih adsorpcije – AOX (8 μ g/L Cl), ustrezajo kriterijem za dobro ekološko stanje, opredeljenih z Uredbo o stanju površinskih voda (20 μ g/L).

Skladno z rezultati opravljenih preiskav vodo iz Polanskega potoka uvrstimo v razred »zelo dobro ekološko stanje«.



Slika 5-6: Prikaz nihanja osnovnih kemijskih parametrov na odvzemnem mestu Polanski potok v letih 2017-2022

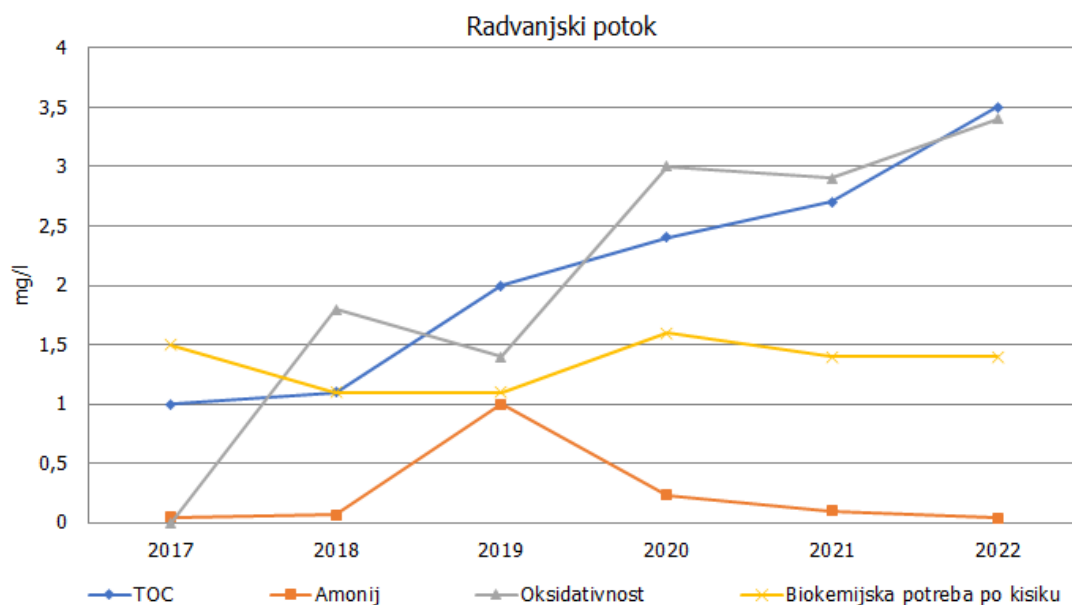
5.3 RADVANJSKI POTOK

Na osnovi rezultatov preiskav vode z dne 29.06.2022 je ugotovljeno:

- odvzem vzorca vode je izveden pri temperaturi zunanega zraka 23° C, temperatura vode je bila 22,1 ° C.
- izmerjena vrednost za pH (7,6) izpolnjuje kriterije opredeljene z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib,
- izmerjena vrednost za električno prevodnost (179 μ S/cm) kaže na mineralizacijo vode okrog 150 mg/l raztopljenih snovi,
- v času vzorčenja so bile razmere s kisikom (6,2 mg/L O₂) ugodne, kriteriji opredeljeni z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib so izpolnjeni,
- vsebnost neraztopljenih snovi (10 mg/L) izpolnjuje kriterij, opredeljen z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (25 mg/L),
- izmerjena vrednost za kemijsko potrebo po kisiku - KPK-KMnO₄ (3,4 mg/L O₂) in biokemijsko potrebo po kisiku – BPK₅ (1,4 mg/L O₂) izpolnjujeta kriterij za dobro ekološko stanje, opredeljen z Uredbo o stanju površinskih voda (KPK: LP= 10 – 20,9 mg/L O₂ in BPK₅: 1,6 – 2,4 mg/L O₂). Na osnovi izmerjenih vrednosti za KPK-KMnO₄, BPK₅ in celokupni organski ogljik – TOC, ocenjujemo da voda ni obremenjena s snovmi organske narave,

- izmerjena vsebnost nitrita ($0,033 \text{ mg/l NO}_2$) ne izpolnjuje kriterija za priporočeno vrednost določeno za ciprinidne vode ($0,03 \text{ mg/L NO}_2$) in salmonidne vode ($0,01 \text{ mg/L NO}_2$), opredeljen z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib. Izmerjena vsebnost amonija ($0,037 \text{ mg/L NH}_4$) izpolnjuje kriterij za priporočeno vrednost določeno za ciprinidne vode ($0,04 \text{ mg/L NH}_4$) in kriterij za salmonidne vode ($0,2 \text{ mg/L NH}_4$), izpolnjuje tudi kriterij za mejno vrednost določeno za salmonidne vode in ciprinidne vode (1 mg/L NH_4), opredeljen z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib. Sočasna prisotnost amonija in nitrita v vodi kaže vsaj na občasno verjetnost obremenjevanja vode iz objekta(ov) reje živali. Amonij v vodnem okolju vstopa v oksidacijski proces in se oksidira do dušikovih spojin, nitrita- NO_2 in nitrata- NO_3 ,
- izmerjena vsebnost nitrata ($< 2,2 \text{ mg/L NO}_3$) izpolnjuje kriterij za zelo dobro ekološko stanje ($\text{LP} = 3,2 - 7,0 \text{ mg/L NO}_3$), opredeljen z Uredbo o stanju površinskih voda,
- voda ni obremenjena z organskimi spojinami. Koncentracije organskih halogenih spojin, sposobnih adsorpcije – AOX (8 µg/L Cl), ustrezajo kriterijem za dobro ekološko stanje, opredeljenih z Uredbo o stanju površinskih voda (20 µg/L).

Stanje Radvanjskega potoka je primerljivo s stanjem iz leta 2021, slika 5-7. Skladno z rezultati opravljenih preiskav vodo iz Radvanjskega potoka uvrstimo v razred »dobro ekološko stanje«.



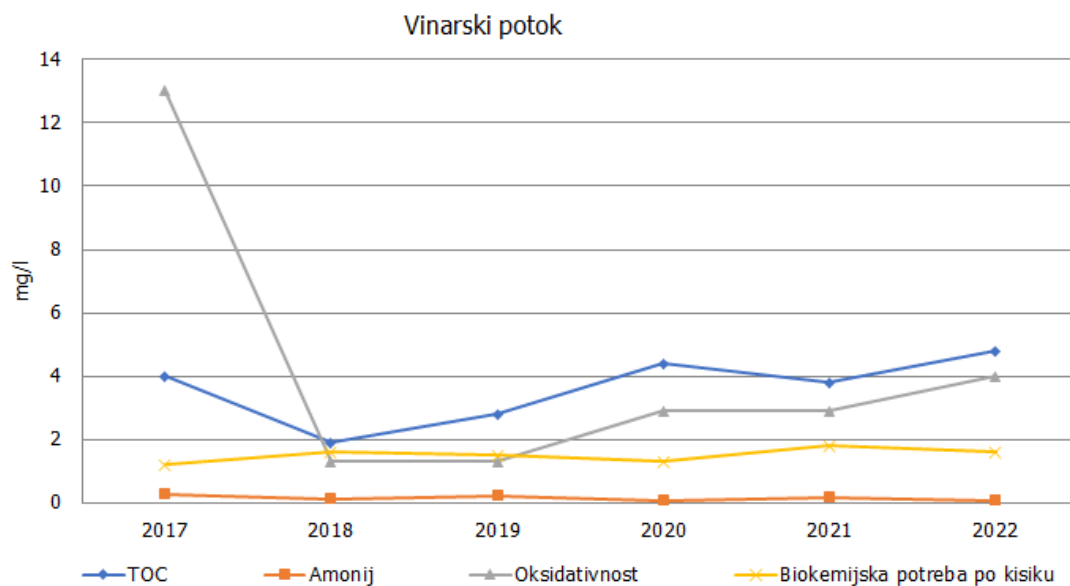
Slika 5-7: Prikaz nihanja osnovnih kemijskih parametrov na odvzemnem mestu Radvanjski potok v letih 2017-2022

5.4 VINARSKI POTOK

Na osnovi rezultatov preiskav vode z dne 29.06.2022 je ugotovljeno:

- odvzem vzorca vode je izveden pri temperaturi zunanjega zraka 22° C, temperatura vode je bila 19,7° C,
- izmerjena vrednost za pH (8,5) izpolnjuje kriterije opredeljene z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib,
- izmerjena vrednost za električno prevodnost (729 $\mu\text{S}/\text{cm}$) kaže na mineralizacijo vode okrog 700 mg/l raztopljenih snovi,
- v času vzorčenja so bile razmere s kisikom (8,7 mg/L O_2) ugodne, kriteriji opredeljeni z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib so izpolnjeni,
- vsebnost neraztopljenih snovi (19 mg/L) izpolnjuje kriterij, opredeljen z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (25 mg/L),
- izmerjena vrednost za kemijsko potrebo po kisiku - KPK- KMnO_4 (4,0 mg/L O_2) in biokemijsko potrebo po kisiku – BPK₅ (1,6 mg/L O_2) izpolnjujeta kriterij za zelo dobro ekološko stanje, opredeljen z Uredbo o stanju površinskih voda (KPK: LP= 10 – 20,9 mg/L O_2 in BPK₅: 1,6 – 2,4 mg/L O_2). Na osnovi izmerjenih vrednosti za KPK- KMnO_4 , BPK₅ in celokupni organski ogljik – TOC, ocenjujemo da voda ni obremenjena s snovmi organske narave,
- izmerjena vsebnost nitrita (0,15 mg/L NO_2) ne izpolnjuje kriterija za priporočeno vrednost določeno za ciprinidne vode (0,03 mg/L NO_2) in za salmonidne vode (0,01 mg/L NO_2), opredeljene z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib. Izmerjena vsebnost amonija (0,071 mg/L NH_4) ne izpolnjuje kriterija za priporočeno vrednost določeno za ciprinidne vode (0,04 mg/L NH_4), izpolnjuje pa kriterij za salmonidne vode (0,2 mg/L NH_4), opredeljeno z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib in kriterij za mejno vrednost določeno za salmonidne vode in ciprinidne vode (1 mg/L NH_4). Sočasna prisotnost amonija in nitrita v vodi kaže vsaj na občasno verjetnost obremenjevanja vode iz objekta(ov) reje živali. Amonij v vodnem okolju vstopa v oksidacijski proces in se oksidira do dušikovih spojin, nitrita- NO_2 in nitrata- NO_3 ,
- izmerjena vsebnost nitrata (19 mg/L NO_3) ne izpolnjuje kriterija za dobro ekološko stanje (LP = 6,5 – 9,5 mg/L NO_3), opredeljen z Uredbo o stanju površinskih voda,
- voda ni obremenjena z organskimi spojinami. Koncentracije organskih halogenih spojin, sposobnih adsorpcije – AOX (13 $\mu\text{g}/\text{L Cl}$), ustrezajo kriterijem za dobro ekološko stanje, opredeljenih z Uredbo o stanju površinskih voda (20 $\mu\text{g}/\text{L}$).

Skladno z rezultati opravljenih preiskav vodo iz Vinarskega potoka uvrstimo v razred »slabo ekološko stanje« (razlog so povišane vsebnosti nitrata).



Slika 5-8: Prikaz nihanja osnovnih kemijskih parametrov na odvzemnem mestu Vinarski potok v letih 2017-2022

6 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 6-1: Prisotnost farmacevtskih učinkovin v odpadni vodi na vtoku in iztoku čistilne naprave v letu 2022

Št. vzorca	Enota	22/124855	22/124856
Oznaka vzorca		Vtok OV na CČN Maribor - stacionarni vzorčevalnik CČN	Iztok OV iz CČN Maribor - stacionarni vzorčevalnik CČN
Območje		CČN Maribor	CČN Maribor
Azitromicin	mg/L	0,0011	0,00073
Diklofenak	mg/L	0,0016	0,001
Eritromicin	mg/L	<0.00005	<0.00005
Karbamazepin	mg/L	0,00067	0,00073
Klaritromicin	mg/L	0,00028	0,0002
Kofein	mg/L	0,11	0,00008
Paracetamol	mg/L	0,1	<0.00005
Propranolol	mg/L	0,00087	0,00018
Sulfametoksazol	mg/L	0,0012	0,00028
Teofilin	mg/L	0,0048	<0.00005
Sotalol	mg/L	0,00021	0,00015
Atenolol	mg/L	0,000067	<0.00005
Kodein	mg/L	0,00014	<0.00005
Trimetoprim	mg/L	0,00033	0,0003
Ketoprofen	mg/L	0,0006	0,000051
Ibuprofen	mg/L	0,0065	<0.00005
Naproxen	mg/L	0,044	0,000061
Metoprolol	mg/L	0,000074	<0.00005
Gemfibrozil	mg/L	<0.00005	<0.00005
Triklosan	mg/L	<0.00005	<0.00005
17 alfa-Etinilestradiol	µg/L	<0.05	<0.05
17 beta-Estradiol	µg/L	<0.01	<0.05
Ciprofloksacin	µg/L	0,79	0,17
Estriol	µg/L	0,18	<0.05
Estron	µg/L	0,11	<0.05
Fenofibrat	µg/L	<0.05	<0.05

Št. vzorca	Enota	22/124855	22/124856
Oznaka vzorca		Vtok OV na CČN Maribor - stacionarni vzorčevalnik CČN	Iztok OV iz CČN Maribor - stacionarni vzorčevalnik CČN
Območje		CČN Maribor	CČN Maribor
Propifenazon	µg/L	<0.05	<0.05
Sulfadiazin	µg/L	<0.05	<0.05
Testosteron	µg/L	0,071	<0.05

Iz tabele je razvidno, da je učinek čiščenja učinkovit za večino najdenih spojin z izjemo karbamazepina. Karbamazepin je v naravi praktično nerazgradljiv, zato so rezultati pričakovani in potrjujejo navedbe iz strokovnih virov o obstojnosti te spojine v okolju. Opažamo, da se število najdenih spojin z leti povečuje, kar je povezano tudi z napredkom analize tehnike. Prevladujejo aktivne snovi, ki se uporabljajo za lajšanje bolečin, z protivnetnim učinkom in sredstva za zniževanje telesne temperature. Zaradi staranja prebivalstva, dolge življenjske dobe in drugih dejavnikov pričakujemo, da se bodo koncentracije zdravil v okolju zviševale, zlasti zdravila za kronična obolenja. Podatke o količini ambulantno predpisanih zdravil lahko najdemo na spletnih straneh Nacionalnega inštituta za javno zdravje.

7 TLA/ZEMLJINE

V letu 2022 so bila podobno kot v prejšnjih letih s strani Kmetijsko-gozdarskega zavoda Maribor izvedena 3 vzorčenja tal, dodatno se je v letu 2022 opravilo tudi vzorčenje tal za analizo težkih kovin na dveh lokacijah (Ptujška cesta, Orehova vas - pri avtocesti). Prvo vzorčenje je bilo opravljeno po izvedenem dognojevanju ozimnih žit in travinja in v času priprav za izvedbo setve okopavin (večinoma koruze), oziroma v času setve koruze - 15.04.2022, 2.vzorčenje v drugi polovici junija, po opravljenih dognojevanjih z dušikom in opravljenih tretiranjih s FFS (fungicidi in insekticidi pri žitih in herbicidi pri koruzi) - 28.06.2022 in tretje vzorčenje v novembru (po spravilu okopavin, oziroma v času izvedbe jesenske setve) - 05.11.2022 .

Istočasno z izvedenim 2. in 3. vzorčenjem so bili odvzeti in oddani vzorci do globine 30 cm za izvedbo analiz ostankov fitofarmacevtskih sredstev v tleh.

Lokacije vzorčenja so navedene v tabeli 7-1.

Tabela 7-1: Lokacije vzorčenja tal kmetijskih zemljišč

Št.vzorca	Območje/ Oznaka vzorca	GERK	Naslov lastnika	GKX	GKY
1	Dobrovce 1	1749420	Klasinc Alenka, V Kote 13, Dobrovce, 2204 Miklavž na Dr.Polju	148780	555215
2	Dobrovce 7	1749787	Sagadin Marija, Gredlova ul.6, Dobrovce, 2204 Miklavž na Dr.polju	149228	555184
3	Radvanje	3625463 Gasilski dom, 11,47 ha	PP Agro, Poljedelstvo in proizvodnja d.o.o, Tržaška c. 41 a, Maribor	155445	547435
4	Ceršak	4627184	Černic Marija, Kozjak pri Ceršaku 6a, 2215 Šentilj	173584	551784
5	Rogoza	558015	Brezner Irena, Rogoza, Na gmajni 27, 2204 Miklavž na Dr.polju	150428	552972
6	Betnava	715510 Papeževa	PP Agro, Poljedelstvo in proizvodnja d.o.o, Tržaška c. 41 a, Maribor	154424	549241
Št.vzorca	Območje/ Oznaka vzorca	GERK	Naslov lastnika	GKX	GKY
7	Betnava	715147 Trikotnik	PP Agro, Poljedelstvo in proizvodnja d.o.o, Tržaška c. 41 a, Maribor	190001	548998
8	Bohova 9	3186600	Cebe Marta, Bohova 11, 2311 Hoče	152965	551834
9	Bohova 13	1606640	Kozar Aleš, Ložane 5, Pernica	152145	551362
10	Limbuš 10	4865555	Bauman Vesna, Lenardova ul.40, 2000 Maribor	157296	546060
11	Vrbanski plato	4039416	Kolarič Frančišek, Rošpoh del 190, 2351 Kamnica	158389	548584
12	Marjeta 12	1069257	Krepfl Franc, Pot k mlinu, Rače	147036	555613
13	Razvanje 14	1264980	Onič Adolf, Ob jezgonu 25, 2000 Maribor	152632	549482
14	Gerečja vas 15	3351012	Lep Ivan, Fala 7, Selnica ob Dravi	155394	536744
15	Gerečja vas 16	1738961	Kraner Stanislav, Fala 1, Selnica ob Dravi	154847	535495
16	Ruše 17	1268827	Sernc Franc, Lobnica 48, Ruše	155028	538989

Tabela 7-2 : Kmetijska pridelava na vzorčnih mestih v letu 2022

Št. vzorca	Območje/ Oznaka vzorca	GERK	Naslov lastnika	Kultura april 2022	Kultura junij 2022	Kultura oktober 2022
1	Dobrovce 1	1749420	Klasinc Alenka, V Kote 13, Dobrovce, 2204 Miklavž na Dr.Polju	Pripravljeno za setev	detelja	Detelja
2	Dobrovce 7	1749787	Sagadin Marija, Gredlova ul.6, Dobrovce, 2204 Miklavž na Dr.polju	TDM	TDM	TDM
3	Radvanje	3625463 Gasilski dom, 11,47 ha	PP Agro, Poljedelstvo in proizvodnja d.o.o, Tržaška c. 41 a, Maribor	Pšenica	pšenica	ozelenitev
4	Ceršak	4627184	Černic Marija, Kozjak pri Ceršaku 6a, 2215 Šentilj	ječmen	ječmen	strnišče
5	Rogoza	558015	Brezner Irena, Rogoza, Na gmajni 27, 2204 Miklavž na Dr.polju	Pripravljeno za setev	pšenica	ljulka
6	Betnava	715510 Papeževa	PP Agro, Poljedelstvo in proizvodnja d.o.o, Tržaška c. 41 a, Maribor	Pšenica	pšenica	Ozelenitev
7	Betnava	715147 Trikotnik	PP Agro, Poljedelstvo in proizvodnja d.o.o, Tržaška c. 41 a, Maribor	Detelja inkarnatka	buče	Pšenica
8	Bohova 9	3186600	Cebe Marta, Bohova 11, 2311 Hoče	Ječmen	ječmen	Pšenica
9	Bohova 13	1606640	Kozar Aleš, Ložane 5, Pernica	Pripravljeno za setev	koruza	Ječmen
10	Limbuš 10	4865555	Bauman Vesna, Lenardova ul.40, 2000 Maribor	pira	pira	Ozelenitev
11	Vrbanski plato	4039416	Kolarič Francišek, Rošpoh del 190, 2351 Kamnica	Trajni travnik	Trajni travnik	Trajni travnik
12	Marjeta 12	1069257	Krepfl Franc, Pot k mlinu, Rače	Pripravljeno za setev	Koruza	Strnišče
13	Razvanje 14	1264980	Onič Adolf, Ob jezgonu 25, 2000 Maribor	Pšenica	Pšenica	Strnišče

Št. vzorca	Območje/ Oznaka vzorca	GERK	Naslov lastnika	Kultura april 2022	Kultura junij 2022	Kultura oktober 2022
14	Gerečja vas 15	3351012	Lep Ivan, Fala 7, Selnica ob Dravi	Ljulka	koruza	Ljulka
15	Gerečja vas 16	1738961	Kraner Stanislav, Fala 1, Selnica ob Dravi	travnik	koruza	Strnišče
16	Ruše 17	1268827	Sernc Franc, Lobnica 48, Ruše	TDM	TDM	TDM

Vzorčenje za potrebe analize mineralnega dušika v tleh se izvaja po interni metodi KGZ Maribor na treh globinah 30 cm, 30-60 cm in 60-90 cm.

Vzorci za analizo ostankov FFS v tleh so bili odvzeti do globine 15 cm. Vrednosti ostankov FFS nad mejo detekcije ali presežene vrednosti so prikazane v skupni tabeli z dušiki, pri vzorcih, pri katerih ni bilo najdenih ostankov FFS nad mejo detekcije, nimajo v tabeli prikazanih nobenih ostankov FFS. V oktobru, pri jesenskem vzorčenju je bil ponovno odvzet vzorec iz površinskega sloja tal in opravljena analiza na ostanke FFS. Kot je razvidno iz tabele so ostanki FFS nad mejo detekcije ob junijskem vzorčenju najdeni pri vzorcih Betnava 1 (0,019 µg/l metkonazol) in Marjeta 12 (metolaklor 0,16 µg/l, terbutilazin 0,042 µg/l, diflufenikan 0,007 µg/l ter terbutilazindesetil 0,006 µg/l). Ob novembrskem vzorčenju so bili ostanki FFS nad mejo detekcije najdeni v vzorcih Betnava 7 (diflufenika 0,048 µg/l, prosulfokarb 0,074 µg/l), Betnava 13 (diflufenikan 0,069 µg/l) ter Marjeta 12 (metolaklor 0,011 µg/l). Rezultati opravljenih analiz so zbrani v tabeli 7-2.

Tabela 7-2: Rezultati analiz tal v letu 2022

Št. Vzorca	Območje/ Oznaka vzorca	GERK, kultura	Vsebnost N min v 3.globinah v kg/ha				Vsebnost FFS v tleh v globini 0-30 cm (nad črto vzorec odvzet pri 2 vzorčenju/pod črto vzorec odvzet jeseni 2022)
			15.4.2022	29.6.2022	5.11.2022		
1	Dobrovce 1	1749420 detelja	0-30 cm	46,91	109,16	37,3	
			30-60 cm	33,89	31,16	14,15	
			60-90 cm	23,09	47,16	7,65	
				103,89	187,48	59,10	
2	Dobrovce 7	1749787 TDM	0-30 cm	3,91	9,79	10,33	
			30-60 cm	8,23	5,04	20,5	
			60-90 cm	5,76	5,81	26,82	
				17,9	20,63	57,65	
3	Radvanje	3625463 Pšenica	0-30 cm	7,27	14,83	31,88	
			30-60 cm	2,94	7,06	18,94	
			60-90 cm	2,43	9,95	5,85	
				12,64	31,83	56,67	
4	Ceršak	4627184 Ječmen	0-30 cm	47,12	34,1	26,88	
			30-60 cm	14,66	14,36	23,14	
			60-90 cm	10,58	11,07	9,45	
				72,36	59,54	59,47	

5	Rogoza	558015 Pšenica	0-30 cm 30-60 cm 60-90 cm	31,96 21,59 25,88	14,36 12,89 22,32	12,94 8,82 14,18	
				79,43	49,58	35,93	
6	Betnava	715510 Pšenica	0-30 cm 30-60 cm 60-90 cm	38,01 11,3 12,38	21,8 17,56 18,68	31,58 3,78 2,93	Metkonazol 0,019
				61,68	58,03	38,29	
7	Betnava	715147 Buče	0-30 cm 30-60 cm 60-90 cm	34,65 17,14 9,63	42,42 26,29 32,81	115,67 35,78 31,95	Diflufenikan 0,048 Prosulfokard 0,074
				61,42	101,52	183,4	
8	Bohova 9	3186600 Ječmen	0-30 cm 30-60 cm 60-90 cm	11,84 4,07 5,49	40,87 12,18 14,27	69,38 13,06 13,77	
				21,41	67,31	96,22	
9	Bohova 13	1606640 Koruza	0-30 cm 30-60 cm 60-90 cm	12,85 6,93 7,25	60,73 43,93 18,54	64,18 41,54 22,77	Diflufenikan 0,069
				27,03	123,2	128,48	
10	Limbuš	4865555 Pira	0-30 cm 30-60 cm 60-90 cm	27,01 13,44 6,44	25,87 18,48 18,54	19,57 16,04 12,2	
				46,88	62,89	47,81	
11	Vrbanski plato	4039416 Trajni travnik	0-30 cm 30-60 cm 60-90 cm	<0,05 <0,05 <0,05	3,57 <0,05 <0,05	5,25 2,44 <0,05	
				<0,05	3,57	7,69	
12	Marjeta 12	1069257 Koruza	0-30 cm 30-60 cm 60-90 cm	44,39 20,50 18,32	120,79 56,2 48,02	28,06 21,84 22,55	Metalaklor 0,16 Terbutilazin 0,042 Diflufenikan 0,007 Terbutilazin-desetil 0,006
				83,21	225,01	72,44	Metalaklor 0,011
13	Razvanje 14	1264980 Pšenica	0-30 cm 30-60 cm 60-90 cm	25,87 4,96 4,01	17,56 4,54 2,48	36,04 11,09 9,68	
				34,83	24,57	56,8	
14	Gerečja vas 15	3351012 koruza	0-30 cm 30-60 cm 60-90 cm	5,88 <0,05 <0,05	109,45 26,42 15,26	35,11 32,21 14,4	
				5,88	151,13	81,73	
15	Gerečja vas 16	1738961 koruza	0-30 cm 30-60 cm 60-90 cm	15,96 2,77 4,58	58,63 30,91 9,59	36,79 9,79 6,66	
				23,01	99,13	53,24	
16	Ruše	1268827 TDM	0-30 cm 30-60 cm 60-90 cm	16,76 7,69 3,78	33,6 5,5 6,3	36,41 6,05 4,59	
				28,22	45,4	47,05	

7.1 REZULTATI VZORČENJA MINERALNEGA DUŠIKA V TLEH

Na osnovi rezultatov 1. vzorčenja mineralnega dušika v tleh ugotavljamo višje izmerjene vrednosti mineralnega dušika pri vzorcu pod št. 1. Vse ostale izmerjene vrednosti mineralnega dušika v tleh so pričakovane in so posledica izvedenih tehnoloških ukrepov na posejanih poljščinah ali sejanem, oziroma naravnem travinju. Pri vzorcu pod številko 1 je neposredno pred vzorčenjem bilo opravljeno dognojevanje.

Rezultati kažejo da je bilo 2. vzorčenje na nekaterih površinah opravljeno po dognojevanju koruze oziroma buč. Tam so vrednosti preko 100 kg nitrata dušika na hektar. Ta nitrat bo koruza v rastni dobi porabila za svoj razvoj. Na površini pod številko 1. je posejana detelja ki veže dušik iz ozračja, zato je v zemlji izmerjena višja vrednost nitrata dušika.

Pri tretjem vzorčenju je bila višja vrednost nitrata izmerjena na površini pod številko 7. Po razgovoru z pridelovalcem je šlo za naključje odvzema vzorcev tam kjer so se pospravljale buče in je bilo v tleh veliko rastlinskih ostankov. Pridelovalec površine v jesenskem času ni gnojil z nobenimi gnojili.

Vrednosti izmerjenega mineralnega dušika v tleh so pri 1.vzorčenju v primerjavi z drugimi izmerjenimi vrednostmi pri vzorčenju nekoliko višje pri njivskih površinah, kjer je bilo opravljeno gnojenje pred setvijo koruze, kot tudi v primeru pridelave ozimnih žit (ozimni ječmen in ozimna pšenica). Pri posevkih ozimnih žit ugotavljamo, da med časom dognojevanja in vzorčenje običajno preteče premalo časa, da bi rastline porabile dušik in so izmerjene vrednosti višje v zgornji plasti tal. Nekoliko višje vrednosti mineralnega dušika v globini tal med 30-60 cm ugotavljamo, če je gnojenju, oziroma dognojevanju z dušikom sledila večja količina padavin. Pri 2. vzorčenju ugotavljamo višjo vsebnost nitrata v tleh kjer je bila dognojena koruza in buče. Z vsemi pridelovalci, pri katerih pri analizi mineralnega dušika v tleh ugotavljamo višje izmerjene vrednosti od pričakovanih se opravijo dodatni informativni razgovori in natančna analiza izvedenih agrotehničnih ukrepov. Kljub izvedenim aktivnostim na terenu ugotavljamo, da se povišane meritve pri mineralnem dušiku v tleh običajno pojavljajo na istih lokacijah, kar pomeni, da do premikov v načinu gnojenja in dognojevanja z dušikom, kljub opravljenemu dodatnem svetovanju ni prišlo. Glede na rezultate preizkušanja v okviru EIP projektov, bi lahko sofinanciranje nabave mineralnih gnojil s počasnejšim sproščanjem dušika ter drugih inhibitorjev za zmanjšanje izgub dušika iz gnojevke ter uporabljenih lahko topnih dušičnih gnojil za kmetovalce na vodovarstvenih območjih preko subvencij pomagala država. Ugotavljamo, da je višja cena teh gnojil v primerjavi s klasičnimi gnojili na trgu razlog za zelo majhno uporabo teh gnojil, ki bi lahko zmanjšala probleme z nitrati v podtalnici.

Z drugimi pridelovalci, pri katerih ugotavljamo nižje izmerjene vrednosti mineralnega dušika v tleh se opravi samo informativni razgovor o obstoječi agrotehnik, ter se jim predstavijo novosti

pri izvedbi agrotehnike pri posameznih poljščinah ter možni vpliv sprememb pri agrotehničnih ukrepih na tla, vode in zrak v okviru zimskega izobraževanja ter v okviru delavnic, ki jih izvedemo večkrat v času vegetacije.

7.2 ANALIZA REZULTATOV VZORČENJA OSTANKOV PESTICIDOV V TLEH

Kar se tiče aktivnih snovi, ki smo jih zaznali, je šlo pri površini pod številko 6 za uporabo fungicida s to aktivno snovjo. Ta se je do jeseni že razgradila. Pri površinah s številka 7 in 9 sta bila pšenica in ječmen poškrpljena proti plevelom z herbicidi, ki vsebujejo te aktivne snovi. Predvidevam, da v naslednjem vzorčenju na aktivne snovi, teh v vzorcih ne bo. Na površini pod številko 12 je bilo opravljeno tretiranje koruze z sredstvom Lumax. Vidimo lahko, da se je večina aktivnih snovi do jeseni že razgradila. Metolaklor v naslednjem vzorčenju najverjetneje ne bo več prisoten.

7.3 ANALIZA REZULTATOV VZORČENJA TEŽKIH KOVIN V TLEH

Tabela 7-3: Rezultati vzorčenja težkih kovin ob prometnih povezavah

	Ptujska cesta	Orehova vas – pri avto cesti
Kadmij	0,16	0,14
Baker	24	30
Nikelj	26	36
Svinec	19	20
Cink	57	92
Krom	29	50
Živo srebro	0,072	<0,05
Kobalt	10	15
Molibden	<1	<1
Arzen	10	10

Vzorci zemljine površinskega sloja tal so bili odvzeti v aprilu ob ob Ptujski cesti in v Orehovi vasi pri avtocesti. V zemljini odvzetega vzorca je bila opravljena analiza na naslednje težke kovine :

kadmij, baker, nikelj, svinec, cink, krom, živo srebro, kobalt, molibden in arzen. V nobenem izmed odvzetih vzorcev zemljine površinskega sloja tal ni bilo ugotovljenih preseženih vrednosti težkih kovin glede na veljavno uredbo.

8 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.

Podzemna voda

Povprečna temperatura podzemne vode je znašala 13,6° C, električna prevodnost 515,2 µS/cm, pH podzemne vode je bil v nevtralnem območju, med 6,4 in 7,8. Električna prevodnost je lastnost vode, da prevaja električni tok. Odvisna je od prisotnosti ionov v vodi, od njihove koncentracije, gibljivosti in naboja ter od temperature vode ob merjenju. Električna prevodnost pitne vode se na oskrbovalnem območju običajno ne spreminja, kot tudi ne vrsta in koncentracija prisotnih ionov.

Med pomembnejšimi parametri, ki smo jih določali je tudi vsebnost nitrata. Mejna vrednost za vsebnost nitrata v podzemni vodi je skladno z Uredbo o stanju podzemnih voda (Uradni list RS, št. 25/09, 68/12, 66/16 in 44/22 – ZVO-2) 50 mg/l. V nobenem izmed vzorcev ni bila ugotovljena presežena mejna vrednost.

Med analiziranimi parametri smo v podzemni vodi določali vsebnost kloridov. Kloridi so v okolju prisotni kot natrijeva, kalijeve ali kalcijeve sol. Odvisno od tipa surove vode, so kloridi v vodi lahko naravnega izvora, lahko pa so iz komunalnih ali industrijskih odpadnih vod, lahko so posledica površinskega spiranja zaradi soljenja cest ali uporabe gnojil, vdora slanice. Vsebnost klorida v posamezni seriji vzorčenja je razvidna iz slike 3-3. Najvišje vsebnosti so bile izmerjene na urbanem območju, na merilnih mestih PTa-1, IEI-PHO3.

Uredba o stanju podzemnih voda (Uradni list RS, št. 25/09, 68/12, 66/16 in 44/22 – ZVO-2) večji poudarek daje še vsebnosti pesticidov in njihovim relevantnim razgradnim produktom ter lahkih alifatskim halogeniranim ogljikovodikom. V obdobju 2017 – 2022 je največje nihanje v koncentracijah atrazina opazno na merilnem mestu Kp-2 (novi). Mejna vrednost, določena z Uredbo o stanju podzemnih voda 0,1 µg/l, pa v letu 2022 ni bila presežena.

Druga serija vzorčenja in analiz je bila opravljena meseca septembra. V tej seriji se je poleg parametrov iz prve serije določala še prisotnost težkih kovin in ostankov zdravil. Na podlagi rezultatov je bila ugotovljena prisotnost farmacevtske spojine karbamazepin na odzemnih mestih PTa-1, OP-7, DP-3, K-30, IEI-LD2, R-3, N2, K-24, PS-5, KP-2N, Pbe-1 ter sulfometoksazola na odzemnih mestih PTa-1 in R-3.

V okolju so poleg prej naštetih fizikalno-kemijskih snovi prisotne tudi druge snovi, ki so zelo obstojne, njihova razgradnja traja več let, stoletij ali celo tisočletij. Mednje sodijo številne kemikalije, ki jih je sintetiziral človek, lahko pa tudi snovi, ki so nastale v naravi, n.pr. zaradi požara. Te snovi imenujemo obstojna organska onesnaževala ali krajše POPs (angl. persistent

organic pollutants). Med POPs-i najdemo številne organoklorne spojine, kot so dioksini, heksaklorobenzen, in številni organoklorni pesticidi (aldrin, DDT, klordan, endrin, heptaklor itd.). Med POPs-e spadajo tudi poliklorirani bifenili (PCB) in polibromirani difeniletri (PBDE), ki se akumulirajo v telesni maščobi in materinem mleku.

Med tovrstna onesnaževala sodijo tudi spojine iz skupine fluoriranih spojin (perfluorooktanojska kislina – PFOA in perfluorooktansulfonska kislina – PFOS). Gre za snovi, ki imajo v industriji zelo široko uporabo, posledično jih najdemo tudi v okolju. Zaradi specifičnih lastnosti se uporabljajo kot premaz za kovinske izdelke (npr. teflon), uporabljajo se za izboljšanje lastnosti tekstila, kot premaz za papir, embalažo, preproge itd. Perfluorirane in polifluorirane spojine (PFAS) so našli v krvi ljudi in prostoživečih živalih. Zaradi bioakumulacije in možne imunotoksičnosti se v tujini te spojine v vzorcih okolja spremljajo že več let.

V okviru Imisijskega monitoringa smo tudi v letu 2022 v program spremljanja vključili onesnaževala iz skupine fluoriranih spojin (perfluorooktanojska kislina - PFOA in perfluorooktansulfonska kislina - PFOS), ki so na vseh prioritetenih seznamih snovi, ki jih je potrebno spremljati v okolju. Gre za snovi, ki so široko zastopane v okolju in predstavljajo nevarnost za ljudi in okolje. Evropska komisija je za pitno vodo za vsoto vseh perfluoriranih spojin predlagala mejno vrednost 0,1 µg/l (100 ng/l). Ob tem je potrebno poudariti, da so toksikološke meje za navedene snovi nižje.

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.

Ocena rezultatov preiskav vode je izvedena v skladu z Uredbo o stanju površinskih voda (Uradni list RS, št. 14/09, 98/10, 96/13, 24/16 in 44/22 – ZVO-2) in z Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (Uradni list RS, št. 46/02, 41/04 – ZVO-1 in 44/22 – ZVO-2)

Vzorčenje površinskih voda smo opravili 29.06.2022. Temperatura vode se je gibala med 18,8° C in 22,1° C, pH vrednost pa je nihala med 7,6 in 8,5. Razlike v električni prevodnosti med potoki so precejšnje in se gibajo med 179 µS/cm in 729 µS/cm.

Na podlagi rezultatov analiz površinskih voda opravljenih v letu 2022 ugotavljamo, da v nobenem izmed analiziranih vzorcev površinskih voda ni bila ugotovljena prekomerna obremenjenost z absorbiranimi halogeniranimi organskimi snovmi. Mejna vrednost določena z Uredbo o stanju površinskih voda za AOX je 20 µg/L.

Na osnovi izmerjenih vrednosti za KPK-KMnO₄, BPK₅ in celokupni organski ogljik – TOC, ocenjujemo da voda ni obremenjena s snovmi organske narave.

Skladno s kriteriji Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst ugotavljamo, da v vseh vzorcih z izjemo Radvanjskega potoka izmerjena vsebnost za amonij presega priporočeno vrednost določeno za salmonidne vode (0,04 mg/L NH₄). Priporočena vrednost amonija za ciprinidne vode (0,2 mg/l NH₄) je presežena le v Polanskem potoku. Vsebnost amonija je v Polanskem potoku v letu 2022 znašala 0,21 mg/l, kar je manj, kot leta

2021, ko je bila v tem potoku izmerjena vrednost 0,99 mg/l. Amonij v vodnem okolju vstopa v oksidacijski proces in se oksidira do dušikovih spojin, nitrita-NO₂ in nitrata-NO₃.

Fosfor v vodah spremljamo kot splošni pokazatelj obremenjenosti s hranili (dušikove in fosforjeve spojine), ki jih rastline in živali potrebujejo za svoj razvoj in je pomemben dejavnik za razrast alg v površinskih vodah, posebej stoječih. Vrednosti celokupnega fosforja služi kot indikatorski parameter za obremenitve vode s hranili. Mejna vrednost 0,2 mg/L PO₄ za salmonidne vode je bila presežena v vzorcu Vinarskega potoka, vrednost 0,4 mg/L PO₄ za ciprinidne vode ni bila prekoračena v nobenem vzorcu površinske vode odvzete v letu 2022.

Tla

V letu 2022 so bila podobno kot v prejšnjih letih s strani Kmetijsko-gozdarskega zavoda Maribor izvedena 3 vzorčenja tal, dodatno se je v letu 2022 opravilo tudi vzorčenje tal za analizo težkih kovin na dveh lokacijah (Ptujška cesta, Orehova vas - pri avtocesti). Prvo vzorčenje je bilo opravljeno po izvedenem dognojevanju ozimnih žit in travinja in v času priprav za izvedbo setve okopavin (večinoma koruze), oziroma v času setve koruze - 15.04.2022, 2.vzorčenje v drugi polovici junija, po opravljenih dognojevanjih z dušikom in opravljenih tretiranjih s FFS (fungicidi in insekticidi pri žitih in herbicidi pri koruzi) - 28.06.2022 in tretje vzorčenje v novembru (po spravilu okopavin, oziroma v času izvedbe jesenske setve) - 05.11.2022 .

Istočasno z izvedenim 2. in 3. vzorčenjem so bili odvzeti in oddani vzorci do globine 30 cm za izvedbo analiz ostankov fitofarmaceutskih sredstev v tleh.

Na osnovi rezultatov 1. vzorčenja mineralnega dušika v tleh ugotavljamo višje izmerjene vrednosti mineralnega dušika pri vzorcu pod št. 1. Vse ostale izmerjene vrednosti mineralnega dušika v tleh so pričakovane in so posledica izvedenih tehnoloških ukrepov na posejanih poljščinah ali sejanem, oziroma naravnem travinju. Pri vzorcu pod številko 1 je neposredno pred vzorčenjem bilo opravljeno dognojevanje.

Rezultati kažejo da je bilo 2. vzorčenje na nekaterih površinah opravljeno po dognojevanju koruze oziroma buč. Tam so vrednosti preko 100 kg nitratnega dušika na hektar. Ta nitrat bo koruza v rastni dobi porabila za svoj razvoj. Na površini pod številko 1. je posejana detelja ki veže dušik iz ozračja, zato je v zemlji izmerjena višja vrednost nitratnega dušika.

Pri tretjem vzorčenju je bila višja vrednost nitrata izmerjena na površini pod številko 7. Po razgovoru z pridelovalcem je šlo za naključje odvzema vzorcev tam kjer so se pospravljale buče in je bilo v tleh veliko rastlinskih ostankov. Pridelovalec površine v jesenskem času ni gnojil z nobenimi gnojili.

Vrednosti izmerjenega mineralnega dušika v tleh so pri 1.vzorčenju v primerjavi z drugimi izmerjenimi vrednostmi pri vzorčenju nekoliko višje pri njivskih površinah, kjer je bilo opravljeno gnojenje pred setvijo koruze, kot tudi v primeru pridelave ozimnih žit (ozimni ječmen in ozimna pšenica). Pri posevkih ozimnih žit ugotavljamo, da med časom dognojevanja in vzorčenje

običajno preteče premalo časa, da bi rastline porabile dušik in so izmerjene vrednosti višje v zgornji plasti tal. Nekoliko višje vrednosti mineralnega dušika v globini tal med 30-60 cm ugotavljamo, če je gnojenju, oziroma dognojevanju z dušikom sledila večja količina padavin. Pri 2. vzorčenju ugotavljamo višjo vsebnost nitrata v tleh kjer je bila dognojena koruza in buče. Z vsemi pridelovalci, pri katerih pri analizi mineralnega dušika v tleh ugotavljamo višje izmerjene vrednosti od pričakovanih se opravijo dodatni informativni razgovori in natančna analiza izvedenih agrotehničnih ukrepov. Kljub izvedenim aktivnostim na terenu ugotavljamo, da se povišane meritve pri mineralnem dušiku v tleh običajno pojavljajo na istih lokacijah, kar pomeni, da do premikov v načinu gnojenja in dognojevanja z dušikom, kljub opravljenemu dodatnemu svetovanju ni prišlo. Glede na rezultate preizkušanja v okviru EIP projektov, bi lahko sofinanciranje nabave mineralnih gnojil s počasnejšim sproščanjem dušika ter drugih inhibitorjev za zmanjšanje izgub dušika iz gnojevke ter uporabljenih lahko topnih dušičnih gnojil za kmetovalce na vodovarstvenih območjih preko subvencij pomagala država. Ugotavljamo, da je višja cena teh gnojil v primerjavi s klasičnimi gnojili na trgu razlog za zelo majhno uporabo teh gnojil, ki bi lahko zmanjšala probleme z nitrati v podtalnici.

Z drugimi pridelovalci, pri katerih ugotavljamo nižje izmerjene vrednosti mineralnega dušika v tleh se opravi samo informativni razgovor o obstoječi agrotehnik, ter se jim predstavijo novosti pri izvedbi agrotehnik pri posameznih poljščinah ter možni vpliv sprememb pri agrotehničnih ukrepih na tla, vode in zrak v okviru zimskega izobraževanja ter v okviru delavnic, ki jih izvedemo večkrat v času vegetacije.

Kar se tiče aktivnih snovi, ki smo jih zaznali, je šlo pri površini pod številko 6 za uporabo fungicida z to aktivno snovjo. Ta se je do jeseni že razgradila. Pri površinah s številkami 7 in 9 sta bila pšenica in ječmen poškropljena proti plevelom z herbicidi, ki vsebujejo te aktivne snovi. Predvidevam, da v naslednjem vzorčenju na aktivne snovi, teh v vzorcih ne bo. Na površini pod številko 12 je bilo opravljeno tretiranje kruise z sredstvom Lumax. Vidimo lahko, da se je večina aktivnih snovi do jeseni že razgradila. Metolaklor v naslednjem vzorčenju najverjetneje ne bo več prisoten.

Vzorci zemljine površinskega sloja tal na vsebnost težkih kovin so bili odvzeti v aprilu ob Ptujski cesti in v Orehovi vasi pri avtocesti. V zemljini odvzetega vzorca je bila opravljena analiza na naslednje težke kovine : kadmij, baker, nikelj, svinec, cink, krom, živo srebro, kobalt, molibden in arzen. V nobenem izmed odvzetih vzorcev zemljine površinskega sloja tal ni bilo ugotovljenih preseženih vrednosti težkih kovin glede na veljavno uredbo.

SKLEP

Lahko povzamemo, da v letu 2022 nismo ugotovili onesnaženja v tej meri, da bi bili potrebni takojšni ukrepi. Pri vsebnosti pesticidov v podzemni vodi je bila v večini analiziranih vzorcev še vedno ugotovljena prisotnost atrazina, vendar je opazen izrazit trend upada koncentracij.

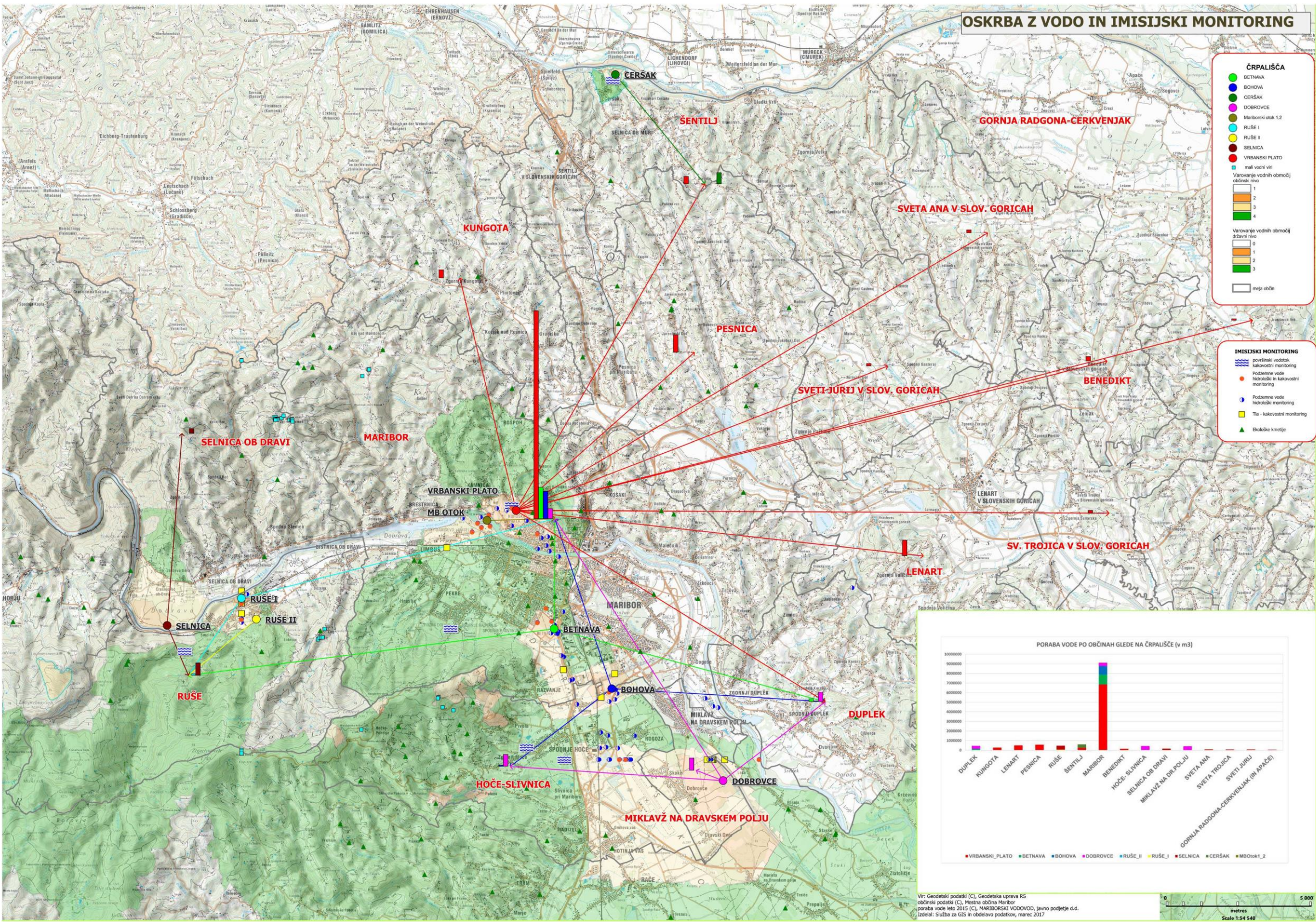
Glede na najdene spojine v odpadni vodi ugotavljamo, da se število najdenih farmacevtskih aktivnih spojin veča, kar je povezano tudi z napredkom analizne tehnike. Prevladujejo aktivne snovi, ki se uporabljajo za lajšanje bolečin, z protivnetnim učinkom in sredstva za zniževanje telesne temperature. Zaradi staranja prebivalstva, dolge življenjske dobe in drugih dejavnikov pričakujemo, da se bodo koncentracije zdravil v okolju zviševale, zlasti zdravila za kronična obolenja

Spremljanje modernejših onesnaževal, kot so perfluorirane spojine, hormonski motilci in ostanki zdravil je nujno, saj so na vseh prioritetnih seznamih snovi, ki jih je potrebno spremljati v okolju in lahko predstavljajo nevarnost za ljudi in okolje.

9 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>
10. Kopač I, Vremec M (2017) Slovenian test case Vrbanski Plato aquifer in the EU HORIZON 2020 FREEWAT project. Acque Sotterranee – Italian Journal of Groundwater – AS22 - 287: p. 15 – 25
11. Kopač I, Vremec M, (2017) FREEWAT – FREE and open source software tools for WATer resource management, Appendix 4, Report on the application of FREEWAT to Vrbanski Plato case study (Slovenia), Version 0.3, July 2017
- 12.

10 PRILOGE



10.1 PORABA VODE PO CRPALISCIH IN OBCINAH (VIR: GEODETSKA UPRAVA RS, MESTNA OBCINA MARIBOR, MARIBORSKI VODOVOD)

10.2 POROČILO KMETIJSKO GOZDARSKEGA ZAVODA MARIBOR

10.3 HIDROLOŠKE MERITVE

10.3.1 METEOROLOŠKI PODATKI – LETO 2022

10.3.2 HIDROLOŠKI MONITORING VPLIVA NA PODZEMNE VODE

10.3.3 PODATKI ČRPANIH KOLIČIN MARIBORSKEGA VODOVODA

10.4 REZULTATI KEMIJSKIH ANALIZ V SISTEMU IMISIJSKEGA MONITORINGA