

IZVJEŠĆE O STANJU PODZEMNIH VODA U 2021. GODINI

Na temelju članka 50., stavka 9. i članka 252., stavka 1. Zakona o vodama (Narodne novine, br. 66/19, 84/21 i 47/23) Hrvatske vode izrađuju godišnje izvješće o provedenom monitoringu.

Podaci o dokumentu

| | |
|----------|--|
| Naslov: | Izvešće o stanju podzemnih voda u 2021. godini |
| Izdanje: | Hrvatske vode |
| Godina: | srpanj 2023. godine |

| | |
|------------------------------------|---|
| Autori: | mr. sc. Daria Čupić, dipl. ing. geol. mag. ing. geol. Hrvoje Herceg mr.sc. Ivana Gabrić, dipl.ing.građ. |
| Fotografija na naslovnoj stranici: | Plitvice, Zavod za javno zdravstvo Ličko - senjske županije |

SADRŽAJ

| | |
|--|----|
| 1. Uvod | 1 |
| 2. Monitoring kemijskog stanja podzemnih voda u 2021. godini | 4 |
| 3. Ocjena kemijskog stanja podzemnih voda na monitoring postajama | 8 |
| 4. Rezultati ispitivanja | 10 |
| 4.1. Vodno područje rijeke Dunav | 11 |
| 4.2. Jadransko vodno područje | 12 |
| 5. Trendovi promjene koncentracija onečišćujućih tvari od 2007. do 2021. godine | 17 |
| 5.1. Vodno područje rijeke Dunav | 18 |
| 5.1.1. Podsliv rijeke Save | 18 |
| 5.1.2. Podsliv rijeka Drave i Dunava | 23 |
| 5.2. Jadransko vodno područje | 26 |
| 6. Istraživački monitoring utjecaja poljoprivrede na tlo, površinske i podzemne vode | 28 |
| 6.1. Monitoring zaslanjenja voda i poljoprivrednih tala na području doline Neretve | 28 |
| Rezultati monitoringa zaslanjenja podzemnih voda | 29 |
| Rezultati monitoringa zaslanjenja poljoprivrednih tala | 30 |
| 6.2. Monitoring vodnog režima poljoprivrednih tala i kakvoće vode na području dovodnog melioracijskog kanala za navodnjavanje Biđ - bosutskog polja | 33 |
| Određivanje kakvoće podzemne vode u tlu | 34 |
| Određivanje kakvoće procjedne vode | 34 |

Slike:

| | |
|--|----|
| Slika 1. Tijela podzemne vode..... | 3 |
| Slika 2. Postaje nadzornog monitoringa podzemnih voda..... | 5 |
| Slika 3. Postaje operativnog monitoringa podzemnih voda | 6 |
| Slika 5. Područje obuhvaćeno monitoringom zaslanjenja voda i poljoprivrednih tala na području doline Neretve s pozicijama postaja motrenja | 32 |
| Slika 6. Prikaz karakterističnih profila - trasa s hidropedološkim piezometrima na području istraživanja DMKBBP | 35 |
| Slika 7. Karta područja dovodnog melioracijskog kanala s lokacijama motrenja tala i poljoprivredne proizvodnje | 36 |

Tablice:

| | |
|--|----|
| Tablica 1. Tijela podzemne vode..... | 2 |
| Tablica 2. Broj monitoring postaja na tijelima podzemne vode u 2021. godini prema Planu i prema izvršenju | 7 |
| Tablica 3. Pokazatelji koji se prate u okviru monitoringa podzemne vode | 8 |
| Tablica 4. Standardi kakvoće podzemne vode..... | 8 |
| Tablica 5. Granične vrijednosti specifičnih onečišćujućih tvari..... | 9 |
| Tablica 6. Stanje podzemnih voda na monitoring postajama u 2021. godini na vodnom području rijeke Dunav | 14 |
| Tablica 7. Stanje podzemnih voda na monitoring postajama u 2021. godini na jadranskom vodnom području | 15 |
| Tablica 8. Ocjena lošeg kemijskog stanja podzemnih voda na monitoring postajama s vrijednostima koncentracije standarda / granične vrijednosti onečišćujućih tvari | 16 |
| Tablica 9. Lokacije monitoringa površinskih i podzemnih voda | 28 |
| Tablica 10. Koncentracije procjedne vode iz lizimetara (perkolata) tijekom 2021. godine..... | 38 |
| Tablica 10. Rezultati analize NH ₄ -N, NO ₃ -N, NO ₂ -N i PO ₄ -P u podzemnoj vodi u tlu (veljača) 2021..... | 39 |
| Tablica 11. Rezultati analize NH ₄ -N, NO ₃ -N, NO ₂ -N i PO ₄ -P u podzemnoj vodi u tlu (travanj) 2021..... | 39 |

1. Uvod

Na temelju članka 50., stavka 9. i članka 252., stavka 1. Zakona o vodama (Narodne novine, br 66/19, 84/21 i 47/23) Hrvatske vode su izradile godišnje izvješće o provedenom monitoringu kvalitete podzemnih voda u 2021. godini. Ocjena stanja podzemnih voda u ovom izvještaju temelji se na vrijednostima koncentracije standarda i graničnih vrijednosti onečišćujućih tvari sukladno Uredbi o standardu kakvoće voda (Narodne novine, br. 96/19, 20/23 i 50/23), u daljnjem tekstu Uredba, a na temelju provedenog monitoringa prema odredbama Pravilnika o posebnim uvjetima za obavljanje djelatnosti uzimanja uzoraka i ispitivanja voda (Narodne novine, broj 3/20).

Sustavno praćenje podzemnih voda provodi se u svrhu utvrđivanja kemijskog stanja voda, dugoročnih promjena prirodnih uvjeta, promjena uzrokovanih intenzivnim ljudskim aktivnostima i promjena uslijed provođenja mjera na područjima za koja je utvrđeno da ne ispunjavaju uvjete za dobro stanje. Kao posljedica usklađenja s Okvirnom direktivom o vodama Europske Unije (ODV), u Zakonu o vodama je propisan monitoring stanja voda, što zahtijeva uspostavu praćenja količinskog i kemijskog stanja za podzemne vode. Današnji opseg, vrsta i način ispitivanja voda u Republici Hrvatskoj definirani su Zakonom o vodama, Uredbom o standardu kakvoće voda, te Pravilnikom o posebnim uvjetima za obavljanje djelatnosti uzimanja uzoraka i ispitivanja voda. Nacionalni monitoring kemijskog stanja podzemnih voda na monitoring postajama u Republici Hrvatskoj obuhvaća nadzorni i operativni monitoring. Rezultati kemijskog stanja podzemnih voda u Republici Hrvatskoj prikazani su na monitoring postajama prema tijelima podzemne vode (TPV) koja su nastala grupiranjem osnovnih podzemnih vodnih tijela. Prikazana su u tablici 1. i na slici 1. u nastavku.

Rezultati monitoringa zaslanjenja površinskih, podzemnih voda i poljoprivrednih tala u području doline rijeke Neretve, kao i rezultati monitoringa vodnog režima poljoprivrednih tala i kakvoće vode na području dovodnog melioracijskog kanala za navodnjavanje Biđ - bosutskog polja nalaze se u ovom Izvješću o stanju podzemnih voda, međutim oni ne služe za ocjenu stanja podzemnih voda, nego predstavljaju utjecaj poljoprivrede na tlo. Oba monitoringa pripadaju istraživačkom monitoringu utjecaja onečišćenja od poljoprivrede i obuhvaćaju osim monitoringa površinskih i podzemnih voda i monitoring tla, što je prvi korak u sprečavanju utjecaja onečišćenja poljoprivrede, jednom od najvećih pritisaka onečišćenja na podzemne vode. U Izvješću o stanju površinskih voda dani su rezultati istraživačkog monitoringa površinskih voda, dok su u ovom Izvješću dani rezultati istraživačkog monitoringa podzemnih voda i tla.

Tablica 1. Tijela podzemne vode

| KOD | IME TIJELA PODZEMNE VODE | KOD | IME TIJELA PODZEMNE VODE |
|------------------------------------|---|---------------------------------|--------------------------|
| Vodno područje rijeke Dunav | | Jadransko vodno područje | |
| CDGI_18 | MEĐIMURJE | JKGI-01 | SJEVERNA ISTRA |
| CDGI_19 | VARAŽDINSKO PODRUČJE | JKGN-02 | SREDIŠNJA ISTRA |
| CDGI_20 | SLIV BEDNJE | JKGN-03 | JUŽNA ISTRA |
| CDGI_21 | LEGRAD - SLATINA | JKGI-04 | RIJEČKI ZALJEV |
| CDGI_22 | NOVO VIRJE | JKGI-05 | RIJEKA - BAKAR |
| CDGI_23 | ISTOČNA SLAVONIJA - SLIV DRAVE I DUNAVA | JKGI-06 | LIKA - GACKA |
| CSGI_24 | SLIV SUTLE I KRAPINE | JKGN-07 | ZRMANJA |
| CSGN_25 | SLIV LONJA - ILOVA - PAKRA | JKGN-08 | RAVNI KOTARI |
| CSGN_26 | SLIV ORLJAVE | JKGN-09 | BOKANJAC - POLIČNIK |
| CSGI_27 | ZAGREB | JKGI-10 | KRKA |
| CSGI_28 | LEKENIK - LUŽANI | JKGI-11 | CETINA |
| CSGI_29 | ISTOČNA SLAVONIJA - SLIV SAVE | JKGI-12 | NERETVA |
| CSGI_30 | ŽUMBERAK - SAMOBORSKO GORJE | JOGN-13 | JADRANSKI OTOCI |
| CSGI_31 | KUPA | | |
| CSGI_32 | UNA | | |
| CSGI-14 | KUPA | | |
| CSGN-15 | DOBRA | | |
| CSGN-16 | MREŽNICA | | |
| CSGI-17 | KORANA | | |
| CSGI-18 | UNA | | |



Slika 1. Tijela podzemne vode

2. Monitoring kemijskog stanja podzemnih voda u 2021. godini

Monitoring kemijskog stanja podzemnih voda osigurava cjelovit pregled kemijskog stanja podzemnih voda u vodnom području i omogućava utvrđivanje prisutnosti znatno i trajno rastućeg trenda onečišćenja. Obuhvaća nadzorni i operativni monitoring. Operativni se uvodi u podzemnim vodnim tijelima koja su ocijenjena kao loša i u tijelima koja se nalaze u riziku.

1. Nadzorni monitoring provodi se radi:

- ocjene stanja na tijelima podzemne vode,
- vrednovanja i dopunjavanja postupka ocjenjivanja utjecaja onečišćenja,
- pribavljanja informacija za ocjenu znatno i trajno rastućih trendova koji su rezultat promjena prirodnih uvjeta i utjecaja djelatnosti čovjeka.

Nadzorni monitoring u 2021. godini provodio se na 390 monitoring postaja (slika 2.).

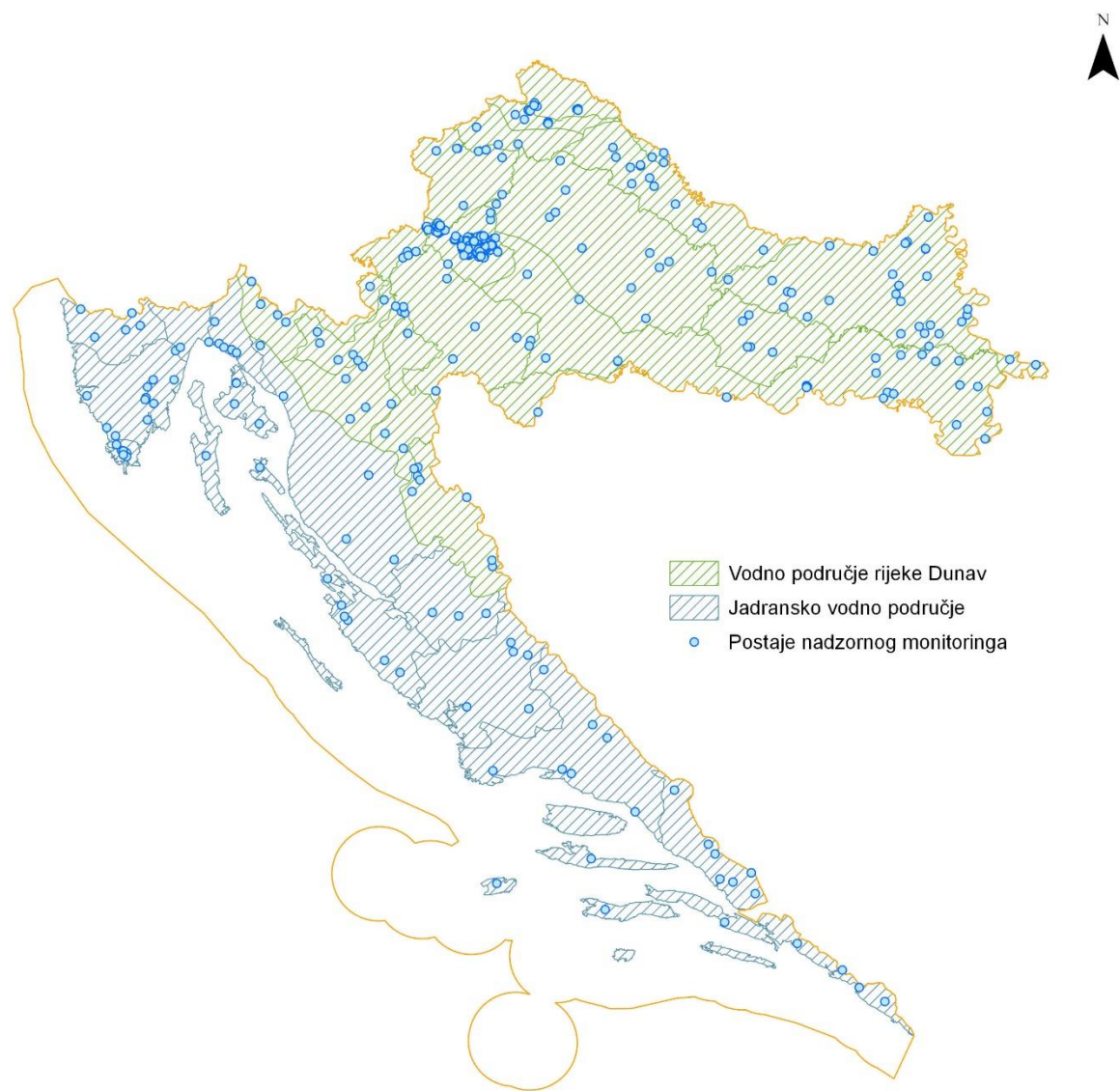
2. Operativni monitoring provodi se u razdobljima programa nadzornog monitoringa radi:

- utvrđivanja kemijskog stanja svih podzemnih voda za koje je analizom značajki vodnih područja utvrđeno stanje rizika, te loše stanje.

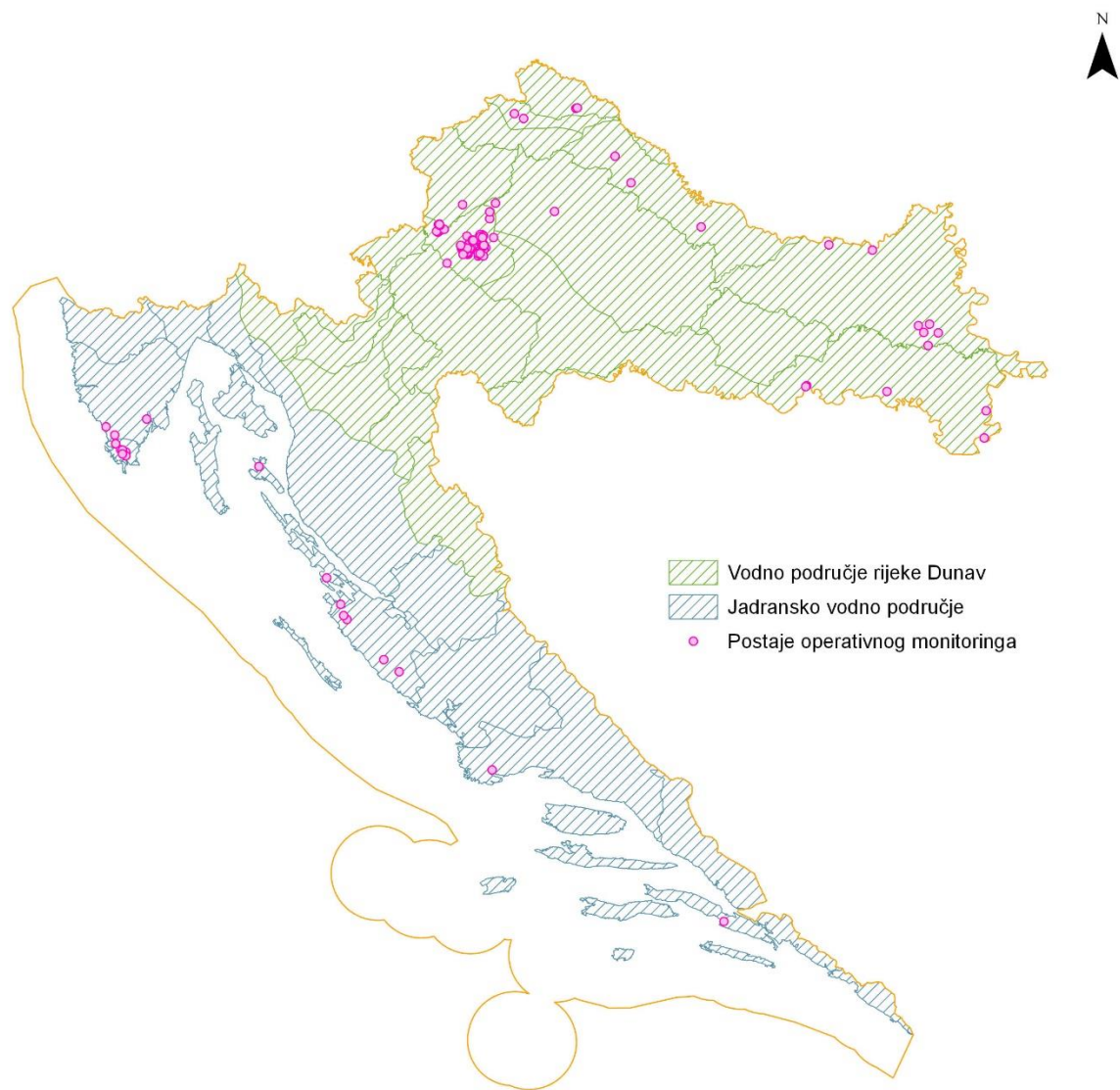
U 2021. godini operativni monitoring se provodio na 117 monitoring postaja (slika 3.).

U Izvješću o stanju podzemnih voda nalazi se i Istraživački monitoring utjecaja poljoprivrede i to monitoring zaslanjenja površinskih i podzemnih voda i poljoprivrednih tala na području doline rijeke Neretve, te monitoring vodnog režima poljoprivrednih tala i kakvoće vode na području dovodnog melioracijskog kanala za navodnjavanje Biđ - bosutskog polja. Prethodno navedeni monitorinzi ne služe za ocjenu kemijskog stanja podzemnih voda.

Prema Planu monitoringa stanja voda u Republici Hrvatskoj u 2021. godini predviđeno je provođenje monitoringa na 396 postaja nadzornoga i 119 operativnog monitoringa, revizijom iz baze Informacijskog sustava voda ustanovljeno je da se monitoring proveo na 390 mjernih postaja od čega je 390 u okviru nadzornog i 117 postaja operativnog monitoringa. Zbog nemogućnosti pristupa nekim monitoring postajama, kvara na pumpi, te zatrpanih piezometara, kao i piezometara koji su izbušeni, kao i nemogućnosti uzorkovanja zbog neadekvatne pumpe, postoji odstupanje za 6 monitoring postaja nadzornog i 2 operativnog monitoringa od planiranog (tablica 2.). Na 4 piezometra nisu uzeta sva 4 uzorka, nego samo 2 iz različitih razloga kao što su piezometar koji se naknadno zatrpao, do zdenaca koji su bili u kvaru ili crpilišta koje je bilo zatvoreno.



Slika 2. Postaje nadzornog monitoringa podzemnih voda



Slika 3. Postaje operativnog monitoringa podzemnih voda

Tablica 2. Broj monitoring postaja na tijelima podzemne vode u 2021. godini prema Planu i prema izvršenju

| KOD | IME TIJELA PODZEMNE VODE | VODNO PODRUČJE | PODSLIV | 2020. godina | | | | | | |
|--|---|-----------------------------|---|--------------------------------|----------|------------|----------------------------------|----------|------------|----|
| | | | | NACIONALNI MONITORING PLAN | | | NACIONALNI MONITORING - IZVRŠENO | | | |
| | | | | Ukupan broj monitoring postaja | NADZORNI | OPERATIVNI | Ukupan broj monitoring postaja | NADZORNI | OPERATIVNI | |
| CDGI_18 | MEĐIMURJE | VODNO PODRUČJE RIJEKE DUNAV | PODRUČJE PODSLIVA RIJEKE DRAVE I DUNAVA | 6 | 6 | 2 | 6 | 6 | 2 | |
| CDGI_19 | VARAŽDINSKO PODRUČJE | | | 9 | 9 | 3 | 9 | 9 | 3 | |
| CDGI_20 | SLIV BEDNJE | | | 3 | 3 | - | 3 | 3 | - | |
| CDGI_21 | LEGRAD - SLATINA | | | 13 | 13 | 4 | 13 | 13 | 4 | |
| CDGI_22 | NOVO VIRJE | | | 3 | 3 | - | 3 | 3 | - | |
| CDGI_23 | ISTOČNA SLAVONIJA - SLIV DRAVE I DUNAVA | | | 32 | 32 | 7 | 32 | 32 | 7 | |
| UKUPNO PODRUČJE PODSLIVA RIJEKE DRAVE I DUNAVA | | | | 66 | 66 | 16 | 66 | 66 | 16 | |
| CSGI_24 | SLIV SUTLE I KRAPINE | | VODNO PODRUČJE RIJEKE SAVE | PODRUČJE PODSLIVA RIJEKE SAVE | 9 | 9 | 1 | 9 | 9 | 1 |
| CSGN_25 | SLIV LONJA - ILOVA - PAKRA | | | | 13 | 13 | 2 | 11 | 11 | 1 |
| CSGN_26 | SLIV ORLIJAVE | | | | 5 | 5 | - | 5 | 5 | - |
| CSGI_27 | ZAGREB | | | | 156 | 156 | 77 | 155 | 155 | 76 |
| CSGI_28 | LEKENIK - LUŽANI | | | | 6 | 6 | - | 6 | 6 | - |
| CSGI_29 | ISTOČNA SLAVONIJA - SLIV SAVE | | | | 17 | 17 | 4 | 16 | 16 | 4 |
| CSGI_30 | ŽUMBERAK - SAMOBORSKO GORJE | | | | 4 | 4 | - | 4 | 4 | - |
| CSGI_31 | KUPA | | | | 13 | 13 | - | 13 | 13 | - |
| CSGI_32 | UNA | | | | 1 | 1 | - | 1 | 1 | - |
| CSGI-14 | KUPA | | | | 5 | 5 | - | 5 | 5 | - |
| CSGN-15 | DOBRA | | | | 6 | 6 | - | 6 | 6 | - |
| CSGN-16 | MREŽNICA | | | | 5 | 5 | - | 5 | 5 | - |
| CSGI-17 | KORANA | | | | 4 | 4 | - | 4 | 4 | - |
| CSGI-18 | UNA | 10 | | | 10 | - | 8 | 8 | - | |
| UKUPNO PODRUČJE PODSLIVA RIJEKE SAVE | | | | 254 | 254 | 84 | 248 | 248 | 82 | |
| UKUPNO VODNO PODRUČJE RIJEKE DUNAV | | | | 320 | 320 | 100 | 314 | 314 | 98 | |
| JKGI-01 | SJEVERNA ISTRA | JADRANSKO VODNO PODRUČJE | | 5 | 5 | - | 5 | 5 | - | |
| JKGN-02 | SREDIŠNJA ISTRA | | | 11 | 11 | 3 | 11 | 11 | 3 | |
| JKGN-03 | JUŽNA ISTRA | | | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| JKGI-04 | RIJEČKI ZALJEV | | | 2 | 2 | - | 2 | 2 | - | |
| JKGI-05 | RIJEKA - BAKAR | | | 5 | 5 | - | 5 | 5 | - | |
| JKGI-06 | LIKA - GACKA | | | 5 | 5 | - | 5 | 5 | - | |
| JKGN-07 | ZRMANJA | | | 3 | 3 | - | 3 | 3 | - | |
| JKGN-08 | RAVNI KOTARI | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| JKGN-09 | BOKANJAC - POLIČNIK | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| JKGI-10 | KRKA | | | 5 | 5 | - | 5 | 5 | - | |
| JKGI-11 | CETINA | | | 7 | 7 | 1 | 7 | 7 | 1 | |
| JKGI-12 | NERETVA | | | 12 | 12 | 1 | 12 | 12 | 1 | |
| JOGN-13 | JADRANSKI OTOCI | | | 10 | 10 | 3 | 10 | 10 | 3 | |
| UKUPNO JADRANSKO VODNO PODRUČJE | | | | 76 | 76 | 19 | 76 | 76 | 19 | |
| UKUPNO REPUBLIKA HRVATSKA | | | | 396 | 396 | 119 | 390 | 390 | 117 | |

3. Ocjena kemijskog stanja podzemnih voda na monitoring postajama

Monitoring kemijskog stanja podzemnih voda treba osigurati cjelovitu informaciju o kemijskom stanju pojedinog vodnog tijela i vodnog područja u cjelini te omogućiti utvrđivanje prisutnosti znatnog i trajno rastućeg trenda onečišćenja podzemnih voda.

Za ocjenu kemijskog stanja tijela podzemne vode prate se pokazatelji u okviru nadzornog i operativnog monitoringa (tablica 3.), te standardi: prosječna godišnja koncentracija nitrata i aktivnih tvari pesticida (pojedinačnih i ukupno ispitanih) na svim monitoring postajama unutar tijela podzemne vode i uspoređuje sa standardom kakvoće podzemnih voda prema tablici 4.

Uz standarde kakvoće podzemnih voda, za ocjenu kemijskog stanja uzima se prosječna godišnja koncentracija specifičnih onečišćujućih tvari i to: arsena, kadmija, olova, žive, amonija, klorida, sulfata, ortofosfata, nitrita, ukupnog fosfora, zbroja trikloretilena i tetrakloretilena, te električne vodljivosti na svim monitoring postajama unutar tijela podzemne vode i uspoređuje se s graničnim vrijednostima prema tablici 5.

Tablica 3. Pokazatelji koji se prate u okviru monitoringa podzemne vode

| Osnovni pokazatelji | Dodatni pokazatelji | |
|---|---|---|
| Podzemne vode, osim mineralne i geotermalne vode | | |
| - otopljeni kisik - pH vrijednost - temperatura - električna vodljivost - nitrati - amonij | - pokazatelji koji ukazuju na utjecaj onečišćenja | - pokazatelji značajni za zaštitu svih oblika korištenja voda |

Tablica 4. Standardi kakvoće podzemne vode

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Standard kakvoće |
|--|-----------------|--|
| Podzemne vode, osim mineralne i geotermalne vode | | |
| nitrati (NO ₃) [*] | mg/l | 50 |
| aktivne tvari u pesticidima ^{**} uključujući njihove relevantne metabolite, produkte razgradnje i reakcije [*] | µg/l | 0,1 pojedinačno 0,5 ukupno ^{***} |

^{*}Ako se za određeno vodno tijelo podzemne vode smatra da bi standardi kakvoće mogli onemogućiti postizanje ciljeva zaštite voda utvrđenih u članku 4. ove Uredbe za povezana vodna tijela površinske vode, ili bi mogli znatno smanjiti ekološku ili kemijsku kvalitetu tih vodnih tijela, ili bi mogli znatno ugroziti kopnene ekosustave koji izravno ovise o danom vodnom tijelu podzemne vode, u skladu s člankom 39., 40., 41. i 42. Uredbe i Prilogom 6. ovoj Uredbi utvrđuju se strože vrijednosti i to one propisane za površinske vode. Programi i mjere povezani s takvom graničnom vrijednošću primjenjuju se i za aktivnosti iz područja primjene propisa o zaštiti voda od onečišćenja koje uzrokuju nitrati poljoprivrednog podrijetla, kao i za aktivne tvari u pesticidima uključujući njihove relevantne metabolite, produkte razgradnje i reakcije.

** *pesticid* označava sredstva za zaštitu bilja i biocide u skladu s propisima o dopuštenim aktivnim tvarima u njima. Rezultati primjene SKPV za pesticide primjenjuju se ne dovodeći u pitanje primjenu posebnih propisa kojima je utvrđeno stavljanje na tržište i upotreba biocidnih pripravaka.

*** *ukupno* označava sumu svih pojedinačnih pesticida izmjerenih u monitoringu, uključivo njihove odgovarajuće metabolite i produkte razgradnje i reakcija.

Tablica 5. Granične vrijednosti specifičnih onečišćujućih tvari

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Granična vrijednost |
|--|-----------------|---------------------|
| A) Podzemne vode, osim mineralne i geotermalne vode | | |
| 1. koji se može pojaviti prirodno i/ili kao rezultat djelatnosti čovjeka | | |
| arsen (As)* | µg/l | 10 |
| kadmij (Cd) | µg/l | 5 |
| olovo (Pb)* | µg/l | 10 |
| živa (Hg) | µg/l | 1 |
| amonij (NH ₄)* | mg/l | 0,5 |
| kloridi (Cl) | mg/l | 250 |
| sulfati (SO ₄)* | mg/l | 250 |
| ortofosfati (P)* | mg/l | 0,2 |
| nitriti (NO ₂) | mg/l | 0,5 |
| ukupni fosfor (P)* | mg/l | 0,35 |
| 2. umjetne sintetičke tvari | | |
| suma trikloretilena i tetrakloretilena | µg/l | 10 |
| 3. koji upućuje na prodore slane vode ili druge prodore | | |
| električna vodljivost | µS/cm | 2 500 |

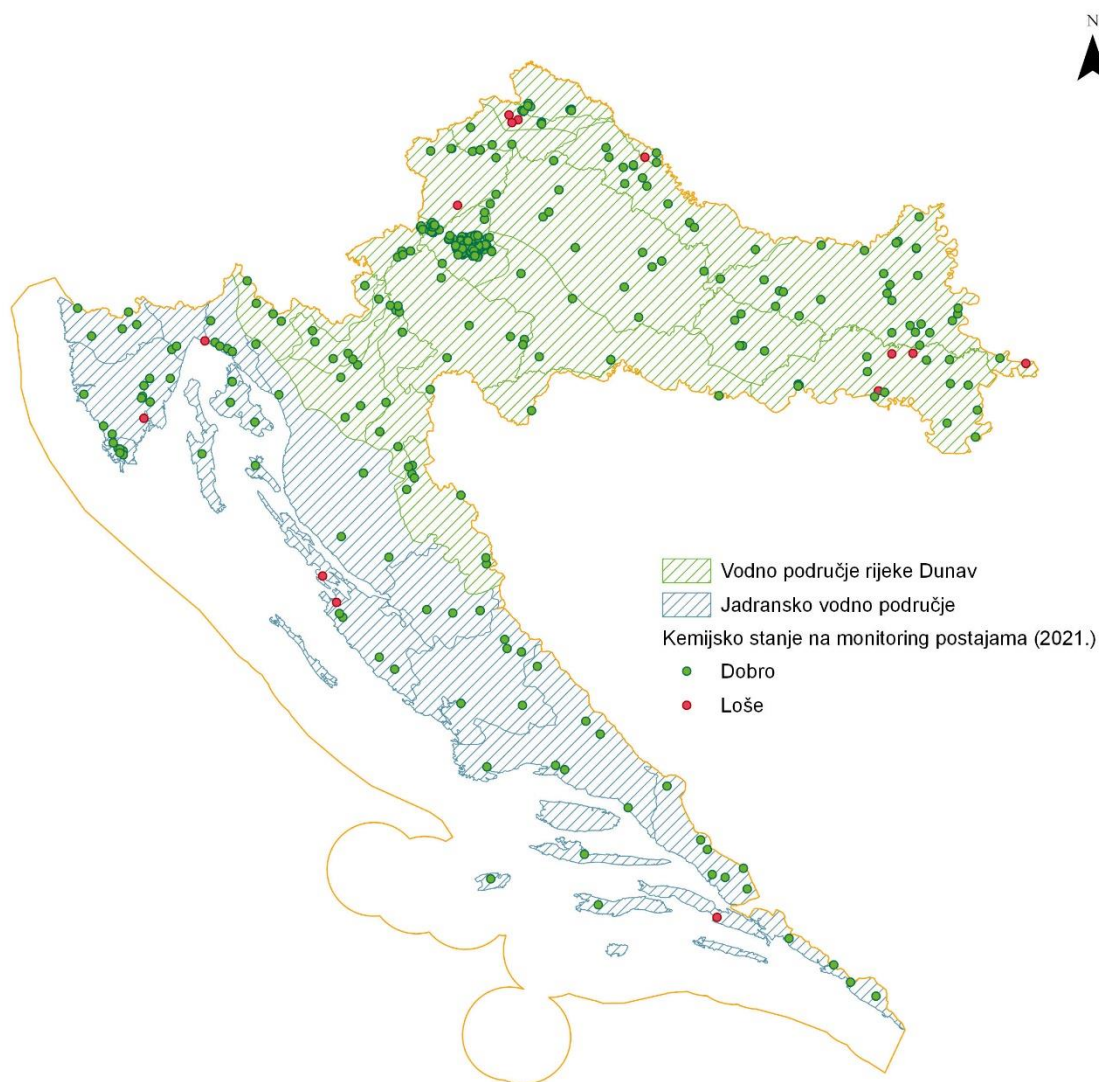
* granična vrijednost ovog pokazatelja ne primjenjuje se na određena tijela podzemne vode, koja zbog njihova geološkog podrijetla sadrže višu koncentraciju, već se na tijela primjenjuje sljedeća granična vrijednost:

| Naziv tijela podzemne vode | Pokazatelj | arsen (As) | amonij (NH ₄) | ukupni fosfor (P) | olovo (Pb) | ortofosfati (P) | sulfati (SO ₄) | električna vodljivost | kloridi (Cl) |
|---|---------------------|------------|---------------------------|-------------------|------------|-----------------|----------------------------|-----------------------|--------------|
| | Mjerna jedinica | µg/l | mg/l | mg/l | µg/l | mg/l | mg/l | µS/cm | mg/l |
| Istočna Slavonija - sliv Drave i Dunava | Granična vrijednost | 500 | 10 | 3 | - | 1,71 | - | - | - |
| Istočna Slavonija - sliv Save | | 250 | 15 | - | - | - | - | - | - |
| Legrad - Slatina | | 35 | 2,5 | - | - | - | - | - | - |
| Lekenik - Lužani | | 35 | 10 | 4 | - | 2,28 | - | - | - |
| Lonja - Ilova - Pakra | | 60 | 15 | 2 | - | 1,15 | - | - | - |
| Zagreb | | - | 80 | - | 20 | - | - | - | - |
| Neretva | | - | - | - | - | - | 400 | - | - |
| Jadranski otoci | | - | - | - | - | - | 600 | 5000 | 2000 |

Napomena: tablica 3.,4. i 5. prema Uredbi, Prilog 6.

4. Rezultati ispitivanja

Za potrebe ocjene kemijskog stanja podzemnih voda na monitoring postajama u obzir su uzete sve monitoring postaje na kojima je izvršen monitoring, te je za 2021. godinu izračunata srednja godišnja vrijednost koncentracije parametara prema Uredbi, Prilog 6., tablica 2. i 3. Srednja godišnja vrijednost koncentracije uspoređivana je sa standardom/graničnom vrijednosti parametara iz Uredbe, Prilog 6., tablica 2. i 3. Ukoliko je srednja godišnja vrijednost koncentracije parametara premašuje standard/graničnu vrijednost parametra iz Uredbe monitoring postaja se nalazi u lošem stanju. Rezultati su prikazani na slici 4. te tablicama 6.,7. i 8. u nastavku.



Slika 4. Stanje podzemnih voda na monitoring postajama po tijelima podzemne vode

4.1. Vodno područje rijeke Dunav

Na vodnom području rijeke Dunav planirano je uzrokovanje na 320 monitoring postaja nadzornog i 100 operativnog monitoringa, a realizirano je zbog kvara na piezometrima, od zatrpavanja, do puknuća ili kvara na pumpi na 314 monitoring postaja nadzornog i 98 operativnog monitoringa. Odstupanje od planiranog je za 6 mjernih postaja u nadzornom monitoringu, odnosno za 2 u operativnom.

Na 14 tijela podzemne vode u Republici Hrvatskoj, rezultati monitoringa provedenog u okviru Nacionalnog programa u 2021. godini ukazuju na dobro stanje.

Na svim monitoring postajama zabilježeno je dobro stanje po svim promatranim parametrima iz Uredbe i to su:

- Međimurje,
- Sliv Bednje,
- Legrad - Slatina
- Sliv Lonja - Ilova - Pakra,
- Sliv Orljave,
- Lekenik - Lužani,
- Žumberak - Samoborsko gorje,
- Kupa (CSGI_31),
- Una (CSGI_32),
- Kupa (CSGI - 14),
- Dobra,
- Mrežnica,
- Korana
- Una (CSGI - 18).

Neodgovarajuće stanje zabilježeno je na sljedećim monitoring postajama na grupiranim tijelima podzemne vode:

1. TPV Varaždinsko područje:

Prekoračenje standarda za nitrata uočeno je na dvije monitoring postaje, te atrazina na 3 monitoring postaje, što je najvjerojatnije uzrok poljoprivreda.

2. TPV Istočna Slavonija - sliv Save

Na tri monitoring postaje prekoračena je srednja godišnja koncentracija i to za: standard nitrata, granične vrijednosti pojedinačnog pesticida: terbutilazina i nitrita, što je također rezultat poljoprivrede.

3. TPV Istočna Slavonija - sliv Drave i Dunava

Na jednoj monitoring postaji prekoračene su granične vrijednosti žive. Za amonij je premašena granična vrijednost amonija i iznosi 10,53 mg/l, kako je prirodnog porijekla potrebno je korigirati u Uredbi novu graničnu vrijednost.

4. TPV Zagreb:

Tri monitoring postaje pokazuju loše stanje. Na dvije monitoring postaje prekoračena je granična vrijednost srednje godišnje vrijednosti koncentracije za parametar ukupni fosfor i na jednoj za otopljeni arsen. Na jednoj monitoring postaji zabilježena je srednja godišnja koncentracija olova 34,25 µg/l, te

premašuje graničnu vrijednost Uredbe. Kako je olovo prirodnog je porijekla potrebno je korigirat u Uredbi graničnu vrijednost za olovo.

5. TPV Sliv Sutle i Krapine

Na jednoj monitoring postaji prekoračen je standard za parametar otopljeni arsen.

6. TPV Novo Virje

Na jednoj monitoring postaji srednja godišnja koncentracija prekoračuje standard nitrata.

4.2. Jadransko vodno područje

Na jadranskom vodnom području uzorkovanje i analitika odvijala se na svim monitoring postajama prema Planu monitoringa za podzemne vode u 2021 godini, odnosno na svih 76 monitoring postaja nadzornog i 19 monitoring postaja operativnog monitoringa. Za ocjenu kvalitativnog stanja grupiranih tijela podzemnih voda koriste se i dvije monitoring postaje iz površinskih voda, obje su uzorkovane i analizirane prema Planu monitoringa za površinske vode, a uvrštene su i u program podzemnih voda.

Na jadranskom vodnom području od 13 grupiranih tijela podzemne vode na njih 8 nije zabilježeno niti jedno prekoračenje graničnih vrijednosti specifičnih onečišćujućih tvari i standarda kakvoće podzemnih voda.

U dobrom stanju su sve monitoring postaje na sljedećim grupiranim tijelima podzemne vode:

- Sjeverna Istra,
- Južna Istra,
- Rijeka - Bakar,
- Lika - Gacka,
- Zrmanja,
- Ravni kotari,
- Krka,
- Cetina.

Prekoračenje standarda/ graničnih vrijednosti zabilježeno je na monitoring postajama, te su one ocijenjene kao loše na sljedećim grupiranim tijelima podzemnih voda:

1. TPV Središnja Istra

Na jednoj postaji zabilježeno je prekoračenje granične vrijednosti za kloride i sulfate.

2. TPV Bokanjac - Poličnik

Na jednoj postaji zabilježeno je prekoračenje granične vrijednosti za kloride i nitrite.

3. TPV Neretva

Na jednoj postaji zabilježeno je prekoračenje granične vrijednosti za kloride.

4. TPV Jadranski otoci

Za tijelo podzemne vode Jadranski otoci zabilježeno je loše stanje na jednoj monitoring postaji, radi se o prekoračenju granične vrijednosti parametra nitrata.

5. TPV Riječki zaljev

Na jednoj monitoring postaji zabilježeno je prekoračenje granične vrijednosti klorida.

Sva zabilježena prekoračenja koncentracije standarda i graničnih vrijednosti onečišćujućih tvari prikazana su u tablici 8.

Tablica 6. Stanje podzemnih voda na monitoring postajama u 2021. godini na vodnom području rijeke Dunav

| Kod | Naziv tijela podzemnih voda | 2021. godina | | | |
|---------|---|--------------------------------|--------|--|-------|
| | | Ukupni broj monitoring postaja | STANJE | | |
| | | | LOŠE | Parametar i broj prekoračenja | DOBRO |
| CDGI_18 | MEĐIMURJE | 6 | - | | 6 |
| CDGI_19 | VARAŽDINSKO PODRUČJE | 9 | 3 | NITRATI (2), ATRAZIN (3) | 6 |
| CDGI_20 | SLIV BEDNJE | 3 | - | | 3 |
| CDGI_21 | LEGRAD - SLATINA | 13 | - | | 13 |
| CDGI_22 | NOVO VIRJE | 3 | 1 | NITRATI (1) | 2 |
| CDGI_23 | ISTOČNA SLAVONIJA - SLIV DRAVE I DUNAVA | 32 | 1 | ŽIVA (1) | 32 |
| CSGI_24 | SLIV SUTLE I KRAPINE | 9 | 1 | ARSEN (1) | 8 |
| CSGN_25 | SLIV LONJA - ILOVA - PAKRA | 11 | - | | 11 |
| CSGN_26 | SLIV ORLIJAVE | 5 | - | | 5 |
| CSGI_27 | ZAGREB | 155 | 3 | UKUPNI FOSFOR (2), NITRITI (1) | 152 |
| CSGI_28 | LEKENIK - LUŽANI | 6 | - | | 6 |
| CSGI_29 | ISTOČNA SLAVONIJA - SLIV SAVE | 16 | 3 | NITRITI (1), NITRATI (1), TERBUTILAZIN (1) | 13 |
| CSGI_30 | ŽUMBERAK - SAMOBORSKO GORJE | 4 | - | | 4 |
| CSGI_31 | KUPA | 13 | - | | 13 |
| CSGI_32 | UNA | 1 | - | | 1 |
| CSGI-14 | KUPA | 5 | - | | 5 |
| CSGN-15 | DOBRA | 6 | - | | 6 |
| CSGN-16 | MREŽNICA | 5 | - | | 5 |
| CSGI-17 | KORANA | 4 | - | | 4 |
| CSGI-18 | UNA | 8 | - | | 8 |

Tablica 7. Stanje podzemnih voda na monitoring postajama u 2021. godini na jadranskom vodnom području

| Kod | Naziv tijela podzemnih voda | 2021. godina | | | |
|---------|-----------------------------|--------------------------------|--------|-------------------------------|-------|
| | | Ukupni broj monitoring postaja | STANJE | | |
| | | | LOŠE | Parametar i broj prekoračenja | DOBRO |
| JKGI-01 | SJEVERNA ISTRA | 5 | - | | 5 |
| JKGN-02 | SREDIŠNJA ISTRA | 11 | 1 | KLORIDI (1), SULFATI (1) | 10 |
| JKGN-03 | JUŽNA ISTRA | 6 | - | | 6 |
| JKGI-04 | RIJEČKI ZALJEV | 2 | 1 | KLORIDI (1) | 1 |
| JKGI-05 | RIJEKA - BAKAR | 5 | - | | 5 |
| JKGI-06 | LIKA - GACKA | 5 | - | | 5 |
| JKGN-07 | ZRMANJA | 3 | - | | 3 |
| JKGN-08 | RAVNI KOTARI | 2 | - | | 2 |
| JKGN-09 | BOKANJAC - POLIČNIK | 3 | 1 | KLORIDI (1), NITRITI(1) | 2 |
| JKGI-10 | KRKA | 5 | - | | 5 |
| JKGI-11 | CETINA | 7 | - | | 7 |
| JKGI-12 | NERETVA | 12 | 1 | KLORIDI (1) | 11 |
| JOGN-13 | JADRANSKI OTOCI | 8 | 1 | NITRITI (1) | 7 |

Tablica 8. Ocjena lošeg kemijskog stanja podzemnih voda na monitoring postajama s vrijednostima koncentracije standarda / granične vrijednosti onečišćujućih tvari

| TPV | Šifra | Onečišćujuća tvar | 2021. godina |
|---|--------|--------------------------------|--------------|
| ISTOČNA SLAVONIJA - SLIV SAVE | 18272 | NITRITI (NO ₂ mg/l) | 0,768 |
| | 18223 | TERBUTILAZIN (µg/l) | 0,244 |
| | 18020 | NITRATI (NO ₃ mg/l) | 57,683 |
| VARAŽDINSKO PODRUČJE | 26022 | NITRATI (NO ₃ mg/l) | 59,786 |
| | | ATRAZIN (µg/l) | 0,115 |
| | 26023 | ATRAZIN (µg/l) | 0,141 |
| | 26025 | NITRATI (NO ₃ mg/l) | 67,536 |
| ATRAZIN (µg/l) | | 0,16 | |
| ISTOČNA SLAVONIJA - SLIV DRAVE I DUNAVA | 26701 | ŽIVA (µg/l) | 1,848 |
| ZAGREB | 52305 | NITRITI (NO ₂ mg/l) | 4,403 |
| | 52346 | FOSFOR (mgP/l) | 0,431 |
| | 52607 | FOSFOR (mgP/l) | 0,535 |
| NOVO VIRJE | 26182 | NITRATI (NO ₃ mg/l) | 60,561 |
| SLIV SUTRE I KRAPINE | 52111 | ARSEN (µg/l) | 56,225 |
| BOKANJAC - POLIČNIK | 41318 | KLORIDI (mg/l) | 435 |
| | | NITRITI (NO ₂ mg/l) | 1,234 |
| JADRANSKI OTOCI | 40322 | NITRITI (NO ₂ mg/l) | 2,592 |
| NERETVA | 41704 | KLORIDI (mg/l) | 578,75 |
| RIJEČKI ZALJEV | 30135G | KLORIDI (mg/l) | 447,325 |
| SREDIŠNJA ISTRA | 31055G | KLORIDI (mg/l) | 5,639 |
| | | SULFATI (mg/l) | 670 |

5. Trendovi promjene koncentracija onečišćujućih tvari od 2007. do 2021. godine

Srednje godišnje koncentracije onečišćujućih tvari promatrane su u podzemnoj vodi u tijelima podzemnih voda u razdoblju od 2007. do 2021. godine. Cilj je utvrditi trend kretanja onih koncentracija koje su bile više od 75 % granične vrijednosti specifičnih onečišćujućih tvari odnosno standarda kakvoće podzemnih voda.

Budući se kontinuirano prati sva prekoračenja na monitoring postajama po tijelima podzemne vode, trendovi se revidiraju s obzirom na nove podatke. Prema uočenim kontinuiranim prekoračenjima uspostavljeno je praćenje novih trendova.

U nastavku su prikazane vrijednosti prosječnih godišnjih koncentracija s linearnim trendovima, te su ovisno o uzlaznom ili silaznom trendu grafovi omeđeni crvenom, odnosno zelenom bojom.

UZLAZNI
TREND

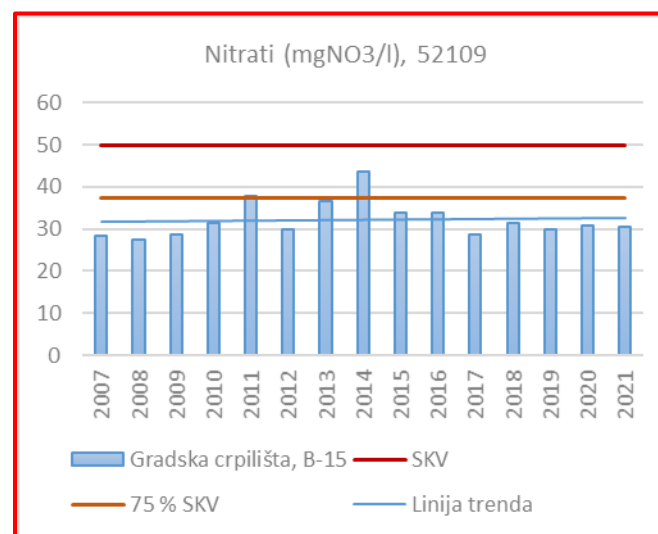
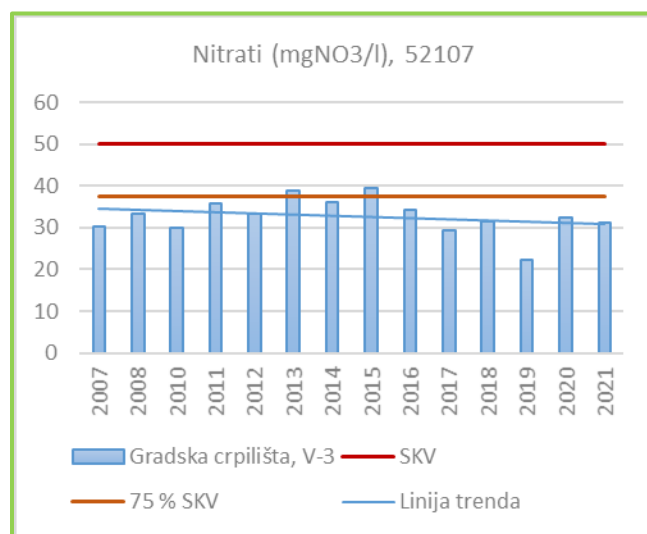
SILAZNI
TREND

5.1. Vodno područje rijeke Dunav

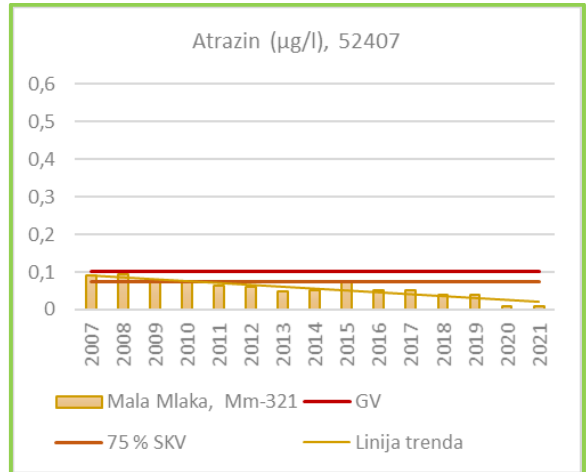
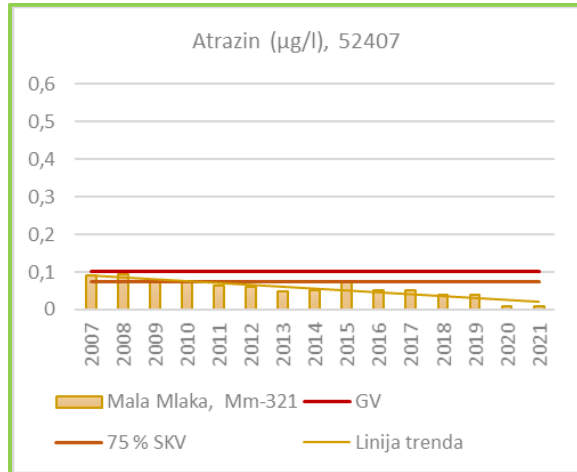
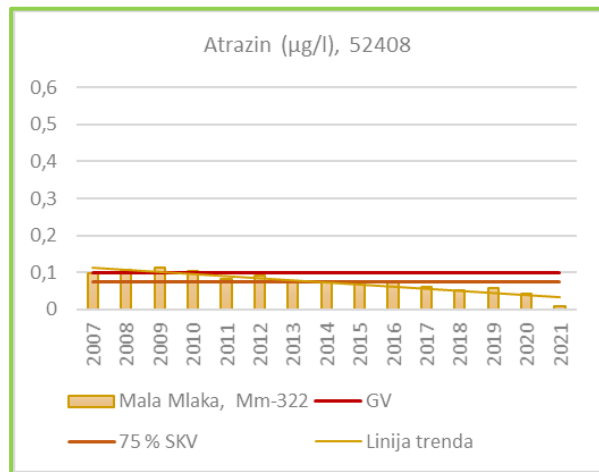
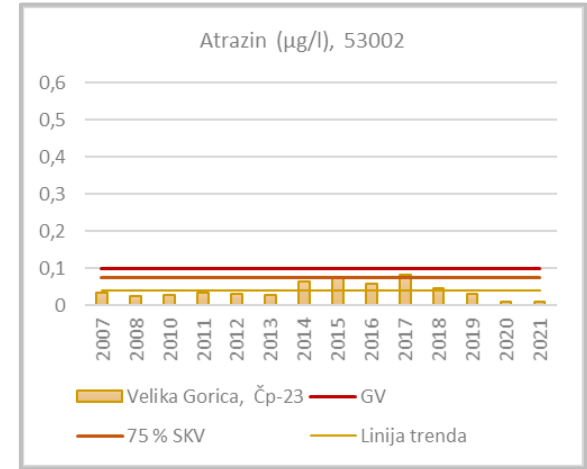
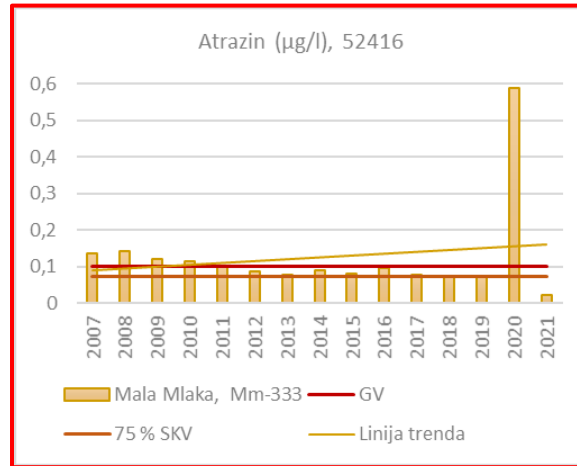
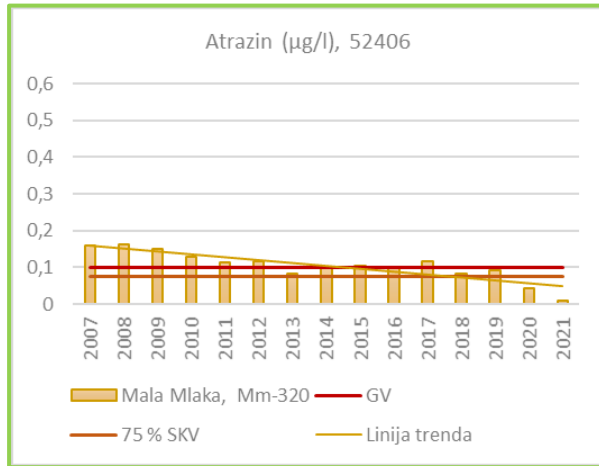
5.1.1. Podsliv rijeke Save

TPV Zagreb

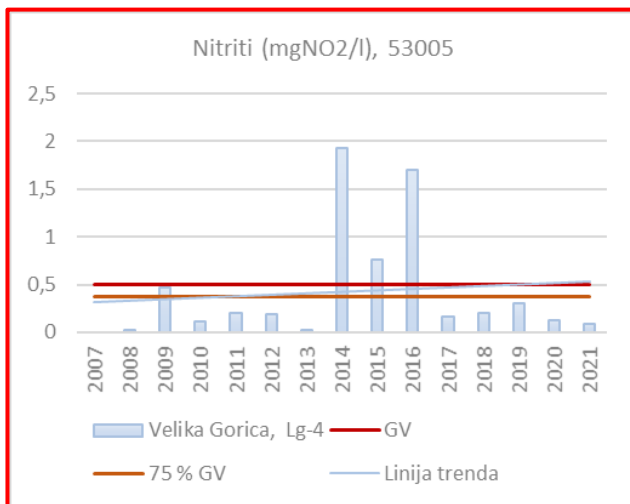
Nitrati (NO_3^- mg /l)



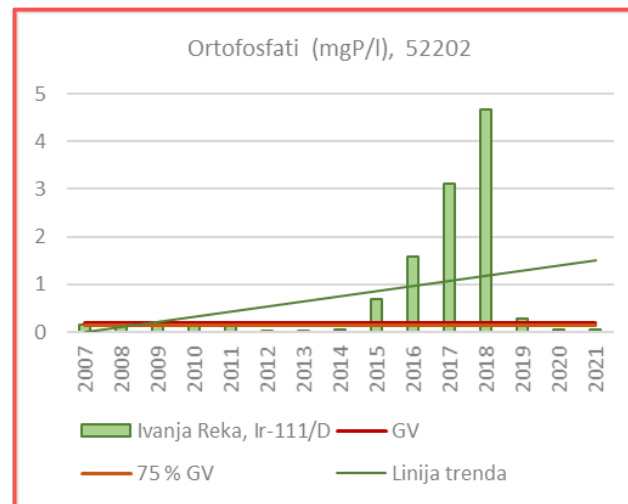
Atrazin ($\mu\text{g/l}$)



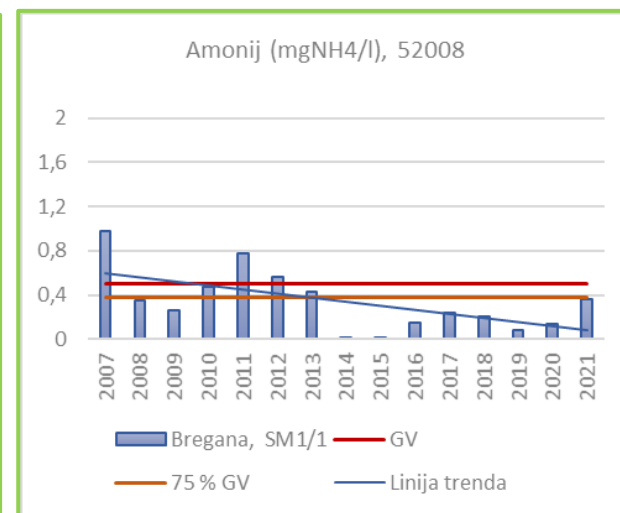
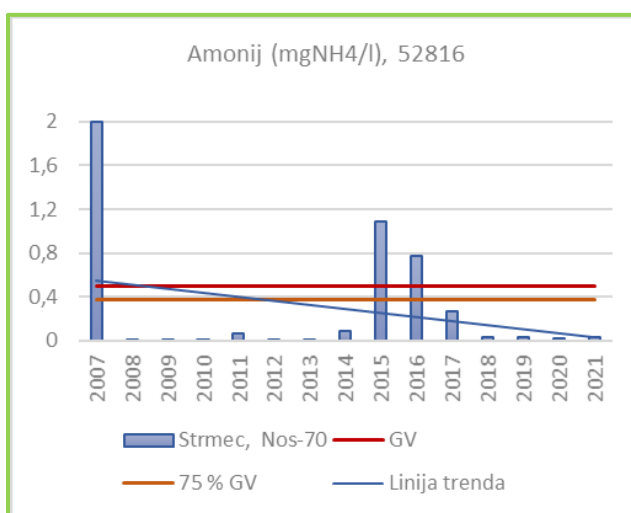
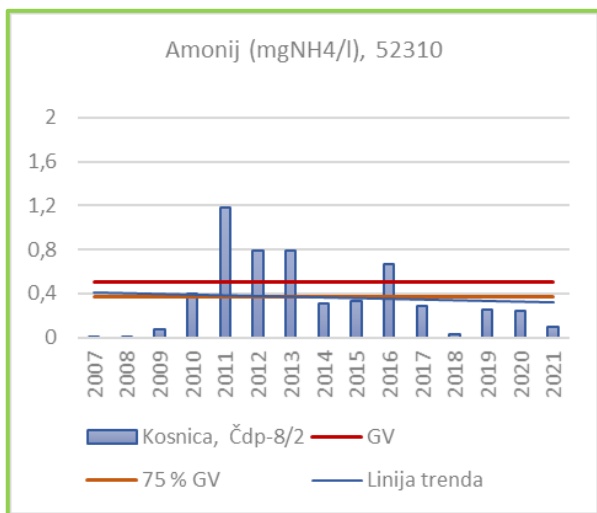
Nitriti (NO₂ mg/l)

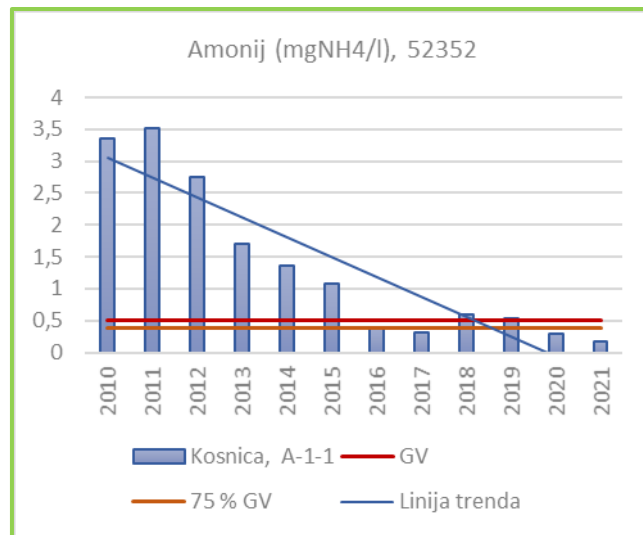
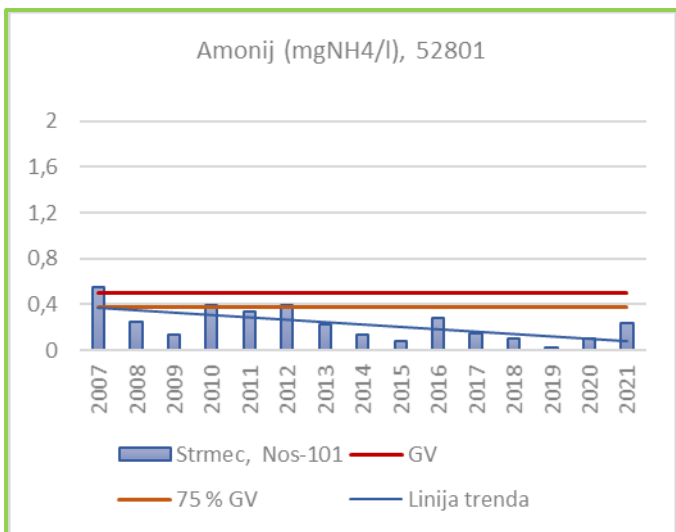


Ortofosfati (mg P/l)

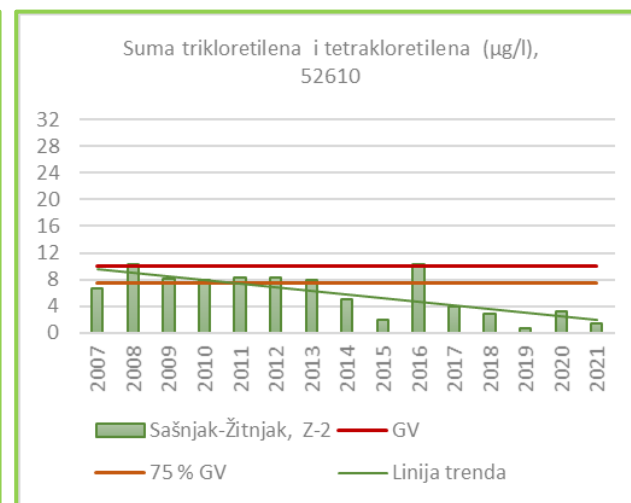
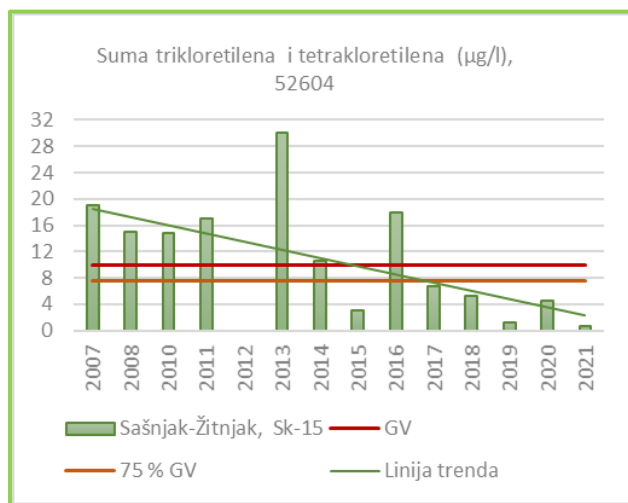
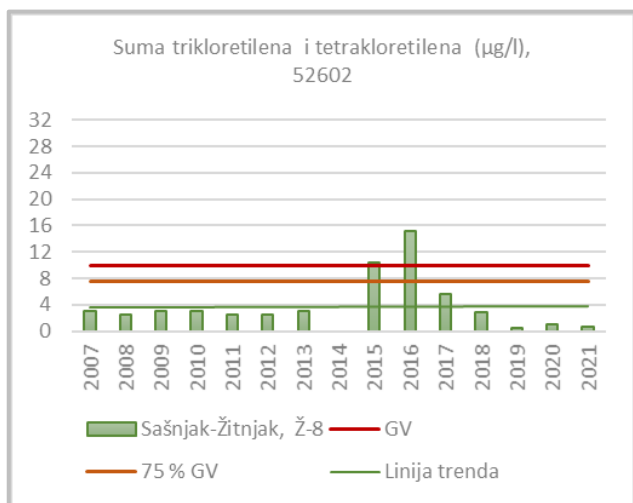


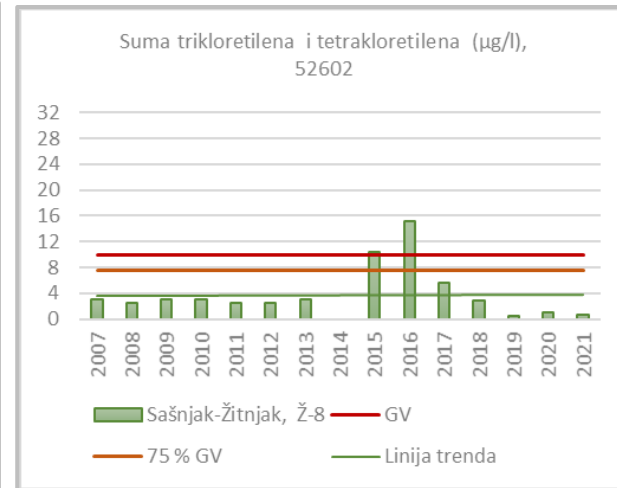
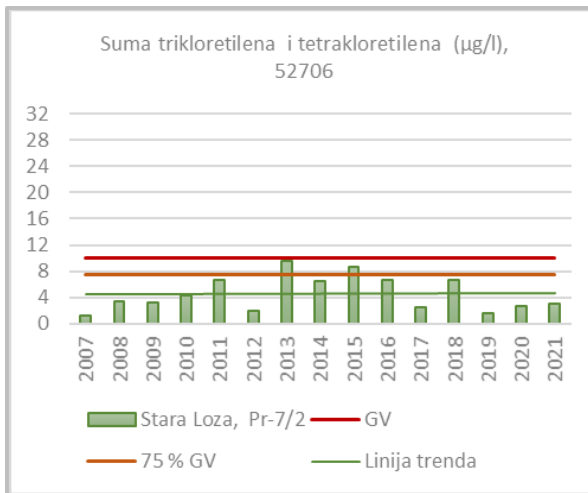
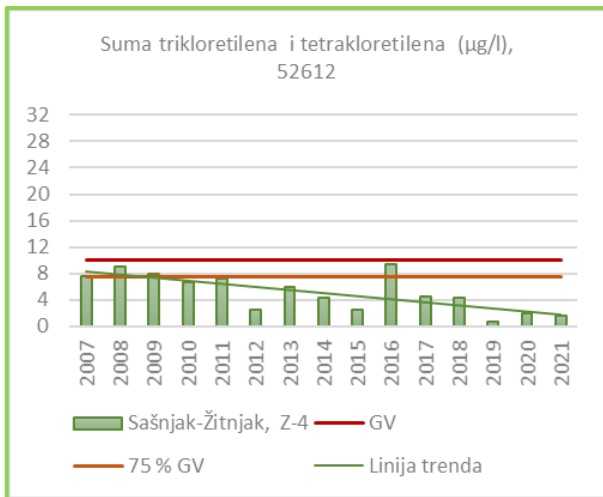
Amonij (NH₄⁺ mg/l)



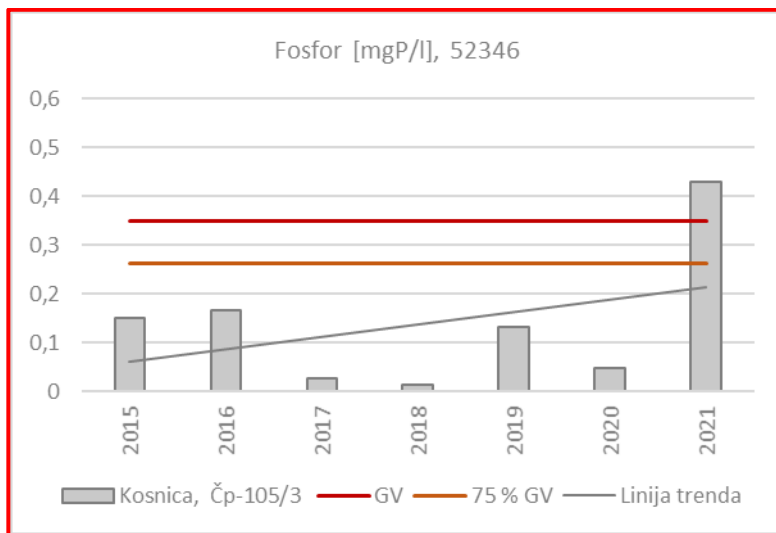


Suma trikloretilena i tetrakloretilena (µg/l)

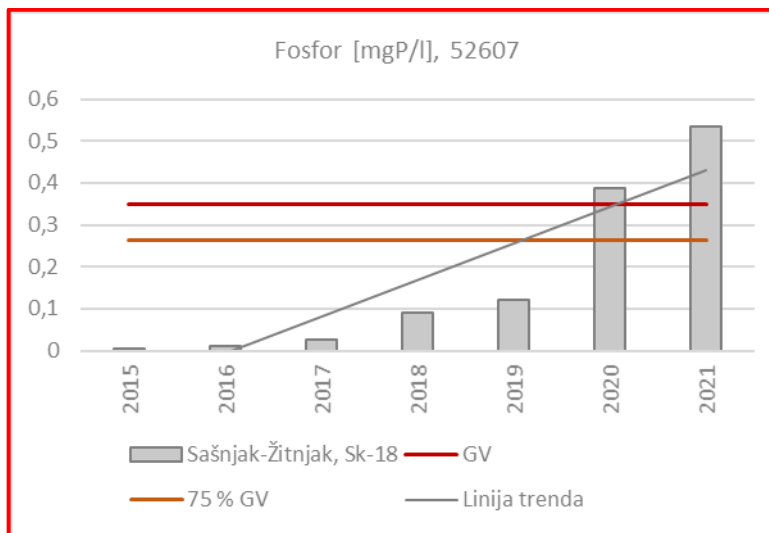




Ukupni fosfor (mg/l)

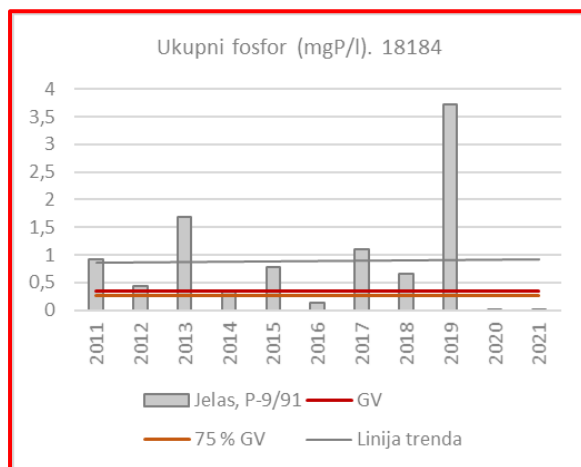


Ukupni fosfor (mg/l)

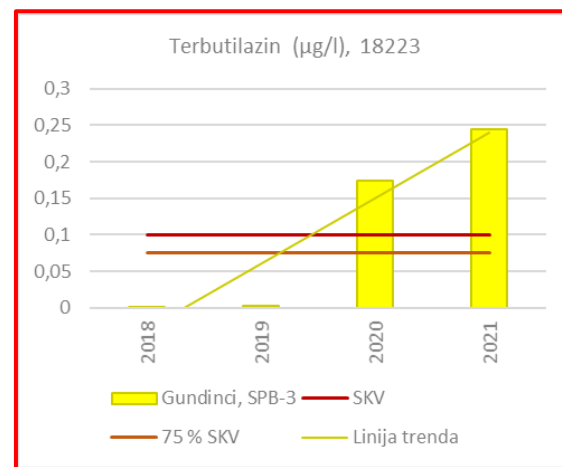


TPV Istočna Slavonija - sliv Save

Ukupni fosfor (mg/l)



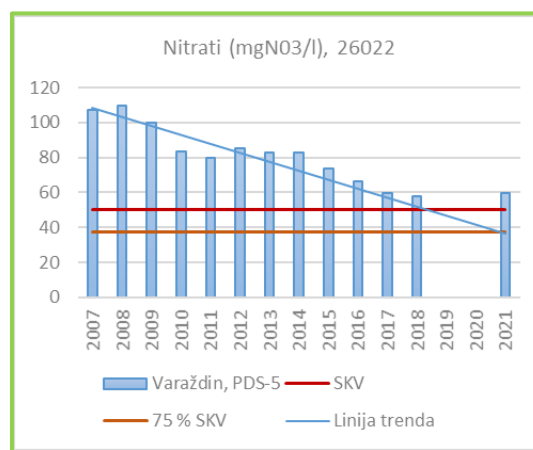
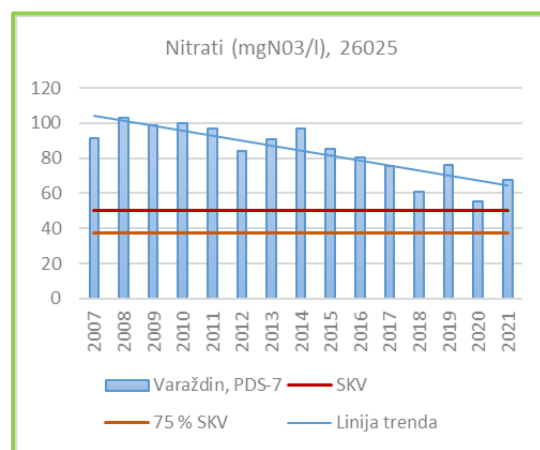
Terbutilazin (µg/l)



5.1.2. Podsliv rijeka Drave i Dunava

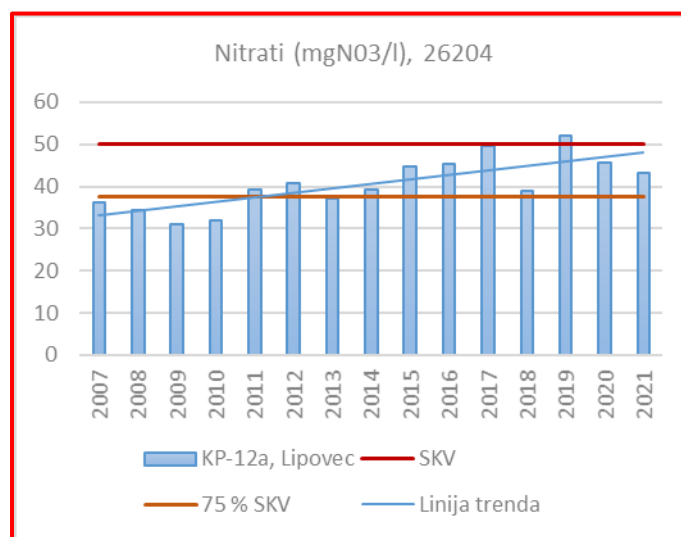
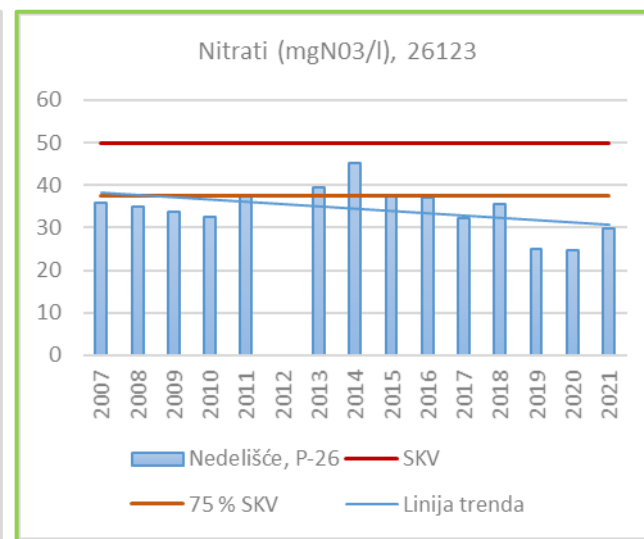
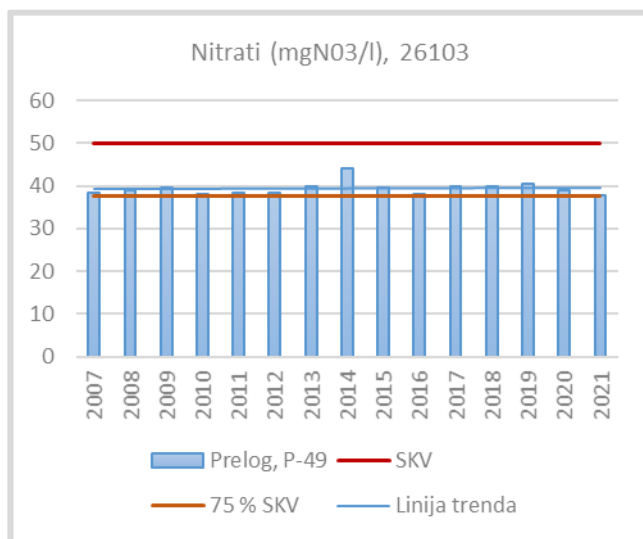
TPV Varaždinsko područje

Nitrati (NO₃-mg /l)



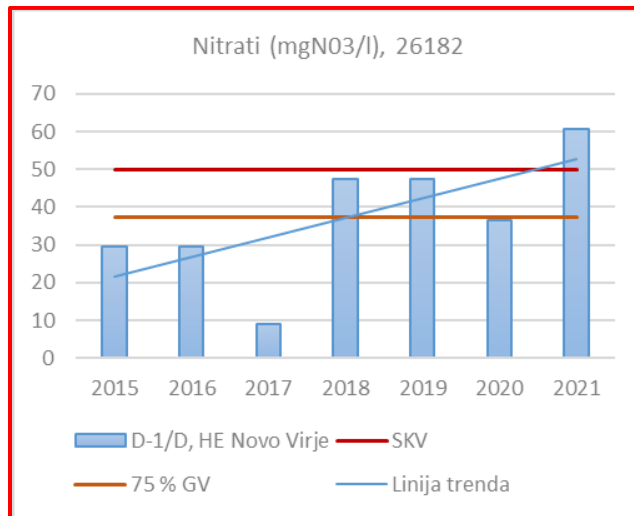
TPV Međimurje

Nitrati (NO_3^- mg /l)



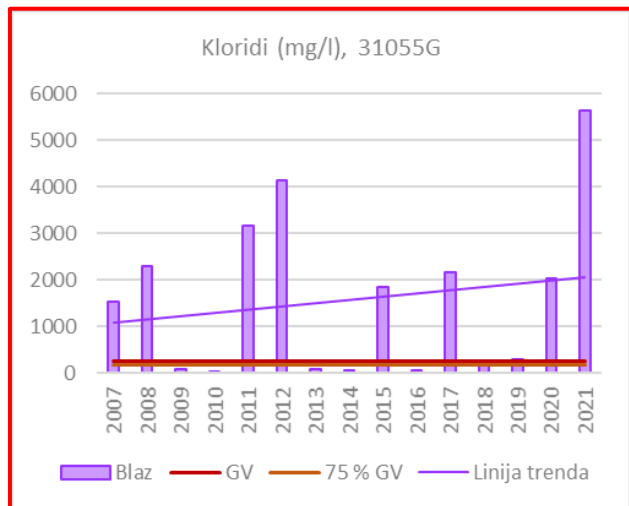
TPV Novo Virje

Nitrati (NO_3^- mg /l)

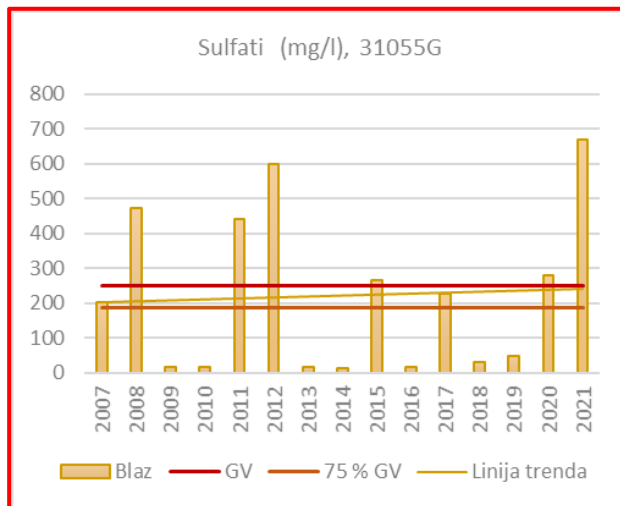


5.2. Jadransko vodno področje

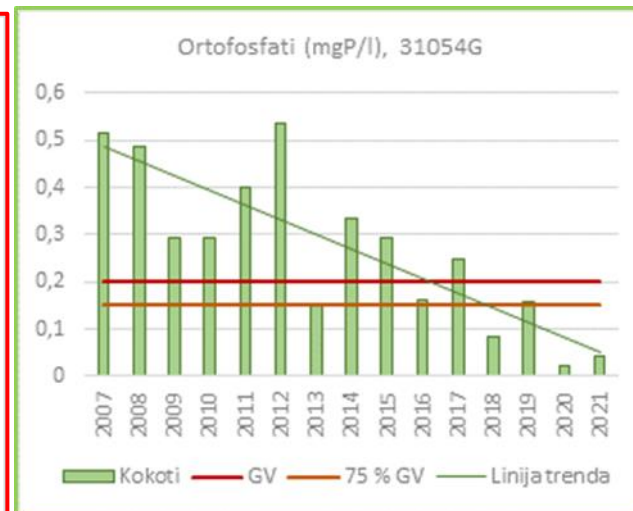
TPV Središnja Istra Kloridi (Cl⁻mg/l)



Sulfati (SO₄²⁻mg/l)

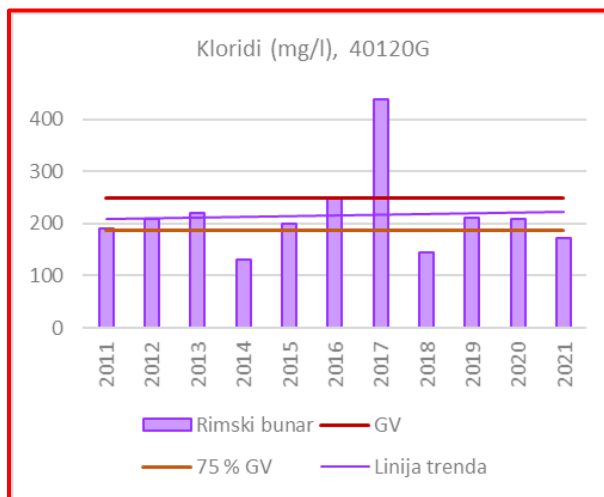


Ortofosfati (mg P/l)



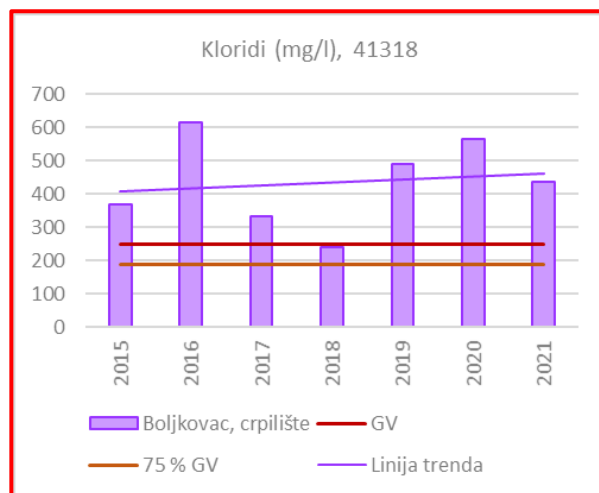
TPV Cetina

Kloridi (Cl⁻mg/l)

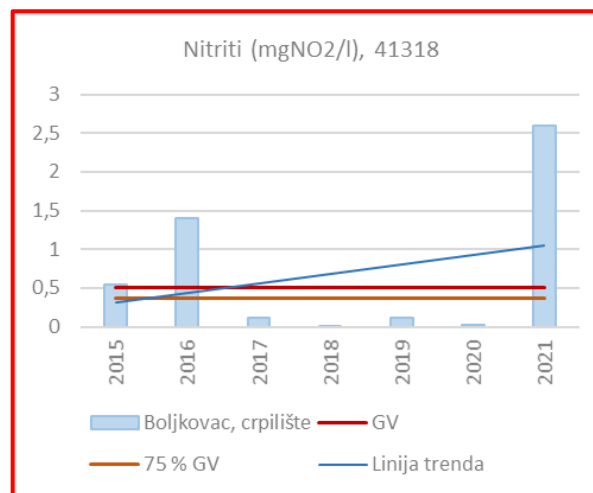


TPV Bokanjac - Poličnik

Kloridi (Cl⁻ mg/l)



Nitriti (NO₂⁻ mg/l)



6. Istraživački monitoring utjecaja poljoprivrede na tlo, površinske i podzemne vode

6.1. Monitoring zaslanjenja voda i poljoprivrednih tala na području doline Neretve

U sklopu projekta Monitoringa zaslanjenja voda i poljoprivrednih tala na području doline Neretve provodi se monitoring površinskih i podzemnih voda na odabranim lokacijama melioracijskog područja koje su rizične obzirom na proces zaslanjivanja. U razdoblju od siječnja do prosinca 2021. godine na području doline Neretve u sklopu navedenog projekta ukupno je prikupljeno i laboratorijski ispitano: 318 uzoraka vode i 56 uzoraka tla.

Mjerne lokacije su grupirane prema mjernim područjima, odnosno melioracijskim jedinicama kako bi se prikazali prostorni i vremenski trendovi promjena (Slika 5). Na pet mjernih područja je ukupno 15 mjernih lokacija na kojima se iz vodotoka i kanala uzimaju uzorci vode za potrebne monitoringa površinskih voda, te 7 plitkih piezometara (dubine do 4 m) na kojima se uzimaju uzorci za potrebe monitoringa podzemnih voda (Tablica 9.). Piezometri su smješteni u neposrednoj blizini postaja monitoringa tla.

Tablica 9. Lokacije monitoringa površinskih i podzemnih voda

| MJERNO PODRUČJE | LOKACIJA UZORKOVANJA POVRŠINSKIH VODA | LOKACIJA UZORKOVANJA PODZEMNIH VODA_PIEZOMETRI |
|------------------------------|---|---|
| Mjerno područje Luke | Luke - crpna stanica Luke - crpna stanica | Piezometar Luke Pz-1 |
| Mjerno područje Vidrice | Vidrice - crpna stanica Vidrice - melioracijski kanal Vidrice - lateralni kanal | Piezometar Vidrice Pz-3 |
| Mjerno područje Opuzen ušće | Opuzen ušće - crpna stanica Opuzen ušće - kanal Modrić Opuzen ušće - kanal Jasenska | Piezometar Opuzen ušće Pz-2 Piezometar Jasenska Pz-4 |
| Mjerno područje Vrbovci | Vrbovci - crpna stanica Vrbovci - melioracijski kanal Vrbovci - lateralni kanal | Piezometar Vrbovci Pz-5 |
| Mjerno područje Neretva | Neretva - vodzahvat | - |
| Mjerno područje Mala Neretva | Mala Neretva | - |
| Mjerno područje Komin | Kanal Komin - lijevo zaobalje Kanal Komin - desno zaobalje | Piezometar-lijevo zaobalje Pz-6 Piezometar-desno zaobalje Pz-7 |

U jednogodišnjem ciklusu uzeto je 12 uzoraka podzemnih voda po lokaciji (jednom mjesečno), odnosno ukupno 84 uzoraka podzemnih voda.

Uzorkovanje podzemnih voda izvodilo se potopnom pumpom. Transport uzoraka do laboratorija obavljalo se u rashladnim spremnicima udovoljavajući uvjetima potrebne temperature, mehaničke zaštite i zaštite od kontaminacije. Sva ispitivanja provedena su u Analitičkom laboratoriju Zavoda za melioracije, MELILAB (Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet).

U svim uzorcima površinskih i podzemnih voda određivani su fizikalno - kemijski pokazatelji, sukladno zahtjevima Uredbe i to: ukupne suspendirane tvari, pH-vrijednost, električna vodljivost (EC_w), NO_3-N , NO_2-N , NH_4-N , Ortofosfati, K, HCO_3^- , Ca, Mg, Cl, SO_4 , Na i TOC.

Uzorkovanje tla je provedeno u dva vremenska termina (31. ožujka i 14. rujna 2021. godine) na 7 postaja (oznake P-1 do P-7) sondiranjem sa četiri dubine: 0 - 25, 25 - 50, 50 - 75 i 75 - 100 cm. Priprema uzoraka za analizu napravljena je prema standardiziranom postupku pripreme tla za

fizikalne i kemijske analize (HRN ISO 11464:2004). Svi uzeti uzorci tla (prosijani na 2.000 μm) arhivirani su u plastične kutije (zapremine do 0,5 l) radi čuvanja minimalno 10 godina (prema preporuci Programa trajnog monitoringa tala Hrvatske) u laboratorijskom prostoru za arhivu.

Rezultati monitoringa zaslanjenja podzemnih voda

a) Mjerno područje Luke

U piezometru Pz-1 na melioracijskom području Luke tijekom 2021. godine voda je bila srednje zaslanjena s vrijednostima EC_w koje su se kretale u rasponu od 1,8 do 4,2 dS m^{-1} i prosječnom vrijednosti od 3,7 dS m^{-1} . Koncentracije Cl^- kretale su se u rasponu od 197 do 804 mg l^{-1} . Visoke koncentracije sulfata zabilježene su u svim terminima uzorkovanja, a maksimum je iznosio 1.226 mg l^{-1} .

b) Mjerno područje Vidrice

Prema prosječnoj vrijednosti EC_w koja je iznosila 7,5 dS m^{-1} , podzemna voda na području Vidrica (Pz3) klasificira se na godišnjoj razini kao srednje zaslanjena, a od kolovoza do listopada izmjerene vrijednosti EC_w su bile i iznad granice od 10 dS m^{-1} . Prosječna godišnja koncentracija Na^+ iznosila je 1.007 mg l^{-1} , a Cl^- 1.714 mg l^{-1} , s tim da su maksimalne godišnje vrijednosti navedenih parametara dosegle 2.845 mg l^{-1} odnosno 4.824 mg l^{-1} , što je značajno više od granice ozbiljnog stupnja ograničenja za primjenu u navodnjavanju. U cjelogodišnjem razdoblju (izuzev kolovoz - listopad) su izmjerene povišene koncentracije $\text{NO}_3\text{-N}$ te voda u tom razdoblju ima slab do srednji stupanj ograničenja za upotrebu, što potvrđuje i prosječna godišnja vrijednost od 18,5 mg l^{-1} . Koncentracija ukupnog ugljika također je bila povišena i kretala se u rasponu od 12 do 36 mg l^{-1} .

c) Mjerno područje Opuzen ušće

Na lokaciji motrenja podzemne vode piezometar Jasenska vrijednost EC_w tijekom razdoblja lipanj-rujan bila > 25 dS m^{-1} (prosječna godišnja vrijednost iznosila je 25 dS m^{-1}), što ju je svrstalo u klasu vrlo jako zaslanjene vode, a vodu iz piezometra Opuzen ušće s prosječnom godišnjom vrijednosti od 7,4 dS m^{-1} kao srednje zaslanjenu. Piezometar Jasenska predstavlja mjernu točku s najvećim zaslanjenjem na cjelokupnom području monitoringa.

Sukladno visokim vrijednostima EC_w u piezometru Jasenska, utvrđene su izrazito visoke i prosječne koncentracije Na^+ i Cl^- od 4.612 mg l^{-1} , odnosno 7.996 mg l^{-1} . Prosječne godišnje koncentracije Na^+ i Cl^- u piezometru Opuzen ušće od 801 mg l^{-1} , odnosno 1.390 mg l^{-1} također su ukazivale na ozbiljan stupanj ograničenja za primjenu vode u navodnjavanju, iako je prema izmjerenim vrijednostima EC_w voda bila srednje zaslanjena. Prosječne godišnje vrijednosti koncentracija $\text{NO}_3\text{-N}$ na obje mjerne postaje su bile niske, ispod 1,0 mg l^{-1} . Na postaji piezometar Jasenska su utvrđene povišene koncentracije ukupnog organskog ugljika koje su kretale u rasponu od 29 do 51 mg l^{-1} .

d) Mjerno područje Vrbovci

Voda u plitkom piezometru Pz-5 u mjernom području Vrbovci bila je malo zaslanjena bez značajnijih oscilacija tijekom cijele godine, a prosječna vrijednost iznosila je 0,84 dS m^{-1} . Na ovoj lokaciji motrenja nije bilo ograničenja za primjenu vode za navodnjavanje jer su izmjerene koncentracije Na^+ , jednako kao i Cl^- bile u rasponu od 19 do 75 $\text{mg Na}^+ \text{l}^{-1}$, odnosno od 19 do 133 $\text{mg Cl}^- \text{l}^{-1}$. Koncentracije nitrata su do rujna iznosile maksimalnih 2,5 mg l^{-1} , a od listopada do prosinca premašivale su vrijednost od 5,0 mg l^{-1} .

e) Mjerno područje Komin

Podzemna voda iz piezometra Komin klasificira kao jako zaslanjena, a voda iz piezometra Banja kao srednje zaslanjena voda ($EC_w < 10 \text{ dS m}^{-1}$). Prosječna vrijednost EC_w u piezometru Komin iznosila je 24 dS m^{-1} i uz piezometar Jasenska predstavlja mjernu postaju s najvećim zaslanjenjem na području monitoringa. Oscilacije u vrijednostima EC_w na obje lokacije unutar ovog mjernog područje su minimalne.

Sukladno visokim vrijednostima EC_w u piezometru Komin - lijevo zaobalje (Pz6), visoke su bile i prosječne koncentracije Na^+ i Cl^- od 4.127 mg l^{-1} , odnosno 7.649 mg l^{-1} . U usporedbi s vrijednostima u kanalu Komin - desno zaobalje, one su bile 4 puta više (sukladno vrijednostima EC_w), ali i prosječne koncentracije Na^+ i Cl^- od 1201 mg l^{-1} , odnosno 2.203 mg l^{-1} u piezometru Komin - desno zaobalje (Pz7) ukazivale su na ozbiljan stupanj ograničenja za primjenu vode u navodnjavanju. Maksimalna koncentracija NO_3-N iznosila je tek $0,21 \text{ mg l}^{-1}$, a izmjerena je u piezometru Banja. Zabilježene su i povišene koncentracije ukupnog organskog ugljika koje su kretale u rasponu od 10 do 39 mg l^{-1} .

Rezultati monitoringa zaslanjenja poljoprivrednih tala

a) Postaja motrenja tla Luke (P-1)

Uzorci tla koji su uzeti u zimskom terminu uzorkovanja (ožujak) prema prosječnoj vrijednosti EC_e -a do 1 m dubine pokazuju da je tlo bilo nezaslanjeno. Zabilježen je porast stupnja zaslanjenosti tla s povećanjem dubine kao posljedica povećanja koncentracije Ca^{2+} , Cl^- , Mg^{2+} , Na^+ i SO_4^{2-} . U ovom terminu uzorkovanja maksimalna koncentracija dušika iz nitrata ($15 \text{ mg l}^{-1} NO_3-N$) utvrđena je u najdubljem sloju tla (75 - 100 cm).

U ljetnom terminu uzorkovanja (rujan) tlo je bilo slabo do umjereno zaslanjeno. Prosječna vrijednost EC_e do 1 m dubine bila je $4,0 \text{ dS m}^{-1}$. Vrijednosti NO_3-N kretale su se u rasponu od 24 do 45 mg l^{-1} uz prosječnu vrijednost od $31 \text{ mg l}^{-1} NO_3-N$.

b) Postaja motrenja tla Vidrice (P-3)

Vrijednosti kemijskih pokazatelja u uzorcima tla koji su uzeti u ožujku pokazuju da je tlo u svim slojevima bilo alkalno i umjereno zaslanjeno s prosječnom vrijednosti EC_e od $4,1 \text{ dS m}^{-1}$. Samo je u površinskom sloju tla vrijednost EC_e bila $< 2 \text{ dS m}^{-1}$. Cijelom dubinom profila u otopini tla dominantna je bila koncentracija SO_4^{2-} iona koji su se kretali u rasponu od 447 u površinskom sloju tla do 2.401 mg l^{-1} u sloju tla od 75 do 100 cm. Koncentracija Cl^- kretala se u rasponu od 75 mg l^{-1} u površinskom sloju tla do 921 mg l^{-1} u najdubljem sloju tla. U svim slojevima tla utvrđene su više koncentracije amonijačnog dušika u odnosu na nitratni i nitritni oblik dušika.

I u ljetnom terminu uzorkovanja prema prosječnoj vrijednosti EC_e do 1 m dubine tlo je bilo slabo zaslanjeno s rasponom EC_e od $2,7 \text{ dS m}^{-1}$ u površinskom sloju tla do $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ u najdubljem sloju tla koje je srednje zaslanjeno. Također, i u ljetnom terminu uzorkovanja zabilježene su visoke koncentracije SO_4^{2-} , vrlo slične vrijednostima u zimskom terminu uzorkovanja. U ljetnom terminu uzorkovanja zabilježene su više koncentracije Cl^- cijelom dubinom profila.

c) Postaja motrenja tla Opuzen ušće - Jasenska (P-2)

U zimskom terminu uzorkovanja tlo na postaji monitoringa P-2 na području Opuzen ušća - Jasenska bilo je alkalno i nezaslanjeno. Prosječna vrijednost EC_e do 1 m dubine tla bila je $1,5 \text{ dS m}^{-1}$. Maksimum vrijednosti EC_e od $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ zabilježen je u sloju tla od 75 do 100 cm dubine u kojem su također zabilježeni i maksimumi koncentracije SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} i Na^+ . Maksimumi koncentracije hranjiva (NO_3-N , NO_2-N i NH_4-N) zabilježeni su u najdubljem sloju tla.

I u ljetnom terminu uzorkovanja tlo je bilo slabo zaslanjeno s vrijednostima EC_e u rasponu od $2,4 \text{ dS m}^{-1}$ (25 do 50 cm) do $3,1 \text{ dS m}^{-1}$ (50 do 100 cm) (tablica 3.2.8.). Maksimumi koncentracija Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ i SO_4^{2-} zabilježeni su u najdubljem sloju tla (75 - 100 cm), a koncentracije Cl^- i NO_3-N u površinskom sloju tla.

d) Postaja motrenja tla Opuzen ušće - Glog (P-4)

Prema prosječnoj vrijednosti EC_e do 1 m dubine, tlo na postaji P-4 u zimskom terminu uzorkovanja bilo je slabo zaslanjeno. Prosječna vrijednost EC_e bila je $3,4 \text{ dS m}^{-1}$. U ovom terminu uzorkovanja površinski sloj tla (0 - 25 cm) bio je nezaslanjen. U otopini tla zabilježene su najviše koncentracija SO_4^{2-} iona s prosječnom vrijednosti od 1.244 mg l^{-1} . Maksimumi koncentracija pojedinačnih soli (Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ i SO_4^{2-}) zabilježeni su u potpovršinskim slojevima tla (50 - 100 cm).

U terminu uzorkovanja koje se poklapa s krajem sušnog razdoblja, tlo je bilo slabo zaslanjeno s prosječnom vrijednosti EC_e od $2,6 \text{ dS m}^{-1}$. Maksimum vrijednosti EC_e od $4,1 \text{ dS m}^{-1}$ zabilježen je u sloju tla od 75 do 100 cm dubine u kojem su također zabilježeni i maksimumi koncentracije Ca^{2+} , Mg^{2+} i Na^+ i SO_4^{2-} . U ovom terminu uzorkovanja svi slojevi tla bili su slabo do umjereno zaslanjeni. Prosječna koncentracija NO_3-N bila je 5 mg l^{-1} , a najviša koncentracija od 14 mg l^{-1} NO_3-N zabilježena je u najdubljem sloju tla (75 - 100 cm).

e) Postaja motrenja tla Koševo - Vrbovci (P-5)

Uzorci uzeti u mjesecu ožujku pokazuju da je tlo u svim analiziranim slojevima bilo alkalno s prosječnom vrijednosti pH od 8,3. Cijelom dubinom profila tlo je bilo nezaslanjeno ($EC_e < 2 \text{ dS m}^{-1}$), s prosječnom koncentracijom Cl^- od 17 mg l^{-1} te Na^+ od 14 mg l^{-1} . U svim slojevima tla koncentracija dušika iz nitrata (NO_3-N) i amonijaka (NH_4-N) bila je niska s prosječnim vrijednostima od $0,31 \text{ mg l}^{-1}$ odnosno $0,51 \text{ mg l}^{-1}$.

Uzorci uzeti u mjesecu rujunu pokazuju da tlo bilo nezaslanjeno ($EC_e < 2 \text{ dS m}^{-1}$) s prosječnom koncentracijom Cl^- od 107 mg l^{-1} te Na^+ od 36 mg l^{-1} . Zabilježene su povišene vrijednosti nitritnog i nitratnog oblika dušika u tlu, s prosječnim vrijednostima od $7,1 \text{ mg l}^{-1}$ odnosno 56 mg l^{-1} .

f) Postaja motrenja tla Komin - lijevo zaobalje (P-6)

Prema prosječnoj vrijednosti EC_e do 1 m dubine, tlo na postaji P-4 u zimskom terminu uzorkovanja bilo je slabo zaslanjeno. Prosječna vrijednost EC_e bila je $3,4 \text{ dS m}^{-1}$. U ovom terminu uzorkovanja površinski sloj tla (0 - 25 cm) bio je nezaslanjen. U otopini tla zabilježene su najviše koncentracija SO_4^{2-} iona s prosječnom vrijednosti od 1.244 mg l^{-1} . Maksimumi koncentracija pojedinačnih soli (Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ i SO_4^{2-}) zabilježeni su u potpovršinskim slojevima tla (50 - 100 cm).

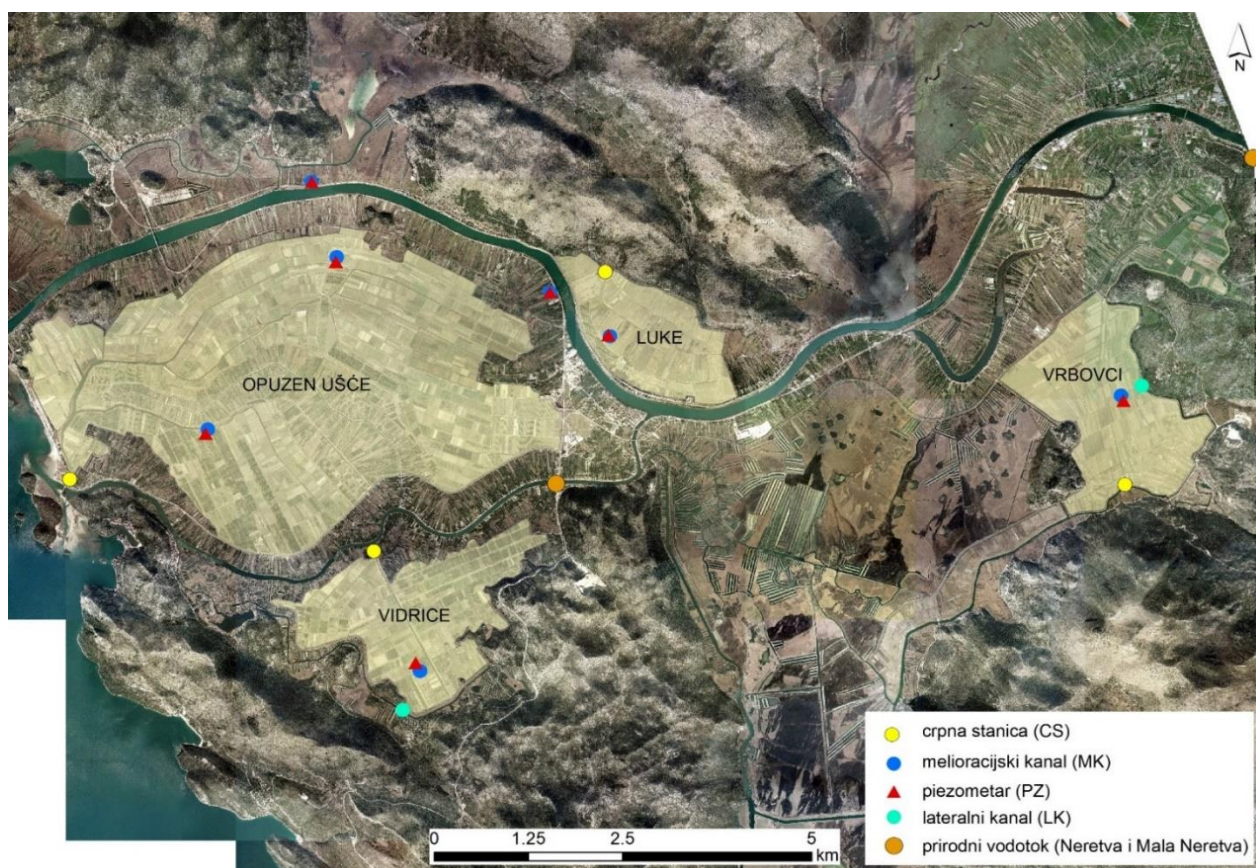
U terminu uzorkovanja koje se poklapa s krajem sušnog razdoblja, tlo na postaji monitoringa P-4 bilo je slabo zaslanjeno s prosječnom vrijednosti EC_e od $2,6 \text{ dS m}^{-1}$. Maksimum vrijednosti EC_e od $4,1 \text{ dS m}^{-1}$ zabilježen je u sloju tla od 75 do 100 cm dubine u kojem su također zabilježeni i

maksimumi koncentracije Ca^{2+} , Mg^{2+} i Na^+ i SO_4^{2-} . U ovom terminu uzorkovanja svi slojevi tla bili su slabo do umjereno zaslanjeni. Prosječna koncentracija $\text{NO}_3\text{-N}$ bila je 5 mg l^{-1} , a najviša koncentracija od 14 mg l^{-1} $\text{NO}_3\text{-N}$ zabilježena je u najdubljem sloju tla (75 - 100 cm).

g) Postaja motrenja tla Komin - desno zaobalje (P-7)

U prvom terminu uzorkovanja tlo na postaji monitoringa P-7 je bilo alkalno i slabo zaslanjeno s prosječnom vrijednosti EC_e od $2,5 \text{ dS m}^{-1}$. Nezaslanjen je bio samo površinski sloj tla od 0 cm do 25 cm dok je najdublji sloj tla od 75 cm do 100 cm bio umjereno zaslanjen. U otopini tla dominirali su ioni SO_4^{2-} (prosječna vrijednost 1.189 mg l^{-1}) i Ca^{2+} (prosječna vrijednost 490 mg l^{-1}) i čiji su maksimumi zabilježeni u potpovršinskom sloju tla od 50 do 75 cm odnosno 75 -100 cm dubine.

Rezultati monitoringa tla s postaje P-7 uzorkovane u rujnu pokazuju da je tlo bilo slabo zaslanjeno s prosječnom vrijednosti EC_e do 1 m dubine od $3,8 \text{ dS m}^{-1}$, a vrijednosti su se kretale od $1,8 \text{ dS m}^{-1}$ do $5,3 \text{ dS m}^{-1}$. Koncentracije Cl^- više od 1.000 mg l^{-1} zabilježene su u sloju tla 50 - 75 cm dubine. Prosječna koncentracija $\text{NO}_3\text{-N}$ bila je $2,9 \text{ mg l}^{-1}$, a maksimalna koncentracija $\text{NO}_3\text{-N}$ od $8,6 \text{ mg l}^{-1}$ zabilježena je u površinskom sloju tla.



Slika 5. Područje obuhvaćeno monitoringom zaslanjenja voda i poljoprivrednih tala na području doline Neretve s pozicijama postaja motrenja

6.2. Monitoring vodnog režima poljoprivrednih tala i kakvoće vode na području dovodnog melioracijskog kanala za navodnjavanje Biđ - bosutskog polja

Prema svojim obilježjima, Biđ - bosutsko polje je izrazito poljoprivredno područje, gdje čak 75 % stanovništva živi u ruralnim sredinama, pretežito se baveći poljoprivredom. Obzirom na usvojeni Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj (NAPNAV), u 2005. godini definirana su četiri nacionalna pilot - projekta navodnjavanja na području Republike Hrvatske, među kojima je i nacionalni pilot projekt navodnjavanja Biđ - bosutskog polja.

Nacionalni pilot projekt navodnjavanja Biđ - bosutskog polja provodi se u dvije etape:

I. etapa - Dovodni melioracijski kanal za navodnjavanje (DMKBBP) duljine 14.772 m od rijeke Save do kanala Konjsko. Predmetni kanal usklađen je s planovima navodnjavanja županija u području Biđ - bosutskog polja te regulacijom vodnog režima površinskih i podzemnih voda u šumskom kompleksu Spačva. Trasa melioracijskog kanala poklapa se s trasom višenamjenskog kanala Dunav - Sava čije je rješenje ušlo u svu važeću prostorno - plansku dokumentaciju Brodsko - posavske i Vukovarsko - srijemske županije. Veći broj prirodnih vodotoka (Moravik, Z. Berava, Beravica, Dorovo, Konjsko) i melioracijskih kanala, dolazi pod utjecaj zahvata (uspor) što proširuje i samu površinu natapanja oplemenjivanjem malih voda.

II. etapa - Sustav navodnjavanja na max 4000 ha (I. faza) - uvjet za uspostavu sustava navodnjavanja je izgradnja dovodnog melioracijskog kanala s pratećim objektima, koji će vode u spojnim vodotocima i kanalima dovesti na zadovoljavajuću razinu i kvalitetu potrebnu za natapanje. Površina od max 4000 ha u I. fazi odnosi se uglavnom na površine uz sami melioracijski kanal DMKBBP (približno po 1 km lijevo i desno od osi kanala).

Potreba za višegodišnjim monitoringom vodnog režima poljoprivrednih tala i kakvoće vode u Biđ - bosutskom polju, proizašla je kao rezultat neophodnih mjera zaštite okoliša u svezi izgradnje Višenamjenskog kanala Dunav - Sava (VKDS-a), propisanih Rješenjem Državne uprave za zaštitu prirode i okoliša, klasa: UP/351-02/98-06/26, ur.broj: 452-07-JP-99-10 od 16. ožujka 1999. godine, odnosno izrade Studije o meliorativnoj ulozi VKDS-a na ekosustave u zaobalju.

Budući da se radi o radikalnom hidrotehničkom zahvatu u agrosferu, DMKBBP kao takav zahtijeva visoku stručnost u izvedbi, održavanju i korištenju cjelovitog sustava. Poljoprivreda je tradicionalno bila najvažnija grana gospodarstva na ovom prostoru. Razumljivo je, stoga, da promjene agroekoloških uvjeta za uzgoj poljoprivrednih kultura posebice u uvjetima navodnjavanja, treba sustavno pratiti kako bi se mogle održavati pod nadzorom, odnosno kako bi se izbjegli negativni, a osnažili i maksimalno iskoristili pozitivni utjecaji i nove mogućnosti koje se stavljanjem kanala u funkciju otvaraju.

Ciljevi i metodika istraživanja za 2021. godinu sukladna je Programu monitoringa za razdoblje 2019. - 2023. godine. Ciljevi su:

1. Motrenje stanja vodnog režima poljoprivrednih tala u neposrednom zaobalju dovodnog melioracijskog kanala za navodnjavanje Biđ - bosutskog polja (DMKBBP).
2. Utvrđivanje utjecaja DMKBBP na promjene vodnog režima poljoprivrednih tala primjenom matematičkog modela (modeliranja).
3. Motrenje stanja, kakvoće i onečišćenja tla i voda iz pravca poljoprivredne proizvodnje.
4. Praćenje osnovnih značajki poljoprivredne proizvodnje u uvjetima s i bez primjene navodnjavanja.

5. Utvrđivanje utjecaja poljoprivredne proizvodnje na ispiranje dušika i fosfora kroz primjenu matematičkih modela (modeliranja).
6. Preporuke za provođenje mjera u zaštiti tla i voda (okoliša) Konačni rezultati projekta trebaju ukazati i predvidjeti moguće promjene agroekoloških uvjeta, prije svega vodnog režima tla i kakvoće vode, za uzgoj poljoprivrednog bilja zbog izgradnje kanala (DMKBBP), kako bi se prije svega izbjegli negativni, a osnažili pozitivni utjecaji koji se izgradnjom ove hidrotehničke građevine ostvaruju.

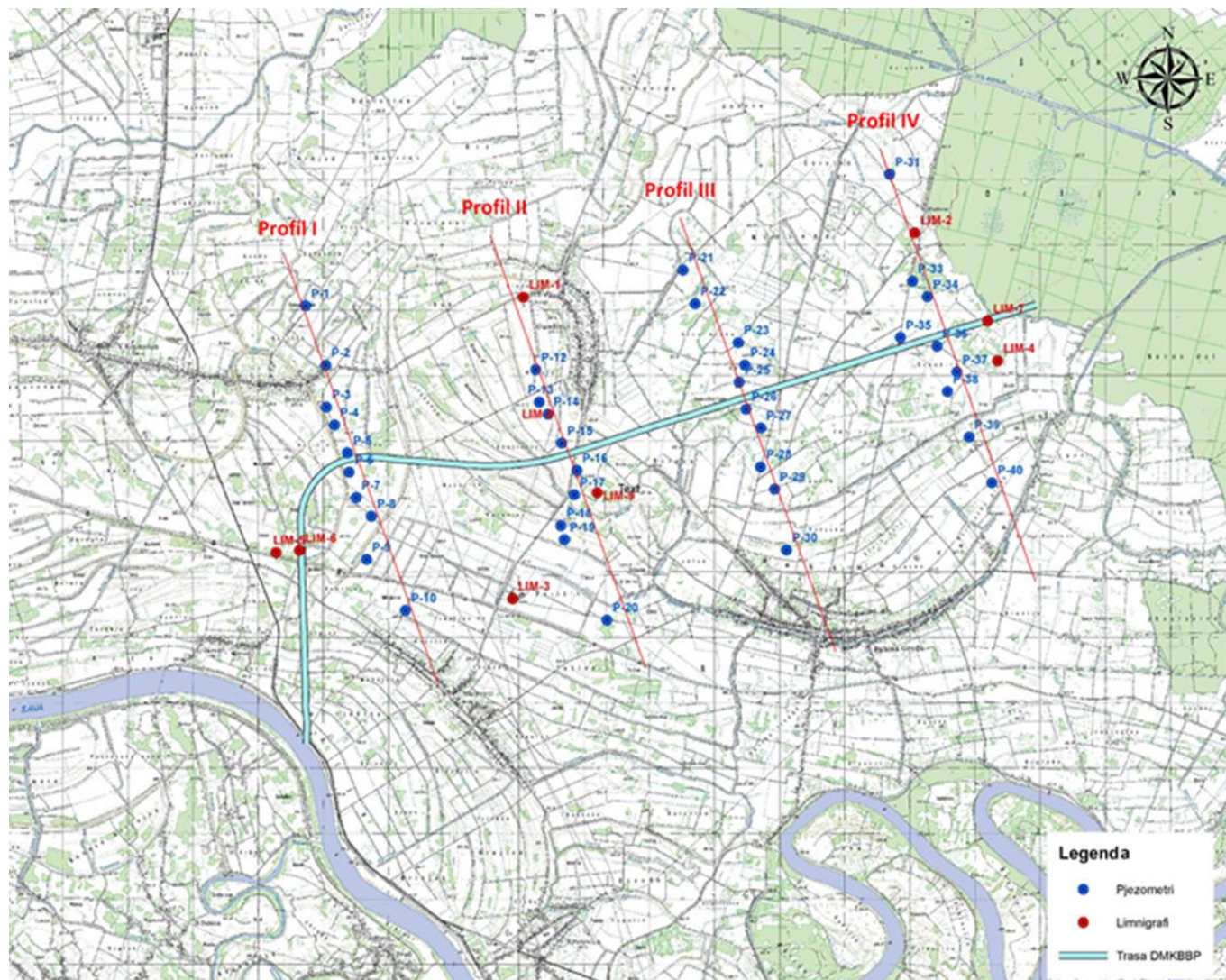
Zaštita voda (podzemnih i površinskih) vrlo je aktualan problem s poljoprivrednog i vodno gospodarskog gledišta. Onečišćenje površinskih i podzemnih voda nitratima, fosfatima i teškim metalima postao je problem od lokalnog i nacionalnog značenja. Posebice nitrati predstavljaju ozbiljan problem za kvalitetu podzemne pitke vode kojom je šire područje DMKBBP izuzetno bogato.

Određivanje kakvoće podzemne vode u tlu

U 2021. godini nastavljeno je uzorkovanje i laboratorijsko ispitivanje kakvoće vode u tlu. Motrenje kakvoće podzemne vode u tlu s težištem na nitrate, amonijak i fosfate obavljalo se prvenstveno s agroekološkog aspekta. Uzorkovanje i analiza podzemne vode iz piezometara tijekom 2021. godine vršeno je na petnaest (15) hidropedoloških piezometara dubine do 4,0 m, te na tri (3) piezometra dubine do 15,0 m. Uzorkovanje i analiza podzemne vode vršilo se šest (6) puta tijekom jedne godine (svakih 60 dana). Dakle, ukupno se uzrokovalo i analiziralo 108 uzoraka podzemne vode. Na svim uzorcima podzemne vode u tlu određeni su sljedeći pokazatelji: NO₂-N, NO₃-N, NH₄-N i PO₄-P.

Određivanje kakvoće procjedne vode

Prodor mogućih onečišćivača podrijetlom iz poljoprivredne proizvodnje (nitrati, amonijak i fosfati) u tlo infiltracijom, pa procjeđivanjem prema podzemnim vodama u vodonosnik pitke vode na području DMKBBP dobrim dijelom je potvrđen u prethodnom monitoringu tijekom 2004. - 2018. godine. Zbog važnosti problema monitoring se nastavlja i u narednom razdoblju od 2019. do 2023. godine. Monitoring se tijekom 2021. godine vršio na ukupno 12 procjednih lizimetara tzv. Ebermeiyerevog tipa. Lizimetri u paru su postavljeni na ukupno šest (6) lokacija koje koincidiraju s lokacijama motrenja stanja poljoprivrednih tala (lokacije od 1 do 6). U procjednoj vodi (perkolatu) kod svih lizimetara (1 do 12) analizirani su sljedeći pokazatelji: nitriti, nitrati, amonijak i fosfati (NO₂-N, NO₃-N, NH₄-N i PO₄-P). Uzorkovanje s analizom procjedne vode iz lizimetara vršilo se za svako oborinsko razdoblje koje bi polučilo minimalnu količinu perkolata.



Slika 6. Prikaz karakterističnih profila - trasa s hidropedološkim piezometrima na področju istraživanja DMKBBP



Slika 7. Karta područja dovodnog melioracijskog kanala s lokacijama motrenja tala i poljoprivredne proizvodnje

U 2021. godini na istraživanom području dovodnog melioracijskog kanala za navodnjavanje Biđ - bosutskog polja, palo je ukupno 670,5 mm, što je za 13,8 mm ili 2 % manje od četrdesetogodišnjeg prosjeka (1981. - 2021.) koji iznosi 684,3 mm. Ukupni godišnji manjak vode u tlu tijekom 2021. godine iznosio je 491,9 mm, a višak 134,3 mm.

Osnovna kemijska svojstva poljoprivrednih tala u obradivom horizontu (0 - 30 cm dubine) na motrenim lokacijama (1 - 6), tijekom 2021. godine bila su vrlo povoljna. Posebice se to odnosi na lokacije 1,3 i 5 i na opskrbljenost tla temeljnim biogenim elementima, u prvom redu s dušikom, fosforom i kalijem.

U 2021. godini, zbog osjetnog sniženja razine podzemnih voda nisu niti približno potvrđeni izvorni načini vlaženja motrenih poljoprivrednih tala koji su dijagnosticirani u početku istraživanja tijekom 2001. godine: aluvijalni, semiglejno - pseudoglejni, hipoglejni, humoglejni, amfiglejni i hidromeliorirani. Najniže izmjerene razine podzemne vode u solumu poljoprivrednih tala na istraživanom području dovodnog melioracijskog kanala tijekom 2021. godine kobile su u intervalu vrijednosti od 3,61 m pa do 3,95 m mjereno od površine terena.

Kolebanje mjesečne razine podzemne vode u piezometrima (15,0 m dubine) tijekom 2021. godine bilo je od 2,33 m pa do 5,35 m dubine, mjereno od površine terena. Analizom izmjerenih vrijednosti razine podzemne vode u tlu tijekom 2021. godine u hidropedološkim piezometrima (4,0 m dubine), može se zaključiti da je dinamika podzemne vode u profilu poljoprivrednih tala, kao i u prethodnom razdoblju motrenja (2014. - 2019.) bila u čvrstoj korelaciji (vezi) s dinamikom podzemnih voda u piezometrima (15,0 m dubine). Na temelju provedenog modela toka podzemne vode na četiri karakteristična profila - presjeka terena u užoj zoni dovodnog melioracijskog kanala za 2021. godinu, valja zaključiti da je kanal tijekom 2021. godine sa srednjom razinom vode u kanalu od 80,0 mn.m. te u hidropedološkim uvjetima kakvi su bili prisutni u 2021. godini, na svim lokacijama motrenja djelovao na blago sniženje razine podzemne vode u profilu poljoprivrednih tala u zoni njegovog užeg zaobalja. Sniženje razine podzemne vode u tlu za maksimalnih 50 cm dubine osjećalo se je u pojasu ukupne širine od centralne uzdužne osi kanala od stanja ekvilibrijuma (kanal nema utjecaj) do maksimalnih 330 m (Profil I.), odnosno od 0 do 165 m prema desnom i lijevom zaobalju kanala. U slučaju kada je razina podzemne vode u tlu tijekom 2021. godine bila na 5 m dubine i dublje, kanal je djelovao prihranjujući (utjecaj djelovanja $\Delta h > 10$ cm) u rasponu vrijednosti od stanja ekvilibrijuma (kanal nema utjecaj) do maksimalnih 190 m (95 m lijevo i desno od osi kanala) na Profilu IV. Utjecaj dovodnog melioracijskog kanala na dionici od rijeke Save do kanala Konjsko (I. etapa, duljine 14.772 m) na vodni režim i dinamiku procjedne vode u solumu motrenih poljoprivrednih tala do 4,0 m dubine koja se prostiru u njegovom užem zaobalju i tijekom 2021. godine u usporedbi s rijekom Savom bio slab. Temeljem dobivenih pokazatelja može se zaključiti da postoji opasnost za podzemna vode u vodonosniku tijekom 2021. godine od onečišćenja ukupnim dušikom. Po kakvoći procjedna voda u tlu je odgovarala I. do II. vrsti 116 (kategoriji) ekološke kakvoće. Srednje vrijednosti koncentracija fosfora iz ortofosfata (PO_4-P) u na istoj dubini bile su također male (nezatne), a voda je odgovarala I. kategoriji (vrsti) ekološke kakvoće.

Kakvoća procjedne voda (perkolat) iz lizimetara po lokacijama motrenja tijekom 2021. godine, a ovisno od sadržaja (koncentracija) ukupnog dušika (mg N/l), izrazito je kobile u rasponu vrijednosti koje su uglavnom odgovarale trećoj (III.) do petoj (V.) kategoriji (vrsti) ekološke kakvoće. Koncentracije svih analiziranih teških metala (Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb i Zn) u sedimentima mulja dovodnog melioracijskog kanala za navodnjavanje Biđ - bosutskog polja i u sedmoj godini praćenja (2021), bile su znatno niže od maksimalno dozvoljenih vrijednosti sadržaja teških metala u poljoprivrednim tlima prema Pravilniku o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (N.N. br. 39/2013). Temeljem lizimetarskih pokazatelja i monitoringa tradicionalne poljoprivredne

proizvodnje u užoj zoni melioracijskog kanala može se generalno zaključiti da je ista i tijekom 2021. godine varijabilno utjecala na onečišćenje kako površinske, tako i podzemne vode u solumu poljoprivrednih tala do 4 m dubine, što se može tumačiti kroz dinamiku i količinu oborina, strukturu (plodored) i gnojidbu uzgajanih kultura.

Rezultati provedenog numeričkog modeliranja za 2021. godinu, unatoč manjim količinama perkolata i sniženim razinama podzemne vode ukazuju da posebice u uvjetima nestručnog gospodarenja postoji opravdana mogućnost procjeđivanja nitrata dodanih mineralnom gnojidbom kroz profil poljoprivrednih tala do vodonosnika, što je potvrđeno putem dvodimenzionalnog modela, a stoga i na mogućnost njezine daljnje degradacije i onečišćenja na širem području dovodnog melioracijskog kanala u Biđ - bosutskom polju. U pravcu zaštite okoliša na području DMKBBP pažnju treba i nadalje posvetiti: izgradnji prihvatljivih sustava melioracijske odvodnje i navodnjavanja, stručnom gospodarenju izgrađenih sustava, razvoju novih modela i sustava uzgoja bilja i blaga koji će se temeljiti na poznatim principima održive poljoprivredne proizvodnje. Valja posebice ukazati na potrebe žurne primjene navodnjavanja u neposrednoj zoni melioracijskog kanala, korištenjem vode iz samog kanala za potrebe uzgajanih kultura i za sve prisutnju potrebu oplemenjivanja malih voda, kako površinskih tako i podzemnih.

Tablica 10. Koncentracije procjedne vode iz lizimetara (perkolata) tijekom 2021. godine

| Oznaka lokacije | Datum uzorkovanja | NO ₃ -N | NH ₄ -N | NO ₂ -N | Ukupni N | PO ₄ -P | |
|---|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|--------------------|--|
| | | mg / l | | | | | |
| 1. L ₁ +L ₂ /2 | 25.01. | 4,20 | 0,21 | 0,11 | 4,50 | 0,21 | |
| | 24.02. | 4,87 | 0,03 | 0,03 | 5,10 | 0,19 | |
| | 29.03. | 6,45 | 0,02 | 0,02 | 6,75 | 0,14 | |
| | 27.11. | 5,05 | 0,01 | 0,01 | 5,21 | 0,16 | |
| | 28.12. | 5,18 | 0,02 | 0,02 | 5,80 | 0,15 | |
| | | | | | | | |
| 2. L ₃ +L ₄ /2 | 25.01. | 9,44 | 0,26 | 0,05 | 9,75 | 0,05 | |
| | 24.02. | 10,33 | 0,13 | 0,04 | 10,50 | 0,07 | |
| | 29.03. | 15,65 | 0,12 | 0,03 | 15,80 | 0,03 | |
| | 27.11. | 9,87 | 0,11 | 0,02 | 10,00 | 0,08 | |
| | 28.12. | 8,82 | 0,16 | 0,02 | 9,00 | 0,06 | |
| | | | | | | | |
| 3. L ₅ +L ₆ /2 | 25.01. | 10,20 | 0,26 | 0,04 | 10,50 | 0,13 | |
| | 24.02. | 13,30 | 0,24 | 0,06 | 13,60 | 0,16 | |
| | 29.03. | 9,50 | 0,31 | 0,05 | 9,90 | 0,22 | |
| | 27.11. | 14,80 | 0,40 | 0,07 | 15,30 | 0,17 | |
| | 28.12. | 15,10 | 0,32 | 0,04 | 15,50 | 0,23 | |
| | | | | | | | |
| 4. L ₇ +L ₈ /2 | 25.01. | 15,09 | 0,31 | 0,10 | 15,50 | 0,15 | |
| | 24.02. | 11,40 | 0,25 | 0,09 | 11,40 | 0,14 | |
| | 29.03. | 8,38 | 0,40 | 0,12 | 8,90 | 0,21 | |
| | 27.11. | 21,14 | 0,42 | 0,14 | 21,70 | 0,13 | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|
| | 28.12. | 25,59 | 0,52 | 0,09 | 26,20 | 0,11 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Oznaka lokacije | Datum uzorkovanja | NO₃-N | NH₄-N | NO₂-N | Ukupni N | PO₄-P |
| | | mg / l | | | | |
| 5. L₉+L₁₀/2 | 25.01. | 12,71 | 0,37 | 0,12 | 13,20 | 0,17 |
| | 24.02. | 9,91 | 0,26 | 0,13 | 10,30 | 0,15 |
| | 29.03. | 7,28 | 0,31 | 0,11 | 7,70 | 0,25 |
| | 27.11. | 18,24 | 0,12 | 0,24 | 18,60 | 0,18 |
| | 28.12. | 12,93 | 0,17 | 0,20 | 13,30 | 0,13 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Oznaka lokacije | Datum uzorkovanja | NO₃-N | NH₄-N | NO₂-N | Ukupni N | PO₄-P |
| | | mg / l | | | | |
| 6. L₁₁+L₁₂/2 | 25.01. | 8,65 | 0,11 | 0,03 | 8,79 | 0,16 |
| | 24.02. | 9,45 | 0,12 | 0,03 | 9,60 | 0,13 |
| | 29.03. | 13,99 | 0,14 | 0,07 | 14,20 | 0,09 |
| | 27.11. | 10,80 | 0,09 | 0,11 | 11,00 | 0,11 |
| | 28.12. | 8,45 | 0,28 | 0,07 | 8,80 | 0,08 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Tablica 10. Rezultati analize NH₄-N, NO₃-N, NO₂-N i PO₄-P u podzemnoj vodi u tlu (veljača) 2021.

| Oznaka piezometra | NH ₄ -N | NO ₃ -N | NO ₂ -N | PO ₄ -P |
|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | mg/l | | | |
| 3 | 1,00 | 6,30 | 0,30 | 0,70 |
| 4 | 0,58 | 7,70 | 0,15 | 0,05 |
| 12 | 0,11 | 0,65 | 0,10 | 0,11 |
| 13 | 0,25 | 0,10 | 0,02 | 0,12 |
| 14 | 0,45 | 1,30 | 0,03 | 0,07 |
| 18 | 0,66 | 0,78 | 0,04 | 0,60 |
| 22 | 0,19 | 2,25 | 0,03 | 0,33 |
| 41 | 0,75 | 3,75 | 0,02 | 0,16 |
| 43 | 0,50 | 7,95 | 0,01 | 0,24 |
| 44 | 0,41 | 6,22 | 0,03 | 0,20 |
| 45 | 1,71 | 3,50 | 0,05 | 1,13 |
| 47 | 1,80 | 8,20 | 0,04 | 0,75 |
| 48 | 0,48 | 3,20 | 0,03 | 0,11 |
| Prosjek | 0,68 | 3,99 | 0,06 | 0,35 |

Tablica 11. Rezultati analize NH₄-N, NO₃-N, NO₂-N i PO₄-P u podzemnoj vodi u tlu (travanj) 2021.

| Oznaka piezometra | NH ₄ -N | NO ₃ -N | NO ₂ -N | PO ₄ -P |
|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | mg/l | | | |
| 3 | 1,20 | 6,30 | 0,39 | 0,71 |
| 4 | 0,58 | 7,60 | 0,12 | 0,02 |
| 12 | 0,08 | 0,72 | 0,02 | 0,13 |
| 13 | 0,20 | 0,10 | 0,01 | 0,16 |
| 14 | 0,83 | 1,40 | 0,20 | 0,02 |
| 18 | 1,52 | 0,10 | 0,04 | 1,90 |
| 22 | 0,16 | 1,20 | 0,05 | 0,68 |
| 41 | 0,29 | 3,60 | 0,01 | 0,08 |
| 43 | 0,25 | 17,00 | 0,01 | 0,32 |
| 44 | 0,38 | 11,00 | 0,01 | 0,29 |
| 45 | 1,90 | 0,10 | 0,05 | 2,40 |
| 47 | 2,40 | 14,00 | 1,00 | 1,10 |
| 48 | 0,28 | 1,70 | 0,02 | 0,05 |
| 49 | 0,50 | 3,75 | 0,11 | 0,10 |
| Prosjek | 0,75 | 4,89 | 0,14 | 0,56 |