



GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE

Dimičeva ulica 14, 1001 Ljubljana

Priprava strokovnih podlag in strokovna podpora pri izvajanju vodne direktive za področje podzemnih voda (Direktiva 2000/60/EC)

Določitev kriterijev in/ali kazalnikov za analizo učinkovitosti izvajanja temeljnih ukrepov – kmetijstvo

Datum: 1.4.2013
Arh. št.: K-II-30d/c-33/1394-9
Nosilec: dr. Jure Krivic, univ. dipl. inž. geol.
Vodja oddelka: dr. Nina Mali, univ. dipl. inž. geol.
Direktor: doc. dr. Marko Komac, univ. dipl. inž. geol.

Podnalogra Določitev kriterijev in/ali kazalnikov za analizo učinkovitosti izvajanja temeljnih ukrepov – kmetijstvo

Kraj Ljubljana, 27. marec 2013

Naročnik Ministrstvo za kmetijstvo in okolje
Dunajska cesta 22
1000 Ljubljana

Naloga Priprava strokovnih podlag in strokovna podpora pri izvajanju vodne direktive za področje podzemnih voda (Direktiva 2000/60/EC)

Pogodba 2330-12-830059 (MKO)
1160-109/2012 (GeoZS)

Obdelali: Dr. Janko Urbanc
Dr. Jure Krivic
Dr. Nina Mali
Dr. Tamara Ferjan – Stanič
Miran Bizjak, univ.dipl.inž.geol.
Anja Koroša, univ.dipl.inž.geol.
Zmago Bole

Ključne besede:

Vodna direktiva, podzemna voda, hidrogeologija, NUV, ukrepi, kemija, učinkovitost, kazalniki, nitrati, atrazin

Kazalo:

1. UVOD	3
2. NITRATI – UČINKI NITRATNE DIREKTIVE	4
3. ATRAZIN – UČINEK PREPOVEDI RABE	19
4. ZAKLJUČKI	23

Določitev kriterijev in/ali kazalnikov za analizo učinkovitosti izvajanja temeljnih ukrepov – kmetijstvo (DDU8.2)

1. UVOD

Pri izvajanju različnih ukrepov za izboljšanje kemijskega in količinskega stanja podzemnih vod je zelo pomembno, da sproti spremljamo učinke posameznih ukrepov ter jih po potrebi tudi modificiramo, v skladu s cilji, ki jih želimo doseči. Pri tem pa se posebej pri podzemnih vodah pojavi težava, saj učinki ukrepov na kratek rok večinoma niso vidni oziroma prepoznavni. Vzrok je v tem, da predstavljajo vodonosniki podzemne vode zelo kompleksen sistem, ki se na onesnaženja odziva specifično ter z zamikom. Zaradi tega je pogoj za korektno interpretacijo učinkov posameznih ukrepov temeljito poznavanje hidrogeoloških pogojev v sistemu.

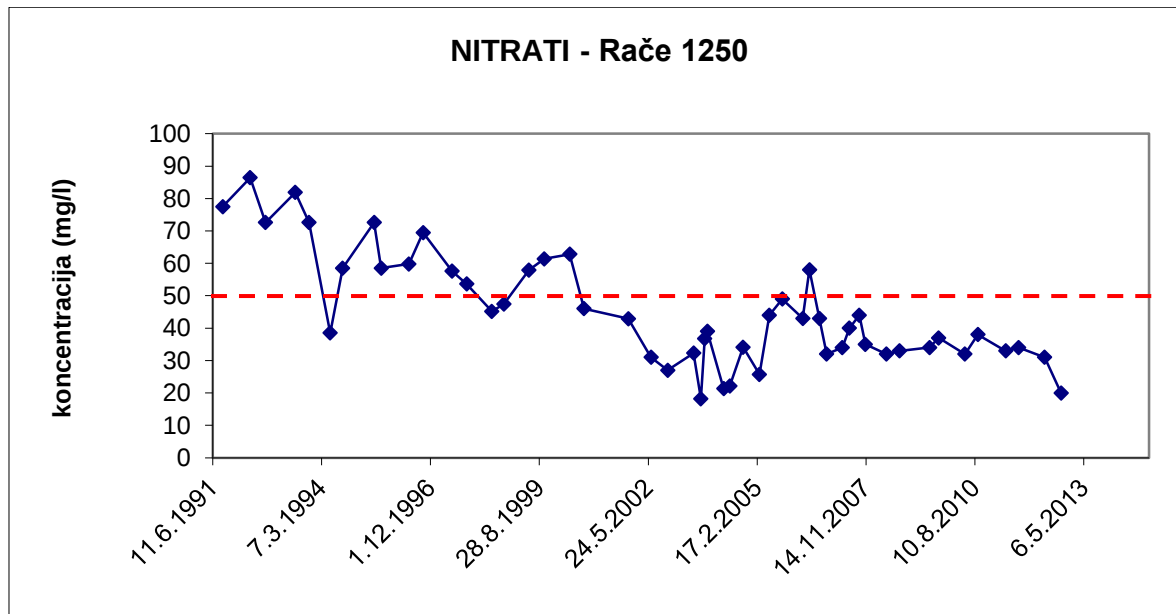
V vodonosniku se praviloma ne nahaja le voda iz zadnjih nekaj padavin, ampak je zbrana voda iz daljših časovnih obdobj. Pomembno zadrževalno funkcijo ima že nenasičena cona vodonosnika, preko katere lahko poteka masni transport onesnaževal celo več let, seveda predvsem v odvisnosti od debeline nenasičene cone. Zaradi navedenih dejstev znašajo običajne starosti podzemne vode oziroma zadrževalni časi v plitvih vodonosnikih nekaj let. V globokih vodonosnikih so lahko starosti podzemne vode še bistveno višje, merimo jih v stoletjih ali celo tisočletjih.

Zaradi tega je pri načrtovanju ter spremljanju učinkov ukrepov nujno upoštevati tudi zadrževalne čase podzemne vode kot funkcijo hidrogeoloških pogojev v posameznem vodonosniku. Pričujoča naloga predstavlja preizkus izboljšane metodologije za spremljanje učinkov ukrepov v podzemnih vodah. Kot vzorčni območje za testiranje metodologije smo izbrali vodonosnik Dravskega polja. Vodonosnik Dravskega polja je trenutno najbolj onesnažen vodonosnik v Sloveniji, za katerega obstaja ocena, da do leta 2015 v skladu z zahtevami evropske Okvirne vodne direktive ne bo dosegel dobrega kemijskega stanja. To pomeni, da bo v okviru izvajanja Načrta upravljanja z vodami na tem področju potrebno intenzivno izvajati različne ukrepe, s katerimi bomo izboljšali kemijsko stanje podzemne vode ter obrnili negativne trende.

Kot osnovo za oceno učinkovitosti ukrepov smo uporabili podatke Nacionalnega monitoringa kemijskega stanja podzemnih vod, ki ga izvaja Agencija Republike Slovenije za okolje (v nadaljevanju ARSO). ARSO ima trenutno na področju vodonosnika Dravskega in Ptujkega polja 21 opazovalnih mest za nadzor kemijskega stanja podzemne vode.

2. NITRATI – UČINKI NITRATNE DIREKTIVE

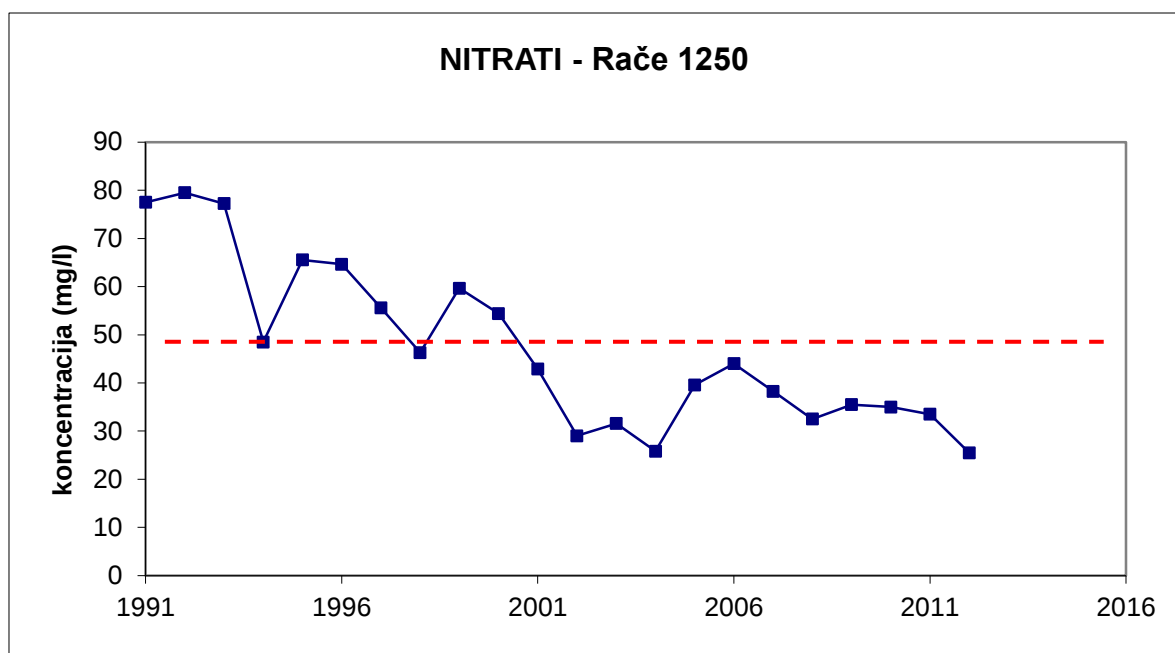
Na grafu so prikazane spremembe koncentracij nitratov v dolgoletnem časovnem nizu na opazovalnem mestu Rače.



Spremembe koncentracij nitrata v podzemni vodi na opazovalnem mestu Rače

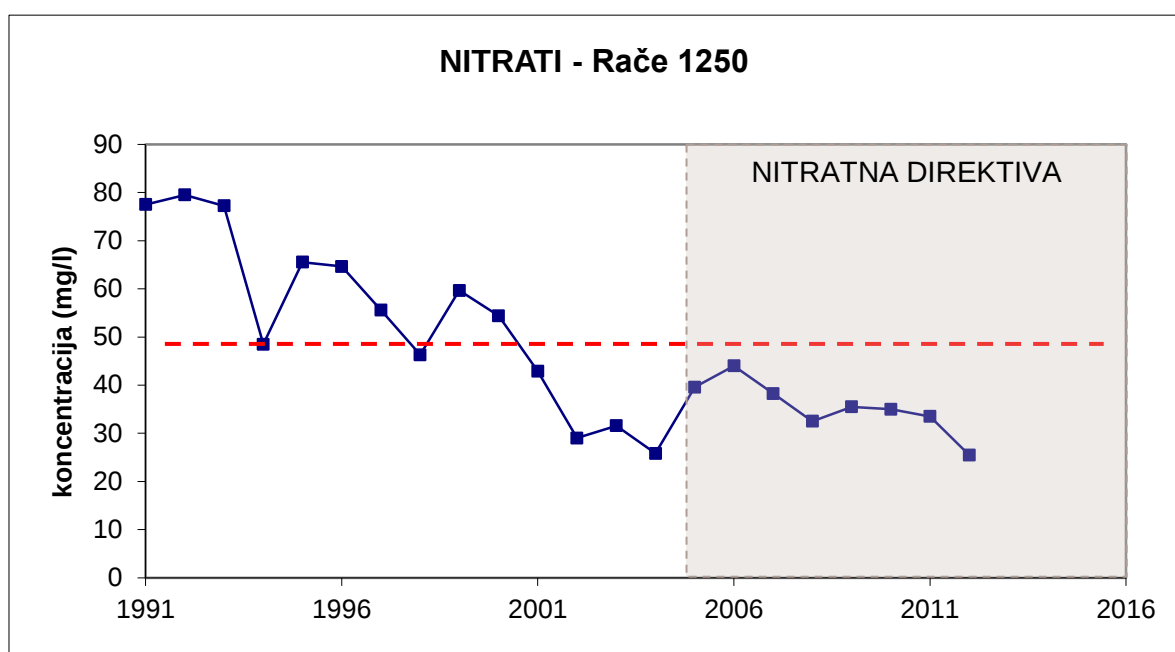
Iz grafa je razvidno, da so bile na tem opazovalnem mestu do leta 2000 koncentracije nitratov večinoma nad najvišjo dovoljeno koncentracijo 50 mg/l, zatem pa so se znižale pod najvišjo dovoljeno koncentracijo. Graf kaže, da med posameznimi opazovanji prihaja do nihanj koncentracije nitratov reda velikosti približno 20 mg/l.

Na naslednjem grafu so prikazane povprečne letne vrednosti koncentracij nitrata v istem časovnem obdobju. Na grafu lahko opazimo, da je zaradi povprečenja potek krivulje bolj pravilen.



Povprečne letne koncentracije nitratov v podzemni vodi na opazovalnem mestu Rače

Lahko pričakujemo, da so na nivo koncentracij nitratov v podzemni vodi vodonosnika Dravskega polja pomembno vplivali ukrepi, ki so bili uvedeni v okviru implementacije Evropske Nitratne Direktive. Zaradi tega smo na graf letnih povprečij koncentracij nitratov vnesli obdobje implementacije Nitratne direktive, ki se je na območju Slovenije pričela intenzivneje izvajati v letu 2004.

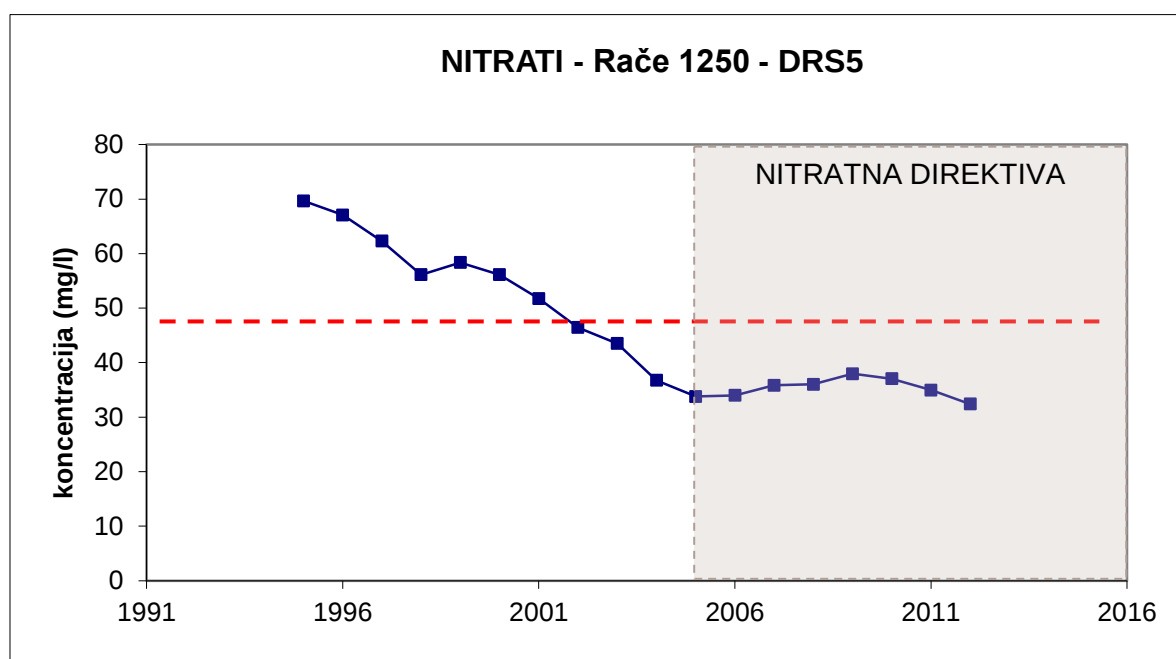


Letna povprečja koncentracij nitratov v obdobju pričetka izvajanja evropske Nitratne direktive

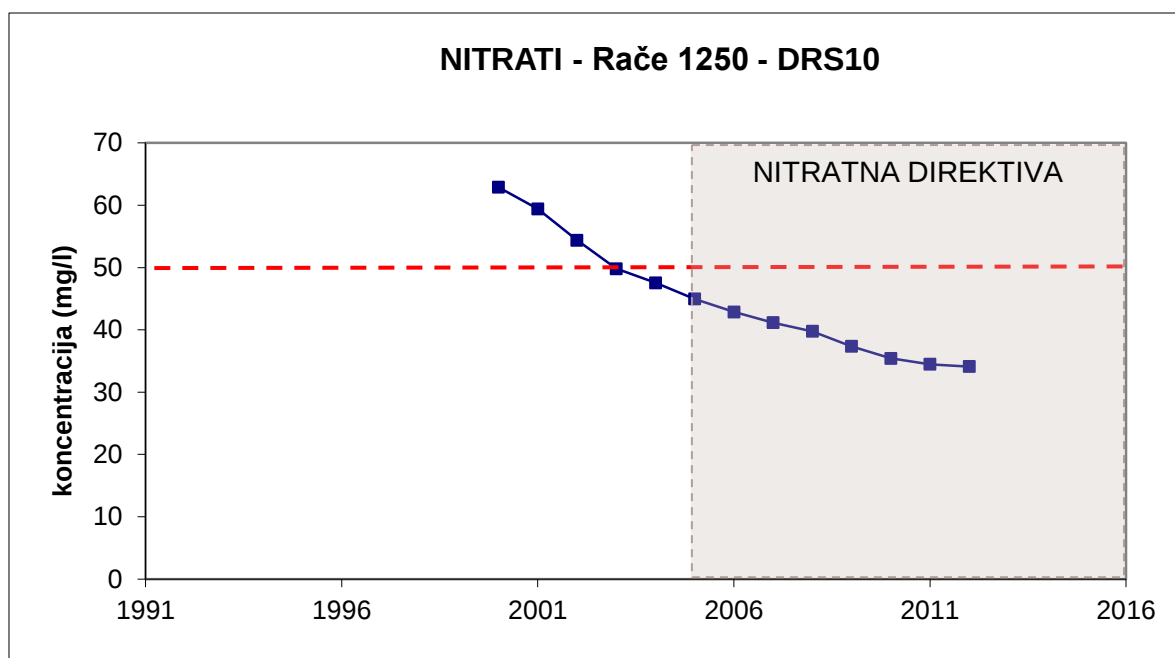
Graf kaže, da je neposredno po pričetku izvajanja Nitratne direktive na opazovalnem mestu Rače sicer prišlo celo do določenega povečanja koncentracije nitratov, vendar pa se je kmalu zatem zopet vzpostavil trend postopnega upadanja koncentracij, ki traja še danes. Seveda pa se je pri interpretaciji grafa potrebno zavedati, da opazovane spremembe koncentracij nitratov niso le rezultat implementacije nitratne direktive, ampak so lahko pomembni še drugi dejavniki, ki vplivajo na prisotnost nitratov v podzemni vodi.

Kot je bilo že prej omenjeno, v vodonosniku prihaja do mešanja komponent mladih infiltriranih vod s starejšimi vodami, ki se nahajajo v nasičeni kakor tudi v nenasičeni coni vodonosnika. Takšni procesi povzročajo večjo ali manjšo homogenizacijo vrednosti koncentracij, kar lahko matematično izrazimo s povprečno vrednostjo preko daljšega časovnega obdobja.

Z uvedbo drsečega povprečja se tako izognemo šumu, ki ga povzročajo posamezna obdobja intenzivnejšega onesnaženja kakor tudi variabilnost zaradi različnih klimatskih pogojev v posameznih letih. Na grafu je prikazano drseče povprečje koncentracij za obdobje petih let, na naslednjem grafu pa drseče povprečje za obdobje desetih let.



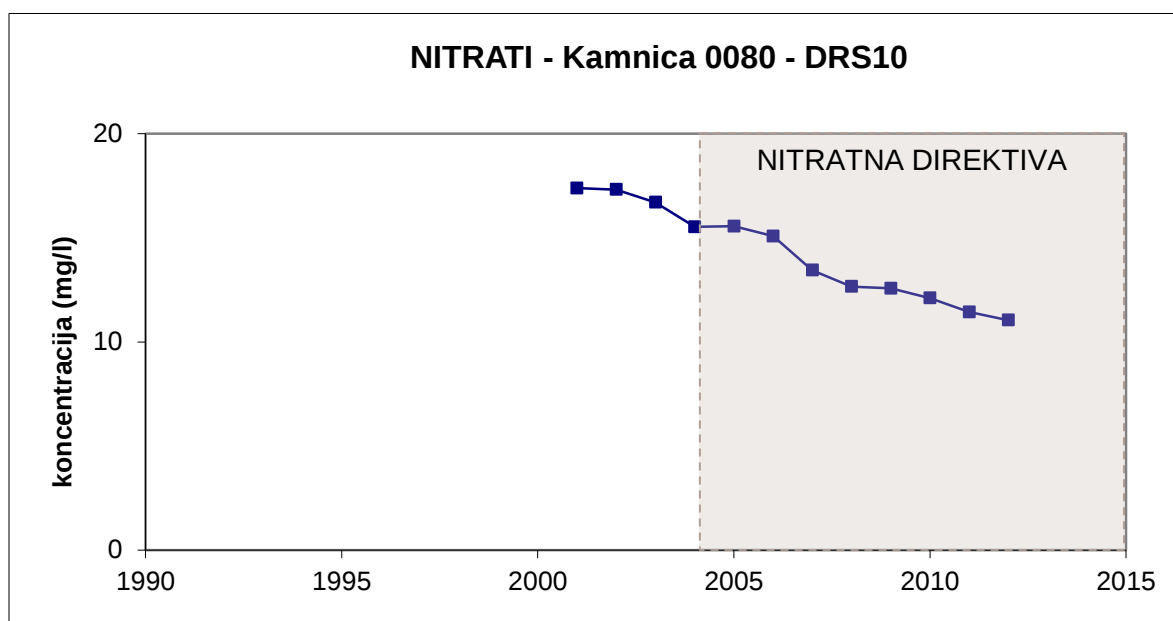
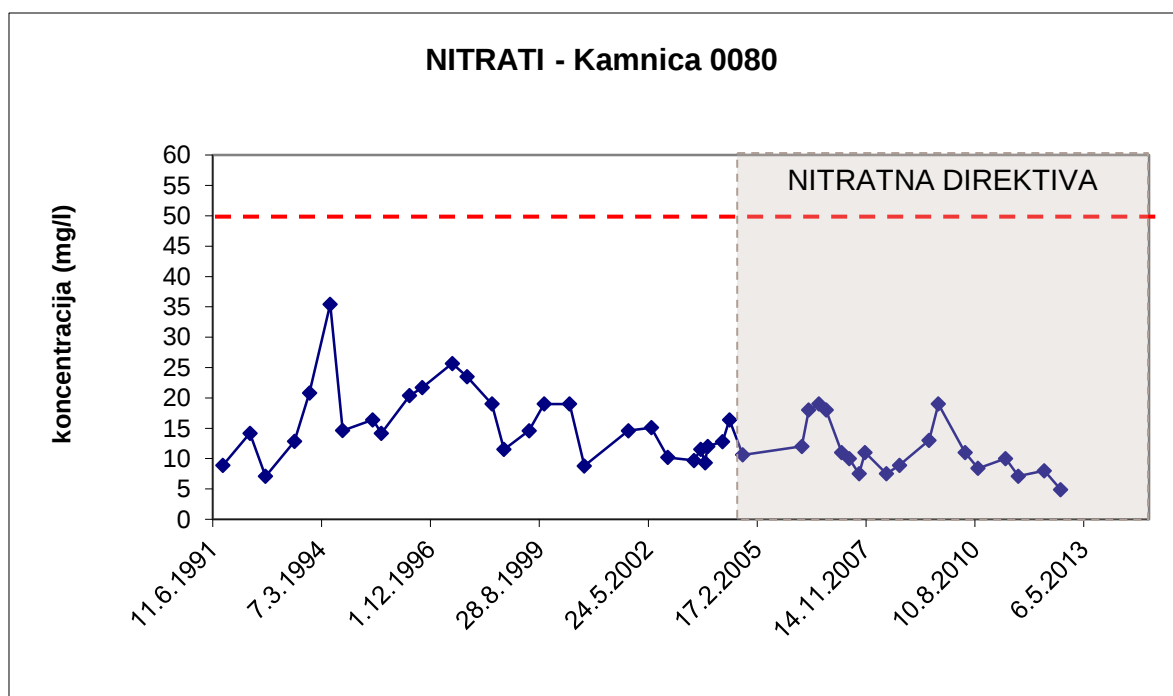
5-letno drseče povprečje koncentracij nitratov na opazovalnem mestu Rače



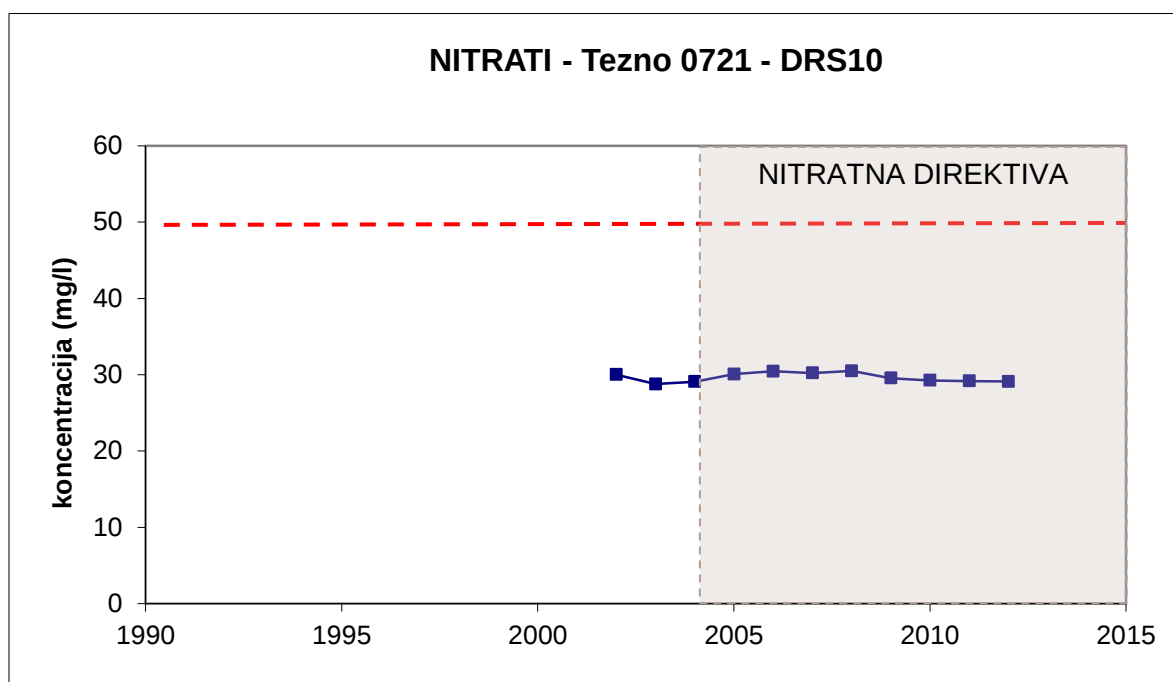
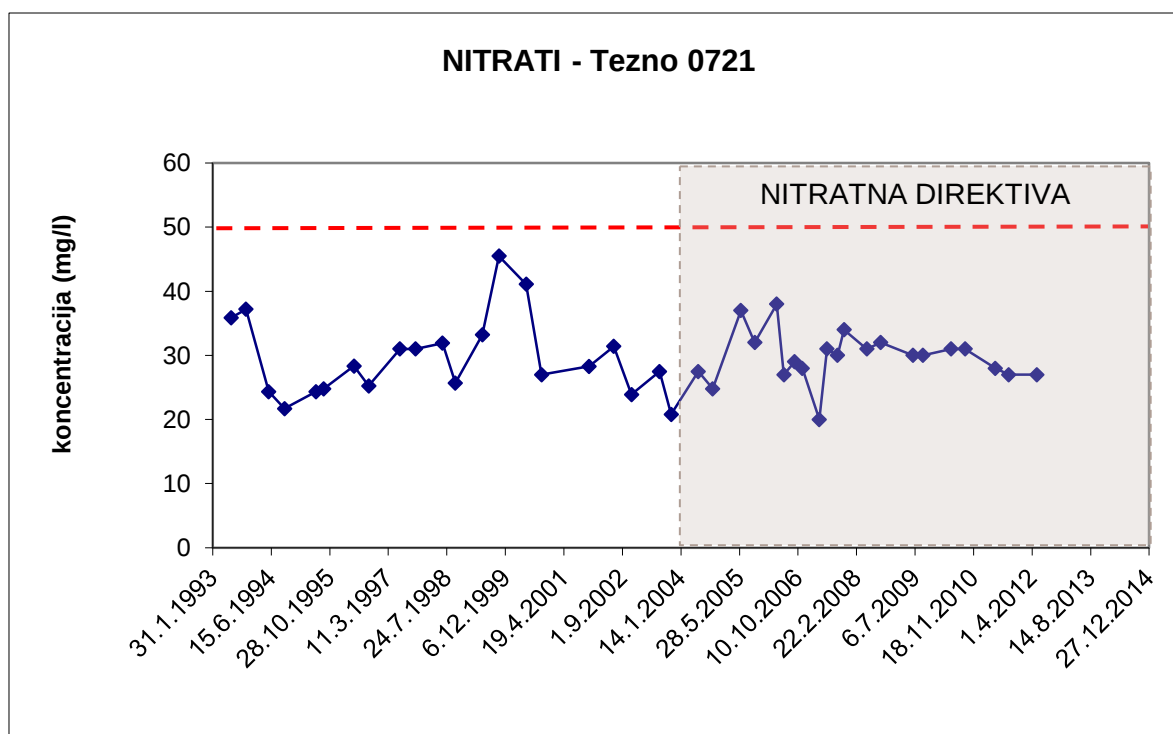
10-letno drseče povprečje koncentracij nitratov na opazovalnem mestu Rače

Iz obeh grafov je razvidno, da drseče povprečje koncentracij zelo dobro prikazuje trend koncentracij in da je predvsem krivulja 10-letnega drsečega povprečja zelo gladka in pravilna, tako da je iz nje možno z lahkoto razbrati prevladujoči trend koncentracij.

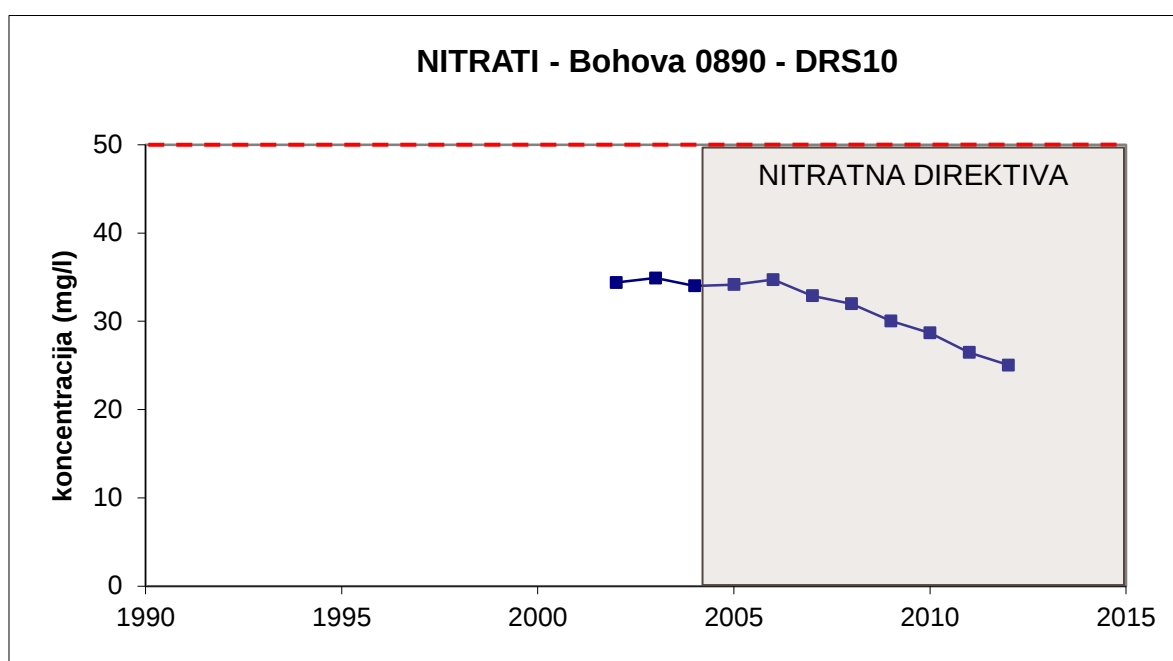
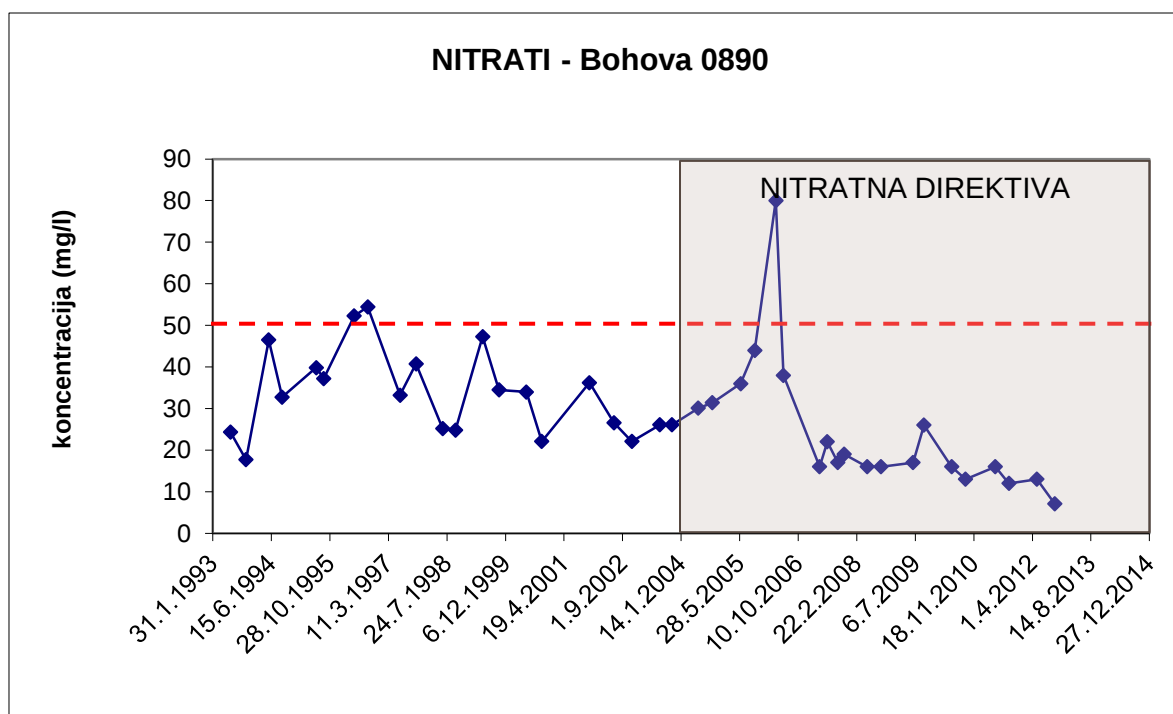
Na žalost pa na vseh opazovalnih mestih podzemnih vod Dravskega polja ne beležimo tako vzpodbudnih učinkov delovanja Nitratne direktive. V nadaljevanju prikazujemo grafe sprememb koncentracij nitratov na posameznih opazovalnih mestih vodonosnika Dravskega polja.



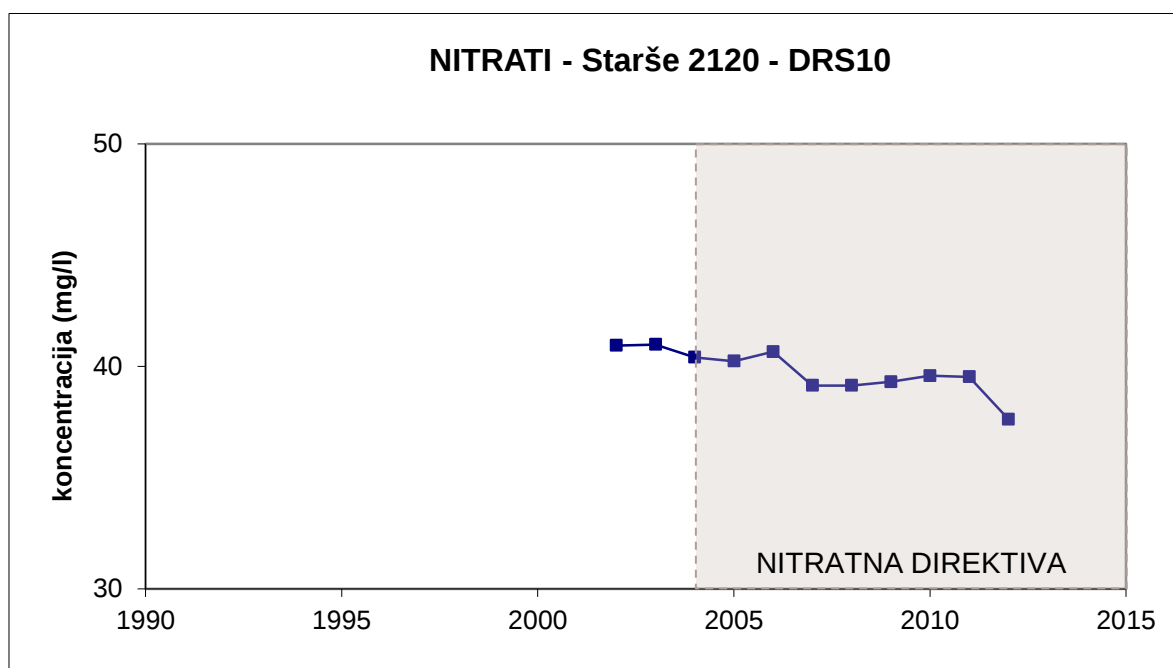
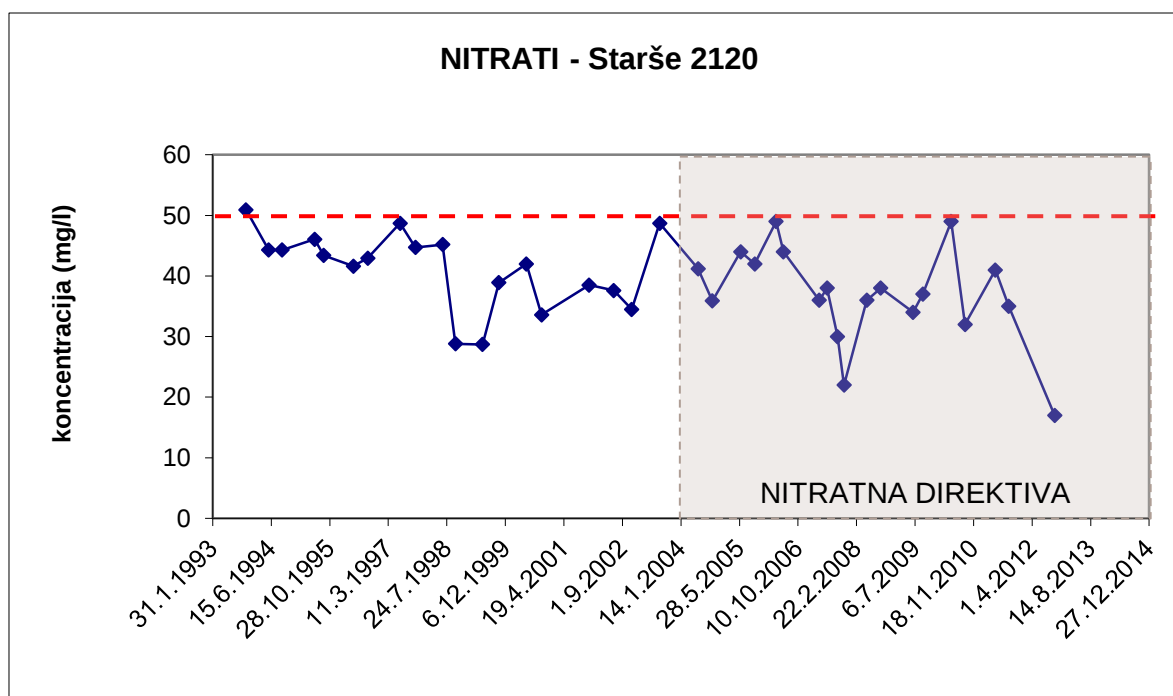
Na opazovalnem mestu Kamnica opazujemo ugoden padajoči trend koncentracij nitratov v obdobju po uvedbi evropske Nitratne direktive.



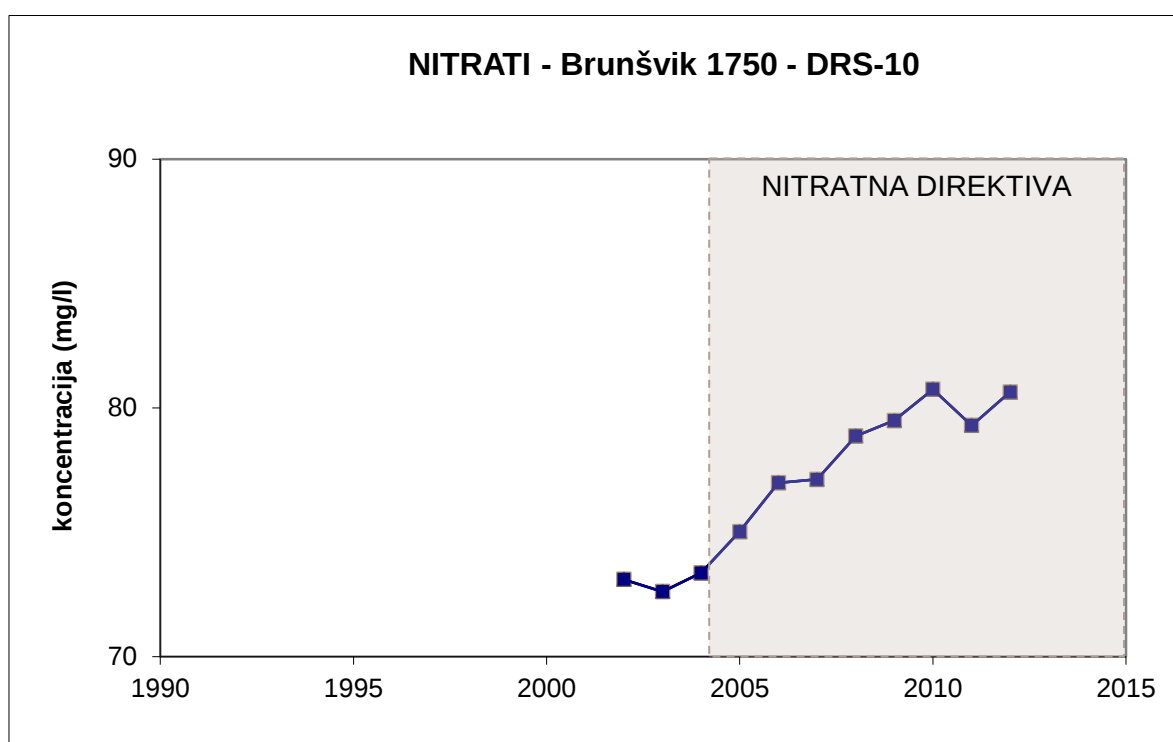
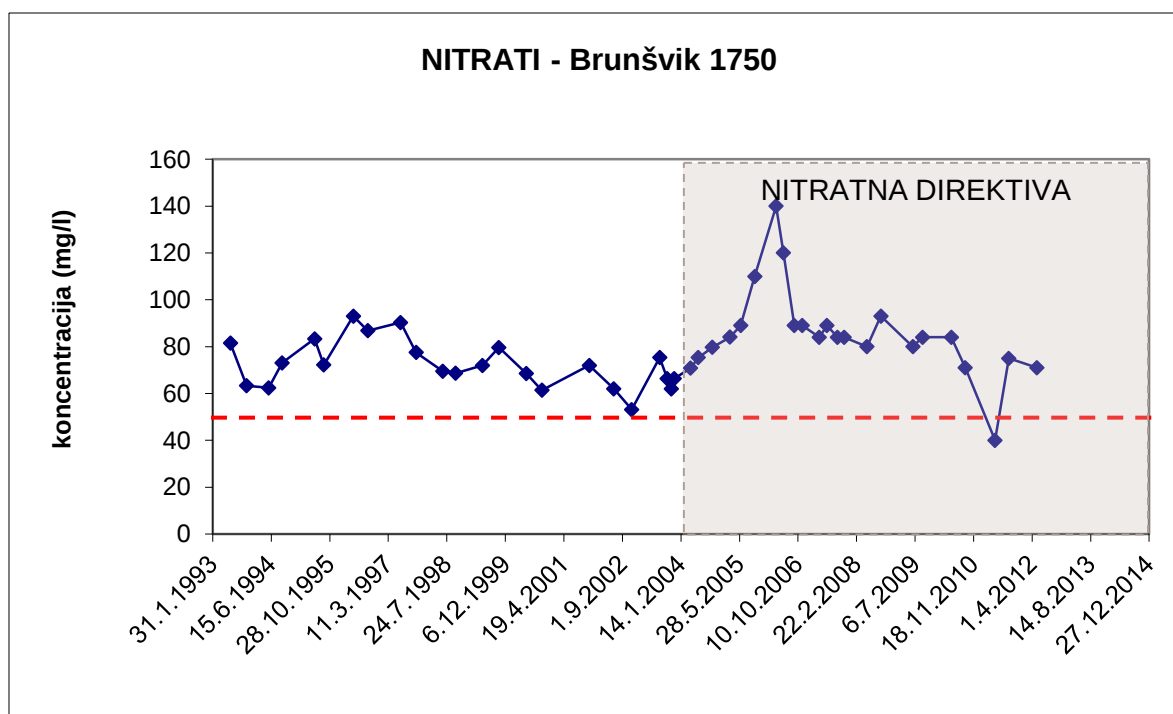
Na opazovalnem mestu Tezno opazujemo v daljšem časovnem obdobju dokaj enakomerne koncentracije nitratov brez izrazitih trendov. Tudi učinkov uvedbe Nitratne direktive na tem opazovalnem mestu ni opaziti, kar je tudi logično. Na območju Tezna namreč prevladuje urbana raba prostora, tako da je kmetijsko onesnaženje podzemne vode manj pomembno in se tudi izvedeni ukrepi ne morejo v tolikšni meri odražati v kemijskem stanju podzemne vode.



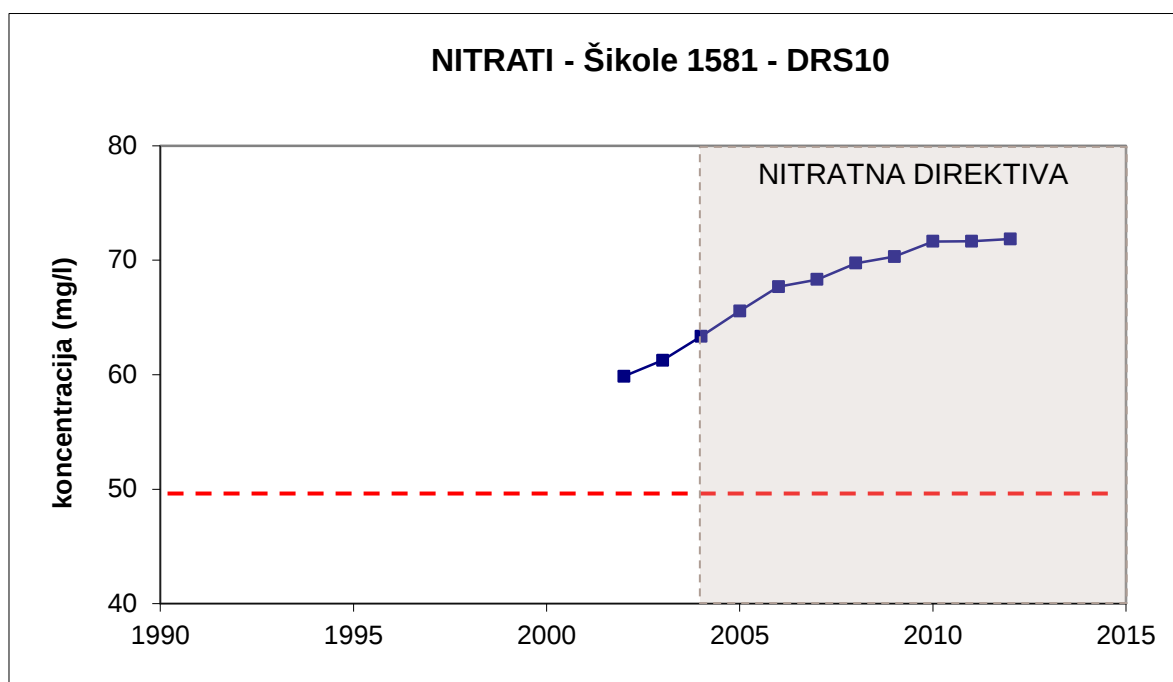
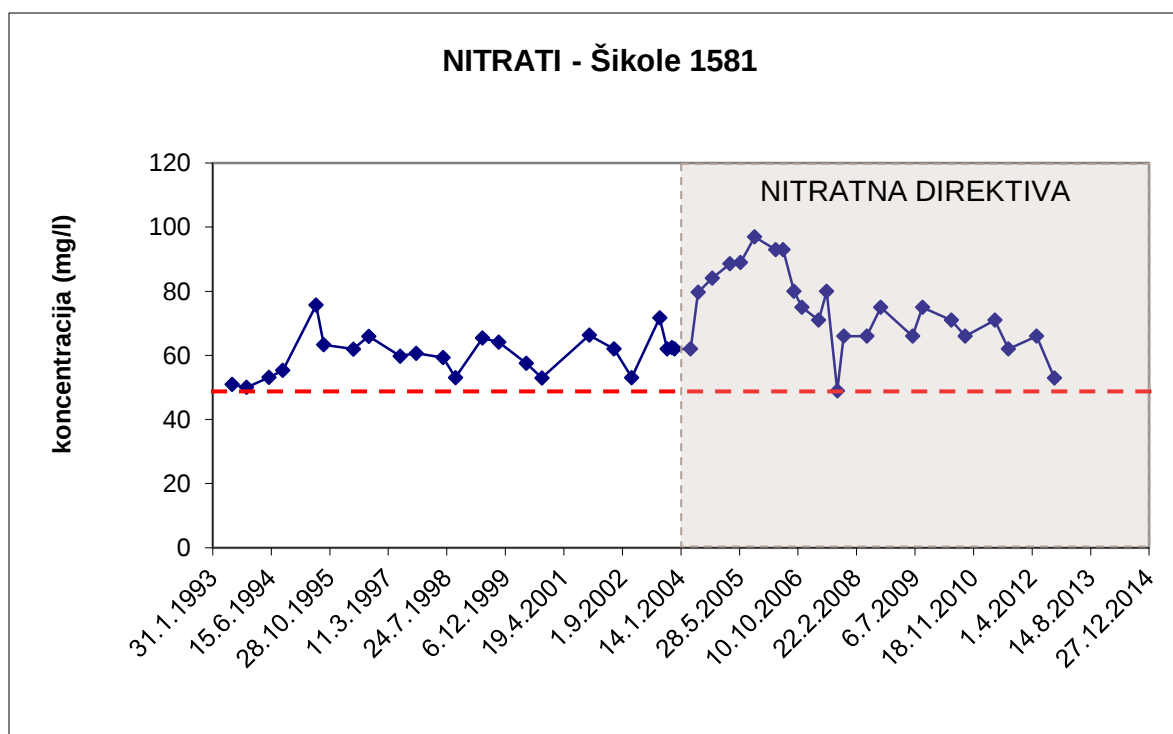
Na opazovalnem mestu Bohova lahko prepoznamo ugoden trend upadanja nitratov z uvedbo ukrepov v sklopu implementacije nitratne direktive.



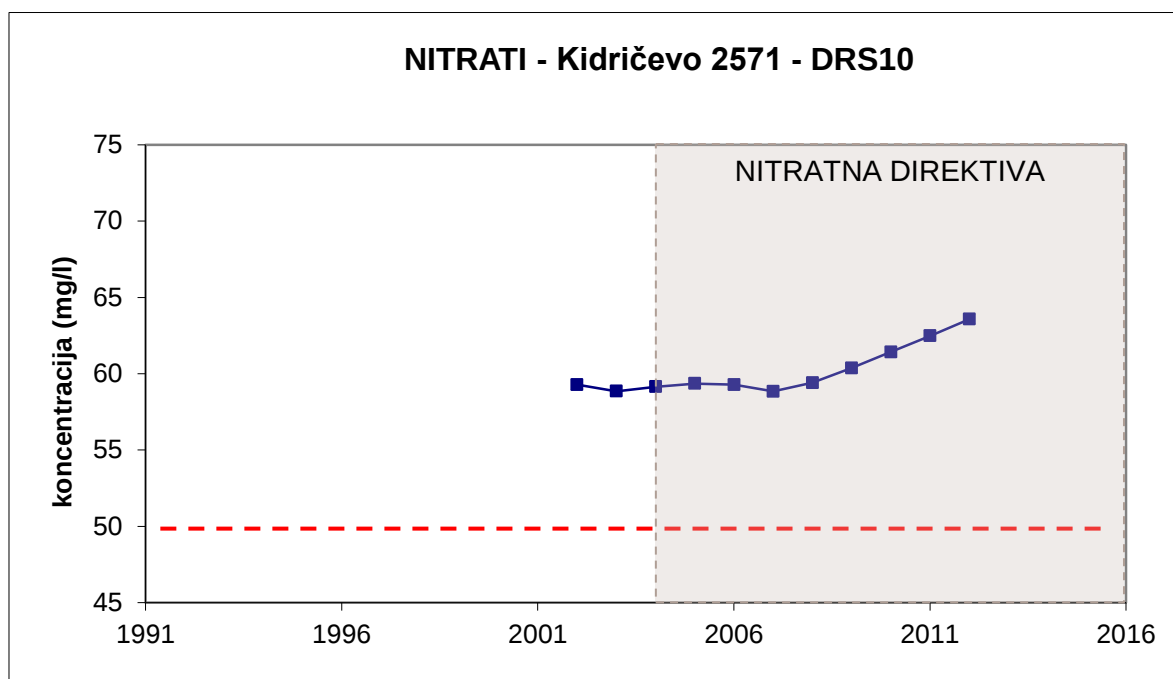
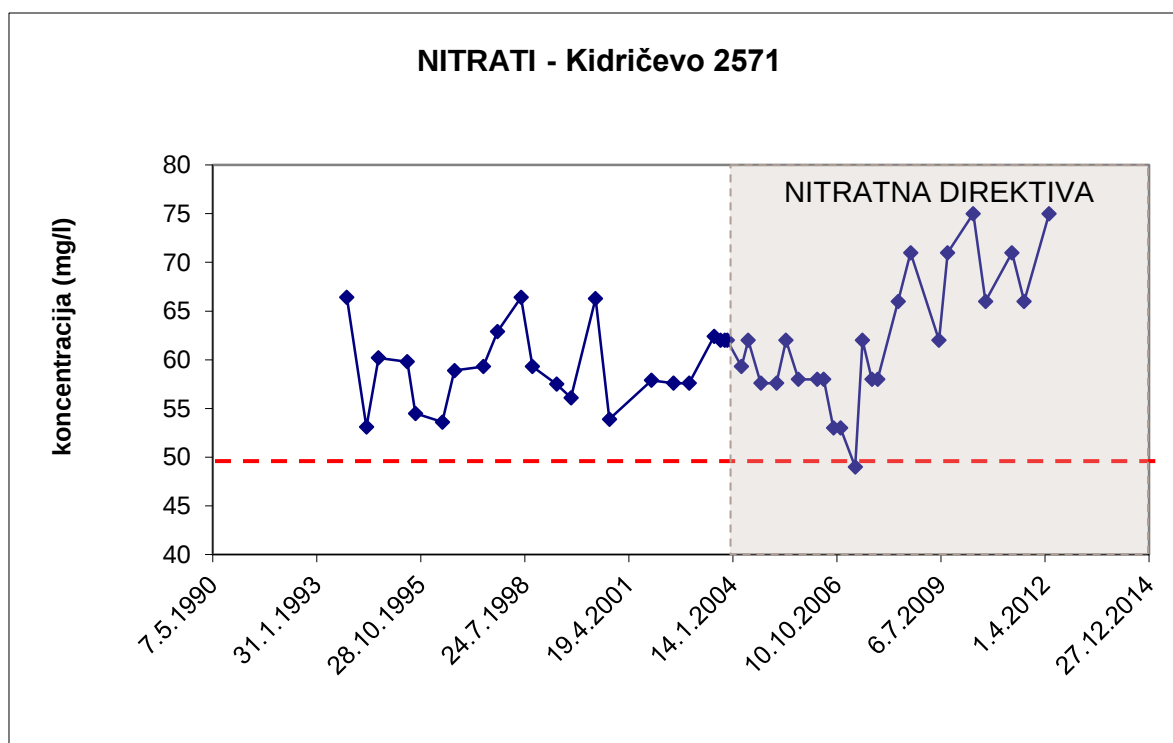
Na območju Starš v podzemni vodi po uvedbi Nitratne direktive beležimo postopno upadanje koncentracij nitrata v podzemni vodi.



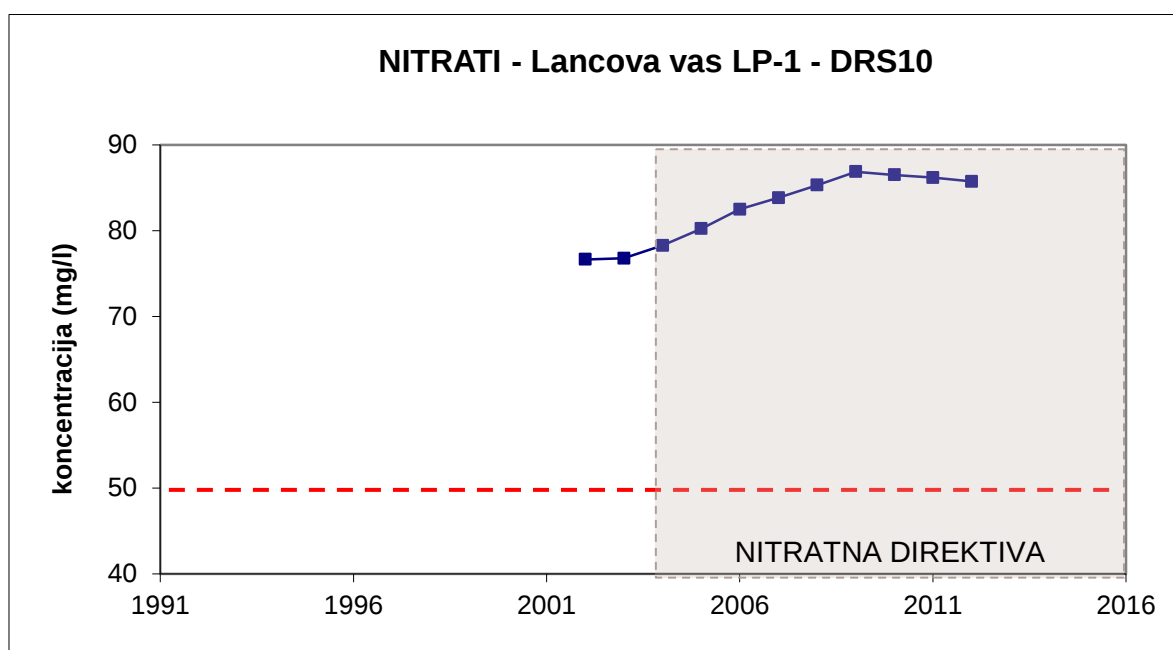
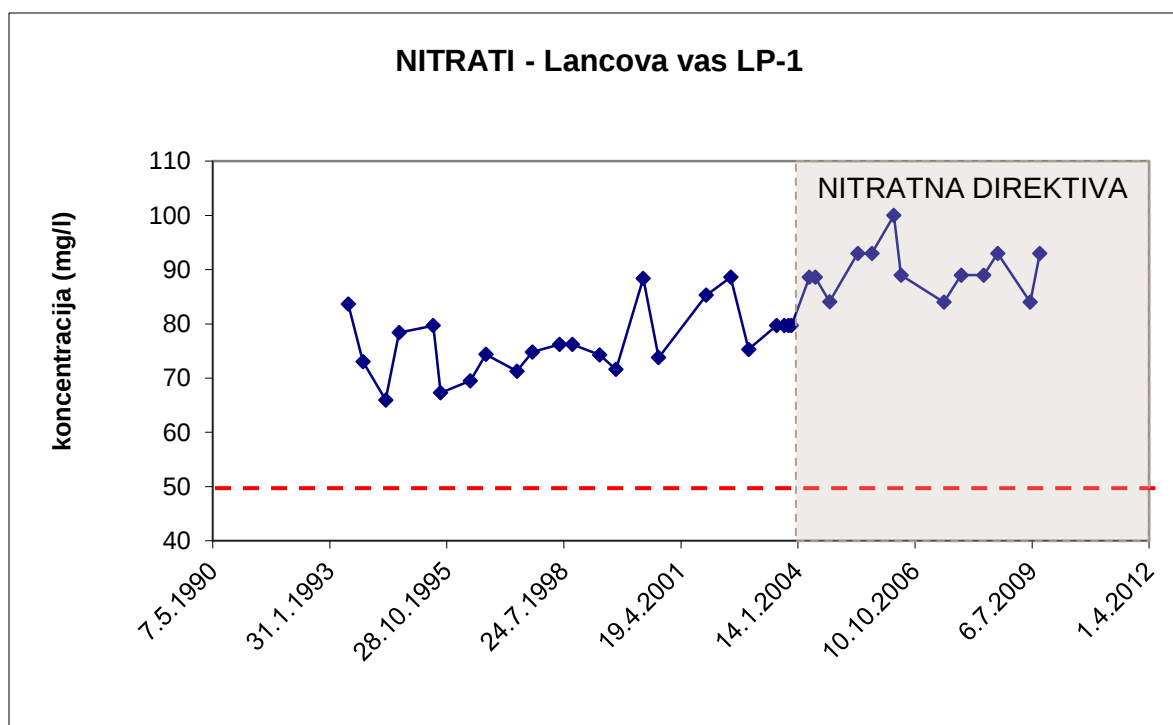
Na vzorčnem mestu Brunšvik pa se soočamo z dokaj nenavadno situacijo. Po pričetku izvajanja nitratne direktive so se koncentracije nitratov v podzemni vodi celo povečale.



V Šikolah neposredno po uvedbi Nitratne direktive opažamo dokaj hiter porast koncentracije nitratov, ki pa se je v zadnjih letih spustil na nekoliko nižji nivo. Koncentracije nitratov pa so še vedno vseskozi nad najvišjo dovoljeno mejo 50 mg/l.



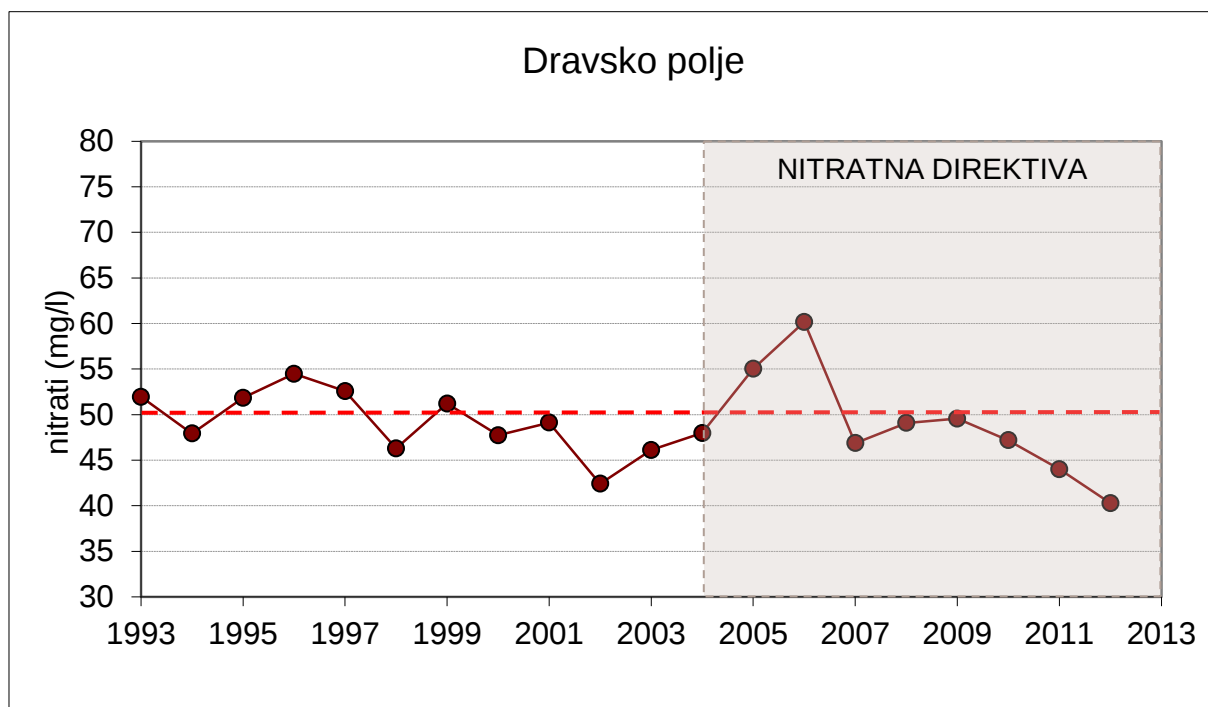
Tudi na opazovalnem mestu Kidričevo opazamo, da so se koncentracije nitrata v podzemni vodi v obdobju po uvedbi Nitratne direktive celo povečale. Iz tega lahko sklepamo, da implementacija nitratne direktive na tem območju praktično ni imela bistvenega učinka na kemijsko stanje podzemne vode.



Tudi opazovalno mesto Lancova vas spada v kategorijo tistih mest, kjer so se koncentracije nitratov po uvedbi nitratne direktive generalno celo povečale. K sreči v zadnjih letih beležimo zopet rahlo upadanje koncentracij nitrata v podzemni vodi.

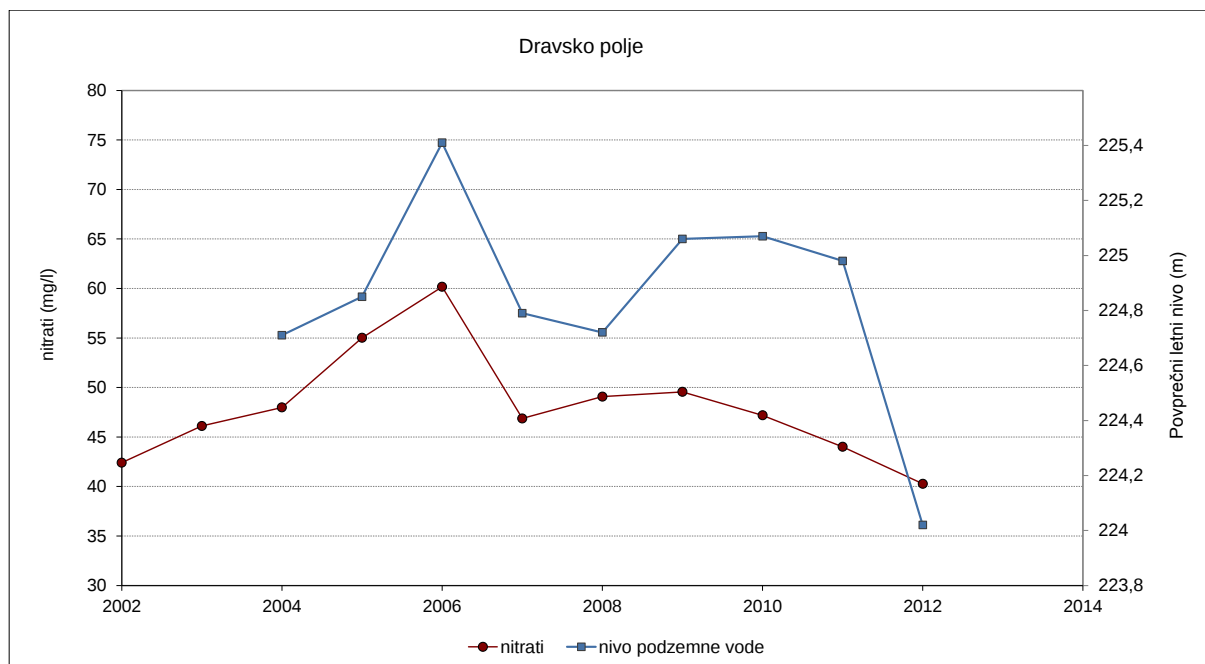
Zbirni podatki o koncentracijah nitratov v podzemni vodi Dravskega polja

Na grafu je prikazano povprečje koncentracij nitratov na vseh opazovalnih mestih ARSO, na katerih potekajo meritve nitratov v podzemni vodi preko daljšega časovnega obdobja. Graf kaže, da je v prvih letih po pričetku implementacije Nitratne direktive prišlo celo do določenega dviga koncentracije nitratov, ki pa se je zatem spustila na običajne nivoje, v zadnjih letih pa beležimo celo padanje koncentracije nitratov v podzemni vodi.



Letna povprečja koncentracij nitratov na vseh opazovalnih mestih vodonosnika Dravskega polja, na katerih poteka dolgoročno opazovanje sprememb kemijskega stanja

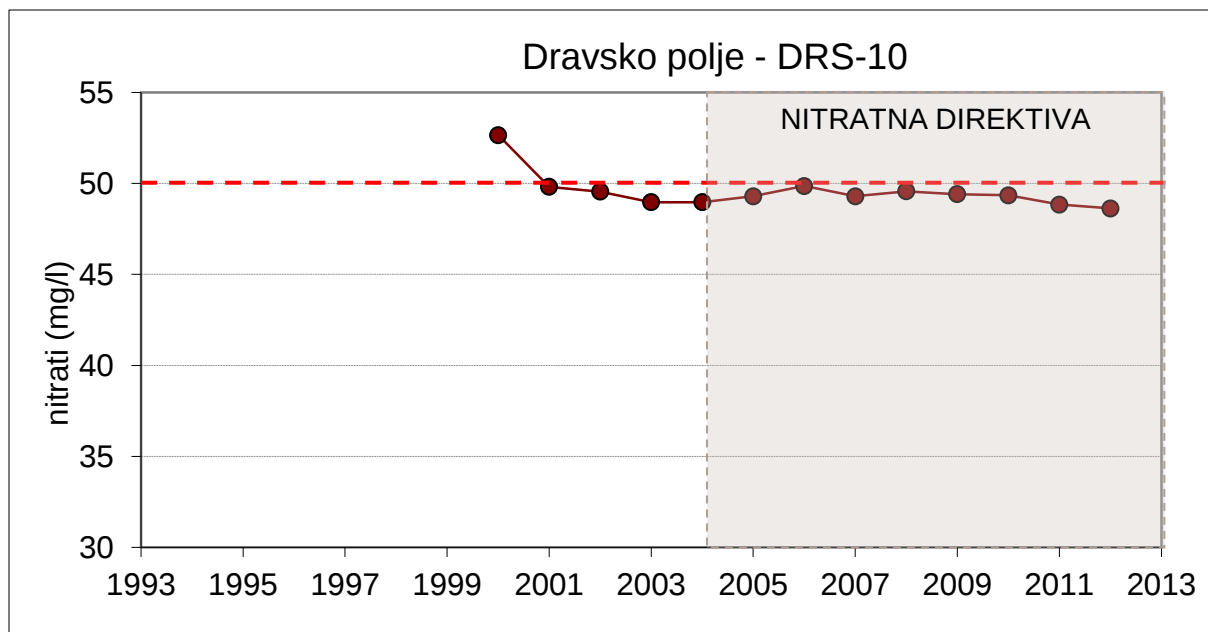
Ocenjujemo, da imajo pri spremembah koncentracij pomembno vlogo tudi klimatske razmere, v prvi vrsti količina padavin, ki izpirajo nitrate s površja v podzemno vodo. Ker se količina padavin, ki so padle v toku posameznega leta, neposredno odraža tudi na nivoju podzemne vode, smo v naslednjem grafu prikazali spremembe povprečnih koncentracij nitratov v podzemni vodi Dravskega polja sočasno s spremembami nivoja podzemne vode, ki ga že več let spremljamo v piezometru P-3.



Spremembe povprečnih koncentracij nitratov v podzemni vodi Dravskega polja v primerjavi s spremembami nivoja podzemne vode v piezometru P-3

Graf kaže, da med koncentracijami nitratov v podzemni vodi ter nivojem podzemne vode oziroma količino padavin dejansko obstaja povezava. V tistih letih, ko je bilo več padavin in posledično tudi višji povprečni letni nivo podzemne vode, opazamo tudi povišanje koncentracij nitratov. Na tej osnovi bi lahko sklepali, da je zmanjšanje povprečne koncentracije nitratov v podzemni vodi v zadnjih letih posledica predvsem dolgotrajnega sušnega obdobja v zadnjih letih in ne toliko učinkovitih ukrepov za izboljšanje kemijskega stanja podzemne vode.

Na grafu 10-letnega drsečega povprečja so posamezni ekscesi zaradi klimatskih ter drugih vplivov mnogo manj izraziti, tako da imamo tudi po uvedbi nitratne direktive na nivoju celotnega Dravskega polja dokaj enakomerne vrednosti koncentracij nitratov brez izrazitih trendov. Iz tega lahko sklepamo, da se uvedba nitratne direktive ni v izrazitejši meri odrazila v kemijskem stanju podzemne vode.

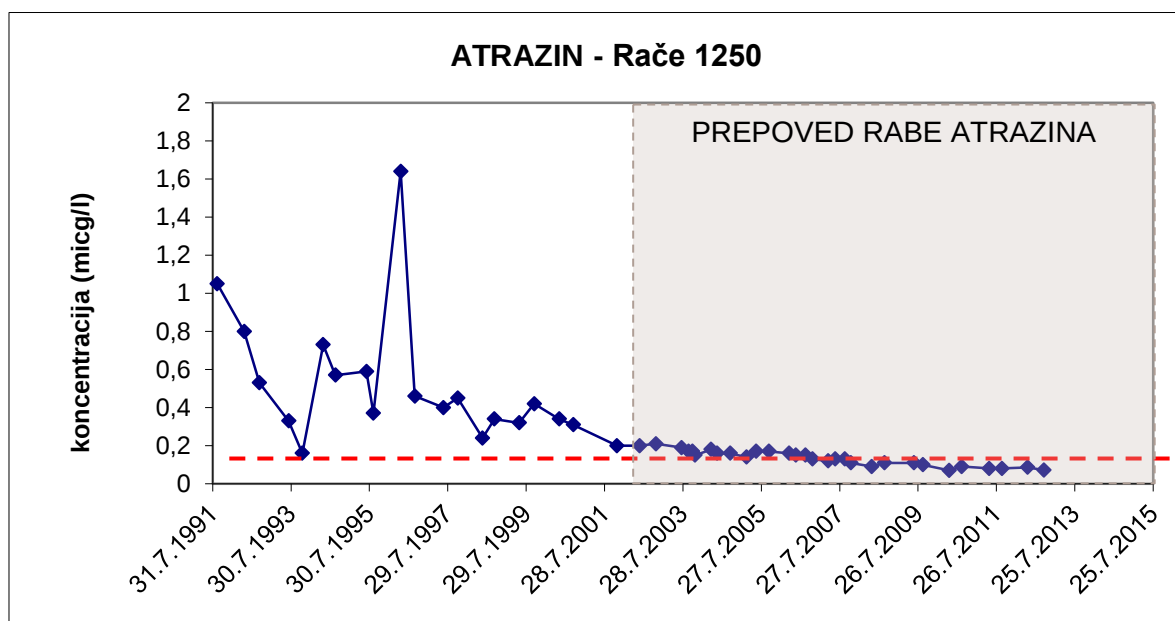


3. ATRAZIN – UČINEK PREPOVEDI RABE

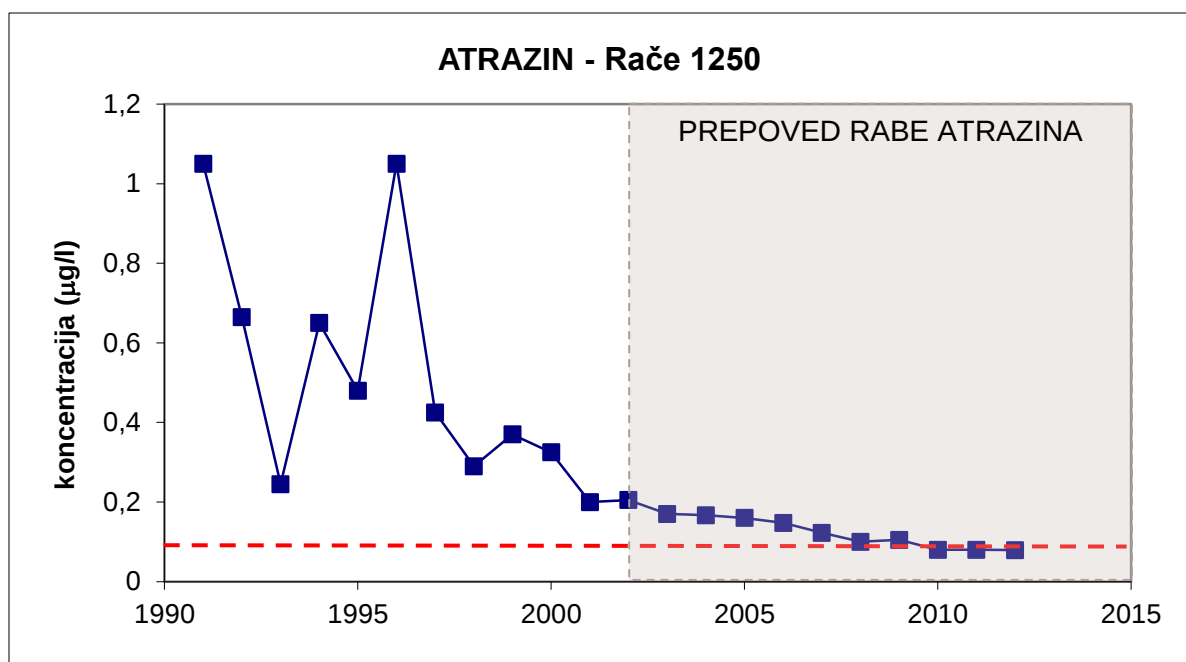
Drugi primer ukrepa, ki ga želimo analizirati v smislu ocene njegove učinkovitosti, pa je prepoved rabe pesticida atrazin. Raba atrazina je bila v Sloveniji prepovedana v letu 2002.

Na sledečih treh grafih so prikazane spremembe koncentracije atrazina v podzemni vodi na opazovalnem mestu Rače, in sicer kot podatki vseh meritev, letna povprečja ter drseče 10 letno povprečje.

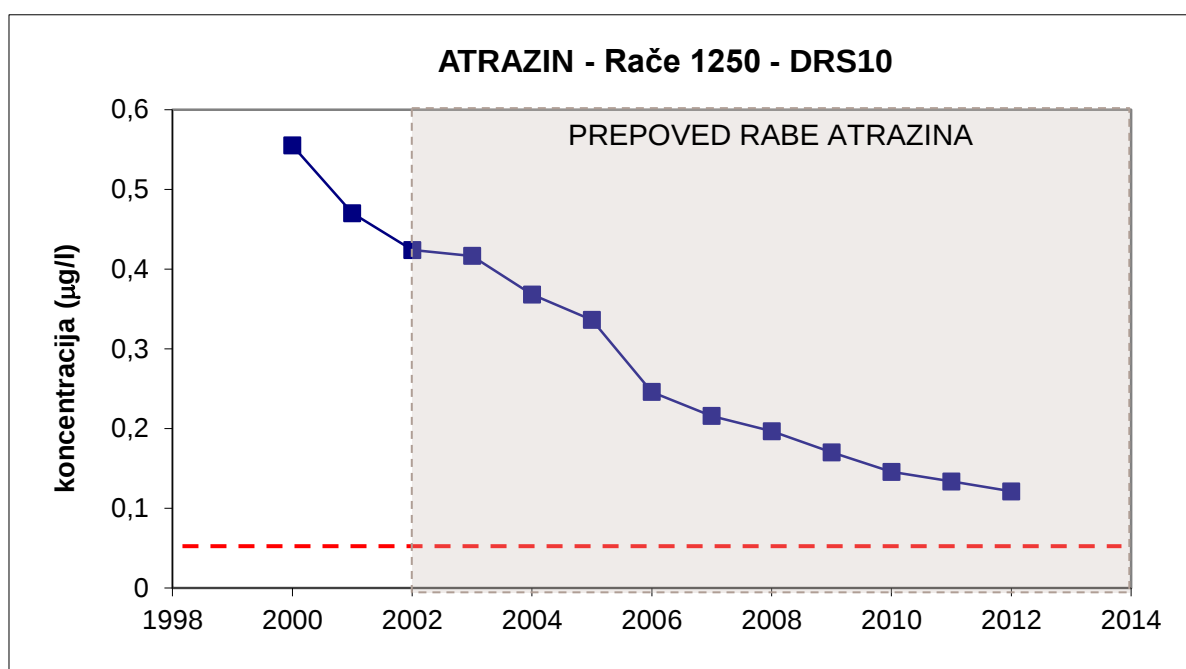
Vsi trije grafi zelo jasno kažejo pozitiven učinek ukrepa na kemijsko stanje podzemne vode. Iz grafa 10 letnega drsečega povprečja lahko razberemo tudi zelo jasen padajoči trend, ki se še nadaljuje.



Dolgoročni niz meritev koncentracij atrazina v podzemni vodi na opazovalnem mestu Rače na Dravskem polju



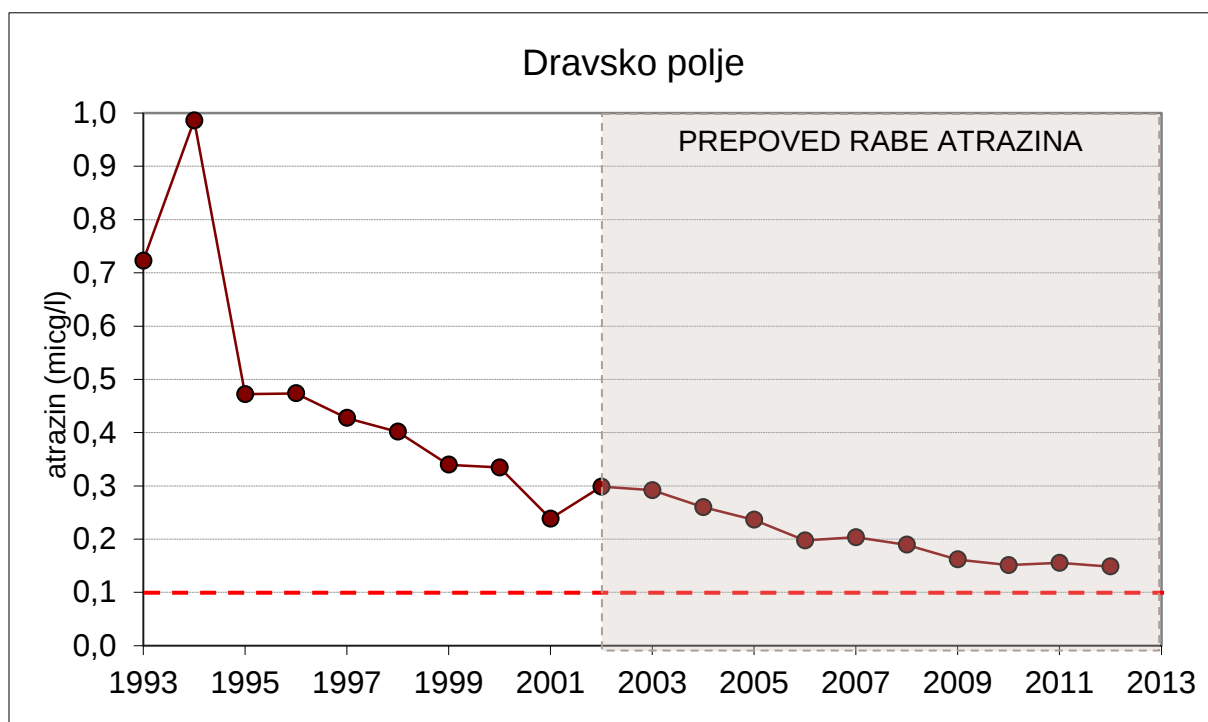
Povprečne letne koncentracije atrazina v podzemni vodi na opazovalnem mestu Rače na Dravskem polju



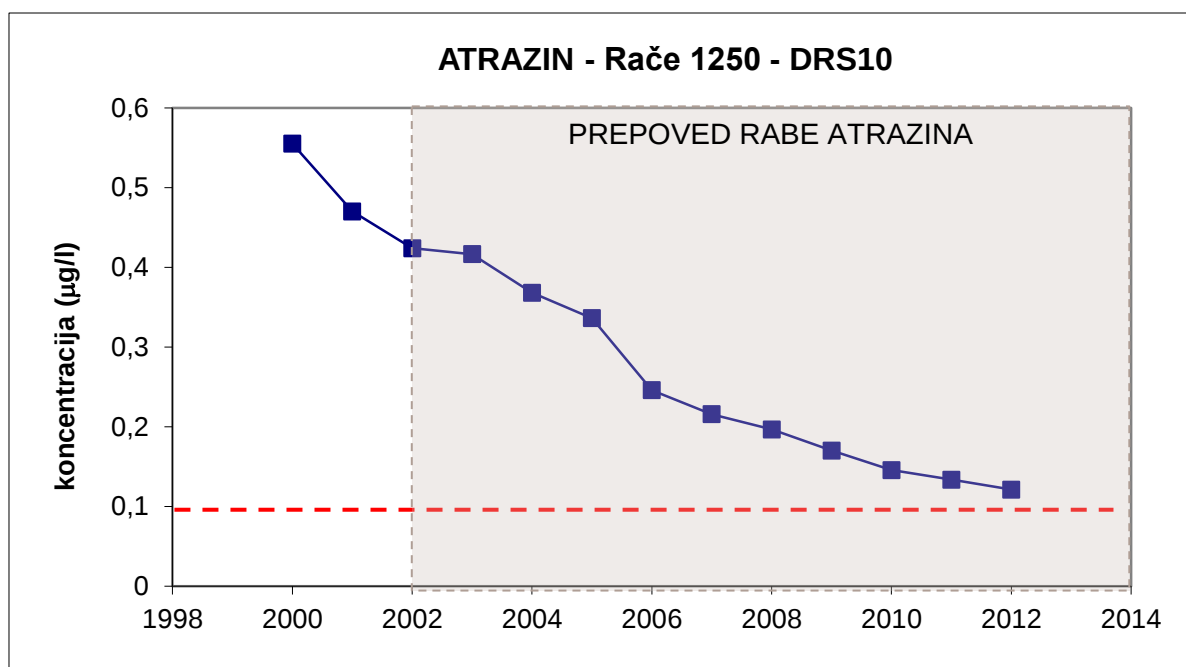
10-letno drseče povprečje koncentracij atrazina v podzemni vodi na opazovalnem mestu Rače na Dravskem polju

Zelo podobne in povsem jasne upadajoče trende opazujemo tudi na ostalih opazovalnih mestih na vodonosniku Dravskega polja, zato teh grafov nismo vključili v poročilo.

Spremembe koncentracij atrazina v luči sprejetja ukrepa prepovedi njegove rabe smo analizirali tudi na osnovi povprečja meritev na vseh opazovalnih mestih Dravskega polja, na katerih potekajo dolgoročne meritve. Grafi kažejo, da je bil ukrep uspešno implementiran id da se njegovi učinki jasno odražajo na celotnem vodonosniku. 10-letno drseče povprečje kaže zelo konstanten trend in kaže, da bo v naslednjih nekaj letih atrazin na nivoju celotnega vodonosnika prešel pod največjo dovoljeno mejo. To pomeni, da ta parameter ne bo več vzrok za slabo kemijsko stanje vodonosnika Dravskega polja.



Povprečne letne koncentracije atrazina v podzemni vodi na vseh opazovalnih mestih vodonosnika Dravskega polja



Drseče povprečje koncentracij atrazina v podzemni vodi na vseh opazovalnih mestih
vodonosnika Dravskega polja

4. ZAKLJUČKI

Namen naloge je razvoj in testiranje novih kazalnikov za analizo učinkovitosti izvajanja temeljnih ukrepov na področju kmetijstva v okviru izvajanja slovenskega Načrta upravljanja z vodami. V tem okviru smo preizkusili nov kazalnik – 10 letno drseče povprečje koncentracij posameznega kemijskega onesnaževala podzemne vode.

Metodologijo smo preizkusili na območju vodonosnika Dravskega polja, in sicer smo kot vzorčna parametra uporabili nitrate ter atrazin v podzemni vodi. V študiji smo ovrednotili dva obstoječa temeljna ukrepa, katerih namen je bil izboljšati kemijsko stanje površinskih in podzemnih vod. Za nitrate smo ocenili učinek evropske Nitratne direktive na kemijsko stanje nitratov v podzemni vodi, pri atrazinu pa smo opredelili učinek prepovedi rabe atrazina iz leta 2002.

Kot izhodišče za obdelavo smo vzeli podatke Nacionalnega monitoringa podzemnih vod, ki ga izvaja Agencija Republike Slovenije za okolje. Ugotovili smo, da je bil ukrep prepovedi rabe atrazina v Sloveniji zelo učinkovit in se je odrazil v jasnem negativnem trendu koncentracij atrazina ter desetilatrazina v podzemni vodi.

Na drugi strani pa ugotavljamo, da se ukrepi v sklopu izvajanja Nitratne direktive na kemijskem stanju podzemne vode zelo malo odražajo. Na določenih opazovalnih mestih sicer beležimo trende upadanja koncentracije nitratov v podzemni vodi, vendar na nekaterih drugih mestih opazujemo celo porast koncentracij tega onesnaževala. Naraščajoče trende koncentracij nitratov opazujemo predvsem v južnem delu vodonosnika, ki je z nitratni že sedaj bolj onesnažen, kot severni del vodonosnika.

Opazili smo tudi določeno povezavo med koncentracijami nitratov v podzemni vodi ter nivojem podzemne vode oziroma količino padavin. V bolj padavinskih letih opazujemo tudi povišanje koncentracij nitratov, ki je posledica bolj intenzivnega izpiranja dušika iz talnih horizontov. Ocenjujemo, da je zmanjšanje povprečne koncentracije nitratov v podzemni vodi v zadnjih letih predvsem rezultat dolgotrajnega sušnega obdobja v zadnjih letih in ne toliko izpeljave učinkovitih ukrepov za izboljšanje kemijskega stanja podzemne vode.

Zaradi navedenih dejstev na nivoju celotnega vodonosnega sistema Dravskega polja še ne moremo poročati o jasnem trendu zniževanja koncentracij nitratov, tako da ta parameter tudi vnaprej ostaja odgovoren za slabo oceno kemijskega stanja telesa podzemne vode.