



KOMPARATIVNA ANALIZA TRENDOVA KONCENTRACIJA NITRATA U VODOTOKOVIMA SRBIJE COMPARATIVE TREND ANALYSIS NITRATE CONCENTRATIONS IN SERBIAN WATERCOURSES

REZIME

U radu su prezentovani rezultati ispitivanja trendova koncentracija nitrata u vodotokovima Srbije metodom neparametrijskog Mann-Kendall testa. Komparativna analiza trendova koncentracija urađena je za period 1998-2007. i 2008-2017. godina za profile iz nacionalne mreže stanica na kojima je ispitivanje kvaliteta voda vršeno sa mesečnom dinamikom. Merna mesta su na karti vodotokova prikazana odgovarajućim simbolima, čiji oblik definiše vrstu trenda, dok je bojom definisan rang u kom su se kretale prosečne i maksimalne vrednosti nitrata. Prezentovani rezultati ove komparativne analize doprinose razumevanju značaja obaveza Srbije kod primene Nitratne direktive u procesu pristupanja EU.

Ključne reči: Nitratna direktiva, površinske vode, trendovi koncentracije nitrata

ABSTRACT

The paper presents the results of testing the trends of nitrate concentrations in watercourses of Serbia by the nonparametric Mann-Kendall test. A comparative analysis of concentration trends was made for the period of 1998-2007 and 2008-2017 years for profiles from the national network of stations where water quality testing was performed with monthly dynamics. The measuring points are shown on the watercourses map by appropriate symbols, the shape of which defines the type of trend, while the color defines the range within which the average and maximum values of nitrates have ranged. The presented results of this comparative analysis contribute to understanding the importance of Serbia's obligations in implementing the Nitrate Directive in the EU accession process.

Key words: The Nitrates Directive, surface water, trends of nitrate concentrations

UVOD

Kao posledica zagađenja nitrati su prisutni u zemlji, vodi, živim organizmima i vazduhu. Sami nitrati su relativno neškodljivi za zdravlje, mada se nakon unosa u organizam preko životnih namirnica (voda i hrana) hemijskim procesom denitrifikacije redukuju u nitrite, koji mogu prouzrokovati methemoglobinemiju. Organizacija JECFA (Joint WHO/FAO Expert Committee on Food Additives) je predložila *dopušteni dnevni unos* (ADI, Acceptable Daily Intake) za nitrata u visini od 0,3 do 3,7 mg/kg telesne težine na dan. Sadržaj nitrata u životnim namirnicama sa zdravstvenog aspekta pokrenuo je istraživanja koja su još osamdesetih godina prošlog veka pokazala da su koncentracije nitrata u nekim oblastima zemalja članica EEZ bile u porastu. Takođe su koncentracije nitrata premašivale standarde predviđene Direktivom 75/440/EEC (1975) koja se odnosi na zahtevani kvalitet površinske vode namenjene za proizvodnju vode za piće. Kasnije je doneta Nitratna direktiva 91/676/EEC (1991) koja je imala za cilj smanjenje zagađenosti

- voda, prouzrokovane povećanim sadržajem nitrata iz
- poljoprivrednih izvora i sprečavanje takvog zagađenja
- u budućnosti. S obzirom da su poljoprivredne
- površine difuzni izvori zagađenja, određivanje i ocena
- vremenskog i prostornog trenda koncentracije nitrata
- dospelih u površinske vode je kritičan korak u proceni
- stanja akvatične životne sredine [1].

- Svrha Nitratne direktive iz 1991. je zaštita i sprečavanje
- daljeg prekomernog zagađivanja površinskih i
- podzemnih voda nitratima koje je u najvećoj meri
- uzrokovano poljoprivredom aktivnošću, odnosno
- neodgovarajućom primenom i nepravilnim
- skladištenjem stajnjaka.

IZAZOVI SPROVOĐENJA NITRATNE DIREKTIVE

- Nitratna direktiva zahteva od zemalja članica
- Evropske unije da definišu područja koja su osetljiva
- na zagađenje voda nitratima iz poljoprivrede i
- da regulativom propišu i primene operativne



programe sprečavanja takvih zagađenja. Nitratna direktiva definiše mere „dobre poljoprivredne prakse“, a zemlje članice su ove mere ugradile u svoje zakonodavstvo. Ovo će biti obaveza Srbije u procesu pridruživanja EU. Stajsko đubrivo je potrebno zbrinuti u propisno izgrađene objekte tako da onemogućavaju proceđivanja tečnog sadržaja stajnjaka u dublje slojeve zemlje i kontakt sa podzemnim vodama. Objekti za zbrinjavanje stajnjaka treba da imaju dovoljne kapacitete za šestomesečni period, a veće količine i višak moraju se zbrinuti ugovornim đubrenjem tuđih poljoprivrednih površina, preradom stajnjaka u biogas ili supstrat ili na neki drugi način. Propisano je i opterećenje poljoprivrednih površina brojem životinja na posredan način, odnosno definisana je najveća količinu čistog azota iz organskog đubriva kojom se godišnje može đubriti poljoprivredna površina. Kvantifikovana je i dozvoljena količina unosa čistog azota putem organskog đubriva i ona u početnom četvorogodišnjem periodu iznosi 210 kg N/ha godišnje. Posle isteka početnog četvorogodišnjeg perioda uvodi se trajno ograničenje najveće dozvoljene količine unosa čistog azota putem organskog đubriva od 170 kg N/ha godišnje [2].

Sprovođenje odredaba Nitratne direktive je izazov i za bogatije članice EU, jer poštovanje pravila „dobre poljoprivredne prakse“ nameće poljoprivrednicima velike finansijske izdatke kako bi se uklopili u nove standarde. Neka iskustva iz Francuske mogu biti dragocena pre nego što Srbija definiše i prihvati obaveze u procesu pridruživanja kroz pregovarački proces za *Poglavlje 27 Životna sredina i klimatske promene*. Evropski sud je doneo i drugu presudu protiv Francuske zbog nesprovođenja Nitratne direktive. Prvu presudu je primila još u junu 2013. godine zbog nedovoljnog naglašavanja visokorizičnih i osetljivih područja. Francuskoj vladi je pretila novčana kazna i onda su stručne službe izradile kartu koja opisuje takva područja, prema kojoj bi 63.000 farmi i 70% poljoprivrednog zemljišta trebalo biti pod većom kontrolom. Nova presuda Francuskoj

donešena je zbog nedovoljnog ograničenja upotrebe azotnih đubriva i korišćenja nepotpunih i netačnih podataka kod određivanja dozvoljenih količina azota kod primene agrotehničkih mera. I na kraju, sud je francuskim poljoprivrednicima naredio da povećaju kapacitete za skladištenje stajnjaka. Hrvatsko iskustvo je još upečatljivije. Od ukupnog broja njihovih 552 opštine, 75 opština je u zonama ranjivim nitratima, a 235 opština pripada preliminarno ranjivim zonama. Određene ranjive zone pokrivaju 52,9% teritorije Hrvatske, a to je 30.000 km² teritorije, od kojih su 9% ranjive zone i 43,9% preliminarne ranjive zone. Kako bi se uskladila s Nitratnom direktivom EU, procenjuje se da će Hrvatska trebati da uloži 125 miliona € za prvi period od četiri godine, samo za deo države koji je procenjen kao ranjiv i preliminarno ranjiv [3]. Sudski epilog u slučaju Francuske i iskustvo Hrvatske u primeni Nitratne direktive nakon prijema u EU je dobra pouka šta Srbija može očekivati u ovoj oblasti posle harmonizovanja evropske regulative.

ANALIZA TRENDOVA KONCENTRACIJA NITRATA U VODOTOKOVIMA

Ispitivanje trendova u ovom radu je ograničeno na trendove pokazatelja kvaliteta vodotokova tokom vremena, što znači da nisu ispitivani prostorni i vremensko-prostorni trendovi koji zahtevaju sofisticirane geostatističke tehnike i odgovarajuća merenja. Za prikaz stanja kvaliteta vodotokova Srbije korišćeni su podaci RHMZ-a Srbije (1998-2011) i Agencije za zaštitu životne sredine (2012-2017) dobijeni ispitivanjem kvaliteta voda u proseku jednom mesečno. Za svako merno mesto na nivou kalendarskih godina određene su prosečne i maksimalne godišnje vrednosti nitrata i formirani nizovi za dve dekade (1998-2007 i 2008-2017). Usvojen je kriterijum reprezentativnosti tako da je ukupan broj od 260 mernih profila iz programa monitoringa sveden na 24 koji imaju kontinuitet u ispitivanju u analiziranom periodu (1998-2017) za koje je urađena kvantifikacija trenda Mann-Kendall testom i ocena nagiba neparametrijskom Sen'S metodom.

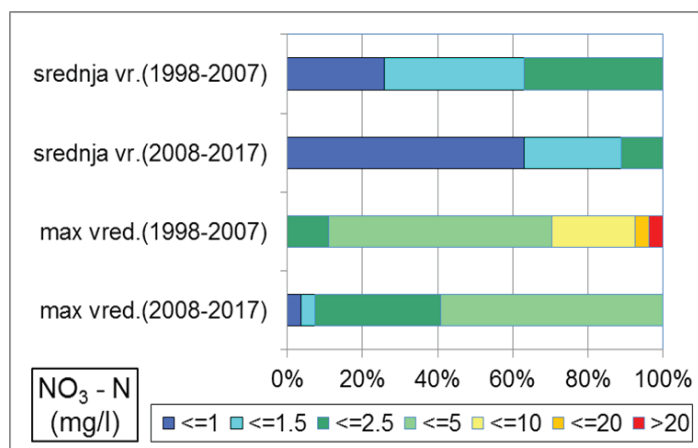
Tabela 1. Rezultati analize koncentracija nitrata u vodotocima Srbije

Sliv	Merno mesto (Vodotok)	Trend		Maksimalna vrednost Nitrata (NO ₃ -N) (mg/l) za posmatrani period		Srednja vrednost Nitrata (NO ₃ -N) (mg/l) za posmatrani period	
		1998-2007	2008-2017	1998-2007	2008-2017	1998-2007	2008-2017
Dunav	Bezdan (Dunav)	opadajući	beznačajan	3.46	3.77	1.99	1.79
Dunav	Bogojevo (Dunav)	beznačajan	beznačajan	3.87	3.2	1.86	1.65
Dunav	Novi Sad (Dunav)	beznačajan	beznačajan	4.03	3.71	1.83	1.67
Dunav	Zemun (Dunav)	beznačajan	beznačajan	7.32	2.79	2.03	0.87
Dunav	Smederevo (Dunav)	beznačajan	beznačajan	4.95	2.32	1.48	0.80
Dunav	Martonoš (Tisa)	opadajući	beznačajan	2.59	2.04	1.22	0.98

Sliv	Merno mesto (Vodotok)	Trend		Maksimalna vrednost Nitrata (NO ₃ -N) (mg/l) za posmatrani period		Srednja vrednost Nitrata (NO ₃ -N) (mg/l) za posmatrani period	
		1998-2007	2008-2017	1998-2007	2008-2017	1998-2007	2008-2017
Dunav	Titel (Tisa)	opadajući	beznačajan	2.55	1.8	1.17	0.99
Dunav	Novi Bečej (Tisa)	opadajući	beznačajan	3.8	2.11	1.24	1.00
Dunav	Bački Breg (Plazović)	beznačajan	beznačajan	7.3	4.7	1.61	1.22
Dunav	Bački Breg (Bajski Kanal)	beznačajan	beznačajan	8.41	2.24	0.72	0.46
Dunav	Novi Sad 1 (Kanali DTD)	beznačajan	beznačajan	2.97	2.48	0.61	0.57
Dunav	Bačko Gradište (Kanali DTD)	beznačajan	beznačajan	3.48	2.81	0.53	0.71
Dunav	Srpski Itebej (Plovni Begej)	opadajući	rastući	1.63	1.84	0.55	0.78
Dunav	Hetin (Stari Begej)	beznačajan	beznačajan	7.54	4.39	1.67	0.93
Sava	Šabac (Sava)	beznačajan	beznačajan	2.17	3.21	1.04	0.82
Sava	Jamena (Sava)	beznačajan	beznačajan	3.5	4.85	1.14	0.88
Sava	Ostružnica (Sava)	beznačajan	beznačajan	4.45	1.7	1.04	0.62
Sava	Prijepolje (Lim)	beznačajan	beznačajan	4.6	1.9	0.58	0.47
Sava	Bajina Bašta (Drina)	beznačajan	beznačajan	1.92	0.9	0.54	0.46
Sava	Badovinci (Drina)	beznačajan	beznačajan	4.04	1.45	0.55	0.57
Sava	Lešnica (Jadar)	beznačajan	beznačajan	3	3.7	1.38	1.26
Morava	Bagrdan (Velika Morava)	beznačajan	beznačajan	6.3	3.9	1.83	1.22
Morava	Ljubičevski Most (Velika Morava)	beznačajan	beznačajan	29.57	3.62	2.13	1.28
Morava	Kraljevo (Zapadna Morava)	beznačajan	beznačajan	4.6	4.27	1.84	1.31
Morava	Kraljevo (Ibar)	beznačajan	beznačajan	7.99	3.77	1.76	1.12
Morava	Niš (Nišava)	beznačajan	rastući	4.05	3.3	1.23	1.23
Morava	Trnski Odorovci (Jerma)	beznačajan	beznačajan	14.2	2.9	1.19	0.61

Za određivanje trenda na osnovu podataka iz sistematskog ispitivanja kvaliteta voda prema programima monitoringa, korišćena je metoda koja se odnosi na više uzoraka za svaki vremenski period (jedna godina) na jednom/istom mestu uzorkovanja.

Rezultati analize prisustva nitrata u vodotocima Srbije prikazani su tabelarno (Tabela 2), kroz trendove koncentracija nitrata (opadajući-beznačajan-rastući) određen Mann-Kendall testom za zadati nivo značajnosni $\alpha = 0.05$, kao i sa maksimalnim i srednjim vrednostima nitrata za obe dekade (1998-2007 i 2008-2017). Navedeni indikatori kvaliteta vode prikazani su grafički procentualnim učešćem nivoa koncentracija za različite opsege i komparativni prikaz za dve dekade (Grafikon 1). Veće procentualno učešće nižih koncentracija nitrata (NO₃-N, mg/l) u periodu 2008-2017 ukazuje na generalno poboljšanje kvaliteta sa gledišta ovog parametra.

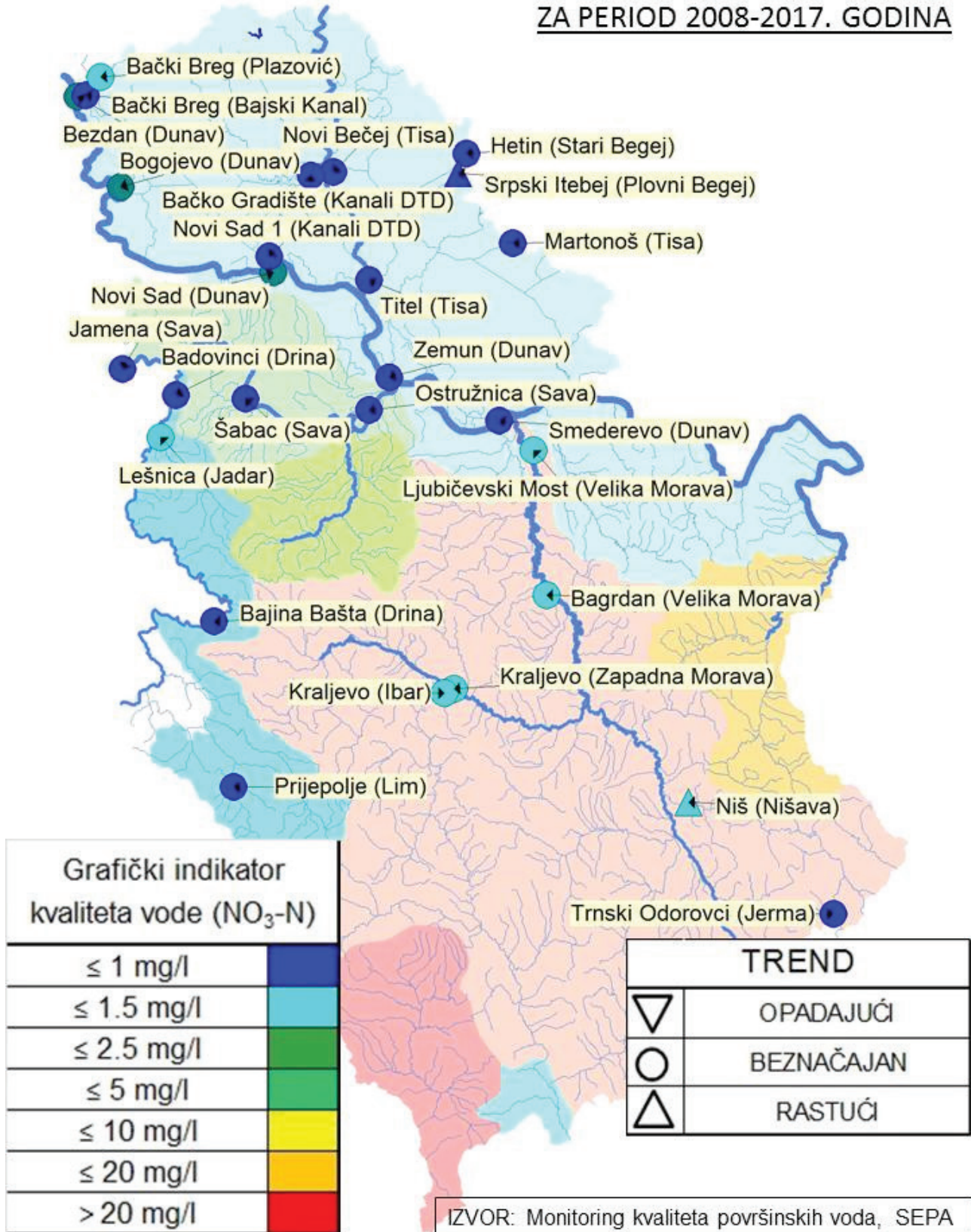


Grafikon 1. Procentualno učešće koncentracija nitrata (NO₃-N, mg/l) – komparativna analiza

Rezultati analize trendova i prosečne vrednosti koncentracija nitrata (NO₃-N, mg/l) za period 2008-2017. godina za sva merna mesta prikazani su na slici 2. Oblik simbola za odgovarajuće trendove i boja simbola za određeni opseg koncentracija nitrata na odgovarajući način odražavaju stanje kvaliteta vode na mernim mestima reke i uzvodnim delovima pripadajućih slivova.

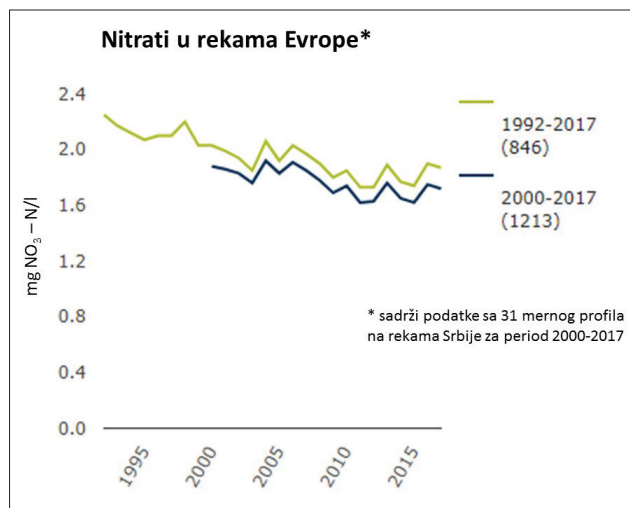


TRENDOVI I SREDNJE VREDNOSTI KONCENTRACIJA NITRATA ($\text{NO}_3\text{-N}$) ZA PERIOD 2008-2017. GODINA



Slika 2. Trendovi i srednje vrednosti koncentracija nitrata ($\text{NO}_3\text{-N}$, mg/l) za period 2008-2017.

Komparativna analiza trendova koncentracija nitrata ($\text{NO}_3\text{-N}$, mg/l) u vodotokovima Srbije i Evrope, s obzirom na preduzimanje mera definisanih Nitratnom direktivom i Direktivom o urbanim otpadnim vodama, može dati korisne informacije o budućim aktivnostima koje očekuju Srbiju.



Grafikon 2. Trend koncentracija nitrata u vodotokovima Evrope [4]

Koncentracija nitrata u evropskim rekama se u proseku smanjivala za 0,02 mg/l nitratnog azota (mg N/l) godišnje (0,8% godišnje) između 1992. i 2017. godine (Grafikon 2). Ovo smanjenje se povezuje sa efektima preduzetih mera za smanjenje unosa nitrata u površinske i podzemne vode iz poljoprivrede i povećanjem procenta prečišćenih otpadnih voda [4].

ZAKLJUČAK

Komparativna analiza trendova koncentracija nitrata u vodotokovima Srbije upućuje na sledeći generalni zaključak. Analiza trendova i koncentracija nitrata u vodotokovima Srbije za dve dekade (1998-2007 i 2008-2017) pokazuje smanjenje koncentracija u drugoj dekadi i istovremeno dominantan beznačajni trend. Ovaj pozitivni pomak se ne može pripisati merama u poljoprivredi i u izgradnji komunalnih i industrijskih postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda. Sa druge strane, prosečna koncentracija nitrata u evropskim rekama je u stalnom opadanju tokom perioda 1992-2017. godina sa paralelnim trendom u ovoj dugoj vremenskoj seriji. Smatra se da su mere u poljoprivredi proizišle iz Nitratne direktive na smanjenju unosa nutrijenata u poslednjih 15-20 godina, uključujući i povećanje obima prečišćenih otpadnih voda, doprinele ovom stanju u evropskim rekama. Presentovani rezultati ove komparativne analize trebaju se uzeti u obzir pre preuzimanja obaveza Srbije kod primene Nitratne direktive u procesu pristupanja EU.

LITERATURA

1. Veljković N, Jovičić M, *Trendovi koncentracija nitrata u vodotocima Srbije*, Voda i sanitarna tehnika, broj 1 (januar-februar), Beograd, 2009.
2. *Nitratna direktiva* (Direktiva veća br. 91/676/EEC od 12. decembra 1991. godine u vezi s zaštitom voda od zagađenja izazvanog nitratima iz poljoprivrednih izvora)
3. *Kako primjena Nitratne direktive (ne)uspeva u EU?* <https://www.agroklub.com/stocarstvo/kako-primjena-nitratne-direktive-ne-uspeva-u-eu/14814/> (pristupljeno 11. 01. 2020)
4. *Nutrients in freshwater in Europe*, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/nutrients-in-freshwater/nutrients-in-freshwater-assessment-published-9> (pristupljeno 12.01.2020)