Koncentracija nitratnog i amonijačnog oblika dušika u podzemnim vodama

Oblačić, Josip

Master's thesis / Diplomski rad

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:593578

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Josip Oblačić, apsolvent

Diplomski studij, smjer - Ekološka poljoprivreda

KONCENTRACIJA NITRATNOG I AMONIJAČNOG OBLIKA DUŠIKA U PODZEMNIM VODAMA

Diplomski rad

Osijek, 2014.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Josip Oblačić, apsolvent

Diplomski studij, smjer - Ekološka poljoprivreda

KONCENTRACIJA NITRATNOG I AMONIJAČNOG OBLIKA DUŠIKA U PODZEMNIM VODAMA

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. izv.prof.dr.sc. Irena Jug, predsjednik
2. doc.dr.sc. Boris Đurđević, mentor
3. prof.dr.sc. Danijel Jug, član

Osijek, 2014.

SADRŽAJ

1. UVOD 1

1.1 Cilj rada 2

2. PREGLED LITERATURE 3

2.1 Nitratna direktiva 3

2.2 Dobra poljoprivredna praksa 4

2.3 Kruženje dušika u tlu 6

2.4 Onečišćenje voda nitratima 7

2.5 Problem Eutrofikacije: u EU i RH 8

2.6 Potrošnja gnojiva u RH i EU 10

3. MATERIAL I METODE 15

3.1 Postavljanje pokusa 15

3.2 Kemijska analiza vode 18

4. REZULTATI I RASPRAVA 19

4.1 Klasifikacija tala 19

4.2 Sadržaj nitratnog i amonijačnog oblika dušika u podzemnim vodama 22

5. ZAKLJUČAK 27

6. POPIS LITERATURE 29

7. SAŽETAK 32

8. SUMMARY 33

9. POPIS TABLICA 34

10. POPIS SLIKA 35

11. POPIS GRAFIKONA 36

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA 37

BASIC DOCUMENTATION CARD 38

1. UVOD

Procjenjuje se da je 1.7 milijardi svjetskog stanovništva već danas pogođeno nestašicom vode, a broj će biti sve veći ako se globalno ne prihvate načela održivog razvoja koja bi povezala upravljanje zalihama sa zaštitom kvalitete vode (Horvat i sur, 2010.)

U suvremenoj poljoprivrednoj proizvodnji, tlo, voda i zrak imaju vrlo važnu ulogu prilikom uzgoja zdravstveno ispravne hrane i postizanja visokih uroda. Tlo je prirodni pročistač (filter) za vodu i ima ekološko - regulacijsku ulogu u smislu pročišćavanja vode.

Naravno, provođenje agrotehničke mjere gnojidbe (unošenje humusa, stajskog gnoja i mineralnih gnojiva) u količinama većim nego što je potrebno, premašuju se potrebe te dolazi do ispiranja mineralnog dušika iz tla koji se dalje ispire u površinske i podzemne vode.

Problem je prisutan na mjestima na kojima se nakuplja velika količina nitrata, prije svega na područjima velike gustoće stočarskih farmi kao i na područjima gdje se u more ulijevaju veće rijeke (pr.država RH: Krka, Jadro, Žrnovnica, Cetina, Neretva) ali i pri ne racionalnom korištenu gnojiva (Znaor, 2011.).

Kao i u državama članica EU (Njemačka, Austrija, Rumunjska i Italija) ovaj problem je prisutan i na teritoriju države RH. Ispiranje nitrata pokušava se riješiti pomoću propisa Europske unije tj. Nitratne direktive koja je donesena 1991. godine i pomoću koje bi se trebala zaštititi kvalitetna voda od onečišćenja koje uzrokuju nitrati poljoprivrednog podrijetla.

1.1 Cilj rada

Cilj rada je objasniti važnost integrirane poljoprivredne proizvodnje i održivog gospodarenje tlom provođenjem načela dobre poljoprivredne prakse, te utvrditi postoji li opasnost od zagađenja podzemnih voda nitratima na poljoprivrednim proizvodnim površinama.

2. PREGLED LITERATURE

2.1 Nitratna direktiva

Direktiva vijeća od 12. prosinca 1991. o zaštiti voda od onečišćenja koje uzrokuju nitrati poljoprivrednog podrijetla donosi jasne ciljeve i odredbe kojih bi se trebale držati sve članice EU kao i RH. Nitratna direktiva usvojena je radi sve većeg onečišćenja voda kako kod nas tako i u drugim državama EU. Sastoji se od trinaest članaka i pet dodataka koji govore o izvorima onečišćenja u prirodi, o izmjenama dušika u poljoprivredi koje se mogu odvijati putem zraka, tla i vode. Načela dobre poljoprivredne prakse i donošenje akcijskih programa služe kao glavno sredstvo u sprječavanju daljnjeg onečišćenja iz takvih izvora (Nitratna direktiva 91/676/EEC., 1991.).

Ulaskom Republike Hrvatske u EU, 1.7.2013. na snagu je stupila Nitratna direktiva koje bi se trebali pridržavati svi poljoprivredni proizvođači. Prije stupanja ovog propisa na snagu, RH je dužna provesti akcijski program trajnog motrenja tala na teritoriju države (Program trajnog motrenja tala Hrvatske, 2008.).

Odrediti najveću količina čistog dušika iz organskog gnoja koji iznosi 210 kg N/ha godišnje, nakon čega se uvodi trajno ograničenje na 170 kg N/ha godišnje. U roku od dvije godine od notifikacije ove direktive RH je potrebna odrediti tzv "ranjive zone" tj. utvrditi područja na kojima su onečišćene vode i kojima prijeti onečišćenje (Nitratna direktiva 91/676/EEC., 1991.).

Najmanje svake četiri godine preispitati, i prema potrebi, preinačiti ili pridodati odredbe o proglašenju ranjivih područja. Također je potrebno praćenje koncentracije nitrata u slatkim vodama na kontrolnim postajama i provesti program monitoringa kako bi se ocijenila učinkovitost akcijskih programa. (NN 56/08, 2008.)

Ciljevi uredbe o standardu kakvoće vode govori da je potrebno zaštiti, čuvati i obnavljati sve podzemne vode, te osigurati ravnotežu između crpljenja i prihranjivanja podzemnih voda u svrhu postizanja dobrog stanja podzemnih voda (Uredba komisije EZ br. 153/2009, 2010.).

2.2 Dobra poljoprivredna praksa

Kodeksima dobre poljoprivredne prakse pokušavaju se spriječiti postupci tzv. "loše prakse" koju provode poljoprivredni proizvođači u RH s nepravilnim i neodgovarajućim unosom gnojiva krive formulacije i hraniva u tlo na području RH. Pokušava se umanjiti rizik od difuznog onečišćenja nitratima i fosfatima iz intenzivne poljoprivredne proizvodnje.

Dobro poznata činjenica je da se u RH gnojidba pšenice i ječma obavlja bez prethodno obavljene analize tla i preporuka gnojidbe od strane struke. Bazira se na dosadašnjem iskustvu proizvođača, na okvirnim preporukama gnojidbe i navikama u određenim dijelovima RH. (UNDP/GEF Danube Regional Project, 2004.).

U jesen se prilikom gnojidbe kukuruza griješi dodavanjem krive formulacije (npr. 15-15-15). Takav pristup gnojidbi kasnije može prouzročiti neuravnoteženost (tri glavna elementa N,P,K) i na posljetku može utjecati na gubitak dušika (N) tijekom zime i jeseni.

S aspekta uzgoja povrća ponekada je količina gnojiva previsoka u gnojidbi ali su površine uzgoja vrlo male na području Hrvatske u usporedbi s ratarskom proizvodnjom. Potrebno je osigurati aplikaciju dušičnih gnojiva sukladno zahtjevima usjeva i voditi računa o vrsti usjeva/varijetetu, očekivanom prinosu i potrebnoj kvaliteti. Voditi računa o prirodnoj opskrbi dušika (N) iz tla uključujući i dušik (N) oslobođen iz organske tvari tla, žetvenih ostataka i apliciranog gnoja ili gnojnice. Ograničiti učestalost primjene organskog gnoja/gnojnice te pritom osiguravajući da zalihe dušika (N) ne prijeđu zahtjeve usjeva. Ovo uključuje primjenu u malim količinama ali u redovnim intervalima da bi se približilo zahtjevima usjeva za hraniva tijekom vegetacijskog perioda. (FAO, 2012.)

Prostorna smjena usjeva znači prostornu smjenu usjeva po plodorednim poljima. Ona se ostvaruje tako da se sve proizvodne površine (oranice) podjele u određeni broj plodorednih polja (Komljenović i Todorović, 1998.).

Na golim tlima bez biljnog pokrivača (pokrovnog usjeva) i s velikom količinom padalina dolazi do descendentnog kretanja nitrata u podzemne slojeve tla. Tla s slabom prirodnom drenažom i s velikim kapacitetom tla za vodu imaju nižu stopu ispiranja nitrata (Tloznanstveni pojmovnik, 2011.).

Smanjenje razdoblja kada tlo ostaje golo i osjetljivo na cijeđenje nitrata povećavajući površine posađene ozimim usjevima, pokrovnim usjevima i pašnjacima dok je potrebno

smanjiti površine zasijane jarim kulturama. Ozimi usjevi rastu u razdobljima kada tlo ostaje golo (neobrađeno) prilikom aktivnog rasta, pokrovni usjevi povećavaju aktivno usvajanje sunčeve energije i kruženje ugljika u tlu, snabdijevajući pri tome hraniva za makro i mikroorganizme u tlu (Dabney i sur., 2007.).

Pokrovni usjevi koji skupljaju N ne samo da smanjuju ispiranje nitrata u dublje slojeve već imaju mnogo drugih prednosti kao što su kontrola erozije, suzbijanje korova i sl. (Sattell i sur., 1999.).

Butorac i sur. (2006.) istražuju razmatranja o utjecaju konzervacijske odnosno reducirane obrade tla na neka kemijska svojstva. Prva preliminarna istraživanja, kada je riječ o dušiku, pokazala su vrlo jasan utjecaj obrade tla na pristupačnost dušika tijekom jeseni i zime. Zabilježena je interakcija između količine dušika, obrade i trajanja istraživanja. Procesi fiksacije dušika ili slabija mineralizacija nakon plitke obrade mogu se kompenzirati dušičnom gnojidbom, ali kada se mineralizacija uravnoteži biljke učinkovitije koriste dušik.

Pravilnik o dobroj poljoprivrednoj praksi u korištenju gnojiva (NN 56/08,19.5.2008.) (2008.) nalaže izbjegavati aplikaciju dušičnih gnojiva i gnojovke/gnojnice u jesen i vrlo rano proljeće kada su zahtjevi usjeva za dušikom vrlo niski. Članak 7. stavak 1. pravilnika navodi da se u cilju smanjivanja gubitaka dušikom ispiranjem i isparavanjem (volatizacija) zabranjuje gnojenje gnojnicom i gnojovkom na svim poljoprivrednim površinama bez obzira na pokrov od 1. prosinca do 1. ožujka.

Potrebno je obratiti posebnu pozornost prilikom primjene mineralnih gnojiva, gnojovke i gnojnice na tlima na kojim postoji opasnost od cijeđenja u površinske vode. (NN 56/08, 2008.).

Prilikom primjene mineralnih gnojiva i stajskog gnoja potrebno je paziti na udaljenost od površinskih voda da bi se izbjegao rizik od direktnog onečišćivanja voda. Prema članku 8., stavak 2. zabranjena je primjena gnojnice i gnojovke u II. Zoni sanitarne zaštite izvorišta ako nije drugačije određeno propisima koji uređuju upravljanje vodama, na 25 m. udaljenosti od bunara, na 20 m. udaljenosti od jezera, na 5 m. udaljenosti od ostalih vodenih tokova, na nagnutim terenima gdje se slijevaju s površine, na nagnutim terenima uz vodotoke, s nagibom većim od 10 %, na udaljenosti manjoj od 10 m.od vodenih tokova. (NN 56/08, 2008.)

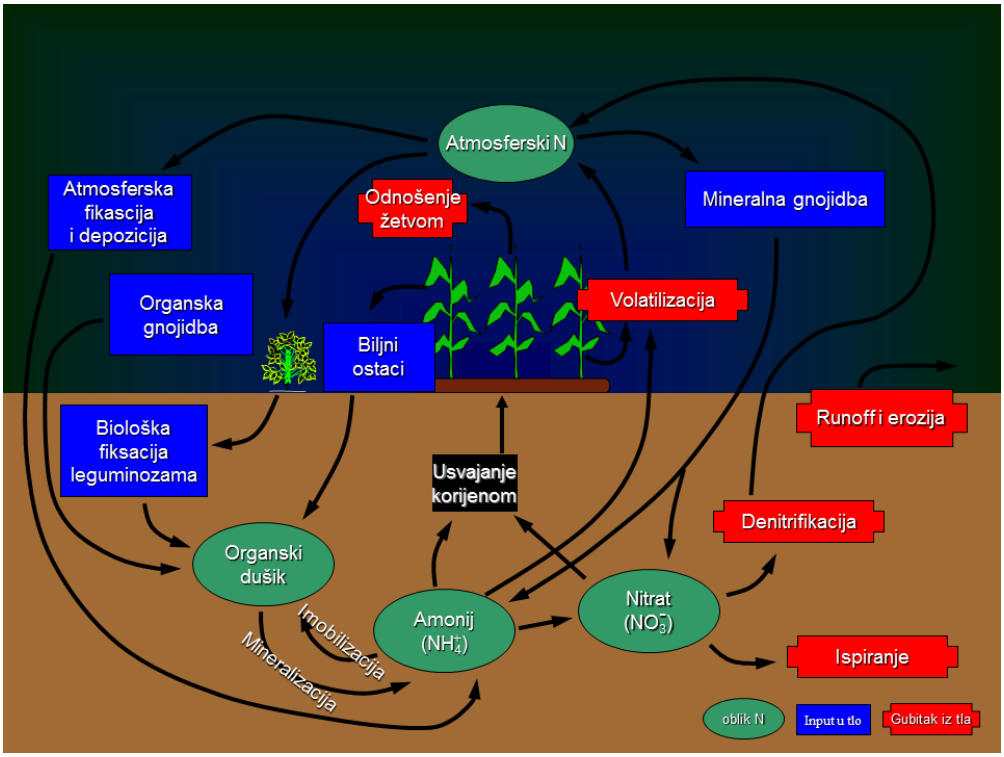
2.3 Kruženje dušika u tlu

U poljoprivrednim tlima ukupna količina dušika je najčešće između 0.1 i 0.3%, od čega je za ishranu bilja pristupačno tijekom jedne vegetacijske sezone svega 1-5%. Dušik ima posebno mjesto u biljnoj ishrani jer element porijeklom iz atmosfere ali se usvaja u mineralnom obliku te svrstava u grupu mineralnih elemenata.

Iz atmosfere ga može koristiti mali broj organizama za vlastite potrebe, a nakon odumiranja populacije dušik će postati raspoloživ za usvajanje od strane biljaka. Biljke ga usvajaju u obliku amonijaka i nitrata. Izrazito je prinosotvoran element te ima specifičan utjecaj na rast izdanaka i korijenja, a njegov nedostatak može imati ozbiljne posljedice koje se očituju kao pad prinosa (Vukadinović i Vukadinović Vesna 2011.).

Proces u kojem dušik prelazi (transformira se) između različitih oblika nazivamo kruženje dušika u tlu (Slika 1.). Transformacije mogu biti uvjetovane biološkim i fizikalnim procesima. Uz dotoke dušika u tlo (atmosferska fiksacija, mineralizacija, biološka fiksacija, gnojidba) za poljoprivrednu proizvodnju vrlo su važni i gubitci koji mogu značajno utjecati na prinos ali i na zagađene tla i voda. Poznato je koliko se dušik lagano transformira u nepristupačne oblike za usvajanje od strane biljaka (volatizacija, denitrifikacija) ali još opasniji procesi gubljena dušika su ispiranje i erozija jer ne utječu samo na smanjeni prinos već i na zagađenje. (Vukadinović i Vukadinović Vesna 2011.;Hall, R, 2008.)

Zbog navedenih činjenica bilanca dušika u tlu u većini slučajeva je negativna, te zbog toga gnojidba dušikom se smatra obaveznom agrotehničkom mjerom u biljnoj proizvodnji. Također zbog vrlo lakog ispiranja dušik u većini se slučajeva dodaje više puta u manjim dozama ovisno o uzgajanoj biljnoj vrsti, tipu tla i drugo.(Vukadinović i Vukadinović Vesna 2011.)



Slika 1. Kruženje dušika u tlu

2.4 Onečišćenje voda nitratima

U parku prirode Lonjsko polje provedena su istraživanja kojemu je cilj bio odrediti sadržaj nakupljenog NO_3^- oblika dušika u tlu i NO_3^- N koncentracije u vodi nakupljenoj u lizimetru uzimajući u obzir različite varijante gnojidbe dušikom te kvantificirati učinak primjene količine dušika na gubitak NO_3^- vode iz lizimetra ispiranjem. Rezultati su pokazali da je sadržaj NO_3^- N u tlu značajno varirao (27.3 kg ha^{-1} do 338.2 kg ha^{-1}) ovisno o gnojidbi i vremenu uzimanja uzorka. Istraživanje je također pokazalo da su visoke količine dušičnih gnojiva u proizvodnji kukuruza i ozime pšenice rezultirale u povećanom ispiranju NO_3^- N, s koncentracijama u vodi lizimetra koje stalno premašuju maksimalno dopuštenu razinu od 10 mg/l nitratnog dušika u vodi za piće (Jurišić A. i sur., 2014.)..

Vidaček i sur. (2005.) provode istraživanja na agroekološkoj postaji Kapelna površine 1,2 ha u dravskom slivu, na dreniranom močvarno glejnom tlu, u razdoblju 2001-2004. Kulture u pokusu su ozimi ječam, gnojen sa 171 i 232 kg N/ha, kukuruz 174 i 201 kg N/ha, suncokret 215 i 235 kg N/ha i ozima pšenica 153 i 220 kg N/ha. Nitrati u kompozitnim mjesečnim uzorcima procjedne i podzemne vode analizirani su metodom Chapman-a i Pratt-

a (1961). Koncentracije nitrata u procjednoj vodi bile su u uvjetima uzgoja i gnojidbe ozimog ječma od 22,5 do 121,5 mg NO_3/l, kukuruza 13,5 do 62,0 mg NO_3/l, suncokreta 13,5 do 45,0 mg NO_3/l i ozime pšenice 7,1 do 161,9 mg NO_3/l. U istim uvjetima uzgoja i gnojidbe koncentracije nitrata u podzemnoj vodi bile su za ozimi ječam 2,7 do 81,2 mg NO_3/l, kukuruz 28,4 do 65,1 mg NO_3/l, suncokret 30,1 do 42,5 mg NO_3/l i ozimu pšenicu 33,0 do 113,2 mg NO_3/l. Osim za suncokret, koncentracije nitrata u procjednim i podzemnim vodama povremeno prelaze maksimalno dozvoljenu koncentraciju od 50 mg NO_3/l prema U agroekološkim uvjetima postaje Kapelna pri gnojidbi ozimog ječma sa 172 kg N/ha i kukuruza sa 174 kg N/ha koncentracije nitrata u procjednoj vodi dreniranog močvarno glejnog tla povremeno su prelazile MDK od 50 mg NO_3^-/l, dok su istovremeno koncentracije nitrata u podzemnoj vodi konstantno bile ispod navedene MDK.

Očuvanje kvalitetne podzemne vode jedan je od ciljeva RH za sve županije i gradove. U tu svrhu provedena su istraživanja u Koprivničko-križevačkoj županiji, praćenja koncentracije nitrata u vodi koprivničkog vodovoda na području vodozahvata crpilišta Ivanščak. Sukladno podacima dobivenim sustavnim i kontinuiranim mjerenjem kakvoće vode od 1996 godine do danas podzemna voda na crpilištu Ivanščak kontinuirano zadovoljava kriterije pitke vode. Na oprez upućuju podaci o kretanju koncentracije nitrata u vodi koja je početkom tisućljeća (2001.-28.05 mg/l NO_3^-) u odnosu na prva dostupna mjerenja iz 1985 godine (10.81 mg/l NO_3^-) porasla gotovo 160 %. Povećane koncentracije nitrata u podzemnoj vodi crpilišta Ivanščak u Varaždinskoj regiji neizbježna je posljedica povećanog unosa dušika u ekološki sustav putem dušičnih mineralnih gnojiva u gornjim slojevima obradivih oranica (Horvati i sur., 2010.)

2.5 Problem Eutrofikacije: u EU i RH

Hrvatska je zemlja bogata zalihama vode, iako je njezina dostupnost nejednoliko raspoređena. To se očituje u relativno nepovoljnoj prostornoj i unutar godišnjoj raspodjeli, što je osobito izraženo tijekom sušnog dijela godine u obalnome području. U posljednjem desetogodišnjem razdoblju kakvoća podzemnih i površinskih voda nije se značajnije mijenjala (Agencija za zaštitu okoliša, 2011.)

Ubrzano nakupljanje hraniva ili opterećivanje ekosustava mora, voda, rijeka ili jezera hranjivim tvarima iz antropogenih izvora postalo je značajan ekološki problem u većini zemalja Europske Unije (European Commission, 2006.)

Obogaćivanje hranjivim tvarima obalne morske vode uzrokovano gubitcima nitrata iz poljoprivrednih izvora postao je globalni problem koji se razvija u sve većim omjerima. Andersen i sur. (2014.) prikupljaju podatke iz ~ 90 kulturno ugroženih europskih jezera (~ 60 % su eutrofična. Problem eutrofikacije nizinskih rijeka u Europi od viška dušika (N) i fosfora (P) je ozbiljan zbog duge povijesti promjene krajolika i intenzivnog iskorištavanja poljoprivredom. Ekološki i socijalno-ekonomski učinci eutrofikacije su razumljivi ali učinak na sekvestaciju organskog ugljika iz jezera i njegove promjene tijekom vremena nisu još utvrđene

Provedena su novija istraživanja u RH, istraživanja su vršena na četiri lokacije unutar Primorsko-goranske županije. Lokacije koje su odabrane su: udaljeni otok kao prva lokacija, urbano i industrijsko područje kao druga lokacija, naseljeno područje kao treća lovno mjesto kao četvrta lokacija, smještena u brdsko-planinskom području za koje je se tvrdi da je izloženo utjecaju taloženja i zakiseljavanju. Najniža količina taloženja dušika (N) izmjerena je na lokaciji br.1. (5.6-11.2 kg N ha^{-1} g), dok su veće količine izmjerene na lokaciji br.2. (7.6-17.9 kg N/ha^{-1} g) s obzirom na lokalno ispiranje iz atmosfere, i na lokaciji br. 3. (10.3-32.1 kg/N ha^{-1} g) i lokaciji br.4. (5.6-24.9 kg/N ha^{-1} g) zbog veće količine oborina. Glavnina dušika (N) koja se taloži u planinskim područjima, lokacije br.3. i 4. su ispod kritičnih granica opterećenja za odgovarajući tip tla i vegetacije. U razdoblju 1996-2003 NH_4-N čini 66% taloženja dušika na svim lokacijama, ali pošto se 2004. Taj omjer umanjio za 50% radi povećanja taloženja NO_3-N. Sveukupno, nije bilo nikakvih promjena u taloženju N na svim lokacijama osim na lokaciji br.4., gdje se povećalo taloženje N, što se očitovalo u ubrzanom taloženju NO_3- N ali bez značajnog pada u NH_4-N. (Juretić-Alebić, 2014.)

U 2004. bilježe se niže vrijednosti zakiseljavanja i eutrofikacije od srednjih vrijednosti koje se odnose na razdoblje od 1990. do 2000. godine. Najveća su taloženja sumpornih i dušikovih oksida koja se mogu pripisati antropogenim izvorima na području Rijeke, Gorskog kotara i Like, a posljedica su najvećim dijelom regionalnih utjecaja i prekograničnog prijenosa onečišćenja. Pri tome velike količine onečišćujućih tvari na naše područje dolaze iz susjednih zemalja: Italije, Slovenije, Mađarske, Srbije, Crne Gore te BiH (Agencija za zaštitu okoliša, 2011.).

Rijeke znatno doprinose zagađenju i eutrofikaciji koje su uzrokovale drastične promjene u ekosustavima u Crnom moru. Humborg i sur. (1997.) istražuju utjecaj cijeđenja hraniva iz eutroficirane rijeke Dunav na ekosustave u Crnom moru. Promjene u

ekosustavima su se primijetile kod opterećenja viškom hraniva, promjene u omjeru dušika, koji je u velikoj mjeri i odgovorna za dramatične promjene sastava vrste fitoplanktona i flagelata.

2.6 Potrošnja gnojiva u RH i EU

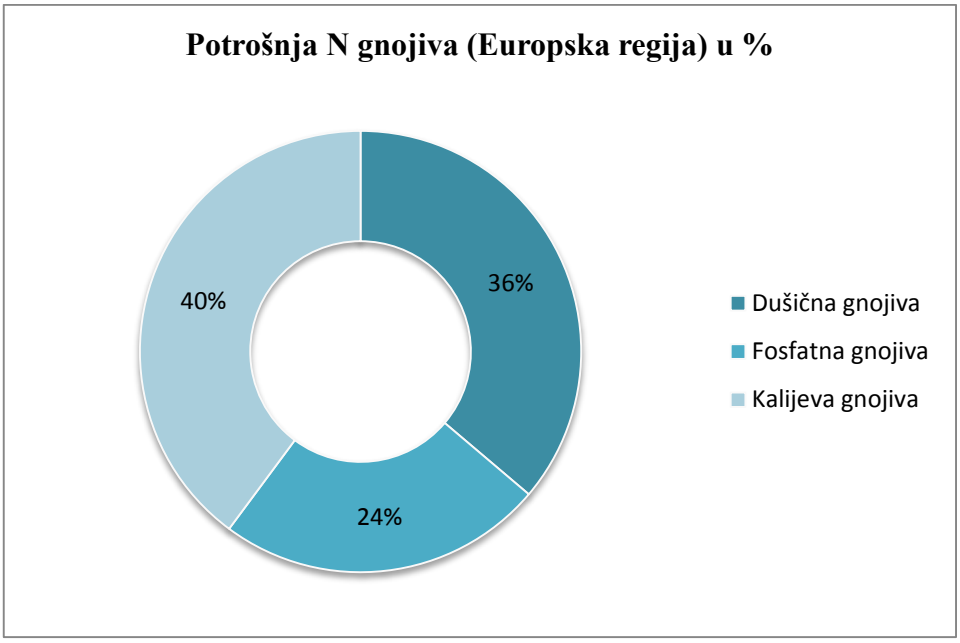
Mineralna gnojiva koja se koriste u najvećim količinama u RH su: amonijev nitrat (NH_4NO_3), Kalcij amonijev nitrat (KAN), urea i urea amonijev nitrat (UAN) (Tablica 1.). (Danube Regional Project, 2010.).

Trenutna potrošnja gnojiva u Europskoj regiji izražena u postotku 40% za dušična gnojiva, ujedno je to i gnojivo koje se troši najintenzivnije, nakon toga slijede fosfatna gnojiva 36%, i kalijeva gnojiva kao najmanje korištena u Europskoj regiji. (Grafikon 1.).

Europski udio u globalnoj potrošnji gnojiva za ishranu bilja manja je od 13% i tu su različiti trendovi unutar regije. Granični pad potrošnje gnojiva u zapadnoj Europi (-0.5%/godišnje) je gotovo jednaka u smislu količine rasta (2.3%/godinu) u primjeni gnojiva za ishranu bilja u središnjoj Europi. Potrošnja gnojiva u obje, istočne Europe i središnje Azije, kao i podregijama središnje Europe predstavlja manje od 3% globalne potrošnje gnojiva.

Najčešće korištena mineralna gnojiva u zemljama koje su na slivu rijeke Dunava (eng.: Danube River Basin (DRB)) (Češka, Bugarska, Bosna i Hercegovina, Hrvatska, Mađarska, Moldavija, Rumunjska, Slovačka, Slovenija, Ukrajina, Srbija) su gnojiva koja su jeftina. U jeftina gnojiva ubrajaju se amonijev nitrat, kalcij amonijev nitrat (KAN) i urea.

Predviđa se rast u potrošnja gnojiva za ishranu bilja u iznosu od 5.4%/godišnje u istočnoj Europi i podregijama središnje Azije što ih čine najbrže rastuće podregije u svijetu (Tablica 2).



Grafikon 1. Potrošnja N gnojiva (Europska regija) u postotcima

Tablica 1. Tipovi N i P gnojiva često korištenih od strane proizvođača u RH.

Tip mineralnog gnojiva	Kemijska tvar koju sadrži hranivo	Formulacija (N:P:K)	Komentar
N Gnojiva			
Čista N gnojiva	Amonij nitrat	33.5%	
	Kalcij amonij nitrat	27%	Vrlo važno min.gnojivo i tip gnojiva koji se koristi na veliko kao zasebno u RH
	Urea	46%	Vrlo važno min. gnojivo i tip gnojiva koji se koristi na veliko kao zasebno gnojivo u RH
	Urea amonij nitrat-tekuće gnojivo.	30%	Relativno male količine se prodaju radi različite upotrebe mehanizacije za primjenu gnojiva od strane proizvođača i nedostatak navike upotrebe takvih gnojiva.
P Gnojiva			
Čista P gnojiva	x	X	Samo male količine takvih vrsta gnojiva upotrebljavaju se u Republici Hrvatskoj iz razloga što je slaba potražnja za takvim vrstama gnojiva u poljoprivrednoj zajednici. Ova vrsta gnojiva će vjerojatno postati vaćnija radi problema nedostatka P u tlu.
Složena(kompleksna gnojiva)	Mono-Amonij Fosfat	12-52-0 MAP	
	NPK 5-20-30S		Dobro gnojivo za duhan
	NPK 7-20-30		Jedno od najvažnijeg gnojiva za osnovnu gnojidbu
	NPK 8-16-24		
	NPK 8-26-26		Jedno od najvažnijih gnojiva za osnovnu gnojidbu
	NPK 10-20-30		Jedno od najvažnijih gnojiva za osnovnu gnojidbu
	NPK 10-30-20		Formulacija koja je dobra za tla s niskom razinom dostupnog fosfora za biljku, poljoprivrednici ga nemaju naviku kupovati radi visoke cijene.
	NPK 13-10-12		Dobra formulacija za predsjetvenu gnojidbu.
	NPK 15-15-15		Poljoprivrednici koriste ovu formulaciju dosta često u osnovnoj gnojidbi.Problem je što primjenjuju premale količine fosfora i kalija
	NPK 20-10-10		Koristi se za gnojidbu
	Ostalo-nerazvrstano	X	Nema statistike

Izvor.: UNDP/GEF Danube Regional Project (2004): Inventory of mineral Fertiliser Use in the Danube river Basin Countries with Reference to Manure and Land Management Practices, February 2004, Final Report.

Prema FAO (2008.), provedeno je istraživanje koje se odnosi na potražnju gnojiva za ishranu bilja do 2012. godine i ravnotežu između ponude i potražnje (tablica 3.).

Tablica 2. Prognoza opskrbe gnojivima za ishranu bilja u Europi, 2008-2012, FAO (u tisućama tona)

	2008	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**
Hraniva-u tisućama tona					
Opskrba dušikom	33 563	33 690	34 022	34 470	35 581
Ukupni zahtjevi	22 091	22 410	22 758	23 170	23 617
Potencijalni balans	11 472	11 281	11 264	11 300	11 964
Opskrba s P_2O_5	3 615	3 588	3 593	3 621	3 712
Ukupni zahtjev	3 137	3 154	3 223	3 252	3 293
Potencijalni balans	478	434	369	370	419
Opskrba s K_20	15 829	15 858	16 322	16 473	17 346
Ukupni zahtjevi	5 320	5 361	5 404	5 444	5 509
Potencijalni balans	10 510	10 497	10 919	11 029	11 837

Izvor: Food and Agriculture Organization of The United States (2008): Current world fertilizer trends and outlook to 2012, Rome, 2008.

Provedeno je i istraživanje o regionalnoj potrošnji gnojiva. Ustanovljeno je da će globalna potrošnja mineralnih gnojiva rasti u iznosu od 2.7% na godinu u razdoblju 2008-2012, (FAO, 2008).

Tablica 3. Prognoza opskrbe gnojivima u Europi, 2012-2016, FAO (u tisućama tona).

	2012	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
Opskrba N	34 142	34 286	34 599	36 472	36 848
Ukupna potražnja	22 792	23 221	23 534	23 846	24 143
Potražnja za gnojivom	15 115	15 381	15 555	15 736	15 905
Potencijalna bilanca	11 350	11 065	11 065	12 626	12 705
Opskrba P_2O5 baziran na H_3PO_4	4 338	4 364	4 378	4 378	4 378
Ukupna potražnja	3 949	4 057	4 174	4 215	4 280
Potražnja za gnojivom	3 049	3 155	3 218	3 284	3 347
Potencijalna bilanca	389	307	204	163	98
Opskrba K_2O	16 683	17 335	17 824	18 524	20 020
Ukupna potražnja	4 963	5 099	5 201	5 297	5 397
Potražnja za gnojivom	4 374	4 493	4 578	4 658	4 740
Potencijalna bilanca	11 720	12 236	12 623	13 227	14 623

Izvor: Food and Agriculture Organization of The United States (2012): Current world fertilizer trends and outlook to 2016, Rome, 2012.

3. MATERIJAL I METODE

3.1 Postavljanje pokusa

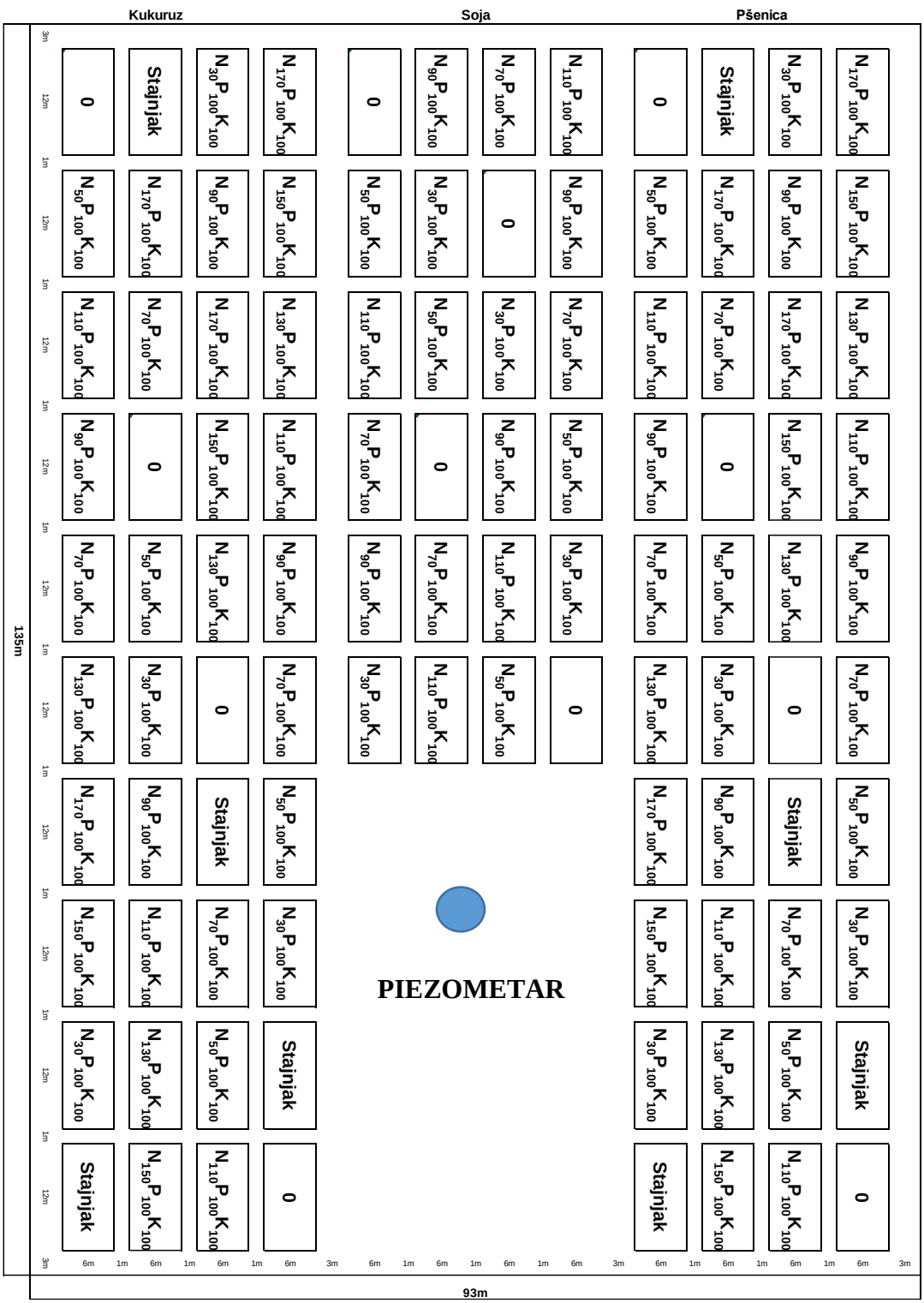
Svjetska Banka odobrila je 2008. godine darovnicu Globalnog fonda za okoliš (GEF) pod nazivom "Projekt kontrole onečišćenja u poljoprivredi" ili APCP (eng.: *Agriculture Pollution Control Project*). Osnovni cilj projekta je edukacija proizvođača i pomoć kod usvajanja novih pravila u proizvodnji i provođenje i poticanje prihvatljive poljoprivredne prakse u skladu s normama koje određuje „Nitratna Direktiva“ EU što direktno utječe na smanjenje onečišćenja okoliša. U okviru APCP projekta, proveden je projekt „Gnojidbeni poljski pokusi - Optimizacija gnojidbe usjeva dušikom“. Projektnim zadatkom je predviđeno postavljanje gnojidbenog, kalibracijskog pokusa s ciljem utvrđivanja optimalne, profitabilne i ekološki prihvatljive gnojidbene doze dušika za tri najzastupljenija usjeva istočne Hrvatske: kukuruz, pšenicu i soju.

Cilj ovoga rada je utvrditi ispiranje dušika s gnojidbenih parcela ukopavanjem piezometara i na taj način utvrditi postoji li opasnost o onečišćenja podzemnih voda nitratnim i amonijskim dušikom.

Pokus je postavljen na dvije lokacije:

a) u Osječko-baranjskoj županiji lokalitet Šljivoševci
   - geografska pozicija: N 45.6607°, E 18.2176°,
   - nadmorska visina: 90 m;
b) u Vukovarsko – srijemskoj županiji lokalitet Ćelije
   - geografska pozicija: N 45.4293°, E 18.7980°,
   - nadmorska visina: 80 m.

Gnojidba na pokusnim parcelama iznosila je od 0 do 170 kg N ha^{-1} za pšenicu i kukuruz, a za soju od 0 do 110 kg N ha^{-1} (Slika 2.). Na oba lokaliteta su postavljeni PVC piezometri promjera 5 cm s filterom na 250 cm dubine (Slika 3.). Cilj je bio praćenje razine podzemne vode i uzorkovanje da bi se utvrdila koncentracije N-NO_3^- i N-NH_4^+ (mg NO_3^- dm^{-3} i mg NH_4^+ dm^{-3}). Voda se uzorkovala mjesečno ukupno je uzorkovano osam uzoraka vode.



Slika 2. Plan pokusa za lokacijom postavljenih piezometara

Na oba lokaliteta iskopani su pedološki profili do dubine matičnog supstrata radi determinacije tipa tla. Iz genetskih horizonata su uzeti uzorci tla za fizikalno-kemijske analize u laboratoriju (Škorić, 1986.).



Slika 3. Postavljanje piezometra i uzimanje uzoraka vode iz piezometra

3.2 Kemijska analiza vode

Kemijska analiza vode provedena je u laboratoriju Zavoda za kemiju, biologiju i fiziku tla.

Koncetracija amoniačnog oblika dušika mjerna je metodom po Nessleru (Vukadinović i Bertić 1988). Amonijski oblik dušika nalazi se djelomično u vodenoj fazi tla, a većim dijelom je adsorbiran na koloide tla. Zbog te činjenice za ekstrakciju koristi se otopina KCl jer se K^+ zamjenjuje s NH_4^+ na površini koloida tla i unutar kristalne rešetke, ovisno o tipu sekundarnog minerala. Dokazivanje ovog kationa vrši se karakterističnom reakcijom s Nesslerovim reagensom uz razvijanje kompleksa žute boje po reakciji:

$$NH_4Cl + 4\ KOH + 2\ K_2(HgI_4) \rightarrow HgOHg(NH_2)I + 7\ KI + 3\ H_2O + KCl$$

Koncentracija nitratnog oblika dušika mjeren je brzom test – metodom. Nitratni dušik tla (NO3-) ekstrahira se otopinom natrijevog klorida ili kalijevog klorida iz nativnog tla (svježi uzorak tla). Dobiveni ekstrakt tla služi za mjerenje koncentracije nitrata uz pomoć specijaliziranog uređaja (npr. Reflectoquant). U ekstrakt uranja se štapić za nitratni test, a uređaj automatski očitava koncentraciju nitrata mjerenjem intenziteta boje koja se razvila na aktivnim reakcijskim površinama štapića za brzi nitratni test.

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1 Klasifikacija tala

Pokus se provodio na dva lokaliteta u Vukovarsko – srijemskoj županiji (Ćelije) i Osječko – baranjskoj županiji (Šljivoševci). Na temelju analize morfoloških te nekih fizikalnih i kemijskih svojstava izvršena je determinacija tipa tla prema hrvatskoj klasifikaciji (Škorić, 1986.). Prema kriterijima hrvatske klasifikacije profil u Ćelijama je svrstan u: odjel – hidromorfna tla, klasa – glejna tla, tip – ritska crnica (Humoglej), podtip – karbonatna, a u Šljivoševcima profil je svrstan u: odjel – hidromorfna tla, klasa – glejna tla, tip – močvarno glejno tlo (Euglej), podtip – hipoglejni (Slika 4.).



Slika 4. Lijevo iskopani pedološki profil u Ćelijama; desno iskopani pedološki profil u Šljivoševcima

Uslijed provedenih hidromelioracijskih zahvata snižena je razina podzemna vode, što je vidljivo kroz prisustvo prijelaznog PGso horizonta (slika 4.). Rezultati predočeni u tablici 4. pokazuju da se radi o tlu umjereno do jako alkalne reakcije, jer se pH(H_2O) kreće u granicama 8.11 – 8.78. Visoke vrijednosti reakcije tla mogu se dovesti u vezu i sa sadržajem zemnoalkalijskih karbonata, koji s dubinom raste. Najviše vrijednosti ima vrlo jako karbonatni prijelazni horizont (36.33 % $CaCO_3$). Teksturno je najteži prijelazni horizont s 27.72 % glinastih čestica.

Tablica 4. Fizikalno-kemijska svojstva profila ritske crnice u Ćelijama

horizont	***dubina***	***pH(H_2O)***	***pH(KCl)***	***$CaCO_3$, %***	***glina, %***	***tekstura***
P	0 - 46	8.11	7.10	2.11	25.06	PrI
PGso	46 - 70	8.78	8.15	36.33	27.72	PrGI
Gso	70 - 120	8.71	8.26	26.19	20.68	PrI

Tumač kratica: PrI = praškasta ilovača; PrGI = praškasto glinasta ilovača.

Rezultati dani u tablici 5. pokazuju da kod eugleja na pokusnom polju u Šljivoševcima reakcija tla raste s dubinom. pH u vodi se kreće u granicama od slabo kisele (pH(H_20) = 6,23) do umjereno alkalne reakcije (pH(H_20) = 8.46). Najviše vrijednosti su izmjerene u Gr horizontu, gdje je ujedno i najviše CaCO3 (12.67 %). Tekstura je praškasta ilovača s najvišim sadržajem gline u Gso horizontu (21.72 %).

Tablica 5. Fizikalno-kemijska svojstva profila eugleja u Šljivoševcima

horizont	***dubina***	***pH(H_2O)***	***pH(KCl)***	***$CaCO_3$, %***	***glina, %***	***tekstura***
P	0 - 54	6.23	5.01	-	17.80	PrI
Gso	54 - 73	7.92	6.77	1.69	21.72	PrI
Gr	73 - 140	8.46	7.71	12.67	11.15	PrI

Tumač kratica: PrI = praškasta ilovača.

Tekstura tla može značajno utjecati na ispiranje nitrata u tlu. Kod teksturno lakših tala s većim udjelom pijeska ispiranje nitrata je brže i može značajno djelovati na onečišćenje voda. Dok kod tala teže teksture s višim udjelom gline ispiranje nitrata je sporije te na takvim tlima nitrati će se duže zadržati u korijenovoj zoni i biti će usvojeni od strane biljaka (Gaines, P. i Gaines, S.T., 1994.). Naravno, ne možemo izdvojiti samo teksturnu klasu tla kao glavni

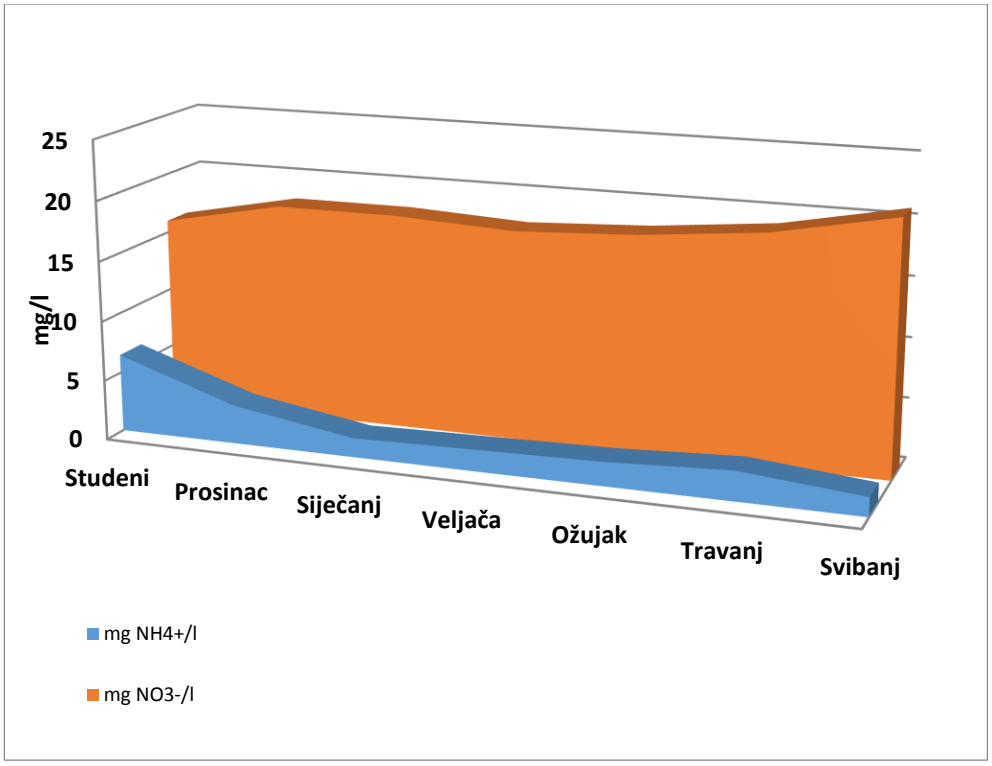
čimbenik već na ispiranje nitrata djeluje niz čimbenika (KIK – katonsko izmjenjivački kompleks, količina oborina, nagib terena, i drugo).

Također, smanjenje razdoblja kada tlo ostaje golo i osjetljivo na ispiranje nitrata povećavajući površine posađene ozimim usjevima, pokrovnim usjevima i pašnjacima dok je potrebno smanjiti površine zasijane jarim kulturama. Ozimi usjevi rastu u razdobljima kada tlo ostaje golo (neobrađeno) prilikom aktivnog rasta, pokrovni usjevi povećavaju aktivno usvajanje sunčeve energije i kruženje ugljika u tlu, snabdijevajući pri tome hraniva za makro i mikroorganizme u tlu (Dabney i sur., 2007.). Pokrovni usjevi koji usvajaju N ne samo da smanjuju ispiranje nitrata u dublje slojeve već imaju mnogo drugih prednosti kao što su kontrola erozije, suzbijanje korova i drugo (Sattell i sur., 1999.).

4.2 Sadržaj nitratnog i amonijačnog oblika dušika u podzemnim vodama

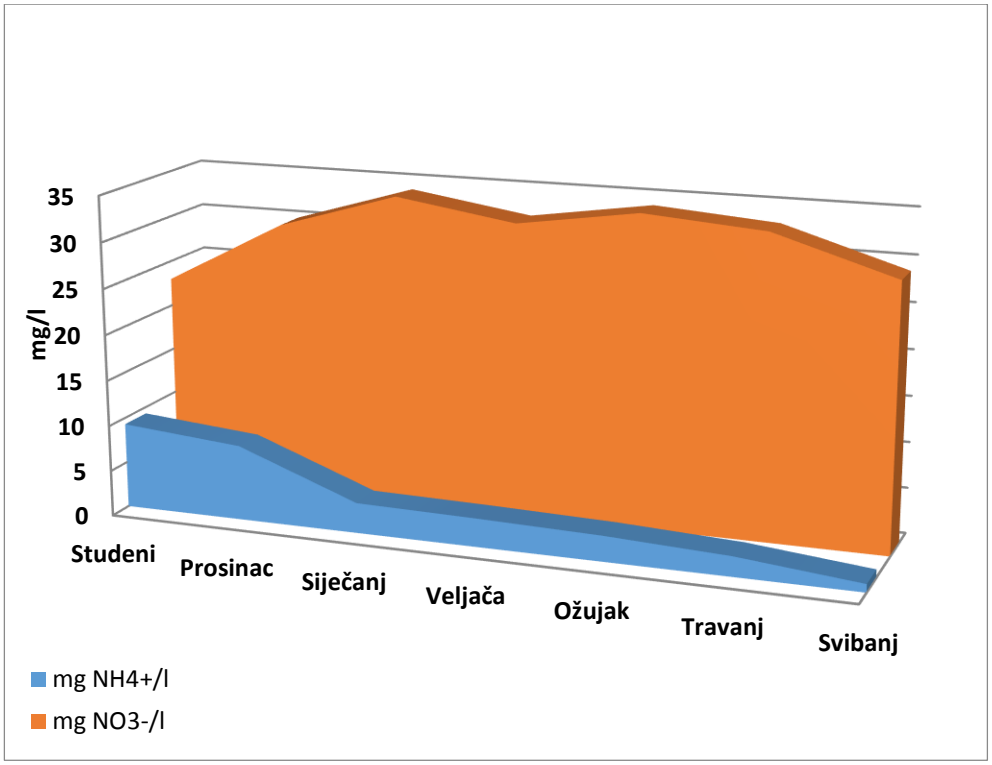
Prema smjernicama svjetske zdravstvene organizacije WHO (eng.:*World Health Organization*), maksimalna dopuštena koncentracija nitrata iznosi 50 mg dm^{-3} NO_3^- što je prihvaćeno i našim pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće te prihvaćeno od strane nitratne direktive (Nitratna direktiva 91/676/EEA, 1991). Preporučena vrijednost u EU za nitrate iznosi 25 mg dm^{-3} NO_3^-. (EEA, 2000.).

Koncentracija nitratnog dušika u podzemnoj vodi, mjerena tijekom studenog i prosinca 2010. godine, kretala se od 16 mg NO_3^- dm^{-3} do 30 mg NO_3^- dm^{-3}, što je prema postojećem pravilniku relativno niska vrijednost, usprkos povećanom intenzitetu oborina i visokoj razini podzemne vode (grafikoni 2. i 3.). Tijekom razdoblja od siječnja do lipnja 2011. godine koncentracija nitrata u uzorcima vode kretala se od 17.5 do 21 mg NO_3^- dm^{-3} u Šljivoševcima, a u Ćelijama od 29 do 34 mg NO_3^- dm^{-3}.



Grafikon 2. Koncentracija $N\text{-}NO_3^-$ i $N\text{-}NH_4^+$ u podzemnoj vodi na lokalitetu Šljivoševci

Srednje razine nitrata u podzemnim vodama u Europi su malo iznad minimalne razine (<10 mg dm-3 (u obliku NO_3^-) EEA (2000.) ali ne prelaze razinu od 50 mg dm-3 (u obliku NO_3) (Scheidleder, 2000.). S druge strane, primjena dušika u prekomjernim količinama uzrokuje njegov gubitak, posebice u uvjetima prekomjerne vlažnosti i descedentnog kretanja vode što rezultira premještanjem nitratnog oblika dušika vodom u podzemne vodotokove. Dušik se u kruženju neizbježno gubi, no pravilnim gospodarenjem gubici se mogu svesti na najmanju mjeru.

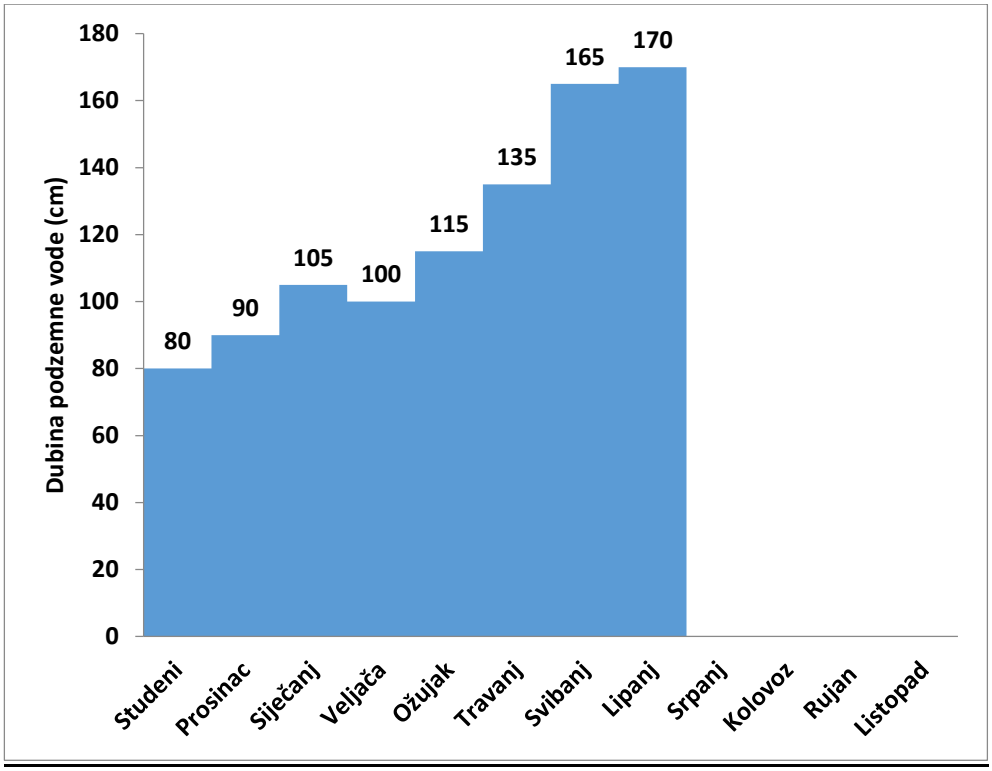


Grafikon 3. Koncentracija $N\text{-}NO_3^-$ i $N\text{-}NH_4^+$ u podzemnoj vodi na lokalitetu Ćelije

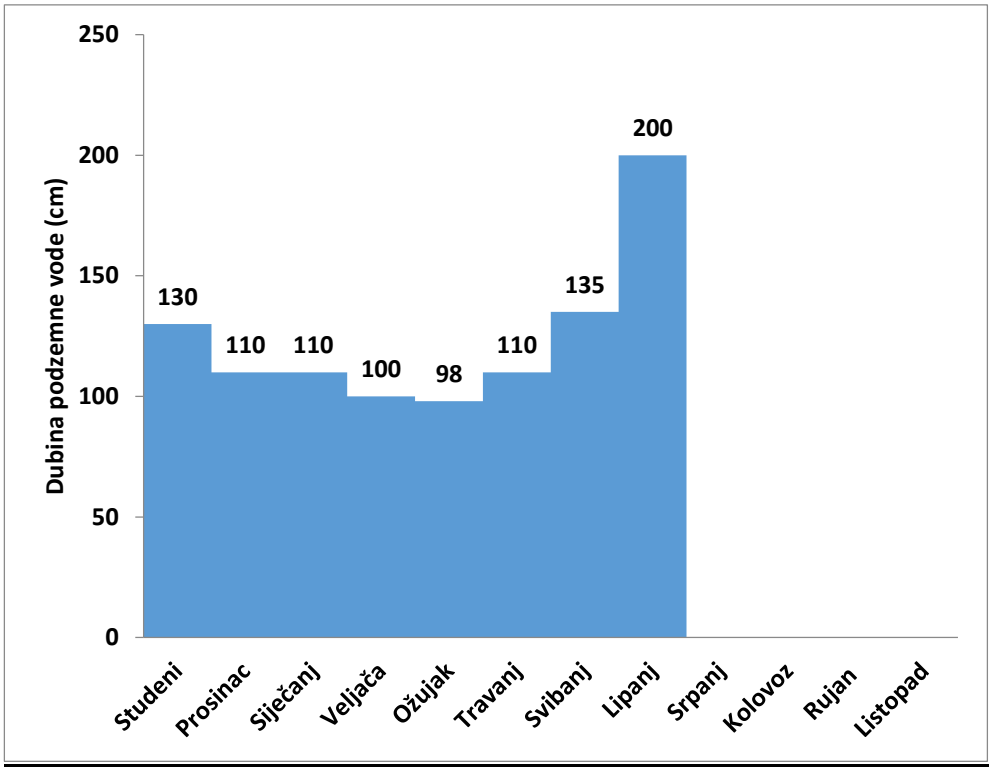
Koncentracija $N\text{-}NH_4^+$ bila je najveća tijekom studenog i prosinca 2010. godine, a kretala se u intervalu od 3.2 do 9.3 mg NH_4^+ dm-3. Od siječnja 2011. do lipnja 2011. godine koncentracija $N\text{-}NH_4^+$ smanjivala se od 3.3 mg NH_4^+ dm^{-3} do 0.9 mg NH_4^+ dm^{-3}.

Razina podzemne vode u piezometrima (grafikoni 4., 5.) spuštala se s porastom temperature na oba lokaliteta u odnosu na rezultate mjerenja u siječnju 2011. godine. Smanjenje razine podzemne vode manje je bilo izraženo na lokalitetu Šljivoševci (od 130 cm na 135 cm) u odnosu na lokalitet Ćelije (s 80 cm na 165 cm). U razdoblju od srpnja do listopada 2011. godine nije bilo moguće izmjeriti razinu podzemne vode u piezometrima

zbog izrazite suše. U lipnju zbog velike količine oborina došlo je do povećanja razine podzemne vode ali mjerene vrijednosti NH_4^+ i NO_3^- bile su ispod granica detekcije.



Grafikon 4. Dubina podzemne vode na lokalitetu Ćelije



Grafikon 5. Dubina podzemne vode na lokalitetu Šljivoševci

Provedba nitratne direktive pokazuje da su se onečišćenja uzrokovana poljoprivrednim aktivnostima, uzimajući u obzir zagađenja podzemnih i površinskih voda, smanjila u raznim državama članica, iako je još uvijek poljoprivreda jedan od većih zagađivača površinskih i podzemnih voda nitratima (Europska komisija, 2010.)

Regije u kojima je količina nitrata u podzemnim vodama na zabrinjavajućem nivou su: Estonija, jugoistočna Nizozemska, Belgija, Velika Britanija, nekoliko dijelova Francuske, sjeverna Italija, sjeveroistočna Španjolska, jugoistočna Slovačka, južna Rumunjska, Malta i Cipar. Posebno visoke koncentracije nitrata nalaze se u površinskim vodama na Malti, u Velikoj Britaniji, Belgiji i Francuskoj. (FAO, 2003.)

Sa željom da se količina nitrata u podzemnim i površinskim vodama zadrži na dozvoljenom nivou Europska komisija zahtjeva od zemalja članica da naprave provedbe akcijskih programa u tzv. „Ranjivim zonama“.

Provedba akcijskih programa u ranjivim zonama podrazumijeva provođenje dobre poljoprivredne prakse. Zemlje članice mogu birati hoće li provoditi zasebni akcijski program za jedno područje ili različite akcijske programe za različita područja ili dijelove područja.

Sedam od petnaest država članica (Austrija, Danska, Finska, Njemačka, Luxemburg, Nizozemska i Irska) je prihvatilo sustav za jedno cjelokupno područje.

Neke od država članica EU su postupile tako da su cijeli teritorij države proglasile ranjivom zonom (Njemačka, Austrija) (Europska komisija, 2010.).

Svih 28 država članica su osnovale mreže za monitoring, odredile ranjive zone (NVZ) i usvojile akcijske programe. Postoje velike razlike u opterećenju nitratima iz poljoprivrede između država članica.

Države članice u istočnoj Europi imaju niža opterećenja radi manjih unosa gnojiva i manjeg broja uvjetnih grla. Dogovoreno je ne koristiti primjere akcijskih programa u Mađarskoj, Sloveniji i Slovačkoj jer su u procesu rasprava o ispravnosti svog pristupa (Ministarstvo poljoprivrede RH, 2012.).

Akcijski programi Njemačke i Češke Republike su, kao i programi drugih država (Danska, Nizozemska, Francuska, itd.) usklađeni sa svojim klimatskim uvjetima.

Cilj Engleske prilikom provedbe nitratne direktive bio je postići ravnotežu između poboljšanja kvalitete vode i održavanje ekološki učinkovite poljoprivrede (House of Commons, 2008.)

Problemi tijekom provedbe su u većini članica financijske prirode, nedostatak financijskih sredstava kako bi se provodile mjere dobre poljoprivredne prakse, nedostatci u obrazovanju, redovito praćenje površinskih i podzemnih voda od zagađenja djelomično je kompjutorizirano i umrežavanje za praćenje čimbenika monitoringa i kontrole.

Ovakva i slična istraživanja potrebno je provoditi duži niz godina obzirom na niz čimbenika koji utječu na razinu nitrata u podzemnim vodama.

5. ZAKLJUČAK

Nitratnom Direktivom donose se jasni ciljevi i odredbe kojih bi se trebale držati sve članice EU kao i RH. Odluka vijeća od 12. prosinca 1991. o zaštiti voda od onečišćenja koje uzrokuju nitrati poljoprivrednog podrijetla sastoji se od 13 članaka i 5 dodataka. Govore o izvorima onečišćenja u prirodi, o izmjenama dušika u poljoprivredi koje se mogu odvijati putem zraka, tla i vode. Pristupom u EU, RH uspostavlja kompletni sustav nadzora (površinskih i podzemnih voda).

Nakon provedenog pokusa s ciljem utvrđivanja onečišćenja podzemnih voda nitratnim i amonijskim oblikom dušika može se zaključiti sljedeće:

Koncentracija nitratnog dušika u podzemnoj vodi na oba lokaliteta, mjerena tijekom studenog i prosinca 2010. godine, kretala se od 16 mg NO_3^- dm^{-3} do 30 mg NO_3^- dm^{-3}, što je prema postojećem Pravilniku relativno niska vrijednost, usprkos povećanom intenzitetu oborina i visokoj razini podzemne vode. Tijekom razdoblja od siječnja do lipnja 2011. godine koncentracija nitrata u uzorcima vode kretala se od 17.5 do 21 mg NO_3^- dm^{-3} u Šljivoševcima, a u Ćelijama od 29 do 34 mg NO_3^- dm^{-3}. Koncentracija N-NH_4^+ bila je najveća tijekom studenog i prosinca 2010. godine, a kretala se u intervalu od 3.2 do 9.3 mg NH_4^+ dm^{-3}. Od siječnja 2011. do lipnja 2011. godine koncentracija N-NH_4^+ smanjivala se od 3.3 mg NH_4^+ dm^{-3} do 0.9 mg NH_4^+ dm^{-3}. Od lipnja do listopada 2011. god. koncentracija dušika u amonijačnom i nitratnom obliku bila je ispod mjerljivih vrijednosti.

Provođenje akcijskih programa i monitoringa vrlo su važne mjere radi smanjenja zagađenja akvatičnih ekosustava kao i ostalih ekosustava koji bitno utječu na okoliš. Provođenje direktive u državama EU uspješno je provedena bez značajnijih nedostataka. Svaka od država je provodila mjere i donosila Akcijske programe oslanjajući se na postojeće uvjete zagađenosti te klimatskim uvjetima države članica.

U RH uspješno se provodi Nitratna direktiva provođenjem akcijskih mjera i monitoringa nakon ulaska RH u EU. Uspostavio se kompletni sustav nadzora (površinskih i podzemnih voda) kao i legislativa te Kodeksi dobre poljoprivredne prakse. Organizirano je motrenje poljoprivrednih tala na postajama prve i druge razine s obavezom izvješća svake četiri godine. Pridržavanjem proizvođača kodeksa dobre poljoprivredne prakse pokušavaju se spriječiti postupci tzv. "loše prakse" koju provode poljoprivredni proizvođači s nepravilnim i neodgovarajućim unosom raznih vrsta gnojiva (hraniva) u tlo na području RH.

U cilju veće pouzdanosti zaključaka ovakva bi istraživanja trebalo provoditi tijekom većeg broja godina u različitim agroekološkim uvjetima.

6. POPIS LITERATURE

1. Agencija za zaštitu okoliša (2009): Konačni nacrt nacionalne liste pokazatelja (NLP), 22-09-462/1. www.azo.hr/lgs.axd?t=16&id=3490.pdf, 19.4.2013.
2. Agencija za zaštitu okoliša (2011): Odabrani pokazatelji stanja okoliša u Republici Hrvatskoj, www.azo.hr/lgs.axd?t=16&id=4215.pdf, 22.8.2014.
3. Andersen H. J., Fossing H., Hansen W. J., Manscher H.O., Murray C., Petersen L.J.D. (2014): Nitrogen Inputs from Agriculture:Towards Better Assessments of Eutrophication Status in Marine Waters, AMBIO, DOI, 10.1007/ Bašić D,
4. Bensa A., Sever Štrukil Z., Rubinić V., Ninčević T. (2011): Ispiranje nitrata pri gnojidbi kukuruza različitim dozama dušika, Zagreb.
5. Butorac A., Butorac Jasminka, Kisić I. (2006): Utjecaj konzervacijske obrade tla na kemijska svojstva, primjenu dušika, biološka svojstva i biljne bolesti, Pregledni znanstveni članak, Agronomski glasnik, 0002-1954.
6. Councile Directive of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources (91/676/EEC), http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1991L0676:20081211:EN:PDF, 12.2.2013.
7. EEC (2010): Report from the Commission to the councile and the european parliament on implementation on councile directive 91/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources based on Member State reports for the period 2004-2007., http://aei.pitt.edu/33388/, 10.6.2014.
8. Food and Agriculture Organization of The United States (2008): Current world Fertilizer trends and outlook to 2012, Rome.
9. Food and Agriculture Organization of The United States (2012): Current world fertilizer trends and outlook to 2016, Rome.
10. Horvat I., Senta A., Racz A. (2010): Praćenje koncentracije nitrata u vodi koprivničkog vodovoda, Koprivnica, UDK 628.14.661.15"11.
11. House of Commons, Environment, Food and Rural Affairs Committee (2008): Implementation of the Nitrates Directive in England, England.
12. Humborg C., Itekkot V. Cociasu A., Bodungen B.v. (1997): Effect of Danube River dam on Black Sea biogeochemistry and ecosystem structure, Germany

13. Juretić-Alebić Ana (2014): Nitrogen Deposition within the Littoral Highlands County of Croatia Between 1996 and 2008, Nitrogen Deposition, Critical Loads and Biodiversity 2014, pp 67-73.
14. Jurišić A., Zgorolec Ž., Šestak I., Mesić M., Mikoč M., (2014): Nitrate-Nitrogen Content in Soil and Lysimeter Water Different Nitrogen Fertilization Levels in Crop Production
15. Komljenović I., Todorović V. (1998.): Opšte Ratarstvo, ISBN 8672620038, 9788672620030, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
16. Ministarstvo poljoprivrede RH (2012): Određivanje zona ranjivih na nitrate te ekonomski učinak primjene Nitratne direktive na Republiku Hrvatsku, Završno izvješće, http://www.apcp.hr/upload/tbl_dokumentacija/nvz_zavrsno_izvjesce_objedinjeno_93253.pdf, 23.2.2013.
17. European Comission (2006): Main Sources of Eutrophication in Europe, News Alert issue 6. http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/6na3_en.pdf,
18. Ministarstvo poljoprivrede,ribarstva i ruralnog razvoja (2008): Pravilnik o dobroj poljoprivrednoj praksi u korištenju gnojiva (NN 56/08,19.5.2008.), Narodne novine, broj 163/03,40/07.
19. Nitrate and nitrite in drinking-water, Background Document for Development of WHO (2011): Guidelines for Drinking-Water Quality.
20. Program trajnog motrenja tala Hrvatske (2008): Projekt Izrada Programa trajnog motrenja tala Hrvatske s pilot projektom, Zagreb.
21. Projekt kontrole onečišćenja u poljoprivredi u RH (2012): Optimizacija gnojidbe usjeva dušikom, Završno izvješće, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Osijek.
22. Sattell R., Dick R., Hemphill D.,Selker J., Brandi-Dohrn J., Minchew H., Hess M., Sandeno J., Kaufman S. (1999): Nitrogen Scavenging: Using Cover Crops to Reduce Nitrate Leaching in Western Oregon, Oregon.
23. Scheidleder A. (2000): Nitrate in groundwater, European Environment Agency, www.eea.europa.eu/data.../nitrate-in-groundwater.pdf, 6.3.2014.
24. Škorić, A. (1986.): Priručnik za pedološka istraživanja, Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

25. UNDP/GEF Danube Regional Project (2004): Policies for the control of Agricultural Point and non-point Sources of Pollution & Pilot Projects on Agricultural Polution Reduction(Project outputs 1.2 and 1.3) Inventory of mineral Fertiliser Use in the Danube river Basin Countries with Reference to Manure and Land Management Practices, http://www.apcp.hr/dokumentacija.asp?pageID=15, 13.2.2013.
26. Uredba Komisije (EZ) br. 1881/2006 (2006): Utvrđivanju najvećih dopuštenih količina određenih kontaminanata u hrani, http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2012_12_146_3162.html, 20.5.2013.
27. Vidaček Ž., Bogunović, M., Bensa A. (2005): Nitrati u procjednoj i podzemnoj vodi dreniranog tla dravskog sliva, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
28. Vukadinović Vladimir i Vukadinović Vesna (2011): Ishrana bilja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
29. Znaor, D. (2011): Pressure on Croatian water resources caused by nitrates and phosphorus of agricultural origin. Agricultural Pollution Control Project, http://www.apcp.hr/dokumentacija.asp?pageID=15, 13.2.2013.
30. Hall, R. (2008): Soil essentials: managing your farm's primary asset. National Library of Australia Cataloguing, ISBN 9780643090521.
31. Gaines, P. i Gaines, S.T., (1994.): Soil Texture Effect on Nitrate Leaching in Soil Percolates. COMMON. SOIL SCI. PLANT ANAL., 25(13&14), 2561-2570.
32. Vukadinović, V. i Bertić, B. (1988): Praktikum iz agrokemije i ishrane bilja. Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek.

7. SAŽETAK

Procjenjuje se da je 1.7 milijardi svjetskog stanovništva već danas pogođeno nestašicom vode, a broj će biti sve veći ako se globalno ne prihvate načela održivog razvoja koja bi povezala upravljanje zalihama sa zaštitom kvalitete vode. Ulaskom Republike Hrvatske u EU, 1.7.2013. na snagu je stupila Nitratna direktiva koje bi se trebali pridržavati svi poljoprivredni proizvođači. Cilj ovoga rada je utvrditi ispiranje dušika s gnojidbenih parcela na dva lokaliteta ukopavanjem piezometara i na taj način utvrditi postoji li opasnost o onečišćenja podzemnih voda nitratnim i amonijskim dušikom. Koncentracija nitratnog dušika u podzemnoj vodi na oba lokaliteta, kretala se od 16 mg NO_3^- dm^{-3} do 30 mg NO_3^- dm^{-3}, što je prema postojećem Pravilniku relativno niska vrijednost, usprkos povećanom intenzitetu oborina i visokoj razini podzemne vode. Provođenje akcijskih programa i monitoringa vrlo su važne mjere radi smanjenja zagađenja akvatičnih ekosustava kao i ostalih ekosustava koji bitno utječu na okoliš.

Ključne riječi: podzemna voda, nitrati, dušik, onečišćenje tla

8. SUMMARY

It is estimated that 1.7 bilion of the world population even today is affected by water shortage, and the number would be much larger if the principles of sustainable development are not globaly embraced to link inventory management with the protection of water quality. By Croatian accession to the EU, 07/01/2013. Nitrates Directive came into force, which should be respected by all farmers. The aim of this study was to determine the leaching of nitrogen from fertilizer plots at two sites by digging piezometers and thus determine whether there is a risk of groundwater contamination with nitrates and ammonia nitrogen. The contetration of nitrate nitrogen in groundwater at both sites, ranged from 16 mg. NO_3 dm^{-3} to 30 mg NO_3^- dm^{-3}, which is under the existing Regulations relatively low value, despite the increase in the intensity of rainfall and high level of groundwater. The implementation of action programs and monitoring are very important measures to reduce pollution in aquatic ecosystems and other ecosystems that significantly affect the environment.

Key words: groundwater, nitrates, nitrogen, degradation of soil

9. POPIS TABLICA

Tablica 1. Tipovi N i P gnojiva često korištenih od strane proizvođača u RH. 12
Tablica 2. Prognoza opskrbe gnojivima za ishranu bilja u Europi, 2008-2012, FAO (u tisućama tona) 13
Tablica 3. Prognoza opskrbe gnojivima u Europi, 2012-2016, FAO (u tisućama tona). 14
Tablica 4. Fizikalno-kemijska svojstva profila ritske crnice u Ćelijama 20
Tablica 5. Fizikalno-kemijska svojstva profila eugleja u Šljivoševcima 20

10.POPIS SLIKA

Slika 1. Kruženje dušika u tlu 7
Slika 2. Plan pokusa za lokacijom postavljenih piezometara 16
Slika 3. Postavljanje piezometra i uzimanje uzoraka vode iz piezometra 17
Slika 4. Lijevo iskopani pedološki profil u Ćelijama; desno iskopani pedološki profil u Šljivoševcima 19

11.POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Potrošnja N gnojiva (Europska regija) u postotcima 11
Grafikon 2. Koncentracija $N\text{-}NO_3^-$ i $N\text{-}NH_4^+$ u podzemnoj vodi na lokalitetu Šljivoševci . 22
Grafikon 3. Koncentracija $N\text{-}NO_3^-$ i $N\text{-}NH_4^+$ u podzemnoj vodi na lokalitetu Ćelije..... 23
Grafikon 4. Dubina podzemne vode na lokalitetu Ćelije 24
Grafikon 5. Dubina podzemne vode na lokalitetu Šljivoševci 25

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Poljoprivredni fakultet u Osijeku **Diplomski rad**
Sveučilišni diplomski studij, smjer - Ekološka poljoprivreda

Koncentracija Nitratnog i Amonijačnog oblika dušika u podzemnim vodama

Josip Oblačić

Sažetak:
Procjenjuje se da je 1.7 milijardi svjetskog stanovništva već danas pogođeno nestašicom vode, a broj će biti sve veći ako se globalno ne prihvate načela održivog razvoja koja bi povezala upravljanje zalihama sa zaštitom kvalitete vode. Ulaskom Republike Hrvatske u EU, 1.7.2013. na snagu je stupila Nitratna direktiva koje bi se trebali pridržavati svi poljoprivredni proizvođači. Cilj ovoga rada je utvrditi ispiranje dušika s gnojidbenih parcela na dva lokaliteta ukopavanjem piezometara i na taj način utvrditi postoji li opasnost o onečišćenja podzemnih voda nitratnim i amonijskim dušikom. Koncentracija nitratnog dušika u podzemnoj vodi na oba lokaliteta, kretala se od 16 mg NO_3^- dm^{-3} do 30 mg NO_3^- dm^{-3}, što je prema postojećem Pravilniku relativno niska vrijednost, usprkos povećanom intenzitetu oborina i visokoj razini podzemne vode. Provođenje akcijskih programa i monitoringa vrlo su važne mjere radi smanjenja zagađenja akvatičnih ekosustava kao i ostalih ekosustava koji bitno utječu na okoliš.

Rad je izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Mentor: doc.dr.sc. Boris Đurđević

Broj stranica: 38
Broj grafikona: 5
Broj slika: 4
Broj tablica: 5
Broj literaturnih navoda: 32
Broj priloga:-
Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: podzemna voda, nitrati, dušik, onečišćenje tla

Datum obrane:
Stručno povjerenstvo za obranu:
1. izv.prof.dr.sc. Irena Jug, predsjednik
2. doc.dr.sc. Boris Đurđević, mentor
3. prof.dr.sc. Danijel Jug, član
Rad je pohranjen u: Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilištu u Osijeku, Kralja petra Svačića 1d.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agriculture **Graduate thesis.**
University Graduet Studies, course – Ecological Agriculture

Concentration of Ammonium and Nitrate form of Nitrogen in underground water

Abstract:
It is estimated that 1.7 bilion of the world population even today is affected by water shortage, and the number would be much larger if the principles of sustainable development are not globaly embraced to link inventory management with the protection of water quality. By Croatian accession to the EU, 07/01/2013. Nitrates Directive came into force, which should be respected by all farmers. The aim of this study was to determine the leaching of nitrogen from fertilizer plots at two sites by digging piezometers and thus determine whether there is a risk of groundwater contamination with nitrates and ammonia nitrogen. The contetration of nitrate nitrogen in groundwater at both sites, ranged from 16 mg. NO_3 dm^{-3} to 30 mg NO_3^- dm^{-3}, which is under the existing Regulations relatively low value, despite the increase in the intensity of rainfall and high level of groundwater. The implementation of action programs and monitoring are very important measures to reduce pollution in aquatic ecosystems and other ecosystems that significantly affect the environment.

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek
Mentor: doc.dr.sc. Boris Đurđević

Number of pages: 38
Number of figures: 4
Number of tables: 5
Number of references: 32
Number of appendices:-

Original in: Croatian

Keywords: groundwater, nitrates, nitrogen, degradation of soil

Thesis defended on date:

Reviewers:
1. izv.prof.dr.sc. Irena Jug, predsjednik
2. doc.dr.sc. Boris Đurđević, mentor
3. prof.dr.sc. Danijel Jug, član

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek,, Kralja Petra Svačića 1d.