



**Agronomski
fakultet
Sveučilišta u
Zagrebu**

**POLJOPRIVREDNA
PROIZVODNJA NA
VODOZAŠTITNIM
PODRUČJIMA
ZAGREBAČKE ŽUPANIJE I
GRADA ZAGREBA**



Zagreb, ožujak 2003.



**Agronomski
fakultet
Sveučilišta u
Zagrebu**

**POLJOPRIVREDNA
PROIZVODNJA NA
VODOZAŠTITNIM
PODRUČJIMA
ZAGREBAČKE ŽUPANIJE I
GRADA ZAGREBA**

Zagreb, ožujak 2003.

Naručitelj istraživanja:

ZAGREBAČKA ŽUPANIJA, ZAGREB
GRAD ZAGREB

Izvršitelj:

AGRONOMSKI FAKULTET
SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

Naslov:

**Poljoprivredna proizvodnja na
vodozaštitnim područjima
Zagrebačke županije i Grada Zagreba**

Koordinator:

Mr.sc. Josip Kraljičković

Voditelj projekta:

Doc.dr.sc. Davor Romić

Prof.dr.sc. Jasmina Havranek
Dekan Agronomskog fakulteta:

Zagreb, ožujak 2003.

**U izradi studije sudjelovali su
sljedeći autori:**

Agronomski fakultet:

Zavod za melioracije:

Doc.dr.sc. Davor Romić
Mr.sc. Ivo Stričević
Dr.sc. Marija Romić
Prof.dr.sc. Dragutin Petošić
Gabrijel Ondrašek, dipl.ing.
Mr.sc. Dragutin Dolanjski

Zavod za pedologiju:

Doc.dr.sc. Stjepan Husnjak

Zavod za upravu
poljoprivrednog gospodarstva:

Dr.sc. Josip Juračak

Zavod za opću proizvodnju bilja:

Prof.dr.sc. Ferdo Bašić
Doc.dr.sc. Ivica Kisić
Prof.dr.sc. Milan Mesić

Zavod za povrćarstvo

Prof.dr.sc. Josip Borošić

Vanjski suradnici:

Institut za geološka
istraživanja, Zagreb

Dr.sc. Željka Brkić

Rudarsko geološko-naftni fakultet
Sveučilišta u Zagrebu

Prof.dr.sc. Goran Durn

PROSLOV

Poljoprivreda kao jedna od najvažnijih gospodarskih grana Županije zagrebačke aktivno je povezana s atraktivnim potrošačkim centrom Gradom Zagrebom. Najkvalitetnije poljoprivredne površine i Županije i Grada nalaze se unutar plodne holocenske terase rijeke Save. Ispod tih tala, kao jednog od najvećih bogatstava, nalazi se drugo - vode koje ne poznaju administrativne granice. Upravo tlo koje se nalazi iznad rezervi vode štiti ih od onečišćenja. Teško je i nabrojati sve one izvora koji doprinose onečišćenju i tla i voda. I sama poljoprivredna proizvodnja koja se provodi na tim površinama može doprinijeti onečišćenju i tla i vode. Samo pravilno gospodarenje tlom i njegova zaštita od oštećenja rizičnim postupcima na vodozaštitnim područjima može osigurati i kakvoću pitke vode. To je složena problematika u kojoj učešće imaju svi oni koji na bilo koji način gospodare prostorom unutar vodozaštitnih područja. Da bi se utvrdilo stanje i procijenili mogući utjecaji poljoprivrede, samo jednog, ali s ekološkog stajališta gotovo najčešće prozivanog aspekta gospodarenja na kakvoću podzemne vode u vodozaštitnim područjima u Zagrebačkoj županiji u Gradu Zagrebu, na inicijativu Upravnog odjela za poljoprivredu i šumarstvo Zagrebačke županije i pročelnika mr.sc. Josipa Kraljičkovića pokrenuta su interdisciplinarna istraživanja. Projekt pod nazivom "Poljoprivredna proizvodnja na vodozaštitnim područjima Zagrebačke županije" je ugovoren je između Zagrebačke županije (Klasa: 402-01/01-05/43, broj: 380-71-01-01-1, od 14.12.2001) i Agronomskog fakulteta (Klasa: 022-03/01-01/16, broj: 238/1-02-01-25/ od 13. 12. 2001.). Budući da se vodom iz crpilišta na istraživanim vodozaštitnim područjima opskrbljuju i stanovnici Zagrebačke županije i Grada Zagreba, zato se u realizaciju projekta uključio i Grad Zagreb (odluka Gradskog poglavarstva Grada Zagreba od 28.1.2003.). Time je promijenjen i naziv projekta u "Poljoprivredna proizvodnja na vodozaštitnim područjima Zagrebačke županije i Grada Zagreba".

Autori ove studije žele se zahvaliti Županu Županije zagrebačke gospodinu mr. sc. Stjepanu Kožiću i posebno Pročelniku Upravnog odjela za poljoprivredu i šumarstvo i ruralni razvitak mr.sc. Josipu Kraljičkoviću. Zahvalnost dugujemo i članovima poglavarstva Županije zagrebačke koji su podržali izradu ovog projekta.

Zahvaljujemo se Gradonačelnici Vesni Pavić dipl.iur., članu poglavarstva prof. dr. sc. Frani Tomiću, te posebno Pročelniku Gradskog ureda za poljoprivredu i šumarstvo gospodinu Josipu Janešu dr.vet.med., kao i svim članovima poglavarstva koji su podržali projekt.

Svoju zahvalnost iskazujemo Vodoopskrbi i odvodnji d.o.o koja nam je dostavila tražene materijale. Gospodinu Mladenu Klemaru, dipl.ing. i Zrinki Bedeković, dipl.ing. posebno se zahvaljujemo na iznimno korisnim informacijama.

Zahvaljujemo i svima koji su nam stavili na raspolaganje rezultate vlastitih istraživanja koja su provodili na vodozaštitnim područjima zagrebačkog područja.

Autori

SADRŽAJ

1. UVOD I CILJEVI ISTRAŽIVANJA	3
2. MATERIJAL I METODE RADA	5
2.1. Opis istraživanog područja	5
2.2. Terenska hidropedološka istraživanja	5
2.3. Laboratorijska istraživanja	6
2.4. Anketiranje poljoprivrednih gospodarstava	7
2.5. Obrada pedoloških podataka i grafički prikaz	8
3. VODOZAŠTITNA PODRUČJA U ZAKONSKOJ REGULATIVI	9
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA	11
4.1. Ekološka valorizacija vodozaštitnih područja	11
4.2. Utjecaj poljoprivrede i drugih načina korištenja zemljišta na prodor onečišćenja do vodonosnog horizonta na vodozaštitnim područjima	76
4.3. Upoznatost poljoprivrednika sa specifičnostima prostora i odnos prema zaštiti okoliša	80
4.4. Postojeće stanje poljoprivredne proizvodnje	86
4.5. Ekonomski pokazatelji postojeće proizvodnje	128
5. PRIJEDLOG POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE NA VODOZAŠTITNIM PODRUČJIMA	137
5.1. Stanje pedoloških uvjeta za biljnu proizvodnju	137
5.2. Stanje u biljnoj proizvodnji na vodozaštitnim područjima	137
5.3. Smjernice za promjenu stanja u biljnoj proizvodnji	138
5.4. Mjere za ostvarenje smjernica u biljnoj proizvodnji	140
6. LITERATURA	143
7. ALTERNATIVNA POLJOPRIVREDA NA VODOZAŠTITNIM PODRUČJIMA	145
7.1. CILJ STUDIJSKOG RADA	145
7.2. METODE STUDIJSKOG RADA	146
7.3. REZULTATI RADA	167
7.4. ZAKLJUČCI I PREPORUKE	203
7.5. LITERATURA	207

1. UVOD I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Voda i tlo najveće su prirodno bogatstvo Hrvatske. Širenjem izvora onečišćenja okoliša ta su dva prirodna resursa postala i najugroženija. Nažalost, broj štetnih tvari mnogostruko je veći od broja samih izvora onečišćenja koji ih otpuštaju u okoliš. Zbog toga su naročito osjetljive urbane i industrijalizirane sredine. Brojni primjeri u svijetu pokazuju da u takvim područjima dolazi do dramatičnog onečišćenja tla ali i akvatičnih ekosustava, odnosno izvorišta pitke vode. Premda u Hrvatskoj problemi onečišćenja izvorišta pitke vode nisu tako alarmantni, ne smije se ipak zaboraviti da je, na primjeru Zagreba, iz javne vodoopskrbe zbog onečišćenja podzemne vode, isključen dio gradskih crpilišta na lijevoj obali Save.

Žitelji Grada Zagreba i dijela Zagrebačke županije u najvećoj se mjeri opskrbljuju vodom za piće iz vodonosnika građenog od kvartarnih naslaga. Kvartarne fluvijalne naslage sastavljene su od sedimenata različite granulacije, a pjezometarskim praćenjima utvrđeno je da se podzemne vode za niskog vodostaja nalaze na dubini od 4 do 12 m, a za visokog vodostaja 3 do 10 m. Rijeka Sava usjekla je svoje korito u šljunkoviti vodonosnik, pa je rijeka u neposrednoj hidrauličkoj vezi s podzemnim vodama. Iznad šljunkovitog vodonosnika nalaze se polupropusne naslage različitog teksturnog sastava. Debljina ovog pokrova varira od 0 do 4 odnosno 6 m. S udaljavanjem od Save debljina pokrova raste. Zbog raznovrsnih prirodnih uvjeta iznad vodonosnika su se razvila različita tla, od nerazvijenih do hidromorfni. Dakako, njihova uloga i sposobnost zaštite podzemnih voda je različita, pa se sama zaštita podzemne vode ne može odvojiti i od zaštite tla.

Na prostoru Grada Zagreba postoje značajni resursi tala na kojima se mogu organizirati različiti tipovi poljoprivredne proizvodnje. Velik dio tih površina nalazi se upravo nad vodonosnikom iz kojeg se pučanstvo opskrbljuje vodom za piće. Intenzitet njihova korištenja je različit: od sitnih tradicionalnih obiteljskih gospodarstava, vikend - poljoprivrednika do poduzetnika, a u posljednje vrijeme i onih koji proizvode na načelima ekološke poljoprivrede. Glavninu površina obrađuju ipak obiteljska gospodarstva koja i prema strateškim dokumentima Ministarstva poljoprivrede i šumarstva RH predstavljaju temelj razvoja poljoprivrede u Hrvatskoj.

Intenzivna poljoprivredna proizvodnja imenuje se potencijalnim izvorom onečišćenja tala i podzemne vode. Najčešći oblici onečišćenja odnose se na ispiranje nitrata i ostataka pesticida. U novijem procesu edukacije i osposobljavanja gospodarstvenika za profitabilnu poljoprivrednu proizvodnju na načelima održive poljoprivrede u središtu pozornosti je zaštita okoliša, posebice tla i podzemne vode. Od stručnjaka i mjerodavnih institucija očekuje se i odgovor

na veoma zahtjevna pitanja o gospodarenju poljoprivrednim tlima koja mogu izravno ugrožavati kakvoću podzemne vode: *koji je raspon mogućnosti za postizanje ekološke održivosti sustava, te koji su parametri kontrole unosa i otpuštanja štetnih tvari iz tla da ne dođe do onečišćenja podzemne vode iznad prihvatljivih granica?*

Odgovor na ovo vrlo zahtjevno i složenom pitanje može se dati uzimajući u obzir veliki broj čimbenika, prije svega agroekoloških.

Ne treba međutim, na ovom prostoru zanemariti ni druge izvore onečišćenja podzemne vode. Veliku prijetnju predstavlja i nekontrolirano odlaganje otpada iz domaćinstva, što su potvrdila i naša prijašnja istraživanja na lokaciji budućeg vodocrpilišta Kosnica. Nadalje, unutar vodozaštitnih zona, pa i šire, nalazi se veliki broj "divljih" deponija nastalih na prostorima eksploatacije šljunka. Infrastrukturni i industrijski objekti obilazna cesta, ranžirni kolodvor, zračna luka, odlagalište otpada i dr., također su velika prijetnja podzemnim vodama.

Na području Grada Zagreba i Zagrebačke županije danas se koristi voda iz ukupno 13 vodocrpilišta različitog kapaciteta. Odluke o vodozaštitnim zonama donesene su samo za neke od njih, a neke su u fazi prijedloga. Vodozaštitne zone zauzimaju veliki prostor na kojemu je organizirana poljoprivredna proizvodnja. Svakako, da su otvorena pitanja kako je poljoprivredna proizvodnja organizirana, koji su inputi, kakva je njena učinkovitost, te da li postoji alternativa takvoj proizvodnji.

Zagrebačka županija na svojim površinama krenula je u realizaciju projekta. Budući pučanstvo Grada Zagreba koristi vodu za piće dijelom iz vodocrpilišta sa područja Zagrebačke županije, a neka vodozaštitna područja administrativno se nalaze u Županiji i u Gradu cijeli projekt radit će se i za Grad Zagreb i Zagrebačku županiju.

Na temelju navedenih polazišta postavljeni su sljedeći ciljevi ovog projekta:

1. na području Zagrebačke županije i Grada Zagreba u dolini Save utvrditi postojeća vodozaštitna područja,
2. unutar vodozaštitnih područja utvrditi postojeću poljoprivrednu proizvodnju,
3. na temelju analize hidrogeoloških i pedoloških obilježja, te analize kakvoće tala i podzemne vode, ekološki valorizirati pojedina vodozaštitna područja,
4. utvrditi ekonomsku učinkovitost postojeće poljoprivredne proizvodnje,
5. utvrditi stanje biljne proizvodnje i na temelju toga dati smjernice za promjenu stanja i predložiti mjere za ostvarenje tih smjernica,
6. ukoliko se na temelju postojećeg stanja utvrdi da je to potrebno, preporučiti alternativne oblike poljoprivredne proizvodnje.

2. MATERIJAL I METODE RADA

2.1. Opis istraživanih područja

Istraživanje je provedeno na 8 vodozaštitnih zona na području koja po aktualnoj administrativno – teritorijalnoj podjeli u Republici Hrvatskoj pripadaju Gradu Zagrebu i Zagrebačkoj županiji, a na kojima se provodi poljoprivredna proizvodnja. Za sljedeća vodozaštitna područja donesene su odluke i na kojima se crpi voda za vodoopskrbu: **Mala Mlaka** (Službeni glasnik, br. 18/77 od 20.7.1977), **Stara Loza** (Službeni glasnik, br. 5/78 od 28.2.1978), **Bregana** (Službeni glasnik, br. 19/85 od 28.6.1985.) i **Velika Gorica** (Službeni glasnik Grada Velike Gorice, Godina IV. Broj 6/98 od 1.8.1998.). Za vodozaštitna područja **Strmca** i **Petruševca** na kojima se crpi voda za vodoopskrbu još nisu donesene odluke, dok je **Črnkovec** područje budućeg vodocrpilišta. Istraživanjem je obuhvaćeno ukupno 7210.3 ha.

2.2. Terenska hidropedološka istraživanja

Terenska hidropedološka istraživanja planirana su i provedena na temelju količine raspoloživih informacija iz postojeće pedološke dokumentacije. Nakon analize postojeće dokumentacije, što je učinjeno posebno za svako vodozaštitno područje, terenska istraživanja su provedena u dvije faze. U prvoj fazi izvršeno je rekognosciranje terena i izdvajanje istih fiziografskih cjelina zemljišnog prostora. U drugoj fazi izvršena je analiza strukture tla unutar fiziografskih cjelina sondažnim bušotinama, te otvaranjem pedoloških profila. Osnovni kriterij za definiranje broja novootvorenih pedoloških profila nije bio veličina prostora, nego broj i iscrpnost dostupnih informacija. Iz otvorenih pedoloških profila jednokratno su uzeti uzorci tla iz genetskih horizonata u neporušenom i porušenom stanju za laboratorijske analize.

Tako je ukupno analizirano 28 pedoloških profila, te otvoreno i analizirano novih 12 profila u kojima su iz genetskih horizonata uzeti uzorci za laboratorijske analize, učinjeno oko 100 sondažnih bušotina do dubine šljunka i uzeta 74 uzorka

iz površinskog sloja tla (0-20 cm) za analizu kemijskih svojstava i sadržaja teških metala.

2.3. Laboratorijska istraživanja

Uzorci tla uzeti iz genetskih horizonata u neporušenom stanju za određivanje hidropedoloških svojstava profila odmah su po dopremi u laboratorij saturirani i obrađeni. Prema standardnim analitičkim metodama određena je retencija vlage pri tlaku od 0.33, 6.25 i 15 bara (pF vrijednost), ukupni volumen pora, retencijski kapacitet za vodu i kapacitet za zrak, te volumna i stvarna gustoća. U cilindrima od 100 cm³ određena je i laboratorijska vertikalna vodopropusnost tla. Stabilnost strukturnih mikro- i makroagregata određena je u vodi, a granulometrijski sastav pipet-metodom dezagregacijom u Na-pirofosfatu.

Porušeni uzorci su homogenizirani, zrakосуhi usitnjeni i prosijani kroz sito otvora 2 mm i pospremljeni u plastične vrećice do obrade, a prema postupcima ISO 11464 (ISO, 1994). U svim uzorcima određen je pH, potencijometrijski u 1:2.5 suspenziji tla i H₂O odnosno 1M KCl, sadržaj humusa modificiranim Walkley-Black postupkom, sadržaj ukupnih karbonata za uzorke tla pH > 7.0 volumetrijski, pristupačni K₂O i P₂O₅ ekstrakcijom amonij-laktatnom metodom. Granulometrijski sastav, frakcija <2, 2 - 20, 20 - 50, 50 - 200 i 200 - 2000 µm, određen je u svim površinskim uzorcima i u genetskim horizontima profila, pipet-metodom dezagregacijom u Na-pirofosfatu. U frakciji < 500 µm utvrđene su ukupne koncentracije kadmija, kroma, bakra, željeza, mangana, nikla, olova i cinka plamenom AAS nakon izluživanja u zlatotopci (ISO 11466) mikrovalnom tehnikom. Živa je određivana metodom bezplamene atomske apsorpcijske spektrometrije (CVAAS, Pye Unicam, SP9) na Rudarsko-naftno-geološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Sadržaj vlage određen je sušenjem probnih uzoraka na 105°C do stalne težine, a podatak je korišten za preračunavanje analitičkih rezultata na bazi potpuno suhog tla. Metoda izluživanja metala u zlatotopci odabrana je u skladu s odredbama *Pravilnika o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja štetnim tvarima u Republici Hrvatskoj* (Narodne Novine broj 15, 1992), gdje se granične vrijednosti temelje na sadržaju metala utvrđenom tim postupkom, a čime je omogućena usporedba rezultata i ocjena stupnja ugroženosti.

Sadržaj elemenata u otopinama određen je plamenom atomskom apsorpcijskom spektrometrijom u smjesi acetilena i zraka na instrumentu AAS Perkin Elmer 3110. Za postupak izluživanja mikrovalnom tehnikom korišten je aparat Perkin Elmer Multiwave 6MF100 (1000 W) sa zatvorenim TFM posudama i automatskom regulacijom tlaka i temperature.

Sve korištene kemikalije deklarirane su kao *pro analysi*, a sve otopine priređene redestiliranom vodom i pospremljene u polietilenske boce visoke gustoće. Radne

otopine standarda mjerenih elemenata pripremljene su iz originalnih certificiranih stock otopina (MERCK) koncentracije 1000 mg l⁻¹ u 1% v/v HNO₃.

U uzorcima tla koji su uzeti iz profila u neporušenom stanju utvrđeni su sljedeći parametri: ukupni volumen pora, retencijski kapacitet za vodu i kapacitet za zrak, te volumna i stvarna gustoća tla.

Analize tla učinjene su u laboratoriju Zavoda za melioracije Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Kontrola kvalitete analitičkih podataka provodila se analizom proba reagensa, duplikatima analiza uzoraka i analizom referentnih uzoraka tla i sedimenata sličnog matriksa iz programa međunarodnog programa interlaboratorijske kalibracije u koji je laboratorij uključen (Houba i sur., 1996).

2.4. Anketiranje poljoprivrednih gospodarstava

Za utvrđivanje postojećeg stanja poljoprivredne proizvodnje na vodozaštitnim područjima rabljeni su sekundarni i primarni izvori podataka. Kao sekundarni izvori podataka korišteni su dostupni statistički podaci iz prijašnjih istraživanja, posebice iz studije "Društveno-gospodarske pretpostavke i projekcija razvitka poljoprivrede Grada Zagreba i Zagrebačke županije" (Agronomski fakultet, 1997). Uz to rabljeni su i podaci iz Popisa stanovništva 2001. godine, "Statistička izvješća" Državnog zavoda za statistiku Republike Hrvatske, kao i interni materijali Agronomskog fakulteta.

Znatan dio podataka prikupljen je anketnim istraživanjem na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima. Anketa je provedena u svrhu prikupljanja preciznijih podataka o resursima i strukturi proizvodnje gospodarstava, primijenjenoj agrotehnici i uporabi inputa, kao i radi prikupljanja stavova gospodara o ekološkoj problematici na vodozaštitnim područjima. Za istraživanje je kreirana upitnica, a anketa je provedena izravnim ispitivanjem na gospodarstvu.

Uzorak gospodarstava za anketiranje strukturiran je po vodozaštitnim područjima. Kvote su određene temeljem udjela broja gospodarstava iz određenog područja u ukupnom broju gospodarstava sa svih područja. Prema dostupnim podacima, u naseljima koja se nalaze u vodozaštitnim područjima ili na granicama ovih područja ima ukupno 1.945. poljoprivrednih gospodarstava. Najveći broj ih je na području vodocrpilišta Velika Gorica (46%), a najmanje ih je na području vodocrpilišta Bregana.

Ukupno su anketirana 42 gospodarstva (2% od ukupnog broja), a uzorak je strukturiran kako je dano u slijedećoj tablici. Zbog nepostojanja zasebnih podataka za naselja Petruševac i Stara Loza i Prečko, za ova vodocrpilišta uzet je minimum od 2-3 gospodarstva u uzorak.

Tablica 1. Broj naselja i poljoprivrednih gospodarstava na području vodozaštitnih zona

Vodozaštitna zona	Broj naselja	Poljoprivredna gospodarstva		Broj gospodarstava u uzorku
		Broj	Udjel %	
Petruševac*	1	0	0.0	3
Bregana	1	134	6.89	3
Strmec	4	209	10.75	4
Stara Loza i Prečko*	2	0	0.0	2
Mala Mlaka	5	291	14.96	6
Velika Gorica	5	891	45.81	18
Črnkovec	5	420	21.59	9
Ukupno	23	1945	100	45

* Nije pronađen podatak

Izvor: Društveno-gospodarske pretpostavke i projekcija razvitka poljoprivrede Grada Zagreba i Zagrebačke županije, Prilozi studiji, Agronomski fakultet, 1997.

Izbor gospodarstava bio je kombiniran, s pretežitom namjernim izborom. Namjerni izbor primijenjen je radi izbjegavanja problema odaziva, kao i radi osiguranja zastupljenosti pojedinih proizvodnji u uzorku.

Za dobivanje informacija o ekonomskim obilježjima poljoprivredne proizvodnje na promatranom području rabljene su metode kalkulacija. Temeljem podataka iz ankete i iz prijašnjih istraživanja izrađeni su jednostavni modeli gospodarstava i procijenjeni temeljni ekonomski pokazatelji veličine i uspješnosti poslovanja.

2.5. Obrada pedoloških podataka i grafički prikaz

Pedokartografska obrada podataka izvršena je u GIS tehnologiji korištenjem Auto Cad, Arc Info, Arc View i Access programskih paketa. Za jedinstveni koordinatni sustav odabrana je Gauss-Krúgerova projekcija u V zoni.

Granice obuhvata pojedinih vodocrpilišta, kao i zona (prva, druga ili treća) utjecaja, dobivene su od naručitelja u digitalnom obliku kao Auto Cad dwg file, geokodiran u V zoni. Topografske karte mjerila 1:25000, nabavljene su od državne geodetske uprave. Karte su zatim skenirane i geokodirane u V zoni. Na navedene topografske karte nanosene su granice područja istraživanja. Na temelju takvih podloga izvršena su zatim terenska pedološka istraživanja sukladno kriterijima i normativima izrade pedoloških karata mjerila 1:25000. Daljnja obrada terenskih kao i postojećih kartografskih podataka izvršena je dakle u GIS-u korištenjem navedenih programskih paketa.

Pedološke karte u digitalnom obliku izrađene su posebno za svako vodocrpilište. Pored toga izrađena je i zajednička pedološka karta za sva vodocrpilišta. Sastavni dio pedološke karte su i pripadajuće baze podataka vezane za pedološke profile i sondažne bušotine. Projekt digitalne pedološke karte vodocrpilišta izrađen je na način da se može koristiti pomoću Arc Explorera, Arc Infa ili Arc View programskih paketa.

3. VODOZAŠTITNA PODRUČJA U ZAKONSKOJ REGULATIVI

Temeljni cilj civiliziranog društvenog uređenja jest briga o prirodnim bogatstvima. U Republici Hrvatskoj donešeni su brojni zakoni kojima se regulira stanje u okolišu. Prema *Zakonu o zaštiti okoliša* (Narodne novine broj BROJ 82, 1994) osnovni ciljevi su trajno očuvanje izvornosti biološke raznolikosti prirodnih zajednica i očuvanje ekološke stabilnosti, zatim očuvanje kakvoće žive i nežive prirode i racionalno iskorištavanje prirodnih dobara, očuvanje i obnavljanje kulturnih i estetskih vrijednosti krajolika, te unapređenje stanja okoliša i osiguranje boljih uvjeta života. Jedan od iznimno značajnih dijelova okoliša je voda. Pitanje voda regulirano je *Zakonom o vodama* (Narodne novine broj 107, 1995). Zaštita vode od onečišćenja najvažniji je čimbenik u integralnom upravljanju vodama, koji treba zadovoljiti potrebe sadašnjih generacija i ne ugroziti pravo i mogućnosti budućih generacija da to ostvare za sebe. Pitanju vodozaštitnih područja (zona sanitarne zaštite izvorišta) regulirano je a na temelju članka 43 Zakona o vodama, *Pravilnikom o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta* (Narodne novine broj 55, 2002). Ovim pravilnikom se propisuju uvjeti i načini utvrđivanja područja sanitarne zaštite izvorišta koji se koriste ili su rezervirani za javnu vodoopskrbu, mjere za zaštitu izvorišta od zagađenja i drugo. Ovisno o ležištu voda i litološkoj građi vodonosnika zone sanitarne zaštite određuju se posebno za podzemne vodonosnike te površinska izvorišta.

Na području koje obrađuje ova studija zone sanitarne zaštite definiraju se za podzemne vodonosnike s međuzrnskom poroznosti. Zaštita vodonosnika provodi se kroz tri zone: I zona strogog režima zaštite, II zona strogog ograničenja, III zona ograničenja i kontrole. I zona strogog režima zaštite utvrđuje se radi zaštite uređaja za zahvat vode i njihove neposredne okolice od bilo kakvog onečišćenja i zagađenja voda, te drugih slučajnih ili namjernih negativnih utjecaja. Granica I zone mora biti ograđena i zabranjuju se sve aktivnosti osim onih koje su vezane za eksploataciju, pročišćavanje i transport vode u vodoopskrbni sustav. II zona utvrđuje se radi smanjenja rizika od onečišćenja podzemnih voda patogenim mikroorganizmima i drugih štetnih utjecaja koji se mogu pojaviti tijekom zadržavanja vode u podzemlju. U drugoj zoni, zabranjuju se različite aktivnosti, a kada je poljoprivreda u pitanju ona se zabranjuje, osim proizvodnje **zdravstveno ispravne hrane**. Također zabranjuje se i stočarska proizvodnja, osim za potrebe **seljačkog gospodarstva**, odnosno **obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva**. Termin zdravstveno ispravna hrana preuzet je iz Zakona o poljoprivredi (NARODNE NOVINE BROJ 66, 2001), odnosno članka 31 navedenog zakona. Članak 31 glasi: "Zaštita poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja obuhvaća registriranje, sprečavanje i saniranje oštećenja poljoprivrednih tala nastalih onečišćenjem, radi omogućavanja proizvodnje

zdravstveno ispravne hrane i zaštite okoliša". Hrani teško da bi se mogao i trebao naći i drugi atribut osim zdravstveno ispravne. Članak 31. Zakona o poljoprivredi na kojeg se poziva Pravilnik a ni sam Pravilnik zasigurno nije definirao što se može proizvoditi i kako gospodariti tim područjem. Nadalje, Pravilnik zabranjuje stočarsku proizvodnju osim za potrebe obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva. Obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo jest samostalna gospodarska i socijalna jedinica što znači da proizvodi i za vlastite potrebe i za tržište ukoliko se nalazi u "Upisniku poljoprivrednih gospodarstava". Pretpostavljamo da se je namjera bila ograničiti stočarsku proizvodnju samo na potrebe kućanstva. Smatramo da Pravilnik nije dovoljno precizno definirao oblike poljoprivredne proizvodnje i načine gospodarenja poljoprivrednim proizvodnim prostorom na vodozaštitnim područjima.

Ovom studijom obuhvaćena su važnija vodozaštitna područja Zagrebačke županije i Grada Zagreba na kojima se provodi poljoprivredna proizvodnja. Tako je istraživanje provedeno na sljedećim vodozaštitnim područjima:

- Vodozaštitno područje crpilišta "Bregana" koje se koristi za vodoopskrbu Grada Samobora.
- Vodozaštitno područje crpilišta "Strmec" koje se koristi za vodoopskrbu zapadnog dijela Grada Zagreba i općine Sveta Nedjelja i Grad Samobor.
- Vodozaštitna područja crpilišta "Stara loza" i "Prečko" koja se koriste za vodoopskrbu zapadnog dijela Grada Zagreba.
- Vodozaštitno područje crpilišta "Mala Mlaka" čiji kapaciteti se koriste za potrebe vodoopskrbe južnih i središnjih dijelova Grada Zagreba.
- Vodozaštitno područje crpilišta Velika Gorica koje se koristi za potrebe vodoopskrbnog sustava "Velika Gorica", te za središnje dijelove vodoopskrbnog sustava Grada Zagreba.
- Vodozaštitno područje crpilišta "Petruševac" koji se koristi za podmirenje potreba središnjih i istočnih dijelova Grada Zagreba i za potrebe istočnih dijelova Zagrebačke županije.
- Planirano vodozaštitno područje budućeg crpilišta "Črnkovec" koje se izdvaja kao najznačajnije crpilište za daljni razvitak vodoopskrbe za područje Grada Zagreba i Zagrebačke županije.

Samo dio navedenih vodozaštitnih područja ima "Odluke o vodozaštitnim zonama" odnosno "Zonama sanitarne zaštite". Radi osiguravanja i zaštite od zagađenja vode za piće 1977. donešena je "Odluka o vodozaštitnom području **Mala Mlaka** (Službeni glasnik, br. 18/77 od 20.7.1977., Godinu dana kasnije donešena je "Odluka o vodozaštitnom području), **Stara Loza** (Službeni glasnik, br. 5/78 od 28.2.1978). "Odluka o vodozaštitnom području **Bregana**" donešena je 1985 (Službeni glasnik, br. 19/85 od 28.6.1985.). Odluka o zonama sanitarne zaštite izvorišta vode za piće "**Velike Gorice**" stupila je na snagu objavom u Službenom glasniku Grada Velika Gorica, Godina IV. Broj 6/98 od 1.8.1998.). Za sva ostala vodocrpilišta postoje prijedlozi odluka vodozaštitnih područja (zona sanitarne zaštite) koje nisu usvojene.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

4.1. Ekološka valorizacija vodozaštitnih područja

Istraživanje je provedeno na 8 vodozaštitnih područja u Gradu Zagrebu i Zagrebačkoj županiji na kojima se provodi poljoprivredna proizvodnja, na ukupnoj površini od 7210,3 ha. Na 6477,6 ha izdvojeno je 11 kartografskih jedinica, dok 732,7 ha zauzimaju naselja, vodotoci, ranžirni kolodvor i odlagališta otpada. Izrađena je pedološka karta istraživanih područja u mjerilu 1:25000 i priložena ovoj studiji (ROMIĆ I SUR., 2002).

4.1.1. Vodozaštitno područje Bregana

Crpilište Bregana nalazi se na desnoj obali rijeke Save uz samu državnu granicu sa Slovenijom. Jugozapadna granica objekta je auto-cesta Zagreb-Ljubljana, a vodozaštitno područje presijeca potok Bregana. Potok je reguliran i šire područje je nasipom zaštićeno od visokih voda. Vodozaštitno područje je smješteno uz južni rub doline, a sastoji se od tri zdenca izvedenih u razdoblju od 1983. do 1985. godine. Pojedinačne izdašnosti zdenaca su 30 l/s. Koncem 80-ih i početkom 90-ih godina crpilište je bilo isključeno iz vodoopskrbe zbog onečišćenja podzemne vode organskim otapalima iz bivšeg remontnog zavoda. Danas se crpi oko 30 l/s podzemne vode. Vodozaštitno područje Bregana je površinom najmanje i zauzima 73 ha, od čega šume zauzimaju oko 7%, a nalaze se u rubnom području uz Savu. Na priljevnom području se poljoprivredne površine najvećim dijelom koriste za ratarsku, a manjim za povrćarsku proizvodnju, dio je pod livadama, a uočava se i tendencija zapuštanja površina koje su ranije bile korištene za poljoprivrednu proizvodnju. Proizvodne parcele su izrazito male i koriste se ekstenzivno.

4.1.1.1. Hidrogeološka obilježja

Zdencima na crpilištu Bregana zahvaćen je kvartarni aluvijalni vodonosnik debljine 10-15 metara. U litološkom sastavu vodonosnika dominira šljunak s pijeskom. Prema petrografskom sastavu valutica šljunka proizlazi da potječu sa Samoborskog gorja i iz Alpa. Prema podacima pokusnih crpljenja zdenaca hidraulička vodljivost vodonosnika iznosi 1200 do 3300 m/dan.

Iznad vodonosnika se nalaze prašinasto-glinoviti sloj debljine oko 1 m. Razine podzemne vode su ispod pokrovnog sloja pa je vodonosnik otvorenog tipa sa slobodnom razinom podzemne vode. Tok podzemne vode odvija se od sjeverozapada prema jugoistoku. Razine podzemne vode nalaze se na dubinama između 4 i 9 m od površine terena.

4.1.1.2. Pedološka obilježja

Na vodozaštitnom području Bregana zastupljene su tri kartografske jedinice, a njihova struktura i površine prikazane su u tablici 1.

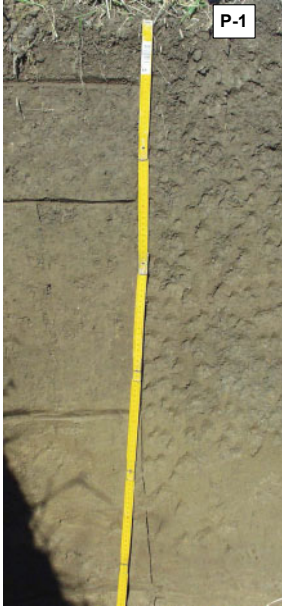
Tablica 1 Nazivi i površine kartiranih jedinica tla u vodozaštitnom području Bregana

Broj	Kartirane jedinice-Naziv i struktura	Površina (ha)
2	Aluvijalno karbonatno oglejeno, srednje duboko do vrlo duboko, ilovasto Humofluvisol plitko oglejeni, karbonatni, ilovasti	4,8
4	Aluvijalno-koluvijalno oglejeno, karbonatno, ilovasto, slabo skeletno Humofluvisol plitko oglejeni, karbonatni, ilovasti	25,0
6	Humofluvisol plitko oglejeni, karbonatni, ilovasti Aluvijalno karbonatno oglejeno, vrlo duboko, ilovasto Aluvijalno-koluvijalno oglejeno karbonatno, ilovasto, slabo skeletno	43,2

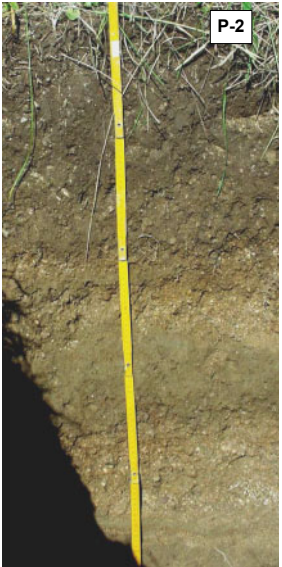
Sukladno veličini istraživane površine, otvorena su 2 pedološka profila, učinjeno 12 pedoloških bušotina do dubine oko 200 cm i uzet 1 uzorak iz površinskog sloja tla (0-20 cm).

Profil P-1 klasificiran je kao *humofluvisol plitko oglejeni, karbonatni, ilovasti*, a utvrđen je kao prevladavajući tip tla u kartiranoj jedinici 6, sa 70% zastupljenosti. Prirodni uvjeti postanka humofluvisola povezani su s fluvijalnim procesima. Profil je otvoren na livadi na udaljenosti oko 100 m od rijeke Save, u okruženju oranica s uzgojem ratarskih kultura, pretežno kukuruza, te nešto povrćarskih kultura. Stratigrafska građa profila s teksturnim oznakama prikazana je na slici 1. Gornji dio soluma do dubine oko 100 cm je praškasto-ilovaste teksture, ima terestrički način vlaženja, dok su na dubini >100 cm utvrđeni znakovi oglejavanja pod utjecajem podzemne vode. Na dubini >190 cm pojavljuju se šljunkoviti materijali velike hidrauličke provodljivosti. Fizikalna i kemijska svojstva po dubinama profila prikazana su u tablici 2. Stabilnost makroagregata u površinskom horizontu tla je mala, što je posljedica prevladavajućeg udjela praha (78%). Tlo je porozno, osrednjeg odnosno velikog kapaciteta za vodu do dubine 75 cm, ali umjereno malog do vrlo malog kapaciteta za zrak, te slabe propusnosti za vodu.

**Humofluvisol plitko oglejeni,
karbonatni, ilovasti**

	Ap 0-15 cm	Prl
	Ap/C 15-35 cm	Prl
	C 35-75 cm	Prl
	C(G_{so}) 75-110 cm	Prl
	CG_{so} 110-190 cm	IP

**Aluvijalno koluvijalno, oglejeno, ilovasto,
slabo skeletno**

	Ap 0-30 cm	PI/Prl
	I C 30-50 cm	IP
	II C 50-65cm	Prl
	III CGso 65-90 cm	P
	IV CGso 90-130 cm	PI
	V CG_{soil} 130-250 cm	Prl

Slika 1 Slika profila P-1 i P-2 i shematski prikaz stratigrafske građe u vodozaštitnom području Bregana

Tablica 2 Odabrana fizikalna i kemijska svojstva profila tla analiziranih na vodozaštitnom području Bregana

Vodozaštitno područje	Oznaka profila	Dubina	pH _{H2O}	pH _{KCl}	Humus	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mehanički sastav (θ u mm)					Tekstura	Stabilnost agregata
		cm			(%)	mg/100 g		2-0.2	0.2-0.05	0.05-0.02	0.02-0.002	< 0.002		
Bregana	P-1	0 - 15	7,88	7,23	6,76	2,14	11,80	1	11	29	49	10	PrI	malo stab.
		15 - 35	7,95	7,28				2	14	30	47	7	PrI	
		35 - 75	8,05	7,34				2	16	32	35	15	PrI	
		75 - 110	8,20	7,47				1	32	27	33	7	PrI	
		110 - 190	8,28	7,74				25	49	15	10	1	IP	
	P-2	0 - 30	8,07	7,43	4,74	10,90	18,40	29	20	20	28	3	PI/PrI	malo stab.
		30 - 50	8,44	7,90				51	20	13	15	1	IP	
		50 - 65	8,30	7,56				18	17	25	33	7	PrI	
		65 - 90	8,84	8,43				86	10	3	1	0	P	
		90 - 130	8,31	7,69				29	25	18	24	4	PI	
		130 - 250	8,21	7,38				2	8	23	45	22	PrI	

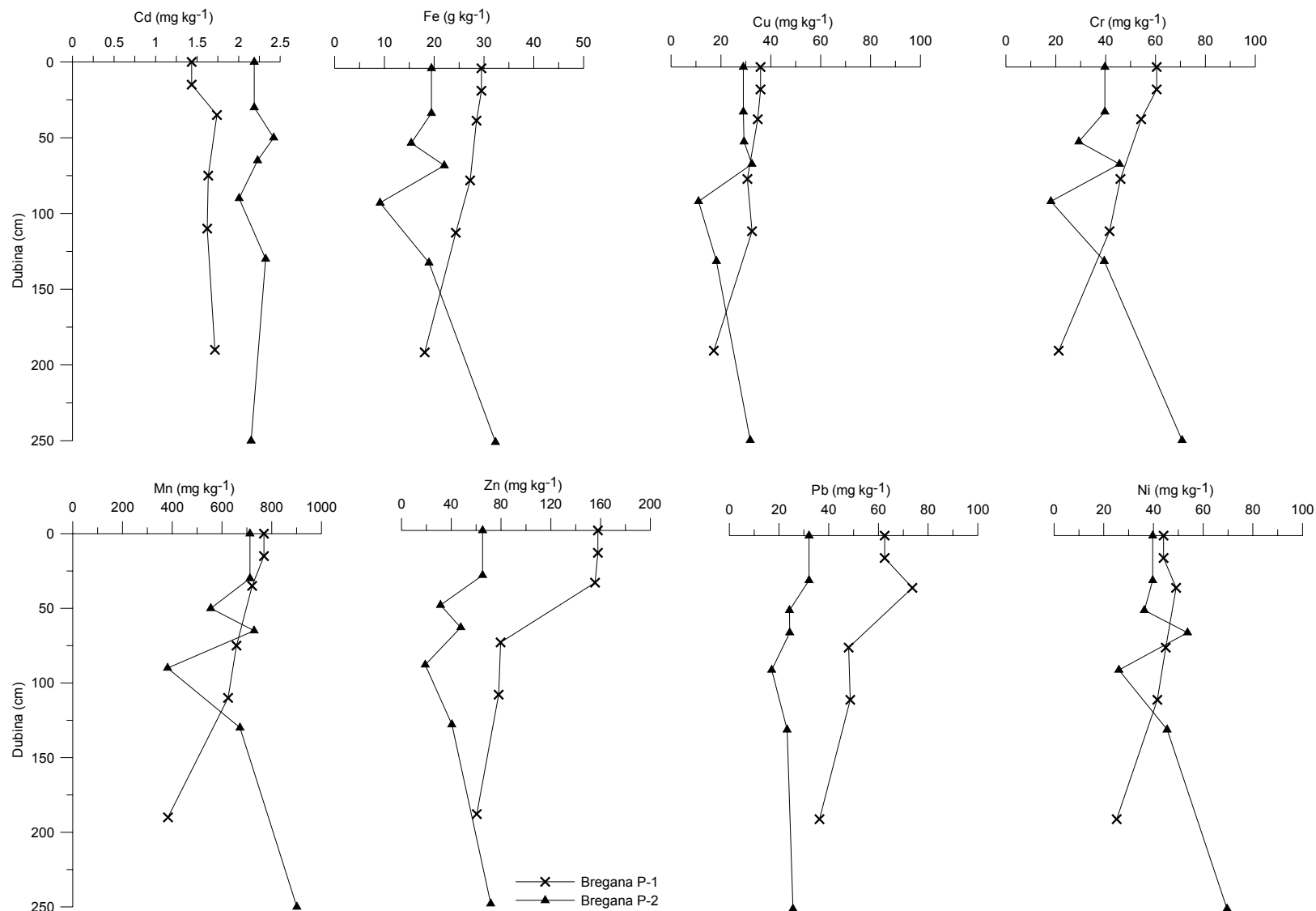
Vodozaštitno područje	Oznaka profila	Dubina	Porozitet	Apsolutni kapacitet (vol. %)		Specifična gustoća (g/dm ³)		Vodopropusnost K
		cm	%	za vodu	za zrak	volumna	stvarna	cm/s
Bregana	P-1	15 - 35	55	41,5	13,5	1,20	2,65	7,85x10 ⁻⁵
		35 - 75	52	49,5	3,0	1,28	2,72	6,12x10 ⁻⁵

Prema osnovnim kemijskim svojstvima tlo je slabo alkalno do alkalno, jako humozno, vrlo slabo opskrbljeno fiziološki aktivnim fosforom i umjereno opskrbljeno fiziološki aktivnim kalijem (tablica 2).

Profil P-2 klasificiran je kao *aluvijalno-koluvijalno oglejeno, karbonatno, ilovasto, slabo skeletno*, a utvrđen je kao prevladavajući tip tla u kartiranoj jedinici 4, sa 70% zastupljenosti. Profil je otvoren na oranici (kukuruz), na udaljenosti oko 150 m od auto-ceste i graničnog prijelaza sa Slovenijom. Položaj na reljefu i blizina Save imali su dominantnu ulogu u hidropedološkim značajkama kartirane jedinice i zastupljenih tipova tala. Profil P-2 pripada klasi nerazvijenih hidromorfnih tala, a nastalih taloženjem recentnih rječnih nanosa u kombinaciji s materijalima nastalim spiranjem s viših planinsko brdskih područja procesima erozije (površinskim vodama i bujičnim vodotocima). Stratigrafska građa odgovara tipičnom aluvijalno-koluvijalnom tlu i prikazana je na slici 1. Lokacija profila je na nešto povišenijem dijelu reljefa tako da su znakovi oglejavanja do oko 90 cm vrlo slabi ili su praktično izostali. Nešto izraženiji znakovi oglejavanja primjetni su na dubini >90 cm. Eksterna i interna dreniranost je jako dobra. Cijelom dubinom profila izmjenjuju se praškasto ilovasti, pjeskovito ilovasti i pjeskoviti materijali s različitim udjelom šljunka. Jasno se uočava malo učešće frakcije gline, prosječno 6%. Tlo je slabo do osrednje alkalno, dosta humusno u površinskom horizontu, umjereno opskrbljeno fiziološki aktivnim fosforom, a dobro fiziološki aktivnim kalijem.

4.1.1.2.1. Teški metali u tlu

Vertikalna raspodjela Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb i Zn u profilima tala na vodozaštitnom području Bregana grafički je prikazana na slici 2, dok su brožčani podaci prikazani u tablici 3B. Sadržaj žive utvrđen je samo u površinskom horizontu profila P-1 i iznosi 0.42 mg kg^{-1} . Najviša dopuštena koncentracija žive utvrđena *Pravilnikom o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja štetnim tvarima u Republici Hrvatskoj* (N.N., 1992) je vrlo visoko postavljena (1 odnosno 2 mg kg^{-1} tla) i sadržaj koji je utvrđen u površinskom sloju humofluvisola jest 2.5-5 puta manji od dopuštenog, ovisno o kriterijima za ocjenu. Međutim, treba naglasiti da je to ipak 7 puta više od ishodišne koncentracije u tlima sjeverozapadne Hrvatske koja iznosi 0.06 mg kg^{-1} (MIKO I SUR., 2001).



Slika 2 Distribucija metala po dubinama profila humofluvisola na vodozaštitnom području Bregana

Tablica 3A Koncentracije teških metala utvrđene u genetskim horizontima tala na vodozaštitnom području Bregana

Vodozaštitno područje	Oznaka profila	Tip tla	Dubina (cm)	Cd	Cr mg kg ⁻¹	Cu	Fe %	Hg	Mn	Ni mg kg ⁻¹	Pb	Zn
Bregana	P-1	Humofluvisol plitko oglejeni, karbonatni, ilovasti	0 - 15	1,44	60,5	35,9	2,95	0,42	769	44,1	62,5	157,9
			15 - 35	1,74	54,2	34,8	2,85		721	49,1	73,7	155,5
			35 - 75	1,63	45,9	30,6	2,72		659	44,9	48,0	79,6
			75 - 110	1,62	41,6	32,5	2,43		625	41,6	48,7	78,1
			110 - 190	1,71	21,2	17,1	1,81		383	25,2	36,3	60,5
	P-2	Aluvijalno-koluvijalno oglejeno, karbonatno, ilovasto, slabo skeletno	0 - 30	2,19	39,7	29,0	1,94		713	39,7	32,1	65,2
			30 - 50	2,42	29,3	29,3	1,54		555	36,3	24,2	31,3
			50 - 65	2,23	45,6	32,4	2,20		729	53,7	24,3	47,6
			65 - 90	2,01	18,1	11,0	0,91		381	26,1	17,1	19,1
			90 - 130	2,33	39,4	18,2	1,90		672	45,5	23,3	40,4
			130 - 250	2,15	70,7	31,7	3,23		901	69,6	25,6	71,7

Tablica 3B Odabrana kemijska svojstva i koncentracije teških metala u uzorku površinskog sloja tla (0-20 cm) na vodozaštitnom području Bregana

Vodozaštitno područje	pH _{H2O}	pH _{KCl}	Humus %	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O	Cd	Cr	Cu	Fe mg/kg	Mn	Ni	Pb	Zn
Bregana	8,03	7,36	4,77	10,95	13,5	1,43	66,4	36,8	30120	939	64,3	52,1	137

Premda sadržaj žive utvrđen u površinskom sloju jednog profila nije dovoljan za utvrđivanje stvarne opterećenosti tala živom, ipak bi možda bilo indikativno usporediti ga sa srednjom vrijednosti utvrđenom u tlima Zagreba od 0.12 mg kg^{-1} , odnosno sa sadržajem od 0.05 mg kg^{-1} u ruralnom i medvedničkom području (NAMJESNIK I SUR., 1992). U Ap horizontu poljoprivrednih tala u Kanadi medijana za živu iznosi 0.04 mg kg^{-1} , u rasponu od $0.005\text{--}0.13 \text{ mg kg}^{-1}$ (REIMANN I DE CARITAT, 1998). U urbanim tlima su sadržaji žive znatno viši: u Oslu prosječni sadržaj iznosi 0.13 mg kg^{-1} , medijana 0.06 mg kg^{-1} , a maksimalni sadržaj 2.30 mg kg^{-1} (TIJHUIS I SUR., 2002). Na velikom uzorku šireg područja Berlina ($n=2182$), BIRKE I RAUCH (2000) su utvrdili sadržaj žive od prosječno 0.42 mg kg^{-1} , medijane 0.19 mg kg^{-1} , a maksimalno 71.2 mg kg^{-1} , naravno u industrijskom području. Samo u poljoprivrednim tlima područja Berlina ($n=388$) isti autori su utvrdili prosječni sadržaj žive od 0.13 mg kg^{-1} , medijane 0.06 mg kg^{-1} , a najviše 3.8 mg kg^{-1} .

Sadržaji kadmija u profilu P-1 su relativno visoki, s tim da je najniži utvrđen u površinskom sloju tla (1.44 mg kg^{-1}). Povećanje sadržaja s dubinom može ukazivati na bolju mobilnost kadmija u usporedbi s drugim metalima (slika 2). Uspoređujući utvrđene sadržaje s ishodišnjim vrijednostima u poljoprivrednim tlima šireg područja Zagreba koje su prikazane u tablici 4 (ROMIĆ I ROMIĆ, 2003), moguće je pretpostaviti da je dio kadmija u profilu P-1 antropogenog porijekla, prvenstveno posljedica aluvijalne sedimentacije onečišćenih materijala. Premda se na osnovi ukupnog sadržaja metala ne može procjenjivati njegova pristupačnost, dosadašnja istraživanja mobilnosti metala u ovom području pokazala su da se najveći dio kadmija antropogenog porijekla u humofluvisolu zadržava u zamjenjivoj frakciji, a to znači onoj koja je podložna premještanju unutar profila (ROMIĆ, 2002).

Distribucija kroma u profilu P-1 mogla bi ukazivati na to da je dio i tog elementa u tlu antropogenog porijekla. Koncentracije se smanjuju od 60.5 mg kg^{-1} u površinskom horizontu do 21.2 mg kg^{-1} na dubini kontakta sa šljunkom. Distribucija nikla je znatno ujednačenija i vjerojatno je povezana s akumulacijom sitnih čestica bogatih željeznim oksidima, odnosno mehanizmom njihove raspodjele unutar profila (slika 2). ROMIĆ (2002) je utvrdila da je nikal u humofluvisolu dominantno vezan u rezidualnoj frakciji, ali i do 17% vezanog na Fe i Mn okside.

Raspodjela bakra unutar profila je relativno ujednačena, dok olovo i cink pokazuju izrazitu akumulaciju u površinskom sloju tla do 35 cm, a s dubinom se njihove koncentracije smanjuju (slika 2). Vrlo je vjerojatno da je dio sadržaja olova i cinka, uz već navedeni krom u površinskom sloju tla, koji su viši od okolnih vrijednosti, porijeklom iz antropogenih izvora. Međutim, sadržaji olova i cinka su još uvijek znatno niži od maksimalno dopuštenih *Pravilnikom* u poljoprivrednim tlima. Za olovo je karakteristična slaba mobilnost u tlu i biopristupačnost, a u velikoj mjeri zahvaljujući afinitetom tog metala za čvrstim kompleksiranjem s organskom tvari. I mobilnost cinka je u neutralnim tlima vrlo

niska, a u alkalnim uvjetima prevladava kemisorpcija na okside i silikate i čvrsto kompleksiranje s organskom tvari.

Vertikalna raspodjela Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb i Zn u profilu aluvijalno-koluvijalnog tla (P-2) grafički je prikazana na slici 2, dok su brožčani podaci prikazani u tablici 3A. Koncentracije svih metala, osim kadmija, utvrđene u frakciji <500 μm do dubine 130 cm su značajno niže od onih utvrđenih u humofluvisolu (P-1), a također su niže ili približne ishodišnjim vrijednostima. Ponekad je izvore onečišćenja vrlo teško identificirati. Njihova aktivnost može prestati ili jednostavno biti zamaskirana, a da se posljedice uočavaju nepravilno u vremenu i prostoru. U profilu P-2 su na primjer utvrđene visoke koncentracije kadmija ($>2 \text{ mg kg}^{-1}$) cijelom dubinom soluma. Međutim, u blizini je donedavno postojala benzinska pumpa, koja je uklonjena za vrijeme gradnje auto-cesta. Također je dobro poznat negativan učinak bivšeg vojnog remontnog zavoda na okoliš u tom području, zbog kojeg je i crpljenje vode neko vrijeme bilo prekinuto. Efekti onečišćenja se najčešće prenose kroz tlo do podzemne vode, prema tome se oni na tom putu, ovisno o uvjetima, različitom čvrstoćom vežu. U urbanim sredinama je naročito težak problem identificirati pojedinačne izvore onečišćenja, jer su efekti najčešće kumulativni, a stanje dodatno kompliciraju prikriveni izvori koji nisu potpuno ili na pravi način sanirani.

Vertikalna raspodjela metala nije ujednačena, što je i lako objašnjivo s obzirom na stratigrafsku građu profila. Više koncentracije metala utvrđene su u teksturno težem horizontu na dubini 130-250 cm. Za usporedbu utvrđenih sadržaja i procjenu opterećenosti tala na istraživanim lokacijama teškim metalima korišteni su literaturni podaci o *background* koncentracijama u tlima u svijetu (REIMANN I DE CARITAT, 1998), u površinskom sloju tala sjeverozapadne Hrvatske (MIKO I SUR., 2001), te u površinskom sloju poljoprivrednih tala zagrebačkog područja (ROMIĆ I ROMIĆ, 2003) (tablica 4).

Tablica 4 Usporedba sadržaja teških metala u tlima (mg kg^{-1} , osim Fe u %)

Element	Tla u svijetu (medijana, prema REIMANN I DE CARITAT, 1998)	Poljoprivredna tla šireg područja Zagreba (medijana, $n=398$, osim za Cr $n=127$)	Tla SZ Hrvatske (medijana, $n=293$; $7,350 \text{ km}^2$, prema MIKO I SUR., 2001)
Cd	0.3	0.66	-
Cr	80	65.9	80
Cu	25	20.2	23
Fe	4	2.59	3.67
Hg	0.05	-	0.06
Mn	545	592	562
Ni	20	49.4	36
Pb	17	26.7	30
Zn	70	74.4	80

Koncentracije svih istraživanih elemenata u uzorku površinskog sloja tla (tablica 3B) više su od ishodišnjih vrijednosti za poljoprivredna tla šireg područja. Koncentracije kadmija, olova i cinka, te bakra gotovo su dvostruko više od ishodišnjih vrijednosti, ali su samo koncentracije nikla, te uvjetno kadmija i

kroma više od granične vrijednosti utvrđene *Pravilnikom o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja štetnim tvarima u Republici Hrvatskoj* (NARODNE NOVINE, 1992).

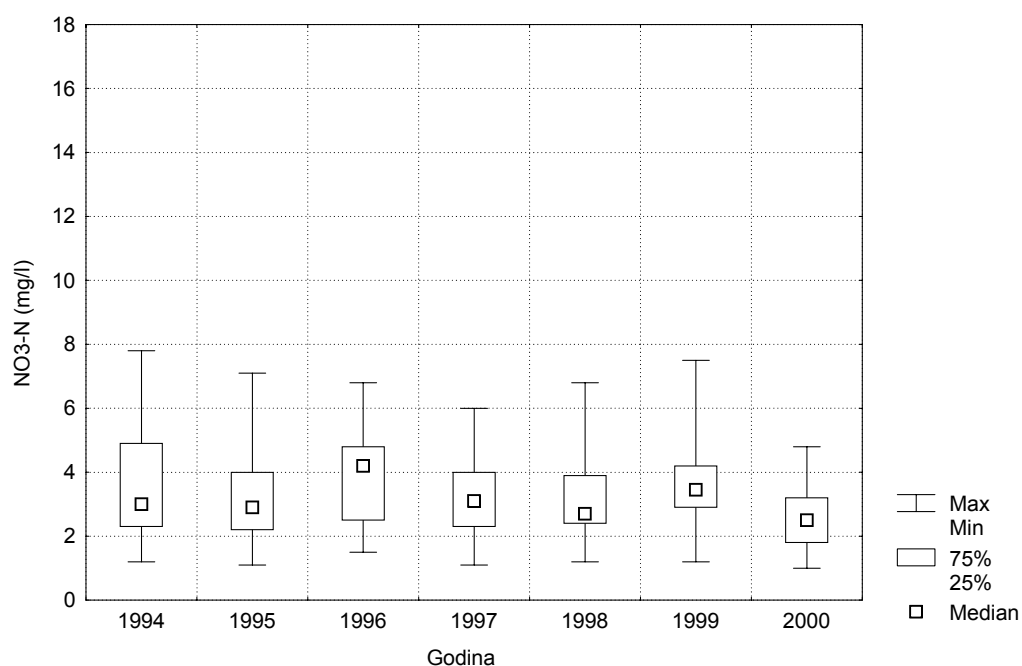
4.1.1.3. Kakvoća podzemne vode

Kakvoća podzemne vode na priljevnom području crpilišta, osim na crpnim zdencima, prati se i na više piezometara. S obzirom na osnovni ionski sastav vode, koji je posljedica otapanja stijena, odnosno minerala, koji izgrađuju vodonosne slojeve, podzemna voda pripada CaMg-HCO₃ hidrogeokemijskom tipu. Temperatura podzemne vode u pravilu iznosi od 11 do 15°C, a elektrolitička vodljivost varira u rasponu 640-780 µS/cm. Tvrdoća vode je oko 330 mg/l CaCO₃.

Iako kakvoća podzemne vode danas zadovoljava uvjete za pitku vodu, pojedini parametri upućuju na antropogeni utjecaj. Koncem 80-ih godina podzemna voda na crpilištu bila je onečišćena lakohlapljivim ugljikovodicima zbog čega je crpilište bilo isključeno iz vodoopskrbe. Od lakohlapljivih ugljikovodika posebno se izdvaja trikloretan, čija je koncentracija u 1993. godini varirala oko 0.05 mg/l što je maksimalno dozvoljena koncentracija (MDK) u pitkoj vodi, a u 2000. godini smanjila se na oko 0.001 mg/l. I koncentracije ostalih lakohlapljivih ugljikovodika u razdoblju od 1993. do 2002. godine pokazuju trend sniženja premda nikada nisu dosežale MDK.

Iz podataka o kakvoći podzemne vode proizlazi da podzemna voda sadrži ukupna i mineralna ulja čije su koncentracije ispod maksimalno dozvoljenih koncentracija u pitkoj vodi, a što se vjerojatno može povezati s utjecajem otpadnih voda i padalinskih voda koje se slijevaju s prometnih i drugih površina i procjeđuju u vodonosnik.

Sadržaj nitrata u podzemnoj vodi na priljevnom području crpilišta u razdoblju od 1994. do 2000. godine uglavnom je varirao između 1 i 8 mg/l NO₃-N, premda je najveći dio ispod 5 mg/l NO₃-N. Na slici 3 prikazane su vrijednosti maksimalnih i minimalnih godišnjih zabilježenih koncentracija, te medijan originalnih podataka o zabilježenim koncentracijama nitrata u podzemnoj vodi na priljevnom području crpilišta. Ove vrijednosti su izvedene iz podataka mjerenja kojih je godišnje bilo između 50 i 60, a mjerenja su provođena 8-10 puta godišnje.



Slika 3 Sadržaj nitrata u podzemnoj vodi na priljevnom području crpilišta Bregana

U okviru praćenja kakvoće podzemne vode na priljevnom području crpilišta povremeno se analiziraju pesticidi i njima srodni spojevi, od kojih su u podzemnoj vodi rijetko zabilježeni lindan i aldrin. Bakteriološki nalaz upućuje na postojanje aerobnih bakterija u vodi, koje vrlo rijetko prelaze maksimalno dozvoljene koncentracije u pitkoj vodi.

4.1.2. Vodozaštitno područje Strmec

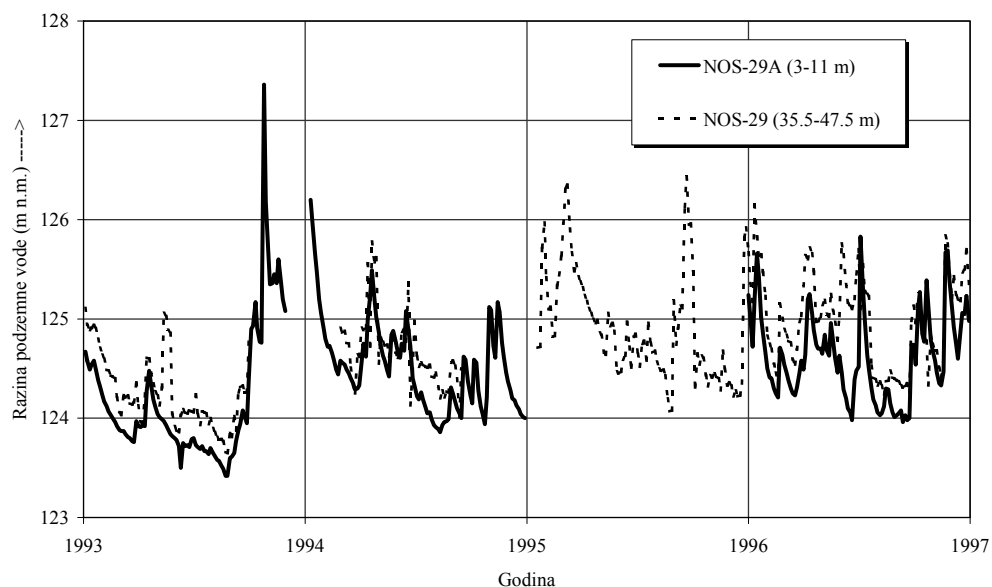
Crpilište Strmec nalazi se na desnoj obali rijeke Save, sjeverozapadno od sela Strmec. Predstavlja jedno od glavnih crpilišta s kojih se vodom opskrbljuje zapadni dio grada Zagreba. Izdašnost crpilišta je oko 700 l/s. Ukupna površina ovog vodozaštitnog područja iznosi 719 ha, na jugozapadu je omeđeno autocestom Zagreb-Ljubljana, a sjeverozapadno otvorenim kanalom kojim se otpadne vode iz Samobora odvođe u Savu. Sjevernu granicu čini rijeka Sava, a dio istočne je potok Rakovica. Unutar područja su i dva manja naselja, Vrbovec Samoborski i Medsave. Unutar vodozaštitnog područja nalazi se i odlagalište otpada Trebež, ali i veliki broj nekontroliranih tzv. "divljih" deponija otpada. Dio tih "divljih" odlagališta je "saniran" zatrpavanjem, ali su upitne posljedice takvih sanacija. Uz samo smetlište Trebež nalaze se otvorene vodene površine kojima upravlja lokalno ribolovno društvo i koje se koriste za ribolov. Oko 10% vodozaštitnog područja je pod šumama i šikarama, najvećim dijelom uz samu rijeku Savu. Poljoprivredne površine se uglavnom koriste kao oranice za uzgoj ratarskih kultura, pretežno kukuruza, zatim za uzgoj povrća, a dio je pod livadama. Prostor je ispresjecan brojnim presušanim rukavcima i depresijama.

4.1.2.1. Hidrogeološka obilježja

Na području crpilišta Strmec debljina aluvijalnog vodonosnog kompleksa iznosi oko 50 m, a sastoji se od dva vodonosnika međusobno odvojena slabo propusnim glinovito-prašinstim slojem. U litološkom sastavu prvog (gornjeg) vodonosnika dominira šljunak i pijesak. Debljine je oko 30 m. Dublji vodonosnik doseže dubinu od oko 50 m, a debljine je 15-20 m. U njegovom litološkom sastavu također dominira šljunak i pijesak, ali sa većom zastupljenošću glinovito-prašinstih proslajaka. Zdencima na crpilištu zahvaćen je prvi vodonosnik. Prema podacima pokusnih crpljenja zdenaca vrijednosti hidrauličke vodljivosti iznose 950-1640 m/dan.

Vodonosnik je pokriven slabo propusnim glinovito-prašinstim naslagama debljine do 3 m, a mjestimice je to i samo humus. Zbog male debljine krovinskih naslaga Sava je usjekla korito u vodonosnik čime je ostvarena izravna hidraulička veza s podzemnom vodom. Vodonosnik se napaja infiltracijom padalina kroz krovinske naslage i procjeđivanjem iz rijeke Save.

Smjer toka podzemne vode je od zapada prema istoku. Ovisno o lokacijama piezometara, razine podzemne vode na njima nalaze se na dubinama između 2 i 6 m, a razlika između visokih i niskih razina vode u prosjeku je 2 m (slika 4).



Slika 4 Razina podzemne vode na području crpilišta Strmec

4.1.2.2. Pedološka obilježja

Na vodozaštitnom području Strmec zastupljene su tri kartografske jedinice, a njihova struktura i površine prikazane su u tablici 5.

Tablica 5 Nazivi i površine kartiranih jedinica tla u vodozaštitnom području Strmec

Broj	Kartirane jedinice tla Naziv	Struktura %	Površina (ha)
3	Aluvijalno karbonatno oglejeno, srednje duboko do duboko, ilovasto	70	147,8
	Humofluvisol plitko do srednje duboko oglejeni, karbonatni, ilovasti	30	
7	Humofluvisol pseudoglejni, ilovasti	80	85,6
	Humofluvisol plitko oglejeni, karbonatni, ilovasti	20	
8	Humofluvisol plitko do srednje duboko oglejeni, karbonatni, ilovasti	90	458,2
	Aluvijalno karbonatno oglejeno, srednje duboko do duboko, ilovasto	10	
12	Naselja		10,9
13	Rijeka Sava		13,9
15	Smetlišta		2,6

Na vodozaštitnom području Strmec otvorena su 3 pedološka profila, učinjeno 20 pedoloških bušotina do dubine oko 200 cm i uzeto 6 uzoraka iz površinskog sloja tla (0-20 cm).

Tla kartirane jedinice 3 prostiru se u prvom priobalnom pojasu uz rijeku Savu i tijekom terenskih istraživanja je na tom području učinjeno pet sondažnih bušotina. To je područje najvećim dijelom pod šumama i šikarama (>60 ha) i uglavnom se ne koristi za poljoprivrednu proizvodnju. Na istom je prostoru na brojnim mjestima vršena eksploatacija šljunka, nakon čega su zaostale depresije od kojih se neke i sada neodgovorno koriste kao smetlišta. Prema prijedlogu vodozaštitnih zona (zona sanitarne zaštite) na području Strmca, dio prve zone bi trebao biti unutar ovog prostora.

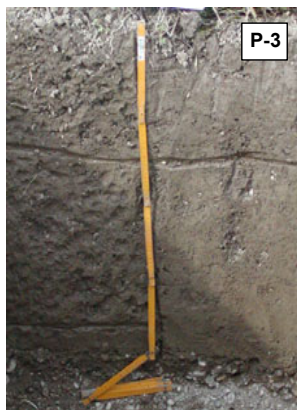
Tla su lakšeg teksturnog sastava, do 100 cm dubine dominiraju materijali teksturne klase praškaste i pjeskovite ilovače. U dubljim slojevima utvrđeni su pjeskoviti materijali i šljunak. Dubina do šljunka kod aluvijalnih tala u ovoj kartiranoj jedinici iznosi od 20 – 200 cm.

Tla kartirane jedinice 7 zauzimaju najmanju površinu (85,6 ha) na vodozaštitnom području Strmec. Prirodni uvjeti postanka tala u ovoj kartiranoj jedinici povezani su s položajem na reljefu i fluvijalnim procesima. To su tla rječnih dolina gdje je pojava vode i njena dinamika u tlu topografski uvjetovana. Podzemna voda i znakovi hidromorfizma pojavljuju se na dubini od 90-110 cm. U gornjem dijelu soluma dolazi do pojave hidromorfizma uvjetovane kraćim ili dužim stagniranjem površinskih voda (humofluvisol pseudooglejeni). Profil P-4 klasificiran je kao *humofluvisol pseudooglejeni, ilovasti*, a tip tla je utvrđen sa 80% zastupljenosti u kartiranoj jedinici 7. Stratigrafska građa profila prikazana je na slici 5, a fizikalna i kemijska svojstva tla u tablici 6. Tlo je porozno, velikog kapaciteta za vodu i vrlo malog kapaciteta za zrak. Propusnost tla za vodu je vrlo mala, a naročito u potpovršinskom horizontu. pH se povećava s dubinom od neutralnog do alkalnog. Tlo je dosta humusno u površinskom horizontu, vrlo slabo opskrbljeno fiziološki aktivnim fosforom, a umjereno kalijem.

Tla kartirane jedinice 8 zauzimaju najveće površine (458,2 ha) na vodozaštitnom području Strmec. Otvorena su dva pedološka profila, učinjeno 12 pedoloških bušotina i uzeto 5 uzoraka iz površinskog sloja tla (0-20 cm). Do oglejavanja u donjem dijelu soluma (>100 cm) dubine dolazilo je pod utjecajem podzemne

vode, ali treba naglasiti da je intenzitet tih procesa znatno oslabljen uslijed općeg trenda smanjenja razine podzemne vode na širem području.

**Humofluvisol plitko oglejeni,
karbonatni, ilovasti**



Ap 0-35 cm	PrI
C 35-85 cm	PrI

**Humofluvisol
pseudooglejeni, ilovasti**



Ap 0-35 cm	PrI
C_g 35-60 cm	PrGI
C 60-95 cm	I/PrI
C G_{so} 95-200 cm	I
C G_{so/Gr} 200-220 cm	I

Slika 5 Slika profila P-3 i P-4 i shematski prikaz stratigrafske građe u vodozaštitnom području Strmec

Tablica 6 Odabrana fizikalna i kemijska svojstva profila tla analiziranih na vodozaštitnom području Strmec

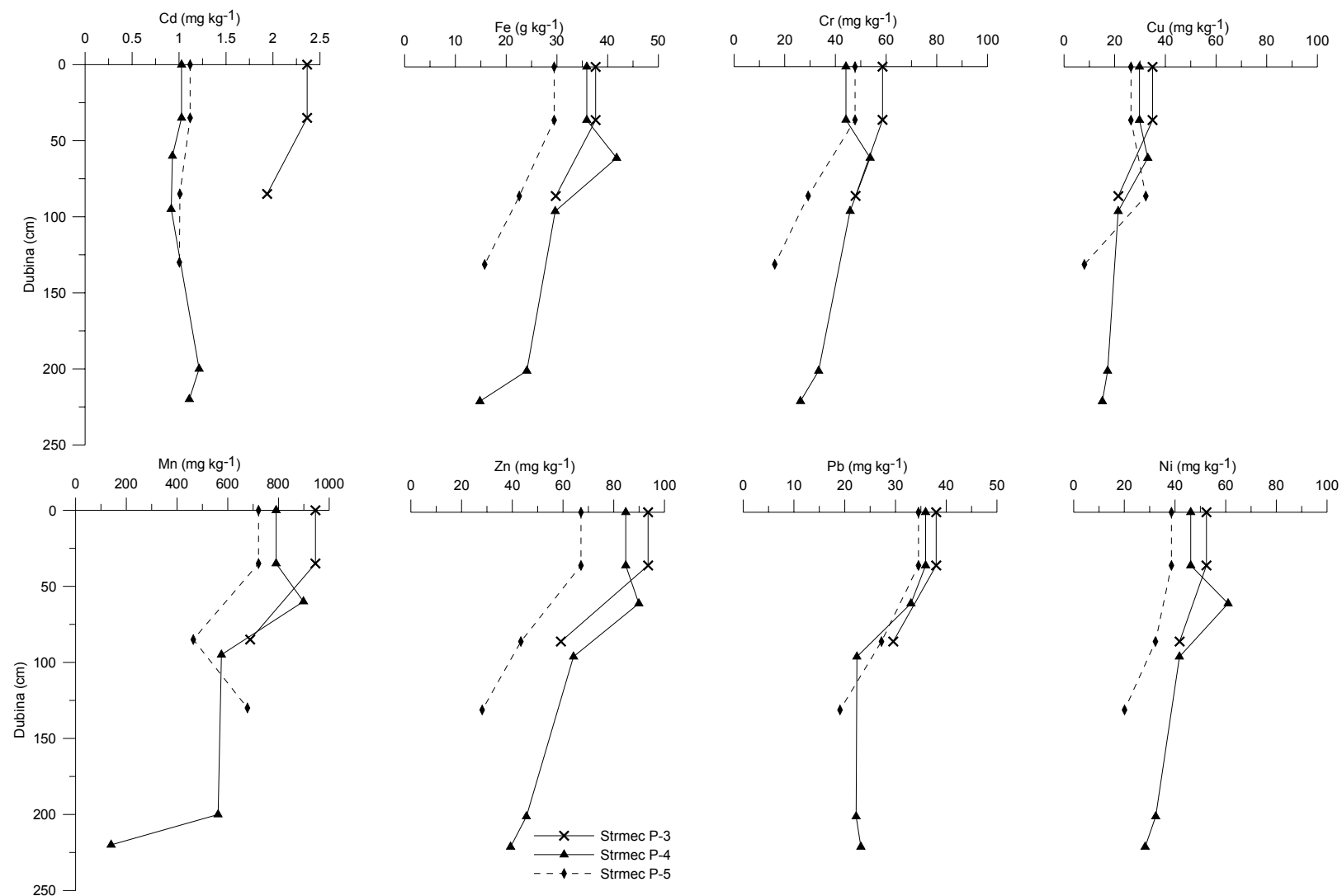
Vodozaštitno područje	Oznaka profila	Dubina cm	pH _{H2O}	pH _{KCl}	Humus (%)	P ₂ O ₅ mg/100 g	K ₂ O mg/100 g	Mehanički sastav (θ u mm)					Tekstura
								2-0.2	0.2-0.05	0.05-0.02	0.02-0.002	< 0.002	
Strmec	P-3	0 - 35	8,09	7,29	4,72	1,62	12,8	2	6	14	56	22	PrI
		35 - 85	8,22	7,39				1	20	27	42	10	PrI
	P-4	0 - 35	6,99	6,01	4,64	0,26	11	4	15	20	39	22	PrI
		35 - 60	7,53	6,23				1	14	17	36	32	PrGI
		60 - 95	8,19	7,18				1	33	23	24	19	I/PrI
		95 - 200	8,37	7,54				3	41	25	19	12	I
		200 - 220	8,60	7,72				1	45	25	20	9	I
	P-5	0 - 35	8,10	7,37	3,90	1,41	8,9	3	17	25	42	13	PrI
		35 - 85	8,31	7,58				8	30	36	21	5	PrI
		85 - 130	8,55	7,96				55	28	9	8	0	IP

Vodozaštitno područje	Oznaka profila	Dubina cm	Porozitet %	Apsolutni kapacitet (vol. %)		Specifična gustoća (g/dm ³)		Vodopropusnost K cm/s
				za vodu	za zrak	volumna	stvarna	
Strmec	P-3	0 - 35	59	45	14	1,10	2,70	5,79x10 ⁻³
		35 - 85	53	44,5	8,5	1,28	2,72	1,02x10 ⁻⁴
	P-4	0 - 35	46,5	41	5,5	1,44	2,70	4,48x10 ⁻⁵
		35 - 60	47,5	43	4,5	1,42	2,70	6,12x10 ⁻⁶
	P-5	0 - 35	47	40	7,0	1,46	2,74	1,022x10 ⁻⁵
		35 - 85	52,5	34	17,5	1,30	2,70	5,14x10 ⁻⁴

Profil P-3 klasificiran je kao *humofluvisol plitko oglejeni, karbonatni, ilovasti*, a tip tla je utvrđen je sa 90 % zastupljenosti u kartiranoj jedinici 8. Stratigrafska građa profila prikazana je na slici 5. Otvoren je na oranici – strništu, a procjena je da se 70-80% poljoprivrednih površina u vodozaštitnom području Strmec koristi za proizvodnju kukuruza. Dubina soluma ovog profila je 85 cm, praškasto-ilovaste teksture i u Ap (0-30 cm) i u C (35-85 cm) horizontu. Šljunak se pojavljuje na dubini >85 cm. Stratigrafska građa profila prikazana je na slici 5, a kemijska i fizikalna svojstva prikazana su u tablici 6. Tlo je porozno, dobre propusnosti za vodu, osrednjeg kapaciteta za vodu i malog odnosno umjereno malog kapaciteta za zrak. Tlo je alkalno, a za cijelo je područje karakteristična vrlo slaba opskrbljenost tla fiziološki aktivnim hranjivima. Profil P-5 klasificiran kao *humofluvisol srednje duboko oglejeni, karbonatni, ilovasti* otvoren je na livadi zasijanoj djetelinsko-travnom smjesom. Tlo je alkalno cijelom dubinom, porozno, vrlo male propusnosti za vodu do dubine 35 cm, a od 35-85 cm umjerene. Stratigrafska građa profila prikazana je na slici 5. U horizontu na dubini 85-130 cm pojavljuju se teksturno lakši ilovasto pjeskoviti materijali, a šljunak se pojavljuje na dubini >130 cm.

4.1.2.2.1. Teški metali u tlu

Vertikalna raspodjela metala u profilima humofluvisola je grafički prikazana je na slici 6, dok su brojčani podaci prikazani u tablici 7. Sadržaj žive utvrđen je u površinskim horizontima profila P-3 i iznosio je 0.20 mg kg^{-1} , te P-5 i iznosio je 0.14 mg kg^{-1} . Te su koncentracije dakako više od ishodišnjih vrijednosti zagrebačkog područja, ali još uvijek znatno niže od koncentracije maksimalno dopuštene *Pravilnikom*. Najviše koncentracije svih metala utvrđene su u površinskom horizontu profila P-3 koji ima i najmanju dubinu soluma, a smješten je najbliže Savi. Naročito su problematične visoke koncentracije kadmija od 2.36 mg kg^{-1} u površinskom i 1.94 mg kg^{-1} u potpovršinskom horizontu. U sva tri profila na vodozaštitnom području Strmec su koncentracije kadmija u tlu u sloju kontakta sa šljunkovitom podlogom relativno visoke. U tlima dubljeg soluma (P-4 i P-5) koncentracije svih metala, osim kadmija, značajno se smanjuju s dubinom, a to znači i malu vjerojatnost za njihovo dispergiranje u vodonosniku do koncentracija koje bi ugrozile kakvoću podzemne vode. U profilu P-4 očigledno je nakupljanje metala u podpovršinskom horizontu, koji je teksturno teži s udjelom gline od 32% u Cg horizontu.



Slika 6 Distribucija metala po dubinama profila humofluvisola na vodozaštitnom području Strmec

Tablica 7 Koncentracije teških metala utvrđene u genetskim horizontima tala na vodozaštitnom području Strmec

Vodozaštitno područje	Oznaka profila	Tip tla	Dubina (cm)	Cd	Cr mg kg ⁻¹	Cu	Fe %	Hg	Mn	Ni mg kg ⁻¹	Pb	Zn
Strmec	P-3	Humofluvisol plitko oglejeni, karbonatni, ilovasti	0 - 35	2,36	58,6	35,0	37,6	0,20	946	52,4	38,0	93,6
			35 - 85	1,94	47,9	21,4	29,8		689	41,8	29,6	59,2
	P-4	Humofluvisol pseudoglejeni, ilovasti	0 - 35	1,03	44,2	29,8	35,9		791	46,2	35,9	84,7
			35 - 60	0,93	53,7	33,1	41,8		899	61,0	33,1	89,9
			60 - 95	0,92	45,8	21,4	29,7		575	41,7	22,4	64,1
			95 - 200	1,21	33,4	17,2	24,1		562	32,4	22,3	45,5
			200 - 220	1,11	26,2	15,1	14,8		140	28,2	23,2	39,3
	P-5	Humofluvisol srednje duboko oglejeni, karbonatni, ilovasti	0 - 35	1,12	47,8	26,4	29,5	0,14	721	38,6	34,5	67,1
			35 - 85	1,01	29,3	32,3	22,6		464	32,3	27,2	43,4
			85 - 130	1,00	16,1	8,0	15,8		678	20,1	19,1	28,1

Propusnost tla za vodu u istom horizontu je vrlo mala, što uzrokuje stagniranje površinske vode i pseudooglejavanje kao posljedicu izmjene mokrih i suhih faza. Već u profilu P-5, koji je teksturno lakši i manje dubine soluma očito je pravilno smanjenje koncentracija gotovo svih istraživanih metala s dubinom (slika 6). U horizontu C_{II} u kojem prevladava pijesak, problematična je visoka koncentracija kadmija od 1.0 mg kg⁻¹. Praćenja koncentracija teških metala, između ostalih i kadmija, ne vrše se kontinuirano na vodocrpilištima na zagrebačkom području. Premda su podaci oskudni, ipak se niske koncentracije kadmija u podzemnoj vodi na području Strmca povremeno bilježe. U horizontu koji leži nad šljunkovitom podlogom visoke su i koncentracije mangana, a koncentracije tog elementa su u podzemnoj vodi često više od maksimalno dopuštene za pitku vodu.

U vodozaštitnom području Strmec utvrđen je i sadržaj teških metala u površinskom sloju tla (tablica 8). Sadržaj kadmija utvrđen je u rasponu od 0.3-1.0 mg kg⁻¹, a prosječni sadržaj od 0.78 mg kg⁻¹ nešto je viši od ishodišnjeg za šire područje. Ni prosječni sadržaj niti raspon koncentracija bakra i olova utvrđen u površinskom sloju tla vodozaštitnog područja Strmec ne odstupaju od vrijednosti karakterističnih za šire područje, ali su viši sadržaji nikla i cinka.

4.1.2.3. Kakvoća podzemne vode

Ispitivanje kakvoće podzemne vode na priljevnom području crpilišta Strmec provodi komunalno poduzeće Vodoopskrba i odvodnja. Na razmjerno malom broju piezometara ispitivanje se provodi od 1991. godine, a na većini piezometara od 1993. godine.

Podzemna voda je Ca-HCO₃ tipa sa znatnim udjelom magnezija. Temperatura podzemne vode varira od 10 do 16°C, a tvrdoća vode oko 300 mg/l CaCO₃. Vrijednost elektrolitičke vodljivosti podzemne vode iznosi 400-900 μS/cm.

Na priljevnom području crpilišta Strmec nalazi se veliki broj potencijalnih izvora onečišćenja podzemne vode. Uzvodno od crpilišta smješteno je odlagalište otpada Trebež, a ostali potencijalni onečišćivači unutar zaštitnih zona crpilišta su brojne šljunčare u koje se odlaže otpad, poljoprivredna zemljišta, otvoreni kanalizacijski sustav Samobora, te potok Rakovica u koji se izlijevaju otpadne vode kućanstava i industrije (NAKIĆ I SUR., 2001).

Tablica 8 Teški metali u površinskom sloju tla (0-20 cm) na vodozaštitnom području Strmec (n=6)

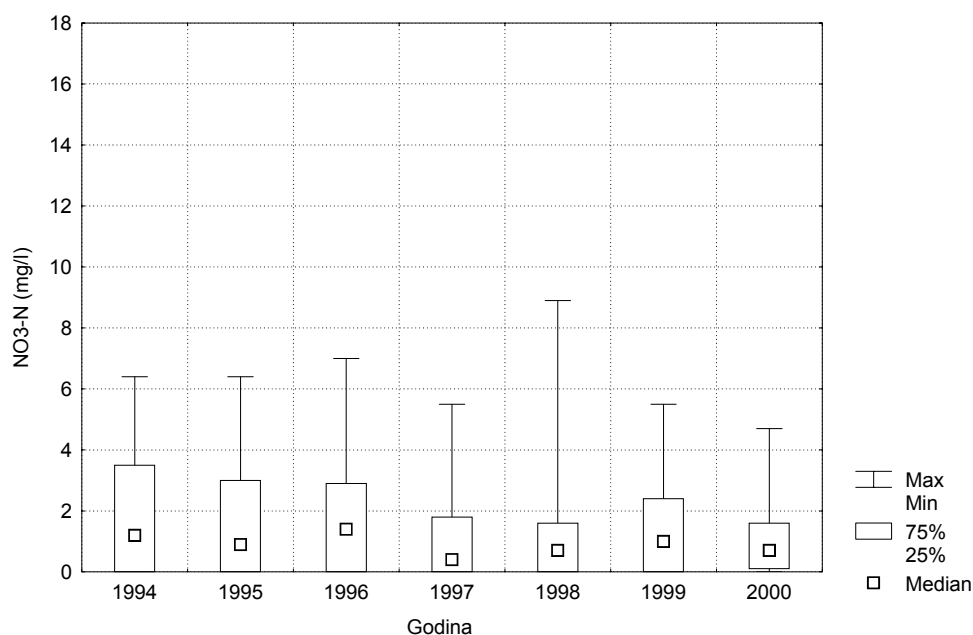
Vodozaštitno područje	Oznaka uzorka	pH _{H2O}	pH _{KCl}	Humus %	P ₂ O ₅ * mg/100g	K ₂ O* mg/100g	Cd	Cr*	Cu	Fe mg/kg	Mn	Ni	Pb	Zn
Strmec	2	8,00	7,43	3,54	-	-	1,00	-	22,9	25325	640	61,9	36,0	73,8
	3	7,85	7,23	3,10	-	-	0,85	-	28,6	16275	385	42,1	21,5	96,0
	4	7,91	7,26	3,85	-	-	0,85	-	20,0	25325	683	61,6	23,5	75,8
	5	7,91	7,30	2,53	-	-	0,95	-	15,4	20200	480	46,9	21,0	59,5
	6	7,51	6,87	3,24	-	-	0,30	-	24,7	30075	590	58,0	33,0	81,8
	7	8,09	6,90	3,86	-	-	0,75	-	19,1	26250	663	66,9	25,0	106
Aritm. sredina		7,88	7,17	3,35			0,78		21,8	23908	573	56,2	26,7	82,1
Maksimalno		8,09	7,43	3,86			1,00		28,6	30075	683	66,9	36,0	106
Minimalno		7,51	6,87	2,53			0,30		15,4	16275	385	42,1	21,0	59,5
Stand.dev.		0,20	0,23	0,51			0,25		4,6	4890	117	9,7	6,3	16,6

*nema podatka

Visoke koncentracije željeza i mangana bilježe se na piezometrima unutar II. zaštitne zone, zapadno i sjeverozapadno od crpnih zdenaca. Mjestimice su one veće od 0.3 mg/l (Fe^{2+}) i 0.05 (Mn^{2+}) što je MDK u pitkoj vodi. S obzirom na njihovu raspodjelu u vremenu i prostoru, vjerojatno su posljedica prirodnih hidrogeokemijskih i hidrodinamičkih uvjeta u vodonosniku.

Sadržaj ukupnih i mineralnih ulja u podzemnoj vodi vrlo je sličan na većini razmatranih piezometara, a trend ovih parametara je isti kao i na ostalim zagrebačkim crpilištima. Njihove koncentracije ne prelaze maksimalno dozvoljene u pitkoj vodi, a njihov nalaz vjerojatno se može povezati s utjecajem otpadnih voda i padalinskih voda koje se slijevaju s prometnih i drugih površina i procjeđuju u podzemlje.

Podzemna voda na području crpilišta Strmec u pravilu ne sadrži visoke koncentracije nitrata. Sadržaj nitrata na većini piezometara, smještenim bliže crpilištu, je izrazito nizak, gotovo na nuli, a iznenadne nagle promjene su vrlo kratkog trajanja i u pravilu su vezane za visoke razine podzemne vode što može upućivati na ispiranje gornje zone vodonosnika. Viši sadržaj nitrata bilježi se jugozapadno i zapadno od crpnih zdenaca, što može upućivati na lokalni utjecaj poljoprivredne aktivnosti. Sadržaj nitrata na piezometrima smještenim 1-2 km zapadno od crpilišta doseže 4 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$, a nešto veće koncentracije se bilježe na piezometru zapadno od odlagališta otpada Trebež. Na slici 7. prikazane su vrijednosti maksimalnih i minimalnih godišnjih zabilježenih koncentracija, te medijan originalnih podataka o zabilježenim koncentracijama nitrata u podzemnoj vodi na priljevnom području crpilišta. Ove vrijednosti su izvedene iz podataka mjerenja kojih je godišnje bilo oko 80.



Slika 7 Sadržaj nitrata u podzemnoj vodi na priljevnom području crpilišta Strmec

U okviru praćenja kakvoće podzemne vode na priljevnom području crpilišta povremeno se analiziraju pesticidi i njima srodni spojevi, od kojih su u podzemnoj vodi povremeno zabilježeni lindan i aldrin.

Na priljevnom području crpilišta Strmec mjestimice se bilježi trend povećanja ili smanjenja koncentracija klorida i sulfata što NAKIĆ ET AL. (2001) povezuju s lokalnim utjecajem poljoprivredne djelatnosti (pojačane ili smanjene).

Mikrobiološka svojstva podzemne vode upućuju na nalaz aerobnih bakterija i fekalnih koliforma koje samo povremeno prelaze MDK u pitkoj vodi i to osobito kod visokih vodostaja.

4.1.3. Vodozaštitno područje Stara Loza i Prečko

Rijeka Sava čini južnu granicu vodozaštitnog područja Stara Loza, a sjevernu Ljubljanska avenija. Ukupna površina iznosi 177 ha. Pod šumama i šikarama nalazi se oko 50% površine, a ostalo su poljoprivredne površine. U području pod šumama nalazi se veliki broj "divljih" deponija otpada, u depresijama koje su ostale nakon eksploatacije šljunka, ali i veliki broj starih savskih rukavaca. Prema načinu korištenja za poljoprivrednu proizvodnju najveći se dio površina koristi za uzgoj kukuruza i drugih žitarica, ali ima i intenzivnih povrtnjaka na otvorenom i u zaštićenom prostoru. Dio poljoprivrednih površina je zapušten i šire se šikare. Crpilište Stara Loza nalazi se na lijevoj obali rijeke Save i udaljeno je oko 1000 m od njenog korita. Sastoji se od jednog kopanog (Raney zdenac) i četiri bušena zdenca. Ukupna izdašnost crpilišta iznosi oko 120 l/s, a koristi se oko 60 l/s. U vodoopskrbu je uključeno 1977. godine.

Vodozaštitno područje Prečko nalazi se na površini od 92,1 ha, južnu granicu čini rijeka Sava, a sjevernu naselje Prečko. Naselje se sve više širi na vodozaštitno područje. Za poljoprivrednu proizvodnju se površine koriste vrlo ekstenzivno, kao mali povrtnjaci, samostalno ili na okućnicama, ali se uzgaja i nešto ratarskih kultura. Crpilište Prečko nalazi se nizvodno od Stare Loze. Sastoji se od dva bušena zdenca koja su od Save udaljena oko 500 m. Ukupna izdašnost crpilišta je oko 60 l/s.

4.1.3.1. Hidrogeološka obilježja

Zdencima na oba crpilišta zahvaćen je savski šljunkoviti vodonosnik, debljine oko 10 m. Vodonosnik je dobre propusnosti, a prema pokusnim crpljenjima zdenaca vrijednosti hidrauličke vodljivosti vodonosnika iznose 1700-2300 m/dan. U podini vodonosnika mjestimice je razvijen sloj glinovitog šljunka znatno manje propusnosti od gornjeg vodonosnog sloja.

Vodonosnik je pokriven prašinasto-glinovitim slojem debljine 1-3 m. Napajanje vodonosnika odvija se procjeđivanjem rijeke Save koja je ujedno i glavni izvor obnavljanja podzemne vode. Razine podzemne vode na širem području crpilišta

nalaze se između 5 i 8 m dubine, a razlika između visokih i niskih razina vode je oko 1.5 m.

4.1.3.2. Pedološka obilježja

Na vodozaštitnim područjima Stara Loza i Prečko zastupljene su dvije kartografske jedinice, a njihova struktura i površine prikazane su u tablici 9.

Tablica 9 Nazivi i površine kartiranih jedinica tla u vodozaštitnim područjima Stara Loza i Prečko

Broj	Kartirane jedinice - Naziv	Stara Loza	Prečko
		Površina (ha)	
2	Aluvijalno karbonatno oglejeno, srednje duboko do vrlo duboko, ilovasto (90%) Humofluvisol plitko oglejeni, karbonatni, ilovasti (10%)	84,3	14,0
8	Humofluvisol plitko do srednje duboko oglejeni, karbonatni, ilovasti (90%) Aluvijalno karbonatno oglejeno, srednje duboko do duboko, ilovasto (10%)	92,7	51,2
12	Naselja		8,4
13	Rijeka Sava		18,5

Sukladno veličini istraživane površine i strukturi kartiranih jedinica, otvorena su 3 pedološka profila, učinjeno je 8 pedoloških bušotina do dubine oko 200 cm i uzeto 5 uzoraka iz površinskog sloja tla (0-20 cm). U dvije kartirane jedinice tla na vodozaštitnom području Stara Loza i Prečko prevladavaju dva tipa tla: *aluvijalno karbonatno oglejeno* i *humofluvisol plitko do srednje duboko oglejeni*. Tla u pojasu najbližem Savi razvijena su na pijescima i šljuncima, različite dubine soluma. Profil P-7, tip tla *aluvijalno karbonatno oglejeno, srednje duboko, ilovasto*, reprezentativan je za kartiranu jedinicu 2, a lociran je u neposrednoj blizini nasipa uz rijeku Savu. Fizikalna i kemijska svojstva tla prikazana su u tablici 10. Dubina soluma je mala, iznosi samo 50 cm. U području uz Savu dubina soluma inače je jako varijabilna. Na mjestima gdje je solum plitak često se vršila eksploatacija šljunka i pijeska, nakon čega su ostajale depresije i kao na ostalim područjima, što je već naglašeno, neodgovorno su se koristile i još se uvijek koriste za odlaganje otpada.

U kartiranoj jedinici 8 otvorena su dva profila prevladavajućeg tipa tla humofluvisola. Profil P-6 tipa *humofluvisol plitko oglejeni karbonatni ilovasti*, otvoren na oranici u okruženju kukuruza, te 5-7% zastupljenosti povrća u vodozaštitnom području Stara Loza. Stratigrafska građa profila je karakteristična za tla aluvijalnog porijekla, s izmjenama horizonata različitog teksturnog sastava (slika 8).

Tablica 10. Odabrana fizikalna i kemijska svojstva profila tla analiziranih na vodozaštitnom području Stara Loza i Prečko

Vodozaštit no područje	Oznaka profila	Dubina cm	pH _{H2O}	pH _{KCl}	CaCO ₃ (%)	Humus (%)	P ₂ O ₅ mg/100 g	K ₂ O	Mehanički sastav (θ u mm)					Tekstura
									2-0.2	0.2-0.05	0.05-0.02	0.02-0.002	<0.002	
Stara Loza	P-6	0 - 25	8,09	7,36		3,08	1,11	6,80	1	19	28	42	10	PrI
		25 - 60	8,27	7,53					1	33	34	23	9	PrI
		60 - 140	8,23	7,39					1	10	30	44	15	PrI
		140 - 180	8,33	7,57					1	39	28	23	9	PrI/I
		180 - 230	8,47	7,82					25	48	16	9	2	IP
	P-7	0-18	8,30	7,56	31,3		4,60	15,0	10	6	43	22	18	PrI
		18-37	8,40	7,60	37,3		0,30	5,00	5	42	15	23	15	I
		37-50	8,50	8,00	30,3		1,00	1,60	87	7	2	2	1	P
	Prečko	0-16	7,60	6,60	29,1	7,63	5,50	15,0	3	34	20	30	12	I/PrI
		16-45	7,80	6,96	31,3	7,63	2,10	6,00	3	37	19	30	12	I/PrI
		45-72	8,00	7,16	27,5	3,19	1,50	3,00	75	16	1	4	4	P
		72-100	8,00	7,36	19,9				78	12	0	5	5	P

Vodozaštit no područje	Oznaka profila	Dubina cm	Porozitet %	Apsolutni kapacitet (vol. %)		Specifična gustoća (g/dm ³)		Vodopropusnost K cm/s
				za vodu	za zrak	volumna	stvarna	
Stara Loza	P-6	25 - 60	52	37,5	14,5	1,32	2,7	6,12x10 ⁻⁶

Humofluvisol plitko oglejeni,
karbonatni, ilovasti

	Ap 0-25 cm	PrI
	IC 25-60 cm	PrI
	II C 60-140 cm	PrI
	C G_{so} 140-180 cm	PrI/I
	C G_{so}/G_r 180-230 cm	IP

Slika 8 Slika profila P-6 i shematski prikaz stratigrafske građe u vodozaštitnom području Prečko

Dubina soluma iznosi 230 cm. Znakovi oglejavanja u horizontu IIIC_{Gso} vjerojatno nisu rezultat aktualnih procesa, zbog već navedenog općeg trenda smanjenja razine podzemne vode na širem području. Profil P-8 u Prečkom je bliže Savi i manje dubine, reljef je gotovo ravan, tekstura praškasto ilovasta i ilovasta do dubine 45 cm, s podlogom pijeska te krupnog pijeska i šljunka (tablica 10).

4.1.3.2.1. Teški metali u tlu

Važan podatak za procjenu moguće ugroženosti podzemne vode od prodora polutanata jest način njihove vertikalne distribucije i načina vezanja u frakcijama tla. To naravno u velikoj mjeri ovisi o morfo-genetskim karakteristikama tla i dubini soluma. Koncentracije teških metala utvrđene su u genetskim horizontima profila P-6 i smanjuju se s dubinom, s izuzetkom kadmija (tablica 11). Propusnost tla za vodu do dubine 60 cm je vrlo mala. Na dubini 60-140 cm utvrđen je teksturno teži sloj, a time i više koncentracije istraživanih metala. To se u prvom redu odnosi na više koncentracije željeza i mangana, te kroma i nikla. Kemisorpcija je prevladavajući način vezanja Cr i Ni u tlu, a povezanost s

distribucijom Fe i Mn vjerojatna je posljedica prevlaka Fe i Mn oksida na česticama gline. Na taj način se metali vrlo čvrsto vežu tlu, neki su od tih procesa gotovo ireverzibilni, tako da je rizik od njihovog vertikalnog premještanja i disperzije u vodonosniku vrlo mali. Budući da zbog promijenjenih hidroloških uvjeta više nema zadržavanja vode unutar profila, tako je minimalna i mogućnost eventualne mobilizacije kroma izmjenom redoks procesa. S obzirom na koncentracije kadmija treba naglasiti da plamena AAS nije dovoljno osjetljiva tehnika da bi se mogli utvrditi načini premještanja kadmija u profilu. U dosadašnjim istraživanjima na ovom području (ROMIĆ, 2002) kadmij je najvećim dijelom vezan u rezidualnoj frakciji, a većina antropogenog unosa pojavljuje se vezana na karbonate. Oksidi Fe i Mn nisu utvrđeni kao značajni čimbenici preraspodjele antropogenog unosa kadmija. Neki istraživači su također utvrdili da nema signifikantnog odnosa između sorpcije kadmija i teksturnih sastojaka u tlu. Zato bi precipitacija CdCO_3 mogla biti jedan od važnih mehanizama zadržavanja kadmija i njegove redistribucije u tlima na istraživanom području. Općenita je ocjena da je za detaljno utvrđivanje načina vezivanja i eventualnog premještanja kadmija u tlima na cjelokupnom istraživanom području potrebno provesti dodatna istraživanja koristeći osjetljivije instrumentalne tehnike. Također je potrebno testirati primanje kadmija putem biljke na prevladavajućim i već definiranim tipovima tala, te kulturama koje se uobičajeno uzgajaju na tom području.

Tablica 11 Koncentracije teških metala utvrđene u genetskim horizontima tla na vodozaštitnom području Stara Loza

Vodozaštitno područje	Oznaka profila	Tip tla	Dubina (cm)	Cd	Cr mg kg ⁻¹	Cu	Fe %	Hg	Mn	Ni mg kg ⁻¹	Pb	Zn
Stara Loza	P-6	Humofluvisol plitko oglejeni, karbonatni, ilovasti	0 - 25	1,07	46,8	22,4	2,90	0,14	662	39,2	30,5	63,1
			25 - 60	1,01	32,3	16,2	2,37		540	32,3	26,3	44,4
			60 - 140	1,32	48,7	22,3	3,09		741	42,6	30,5	57,9
			140 - 180	1,31	33,4	17,2	2,45		617	34,4	27,3	44,5
			180 - 230	1,21	19,1	10,1	1,65		294	23,2	21,2	29,2

Tablica 12 Teški metali u površinskom sloju tla (0-20 cm) na vodozaštitnom području Stara Loza i Prečko (n=5, za Cr n=4)

Vodozaštitno područje	Oznaka uzorka	pH _{H2O}	pH _{KCl}	Humus %	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g	Cd	Cr	Cu	Fe mg/kg	Mn	Ni	Pb	Zn
Stara Loza	8	8,16	7,34	4,34	9,61	18,00	1,13	57,3	28,7	35630	819	50,2	37,9	85,0
	9	7,91	7,25	5,38	3,44	17,50	1,33	42,98	24,5	26900	633	36,8	38,8	69,4
	10	7,98	7,35	3,08	3,51	8,90	1,02	45,8	23,4	28760	672	38,7	32,6	65,2
	11	7,87	7,18	4,15	-	-	0,6	-	6,55	11825	194	16,9	23,0	41,0
	12	8,11	7,37	3,43	8,10	8,90	1,53	52,0	22,4	30670	683	53,0	32,6	72,4
Aritm. sredina		8,01	7,30	4,08	6,17	13,3	1,12	49,5	21,1	26757	600	39,1	33,0	66,6
Maksimalno		8,16	7,37	5,38	9,61	18,0	1,53	57,3	28,7	35630	819	53,0	38,8	85,0
Minimalno		7,87	7,18	3,08	3,44	8,90	0,60	42,9	6,55	11825	194	16,9	23,0	41,0
Stand.dev.		0,13	0,08	0,89	3,17	5,11	0,35	6,46	8,48	8959	238	14,3	6,3	16,1

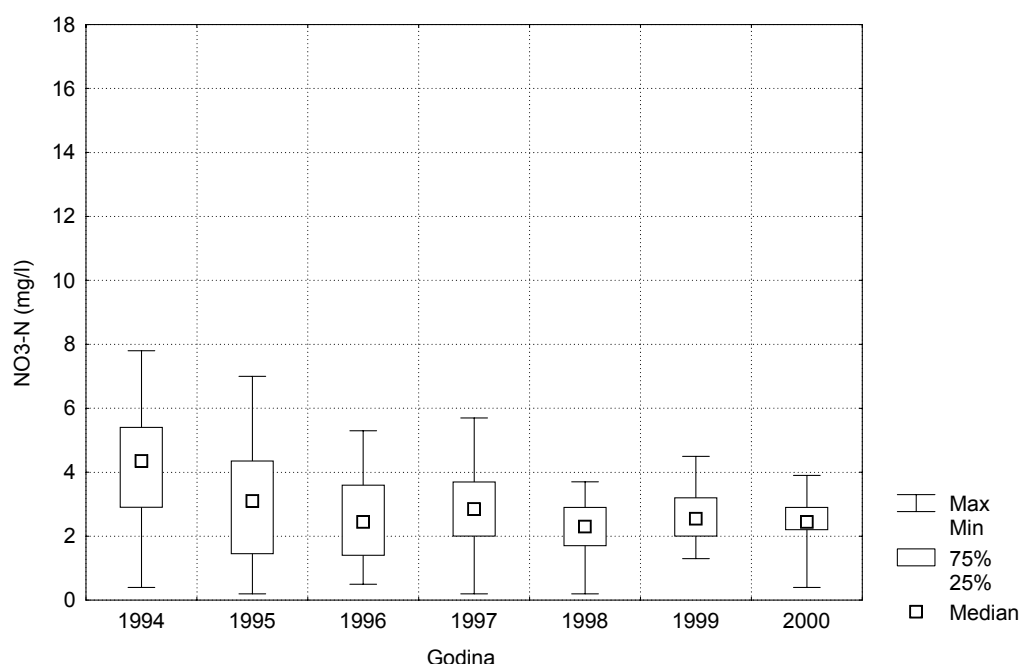
Karakteristike površinskog sloja poljoprivrednih tala na ovom području su relativno ujednačene, a prosječne koncentracije teških metala, s izuzetkom kadmija, ne odstupaju značajno od okolnih vrijednosti (tablica 12). Primjenom složenijih statističkih analiza za identifikaciju mogućih izvora onečišćenja tala teškim metalima u dolini Save na zagrebačkom području, ROMIĆ I ROMIĆ (2003) su utvrdili da bi se koncentracije kadmija u tlima mogle gotovo isključivo pripisati antropogenom utjecaju. Uspoređujući ih s maksimalno dopuštenim koncentracijama propisanim *Pravilnikom*, tada su one uglavnom više od niže, a u nekim slučajevima i više vrijednosti MDK. Variranja sadržaja elemenata istraživanih u tlima u dolini Save određeni su prvenstveno sastavom različitih regolitčnih supstrata fluvijativnog porijekla koji su unešeni u recentnu pedogenezu. Kad se radi o elementima za koje je utvrđen antropogeni utjecaj, tada ishodište visokog koeficijenta njihovog variranja svakako nije samo pedogeno. Dobro je poznata sposobnost sedimenata da bilježe antropogene utjecaje na fluvijalne sustave tijekom vremena, odražavaju kakvoću akvatičnih sustava, ali i evoluciju određenih hidroloških i kemijskih parametara. Riječni sedimenti su naročito osjetljivi na akumulaciju polutanata, što ne znači da se nužno permanentno fiksiraju, već putem bioloških i kemijskih agenasa bivaju uključeni u sustav voda-tlo-biljka. Na inundacijskim područjima naročito je izražena recentna sedimentacija materijala izloženih onečišćenju iz različitih izvora u dolini rijeke Save uzvodno od Zagreba: rudnika, industrije i gradskih sredina. Neosporan je doprinos i atmosferske depozicije čestica koje potječu iz urbanih izvora na području Zagreba (industrijska emisija, promet, odlaganje otpada, toplane i dr.) nakupljanju teških metala u tlima.

4.1.3.3. Kakvoća podzemne vode

Podzemna voda je Ca-HCO₃ tipa sa znatnim udjelom magnezija. Temperatura podzemne vode varira od 10 do 16°C, a tvrdoća vode oko 360 mg/l CaCO₃. Vrijednost elektrolitičke vodljivosti podzemne vode iznosi 650-900 µS/cm.

Prema podacima o kakvoći podzemne vode od 1993. do 2001. godine zapaža se da podzemna voda na području crpilišta sadrži nitrate, ukupna i mineralna ulja, a povremeno su zabilježeni željezo i mangan.

Na oba crpilišta bilježi se trend sniženja koncentracija nitrata u podzemnoj vodi. Najveće koncentracije nitrata na području Stare Loze zabilježene su 1994. godine kada su dosezale gotovo 8 mg/l NO₃-N. Najmanje izražen trend smanjenja sadržaja nitrata u podzemnoj vodi vezan je za piezometre smještene bliže rijeci Savi na kojima su i inače zabilježene najniže koncentracije nitrata. Na slici 9 prikazane su vrijednosti maksimalnih i minimalnih godišnjih zabilježenih koncentracija, te medijan originalnih podataka o zabilježenim koncentracijama nitrata u podzemnoj vodi na priljevnom području crpilišta Stara Loza. Ove vrijednosti su izvedene iz podataka mjerenja kojih je godišnje bilo 40-50.



Slika 9 Sadržaj nitrata u podzemnoj vodi na priljevnom području crpilišta Stara Loza

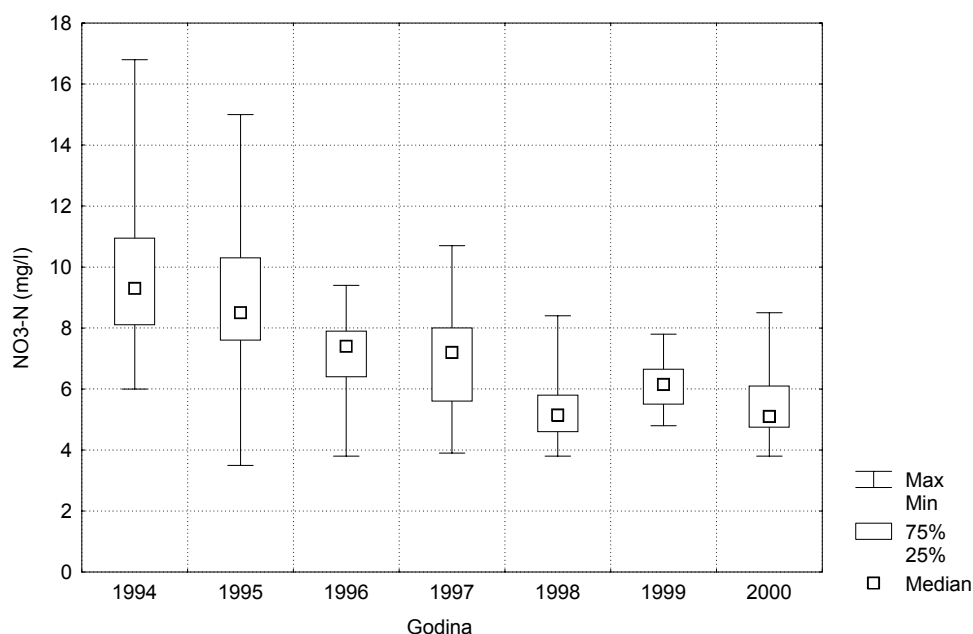
Sadržaj nitrata na području crpilišta Prečko viši je u odnosu na Staru Lozu (slika 5). U 1994. i 1995. godini povremeno je zabilježen u iznosima većim od 10 mg/l što je maksimalno dozvoljena koncentracija u pitkoj vodi. Povećanje sadržaja nitrata u vodi vezano je za visoke razine vode što se može dovesti u vezu s ispiranjem gornje zone vodonosnika. Samo mali dio tog područja koristi za poljoprivrednu proizvodnju, a u blizini su naselja koja se šire na vodozaštitno područje, tako da je više vjerojatno porijeklo nitrata u podzemnoj vodi iz kućanstava, septičkih jama i drugog načina otpuštanja tekućeg otpada iz urbane zone. Na slici 10 prikazane su vrijednosti maksimalnih i minimalnih godišnjih zabilježenih koncentracija, te medijan originalnih podataka o zabilježenim koncentracijama nitrata u podzemnoj vodi na priljevnom području crpilišta Prečko. Ove vrijednosti su izvedene iz podataka mjerenja kojih je godišnje bilo 30-60, a 1997. godine čak 159. Mjerenja su provođena 6-12 puta godišnje, a 1999. i 2000. 5 puta godišnje.

U okviru praćenja kakvoće podzemne vode na priljevnom području crpilišta povremeno se analiziraju pesticidi i njima srodni spojevi, od kojih su u podzemnoj vodi povremeno zabilježeni lindan, te aldrin.

Na degradaciju prirodne kakvoće podzemne vode upućuje nalaz ukupnih i mineralnih ulja u podzemnoj vodi oba crpilišta kao i na ostalim zagrebačkim crpilištima. Njihove koncentracije ne prelaze maksimalno dozvoljene u pitkoj vodi.

Na razmatranim piezometrima oba crpilišta koncentracije željeza i mangana uglavnom su vrlo niske, a povremena povećanja su kratkotrajna. Nešto više

koncentracije željeza bilježe se na crpilištu Stara Loza i povremeno dosežu 0.1 mg/l.



Slika 10 Sadržaj nitrata u podzemnoj vodi na priljevnom području crpilišta Prečko

4.1.4. Vodozaštitno područje Mala Mlaka

Crpilište Mala Mlaka jedno je od najstarijih zagrebačkih crpilišta. Nalazi se na desnoj obali rijeke Save u blizini istoimenog naselja. Iako ideja o njegovoj izgradnji datira još iz 1934. godine, prvi zdenci su u pogon pušteni tek 1964. godine. U početku je izvedeno 10 kopanih zdenaca dubine 13-15 m i promjera 6 m čija je tadašnja izdašnost od 1700 l/s višestruko premašivala tadašnje potrebe. Kasnije je uz kopane zdence izvedeno još 6 bušenih zdenaca kojima je zahvaćen cijeli šljunkoviti vodonosnik. Danas se s ovog crpilišta koristi oko 1300 l/s vode. Ukupna veličina područja iznosi 2349,2 ha. U sjevernom dijelu područja šire se gradska i prigradska naselja, presjeca ga obilazna auto-cesta i željeznička pruga, a južnim dijelom prolazi oteretni kanal Sava-Odra. Za poljoprivrednu proizvodnju se koriste površine većinom južno od auto-ceste, gospodarstva su pretežno ratarsko-stočarskog tipa, ali se uzgaja i povrće na otvorenom i u zaštićenom prostoru, a dio se nalazi pod livadama. I vodozaštitna zona površine oko 145 ha ograđena je 1966. godine, a između II i III zone nema razlike u načinu korištenja. Šume zauzimaju samo oko 1% površina.

4.1.4.1. Hidrogeološka obilježja

Postojećim zdencima zahvaćen je savski šljunkovito-pjeskoviti vodonosnik čija debljina na području crpilišta iznosi oko 35 m, a prema sjeveru se smanjuje. Kopanim zdencima je zahvaćen plići dio vodonosnika (do 15 m), a bušenim zdencima cijeli vodonosnik (38-40 m). Vrijednosti hidrauličke vodljivosti vodonosnika prema podacima pokusnih crpljenja bušenih zdenaca iznose oko 1000 m/dan.

Iznad vodonosnika se nalaze prašinasto-glinovite naslage debljine 1.5-6 m. Viši iznosi se odnose uz južni rub aluvijalnog vodonosnika. Napajanje vodonosnika odvija se procjeđivanjem iz rijeke Save čije je korito usječeno u vodonosnik pa je ostvarena izravna hidraulička veza s podzemnom vodom. Obnavljanje podzemne vode omogućava i infiltracija padalina kroz krovinske naslage, ali je ta količina zanemariva u odnosu na dotok iz Save.

Na piezometrima PZO-2 i PZO-8, koji se nalaze u Remetincu, odnosno u Botincu, uzvodno od crpilišta, razine vode u razmatranom razdoblju nalazile su se između 5 i 8 m dubine. Na ostalim piezometrima smještenim bliže crpnim zdencima, razine podzemne vode su niže i dubina do vode na njima doseže i 12 m. Na njima se zapaža blagi trend sniženja razina podzemne vode, što nije tako izraženo na piezometrima PZO-2 i PZO-8.

4.1.4.2. Pedološka obilježja

Na vodozaštitnom području Mala Mlaka zastupljene su tri kartografske jedinice, a njihova struktura i površine prikazane su u tablici 13.

Tablica 13 Nazivi i površine kartiranih jedinica tla u vodozaštitnom području Mala Mlaka

Broj	Kartirane jedinice - Naziv	Struktura (%)	Površina (ha)
1	.Eutrično smeđe na aluvijalnom nanosu, lesivirano	70	718,9
	Humofluvisol plitko do srednje duboko oglejeni, karbonatni, ilovasti	30	
9	Humofluvisol plitko do srednje duboko oglejeni, karbonatni, ilovasti Eutrično smeđe na aluvijalnom nanosu, lesivirano	80	1204,8
		20	
11	Pseudoglej na zaravni, srednje duboki	65	276,2
	Eutrično smeđe na aluvijalnom nanosu, lesivirano	35	
12	Naselja		139,5
14	Ranžirni kolodvor		9,8

Sukladno veličini istraživane površine i strukturi kartiranih jedinica, analizirana su 4 pedološka profila, učinjeno je 23 pedoloških bušotina do dubine oko 200 cm i uzeta 22 uzorka iz površinskog sloja tla (0-20 cm). Kartirane jedinice, a tako i tipovi tala i njihova zastupljenost, izmjenjuju se s udaljenošću od Save. Najveći dio područja s prevladavajućim humofluvisolima širi se nad holocenskom terasom, te postupno, s prevladavajućim eutrično smeđim tlima na aluvijalnom

nanosu, prelazi prema rubnim dijelovima pleistocenske terase s prevladavajućim pseudoglejima na zaravni.

U površinom najvećoj kartiranoj jedinici 9 otvorena su dva pedološka profila, P-11 i P-12, oba pripadaju tipu *humofluvisola plitko oglejenog, karbonatnog, ilovastog*, različite dubine soluma. Kemijska i fizikalna svojstva tala prikazana su u tablici 14. Tla ove kartirane jedinice smještena su na zaravnjenim dijelovima reljefa. Površine se koriste kao dobre oranice, pretežno za uzgoj ratarskih kultura.

Tablica 14 Odabrana fizikalna i kemijska svojstva profila tla analiziranih na vodozaštitnom području Mala Mlaka

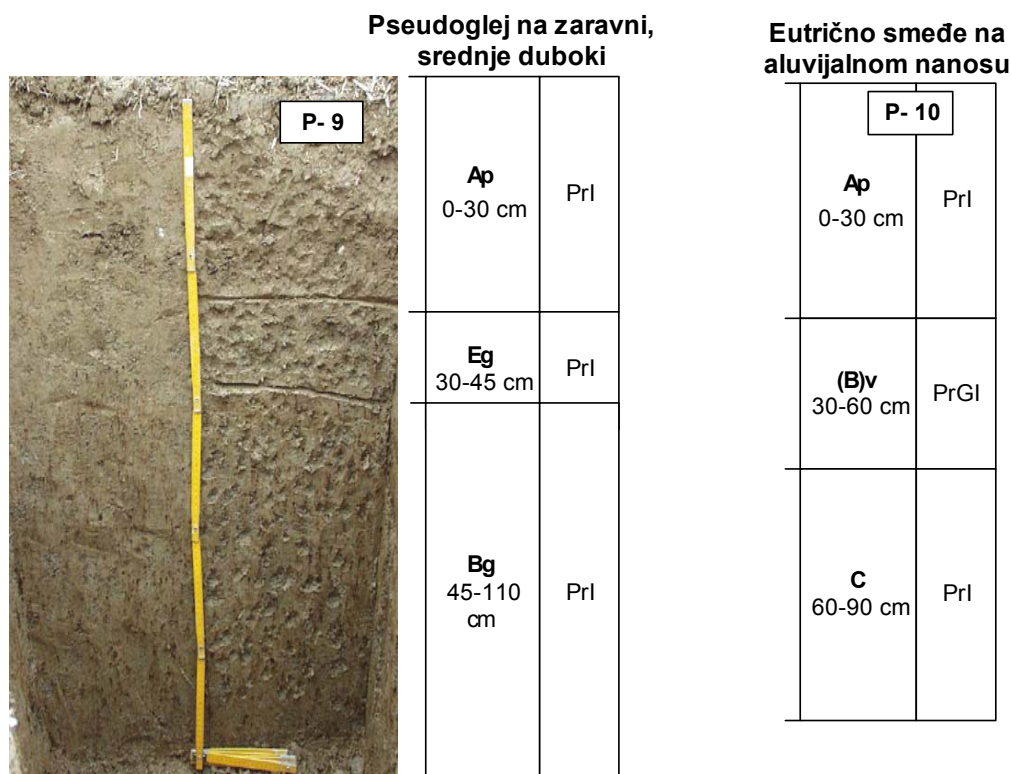
Vodozaštit no područje	Oznaka profila	Dubina cm	pH _{H2O}	pH _{KCl}	CaCO ₃ (%)	Humus (%)	N (%)	P ₂ O ₅ mg/100 g	K ₂ O	Mehanički sastav (θ u mm)					Tekstura
										2-0.2	0.2-0.05	0.05-0.02	0.02-0.002	< 0.002	
Mala Mlaka	P-9	0 - 30	6,35	5,36		3,72		2,4	8	5	6	26	46	17	PrI
		30 - 45	5,82	4,22						6	6	24	42	22	PrI
		45 - 110	6,32	5,22						7	7	26	36	24	PrI
	P-10	0-30	7,20	5,06		2,52	0,14	14	8,3	14	16	17	31	22	PrI
		30-60	7,90	6,88		1,69				25	12	14	19	30	PrGI
		60-90	7,92	6,84	26,4					41	13	14	10	22	PrI
	P-11	0-40	8,10	7,20		2,81		5,8	17,5	1	2	14	51	32	PrGI
		40-90	8,30	7,30		0,72		0,7	9,4	1	2	13	57	27	PrI
		90-120	8,10	7,10						4	5	14	40	37	PrGI
	P-12	0-16	8,20	7,20	14,2	2,35	0,13	6,4	11,4	1	21	15	39	24	PrI
		16-39	8,20	7,20	15,1	2,03		5,6	9,5	1	18	14	41	25	PrI
		39-72	8,20	7,34	23,6	1,09				0	15	39	57	19	PrI
		72-120	8,26	7,40	29,7					1	1	31	40	27	PrI/PrGI
		120-200	7,40	6,56	3,40					5	11	18	32	34	PrGI
		200-250	7,47	6,56	4,48					80% šljun.					šljunak

Vodozaštit no područje	Oznaka profila	Dubina cm	Porozitet %	Apsolutni kapacitet (vol. %)		Specifična gustoća (g/dm ³)		Vodopropusnost K cm/s	Vrijednost pF		
				za vodu	za zrak	volumna	stvarna		0,33 bara	15 bara	6,25 bara
Mala	P-9	45 - 110	44	37	7	1,50	2,73	6,12x10 ⁻⁶			
Mlaka	P-11	0-40	54	50	4	1,29	2,80	2,87x10 ⁻⁴	42,4	17,4	26,4
		40-90	55,5	48	7,5	1,30	2,80	1,33x10 ⁻⁴	37,8	16,2	23,0
		90-120							37,6	19,6	24,6

Tla su slabo do srednje alkalna, slabo humusna u površinskom sloju, slabo opskrbljena fiziološki aktivnim fosforom, a umjereno do dobro opskrbljena kalijem. Podloga šljunka na >120 cm odnosno >200 cm uvjetuje dobru dreniranost tla. Tla su težeg teksturnog sastava u usporedbi s humofluvisolima bliže Savi.

U kartiranoj jedinici 1 prevladavaju eutrično smeđa tla na aluvijalnom nanosu, lesivirana, te humofluvisol plitko do srednje duboko oglejeni, karbonatni, ilovasti. To je područje udaljenije od Save, zauzima centralnu ocjeditiju terasu izgrađenu iz šljunkovito pjeskovitih nanosa. Profil P-10 klasificiran je kao *eutrično smeđe tlo na aluvijalnom nanosu* (slika 11), vrlo slabo do slabo alkalno po dubini, slabo humusno i slabo do umjereno opskrbljeno fiziološki aktivnim hranjivima (tablica 14). Karbonati su isprani iz gornjeg dijela soluma, a akumulacija gline se uočava na dubini 30-60 cm. Način korištenja za poljoprivrednu proizvodnju je sličan na cijelom vodozaštitnom području.

Kartirana jedinica 11 je površinom najmanja na vodozaštitnom području Mala Mlaka, a od tipova tala dominantno su zastupljeni pseudoglej na zaravni, srednje duboki i eutrično smeđe na aluvijalnom nanosu, lesivirano. Područjem prevladavaju oranice pod ratarskim kulturama i djetelinsko travnim smjesama, te livade. Pedološki profil P-9 otvoren je na strništu u okruženju oranica, a tip tla je *pseudoglej na zaravni, srednje duboki*. Stratigrafska građa prikazana je na slici 11. Tlo je praškasto ilovaste teksture cijelom dubinom profila, s povećanjem udjela gline od 17% u Ap do 24% u Bg horizontu. Slabo propusni sloj utvrđen je na dubini do 110 cm (tablica 14). Reakcija tla je slabo do vrlo slabo kisela, površinski horizont je dosta humusan i slabo opskrbljen fiziološki aktivnim hranjivima. Za pseudoglejna tla je općenito karakterističan i niski kapacitet zamjene kationa.



Slika 11 Slika profila P-9 i shematski prikaz stratigrafske građe profila P-9 i P-10 na vodozaštitnom području Mala Mlaka

4.1.4.2.1. Teški metali u tlu

Koncentracije metala utvrđene u genetskim horizontima profila pseudogleja P-9 su ujednačene cijelom dubinom (tablica 15) i odgovaraju ishodišnjim vrijednostima za šire područje. Južni rubni dio vodozaštitnog područja Mala Mlaka čini prijelaz iz holocenske terase u područje pleistocenske terase, gdje su prevladavajući tipovi tala pseudoglej na zaravni i pseudoglej-glej. Budući da transportom tvari upravljaju dominantni tokovi vode u tlu, kod pseudogleja na zaravni može doći do zadržavanja, akumulacije i premještanja, bilo ascedentnog ili descedentnog, onečišćenja unutar soluma. Međutim, to je područje općenito manje izloženo izravnoj imisiji onečišćenja iz urbane sredine. Prethodnim istraživanjima (ROMIĆ I ROMIĆ, 1997) su u području pleistocenske terase šireg područja Zagreba (n=52) utvrđene značajno niže koncentracije metala u površinskom sloju poljoprivrednih tala u odnosu na područje najmlađe riječne doline uz Savu (n=30) i mlađe holocenske terase (n=150).

U površinskom sloju tla su vrlo slabo kisela, u rasponu od slabo kiselih do slabo alkaličnih, dosta humusna, u rasponu od slabo humusnih do humusnih. Varijabilnost ukupnih koncentracija teških metala u površinskom sloju je velika, ali prosječne koncentracije su gotovo za sve metale približne vrijednostima

karakterističnim aza šire područje (tablica 16). Naročito je visoka prosječna koncentracija nikla, u rasponu od 17.5-185 mg kg⁻¹. I dosadašnjim istraživanjima na ovom području potvrđena je velika varijabilnost koncentracija nikla u tlima. Dio sadržaja tog metala nedvojbeno je antropogenog porijekla i prvenstveno bi mogao biti povezan s prometnicama i sličnim objektima. Detaljna istraživanja koja su provedena na 100 ha poljoprivrednih tala u području od mjesta Mičevac do zračne luke "Pleso" pokazala su vjerojatni utjecaj blizine aerodroma na akumulaciju nikla u površinskom sloju tla (ROMIĆ I ROMIĆ, 2001). Visoke koncentracije utvrđene su i uz obilaznu auto-cestu, te u blizini aerodroma u Lučkom. Materijali koji se u poljoprivrednoj praksi unose u tlo nisu velika prijetnja onečišćenju poljoprivrednih tala niklom. Najveći antropogeni izvor je izgaranje goriva i otpadna ulja. Koncentracija nikla u ispustu iz diesel motora dostiže od 500-1000mg l⁻¹. Iz tih se izvora u svijetu godišnje ispušta u atmosferu 26700 tona nikla. U humofluvisolima u dolini Save u zagrebačkom području ROMIĆ (2002) je utvrdila da je nikal dominantno vezan u rezidualnoj frakciji (72-88%), a zatim slijedi frakcija Fe i Mn osida (7-17%).

Tablica 15 Koncentracije teških metala utvrđene u genetskim horizontima tla na vodozaštitnom području Mala Mlaka

Vodozaštitno područje	Oznaka profila	Tip tla	Dubina (cm)	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
				mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹		%			mg kg ⁻¹		
Mala Mlaka	P-9	Pseudoglej na zaravni, srednje duboki	0 - 30	0,61	41,9	17,4	33,0	0,05	872	33,8	23,5	74,7
			30 - 45	0,61	44,0	17,4	34,0		794	37,9	26,6	75,7
			45 - 110	0,72	41,9	17,4	33,8		883	35,8	18,4	71,5

Tablica 16 Teški metali u površinskom sloju tla (0-20 cm) na vodozaštitnom području Mala Mlaka (n=22, za Cr n=4)

Vodozaštitno područje	Oznaka uzorka	pH _{H2O}	pH _{KCl}	Humus %	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O	Cd	Cr	Cu	Fe mg/kg	Mn	Ni	Pb	Zn
Mala Mlaka	13	7,92	7,16	1,79	-	-	0,65	-	12,9	19650	355	49,5	29,5	50,5
	14	7,84	7,10	3,22	-	-	0,75	-	20,2	27275	565	76,7	35,0	73,7
	15	7,95	7,14	2,60	-	-	0,75	-	13,9	21525	423	53,1	29,0	55,0
	16	7,60	7,23	1,71	-	-	1,05	-	8,25	12025	168	22,1	21,0	43,2
	17	7,82	6,97	3,10	-	-	0,90	-	18,9	25250	688	99,9	26,0	72,5
	18	7,98	6,93	3,55	-	-	0,50	-	25,1	33300	750	185	25,0	77,0
	19	7,90	7,01	3,09	-	-	0,90	-	22,7	28975	820	77,7	27,5	86,1
	20	7,96	7,25	1,69	-	-	0,75	-	6,55	12350	218	38,3	14,5	35,7
	21	7,90	7,04	3,64	-	-	0,70	-	16,9	22700	593	55,9	21,0	66,9
	22	6,24	5,45	4,55	-	-	0,50	-	22,5	32375	905	76,5	27,0	97,6
	23	7,60	6,93	3,36	-	-	0,90	-	13,7	17125	523	37,7	14,5	62,5
	24	7,76	6,96	3,64	-	-	0,70	-	21,3	29125	915	82,0	23,5	110
	25	7,68	7,00	3,03	-	-	0,60	-	19,9	24150	755	65,8	18,5	70,9
	26	7,11	6,22	3,09	-	-	0,25	-	37,4	24775	570	94,3	47,0	75,1
	27	6,39	5,10	4,53	-	-	0,25	-	25,0	31875	1063	53,5	22,0	84,1
	28	7,76	6,96	2,95	-	-	0,80	-	15,8	21075	610	54,4	15,0	58,0
	29	7,70	7,02	2,52	-	-	0,75	-	14,0	20075	590	47,5	14,0	57,8
	30	5,21	3,86	4,22	-	-	0,25	-	12,2	26850	945	28,3	8,50	68,2
	31	5,87	5,38	2,92	-	-	0,82	46,8	21,3	29416	886	17,5	30,2	82,5
	32	6,91	6,50	4,11	-	-	0,82	41,5	30,0	29102	844	32,6	38,0	107
	33	6,70	6,29	5,71	-	-	1,41	64,7	32,7	43175	1197	58,8	39,9	103
	34	7,58	7,18	4,50	-	-	1,56	68,3	37,6	42300	1147	47,9	41,1	123
Aritm. sredina		7,34	6,58	3,34			0,75	55,3	20,4	26112	706	61,6	25,8	75,4
Maksimalno		7,98	7,25	5,71			1,56	68,3	37,6	43175	1197	185	47,0	123
Minimalno		5,21	3,86	1,69			0,25	41,5	6,55	12025	168	17,5	8,50	35,7
Stand.dev.		0,78	0,88	1,00			0,32	13,2	8,47	7951	277	35,3	9,99	22,3

Koncentracije nikla u zamjenjivoj frakciji uglavnom nisu utvrđene, odnosno bile su niže od granice detekcije plamene AAS. Ta se frakcija može uzeti kao približno mjerilo bio-pristupačnosti elementa, a to znači da je rizik od uključivanja toksičnih koncentracija nikla u hranidbeni lanac vrlo mali. Međutim, takve pretpostavke mogle bi se potvrditi samo daljnjim istraživanjima u kojima bi se testiralo primanje i tog metala u biljku na različitim tipovima tala i pri različitim sadržajima nikla u tlu.

Visoke koncentracije nikla u tlu često se poklapaju i s visokim koncentracijama cinka. Glavni izvor antropogene emisije je industrija, a aerodepozicija je značajan izvor nakupljanja tog metala u tlu. Za razliku od nikla, cink se u visokim koncentracijama može unositi i materijalima koji se koriste u poljoprivredi: stajski gnoj, gnojovka, kompost, mineralna gnojiva, pesticidi. U površinskom sloju tla u vodozaštitnom području Mala Mlaka utvrđena je prosječna koncentracija cinka od 75.4 mg kg^{-1} , u rasponu od $36\text{--}123 \text{ mg kg}^{-1}$. Koncentracije cinka bilježe se povremeno, na nekima i stalno, u podzemnoj vodi zagrebačkih vodocrpilišta. To je svakako razlog da se provedu daljnja istraživanja načina prodora tog metala kroz solum tla do podzemne vode na vodocrpilištima, a naročito onima u kojima su u tlu utvrđene visoke koncentracije cinka.

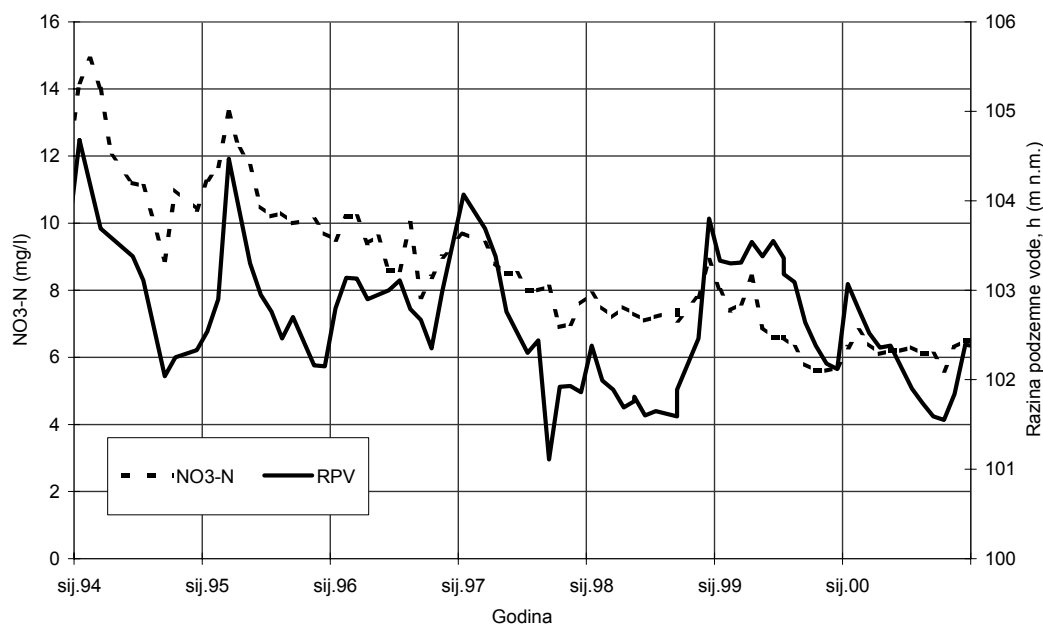
4.1.4.3. Kakvoća podzemne vode

Podzemna voda je Ca-HCO_3 tipa sa znatnim udjelom magnezija. Temperatura podzemne vode varira od 11 do 15°C , a tvrdoća vode oko 330 mg/l CaCO_3 . Vrijednost elektrolitičke vodljivosti podzemne vode je $550\text{--}950 \text{ }\mu\text{S/cm}$.

Na priljevnom području crpilišta Mala Mlaka postoji veliki broj potencijalnih izvora onečišćenja: željeznička pruga, ranžirni kolodvor, prometnice, poljoprivredne površine, te otpadne vode naselja što se odrazilo i na kakvoću podzemne vode. Na priljevno područje crpilišta u visokim koncentracijama su se nalazili lakohlapljivi klorirani ugljikovodici (trikloreten i tetrakloreten) i nitrati, čiji se sadržaj od sredine devedesetih postupno smanjuje.

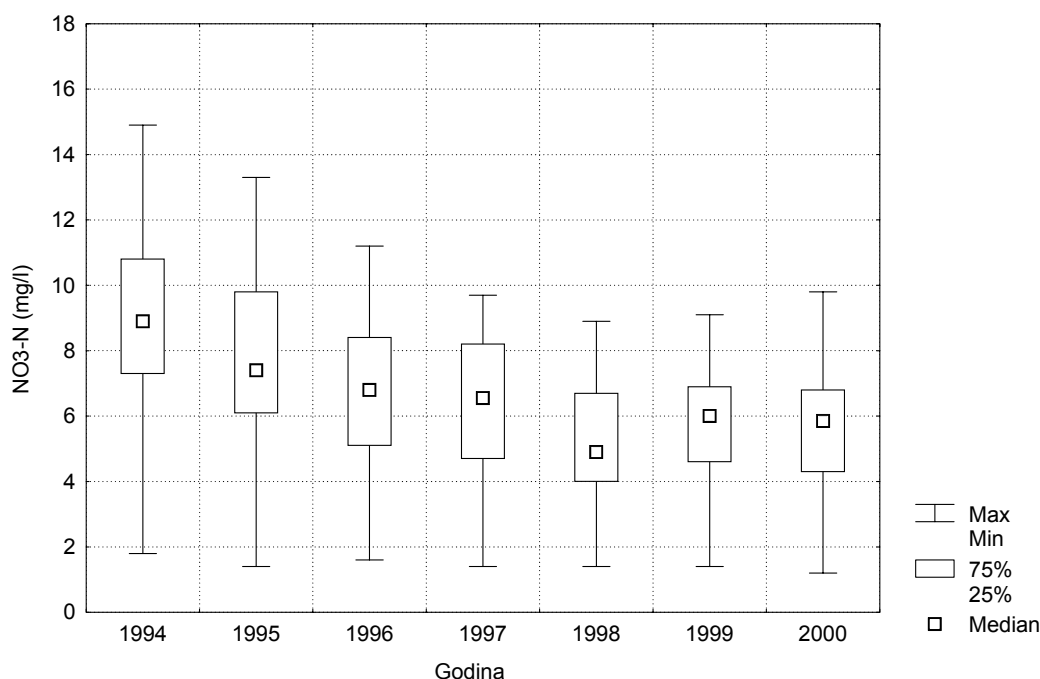
Sadržaj ukupnih i mineralnih ulja u podzemnoj vodi sličan je sadržaju ovih parametara i na ostalim zagrebačkim crpilištima. Njihove koncentracije ne prelaze maksimalno dozvoljene u pitkoj vodi, ali povremeno dosežu visoke iznose i upućuju na utjecaj otpadnih voda i padalinskih voda koje se slijevaju s prometnih i drugih površina i procjeđuju u vodonosnik.

Sadržaj nitrata u podzemnoj vodi razmjerno je visok, a posljedica je poljoprivredne djelatnosti. Najveće koncentracije nitrata zabilježene su 1994. godine (slika 13) i vezane su za piezometre smještene bliže crpilištu. Na njima se zapaža povećanje sadržaja $\text{NO}_3\text{-N}$ u vrijeme visokih razina podzemne vode što može značiti ispiranje prethodno nesaturiranoga dijela naslaga (slika 12). U razmatranom razdoblju se bilježi trend sniženja sadržaja nitrata u vodi i prati sniženje razina podzemne vode.



Slika 12 Promjena sadržaja nitrata u odnosu na razinu podzemne vode

Na slici 13 prikazane su vrijednosti maksimalnih i minimalnih godišnjih zabilježenih koncentracija, te medijan originalnih podataka o zabilježenim koncentracijama nitrata u podzemnoj vodi na priljevnom području crpilišta. Ove vrijednosti su izvedene iz podataka mjerenja kojih je godišnje bilo 140-185. Mjerenja su provođena 3-12 puta godišnje, ovisno o položaju piezometara u odnosu na crpne zdence.



Slika 13 Sadržaj nitrata u podzemnoj vodi na priljevnom području crpilišta Mala Mlaka

U okviru praćenja kakvoće podzemne vode na priljevnom području crpilišta povremeno se analiziraju pesticidi i njima srodni spojevi, od kojih su u podzemnoj vodi povremeno zabilježeni lindan i dieldrin. Nalaz ovih parametara također upućuje na utjecaj poljoprivredne djelatnosti na kakvoću podzemne vode.

4.1.5. Vodozaštitno područje Petruševac

Vodozaštitno područje Petruševac je smješteno na lijevoj obali rijeke Save u blizini istoimenog naselja i južno od industrijske zone Žitnjak. Ukupna površina vodozaštitnog područja iznosi 320 ha, pod šumama i šikarama je oko 30% površine, a ostalo su najvećim dijelom poljoprivredne površine. Samim središnjim dijelom područja prolazi željeznička pruga. Uz samu Savu jugoistočno i jugozapadno, gdje prevladavaju šume i šikare, ima brojnih riječnih rukavaca i "divljih" deponija otpada. Poljoprivredne površine se intenzivno koriste većinom za uzgoj povrća na otvorenom i u zaštićenom prostoru, te ratarskih kultura.

Crpilište se sastoji od 5 zdenaca koji su od korita rijeke Save udaljeni oko 800 m. Ukupna izdašnost crpilišta iznosi oko 1250 l/s, a u planu je proširenje crpilišta čime bi se izdašnost povećala na 2000 l/s. Ovo vodozaštitno područje još nema odluku o sanitarnim zonama. Ograđeni su samo crpni zdenci, a u njihovoj neposrednoj blizini se intenzivno proizvodi povrće.

4.1.5.1. Hidrogeološka obilježja

Na području Petruševca i Črnkovca šljunkovito-pjeskoviti vodonosnik je najveće debljine. Doseže dubinu od oko 100 m, a ispod njega se također nalaze propusni slojevi s većim sadržajem pijeska i sitnijih frakcija, a manjim šljunka. Kod Jakuševca šljunkovito-pjeskoviti vodonosnik nabušen je do 90 m dubine, nakon čega slijedi prašinasto-glinoviti sloj debljine 10 m, a ispod njega sloj pijeska. Sjeverno od Petruševca šljunkovito-pjeskoviti vodonosnik oplićava, a na Sašnjaku je debljine oko 40 m.

Vodonosnik je zahvaćen do 40 m dubine. Dobre je propusnosti. Prema podaci pokusnih crpljenja zdenca hidraulička vodljivost vodonosnika je 1000-1500 m/dan.

Iznad vodonosnika nalaze se slabo propusne naslage sastavljene od praha, prašinastog pijeska i gline. Debljina pokrovnih polupropusnih naslaga razmjerno je mala, 1-2 m, zbog čega je i ugroženost vodonosnika od onečišćenja s površine terena velika.

Napajanje vodonosnika odvija se procjeđivanjem iz rijeke Save. Razine podzemne vode na području crpilišta nalaze se na dubinama između 5 i 9 m, a razlika između visokih i niskih razina vode je 1.5 do 2 m.

4.1.5.2. Pedološka obilježja

Na vodozaštitnom području Petruševac zastupljene su dvije kartografske jedinice, a njihova struktura i površine prikazane su u tablici 17.

Tablica 17 Nazivi i površine kartiranih jedinica tla u vodozaštitnom području Petruševac

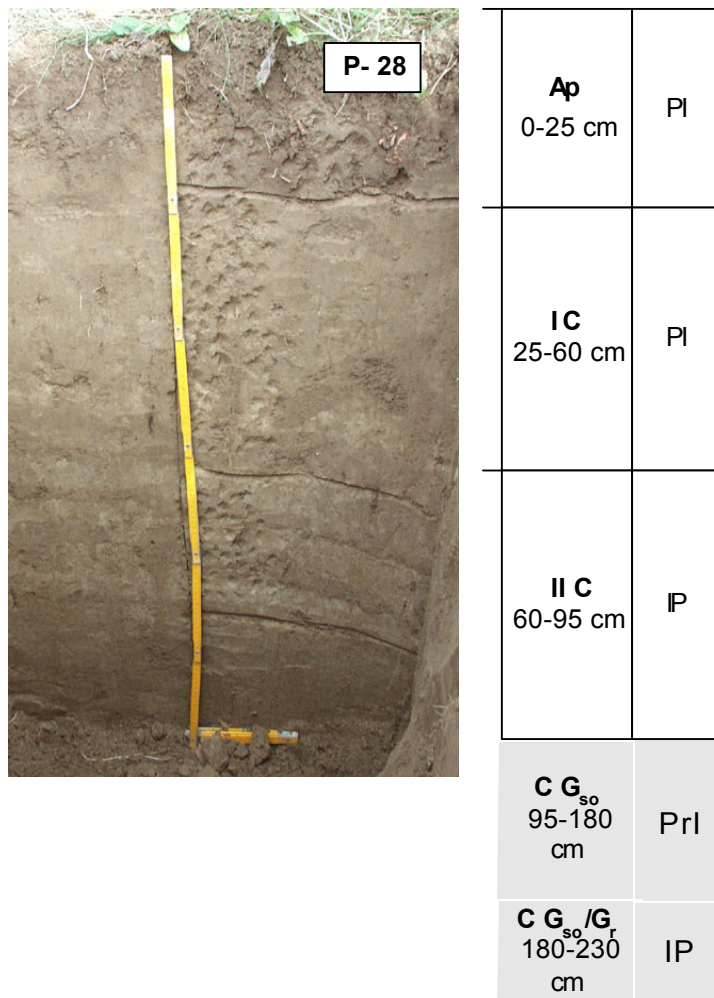
Broj	Kartirane jedinice - Naziv i struktura	Struktura (%)	Površina (ha)
5	Aluvijalno karbonatno oglejeno, srednje duboko do duboko, ilovasto do pjeskovito, plavljeno	100	46,9
8	Humofluvisol plitko do srednje duboko oglejeni, karbonatni, ilovasti	90	247,4
	Aluvijalno karbonatno oglejeno, srednje duboko do duboko, ilovasto	10	
12	Naselja		9,2
13	Rijeka Sava		16,5

Na ovom vodozaštitnom području analizirana su 2 pedološka profila, učinjeno je 5 pedoloških bušotina do dubine oko 200 cm i uzeto 6 uzoraka iz površinskog sloja tla (0-20 cm).

U kartiranoj jedinici 5 zastupljeno je aluvijalno karbonatno tlo u području između rijeke Save i nasipa, površine 47 ha. To se područje uglavnom ne koristi za poljoprivrednu proizvodnju, ispresijecano je starim meandrima, a kod visokog vodostaja Save često je i kratkotrajno plavljeno. To su teksturno lagana tla, praškasto pjeskovite ilovače i ilovasti pijesak.

U kartiranoj jedinici 8 dominantno je zastupljen humofluvisol. Otvorena su dva profila na različitoj udaljenosti od Save. Tlo profila P-28 tipa *humofluvisol, plitko oglejeni, karbonatni, ilovasti*, je bliži Savi, lakog teksturnog sastava, a bez pravilnog rasporeda izmjenjuju se pjeskoviti, ilovasto pjeskoviti, pjeskovito ilovasti i praškasto pjeskoviti materijali. Stratigrafska građa profila prikazana je na slici 14. Tlo je porozno s osrednjim kapacitetom za vodu i umjerene brzine propusnosti za vodu u oraničnom sloju, slabo do srednje alkalno, jako humusno i karbonatno, a vrlo slabo odnosno umjereno opskrbljeno fiziološki aktivnim fosforom i kalijem (tablica 18). Profil P-27, tip tla je *humofluvisol, plitko oglejeni, karbonatni, ilovasti*, udaljeniji je od Save i težeg teksturnog sastava do dubine 80 cm, s proslojcima gline u potpovršinskom horizontu. Sloj na dubini 80-130 cm je pjeskovit, a ispod njega je šljunak.

**Humofluvisol plitko oglejeni,
karbonatni, ilovasti**



Slika 14 Slika profila P-28 i shematski prikaz stratigrafske građe na vodozaštitnom području Petruševac

Tablica 18 Odabrana fizikalna i kemijska svojstva profila tla analiziranih na vodozaštitnom području Petruševac

Vodozaštitno područje	Oznaka profila	Dubina cm	pH _{H2O}	pH _{KCl}	CaCO ₃	Humus	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mehanički sastav (θ u mm)					Tekstura
					(%)	(%)	mg/100 g		2-0.2	0.2-0.05	0.05-0.02	0.02-0.002	<0.002	
Petruševac	P-27	0-20	7,86	7,20	27,8	5,45	2,30	11,8	1	18	21	38	22	PrI
		20-55	8,16	7,52	30,0	3,04		9,00	1	6	17	50	27	PrGI/PrI
		55-80	8,54	7,62	29,5	1,22		5,00	2	36	16	26	20	I
		80-103	8,7	7,96	33,6	0,30			71	22	0	2	4	P
		103-190	8,6	8,1										
	P-28	0 - 25	8,06	7,39		3,90	2,46	4,00	15	50	16	16	3	PI
		25 - 60	8,40	7,69					23	46	17	12	2	PI
		60 - 95	8,47	7,79					44	33	13	9	1	IP
		95 - 180	8,29	7,46					2	22	23	41	12	PrI
		180 - 230	8,85	8,39					66	26	6	2	0	IP

Vodozaštitno područje	Oznaka profila	Dubina cm	Porozitet %	Apsolutni kapacitet (vol. %)		Specifična gustoća (g/dm ³)		Vodopropusnost K cm/s
				za vodu	za zrak	volumna	stvarna	
Petruševac	P-28	0 - 25	51,0	35,0	16,0	1,4	2,7	1,33x10 ⁻³
		25 - 60	53,5	43,0	11,5	1,2	2,6	4,08x10 ⁻⁴

4.1.5.2.1. Teški metali u tlu

Profil P-28 analiziran je i na sadržaj teških metala, a rezultati su prikazani u tablici 19. U površinskom horizontu utvrđena ju koncentracija žive od 0.23 mg kg^{-1} , što je više od ishodišnjih vrijednosti za taj element u širem području. Vertikalna distribucija svih istraživanih metala pokazuje određenu pravilnost u skladu sa stratigrafskom građom profila i izmjenom slojeva različitog teksturnog sastava (slika 14). Koncentracije kadmija visoke su cijelom dubinom profila, a naročito je problematična koncentracija od 1.42 mg kg^{-1} u dubljem dijelu soluma. Horizont C_{GSO} na dubini 95-180 cm je teksturno teži i sadrži više koncentracije svih metala, ali, opet osim za kadmij, bez znakova njihovog ispiranja šljunkovite podloge.

Koncentracije metala utvrđene u površinskom sloju poljoprivrednih tala na vodozaštitnom području Petruševac više su vrijednosti karakterističnih za šire područje (tablica 20). Koncentracije kadmija variraju od $0.90\text{-}1.43 \text{ mg kg}^{-1}$ malo je vjerojatno da bi se te relativno visoke koncentracije mogle povezati s agronomskom praksom. O mogućem antropogenom porijeklu kadmija u tlima uz Savu već je diskutirano u ovoj studiji. Međutim, najviše koncentracije bakra i cinka utvrđene su u površinskom sloju tla na površini koja se koristi kao intenzivan povrtnjak i s velikom vjerojatnošću ih se može povezati s primjenom agrokemikalija. Općenito ne bi trebalo zanemariti ni blizinu industrijske zone na Žitnjaku.

4.1.5.3. Kakvoća podzemne vode

Podzemna voda na priljevnom području crpilišta Petruševac, kao i na ostalim zagrebačkim crpilištima, je Ca-HCO_3 tipa sa znatnim udjelom magnezija. Temperatura podzemne vode varira od 10 do preko 16°C , a tvrdoća vode je nešto manja nego na prethodno opisanim crpilištima i iznosi $200\text{-}300 \text{ mg/l CaCO}_3$. Vrijednost elektrolitičke vodljivosti podzemne vode u pravilu je $400\text{-}700 \mu\text{S/cm}$, izuzev dijela sjeverozapadno od crpnih zdenaca, a nizvodno od "divlje deponije otpada" gdje elektrolitička vodljivost podzemne vode povremeno prelazi $1000 \mu\text{S/cm}$.

Tablica 19 Koncentracije teških metala utvrđene u genetskim horizontima tla na vodozaštitnom području Petruševac

Vodozaštitno područje	Oznaka profila	Tip tla	Dubina (cm)	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
					mg kg ⁻¹		%			mg kg ⁻¹		
Petruševac	P-28	Humofluvisol plitko oglejeni, karbonatni, ilovasti	0 - 25	1,42	29,4	13,2	18,6	0,23	397	22,29	34,44	49,64
			25 - 60	1,01	27,1	10,1	17,1		358	20,10	34,17	46,23
			60 - 95	1,21	25,3	10,1	15,6		307	17,17	36,36	44,44
			95 - 180	1,42	44,6	20,3	27,2		684	34,44	56,73	68,89
			180 - 230	0,80	11,0	6,0	11,8		309	13,03	16,03	21,04

Tablica 20 Teški metali u površinskom sloju tla (0-20 cm) na vodozaštitnom području Petruševac (n=6, za Cr n=4)

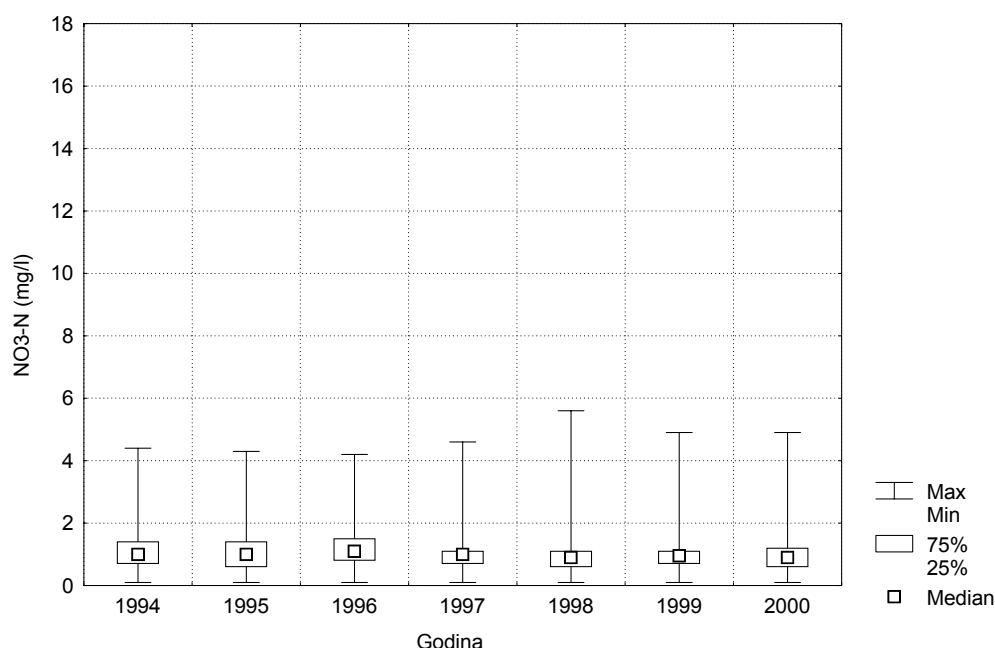
Vodozaštitno područje	Oznaka uzorka	pH _{H2O}	pH _{KCl}	Humus	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
				%	mg/100g					mg/kg				
Petruševac	69	8,02	7,39	3,38	36,2	25,0	1,43	54,0	27,5	30930	744	40,8	45,9	91,7
	70	7,95	7,36	2,98	16,0	18,0	1,22	41,6	19,3	27200	624	34,5	31,5	70,0
	71	8,01	7,32	3,77	41,6	30,0	1,42	45,8	47,8	29590	697	42,7	44,8	155
	72	8,08	7,36	2,57	19,9	11,0	0,91	34,4	16,2	24060	562	29,4	28,4	53,7
	73	7,69	6,98	4,36	-	-	0,93	-	17,5	22350	315	42,5	41,0	60,1
	74	7,93	7,07	2,74	-	-	0,90	-	46,6	23725	470	92,3	42,0	103
Aritm. sredina		7,95	7,25	3,30	28,41	21,00	1,13	43,96	29,14	26309	569	47,0	38,9	88,8
Maksimalno		8,08	7,39	4,36	41,58	30,00	1,43	54,01	47,80	30930	744	92,3	45,9	155
Minimalno		7,69	6,98	2,57	15,95	11,00	0,90	34,44	16,21	22350	315	29,4	28,4	53,7
Stand.dev.		0,14	0,18	0,68	12,39	8,29	0,25	8,17	14,52	3473	158	22,8	7,3	37,2

Ispitivanje kakvoće podzemne vode na priljevnom području crpilišta provodi komunalno poduzeće Vodoopskrba i odvodnja od 1993. godine. U razdoblju od 1993.-2001. god. kakvoća podzemne vode na priljevnom području crpilišta Petruševac praćena je na 48 piezometara. Na priljevnom području crpilišta potencijalni izvori onečišćenja su napuštene šljunčare u koje se odlaže otpad, otpadne vode naselja i poljoprivredna zemljišta.

Najveći problem na crpilištu predstavljaju visoke koncentracije mangana zbog čega je izgrađen uređaj za demanganizaciju vode. Sadržaj mangana u podzemnoj vodi mjestimice u kontinuitetu prelazi 0.3 mg/l (MDK za pitku vodu) što nije slučaj i sa željezom. U podzemnoj vodi se bilježi i olovo koje je u uskoj vezi sa sadržajem željeza i mangana, međutim ne nalazi se u koncentracijama većim od MDK. S obzirom na mineraloški sastav naslaga proizlazi da su ovi parametri u vodi posljedica prirodnih hidrogeokemijskih uvjeta u vodonosniku, a na njihovo ponašanje znatnu ulogu ima dinamika podzemne vode.

Sadržaj ukupnih i mineralnih ulja u podzemnoj vodi sličan je sadržaju ovih parametara i na ostalim zagrebačkim crpilištima. Njihove koncentracije ne prelaze maksimalno dozvoljene u pitkoj vodi, ali upućuju na degradaciju prirodne kakvoće podzemne vode.

Sadržaj nitrata u podzemnoj vodi na priljevnom području crpilišta Petruševac razmjerno je nizak, premda je povremeno, ali kratkotrajno, zabilježen u koncentracijama vrlo bliskim MDK (10 mg/l), a dva puta i iznad MDK i to u vrijeme visokih razina podzemne vode. Najveće koncentracije nitrata u vodi općenito se odnose na piezometre smještene zapadno od crpnih zdenaca. Na slici 15 prikazane su vrijednosti maksimalnih i minimalnih godišnjih zabilježenih koncentracija, te medijan originalnih podataka o zabilježenim koncentracijama nitrata u podzemnoj vodi na priljevnom području crpilišta. Ekstremne vrijednosti nisu uzete u obzir. Ove vrijednosti su izvedene iz podataka mjerenja kojih je godišnje bilo 110-206. Mjerenja su provedena 3-12 puta godišnje, ovisno o položaju piezometara u odnosu na crpne zdence. Na piezometrima smještenim bliže crpilištu praćenje kakvoće podzemne vode u pravilu se provodi više puta godišnje na svom crpilištima.



Slika 15 Sadržaj nitrata u podzemnoj vodi na priljevnom području crpilišta Petruševac

U okviru praćenja kakvoće podzemne vode na priljevnom području crpilišta povremeno se analiziraju pesticidi i njima srodni spojevi, od kojih su u podzemnoj vodi samo povremeno zabilježeni lindan i aldrin.

4.1.6. Vodozaštitno područje Velika Gorica

Vodozaštitno područje Velika Gorica smješteno je zapadno od istoimenog grada, a okruženo je poljoprivrednim površinama, šljunčarama, jezerima i industrijskim pogonima. Ukupna površina vodozaštitnog područja iznosi 1053,5 ha. Šire vodozaštitno područje omeđeno je na jugu sjevernom zaobalnom nožicom nasipa oteretnog kanala Sava-Odra; na zapadu granica se poklapa s granicom Grada Velike Gorice i Grada Zagreba; na sjeveru granica ide linijom paralelnom s brzom prometnicom Zagreb-Velika Gorica na udaljenosti 250 m sjeverno od osi prometnice; na istoku granica se poklapa s pravcem Vukomeričke ulice u Radnoj zoni Zapad te proteže na jug do sjeverne zaobalne nožice nasipa oteretnog kanala Sava-Odra. Poljoprivredne površine se koriste za ratarsku i stočarsku proizvodnju, te za uzgoj povrća. Crpilište se sastoji od pet zdenaca od kojih se četiri koriste za potrebe vodoopskrbe Zagreba, a jedan za potrebe Velike Gorice. Ukupna izdašnost crpilišta iznosi oko 900 l/s.

4.1.6.1. Hidrogeološka obilježja

Postojećim zdencima na crpilištu zahvaćen je aluvijalni vodonosnik koji je nabušen na prosječnom dubinskom intervalu 4-44 m. U litološkom sastavu

vodonosnika dominira sitnozrni do krupnozrni šljunak s krupnozrnatim pijeskom. Prema podacima pokusnih crpljenja zdenaca vrijednosti hidrauličke vodljivosti vodonosnika iznose 1600-2500 m/dan. Vodonosnik je pokriven slabo propusnim naslagama debljine od oko 4 m.

Napajanje vodonosnika odvija se infiltracijom padalina kroz slabo propusne krovinske naslage i procjeđivanjem iz rijeke Save. Razine podzemne vode na području crpilišta nalaze se na dubinama između 6 i 8 m, a razlika između visokih i niskih razina vode je 1.5 m.

4.1.6.2. Pedološka obilježja

Na vodozaštitnom području Velika Gorica zastupljene su dvije kartografske jedinice, a njihova struktura i površine prikazane su u tablici 21.

Tablica 21 Nazivi i površine kartiranih jedinica tla u vodozaštitnom području Velika Gorica

Broj	Kartirane jedinice - Naziv	Struktura (%)	Površina (ha)
1	Eutrično smeđe na aluvijalnom nanosu, lesivirano	70	318,9
	Humofluvisol plitko do srednje duboko oglejeni, karbonatni, ilovasti	30	
9	Humofluvisol plitko do srednje duboko oglejeni, karbonatni ilovasti	80	620
	Eutrično smeđe na aluvijalnom nanosu, lesivirano	20	
12	Naselja		114,6

Na vodozaštitnom području Velika Gorica otvoreno je 5 pedoloških profila, učinjeno je 11 pedoloških bušotina do dubine oko 200 cm i uzeto 10 uzoraka iz površinskog sloja tla (0-20 cm).

U kartiranoj jedinici 1, koja zauzima manji dio na vodozaštitnom području Velika Gorica, analizirana su tri pedološka profila, a pripadaju tipu *eutrično smeđih lesiviranih tala na aluvijalnom nanosu*. Fizikalne i kemijske analize profila prikazane su u tablici 22. Profil P-14 ima malu dubinu soluma, prema pH slabo do vrlo slabo kisele reakcije, u površinskom sloju dosta humusan, slabo opskrbljen fiziološki aktivnim fosforom, a umjereno kalijem.

Tablica 22 Odabrana fizikalna i kemijska svojstva profila tla analiziranih na vodozaštitnom području Velika Gorica

Vodozaštit no područje	Oznaka profila	Dubina	pH _{H2O}	pH _{KCl}	CaCO ₃	Humus	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mehanički sastav (θ u mm)						Tekstura	Stsбилnost agregata
		cm			(%)	(%)	mg/100 g	2-0.2	0.2-0.05	0.05-0.02	0.02-0.002	<0.002				
Velika Gorica	P-13	0 - 30	8,07	7,09		4,12	3,23	13,5	2	8	20	39	31	PrGI	dosta st.	
		30 - 60	8,25	7,24					2	5	12	48	33	PrGI		
		60 - 100	8,09	6,95					4	10	25	29	32	PrGI		
		100 - 130	8,03	6,75					7	25	21	22	25	I		
	P-14	0 - 25	6,37	5,29		3,74	2,33	11,8	5	7	16	38	34	PrGI	dosta st.	
		25 - 60	6,72	5,44					6	7	19	35	33	PrGI		
	P-16	0-30	6,60	5,70		3,85	11,8	21,5	2	6	25	38	29	PrGI		
		30-50	6,70	5,90		2,78	2,3	15	3	6	12	39	40	PrGI		
		50-70	7,30	6,00					1	7	16	38	38	PrGI		
		70-110	7,30	6,20					17	9	18	21	35	PrGI		
	P-17	0-30	8,10	6,90		0,84	0,84	8,9	7	7	17	39	30	PrGI		
		30-90	8,30	7,30		0,60	1,02	8	1	4	16	53	26	PrI		
		90-120	8,20	7,20					1	10	25	42	22	PrI		
		120-150	8,10	6,90					7	8	19	34	32	PrGI		
	P-15	0-30	6,60	5,30			2,4	2,8	13,5							
		30-50	6,90	6,20			2,4	1,3	9,5							
		50-70	7,60	6,60	14,9	1,3	0,1	4,0								
		70-120	7,60	6,80	17,2											

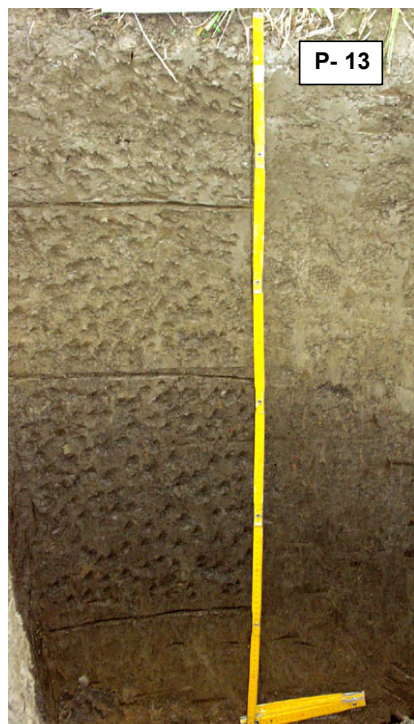
Vodozaštit no područje	Oznaka profila	Dubina cm	Porozitet %	Apsolutni kapacitet (vol. %)		Specifična gustoća (g/dm ³)		Vodopropusnost K cm/s	pF (bar)		
				za vodu	za zrak	volumna	stvarna		0,33	15	6,25
Velika Gorica	P-13	30 - 60	48	42	6	1,4	2,7	2,04x10 ⁻⁶			
		60 - 100	44	37,5	6,5	1,5	2,7	6,48x10 ⁻⁴			
	P-17	0-30	48,5	42,5	6	1,44	2,8	1,62x10 ⁻⁵	34,5	13,3	20,2
		30-90	50,5	43	7,5	1,4	2,82	1,48x10 ⁻³	37,6	13	20,7
		90-120							33,5	11,4	17,5

Težeg je teksturnog sastava, klase praškasto glinaste ilovače s >30% gline. Profil P-15 ima veću dubinu soluma, vrlo slabo je do slabo alkaličan s povećanjem karbonata od 6-17% s dubinom, slabo humusan u površinskom horizontu, slabo opskrbljen fiziološki aktivnim fosforom, a umjereno kalijem. Profil P-16 je neutralan do vrlo slabo alkaličan, u površinskom horizontu dosta humusan, umjereno opskrbljen fiziološki aktivnim fosforom, a bogato opskrbljen kalijem. Težeg je teksturnog sastava, klase praškasto glinaste ilovače, s izrazitom akumulacijom gline u podpovršinskom horizontu. na dubini 70-110 cm povećava se udio krupnog pijeska. Stratigrafska građa profila P-16 prikazana je na slici 16.

U kartiranoj jedinici 9 analizirana su dva profila. Profil P-13 je *humofluvisol, plitko oglejeni, karbonatni glinasti*, osrednje alkalni cijelom dubinom profila, u površinskom sloju dosta humusan, slabo opskrbljen fiziološki aktivnim fosforom, a umjereno kalijem (tablica 22). Do dubine 100 cm to je teksturno teže tlo, teksturne klase praškasto glinaste ilovače, dok je na dubini 100-130 cm sloj ilovastog materijala (slika 16). Podpovršinski sloj tla ima osrednji kapacitet za vodu, mali kapacitet za zrak i vrlo malo je propustan za vodu, ali se s dubinom soluma povećava i vodopropusnost. Profil P-17 je tipa *humofluvisola, plitko do srednje duboko oglejen, karbonatan, ilovast*, osrednje alkalni cijelom dubinom profila, vrlo slabo humusan. Površinski horizont je teksturno teži, klase praškasto glinaste ilovače, nešto je lakšeg teksturnog sastava u slojevima na dubini od 30-120 cm, a ispod toga je ponovo sloj teksturno težeg materijala. zato je u površinskom horizontu i propusnost tla za vodu vrlo mala, a umjerena na dubini 30-90 cm.

4.1.6.2.1. Teški metali u tlu

Koncentracije teških metala u profilima humofluvisola prikazane su u tablici 23. U profilu P-13 koji se nalazi južno od mjesta V. Mlaka, koncentracije svih istraživanih metala smanjuju se s dubinom. Koncentracija žive utvrđena je smo u površinskom horizontu i iznosila je 0.05 mg kg⁻¹. U profilu P-14 koncentracije metala su ujednačenije, ali je i dubina soluma znatno manja. za ovo je područje dakle karakteristična akumulacija metala u gornjem dijelu soluma, u prvom redu se to odnosi na kadmij, te za krom, mangan i nikel.

Humofluvisol plitko oglejeni,
karbonatni, glinasti


Ap 0-30 cm	PrGl
IC 30-60 cm	PrGl
II C 60-100 cm	PrGl
C Gso 100-130 cm	I

 Eutrično smeđe na
aluvijalnom nanosu

P- 16	
Ap/E 0-30 cm	PrGl
(B)v₁ 30-50 cm	PrGl
(B)v₂ 50-70 cm	PrGl
C 70-110 cm	PrGl

Slika 16 Slika profila P-13 i shematski prikaz stratigrafske građe P-13 i P-16 na vodozaštitnom području Velika Gorica

Tablica 23 Koncentracije teških metala utvrđene u genetskim horizontima tala na vodozaštitnom području Velika Gorica

Vodozaštitno područje	Oznaka profila	Tip tla	Dubina (cm)	Cd	Cr mg kg ⁻¹	Cu	Fe %	Hg	Mn	Ni mg kg ⁻¹	Pb	Zn
Velika Gorica	P-13	Humofluvisol plitko oglejeni, karbonatni, ilovasti	0 - 30	1,23	53,9	29,8	39,1	0,05	1063	52,9	34,4	90,9
			30 - 60	1,34	58,9	32,0	40,5		816	55,8	32,0	85,7
			60 - 100	0,93	46,3	27,8	39,8		967	46,3	28,8	78,2
			100 - 130	0,72	38,9	25,6	40,4		685	45,0	23,5	73,7
	P-14	Eutrično smeđe na aluvijalnom nanosu, lesivirano	0 - 25	1,13	50,4	29,8	40,3	0,06	1203	50,4	35,0	90,5
			25 - 60	0,83	49,5	30,9	42,7		1248	51,6	29,9	92,8

Tablica 24 Teški metali u površinskom sloju tla (0-20 cm) na vodozaštitnom području Velika Gorica (n=10, za Cr n=4)

Vodozaštitno područje	Oznaka uzorka	pH _{H2O}	pH _{KCl}	Humus %	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O	Cd	Cr	Cu	Fe mg/kg	Mn	Ni	Pb	Zn
Velika Gorica	35	8,05	7,21	4,31	5,97	18	1,23	50,3	25,7	34000	825	47,2	28,7	75,9
	36	7,66	6,85	3,10	-	-	0,60	-	14,9	22725	725	54,2	13,5	65,0
	37	7,69	6,50	0,91	-	-	0,25	-	19,2	32375	830	66,7	7,00	66,1
	38	7,73	6,92	2,21	-	-	0,65	-	13,0	20675	520	56,1	11,5	53,8
	39	7,73	6,81	3,57	-	-	0,40	-	17,8	26825	753	68,8	15,0	76,6
	40	7,81	6,96	2,81	-	-	0,25	-	17,1	23175	675	58,9	12,0	65,8
	41	7,61	6,54	2,67	-	-	0,55	-	16,1	27550	830	54,2	11,5	69,6
	42	7,68	7,37	4,55	-	-	1,45	61,3	30,7	38000	1051	51,1	35,0	93,5
	43	7,68	7,22	4,01	-	-	1,56	72,2	36,4	45492	1029	64,4	41,5	114
	44	5,68	4,95	3,72	-	-	1,20	68,6	32,5	45266	1073	59,0	45,27	101
Aritm. sredina		7,53	6,73	3,19			0,81	63,1	22,3	31608	831	58,0	22,1	78,1
Maksimalno		8,05	7,37	4,55			1,56	72,2	36,4	45492	1073	68,8	45,3	113,7
Minimalno		5,68	4,95	0,91			0,25	50,3	13,0	20675	520	47,2	7,0	53,8
Stand.dev.		0,66	0,69	1,09			0,50	9,68	8,33	9039	178	6,93	14,2	18,7

Koncentracije svih metala, osim žive, više su od ishodišnjih vrijednosti za šire područje do dubine 60 cm. Ujedinjenost koncentracija metala do te dubine u eutrično smeđem tlu može značiti i njihovu bolju pokretljivost s ozirom na niži pH.

Na cijelom je vodozaštitnom području Velika Gorica iz površinskog sloja tla uzeto 10 uzoraka koji su analizirani na osnovna kemijska svojstva i sadržaj teških metala (tablica 24). Prosječna koncentracija kadmija iznosi 0.75 mg kg^{-1} , u rasponu od $0.25\text{--}1.56 \text{ mg kg}^{-1}$. Koncentracija kadmija od 0.25 mg kg^{-1} predstavlja zapravo polovicu vrijednosti granice detekcije plamene AAS za taj element, a da bi se mogla provesti osnovna statistička analiza. U području između potoka St. Lomnica i oteretnog kanala Sava-Odra, koncentracije kadmija u površinskom sloju tla nisu bile više od granice detekcije plamene AAS. Međutim, u području sjeverno od mjesta G. Lomnica prema V. Mlaci i V. Gorici, koncentracije kadmija su znatno više i prelaze vrijednost od 1 mg kg^{-1} . U tim su uzorcima više i koncentracije bakra, što nije karakteristično za tla u dolini Save na Zagrebačkom području, zatim kroma, naročito mangana, te olova i cinka. Visoke koncentracije nikla utvrđene su u površinskom sloju tla na cijelom vodozaštitnom području Velika Gorica.

4.1.6.3. Kakvoća podzemne vode

Podzemna voda na priljevnom području crpilišta Velika Gorica je Ca-HCO_3 tipa sa znatnim udjelom magnezija. Temperatura podzemne vode varira od 10 do 15°C , a tvrdoća vode je oko 330 mg/l CaCO_3 . Vrijednost elektrolitičke vodljivosti podzemne vode iznosi $560\text{--}980 \text{ }\mu\text{S/cm}$.

U razdoblju od 1993.-2001. god. kakvoća podzemne vode na priljevnom području crpilišta kontinuirano je praćena je na većem broju piezometara. Prema podacima o kakvoći vode u tom razdoblju utvrđene su povišene koncentracije nitrata, lakohlapljivih ugljikovodika, te znatan sadržaj ukupnih i mineralnih ulja.

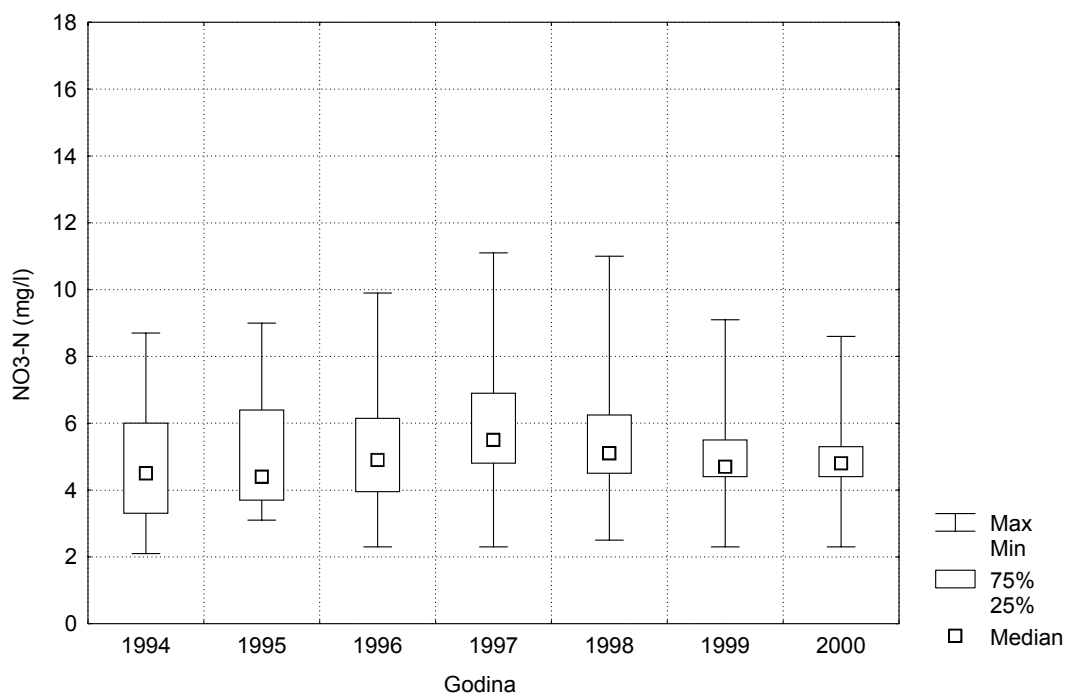
Podzemna voda priljevnog područja Velika Gorica sadrži lakohlapljive ugljikovodike (tetrakloretena i trikloretena), koji su posljedica onečišćenja podzemne vode početkom 90-ih godina zbog čega je i zdenac B-3 privremeno bio isključen iz vodoopskrbe. Sadržaj ovih ugljikovodika je do 1995. godine povremeno prelazile MDK u pitkoj vodi (0.01 mg/l za tetrakloreten i 0.03 mg/l za trikloreten), a od tada se bilježi trend sniženja sadržaja ovih parametara u podzemnoj vodi i to trikloetena za 10-ak puta, dok je trend sniženja sadržaja tetrakloretena znatno blaži.

Sadržaj ukupnih i mineralnih ulja u podzemnoj vodi sličan je sadržaju ovih parametara i na ostalim zagrebačkim crpilištima. Njihove koncentracije ne prelaze maksimalno dozvoljene u pitkoj vodi, ali upućuju na degradaciju prirodne kakvoće vode i vjerojatno su posljedica utjecaja otpadnih voda.

Podzemna voda sadrži i povećane koncentracije željeza, koje mjestimice prelaze 0.3 mg/l (MDK) i to zapadno od crpilišta, a sjeverno od mjesta D. Lomnica.

Sadržaj nitrata u podzemnoj vodi na priljevnom području crpilišta Velika Gorica povećavao se do 1997. godine, a od tada se bilježi blagi trend smanjenja koncentracija. Najviše koncentracije nitrata u podzemnoj vodi zabilježene su zapadno od crpilišta, a sjeverno od mjesta D. Lomnica gdje su u 1997. i 1998. godini dosežale 11 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ što je iznad MDK za pitku vodu. Povećanje sadržaja nitrata u vodi praćeno je visokim razinama podzemne vode što može značiti ispiranje gornjeg dijela naslaga, koje su prethodno bile nesaturirane. Na slici 17 prikazane su vrijednosti maksimalnih i minimalnih godišnjih zabilježenih koncentracija, te medijan originalnih podataka o zabilježenim koncentracijama nitrata u podzemnoj vodi na priljevnom području crpilišta. Ekstremne vrijednosti nisu uzete u obzir. Ove vrijednosti su izvedene iz podataka mjerenja kojih je godišnje bilo 55-75. Mjerenja su provođena 3-6 puta godišnje, ovisno o položaju piezometara u odnosu na crpne zdence.

U okviru praćenja kakvoće podzemne vode na priljevnom području crpilišta povremeno se analiziraju pesticidi i njima srodni spojevi, od kojih je u podzemnoj vodi povremeno zabilježen lindan.



Slika 17 Sadržaj nitrata u podzemnoj vodi na priljevnom području crpilišta Velika Gorica

4.1.7. Vodozaštitno područje i potencijalno crpilište Črnkovec

Potencijalno crpilište Črnkovec nalazi se sjeveroistočno od Velike Gorice izvan zagrebačkog gradskog područja. Ukupna veličina vodozaštitnog područja iznosi 2426,5 ha. Sjevernu granicu vodozaštitnog područja čini rijeka Sava, od Novog Zagreba do mjesta Šćitarjevo. Južna granica slijedi sjevernu na udaljenosti oko 2-2.5 km. Unutar područja nalaze se mjesta Jakuševac, Mičevac, V. Kosnica, Obrezina i druga, ali i objekti ranžirni kolodvor, smetlište Jakuševac, spalionica PUTO, zračna luka "Pleso", te zaobilazna auto-cesta. Na cijelom vodozaštitnom području pod šumama je oko 300 ha površine. Veliki broj "divljih" deponija otpada nalazi se upravo unutar tih šuma i šikara. Poljoprivredne površine se intenzivno koriste za uzgoj ratarskih kultura, te povrća na otvorenom i u zaštićenom prostoru. Dio površina su livade koje se koriste za hranidbu stoke. Velik je broj gospodarstava koja se bave uzgojem stoke.

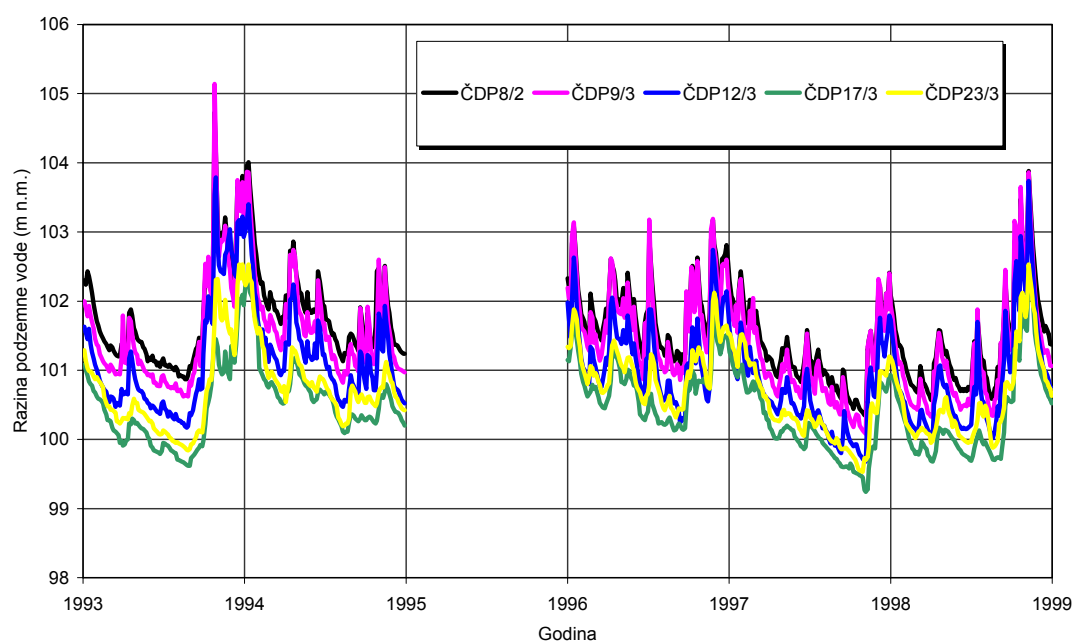
Na vodozaštitnom području Črnkovec ukupna debljina šljunkovito-pjeskovitog vodonosnika iznosi preko 100 m, a budući da su hidrogeološkim istraživačkim radovima utvrđene visoke vrijednosti hidrogeoloških parametara vodonosnika, ovaj prostor predstavlja najperspektivnije područje s aspekta budućeg širenja vodoopskrbnog sustava grada Zagreba. Procijenjena izdašnost crpilišta je oko 4 m³/s. U tijeku je izgradnja prve faze crpilišta kod Kosnice.

4.1.7.1. Hidrogeološka obilježja

Na području Črnkovca šljunkovito-pjeskoviti vodonosnik doseže debljinu od oko 100 m. Unutar njega nalaze se slabo propusni prašinasto-glinoviti međuslojevi koji su u središnjem dijelu bazena mjestimice erodirani, pa se u vertikalnom razrezu zapaža izmjena propusnih šljunkovito-pjeskovitih i pjeskovitih, te slabo propusnih prašinasto-glinovitih slojeva.

Na širem području Črnkovca vodonosnik je zahvaćen s nekoliko pokusnih zdenaca i to na različitim dubinama. Vrijednosti hidrauličke vodljivosti plićeg vodonosnika dosežu 2000 m/dan, dok se hidraulička vodljivost dubljih slojeva smanjuje kao posljedica smanjenja veličine zrna šljunka i pijeska, a povećanja sitnozrnatih materijala. Vodonosnik je pokriven pjeskovito-glinovitim prahom debljine 0.5-2 m, a debljine veće od 2 m bilježe se prema istoku. Razine podzemne vode je ispod krovinskih naslaga, pa je vodonosnik otvorenog tipa.

Generalni tok podzemne vode je od zapada prema istoku. Kod Črnkovca se formira podzemna razvodnica, pa podzemna voda dijelom otječe u Savu, a dijelom u Odru. Razlika između visokih i niskih razina podzemne vode iznosi 1.5 do 2 m (slika 18).



Slika 18 Razine podzemne vode na širem području Črakovca

4.1.7.2. Pedološka obilježja

Na vodozaštitnom području Črakovac zastupljene su tri kartografske jedinice, a njihova struktura i površine prikazane su u tablici 25.

Tablica 25 Nazivi i površine kartiranih jedinica tla u vodozaštitnom području Črakovac

Broj	Kartirane jedinice - Naziv	Struktura (%)	Površina (ha)
3	Aluvijalno karbonatno oglejeno, srednje duboko do duboko, ilovasto	70	285,5
	Humofluvisol plitko do srednje duboko oglejeni, karbonatni, ilovasti	30	
5	Aluvijalno karbonatno oglejeno, srednje duboko do duboko, ilovasto do pjeskovito, plavljeno	100	203,7
10	Humofluvisol plitko do srednje duboko oglejeni, nekarbonatni, ilovasti	55	1548,5
	Humofluvisol plitko do srednje duboko oglejeni, karbonatni, ilovasti	35	
	Aluvijalno karbonatno oglejeno, srednje duboko do duboko, ilovasto do pjeskovito ilovasto	10	
12	Naselja		148,8
13	Rijeka Sava		77,8
14	Ranžirni kolodvor		81
15	Smetlišta		81,2

Vodozaštitno područje budućeg crpilišta Črakovac površinom je najveće (2426,5 ha). Analizirano je 9 pedoloških profila, učinjeno je 18 pedoloških bušotina do dubine oko 200 cm i uzeta 24 uzoraka iz površinskog sloja tla (0-20 cm).

Kartirana jedinica 5 obuhvaća inundaciju Save i to se područje ne koristi za poljoprivrednu proizvodnju, a kod visokog vodostaja rijeke često je i kratkotrajno

plavljenjo. Oko 60% tog dijela vodozaštitnog područja je pod šumama i šikarama, a oko 40% pod livadama. Ispresijecano je starim meandrim Save. Profil P-26 smješten je u nešto širem dijelu inundacijskog područja u blizini istočne granice vodozaštitnog područja, tip tla je *aluvijalno karbonatno oglejeno, srednje duboko, ilovasto*. Tlo je slabo alkalno cijelom dubinom profila, karbonatno, humusno, pjeskovito ilovasto i ilovasto do dubine 40 cm, dok su dublji horizonti pjeskoviti (tablica 26).

Tablica 26 Odabrana fizikalna i kemijska svojstva profila tla analiziranih na vodozaštitnom području Črnkovec

Vodozaštit no područje	Oznaka profila	Dubina cm	pH _{H2O}	pH _{KCl}	CaCO ₃	Humus	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mehanički sastav (θ u mm)					Tekstura	Stabilnost agregata
					(%)	(%)	mg/100 g		2-0.2	0.2-0.05	0.05-0.02	0.02-0.002	<0.002		
Črnkovec	P-18	0-30	8,12	7,30	3,75	2,97	1,52	10,2	7	18	19	34	22	PrI	malo st.
		30-75	8,10	7,17			0,20	8,40	2	14	17	34	33	PrGI	nestabilni
		75-100	8,08	7,00	3,34				2	19	18	29	32	PrGI	nestabilni
		100-150	8,38	7,73	29,2				30	50	8	7	5	IP	potp.nest.
	P-19	0-40	8,00	6,97	2,08	2,46	0,00	8,90	4	15	16	35	30	PrGI	dosta st.
		40-90	8,03	6,90	2,08		0,00	7,40	4	13	14	33	36	PrGI	nestabilni
		90-120	8,43	7,66	27,1				21	37	18	14	10	PI	potp.nest.
	P-20	0-35	8,10	7,50	19,6	2,71	2,17	11,4	4	24	21	40	11	PrI	nestabilni
		35-60	8,23	7,51	18,7		1,81	4,00	4	23	54	12	10	PrI	nestabilni
		65-120	8,20	7,55	16,6				1	12	34	39	14	PrI	malo st.
	P-21	0-25	8,00	7,10		3,48	8,30	14,5	2	7	16	52	23	PrI	
		25-50	8,20	7,20		1,60	5,70	9,60	1	8	29	41	21	PrI	
		50-100	8,40	7,40					1	9	49	30	10	Pr-PrI	
		100-150	8,30	7,50					1	12	39	33	15	PrI	
	P-22	0-20	7,30	6,60	21,5	4,32	1,80	11,4	8	1	5	60	27	PrGI	
		20-40	7,30	6,62	20,1	2,72	0,60	7,50	6,	0	11	59	23	PrI	
		40-89	7,30	6,74	31,2	1,67		6,60	5	0	16	56	23	PrI	
		89-120	7,36	6,86	28,7				11	0	12	52	24	PrI	
		120-290	7,80	7,54	34,7				49	29	11	6	4	IP	
		290-335	7,96	7,66	20,9				14	71	8	4	3	IP	
	P-23	0-18	8,20	7,60	19,8	3,85	1,50	12,2	1	12	9	45	33	PrGI	dosta st.
		18-40	8,26	7,50	18,3	2,86		9,00	1	3	21	42	34	PrGI	dosta st.
		40-65	8,30	7,40	13,8	2,09		2,60	1	9	12	41	37	PrG	dosta st.
		65-100	8,26	7,40	24,7				1	8	17	27	46	PrG	
		100-140	8,80	7,22	1,17				0	1	9	36	54	PrGI	
		140-200	8,00	7,10	3,41				1	4	9	32	54	PrG/PrGI	
		200-260	7,96	7,00	0,46				17	24	10	14	36	I	
		260-290	8,44	7,00					46	19	11	9	16	PI	
	P-24	0-30	8,20	7,20		4,27			3	12	19	42	24	PrI	
		30-65	8,20	6,90		2,92			2	8	19	38	33	PrGI	
		65-100	8,20	6,90					5	8	19	31	37	PrGI	
		100-130	8,50	7,30	11,8				1	6	16	42	35	PrGI	
		130-200	8,40	7,30	5,10				2	15	25	27	31	PrGI	

P-25	0-33	6,9	5,3		4,24			2	12	21	35	30	PrGI
	33-68	7,5	6,00		2,35			4	10	17	34	35	PrGI
	68-140	7,8	6,00					3	5	15	32	45	PrG
	140-200	8,5	7,4	2,50				9	25	23	17	26	I
P-26	0-16	7,6	7,3	28,24	6,42	3,30	5,50	10	47	10	20	13	PI
	16-40	7,6	7,3	35,57	2,03	2,60	1,60	4,1	46	10	30	10	I
	40-52	7,8	7,4	33,84	0,54	2,80	1,60	76	18	2	2	3	P
	52-70	7,8	7,4	22,32				pijesak					P

Vodozaštit no područje	Oznaka profila	Dubina	Porozitet	Apsolutni kapacitet (vol. %)		Specifična gustoća (g/dm ³)		Vodopropusnost K	pF (bar)		
		cm	%	za vodu	za zrak	volumna	stvarna		0,33	15	6,25
Črnkovec	P-18	0-30	48,9	42,5	6,4	1,39	2,72	9,8x10 ⁻⁴	26,4	12,6	15,8
		30-75	46,2	41,4	4,8	1,45	2,68	2,08x10 ⁻⁴	31,0	16,8	19,8
		75-100							28,4	15,9	17,7
		100-150							9,30	4,20	4,80
	P-19	0-40	45,1	40,7	4,4	1,49	2,72	2,3x10 ⁻⁵	30,1	15,8	18,9
		40-90	44,9	39,9	5	1,49	2,71	3,5x10 ⁻⁵	30,6	16,4	19,7
		90-120							14,6	6,00	6,80
	P-20	0-35	45,9	42,3	3,6	1,48	2,75	2,3x10 ⁻⁵	28,8	10,8	12,3
		35-60	49,8	44	5,8	1,39	2,77	2,3x10 ⁻⁵	27,4	9,60	11,3
		65-120	47,1	41,8	5,3	1,47	2,77	3,5x10 ⁻⁵	29,6	11,6	14,0
	P-21	0-25	47,5	41,5	6	1,27	2,43	1,22x10 ⁻⁴	40,2	25,3	20,7
		25-50	46,5	39,5	7	1,36	2,54	2,63x10 ⁻⁴	36,0	21,8	14,6
		50-100							22,4	10,3	6,40

Kartirana jedinica 3 se najvećim dijelom nastavlja na kartiranu jedinicu 5, s prevladavajućim aluvijalnim tlima. Analizirana su dva pedološka profila P-20 tipa *aluvijalno karbonatno, duboko oglejeno, ilovasto* i P-22 tipa *humofluvisol srednje duboko oglejeni, karbonatni, ilovasti*. Kemijska i fizikalna svojstva profila prikazana su u tablici 26. Tla su osrednje alkalna cijelom dubinom soluma, karbonatna. Profil P-20 je slabo humusan u površinskom horizontu, vrlo slabo opskrbljen fiziološki aktivnim fosforom, a umjereno kalijem. Po teksturi je praškasto ilovast cijelom dubinom soluma, osrednjeg kapaciteta za vodu, vrlo malog do malog kapaciteta za zrak i vrlo male do male propusnosti za vodu. Profil P-22 je tlo dubokog soluma, pH se povećava s dubinom od vrlo slabo do slabo alkalnog. U površinskom horizontu je dosta humusno, vrlo slabo opskrbljen fiziološki aktivnim fosforom, a umjereno kalijem i teksturno teže u odnosu na podpovršinske horizonte.

Kartirana jedinica 10 je površinom najveća u ovom vodozaštitnom području. Tla profila P-24 i P-25 klasificirana su kao *humofluvisol, plitko oglejeni, nekarbonatni*. Stratigrafska građa profila prikazana je na slici 19. Biljni pokrov ovog tla nekad su činile prirodne livade, a danas se intenzivno koriste za ratarsku i povrćarsku proizvodnju. Intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju omogućuje i povoljan ravničarski reljef, te relativno dobra prirodna dreniranost tla. Znakovi oglejavanja u dubljem solumu (>100 cm) više nisu rezultat aktualnih procesa, zbog općeg trenda smanjenja razine podzemne vode na širem području. Profil P-24 je osrednje alkalan cijelom dubinom, a karbonati se pojavljuju na dubini >100 cm. Tlo je u površinskom horizontu dosta humusno, praškasto ilovaste teksture, dok su dublji horizonti teži, praškasto glinasto ilovasti. Profil P-25 smješten je oko 600 m južnije, na oranici u blizini zaštitne ograde zračne luke "Pleso". Tlo ima niži pH, koji se s dubinom povećava od vrlo slabo kiselog do osrednje alkalnog. Karbonati se pojavljuju na dubini >140 cm, a do te dubine je težeg teksturnog sastava, praškasto glinaste ilovače s udjelom gline od 30-45%.



Humofluvisol plitko
oglejeni, nekarbonatni

Ap 0-30 cm	PrI
C 30-65 cm	PrGI
Gso_I 65-100 cm	PrGI
Gso_{II} 100-130 cm	PrGI
Gso/Gr 130-200 cm	PrGI

Humofluvisol plitko
oglejeni, nekarbonatni

Ap 0-33 cm	PrGI
C 30-68 cm	PrGI
Gso 68-140 cm	PrG
Gso 140-200 cm	I

Slika 19 Slika profila P-20 i shematski prikaz stratigrafske građe P-24 i P-25 na vodozaštitnom području Črnkovec

4.1.7.2.1. Teški metali u tlu

U tablici 26 prikazani su podaci o ukupnim koncentracijama metala po dubinama profila P-24 i P-25. Koncentracija žive utvrđena je u površinskim horizontima oba profila i iznosila je 0.10 mg kg⁻¹. Koncentracije metala u površinskom sloju tla, osim za nikel, ne prelaze maksimalno dopuštene *Pravilnikom*. Treba naglasiti da su dosadašnja istraživanja (ROMIĆ I ROMIĆ, 2002) pokazala da su koncentracije nikla u tlima šireg područja Zagreba primarno geogenog odnosno pedogenog porijekla s mjestimičnim antropogenim utjecajem. Najviše koncentracije tog metala u G_{so} horizontu povezane su vjerojatno s akumulacijom sitnih čestica bogatih željeznim oksidima, odnosno mehanizmom njihove distribucije unutar profila (tablica 26). Ni jedan od istraživanih metala ne pokazuje izrazitu akumulaciju u površinskom sloju tla do 30 cm, ali se s dubinom koncentracije olova, cinka i mangana smanjuju (tablica 26). Distribucija bakra unutar profila je

relativno ujednačena. Način distribucije kroma i nikla podudara se s distribucijom željeza unutar profila. U profilu koji je bliži zračnoj luci više su koncentracije nikla, olova i cinka, a vrlo je vjerojatno da je dio sadržaja tih metala u tlima na području vodozaštitnog područja Črnkovec antropogenog porijekla. Očigledno je premještanje teških metala unutar profila i njihovo nakupljanje u sloju akumulacije gline.

Različiti mehanizmi potiču nakupljanje metala u površinskom sloju tla. To može biti depozicija metala na površinu tla iz prirodnih ili antropogenih izvora, zadržavanje metala u obliku organskih kompleksa u površinskom horizontu, izvlačenje putem biljke iz dubljih mineralnih slojeva tla i akumuliranje u organskom sloju. Iz istraživanja koja je provela Romić (2002) u humofluvisolu na istom području, očigledan je utjecaj organske tvari tla na zadržavanje bakra i olova u površinskim horizontima, premda je dio akumuliranog olova vjerojatno porijeklom od atmosferske depozicije, a asocijacija s organskom komponentom može se tumačiti kao mehanizam zadržavanja antropogenog unosa. Za procjenu dugotrajnog ponašanja metala u tlu bilo bi važno znati i to koliko je postojana asocijacija metala s organskom tvari.

Da bi došlo do premještanja teških metala vodom kroz profil tla potrebno je da se nalaze ili u topljivoj fazi ili da su povezani s pokretljivim česticama. Metali s česticama organske tvari mogu stvarati komplekse u površinskom sloju tla i kao takvi se premještati vertikalno dubinom profila. Takvi kompleksi predstavljaju zapravo zamjenjivu organsku formu. Kompleksiranje kovina s humusnim kiselinama značajno ovisi o pH.

Tablica 27 Koncentracije teških metala utvrđene u genetskim horizontima tala na vodozaštitnom području Črnkovec

Vodozaštitno područje	Oznaka profila	Tip tla	Dubina (cm)	Cd	Cr mg kg ⁻¹	Cu	Fe %	Hg	Mn	Ni mg kg ⁻¹	Pb	Zn
Črnkovec	P-24	Humofluvisol plitko oglejeni, nekarbonatni, ilovasti	0-30	<g.d.	38,3	26,9	45,5	0,10	890	55,9	49,7	100
			30-65	<g.d.	41,5	27,0	50,3		955	58,1	43,6	93,4
			65-100	<g.d.	41,4	25,9	50,0		616	60,1	37,3	88,1
			100-130	<g.d.	50,8	32,2	48,6		721	67,4	44,6	94,4
			130-200	<g.d.	44,7	26,0	51,3		832	64,5	45,8	86,3
	P-25	Humofluvisol plitko oglejeni, nekarbonatni, ilovasti	0-33	<g.d.	46,2	29,4	53,7	0,10	806	66,2	57,8	106
			33-68	<g.d.	32,5	28,3	53,1		985	62,9	49,2	102
			68-140	<g.d.	54,8	32,6	61,2		637	83,2	48,4	112
			140-200	<g.d.	42,1	21,6	38,6		523	47,2	38,0	71,8

Smatra se općenito da vodotopljiva i zamjenjiva frakcija, a ponekad i organska, predstavljaju bio-pristupačni oblika, a kao potencijalno mobilni oblici mogu se isprati u podzemnu vodu. Dosadašnja istraživanja su pokazala da je mobilnost istraživanih metala unutar profila humofluvisola slaba, ali to ne znači da u određenim uvjetima neće doći do njihovog ispiranja u podzemnu vodu.

Distribucija metala u površinskom sloju tla učinjena je na temelju analiza 24 uzorka. Rasponi koncentracija metala su općenito vrlo široki, što i nije iznenađujuće s obzirom na brojne potencijalne izvore emisije štetnih tvari u tom području. Koncentracije kadmija su bile utvrđene u rasponu od <granice detekcije plamene AAS do 1.7 mg kg^{-1} . Već je navedeno da je kao primarni način imisije kadmija u tlo na širem području fluvijalna sedimentacija onečišćenih materijala. Područje uz Savu uzvodno od Zagreba, i u Hrvatskoj i u susjednoj Sloveniji je industrijalizirano. Jedan od glavnih izvora emisije kadmija u okoliš općenito su rudnici, a koji su do nedavno bili aktivni. Također je bila aktivna i industrija celuloze, a još uvijek je farmaceutska (i u Hrvatskoj i u Sloveniji). Osim navedenoga, u urbanim područjima su izgaranje fosilnih goriva i automobilski promet, naročito trošenje guma, najvažniji izvori emisije kadmija.

4.1.7.3. Kakvoća podzemne vode

Podzemna voda na širem području potencijalnog crpilišta Črnkovec je Ca-HCO_3 tipa sa znatnim udjelom magnezija. Temperatura podzemne vode varira od 10 do 14°C . Tvrdoća vode u plićem dijelu vodonosnika (do 20-ak metara dubine) iznosi 200-320 mg/l CaCO_3 , u dubljem (22-60 m) 190-220 mg/l CaCO_3 , a u dubokom vodonosniku (60-85 m) 180-200 mg/l CaCO_3 . Eektrolitička vodljivost podzemne vode u plićem vodonosniku je 400-800 $\mu\text{S/cm}$, a u dubljim dijelovima oko 400 $\mu\text{S/cm}$.

U razdoblju 1993.-2001. god. kakvoća podzemne vode na priljevnom području potencijalnog crpilišta Kosnica praćena je na velikom broju piezometara. Na 8 opažačkih lokacija grupom od dva ili tri piezometra podzemna voda se opaža na različitim dubinama vodonosnika.

Uspoređujući koncentracije nitrata na različitim dubinama vodonosnika primijećuje se smanjenje koncentracija s povećanjem dubine vodonosnika. U plićem vodonosniku podzemna voda sadrži 1-4 $\text{mg/l NO}_3\text{-N}$, a u dubljim dijelovima vodonosnika sadržaj nitrata u vodi je u pravilu manji od 1 $\text{mg/l NO}_3\text{-N}$. U okviru praćenja kakvoće podzemne vode na priljevnom području crpilišta povremeno se analiziraju pesticidi i njima srodni spojevi, od kojih je u podzemnoj vodi povremeno zabilježen lindan. Nalaz ovih parametara upućuje na utjecaj poljoprivredne djelatnosti na kakvoću podzemne vode.

Sadržaj ukupnih i mineralnih ulja u podzemnoj vodi sličan je sadržaju ovih parametara i na ostalom zagrebačkom području. Njihove koncentracije ne prelaze maksimalno dozvoljene u pitkoj vodi, ali upućuju na degradaciju prirodne kakvoće podzemne vode.

Na mjestima gdje se praćenje kakvoće podzemne vode provodi na različitim dubinama vodonosnika bilježi se porast koncentracije željeza s povećanjem dubine vodonosnika. U dubljem dijelu vodonosnika samo na piezometru smještenom bliže rijeci Savi kod Kosnice koncentracije željeza ne prelaze 0.3 mg/l (MDK), dok na ostalim opažачkim mjestima sadržaj željeza varira oko MDK. Ovakva raspodjela željeza po dubini vodonosnika posljedica je reduktivnih uvjeta u dubljim dijelovima vodonosnika. Za razliku od željeza, povećanje sadržaja mangana s dubinom vodonosnika se ne bilježi. Sadržaj cinka je u uskoj vezi sa sadržajem željeza. To se u prvom redu očituje u postupnom porastu koncentracija s povećanjem dubine vodonosnika.

4.2. Utjecaj poljoprivrede i drugih načina korištenja zemljišta na prodor onečišćenja do vodonosnog horizonta na vodozaštitnim područjima

Analiza agroekoloških obilježja istraživanih vodozaštitnih područja potvrdila je njihovu pogodnost za poljoprivrednu proizvodnju, a analizom postojećeg stanja poljoprivredne proizvodnje, koja je dio ove studije, utvrđeno je da se u istraživanim područjima u Zagrebačkoj županiji i Gradu Zagrebu najveći dio površina koristi za proizvodnju ratarskih kultura, povrća (podrazumijeva i uzgoja ukrasnog bilja, cvijeća, sjemena i sadnica), te za voćarstvo i vinogradarstvo. Svako ograničenje koje je moguće s obzirom na tip tla, zahtjeve kulture i drugo, moguće je riješiti primjenom odgovarajućih uzgojnih mjera.

Provedenim istraživanjem plošne i vertikalne raspodjele teških metala u tlima vodozaštitnih područja, utvrđena su mjestimična intenzivna antropogena onečišćenja. Dio visokih sadržaja nekih metala, prije svih željeza, mangana i djelomično nikla i kroma, imaju prirodno ishodište i određeni su prvenstveno sastavom različitih regolitičnih susprata aluvijalnog porijekla koji su unešeni u recentnu pedogenezu. Za neke elemente, prije svih bakar, karakteristični su tzv. "točkasti" izvori onečišćenja, što znači jaki mjestimični antropogeni utjecaj. Naročito se to odnosi na nekontrolirana i neorganizirana odlagališta otpada, a veliki broj ih je registriran terenskim istraživanjima, zatim problemi neriješene kanalizacijske mreže, što znači i neodgovarajuće zbrinjavanje tekućeg otpada iz kućanstava i poljoprivrednih gospodarstava i drugih objekata. Sličan način mjestimičnog intenzivnog onečišćenja karakterističan je i za nikal, ali je kod tog metala problem u razlučivanju geogenih od antropogenih koncentracija, odnosno utvrđivanja stvarnog omjera antropogene kontaminacije. Ipak, neosporno je utvrđen utjecaj prometnih infrastrukturnih objekata (prometnice, aerodromi) na akumulaciju nikla u tlima na vodozaštitnim područjima.

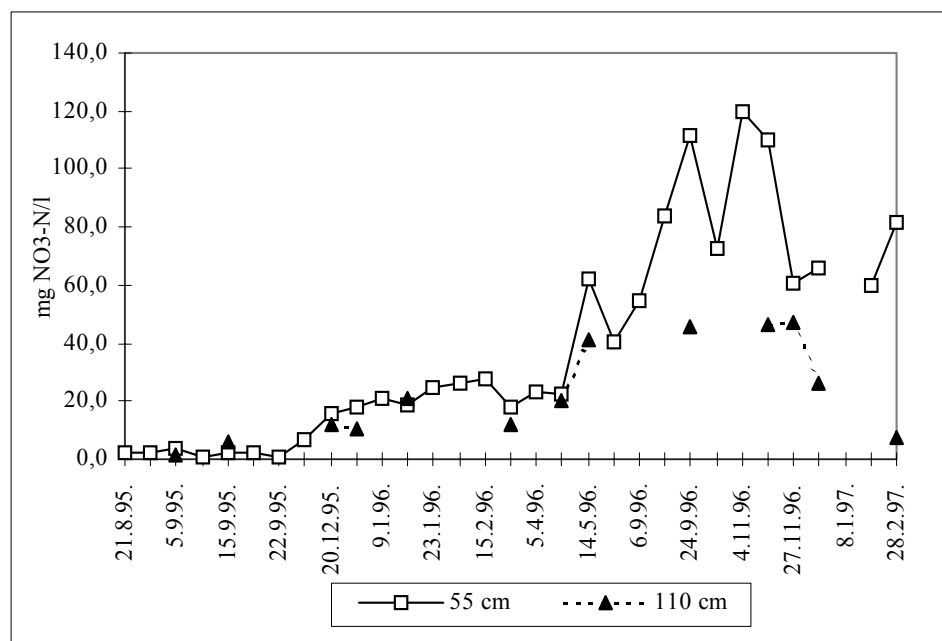
Određena pravilnost u smjerovima i intenzitetu karakteristična je za tzv. "difuzno" onečišćenje, kojim se može tumačiti raspodjela žive, kadmija, cinka i olova. Za te elemente moguća su dva načina difuznog onečišćenja Rijeka Sava koja drenira područje i koja napaja bogati kvartarni akvifer koji se širi ispod velikog dijela istraživanih poljoprivrednih površina, bila je u novijoj povijesti izložena intenzivnom onečišćenju iz rudarstva, industrije i gradova. Prethodnim istraživanjima (ROMIĆ, 2002) je utvrđeno da je dio doline Save u zagrebačkom području u kojemu su utvrđene najviše koncentracije cinka, olova i kadmija bio poplavljan još u zadnjem desetljeću. Dakle, recentna sedimentacija riječnih nanosa izloženih onečišćenju je vrlo vjerojatan uzrok akumulacije metala na donedavnom inundacijskom području. Drugi način je atmosferska depozicija

čestica iz urbanih izvora (industrijska emisija, promet, odlaganje otpada, toplane i dr.). Pored toga što se radi o poljoprivrednim tlima, koja su dodatno ugrožena unosom agrokemikalija, unutar ili u neposrednoj blizini vodozaštitnih područja nalaze se za Zagreb gospodarski važni, ali ekološki rizični objekti. Područje presijeca vrlo prometna gradska obilazna cesta, zatim je tu lociran ranžirni kolodvor, gradsko odlagalište otpada, termoelektrana-toplana, zračna luka, a u neposrednoj blizini glavna industrijska zona grada. U sklopu projekta praćenja prodora polutanata kroz tlo do podzemne vode na budućem crpilištu Kosnica (ROMIĆ I SUR., 1997), procijenjeno je i godišnje taloženje elemenata putem oborina na tom području (procjena se temelji na ograničenom vremenu praćenja sastava kišnice). Tako je procijenjeno taloženje dušika iznosilo 9.6 kg N/ha/god, a sumpora 27.7 kg SO₄²⁻-S/ha/god. Kritična gornja granica godišnjeg taloženja sumpora je 2 do 5 kg S/ha, a anorganskog dušika od 10 do 20 kg N/ha. Na meteorološkoj postaji Zagreb - Grič utvrđen je u 1994. godini udio kiselih oborina od 27% (pH ≤ 5,60) (ŠOJAT I BOROVEČKI, 1995). Istovremeno je taloženje sumpora iznosilo 11,6 kg SO₄²⁻-S/ha, a anorganskog dušika 19,2 kg N/ha. Citiranim istraživanjem na području Kosnice procijenjena je i imisija cinka mokrom depozicijom od 2.5 kg Zn/ha/god. Praćenja kakvoće zraka s obzirom na moguću depoziciju teških metala ne provode se kontinuirano i sustavno, niti je postavljen dovoljan broj mjernih postaja na području Zagreba. Rezultati trogodišnjih praćenja kakvoće zraka na imisijskoj postaji uz odlagalište otpada u Jakuševcu pokazali su da su koncentracije kadmija u ukupnim lebdećim česticama bile <0.006 µg m⁻³, a olova u rasponu od 0.04-0.09 µg m⁻³ (IZVJEŠTAJI INSTITUTA ZA MEDICINSKA ISTRAŽIVANJA I MEDICINU RADA ZAGREB, 1999, 2000, 2002). Citiranim praćenjima kakvoće zraka u Jakuševcu utvrđeno je također kadmija u ukupnoj taložnoj tvari <7.55 µg m⁻² d⁻¹, a olova od 2.72-22.8 µg m⁻²d⁻¹. Koncentracije nisu bile više od preporučenih vrijednosti, a okolni zrak je s obzirom na to onečišćenje bio I kategorije prema *Uredbi o preporučenim i graničnim vrijednostima kakvoće zraka u RH* (NARODNE NOVINE BR. 15, 1996).

U odnosu na prirodno stanje, tla na kojima se provodi poljoprivredna proizvodnja uvijek pokazuju veću prostornu varijabilnost. Jednim dijelom ona je posljedica prirodnih procesa pedogeneze (varijabilnost je naročito izražena u područjima aluvijalnih tala), ali se dodatna značajna varijabilnost pojavljuje kao rezultat dugogodišnje obrade i redovitog provođenja drugih uzgojnih mjera. Dugogodišnjom obradom homogenizira se površinski sloj tla, ujednačava se pH, smanjuje sadržaj humusa, što može imati za posljedicu i smanjenje kapaciteta zamjene kationa. Naime, tla razvijena na aluvijalnim nanosima rijeke Save u zagrebačkom području su teksturno lakša, tako da kapacitet zamjene kationa u većoj mjeri ovisi o sadržaju organske komponente nego mineralne. Taj je parametar od izuzetne važnosti za održavanje dobrog pufernog kapaciteta tla, a što je važno i za sposobnost zadržavanja onečišćenja i zaštite podzemne vode. Puferni kapacitet tla s gledišta onečišćenja definira se kao mogućnost tla da inaktiviranjem kontaminata odgodi negativne učinke njegovog manje ili više kontinuiranog unosa.

Dakle, sam način korištenja može utjecati na degradaciju određenih svojstava tla, ali time i na mogućnost bržeg prijenosa onečišćenja u druge medije okoliša, prvenstveno u podzemnu vodu. To se naravno odnosi i na korištenje za poljoprivrednu proizvodnju, ali i za druge više ili manje rizične načine korištenja zemljišta. Tako su u istraživanim vodozaštitnim područjima svoje mjesto našla poljoprivredna gospodarstva različitog intenziteta i načina proizvodnje, naselja s različitim stupnjem izgrađenosti infrastrukture, prometnice i aerodromi, smetlišta i spalionica tehnološkog otpada, industrijski objekti i dr. U dobro organiziranoj poljoprivrednoj proizvodnji bilancu tvari u sustavu tlo-voda-biljka je relativno lako kontrolirati i to je iscrpno dokumentirano u znanstvenoj literaturi. Međutim, onečišćenja iz urbanih izvora je puno teže kontrolirati i zato je u takvom okruženju često evidentan kumulativni utjecaj i poljoprivrede i drugih izvora. S gledišta zaštite okoliša, kumulativni učinak onečišćenja ugrožava život u vodi, a s ekonomskog dovodi u pitanje mogućnost korištenja akvifera kao izvora vode za piće.

Kao što nije ispravno uzimati pojedinačne elemente ili spojeve kao "tracer" antropogenog onečišćenja, tako ih nije ispravno povezati samo s jednim izvorom, koliko god on bio realan. To su pokazala i istraživanja prodora potencijalnih polutanata kroz solum tla do podzemne vode na području budućeg vodocrpilišta Kosnica (ALJINOVIĆ I SUR., 1995; ROMIĆ I SUR., 1997, naručitelj projekta "Vodoopskrba i odvodnja" d.o.o. Zagreb) i Jakuševca (ROMIĆ I SUR., 1995). Na tim je područjima provedeno lizimetrijsko istraživanje utjecaja načina korištenja zemljišta (oranica, livada, deponija otpada) na ispiranje topljivih soli, teških metala i ostataka pesticida do vodonosnog horizonta. Ispiranje nitrata često se navodi kao glavni problem poljoprivrednih tala i često najvažniji put gubitka dušika, a time i kao izvor onečišćenja podzemne vode. Koncentracije nitrata u perkولاتu bilo gnojjenih ili prirodnih tala tijekom godine znatno variraju i ovise o nizu čimbenika. Otopina tla u obradivim tlima sadrži 20 do 40 mg NO₃-N/l, iako te vrijednosti mogu nakon gnojidbe biti i desetorostruko više. Budući da su nitrati visoko topljivi u vodi, do najvećeg ispiranja dolazi u dijelu godine kada oborine premašuju evapotranspiraciju, te na početku vegetacije na površinama s navodnjavanjem. Lizimetrijska istraživanja omogućuju praćenje svih komponenti gnojidbe i vodne bilance koje mogu dovesti do transporta nitrata izvan rizosfere. Na slici 20 prikazana je dinamika koncentracija nitrata u perkولاتu iz lizimetara na oranici ugrađenih na dvije dubine: 55 cm, dubina rizosfere i 110 cm, kontakt s podlogom šljunka.



Slika 20 Koncentracije nitrata u perkولاتu iz lizimetara na dubinama 55 cm i 110 cm na oranici

Od početka istraživanja i tijekom vegetacije kukuruza u 1995. koncentracije nitrata u perkولاتu i u plitkom i u dubokom lizimetru bile su vrlo niske. Nakon skidanja usjeva i zaoravanja ostataka, koncentracije nitrata u perkولاتu se počinju povećavati. Početkom nove vegetacijske sezone u 1996., a prije sjetve kukuruza koncentracije nitrata se smanjuju. Koncentracije izmjerene do tada smatraju se uobičajenima za poljoprivredna tla. Od svibnja 1996. koncentracije nitrata u perkولاتu iz lizimetara na obje dubine se povećavaju, u plitkom do 120 mg/l, a u dubokom do 47 mg/l. S obzirom na agrotehničke zahvate koji su provedeni na oranici, praćenje stanja usjeva i druga zapažanja prilikom uzorkovanja, ovakvo je alarmantno povećanje nitrata u otopini tla bilo neobjašnjivo. Učinjena su dodatna terenska i laboratorijska istraživanja, kojima je utvrđeno da je u blizini ugrađenih lizimetara ispražnjen sadržaj septičke jame jednog od kućanstava. Premda se radi o incidentnoj situaciji, utjecaj onečišćenja otpadnim vodama iz kućanstava nije zanemariv, a posebno je izražen u područjima sa neizgrađenim kanalizacijskim sustavima. Naime, ovakvo povećanje koncentracija nitrata u otopini tla *nije posljedica gnojidbe* koja se prakticira na tom području, ali očigledno da sam prostor nije dovoljno zaštićen i izložen je onečišćenjima iz drugih izvora. Koliko takve incidentne situacije mogu opteretiti podzemne vode polutantima ovisi, prije svega, o njihovoj učestalosti, a zatim i o ostalim faktorima okoliša. Ukupna količina dušika isprana iz lizimetra na oranici na dubini 55 cm tijekom istraživanja iznosi 137 kg N/ha, ali se do vodonosnika procijedilo 22 kg N/ha, jer je potpovršinski horizont zbijen i slabije propustan.

Prosječna koncentracija nitrata u perkولاتu iz plitkog lizimetra na livadi tijekom istogistraživanja bila je 1.29 mg NO₃-N/l, a iz dubljeg samo 0.43 NO₃-N/l. Košene livade su najdjelotvorniji način korištenja površina s obzirom na spriječavanje ispiranja nitrata. Količine isprane s livade uobičajena su posljedica kruženja

dušika pri takvom načinu korištenja površina, a tijekom razdoblja istraživanja do vodonosnika se ispralo 3.7 kg N/ha.

Tijekom istraživanja je do vodonosnika pod deponijom došlo 5,1 kg N/ha. Iako su količine ispranog dušika s deponije niske, koncentracije ne samo nitrata nego i drugih potencijalnih onečišćenja ovise o vrstama materijala koji se tamo odlaže i načinu njihova zbrinjavanja. Time se može tumačiti i činjenica da je više nitrata i drugih soli utvrđeno u perkolatu iz dubljeg lizimetra, za razliku od poljoprivrednih tala gdje su više koncentracije svih soli bile utvrđene u plićim lizimetrima.

U okviru praćenja kakvoće vode na priljevnim područjima crpilišta povremeno se analiziraju pesticidi i njima srodni spojevi, od kojih se povremeno bilježe lindan i aldrin. Kad se radi o poljoprivrednim površinama tada bi svakako bili zanimljivi podaci o eventualnoj pojavi atrazina u podzemnoj vodi, ali su do sada takvi podaci vrlo oskudni, a noviji rezultati nam nisu bili dostupni. U već navedenom istraživanju prodora polutanata kroz tlo do podzemne vode na području Kosnice, analizirana je i ispriljivost pesticida iz lizimetara. Procijenjeno je da je u tom vremenu na površinu lizimetara na oranici nanešeno 49.8 mg atrazina i 15.4 mg 2,4-D kiseline. Budući da je u perkolatu utvrđen i alaklor, pretpostavka je da je vlasnik i njega koristio, a isprano je 0.04% atrazina, 6.7% 2,4-D kiseline i 0.09% alaklora. Hormonalni herbicidi nalaze se u grupi ispriljivih tvari, a atrazin i alaklor u grupi umjereno ispriljivih tvari. Međutim, perzistentnost atrazina utječe na to da se on još dugo pojavljuje u vodi.

Pojava ostataka pesticida u lizimetrima na deponiji otpada može biti upozorenje na problem neprihvatljivog zbrinjavanja ambalaže sredstava za zaštitu bilja u Hrvatskoj i nedovoljne edukacije o načinu zbrinjavanja ambalaže brojnih korisnika. Insekticidi aldrin (zabranjen je 1970. godine, a povučen iz upotrebe 1972.) i lindan (zabranjen je 2001. godine, a povučen iz upotrebe 2003.) koji se bilježe u podzemnoj vodi gotovo na svim vodocrpilištima, utvrđeni su i u pekolatima iz lizimetara.

4.3. Upoznatost poljoprivrednika sa specifičnostima prostora i odnos prema zaštiti okoliša

Kako je već rečeno, jedan od ciljeva provedene ankete bio je i prikupljanje podataka o proizvodnoj praksi i mišljenjima gospodara glede zaštite okoliša. Skupinom pitanja se izravno ili neizravno istražilo koliko je u svijesti gospodara poljoprivredna proizvodnja štetna po okoliš, kako oni primjenjuju potencijalno štetna sredstva i na koji način bi riješili problem zagađenja okoliša.

Možemo reći da se ovog problema dotiču i poglavlja o poljoprivrednoj proizvodnji gdje su navedene količine utroška gnojiva i zaštitnih sredstava u uobičajenoj praksi.

Vezano uz stočarsku proizvodnju, najveće potencijalno zagađenje prijeti od nekontroliranog odlaganja stajskog gnoja. Ponoviti ćemo da je stočarska proizvodnja na vodocrpilištima rijetka, i da gospodarstva u najvećem broju imaju gotovo samoopskrbnu stočarsku proizvodnju, veći dio gospodarstava gnoj odlaže na zemlju bez posebnog uređenja. K tome, veća stočarska gospodarstva, kojih je mali broj, imaju uređena gnojišta s betoniranim odlagalištima i spremnikom za tekuću fazu.

Uređenost gnojišta-Struktura odgovora

Crpilište	zemljana podloga	betonirana ploča	ploča i spremnik za tekuću fazu	spremnik za tekuću fazu	Sveukupno
Bregana	0%	0%	100%	0%	100%
Črnkovec	0%	50%	50%	0%	100%
Mala Mlaka	33%	17%	50%	0%	100%
Petruševac	0%	0%	100%	0%	100%
Prečko	-	-	-	-	-
Velika Gorica	86%	7%	0%	7%	100%
Ukupno	54%	12%	31%	4%	100%

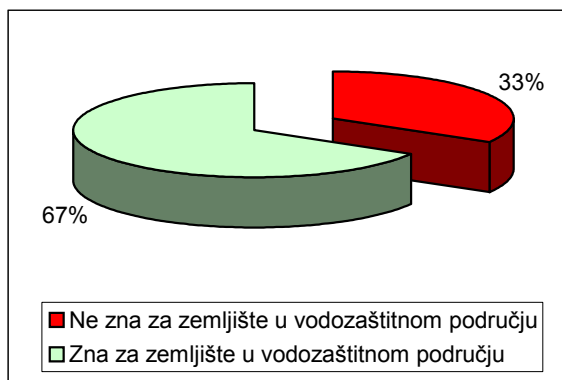
Tu ćemo spomenuti činjenicu da većina naselja nema kanalizacijske sustave, što može značiti da su otpadne vode kućanstava značajniji zagađivač od otpadnih voda gospodarstava.

S gledišta odnosa poljoprivrednika prema zaštiti okoliša, ispitanicima smo postavili pitanja vezano uz slijedeće:

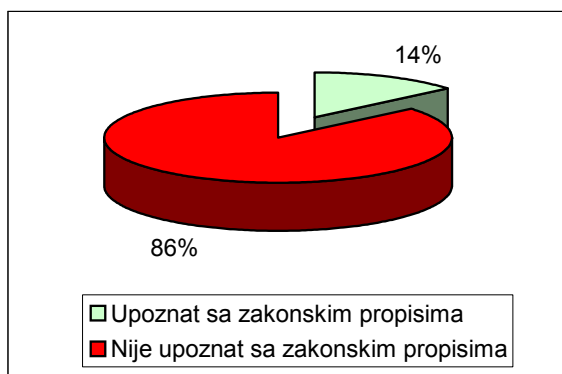
- - upoznatost s područjem pod vodozaštitom,
- - način primjene kemijskih sredstava u proizvodnji,
- - mišljenje o štetnosti poljoprivrede za okoliš,
- - mogućnost zaštite od zagađenja,
- - spremnost na promjenu tehnologije radi očuvanja okoliša.

Pod pojmom okoliša posebno se mislilo na podzemne vode, odnosno vodu za piće.

Iznenadujuće je da gotovo jedna trećina ispitanika nije upoznata s vodozaštitnim područjem, odnosno ne zna točno koje su im parcele na vodozaštitnom području. Uz to, gotovo dvije trećine njih (61%) na svim površinama primjenjuju jednaku tehnologiju proizvodnje. To znači da se agrotehnika i količina inputa ne razlikuju s obzirom na položaj parcele.



Upoznatost OPG s vodozaštitnim područjem

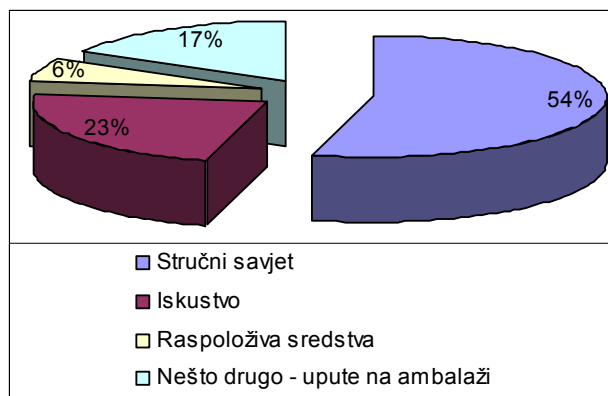


Upoznatost gospodara sa zakonskim propisima o vodozaštitnim područjima

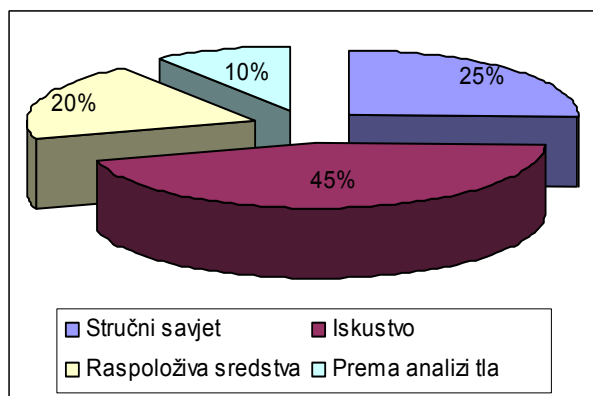
Što se tiče zakonskih odredbi, svega je 86% ispitanika izjavilo da je upoznato sa zakonskim ograničenjima proizvodnje na vodozaštitnim područjima.

Na pitanja o određivanju količine gnojiva i zaštitnih sredstava u primjeni, najveći dio je odgovorio da količine umjetnog gnojiva određuju prema iskustvu (45%), zatim stručnom savjetu (25%) i raspoloživim sredstvima (20%). Zaštitna sredstva troše najčešće prema stručnom savjetu (54%), zatim prema iskustvu (23%) i uputama na pakiranju (17%). Zaštitna sredstva primjenjuju najčešće na način propisan uputama (69%) i prema iskustvu (14%).

Pesticidi:



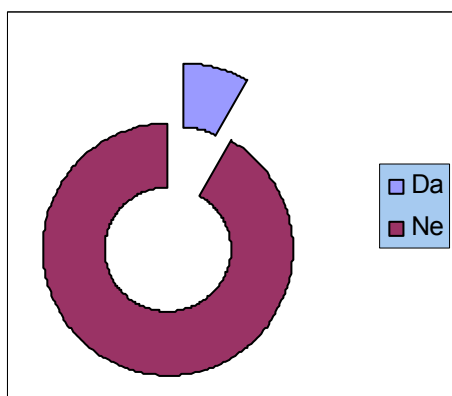
Mineralno gnojivo:



Primjena pesticida i gnojiva na obiteljskim gospodarstvima

Jedna četvrtina ispitanih ne zna što je karenca, i to su u pravilu mala gospodarstva. Neka gospodarstva ne troše kemijska sredstva jer primjenjuju tehnologiju ekološke proizvodnje. Kemijska sredstva se intenzivno koriste i u hidroponskoj proizvodnji.

Na pitanje o štetnosti poljoprivredne proizvodnje kakvom se bave za okoliš i podzemne vode, 33 od 36 gospodara je odgovorilo kako takva proizvodnja nije štetna. Objašnjenje odgovora dala su 22 ispitanika, a kao glavne razloge navode uporabu štetnih inputa prema uputama ili u vrlo malim količinama. Također se javljaju objašnjenja da se inputi rabe prema potrebi, da se ne rabe kemijska sredstva i slično.

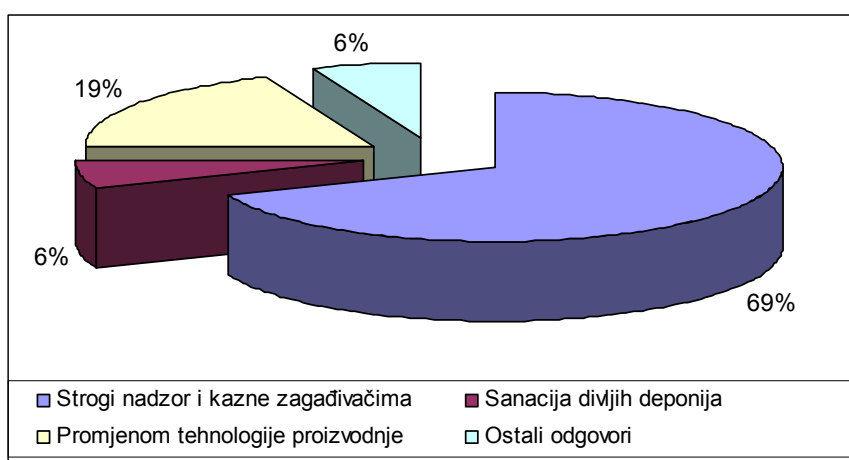


Udjel odgovora na pitanje je li poljoprivreda štetna za okoliš

Zanimljivo je da 12 gospodara drži zanimljivom ekološku proizvodnju. Šest njih kao razlog tome navode kako je takva proizvodnja zdravija, kvalitetnija i općenito bolja. Neki bi je primjenjivali uz postojanje određenih uvjeta, a jedan izjavljuje da je već primjenjuje. Ispitanici koji ne razmišljaju o ekološkoj

proizvodnji u najvećem broju nisu pojasnili svoj odgovor. Oni koji su naveli razloge, uglavnom drže da još nema uvjeta koji pogoduju takvoj proizvodnji, posebice tržišta i ekonomske koristi.

Odgovor na pitanje je li moguća zaštita podzemnih voda od onečišćenja dalo je 27 ispitanika. Nešto manje od 60% odgovorilo je kako je to moguće, a na pitanje zašto tako misle, pojašnjenja su najčešće bila vezana na striktnu primjenu pravila i strogi nadzor nad zagađivačima. Ispitanici koji drže da zaštita od onečišćenja nije moguća, najvećim dijelom su zabrinuti zbog općeg zagađenja koje je već uzelo previše maha. Uz ovo pitanje kao veliki zagađivači spominju se divlje deponije, industrija i zračna luka.

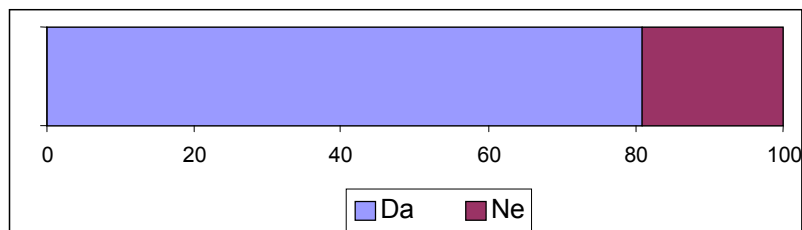


Na koji način je moguća zaštita podzemnih voda od onečišćenja?

Jedna trećina ispitanika nije odgovorila na pitanje kako bi oni (kad bi imali ovlasti i obvezu) osigurali kvalitetnu vodu za piće. Oni koji su odgovorili na ovo pitanje u 31% slučajeva odlučili bi se za jači nadzor, zabrane i kazne zagađivačima. Ostali odgovori su pojedinačni, a kao zanimljivije navodimo:

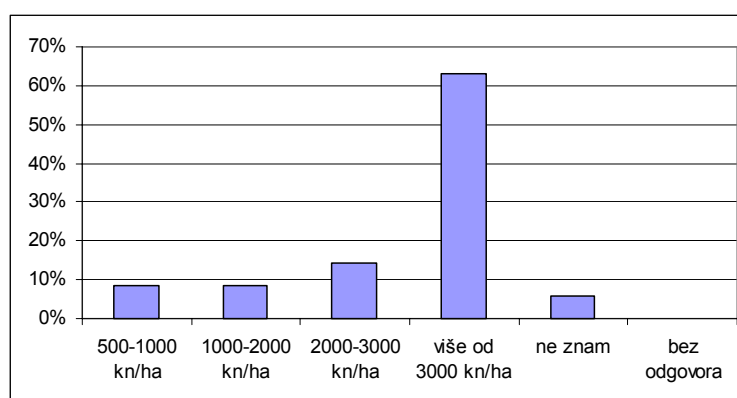
- - korištenje izvorske vode
- - otkup zemlje i saniranje smetlišta
- - širenje kanalizacijske mreže.

Na kraju, najveći broj ispitanika (81%) izjavio je da su uz određene uvjete spremni promijeniti sadašnju tehnologiju proizvodnje za potrebe osiguranja pitke vode.

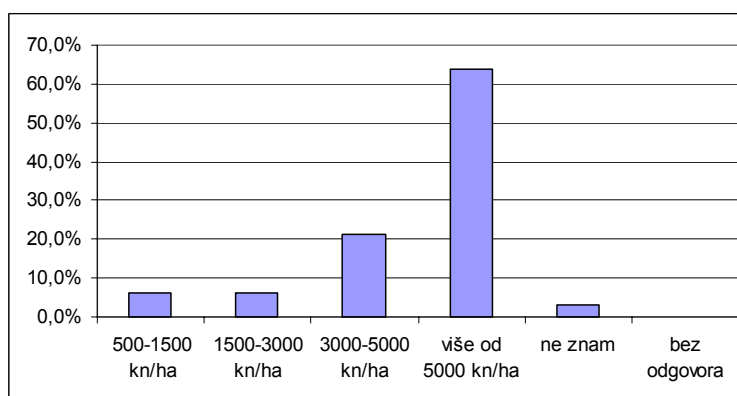


Spremnost na promjenu tehnologije

Pri tome se pokazalo da je ekonomski prag, ili visina naknade po površini zemljišta, za primjenu nadzirane i ograničene proizvodnje iznad 3000 kn/ha (63% odgovora). Prag za potpuni prestanak ili zabranu proizvodnje je više od 5000 kn/ha. Naknada se odnosi na površinu zemljišta u vodozaštitnom području.



Procjena veličine naknade za uvođenje nadzirane i ograničene proizvodnje



Procjena veličine naknade u slučaju zabrane proizvodnje

4.4. Postojeće stanje poljoprivredne proizvodnje

Promatrana se vodozaštitna područja, kako je već rečeno, nalaze na području Zagrebačke županije i Grada Zagreba. Kako ne postoje zasebni podaci za područja vodocrpilišta, za potrebe sagledavanja stanja poljoprivredne proizvodnje poslužili smo se dostupnim podacima na razini Zagrebačke županije i Grada Zagreba, kao i podacima dobivenim provedenom anketom obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava.

4.4.1. Poljoprivredna proizvodnja u širem okruženju

Prema Popisu stanovništva, kućanstava i stanova, udjel poljoprivrednog stanovništva u Zagrebačkoj županiji iznosi 6,68%, što je za 1,14% više od udjela za Hrvatsku. U Gradu zagrebu taj udjel iznosi svega 0,57%. Od ukupno zaposlenih 119.245 osoba, u Zagrebačkoj županiji 11,46% zaposleno je na vlastitim poljoprivrednim gospodarstvima ili su pomažući članovi na poljoprivrednim gospodarstvima. U Gradu Zagrebu takvih je zaposlenika 0,74%.

Osobe koje samostalno obavljaju djelatnost na poljoprivrednim gospodarstvima i pomažući članovi na poljoprivrednim gospodarstvima

Područje	Ukupno stanovništvo	Ukupno zaposleni	Zaposleni i pomažući na poljopr. gospodarstvima	
			Broj	Udjel
Republika Hrvatska	4.437.460	1.548.443	141.996	9,17%
Zagrebačka županija	309.696	119.245	13.660	11,46%
Grad Zagreb	779.145	295.483	2.182	0,74%

Izvor: Prema podacima "Popisa stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine", CD-rom, DZS-RH, Zagreb, 2002.

Poljoprivredna proizvodnja ovih županija¹ temelji se na proizvodnji obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava, što vrijedi i za promatrano područje. Oko 85% poljoprivrednog zemljišta Županije i Grada je u privatnom vlasništvu, pri čemu se taj udjel kod zasijanih površina povećava na gotovo 90%. Najveći je udjel privatnog vlasništva u površinama voćnjaka i vinograda, a najmanji je udjel u površinama pašnjaka.

Upitna je struktura poljoprivrednih gospodarstava s obzirom na veličinu korištene površine, jer su raspoloživi podaci stariji od 10 godina (iz Popisa 1991.). Tijekom Popisa 2001. godine prikupljao se podatak o vrsti poljoprivredne proizvodnje kojom se članovi kućanstva bave, no taj podatak nije od veće koristi

¹ Administrativno područje Grada Zagreba ima status županije.

za analize. Naime, pojedino kućanstvo moglo se izjasniti za više poljoprivrednih proizvodnji, što je u konačnici dalo znatno veći broj «gospodarstava» nego što zapravo ima kućanstava s poljoprivrednim gospodarstvom.

Možemo samo procijeniti da se visoki udjel gospodarstava s vrlo malim korištenim površinama najvećim dijelom zadržao (preko 30% s površinom do 1 ha u 1991. godini), dok se s povećanjem broja specijaliziranih proizvođača udjel većih gospodarstava vjerojatno povećao do oko 10%. Naravno da ovakva veličina gospodarstva ograničava učinkovitost za većinu poljoprivrednih proizvodnji, te su u kućanstvima s ovakvim gospodarstvima najčešći višebrojni izvori dohotka.

Iz raspoloživih rezultata Popisa 2002. može se dobiti samo veličinska struktura za sva kućanstva, a ne za kućanstva s poljoprivrednim gospodarstvom. Prema tim podacima, u Zagrebačkoj županiji čak na oko 80% ukupnog broja kućanstava postoji poljoprivredna proizvodnja, u Gradu Zagrebu na 6% kućanstava, dok je za Hrvatsku taj udjel 50%.

Kućanstva prema vrsti poljoprivredne proizvodnje popis 2001.

Područje	Broj kućanstava	Ukupno	Broj kućanstava prema vrsti poljopr. proizvodnje				
			ratarstvo	povrćarstvo*	voćarstvo i vinogradarstvo	uzgoj ma-lih i lovnih životinja	šumarstvo
Hrvatska	1.477.377	743.227	217.383	287.370	192.860	10.484	35.130
Udjel		100%	29,23%	38,64%	25,93%	1,41%	4,72%
Zagrebačka županija	94.274	75.199	21.904	28.574	17.898	795	6.028
Udjel		100%	29,11%	37,98%	23,79%	1,06%	8,01%
Grad Zagreb	275.464	16.036	3.674	6.284	5.192	209	677
Udjel		100%	22,89%	39,15%	32,34%	1,30%	4,22%

* Povrćarstvo ovdje uključuje: povrćarstvo, cvjećarstvo, uzgoj ukrasnog bilja, sjemeni i sadnica.

Izvor: Prema podacima "Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine", CD-rom, DZS-RH, Zagreb, 2002.

Uzimajući ove podatke za biljnu proizvodnju, od ukupnog broja zabilježenih proizvodnji na kućanstvima u Zagrebačkoj županiji najveći dio ulazi u skupinu povrćarstva, cvjećarstva, uzgoja ukrasnog bilja, sjemeni i sadnica 37,98%. slijede ratarske kulture (29,11%) i voćarstvo i vinogradarstvo (23,79%), dok je učestalost uzgoja malih životinja i šumarstva mnogo manja. Na području Grada Zagreba još više preseže uzgoj povrća, cvijeća i sl. (39,15%), slijedi voćarstvo i vinogradarstvo (32,34%), pa ratarske kulture (22,89%) i ostale proizvodnje.

Najveći dio zasijanih površina 2001. godine bio je pod žitaricama (u Županiji 67%, a u Gradu 48%). Slijede u Županiji krmno bilje i povrće, a u Gradu povrće pa krmno bilje. Proizlazi, dakle, da je na području Grada zastupljeniji uzgoj povrća no u Županiji, i to prvenstveno na račun žitarica. Ukupni je udjel površina pod povrćem u Gradu preko 30%, a u Županiji oko 13% (uključujući i krumpir u oba slučaja). Također je višestruko zastupljenije cvjećarstvo i sjemenarstvo, premda u vrlo malom udjelu (0,54% u Gradu u odnosu na 0,14% u Županiji).

Zasijane površine 2001. godine

Opis	Zagrebačka županija		Grad Zagreb	
	ha	udjel	ha	udjel
Oranice i vrtovi, ukupno	100.721		15940	
Ukupno zasijano	88.369	100,00%	14337	100,00%
– Žitarice	59.411	67,23%	6816	47,54%
– Krumpir	5.386	6,09%	1626	11,34%
– Mahunasto povrće	752	0,85%	267	1,86%
– Uljano sjemenje i plodovi	555	0,63%	43	0,30%
– Šećerna repa	16	0,02%		0,00%
– Krmno bilje	16.318	18,47%	2811	19,61%
– Ostalo povrće	5.931	6,71%	2770	19,32%
Rasadnici, cvijeće i sjemensko bilje, vrbici	124		78	
Ugari i neobrađene oranice	12.228		1525	

Izvor: Izračunato prema: Poljoprivredna proizvodnja u 2001. godini, Statistička izvješća 1154, DZS RH, Zagreb, 2002.

U apsolutnoj površini zasijanih površina Županija višestruko nadmašuje Grad Zagreb. Oko šest puta su veće obradive površine u Zagrebačkoj županiji od onih na području Grada Zagreba i iznose 100.721 ha prema 15.940 ha (2001. godina).

Prema podacima o požnjevenim površinama i proizvodnji, među žitima prevlada kukuruz sa preko 66% u obje teritorijalne jedinice. Slijedi pšenica s 25% u žitima u Županiji i 29% u Gradu. Ječam se razmjerno više proizvodi u Županiji, kao i zob, što je razumljivo s obzirom na više zastupljenu stočarsku proizvodnju.

Požnjevene površine 2001. godine

	Zagrebačka županija		Grad Zagreb	
	ha	udjel	ha	udjel
Ukupno žita	58.802	100,00%	6.750	100,00%
Kukuruz	39.278	66,80%	4619	68,43%
Pšenica	14.883	25,31%	1956	28,98%
Ječam	3.276	5,57%	120	1,78%
Zob	1.365	2,32%	55	0,81%

Izvor: Izračunato prema: Poljoprivredna proizvodnja u 2001. godini, Statistička izvješća 1154, DZS RH, Zagreb, 2002.

U apsolutnoj količini proizvodnje Županija višestruko prednjači. Prvenstveno su tome razlog puno veći korišteni resursi, jer se proizvodnost resursa ne razlikuje značajno za oba područja.

Od 1995. godine kada je započelo bilježenje podataka za Zagrebačku županiju i Grad Zagreb prema današnjem teritorijalnom ustroju, proizvodnja većine promatranih kultura ne koleba u većoj mjeri. Uglavnom su to kolebanja uzrokovana vremenskim prilikama.

Proizvodnja značajnijih biljnih proizvoda 2001. godine

Proizvod	Zagrebačka županija		Grad Zagreb		Ineks priroda Županija = 100
	t	t/ha	t	t/ha	
Kukuruz	164.136	4,18	16.027	3,47	83
Pšenica	38.852	2,61	6.016	3,08	118
Ječam	7.539	2,30	295	2,46	107
Jabuke*	2.206	3,00	238	3,40	113
Šljive*	1.856	3,40	119	0,90	26
Grožđe*	51.643	1,26	13.816	1,58	125
Krumpir	37.054	6,88	10.576	6,50	94
Kupus i kelj	10.961	10,22	2.352	5,27	52
Grah-sucho zrno	2.683	1,30	361	0,88	68
Luk i kozjak	2.302	4,26	1.193	3,45	81
Djetelina - sijeno	18.723	2,79	2.810	2,57	92
Lucerna- sijeno	17.455	3,69	2.566	2,81	76
Uljana repica	229	1,42	37	2,18	154
Soja	919	2,34	47	1,81	77

* Prirod u kg po stablu.

Izvor: Izračunato prema: Poljoprivredna proizvodnja u 2001. godini, Statistička izvješća 1154, DZS RH, Zagreb, 2002.

4.4.1.1. Vodocrpilište Bregana

Stanje poljoprivredne proizvodnje na pojedinim vodocrpilištima ocijenjeno je dijelom iz rezultata Popisa stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, a najviše prema rezultatima Ankete obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava na istraživanom području. Rezultati Popisa 2001. daju ograničeni uvid u obilježja poljoprivrednog stanovništva, informacije o učestalosti biljne proizvodnje i podatke o ukupnom broju pojedine vrste stoke. Na razini naselja, koja bi bila najprihvatljivija za ovu vrstu istraživanja, rezultati su dostupni u vrlo malom obujmu.

Zbog toga su, kao i zbog nepostojanja drugih statističkih praćenja poljoprivredne proizvodnje na razini vodocrpilišta ili naselja, u ovoj analizi rabljeni podaci o poljoprivrednom stanovništvu, zaposlenosti, biljnoj proizvodnji i broju stoke po *općinama i gradovima*. Nadalje, kako je područje Grada Zagreba organizirano u četvrti, vodocrpilišta na ovom području su svrstana u gradske četvrti. Vodocrpilišta su raspoređena na gradove i općine kako je dano u tablici koja slijedi.

Anketnim ispitivanjem dobivene su iscrpnije informacije o resursima, proizvodnji i mišljenju seljaka glede poljoprivrede na vodozaštitnim područjima. Ukupno je obrađeno 36 valjanih anketa, struktura prema vodocrpilištima je slijedeća.

Raspored vodocrpilišta prema gradovima/općinama i četvrtima

Vodocrpilište	Grad/općina ili četvrt
Grad Zagreb	
Petruševac	Peščenica-Žitnjak
Stara Loza i Prečko	Stenjevec
Mala Mlaka	Brezovica
Zagrebačka županija	
Bregana	Samobor
Strmec	Sveta Nedjelja
Velika Gorica	Velika Gorica
Črnkovec	Velika Gorica

Broj anketiranih obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava po vodozaštitnim područjima

Vodocrpilište	Broj anketa	Udjel
Bregana	1	2,78%
Črnkovec	4	11,11%
Mala Mlaka	6	16,67%
Petruševac	3	8,33%
Stara Loza	2	5,56%
Velika Gorica	20	55,56%
Grand Total	36	100

Vodocrpilište Bregana nalazi se na području grada Samobora. Na ovom području razmjerno mali dio stanovništva bavi se ili ovisi o poljoprivredi. U odnosu na cijelo područje Hrvatske, udjel poljoprivrednog stanovništva u ukupnom stanovništvu na području Samobora je manji za 3,86%, i iznosi svega 1,86%. U dijelu aktivnog stanovništva, 2,88% je udjel aktivnog poljoprivrednog stanovništva grada Samobora u ukupnom aktivnom stanovništvu. Taj udjel za Hrvatsku iznosi 8,5%.

Ukupno i poljoprivredno stanovništvo prema aktivnosti

Opis	Hrvatska	Samobor
Ukupno stanovništvo		
Ukupno stanovništvo	4.437.460	36.206
Ukupno poljoprivredno stanovništvo	245.987	674
Poljoprivredno stanovništvo u ukupnom stanovništvu	5,54%	1,86%
Aktivno stanovništvo		
Ukupno aktivno stanovništvo	1.952.619	16.564
Aktivno stanovništvo u ukupnom	44,00%	45,75%
Aktivno poljoprivredno stanovništvo svega	165.942	477
Aktivno poljoprivredno stanovništvo u ukupnom poljoprivrednom stanovništvu	67,46%	70,77%
Aktivno poljoprivredno stanovništvo u ukupnom aktivnom stanovništvu	8,50%	2,88%

Izvor: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Navedeni podaci govore o razmjerno manjem značaju poljoprivrede za stanovništvo ovog područja u odnosu na Hrvatsku kao cjelinu. Isto govore i

podaci o zaposlenosti aktivnog stanovništva. Svega 3,47% zaposlenih grada Samobora je u području djelatnosti poljoprivrede, lov i šumarstvo u odnosu na 11,02% u Hrvatskoj

Uz to, udjel zaposlenih na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima je tri puta manji na području grada Samobora nego na području cijele Hrvatske.

Zaposleni prema djelatnosti

	Ukupno zaposleni	Struktura zaposlenih prema djelatnosti
Republika Hrvatska	1.553.643	100,00%
Poljoprivreda, lov i šumarstvo	171.185	11,02%
Ostale djelatnosti	1.364.448	87,82%
Nepoznata djelatnost	18.010	1,16%
Grad Samobor	13.413	100,00%
Poljoprivreda, lov i šumarstvo	466	3,47%
Ostale djelatnosti	12.748	95,04%
Nepoznata djelatnost	199	1,48%

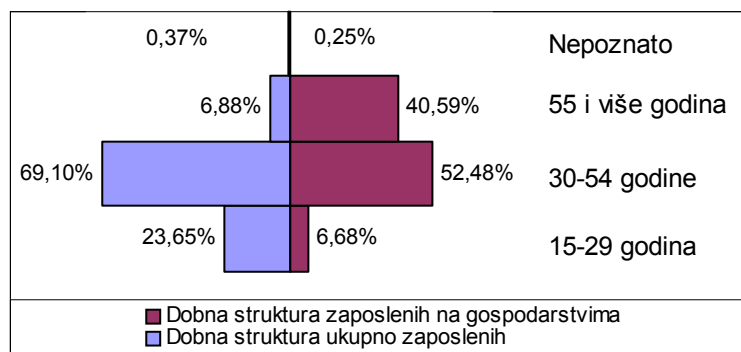
Izvor: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Zaposleni na individualnim poljoprivrednim gospodarstvima²

	Ukupno zaposleni	Zaposleni na gospodarstvima	
		broj	udjel
Republika Hrvatska	1.553.643	141.996	9,14%
Grad Samobor	13.413	404	3,01%

Izvor: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Glede aktivnih osoba zaposlenih na obiteljskim gospodarstvima, uz njihov mali udjel, za zamijetiti je vrlo nepovoljnu dobnu strukturu. Kod zaposlenih na gospodarstvima udjel starijih od 55 godina (40,59%) je gotovo 7 puta veći no što je to u strukturi ukupno zaposlenih.

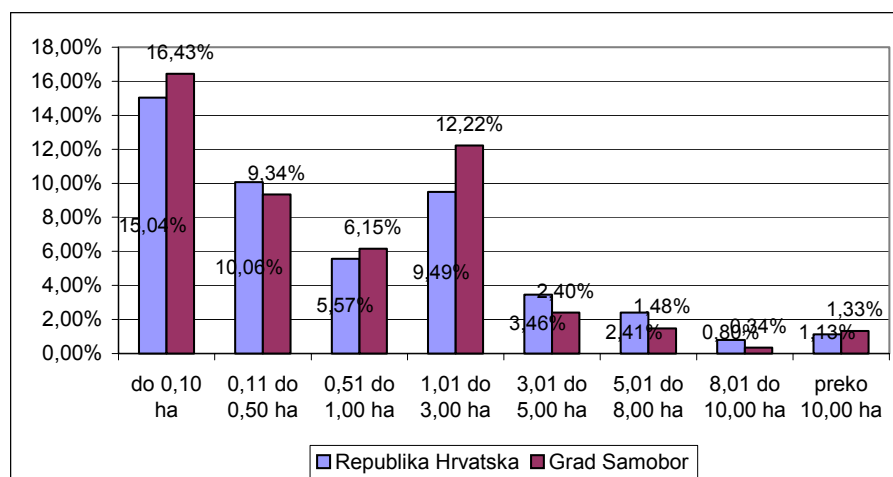


Dobna struktura zaposlenih na području grada Samobora

Izvor: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

² Uključuje slijedeće kategorije: a) individualni poljoprivrednici, ne zapošljavaju radnike; b) individualni poljoprivrednici, zapošljavaju radnike i c) pomažući član obitelji na poljoprivrednom gospodarstvu.

Glede zemljišnih resursa, u odnosu na Republiku Hrvatsku, kućanstva grada Samobora pretežu u razredima s manjom raspoloživom površinom – do 3 ha (osim razreda 0,11-0,50 ha).



Struktura kućanstava prema raspoloživom zemljištu

Izvor: Prema: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

U prosjeku možemo reći da su gospodarstva na području Samobora manja po površini. Prema vrsti proizvodnje najveći je broj gospodarstava koja se bave uzgojem žitarica, industrijskog bilja i krmnog bilja (33,38%). Slijede proizvodnje povrća cvijeća, ukrasnog bilja i sl. (31,53%), zatim uzgoj voća i grožđa (25,66%) itd.

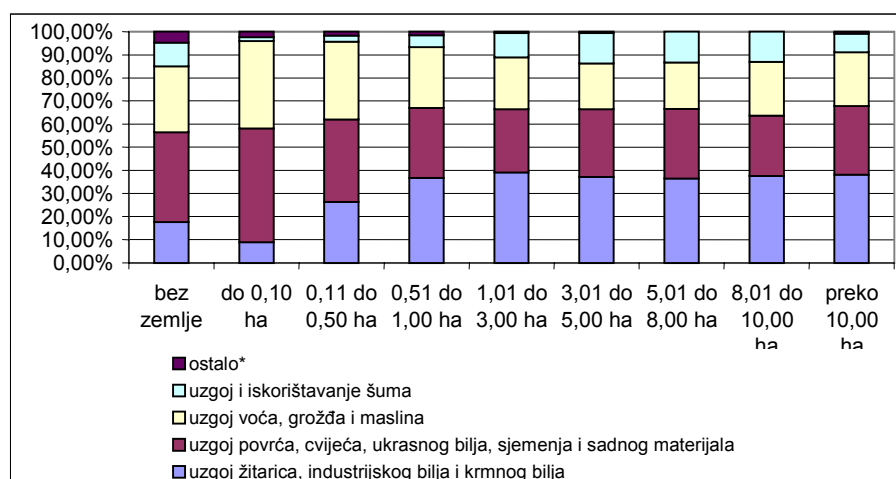
Kako je i za očekivati, udjel ratarstva raste s povećanjem raspoložive površine kućanstva, dok se udjeli ostalih vrsta proizvodnji u pravilu smanjuju.

Struktura kućanstava prema vrsti poljoprivredne proizvodnje³

Vrsta proizvodnje:	uzgoj žitarica, industrijskog bilja i krmnog bilja	uzgoj povrća, cvijeća, ukrasnog bilja, sjemenja i sadnog materijala	uzgoj voća, grožđa i maslina	uzgoj i iskorištavanje šuma	ostalo*	sve vrste proizvodnje
Udjel:	33,38%	31,53%	25,66%	8,33%	1,10%	100%

Izvor: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

³ Napomena: U daljnjem tekstu će pojedine vrste proizvodnje biti nazivane skraćenim nazivima: "uzgoj žitarica, industrijskog bilja i krmnog bilja" = "ratarstvo"; "uzgoj povrća, cvijeća, ukrasnog bilja, sjemenja i sadnog materijala" = "vrtlarstvo"; "uzgoj voća, grožđa i maslina" = "voćarstvo" i "uzgoj i iskorištavanje šuma" = "šumarstvo".



Struktura kućanstava prema raspoloživoj površini i vrsti poljoprivredne proizvodnje

Izvor: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Sukladno dosadašnjem pregledu podataka, i prema broju stoke kućanstva grada Samobora znatno zaostaju za prosjekom Hrvatske. Za važnije vrste stoke broj stoke na 100 kućanstava grada Samobora je gotovo dvaput manji od iste vrijednosti za Hrvatsku.

Anketom je na području vodocrpilišta Bregana obuhvaćeno jedno obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo. Njegova temeljna obilježja dana su u sljedećoj tablici.

Broj stoke na stotinu kućanstava*

	Broj goveda	Broj svinja	Broj peradi	Broj konja	Broj košnica pčela	Broj ovaca i koza	Broj mazgi, mula i magaraca
Republika Hrvatska	44,94	129,12	1047,82	1,30	14,33	75,86	0,58
Samobor	19,83	80,64	611,98	0,73	6,74	20,54	0,15

* Samo kućanstva sa zemljom!

Izvor: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Temeljna obilježja anketiranog kućanstva

ČLANOVI KUĆANSTVA	
Obilježje	Vrijednost
Ukupno članova	6
- radno aktivnih	4
- isključivo poljoprivrednici	2
- zaposleni izvan gospodarstva	2
- povremeni poljoprivrednici	4
- sa srednjom i višom školom	2
Udjel:	
- aktivnih članova	66,67%
- stalnih poljoprivrednika	33,33%
- povremenih poljoprivrednika	66,67%

Izvor: Anketno ispitivanje

ZEMLJIŠTE (u hektarima)	
Korišteno	3,17
- oranice	2,30
- livade	0,87
- na vodozaštitnom području	0,25

ZASIJANA POVRŠINA	
žita	2,30 ha

Struktura sjetve i ostvareni prirodi

Kultura:	Udjel	Prirod kg/ha
- ječam	25,00%	5.560
- kukuruz klip	25,00%	10.426
- pšenica	25,00%	5.560
- zob	25,00%	5.560
Ukupno	100%	

Izvor: Anketno ispitivanje

Biljna proizvodnja gospodarstva namijenjena je stočarstvu, a proizvodi se mlijeko, telad, tovne svinje i prasad. Intenzivno se rabi stajski gnoj i gnojnica koje izvoze na oranice svake godine. Gospodarstvo ima uređeno gnojište s cisternom za gnojnicu. Uz to, gnoje u prosjeku s 350 kg/ha NPK gnojiva i 85 kg/ha UREA-e u osnovnoj gnojidbi, te sa 175 kg/ha mineralnog gnojiva u prihrani. Najčešće su formulacije NPK 15-15-15 u osnovnoj gnojidbi, te KAN u prihrani. Jednako gnoje sve površine, bez obzira jesu li ili nisu na vodozaštitnom području.

Od pesticida, gospodar spominje samo herbicid za kukuruz Motivel i fungicid Tilt za strna žita kojeg svrstava u insekticide. Ne sjeća se naziva ostalih pesticida koje rabi niti vodi evidenciju uporabe i utrošaka pesticida.

Glede promjena na gospodarstvu, posljednjih godina proizvodnja se smanjuje zbog nedostatka radne snage starosti. Povećava se aktivnost članova kućanstva izvan gospodarstva, te gospodar predviđa nastavak istog kretanja. Udjel dohotka iz poljoprivrede za ovo kućanstvo je manji od polovice ukupnog dohotka. Prema iskazu gospodara, njegovo je gospodarstvo znatno intenzivnije i veće od ostalih u okruženju prosjeka.

Podaci iz Popisa 2001. godine ne daju nam izravne informacije o poljoprivrednoj proizvodnji na vodozaštitnom području crpilišta Bregana, a anketno ispitivanje nije reprezentativno za sve tipove gospodarstava. Ipak, temeljem prikupljenih informacija s područja vodocrpilišta Bregana možemo reći slijedeće:

- poljoprivreda je manje značajna djelatnost za aktivno stanovništvo ovoga područja, što znači da se dohodak kućanstava formira pretežito izvan poljoprivrede,
- aktivno poljoprivredno stanovništvo ima izrazito nepovoljnu dobnu strukturu u odnosu na ukupno aktivno stanovništvo, što znači da ćemo na obiteljskim gospodarstvima istraživanog područja nalaziti pretežito starije osobe,
- kućanstva na ovom području raspolažu manjim površinama od prosjeka za Hrvatsku, a broj stoke po kućanstvu je također znatno manji, što upućuje na raširenost samoopskrbe proizvodnje niže intenzivnosti,
- prema vrsti poljoprivredne proizvodnje preteže ratarska proizvodnja, a zatim po učestalosti dolaze proizvodnja povrća, cvijeća i ukrasnog bilja, te voćarstvo i vinogradarstvo,

- ratarska proizvodnja prvenstveno je u funkciji stočarstva, koje je najčešće malog obujma, a često samo za vlastite potrebe s malim viškovima za tržište,
- povrćarstvo je na području Samobora zastupljeno, ali na vodozaštitnom području nije zastupljeno u većoj mjeri,
- gnojidba stajskim gnojem kombinira se s mineralnim gnojivom, a ukupne količine mineralnih gnojiva kreću se do 500 kg/ha (s malim brojem izuzetaka), s formulacijom NPK 15-15-15 kao najučestalijom za osnovnu gnojidbu i KAN 27 za prihranu,
- pesticidi se rabe u pravilu prema uputstvima s pakiranja, a evidencije uporabe nema,
- najviše se rabe i poznaju herbicidi, dok puno manje znanja ima o fungicidima, insekticidima i ostalim pesticidima.

4.4.1.2. Vodocrpilište Strmec

Najveći je dio poljoprivrednog zemljišta oko vodocrpilišta Strmec na području općine Sveta Nedelja, uz granicu s područjem grada Samobora u Zagrebačkoj županiji. To je zemljište u privatnom vlasništvu gospodarstava iz okolnih naselja, najviše iz Strmca Samoborskog.

Prema Popisu 2001. godine stanovništvo ove općine je “još manje poljoprivredno” no što je to na području grada Samobora. Svega 0,83% ukupnog stanovništva svrstano je u kategoriju poljoprivrednog. Sukladno tome, samo 1,24% aktivnog stanovništva jest poljoprivredno aktivno stanovništvo. Znamo li da se kategorizacija temelji na zaposlenosti i zanimanju, vidljiv je razmjerno mali značaj poljoprivrede kod stanovništva ove općine.

Ukupno i poljoprivredno stanovništvo prema aktivnosti

Opis	Hrvatska	Sveta Nedjelja
Ukupno stanovništvo		
Ukupno stanovništvo	4.437.460	15.506
Ukupno poljoprivredno stanovništvo	245.987	129
Poljoprivredno stanovništvo u ukupnom stanovništvu	5,54%	0,83%
Aktivno stanovništvo		
Ukupno aktivno stanovništvo	1.952.619	7.150
Aktivno stanovništvo u ukupnom	44,00%	46,11%
Aktivno poljoprivredno stanovništvo svega	165.942	89
Aktivno poljoprivredno stanovništvo u ukupnom poljoprivrednom stanovništvu	67,46%	68,99%
Aktivno poljoprivredno stanovništvo u ukupnom aktivnom stanovništvu	8,50%	1,24%

Izvor: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

U prilog ovome zaključku idu i podaci o zaposlenosti stanovništva prema djelatnostima, gdje je poljoprivreda na niskom mjestu sa svega 1,28%. Za

usporedbu, ukupno je u Hrvatskoj 11,02% zaposlenih u djelatnosti poljoprivreda, lov i šumarstvo.

Pri tome su se svega 64 zaposlena, ili 1,08%, izjasnili kao individualni poljoprivrednici na vlastitim gospodarstvima ili kao pomažući članovi na gospodarstvima.

Zaposleni prema djelatnosti

	Ukupno zaposleni	Struktura zaposlenih prema djelatnosti
Republika Hrvatska	1.553.643	100,00%
Poljoprivreda, lov i šumarstvo	171.185	11,02%
Ostale djelatnosti	1.364.448	87,82%
Nepoznata djelatnost	18.010	1,16%
Općina Sveta Nedjelja	5.917	100,00%
Poljoprivreda, lov i šumarstvo	76	1,28%
Ostale djelatnosti	5.784	97,75%
Nepoznata djelatnost	57	0,96%

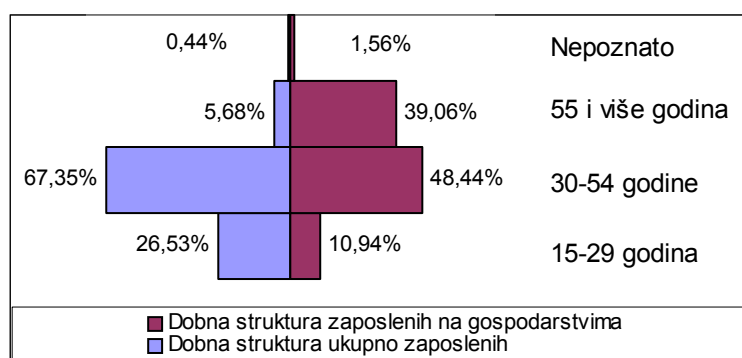
Izvor: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Zaposleni na individualnim poljoprivrednim gospodarstvima

	Ukupno zaposleni	Zaposleni na gospodarstvima	
		broj	udjel
Republika Hrvatska	1.553.643	141.996	9,14%
Općina Sveta Nedjelja	5.917	64	1,08%

Izvor: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

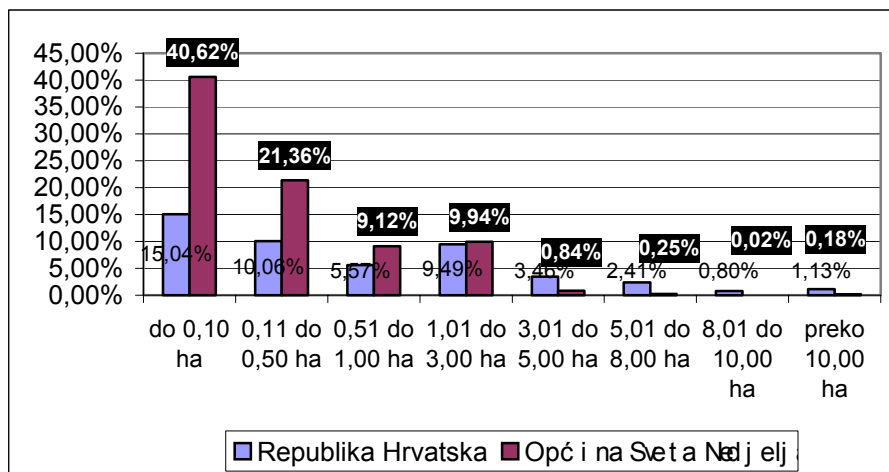
Među tih 64 čak je 39% njih u dobi od 55 ili više godina, dok je za cijelu populaciju općine taj postotak 5,68%. Dobna struktura je, dakle, u poljoprivredi ovog područja vrlo nepovoljna, odnosno znatno lošija no u ostalom gospodarstvu.



Dobna struktura zaposlenih na području općine Sveta Nedjelja

Izvor: Prema: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Već smo rekli da je zemljište, uz radnu snagu, najvažniji čimbenik poljoprivredne proizvodnje. Iz tog razloga se često veličina poljoprivrednih gospodarstava izražava putom raspoložive površine. Prema tom kriteriju, kućanstva u općini Sveta Nedjelja su u nepovoljnom položaju za poljoprivrednu proizvodnju u odnosu na prosjek Hrvatske. Naime, udjel kućanstava s raspoloživom površinom do 1 ha je čak 71,09%, što je za 40% više no za Hrvatsku.



Struktura kućanstava sa zemljištem prema raspoloživom zemljištu

Izvor: Prema: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Popisom je 2001. godine u Općini zabilježena 3.351 poljoprivredna proizvodnja na kućanstvima. Pri tome su najčešće zabilježene proizvodnje iz skupine nazvane "vrtlarstvo" koja uključuje proizvodnju povrća, cvijeća, ukrasnog bilja i sjemenskog i sadnog materijala (55,21%). Velika učestalost ne znači nužno i veliku zastupljenost u korištenim površinama, jer je proizvodnja pretežito malog obujma i niske robnosti.

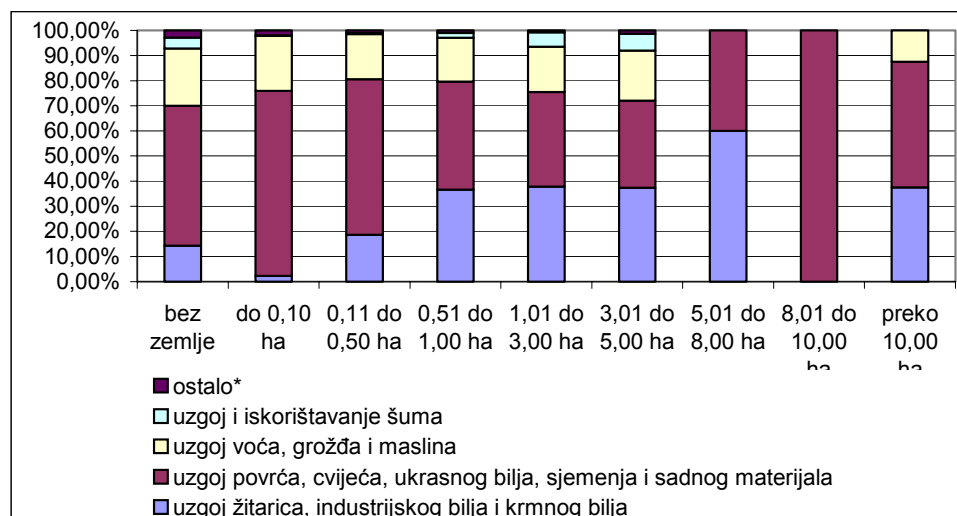
Struktura kućanstava prema vrsti poljoprivredne proizvodnje*

Vrsta proizvodnje:	Ratarstvo*	Vrtlarstvo*	Voćarstvo*	Šumarstvo*	Ostalo*	Sve vrste proizvodnje
Udjel:	22,51%	55,21%	18,98%	2,02%	1,27%	100%

* Vidi bilješku uz tablicu Struktura kućanstava prema vrsti poljoprivredne proizvodnje u poglavlju "Vodocrpilište Bregana"

Izvor: Prema: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Među biljnim proizvodnjama slijedi po zastupljenosti skupina ratarskih proizvodnji (22,51%), voćarstvo i vinogradarstvo (18,98%), te šumarstvo i ostale proizvodnje.



Struktura kućanstava prema raspoloživoj površini i vrsti poljoprivredne proizvodnje

Izvor: Prema: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Struktura prema raspoloživoj površini i vrsti biljne proizvodnje pokazuje očekivano povećanje udjela ratarstva s povećanjem površine, no njena uporabivost za razrede s 5 i više hektara je upitna jer tu ulazi svega 32 od ukupno 3.351 proizvodnje. U razredu od 8 do 10 ha je, na primjer, svega jedno gospodarstvo.

Prema podacima o broju stoke općina Sveta Nedelja također zaostaje za gradom Samoborom. Naravno, broj stoke po kućanstvu sa zemljom je zato još manji u odnosu na prosjek za hrvatsku.

Broj stoke na stotinu kućanstava*

	Broj goveda	Broj svinja	Broj peradi	Broj konja	Broj košnica pčela	Broj ovaca i koza	Broj mazgi, mula i magaraca
Republika Hrvatska	44,94	129,12	1047,82	1,30	14,33	75,86	0,58
Samobor	7,02	53,09	489,50	0,58	1,16	3,31	0,06

* Samo kućanstva sa zemljom!

Izvor: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Na području vodocrpilišta Strmec anketiranje nije provedeno. Anketa je bila dobrovoljna, a kontaktirani gospodari nisu imali zanimanja za sudjelovanje u anketi, niti su. Stoga smo u ocjeni stanja poljoprivredne proizvodnje rabili prikazane podatke iz Popisa i informacije dobivene pri obilasku terena.

Iz raspoloživih izvora informacija možemo donijeti slijedeću ocjenu stanja:

- na području općine Sveta Nedelja poljoprivredna djelatnost nije od velikog značaja, a i u naseljima oko vodocrpilišta Strmec sve je manje kućanstava koja se bave poljoprivrednom proizvodnjom,

- mlađe stanovništvo dohodak ostvaruje uglavnom izvan poljoprivrede, pa se poljoprivrednom proizvodnjom bave pretežito stariji članovi kućanstava, i rijetki su primjeri poljoprivrednog poduzetništva,
- poljoprivredna proizvodnja temelji se na malim gospodarstvima s površinama rascjepkanim u više parcela u pravilu manjih od 0,5 ha.
- na zemljištu u vodozaštitnom području uvelike preteže ratarska proizvodnja, a tek u vrlo malom udjelu ima proizvodnje povrća,
- najviše se proizvodi kukuruz, strna žita za stočarstvo i nešto pšenice za prodaju ili kućanstvo,
- površine se gnoje stajskim gnojem u prosjeku svake 3 godine, s količinom oko 20 t/ha nepotpuno zrelog gnoja, pretežito goveda i svinja
- proizvodnja nije visoko intenzivna i potrošnja mineralnih gnojiva se kreće oko 400 kg/ha, s formulacijom NPK 15-15-15 kao najučestalijom za osnovnu gnojidbu i KAN 27 za prihranu,
- pesticidi se rabe u pravilu prema uputi s pakiranja, a evidencije uporabe nema,
- najviše se rabe i poznaju herbicidi, dok puno manje znanja ima o fungicidima, insekticidima i ostalim pesticidima.
- po uporabi kemijskih sredstava se odbačena ambalaža ne zbrinjava.

4.4.1.3. Vodocrpilište Stara Loza i Prečko

Stara Loza i Prečko su, uz Malu Mlaku i Petruševac, na području Grada Zagreba. Za potrebe ovog istraživanja, poljoprivredu vodozaštitnog područja Stara Loze i Prečko razmotrili smo u okviru gradske četvrti Stenjevec. Ova četvrt ima obilježja urbane cjeline, što pokazuju i podaci iz Popisa 2001. godine.

Ukupno i poljoprivredno stanovništvo prema aktivnosti

Opis	Hrvatska	Četvrt Stenjevec
Ukupno stanovništvo		
Ukupno stanovništvo	4.437.460	41.257
Ukupno poljoprivredno stanovništvo	245.987	117
Poljoprivredno stanovništvo u ukupnom stanovništvu	5,54%	0,28%
Aktivno stanovništvo		
Ukupno aktivno stanovništvo	1.952.619	20.344
Aktivno stanovništvo u ukupnom	44,00%	49,31%
Aktivno poljoprivredno stanovništvo svega	165.942	79
Aktivno poljoprivredno stanovništvo u ukupnom poljoprivrednom stanovništvu	67,46%	67,52%
Aktivno poljoprivredno stanovništvo u ukupnom aktivnom stanovništvu	8,50%	0,39%

Izvor: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Za popisa je bilo svega 0,28% poljoprivrednog stanovništva od ukupno 41.257 stanovnika. Udjel poljoprivrednog aktivnog stanovništva u ukupnom aktivnom stanovništvu je nešto viši (0,39%). To je zbog uobičajeno višeg udjela aktivnog

stanovništva u poljoprivrednom stanovništvu, nego što je to kod ukupnog stanovništva.

Među zaposlenima je 0,63% onih koji su zaposleni u području poljoprivrede, lov i šumarstvo. Samo 78 od 17.077 zaposlenih osoba izjasnilo se kao zaposleni na obiteljskom gospodarstvu (udjel je 0,46%).

Zaposleni prema djelatnosti

	Ukupno zaposleni	Struktura zaposlenih prema djelatnosti
Republika Hrvatska	1.553.643	100,00%
Poljoprivreda, lov i šumarstvo	171.185	11,02%
Ostale djelatnosti	1.364.448	87,82%
Nepoznata djelatnost	18.010	1,16%
Četvrt Stenjevec	17.077	100,00%
Poljoprivreda, lov i šumarstvo	107	0,63%
Ostale djelatnosti	16.817	98,48%
Nepoznata djelatnost	153	0,90%

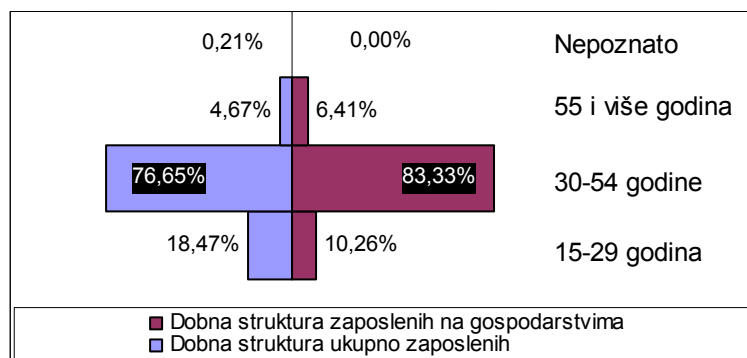
Izvor: Prema: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Zaposleni na individualnim poljoprivrednim gospodarstvima

	Ukupno zaposleni	Zaposleni na gospodarstvima broj	udjel
Republika Hrvatska	1.553.643	141.996	9,14%
Četvrt Stenjevec	17.077	78	0,46%

Izvor: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

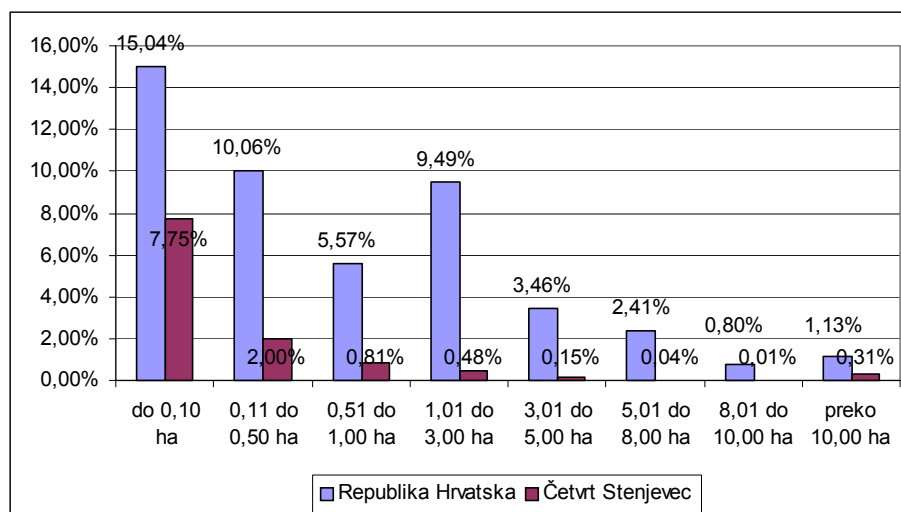
Povoljna je okolnost da je među tih 78 osoba razmjerno mali broj u visokim dobnim skupinama, što je za ovu skupinu zaposlenih rijetkost. U pravilu je dobná struktura zaposlenih na poljoprivrednim gospodarstvima puno nepovoljnija no što je to za ovo područje, što se vidi iz prethodnih poglavlja.



Dobna struktura zaposlenih na području četvrti Stenjevec

Izvor: Prema: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Vrlo je malo kućanstava u ovoj četvrti koja posjeduju zemlju, te ih je 88,46% bez zemlje. Od preostalih 11,54% zanemarivo malo ih ima više od 1 ha raspoloživog zemljišta.



Struktura kućanstava sa zemljištem prema raspoloživom zemljištu

Izvor: Prema: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Na ukupno 13.620 kućanstava zabilježena je 201 biljna poljoprivredna proizvodnja. Najčešće se radi o proizvodnjama iz skupine proizvodnja povrća, cvijeća, ukrasno bilje i sjemenskog i sadnog materijala – gotovo polovica od ukupnog broja. Slijedi voćarstvo (34,83%) pa ratarstvo (11,94%), šumarstvo i ostale proizvodnje.

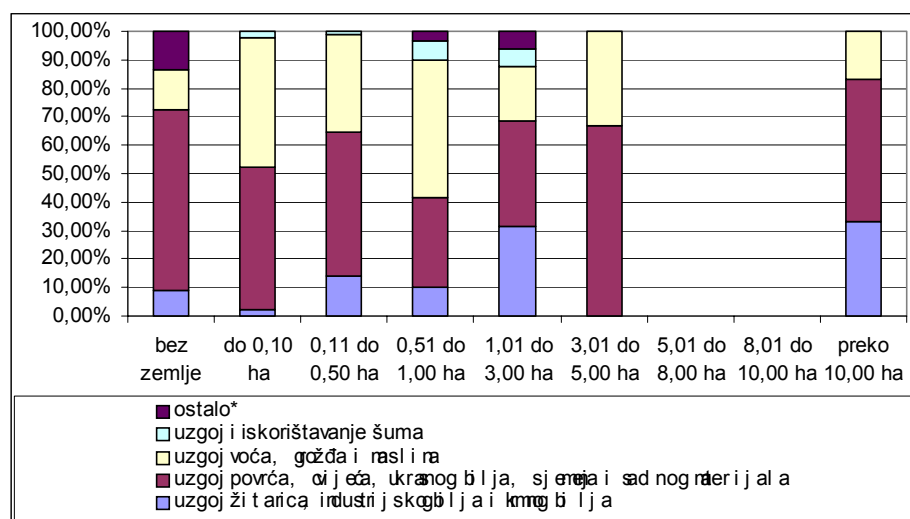
Struktura kućanstava prema vrsti poljoprivredne proizvodnje

Vrsta proizvodnje:	Ratarstvo	Vrtlarstvo	Voćarstvo	Šumarstvo	Ostalo	Sve vrste proizvodnje
Udjel:	11,94%	48,26%	34,83%	2,49%	2,49%	100%

Izvor: Prema: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Udjel povrćarstva i sličnih proizvodnji razmjerno je visok u svim razredima prema raspoloživoj površini kućanstva (vidi grafikon). Isti grafikon pokazuje opet pokazuje dominaciju kućanstava s malim površinama, pa u skupinama od 5 do 10 ha nema nijednoga kućanstva.

Što se tiče stočarske proizvodnje, kako se radi o urbanom području i njegovom rubnom dijelu, zastupljeno je tek nešto peradi i košnica pčela, dok goveda i svinja ima vrlo malo.



Struktura kućanstava prema raspoloživoj površini i vrsti poljoprivredne proizvodnje

Izvor: Prema: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Sukladno malom broju gospodarstava na području vodocrpilišta Prečko i Stara Loza anketirana su svega dva gospodarstva. U prosjeku, na kućanstvu su više od dva člana, od kojih 75% radno aktivnih. Nitko od članova kućanstava nije zaposlen izvan kućanstva, a više od jednog člana izjasnili su se kao isključivi poljoprivrednici.

Članovi kućanstva na anketiranim gospodarstvima

Obilježje	Broj ili udjel
Ukupno članova	2,50
Radno aktivnih	2,00
Isključivo poljoprivrednici	1,50
Zaposleni izvan gospodarstva	0,00
Povremeni poljoprivrednici	2,00
Sa srednjom i višom školom	2,50
<i>Udjel:</i>	
- aktivnih članova	75,00%
- stalnih poljoprivrednika	58,33%
- povremenih poljoprivrednika	75,00%

Oba gospodarstva koriste plaćene nadničare za obavljanje poslova na gospodarstvu, ali u vrlo malom obujmu, pa je prosječni trošak nadničara svega 1025 kn.

Za poljoprivrednu proizvodnju koriste ukupno 1,8 hektara oranica, od čega 1 hektar na vodozaštitnom području. Od toga je 0,7 ha zakupljeno. Na tim površinama ova se gospodarstva bave isključivo povrćarskom proizvodnjom. U prosjeku imaju 802 m² zaštićenih površina – plastenika, u kojima imaju dio proizvodnje. Za proizvodnju na otvorenom rabe navodnjavanje.

Povrtne kulture izmjenjuju se na malim parcelama ili u zaštićenom prostoru, a tijekom promatrane godine na gospodarstvima je uzgajano više od dvadeset različitih kultura na površinama do 500 m² po jednoj kulturi (vidi tablicu).

Povrtne kulture na anketiranim gospodarstvima	
Kultura	Prosječna površina, m ²
korjenasto povrće	650
salata	500
kelj	450
zelje	450
poriluk	450
špinat	250
radić	238
plodovito	155
luk	110
zeljasto	55
blitva	50
koraba	50

Izvor: Anketno ispitivanje.

Jedno od gospodarstava uzgaja povrće po načelima ekološke poljoprivrede, a drugo tradicijskim načinom uz razmjerno nisku intenzivnost ulaganja. Oba gospodarstva zabilježila su štete od vremenskih nepogoda (smrzavanje, mraz) proteklih godina i polučuju niske proizvodne rezultate.

U proizvodnji rabe stajsko gnojivo, u količini od 37,5 t po hektaru. Mineralno gnojivo rabi samo jedno gospodarstvo, i to najviše NPK 15-15-15, zatim KAN 27 i UREA-u. Količina gnojiva, prema iskazu ispitanika, prelazi 2000 kg/ha. Jedan gospodar površine u zoni vodocrpilišta gnoji različito od ostalih površina.

Gospodarstvo s ekološkom proizvodnjom ne rabi konvencionalne pesticide. Gospodarstvo rabi kemijska sredstva zaštite bilja, no nema detaljne evidencije o uporabljenim vrstama i količinama. Također rabi i prirodna sredstva, a kemijska sredstva rabi ovisno o kulturi i u količini prema uputi proizvođača.

Oba gospodarstva nisu doživjela značajne promjene posljednjih godina, a u budućnosti planiraju održavati istu proizvodnju. Pri tome je na jednom kućanstvu poljoprivreda glavni izvor dohotka, a na drugom tek njegov zanemarivi dio.

Zaključno, za poljoprivrednu proizvodnju u području vodocrpilišta Stara Loza i Prečko, možemo reći:

- - širenje grada i urbanizacija prostora istiskuju poljoprivrednu proizvodnju s ovog prostora;
- - zbog ograničenja u površinama, veličini gospodarstava i zahtjevima okoline, proizvodnja se usmjerava na povrćarstvo, i to na malim parcelama i pod zaštićenim prostorima;

- - mali je broj specijaliziranih i velikih proizvođača, a veći je broj proizvođača svježeg sezonskog povrća u malim količinama za tržište Grada Zagreba;
- - za većinu uzgajivača poljoprivredni dohodak je tek manji dio dohotka kućanstva;
 - ostale vrste biljne proizvodnje također su na malim površinama i za sama kućanstva nemaju veliki značaj u dohodovnom smislu;
- - sve više kućanstava zanemaruje i napušta poljoprivredu, a mali broj onih koji se usmjeravaju na poljoprivrednu proizvodnju primjenjuje usavršava tehnologiju;
- - intenzivniji proizvođači rabe kemijska sredstva u proizvodnji, kako gnojiva tako i pesticide;
- - rabe se kombinacije NPK formulacija i dušičnih gnojiva, a na malim parcelama pod povrćem količine dosežu i preko 1000 kg/ha;
- - korovi se suzbijaju ručno (ima i ekoloških proizvođača) i kemijskim sredstvima, a ostali pesticidi se rabe bez većeg nadzora i evidencije, «prema uputama proizvođača».
- - iskazani proizvodni rezultati (prirodi povrća) iznenađujuće su niski (u pravilu ispod 10.000 kg /ha) i često znatan dio proizvodnje ostaje neiskorišten.

4.4.1.4. Vodocrpilište Mala Mlaka

Vodocrpilište je Mala Mlaka na području Grada Zagreba, u sjeveroistočnom dijelu četvrti Brezovica. Četvrt manjim dijelom obuhvaća urbanizirani prostor jugozapadnog dijela Zagreba, a većim dijelom čini je ruralni prostor sa dosta zastupljenom poljoprivrednom proizvodnjom.

Među gotovo 11.000 stanovnika za Popisa 2001. godine 9,07% bilo je poljoprivrednog stanovništva, što je najviše među promatranim općinama/gradovima i četvrtima. Nadalje, 14,4% je udjel aktivnog poljoprivrednog stanovništva u ukupnom aktivnom stanovništvu, što je znatno više od udjela za Hrvatsku (8,5%).

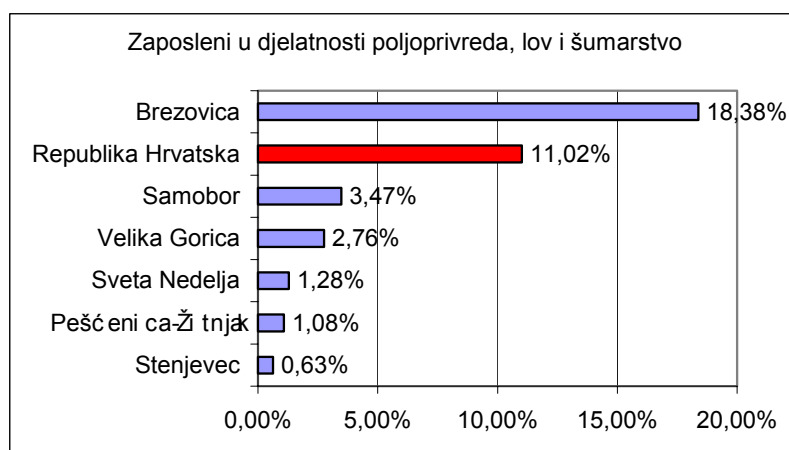
Ukupno i poljoprivredno stanovništvo prema aktivnosti

Opis	Hrvatska	Četvrt Brezovica
Ukupno stanovništvo		
Ukupno stanovništvo	4.437.460	10.884
Ukupno poljoprivredno stanovništvo	245.987	987
Poljoprivredno stanovništvo u ukupnom stanovništvu	5,54%	9,07%
Aktivno stanovništvo		
Ukupno aktivno stanovništvo	1.952.619	5.083
Aktivno stanovništvo u ukupnom	44,00%	46,70%
Aktivno poljoprivredno stanovništvo svega	165.942	732
Aktivno poljoprivredno stanovništvo u ukupnom poljoprivrednom stanovništvu	67,46%	74,16%
Aktivno poljoprivredno stanovništvo u ukupnom aktivnom stanovništvu	8,50%	14,40%

Izvor: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Najviši je i udjel aktivnog stanovništva među poljoprivrednim stanovništvom (74,16%), što govori o vitalnosti poljoprivredne populacije.

U usporedbi s ostalim područjima u ovoj je četvrti poljoprivreda mnogo značajnija djelatnost i gotovo 20% zaposlenih je u području poljoprivreda, lov i šumarstvo. Najveći je dio ovih zaposlenika na vlastitim poljoprivrednim gospodarstvima ili su pomažući članovi na poljoprivrednim gospodarstvima (15,92% od 18,38%).



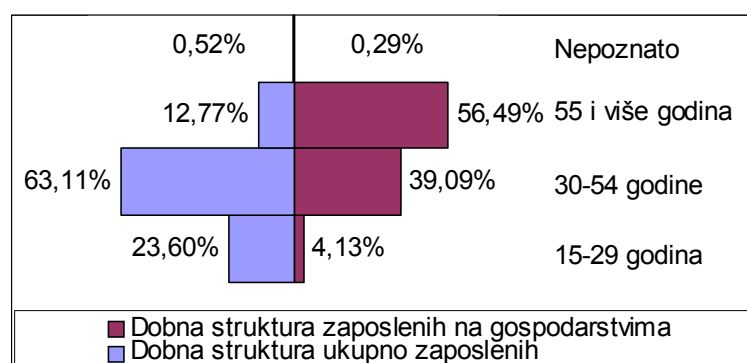
Izvor: Prema: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Zaposleni na individualnim poljoprivrednim gospodarstvima

	Ukupno zaposleni	Zaposleni na gospodarstvima	
		broj	udjel
Republika Hrvatska	1.553.643	141.996	9,14%
Četvrt Brezovica	4.259	678	15,92%

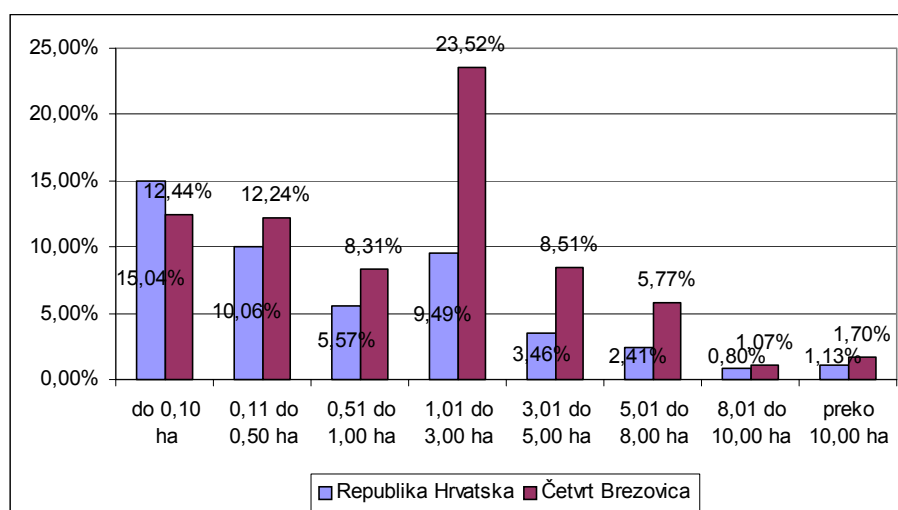
Izvor: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Dobna struktura zaposlenih karakteristična je za ruralne prostore i poljoprivredno stanovništvo. Naime, udjel viših dobni skupina znatno je veći nego za ukupno zaposlene na istom području. Na području je četvrti Brezovica udjel dobne skupine s 55 ili više godina najviši među promatranim područjima: 56,49% zaposlenih u poljoprivredi, lovu i šumarstvu.



Dobna struktura zaposlenih na području četvrti Brezovica

Izvor: Prema: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.



Struktura kućanstava sa zemljištem prema raspoloživom zemljištu

Izvor: Prema: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Od 2.998 kućanstava njih 83,55% raspolaže određenim zemljištem. Najveći je udjel kućanstava u skupini s 1-3 ha raspoloživog zemljišta (23,52%). Dalje je 1/3 kućanstava u skupinama do 1 ha, a ostatak u skupinama s više od 3 ha zemljišta.

Iz prethodnog grafikona uočljiva povoljnija struktura u odnosu na stanje u cijeloj državi. Udjel kućanstava u razredima s više zemljišta je viši u četvrti Brezovica.

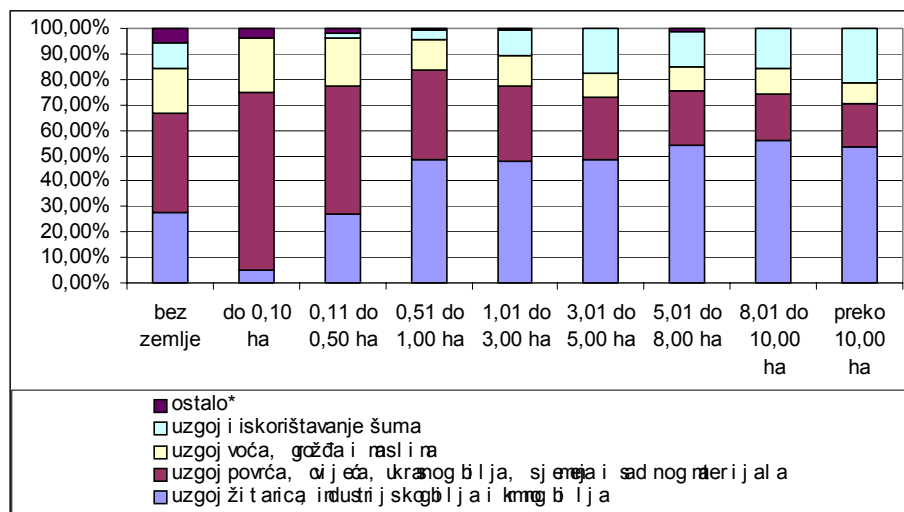
Na kućanstvima s poljoprivrednom proizvodnjom najčešće se javljaju proizvodnje iz skupine ratarstvo (45,11%). Slijede vrtlarstvo (31,52%) i voćarstvo (12,12%). Razmjerno je visok udjel i šumarstva (10,42%).

Najviše je ratarskih proizvodnji na kućanstvima s više zemljišta, dok udjel vrtlarskih proizvodnji opada s porastom raspoloživog zemljišta po kućanstvu.

Struktura kućanstava prema vrsti poljoprivredne proizvodnje

Vrsta proizvodnje:	Ratarstvo	Vrtlarstvo	Voćarstvo	Šumarstvo	Ostalo	Sve vrste proizvodnje
Udjel:	45,11%	31,52%	12,12%	10,42%	0,83%	100%

Izvor: Prema: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.


Struktura kućanstava prema raspoloživoj površini i vrsti poljoprivredne proizvodnje

Izvor: Prema: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Broj stoke na stotinu kućanstava*

	Broj goveda	Broj svinja	Broj peradi	Broj konja	Broj košnica pčela	Broj ovaca i koza	Broj mazgi, mula i magaraca
Republika Hrvatska	44,94	129,12	1047,82	1,30	14,33	75,86	0,58
Četvrt Brezovica	95,15	198,78	1033,06	0,95	3,22	9,12	0,09

* Samo kućanstva sa zemljom!

Izvor: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Uz porast zastupljenosti ratarstva s povećanjem površina raste i udjel šumarstva, odnosno uzgoja i korištenja šuma.

Područje Brezovice prednjači i po broju stoke. S gotovo jednim govedom i dvije stotine svinja na stotinu kućanstava, ova su kućanstva daleko ispred vrijednosti za Hrvatsku kao i za druga promatrana područja. Veliki broj stoke u skladu je sa zastupljenošću ratarske proizvodnje, koju stoga moramo promatrati u kontekstu proizvodnje hrane za stočarstvo.

Na području Male Mlake anketnim ispitivanjem obuhvaćeno je šest kućanstava. Prosječno na kućanstvu ima nešto manje od 5 članova, od kojih je većina radno aktivna. Preko polovice članova izjašnjava se kao isključivi poljoprivrednici ili poljoprivrednici s punim radnim vremenom. Uz to, dio članova povremeno pomaže na gospodarstvu.

Članovi kućanstva na anketiranim gospodarstvima

Obilježje	Broj ili udjel
Ukupno članova	4,83
Radno aktivnih	3,83
Isključivo poljoprivrednici	2,50
Zaposleni izvan gospodarstva	0,67
Povremeni poljoprivrednici	2,50
Sa srednjom i višom školom	2,50
Udjel:	
- aktivnih članova	81,39%
- stalnih poljoprivrednika	54,64%
- povremenih poljoprivrednika	50,20%

Područje vodocrpilišta Mala Mlaka, N=6

Tri gospodarstva povremeno uzimaju nadničare i u prosjeku za njih potroše nešto više od 6.000 kuna godišnje.

Gospodarstva koriste u prosjeku 9,59 ha zemljišta, od čega 8,13 ha oranica. Prema iskazu gospodara, od ukupno 8,13 ha, 5,92 ha su oranice na vodozaštitnom području. Svi gospodari izjavili su da im je poznato da imaju zemljište na vodozaštitnom području. U zakupu po gospodarstvu ima 5,02 hektara oranica.

U prosjeku je korišteno zemljište raspoređeno u 13 parcela, što daje prosječnu veličinu parcele od 0,74 ha. Dva gospodarstva navodnjavaju dio oranica, jedno gospodarstvo ima 3000 m² pod plastenicima.

Korištena površina i oranice anketiranih gospodarstava

Zemljište:	Površina u ha
Ukupno korišteno	9,59
Na vodozašt. području	6,26
Oranice, ukupno	8,13
Oranice u vodoz. području	5,92
Oranice u zakupu	5,02

Izvor: Anketno ispitivanje

Zasijana površina po skupinama kultura

Skupina kultura:	Udjel u površini	Broj pojava u području
- žita	53,28%	6
- krmno bilje	36,83%	4
- povrće	9,89%	4
Ukupno	100,00%	14

Na površinama prevladavaju žita koja zauzimaju preko polovice ukupno zasijanih površina. Slijede krmne kulture s 36,83% i povrće s nešto manje od 10% površina. Od žita se najviše uzgaja kukuruz s udjelom od 1 trećine ukupne površine pod žitima. Slijede ječam i pšenica, te zob. Struktura sjetve ponovo ukazuje na proizvodnju za stočarstvo. Ostvareni prirodi daleko su iznad

prosječnih priroda gospodarstava u Hrvatskoj, što nam govori da su anketom obuhvaćena gospodarstva natprosječne veličine i intenzivnosti proizvodnje.

Na dva kućanstva zabilježena je proizvodnja povrća, i to prvenstveno za svježju potrošnju i prodaju na zagrebačkim tržnicama. Najveće površine zauzimaju špinat, peršun, mrkva i blitva, koji se uzgajaju pretežito na otvorenom.

Prirodi i struktura površina zasijanih žitima

Vrsta žita:	Prirod- kg/ha	Udjel u površini
– ječam	6.590	27,78%
– kukuruz klip	8.688	5,56%
– kukuruz zrno	8.250	27,78%
– pšenica	5.937	22,22%
– zob	8.688*	16,67%
Ukupno		100,00%

* Prema iskazu gospodara na jednom katastarskom jutru proizveo je 5000 kg zobi!

Izvor: Anketno ispitivanje.

Prosječna površina i učestalost povrtnih kultura-N=2

Kultura	Prosječna površina m ²	Broj pojava
špinat	8.633	1
peršun	8.633	1
blitva	5.755	1
mrkva	5.755	1
ostalo povrće	2.014	1
patlidžan	1.439	1
rajčica	1.400	1
kelj	1.295	2
zelje	1.151	1
cikla	1.151	1
paprika	826	2
zeljasto povrće	600	1
poriluk	400	2

Izvor: Anketno ispitivanje.

Prirodi povrćarskih kultura

Kultura	Prirod, kg/ha
rajčica	107142,86
zeljasto	83333,33
cikla	21720,24
paprika	11844,05
poriluk	10000,00

Na oba gospodarstva uzgajaju se kelj, paprika i poriluk, dok se ostale kulture javljaju samo na jednom gospodarstvu. Prirodi izračunati iz raspoloživih

podataka su razmjerno visoki za rajčicu (na 1400 m²) i zeljasto povrće. Za ostale su kulture iskazani prirodi prilično niski.

Što se tiče agrotehnike, priprema tla za kukuruz se uglavnom sastoji u zimskom oranju, tanjuranju u proljeće i kultiviranju tijekom vegetacije. Neka od gospodarstava koriste i pripremu sjetvospremačem prije sjetve. Za povrće se uvodi frezanje nakon tanjuranja. U vrijeme nepovoljnih uvjeta tijekom jeseni i zime, koristi se i proljetno oranje.

Površine se gnoje stajskim gnojem najčešće jednom u tri godine, i to u prosjeku preko 35 t po hektaru. Većina gospodara različito gnoji na vodozaštitnom području, a troje upotrebljava i gnojnicu.

Najčešće upotrebljavana mineralna gnojiva u osnovnoj gnojidbi su NPK 15-15-15 i NPK 7-20-30. Kod osnovne gnojidbe u prosjeku se na gospodarstvima troši preko 400 kg po hektaru NPK gnojiva i nešto manje od 200 kg UREA-e. Prihrana se najčešće obavlja KAN-om 27, i to u količini od 200 kg/ha. Većina gospodara izjavila je da površine na vodozaštitnom području gnoji drugačije no ostale površine.

Od herbicida, u kukuruzu se najviše rabe Deherban, Primextra i Radazin. U strnim žitima Deherban i Starane, te u povrću Gesagard, Afalon i Stomp, odnosno drugi herbicidi ovisno o kulturi.

Ostali pesticidi se ne poznaju, a spominje se Rogor (u zaštiti povrća) i *“neki pesticid protiv leme”*. Jedan od povrćara koristi i biološka sredstva zaštite (koprive).

Najčešća vrsta rasplodne stoke su krave i steone junice i krmače i suprasne nazimice. Njih drži 5 od 6 gospodarstava. Po gospodarstvu dolazi 6 krava i 3,6 krmača.

Rasplodna stoka anketiranih gospodarstava

Vrsta stoke	Broj opg	Ukupan broj	Po gospodarstvu
Krave	5	30	6,0
Krmače	5	18	3,6
Kokoši nesilice	3	240	80

Izvor: Anketno ispitivanje

Stočarska proizvodnja na anketiranim gospodarstvima

Proizvodnja	Broj gospodarstava	Prosječna proizvodnja po gospodarstvu
junad	3	18 grla
mlijeko	1	10.000 l
prasad	5	28 grla
telad	1	14 grla
tovne svinje	1	20 grla

Izvor: Anketno ispitivanje.

Najčešća stočarska proizvodnja je proizvodnja prasadi. Nakon toga slijedi tov junadi i zatim ostale proizvodnje.

Uređenost gnojišta na gospodarstvima je raznolika: od gnojišta na zemljanoj podlozi do gnojišta s uređenim spremnicima za gnojnicu.

Tri anketirana gospodarstva izjavila su da su tijekom posljednjih godina izvršili promjene u biljnoj proizvodnji. U pravilu se radi o povećanju i usavršavanju proizvodnje. U stočarskoj proizvodnji dva su gospodarstva također povećala proizvodnju. Idućih godina četiri gospodarstva planiraju daljnje povećanje proizvodnje, a dva će vjerojatno prestati s poljoprivrednom proizvodnjom. Isto tako, četiri kućanstva iz poljoprivrede ostvaruju najveći dio dohotka, a dva kućanstva nešto manje od polovice dohotka kućanstva.

Iz raspoloživih izvora informacija možemo donijeti slijedeću ocjene stanja:

- među promatranim općinama/gradovima i četvrtima, četvrt Brezovica ima najviše obilježja poljoprivrednog područja, a sukladno tome i područje vodocrpilišta Mala Mlaka;
- udjel zaposlenih u poljoprivredi i veličina raspoloživih površina su iznad prosjeka Hrvatske i ostalih promatranih područja;
- najviše je kućanstava s površinom do 3 ha (posebice u razredu od 1 do 3 ha), a razmjerno je visok udjel gospodarstava s većim površinama;
- uz poljoprivrednu proizvodnju na mnoštvu malih gospodarstava, oko područja vodocrpilišta nalazi se i određeni broj većih gospodarstava s intenzivnom proizvodnjom za tržište, s površinama iznad 5 ha;
- na korištenim površinama preteže ratarska proizvodnja, s kukuruzom kao dominantnom kulturom, a druga je proizvodnja povrtnih kultura;
- prema dobivenim podacima, prirodi žita i krmnog bilja su iznad prosjeka županije, što je posljedica razmjerno visokog utroška gnojiva i zadovoljavajuće tehnologije proizvodnje;
- površine se gnoje stajskim gnojem u prosjeku svake 3 godine, s količinom preko 30 t/ha nepotpuno zrelog gnoja, pretežito goveda i svinja
- potrošnja mineralnih gnojiva se kreće oko 500-600 kg/ha u osnovnoj godini, kombinacijom NPK i UREA gnojiva, a u prihrani se koristi KAN s 200 kg/ha;
- pri gnojidbi se vodi računa o položaju parcela, odnosno o vodozaštitnom području;
- Deherban, Primextra i Radazin su najčešći herbicidi za kukuruz i strna žita, a Gesagard i Afalon u povrću;
- o fungicidima i insekticidima nema puno znanja, a primjenjuju se i biološka (tradicijska) zaštitna sredstva;
- primjena pesticida temelji se u pravilu na uputama proizvođača.

4.4.1.5. Vodocrpilište Velika Gorica

Na području grada Velike Gorice nalaze se dva vodocrpilišta: Velika Gorica i Črnkovec. Vodocrpilišta se nalaze na granicama urbanih dijelova ovog područja, gdje veći broj kućanstava posjeduje poljoprivredne površine, a bavi se i poljoprivrednom proizvodnjom.

Iz Popisa 2001. godine vidimo da je od 63.517 stanovnika grada Velike Gorice tek 1,62% poljoprivrednog stanovništva. Širenje Velike Gorice i urbanizacija prostora uz prometnice prema Zagrebu dovelo je do velikog smanjenja poljoprivrednog stanovništva u odnosu na prethodni popis.

U aktivnom stanovništvu, 2,17% je aktivnog poljoprivrednog stanovništva ili 657 osoba. Zanimljivo je da je udjel aktivnog poljoprivrednog u ukupnom poljoprivrednom stanovništvu niži u odnosu na druga područja.

Ukupno i poljoprivredno stanovništvo prema aktivnosti

Opis	Hrvatska	Grad Velika Gorica
Ukupno stanovništvo		
Ukupno stanovništvo	4.437.460	63.517
Ukupno poljoprivredno stanovništvo	245.987	1.032
Poljoprivredno stanovništvo u ukupnom stanovništvu	5,54%	1,62%
Aktivno stanovništvo		
Ukupno aktivno stanovništvo	1.952.619	30.232
Aktivno stanovništvo u ukupnom	44,00%	47,60%
Aktivno poljoprivredno stanovništvo svega	165.942	657
Aktivno poljoprivredno stanovništvo u ukupnom poljoprivrednom stanovništvu	67,46%	63,66%
Aktivno poljoprivredno stanovništvo u ukupnom aktivnom stanovništvu	8,50%	2,17%

Izvor: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Zaposleni prema djelatnosti

	Ukupno zaposleni	Struktura zaposlenih prema djelatnosti
Republika Hrvatska	1.553.643	100,00%
Poljoprivreda, lov i šumarstvo	171.185	11,02%
Ostale djelatnosti	1.364.448	87,82%
Nepoznata djelatnost	18.010	1,16%
Grad Velika Gorica	25.075	100,00%
Poljoprivreda, lov i šumarstvo	691	2,76%
Ostale djelatnosti	23.906	95,34%
Nepoznata djelatnost	478	1,91%

Izvor: Prema: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Zaposleni na individualnim poljoprivrednim gospodarstvima

	Ukupno zaposleni	Zaposleni na gospodarstvima	
		broj	udjel
Republika Hrvatska	1.553.643	141.996	9,14%
Grad Velika Gorica	25.075	560	2,23%

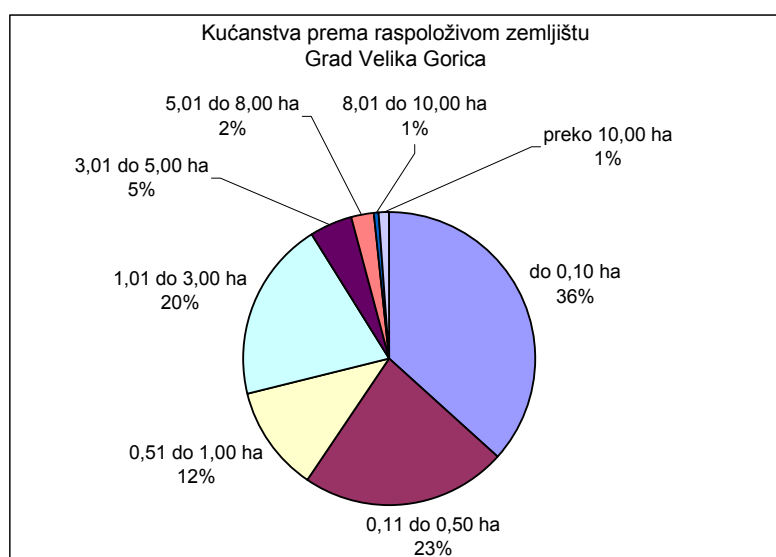
Izvor: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Poljoprivredna proizvodnja na vodozaštitnim područjima Zagrebačke županije i Grada Zagreba

U djelatnosti poljoprivreda, lov i šumarstvo je 2,76% zaposlenih, a vrijednost za Hrvatsku je 11,02%. U 2,76% zaposlenih u poljoprivredi i srodnim područjima, 2,23 su oni zaposleni na obiteljskim gospodarstvima.

Naravno, u populaciji zaposlenih na gospodarstvima udjel starijih osoba je veći no kod ukupno zaposlenih, i iznosi 42,14% za osobe u dobi od 55 godina ili više

Ukupno je na području grada Velike Gorice za Popisa 2001. godine bilo 19.845 kućanstava, a njih 10.175 raspolagalo je s poljoprivrednim zemljištem. Među kućanstvima sa zemljištem najveći je dio onih s površinama do 1 ha: 71%! Udjel kućanstava s 5 i više hektara je samo 3%.



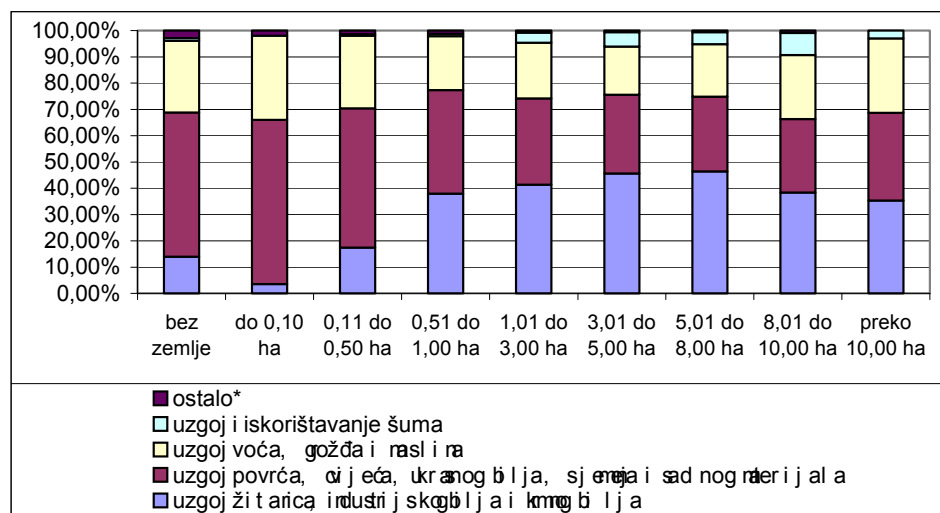
Na poljoprivrednim površinama najviše je uzgajano povrće, cvijeće, ukrasno bilje, sjeme i sadnice (41,44%). Slijede ratarske kulture (31,14%), voćarstvo-vinogradarstvo (23,7%) i ostale kulture.

S porastom veličine raspoloživog zemljišta raste udjel ratarskih kultura, dok je udjel povrćarskih kultura najveći kod razreda do 0,5 ha površine.

Struktura kućanstava prema vrsti poljoprivredne proizvodnje: grad Velika Gorica

Vrsta proizvodnje:	Ratarstvo	Vrtlarstvo	Voćarstvo	Šumarstvo	Ostalo	Sve vrste proizvodnje
Udjel:	31,14%	41,44%	23,70%	2,52%	1,20%	100%

Izvor: Prema: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.



Struktura kućanstava prema raspoloživoj površini i vrsti poljoprivredne proizvodnje

Izvor: Prema: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Broj stoke na stotinu kućanstava*

	Broj goveda	Broj svinja	Broj peradi	Broj konja	Broj košnica pčela	Broj ovaca i koza	Broj mazgi, mula i magaraca
Republika Hrvatska	44,94	129,12	1047,82	1,30	14,33	75,86	0,58
Grad Velika Gorica	18,79	97,09	632,27	0,46	9,05	7,28	0,07

* Samo kućanstva sa zemljom!

Izvor: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Po broju stoke na kućanstvima područje grada Velike Gorice ne razlikuje se značajno od područja grada Samobora. Vrijednosti su manje no one za Hrvatsku, a posebice su manje od istih za područje četvrti Brezovica.

Prema podacima iz Popisa 2001. vidljivo je da grad Velika Gorica nije izrazito poljoprivredno područje, odnosno da poljoprivreda u gospodarstvu nije znatnije zastupljena. Naravno, to ne znači da poljoprivredna proizvodnja nije razvijena, odnosno da na vodocrpilištima grada Velike Gorice nema pojedinačnih većih proizvođača.

Provedbom ankete na području grada Velike Gorice obuhvaćena su gospodarstva na crpilištima Velika Gorica i Črnkovec.

Na području crpilišta Velika Gorica anketirano je 20 gospodarstava. Prosječno su na tim kućanstvima 4 člana, od čega 3 radno aktivna. Znatna je udjel zaposlenih izvan gospodarstva, a udjel poljoprivrednika iznosi 23,82%.

Članovi kućanstva na anketiranim gospodarstvima

Obilježje	Prosječna vrijednost; N=20
Ukupno članova	4,20
Radno aktivnih	2,75
Isključivo poljoprivrednici	0,83
Zaposleni izvan gospodarstva	1,83
Povremeni poljoprivrednici	2,33
Sa srednjom i višom školom	2,33
Poljoprivredni smjer	0,17
Udjel:	
Udjel aktivnih	68,75%
Udjel poljoprivrednika	23,82%
Udjel povremenih	51,46%

Zabilježeno je i troje članova sa završenom srednjom ili višom školom poljoprivrednog smjera. Uz rad članova kućanstva, za potrebe gospodarstava šest anketiranih uzima plaćene nadničare, od čega dva stalne nadničare. Sezonske nadničare uzimaju 4 gospodarstva, uz prosječni trošak od 11.750 kuna godišnje po gospodarstvu.

Anketirana kućanstva su vrlo raznolika obzirom na veličinu i tip proizvodnje. U prosjeku koriste 1,64 ha zemljišta, a najviše koristi gospodarstvo s 4,03 ha. Zemljište je raspoređeno u prosječno 5,15 parcela, što daje površinu od oko 0,78 ha po parceli.

Korišteno zemljište i oranice na anketiranim gospodarstvima

Zemljište:	Prosječno, ha
Ukupno korišteno	1,64
Na vodozašt. području	0,29
Oranice, ukupno	1,57
Oranice u vodoz. području	0,29
Oranice u zakupu	0,36

Izvor: Anketno ispitivanje

Najveći dio zemljišta su oranice, za kojih oko 30% gospodari izjavljuju da su na vodozaštitnom području. Manji dio gospodarstava uzima zemljište u zakup. Četiri gospodarstva posjeduju plastenike, a prosječna površina je 1.975 m². Isto tako četiri gospodarstva navodnjavaju polja i to prosječno 0,27 ha.

Od ukupno zasijanih površina najveći se dio u prosjeku koristi za proizvodnju žita. Po tome slijede površine pod krmnim biljem i povrćem.

Među žitima pak, preteže uzgoj kukuruza sa 44,73%. S više od jedne trećine površina slijedi ječam, a zatim pšenica i zob.

Kukuruz se sije na 17, a ječam na 14 od ukupno 20 gospodarstava. Najzastupljenija krmna kultura je sijeno s livada.

Struktura sjetve prema skupinama

Skupina kultura	Prosječno ha
Žita	1,60
Krmno bilje	1,15
Povrće	0,72

Izvor: Anketno ispitivanje.

Struktura zasijanih površina: žita

Kultura:	Udjel u površini
ječam	36,84%
kukuruz klip	5,26%
kukuruz zrno	39,47%
pšenica	10,53%
zob	7,89%
Ukupno	100,00%

Izvor: Anketno ispitivanje.

Uzgajane povrtne kulture

Kultura	Učestalost	Prosjek, m ²
– rajčica	2	2.939
– salata	2	1.439
– paprika	1	2.700
– ostalo povrće	1	2.878

Izvor: Anketno ispitivanje.

Na nekoliko gospodarstava uzgaja se povrće, a najzastupljenije su kulture rajčica i zelena salata. Povrće se uzgaja pretežito u zatvorenom prostoru (plastenici), a dva gospodarstva uzgajaju rajčicu sustavom hidropona.

Prirodi su razmjerno visoki, a kod hidroponskog uzgoja proizvodnja se kreće oko 14 kg po m². U proizvodnji salate prirod je 24.326 kg/ha, a paprike 22.222 kg/ha.

Agrotehnika na većini gospodarstava je uobičajena, dok kod uzgoja sustavom hidropona ne možemo govoriti o klasičnoj agrotehnici. Isto vrijedi i za gnojidbu i zaštitu bilja.

Gnojidba stajskim gnojem vrši se najčešće svake 4 godine, a ima gospodarstava koja gnoje svake druge godine ili čak svake godine. Troši se u prosjeku 18,5 t stajskog gnoja po hektaru, i to jednako na svim površinama.

Od mineralnih gnojiva najviše se upotrebljava NPK 15-15-15, a zatim NPK 7-20-30. Za prihranu se koristi KAN 27%. Najviše gnojiva u osnovnoj gnojidbi troši se u proizvodnji povrća (1.216 kg/ha), zatim u proizvodnji kukuruza (383 kg/ha), te za strna žita (280 kg/ha). Prihranom se dodaje 330-340 kg KAN-a za kukuruz i povrće, odnosno 220 kg za strna žita. Na jednom gospodarstvu koje se bavi proizvodnjom cvijeća troši se oko 430 kg/ha NPK gnojiva u osnovnoj gnojidbi.

U proizvodnji kukuruza najzastupljeniji je herbicid Radazin. Slijede Deherban, Motivel te ostali herbicidi. Za strna žita herbicidi se rijetko koriste, a spominje se Dicuran Forte. U proizvodnji jagoda koristi se herbicid Devrinol i Cidokor.

Fungicidi se rabe samo u proizvodnji voća, povrća i cvijeća. Navedeni su: bordoška juha, Rubigan, Mythos, Teldor i Dithane za povrće i voće, i Star, Dithane i Bavistin u proizvodnji cvijeća.

Od insekticida se koriste Zolone (jabuke), Konfidor i Actelic (cvijeće) i Thiodan (jagode).

Manji dio proizvođača navodi točne količine upotrebljenih pesticida, a većina izjavljuje da koristi pesticide sukladno uputi na pakiranju.

Stočarska proizvodnja je najčešće malog obujma. Uglavnom se za potrebe kućanstva drže tovnne svinje. Osim svinja, drže se i goveda, a od rasplodne stoke prosječno je na gospodarstvu 1,9 grla krmača i 0,7 grla krava.

Rasplodna stoka na anketiranim gospodarstvima

Vrsta stoke	Broj gospodarstava sa stokom	Ukupan broj grla	Po gospodarstvu
Krave	9	6	0,7
Krmače	9	17	1,9

Izvor: Anketno ispitivanje

Stočarska proizvodnja anketiranih gospodarstava

Vrsta proizvodnje	Učestalost proizvodnje	Velika Gorica
junad	1	11
mlijeko	3	2000
prasad	8	16
telad	2	2
tovnne svinje	8	11
ždrijebe	1	1

Izvor: Anketno ispitivanje

Najčešće se proizvodi prasad i tovnne svinje (na 8 gospodarstava), zatim mlijeko i telad te ostale proizvodnje. Proizvodnja po gospodarstvu je u prosjeku vrlo mala, osim za junad gdje zbog, premda ima i nešto većih proizvođača (40 tovnih svinja i 11 junadi)

Najveći dio gospodarstava nema uređena gnojišta i odlaže stajski gnoj na zemljanu podlogu.

Glede promjena na gospodarstvu, pet gospodarstava uvelo je promjene u biljnoj proizvodnji, i to različite prirode: od povećanja proizvodnje do promjene strukture proizvodnje. Od četiri gospodarstva koja su imala promjene u stočarskoj proizvodnji tri su smanjila proizvodnju, a jedno je povećalo. Kao razlog smanjenja navodi se neisplativost i starost.

U idućem razdoblju 8 gospodarstava planira smanjiti proizvodnju, a 4 održavati istu proizvodnju. Među preostalih 7 gospodarstava uglavnom se biljnu

proizvodnju planira povećati ili usavršiti (prelaskom na hidropone ili plasteničku proizvodnju).

Sažeto, možemo dati slijedeću ocjenu poljoprivredne proizvodnje u području:

- područje grada Velike Gorice u posljednjem se razdoblju ubrzano urbanizira, a posljedice se očituju i na poljoprivrednoj djelatnosti;
- gledano kroz aktivnost i zaposlenost stanovništva značaj djelatnosti poljoprivrede u ukupnom gospodarstvu je mali;
- biljna poljoprivredna proizvodnja odvija se na pretežito malim gospodarstvima, a razmjerno je visok udjel uzgoja povrća i sličnih proizvodnji;
- najveći je broj kućanstava s malim gospodarstvima iz kojih su stariji članovi zaposleni u poljoprivredi;
- mali je broj gospodarstava koja nastoje razvijati poljoprivrednu proizvodnju, od kojih neki primjenjuju visoku tehnologiju proizvodnje, posebice u povrćarstvu;
- prema dobivenim podacima, prirodi žita i krmnog bilja su iznad prosjeka županije;
- površine se gnoje stajskim gnojem u prosjeku svake 4 godine, s količinom do 20 t/ha nepotpuno zrelog gnoja;
- potrošnja mineralnih gnojiva se kreće ovisno o vrsti proizvodnje, pa osnovna gnojidba povrća (osim u sustavu hidropona) doseže preko 1000 kg/ha, kukuruza 350-400 kg/ha, i strnih žita ispod 300 kg/ha NPK gnojiva;
- u prihrani se koristi KAN: 330-340 kg/ha za kukuruz i povrće, te 220 kg/ha za strna žita;
- anketirani gospodari drže da su vodozaštitne površine samo one u uskom prostoru oko bunara, i istu tehnologiju primjenjuju na svom zemljištu;
- zaštitna sredstva koja se najviše rabe su herbicidi, posebice Radazin, pa Deherban i Motivel. Za strna žita se rabi i Dicuran Forte;
- u proizvodnji ostalih kultura koriste se još herbicidi Devrinol i Cidokor
- fungicidi se rabe samo u proizvodnji voća, povrća i cvijeća: bordoška juha, Rubigan, Mythos, Teldor i Dithane za povrće i voće, i Star, Dithane i Bavistin u proizvodnji cvijeća;
- primjena pesticida temelji se u pravilu na uputama proizvođača, a detaljne evidencije nema;
- velik dio gospodarstava u budućem razdoblju planira smanjenje proizvodnje, zatim održavanje stanje, a manji broj, pretežito proizvođača povrtnih kultura, planira povećati ili osuvremeniti proizvodnju.

4.4.1.6. Vodocrpilište Petruševac

Vodocrpilište Petruševac je na području četvrti Grada Zagreba Peščenica-Žitnjak. Ovo je područje s malo poljoprivrednog stanovništva i s malim udjelom poljoprivrede u gospodarstvu. Podaci iz Popisa 2001. godine govore o 0,64% poljoprivrednog stanovništva u četvrti, odnosno o svega 375 od 58.283 osobe. Među 44,77% aktivnog stanovništva 225 je poljoprivrednog aktivnog, što iznosi 0,86%.

Ukupno i poljoprivredno stanovništvo prema aktivnosti

Opis	Hrvatska	Četvrt Peščenica-Žitnjak
Ukupno stanovništvo		
Ukupno stanovništvo	4.437.460	58.283
Ukupno poljoprivredno stanovništvo	245.987	375
Poljoprivredno stanovništvo u ukupnom stanovništvu	5,54%	0,64%
Aktivno stanovništvo		
Ukupno aktivno stanovništvo	1.952.619	26.091
Aktivno stanovništvo u ukupnom	44,00%	44,77%
Aktivno poljoprivredno stanovništvo svega	165.942	225
Aktivno poljoprivredno stanovništvo u ukupnom poljoprivrednom stanovništvu	67,46%	60,00%
Aktivno poljoprivredno stanovništvo u ukupnom aktivnom stanovništvu	8,50%	0,86%

Izvor: Prema: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

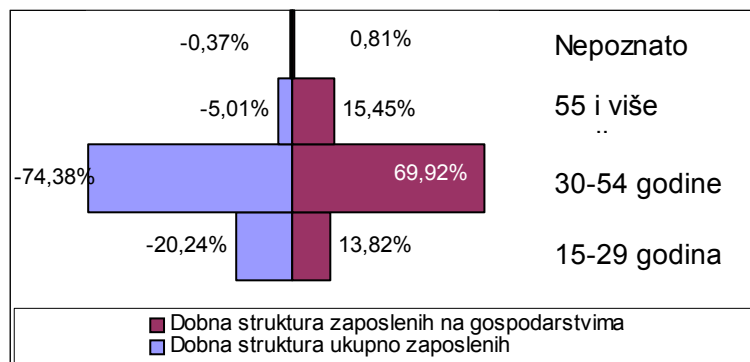
Zaposleni prema djelatnosti

	Ukupno zaposleni	Struktura zaposlenih prema djelatnosti
Republika Hrvatska	1.553.643	100,00%
Poljoprivreda, lov i šumarstvo	171.185	11,02%
Ostale djelatnosti	1.364.448	87,82%
Nepoznata djelatnost	18.010	1,16%
Četvrt Peščenica-Žitnjak	20.819	100,00%
Poljoprivreda, lov i šumarstvo	225	1,08%
Ostale djelatnosti	20.331	97,66%
Nepoznata djelatnost	263	1,26%

Izvor: Prema: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

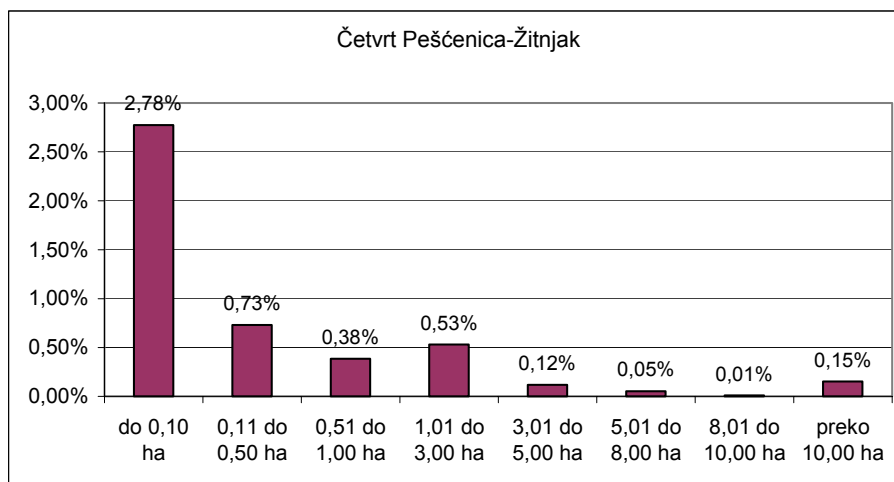
U djelatnosti poljoprivrede, lov i šumarstvo zaposleno je 225 osoba, od čega 123 na obiteljskim gospodarstvima.

U prosjeku su zaposleni na obiteljskim gospodarstvima mlađi no na ostalim promatranim područjima, a 15,45% ih je u dobi od 55 ili više godina.



Dobna struktura zaposlenih na području četvrti Brezovica

Izvor: Prema: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

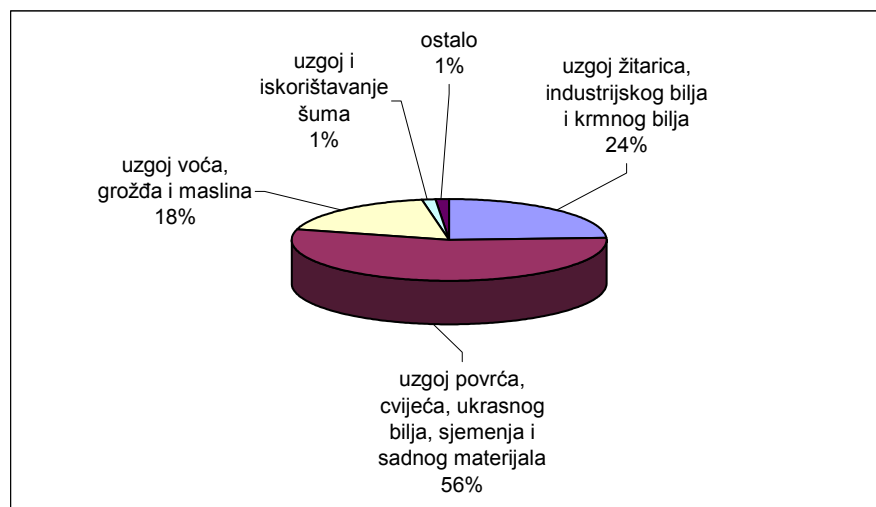


Struktura kućanstava sa zemljom u četvrti Peščenica-Žitnjak prema raspoloživom zemljištu

Izvor: Prema: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Najveći dio kućanstava u četvrti ne raspolaže poljoprivrednim zemljištem (95,25%). Od preostalih kućanstava najveći dio njih ima vrlo male površine, a 82% ulazi u skupinu do 1 ha.

Sukladno raspoloživom zemljištu, najzastupljenija skupina biljnih proizvodnji je povrće, cvijeće, ukrasno bilje, sjemenje i sadni materijal (56%). Među ovim vrstama preteže povrće. Druga skupina po zastupljenosti su žita (24%), treće je uzgoj voća, grožđa i maslina (18%), a preostale skupine su gotovo beznačajne.



Zastupljenost biljne proizvodnje po skupinama

Izvor: Prema: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine, CD-rom, DZS RH, Zagreb, 2002.

Stoke ima vrlo malo, te na stotinu gospodarstava dolazi 6 goveda i 52 svinje.

Na području vodocrpilišta Petruševac anketirana su tri kućanstva. Imaju u prosjeku 5 članova, od kojih 2 isključiva poljoprivrednika. Uz njih još jedan član povremeno radi u poljoprivredi. Po kućanstvu u prosjeku je jedan član zaposlen izvan kućanstva.

Članovi kućanstva na anketiranim gospodarstvima

Obilježje	Prosjek
Ukupno članova	4,70
Radno aktivnih	3,33
Isključivo poljoprivrednici	2,33
Zaposleni izvan gospodarstva	1,00
Povremeni poljoprivrednici	1,33
Sa srednjom i višom školom	3,33
Udjel aktivnih	70,00%
Udjel poljoprivrednika	47,78%
Udjel povremenih	28,89%

Izvor: Anketno ispitivanje.

Ukupno korišteno zemljište i oranice

Zemljište	Površina, ha
Ukupno korišteno	4,36
Na vodozašt. području	3,40
Oranice, ukupno	4,32
Oranice u vodoz. području	3,40
Oranice u zakupu	0,67

Izvor: Anketno ispitivanje.

Najveći dio članova kućanstva su radno aktivne osobe (70%).

Anketirana kućanstva raspolažu s 4,36 ha površina u prosjeku, od čega su najveći dio oranice. Od ovog prosjeka 3,4 ha je na vodozaštitnom području. Zastupljene su i oranice u zakupu i to u prosjeku 0,67 ha.

Jedno gospodarstvo posjeduje i plastenike na površini od 1400 m². Dva gospodarstva navodnjavaju oranične površine i to u prosjeku na 1,83 ha. U prosjeku ima 14,67 parcela po gospodarstvu, pa je veličina parcele 0,3 ha. Svi su ispitani proizvođači svjesni da im je zemljište na vodozaštitnom prostoru.

Na korištenom zemljištu uzgaja se najviše žita i povrće. Pod žitima je 2,09 ha po gospodarstvu, a pod povrćem 1,5 ha. Ostale su proizvodnje prisutne u zanemarivim udjelima. Najzastupljenije žito je i ovdje kukuruz, koji zauzima 60% površina, a slijede ječam i pšenica sa po 20%.

Udjel pojedinih žita u strukturi sjetve

Vrsta žita	Udjel
ječam	20,00%
kukuruz zrno	60,00%
pšenica	20,00%
Ukupno	100,00%

Izvor: Anketno ispitivanje

Zasijana površina i učestalost povrtnih kultura

kultura	Prosječna površina, m ²	Učestalost
kelj	5.755	2
salata	4.316	2
špinat	4.316	2
brokula	3.597	2
zelje	2.878	2
karfiol	1.652	1
blitva	1.439	1

Izvor: Anketno ispitivanje.

Prirodi kukuruza su blizu 7 tona po hektaru, a strnih žita oko 5 tona po hektaru.

Povrće zasijano na najvećoj površini je kelj, a slijede salata i špinat. Još se uzgaja brokula, zelje, cvjetača i blitva.

U pripremi tla koristi se tehnologija uobičajena za ovo područje. Za kukuruz i strna žita oranice se oru u kasnu jesen i zimu kad je god moguće. Za povrće se prije sjetve/sadnje primjenjuje frezanje.

Stajski gnoj se primjenjuje svake 2-3 godine u količini od oko 10 tona po hektaru.

Jednako se gnoje sve površine. Od mineralnih gnojiva, za osnovnu gnojidbu se najviše rabi NPK 7-20-30, a zatim NPK 15-15-15. Za prihranu se rabi KAN 27 i hidrokompleks (?).

U osnovnoj gnojidbi se proljetne kulture gnoje s 400 kg/ha NPK gnojiva i 200 kg/ha gnojiva UREA. Strna žita se slabije gnoje: 250 kg NPK i 100 kg UREA. Prihranjuje se sa 300 kg KAN-a po ha, odnosno 150 kg/ha za ozima žita. Jednako se gnoje sve površine.

Motivel, Radazin, Cambio i Deherban su herbicidi rabljeni u kukuruzu. U strnim žitima spominje se samo Deherban. Ostali pesticidi nisu navedeni imenima, te ispitanici izjavljuju da ih koriste «ovisno o kulturi» i prema uputama proizvođača na ambalaži.

Stočarska proizvodnja je vrlo slabo zastupljena. Na promatranim gospodarstvima ima ukupno osam krmača i nekoliko krava. Za vlastite potrebe drže se i kokoši nesilice u manjem broju. Proizvode se uglavnom prasad i tovnje svinje, a trže se samo viškovi s gospodarstva.

Sva tri gospodarstva imaju uređena gnojišta, a u dovoljnoj su mjeri opremljeni poljoprivrednim strojevima da ne plaćaju tuđe usluge.

Posljednjih godina promjene su u biljnoj proizvodnji zabilježene na jednom gospodarstvu. Zbog manjka radne snage ono je prešlo s povrćarstva na uzgoj žita. Za budućnost niti jedno gospodarstvo nema planova širenja, ali niti smanjenja proizvodnje.

Za poljoprivredu, posebice biljnu, proizvodnju oko vodocrpilišta Petruševac se može ukratko navesti slijedeće:

- ovo je vodocrpilište na području četvrti Peščenica-Žitnjak koja je pretežito urbana sredina, posebice prema aktivnosti stanovništva;
- biljna poljoprivredna proizvodnja na području vodocrpilišta temelji se na relativno malom broju gospodarstava, a razmjerno je visok udjel uzgoja povrća i sličnih proizvodnji;
- premda je u četvrti najveći broj kućanstava bez zemlje ili s malim površinama, među proizvođačima ima tradicijskih gospodarstava s 3 i više hektara površina;
- najviše korištenih površina anketiranih gospodarstava je pod žitima, a nešto više od jedne trećine zauzima povrće;
- prema dobivenim podacima, prirodi žita i krmnog bilja su iznad prosjeka županije;
- površine se gnoje stajskim gnojem svake 2-3 godine, s oko 10 t/ha nepotpuno zrelog gnoja;
- za kukuruz i povrće se obično troši 400 kg/ha NPK gnojiva (7-20-30 i 15-15-15) i UREA, a za strna žita 250 kg NPK i UREA;
- u prihrani se koristi KAN: 300 kg/ha za kukuruz i povrće, te 150 kg/ha za strna žita;
- sve površine se jednako gnoje;
- Motivel, Radazin, Cambio i Deherban su herbicidi rabljeni u kukuruzu, a u strnim žitima spominje se samo Deherban;

- Ostali pesticidi nisu navedeni imenima, te ispitanici izjavljuju da ih koriste «ovisno o kulturi» i prema uputama proizvođača na ambalaži;
- vezano uz promjene na gospodarstvu i planove za budućnost, spominje se usmjerenje na manje radno intenzivnu proizvodnju ili održavanje postojeće proizvodnje.

4.4.1.7. Buduće vodocrpilište Črnkovec

Buduće vodocrpilište Črnkovec na području je grada Velike Gorice. O poljoprivrednoj proizvodnji na području Velike Gorice govorili smo u poglavlju vodocrpilišta Velika Gorica. Ovdje ćemo dati samo sažeti pregled rezultata ankete.

Na području Črnkovec anketirana su 4 kućanstva, odnosno 11% uzorka. Kućanstva su razmjerno velika i u prosjeku imaju po 6,5 članova. Radno aktivnih je 3,75, a poljoprivrednika 3,5. Manji broj, jedan član po gospodarstvu, zaposlen je izvan kućanstva.

Članovi kućanstva na anketiranim gospodarstvima	
Obilježje	Črnkovec
Ukupno članova	6,50
Radno aktivnih	3,75
Isključivo poljoprivrednici	3,50
Zaposleni izvan gospodarstva	0,75
Povremeni poljoprivrednici	2,25
Sa srednjom i višom školom	2,75
Udjel aktivnih	57,29%
Udjel poljoprivrednika	54,17%
Udjel povremenih	34,38%

Izvor: Anketno ispitivanje.

Ukupno korišteno zemljište i oranice na anketiranim gospodarstvima	
Zemljište:	Prosječno ha
Ukupno korišteno	7,91
Na vodozašt. području	4,79
Oranice, ukupno	6,91
Oranice u vodoz. području	4,29
Oranice u zakupu	5,05

Izvor: Anketno ispitivanje.

Sva četiri gospodarstva koriste i plaćenu radnu snagu, a nadničare plaćaju u prosjeku 9.000 kn godišnje.

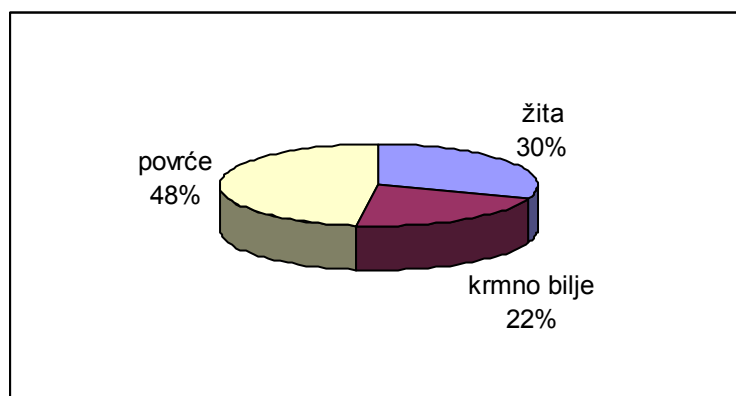
Korištena površina po gospodarstvu je gotovo 8 hektara, što je nešto manje od prosjeka za područje Mala Mlaka. Prosječna veličina 12,75 parcela po

gospodarstvu je 0,62 ha. Oranice su najzastupljenija kategorija zemljišta, a još se koriste prirodne livade. Nešto manje od 2/3 oranica nalazi se na vodozaštitnom području.

Dva gospodarstva posjeduju plastenike (u prosjeku 1.400 m²) i dva gospodarstva navodnjavaju oranice.

Najviše površina zauzima povrće (48%), zatim žita (30%) i krmno bilje (22%). Ovo je područje s najviše udjela povrća u zasijanim površinama među promatranim područjima, čemu je razlog dosta zastupljen uzgoj povrća na otvorenom.

Među žitima kukuruz i ječam zauzimaju jednaki udjel u površinama. Još se, u nešto manjem udjelu, uzgajaju pšenica i zob.



Zasijske površine po skupinama kultura za anketirana gospodarstva.

Izvor: Anketno ispitivanje.

Zastupljenost pojedinih vrsta žita u zasijanim žitima

Vrsta žita	Udjel u površinama
ječam	33%
kukuruz klip	33%
pšenica	22%
zob	11%
Ukupno	100%

Izvor: Anketno ispitivanje.

Prirod je kukuruza u klipu u prosjeku iznad 9.000 kg/ha, a jedno gospodarstvo ima prirod kukuruza u zrnju 4.300 kg/ha. Prirod strnih žita kreće se oko 4.500 kg/ha.

Povrće zasijano na najvećoj površini bio je grah: 3,45 ha. Nadalje, na tri gospodarstva sađen je krumpir, i to u prosjeku na nešto manje od 1 ha. Slijede zelje i mrkva na po dva gospodarstva, a zatim kelj, karfiol, salata i ostalo povrće na površinama od oko ¼ ha.

Učestalost i prosječna površina povrtnih kultura

Vrsta povrća	Učestalost	Prosječna površina, m ²
grah	1	34.530
krumpir	3	9.088
zelje	2	6.500
mrkva	2	4.316
kelj	1	3.000
karfiol	1	3.000
salata	1	2.878
peršun	1	2.878
ostalo povrće	1	2.878

Izvor: Anketno ispitivanje.

Postignuti prirodi nisu na visokoj razini. Graha je proizvedeno svega 869 kg/ha. Prosječni prirod krumpira iznosio je oko 10,5 t/ha, mrkve 25 t/ha, salate 19 t/ha, a peršuna svega 3.475 t/ha. Za ostale kulture nema dovoljno podataka za izračun priroda.

Agrotehničke mjere slične su kao i na drugim promatranim područjima. Stajskim gnojem gnoje tri od četiri gospodarstva. Gnoje svake 3-4 godine i koriste 13,5 t/ha, bez razlike s obzirom na smještaj površine.

Mineralni gnoj koristi se za osnovnu gnojdbu i prihranu. Za osnovnu gnojdbu najviše se rabi NPK 7-20-30, te NPK 15-15-15. Za prihranu je najčešće korišten KAN 27, te nešto NPK 15-15-15.

Za žita se troši oko 250 kg/ha NPK gnojiva u osnovnoj gnojdbi, a za povrće oko 850 kg/ha. Na nekim se gospodarstvima koristi i UREA, i to 200-300 kg/ha. Za prihranu se u kukuruzu koristi 250 kg/ha KAN-a, a u strnim žitima 125 kg/ha KAN-a. U povrću se troši oko 700 kg/ha KAN-a za prihranu.

Za suzbijanje korova u kukuruzu rabi se čitav niz herbicida: Bravo, Motivel, Primextra i Radazin. U strnim žitima rabe se Starane i Deherban. Za korove u povrću se rabe Prohelan, Basagran, Senkor, Omivan i Galex.

Od fungicida, u žitima se rabi Tilt, a u krumpiru Ridomil. Insekticidi Volaton i Dursban korišteni su u žitima, a Fastac u proizvodnji krumpira.

Svi ispitanici izjavljuju da pesticide rabe prema uputama proizvođača, najčešće onima iz pakiranja.

Kako je već rečeno, stoke na anketiranim gospodarstvima ima vrlo malo. Tek na jednom gospodarstvu ima 5 krava i 20 krmača. Ovo gospodarstvo proizvodi veće količine krme, što je utjecalo na zastupljenost površina pod krmom u ukupnim površinama. Zabilježena je proizvodnja junadi, prasadi i tovnih svinja. Na dva gospodarstva zabilježena je jedino proizvodnja prasadi. Na jednom gospodarstvu proizvodnja tovnih svinja i junadi. Za spremanje stajskog gnoja gospodarstva koriste gnojišta s betonskom podlogom ili s betonskom podlogom i spremnikom gnojnice.

U biljnoj proizvodnji došlo je do promjene tijekom zadnjih godina na dva gospodarstva. Jedno je povećalo proizvodnju, a drugo izmijenilo strukturu sjetve prema kulturama za strojnu berbu zbog problema s radnom snagom.

U stočarskoj proizvodnji jedno je gospodarstvo povećalo proizvodnju. U budućnosti dva gospodara planiraju povećati proizvodnju. Jedan će dalje smanjivati proizvodnju radno intenzivnog povrća, i jedan će uvesti plasteničku proizvodnju.

Čak su tri gospodara izjavila da iz poljoprivrede ostvaruju najveći dio dohotka kućanstva, što na drugim područjima nije bio slučaj u tolikoj mjeri.

Sažeti rezultati analize su sljedeći:

- na području vodocrpilišta Črnkovec oranične površine se rabe pretežito za uzgoj povrća i žita;
- gospodarstva su razmjerno velika u usporedbi s drugim područjima;
- uzgoj povrća odvija se velikim dijelom na otvorenom, a postignuti prirodi su razmjerno niski;
- obrada i priprema tla sastoji se najčešće u oranju i tanjuranju, a za povrće i frezanju;
- za gnojidbu se koristi stajski gnoj i to svake 3-4 godine oko 13-14 t/ha;
- nadalje se za osnovnu gnojidbu žita troši oko 250 kg/ha NPK gnojiva (7-20-30, 15-15-15), a za povrće oko 850 kg/ha; na nekim se gospodarstvima koristi i UREA, i to 200-300 kg/ha;
- za prihranu se koristi KAN: 250 kg/ha u kukuruzu, 125 kg/ha u strnim žitima; u povrću se, ovisno o osnovnoj gnojidbi i potrebi, troši i preko oko 700 kg/ha KAN-a za prihranu
- protiv korova u kukuruzu rabe se Bravo, Motivel, Primextra i Radazin; u strnim žitima Starane i Deherban, a u povrću Prohelan, Basagran, Senkor, Omivan i Galex;
- u žitima se od fungicida rabi Tilt, a u krumpiru Ridomil; insekticidi Volaton i Dursban korišteni su u žitima, a Fastac u proizvodnji krumpira.
- svi ispitanici izjavljuju da pesticide rabe prema uputama proizvođača koje dolaze uz pakiranje.
- promjene na gospodarstvima idu u smjeru uvođenja proizvodnje s manje zahtjeva za ljudskim radom
- dio gospodarstava planira izmijeniti strukturu sjetve, a dio povećati proizvodnju.

4.5. Ekonomski pokazatelji postojeće proizvodnje

Ekonomska je korist najvažniji pokretač proizvodnih aktivnosti. Temeljem očekivanih ekonomskih rezultata pokretač aktivnosti se odlučuje za određenu vrstu i način proizvodnje. Planiranje razvitka i usmjeravanje poljoprivredne proizvodnje određenog područja mora, stoga, uzeti u obzir ekonomska obilježja postojeće proizvodnje i utjecaj planiranih promjena na ista.

Za potrebe ove studije izvršena je jednostavna analiza postojeće proizvodnje s ekonomskog gledišta. Iz podataka dobivenih anketnim ispitivanjem, obilaskom terena i analizom statističkih izvora, izrađeni su jednostavni modeli poljoprivredne proizvodnje. Poljoprivredna proizvodnja na istraživanim vodozaštitnim područjima obavlja se u okviru obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava. Zato se svi modeli temelje na sljedećim načelima:

- poljoprivredno gospodarstvo je neodvojivi dio kućanstva
- na poljoprivrednom gospodarstvu članovi kućanstva rade puno radno vrijeme ili povremeno
- iz poljoprivrede se najčešće ostvaruje dio ukupnog dohotka kućanstva
- kućanstva raspolažu s određenim poljoprivrednim zemljištem kojeg je dio na vodozaštitnom području.

Stvarna raznolikost proizvodnih tipova gospodarstava predstavljena je različitim modelima, a ukupno je izrađeno pet modela. Opće značajke pojedinih modela sažete su u sljedećoj tablici.

Opće značajke modela poljoprivrednih gospodarstava

Vrsta modela – tip gospodarstva	Značajke
1. gospodarstvo s raznovrsnom proizvodnjom (mješoviti)	- niski udjel poljoprivrede u dohotku kućanstva - stariji se članovi bave poljoprivredom - ekstenzivna proizvodnja s malim tržišnim viškovima - razmjerno mala gospodarstva - karakteristična su za manje urbane zone
2. povrćarsko gospodarstvo s proizvodnjom na otvorenom (povrćarski - otvoreni)	- iz poljoprivrede se ostvaruje znatan dio dohotka kućanstva - proizvodnja povrća na oranicama je razmjerno intenzivna i robna - stočarska proizvodnja je samoopskrbrna i potrebuje manji dio površina - gospodarstva su nešto veća od onih s raznovrsnom proizvodnjom - nalaze se izvan urbanih zona ili na granici urbane i ruralne zone
3. povrćarsko gospodarstvo s proizvodnjom u zaštićenom prostoru (povrćarski – zaštićeni)	- iz poljoprivrede se ostvaruje znatan dio dohotka kućanstva - proizvodnja povrća je intenzivna i najvećim dijelom u zaštićenom prostoru - rijetko uzgajaju stoku, čak i za vlastite potrebe - gospodarstva su razmjerno mala - često se nalaze u urbanim zonama
4. govedarsko gospodarstvo (govedarski)	- iz poljoprivrede se ostvaruje visok dio dohotka kućanstva - stočarska proizvodnja temelji se na vlastitoj proizvodnji stočne hrane - po značaju u proizvodnji preteže uzgoj goveda, bilo za mlijeko ili za meso - svinje se uzgajaju za vlastite potrebe - gospodarstva su razmjerno velika - nalaze se u ruralnim zonama
5. svinjogojsko gospodarstvo (svinjogojski)	- iz poljoprivrede se ostvaruje visok dio dohotka kućanstva - stočarska proizvodnja temelji se na vlastitoj proizvodnji stočne hrane - po značaju u proizvodnji preteže uzgoj svinja - prodaje se prasad ili utovljene svinje - gospodarstva su razmjerno velika - nalaze se u ruralnim zonama

Svakom od navedenih pet modela određena je veličina u vidu raspoložive površine, broja uvjetnih grla i broja zaposlenih na gospodarstvu. Nadalje, određena je struktura proizvodnje, odnosno vrste proizvodnje i njihov obujam na gospodarstvu. Također je pretpostavljen udjel dohotka iz poljoprivrede u ukupnom dohotku kućanstva.

Proizvodne značajke modela poljoprivrednih gospodarstava

Opis	Proizvodni tip gospodarstva				
	Mješoviti	Površarski otvoreni	Površarski zaštićeni	Govedarski	Svinjogojski
Broj osoba koje žive od gospodarstva	2	2	2	2	2
Udjel poljoprivrednog dohotka u kućanstvu	0,2	0,75	0,85	0,75	0,7
Rabljena površina, ha	2,5	3	1	8	6
Broj stoke, UG	3	1	0	10	10
Biljna proizvodnja, ha					
Kukuruz	1,00	0,45		2,60	3,00
Pšenica	0,38	0,45	0,30	0,60	0,60
Ječam, zob	0,75			1,20	1,60
Kukuruz silaža				1,80	
Zasijana livada				1,80	
Livada	0,38				0,80
Zelje i srodno povrće		0,75	0,50		
Rajčica i paprika		0,50	0,10		
Korjenasto povrće		0,25	0,05		
Krumpir		0,25			
Salata, endivija i sl.		0,25	0,05		
Ostalo povrće		0,10			

Za izračun proizvodno ekonomskih rezultata rabljeni su prirodi, proizvodnja i cijene prema podacima TISUP-a, istraživanju autora i internim materijalima Zavoda za upravu poljoprivrednog gospodarstva Agronomskog fakulteta. Pri tome su razlikovane dvije razine intenziteta, što se ogleda kroz razlike u ulaganjima po hektaru i ostvarenoj proizvodnji po jedinici kapaciteta.

Pretpostavljena proizvodnja po jedinici kapaciteta u analiziranim modelima

Opis	Mješoviti	Površarski otvoreni	Površarski zaštićeni	Govedarski	Svinjogojski
Kukuruz, t/ha	7	7		7,5	7,5
Pšenica, t/ha	4,25	4,25	4,25	5	5
Ječam, zob, t/ha	3,4			3,8	3,8
Kukuruz silaža, t/ha				40	
Zasijana livada, t/ha				12	
Livada, t/ha	7				9
Zelje i srodno povrće, t/ha		35	35		
Rajčica i paprika, t/ha		25	100		
Korjenasto povrće, t/ha		35	75		
Krumpir, t/ha		30			
Salata, endivija i sl. , t/ha		25	70		
Držanje krava, po kravi					
- mlijeko, l	2000			3000	2000
- telad, kg	120			75	90
Tov junadi, kg po grlu				500	
Držanje krmača, kg/krmači	650			600	620
Tovne svinje, kg		450			

Radi lakše usporedivosti i nedostatka potrebnih podataka analiza je rađena na razini doprinosa pokrića, odnosno uzimajući u obzir samo izravne troškove. Iz konačnog rezultata poljoprivrednog gospodarstva izračunat je i dohodak kućanstva.

U svim modelima pretpostavljena je proizvodnja pšenice za prodaju, a proizvodnja ostalih žita i krmnog bilja za potrebe stoke na gospodarstvu. Pretpostavljeni troškovi proizvodnje žita i krmnog bilja raspoređeni su na pojedine stočarske proizvodnje koje generiraju prihod gospodarstva. U prihod gospodarstva uračunata je vrijednost stočarske proizvodnje bez obzira je li završila na tržištu ili je utrošena u kućanstvu (što najčešće vrijedi za svinjogojску proizvodnju). Proizvodnja povrća uzeta je kao komercijalna, s tim da su količine utrošene u kućanstvu zanemarive u odnosu na ukupno proizvedene i utržene količine.

Troškovi proizvodnje u svim modelima uključuju materijalne troškove i usluge izravno vezane uz određenu proizvodnju. To su slijedeći izvori troška:

- - sjeme,
- - gnojivo,
- - sredstva za zaštitu bilja,
- - kupljena stočna hrana i dodaci,
- - ostali materijalni troškovi (procjena),
- - plaćene usluge (žetva, veterinarske usluge).

Troškovi proizvodnje stočne hrane (biljne proizvodnje) opterećuju stočarsku proizvodnju preko koje su uključeni u izračun doprinosa pokrića gospodarstva.

Konačan rezultat gospodarstva izražen je u ukupnom doprinosu pokrića i u doprinosu pokrića po hektaru. Nadalje, temeljem izravnih troškova izračunati su ukupni troškovi u kojima izravni troškovi čine 80%. Oduzimanjem ovako izračunatih ukupnih troškova dobiven je dohodak gospodarstva po hektaru. Ovaj je podatak ključan za procjenu ekonomskog značaja poljoprivrednih površina. On odražava ekonomski učinak cjelokupnog gospodarstva, a ne samo biljne proizvodnje. Analizom ekonomskog značaja zemljišta izvan konteksta gospodarstva, odnosno isključivo temeljem kalkulacija biljne proizvodnje, rezultat bi bio manje realan i potcijenio bi ekonomski značaj ovog resursa.

Dobivene vrijednosti ne predstavljaju stvarne rezultate i zasigurno znatno kolebaju među stvarnim gospodarstvima. U ovoj studiji se, stoga, kao i rezultati za preostale modele, rabe kao orijentacijske veličine za donošenje konačnih zaključaka.

4.5.1. Model gospodarstva s raznovrsnom proizvodnjom

Ova vrsta gospodarstva je najčešća na istraživanom području. Najviše ih je na području vodocrpilišta Strmec, Velika Gorica i Črnkovec. Ovakvo poljoprivredno gospodarstvo najveći dio površina ima pod žitima i krmnim bilje, a ta proizvodnja rabi se za ishranu stoke.

Prema postavljenom modelu, ovakvo gospodarstvo ostvaruje prihode prodajom pšenice, mlijeka, teladi i svinja. Sve količine za tržište su relativno male i udjel vlastite potrošnje je značajan.

Ekonomski pokazatelji za model s raznovrsnom proizvodnjom

Proizvodnja	Po jedinici kapaciteta*		Za cijelo gospodarstvo		
	Izravni troškovi	Vrijednost proizvodnje	Izravni troškovi	Ostvareni prihod	Doprinos pokriću
Pšenica	2.350,00	4.250,00	881,25	1.593,75	712,50
Kukuruz	2.450,00	4.900,00			
Ječam, zob	1.775,00	4.080,00			
Livada	750,00	3.500,00			
Goveda	3.007,50	7.520,00	4.511,25	11.280,00	6.768,75
Svinje	3.467,50	6.950,00	5.201,25	10.425,00	5.223,75
Gospodarstvo			10.593,75	23.298,75	12.705,00
- s 20% neizravnih troškova			13.242,19	23.298,75	10.056,56
Po 1 ha			5.296,88	9.319,50	4.022,63

* U biljnoj proizvodnji: ha, za goveda: krava, za svinje: krmača.

Prema pretpostavljenim uvjetima, uz proizvodnju na 2,5 ha i tri uvjetna grla stoke, gospodarstvo ostvaruje doprinos pokrića od 12.705 kn godišnje ili procijenjeni dohodak od 10.056,56 kn. Po jednom hektaru korištenog zemljišta (2,5 ha) dohodak iznosi 4.022,63 kune.

4.5.2. Model povrćarskog gospodarstva s proizvodnjom na otvorenom

Za razliku od povrćarskih gospodarstava s proizvodnjom u zaštićenom prostoru, ovakva gospodarstva rabe znatno veće površine, više rabe strojeve u proizvodnji i ostvaruju dohodak pretežito na masi proizvoda. Ima ih na području crpilišta Črnkovec i Petruševac.

Modelom je pretpostavljeno da gospodarstvo uz povrće uzgaja i nešto žita. Time održava plodored i proizvodi hranu za manji broj stoke koju drži za vlastite potrebe. Sve povrće, koje se proizvodi na 2,10 ha, ide u prodaju, kao i proizvedena pšenica. ne prodaje se samo kukuruz proizveden na gospodarstvu.

Proizvodnja svinja je isključivo za vlastite potrebe, i to nekoliko tovnih svinja hranjenih pretežito kukuruzom.

Ekonomski pokazatelji za model povrćarskog gospodarstva s proizvodnjom na otvorenom

Proizvodnja	- u kunama godišnje -				
	Po jedinici kapaciteta		Za cijelo gospodarstvo		
	Izravni troškovi	Vrijednost proizvodnje	Izravni troškovi	Ostvareni prihod	Doprinos pokriću
Pšenica	2.350,00	4.250,00	1.057,50	1.912,50	855,00
Kukuruz	2.450,00	4.900,00			
Zelje i srodno povrće	17.500,00	35.000,00	13.125,00	26.250,00	13.125,00
Rajčica i paprika	54.000,00	75.000,00	27.000,00	37.500,00	10.500,00
Korjenasto povrće	18.000,00	70.000,00	4.500,00	17.500,00	13.000,00
Krumpir	17.100,00	25.000,00	4.275,00	6.250,00	1.975,00
Salata, endivija i sl.	33.500,00	75.000,00	8.375,00	18.750,00	10.375,00
Ostalo povrće	20.000,00	30.000,00	2.000,00	3.000,00	1.000,00
Svinje	3.950,00	4.500,00	3.950,00	4.500,00	550,00
Gospodarstvo			64.282,50	115.662,50	51.380,00
- s 20% neizravnih troškova			80.353,13	115.662,50	35.309,38
Po 1 ha			26.784,38	38.554,17	11.769,79

Intenzivnija i prihodovno izdašnija proizvodnja povrća razlog je znatno višeg dohotka izračunatog za ovaj model u odnosu na prethodni s raznovrsnom proizvodnjom. Prema rabljenim parametrima dohodak po hektaru iznosi 11.769,79 kuna godišnje, a doprinos pokrića blizu je 20.000 kn po hektaru.

4.5.3. Model povrćarskog gospodarstva s proizvodnjom u zaštićenom prostoru

Proizvodnja povrća u zaštićenom prostoru ne zahtijeva velike površine i često je organizirana u blizini stamenog objekta kućanstva. U istraživanju je pretpostavljeno da dohodak ovakvog gospodarstva čini 85% ukupnog dohotka kućanstva. Treba reći da su česta i gospodarstva s malim kapacitetima iz kojih se ostvaruje dodatni dohodak kućanstva i na kojima se poljoprivredom nitko ne bavi puno radno vrijeme.

Od jednog hektara raspoložive površine gospodarstva u modelu, pod zaštitom je 1.500 m². Ostalo je zasijano pšenicom i povrćem na otvorenom prostoru. Na otvorenom se proizvodi zelje i slično povrće, a u zaštićenom prostoru rajčica, korjenasto povrće, te salata i slično povrće.

Ekonomski pokazatelji za model povrćarskog gospodarstva s proizvodnjom u zaštićenom prostoru

Proizvodnja	- u kunama godišnje -				
	Po jedinici kapaciteta		Za cijelo gospodarstvo		
	Izravni troškovi	Vrijednost proizvodnje	Izravni troškovi	Ostvareni prihod	Doprinos pokriću
Pšenica	2.100,00	4.250,00	1.260,00	2.550,00	1.290,00
Zelje i srodno povrće	17.500,00	35.000,00	8.750,00	17.500,00	8.750,00
Rajčica i paprika	122.000,00	425.000,00	12.200,00	42.500,00	30.300,00
Korjenasto povrće	40.000,00	250.000,00	2.000,00	12.500,00	10.500,00
Salata, endivija i sl.	88.000,00	350.000,00	4.400,00	17.500,00	13.100,00
Gospodarstvo			28.610,00	92.550,00	63.940,00
- s 20% neizravnih troškova			35.762,50	92.550,00	56.787,50
Po 1 ha			35.762,50	92.550,00	56.787,50

Ovaj model daje višestruko više rezultate od svih ostalih modela. Ukupni dohodak gospodarstva iznosi 56.787,50 kn godišnje, što je 14 puta više no kod modela s raznovrsnom proizvodnjom. Ipak, zbog organizacijske, tehnološke i financijske zahtjevnosti ovakva gospodarstva nisu vrlo česta. Dodatni razlog je i visoki tržišni rizik, a posebice u početnom razdoblju proizvodnje.

Postoje vrlo velike razlike među gospodarstvima ovoga tipa, kako prema veličini gospodarstva, tako i prema tehnologiji proizvodnje. To znači da i ekonomski rezultat ovakvih gospodarstava znatno koleba. Ipak, rezultat ovog modela neupitno upućuje na visoku dohodovnost po jedinici površine, što odgovara i stvarnom stanju.

4.5.4. Model govedarskog gospodarstva

Modelom govedarskog gospodarstva obuhvaćen je razmjerno mali broj gospodarstava s većim resursima koja glavninu prihoda ostvaruju uzgojem goveda. Pri tome se za tržište proizvode mlijeko i meso. Telad se povremeno ostavlja za tov. Proizvodnja svinja je pretežito za vlastite potrebe.

Sva biljna proizvodnja, osim pšenice, utroši se za potrebe stočarstva. Sukladno tome, troškovi biljne proizvodnje uključeni su u stočarsku proizvodnju.

Zbog zakonodavnih ograničenja i raspoloživosti resursa ovakva gospodarstva smještena su u ruralnom području, i to najviše na području vodocrpilišta Mala Mlaka.

Ekonomski pokazatelji za model govedarskog gospodarstva

Proizvodnja	Po jedinici kapaciteta		Za cijelo gospodarstvo		
	Izravni troškovi	Vrijednost proizvodnje	Izravni troškovi	Ostvareni prihod	Doprinos pokriću
Pšenica	2.950,00	5.000,00	1.770,00	3.000,00	1.230,00
Kukuruz	2.950,00	5.250,00			
Zasijana livada	2.200,00	7.200,00			
Ječam, zob	2.150,00	4.590,00			
Kukuruz silaža	2.950,00	5.000,00			
Krave	1.000,00	9.075,00	20.138,00	72.600,00	52.462,00
Junad	250,00	7.000,00	4.808,00	7.000,00	2.192,00
Svinje	750,00	6.300,00	3.574,00	6.300,00	2.726,00
Gospodarstvo			30.290,00	88.900,00	58.610,00
- s 20% neizravnih troškova			37.862,50	88.900,00	51.037,50
Po 1 ha			4.732,81	11.112,50	6.379,69

Ostvareni rezultat gospodarstva je u apsolutnom iznosu visok, no po jedinici površine iznosi 6.379,69 kuna dohotka godišnje.

4.5.5. Model svinjogojskog gospodarstva

Svinjogojsko gospodarstvo koristi manje površina od govedarskog i usmjereno je na proizvodnju odojaka. Manji dio odojaka ostavlja se u tovu i prodaje pri težini od 110 kg. Na gospodarstvu se proizvodi i mlijeko, ali najvećim dijelom za vlastite potrebe.

Biljna proizvodnja je u službi stočarstva, a proizvodi se kukuruz, ječam i livadsko sijeno. Pšenica se prodaje. Pretpostavljena proizvodnja nije visoko intenzivna i proizvodnja po grlu je niska u odnosu na mogućnosti suvremenu tehnologiju proizvodnje.

Ekonomski pokazatelji za model svinjogojskog gospodarstva

Proizvodnja	Izravni troškovi	Vrijednost proizvodnje	Izravni troškovi	- u kunama godišnje -	
				Ostvareni prihod	Doprinos pokriću
Pšenica	2.950,00	5.000,00	1.770,00	3.000,00	1.230,00
Kukuruz	2.950,00	5.250,00	8.850,00		
Ječam, zob	2.150,00	4.590,00	3.440,00		
Livada	1.250,00	4.500,00	1.000,00		
Krave	850,00	6.890,00	4.764,00	13.780,00	9.016,00
Svinje	1.000,00	7.400,00	18.226,00	59.200,00	40.974,00
Gospodarstvo			24.760,00	75.980,00	51.220,00
- s 20% neizravnih troškova			30.950,00	75.980,00	45.030,00
Po ha			5.158,33	12.663,33	7.505,00

Izračunat je dohodak od 7.505 kuna po hektaru godišnje, što je opet znatno više od dohotka koji bi se po pretpostavljenim parametrima ostvario od isključivo biljne proizvodnje.

4.5.6. Sažeti pregled rezultata

Slijedeća tablica daje pregledan prikaz procjene dohotka po hektaru za sve modele. Očekivana razlika u visini dohotka je jasno vidljiva i vrlo velika. Time se potvrđuje složenost osmišljavanja prihvatljivog rješenja organizacije poljoprivredne proizvodnje za sve proizvođače.

Pregled ekonomskih pokazatelja za sve modele gospodarstava

Pokazatelj	Tip modela - gospodarstva				
	mješoviti	povrćarski - otvoreni	povrćarski - zatvoreni	govedarski	svinjogojski
izravni troškovi	10.593,75	64.282,50	28.610,00	30.290,00	24.760,00
ukupni troškovi*	13.242,19	80.353,13	35.762,50	37.862,50	30.950,00
ukupni prihod	23.298,75	115.662,50	92.550,00	88.900,00	75.980,00
doprinos pokrića	12.705,00	51.380,00	63.940,00	58.610,00	51.220,00
dohodak	10.056,56	35.309,38	56.787,50	51.037,50	45.030,00
dohodak po hektaru	4.022,63	11.769,79	56.787,50	6.379,69	7.505,00

Prikazani pokazatelji moraju se uzeti u obzir kod definiranja konačnog prijedloga proizvodnje. Premda orijentacijskog karaktera, ovi pokazatelji neizostavni su u planiranju financijskog okvira prijedloga. Posebice se to odnosi na planiranje moguće naknade, kako s gledišta gospodarstava kojima ona nadoknađuje dohodak, tako i s gledišta lokalne samouprave, kojoj takva naknada predstavlja trošak.

Ne treba zaboraviti činjenicu da većina gospodarstava nema svo zemljište na vodozaštitnom području. Isto tako, broj gospodarstava pojedinog tipa je različit, a svakako pretežu razmjerno mala mješovita gospodarstva. Ona zauzimaju i najveći dio proizvodnih površina, što znači da se najveći dio površina ne koristi intenzivno.

5. PRIJEDLOG POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE NA VODOZAŠTITNIM PODRUČJIMA

5.1. Stanje pedoloških uvjeta za biljnu proizvodnju

U vodozaštitnim područjima Grada Zagreba i Zagrebačke županije prema izdvojenim kartografskim jedinicama prevladavaju pedosistematske jedinice koje nemaju značajnijih ograničenja za biljnu proizvodnju.

Po mehaničkom sastavu manji je dio površina s teksturnom oznakom PrGI u oraničnom sloju tla i izraženim oglejavanjem u plićim slojevima tla. Zadovoljavajućeg su kapaciteta za vodu i zrak. Težih tala, od navedene teksturne oznake, gotovo i nema.

Ograničavajući su čimbenici, najčešće, alkalna reakcija tala, osim djelomice vodocrpilišta Mala Mlaka i Velika Gorica, te u većini slučajeva niska opskrbljenost fosforom, a ponegdje i kalijem. Dio je tala iz vodozaštitnih područja čak jako humusan ili humusan, osim vodocrpilišta Mala Mlaka, Velika Gorica i Črnekovec.

Iz rečenoga slijedi, da, općenito, biljna proizvodnja na vodozaštitnim područjima sa stajališta fizikalno-kemijskih svojstava tala nema nepremostivih ograničenja. Navedena ograničenja mogu se tijekom gospodarenja postupno korigirati prema optimalnim vrijednostima. Izuzetak su količine teških metala na pojedinim vodozaštitnim područjima. Tamo gdje su njihove vrijednosti iznad dopuštenog treba razmišljati o uzgoju kultura koje nisu hrana za čovjeka ili krma za životinje.

5.2. Stanje u biljnoj proizvodnji na vodozaštitnim područjima

Na vodozaštitnim područjima Grada Zagreba i Zagrebačke županije odvija se ratarsko-povrćarska proizvodnja, s prevladavajućim uzgojem žitarica, ali i relativno većim udjelom povrća, posebno na vodocrpilištima Grada Zagreba.

Prema podacima službene statistike za jedinice lokalne samouprave kojoj pripada određeno vodocrpilište, proizvodnja ratarskih kultura i krmnog bilja iznosi od 12 % (gradska četvrt Stenjevec) do 45 % površina (gradska četvrt Brezovica). Ovisno o pojedinoj lokaciji prevladava ili uzgoj pšenice ili uzgoj

kukuruza. Dio je ratarske proizvodnje namijenjen stočarstvu (kukuruz, ječam, zob).

Vrtlarske kulture (povrće, ukrasno bilje, sadni materijal) obuhvaćaju od 31 % (gradska četvrt Brezovica) do 56 % površina (gradska četvrt Peščenica-Žitnjak).

Voćarske kulture po statistici su zastupljene od 12 % (gradska četvrt Brezovica) do 35 % površina (gradska četvrt Stenjevec).

Podaci ankete, prema ranijem obrazloženju, za odabrana gospodarstva razlikuju se od statistike, tako da je ratarska proizvodnja dominantna na području svih vodocrpilišta osim vodocrpilišta Prečko i Stara Loza.

Proizvodnja povrća u većem je opsegu zastupljena u pojedinim gospodarstvima na području vodocrpilišta Petruševac, Velika Gorica, Črnkovec i Mala Mlaka. U proizvodnji je zastupljeno 10 do 15 povrćarskih kultura po gospodarstvu. Dio gospodarstava povrće intenzivnije uzgaja i u, većinom, negrijanim plastenicima i visokim tunelima. Zastupljenost povrća posebno je velika u kućanstvima do 1000 m² površine. Zanimljivo je po površini udio ukrasnog bilja i ostalih vrtlarskih kultura.

Veći dio povrćarske i voćarske proizvodnje namijenjene tržištu se navodnjava. Stočarska proizvodnja na vodozaštitnim područjima je relativno mala i većinom za vlastite potrebe kućanstva.

Anketni podaci pokazuju prilično veliko neznanje proizvođača u primjeni gnojiva i sredstava za zaštitu bilja. Tako na primjer, velik je udio potrošnje dušičnih gnojiva u odnosu na potrošnju NPK gnojiva, kao i visokih jednokratnih doza dušičnog gnojiva u prihrani. Analize tla se gotovo ne koriste. Sredstva za zaštitu bilja većinom se koriste preventivno.

Iz rečenog se može zaključiti da je relativno visoka zastupljenost radno-intenzivnih kultura (povrće, voće) na vodozaštitnim područjima Grada Zagreba i Zagrebačke županije što je i razumljivo zbog blizine glavnog hrvatskog tržišta. Međutim, organizacija proizvodnje i prodaje je nezadovoljavajuća. Znanje većine proizvođača je vjerojatno na razini Republike Hrvatske, odnosno, proizvođači nemaju poljoprivrednu naobrazbu. Snalaze se na različite načine, primajući i koristeći često neprovjerene informacije.

5.3. Smjernice za promjenu stanja u biljnoj proizvodnji

Ovisno o pedološkim prilikama, na površinama gdje nema ograničenja zbog teških metala u tlu, može se organizirati odgovarajuća biljna proizvodnja. Pri tome treba voditi računa o smanjenju utroška sredstava za zaštitu bilja i o pravilnom gospodarenju gnojivima i vodom za navodnjavanje.

Pokrivenost površine biljnim pokrovom osnovni je princip u uzgoju bilja na vodozaštitnom području. Ozime žitarice i druge ozime kulture (uljana repica,

krmne ozime kulture, ozimo povrće, travnjaci) potrošači su nitrata i drugih biljnih hranjiva u hladnijem dijelu godine, čime se smanjuje njihova migracija iz rizosfere pa ih treba obavezno unijeti u plodosmjenu. U pojedinim slučajevima, pri smanjenoj količini humusa u tlu, ozime kulture mogu poslužiti kao zelena gnojidba.

U tehnologijama uzgoja povrća, u kojima je biljni malč uobičajena mjera uzgoja, također, se ozime kulture siju za košnju i nastiranje između redova povrća. U obzir dolaze dlakava grahorica, ozimi grašak, inkarnatka i druge djeteline, koje se siju pojedinačno ili zajedno s žitaricama (pšenica, ječam, zob) da se dobije još veća i kvalitetnija masa za malčiranje tla. Osnovni je razlog zadržati nitrata u površinskim slojevima tla, ali i unositi organsku tvar u tlo kao stalan izvor dušika za biljku, uz smanjenje unosa mineralnog dušika. Stoga, u plodosmjenu povrća obavezno treba koristiti biljne malčeve, odnosno, s navedenim kulturama površinu držati pokrivenu cijele godine.

U proljetno-ljetnom uzgoju povrća mogu se primijeniti i druge vrste malčeva (polimeri, biorazgradivi pokrivači). Ove vrste malčeva mogu se s uspjehom primijeniti, uz navodnjavanje kapanjem, za povrće rjeđeg sklopa (*Solanaceae*, *Cucurbitaceae*, *Brassicaceae*). Metoda navodnjavanja kapanjem, omogućuje manju potrošnju vode, bolju kontrolu i manju potrošnju mineralnih gnojiva. Mineralno se gnojivo isključivo unosi navodnjavanjem. Osnovna se gnojidba izostavlja i ne stvara se povećana rezerva hranjiva u tlu. U toj tehnologiji gotovo se eliminira ispiranje nitrata i drugih lako pokretnih tvari iz zone rizosfere.

U uzgoju povrća u zaštićenim prostorima malčiranje tla polimerima, osim reduciranja potrošnje vode, ranije berbe i drugih prednosti, također, smanjuje ispiranje nitrata. Fertiirigacija nije pod utjecajem oborina, te se kontrola vode i hranjivih elemenata može još preciznije voditi.

Na lokalitetima na kojima zbog stanja tla (povišene količine teških metala, nepovoljna pH vrijednost tla i veća opasnost ispiranja iz rizosfere, nakupljanje istovrsnih biljnih štetočinja zbog uskog plodoređa) nije moguć uzgoj povrća, u plastenicima je moguće proizvesti povrće koristeći zatvorene hidroponske tehnologije. U zatvorenim sustavima hidroponike dio hranjive otopine, koji mora isteći iz zone rizosfere, ne odlazi u okoliš, već se recirkulacijom vraća u spremnik i biva korišten od strane kulture.

U postojeće voćnjake treba usijati vrste za biljni malč, te ga održavati živim između redova, a mrtvim unutar reda voćaka. Zabraniti navodnjavanje kao zaštitu od mraza zbog pojačanog ispiranja lako topivih hranjiva i pesticida ispod zone rizosfere. Podizanje novih voćnih nasada, koji zahtijevaju veći broj tretiranja sredstvima za zaštitu bilja i pojačanu gnojidbu, zabraniti unutar vodozaštitnih područja.

One površine, koje moraju cijelu godinu ostati zelene, mogu biti zasijane travama ili djetelinsko-travnim smjesama i košene za krmu stočarima koji drže stoku izvan vodozaštitnog područja. Stočarstvo bezuvjetno treba maknuti iz vodozaštitnih područja.

Na pojedinim lokacijama može se organizirati proizvodnja višegodišnjeg bilja za čiji uzgoj nije potrebno značajnije povećanje plodnosti tla. To je skupina aromatičnog i ljekovitog bilja, čiji se usjev košnjom herbe praktično samoodržava.

Zbog specifične situacije stanja tala na vodozaštitnim područjima Grada Zagreba i Zagrebačke županije samo se za dio površina može preporučiti neki oblik ekološke ili integrirane poljoprivrede. Pritom treba pomno odabrati biljne vrste (kulture) koje nisu veliki potrošači biljnih hranjiva i vode, koje u uzgoju zahtijevaju što manje zahvata u pedosferu, a njihovom plodosmjenom može se osigurati pokrivenost površina kroz cijelu godinu.

Na dijelu lokaliteta s graničnim vrijednostima teških metala u tlu, može se organizirati samo proizvodnja bilja koje nije hrana za čovjeka niti krma za životinje. To su, prije svega, rasadnici dendrološkog materijala, trajnica ukrasnog bilja, te uzgoj tratine za razne namjene (sportska i dječja igrališta, ukrasni travnjaci za javne površine), ali i neke već zaboravljene poljoprivredne kulture, kao što je lan.

Sve druge površine na kojima su već rizične vrijednosti teških metala u tlu, a k tome su u blizini industrije i prometnih tokova, treba održavati travnjakom, čiju njegu treba prilagoditi da samoodrživošću osigura prirodno kruženje tvari, bez posebnog dodavanja biljnih hranjiva.

5.4. Mjere za ostvarenje smjernica u biljnoj proizvodnji

Za ostvarenje navedenih smjernica u poljoprivrednoj proizvodnji na vodozaštitnim područjima državna i lokalna uprava treba osigurati financijsku podršku za potrebe detaljnijih istraživanja, za edukaciju poljoprivrednika te za eventualne naknade poljoprivrednicima zbog smanjenog dohotka promjenom vrste i tehnologije proizvodnje.

Sljedeći temelj za ostvarenje smjernica je donošenje odgovarajućih propisa kojima bi se osiguralo prikupljanje novca za provedbu predloženih smjernica, te propisa koji bi na temelju hidropedoloških osobina definirali uže lokalitete pojedinog vodozaštitnog područja s dozvoljenim tehnologijama poljoprivredne proizvodnje.

Za detaljnija istraživanja potrebno je pri odgovarajućoj instituciji organizirati istraživačko-edukacijski poligon (pokušalište) na jednom od vodozaštitnih područja Grada Zagreba ili Zagrebačke županije. Svrha takvog pokušališta bila bi ne samo testiranje pojedinih promjena u tehnologijama i njihov utjecaj na okoliš, već i ekonomska valorizacija novih načina proizvodnje. Pokušalište bi bilo, također, edukacijsko mjesto za poljoprivrednike i djelatnike Poljoprivredne savjetodavne službe putem dana polja, radionica na otvorenom, seminara i sličnih aktivnosti kao i informativno mjesto za javnost putem otvorenih dana za medije.

Osim osposobljavanja poljoprivrednika za promijenjene uvjete i nove načine proizvodnje, poželjan je njihov viši stupanj organiziranja od postojećih udruga. Time bi se lakše provodila kontrola propisanih tehnologija, te promidžba i prodaja njihovih proizvoda više razine kvalitete. Isto tako, osigurao bi se brži preustroj na tražene tehnologije putem investicija i dodatnih poticaja zbog prenamjene proizvodnje kao i nabava repromaterijala i specifične opreme i mehanizacije.

6. LITERATURA

- Aljinović, D., Slobodan, M. Durn, G., Tadej, N., Krapelj, S. (1995) Ispitivanje dosega prodiranja površinskog zagađenja kroz krovinu. Studija. Rudarsko-geološko-naftni fakultet Zagreb.
- Birke, M., Rauch, U. (2000) Urban geochemistry: Investigations in the Berlin metropolitan area. *Environmental Geochemistry and Health*, 22 (3): 233-248.
- Brkić, Ž., Larva, O. (1999) Ugroženost kakvoće podzemne vode na crpilištu Šibice. Zbornik radova, 2. Hrvatska konferencija o vodama, Dubrovnik, 909-916.
- Majcen, Ž. (1988) Troškovi u teoriji i praksi, 4 izd., Informator, Zagreb.
- Miko, S., Halamić, J., Peh, Z., Galović, L. (2001) Geochemical Baseline Mapping of Soils Developed on Diverse Bedrock from Two Regions in Croatia. *Geologia Croatica*, 54 (1): 53-118.
- Namjesnik, K. (1994): Distribucija teških metala u tlima grada Zagreba i njegove okolice. Magistarski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet i Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Narodne novine (1992): Pravilnik o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja štetnim tvarima u Republici Hrvatskoj. Službeni list Republike Hrvatske, broj 15 od 25.03. 1992.
- Nakić, Z. Bačani, A., Vlahović, T. (2001) Antropogeni utjecaj na podzemne vode crpilišta Strmec (Zagreb, Hrvatska). RGN zbornik, Vol. 13, 25-38.
- Par, V., Juračak, J. (1999) "Profitability Of Family Farms - Preliminary Results Of Farm Survey In Croatia", Proceedings of the 12th IFMA Congress, 18-24 srpnja 1999., Durban, Južnoafrička Republika, str. 91-104.
- Petošić, D. i sur. (2000) "Gospodarenje poljoprivrednim zemljištem u Zagrebačkoj županiji" Zagrebačka županija, CD-rom izdanje,
- Reimann, C., de Caritat, P. (1998): *Chemical Elements in the Environment*. Springer.
- Romić, D., Romić, M., Klačić, Ž., Petošić, D., Stričević, I. (1995) Istraživanje pedoloških karakteristika i prodora potencijalnih polutanata kroz tlo na poljoprivrednim površinama u blizini odlagališta otpada "Jakuševac". Prva faza. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za melioracije.
- Romić, D., Romić, M., Klačić, Ž., Hrlec, G. (1997) Istraživanje prodora potencijalnih polutanata kroz solum tla do podzemne vode na području "Kosnice". Završno izvješće. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za melioracije.

- Romić, D., Husnjak, S., Stričević, I., Ondrašek, G. (2002) Pedološka karta vodozaštitnih područja na prostoru dijela Zagrebačke županije i Grada Zagreba. Mjerilo 1:25000.
- Romić, M. (2002) Sadržaj, oblici i preraspodjela imisije teških kovina u poljoprivrednim tlima šireg područja Zagreba. Disertacija. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Romić, M., Romić, D. (1997) Teški metali u poljoprivrednim tlima Zagreba i okolice. Studija. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za melioracije.
- Romić, M., Romić, D. (2001) Stanje onečišćenja tala i trajno motrenje u Zagrebačkoj županiji. Studija. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za melioracije.
- Romić, M., Romić, D. (2003) Heavy metals distribution in agricultural topsoils in urban area. *Environmental Geology*, 43: 795-805.
- Šojat, V., Borovečki, D. (1995) Kisele kiše, taloženje i fluoridi na meteorološkim postajama u Hrvatskoj u 1994. godini. Izvanr. meteorol. prilike Hrvat. 18: 133-136.
- Tijhuis, L., Brattli, B., Saether, O.M. (2002) A geochemical survey of topsoil in the city of Oslo, Norway. *Environmental Geochemistry and Health*, 24 (1): 67-94.
- *** (2002) Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine", CD-rom, DZS-RH, Zagreb.
- *** (2002) "Poljoprivredna proizvodnja u 2001. godini", Statistička izvješća 1154, DZS RH, Zagreb.

7. ALTERNATIVNA POLJOPRIVREDA NA VODOZAŠTITNIM PODRUČJIMA ZAGREBAČKE ŽUPANIJE I GRADA ZAGREBA

Ferdo BAŠIĆ, Ivica KISIĆ, Milan MESIĆ

CILJ STUDIJSKOG RADA

Posebnu važnost u zaštiti rezervi pitke vode vodocrpilišta grada Zagreba ima tlo, jer ono, osim svoje primarne i najvažnije uloge u proizvodnji organske tvari ima jednako važan značaj kao filter ili pročišćivač za sva onečišćenja koja u tlo ulaze nekontrolirano, u obliku suhih i mokrih depozicija ili se namjerno unose u tlo, u okviru uzgojnih zahvata u uzgoju poljoprivrednog bilja i stoke. Količina onečišćenja koju poljoprivredno tlo u ulozi prečištača-filtera može primiti bez posljedica po njegove druge prirodne uloge nije neograničena. Ona ponajviše zavisi o kapacitetu adsorpcije, odnosno o vrsti i značajkama koloidnog kompleksa tla. Adsorpcijski kompleks tla funkcionira kao reverzibilni akceptor svih onečišćenja, vršeći vezivanje onečišćenja u tlo. Ali, kako su reakcije adsorpcije reverzibilne, poslije zasićenja adsorpcijskog kompleksa onečišćenjima, tlo emitira ta onečišćenja, i to najviše descedentnim tokovima oborinske vode upravo u podzemnu vodu, i tako vrši onečišćenje podzemne vode. Dakako da će intenzitet tih procesa zavisi o količini oborinske vode, odnosno intenzitetu descedentnih tokova s jedne, ali i količini onečišćenja i spomenutim značajkama tla, s druge strane. Posljedice onečišćenja su višestruke, a zajednička im je značajka da ih je veoma teško kontrolirati, premda jedna od važnijih zadaća znanosti o tlu treba biti upravo proučavanje mehanizama koji bi otvarali mogućnost kontrole i usmjeravanja tih suptilnih i složenih procesa.

Razumljivo je zbog rečenoga, da je polazno stajalište pri izradi ove studije pitanje zaštite tla od rizičnih postupaka na vodozaštitnim područjima vodocrpilišta ključno pitanje zaštite rezervi kvalitetne pitke vode. To je polazište odredilo i cilj studije.

Cilj je ovog studijskog rada na temelju agroekoloških prilika, odnosno rezultata istraživanja tla i rašlambe postojeće poljoprivredne proizvodnje ocijeniti;

- da li aktualna praksa u uzgoju bilja i stoke predstavlja rizik u smislu možebitnog onečišćenja podzemne vode biljnim hranjivima - nitratima i drugim agroekemikalijama,
- na temelju agroekoloških prilika (tla i podneblja) ocijeniti mogućnost ekološkog uzgoja bilja i ukazati na put transformacije poljoprivrede u smjeru ekološkog uzgoja.

Ukoliko bi raščlamba pokazala da se na nekim vodozaštitnim područjima koriste rizični biljno uzgojni zahvati utvrditi stupanj rizika za vodu ako bi se ta praksa nastavila i predložiti alternativne načine korištenja tla – zemljišta.

Na temelju rezultata valja predvidjeti uzgoj bilja koji će uz primjerenu profitabilnost za posjednike poljoprivrednog zemljišta na najmanju moguću mjeru svesti sve ekološki upitne i rizične postupke u uzgoju bilja. Na prvom se mjestu dakako misli na gnojidbu i zaštitu bilja kao zahvate u kojima se koriste kemijska sredstva čiji ostaci isprani u vodu mogu ograničiti njezinu upotrebljivost. Prijelaz s konvencionalnog – uobičajenog i tradicionalnog na ekološki prihvatljiv i održiv, alternativni sustav gospodarenja u poljoprivredi nije jednostavan niti lak postupak, a izuzetno je značajan za ostvarenje postavljenog cilja.

Podrazumijeva se, da će se, dakako ukoliko bi se pokazalo da razina prikupljenih podataka ne zadovoljava potrebe za donošenje pouzdanih preporuka i smjernica, predložiti program istraživanja i prikupljanja podataka koji će brojem, kakvoćom i pokrivenošću terena uzorcima biti dostatni za izradu tih prijedloga.

METODE STUDIJSKOG RADA

Za studijski rad korišteni su različiti izvori podataka, odnosno stručna i znanstvena literatura, a napose Zakon i pravilnici kojima se regulira ekološki uzgoj bilja u Hrvatskoj (NN, 12/01; 91/01; 13/02), a čiji popis donosimo u prilogu. Za interpretaciju fizikalnih i kemijskih značajki tala, odnosno sadržaja teških kovina korišteni su podaci iz prethodnog teksta studije, dakle rezultati terenskih i laboratorijskih istraživanja tla izvršenih u Zavodu za melioracije. Rezultati tih istraživanja iscrpno su opisani u prethodnom tekstu studije. Isto se odnosi i na rezultate raščlambe klimatskih prilika.

INTERPRETACIJA ANALIZA SADRŽAJA TEŠKIH KOVINA U TLU

Uz sadržaj kloriranih ugljikovodika, sadržaj teških kovina u poljoprivrednom tlu odlučujući je pokazatelj pogodnosti tla za uzgoj bilja u ekološkoj poljoprivredi. Na tlima vodocrpilišta unaprijed smo očekivali da se sadržaj teških kovina na nekim lokalitetima pokaže odlučnim.

Za ocjenu stupnja onečišćenosti poljoprivrednog tla za konvencionalnu poljoprivredu teškim kovinama u nas se koriste granične vrijednosti sadržaja teških kovina u tlu definirane Pravilnikom o zaštiti tla (NN 15/92). Prikazujemo ih u tablici 1. Ti su kriteriji usuglašeni na razini regionalne asocijacije Alpe-Jadran, a u EU se koriste nešto stroži kriteriji. Podaci se odnose na ukupni sadržaj, dobijen ekstrakcijom uzorka tla u zlatotopki.

Tablica 1. GRANIČNE VRIJEDNOSTI - MAKSIMALNO PRIHVATLJIV SADRŽAJ TEŠKIH KOVINA U POLJOPRIVREDNOM TLU – MPS (Narodne novine br. 15/1992.)

Teška kovina	Laka, skeletna tla i tla siromašna bazama	Teksturno teška tla i tla bogata humusom	U suhoj tvari komposta i drugih organskih gnojiva
Sadržaj u mg/kg tla, ekstrahirano u zlatotopki			
Kadmij (Cd)	1	2	10
Živa (Hg)	1	2	10
Olovo (Pb)	100	150	500
Molibden (Mo)	10	15	20
Arsen (As)	20	30	20
Kobalt (Co)	50	50	100
Nikal (Ni)	50	60	100
Bakar (Cu)	60	100	500
Krom (Cr)	60	100	500
Cink (Zn)	200	300	2000
PAH - policiklički aromatski ugljikovodici	2	2	-

U karbonatnim tlima dozvoljen je sadržaj za 25 % viši od sadržaja u gornjoj tablici. Stupanj onečišćenosti (So) odnosno zagađenje, računato je po formuli:

$$\text{Stupanj onečišćenja tla - So} = \frac{\text{Sadržaj u tlu (mg/kg tla)}}{\text{Maksimalni prihvatljiv sadržaj (mg/kg tla)}}$$

Temeljem stupnja onečišćenosti, tla su razvrstana prema vlastitim kriterijima (Bašić 1993) u pet razreda:

- I RAZRED - Čisto tlo (So do 0,25) - tla pogodna za poljoprivrednu proizvodnju, odnosno uzgoj bilja za proizvodnju svake vrste hrane, bez ograničenja. Treba ih zaštititi od svakovrsnih oštećenja, napose od izvora emisije onečišćivača i tretirati kao posebno vrijedan resurs na području na kojemu su utvrđena.
- II RAZRED - Tlo povećane onečišćenosti (So 0,25-0,50) - tla pogodna za uzgoj bilja, ali ih je potrebno zaštititi od imisije teških kovina, izvore emisije staviti pod nadzor.
- III RAZRED - Tlo velike onečišćenosti (So 0,50-1,00) - tlo je pogodno za uzgoj poljoprivrednih kultura, ali su na njima potrebite pojačane mjere zaštite, uključivo uobičajene agromelioracijske zahvate, nadzor izvora emisije, a plodored podrediti iznošenju teških kovina.

- IV RAZRED - Onečišćeno tlo (So 1,00-2,00) - tlo je nepogodno za svaki uzgoj bilja, nužni su energični zahvati zaštite tla, kontrole izvora emisije, primjena sredstava za blokiranje teških kovina, a plodored podređen biološkom čišćenju tla - bioremedijaciji - iznošenju teških kovina iz tla.
- V RAZRED - Zagađeno tlo (So preko 2,00) - na tlu nije dozvoljen uzgoj bilja koje bi se koristilo za humanu ili animalnu ishranu, a na njima valja provesti posebno cjelovite mjere sanacije.

Mi smo dakako koristili kriterije koji vrijede u ekološkom uzgoju bilja. Oni su nešto drugačiji – stroži glede maksimalno prihvatljivog sadržaja (granične vrijednosti) teških kovina u tlu, a prikazujemo ih u tablici 2.

Tablica 2. GRANIČNE VRIJEDNOSTI – MAKSIMALNO PRIHVATLJIV SADRŽAJ (MPS) ŠTETNIH TVARI U TLU I ORGANSKIM GNOJIVIMA ZA EKOLOŠKI UZGOJ BILJA U NAS

Štetna tvar - onečišćivač	Maksimalno prihvatljiv sadržaj – MPS u mg/kg, ekstrahirano u zlatotopki	Sredstvo	Maksimalno prihvatljiv sadržaj – MPS u mg/kg
Kadmij (Cd)	0,8	Aldrin i dieldrin	0,01
Živa (Hg)	0,8	DDT i izomeri	0,01
Olovo (Pb)	50,0	DDE i izomeri	0,01
Cink (Zn)	150	TDE i izomeri	0,01
Krom (Cr)	50	Endrin	0,01
Nikal (Ni)	30	Heptaklor	0,01
Bakar (Cu)	50	Heptaklor ept.	0,01
Molibden (Mo)	10	Heksaklor ben.	0,01
Arsen (As)	10	Alfa i Beta HCH	0,01
Kobalt (Co)	30	Lindan	0,01
PAH (policiklički aromatski ugljikovodici)	1,0		

ORIJENTACIJSKI I SVJETSKI KRITERIJI

S obzirom na delikatnost problema prikazujemo kriterije kojima se koriste i kako u ovakvim i sličnim slučajevima postupaju druge države u svijetu?

Najprije u tablici 3 prikazujemo sadržaj teških kovina u tlu i biljci, prema izvorima iz literature:

Kako se vidi, svi su rasponi vrlo široki, što kazuje da učinak teških kovina zavisi o čitavom nizu međudjelovanja i osobina tla, vrste biljke, sorte, stadija razvitka i drugih čimbenika. To opet s druge strane govori da se pravi odgovori na konkretna pitanja kriju u provjeri znanstvenim istraživanjima.

Znakoviti su kriteriji za maksimalno prihvatljiv sadržaj teških kovina u poljoprivrednim tlima u kojima je svojedobno bilo dozvoljeno korištenje mulja iz gradske kanalizacije, prikazani u tablici 4. Danas je u tim zemljama zabranjeno korištenje gradskog mulja i komposta od gradskog mulja čak i u šumskim tlima.

Tablica 3. SADRŽAJ TEŠKIH KOVINA U TLU I BILJCI

ELEMENT	NORMALAN RASPON SADRŽAJA (mg/kg)	KRITIČAN UKUPNI SADRŽAJ U TLU (mg/kg)	NORMALAN SADRŽAJ U BILJCI (mg/kg)	KRITIČAN SADRŽAJ U BILJCI*
Srebro - Ag	0,01 - 8	2	0,1-0,8	1-4
Arsen - As	0,1-40	20-50	0,02-7	1-20
Zlato - Au	0,001-0,02	-	0,0017	preko 1
Kadmij - Cd	0,01-2,0	3-8	0,1-2,4	4 -200
Kobalt - Co	0,5 - 65	25-50	0,02-1	4 -40
Krom - Cr	5 - 1500	75 - 100	0,03 - 14	2 - 18
Bakar - Cu	2 - 250	60 - 125	5 - 20	5 - 64
Živa - Hg	0,01 - 0,5	0,3 - 5	0,005 - 0,17	1 - 8
Mangan - Mn	20 - 10 000	1500 - 3000	20 - 1000	100 - 7000
Molibden- Mo	0,1 - 40	2 - 10	0,03 - 5	8 - 220
Nikal - Ni	2 - 750	100	0,02 - 5	8 - 220
Olovo - Pb	2 - 300	100 - 400	0,2 - 20	30 - 300
Selen - Se	0,1 - 5	5 - 10	0,001 - 2	3 - 40
Kositar - Sn	1-200	50	0,2 - 6,8	63
Uran - U	0,7 - 9	-	0,005 - 0,06	-
Vanadij - V	3 - 500	50 - 100	0,001 - 1,5	1 - 13
Cink - Zn	1 - 900	70 - 400	1 - 400	100 - 900

*Sadržaj u mg/kg iznad kojega nastupa pad prinosa od barem 10 %

Tablica 4. MAKSIMALNI DOPUŠTENI SADRŽAJ TEŠKIH KOVINA U TLIMA NA KOJIMA SE KORISTIO GRADSKI MULJ (mg/kg)

Država	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
EU	1-3	100-150	50-140	1-1,5	30-75	50-300	150-300
Francuska	2	150	100	1	50	100	300
Njemačka	1,5	100	60	1	50	100	200
Italija	3	150	100	-	50	100	300
UK	3	400	135	1	75	300	300
Danska	0,5	30	40	0,5	15	40	100
Finska	0,5	200	100	0,2	60	60	150
Norveška	1	100	50	1	30	50	150
Švedska	0,5	30	40	0,5	15	40	100
USA	20	1500	750	8	210	150	1400

U razvijenim zemljama koje su «široke ruke» kada su u pitanju kriteriji koji se koriste u uzgoju bilja diferencira se «dvojna proizvodnja» - jedna za potrošnju u zemlji – za vlastito pučanstvo, a druga za izvoz, kojemu put otvara WTO, koji priječi svaku «diskriminaciju» i slama barijere za slobodno kretanje hrane kao robe.

U Engleskoj postoje posebni kriteriji za «kritičan sadržaj» ili pragove sadržaja teške kovine za korištenje tla za jednu, a prijelaz na korištenje u za drugu namjenu, prikazani u tablici 5.

Tablica 5. KRITIČAN SADRŽAJ TEŠKIH KOVINA ZA PROMJENU NAMJENE TLA

ELEMENT	PREPORUČENO KORIŠTENJE	PRAG ZA PROMJENU NAMJENE (mg/kg)
Elementi rizični za ljudsko zdravlje		
Arsen - As	Vrtovi u zakupu	10
	Parkovi, igrališta, otvoreni prostor	40
Kadmij - Cd	Vrtovi u zakupu	3
	Parkovi, igrališta, otvoreni prostor	15
Krom VI - Cr	Vrtovi u zakupu	25
	Parkovi, igrališta, otvoreni prostor	-
Krom-Cr (ukupni)	Vrtovi u zakupu	600
	Parkovi, igrališta, otvoreni prostor	1000
Olovo - Pb	Vrtovi u zakupu	500
	Parkovi, igrališta, otvoreni prostor	2000
Živa - Hg	Vrtovi u zakupu	1
	Parkovi, igrališta, otvoreni prostor	20
Selen - Se	Vrtovi u zakupu	3
	Parkovi, igrališta, otvoreni prostor	6
Fitotoksični elementi bezopasni za ljudsko zdravlje		
Bor (vodotopivi)	Za svako korištenje u uzgoju bilja	3
Bakar (ukupni)	Za svako korištenje u uzgoju bilja	130
Bakar (u EDTA)*	Za svako korištenje u uzgoju bilja	50
Nikal (ukupni)	Za svako korištenje u uzgoju bilja	70
Nikal (u EDTA)	Za svako korištenje u uzgoju bilja	20
Cink (ukupni)	Za svako korištenje u uzgoju bilja	300
Cink (u EDTA)	Za svako korištenje u uzgoju bilja	130

ekstrahiran u 0,05 M EDTA

I konačno, za nas je svakako instruktivan pristup i kriteriji kojima se svojedobno koristila Nizozemska, kao jedna od država s najvećim pritiskom na tlo u pogledu intenzivnog korištenja svih agrokemikalija, i to u vrijeme kada problem teških kovina nije bio ni uočen.

Tablica 6. NOVE INTERVENTNE VRIJEDNOSTI (C) SADRŽAJA ONEČIŠĆENJA U TLU I PODZEMNOJ VODI U NIZOZEMSKOJ (A = CILJNE VRIJEDNOSTI)

TVARI	TLO (mg/kg)			PODZEMNA VODA (mg/m ³)		
	Nove C vrijednosti	A vrijednosti	Sadašnj e C vrijedno sti	Nove C vrijednosti	A vrijednosti	Sadašnje C vrijednosti
1. TEŠKE KOVINE						
Krom - Cr	380	100	800	30	1	200
Kobalt - Cr	240	20	300	100	20	200
Nikal - Ni	210	35	500	75	15	200
Bakar - Cu	190	36	500	75	15	200
Cink - Zn	720	140	3000	800	65	800
Arsen - As	55	29	50	60	10	100
Molibden - Mo	200	10	200	300	5	100
Kadmij - Cd	12	0,8	20	6	0,4	10
Barij - Ba	625	200	2000	625	50	500
Živa - Hg	10	0,3	10	0,3	0,05	2
Olovo - Pb	530	85	600	75	15	200
2. ANORGANSKE TVARI						
Cijanidi (slobodni)	20	1	100	1500	5	100
Cijanidi (kompleks. pH < 5	650	5		1500	10	200
Cijanidi (kompleks. pH > 5	50	5	500	1500	10	200
Tiocijanati	20	-		1500	-	
3. AROMATSKE TVARI						
Benzen	1	0,05	5	30	0,2	5
Etilbenzen	50	0,05	50	150	-	60
Fenol	40	0,05	10	2000	-	50
Kresol	5	-	-	200	-	-
Toluen	130	0,05	30	1000	0,2	50
Ksilen	25	0,05	50	70	-	60
Katekol	20	-	-	1250	-	
Resorcinol	10	-	-	600	-	
Hidrokinon	10	-	-	800	-	
4. POLICIKLIČKI AROMATSKI UGLJIKOVODICI						
PAH (suma 10)	40	1	-	-	-	-
Naftalen	-	0,015	50	70	0,1	30
Antracen	-	0,05	100	5	0,02	10
Fenantren	-	0,045	100	5	0,02	10
Fluoranten	-	0,015	100	1	0,005	5
Benzo(a)antracen	-	0,02	50	0,5	0,002	2
Krizen	-	0,02	50	0,05	0,002	2
Benzo(a)piren	-	0,02	10	0,05	0,001	1
Benzo(ghi)perien	-	0,02	100	0,05	0,0002	5
Benzo(k)fluoranten	-	0,025	50	0,05	0,001	2
Indeno(1,2,3cd)piren	-	0,025	50	0,05	0,0004	2

5. KLORIRANI UGLJIKOVODICI						
1,2-dikloretan	4	-	50	400	(gd)	50
Diklormetan	20	-	50	1000	(gd)	50
Tetraklormetan	1	0,001	50	10	(gd)	50
Tetrakloreten	4	0,01	50	40	(gd)	50
Triklormetan	10	0,001	50	400	(gd)	50
Triklloreten	60	0,001	50	500	(gd)	50
Vinilklorid	0,1	-	-	0,7	-	-
Klorobenzeni (suma)	30	-	20	-	-	5
Monoklorbenzen	-	(gd)	10	180	0,01	2
Diklorbenzen	-	0,01	10	50	0,01	2
Triklorbenzen	-	0,01	10	10	0,01	2
Tetraklorbenzen	-	0,01	10	2,5	0,01	2
Pentaklorbenzen	-	0,025	10	1	0,01	2
Heksaklorbenzen	-	0,025	10	0,5	0,01	2
Klorfenoli (suma)	10	-	10	-	-	2
Monoklorfenol	-	0,0025	5	100	0,25	1,5
Diklorfenol	-	0,003	5	30	0,08	1,5
Triklorfenol	-	0,001	5	10	0,025	1,5
Tetraklorfenol	-	0,001	5	10	0,025	1,5
Pentaklorfenol	5	0,002	5	3	0,01	1,5
Klornaftalen	10	-	-	6	-	-
Suma 7 PCB	1	0,02	10	0,01	(gd)	1
PCB 28	-	0,001	-	-	-	-
PCB 52	-	0,001	-	-	-	-
PCB 101	-	0,004	-	-	-	-
PCB 118	-	0,004	-	-	-	-
PCB 138	-	0,004	-	-	-	-
PCB 153	-	0,004	-	-	-	-
PCB 180	-	0,004	-	-	-	-
6. PESTICIDI						
DDT/DDD/DDE	4	-	-	0,01	-	-
DDT	-	0,1	5-10**	-	(gd)	1-2**
DDD	-	0,1	5-10**	-	(gd)	1-2**
DDE	-	0,1	5-10**	-	(gd)	1-2**
Suma (3 arina)	4	-	-	0,1	-	-
Aldrin	-	0,0025	5-10**	-	(gd)	1-2**
Dieldrin	-	0,0005	5-10**	-	0,00002	1-2**
Endrin	-	0,001	5-10**	-	(gd)	1-2**
HCH - tvari	2	-	-	1	-	-
a-HCH	-	0,0025	5-10**	-	(gd)	1-2**
b-HCH	-	0,001	5-10**	-	(gd)	1-2**
g-HCH	-	0,00005	5-10**	-	0,00002	1-2**
Karbaril	5	-	5-10**	0,1	-	1-2**
Karbofuran	2	-	5-10**	0,1	-	1-2**
Maneb	35	-	5-10**	0,1	-	1-2**
Atrazin	6	0,00005	5-10**	150	0,0075	1-2**
7. OSTALE TVARI						
Cikloheksanon	270	-	60	15000	-	50
Ftalati (suma)	60	0,1	-	5	0,5	-
Mineralna ulja	5000	50	-	600	50	-
Piridin	1	0,1	20	3	0,5	30
Stiren	100	0,1	50	300	0,5	60
Tetrahidrofuran	0,4	-	40	1	-	60
Tetrahidrotiofen	90	-	50	30	-	60

5-10** - klorirani = 5 mg/kg, neklorirani = 10 mg/kg

1-2** - klorirani = 1 µg/l, neklorirani = 2 µg/l

(gd) - granica detekcije

Računali smo bilancu teških kovina, točnije koliko teških kovina tlo još može primiti iz različitih izvora da bi se dostigao MPS. Za svaki istraživani tip tla izračunali smo "dopušteni godišnji unos", ili povećanje sadržaja u količini koja će povećati ukupni sadržaj do MPS u razdoblju od 25, 50 i 100 godina. Poticaj za ovo računanje proistekao je iz činjenice da je sadržaj nekih onečišćenja u tlu već previsok. Bilanca je izrađena za površinski sloj tla od 25 cm dubine u kojemu se nalazi najveća masa korijena bilja koje se kani uzgajati. Za ta računanja koristili smo relativnu gustoću (ako postoje vrijednosti za istraživano vodocrpilište, ako ne uzeta je prosječna vrijednost za istraživani tip s drugih vodocrpilišta) za tla pripadajućeg vodozaštitnog područja, polazeći s pretpostavkom da neće doći do ispiranja i drugih gubitaka onečišćivača. Naravno da se to u stvarnosti ne događa, ali, kako za količine koje se ispiru i iznose iz tla u prinosu nemamo podataka prihvatljive točnosti uzeli smo pretpostavku da ispiranja nema.

AKUMULACIJA TEŠKIH KOVINA U BILJU I ULAZAK U HRANIDBENI LANAC

Prijelaz teških kovina iz tla u biljku putem korijena izražava se koeficijentom prijenosa (K_p). To je odnos između sadržaja neke teške kovine u biljci i u otopini tla, koji se izražava jednadžbom:

$$K_p = \frac{\text{Sadržaj teške kovine u biljci (mg/kg suhe tvari)}}{\text{Sadržaj teške kovine u tlu (mg/kg tla)}}$$

Teške kovine s visokom vrijednosti ovog koeficijenta nakupljaju se u tlu u količinama škodljivim za biljku i konzumente. Drugim riječima rečeno; i u tlima s manjim sadržajem teških kovina ove će ih biljke nakupljati u količini koja može biti škodljiva za konzumenta.

Tablica 7. KOEFICIJENT PRIJENOSA TEŠKIH KOVINA

VRIJEDNOST KOEFICIJENTA PRIJENOSA		
0,01-0,1	0,1-1	1-10
Kobalt, bakar	Bakar	Kadmij
krom, kositar	Nikal	Cink
živa, berilij, olovo, fluor	Vanadij	Bor

Treba reći da koeficijent prijenosa nije isti za sve biljne vrste – kulture.

Najmanju vrijednost koeficijenta prijenosa za Cd (0,01-0,5) pokazuju pšenica, kukuruz i krumpir, slijede zatim repa i poriluk, s koeficijentom prijenosa 0,5-1,0. Kelj i celer imaju tu vrijednost u rasponu 1,0-2,0, a mrkva, salata i špinat pokazuju najviše vrijednosti ovog koeficijenta od 2,0-10,0 što znači da uzgoj tih kultura na onečišćenim tlima nosi sobom najveći rizik ulaska u hranidbeni lanac. Dakle, neke biljke iz onečišćenog tla primaju veće, a druge manje količine teških kovina. Zbog toga se u nekim biljkama one nakupljaju u većim količinama, a druge je moguće uzgajati i na onečišćenom tlu bez veće opasnosti od konzumiranja.

U tablici 8. prikazana je sposobnost važnijih kultura za nakupljanja teških kovina iz tla.

Tablica 8. SPOSOBNOST NAKUPLJANJA TEŠKIH KOVINA U VAŽNIJIM KULTURAMA

VELIKA	SREDNJA	MALA	VRLO MALA
Salata	Krumpir	Kelj pupčar	Rajčica
Mrkva	Kupus	Cvjetača	Paprika
Špinat	Kelj	Celer	Grah
Endivija	Cikla	Brokoli	Grašak
Kreša	Bijela repa	Kukuruz šećerac	Patlidžan
	Rotkvica	Kupine i jagode	Dinja
			Koštuničavo voće
			Jabučasto voće

Podaci iz tablice 8 instruktivni su za izbor kulture za uzgoj na tlu s poznatim sadržajem teških kovina pa stoga imaju nemali praktični značaj. Naime; ako se biljke velike sposobnosti nakupljanja teških kovina uzgajaju na tlima povećane onečišćenosti teškim kovinama – primjerice u blizini prometnica i bilo kojega izvora emisije, rizik od konzumacije toga povrća za potrošača je velik. Odnosno, sa stajališta konzumenta rečeno; kulture velike i srednje sposobnosti nakupljanja teških kovina nećemo na tržišnici nabavljati bez poznavanja tala na kojima su uzgojene.

Jednako tako, kulture male i vrlo male sposobnosti nakupljanja teških kovina u biljci možemo uzgajati i na tlima s povećanim sadržajem teških kovina, odnosno pri kupovini nije potrebna posebna predostrožnost.

Dakle; oprezno sa špinatom i mrkvom uzgojenom na nečistom tlu. S druge strane, rizik od konzumacije bilja koje ima veoma malu sposobnost akumulacije teških kovina u svojim organima je vrlo malen. To znači da se izbor kultura treba podesiti stanju onečišćenosti i sposobnosti akumulacije teških kovina.

Ali, ni tu nije kraj!

Teške kovine ugrađene u biljni organizam nemaju u njemu podjednaku distribuciju. U nekim biljnim organima koncentracija im je veća, a u drugim manja.

GRAFIČKI PRIKAZI I BILANCA TEŠKIH KOVINA

Rezultate analiza tla prikazali su grafički (grafikoni 1-7) za svaku od analiziranih teških kovina na vodozaštitnim područjima obuhvaćenim ovom studijom. Zbog preglednosti smo osim sadržaja teških kovina na grafikonima prikazali MPS – maksimalno prihvatljiv sadržaj za konvencionalnu poljoprivredu (prikazan plavom crtom), kao i MPS predviđen Zakonom za ekološku poljoprivredu – na grafikonu prikazan zelenom crtom.

Držimo da hitno treba uspostaviti sustav motrenja koji bi situaciju držao pod nadzorom, a po potrebi močebitno signalizirao opasnost od rizičnih zahvata, odnosno u interesu

zdravlja konzumenata ukazao na opasnost ukoliko bi se rizična praksa ili postupci nastavili.

Recimo još na kraju ovoga poglavlja, da smo se u obradi ovoga problema koristili brojnim vlastitim radovima i najnovijim referencama s ovoga područja čiji popis može zainteresirane uputiti u svu složenost problematike kojoj valja izaći u susret.

UTJECAJ POLJOPRIVREDE NA OKOLIŠ

Poljoprivreda je svrstana u tzv. difuzne izvore onečišćenja okoliša, odnosno podzemne vode, premda i sama snosi posljedice onečišćenja drugih resursa, jer primjerice povećana koncentracija SO₂ uzrokuje oštećenje lista, ozon u troposferi preko ultrakratkog zračenja utječe na rast i razvoj nekih poljoprivrednih kultura. Onečišćenja zraka također djeluju depresivno na rast nekih kulturnih biljaka. Osobito snažan utjecaj na okoliš, dakle i vodu ima "industrijski tip" poljoprivredne proizvodnje, dakle farme s velikim brojem grla stoke, visokim inputima energije i materijala, visokim utroškom gnojiva i kemijskih sredstava.

Negativni utjecaji obuhvaćaju dakle emisiju u zrak: NH₃, N₂, CH₄, CO₂, SO₂ i karbamata, pri čemu naravno neke od tih tvari završavaju u tlu, na većoj ili manjoj udaljenosti od izvora emisije, a u vodi: NO₃, NH₄, P, K, CH₄, ostaci pesticida i topivi produkti razgradnje biljnih ostataka. Uključeni su dakako i procesi degradacije tla, koji uključuju fizikalne: antropogena zbijanja brojnim prohodima teških strojeva, kemijske: zakiseljavanje, pad sadržaja humusa, onečišćenje ostacima pesticida i teškim kovinama i biološke značajke tla: smanjen broj korisnih mikroorganizama, poremećen odnos fizioloških skupina mikroorganizama u tlu.

Ključno je pitanje količine pojedinih tvari, odnosno intenziteta procesa.

Kako se vidi, s poljoprivrednih površina glavni su izvori onečišćenja pesticidi i gnojiva, i to naravno i mineralna i organska. Veći dio hranjiva veže se biološkim putem u organsku masu kulturnog bilja i šumskog drveća i tako priječi ispiranje do vodonosnika. Onečišćenja iz zraka znatno su veća od onih koja emitira poljoprivreda. Ona su naravno utoliko veća što se bliže nalaze tzv. točkasti izvori onečišćenja, kao što su različiti industrijski pogoni, termoelektre i dr. Biljna hraniva oslobođena mineralizacijom organske tvari i u šumskim i u agroekosustavima ozbiljan su izvor onečišćenja za podzemnu vodu. Do onečišćenja dolazi, kao što se iz prikaza vidi, mineralizacijom organske tvari, čime se oslobađaju makro i mikro biogeni elementi. Jedan dio teških kovina biva u tlu vezan na adsorpcijski kompleks, dio biva primljen od strane biljke, dakle biološki adsorbiran, a samo manji dio dolazi do vodonosnika.

Tablica 8. UTJECAJ POLJOPRIVREDE NA OKOLIŠ

ZAHVATI U POLJOPRIVREDI		VODA	TLO
USKO SPECIJALIZIRANA PROIZVODNJA	Povećanje obradivih površina, uređenje tla, odstranjenje vegetacijskog pokrova	Skidanje vegetacijskog pokrova → Povećanje površinskog otjecanja i sedimentnog taloženja → Sedimentacija, kontaminacija	Uništenje vegetacijskog pokrova → Erozija tla-Neodgovarajuće gospodarenje → Degradacija tla
	Intenzivno stočarstvo	Otjecanje iscjeka iz silaže → organska tvar i hraniva u vodocrpilištima	Povećana količina teških kovina u stajskom gnojju Povećana koncentracija otopine tla
	Intenzivno ratarstvo	Erozija tla → Povećano odnošenje nanosa → Onečišćenje vode (vidi gnojdbu)	Gubitak organske tvari u tlu → Kvarenje strukture tla i biološke aktivnosti → Smanjena plodnost tla → Povećanja erozija i otjecanje
GNOJIDBA	Organska gnojiva (tekuća ili čvrsta)	Izljev organske tvari u vodocrpilišta → Eutrofizacija → Gubitak kisika → Ispiranje, onečišćenje vode za piće	Akumulacija teških kovina i fosfata u tlu → Ulazak u biološki lanac - Prekomjerna aplikacija → Moguća lokalna acidifikacija tla
	Mineralna (dušična i fosforna)	Ispiranje nitrata i fosfata površinskim otjecanjem → Podizanje količine hraniva → Eutrofizacija svih voda i onečišćenje vodonosnika	Nakupljanje teških kovina → Djelovanje na mikrofloru i ulazak u biološki lanac Prekomjerna aplikacija → Lokalna acidifikacija → Kvarenje strukture tla, neravnoteža u hranivima
	Mulj otpadnih voda	Nakupljanje teških kovina i organskih mikropolutanata	
APLIKACIJA PESTICIDA (insekticidi, fungicidi, herbicidi)		Ispiranje mobilnih rezidua i degradacija produkata → Podzemne vode → Moguće djelovanje na životinje i ribe, te izvore pitke vode	Nakupljanje perzistentnih pesticida i degradacija produkata → Onečišćenje i ispiranje u podzemne vode → Djelovanje na mikrofloru tla
NAVODNJAVANJE		Smanjenje vodnih zaliha → Alkalizacija/salinizacija tla → Utjecaj na kvalitetu površinskih i podzemnih voda Visoki zahtjevi na vodu od nekih usjeva → Prenaprezanje na izvorima u nekom području	Zadržavanje vode → Salinizacija/alkalizacija tala - Korištenje zaslanjene ili bočaste vode za navodnjavanje u toplim podnebljima (visoka evaporacija) → Povećanje postotka soli i karbonata → Mogućnost salinizacije ili alkalizacije
DRENAŽA		Korita rijeka → Hidrološke promjene → Moguća smanjenja vrsta u akvatičnom svijetu - Smanjenje vodnih površina	Oksidacija organskih tala → Smanjen sadržaj humusa, acidifikacija i promjene u strukturi tla
MEHANIZACIJA	Obrada	Povećanje površinskog otjecanja → Sedimentacija, kontaminacija, eutrofikacija	Oranje uz i niz pad terena → Erozija tla (vodom i vjetrom)
	Korištenje teške mehanizacije	Zbijanje tla → Povećanje površinskog otjecanja i erozije tla → Sedimentacija, kontaminacija,	Zbijanje i erozija površinskog sloja tla

SUSTAVI UZGOJA BILJA I STOKE U POLJOPRIVREDI

INTENZIVNA (KONVENCIONALNA) POLJOPRIVREDA

Intenzivna poljoprivreda je tržišno orijentirana poljoprivreda, u kojoj je nedvojbeno jasan cilj – visok profit i tržišno konkurentan proizvod (odnosno sirovina), drugim riječima; uz što manji utrošak radne snage, energije i sredstava proizvesti što više proizvoda. Ovaj koncept nadahnut ego-, odnosno antropocentrizmom, nastao je u ozračju uvjerenja u svemoć čovjeka i njegovo ničim ograničeno pravo da sve ravna po sebi i sve podredi sebi i svojim potrebama. To je vrijeme neograničenog optimizma, vjere u svemoć čovjeka, njegova poslanja i uvjerenja da je samo pitanje vremena kada će čovjek ovladati prirodom i nju potpuno prilagoditi svojim potrebama. Prema ovom konceptu poljoprivreda se sve više «industrijalizira» i poprima značajke industrije – najprije postaje «proizvodnja», a ne «uzgoj», pa se tako «proizvodi» telad, pšenica, salata i dr., u stručnom rječniku napuštaju se riječi «uzgoj» i «uzgojni postupci», a umjesto njih prihvaća «tehnologija», agronomi postaju «tehnolozi» u «proizvodnji» teladi, pšenice, salate,... Poljoprivreda gubi svoju tradicionalnu samodostatnost, sve više ovisi o sve brojnijim vanjskim inputima (strojevi, energija, mineralna gnojiva, pesticidi), ona sama opskrbljuje prehrambenu i općenito prerađivačku industriju sirovinama. Na «put» hrane (hranidbeni lanac) «od tla do tanjura» sve se više uključuje prehrambena industrija sa svojim dodacima, tako da do stola stiže namirnica toliko izmijenjena u odnosu na onu koja je «pošla od tla» da se u njoj više ne može prepoznati posebnost tla, sunca i krajobraza s kojega biljka potječe.

No, kao izvor sirovina poljoprivreda postaje pokretač, svojevrsni «zamašnjak» razvitka nacionalnog gospodarstva. Logika industrije unosi se u poljoprivredu. Uzgoj bilja i stoke se specijalizira, pa se na jednoj strani javljaju farme bez zemljišta, s ishranom stoke «iz vreće» - hranom kupljenom na tržištu. Na farmi se prakticira tekuće izgnojavanje pa zbrinjavanje gnojovke predstavlja teško rješiv ekološki problem. A sva naša tla nasušno trebaju upravo humus - organsku tvar, ali, na drugoj se strani formiraju ratarski posjedi - poduzeća, specijalizirani za uzgoj samo nekoliko kultura. Na njima se napušta plodoređ i uspostavlja uzgoj u suženom plodoređu ili monokulturi, gnojidba se oslanja na mineralna gnojiva, nema zanimanja, a naoko ni potreba za stajskim gnojem ili gnojovkom, jer je njihova priprava i primjena komplicirana i skupa, a nedostatak humusa se kompenzira sve višim dozama mineralnih gnojiva.

No, istini za volju, oba su posjeda gospodarski veoma djelotvorna. Uistinu, nikada u povijesti jedan poljoprivrednik nije proizvodio više hrane, hrana nikada nije bila jeftinija! Budući je ova proizvodnja tržišno orijentirana, hrana proizvedena u intenzivnoj poljoprivredi upravlja nacionalnim i svjetskim tržištem hrane. I tu ulogu poljoprivrede treba imati na umu kod vrednovanja poljoprivrede kao grane nacionalnog gospodarstva. Ali, ovaj sustav gospodarenja u poljoprivredi pokazao je i svoju «tamnu» stranu. Brzo se pokazalo da je intenzivna poljoprivreda gospodarski djelotvorna (profitabilna),

ali je nedvojbeno ekološki veoma dubiozna. Prakticirani zahvati i primjena kemijskih sredstava (tzv. agrokemikalija) uzrokovali su oštećenja okoliša, najprije tla i vode, koja postaju središnji problemi današnjice. BSE ili "kravlje ludilo" je «prelilo čašu» pa je intenzivna poljoprivreda optužena kao izvor onečišćenja okoliša - zraka, tla i vode, a eto i hrane, zbog koje je zamišljena, kreirana i uvedena u praksu. Pada koprena s poljoprivrednika kao "čuvara prirode" i okoliša, a ispod koprene se otkriva ogoljeni "borac za profit". Bez namjere da budemo zloguki proroci, ne isključujemo slična iznenađenja i za hranu biljnog porijekla, uzgojenu tlima onečišćenim emisijom onečišćenja iz industrijskih pogona i urbanih sredina u agrosferu.

Osim opće, razmjerno blage kritike javnosti, najžešća kritika intenzivnoj poljoprivredi stiže iz kruga nevladinih udruga (NGO), odnosno pokreta «zelenih», koji dovode u pitanje etičku održivost ovoga koncepta, postavljajući pitanje: ima li ovaj naraštaj – naraštaj industrijske civilizacije pravo budućim pokoljenjima oduzeti pravo na izbor načina života i smjera razvitka? Jer, unište li se prirodni resursi, bez dvojbe je to pravo narednim naraštajima oduzeto. Istini za volju, gladni i neishranjeni dio svjetske populacije ne samo da ne razumije i ne prihvaća ove dvojbe, već svjesno čini ogromne napore da se dokopa upravo stečevina intenzivne poljoprivrede – strojeva, opreme, kemijskih sredstava, napose mineralnih gnojiva i stručnog znanja za njihovu primjenu, i u njima vidi jedini put opstanka i razvitka. Razvijeni svijet daje potporu, i pomaže upravo taj smjer razvitka, nalazeći svoje interese u isporuci opreme i tehnologija za koje inače pada zanimanje na svjetskoj gospodarskoj sceni.

U Hrvatskoj se intenzivna poljoprivreda razvijala poglavito na državnim posjedima – kombinatima, koji nisu zaostajali za najnaprednijim imanjima u razvijenom svijetu. Na vodozaštitnim područjima obuhvaćenim studijom nije bilo takvih posjeda, ali potrošnja gnojiva i sredstava za zaštitu bilja, odnosno tekućeg gnojiva govori u prilog činjenici da se na dijelu površina uistinu gospodari po načelima gole borbe za profit koja ima jednake posljedice kao i prakticiranje intenzivne poljoprivrede. Osim toga, praksa da se napuštene šljunčare koriste za odlagališta između ostalog i ostatne ambalaže za pesticide ima posljedice po vodu kao višestruka «normalna» primjena po površini.

ODRŽIVA POLJOPRIVREDA (SUSTAINABLE AGRICULTURE)

To je gospodarski, ekološki, socijalno i etički održiva ili opstojna (eng. «sustainable») poljoprivreda. Ona je bezopasna za okoliš (eng. «Environment friendly»), svi postupci u njoj regulirani su i definirani više kodeksima (Code of good agricultural practice), nego zakonskom regulativom. Nastala je kao kompromis između gospodarskih i ekoloških zahtjeva. Razvitak ovog sustava gospodarenja pred znanost postavljaju kao ključne zadaće utemeljenje sustava koji će:

- Održati plodnost tla,
- Smanjiti zavisnost poljoprivrede o vanjskim – izvanfarmskim (eksternim) inputima,

- Smanjiti oštećenja okoliša, a istodobno i
- Održati dostignutu razinu i osigurati trend rasta proizvodnje agroekosustava.

Ovaj sustav gospodarenja držimo središnjim, i za dugoročni razvitak hrvatske poljoprivrede ključnim sustavom, jer je gospodarski, ekološki, socijalno i politički, održiv, osigurava samodostatnost – hrvatsko žiteljstvo može opskrbiti dostatnom količinom hrane visoke kakvoće, atraktivne za turističku klijentelu i izvoz kao prepoznatljiv hrvatski proizvod. U njega se može podvesti najveći dio tradicionalne poljoprivrede u nas, dakle najveći dio poljoprivrednih gospodarstava, koja mogu isporučivati hranu visoke kakvoće.

Nažalost, te vrijednosti hrvatskih poljoprivrednih proizvoda danas u svijetu nisu poznate, a jedan od razloga (osim nedostatne promidžbe) je današnja standardizacija hrane, prema kojoj Svjetska zdravstvena organizacija - WHO u hranu svrstava sve namirnice namijenjene prehrani, ako je sadržaj za zdravlje opasnih tvari u njima ispod dopuštene razine. Tako se događa da se u hranu iste kategorije kakvoće uvrste namirnice koje sadrže 99,99 % i one koje sadrže 1,00 %, dakle 98 puta manje neke štetne tvari. Mi se inače zalažemo za preispitivanje tih standarda i uvođenje primjerice kategorije tradicionalne hrane – dobivene u tradicionalnoj poljoprivredi, s minimalnom primjenom mineralnog gnoja, uz primjenu stajskog gnoja u gnojidbi, a bez kemijskih sredstava u zaštiti bilja, osim tradicionalnih, kao što je sumpor i modra galica.

Ovom sustavu gospodarenja pripada i najveći dio obiteljskih gospodarstava, kao središnja vlasnička kategorija u hrvatskoj poljoprivredi. To je integralno gospodarstvo na kojemu se obavezno uzgaja stoka, primjenjuje se tradicionalna obrada tla, u kojoj oranje ima središnje mjesto, koriste se minimalne količine mineralnih gnojiva, i stajski gnoj, odnosno gnojovka, održale su se stare sorte, ali se uzgajaju i hibridi kulturnog bilja. Uzgoj bilja podređen je potrebama stoke, bilje se uzgaja u čvrstom plodoredu, uvažavajući načela tolerantnosti usjeva. U plodoredu su zastupljene krmne leguminoze, koristi se postrna sjetva i/ili zelena gnojidba - sideracija. Krma za stoku se osigurava krmnim biljem s oranica, u nekim poljoprivrednim regijama zastupljeni su i intenzivni pašnjaci, pokrivenost stokom iznosi barem 1 stočnu jedinicu po ha površine. Ovaj sustav gospodarenja u središtu je pozornosti svih programa znanstvenih istraživanja i HZSS (Hrvatskoga zavoda za savjetodavnu službu).

U okviru održive poljoprivrede posebnu ulogu bi trebali odigrati leguminozni usjevi, bilo da se usijavaju u okopavinske usjeve, s tim da se podrazumijeva stanoviti rizik kompeticije, osobito vodu, bilo da se siju kao pokrovni usjevi ili kao živi malč. Na taj način se, s jedne strane osiguravaju dodatne količine biološki vezanog dušika, a s druge, smanjuje se opasnost njegova štetnog utjecaja na podzemnu vodu, u obliku nitrata.

Danas je moguće, korištenjem odgovarajućih modela gospodarenja tlom, vodom, energijom i biološkim resursima, uz respektiranje ekoloških načela i alternativnih zahvata učiniti poljoprivredu ekološki i ekonomski prihvatljivom i

trajno održivom. Alternative konvencionalnim inputima zasnovanim na visokim ulaganjima uključuju:

- plodored s leguminozama,
- korištenje ostataka od biljaka i životinja,
- integralnu zaštitu bilja,
- prognozu bolesti i štetnika,
- biološku borbu protiv bolesti, štetnika i korova,
- živi malč i mehaničko suzbijanje korova,
- konzervacijsku obradu tla,
- vremenski interpolirane međuusjeve,
- sjetvu u pojaseve,
- sjetvu podusjeva,
- zaštitne usjeve
- sjetvu dva usjeva godišnje.

Bitno je integrirati komponente poljoprivrednih sustava potpuno, tako da se može u cijelosti uzeti u obzir njihov utjecaj na druge inpute.

Podrazumijeva ograničenje, te potpunu evidenciju utroška navedenih tvari na gospodarstvima i poštivanje preporučenog plodoređa. Potrebno je osigurati sredstva za podmirenje razlike u ostvarenim prihodima gospodarstva, te uspostaviti sustav evidencije, nadzora i monitoringa. Ukupni utjecaj agrikulture na vodu najbolje je vrednovati na temelju pokazatelja koji se tiču redovitih poljoprivrednih aktivnosti. Održivost na razini gospodarstva uvjetovana je ukupnim socijalnim, ekonomskim i ekološkim uvjetima nekog područja. Stoga je potrebno graditi takve sustave gospodarenja u kojima je protok znanja i informacija brz. Kao sudionici u procesu razmjene podataka, znanja i tehnologije, javljaju se poljoprivrednici, savjetodavna služba i znanstvene ustanove kao bitni elementi za uspjeh koncepta održivog gospodarenja. Svakako, u okviru šire društvene zajednice od presudnog su značaja za uspjeh ovog koncepta političke, sociološke i ekonomske okolnosti u kojima poljoprivrednici žive i rade, pri čemu se na vodozaštitnim područjima javlja specifična uloga poljoprivrede, a to je dugoročno održavanje zadovoljavajuće kakvoće podzemne vode (još jedna od mogućih uloga poljoprivrede u konceptu MFCAL – Multifunctional character of agriculture and land – Višeznačna uloga poljoprivrede i gospodarenja tlom).

Poljoprivreda kao djelatnost predstavlja «pokretač» u shemi DPSIR, utječe na onečišćenje okoliša. U svrhu preciznijeg definiranja stvarnog utjecaja poljoprivrede na opasnost onečišćenja vode svakog vodozaštitnog područja potrebno je koristiti indikatore, a kao pokazatelji onečišćenja vode iz poljoprivrede značajni su: indeks emisije teških kovina u vode (udio iz poljoprivrede), korištenje biljnih hranjiva (N+P), korištenje pesticida (po ha obradivih površina), koncentracija nitrata i fosfora, te rezidua pesticida u podzemnoj vodi.

Kako bi se preciznije prikazali indikatori onečišćenja vode iz poljoprivrede potrebno je detaljno poznavati: poljoprivredne površine prema načinu korištenja, potrošnju mineralnih i organskih gnojiva, te njihov kemijski sastav, potrošnju pesticida, detaljan prikaz agroekoloških uvjeta (tlo, klima, reljef), zatim prinose usjeva, te količine vode utrošene za navodnjavanje. Ove podatke potrebno je prikupljati na razini gospodarstva za svako vodozaštitno područje.

Prema zakonskoj regulativi važećoj u EU potrebno je provoditi trajni monitoring kakvoće podzemne vode, kako bi se osigurali uvjeti za praćenje kakvoće vode prema direktivi o nitratima (Nitrate directive – 91/676/EEC), posebice za dušik podrijetlom iz poljoprivrede. U skladu s direktivom je izrada «Codes of good agricultural practices» ili «Pravila dobre poljoprivredne prakse», te određivanje «nitrate vulnerable zones» ili «za nitrate ranjivih područja», gdje se primjenjuju posebna pravila. U Hrvatskoj još ne postoje jasno definirana i javno obznanjena «Pravila dobre poljoprivredne prakse, niti su definirana područja posebno osjetljiva na onečišćenje vode nitratima.

Smatramo da je za područja vodocrpilišta u gradu Zagrebu i okolici neophodno potrebno osmisлити monitoring tla i matičnog supstrata do određene dubine, kako bi se na vrijeme utvrdili mogući negativni procesi. Isto tako, može se zaključiti da se na vodozaštitnim područjima grada Zagreba koristi poljoprivredna praksa koja nije primjerena dugoročnom očuvanju kakvoće vode koja se crpi. Razlozi za takvo stanje su:

- Uobičajeni plodored, u kojem, kad je riječ o ratarskim kulturama dominira kukuruz, te ozime strne žitarice. Isto tako u nekim je vodozaštitnim područjima zastupljena intenzivna povrćarska proizvodnja.
- Uobičajena agrotehnika, koja u pravilu uključuju razmjerno visoke količine gnojiva, posebice dušičnih, te primjenu različitih sredstava za zaštitu bilja, najviše herbicida, sa visokim, ali nepoznatim udjelom atrazina. Uz to se gnojidba provodi bez poznavanja stvarnih potreba usjeva.
- Nepostojanje evidencije o tome što se, gdje i kada primjenjuje, te koliki se prinosi ostvaruju, kako bi se redovito pratilo unošenje i iznošenje hranjiva, te primjena pesticida.

EKOLOŠKA (ALTERNATIVNA) POLJOPRIVREDA

To je alternativni sustav gospodarenja, koji se odvija pod nadzorom različitih udruga, od kojih je najpoznatija IFOAM (International Federation of Agriculture Movements), odnosno prema Zakonu o ekološkoj poljoprivredi i pratećim pravilnicima (posebna publikacija MPŠ RH). Osim uzgoja stoke i primjene isključivo organskih gnojiva - stajskog gnoja i komposta, prakticira se primjena posebnih pripravaka iz prirodnih stijena, među kojima i materijala za kalcifikaciju. Uzgoj bilja pridržava se čvrstoga plodoreda, a sjetva i sadnja odvija

se prema posebnim pravilima i u astralno odnosno lunarno definiranim razdobljima.

Od ukupne obradive površine koja u Svijetu iznosi 1,44 milijarde u ovom trenutku u svijetu se gospodari na načelima ekološke poljoprivrede koja je bespogovorno sigurni "čuvar okoliša" na površini koja se procijenjuje na nešto više od 12 milijuna hektara. Čak polovica te površine otpada na Australiju, a oko trećina na države Europe, u kojoj napose u tranzicijskim zemljama ekološka poljoprivreda doživljava veliku ekspanziju.

Među brojnim negativnim pokazateljima o stanju poljoprivrede EU u inače svojoj gospodarskoj sadašnjosti, gdje u svakoj minuti u bankrot pada po jedno gospodarstvo, pozitivni su svi oni koji se odnose na ekološku poljoprivredu. Godišnji porast broja poljoprivrednih gospodarstava orijentiranih na ekološku poljoprivredu posljednjih godina iznosi preko 30 %.

Njemačka, Danska i Engleska postavile su cilj do 2010. godine povećati udio ekološke poljoprivrede na 20 %, dok u Švicarskoj, Italiji, Austriji, Švedskoj, Danskoj i Finskoj ekološka poljoprivreda sudjeluje sa 5-10 % u ukupnoj poljoprivrednoj proizvodnji.

Možda je baš za potrebe ove studije važno reći da je Slovenija - susjedna država s kojom graniči vodozaštitno područje Bregana u posljednje tri godine skoro pet puta povećala površine pod registriranim ekološkim gospodarenjem. Ta država ima preko 700 ekogospodarstava ukupne površine od oko 6000 ha.

Usporedbe radi, u Hrvatskoj ima manje od 60 ekogospodarstava, s ukupnom površinom manjom od 2000 hektara. Za pozdraviti je odluka Ministarstva poljoprivrede i šumarstva da se poticaji za ekološku poljoprivredu osiguraju za čak 5000 ha površine, s po 3000 kn/ha za ratarske usjeve odnosno sadni amterijal u voćnjacima i vinogradima.

Za očekivati je da bi ekološka poljoprivreda bila pravo i pouzdano rješenje za zaštitu vode na nalazištima iz kojih se Zagreb opskrbljuje pitkom vodom.

U zaštiti bilja primjenjuju se samo prirodna, za okoliš bezopasna sredstva. Ovaj sustav gospodarenja ima sve šanse za ogromnu ekspanziju. Činjenica da se te šanse ne koriste ipak na svoj način govori o općem odnosu prema poljoprivredi i tradicionalnim rezervama prema ovom zanimanju. Valja reći da znanstvenih istraživanja kojima bi se rasvijetlile neke postavke ekološke poljoprivrede koje izazivaju skepsu stručnjaka i znanstvenika u nas uopće nema. Tu prazninu svakako valja popuniti i u istraživačke programe uvrstiti široke probleme ekološke poljoprivrede. Za ovaj sustav gospodarenja potrebna je i selekcija otpornijih sorata bilja ili povratak potisnutih – napuštenih sorata, a posebno su zanimljiva proučavanja alelopatskih odnosa i različitih oblika konsocijacija, čiji su efekti ugrađeni u uzgoj bilja po ovim postupcima, odnosno prometa organske tvari i njegova utjecaja na hranidbeni potencijal tala i pedohigijenske prilike u tlu.

Na ovom mjestu valja još reći da su zahtjevi za ekološki uzgoj suptilniji u usporedbi s konvencionalnim uzgojem. Što se tiče klime oni se bitnije ne razlikuju, osim što je u konvencionalnom uzgoju uvijek i jednostavnije u odnosu

na ekološki, moguće kompenzirati negativne utjecaje, primjerice gnojidbom lako pristupačnim mineralnim gnojivima. Tako se rizik od negativnog učinka vremenskih prilika smanjuje na manju mjeru. Drugačije je s tlom. Od tla se, osim uobičajenih, poznatih fizikalnih i kemijskih osobina koje utječu na plodnost traži i visoka biološka aktivnost. Ona s jedne strane omogućuje skladnu ishranu bilja, maksimalnu fiksaciju elementarnog dušika putem aerobnih i anaerobnih, simbioznih ili nesimbioznih fiksatora dušika, a s druge brzu razgradnju biljnih ostataka i njihovu transformaciju u blagi humus, koji je inače stup povoljne strukture tla i njegove plodnosti. Zbog tih zahtjeva neka su tla koja u konvencionalnom uzgoju bilja mogu dati solidne prinose nepovoljna za uzgoj u ekološkoj poljoprivredi, a u drugima može bitna ograničenja dolaze još više do izražaja. No, najstroži se zahtjevi u ekološkom uzgoju bilja odnose na sadržaj ekološki rizičnih tvari – teških kovina kao i ostataka zaštitnih sredstava, posebice kloriranih ugljikovodika.

Prihvatanjem Zakona o ekološkoj poljoprivredi (NN br. 12/2001), te pratećih podzakonskih pravilnika (NN, br. 91/01, 13/02, 66/02, 67/02, 81/02 i 85/02) ekološka poljoprivreda ima mogućnosti i zvanično zaživjeti u Republici Hrvatskoj. Između ostalog, Zakonom i navedenim pravilnicima je predviđen upisnik uzgajivača bilja, rad nadzornih stanica i ovlaštenih laboratorija za kontrolu uzgoja bilja i proizvodnje, te prijelazno razdoblje s konvencionalnog na ekološki uzgoj, kao i sva ostala zakonska legislativa potrebna za poticanje ekološkog uzgoja bilja.

Donošenjem Zakona o državnoj potpori u poljoprivredi, ribarstvu i šumarstvu u 2002. godini (NN, br. 87/02) po prvi puta uvedeni su u Hrvatskoj poticaji za ekološku poljoprivredu. Poljoprivredna gospodarstva u ekološkom uzgoju bilja ostvaruju poticaj u biljnoj proizvodnji, stočarstvu i akvakulturi i to jednom godišnje od početka prijelaznog razdoblja.

Hrana proizvedena na ovaj način bit će standardizirana i označena oznakom koja će biti lako prepoznatljiva za svakog konzumenta u zemlji i inozemstvu. U skladu s navedenim znakom (NN, br. 13/02), znati će se koje, kada, gdje i na koji način uzgajio biljku koja je poslužila za proizvodnju hrane, odnosno ostalih poljoprivrednih artikala. Uzgoj poljoprivrednih kultura na ekološki prihvatljiv način pogodan je za područja koja je potrebno štititi od rizičnih postupaka u konvencionalnoj poljoprivredi. Treba ga svakako poticati, pa ako treba i posebnim naknadama za poljoprivredu u vodozaštitnim područjima, dakako ako su ispunjeni i drugi uvjeti za taj uzgoj.

Ekološki prihvatljiva poljoprivreda podrazumijeva maksimalno korištenje bioloških resursa u tlu. Polazi od stajališta da živi organizmi ispunjavaju mnoge bitne zadaće u poljoprivredi, kao što je razgradnja otpada, reciklacija hraniva, zaštita usjeva i domaćih životinja od štetnika, polinacija usjeva, zaštita zemljišnih i vodnih resursa i čuvanje genetskog materijala za križanje odnosno selekciju biljaka i domaćih životinja. Težište se može staviti na čimbenike kojima se stručnim vođenjem proizvodnje može upravljati u agroekosustavu: opskrba

hranjivima, i vodom i zaštita od bolesti i štetnika. Cilj je: zaštititi hraniva i vodu u tlu, a u isto vrijeme potaknuti korisne, a suzbiti štetne organizme.

Značaj biološke komponente u tlu vidi se iz podatka da plodno tlo sadrži 6.700 kg/ha biološke mase. Prosječna biomasa živih organizama po hektaru u gornjih 15 cm plodnog tla iznosi:

- insekata i gujavica po 1.000 kg,
- protozoa i algi po oko 150 kg,
- različitih bakterija 1 700 kg
- gljiva 2 700 kg

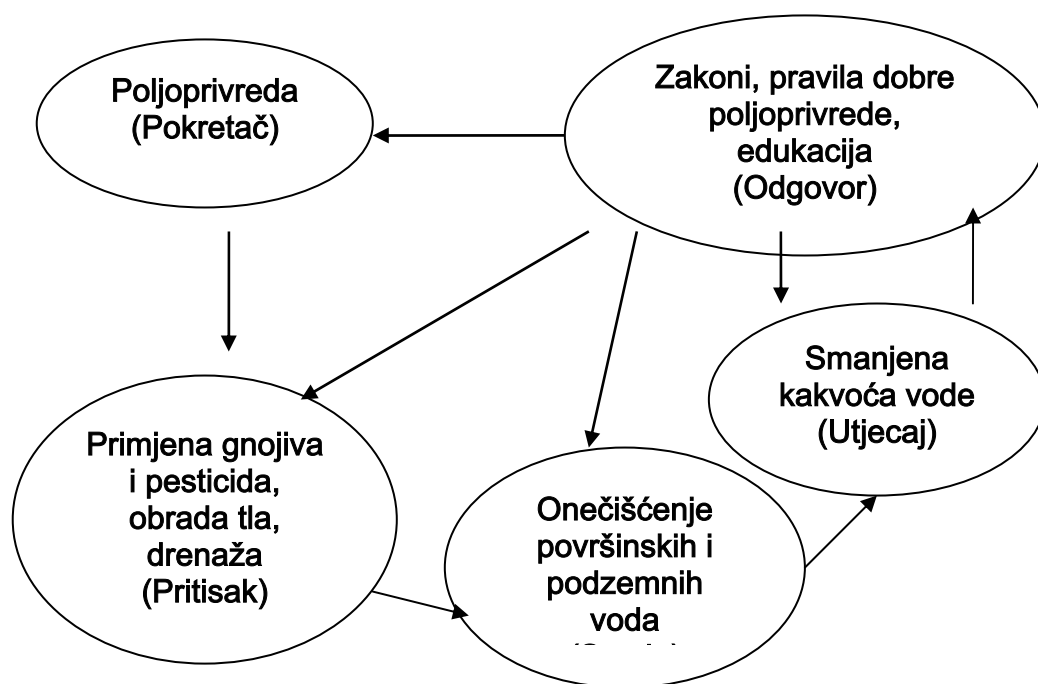
Svi ovi organizmi sudjeluju u razgradnji otpadaka i reciklaciji hraniva. Značajno mjesto u "prometu" organske tvari morao bi zauzeti i stajski gnoj, napose onaj dobiven kompostiranjem, kako bi se spriječio gubitak dušika volatilizacijom. Poticanjem biološke borbe protiv štetnika smanjuje se primjena pesticida. Kombinirano, ova će strategija smanjiti troškove inputa i pomoći u održavanju visoko produktivne, ekološki prihvatljive poljoprivrede.

ALTERNATIVNA POLJOPRIVREDA NA VODOZAŠTITNIM PODRUČJIMA

Onečišćenje vode uvjetovano poljoprivrednim aktivnostima danas je tema koja zaokuplja brojne znanstvenike, ali i širu javnost, posebice u područjima gdje se javljaju problemi vezani uz porast koncentracije nitrata, fosfata, rezidua pesticida, te drugih polutanata u vodi za piće, ali i u površinskim vodotocima. U ravničarskim područjima u kojima se prakticira intenzivna ratarska proizvodnja svakako postoji i značajan unos onečišćenja u akvatične ekosustave, što je uvjetovano većom količinom primijenjenih agrokemikalija, a u nekim slučajevima i organskih gnojiva, pri čemu je pitanje dušika često na prvom mjestu.

Pristup problemu

Stvarni utjecaj poljoprivrede na stanje voda moguće je preciznije odrediti na temelju rezultata višegodišnjih znanstvenih istraživanja, kao i na temelju rezultata monitoringa. Odnos između poljoprivrede i okoliša vrlo je kompleksan, a uvjetovan je značajkama podneblja, tla i reljefa, ekonomskim uvjetima u kojima se poljoprivreda organizira, razini tehnologije, te cjelokupnog sustava gospodarenja prakticiranog na nekom području. «Održivost» poljoprivrede na nekom području može se promatrati prostorno (na razini gospodarstva, županije, poljoprivredne regije, slivnog područja, države,...), vremenski (prema određenom razdoblju), te kroz utjecaj na ekološke resurse (tlo, voda, zrak,...). Razvitak i definiranje indikatora – pokazatelja pritiska provedeno je sukladno ciljevima održivog razvitka, a koriste se na međunarodnoj, nacionalnoj, regionalnoj i lokalnoj razini. Pokazatelji su prikazani prema shemi DPSIR (Driving force, Pressure, State, Impact, Response ili Pokretač, Pritisak, Stanje, Utjecaj, Odgovor):



Danas se indikatori koriste kako bi se prikazale veze između poljoprivrede i potencijalnih opasnosti po onečišćenje vode. U slučaju postojanja dovoljnog broja relevantnih podataka mogu se utvrditi područja na kojima postoji potencijalna opasnost za onečišćenje voda, odrediti pravci djelovanja, te provoditi mjere nadzora provedbe programa. Isto tako, za bolje razumijevanje procesa, te intenziteta utjecaja poljoprivrede na onečišćenje voda potrebna su sustavna ciljana istraživanja, jer se osim poljoprivrede javljaju drugi «pokretači» čije djelovanje se često pripisuje poljoprivredi. Indikatori vezani uz poljoprivredu kao raspršeni izvor onečišćenja, osim statističkih podataka ne mogu se dobro interpretirati bez poznavanja agroekoloških uvjeta, te rezultata višegodišnjih terenskih istraživanja. Mogući utjecaj poljoprivrede na onečišćenje voda osim poznavanja navedenih indikatora za poljoprivredu i vode u značajnoj se mjeri oslanja i na procjene. One se uvijek provode s određenom pogreškom, koja je se može smanjiti ako se koriste suvremeni kompjutorski modeli, za koje su opet potrebni različiti ulazni setovi podataka. Uzajamni odnos pokazatelja za vode i odgovarajućih pokazatelja iz poljoprivrede prikazan je u tablici 9.

Tablica 9. Prikaz potrebnih podataka vezanih uz poljoprivredu kao izvor onečišćenja vode

Indikator za vode	Podatak iz poljoprivrede	Mogući način i mjesto prikupljanja
Indeks emisije teških kovina u vode (udio iz poljoprivrede)	Poljoprivredne površine prema načinu korištenja, Potrošnja mineralnih gnojiva, sadržaj teških kovina u mineralnim gnojivima. Proizvodnja i primjena organskih gnojiva prema vrsti stoke i načinu iznožavanja, sadržaj teških kovina u organskim gnojivima, Sadržaj teških kovina u tlima, iznošenje teških kovina prinosom usjeva, Erozijska količina i kemijski sastav erodiranog materijala	Računski, korištenjem modela, uz odgovarajuće podatke dobivene višegodišnjim terenskim istraživanjima, korištenje relevantnih postojećih baza podataka
Korištenje biljnih hranjiva (N+P)	Poljoprivredne površine prema načinu korištenja, Potrošnja mineralnih gnojiva, sadržaj N i P u mineralnim gnojivima, proizvodnja i primjena organskih gnojiva prema vrsti stoke i načinu iznožavanja, sadržaj N i P u organskim gnojivima. Primjena po ha, količina, vrijeme i način primjene	Evidentirano na razini gospodarstva, županije, sliva
Korištenje pesticida (po ha obradivih površina)	Poljoprivredne površine prema načinu korištenja, Potrošnja djelatne tvari pesticida (herbicida, insekticida, fungicida, ostalo) po ha, količina, vrijeme i način primjene	Evidentirano na razini gospodarstva, županije, sliva
Teret dušika	Poljoprivredne površine prema načinu korištenja, Potrošnja mineralnih gnojiva, sadržaj N u mineralnim gnojivima, proizvodnja i primjena organskih gnojiva prema vrsti stoke i načinu iznožavanja, sadržaj N u organskim gnojivima. Primjena po ha, količina, vrijeme i način primjene. Prinosi usjeva, bilanca dušika, površinsko i podzemno otjecanje vode, uključujući i hidromelioracijske sustave odvodnje, Erozijska količina i kemijski sastav erodiranog materijala	Računski, korištenjem modela, uz odgovarajuće podatke dobivene višegodišnjim terenskim istraživanjima, korištenje relevantnih postojećih baza podataka
Teret fosfora	Poljoprivredne površine prema načinu korištenja, Potrošnja mineralnih gnojiva, sadržaj P u mineralnim gnojivima, proizvodnja i primjena organskih gnojiva prema vrsti stoke i načinu iznožavanja, sadržaj P u organskim gnojivima. Primjena po ha, količina, vrijeme i način primjene. Prinosi usjeva, bilanca fosfora, površinsko i podzemno otjecanje vode, uključujući i hidromelioracijske sustave odvodnje, Erozijska količina i kemijski sastav erodiranog materijala	Računski, korištenjem modela, uz odgovarajuće podatke dobivene višegodišnjim terenskim istraživanjima, korištenje relevantnih postojećih baza podataka
Koncentracija nitrata u podzemnoj vodi	Procjena udjela poljoprivrede kao raspršenog izvora onečišćenja	Prema planu monitoringa, posebice na osjetljivim područjima
Koncentracija fosfora u podzemnoj vodi	Procjena udjela poljoprivrede kao raspršenog izvora onečišćenja	Prema planu monitoringa, posebice na osjetljivim područjima
Rezidui pesticida u podzemnoj vodi	Procjena udjela poljoprivrede kao raspršenog izvora onečišćenja	Prema planu monitoringa, posebice na osjetljivim područjima

REZULTATI RADA

AGROEKOLOŠKE PRILIKE ZA ALTERNATIVNU POLJOPRIVREDU

KLIMATSKE PRILIKE

U ovom slučaju navodimo samo one klimatske pokazatelje koje smatramo važnijom za problem koji ovo poglavlje obrađuje. Podneblje valja tretirati s jedne strane kao čimbenik koji omogućuje jedan, a eliminira drugi potencijalni program uzgoja bilja, ali i kao čimbenik unosa i redistribucije polutanata deponiranih iz zraka ili unijetih u tlo.

Prosječna godišnja količina oborina za Zagreb 869 mm. Najveća prosječna mjesečna količina u lipnju, dok se najmanja prosječna mjesečna količina oborina javlja u veljači.

Tablica 10. MJESEČNA I GODIŠNJA KOLIČINA OBORINA, mm

Postaja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma
Zagreb	49,3	42,9	53,0	65,8	83,0	99,2	88,9	89,0	76,4	75,3	82,1	66,7	869,1

Tablica 11. MAKSIMALNA VISINA OBORINA, mm

Postaja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Max.
Zagreb	33,2	32,6	36,5	31,1	50,4	66,5	59,8	70,6	39,1	41,5	68,1	48,3	70,6

Tablica 12. SREDNJA MJESEČNA I GODIŠNJA TEMPERATURA ZRAKA, °C

Postaja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Srednjak
Zagreb	-0,7	1,7	5,8	10,4	15,1	18,6	20,1	19,2	15,6	10,5	5,6	1,1	10,2

U promatranom razdoblju najveća vrijednost maksimalne visine oborina iznosi 70,6 mm.

Srednja godišnja temperatura zraka u Zagrebu 10,2 °C. Prema toplinskim oznakama riječ je o umjereno toploj klimi. Najhladniji mjesec je siječanj, a najtopliji srpanj.

U promatranom razdoblju u Zagrebu je zabilježena najniža apsolutna minimalna temperatura od -27,3 °C. Negative minimalne temperature ne javljaju se samo u lipnju, srpnju i kolovozu.

Tablica 13. APSOLUTNI MJESEČNI I GODIŠNJI MINIMUM TEMPERATURE ZRAKA, °C

Postaja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ekstremi
Zagreb	-24,0	-27,3	-18,3	-4,4	-1,8	2,5	5,4	3,7	-0,6	-5,6	-12,0	-19,8	-27,3

Tablica 14. APSOLUTNI MJESEČNI I GODIŠNJI MAKSIMUM TEMPERATURE ZRAKA, °C

Postaja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ekstremi
Zagreb	17,2	21,5	24,6	29,4	30,8	34,3	37,5	37,9	32,6	28,3	25,4	16,9	37,9

Tablica 15. TEMPERATURNI PRAGOVI TEMPERATURE ZRAKA*

Postaja	Kardinalne temperature, °C											
	5			10			15			20		
	P	S	Td	P	S	Td	P	S	Td	P	S	Td
Zagreb	10.III	19.XI	254	12.IV	19.X	190	14.V	19.IX	128	13.VI I	19.VI I	6

*P = početak razdoblja, S = svršetak razdoblja, Td = trajanje razdoblja u danima

Tablica 16. MJESEČNA I GODIŠNJA VRIJEDNOST KIŠNOG POKAZATELJA

Postaja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godišnja vrijednost
Zagreb		25,9	9,1	6,3	5,5	5,3	4,4	4,6	4,9	7,2	14,8	63,3	85
Oznaka		ph	h	Sh	sh	sh	sa	sa	sa	h	ph	ph	h

Oznaka: ph = perhumidna, h = humidna, sh = semihumidna, sa = semiaridna,

Tablica 17. MJESEČNA I GODIŠNJA VRIJEDNOST INDEKSA ARIDITETA

Postaja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godišnja vrijednost
Zagreb	63,5	44,2	40,2	38,7	39,7	41,6	35,5	36,6	35,8	44,1	63,3	72,4	42,9

Apsolutni maksimum temperature za isto razdoblje iznosi 37,9 °C.

Prikazani su temperaturni pragovi temperature zraka za temperature od 5, 10, 15 i 20 °C. Razdoblje s temperaturom zraka iznad 5 °C u prosjeku nastupa krajem prve dekade ožujka, a prestaje krajem druge dekade studenog, a prosječno traje 254 dana. Temperaturni prag temperature zraka od 10 °C nastupa 12. travnja, prestaje krajem druge dekade listopada, s prosječnim trajanjem 190 dana, od 15 °C traje 128, a razdoblje iznad 20 °C 6 dana.

Prema modificiranom kišnom pokazatelju Langa područje ima humidnu klimu. Kad je riječ o humiditetu pojedinih mjeseci na istraživanom području su perhumidni (siječanj, veljača, studeni i prosinac), dok su humidni ožujak, travanj i listopad. Svibanj je semihumidan, a lipanj i srpanj su semiaridni do semihumidni. Kolovoz i rujanj u prosjeku su semiaridni.

Prema vrijednostima godišnjeg indeksa ariditeta područje ima egzoreični tip klime. Godišnja vrijednost indeksa ariditeta uvijek je veća od 40 (tab. 26.). Najniže prosječne mjesečne vrijednosti indeksa suše odnose se na kolovoz i rujanj.

Za ocjenu potencijalnog intenziteta ispiranja različitih tvari iz poljoprivrednog tla važni su pokazatelji bilance vode u tlu.

Tablica 18. BILANCA VODE U TLU

Sta	IZVANVEGETACIJSKO RAZDOBLJE						VEGETACIJSKO RAZDOBLJE								Σ god.
vke	XI	XII	I	II	III	Σ	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Σ	
VIŠEGODIŠNJI PROSJEK 1991-2000.															
SET	14,2	1,4	0,5	5,1	24,6	45,8	53,2	94,0	120,7	133,2	79,2	74,6	41,4	596,3	642,0
M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	42,5	0,0	0,0	42,5	42,5
V	71,8	73,6	42,5	34,9	19,4	242,2	12,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,8	255,0
VLAŽNA 1995. GODINA															
SET	4,2	3,2	0,1	14,8	20,9	43,2	59,0	91,0	113,2	150,9	114,7	71,1	48,1	648,0	691,2
M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0
V	39,7	59,2	62,4	74,0	44,4	279,7	0,0	12,5	31,7	0,0	0,0	68,4	0,0	112,6	392,3
SUŠNA 2000. GODINA															
SET	26,0	8,2	0,0	12,0	25,1	71,3	64,5	92,4	105,7	75,3	17,5	57,5	49,1	462,0	533,2
M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	19,3	46,6	110,3	12,8	0,0	189,0	189,0
V	0,0	63,7	25,8	26,5	21,9	137,9	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	142,5

Oznake: SET = Stvarna evapotranspiracija u mm - količina vode koja se stvarno izgubi iz tla evaporacijom i transpiracijom zajedno; M = Manjak vode u tlu u mm i V = Višak vode u tlu u mm

Kako se vidi u desetogodišnjem prosjeku javlja se manjak oborina u kolovozu, a u prosjeku se višak javlja u izvanvegetacijskom razdoblju. U godinama bogatim oborinama, kao što je bila npr. 1995. javlja se višak vode od 392,3 mm. Tako velik višak uzrokuje intenzivno descedentno kretanje vode i ispiranje tla, čemu pogoduje i visoka propusnost ovih tala. U godini kao što je bila 2000. kad aje zabilježen nedostatak oborina od 189 mm u vegetacijskom razdoblju, u izvanveegtacijskom periodu zabilježen je višak od 142,5 mm oborina.

S obzirom na relativno veliki višak oborinskih voda u izvanvegetacijskom razdoblju, u svim klimatskim prilikama, prilikom izbora proizvodnog programa valja respektirati potrebu da tlo što kraće vremensko razdoblje bude bez vegetacijskog pokrova, kako bi se svelo na minimum ili izbjeglo ispiranje različitih onečišćenja, napose nitrata, ali i kalcija, magnezija, kalija i drugih kationa do vodonosnih slojeva podzemne vode koja se već koristi ili se kani koristiti za opskrbu Zagreba pitkom vodom. Za realizaciju toga zahtjeva na vodozaštitnom području postoje realni uvjeti, a da interesi aktualnih posjednika ne budu zakinuti.

Zaključno se može utvrditi da vodozaštitno područje ima pogodne klimatske uvjete za uzgoj praktički svih oraničnih i povrtnih kultura kontinentalnog područja.

ZNAČAJKE TLA

Gotovo sva oštećenja vode potječu iz tla. Nema čiste vode u/i ispod nečistog tla! Stoga je bjelodano jasno da je pravilno gospodarenje tlom najpouzdaniji put za djelotvornu zaštitu vode. Za razumijevanje problema potrebno je ponajprije upoznati sve uloge tla, koje ga čine manje ili više povoljnim za uzgoj bilja, uključujući dakako i pogodnost za korištenje u ekološkoj poljoprivredi.

ULOGE TLA U PROSTORU

Uloga tla u opskrbi biljke edafskim čimbenicima

Najznačajnija, nezamjenjiva i primarna uloga tla je *opskrba biljke vodom, zrakom i hranjivima*, što omogućuje proizvodnju biomase - organske tvari fotosintezom. U toj ulozi tlo je nezamjenjiv čimbenik biljne proizvodnje u poljoprivredi. Proizvodnjom organske tvari u poljoprivredi i šumarstvu čovjek podmiruje "prehrambene" i "neprehrambene" potrebe. S druge strane, načinom korištenja tla poljoprivreda i šumarstvo utječu na okoliš – prirodne i antropogenizirane terestričke i akvatične ekosustave pa stoga imaju i veoma značajnu ekološku ulogu.

Ekološko - regulacijska uloga tla

Za predmet razmatranja ove studije ova je uloga poljoprivrednog tla ujedno i najvažnija. Jer, u toj ulozi tlo može čuvati vodu od onečišćenja, ali i jednako tako biti izvor emisije onečišćenja u vodu.

- Tlo kao prijemnik (akceptor), sakupljač (akumulator) i izmjenjivač (transformator) onečišćenja

Tlo ima značajno mjesto u biološkom kruženju tvari i energije. S obzirom na smještaj "između" litosfere i atmosfere, neposredni kontakt s hidrosferom i antroposferom, odnosno biosferom, tlo ima *ulogu prijemnika (akceptora) tvari* koje se hotimično ili nehotice, kontrolirano ili kao posljedica incidenta ili prirodne katastrofe emitiraju iz tih sfera u okoliš, a ekološki su relevantne za sve članove biosfere, bilo da imaju pozitivan ili negativan utjecaj. Te tvari se u tlu mogu nakupljati pa tlo ima ulogu njihova *sakupljača (akumulatora)*, zahvaljujući mehaničkoj, fizikalnoj i fizikalno-kemijskoj sorpciji tih tvari. Ovoj skupini tvari pripadaju kao najvažnija skupina sva biljna hranjiva koja čovjek hotimice i «s dobrom namjerom» unosi u tlo gnojdbom, kao i zaštitna sredstva (pesticidi). I hranjiva i pesticidi dolaze u tlo s drugom namjenom. Izlazeći iz tla u druge sfere, u ovom slučaju u hidrosferu te tvari postaju onečišćivači, a tlo izvor emisije onečišćenja.

Osim toga, tvari sakupljene u svojoj masi, napose organske, pomoću mikrobiološkog kompleksa tlo može izmijeniti pa ono ima ulogu *izmjenjivača (transformatora) tih tvari*. Primjerice, ekološki jako relevantne i agresivne tvari kao što su pesticidi ili nafta i njezini derivati tlo postupno razgrađuje u ekološki bezopasne oblike, pri čemu nije isključena ni mogućnost da se u toj transformaciji jave i tvari još veće toksičnosti od izvorne tvari.

- Tlo kao pročistač (filter) vode

Za predmet našega razmatranja, za sve terestričke i akvatične ekosustave u odgovarajućem riječnom slivu, napose za zaštitu podzemne vode od različitih onečišćenja, ova odlika tla od ključnog je značaja. Tlo je djelotvoran *univerzalni, prirodni pročistač-filter za vodu*, koja kroz tlo prodire u podzemlje. Za funkcioniranje terestričkih i akvatičnih ekosustava, napose za zaštitu podzemne

vode od različitih onečišćenja ova značajka tla od stožerne je važnosti. Putem koloidnog kompleksa tlo veže različite tvari, koje u procesu prirodnog kruženja tvari, odnosno u hranidbenom lancu pristižu u tlo u obliku "suhih" aerodepozicija, kao prašina, ili putem oborinske vode, kao "mokra depozicija" ili kisele kiše. To vrijedi i za ekološki rizične tvari, dakle različite onečišćivače - polutante. Tako tlo u ulozi univerzalnog pročistača čisti - filtrira oborinsku vodu i štiti podzemnu vodu, a preko nje i akvatične ekosustave (vodotoke, jezera i more) od onečišćenja. Značaj filtracijske i puferizacijske sposobnosti tla vidi se iz podatka da 65 % pučanstva Europe pokriva potrebe vodom iz podzemne vode. Filtracijsko djelovanje tla ovisi o njegovoj sorptivnoj sposobnosti, koju opet određuju poznati mehanizmi sorpcije, koje ćemo najprije ukratko opisati:

- *Mehanička sorpcija* predstavlja mehaničko zadržavanje čestica suspendiranih u vodi koja se kreće kroz masu tla. Tlo djeluje poput sita različitog promjera otvora - od velikih, kao što su hodnici različitih glodavaca, hodnici glista i pukotine, do malih - kapilarnih dimenzija. Čestice suspendirane u vodi zadržat će se u porama, čiji je promjer manji od promjera tih čestica pa će descedentno, u dublje slojeve i podzemnu vodu otjecati očišćena voda. Ili, kroz suho, ispućano tlo, u podzemnu vodu će se ispirati čak i veće čestice – strukturni agregati i ulomci tla, a kada se ono navlaži propusnost će se značajno smanjiti.
- *Fizikalna sorpcija* se odvija utjecajem fizikalnih sila, kao što su sile površinske napetosti, kojima se veže higroskopna, opnena i kapilarna voda. Prve dvije su nepokretne pa onečišćenja u njima ostaju stanovito vrijeme nepokretna, dok se kapilarna voda kreće u tlu u svim smjerovima, i na taj način omogućava distribuciju onečišćenja u masi tla.
- *Kemijska sorpcija* odvija se putem kemijskih reakcija, kojima onečišćenja prelaze u netopivi-ekološki bezopasan oblik. Unošenjem u tlo aktivnih tvari, koje će vezati onečišćenja, i oslobađati ih postupno, tako sporo i u tako malim količinama da neće ugroziti vodu i biljku koja prima te tvari, niti biosferu tla idealan je način djelotvorne zaštite vode od onečišćenja.
- *Fizikalno-kemijska sorpcija-adsorpcija* najpoznatiji je i najvažniji način zaštite podzemne vode, napose od ionskih - kationskih onečišćenja. Naime, koloidni kompleks tla, u kojemu su najvažnije komponente humus i glina, ima sposobnost vezati ione suprotnog naboja silama dovoljno snažnim da ih zaštiti od ispiranja, a da ostanu biljci pristupačni. Najvažniji pokazatelj ove sposobnosti je kapacitet adsorpcije tla, koji govori koliko onečišćivača se može vezati u masi tla. Ta vrijednost zavisi najviše o količini humusa, koji ima najveći kapacitet adsorpcije, zatim o količini i vrsti minerala gline. Najveći kapacitet ima montmorilonitna glina - bentonit, slijedi ilitna, a najmanji je kapacitet adsorpcije kaolinitne gline. Aktivna površina 1 g montmorilonita veća je od 700 m². Jasno je da se na tu, ogromnu površinu mogu vezati velike količine kationa.

Utjecajem na sadržaj humusa i gline, zemljoradnik može utjecati na povećanje ili smanjenje kapaciteta adsorpcije. Poznavanje mehanizma adsorpcije, a napose strukture montmorilonitnih minerala gline koristi se praktično za zaštitu

podzemne vode. Poznati su preparati na bazi zeolitnog tufa, u kojima zeolitna komponenta ima ulogu sličnu montmorilonitu - vezanje onečišćenja fizikalno-kemijskom sorpcijom. Na taj se način onečišćenja zadržavaju u gornjim slojevima tla pa se jedan dio onečišćenja, napose organska, inaktiviraju mikrobiološkim putem, dio se kemijski veže u netopive ili manje topive oblike, jedan dio bude primljen od strane korijena viših biljaka, a preostali se postupno otpušta u otopinu tla, odnosno u podzemnu vodu.

- *Biološka sorpcija* odnosi se na vezanje ekološki rizičnih tvari – onečišćivača, u žive organizme, poglavito biljnu masu. Na taj način priječi se ispiranje tih tvari u podzemnu vodu, a tlo se čisti od njih, napose ako se biljna masa odstranjuje s tla. Na taj će se način, izborom biljaka koje imaju selektivnu sposobnost primanja nekih komponenata, primjerice teških kovina, tlo čistiti od tih, ekološki štetnih tvari. Naravno, otvoreno je pitanje: kamo s organskom masom onečišćenom primjerice teškim kovinama? Najopasnije je ako se ona kompostira pa ponovo vraća u tlo, kao što je slučaj s kompostima koji do nas nalaze put iz inozemstva, gdje je njihovo korištenje, upravo zbog sadržaja onečišćenja zabranjeno. Dodajmo da je kapacitet vezanja različitih tvari u tlu ograničen, pa se tlo u ulozi filtera, i samo može onečistiti. Ta onečišćenja putem bilja se mogu uključiti u biosferu, odnosno u lanac animalne i humane ishrane. Ima stanovitih naznaka da bi se ovaj problem mogao djelotvorno riješiti pomoću transgenih biljaka, koje će imati sposobnost selektivnog primanja različitih onečišćenja.

Tlo kao univerzalni pufer

Tlo je univerzalni pufer, koji inaktivira tvari koje suhom ili mokrom depozicijom ulaze u njegovu masu ili se pak oslobađaju mineralizacijom organske tvari. Kisele komponente tlo puferira pomoću kationa, kao što su natrij, kalcij, kalij, magnezij i dr., i tako se odupire većim promjenama reakcije tla. Puferizacija se vrši i drugim mehanizmima, kao što je vezanje stranih tvari na adsorpcijski kompleks. Računa se primjerice, da se preko 99 % pesticida koji ulaze u tlo inaktivira na ovaj način, prelazeći u netoksične - ekološki irelevantne tvari. Ostatak, premda malen, može ugroziti podzemnu vodu u područjima s primjenom većih doza pesticida. Nazočnost nekih tvari u tlu, kao što je primjerice bakar, može neizravno, utječući na smanjenu biološku aktivnost, usporiti ili smanjiti razgradnju ostataka pesticida. Taj se problem javlja u vinogradarskim područjima.

Kapacitet puferizacije tla, dakle njegove sposobnosti vezanja i inaktivacije tvari je ograničena i promjenjiva vrijednost. Od trenutka kada adsorpcijski kompleks tla bude zasićen, tlo postaje izvor emisije onečišćenja u podzemnu vodu. Metafora poznata pod imenom "kemijska tempirana bomba" odnosi se upravo na trenutak kada mehanizam puferizacije tla zbog vanjskih utjecaja, kao što je primjerice pretjerana emisija štetnih tvari u tlo naglo popusti, i tlo postaje nagli - eksplozivni izvor emisije onečišćenja u podzemnu vodu.

Klimatsko regulacijska uloga tla

Tlo je središnja karika u lancu biotransformacije organskog ugljika. Ono utječe na sadržaj i ukupnu količinu CO₂ i drugih plinova koji uzrokuju tzv. "učinak staklenika". Globalno gledajući, ukupna količina organskog ugljika u tlu - humosferi, trostruko je veća nego u nadzemnoj biološkoj masi: u ekvatorijalnom području je podjednaka, a u aridnom – stepskom području deseterostruko je veća količina u tlu nego u nadzemnoj masi. Nema više nikakve dvojbe da je krčenje šuma i preoravanje prerija i stepa te ekspanzija poljoprivrede u 19. i 20. st., uzrok emisije ugljičnog dioksida u atmosferu, u količini koja je očito utjecala na klimatske promjene na Zemlji. IPCC (Intergovernment Panel on Climate Change), na svom zasjedanju 1995, iznosi tvrdnju da 25 % CO₂, koji uzrokuje tzv. «učinak staklenika» otpada na poljoprivredu. Zbog toga se svjetski znanstvenici nalaze pred novom zadaćom; kreirati zahvate u proizvodnji hrane bez povećanja emisije CO₂! Najveće promjene zbog toga predviđamo u pristupu obradi tla. Obrada sutrašnjice bit će koncipirana tako da zadržava ugljik iz biljnih ostataka u tlu, i/ili na tlu, i tako smanji aerobne procese mineralizacije organske tvari tla, emisiju CO₂ i učinak staklenika. O kojim se relacijama globalno radi rječito oslikava procjena da se godišnje na poljoprivrednim površinama na Zemlji proizvodi oko 3,4 milijarde tona biljnih ostataka. Prosječno se oko 15 % ugljika iz tih ostataka veže u pasivni organski ugljik tla - SOC (Soil organic carbon), što se procjenjuje na 200 milijuna tona C godišnje. Procjenjuje se da godišnje povećanje sadržaja CO₂ u atmosferi iznosi 3,2 milijarde tona. Jedan od važnih i djelotvornih putova smanjenja te količine, je vezanje ugljika u organskom obliku u tlu, odnosno pravilno «upravljanje» organskim ugljikom tla. Na raspolaganju su nam dvije mogućnosti. Prva je, vezati ga u biljnim ostacima usjeva i zadržati na ili u tlu, u obliku malča, ili stimulirati humifikaciju, i "usmjeravati" ga u trajni humus. Druga je mogućnost, koristiti gnojdbenu vrijednost organske tvari biljnih ostataka i humusa u tlu i stimulirati njihovu mineralizaciju – oslobađanje.

Naša je procjena (*Mesić i sur., 2000*), da je ukupna emisija CO₂ iz hrvatske poljoprivrede – stočarstva, proizvodnje mineralnih gnojiva, spaljivanja biljnih ostataka i emisija iz tla – disanjem biosfere tla i korijena bilja 1995. god. iznosi 3,62 milijuna tona, od čega disanje iz tla iznosi 0,72 milijuna tona CO₂. Naša procjena (*Bašić i sur., 1998*), da se u Hrvatskoj u pasivni oblik ugljika – trajni humus u tlu, godišnje veže oko 225 000 tona ugljika!

Procjenjuje se da bi prijelaz s konvencionalne na konzervacijsku obradu, promoviran na 14. ISTRO konferenciji (Pulawy 1997) imao za globalnu posljedicu povećano vezanje ugljika u tlo u količini od 1,5 - 4,9 milijardi tona.

Uz put rečeno, očito je da zamisli laika, koji insistiraju na prehrani čovječanstva korištenjem isključivo organskih gnojiva, također vode u svojevršno bespuće. Naime, pretpostavimo li da se po nekom scenariju ta mogućnost i ostvari, «doprinos» poljoprivrede učinku staklenika bi se povećao, ubrzalo bi se globalno zatopljenje, sa svim posljedicama koje ta pojava sobom donosi.

Tlo kao izvor genskog bogatstva i zaštite biološkog raznovrsja

Tlo je stanište i genski rezervat brojnih mikro i makro organizama, odnosno pedoflore i pedofaune tla. Dobro, plodno tlo mora imati primjerenu biološku aktivnost i pokazivati veliko biološko raznovrsje. Biološka degradacija tla nerazdvojno je povezana s degradacijom fizikalnih i kemijskih značajki. Težina ugljika u tlu procjenjuje se na 1550 milijardi tona, dvostruko je veća nego u atmosferi, gdje iznosi oko 750 milijardi

tona, a trostruko veća nego u svim živim organizmima (biosferi) na Zemlji, koja se procjenjuje na 550 milijardi tona. To dakako predstavlja ogromno genetsko bogatstvo, iz kojega će se crpsti genetski materijal za različite potrebe poljoprivrede budućnosti. Biotehnologija traži put za upravljanje korisnih procesa u tlu u željenom smjeru. Mogućnosti su u tom pogledu nepredvidive i gotovo neiscrpne.

Primjerice, za temu studije je zanimljivo da se djelotvorna, ekološki pouzdana ekstrakcija teških kovina iz tla očekuje upravo od genetski modificiranih biljaka „specijaliziranih“ za primanje svih teških kovina i „čišćenje tragova industrijske epohe čovječanstva“ iz tla. Naime, do sada poznate „prirodne“ biljke – čistači primaju samo po jednu-dvije teške kovine.

Prostorna uloga tla

Tlo pruža prostor za širenje urbanih sredina, prometnica, rekreacijskih površina, deponija za odlagalište otpada, pa se danas oko 2 % ukupne površine tala Europe nalazi pod zgradama.

Suvišno je napominjati da se te površine s pravom smatraju trajno izgubljenim za proizvodnju hrane i tretiraju kao trajni – nepovratni gubitak tla. Apsurdno je zahtijevati da se taj proces potpuno zaustavi, ali ga bez sumnje, svakako treba staviti pod nadzor.

Tlo kao “nositelj” infrastrukture

Sva infrastruktura – gradske sredine, naselja, ceste, zračne luke, vodne akumulacije izgrađene su na tlu. Nikako nije svejedno dali su trase cesta i lokacija raznih objekata na jednom ili drugom tlu. Prilikom donošenja odluka o tom pitanju valja težiti rješenjima koja će što je moguće kraćom trasom presijecati primjerice riječne doline s plodnim tlima. Nestručne odluke o lokaciji mogu prouzročiti trajne i nesagledive posljedice za korištenje tih objekata.

Tlo kao odlagalište

Tlo se koristi i kao odlagalište različitih tvari, uključivo industrijskog otpada i otpada iz domaćinstava. Djelotvornost odlagališta uvelike zavisi o tlu na kojemu je ono locirano. O odlaganju u vodozaštitnoj zoni sve smo kazali već u proslavu.

Tlo u oblikovanju krajobraza

Ključnu ulogu u oblikovanju krajobraznih vrijednosti ima tlo, jer ono određuje moguće načine korištenja prostora. Od početaka civilizacije do danas čovjek je u prirodne krajobraze «utisnuo» svoje «poruke», mijenjajući prirodnu vegetaciju, a unoseći u prostor poljoprivredu stvara «kulturni krajobraz». Zaštita krajobrazne raznolikosti nerazdvojna je od zaštite tla u prostoru. Poljoprivreda i gospodarenje tlom izravno utječu i na izgled krajobraza, mogućnost razvitka ruralnog turizma, korištenje u svrhu rekreacije i dr. Svaki kutak Hrvatske ima posebnosti poljoprivrede već danas zanimljive i kao dio turističke ponude. Kako se čini, taj će značaj sutra biti još veći.

Tlo kao izvor sirovina

Tlo je značajan izvor sirovina, napose za građevnu industriju, kao što je proizvodnja cigle, zatim iskop gline za keramičarski obrt i industriju, korištenje pijeska i šljunka kao građevinskog materijala, korištenje treseta ili pak boksita kao sirovine za proizvodnju aluminijske. Eksploataciju navedenih sirovina nerazdvojno prati oštećenje tla otvorenim kopovima, odnosno prekrivanjem plodnih tala tim materijalima. Računa se da je približno 0,05 do 0,1 % površine tala Europe uništeno otvorenim kopovima za potrebe rudarstva, a to nisu male površine. U nas se primjerice, što na poljoprivrednom, što na šumskom zemljištu nalazi(lo) više od 3.000 tzv. isplačnih jama INA Naftaplina, u kojima je deponiran otpad, koji prati naftne i plinske bušotine od kojih je jedan dio saniran.

Kulturna uloga tla - tlo kao povijesni medij

Tlo je značajan povijesni medij, jer se u njemu nalaze konzervirani različiti arheološki artefakti i paleontološki materijal, koji služe kao izvori informacija za rekonstrukciju geoloških pretpovijesnih i povijesnih događaja na određenom prostoru. Za datiranje povijesnih događaja i promjena, arheologija se oslanja upravo na te ostatke.

Zbog raznovrsnih, a tako značajnih uloga tla s pravom se koristi krilatica:

Gospodarenje tlom = gospodarenje životom !

Međutim, sustavno prikupljanje podataka o stanju tla na regionalnoj, kontinentalnoj i globalnoj razini pokazalo je nažalost opravdanom krilaticu s kojom neke države pristupaju sustavnoj zaštiti tla:

S_(ave) O_(ur) S_(oils) to S_(ustain) O_(ur) S_(ocieties)!!!
SPASIMO NAŠA TLA DA BI ODRŽALI NAŠE ZAJEDNICE !!!

Glavna je zadaća kreacija sustava gospodarenja tlom na način koji će kod svih korisnika tla prouzročiti minimalna oštećenja prethodno nabrojanih uloga (funkcija) tla. Na stanoviti način to uključuje i reviziju poljoprivrednih proizvodnih sustava, kako bi se na jednoj strani smanjila prehrambena

nesigurnost u siromašnim državama Svijeta, a na drugoj oštećenja tla smanjila na prihvatljivu razinu. Rezultati dosadašnjih istraživanja oštećenja tla prikupljeni do sada nedostatni su za ocjenu stanja tala Hrvatske.

Analiza postojećeg stanja

Problemi vezani uz određivanje alternativnih zahvata u poljoprivredi na području vodocrpilišta koja su prikazana u ovoj studiji mogu se zažeti u tri osnovne skupine:

1. Stanje teških kovina u tlu, te mogući utjecaj na poljoprivredu i kakvoću vode
2. Utjecaj poljoprivrede na sadržaj dušika i fosfora u tlu (obrađa tla, gnojidba organskim i mineralnim gnojivima), te na opasnost njihovog ispiranja i nakupljanja u podzemnoj vodi
3. Utjecaj poljoprivrede na nakupljanje rezidua pesticida u tlu, te mogućnost njihovog ispiranja u podzemnu vodu

STANJE TEŠKIH KOVINA U TLU, TE MOGUĆI UTJECAJ NA POLJOPRIVREDU I KAKVOĆU VODE

Temeljem rezultata ranijih istraživanja citiranih u prethodnom tekstu unaprijed smo onečišćenje tala teškim kovinama očekivali kao najozbiljniji problem i ograničenje za korištenje tala vodozaštitnih područja u poljoprivredi općenito, a napose u svim alternativnim sustavima uzgoja bilja kao što je primjerice ekološka poljoprivreda.

Naime, sva su dosadašnja istraživanja pokrivala cijelo područje Zagrebačke županije ili Grada Zagreba. Zastupljenost fluvijativnih tala na kojima je bilo realno očekivati najveća onečišćenja srazmjerno je mala u ukupnoj površini Županije. Nevolja je međutim u tome što ona prevladavaju upravo na vodozaštitnim područjima. A pokazuju povećanu onečišćenost.

Naša se bojazan pokazala opravdanom. Stoga ovoj temi pridajemo posebnu pozornost.

Općenito o teškim kovinama

Teške kovine su središnji ovovremeni problem ekologije, a napose agroekologije. Po definiciji teške kovine su elementi čija je relativna gustoća (specifična težina) veća od 5,0, ali je pojam proširen tako da obuhvaća i tvari koje se inače nazivaju "potencijalno toksični elementi", a uopće ne spadaju u kovine. Tako se, uzimajući za kriterij ponajprije njihove kemijske značajke i ekološke učinke u ovu skupinu ubrajaju i lake kovine (Al i Be), i «polukovine» ili «metaloidi» (Se, As, i Sb), odnosno fluor. Prirodna distribucija tvari koje se u agroekologiji proučavaju pod terminom teške kovine prigodom formiranja litosfere nije ugrozila širenje biosfere na Zemlji, ali je sigurno utjecala na rasprostranjenost i strukturu spontanog terestričkih i akvatičnih biocenoza. Antropogena redistribucija počinje

u “metalno doba”, vrhunac dostiže na vrhuncu “industrijske epohe”, prouzročila je njihov prodor u “biološki lanac” prirodnih ekosustava. Neke značajke teških kovina prikazujemo u tablici.

Tablica 22. FIZIKALNE I KEMIJSKE ZNAČAJKE TEŠKIH KOVINA

ELEMENT	VALEN- CIJA	PRIROD NI IZOTOPI	SPECIFIČNA TEŽINA (Mg m ⁻³)	DOMINANT NI OBLIK U TLU	DOMINANTNI OBLIK U OTOPINI TLA	
					pH 3.5-6.0	pH 6.0-8.5
Kadmij - Cd	2	8	8.65	Cd ²⁺	Cd ²⁺ , CdCl ⁺ , CdSO ₄ ⁰	Cd ²⁺ , CdCl ⁺ , CdSO ₄ ⁰
Krom - Cr	2, 3, 6	4	7.19	Cr ³⁺ , CrO ₄ ²⁻	Cr ³⁺ , CrOH ²⁺	Cr(OH) ⁻ ₄
Kobalt - Co	2, 3	1	8.90	Co ²⁺	-	-
Bakar - Cu	1, 2	2	8.94	Cu ²⁺	Cu ²⁺ , Cu-org.	Cu-hidroksidni oblik, CuCO ₃ ⁰ , Cu-org.
Željezo - Fe	2, 3	4	7.87	Fe ²⁺ , Fe ³⁺	Fe-hidroksidni oblik, Fe-org.	Fe-hidroksidni oblik, Fe-org.
Olovo - Pb	2, 4	4	11.35	Pb ²⁺	Pb ²⁺ , PbSO ₄ ⁰ , Pb-org.	Pb-hidroksidni i karbonizirani oblik, Pb- org.
Mangan - Mn	2, 3, 4, 7	1	7.44	Mn ²⁺ , Mn ⁴⁺	Mn ²⁺ , MnSO ₄ ⁰ , Mn-org.	Mn ²⁺ , MnSO ₄ ⁰ , MnCO ₃ ⁰
Živa - Hg	1, 2	7	13.54	Hg ²⁺ , (CH ₃) ₂ Hg	-	-
Molibden - Mo	6	7	10.22	MoO ₄ ²⁻	-	-
Nikal - Ni	2, 3	5	8.91	Ni ²⁺	Ni ²⁺ , NiSO ₄ ⁰ , Ni-org.	Ni ²⁺ , NiHCO ₃ ⁺ , NiCO ₃
Cink - Zn	2	5	7.14	Zn ²⁺	Zn ²⁺ , ZNSO ₄ ⁰ , Zn-org.	Zn ²⁺ , Zn- hidroksidni i karbonizirani oblik, Zn- org.

Treba reći da je posebna neugodnost što je razlika između bezopasne ili čak neophodne doze (kada su u pitanju biogeni elementi) i one koja je za biljku toksična vrlo mala, da neke razlike ovise o razvojnem stadiju biljke. A da bi problem bio još složeniji između teških kovina i biljke, odnosno korijenovih dlačica javljaju se različiti odnosi – sinergistički ili antagonistički. Ti su odnosi često nejasni i ovisni o kemijskim značajkama tla. Ekološka relevantnost teških kovina zavisi o značajkama svakog od njih, odnosno o odnosima u sustavu tlo – biljka, i to onim koji mu omogućavaju vezanje i nakupljanje u tlu, zatim značajkama koje ga čine više ili manje pristupačnim za biljku i domaću životinju.

Tablica 23. TEŠKE KOVINE U SUSTAVU TLO-BILJKA-DOMAĆA ŽIVOTINJA

ELEMENAT	NAKUPLJANJE U TLU	PRISTUPAČNOST BILJCI	TOKSIČNOST ZA		ZNAČAJ
			BILJKU	DOMAĆU ŽIVOTINJU	
I. Teške kovine dokazano visoko štetnog djelovanja, široke rasprostranjenosti					
Kadmij - Cd	+ do ++	++ do +++	+++	++++	KRITIČAN
bakar - Cu	+++	++ do +++	+	+	+ do ++
Olovo - Pb	+++	+++	+	+ do +++	++
Nikal - Ni	+ do +++	+ do ++	++	+	+ do ++
Cink - Zn	++	+	++	+	+
Živa - Hg	+++	+++	+++	+++	++
Arsen - As	+++	+	++	++	+
II. Teške kovine dokazano štetnog djelovanja, lokalnog značaja					
Krom - Cr	+++	+++	+	+	+
Kobalt - Co	+++	++ do +++	++	+	+
Molibden - Mb	+ do ++	+	+	++	+
Fluor - F	+++	++	+	++	+
III. Sumnjive tvari čije se djelovanje tek ispituje					
Selen - Se	++ do +++	++	+	+++	+
Vanadij - V	++	+++	++	+	+
++++ = vrlo velik, +++ = velik, ++ = osrednji, + = malen					

++++ = vrlo velik, +++ = velik, ++ = osrednji, + = malen

U nekim državama je vanadij iz III. skupine - «čekaonice» premješten u II. skupinu, a u «čekaonicu» uključen barij – Ba, kao element koji se smatrao sličnim kalciju – vrlo povoljnim u tlu. Nije tomu davno da je kadmij, danas vodeći onečišćivač, zbog neznanja, bez ikakve bojazni korišten za baterije, koje su putem komposta iz gradskog smeća onečistile značajne površine prigradskih tala Europe, baš onih s kojih se gradovi opskrbljuju povrćem. Svaka sličnost s Jakuševcem nije slučajna.

Mehanizmi toksičnog utjecaja teške kovine na biljku su jako različiti; utjecajem na propusnost stanične membrane (Cd, Cu, Hg, Pb, F), reakcijom sa sulfhidrilnom - SH skupinom (Hg, Pb), kompeticijom sa drugim biogenim elementima (As, Se, F), afinitetom za reakciju s visokoenergetskim ADP i ATP u biljci (sve teške kovine), i dr. Osjetljivost različitih usjeva na teške kovine vidi se iz priložene tablice.

Tablica 24. OSJETLJIVOST USJEVA NA TEŠKE KOVINE

USJEV	Zn	Fe	Mn	Mo	Cu
Ječam	++	+++	++	+	+++
Kukuruz	+++	++	+	+	++
Krumpir	++	-	++	+	+
Riža	++	+++	++	+	+++
Soja	++	+++	+++	++	+
Šećerna repa	++	+++	+++	++	++
Pšenica	+	+	+++	+	+++

Inače, sve teške kovine potječu iz prirodnih izvora (geogeno porijeklo-matična stijena), a u tlo ulaze na različite načine.

Realno je za pretpostaviti mogućnost da je povećan sadržaj teških kovina u tlima na vodozaštitnim područjima posljedica emisije teških kovina iz rudnika i rudničkih ostataka rudnika Trbovlje iz gornjeg toka Save istaloženih za vrijeme poplava Save koje su u prošlosti bili redovita pojava.

Kadmij – Cd

Kadmij je apsolutno najopasnija teška kovina u okolišu i tlu i element kojemu se danas posvećuje najveća pozornost. U poljoprivredna, napose vrtna tla zapadne Europe unešen je primjenom komposta iz gradskog smeća i mulja, u koji se najviše unosi industrijskim otpadnim vodama (galvanizacija) i istrošenim baterijama, onodobno na bazi Cd, koji je zbog toga i zabranjen.

Prirodni sadržaj: u litosferi 0,13 mg/kg, u tlu 0,1-1 mg/kg zrakosuhog tla, a u biljkama 0,05-0,2 mg/kg suhe tvari.

Imisija iz atmosfere: 3,6 - 108 g/ha/godišnje, a u blizini izvora emisije 36-100 mg/m² godišnje.

Iznošenje - emisija: ukupno 1-26 g/ha/god, u podzemnu i površinsku vodu 1-3 g/ha/god., a u prinosu do 8 g/ha/god.

Odnosi u tlu: sadržaj Cd u tlu je nizak, a kontaminaciju tla može izazvati primjena mineralnih gnojiva (Cd iz fosfatnih sirovina), organskih gnojiva ili kanalskog mulja, mobilnost je osrednja do velika, a ovisi o pH, u tlu se ne fiksira, a velika je sklonost nakupljanju, napose u površinskim horizontima.

Toksikokinetika: Resorpcija u organizmu osobito je intenzivna u slučaju nedostatka željeza, vitamina D i kalcija. Letalna doza je oko 30 mg, a tolerantno tjedno unošenje za osobu od 70 kg je 0,525 mg/osobi. Utvrđena je kancerogenost, a mutagenost samo pri visokim dozama.

Maksimalni dopušteni sadržaj u pitkoj vodi: <0,01 µg/l (I vrsta vode – Uredba o klasifikaciji voda - NN 77/98).

Olovo – Pb

Olovo je vodeći onečišćivač okoliša, visoko toksičan za čovjeka.

Prirodni sadržaj: u litosferi 16 mg/kg, u tlu 0,1-20 mg/kg zrakosuhog tla, a u biljkama 0,1-5 mg/kg suhe tvari. Vegetacija uz prometnice može sadržavati 50-100 ppm Pb.

Imisija iz atmosfere: 183 g/ha/godišnje, a u industrijskim područjima u prašini s oborinama 13-580 mg/m², dok u čistim područjima padne 24 mg/ha/god.

Iznošenje - emisija: 13-24 g/ha/god, a 1-100 g/ha/god u prinosu, ispiranjem u podzemnu vodu i površinskim otjecanjem 106-110 g/ha/god iz kontaminiranih, a 22 g/ha/god iz čistih tala, a 30-150 g/ha/god putem prinosa. Osobito se nakuplja u vinogradarskim tlima i hmeljanicama.

Odnosi u tlu: ne vezuje se u netopive oblike, slabo je do osrednje mobilan, mobilnost ovisi o pH. Biljci je slabo do osrednje pristupačno, pristupačnost se povećava s povećanjem sadržaja u tlu, a biljka ga malo prima preko korijena.

Toksikokinetika: veća je resorpcija kod djece nego u odraslih, nakuplja se poglavito u kostima, krvi, jetri i bubrezima. Dopušteno tjedno unošenje 3,5 mg po osobi. Djeluje kao inhibitor encima, s neurotoksičnim efektima. Kancerogenost, mutagenost i teratogenost nisu dokazani, a fetotoksičnost je

utvrđena preko utjecaja na posteljicu. Gotovo 80 % olova porijeklom je iz atmosfere, odnosno produkt je sagorijevanja benzina.

Maksimalni dopušteni sadržaj u pitkoj vodi: <0,1 µg/l (I vrsta vode – Uredba o klasifikacija voda - NN 77/98).

Živa – Hg

Živa je također jedan od opasnijih polutanata u tlu. U tlo dolazi najčešće putem primjenjenih pesticida ili industrijskog otpada. Svi oblici žive su otrovni, u većim količinama je fitotoksična, a u tlu ima fungicidno djelovanje.

Prirodni sadržaj: u litosferi 0,083 mg/kg, u tlu 0,01-1 mg/kg zrakosuhog tla, a u biljkama 0,005-0,01 mg/kg suhe tvari.

Imisija iz atmosfere: prosječno 7 g/ha/godišnje.

Iznošenje - emisija: 0,2 g/ha/god u podzemnu vodu, a 0,5-1,5 g/ha u prinosu. Godišnje se ispari oko 0,5-3 g/ha žive.

Odnosi u tlu: slabo se vezuje u netopive oblike, slabo je mobilna, nakupljanje u tlu i pristupačnost za biljku je mala do srednja. Izuzetak su gljive koje primaju velike količine žive, mjestimično do 9,4 mg/kg suhe tvari gljive. Zbog toga otrovnost gljiva ovisi o stanišnim uvjetima.

Toksikokinetika: Metilna živa- (CH₃)₄Hg₂ je toksična već s 0,2 mg, nakuplja se u bubrezima, uništava bubrege i nerve. Akutna trovanja uzrokuju živine pare.

Maksimalni dopušteni sadržaj u pitkoj vodi: <0,005 mg/l (I vrsta vode – Uredba o klasifikaciji voda - NN 77/98).

Bakar – Cu

Bakar je biogeni mikroelemenat, neophodan u metabolizmu, odnosno za rast i razvoj biljke.

Prirodni sadržaj: u litosferi 47 mg/kg, u tlu 1-20 mg/kg zrakosuhog tla, a u biljkama 1-15 mg/kg suhe tvari, osobito se nakuplja u korijenu.

Imisija iz atmosfere: 350 g/ha/godišnje

Iznošenje - emisija: u podzemnu vodu i površinskim otjecanjem 106-110 g/ha/god iz kontaminiranih, a 22 g/ha/god iz čistih tala, a 30-150 g/ha/god putem prinosa. Osobito se nakuplja u vinogradarskim tlima i hmeljanicama.

Odnosi u tlu: ne vezuje se u netopive oblike, slabo je mobilan, osim u uvjetima pH ispod 4 i preko 7, velika je sklonost nakupljanju u tlu. Biljci je osrednje pristupačan.

Toksikokinetika: Cu je za čovjeka biogeni elemenat, važan je u hemocianinu u krvi, toksičnost uzrokuje 0,1 mg/m³ u obliku prašine, a kancerogenost, mutagenost, teratogenost ili fetotoksičnost nisu zabilježeni.

Najvažniji potencijalni izvor Cu u tlima vodocrpilišta i šire okolice su zaštitna sredstva na bazi bakra, koja se uobičajeno i tradicionalno koriste za suzbijanje

nametnika u vinogradarstvu i voćarstvu, a erozijom translociraju izvan mjesta korištenja, u cijeloj poplavnoj zoni.

Maksimalni dopušteni sadržaj u pitkoj vodi: $<2 \mu\text{g/l}$ (I vrsta vode – Uredba o klasifikacija voda - NN 77/98).

Nikal – Ni

Nikal je porijeklom iz bazičnih eruptivnih stijena, od kojih je niklom posebno bogat serpentini (oko 200 ppm Ni), koji može sadržavati i 20-40 puta veće količine Ni od ostalih stijena. Za neke životinje, primjerice svinje, Ni je biogeni element, a čovjek također treba male količine Ni.

Prirodni sadržaj: u litosferi 58 mg/kg, u tlu 5-50 mg/kg zrakosuhog tla, a u biljkama 0,4-3 mg/kg suhe tvari. U iglicama borova, u listu breze i čajevca utvrđeno je povećano nakupljanje nikla.

Imisija iz atmosfere: prosječno 55 g/ha/god. u industrijskim područjima, a izvan njih 26-29 g/ha.

Iznošenje - emisija: 17-63 g/ha/god, a 1-50 g/ha/god u pinosu u podzemnu vodu 17-63 g/ha/god.

Odnosi u tlu: jako se vezuje u netopive oblike, slabo jemobilan, mobilnost ovisi o pH. Biljci je slabo do osrednje pristupačno, pristupačnost se povećava s padom pH u tlu. Povećan sadržaj Ni iznad 50 mg/kg priječi nitrifikaciju u tlu.

Toksikokinetika: Nakuplja se u bubrezima, jetri i plućima. Pare i prašina s Ni su kancerogeni, ostali toksični efekti su do sada neutvrđeni.

Maksimalni dopušteni sadržaj u pitkoj vodi: $<15 \mu\text{g/l}$ (I vrsta vode – Uredba o klasifikacija voda - NN 77/98).

Cink – Zn

Cink pripada skupini fitobiogenih elemenata. Sadržaj cinka u tlu se kreće 10-200 ppm, a pristupačni ovisi o pH i količini organske tvari u tlu. Biljke ga usvajaju proporcionalno pristupačnim količinama i ovisno o biljnoj vrsti (jabuka-0,6, a konoplja-83 ppm). Suvišak cinka se rijetko javlja u prirodi i to samo na kiselim tlima i rudištima.

Maksimalni dopušteni sadržaj u pitkoj vodi: $<50 \mu\text{g/l}$ (I vrsta vode – Uredba o klasifikacija voda - NN 77/98).

Krom - Cr

Krom se javlja u eruptivnim i sedimentnim stijenama u količini od oko 100 ppm. Većina tala sadrži ga u nižim koncentracijama. Nasuprot tome, serpentini mogu imati i nekoliko % Cr, najčešće u nepristupačnim oblicima. Biljke sadrže niske koncentracije Cr - 0,02-1 ppm, a toksicitet se javlja iznad 5 ppm. Koristi se u kožarskoj industriji za štavljenje pa su tekući i kruti otpaci iz te industrije najčešće, najizdašniji i najopasniji izvorište kroma u okolišu.

Maksimalni dopušteni sadržaj u pitkoj vodi: $<1 \mu\text{g/l}$ (I vrsta vode – Uredba o klasifikacija voda - NN 77/98).

Tablica 25. PORIJEKLO TEŠKIH KOVINA U TLU

Porijeklo	Važnije teške kovine
Kemijska sredstva u poljoprivredi - agrokemikalije	
Gnojiva	Cd, Cu, Mo, Pb, Zn
Navodnjavanje vodom	Cd, Fe
Gnojiva i kompost	Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Zn
Pesticidi	Cu, Hg, Pb, Zn
Tekući stajski gnoj	Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Zn
Materijali za kalcifikaciju tla (vapno, gips, itd.)	Cu, Mn, Pb, Zn
Ostali izvori - sekundarno porijeklo	
Industrija kovina	Cd, Pb, Cu, As, Mn, V, Mo, Ni, Cr, Co,
Ispušni plinovi motora	Pb
Električni strojevi i uređaji, poluvodiči	Pb, Hg, Cr, As, Cu, Zn, Co, Mo,
Baterije	Pb, Cd, Hg, Zn, Ni,
Polimerni stabilizatori	Cd, Pb, Zn,
Tiskare i grafička industrija,	Cd, Pb, Zn, Cr, Ba,
Izgaranje ugljena	Pb
Otpad iz rudnika i jalovine	Cd, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn
Nemetalni ostaci topljenja željeza	Cd, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn
Boje i pigmenti	Cd, Pb, Ba, Zn, Co,
Gumena odjeća	Cd, Zn
Lijekovi i medicinski pribor	Hg, As, Ba, Cu, Zn,
Loženje – razna goriva	Cd, Pb
Dodaci gorivima za motore	Pb, Mo, Se,

Nema dvojbi da je dio teških kovina u tlo prispio emisijom iz atmosfere kao suha depozicija prašina industrijskog porijekla, a jedan dio i iz ispušnih plinova prometala cestom (zaobilaznicom oko grada Zagreba) koja desetljećima ima najveću frekvenciju vozila u ovom dijelu Europe. Dakako, nije malen izvor ni gorivo iz svih sustava grijanja stanova i radnih prostora i iz električnih termocentrala u bazenu u kojemu su smještene vodozaštitna područja. Svakako je manje izdašan izvor teških kovina na ovom području stajski gnoj.

Onečišćenje iz mineralnih gnojiva, koja sadrže mikroelemente ili pak kompleksnim mineralnim gnojivima koja sadrže kadmij iz sirovih fosfata nije izdašan izvor. Ta onečišćenja su minimalna, ali se nalaze "na listi". To vrijedi i za sredstva za zaštitu bilja koja sadrže teške kovine. Možda je izuzetak bakar koji se tradicionalno koristi za zaštitu vinove loze, a erozijom se zajedno s tlom prenosi u dolinu Save.

Premda je o tome već bilo riječi, u tablici 26 prikazujemo kulture koje su rizičnije s obzirom na nakupljanje teških kovina.

Tablica 26.**NAKUPLJANJE TEŠKIH KOVINA (Cd i Pb) U JESTIVIM DIJELOVIMAI LISTOVIMA (Cu, Ni i Zn)**

KOVINA	VISOKO NAKUPLJANJE	NISKO NAKUPLJANJE
Kadmij - Cd	Salata, špinat, celer, zelje	Krumpir, kukuruz, grah, grašak
Olovo - Pb	Kelj, raž, celer	Neka repa, krumpir, kukuruz
Bakar - Cu	Šećerna repa, određeni ječam	Poriluk, zelje, luk
Nikal - Ni	Šećerna repa, raž, blitva, postrna repa	Kukuruz, poriluk, ječam, luk
Cink - Zn	Šećerna repa, blitva, špinat	Krumpir, poriluk, rajčica, luk

Posebno ukazujemo na problem uzgoja kultura s visokim sposobnostima nakupljanja kadmija, s obzirom na činjenicu da u skoro svim horizontima praktički svih tala vodozaštitnih područja njegov sadržaj prelazi prihvatljivu razinu.

POKAZATELJI ONEČIŠĆENOSTI TALA TEŠKIM KOVINAMA

U skladu s metodikom opisanom u prethodnom tekstu, u tablici 27 prikazan je stupanj onečišćenosti tala vodozaštitnih područja teškim kovinama.

Tablica 27. STUPANJ ONEČIŠĆENJA TALA VODOZAŠTITNIH PODRUČJA TEŠKIM KOVINAMA

Profil	Dubina cm	Cd	Hg	Pb	Cu	Ni	Zn	Cr	Fe	Mn
mg/kg tla – razred onečišćenja										
Humofluvisol plitko ogledjeni, karbonatni, ilovasti										
Bregana	0-15	1.44-IV	0.42-II	62 - III	36 - III	44 - III	158 - III	61 - IV	29,5	769
	15-35	1.74-IV		74 - III	35 - III	49 - III	156 - III	54 - III	28,5	721
	35-75	1.63-IV		48 - II	31 - III	45 - III	80 - II	46 - III	27,2	659
	75-110	1.62-IV		49 - II	32 - III	42 - III	78 - II	42 - III	24,3	625
	110-190	1.71-IV		36 - II	17 - II	25 - II	60 - II	21 - II	18,1	383
Aluvijalno-koluvijalno ogledjeno, karbonatno, ilovasto, slabo skeleton										
2	0-30	2.19-V		32 - II	29 - II	40 - III	65 - II	40 - III	19,4	713
	30-50	2.42-V		24 - I	29 - II	36 - III	31 - I	29 - II	15,4	555
	50-65	2.23-V		24 - I	32 - III	54 - IV	47 - I	45 - III	22,0	729
	65-90	2.01-V		17 - I	11 - I	26 - III	19 - I	18 - II	9,1	381
	90-130	2.33-V		23 - I	18 - II	45 - III	40 - I	39 - III	19,0	672
3	130-250	2.15-V		25 - II	32 - III	70 - IV	72 - II	71 - IV	32,3	901
Strmec	0-35	2.36-V	0.20 - I	38 - II	35 - III	52 - IV	94 - II	59 - III	37,6	946
	35-85	1.94-IV		30 - II	21 - II	42 - III	59 - II	48 - III	29,8	689
Humofluvisol pseudoglejeni, ilovasti										
4	0-35	1.03-IV		36 - II	30 - II	46 - III	85 - II	44 - III	35,9	791
	35-60	0.93-III		33 - II	33 - III	61 - IV	90 - II	54 - III	41,8	899
	60-95	0.92-III		22 - I	21 - II	42 - III	64 - II	46 - III	29,7	575
	95-200	1.21-IV		22 - I	17 - II	32 - III	45 - I	33 - III	24,1	562
5	200-220	1.11-IV		23 - I	15 - I	28 - III	39 - I	26 - II	14,8	140
Humofluvisol srednje duboko ogledjeni, karbonatni, ilovasti										
9	0-35	1.12-IV	0.14 - I	35 - II	26 - II	38 - III	67 - II	48 - III	29,5	721
	35-85	1.01-IV		27 - II	32 - III	32 - III	43 - I	29 - II	22,6	464
	85-130	1.00-IV		19 - I	8 - I	20 - II	28 - I	16 - II	15,8	678
Pseudoglej na zaravni, srednje duboki										
Mala Mlaka	0-30	0.61-III	0.05 - I	23 - I	17 - II	34 - III	75 - II	42 - III	33,0	872
	30-45	0.61-III		27 - II	17 - II	38 - III	76 - II	44 - III	34,0	794
	45-110	0.72-III		18 - I	17 - II	36 - III	71 - II	42 - III	33,8	883
Humofluvisol plitko ogledjeni, karbonatni, ilovasti										
Velika Gorica	0-30	1.23-IV	0.05 - I	34 - II	30 - III	53 - IV	91 - II	54 - III	39,1	1063
	30-60	1.34-IV		32 - II	32 - III	56 - IV	86 - II	59 - III	40,5	816
	60-100	0.93-III		29 - II	28 - II	46 - III	78 - II	46 - III	39,8	967
	100-130	0.72-III		23 - I	26 - II	45 - III	74 - II	39 - III	40,4	685
Eutrično smeđe na aluvijalnom nanosu, lesivirano										
14	0-25	1.13-IV	0.06 - I	35 - II	30 - II	50 - IV	90 - II	50 - III	40,3	1203
	25-60	0.83-III		30 - II	31 - II	52 - IV	93 - II	49 - III	42,7	1248
Humofluvisol plitko ogledjeni, nekarbonatni, ilovasti										
Črn- kovec	0-30	IGD*	0.10 - I	50 - III	27 - II	56 - IV	100 - II	38 - III	45,5	890
	30-65			44 - II	27 - II	58 - IV	93 - II	41 - III	50,3	955
	65-100			37 - II	26 - II	60 - IV	88 - II	41 - III	50,0	616
	100-130			45 - II	32 - III	67 - IV	94 - II	51 - III	48,6	721
	130-200			46 - II	26 - II	64 - IV	86 - II	45 - III	51,3	832
Humofluvisol plitko ogledjeni, nekarbonatni, ilovasti										
25	0-33	IGD*	0.10 - I	58 - III	29 - II	66 - IV	106 - III	46 - III	53,7	806
	33-68			49 - II	28 - II	63 - IV	102 - III	32 - III	53,1	985
	68-140			48 - II	33 - III	83 - IV	112 - III	55 - III	61,2	637
	140-200			38 - II	22 - II	47 - III	72 - II	42 - III	38,6	523
Humofluvisol plitko ogledjeni, karbonatni, ilovasti										
Petru- ševac	0-25	1.42-IV	0.23 - I	34 - II	13 - I	23 - II	49 - I	29 - II	18,6	397
	25-60	1.01-IV		34 - II	10 - I	20 - II	46 - I	27 - II	17,1	358
	60-95	1.21-IV		36 - II	10 - I	17 - II	44 - I	25 - II	15,6	307
	95-180	1.42-IV		56 - III	20 - II	34 - III	69 - II	44 - III	27,2	684
	180-230	0.80-III		16 - I	6 - I	13 - II	21 - I	11 - II	11,8	309

*IGD = ispod granice detekcije

Kako se iz tablice vidi, središnji je problem onečišćenje svih tala je kadmij. Naime, sva tla vodozaštitnih područja pripadaju IV razredu onečišćenosti - onečišćeno tlo sa So 1,00-2,00.

Takva tla su nepogodna za svaki uzgoj bilja, na njima su nužni energični zahvati zaštite tla, nadzora izvora emisije i primjena sredstava za blokiranje teških kovina. Plodored na njima mora biti podređen biološkom čišćenju tla - bioremedijaciji - iznošenju teških kovina iz tla.

Na tlima vodocrpilišta Bregana gdje je utvrđeno najteže onečišćenje V razreda, dakle zagađeno tlo, sa sadržajem Cd više nego dvostruko većim od maksimalno prihvatljivog za konvencionalnu poljoprivredu (So preko 2,00).

Onečišćenost živom samo na jednom profilu tla – br. 1 u vodozaštitnom području Bregana u površinskom horizontu tla dostiže II razred – tlo povećane onečišćenosti. Na svim ostalim područjima je čisto (I razred). Što se tiče onečišćenosti olovom samo profil 1 na vodozaštitnom području Bregana i profil 25 na crpilištu Črnkovec pokazuju veliku onečišćenost, dok na ostalima pripada II razredu – povećane onečišćenosti. Onečišćenost bakrom pripada III razredu – velike onečišćenosti u Bregani, Strmcu i Velikoj Gorici. Na ostalim lokalitetima onečišćenost je povećana što odgovara II razredu onečišćenosti. Posebno je zanimljivo da se velika onečišćenost susreće i u dubljim slojevima tla, što dakako ukazuje na slojevitost tala i nanošenje erozijom i fluvijativnim putem. Velika je i onečišćenost niklom i kromom.

Vodozaštitno područje crpilišta Bregana

Vodozaštitno područje vodocrpilišta Bregana ima površinu 73 ha. Dominantni tipovi tala su humofluvisol, plitko oglejeni odnosno aluvijalno-koluvijalno oglejeno tlo. Riječ je o teksturno lakšim tlima (praškasto-ilovasta do pjeskovito ilovasta tla), dok su po reakciji tla karbonatna.

Tablica 28 BILANCA TEŠKIH KOVINA U TLU VODOZAŠTITNOG PODRUČJA BREGANA

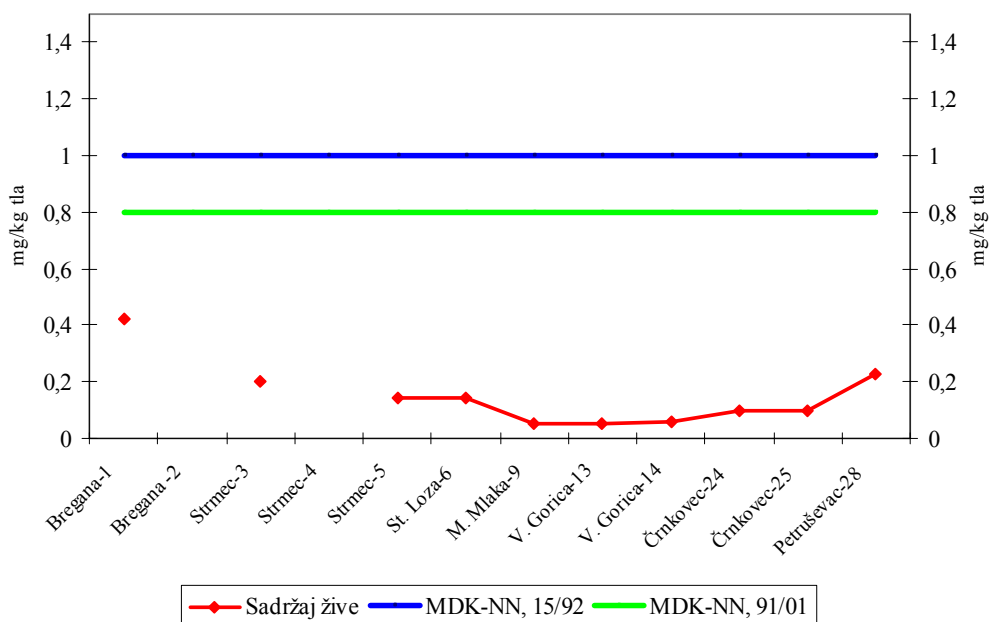
		(profil 1 – humofluvisol plitko oglejeni, karbonatni)						
Oznaka uzorka		Cd	Hg	Pb	Cu	Ni	Zn	Cr
MPS–granična vr. mg/kg (NN, 15/92)		1	1	100	60	60	300	100
Utvrđeni sadržaj, mg/kg tla		1,44	0,42	62,5	35,9	44,1	157,9	60,5
Sadržaj u kg/ha, u do 25 cm dubine		5,40	1,58	234	135	165	592	227
PU – prihvatljiv unos, kg/ha			2,2	141	90	60	533	148
MPGU – Max. Godišnji unos u kg/ha, kojim bi se	25 god.		0,09	6	4	2	21	6
	50 god.		0,04	3	2	1	11	3
MPS dostigao u roku od		100 god	0,02	1	1	1	5	1
Sadržaj prelazi dozvoljenu vrijednost prema NN, 15/92 i NN, 91/01								

Tablica 29 BILANCA TEŠKIH KOVINA U ORANIČNOM SLOJU VODOZAŠTITNOG PODRUČJA BREGANA

(profil 2 – aluvijalno-koluvijalno oglejeno, karbonatno).							
Oznaka uzorka	Cd	Hg	Pb	Cu	Ni	Zn	Cr
MPS–granična vr. mg/kg (NN, 15/92)	1	1	100	60	60	300	100
Utvrđeni sadržaj, mg/kg tla	2,19	np*	32,1	29	39,7	65,2	39,7
Sadržaj u kg/ha, u do 25 cm dubine	8,21		120	109	149	245	149
PU – prihvatljiv unos, kg/ha			255	116	76	881	226
MPGU – Max. godišnji unos u kg/ha, kojim bi se	25 god.		10	5	3	35	9
MPS dostigao u roku od	50 god.		5	2	2	18	5
	100 god		3	1	1	9	2

np* = nema podatka

Prikazana bilanca teških kovina (tablice 28 i 29) pokazuje sadržaj Cd preko MPS za konvencionalnu, isto tako i za bilo koji oblik od alternativnih /ekoloških/ vidova (organski, biološki, biodinamički itd) uzgoja bilja. Te nalaze treba preipitati, i utvrditi saadržaj PAH u tlu, koji inače prati ova onečišćenja. Temeljem toga nalaza bit će moguće zacrtati smjernice gospodarenja primjerene utvrđenom stanju.

Grafikon 2. Onečišćenost površinskoga sloja tla živom u području vodocrpilišta

Vodozaštitno područje crpilišta Strmec



Vodocrpilište Strmec zauzima površinu od 719 ha što čini približno desetak posto istraživanoga područja. Od te površine vodocrpilišta 3,8 % čine naselja, korito rijeke Save i smetlišta. Dominantan tip tla je humofluvisol, različite dubine oglejenosti. Prema teksturi ovo tlo je u oraničnom sloju praškasto-ilovasto, dok se raspon reakcije tla kreće od slabo kisele pa do karbonatne. Na temelju grafičkoga prikaza (grafikon 1) vidljiv je povećani sadržaj kadmija u sve tri uzorkovanja. Sadržaj nikla u svim uzorkovanjima nalazi se između dozvoljenoga

sadržaja za konvencionalnu poljoprivredu, što je ipak više no što je to dozvoljeno za tla koja bi bila korištena u ekološkoj poljoprivredi (grafikon 5). U pedološkom profilu broj 3 sa ovoga vodocrpilišta na kome je utvrđen relativno najviši sadržaj kadmija u odnosu na sva istraživana vodocrpilišta, također je izmjeren i visoki sadržaj kroma.

U tablicama 30, 31 i 32 prikazana je bilanca teških kovina za ovo vodocrpilište, a kroz provedenu bilancu potvrđen je sadržaj kadmija preko dozvoljenih vrijednosti kako za konvencionalnu, isto tako i za bilo koji oblik ekološkog uzgoja bilja.

Tablica 30. BILANCA TEŠKIH KOVINA U ORANIČNOM SLOJU TLA - STRMEC

(profil 3 – humofluvisol, plitko oglejeni, karbonatni)							
Oznaka uzorka	Cd	Hg	Pb	Cu	Ni	Zn	Cr
MPS–granična vr. mg/kg (NN, 15/92)	1	1	100	60	60	300	100
Utvrđeni sadržaj, mg/kg tla	2,36	0,2	38	35	52,4	93,6	58,6
Sadržaj u kg/ha, u do 25 cm dubine	8,85	0,75	143	131	197	351	220
PU – prihvatljiv unos, kg/ha		3,0	233	94	29	774	155
MPGU – Max. godišnji unos u kg/ha, kojim bi se	25 god.	0,12	9	4	1	31	6
MPS dostigao u roku od	50 god.	0,06	5	2	1	15	3
	100 god	0,03	2	1	0	8	2

Tablica 31 BILANCA TEŠKIH KOVINA U TLU VODOZAŠTITNOG PODRUČJA STRMEC

(profil 4 – humofluvisol pseudooglejeni)							
Oznaka uzorka	Cd	Hg	Pb	Cu	Ni	Zn	Cr
MPS–granična vr. mg/kg (NN, 15/92)	1	1	100	60	60	300	100
Utvrđeni sadržaj, mg/kg tla	1,03	np*	35,9	29,8	46,2	84,7	44,2
Sadržaj u kg/ha, u do 25 cm dubine	3,86		135	112	173	318	166
PU – prihvatljiv unos, kg/ha			240	113	52	807	209
MPGU – Max. godišnji unos u kg/ha, kojim bi se	25 god.		10	5	2	32	8
MPS dostigao u roku od	50 god.		5	2	1	16	4
	100 god		2	1	1	8	2

np* = nema podatka

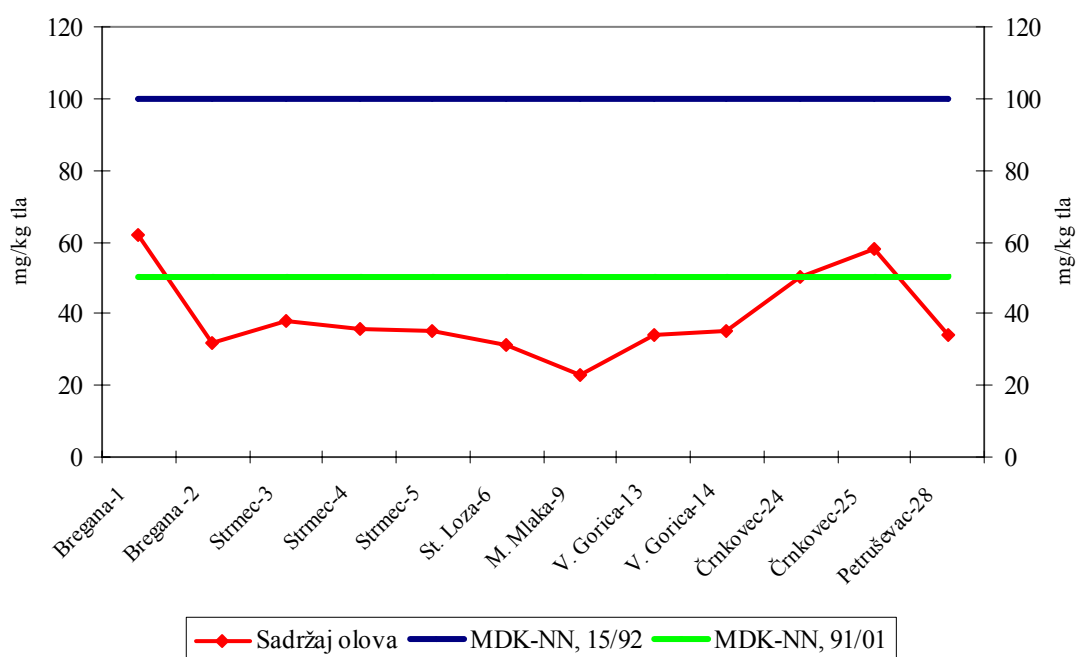
Tablica 32. BILANCA TEŠKIH KOVINA U TLU VODOZAŠTITNOG PODRUČJA STRMEC

(profil 5 – humofluvisol srednje duboko oglejeni, karbonatni)							
Oznaka uzorka	Cd	Hg	Pb	Cu	Ni	Zn	Cr
MPS–granična vr. mg/kg (NN, 15/92)	1	1	100	60	60	300	100
Utvrđeni sadržaj, mg/kg tla	1,12	0,14	34,5	26,4	38,6	67,1	47,8
Sadržaj u kg/ha, u do 25 cm dubine	4,20	0,53	129	99	145	252	179
PU – prihvatljiv unos, kg/ha		3,2	246	126	80	873	196
MPGU – Max. godišnji unos u kg/ha, kojim bi se	25 god.		0,13	5	3	35	8
MPGU – Max. godišnji unos u kg/ha, kojim bi se	50 god.		0,06	5	3	2	17
MPGU – Max. godišnji unos u kg/ha, kojim bi se	100 god.		0,03	2	1	1	9
MPS dostigao u roku od							2

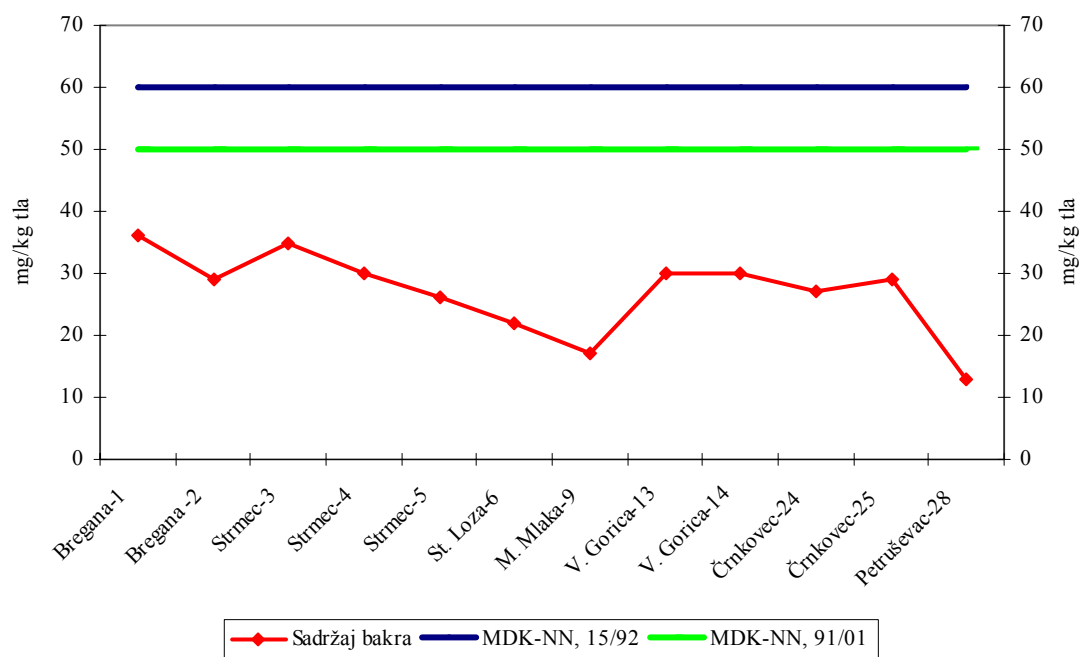
Potrebno je pratiti unos i iznos teških kovina i na temelju toga utvrditi dugoročni način korištenja. No prije toga vrijedi opći naputak da gnojidbu uzgajanih usjeva treba provoditi suglasno zahtjevima biljke, na temelju podataka o opskrbljenosti tla pristupačnim hranjivima, uz neprekidnu kontrolu N_{min} sadržaja.

Ali, na prvom mjestu na području ovog vodocrpilišta trebalo bi obvezati sve vlasnike (dakako uz obeštećenje) da imaju riješen pouzdan odvod kanalizacijskih i drugih otpadnih voda iz domaćinstva.

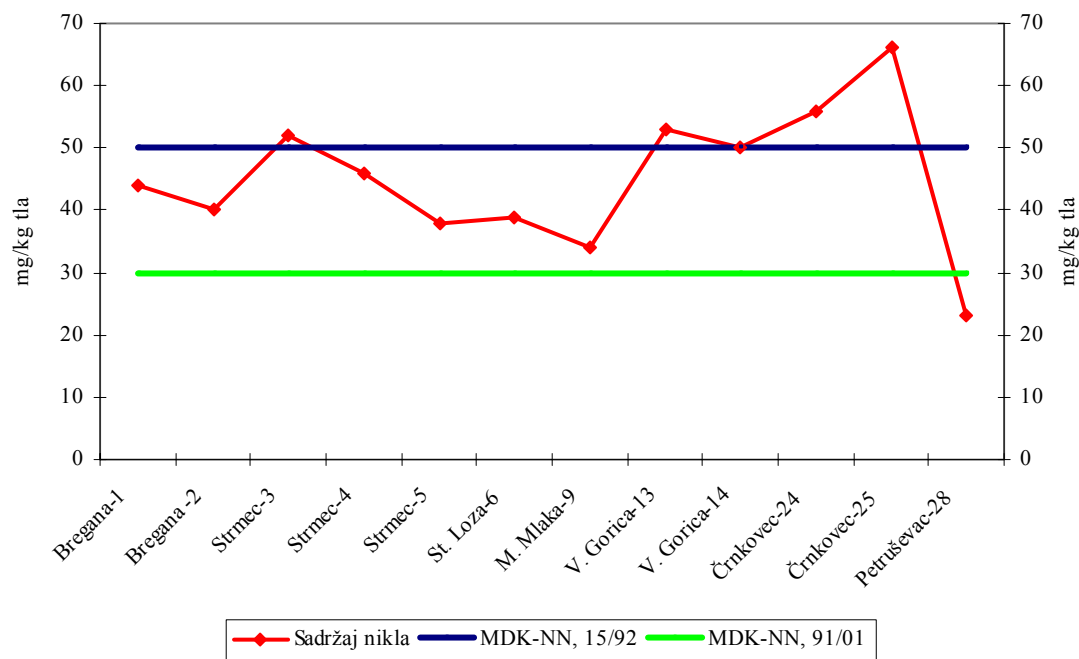
Ne bi trebalo dozvoliti držanje domaćih životinja bez dovoljno prostora za sigurno odlaganje stajskoga gnojiva. Jednako tako, nije uputno uzgajati stoku uz tekuće izgnojavanje.

Grafikon 3. Onečišćenost površinskoga sloja olovom u području vodocrpilišta

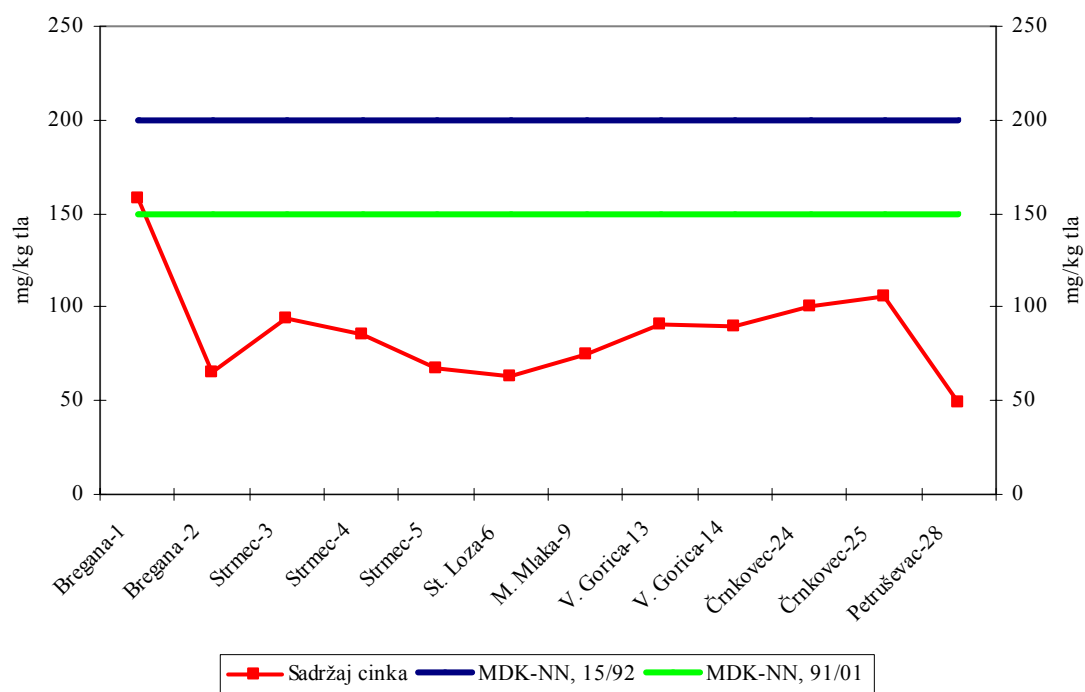
Grafikon 4. Onečišćenost površinskoga sloja bakrom u području vodocrpilišta



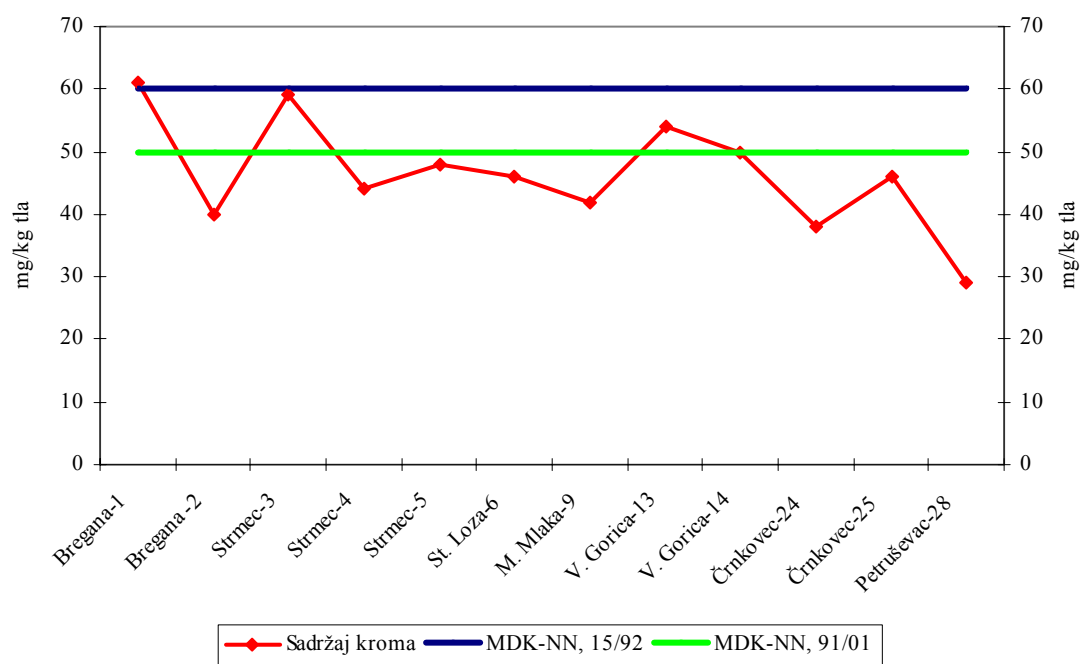
Grafikon 5. Onečišćenost površinskoga sloja tla niklom u području vodocrpilišta



Grafikon 6. Onečišćenost površinskoga sloja tla cinkom u području vodocrpilišta



Grafikon 7. Onečišćenost površinskoga sloja tla kromom u području vodocrpilišta



Vodozaštitno područje crpilišta Stara Loza

Ovo vodocrpilište ima površinu od 177 ha, što čini cca 2 % površine područja obuhvaćenog studijskim radom. Dominantni tipovi tala su karbonatni humofluvisol odnosno aluvijalno, duboko oglejeno tlo. Prema teksturi ova tla su u oraničnom sloju praškasto-ilovasta, do ilovasto praškasta. Iz grafičkoga prikaza (grafikon 1) se vidi sadržaj kadmija preko MPS u jednom uzorku. Sadržaj svih ostalih istraživanih kovina nalazi se ispod MPS kako za konvencionalni tako i za ekološki uzgoj bilja. U tablici 33 prikazana je bilanca teških kovina, koja potvrđuje sadržaj kadmija preko dozvoljenih vrijednosti za konvencionalnu, isto tako i za bilo koji oblik od ekološkog uzgoja bilja.

Tablica 33. BILANCA TEŠKIH KOVINA U TLU VODOZAŠTITNOG PODRUČJA STAR LOZA

(profil 6 – humofluvisol plitko oglejeni, karbonatni)							
Oznaka uzorka	Cd	Hg	Pb	Cu	Ni	Zn	Cr
MPS–granična vr. mg/kg (NN, 15/92)	1	1	100	60	60	300	100
Utvrđeni sadržaj, mg/kg tla	1,07	0,14	30,5	22,4	39,2	63,1	46,8
Sadržaj u kg/ha, u do 25 cm dubine	4,01	0,53	114	84	147	237	176
PU – prihvatljiv unos, kg/ha		3,2	261	141	78	888	200
	25 god.		10	6	3	36	8
MPGU – Max. godišnji unos u kg/ha, kojim bi se MPS dostigao u roku od	50 god.	0,06	5	3	2	18	4
	100 god						
		0,03	3	1	1	9	2

Ukoliko bi rezultati analiza sadržaja teških kovina i PAH u ponovljenom postupku uzimanja uzoraka koje smo preporučili, pokazali iste vrijednosti na tlima ovog vodozaštitnog područja došao bi pod znak pitanja ekološki uzgoj bilja. Konvencionalni uzgoj bi se također odvijao pod posebnim režimom, uz praćenje bilance teških kovina i drugih onečišćenja.

Vodozaštitno područje crpilišta Mala Mlaka

Ovo vodozaštitno područje prostire se na površini od 2.349,2 ha (uključujući naselja s površinom od 139,5 ha odnosno ranžirni kolodvor površine 9,8 ha), što čini cca 30% ukupnoga istraživanoga područja. Kako je riječ o nešto povišenijem terenu u odnosu na ostala vodozaštitna područja, evolucijsko-genetski procesi razvoja tala su uznapredovali, pa su utvrđeni razvijeniji tipovi tala (pseudoglej na zaravni i eutrično smeđe na aluvijalnom nanosu). Na nešto nižem terenu u odnosu na ove tipove tala utvrđen je humofluvisol, plitko oglejeni, karbonatni. Prema teksturi ova su tla u oraničnom sloju praškasto-ilovasta do praškasta glinasto-ilovasta. Iz grafičkih prikaza (grafikoni 1-7) vidi se da ne postoji povećani sadržaj niti jedne istraživane kovine. Sadržaj svih istraživanih kovina nalazi se ispod MPS, kako za konvencionalnu tako i za ekološku poljoprivredu. U tablici 34 prikazana je bilanca teških kovina za ovo vodozaštitno područje.

Tablica 34. BILANCA TEŠKIH KOVINA U TLU VODOZAŠTITNOG PODRUČJA MALA MLAKA

(profil 9 – pseudoglej na zaravni)							
Oznaka uzorka	Cd	Hg	Pb	Cu	Ni	Zn	Cr
MPS–granična vr. mg/kg (NN, 15/92)	1	1	100	60	60	300	100
Utvrđeni sadržaj, mg/kg tla	0,61	0,05	23,5	17,4	33,8	74,7	41,9
Sadržaj u kg/ha, u do 25 cm dubine	2,29	0,19	88	65	127	280	157
PU – prihvatljiv unos, kg/ha	1,5	3,6	287	160	98	845	218
MPGU – Max. godišnji	25 god.	0,06	0,14	11	6	4	34
unos u kg/ha, kojim bi se	50 god.	0,03	0,07	6	3	2	17
MPS dostigao u roku od	100 god	0,01	0,04	3	2	1	8
							2

Podaci s kojima raspolažemo ukazuju na zaključak da stanje tala ovom vodozaštitnom području dopušta u budućnosti konvencionalni, ali isto tako i alternativni - ekološki uzgoj bilja.

Zbog svih navedenih opasnosti od onečišćenja okoliša iz konvencionalne poljoprivrede preporučamo razvoj bilo koga oblika alternativne /ekološke/ poljoprivrede kako je to navedeno u studiji o razvitku ekološke poljoprivrede u Zagrebačkoj županiji (2001).

No, kako je u području Male Mlake zabilježen najveći udio (9,07 %) poljoprivrednoga stanovništva između svih promatranih vodocrpilišta, a 20 % zaposlenih je u području poljoprivrede, lova i šumarstva sve ukazuje na moguću opasnost onečišćenja podzemnih voda iz konvencionalne poljoprivrede, koja se prakticira na tlima ovog vodozaštitnog područja. U cilju smanjenja emisije onečišćenja iz poljoprivrede preporučamo da se posebna pozornost usmjeri na naredna ograničenja:

- Gnojovka se ne smije primjenjivati na goljoj površini tla bez vegetacijskog pokrova u razdoblju od 15. listopada do 25. ožujka, a na zelenim površinama od 15. studenoga do 25. ožujka. Ovo vrijedi i za primjenu ostalih organskih gnojiva i u ekološkoj poljoprivredi, osobito na ovako lakim tlima.
- Propisati maksimalno dozvoljenu količinu mineralnih (osobito dušičnih) gnojiva po jedinici površine u skladu s pojedinim tipovima tala i uzgajanim usjevima.
- Pri uzgoju jarih usjeva rijetkoga sklopa (kukuruza) primjena pesticida bi se trebala provoditi tretiranjem samo u trake.
- Gospodarenje otpadnim materijalom (kutije, boce i slično) od kemijskih zaštitnih sredstava bi trebalo nadzirati i ovu ambalažu bi trebalo odlagati na mjesta predviđena za tu namjenu.
- Trebalo bi prakticirati plodored (po mogućnosti da to bude čak obvezujuća praksa) u kome će tlo biti što kraći dio godine bez vegetacijskoga pokrova.
- Obavezno je osiguranje kanalizacijskih odvoda za sva domaćinstva, budući 6,3 % površine vodocrpilišta se nalazi pod zgradama, odnosno

ranžirnim kolodvorom. Praksu koja se provodila na onim objektima koji nisu imali riješen priključak na gradske otpadne vode, a «septička» jama stara desetljeće se još nikada nije napunila bi trebalo što prije napustiti.

- Treba zabraniti korištenje komposta od gradskog smeća i gradskog mulja, osim onog koji je proizveden u biološkim uređajima za proizvodnju komposta.
- Ne bi trebalo biti dozvoljeno držanje domaćih životinja bez dovoljno prostora za sigurno odlaganje stajskog gnojiva (najmanje za pet mjeseci stajskog držanja).
- Držanje više od 3,5 uvjetna grla stoke po hektaru proizvodne površine unutar vodocrpilišta se ne bi trebala prakticirati.
- Sjetva kukuruza na površini većoj od 75 % raspoloživih oranica na gospodarstvu u vodozaštitnom području se ne bi smjela provoditi.
- Obvezno provoditi redovito bilanciranje dušika i fosfora u tlu

Vodozaštitno područje crpilišta Velika Gorica

Ovo vodozaštitno područje zauzima površinu od 1.053 ha, ili cca 14 % površine obuhvaćene studijskim radom. Kao dominantni tipovi tala utvrđeni su eutrično smeđe na aluvijalnom nanosu na nešto povišenijim terenima, odnosno humofluvisol plitko oglejeni, ilovasti na nižim položajima. Značajno je da su tla po teksturi nešto teža u odnosu na ostala istraživana tla, te im je tekstura praškasto-glinasto ilovasta. Raspon reakcije tla kreće se od slabo kisele (eutrično smeđe) do karbonatnih, neutralnih i slabo alkalnih tala (humofluvisol). Na temelju grafičkih prikaza (grafikon 1) vidljiv je sadržaj kadmija preko MPS u oba uzorka. Također i sadržaj nikla u oba uzorka prelazi maksimalno prihvatljiv sadržaj – graničnu vrijednost, kako za konvencionalnu poljoprivredu, tako i za ekološki uzgoj bilja (grafikon 5). U tablicama 35 i 36 prikazana je bilanca teških kovina za tla ovog vodozaštitnog područja. Kako se vidi, sadržaj Cd prelazi MPS za konvencionalnu i ekološku poljoprivredu.

Tablica 35. BILANCA U ORANIČNOM SLOJU VODOZAŠTITNOG PODRUČJA VELIKA GORICA

(profil 13 – humofluvisol plitko oglejeni, karbonatni)							
Oznaka uzorka	Cd	Hg	Pb	Cu	Ni	Zn	Cr
MPS–granična vr. mg/kg (NN, 15/92)	1	1	100	60	60	300	100
Utvrđeni sadržaj, mg/kg tla	1,23	0,05	34,4	29,8	52,9	90,9	53,9
Sadržaj u kg/ha, u do 25 cm dubine	4,61	0,19	129	112	198	341	202
PU – prihvatljiv unos, kg/ha		3,6	246	113	27	784	173
MPGU – Max. godišnji unos u kg/ha, kojim bi se	25 god.	0,14	10	5	1	31	7
MPS dostigao u roku od	50 god.	0,07	5	2	1	16	3
	100 god	0,04	2	1	0,3	8	2

Tablica 36. BILANCA U ORANIČNOM SLOJU VODOZAŠTITNOG PODRUČJA VELIKA GORICA

(profil 14 – eutrično smeđe na aluvijalnom nanosu)							
Oznaka uzorka	Cd	Hg	Pb	Cu	Ni	Zn	Cr
MPS–granična vr. mg/kg (NN, 15/92)	1	1	100	60	60	300	100
Utvrđeni sadržaj, mg/kg tla	1,13	0,06	35	29,8	50,4	90,5	50,4
Sadržaj u kg/ha, u do 25 cm dubine	4,24	0,23	131	112	189	339	189
PU – prihvatljiv unos, kg/ha		3,5	244	113	36	786	186
MPGU – Max. godišnji unos u kg/ha, kojim bi se	25 god.	0,14	10	5	1	31	7
	50 god.	0,07	5	2	1	16	4
MPS dostigao u roku od	100 god	0,04	2	1	0,4	8	2

Kao i na ostalim vodozaštitnim područjima zaštita podzemnih voda je kompleksno pitanje koje zahtjeva pomnu raščlambu. Podaci govore da od 19.845 domaćinstava na području Velike Gorice njih čak 10.175 raspolaže s poljoprivrednim zemljištem a čak kod 71 ukupna površina ne prelazi 1 ha. Suvišno je i napominjati da se u tom broju kriju osobe najrazličitijih zanimanja, stupnja obrazovanosti i obaviještenosti o suptilnim pitanjima onečišćenja i potrebe zaštite i obazriva gospodarenja.

Dodatni problem na ovom vodozaštitnom području predstavlja činjenica da se najviše uzgaja povrće, cvijeće, dok su nešto manje zastupljeni ratarski usjevi. Riječ je o kulturama koje traže veće količine mineralnih gnojiva i zaštitnih sredstava. Zanimljivo je da u području ovoga vodocrpilišta s porastom veličine raspoloživoga zemljišta raste udjel ratarskih kultura, dok je udjel povrćarskih kultura najveći na posjedima čija se veličina kreće do 0,5 ha površine.

Vodozaštitno područje crpilišta Črnkovec

S površinom od 2.426,5 ha, nešto većom od trećine površina obuhvaćenih ovom studijom poslije vodozaštitnog područja crpilišta Mala Mlaka ovo je najveće po površini. Od ukupne površine na naselja, korito rijeke Save, ranžirni kolodvor i divlja odlagališta otpada 16 % površine vodozaštitnog područja. Naglašavamo da samo divlja odlagališta otpada čine 3,3 % površine vodocrpilišta Črnkovec, a među njima je najveće opće poznato divlje odlagalište gradskog smeća u Europi – Jakuševac. Suvišno je naglašavati da je neusporedivo veći rizik od onečišćenja voda ovoga vodocrpilišta iz drugih izvora, a poljoprivreda ima skroman udio u tome. Dominantni tipovi tala na ovom području je humofluvisol i aluvijalno tlo razne dubine oglejenosti. Prema teksturi ova su tla u oraničnom sloju heterogena, dominira praškasto ilovasta tekstura, ali ima i tala ilovaste i praškasto glinaste tekture. U svim istraživanim tipovima tala utvrđena je slabo alkalna reakcija tla. Na temelju grafičkog prikaza (grafikon 1) vidljivo je da je u oba uzorka (profili Črnkovec 24 i Črnkovec 25) sadržaj kadmija ispod granice detekcije (IGD). Iz grafikona 3 vidi se da se sadržaj olova u jednom uzorku nalazi na granici MPS sadržaja za uzgoj bilja u ekološkoj poljoprivredi, u drugom uzorku prelazi MPS za ekološki uzgoj bilja, ali ispod MPS za konvencionalni uzgoj bilja. U ovim profilima utvrđen je i povećan sadržaj nikla, s tim da vrijednosti u oba uzorka prelaze graničnu vrijednost – MPS za konvencionalni uzgoj bilja.

U tablicama 37 i 38 prikazana je bilanca teških kovina za tla vodozaštitnog područja ovog vodocrpilišta. Zanimljivo je da su u ovom vodocrpilištu izmjerene vrijednosti kadmija ispod granice detekcije. Taj podatak se nalazi izvan očekivanja.

Tablica 37. BILANCA TEŠKIH KOVINA U TLU VODOZAŠTITNOG PODRUČJA ČRNKOVEC

(profil 24 – humofluvisol plitko oglejeni, nekarbonatni)							
Oznaka uzorka	Cd	Hg	Pb	Cu	Ni	Zn	Cr
MPS–granična vr. mg/kg (NN, 15/92)	1	1	100	60	60	300	100
Utvrđeni sadržaj, mg/kg tla	IGD*	0,1	49,7	26,9	55,9	100	38,3
Sadržaj u kg/ha, u do 25 cm dubine		0,38	186	101	210	375	144
PU – prihvatljiv unos, kg/ha		3,4	189	124	15	750	231
MPGU – Max. godišnji unos u kg/ha, kojim bi se	25 god.	0,14	8	5	1	30	9
	50 god.	0,07	4	2	0	15	5
MPS dostigao u roku od	100 god	0,03	2	1	0	8	2

*IGD = ispod granice detekcije

No, zbog povećana sadržaja olova a puno manje i nikla ova tla ne odgovaraju uvjetima za ekološku poljoprivredu, točnije rečeno tlo ne zadovoljava temeljne uvjete za ovaj vid poljoprivrede.

Tablica 38. BILANCA TEŠKIH KOVINA U TLU VODOZAŠTITNOG PODRUČJA ČRNKOVEC

(profil 25 – humofluvisol plitko oglejeni, nakarbonatni)							
Oznaka uzorka	Cd	Hg	Pb	Cu	Ni	Zn	Cr
MPS–granična vr. mg/kg (NN, 15/92)	1	1	100	60	60	300	100
Utvrđeni sadržaj, mg/kg tla	IGD*	0,1	57,8	29,4	66,2	106	46,2
Sadržaj u kg/ha, u do 25 cm dubine		0,38	217	110	248	398	173
PU – prihvatljiv unos, kg/ha		3,4	158	115		728	202
MPGU – Max. godišnji unos u kg/ha, kojim bi se	25 god.	0,14	6	5		29	8
	50 god.	0,07	3	2		15	4
MPS dostigao u roku od	100 god	0,03	2	1		7	2

*IGD = ispod granice detekcije

Preporuča se prakticiranje konvencionalna poljoprivrede uz sve mjere opreza, a napose strogo pridržavanje uputa u pogledu izbora povrtnih kultura koje ne nakupljaju teške kovine i primjenu mineralnih gnojiva i kemijskih zaštitnih sredstava.

Ponavljamo da je «pitanje broj jedan» uređenje odlagališta smeća, osobito brojnih «divljih» deponija, i pitanje kanalizacije svih zgrada na vodozaštitnom području. Iz tih izvora prijeti neusporedivo veća opasnost za pitku vodu od prakticirane konvencionalne poljoprivrede.

Vodozaštitno područje crpilišta Petruševac

S površinom od 320 ha vodozaštitno područje crpilišta Petruševac čini oko 4 % površine područja obuhvaćenog ovim studijskim radom. Prevladavajući tip tla je humofluvisol, plitko oglejeni. Prema teksturi ova tla su u oraničnom sloju praškasto ilovasta do pjeskovito ilovasta. Reakcija tla u oba istraživana pedološka profila je slabo alkalna. Na grafičkom prikazu (grafikon 1) vidi se veći sadržaj kadmija od MPS u istraživanom profilu. Sadržaj svih ostalih istraživanih kovina nalazi se ispod MPS vrijednosti za ekološki uzgoj bilja.

U tablici 39 prikazana je bilanca teških kovina za ovo vodozaštitno područje, koja potvrđuje sadržaj kadmija preko granične vrijednosti – MPS za konvencionalnu, i svaki oblik ekološkog uzgoja kulturnog bilja.

Tablica 39. BILANCA TEŠKIH KOVINA U TLU VODOZAŠTITNOG PODRUČJA PETRUŠEVEC

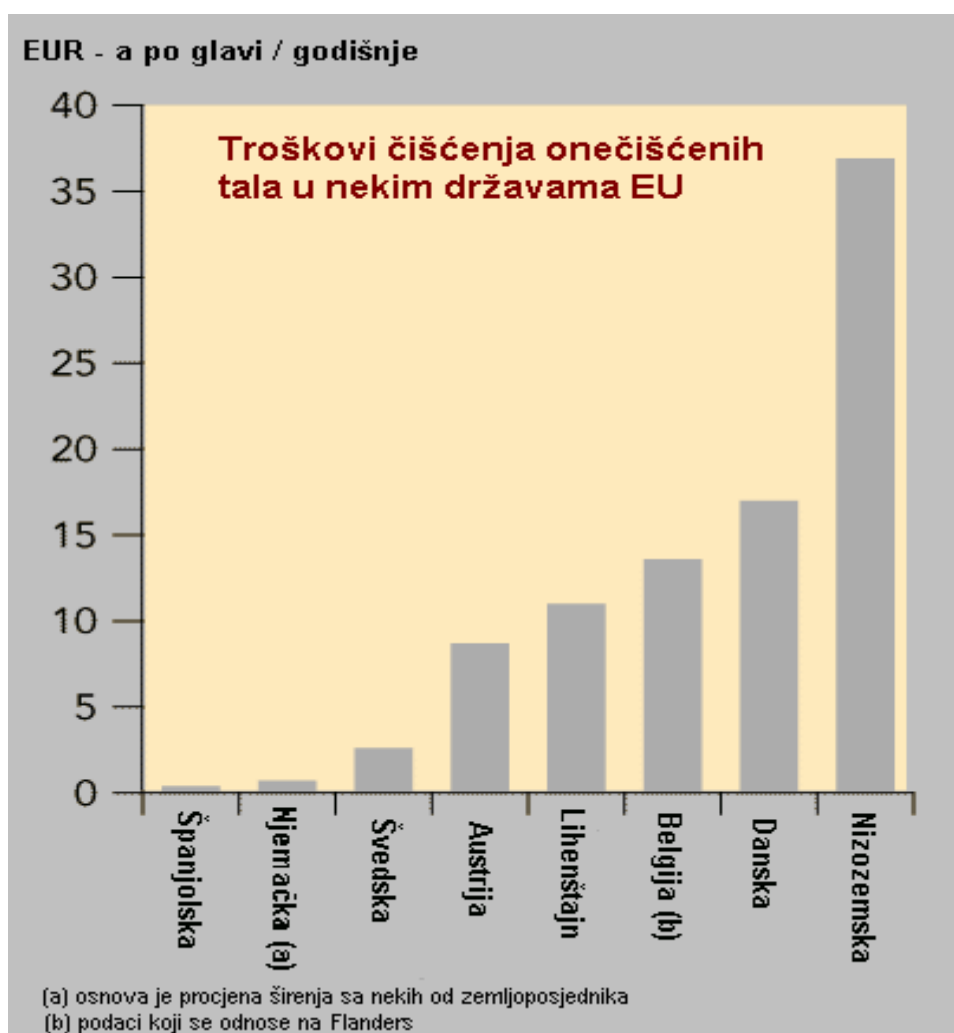
		(profil 28 – humofluvisol plitko oglejeni, karbonatni)						
Oznaka uzorka		Cd	Hg	Pb	Cu	Ni	Zn	Cr
MPS–granična vr. mg/kg (NN, 15/92)		1	1	100	60	60	300	100
Utvrđeni sadržaj, mg/kg tla		1,42	0,23	34,4	13,2	22,3	49,6	29,4
Sadržaj u kg/ha, u do 25 cm dubine		5,33	0,86	129	50	84	186	110
PU – prihvatljiv unos, kg/ha			2,9	246	176	141	939	265
MPGU – Max. godišnji	25 god.		0,12	10	7	6	38	11
unos u kg/ha, kojim bi se	50 god.		0,06	5	4	3	19	5
MPS dostigao u roku od	100 god		0,03	2	2	1	9	3

Bilanca ukazuje da se konvencionalna poljoprivreda može provoditi uz strogo pridržavanje uputa vezanih za primjenu mineralnih gnojiva i kemijskih zaštitnih sredstava, kako je to navedeno kod prethodnih vodocrpilišta.

I na kraju ovoga razmatranja recimo da se u državama EU provodi svojevrsna kampanja nimalo jeftinog čišćenja tala na starim odlagalištima gradskog i inog otpada. Ti troškovi nisu mali, a prikazani su za neke države u grafikonu na narednoj stranici.

Delikatno je pitanje preporuka o svakoj redukciji u uzgoju bilja na svim vodozaštitnim područjima. Zbog toga;

Preporučamo izvršiti uzimanje prosječnih uzoraka iz oraničnog sloja tla a u tim uzorcima odrediti i sadržaj policikličkih aromatskih ugljikovodika – PAH (kao što je napravljeno i za teške kovine) i ostatak pesticida, posebno atrazina. Tek tada će biti moguće dati pouzdan odgovor na otvorena pitanja redukcije sustava uzgoja bilja.



Prema podacima iz američke literature samo za sanaciju tala oko zračnih luka američkog ratnog zrakoplovstva onečišćenih onečišćenjima iz petrokemikalija potrebno je više od 7 milijardi dolara.

MOGUĆI POSTUPCI SANACIJE TALA ONEČIŠĆENIH KADMIJEM

Samo s namjerom da se ukaže na svu kompleksnost sanacije tala onečišćenih kadmijem navodimo moguće mjere sanacije:

- Potpuno uklanjanje onečišćenog tla i njegovu sigurnu pohranu na posebnim - registriranim odlagalištima posebnog otpada, i zamjena površinskog sloja tla čistim tlom s posudišta tla,
- Prekrivanje onečišćenog tla slojem čistog tla debljine 1 m, uz prekrivanje onečišćenog tla zaštitnom folijom da se izbjegne kapilarno dizanje Cd u čisti sloj. Na rižištima je dovoljan sloj od 30 cm. Naravno da ovaj postupak ne dolazi u obzir na vodocrpilištima.

- Kalcifikacija tla do pH 7, na kojoj se biopristupačnost Cd smanjuje, a zatim se ta pH vrijednost stalno održava, što naravno nije lako,
- Zaoravanje i miješanje čistog, zrelog stajskog gnoja i komposta u površinski – oranični sloj tla, da bi se povećao kapacitet vezanja Cd iona,
- Tretiranje površinskog - oraničnog sloja tla posebnim materijalima visokog kapaciteta adsorpcije za Cd, kao što su zeoliti ili «diatomejska zemlja», koji mogu smanjiti biopristupačnost Cd čak za skoro 90 %.
- Smanjenje sadržaja Cd u onečišćenom tlu ispiranjem kiselinama ili helatima na licu mjesta ili izvan njega (*in ili ex situ*), što naravno u našem slučaju ne dolazi u obzir. Jednako treba računati da u ovom načinu dolazi do povećane biopristupačnosti za korijen biljke i veće opasnosti za «konzumenta» biljnog materijala s onečišćenog tla – stoke ili divljači.
- Umjetna poplava u kojoj se stvaranjem reduciranih uvjeta – pri niskim vrijednostima redoks potencijala Cd veže u netopivi sulfid – CdS. Ova metoda dolazi u obzir na tlima rižišta gdje takvi uvjeti postoje, ali nisu isključeni ni u našem slučaju. Ali bi i za te potrebe trebalo imati čistu vodu – voda iz Save (vjerojatno?) ne dolazi u obzir!
- Uzgojem bilja – hiperakumulatora Cd i drugih teških kovina. To je najperspektivniji način biočišćenja tla od onečišćenja teškim kovinama. Obećavajuće su u tom pogledu neke nagovijesti iz kruga biotehnologa – kreatora genetski modificiranih organizama. Uistinu bi, teorijski gledano, bilo prikladno rješenje uzgojem univerzalnih pročistača – svojevrstnih «fitosanitaraca» očistiti tlo od svih nečisti kojima ga je «počastila» industrijska epoha Čovječanstva. Može li se Čovjek tako «izvući»? Bliži smo pozitivnom odgovoru na to, za sada, (gotovo) retoričko pitanje.
- U slučaju manjeg onečišćenja, kao što je u nas slučaj, uzgojem bilja koje ne služi za hranu čovjeku, makar to bilje imalo i mali potencijal nakupljanja teških kovina. Za tu svrhu dolazi u obzir uzgoj krmnog bilja, ali isključivo za preživače, a i to uz uvjet da se organi u koje se nakupljaju teške kovine - prvenstveno bubrezi, odstrane i isključi svako korištenje za ljudsku hranu. Nimalo jednostavno, a skupo, dugotrajno! Zadaće pred kojima se nalazimo poprimaju opskurne dimenzije – ali susret sa stvarnošću naprosto nema alternative!

UTJECAJ POLJOPRIVREDE NA ISPIRANJE DUŠIKA I FOSFORA

DUŠIK

Dušik je biljno hranjivo, koje je ključ visokih prinosa, a o kojemu su izvršena vrlo brojna i detaljna istraživanja. Više je razloga za takvo stanje. Količina dušika u pristupačnim oblicima u tlu je mala, dok je količina koju biljke u toku vegetacije moraju primiti za visoke prinose razmjerno velika. Dušik se u tlu ne zadržava, a ispran u podzemnu vodu u obliku nitrata predstavlja onečišćenje s kojim se sučeljava cijeli suvremeni svijet. Ipak, najčešće su velike količine dušika u tlu

nepristupačne biljkama. Učinci gnojidbe dušikom brzo su vidljivi i mogu značajno utjecati na izgled usjeva. Zbog toga su razmjerno česti i slučajevi prekomjerne gnojidbe ovim elementom, koji mogu biti vrlo štetni.

Količine dušika primijenjene u poljoprivredi Hrvatske mogu se prema izvoru podijeliti na mineralni, te na dušik iz organskih gnojiva. Ukupna potrošnja mineralnih gnojiva u EU-15 porasla je s manje od 2 milijuna tona čistog dušika 1950. godine na preko 11 milijuna tona sredinom 80-tih godina. Danas se potrošnja mineralnog dušika zadržava na razini 9-10 milijuna tona godišnje. Zajedno s pritiskom dušika iz stočarstva koji je procijenjen na oko 8 milijuna tona, radi se o «pritisku» od oko 18 milijuna tona dušika. Danas se, upravo zbog navedenog pritiska provode programi navedeni u aneksu II i III Direktive o nitratima koji se odnose na programe dobre poljoprivredne prakse, te na akcijske programe. Kako je prikazano u tablici 40 potrošnja dušika u Hrvatskoj u usporedbi s potrošnjom u zemljama EU 15 iznosi oko 1 %.

Tablica 40. POKAZATELJI “PRITISKA” DUŠIKA NA POLJOPRIVREDNA TLA

	Biološko vezanje dušika	Atmosferska depozicija	Organska gnojiva	Mineralna gnojiva	UKUPNO
	Milijuna tona dušika				
SVIJET, 1996.*	7,7	21,6	25,0	78,2	132,5
EU 15, 1997.**	0,4	1,9	7,8	9,6	19,7
Hrvatska 2000.	-	-	0,06	0,11	(0,17)

Izvori: *Sheldrick et al., 2002., **Report from the Commission COM 407, 2002.

Tablica 41. DUŠIK IZ MINERALNIH I ORGANSKIH GNOJIVA, 2000. god.

Županija	Mineralna gnojiva			Organska gnojiva			Ukupni dušik		
	Potroš nja dušika, t	kg N/ha polj. površine	kg N/ha obrađiv e površine	Potroš nja dušika, t	kg N/ha polj. površine	kg N/ha obrađiv e površine	Potroš nja dušika, t	kg N/ha polj. površine	kg N/ha obrađiv e površine
Zagrebačka i grad Zagreb	9.658	48	53	7.560	37	42	17.218	85	95

Na području Zagrebačke županije i grada Zagreba izračunate su za 2000. godinu sljedeće količine dušika kao pritisak iz poljoprivrede:

Čimbenici koji utječu na sadržaj nitrata u vodi mogu se svrstati u dvije kategorije – one koji se mogu staviti pod nadzor, te oni za koje to nije moguće. Oborine, njihov prostorni i vremenski raspored, intenzitet i trajanje su čimbenici koji su izvan svakog nadzora, a imaju presudan utjecaj na ispiranje nitrata. Isto tako, ne može se nadzirati ni mineralizacija dušika iz organske tvari tla pri čemu se mineralizirani dušik kojeg ne iskoriste biljke može isprati iz tla u podzemnu vodu. Čimbenici koji se mogu nadzirati odnose se na uobičajeni način gospodarenja, te na prakticirane biljno uzgojne zahvate na nekom području. Sustav uzgoja bilja je u stvari čimbenik koji ima presudan utjecaj na gubitke dušika. Jednogodišnji okopavinski usjevi mogu utjecati na povećanje od 30 do 50

puta u usporedbi s višegodišnjim travama i lucernom. Gubici nitrata u uzgoju strnih žitarica mogu biti višestruko veći od onog u negnojnih travnjaka.

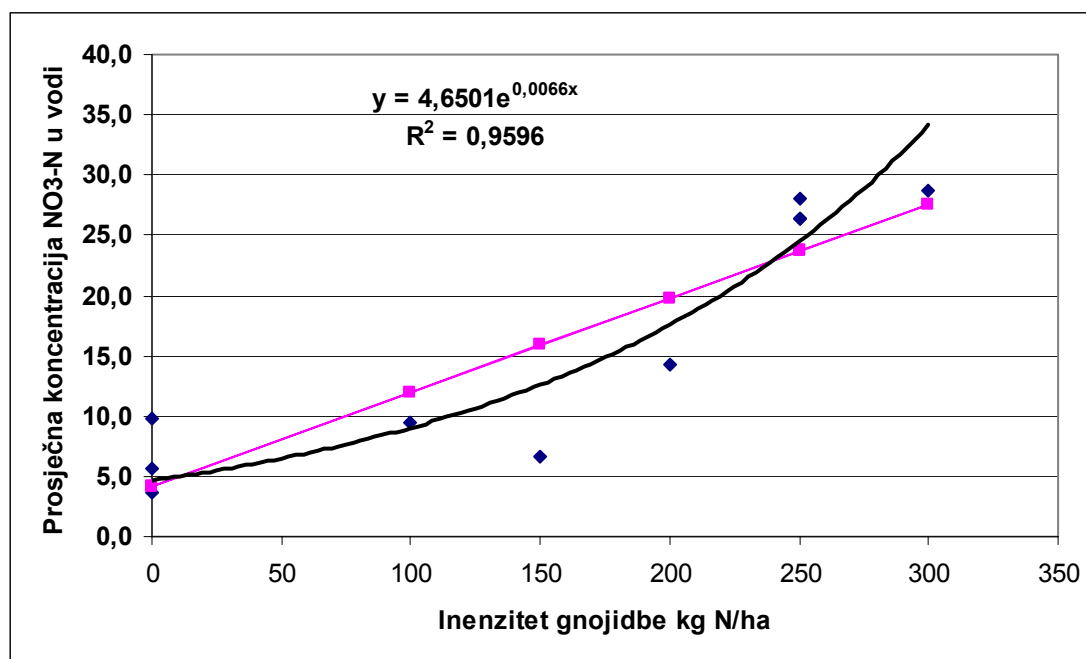
Količina primijenjenog dušika u nekom sustavu uzgoja bilja presudno utječe na mogućnost ispiranja, kao i vrijeme primjene dušičnih gnojiva. Sustav obrade tla utječu na odnos makro i mikro pora u tlu, na aeraciju tla, a samim tim i na mineralizaciju te na mogućnost ispiranja dušika. Za razumijevanje procesa ispiranja dušika iz poljoprivrednih tala veliku vrijednost imaju trajna istraživanja gubitaka ispiranja dušika drenskim cijevima, te u vodi iz lizimetara na različitim tipovima tala i s različitim usjevima, a ona su uz to i neophodna za bolje razumijevanje gospodarenja dušikom, za smanjenje gubitaka nitrata, te za pravilno odlučivanje o budućim načinima gospodarenja, pa čak i za uobličavanje politike upravljanja prirodnim resursima na nekom području, posebice tlom i vodom. Ispiranje nitratnog dušika iz tla ovisi o količini NO_3^- u tlu i količini vode koja se procjeđuje kroz masu tla. Svi biljno uzgojni zahvati, uključujući i gnojidbu, moraju osigurati dovoljne količine dušika za različite usjeve, pri čemu se postavlja uvjet da se smanji mogućnost za gubitke dušika ispiranjem.

Sudeći po rezultatima brojnih istraživanja u najrazličitijim agroekološkim prilikama u svijetu intenzitet gnojidbe dušikom presudno utječe na sadržaj nitratnog dušika u vodi. Na temelju rezultata istraživanja s različitim dozama mineralnog dušika primijenjenoj u gnojidbi provedenog u okolici Popovače u razdoblju od 1996-2001. (Mesić i sur.) utvrđena je veza između intenziteta gnojidbe i sadržaja nitrata u lizimetrijskoj vodi (grafikon 8).

U jednadžbi

$$y = 4,6501e^{0,0066x},$$

y je prosječna koncentracija $\text{NO}_3\text{-N}$ u vodi iz lizimetara, dok je x količina mineralnog dušika primijenjena u gnojidbi u rasponu od 0 do 300 kg/ha.



Grafikon 8. UTJECAJ GNOJIDBE MINERALNIM DUŠIKOM NA KONCENTRACIJU NITRATNOG DUŠIKA U VODI IZ LIZIMETARA

Svaki zahvat obrade tla ima velik utjecaj na mikrobiološke procese u tlu. Utjecaj obrade tla na ispiranje dušika osobito je vidljiv u slučaju crnog ugaru. Ako se usporede gubici nitrata iz tla pod biljnim pokrovom, te iz tla koje se obradom održava u stanju crnog ugaru, uvjerljivo su veće količine nitrata zabilježene u vodi porijeklom iz tla pod ugarom. Drugi razlog većih gubitaka dušika iz tla pod ugarom može se naći u povećanoj količini vode koja se nakon oborina procjeđuje kroz tlo, pri usporedbi sa tlom pod biljnim pokrovom, gdje se dio vode troši za transpiraciju. Utjecaj crnog ugaru na pojačano ispiranje nitrata pri usporedbi s površinom pod usjevom, a bez gnojidbe, potvrđen je i u našim istraživanjima (Mesić, 2001).

Svaka primjena dušika u količini većoj od potrebne, dovodi do zadržavanja dijela dušika u profilu tla, pa se, čim nastupi razdoblje s većim količinama oborina može očekivati pojačano ispiranje. Prema zakonskoj regulativi važećoj u EU potrebno je provoditi trajni monitoring kakvoće podzemne vode, kako bi se osigurali uvjeti za praćenje kakvoće vode prema Naputku o nitratima (Nitrate directive - 91/676/EEC), posebice za dušik podrijetlom iz poljoprivrede. U skladu s Naputkom je izrada «Codes of good agricultural practices» ili «Pravila dobre poljoprivredne prakse», te određivanje «nitrate vulnerable zones» ili «za nitrates osjetljivih područja», gdje se primjenjuju posebna pravila. U Hrvatskoj još ne postoje jasno definirana i javno obznanjena «Pravila dobre poljoprivredne prakse, niti su definirana područja posebno osjetljiva na onečišćenje vode nitratima.

U razdoblju od 14. do 18. listopada 2001. održana je u Washingtonu druga međunarodna konferencija o dušiku, kojoj smo i sami nazočili. Zaključci

konferencije o problemu dušika na globalnoj razini mogu se sažeti u nekoliko točaka:

- Proizvodnja hrane mora se povećavati po količini i kakvoći, kako bi se zadovoljile potrebe rastuće populacije,
- Gotovo sve povećanje bit će rezultat viših prinosa postignutih na već postojećim poljoprivrednim površinama,
- Iskorištenje dušika mora se povećati u okviru postojećih tehnologija uzgoja bilja,
- Povećanje iskorištenja dušika podrazumijeva zadržavanje profitabilnosti, te smanjenje onečišćenja okoliša.

Ipak, kako se na području vodocrpilišta radi o posebnim uvjetima, poljoprivredu, a posebice primjenu dušika, potrebno je prilagoditi u skladu s postavljenim prioritetima. Ako je prioritet zaštita vode, sadašnja primjena dušika u prakticiranoj poljoprivredi na vodozaštitnim područjima crpilišta nije održiva, i svakako je treba mijenjati.

FOSFOR

Ispiranje fosfora iz poljoprivrednih tala problem je koji u Hrvatskoj nije, sudeći prema do sada objavljenim rezultatima istraživanja, od većeg značaja. Razloga za to ima više, a jedan od temeljnih upravo je količina fosfora koja se primjenjuje u gnojidbi. Detaljan prikaz potrošnje fosfora iz mineralnih i iz organskih gnojiva prikazan je u tablici 42.

Tablica 42. FOSFOR IZ MINERALNIH I ORGANSKIH GNOJIVA, 2000. god.

Županija	Mineralni fosfor			Organski fosfor			Ukupni fosfor		
	Potrošnja fosfora, t	kg P ₂ O ₅ /ha polj. površine	kg P ₂ O ₅ /ha obradive površine	Potrošnja fosfora, t	kg P ₂ O ₅ /ha polj. površine	kg P ₂ O ₅ /ha obradive površine	Potrošnja fosfora, t	kg P ₂ O ₅ /ha polj. površine	kg P ₂ O ₅ /ha obradive površine
Zagrebačka i Grad Zagreb	3.651	18	20	3.882	19	21	7.533	37	42

Prema rezultatima istraživanja Šestića i sur. (1989) prosječno ispiranje fosfora u vodi iz lizimetara iznosilo je 3,1 kg P₂O₅. Ovisno o količini oborina, te o vrsti usjeva u vlastitim istraživanjima mi smo na dreniranom pseudoglejnom tlu utvrdili prosječno ispiranje od 0,3 kg P₂O₅ vodom iz drenskih cijevi, te 0,7 kg P₂O₅ s vodom iz lizimetara. U literaturi se navode različiti podaci o ispiranju fosfora s vodom iz lizimetara (Resulović; 1,3 kg, Bergman; 0-12 kg, Amberger i Schweiger; 1,5-25,3 kg), kao i s vodom iz drenskih cijevi (Culley et al.; 0,29 – 0,62 kg, Sharpley and Syers; 0,17-0,81 kg). Veći gubici fosfora mogu se javiti na površinama izloženim djelovanju erozije, pri čemu na ukupne gubitke utječu svi čimbenici koji utječu i na rizik od erozije (nagib terena, način obrade tla, usjev, faza razvitka, intenzitet oborina, itd.)

Na temelju ovih podataka moglo bi se zaključiti da fosfor ne predstavlja opasnost za onečišćenje vode u području analiziranih vodocrpilišta, barem ne kad je riječ o prosječnim količinama koje se primjenjuju u poljoprivredi.

OKVIRNA BILANCA DUŠIKA ZA VODOZAŠTITNA PODRUČJA

Na analiziranim gospodarstvima u vodozaštitnim područjima crpilišta nema dovoljno podataka o količinama hranjiva i prinosima za prikaz proračuna hranjiva na detaljan način, ali se u osnovnim crtama mogu prikazati osnovne značajke bilance hranjiva. Ako je riječ o ratarskoj proizvodnji, najčešće se radi o kukuruzu, pšenici, ječmu i zobi. Prikazani prinosi, kao i potrošnja mineralnih, te način primjene organskih gnojiva ukazuju na razmjerno intenzivnu poljoprivredu. U takvom sustavu gospodarenja količine dušika koje se primjenjuju često puta su znatno veće od 150 kg N/ha, što, prema našem mišljenju, predstavlja gornju granicu ukupnih količina dušika podrijetlom iz organskih i mineralnih gnojiva koje se mogu upotrebljavati u poljoprivredi na tlima vodozaštitnih područja. U proizvodnji povrća primjenjuju se još znatno veće količine, ali, istina, na znatno manjim površinama. Može se pretpostaviti da je godišnji unos dušika znatno veći od iznošenja prinosima različitih usjeva, posebice ako se uvaži i atmosferska depozicija, aerobno vezanje dušika u tlu, te mineralizacija iz organske tvari tla.

ZAKLJUČCI I PREPORUKE

Studijskim radom su obuhvaćena tla na vodozaštitnom području crpilišta podzemne vode za opskrbu grada Zagreba i Zagrebačke županije, s ciljem da se utvrdi stanje tala i naznači optimalni smjer gospodarenja u poljoprivredi koji bi s jedne strane osigurao dugoročno upotrebljivu podzemnu vodu, a s druge strane bio održiv – prihvatljiv korisnicima zemljišta na vodozaštitnom području.

Na vodozaštitnom području dominiraju humofluvisoli i aluvijalna karbonatna tla, a manje su zastupljena eutrična smeđa i glejna hipoglejna tla. Sva su tla formirana povrh dubokih aluvijalnih naslaga prve savske terase, višeslojne su građe, a slojevi su heterogenih značajki, ponajprije tekture, sastoje se od nesortiranog šljunka i pijeska, dok se u krovini javljaju ilovasti materijali.

Zajedničke značajke svih tala je laka, ilovasta tekstura, u pravilu povoljna i stabilna struktura, i općenito povoljne fizikalne značajke, neutralna ili slabo alkalna reakcija i niska opskrbljenost biljci pristupačnim hranivima.

Tla su pogodna za najširi izbor kultura, za koje tržište pokazuje interes. Opća je značajka ekstenzivna poljoprivredna proizvodnja, u kojoj je oranična proizvodnja

podređena uzgoju stoke. Dominantne su ratarske kulture: kukuruz, pšenica i krumpir, od krmnih kultura crvena djetelina i lucerna, a od povrtnih kupus, mrkva, crveni luk i cikla.

Pokrivenost proizvodnih površina stokom dosta je visoka, što je sa stajališta kvalitetnog prometa organske tvari kroz tlo povoljna okolnost. Prakticira se klasični uzgoj stoke, tako da prevladava stajsko držanje. U stajama se koristi stelja, i to pretežito slama i kukuruzovina. Tako se dobije stajski gnoj, koji se izvozi u polje u pravilu u jesen prije jesenskog oranja, odnosno u proljeće prije pripreme tla za sjetvu jarina.

Na vodozaštitnom području prevladava dvopolje: pšenica - kukuruz na oko 80-90 % površina, a kako je zastupljenost kukuruza veća, on se često uzgaja u ponovljenom uzgoju ili monokulturi. Lucerna i crvena djetelina uzgajaju se izvan plodoreda na 10-20 % površina, dok se na ostatku površina prakticira uzgoj stočne repe, krumpira, a na okućnicama i povrtnih kultura. Poslije žetve pšenice česta je i svakako uputna praksa uzgoja podzemne korabe ili "kravske repe" (*Brassica napus*, var. *napobrassica*), koja se koristi za sočnu stočnu hranu, dok se sjetva usjeva namijenjenih isključivo zelenoj gnojidbi u pravilu ne koristi. Najslabija točka ovako koncipiranog plodoreda sa stajališta zaštite podzemne vode je dugo razdoblje golog tla bez usjeva poslije uzgoja pšenice, dakle od srpnja do sjetve kukuruza slijedeće godine, do travnja mjeseca. Ukoliko se ne uzgaja postrna stočna koraba ili druga postrna kultura za zelenu gnojidbu ili krmu, ili pak, ako uzgoj postrne stočne korabe zbog ljetne suše ne uspije, tlo je golo dva ljetna mjeseca, cijelu jesen, zimu i jedan proljetni mjesec. Teorijski gledano, sve štetne tvari iz toga tla, a ponajprije nitrati, zatim hraniva oslobođena mineralizacijom humusa i razgradnjom biljnih ostataka mogu se u tom razdoblju isprati iz tla.

Djelotvorna zaštita podzemne vode ne može se ni zamisliti bez kontinuiranog biljnog pokrova, dakle plodoreda u kojemu naprosto nema prazne površine. Takve mogućnosti dakako postoje, a primjenjive su bez promjene proizvodne orijentacije obiteljskih gospodarstava koja se danas prakticira, a koja je po naravi, uzimajući u obzir činjenicu da se nalazi u prigradskom području, anakrona i gospodarski nedjelotvorna. Posebne mogućnosti otvara ekološka i održiva poljoprivreda, koja isključuje primjenu agrokemikalija opasnih po podzemnu vodu.

U uzgoju bilja prakticira se tradicionalna gnojidba, u kojoj središnje mjesto ima stajski gnoj, a mineralna gnojiva koriste se u gotovo simboličnim količinama. Sva tla bez izuzetka vrlo su siromašna biljci pristupačnim fosforom, a siromašna pristupačnim kalijem.

Slično vrijedi za korištenje kemijskih sredstava za zaštitu bilja. Ukupna količina tih sredstava vrlo je malena, praktički simbolična, ali se ona, za razliku od mineralnih gnojiva vrlo često nestručno koriste ili se pak koriste s neispravnom opremom za distribuciju tih sredstava, a to su ponajprije prskalice. Od herbicida

se koriste i perzistentni herbicidi iz atrazinske skupine, koji su inače u nekim europskim zemljama zabranjeni ili se nalaze pred zabranom.

Raščlamba strukture poljoprivredne proizvodnje na vodozaštitnom području crpilišta obuhvaćenih studijom pokazuje da je rizik onečišćenja podzemne vode perkolatima iz poljoprivrednih tala pri aktualnoj strukturi korištenja objektivno vrlo malen.

Smatramo da multi- i interdisciplinarna istraživanja trebaju uključiti izradu što preciznijih karata izolinija i lokacija točkastih izvora onečišćenja, kao što su odlagališta gradskog otpada, kao i scenarije pretpostavljenog smjera strujanja podzemne vode.

Valja neodložno poduzeti korake da se na širem vodozaštitnom području ustroji ekološki održiva, a profitabilna poljoprivredna proizvodnja, koja isključuje primjenu zahvata rizičnih za okoliš. Pri tome valja imati na umu stožerne odrednice koje ta poljoprivreda mora ispunjavati: produktivnost, sigurnost, zaštita, ekonomičnost i prihvatljivost, uz možebitna stanovita odstupanja od ovih zahtjeva.

Iz tih razloga preporučamo:

- da se nadležnim organima uputi zahtjev da se donese uredba kojom se u uzgoju kukuruza dopušta primjena herbicida samo u trake, dakle samo na prostoru oko reda kukuruza. Isto tako, da se donese uredba kojom se zabranjuje sjetva kukuruza na površini većoj od 75 % raspoloživih oranica na gospodarstvu u vodozaštitnom području
- zabraniti upotrebu komposta od gradskog smeća i gradskog mulja i voditi stalnu brigu da se ta odredba provede u život.
- obvezno provoditi redovito bilanciranje dušika i fosfora u tlu
- zabraniti držanje domaćih životinja bez dovoljno prostora za sigurno odlaganje stajskog gnojiva za razdoblje od najmanje pet mjeseci stajskog držanja. Držanje više od 3,5 uvjetna grla stoke po hektaru proizvodne površine unutar vodocrpilišta se ne smije prakticirati.
- između žetve kukuruza u kasnu jesen i sjetve u proljeće formirati zeleni pokrov, a upotrebu bilo kakvih gnojiva u razdoblju bez vegetacije potpuno zabrani.
- preporuča se bakterizacija leguminoznih usjeva simbiotskim fiksatorima dušika, koji jamče optimalnu opskrbu biljke bez ispiranja dušika.
- osigurati djelotvornu provedbu odredbe Pravilnika o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja, kojom je zabranjeno korištenje gnojovke na goljoj površini tla bez vegetacijskog pokrova u razdoblju od 15. listopada do 25. ožujka, a na zelenim površinama od 15. studenoga do 25. ožujka.
- krajnje je opasna praksa, nažalost veoma prisutna na cijelom zagrebačkom području, korištenje napuštenih kopova šljunka za odlagališta otpada iz domaćinstva i iz poljoprivrede. Sve mjere zaštite

vode na vodozaštitnom području svakog crpilišta moraju započeti sanacijom tih odlagališta.

- Propisati maksimalno dozvoljenu količinu mineralnih (osobito dušičnih) gnojiva po jedinici površine u skladu s pojedinim tipovima tala i uzgajanim usjevima.
- Gospodarenje otpadnim materijalom (kutije, boce itd) od kemijskih zaštitnih sredstava bi trebalo nadzirati i ovu ambalažu bi trebalo odlagati na mjesta predviđena za tu namjenu.
- Obavezno je osiguranje kanalizacije za sva domaćinstva i druge privredne subjekte unutar vodocrpilišta. Praksu koja se provodila na onim objektima koji nisu imali riješen priključak na gradske otpadne vode, a «septička» jama stara desetljeće se još nikada nije napunila bi trebalo što prije napustiti.

Trajno rješenje zaštite vodozaštitnog područja od svih onečišćenja, koje je realno očekivati iz poljoprivrede u budućnosti, u drugačijim gospodarskim prilikama vidimo samo u prakticiranju održive i ekološki prihvatljive poljoprivrede.

Za tu svrhu izvršena su terenska i laboratorijska istraživanja koja su obradila sve aspekte ove bez sumnje zanimljive, a složene problematike; značajke i posebnosti pedoloških prilika, strukture posjeda i prakticiranog sustava gospodarenja. Ova studija obuhvatila je raščlambu agroekoloških prilika – klime, tla, stupnja i vrste onečišćenja tala, s namjerom da se naznače smjernice optimalnog gospodarenja na vodozaštitnim područjima većih vodocrpilišta na području Zagreba.

Temeljem rezultata izdvajamo naredne zaključke i preporuke:

- Sva vodozaštitna područja imaju pogodne klimatske uvjete za uzgoj praktički svih oraničnih i povrtnih kultura kontinentalne Hrvatske bez ozbiljnijih ograničenja za taj uzgoj.
- Zbog raznovrsnih, a značajnih, višeznačnih uloga tla s pravom se danas u svijetu gospodarenje tлом izjednačava s gospodarenjem životom. Pokazuje se opravdanom krilatica s kojom neke države pristupaju sustavnoj zaštiti tla: $S_{(ave)} O_{(ur)} S_{(oils)} \rightarrow S_{(ustain)} O_{(ur)} S_{(ocieties)}$ - SPASIMO TLA DA BI ODRŽALI ZAJEDNICU!
- Prema rezultatima istraživanja onečišćenost tala vodozaštitnih područja ima takav stupanj da zahtjeva posebnu pozornost. Zbog toga držimo da treba pravodobno pristupiti uspostavi sustava motrenja koji bi situaciju držao pod nadzorom, a po potrebi može bitno signalizirao opasnost od rizičnih zahvata, odnosno u interesu zdravlja konzumenata ukazao na opasnost ukoliko bi se rizična praksa ili postupci nastavili.
- Rezultati pokazuju da je središnji je problem onečišćenje svih tala visok sadržaj kadmija. Sva tla vodozaštitnih područja pripadaju IV razredu onečišćenosti. Takva tla su prema kriterijima koji se u nas koriste nepogodna za svaki uzgoj bilja, na njima su nužni energični zahvati zaštite tla, nadzora izvora emisije i primjena sredstava za blokiranje teških

kovina. Plodored na njima mora biti podređen biološkom čišćenju tla - bioremedijaciji – sustavnom iznošenju teških kovina iz tla.

- Na tlima vodozaštitnog područja ekološki uzgoj bilja prihvatljiv je samo u Maloj Mlaki, ali se mogu koristiti za održivu poljoprivredu uz poseban oprez u pogledu primjene mineralnih gnojiva i zaštitnih sredstava.

LITERATURA

- Addiscott, T.M., Whitmore, A.P., Powlson, D.S., 1991. Farming, Fertilizers and the Nitrate Problem, C.A.B International, Wallingford, UK.
- Alloway, B.J., Heavy Metals in Soils. Blackie Academic & Professional, str. 368, London, 1995.
- Arshad, M.A., Martin S., 2002. Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment 88 (2002) 153–160.
- Badora, A., Furrer, G., Grunwald, A., Schulin, R., Immobilization of zinc and cadmium in polluted soils by polynuclear Al-13 and Al-montmorillonite, Jour. of Soil Contamination. 7(5):573-588, 1998.
- Balik, J., Tlustos, P., Szakova, J., Blahnik, R., Kaewrahn, S., Sorption of cadmium in soil treated by limed sewage sludges [Czech], Rostlinna Vyroba. 45(11):511-518, 1999.
- Barancikova, G., Breckova, V., Dlugos, J., Retention of cadmium by soils and humic acids [Czech], Rostlinna Vyroba. 43(3):107-112, 1997.
- Barbosa, A.E., Hvitved-Jacobsen, T., Highway runoff and potential for removal of heavy metals in an infiltration pond in Portugal, Science of the Total Environment. 235(1-3):151-159, 1999.
- Bašić, F., 1995. Some aspects of sustainable agriculture in Croatia, Polj. Znan. Smotra 60: 237-247., Zagreb
- Bašić, F., Kisić, I. Onečišćenost tala Sisačko-moslavačke županije teškim kovinama. studija, rukopis Agr. fak., Zagreb, 1999.
- Bašić, F., Tomić, F., 1996. Classification of soil damages in Croatia. Second Inter. Conference - Soil Monitoring in Czech Republic, Brno. 134-143.
- Bašić, F., V. Mihalić, B. Bertić, 1995. Trajno održiva poljoprivreda u novom okruženju, HAZU, Poljoprivreda i proizvodnja hrane u novom europskom okruženju, Zbornik radova, 47-59., Zagreb
- Bašić, F., (1994): Klasifikacija oštećenja tala Hrvatske, Agronomski glasnik, 3-4, 291-310, Zagreb.

- Bašić,F., Butorac,A., Mesić,M., Agroekološka studija sa sistemima biljne proizvodnje za proizvodnju sirovina za Tvornicu dječje hrane na području općine Glina, 173 Zagreb, 1989.
- Bašić,F., Mesić,H., Vihovanec,M., Teške kovine u poljoprivrednom tlu. Publikacija projekta «*Kemijska sredstva u poljoprivredi – pravilna i sigurna uporaba*». Nakladnik Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva Republike Hrvatske, 1998.
- Bašić,F., Mesić,M., Butorac,A., Teške kovine u tlima općine Glina, Spomenica uz 90. obljetnicu rođenja i 10. godinu smrti M. Gračanina, 13-41, Zagreb, 1994.
- Bašić,F., Mišetić,S., Bašić,I., Posebnosti uzgoja bilja na vodozaštitnom području crpilišta Črnkovec, Zbornik znanst. savjetovanja "Poljoprivreda i gospodarenje vodama", 233-249, Bizovačke toplice, 1994.
- Bielek, P., 1988. Nitrate in nature: product of soil cover. Proceedings of the First International Nitrogen Conference, 23-27 March 1998. Noordwijkerhout, The Netherlands.(Edits.) van der Hoek et al. Elsevier science. 527-530.
- Blanusa, M., Mrkovic-Milic,R., Durbesic,P., Lead and cadmium in soil and Isopoda woodlice in Croatia, Ecotoxicology & Environmental Safety. 52, 198-202, 2002.
- Bloemen, M.,L., Markert, B., Lieth, H., The distribution of Cd, Cu, Pb and Zn in topsoils of Osnabrück in relation to land use, Water Research, Volume 29, Issue 2, Pages 497-503, 1995,
- Blum, W.E.H. (2002): The role of soils in sustaining society and the environment: realities and challenges for the 21st century. 17. World Congress of Soil Science: Confronting new realities in the 21st century. Keynote lectures, str. 67-86. Bangkok, Tajland.
- Bouma, J., 2002. Land quality indicators of sustainable land management across scales. Agriculture, Ecosystems and Environment 88 (2002) 129–136.
- Brye, K.R., Norman J.M., Bundy L.G., Gower S.T., 1999. An equilibrium tension lysimeter for measuring drainage through soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 63(3):536-543.
- Butorac, A., 1999. Opća agronomija, udžbenik, Školska knjiga, Zagreb.
- Butorac, A., F. Bašić, I. Kisić, 1994. Alternativni sustavi gospodarenja i njihov utjecaj na kvalitetu vode, Zbornik znanstvenog skupa "Poljoprivreda i gospodarenje vodama", 53-76, Bizovačke toplice.
- Cambra,K., Martinez,T., Urzelai,A., Alonso,E., Risk analysis of a farm area near a lead and cadmium-contaminated industrial site, Journal of Soil Contamination. 8(5):527-540, 1999.
- Chen,Y.X., He,Y.F., Yang,Y., Yu,Y.L., Zheng,S.J., Tian,G.M., Luo,Y.M., Wong,M.H., Effect of Cd on nodulation and N-2-fixation of soybean in contaminated soils, Chemosphere,50(6):781-787, 2003.
- Čiček,J., Knafl,E., Tončić,Z., Soukup,V., Mihovec,M., Martin,D., Brezinščak,B., Andreis,S., Crpilište u formiranju - Črnkovec, Standardna sanitarna higijenska istraživanja, studija I faza, izvještaj i sinteza rezultata, 117, Zagreb, 1985.
- De Meeus,C., Eduljee,GH., Hutton,M., Assessment and management of risks arising from exposure to cadmium in fertilisers. I, Science of the Total Environment, 291,167-187, 2002.

- Durn,G., Palinkaš,L.A., Miko,S., Bašić,F., Grgić-Kapelj,S., Heavy Metals in liming materials from NW Croatia: Possible effect of liming on permissible contents of heavy metals in arable soils, *Geologia Croatica*, 1: 145-155, 1993.
- Eriksson,JE., Soderstrom,M., Cadmium in soil and winter wheat grain in southern Sweden 1. factors influencing cd levels in soils and grain, *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil & Plant Science*, 46(4):240-248, 1996.
- Ester V.V., B.G. Jeroen, U.H. Helias, 2000. Heavy Metals: A Problem Solved? Methods and Models to Evaluate Policy Strategies for Heavy Metals. Kluwer Academic Publishers, str. 241, Dordrecht, The Netherlands.
- Feige,W., Schmalzried,R., Schugt,K. Stoffbestand von Gartenböden, Bayerisches Staatsministerium für Landesentw. und Umweltfragen, München, 99, 1991.
- Gašpar,I., Neke karakteristike potrošnje mineralnih gnojiva u Hrvatskoj, Kutina, 1989.
- Gilbert,A., Criteria for sustainability in the development of indicators for sustainable development, *Chemosphere*, 33(9):1739-1748, 1996.
- Gilbert,AJ., Feenstra,JF., A sustainability indicator for the Dutch environmental policy theme diffusion - cadmium accumulation in soil, *Ecological Economics*. 9(3):253-265, 1994.
- Golani,U., Izvješće o vodoopskrbi Zagreba, UN - Department for Development support and Management Services, 26, New York, 1993.
- Greenland,D.J., Bowen,G.,Eswaran,H., Rhoades,R., Valentin,C., Soil, Water and Nutrient Managemnr Research - a new Agenda, IBSRAM, Position Paper, 71, 1994.
- Gworek,B., Lead inactivation in soils by zeolites, *Plant and Soil* 143, 71-74, 1992.
- Haan,F.A.M., Soil quality evaluation, International Postgraduate Course "Soil Pollution and Soil Protection", Wageningen, 13, 1992.
- Hanzec,A., Baglama,I., Kadmij u fosfatnim gnojivima i sirovim fosfatima, rukopis, INA-Petrokemija, Kutina, 6, 1991.
- Hillman,D.C., Kuharic,C.A., Cole,W.H., Fitzpatrick,P.M., Watson,M.A., Nichols,K.D., Comparison of AAS, ICP-AES, PSA, and XRF in determining lead and cadmium in soil, *Environmental Science & Technology*. 30(1):204-213, 1996.
- Hoffmann, M., Johnsson, H., 1999. A method for assessing generalised nitrogen leaching estimates for agricultural land. *Environmental Modeling and Assessment* 4 (1999) 35-44 35
- Huber,S., Syed,B., Freudenschuss,A., Ernten, V., Loveland, P., 1991. Proposal for a European soil monitoring and assessment framework, EEA, Copenhagen.
- Huber,W., Strassenverkehr und Bodenbelastung, Agrikulturchemisches Laborat. 79, Laimburg, 1991.
- Hurni,H., Richtwerte für Schadstoffe des Bodens, Kongress Bodenschutz ARGE ALP, Mater. Bayer. Staatsministerium für Land. und Umw. No 52, p. 157- 164, München, 1987.
- Hutton,M., Cadmium in European Community, Chelsea College, University of Lond., 78, London, 1982.

- Igrc, J., Maceljski, M., Mogućnosti integralne i ekološki prihvatljive zaštite ratarskih usjeva, Poljoprivredne aktualnosti 29 (93), 1-2, 203-209, Zagreb, 1994.
- Iserman, K., The extent to which agriculture is involved in environmental problems in modern industrial society, IFA Report A 83/60, 1960.
- Jurčić, V., 1976. Fitoekološka istraživanja o kontaminaciji prostora Zagreba olovom, disertacija, Zagreb.
- Karloglan-Todorović, Sanja, Znaor, D., Program razvitka ekološke poljoprivrede u Zagrebačkoj županiji do 2005. godine. Zagrebačka županija, Upravni odjel za poljoprivredu i šumarstvo, Zagreb.
- Kersebaum, K.C., Wenkel, K.-O. 1998. Modelling water and nitrogen dynamics at three different spatial scales – influence of different data aggregation levels on simulation results. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 50: 313–319.
- Kisić, I., F. Bašić, M. Mesić, A. Butorac, 1998. Soil erosion in different tillage systems on stagnosol in Croatia, 16th WCSS, Symp. 20, 1351.
- Kitchen, N.R., Hughes, D.E., Donald, W.W., Alberts, E.E., 1998. Agrichemical movement in the root-zone of claypan soils - ridge- and mulch-tillage systems compared. *Soil & Tillage Research*. 48(3):179-193.
- Klocke, N.L., Watts, D.G., Schneekloth, J.P., Davison, D.R., Todd, R.W., Parkhurst, A.M. 1999. Nitrate leaching in irrigated corn and soybean in a semi-arid climate. *Trans. ASAE*. 42(6):1621-1630.
- Komlenović, N., Mayer, B., Rastovski, P., Unos teških metala onečišćenim poplavnim vodama u tla nizinskih šuma istočne Slavonije, *Šumarski list*, br. 3- 5, 131-148, Zagreb, 1991.
- Krishnamurti, G.S.R., Huang, P.M., Kozak, L.M., Sorption and desorption kinetics of cadmium from soil: influence of phosphate, *Soil Science*. 164 (12): 888-898, 1999.
- Kuboi, T., Noguchi, A., Yazaki, J., Family-dependent cadmium accumulation characteristics in higher plants. *Plant and Soil*, 92 (3): 405-415, 1986.
- Lobnik, F., Übersichtskarte der Bodenverunreinigung in der Gemeinde Celje, Expertentagung der gemeinsamen AG Bodenschutz, 78-125, Rotholz, 1989.
- Maceljski, M., Ivezić, M., Igrc-Barčić, J., 1994. Integrirana zaštita bilja u proizvodnji namirnica, Zbornik sažetaka znanstvenog skupa HAZU, Zagreb.
- Manitašević, J., Đumija, Lj., Koncentracija teških metala u vodi, mulju i ribi nekih ribnjaka Posavine, *Agrohemija*, No 1-3, 64-67, Beograd, 1989.
- Mayer, B., Pezdirc, N., Teški metali (Pb, Zn i Cu) u tlima nizinskih šuma sjeverozapadne Hrvatske, "Šumarski list", br. 6-8, Zagreb, 251.259, 1990.
- Mayer, B., Važnost pročišćavanja otpadnih voda u sprečavanju ekotoksičnosti posebno za tla nizinskih šuma sjeverne Hrvatske, *Radovi 1*, Vol. 26, br. 1, 95-104, Zagreb, 1991.
- McArthur, D.F.E., Huang, R.M., Kozak, L.M., Impact of long-term cultivation on the status of organic matter and cadmium in soil, *Canadian Jour. of Soil Sc.* 81, Sp. Issue, 349-355, 2001.

- Mclenaghan, R.D., Cameron, K.C., Lampkin, N.H., Daly, M.L., Deo, B., 1996. Nitrate leaching from ploughed pasture and the effectiveness of winter catch crops in reducing leaching losses. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 39(3):413-420.
- Meissner, R., Seeger, J., Rupp, H., Balla H., 1999. Assessing the impact of agricultural land use changes on water quality. *Water Sci. Technol.* 40(2):1-10.
- Merbach, W., Holzel, D., Schalitz, G., Pickert, J., Jacob, H.J., Latus, C., 1997. Lysimeter investigations on the effect of winter catch crops and weeded fallow on the N-dynamics in a sandy treposol soil of northeast Germany. *Isotopes in Environmental & Health Studies*. 33(1-2):53-59.
- Mesić, M., A. Butorac, F. Bašić, I. Gašpar, I. Kisić, 1997. Influence of Mineral Nitrogen Rates on the Nitrate Leaching from Drained Pseudogley, Bericht der 7. Lysimetertagung, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, p. 169-170, Irdning.
- Mesić, M., Prpić, M., Jelavić, V., Kisić, I., Procjena bilance dušika u dunavskom slivu Hrvatske, Zbornik znanstvenog skupa «Poljoprivreda i gospodarenje vodama», 179-186, Bizovačke toplice, 1994.
- Mesić, M., A. Butorac, F. Bašić, I. Kisić, I. Gašpar. 2001. Effect of nitrogen fertilization for oil seed rape on nitrogen leaching with subsurface drainage water. 12th World Fertilizer Congress, August, 3-9. 2001. Beijing, China.
- Mesić, M., A. Butorac, F. Bašić, I. Kisić. 2001. Influence of Nitrogen Fertilization on NO₃-N Concentration in Lysimeter Water. N 2001 The Second International Nitrogen Conference 2001. Potomac, Maryland, USA.
- Mesić, M., Bašić, F., Kisić, I., Butorac, A., Gašpar, I. Utjecaj gnojidbe mineralnim dušikom na sadržaj nitrata u tlu i na koncentraciju NO₃-N u vodi iz lizimetara, Znanstveno – stručni skup: Kako zaštititi vode Hrvatske s gledišta vodoopskrbe i odvodnje, Pula, 26-30. lipnja 2001. str. 381-386.
- Mesić, M., Butorac, A., Bašić, F., Kisić, I., Gašpar, I., Efficiency of Mineral Nitrogen rates Applied in Maize Fertilization, 10th Nitrogen Workshop, Copenhagen, Denmark, 1999.
- Mesić, M., Butorac, A., Bašić, F., Kisić, I., Gašpar, I., 2000. Influence of Black Fallow on Nitrate Leaching. Proceedings of 15th ISTRO Conference, 2000. – CD, p. 7. Fort Worth, Dallas, USA.
- Mesić, M., Bašić, F., Kisić, I., Butorac, A., Gašpar, I., Vadić, Ž., 2003. Nitrate nitrogen leaching at different nitrogen fertilization levels, Proceedings of the II Alps-Adria Scientific Workshop, Trogir, 3-8. March 2003., p. 123-127.
- Miko, S., Durn, G., Palinkaš, L.A., Mashyanov, N.R., Namjesnik, K., Ilyn, Y.T., Distribution of mercury, and aerosols of lead and cadmium in the atmosphere of Zagreb, *Mining and Metallurgy Quarterly* 3-4: 370-385, 1992:
- Munch, D., Concentration profiles of arsenic, cadmium, chromium, copper, lead, mercury, nickel, zinc, vanadium and polynuclear aromatic hydrocarbons (PAH) in forest soil beside an urban road, *Science of the Total Environment* 138 (1-3):47-55, 1993.
- Nestroy, O., 1996. Poljoprivreda i zaštita voda, Knjiga priopćenja znanstvenog skupa Poljoprivreda i gospodarenje vodama, 13-19, Bizovačke toplice.

- Nriagy, J.O., J.M. Pacyna, 1988. Quantitative assesment of worldwide contamination of air, water and soils with trace elements, *Nature* 333, 134-139.
- Oelschläger, W., Zusammensetzung staubförmiger Kraftfahrzeug-emissionen und deren Wirkung auf Landwirtschaftliche Nutztiere, *Staub Reinh. Luft*, 243-248, 1972.
- Ostojić Z., 1993. Ostaci pesticida i PAH u tlu, Program zaštite tala Hrvatske, Zagreb.
- Ostojić, Z., 1991. O problemu kontaminacije podzemnih i površinskih voda atrazinom. *Glasnik zaštite bilja*, 1, 5-12, Zagreb.
- Ostrom, N.E., Knoke, K.E., Hedin, L.O., Robertson G.P., Smucker, A.J.M., 1988. Temporal trends in nitrogen isotope values of nitrate leaching from an agricultural soil. *Chemical Geology*. 146(3-4):219-227.
- Petošić, D., Romić, D., Borošić, J., Romić, M., Klačić, Ž., Valorizacija dijela poljoprivrednog proizvodnog prostora Grada Zagreba za poljoprivrednu proizvodnju. Studija. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1995.
- Posthumus, A.C., Plants as Bioindicators for Atmospheric Pollution, Pollutants and their Ecotoxicological Significance, 55-65, Chicester, 1985.
- Power, J.F., Peterson, G.A., 1998. Nitrogen transformations, utilization, and conservation as affected by fallow tillage method. *Soil & Tillage Research* 49(1,2):37-47.
- Romić, D., Klačić, Ž., Romić, M., Petošić, D., Stričević, I., 1995. Istraživanje prodora potencijalnih polutanata kroz solum tla do podzemne vode na području Kosnice, pedološki dio, Fond stručne dokumentacije Zavoda za melioracije, 39, Zagreb.
- Romić, M., Romić, D., Kraljičković, J., Copper in vineyard soils. IX. Congress of Croatian Society of Soil Science "Land management and soil protection for future generations". Brijuni, 3-7, Croatia, 2001.
- Romić, M., Romić, D., Mirošević, N., Onečišćenost tala i trajno motrenje u Zagrebačkoj županiji. Studija. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2000.
- Romić, M., Romić, D., Sadržaj olova kadmija, cinka i bakra u poljoprivrednim tlima Zagreba i okolice. *Poljoprivredna znanstvena smotra*, 63 (3): 147-154, Zagreb, 1998.
- Romić, M., Sadržaj, oblici i preraspodjela imisije teških kovina u poljoprivrednim tlima šireg područja Zagreba, disertacija, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2002.
- Sauerbeck, D., Styperek, P., Schadstoffe im Boden, insbesondere Schwermetalle und organische Schadstoffe aus langjährige Anwendung von Siedlungsabfällen, Text Umweltbundesamt No16, Berlin, 1988.
- Scokart, P., Van Cauter, R., 1996. Long-term Lysimeter Studies on the Influence of Usual Belgian Farming Systems on Nitrate Leaching, Bericht der 6. Lysimetertagung, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, p. 101-104.
- Seletković, Z., Utjecaj industrijskih polutanata na običnu bukvu u šumskim ekosistemima slavonskog gorja, *Glasnik za šumske pokuse*, No 27, 83- 196, Zagreb, 1991.
- Sheldrick W.F., Syers, J.K., Lingard, J., 2002. A conceptual model for conducting nutrient audits at national, regional, and global scales. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 62: 61-72.
- Singh, A.K., Pandeya, S.B., Modelling uptake of cadmium by plants in sludge-treated soils, *Bioresource Technology* 66(1): 51-58, 1998.

- Soderstrom,M., Eriksson,J.E., Cadmium in soil and winter wheat grain in southern Sweden, 2. geographical distribution and its relation to substratum, *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil & Plant Science*, 46(4):249-257, 1996.
- Sposito, G., Lund, L.J., Chang, A.C. (1982): Trace metal chemistry in arid-zone field soils amended with sewage sludge. I. Fractionation of Ni, Cu, Zn, Cd and Pb in solid phases. *Soil Science Society of America Journal*, 46: 260-264.
- Šimunić, I., Tomić, F., Mesić, M., Kolak, I., 2002. Nitrogen leaching from meliorated soil. *Die Bodenkultur* 53 (2) 73-81.
- Šimunić, I., Tomić, F., Pecina, M., Romić, M., Djelovanje drenaže na koncentraciju dušika u drenažnoj vodi, *Hrvatske vode*, No 2, 107-11, Zagreb, 1993.
- Taylor,MD., Percival,H.J., Cadmium in soil solutions from a transect of soils away from a fertiliser bin, *Envir. Pollution*,113,35-40, 2001.
- Tlustos,P. Pavlikova,D., Balik,J., Szakova,J., Hanc,A., Balikova,M., The accumulation of arsenic and cadmium in plants and their distribution, *Rostlinna Vyroba*. 44, 463-469, 1998.
- Toth, J.D., Fox, R.H., 1998. Nitrate losses from a corn-alfalfa rotation - lysimeter measurement of nitrate leaching. *Journal of Environmental Quality*. 27(5):1027-1033.
- Vajnberger,A., Dali su mineralna gnojiva zagađivači okoline?, *Poljoprivredne aktualnosti*, Vol.37, br.3-4, 521-528, Zagreb, 1990.
- Vidaček,Ž., Drevenkar,V., Husnjak,S., Sraka,M., Karavidović,P., Nitrati, pesticidi i teški metali u dreniranim tlima i vodama na području sliva Karašice i Vučice.
- Vranković,A., Martinović,J., Pernar,N., Neki pokazatelji ekoloških promjena tla u nacionalnom parku Plitvička jezera, ANUBIH, knjiga 15, 133-143, Sarajevo, 1991.
- Vrbek,B., Gašparac, M., Teški metali u humusnom horizontu tala Nacionalnog parka Risnjak, znanstveno savjetovanje Oštećenje zemljišta i problemi njegove zaštite, Tuzla, 27, 1991.
- Wierzbička,M., Comparison of lead tolerance in *Allium cepa* with other plant species, Warsaw, Field Crops Research , Volume 60, Issues 1-2, 1 January 1999, Pages 143-163.
- Wu,J., Norvell,WA., Hopkins,D.G., Welch,R.M., Spatial variability of grain cadmium and soil characteristics in a durum wheat field, *Soil Sc.Soc.of Am. Jour.* 66, 268-275, 2002.
- Ylaranta, T., Uusikamppa, J., Jaakkola, A., 1993. Leaching of nitrogen in barley, grass ley and fallow lysimeters. *Agricultural Science in Finland*. 2(4):281-291.
- Zavadil, J., Kvitek, T., 1997. The effect of soil management on washing-off nitrates and risk elements. *Rostlinna Vyroba*. 43(8):371-377.
- xxx FAO/Netherlands Conference on the Multifunctional Character of Agriculture and Land "Cultivating our Futures", Background papers, FAO and the Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries of the Netherlands, 1999.
- xxx Zakonska regulativa u ekološkoj poljoprivredi Republike Hrvatske, posebno izdanje Ministarstva poljoprivrede i šumarstva RH, str. 200, Zagreb, 2002.
- xxx A Framework for Indicators for the Economic and Social Dimension of Sustainable Agriculture and Rural Development, European Commission, Agriculture Directorate-General, 5 February 2001

- xxx Bodenschutzprogramm Bayern, Bayerische Staatsregierung, 159, München, 1991.
- xxx Communication from the Commission to the Council and the European Parliament: Indicators for the Integration of Environmental Concerns into the Common Agricultural Policy, 2000, Commission of the European Communities
- xxx Down to earth: Soil degradation and sustainable development in Europe, 2000, European Environment Agency and UNEP
- xxx Environmental Signals 2001.
- xxx Pravilnik o zaštiti poljoprivrednog tla, NN br.15, Zagreb, 1992.
- xxx Report from the Commission 2002. Implementation of Council Directive 91/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources
- xxx Statistic in Transition, Overview of Current Statistical Systems in Eleven Transition Economies and of Developments in Statistical Laws and Institutional Organisations, OCDE/GD(97)26
- xxx Statistički ljetopis, 1999, 2000, 2001. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske
- xxx Towards environmental pressure indicators for the EU, 1999, European Commission and Eurostat, Theme 8-Environment and energy.

8. ZAKLJUČCI

Temeljem provedenih istraživanja i analiza na osam vodozaštitnih područja u Zagrebačkoj županiji i Gradu Zagrebu na kojima se provodi poljoprivredna proizvodnja mogu se donijeti sljedeći zaključci po skupinama problema:

1. Vodozaštitna područja u zakonodavstvu

Pitanje vodozaštitnih područja odnosno zona sanitarne zaštite izvorišta regulirano je Zakonom o vodama, odnosno *Pravilnikom o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta* (NN br. 55, 2002). Samo dio vodozaštitnih područja ima "Odluke o vodozaštitnim zonama" odnosno "Zonama sanitarne zaštite": Mala Mlaka (Službeni glasnik, br. 18/77), Stara Loza (Službeni glasnik, br. 5/78), Bregana (Službeni glasnik, br. 19/85), Velika Gorica (Službeni glasnik Grada Velika Gorica, God. IV. Br. 6/98). Za ostala područja i buduće crpilište postoje prijedlozi odluka o zonama sanitarne zaštite koje nisu usvojene.

Postojeći pravilnik o utvrđivanju zona sanitarne zaštite u pojedinim zonama zabranjuje različite aktivnosti između ostalog i oblike poljoprivredne proizvodnje. Pravilnik ima stručnih grešaka te ga je potrebno izmijeniti i uskladiti s drugim zakonskim aktima. Nadalje, Pravilnik nije definirao oblike poljoprivredne proizvodnje i načine gospodarenja poljoprivrednim proizvodnim prostorom na vodozaštitnim područjima kao niti pitanje provedbe i kontrole. Iz navedenog proizlazi da bi Pravilnik trebalo mijenjati, a u izradi novog potrebna je suradnja svih struka koje imaju utjecaja na definiranje zona sanitarne zaštite, među njima i agronomska.

Pitanja gospodarske prirode vezana uz poljoprivredu na vodozaštitnim područjima potrebno je rješavati usklađenim djelovanjem svih čimbenika kojih se ova pitanja tiču: Zagrebačke županije, Grada Zagreba, općina i gradova na čijem su području vodocrpilišta, javnih ustanova i poduzeća u području gospodarenja i distribucije vodnih resursa. Zato je potrebno precizno definirati vodozaštitna područja, kako u prostornom tako i u zakonodavnom smislu.

2. Ekološka valorizacija vodozaštitnih područja

2. 1. Zemljišni resursi

Analiza agroekoloških obilježja istraživanih vodozaštitnih područja potvrdila je njihovu pogodnost za poljoprivrednu proizvodnju. To se u prvom redu odnosi na tla razvijena na aluvijalnim nanosima rijeke Save koja imaju dobre fizikalne značajke i kao takva su pogodna za različite tipove poljoprivredne proizvodnje. Svako ograničenje s obzirom na tip tla, zahtjeve kulture i drugo, moguće je riješiti primjenom odgovarajućih agrotehničkih i/ili hidrotehničkih mjera. Međutim, analize kemijskih značajki tla, a prvenstveno sadržaja teških metala, ukazale su na mjestimična intenzivna antropogena onečišćenja, što svakako postavlja ograničenja pojedinim oblicima poljoprivredne proizvodnje.

Na vodozaštitnom području **Bregana** nalaze se potencijalno vrlo kvalitetna tla (pretežni tipovi tala su aluvijalno i aluvijalno livadno tlo), međutim, u njima su utvrđene visoke koncentracije teških metala, prvenstveno kadmija, te kroma, cinka, nikla i olova. I pojedini parametri kakvoće podzemne vode upućuju na antropogeni utjecaj, premda kakvoća vode danas zadovoljava uvjete za pitku vodu. Prema zakonskim propisima u Republici Hrvatskoj, utvrđene koncentracije teških metala *isključuju ovo područje iz mogućnosti ekološke poljoprivrede*, ali utvrđeni sadržaji nekih metala mogu biti ograničavajući čimbenik i tzv. konvencionalne biljne proizvodnje.

Na vodozaštitnom području **Strmec** prevladavajući tipovi tala su aluvijalno i aluvijalno livadno tlo, mjestimično pseudooglejeno ili oglejeno. Na priljevnom području crpilišta Strmec nalazi se veliki broj potencijalnih izvora onečišćenja podzemne vode i tla. Uzvodno od crpilišta smješteno je odlagalište otpada Trebež, a ostali potencijalni onečišćivači unutar zaštitnih zona crpilišta su brojne šljunčare u koje se odlaže otpad, otvoreni kanalizacijski sustav Samobora, te potok Rakovica u koji se izlijevaju otpadne vode kućanstava i industrije, te intenzivnije korištena poljoprivredna zemljišta. Takva izloženost izvorima onečišćenja odrazila se naravno i na kakvoću tala. U tlima su utvrđene visoke koncentracije kadmija, ali i drugih metala. Praćenja koncentracija teških metala u podzemnoj vodi, između ostalih i kadmija, ne vrše se kontinuirano na vodocrpilištima na zagrebačkom području. Premda su podaci oskudni, ipak se niske koncentracije kadmija na području Strmca povremeno bilježe. U horizontu koji leži nad šljunkovitom podlogom visoke su i koncentracije mangana, a koncentracije tog elementa su u podzemnoj vodi često više od maksimalno dopuštene za pitku vodu. Utvrđeni sadržaji metala u tlu na području crpilišta Strmec mogu biti *ograničavajući čimbenik kako konvencionalne tako i ekološke poljoprivrede*. Utvrđeno je također da su područja bliža Savi ugroženija s aspekta opterećenosti metalima.

Na vodozaštitnom području **Stara Loza** i **Prečko** dominiraju aluvijalna i aluvijalna livadna tla potencijalno vrlo pogodna za biljnu proizvodnju. Dio poljoprivrednih površina je zapušten i šire se šikare. U području pod šumama

nalazi se veliki broj "divljih" deponija otpada, u depresijama koje su ostale nakon eksploatacije šljunka, ali i veliki broj starih savskih rukavaca. Takvo gospodarenje prostorom odražava se naravno i na kakvoću tala i podzemne vode. S aspekta *mogućnosti korištenja tala za ekološku poljoprivredu postoji ograničenje* s obzirom na visoke koncentracije kadmija, te mjestimično kroma i nikla. Podzemna voda na području crpilišta sadrži nitrate, ukupna i mineralna ulja, a povremeno su zabilježeni željezo i mangan.

Na vodozaštitnom području **Mala Mlaka**, prevladavajući tipovi tala razvijeni na aluvijalnim nanosima koja su prema fizikalnim i kemijskim karakteristikama vrlo pogodni za biljnu proizvodnju. Prosječne koncentracije metala u tlima su karakteristične za šire područje, s izuzetkom nikla. Dio sadržaja nikla nedvojbeno je antropogenog porijekla i prvenstveno bi mogao biti povezan s prometnicama i sličnim objektima. Mjestimične povišene koncentracije cinka mogu biti posljedica unosa agrokemikalija u tlo. Dijelovi područja crpilišta Mala Mlaka su s aspekta sadržaja teških metala u tlu pogodni i za ekološku poljoprivredu, dok neki dijelovi imaju ograničenje za korištenje kako za konvencionalnu tako i za ekološku poljoprivredu.

Vodozaštitno područje **Petruševac** još uvijek nema odluku o zonama sanitarne zaštite. Ograđeni su samo crpni zdenci, a u njihovoj neposrednoj blizini se intenzivno uzgaja povrće. Pod šumama i šikarama je oko 30% površine, a ostalo su najvećim dijelom poljoprivredne površine. Samim središnjim dijelom područja prolazi željeznička pruga. Uz samu Savu jugoistočno i jugozapadno, gdje prevladavaju šume i šikare, ima brojnih riječnih rukavaca i "divljih" deponija otpada. Koncentracije metala utvrđene u površinskom sloju poljoprivrednih tala na vodozaštitnom području Petruševac više su od vrijednosti karakterističnih za šire područje. Najviše koncentracije bakra i cinka utvrđene su u površinskom sloju tla na površini koja se koristi kao intenzivan povrtnjak i s velikom vjerojatnošću ih se može povezati s primjenom agrokemikalija, ali se više koncentracije kadmija ne povezuju s poljoprivredom. Općenito ne bi trebalo zanemariti ni blizinu industrijske zone na Žitnjaku. S obzirom na kakoću podzemne vode najveći problem na crpilištu predstavljaju visoke koncentracije mangana zbog čega je izgrađen uređaj za demanganizaciju vode. Sadržaj mangana u podzemnoj vodi mjestimice u kontinuitetu prelazi 0.3 mg/l (MDK za pitku vodu) što nije slučaj i sa željezom. S aspekta korištenja površina za ekološku poljoprivredu na području crpilišta Petruševac postoji izrazito ograničenje s obzirom na sadržaj kadmija, a dijelom i nikla, cinka i kroma.

Na vodozaštitnom području **Velika Gorica** prevladavajući tipovi tala, razvijeni na aluvijalnim nanosima koji su vrlo pogodni za poljoprivrednu proizvodnju, ali su mjestimično moguća ograničenja s obzirom na sadržaj teških metala u tlu. Koncentracije svih istraživanih metala u tlu, osim žive, više su od ishodišnih vrijednosti za šire područje do dubine 60 cm. Sjeverno od mjesta G. Lomnica prema V. Mlaci i V. Gorici, koncentracije kadmija u tlu su više od 1 mg kg⁻¹, a također su više i koncentracije bakra, što nije karakteristično za tla u dolini Save na zagrebačkom području, zatim kroma, naročito mangana, te olova i cinka. Visoke koncentracije nikla utvrđene su u površinskom sloju tla na cijelom

vodozaštitnom području Velika Gorica. U podzemnoj vodi su u razdoblju od 1993.-2001. utvrđene povišene koncentracije nitrata, lakohlapljivih ugljikovodika, te znatan sadržaj ukupnih i mineralnih ulja. Razmatrajući kakvoću tla s aspekta pogodnosti za ekološku poljoprivredu, za veći dio područja su utvrđena ograničenja s obzirom na sadržaj teških metala u tlu.

Području budućeg vodozaštitnog područja **Črnkovec** predstavlja najperspektivnije područje s aspekta budućeg širenja vodoopskrbnog sustava grada Zagreba i Zagrebačke županije. Unutar područja nalaze se mjesta Jakuševac, Mičevac, V. Kosnica, Obrezina i druga, ali i objekti ranžirni kolodvor, smetlište Jakuševac, spalionica PUTO, zračna luka "Pleso", te zaobilazna autocesta. Na cijelom vodozaštitnom području pod šumama je oko 300 ha površine. Veliki broj "divljih" deponija otpada nalazi se upravo unutar tih šuma i šikara. Intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju omogućuje povoljan ravničarski reljef i dobra prirodna dreniranost tala razvijenih na aluvijalnim nanosima. Distribucija metala u površinskom sloju tla vodozaštitnog područja je neujednačena, ali je očigledno i premještanje metala unutar profila.

Premda se pokazalo da poljoprivreda nije niti jedini niti glavni onečišćivač vodonosnika, ipak je potrebno uvoditi proizvodne programe i tehnologije sa što manjim utjecajem na okoliš. Nadalje, autori ovog istraživanja smatraju da je primarni zadatak nadležnih institucija sanacija svih "legalnih" i "divljih" ili nekontroliranih odlagališta otpada ali i drugih izvora onečišćenja, da bi se zaustavila kontinuirana emisija štetnih tvari u okoliš i da bi se spriječila daljnja akumulacija tih tvari u tlu, a tako i mogućnost njihovog procjeđivanja u podzemnu vodu.

3. Stanje poljoprivredne proizvodnje

Analizom postojećeg stanja poljoprivredne proizvodnje na vodozaštitnim područjima utvrđeno je da se najveći dio površina koristi za proizvodnju ratarskih kultura te povrća. Poljoprivredna proizvodnja gospodarski je od manjeg značaja no što je prosjek za Hrvatsku, parcele su usitnjene a dobna struktura zaposlenih u poljoprivredi je vrlo nepovoljna. Stočarska proizvodnja je manje učestala i vrlo rijetko intenzivna. Intenzitet i obilježja postojeće poljoprivredne proizvodnje razlikuju se po vodozaštitnim područjima.

Vodozaštitno područje Bregana. Poljoprivreda je manje značajna djelatnost za aktivno stanovništvo ovoga područja, što znači da se dohodak kućanstava formira pretežito izvan poljoprivrede. Aktivno poljoprivredno stanovništvo ima izrazito nepovoljnu dobnu strukturu u odnosu na ukupno aktivno stanovništvo. Kućanstva raspolažu manjim površinama od prosjeka za Hrvatsku, a broj stoke po kućanstvu je također znatno manji, što upućuje na raširenost samoopskrbne proizvodnje niže intenzivnosti. Prema vrsti poljoprivredne proizvodnje preteže ratarska proizvodnja, koja je u funkciji stočarstva malog obujma, a često samo za

vlastite potrebe s malim viškovima za tržište. Povrćarstvo je na području Samobora zastupljeno, ali na vodozaštitnom području nije zastupljeno u većoj mjeri.

Vodozaštitno područje Strmec. Poljoprivredna proizvodnja temelji se na malim gospodarstvima s površinama rascjepkanim u više parcela u pravilu manjih od 0,5 ha. Sve je manje kućanstava koja se bave poljoprivrednom proizvodnjom, mlađe stanovništvo dohodak ostvaruje uglavnom izvan poljoprivrede, pa se poljoprivrednom proizvodnjom bave pretežito stariji članovi kućanstava. Na zemljištu u vodozaštitnom području uvelike preteže ratarska proizvodnja, a tek u vrlo malom udjelu ima proizvodnje povrća. Najviše se proizvodi kukuruz, strna žita za stočarstvo i nešto pšenice za prodaju ili kućanstvo.

Vodozaštitno područje Stara Loza i Prečko. Širenje grada i urbanizacija prostora istiskuju poljoprivrednu proizvodnju s ovog prostora. Zbog ograničenja u površinama, veličini gospodarstava i zahtjevima okoline, proizvodnja se usmjerava na povrćarstvo, i to na malim parcelama i u zaštićenim prostorima. Mali je broj specijaliziranih i velikih proizvođača, a veći je broj proizvođača svježeg sezonskog povrća u malim količinama za tržište Grada Zagreba. Za većinu uzgajivača poljoprivredni dohodak je tek manji dio dohotka kućanstva. Ostale vrste biljne proizvodnje također su na malim površinama i za sama kućanstva nemaju veliki značaj u dohodovnom smislu. Sve više kućanstava zanemaruje i napušta poljoprivredu, a mali broj onih koji se usmjeravaju na poljoprivrednu proizvodnju primjenjuje suvremenije tehnologije.

Vodozaštitno područje Mala Mlaka. Udjel zaposlenih u poljoprivredi i veličina raspoloživih površina su iznad prosjeka Hrvatske i ostalih promatranih područja. Najviše je kućanstava s površinom do 3 ha (posebice u razredu od 1 do 3 ha), a razmjerno je visok udjel gospodarstava s većim površinama. Uz poljoprivrednu proizvodnju na mnoštvu malih gospodarstava, oko vodozaštitnog područja nalazi se i određeni broj većih gospodarstava s intenzivnom proizvodnjom za tržište, s površinama iznad 5 ha. Na korištenim površinama preteže ratarska proizvodnja, s kukuruzom kao dominantnom kulturom, a druga je proizvodnja povrtnih kultura. Prirodi žita i krmnog bilja su iznad prosjeka županije, što je posljedica razmjerno visokog utroška gnojiva i zadovoljavajuće tehnologije proizvodnje. Za poljoprivrednu proizvodnju se koriste površine većinom južno od auto-ceste. I vodozaštitna zona površine oko 145 ha ograđena je 1966. godine, a između II i III zone nema razlike u načinu korištenja.

Vodozaštitno područje Petruševac. Ovo vodozaštitno područje pripada četvrti Peščenica-Žitnjak koja je pretežito urbana sredina, posebice prema aktivnosti stanovništva. Biljna poljoprivredna proizvodnja na vodozaštitnom području temelji se na relativno malom broju gospodarstava, a razmjerno je visok udjel uzgoja povrća i sličnih proizvodnji. Premda je najveći broj kućanstava bez zemlje ili s malim površinama, među proizvođačima ima tradicijskih gospodarstava s 3 i više hektara površina. Najviše korištenih površina anketiranih gospodarstava je pod žitima, a nešto više od jedne trećine zauzima povrće. Prirodi žita i krmnog bilja su iznad prosjeka županije. Pod šumama i šikarama je oko 30% površine, a

ostalo su najvećim dijelom poljoprivredne površine. Poljoprivredne površine se intenzivno koriste većinom za uzgoj povrća na otvorenom i u zaštićenom prostoru, te ratarskih kultura.

Vodozaštitno područje Velika Gorica. Područje grada Velike Gorice se ubrzano urbanizira, a posljedice se očituju i na poljoprivrednoj djelatnosti. Gledano kroz aktivnost i zaposlenost stanovništva značaj djelatnosti poljoprivrede u ukupnom gospodarstvu je mali. Biljna poljoprivredna proizvodnja odvija se na pretežito malim gospodarstvima, a razmjerno je visok udjel uzgoja povrća i sličnih proizvodnji. Mali je broj gospodarstava koja nastoje razvijati poljoprivrednu proizvodnju, od kojih neki primjenjuju visoku tehnologiju proizvodnje, posebice u povrćarstvu. Prema dobivenim podacima, prirodi žita i krmnog bilja su iznad prosjeka Županije. Poljoprivredne površine koje okružuju crpilište koriste se za ratarsku i stočarsku proizvodnju, te za uzgoj povrća.

Buduće crpilište Črnkovec. Na vodozaštitnom području Črnkovec oranične površine se koriste pretežito za uzgoj žita i povrća. Gospodarstva su razmjerno velika u usporedbi s drugim područjima. Uzgoj povrća odvija se velikim dijelom na otvorenom, a postignuti prirodi su razmjerno niski. Dio gospodarstava planira izmijeniti strukturu sjetve, a dio povećati proizvodnju. Dio površina su livade koje se koriste za hranidbu stoke, a veliki broj gospodarstava bavi se uzgojem stoke.

Ekonomski modeli poljoprivrednih gospodarstava pokazuju da zasijana površina osigurava vrlo raznolik dohodak po hektaru, što prvenstveno ovisi o vrsti proizvodnje. Visoko intenzivna povrćarska proizvodnja u zaštićenom prostoru omogućava stjecanje dohotka od preko 50 tisuća kuna godišnje, dok tradicijsko ratarsko-stočarsko malo gospodarstvo postiže svega 4-5 tisuća kuna po hektaru. Međutim, istraživanje je pokazalo da ekonomski značaj poljoprivredne proizvodnje za kućanstva koja se njome bave nije uvijek presudan.

Općenito zaključujemo da je na istraživanim vodocrpilištima, uz rijetke izuzetke, poljoprivredna proizvodnja gospodarski od manjeg značaja nego što je to prosjek za Hrvatsku. Udjel aktivnog poljoprivrednog stanovništva je nizak i u stalnom je opadanju. najviše kućanstava u općinama/gradovima i četvrtima kojima pripadaju vodocrpilišta imaju male površine: udjel gospodarstva bez zemlje kreće se od 18-95%, a udjel kućanstava sa zemljištem koja imaju do 1ha je u prosjeku 72% (45-91%, ovisno o općini/gardu ili četvrti). Dobna struktura zaposlenih u poljoprivredi je vrlo nepovoljna. Najzastupljenija je biljna proizvodnja povrća i ratarskih kultura – žita i krmnog bilja. a stočarska proizvodnja je manje učestala i vrlo rijetko intenzivna.

4. Informiranost poljoprivrednih proizvođača

Anketni podaci pokazuju prilično veliko neznanje proizvođača u primjeni gnojiva i sredstava za zaštitu bilja. Analize tla se gotovo ne koriste. Sredstva za zaštitu bilja većinom se koriste preventivno. Na istraživanom području, iako stočarska proizvodnja nije intenzivna, više od 50% gospodarstava nemaju uređena odlagališta stajskog gnoja već ga odlažu na zemljanu podlogu. Jedna trećina gospodara ne zna da ima zemljište unutar vodozaštitnih područja, a preko 80% nije ih upoznato sa zakonskim propisima. Jedna četvrtina ispitanika ne zna što je karenca. 45 % ispitanika gnojidbu provodi prema iskustvu, a svega 10 % prema analizama tla. Takva razina informiranosti gospodara je zabrinjavajuća, a dodatno je pogoršava činjenica među njima vlada uvjerenje da način na koji proizvode nije štetan za okoliš. Ipak je ohrabrujuće da najvažnijim čimbenikom u suzbijanju onečišćenja drže strogi nadzor i kažnjavanje, te da postoji spremnost za uvođenje promjena u tehnologiji radi održavanja dobre kakvoće podzemne vode.

Podaci dobiveni anketom upućuju na iznimnu potrebu pokretanja programa edukacije proizvođača čije se proizvodne površine nalaze unutar crpilišta.

5. Prijedlog poljoprivredne proizvodnje na vodozaštitnim područjima

Na poljoprivrednim tlima unutar vodozaštitnih područja gdje nema ograničenja prvenstveno zbog teških metala u tlu mogu se organizirati odgovarajuća sustavi uzgoja bilja, bilo održivi ili ekološki. Dugoročni cilj treba biti ili uspostava ekološke proizvodnje hrane, a tamo gdje uvjeti ne omogućuju ekološku proizvodnju, proizvoda koji ne služe za prehranu.

Djelotvorna zaštita podzemne vode ne može se ni zamisliti bez kontinuiranog biljnog pokrova, dakle plodoređa u kojemu naprosto nema prazne površine. Takve mogućnosti dakako postoje, a primjenjive su bez promjene proizvodne orijentacije obiteljskih gospodarstava koja se danas prakticira, a koja je po naravi, uzimajući u obzir činjenicu da se nalazi u prigradskom području, anakrona i gospodarski nedjelotvorna. Posebne mogućnosti otvara ekološka i održiva poljoprivreda, koja isključuje primjenu agrokemikalija opasnih po podzemnu vodu. Ipak treba naglasiti da vrlo mali broj proizvođača razmišlja o ekološkoj proizvodnji kao alternativni postojećem sustavu.

Na poljoprivrednim tlima unutar vodozaštitnih područja gdje nema ograničenja, prvenstveno zbog teških metala u tlu, mogu se organizirati odgovarajući sustavi uzgoja bilja, bilo održivi ili ekološki.

Pri izboru i plodosmjeni kultura mora se voditi računa o cjelogodišnjoj pokrivenosti tala biljnim pokrovom. U sve biljne sustave treba obavezno uključiti ozime kulture kao potrošače nitrata i drugih biljnih hranjiva u hladnijem dijelu godine. U pojedinim slučajevima, pri smanjenoj količini humusa u tlu, ozime kulture mogu poslužiti kao zelena gnojidba.

Iz istih razloga u uzgoju određenih vrsta povrća treba uvesti sjetvu odgovarajućih ozimih kultura, koje se siju pojedinačno ili zajedno sa žitaricama, za košnju i nastiranje između redova povrća kao mrtvi biljni malč.

U proljetno-ljetnom uzgoju određenog povrća i jagoda mogu se primijeniti i druge vrste malčeva (polimeri, biorazgradljivi pokrivači) uz navodnjavanje kapanjem, koje omogućuje manju potrošnju vode, bolju kontrolu i manju potrošnju mineralnih gnojiva. Osnovna se gnojidba izostavlja i ne stvara se povećana rezerva hranjiva u tlu. Ova se tehnologija s uspjehom provodi i u uzgoju povrća i jagoda u zaštićenim prostorima.

Na lokalitetima na kojima zbog stanja tla nije moguć uzgoj povrća, u plastenicima je moguće proizvesti povrće, jagode i ukrasno bilje koristeći zatvorene hidroponske tehnologije u kojima dio hranjive otopine, koji mora isteći iz zone rizosfere, ne odlazi u okoliš, već se recirkulacijom vraća u spremnik i biva korišten od strane kulture.

U postojeće voćnjake treba usijati vrste za biljni malč, a navodnjavanje kišenjem kao zaštitu od mraza jako ograničiti zbog pojačanog ispiranja lako topljivih hranjiva i pesticida ispod zone rizosfere. Podizanje novih voćnih nasada, koji zahtijevaju veći broj tretiranja sredstvima za zaštitu bilja i pojačanu gnojidbu, zabraniti unutar vodozaštitnih područja.

Dio se površina može biti zasijati travama ili djetelinsko-travnim smjesama za krmu stočarima koji drže stoku izvan vodozaštitnog područja. Stočarstvo treba jako reducirati u vodozaštitnim područjima.

Na pojedinim lokacijama može se organizirati proizvodnja određenog višegodišnjeg aromatičnog i ljekovitog bilja za čiji uzgoj nije potrebno značajnije povećanje plodnosti tla, već se usjev košnjom herbe praktično samoodržava.

Samo se za dio površina može preporučiti neki oblik ekološke poljoprivrede za biljne vrste koje nisu veliki potrošači biljnih hranjiva i vode, koje u uzgoju zahtijevaju što manje zahvata u pedosferu, a njihovom se plodosmjenom može osigurati pokrivenost površina kroz cijelu godinu.

Na lokalitetima s graničnim vrijednostima teških metala u tlu, može se organizirati samo proizvodnja bilja koje nije hrana za čovjeka niti krma za životinje (rasadnici dendrološkog materijala, ukrasne trajnice, uzgoj tratine za razne namjene, predivo bilje).

Površine s rizičnim vrijednostima teških metala u tlu, u blizini industrije i prometnih tokova, treba održavati travnjakom, a njihovu njegu prilagoditi da samoodrživošću osigura prirodno kruženje tvari, bez dodavanja biljnih hranjiva.

Za navedene promjene u poljoprivrednoj proizvodnji na vodozaštitnim područjima treba osigurati financijsku podršku za potrebe detaljnijih istraživanja, za edukaciju poljoprivrednika te za eventualne naknade poljoprivrednicima zbog smanjenog dohotka promjenom vrste i tehnologije proizvodnje.

Zatim, treba donijeti odgovarajuće propise. Za detaljnija istraživanja potrebno je organizirati istraživačko-edukacijski poligon (pokušalište) na jednom od vodozaštitnih područja Grada Zagreba ili Zagrebačke županije za trajnu edukaciju svih sudionika u preustroju na nove tehnologije.

Aktivnosti započete na odabranim područjima vodocrpilišta treba proširiti na sva vodocrpilišta u Zagrebačkoj županiji i Gradu Zagrebu. Za planiranje programa po svakom vodocrpilištu potrebno je izdvojiti što detaljniji pregled glavnih obilježja, i to s gledišta: tla i vode u tlu, raspoloživih površina (po svim zonama), zastupljenosti i vrsti poljoprivredne proizvodnje, obilježja gospodarstava i gospodara, te ekonomskog značaja poljoprivredne proizvodnje.

Primjenu postojeće i uvođenje novih proizvodnih tehnologija u poljoprivredi treba pratiti razvitkom odgovarajuće infrastrukture koja će omogućiti razradu proizvodnih modela (vrsta proizvodnje) s propisanim tehnologijama. na područjima koji zadovoljavaju uvjete potrebno je poticati poljoprivrednu proizvodnju na ekološkim načelima. To znači da je potrebna financijska potpora i stalni nadzor nad provedbom takvih programa, te osigurati stalnu informacijsku i obrazovnu potporu seljacima.