Permakultura i konvencionalna poljoprivreda - usporedba utjecaja na okoliš

Lisjak, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

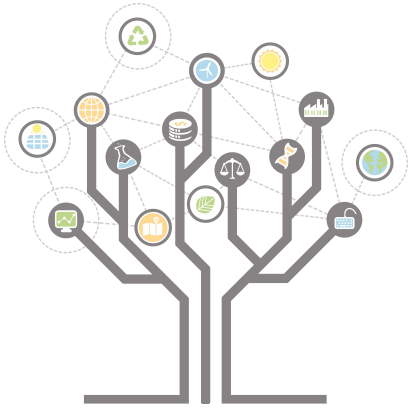
2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:130:484269

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Geotechnical Engineering - Theses and Dissertations

zir.nsk.hr

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Permakultura i konvencionalna poljoprivreda - usporedba utjecaja na okoliš

Lisjak, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:130:484269

Rights / Prava: In copyright

Download date / Datum preuzimanja: **2020-10-27**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Geotechnical Engineering







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GEOTEHNIČKI FAKULTET

IVAN LISJAK

PERMAKULTURA I KONVENCIONALNA POLJOPRIVREDA – USPOREDBA UTJECAJA NA OKOLIŠ

ZAVRŠNI RAD

VARAŽDIN, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GEOTEHNIČKI FAKULTET

ZAVRŠNI RAD

PERMAKULTURA I KONVENCIONALNA POLJOPRIVREDA – USPOREDBA UTJECAJA NA OKOLIŠ

KANDIDAT:

IVAN LISJAK

MENTOR

izv. prof. dr. sc. Zvjezdana Stančić

Varaždin, 2018.

Sveučilište u Zagrebu
Geotehnički fakultet

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Pristupnik: IVAN LISJAK

Matični broj: 2454 - 2014./2015.

NASLOV ZAVRŠNOG RADA:

PERMAKULTURA I KONVENCIONALNA POLJOPRIVREDA – USPOREDBA UTJECAJA NA OKOLIŠ

Rad treba sadržati: 1. Uvod
2. Metode rada
3. Rezultati
4. Usporedba konvencionalne poljoprivrede i permakulture
5. Rasprava
6. Zaključci
7. Popis literature
8. Popis slika
9. Popis tablica

Pristupnik je dužan predati mentoru jedan uvezen primjerak završnog rada sa sažetkom. Vrijeme izrade završnog rada je od 45 do 90 dana.

Zadatak zadan: 14.06.2018. Rok predaje: 06.09.2018.

Mentor: Izv.prof.dr.sc. Zvjezdana Stančić

REPUBLIKA HRVATSKA 1 VARAŽDIN GEOTEHNIČKI FAKULTET SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

Predsjednik Odbora za nastavu: Izv.prof.dr.sc. Igor Petrović

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad pod naslovom

PERMAKULTURA I KONVENCIONALNA POLJOPRIVREDA – USPOREDBA UTJECAJA NA OKOLIŠ

rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na istraživanjima te objavljenoj i citiranoj literaturi te je izrađen pod mentorstvom **izv.prof.dr.sc. Zvjezdane Stančić.**

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

U Varaždinu, _____

_____

(Ime i prezime)

_____

(OIB)

_____

(Vlastoručni potpis)

SAŽETAK

Ivan Lisjak: PERMAKULTURA I KONVENCIONALNA POLJOPRIVREDA – USPOREDBA UTJECAJA NA OKOLIŠ

Poljoprivreda zauzima velike površine te neizbježno utječe na okoliš. Kako svjetsko stanovništvo raste, za očekivati je da će i pritisci poljoprivrede na okoliš biti sve izraženiji. U ovom je radu napravljena usporedba utjecaja konvencionalne poljoprivrede i permakulture na okoliš. Usporedba se temelji na pronađenim podatcima u znanstvenim radovima, knjigama i izvještajima međunarodnih organizacija koje se bave utjecajem poljoprivrede na okoliš. Konvencionalna poljoprivreda podrazumijeva najčešće uzgoj u monokulturi na velikim površinama gdje se uz veliku potrošnjumineralnih gnojiva, pesticida i energije postižu visoki prinosi, ali negativno utječe na okolišpreciznijena kakvoću zraka, vode i tla, što na kraju ugrožava zdravlje ljudi, žive organizme u prirodi i samu poljoprivredu.Smatra se da je konvencionalna poljoprivreda jedan od glavnih uzroka gubitka bioraznolikosti u prirodi.S druge strane permakultura nastoji uspostaviti poljoprivredni sustav po uzoru na odnose u prirodi.Permakultura je „svjesno oblikovanje i održavanje produktivnih poljoprivrednih ekosustava koji imaju raznolikost, stabilnost i otpornost prirodnih ekosustava“ (King 2008). U takvom sustavu se ne koriste mineralna gnojiva i pesticidi, već se nastoji postići prirodna ravnotežavrlo je bitan dizajn. Permakulturno gospodarstvo se oblikuje na način da se pravilnim razmještanjem različitih elemenata uspostave sinergijski odnosi koji omogućuju veliku raznolikost korisnih organizama, smanjenje rada (sve što zahtijeva više pozornosti smješta se u blizini) i ravnotežu sustava.Permakulturni pristup poljoprivredi je nadgradnja ekološke poljoprivrede kod koje je glavni cilj proizvodnja hrane bez ostataka pesticida. U permakulturi jednako je bitan i pozitivan utjecaj na okoliš. U Hrvatskoj postoje brojna mala poljoprivredna gospodarstva koja imaju uvjete za primjenu permakulture i time proizvodnju zdrave hrane, očuvanja okoliša ibioraznolikosti.

Ključne riječi:konvencionalna poljoprivreda, permakultura, bioraznolikost, utjecaj poljoprivrede na okoliš.

ABSTRACT

Ivan Lisjak: PERMACULTURE AND CONVENTIONAL AGRICULTURE – COMPARISON OF ENVIRONMENTAL IMPACT

Agriculture occupies large areas and inevitably affects the environment. As the world's population grows, it is expected that environmental pressures will be even more pronounced. This paper compares the effects of conventional agriculture and permaculture on the environment. The comparison is based on the data found in scientific papers, books and reports from international organizations dealing with the impact of agriculture on the environment. In conventional agricultural systems high yields are achieved with high inputs of fertilizers, pesticide and energy but with negative effects on the environment more precisely on the quality of air, water and soil, endangering human health, living organisms in nature and agriculture itself. Conventional farmingis considered to be one of the main causes of biodiversity loss in nature. On the other hand, permaculture seeks to establish an agricultural system based on patterns observed in nature. Permaculture is "consciously designing and maintaining productive agricultural ecosystems that have the diversity, stability and resilience of natural ecosystems" (King 2008). Such a system does not use mineral fertilizers andpesticides, butaims to achieve natural balance – good design is very important. The permaculture farm is shaped in such a way that through the proper deployment of different elements the synergic relationships are formed which enable a wide variety of beneficial organisms to thrive, reduce labour (all that requires more attention locates in the vicinity) and the balance of the system. Permaculture approach to agriculture is an upgrade of organic agriculture where the main objective is the production of food without pesticide residues. In permaculture positive environmental impact is equally important. There are many small farms in Croatia that have the conditions for the use of permaculture and thus the production of healthy food, environmental protection and biodiversity.

Keywords: conventional agriculture, permaculture, biodiversity, environmental impact of agriculture.

Sadržaj

1. Uvod 1
2. Metode rada 2
3. Rezultati 3
3.1. Što je konvencionalna poljoprivreda? 3
3.2. Utjecaj današnje konvencionalne poljoprivrede na okoliš 3
3.2.1.Utjecaj na tlo 4
3.2.1.1.Zbijanje tla 5
3.2.1.2. Utjecaj gnojiva na tlo 6
3.2.1.3.Zakiseljavanje tla 8
3.2.1.4.Utjecaj kemijskih zaštitnih sredstava – pesticida 11
3.2.1.5. Erozija 11
3.2.2. Navodnjavanje 12
3.2.3. Utjecaj na kakvoću vode 13
3.2.4. Utjecaj na kakvoću zraka 17
3.2.5. Utjecaj na bioraznolikost 18
3.3. Permakultura 23
3.3.1. Temeljna načela 24
3.3.2. Dvanaest smjernica u permakulturnom dizajnu 25
3.3.3. Osnove permakulturnog dizajna 26
3.3.3.1. Zone 27
3.3.3.2. Razmatranje sektora 28
3.3.4. Primjer poljoprivrednog gospodarstva uređenog prema načelima permakulture – „Miracle Farms“ 30
3.3.4.1. Raspored sadnje u permakulturnom voćnjaku „Miracle Farms“ 31
3.3.4.2. Obogaćivanje tla dušikom 32
3.3.4.3. Bioraznolikost i nadzor štetnika u permakulturnom voćnjaku 33
4. Usporedba konvencionalne poljoprivrede i permakulture 35
5. Rasprava 41
6. Zaključci 45
7. Popis literature 47
8. Popis slika 53
9. Popis tablica 54

1. Uvod

Razvoj poljoprivrede u posljednjih 150 godina omogućio je proizvodnju velike količine hrane za rastuće stanovništvo. Na prinose u poljoprivredi naročito je utjecala tzv. „zelena revolucija“ u drugoj polovici prošlog stoljeća. Prinosi po površini u državama u razvoju rasli su čak do 200 %, što je bilo moguće zbog razvoja novih, produktivnijih sorti, razvoja infrastrukture za navodnjavanje i uvođenja mineralnih gnojiva i pesticida. Veća proizvodnja uzrokovala je i pad cijena poljoprivrednih proizvoda te su tako postali dostupniji (Pingali 2012).

Iako se konvencionalni poljoprivredni sustavi razlikuju od države do države, u svima se proizvodnja temelji na tehnološkim inovacijama, velikim investicijama u opremu i tehnologiju, monokulturama na velikim površinama, visokorodnim hibridima i obilnom korištenju mineralnih gnojiva i pesticida (Fisher 2017). Usredotočujući se isključivo na produktivnost uz velika ulaganja, zaboravlja se na zakone koji vladaju u cjelokupnom ekološkom sustava, a čiji je dio i poljoprivreda (Znaor 1996). Konvencionalne poljoprivredne prakse mogu kratkoročno ostvarivati visoke prinose, ali dugoročno uzrokuju degradaciju tla i onečišćenje voda kao i gubitakbioraznolikosti, uključujući za poljoprivredu vrlo bitne oprašivače. Poljoprivreda je uzrok velikog pada populacija ptica u Europskoj Uniji u posljednjih nekoliko desetljeća (EEA2015).

Zbog sve veće svijesti o štetnim utjecajima konvencionalne poljoprivrede, danas postoje mnoge alternativne metode poljoprivrede, kojima je cilj proizvodnja biljaka i životinja na održiv način, bez degradacije okoliša i korištenja štetnih agrokemikalija. Jedna od tih alternativnih metoda poljoprivrede je permakultura, koja se počela razvijati sedamdesetih godina prošlog stoljeća. Osnova tog pristupa jest oblikovanje poljoprivrednog sustava po uzoru na odnose u prirodi, s ciljem uspostavljanja poljoprivredno-produktivnih ekosustava koje odlikuje bioraznolikost, stabilnost i žilavost prirodnih ekosustava. U permakulturi je pored postizanja prinosa bitna i briga za prirodu, stvaranje staništa za korisne organizme, ali i društvena komponenta (Kiš i Kiš 2014).

Cilj ovog završnog je bio izraditi pregled najznačajnijih utjecaja tzv. konvencionalne poljoprivrede na okoliš u usporedbi s utjecajem poljoprivrede prema načelima permakulture.

2. Metode rada

Ovaj rad se temelji na traženju podataka o utjecaju poljoprivrede na okoliš u znanstvenim i stručnim radovima, u izvještajima međunarodnih organizacija koje se bave tim područjem te na stručnim internetskim stranicama koje se bave utjecajem poljoprivrede na okoliš. Za permakulturu nisu pronađeni znanstveni radovi koji bi istraživali utjecaj na okoliš, stoga su opisana temeljna načela, kojima je jedan od glavnih ciljeva upravo povećanje bioraznolikosti te je opisan primjer uređenja poljoprivrednog zemljišta prema načelima permakulture (Fisher 2017).

3. Rezultati

3.1.Što je konvencionalna poljoprivreda?

Konvencionalna (industrijska) poljoprivreda je danas najraširenija oblik poljoprivredne proizvodnje. Njezina glavna prednost su visoki prinosi po jedinici površine, koji se postižu uz upotrebu mehanizacije, pesticida, mineralnih gnojiva, koncentrata, novostvorenih sorti i pasmina te ogromnih količina energije.Karakteristične su velike monokulture i čitave regije sa specijaliziranom proizvodnjom (Znaor 1996).

Nagli razvoj konvencionalne poljoprivrede u prošlom stoljeću, koji se često naziva „zelenom revolucijom“ doveo je do velikog povećanja prinosa. Stanovništvo u tzv. zemljama u razvoju u posljednjih 50 godina naraslo je za više od 100 %, dok je proizvodnja žitarica narasla za više od 300 % uz povećanje obrađenih površina od samo 30 % (Pingali 2012). Intenziviranje proizvodnje na početku je omogućilo uzgoj iste ili veće količine na postojećem poljoprivrednom zemljištu čime je usporeno obrađivanje novih površina (najčešće šuma). Intenzivno iskorištavanje zemljišta prouzročilo je mnoge probleme, poput velike potrošnje vode, degradacije tla i ispiranja hranjiva. Od sredine osamdesetih godina prošlog stoljeća opaženo je smanjenje rasta prinosa, što se djelomično može pripisati degradaciji tla uslijed intenzivne poljoprivrede (Pingali 2012).

3.2. Utjecaj današnje konvencionalne poljoprivrede na okoliš

Glavne značajke konvencionalne poljoprivrede su visoka energetska i kapitalna ulaganja te primjena mineralnih gnojiva i većih količina pesticida, no nije riječ o jednom jedinstvenom načinu proizvodnje. Primjenjuju se različite tehnike i metode uzgoja s različitim utjecajem na okoliš.

Intenzivna biljna proizvodnja u kojoj se primjenjuje velika količina mineralnih gnojiva i pesticida, gdje se proizvodi u monokulturi s često neprikladnim (suženim) plodoredom, bez

uporabe organskih gnojiva (vraćanje organske tvari) što ima negativan utjecaj na okoliš. Uzrokuje pogoršanje fizikalnih, kemijskih i bioloških značajki tla. Sustavi odvodnje i navodnjavanja također mogu nepovoljno utjecati na značajke tla.

Monokultura narušava ravnotežu ekosustava pa su takva polja podložna širenju biljnih bolesti i velikim štetama od insekata, ukoliko se ne upotrijebe pesticidi (FAO i ITPS 2015). Mineralna gnojiva i pesticidi koji se primjenjuju na poljoprivrednim površinama neizbježno utječu na ekosustav unutar, ali i izvan mjesta primjene. Agrokemikalije se šire vodom, zrakom i prašinom te onečišćuju površinske i podzemne vode i zrak što može negativno utjecati na zdravlje ljudi i bioraznolikost (EEA 2015).

Prema Średnicka-Tober (2016) potrošnja sintetičkih izvora dušika (mineralnih gnojiva) u poljoprivredi u posljednjih 45 godina narasla je za 800 %. Isti autor navodi da je u sezoni 2014./2015. ukupna potrošnja mineralnih gnojiva u svijetu bila 183 milijuna tona. Negativni učinci mineralnih gnojiva uključuju onečišćenje tla, površinskih i podzemnih voda, gubitak bioraznolikosti, zakiseljavanje tla i opadanje plodnosti tla. Za njihovu proizvodnju se uglavnom koriste neobnovljivi resursi dušika i fosfora, a prilikom proizvodnje i korištenja mineralnih gnojiva oslobađaju se stakleнički plinovi (Średnicka-Tober 2016).

Ukupna godišnja potrošnja pesticida u svijetu je 3 milijuna tona (Średnicka-Tober 2016). Pesticidi doprinose smanjenju bioraznolikosti, onečišćenju tla, onečišćenju površinskih i podzemnih voda, a mogu negativno utjecati i na ljudsko zdravlje. Ljudi su pesticidima izloženi prilikom primjene ili potrošnje poljoprivrednih proizvoda (izloženost malim količinama pesticida u hrani može uzrokovati pojavu neplodnosti, kancerogenih oboljenja, neurodegenerativnih bolesti te endokrinih poremećaja i poremećaja imuniteta). Uz to mnoge ciljane vrste s vremenom stječu otpornost na pesticide (Średnicka-Tober 2016).

3.2.1. Utjecaj na tlo

Intenzivno iskorištavanje zemljišta može utjecati na smanjenje plodnosti tla, njegovu otpornost na ekstremne vremenske uvjete uzrokovane klimatskim promjenama i onečišćivalima (FoodandAgricultureOrganisationofthe United NationsiIntergovernmentalTechnicalPanel on Soils 2015). Konvencionalna poljoprivreda u

većini slučajeva negativno utječe na tlo. To uključuje gubitak plodnog površinskog sloja, zbijanje i zakiseljavanje tla te gubitak bioraznolikosti u tlu uzrokovan primjenom pesticida i mineralnih gnojiva.

Kratkoročno konvencionalna poljoprivreda postiže dobit no dugoročno negativno utječe na okoliš, ali i na samu poljoprivredu jer se smanjuje plodnost tla pa su potrebna sve veća ulaganja (pogotovo mineralnih gnojiva) da bi se postigao isti prinos (Średnicka-Tober 2016).

3.2.1.1.Zbijanje tla

Učestali prohodi teške mehanizacije uzrokuju zbijanje tla čime se poremećuju vodozračni, toplinski i hranidbeni odnosi u tlu. Zbijanje tla dovodi do pogoršanja većine fizikalnih značajki kao što su struktura, propusnost tla za vodu i stvaranje pokorice. (Špoljar 2016)

Mnogi važni biološki i kemijski procesi, za koje je potrebna prisutnost i vode i zraka, odvijaju se u porama tla. Smanjenje veličine pora utječe na te procese, tako da se smanjuje količina hranjiva dostupnih biljkama (McKenzie 2010).

Prema Idowu (2016) zbijanje tla u poljoprivredi se može podijeliti na površinsko i podpovršinsko ovisno o dubini na kojoj dolazi do zbijanja. Do površinskog zbijanja tla dolazi kad se pod utjecajem oborina, otjecanja, stajanja vode prilikom navodnjavanja ili oranja razore strukturni agregati tla. Čestice tla se prerasporede u tanki sloj po čitavoj površini, koji dok se osuši otežava ulazak zraka i vode u tlo te nicanje sjemena (stvara se pokorica) (Idowu 2013).

Kod podpovršinskog zbijanja tla do zbijanja dolazi u dubljim slojevima tla. Ova vrsta zbijanja dešava se kao posljedica učestalih prohoda teške mehanizacije i višegodišnjeg oranja tla do iste dubine, zbog čega dolazi do stvaranja zbijenog sloja neposredno ispod dubine oranja (Idowu 2013).

Zbijanje tla negativno utječe na kakvoću tla i prinose na više načina (McKenzie 2010):

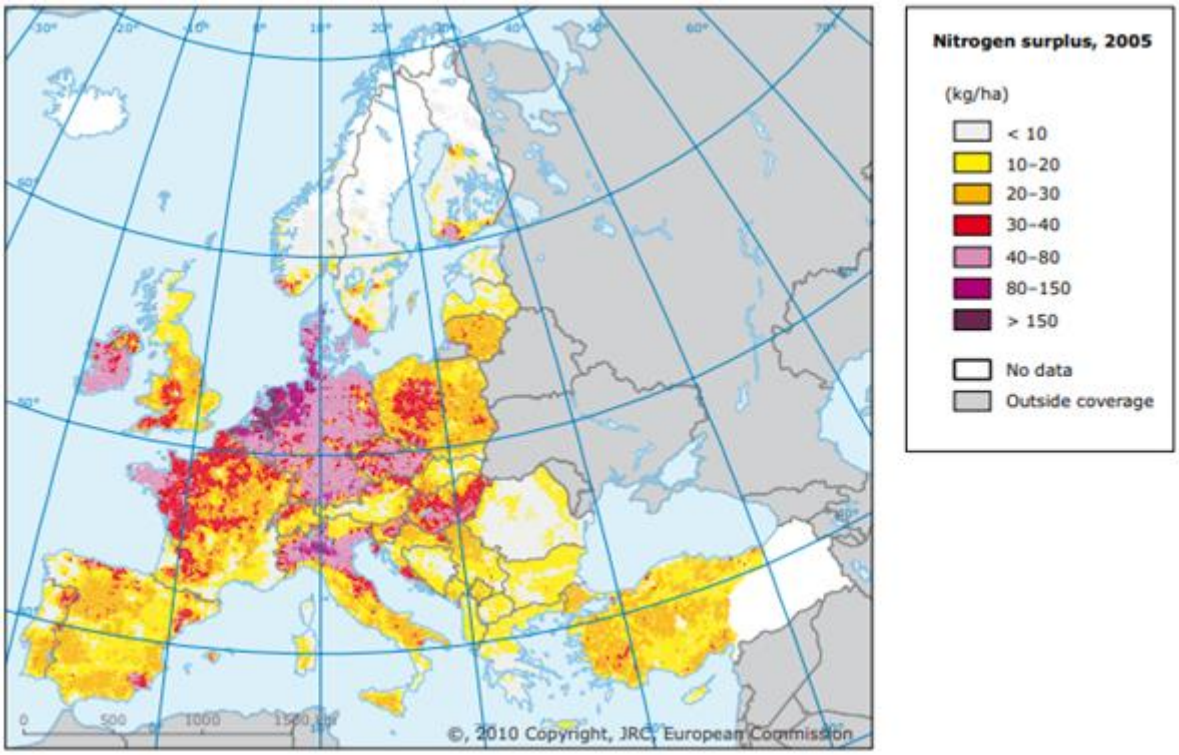
- uzrokuje smanjenje volumena pora u tlu;
- smanjuje stopu infiltraciju vode u tlo;

- smanjuje se sposobnost zadržavanja vode i zraka u tlu, što je neophodno za dobar rast korijena;
- smanjuje se dubina prodora korijena u tlo čime se smanjuje učinkovitost iskorištavanja hranjivih tvari i vode iz tla ali i povećava osjetljivost usjeva na sušu;
- smanjuje se stopa nicanja zbog stvaranja pokorice;
- povećava se površinsko otjecanje vode;

3.2.1.2.Utjecaj gnojiva na tlo

U suvremenoj poljoprivrednoj proizvodnji koriste se velike količine mineralnih gnojiva, uglavnom nitrati i fosfati te soli kalija. Prema Altmayer (2016) biljke iskoriste 30-50 % dušika i oko 45 % fosfora, a preostali dio se ispire u podzemnu vodu. Prema istom autoru, mineralna gnojiva utječu na pH vrijednost tla, povećavaju sadržaj elektrolita i topivih soli u tlu.

Nitrati se slabo ili nikako vežu na čestice tla te vrlo brzo dospijevaju u podzemnu vodu (Wiederholt i Johnson 2005). Pored mineralnih gnojiva značajni izvori nitrata iz poljoprivrede su i stajski gnoj te gnojnica. Na Slici 1. prikazan je višak dušika primijenjenog na poljoprivrednim zemljištima u Europi u 2005. godini.



Slika 1. Procijenjeni višak dušika (razlika između primijenjenog dušika i dušika kojeg biljke iskoriste) u Europi za 2005. godinu (EEA2010).

Gnojiva životinjskog porijekla također mogu predstavljati opasnost za okoliš, ovisno o starosti, načinu i količini primijenjenog gnojiva. Svinjski gnoj često sadržava veće količine bakra, a goveđe gnojivo može nanijeti štetu glistama (Đikić i sur. 2001).Najbolji način za održavanje ili povećanje plodnosti tla je korištenje komposta te zelena gnojidba tj. uzgoj bilja koje brzo stvara veliku količinu lisne mase i koje je potrebno pravovremeno unositi u tlo prije sadnje glavne kulture(Grgić 2014).

Prema Jugu (2016) gnojiva utječu na osobine tla, zraka i vode, na pH reakciju, strukturu i bioraznolikost tlate doprinose nakupljanju štetnih tvari u tlu i biljkama (neka mineralna gnojiva sadrže male količine teških metala). U zdravom tlu je prisutan veliki broj različitihmikroorganizama, ali ako u tlo dospije velika količina pesticida, mineralnih gnojiva i sl. može se drastično smanjiti brojnost korisnih organizama u korist patogena , što u konačnici dovodi do pojave bolesti i drugih problema (Jug 2016).

3.2.1.3.Zakiseljavanje tla

Na procese zakiseljavanja tla utječe genetsko evolucijski stadij razvoja tla (tip tla), klimatski uvjeti, organizmi i čovjek (Karin 2017). Kiselost tla se mjeri u pH jedinicama i ovisi o koncentraciji H^+ iona. Tla su kisela ako je pH manji od 7.

Antropogene aktivnosti koje uzrokuju zakiseljavanje tla su (Grgić 2014):

- uporaba fiziološki kiselih gnojiva koja imaju sve više aktivnih tvari, a sve manje balasta koji je barem djelomice kompenzirao gubitak kalcija iz tla;
- primjena velikih količina gnojovke;
- povećano iznošenje baza u biološkoj masi s prinosom;
- nestručna hidro i aglomeracija (na tlima s izvedenim hidro i agromelioracijama povećava se propusnost i ispiranje tla);
- kisele kiše (oborine onečišćene sumporovim dioksidom, dušikovim oksidom, amonijakom ili drugim kemijskim spojevima).

Intenzivna gnojidba mineralnim i organskim gnojivima je najznačajniji izvor zakiseljavanja tla u poljoprivredi,osobito jer se sve više koriste fiziološki kisela gnojiva u čijem se sastavu nalazi sve više aktivnih tvari, a sve manje balasta koji može barem djelomice kompenzirati gubitak kalcija iz tla (Mesić i sur. 2009).

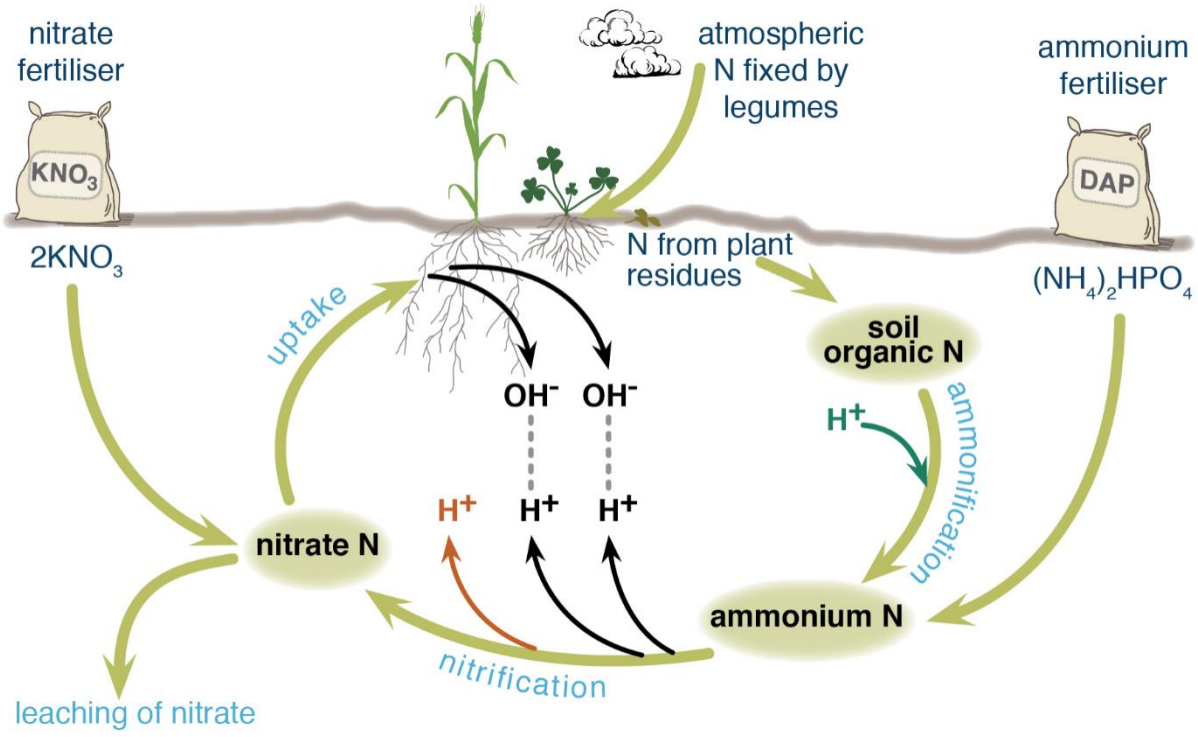
U kiselom tlu se glina premješta iz oraničnog sloja dublje u tlo gdje se može stvoriti vodonepropusna zona, koja pogoduje daljnjem zakiseljavanju i pojavi lakopokretljivih iona vodika, aluminija i željeza koji su u većim količinama otrovni za biljke(Vukadinović 2010).

Različita dušična gnojiva podliježu različitim kemijskim procesima u tlu te stoga njihov utjecaj na pH vrijednost tla ovisi o nastalim produktima (Slika 2.). Na zakiseljavanje tla u poljoprivredi najviše utječu gnojiva na bazi amonijaka osobito ako dušik ne iskoriste biljke već se ispire dublje u tlo ili u vodonosnik (Gazey i Gaus 2017). Mnoga gnojiva na bazi amonijaka doprinose zakiseljavanju tla i u slučaju da biljke iskoriste dušik.

Amonijev ion iz mineralnog gnojiva ili organske tvari u tlu brzo se pretvara u nitrat (NO_3^-) i vodikove ione (H^+) čime u tlu nastaju, ovisno o gnojivu, različite količine H+ iona (IPNI, 2016).

Biljke iz tla uzimanju negativno nabijeni nitrat (NO_3^-) i pritom otpuštaju hidroksidni ion (OH^-) zbog održanja električne ravnoteže. Hidroksidni ion reagira s vodikovim ionom u tlu pri čemu nastaje voda (vodikov ion više ne doprinosi kiselosti tla).Nitrati koje ne iskoriste biljke se ispiru u dublji sloj tla što znači da se ne otpuštajuhidroksidni ioni iz biljke koji bi se vezali s vodikovim ionima tvoreći vodu (Gazey i Gaus 2017).

Obično se ispiru natrijev, kalijev i kalcijev kation, dok vodikovi kationi ostaju jer su jače vezani za čestice tla. Ako je izvor nitrata gnojivo na bazi amonijaka (amonijev ion), količina vodikovih iona u tlu raste.NaSlici 2. prikazano je kako gnojiva na bazi amonijaka i nitrata sudjeluju u kruženju dušika.



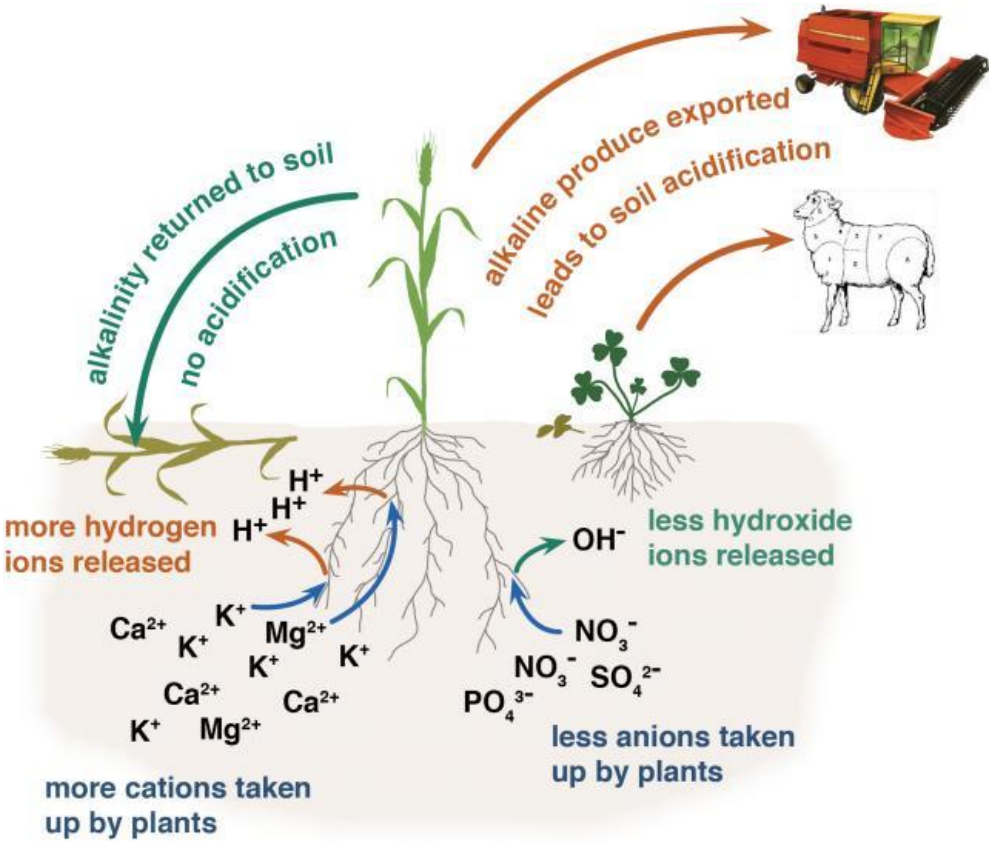
Slika 2. Različite reakcije u tlu kod dodavanja mineralnih gnojiva na bazi amonijaka i na bazi nitrata (Gazey i Gaus 2017).

Nitrifikacijom jedne molekule diamonijeva fosfata (DAP) u tlo se oslobađaju tri iona vodika i dva nitratna iona.Ako dvanitratna iona iskoriste biljke, otpuste se dva hidroksidna iona, koji reagiraju s dva vodikova iona.Ako biljka iskoristi dva nitratna iona, dva vodikova iona će reagirati s dvahidroksidna iona koje otpušta biljka. Ostat će jedan vodikov ion koji doprinosi kiselosti tla.

Ako se dva nitratna iona isperu iz niže, van zone korijenja, u tlu će ostati sva 3 vodikova iona koji će doprinositi kiselosti tla.Ako su nitratni ioni koje iskoristi biljka od KNO_3 gnojiva, svi vodikovi ioni se neutraliziraju.

Biljke preko korijena iz tla uzimaju hranjive tvari u obliku pozitivno nabijenih kationa (npr. NH_4^+, Ca^{2+}, K^+, Mg^{2+}) ili negativno nabijenih aniona (npr. NO_3^-, PO_4^{3-}, SO_4^{2-}). Kad biljka apsorbira kation, u tlo se izlučuje pozitivno nabijeni vodikov ion (H^+) kako bi se održala električna ravnoteža. Kada se apsorbira anion u tlo se izlučuje negativno nabijeni hidroksidni ion (OH^-).

Biljke apsorbiraju više kationa nego aniona iz čega slijedi da je većina biljne tvari lagano alkalna. U prirodnom sustavu, kada biljke odumru, raspadaju se i vraćaju u tlo, uravnotežujući kiselost uzrokovanu vodikovim ionima. U poljoprivredi, ako se biljni materijal ukloni ispašom ili žetvom ili se na drugi način prenosi s mjesta nastanka, umjesto da se vraća u tlo, postoji „neto izvoz lužnatosti“ (*netexportofalcalinity*) i ostaci vodikovih iona ostaju u tlu doprinoseći kiselosti tla (Slika 3.) (Gazey i Gaus 2017). Tijekom vremena, kako se taj proces ponavlja, tlo postaje kiselo.



Slika 3. Zakiseljavanje tla kao posljedica iznošenja biljnog materijala sa zemljišta (Gazey i Gaus 2017).

3.2.1.4.Utjecaj kemijskih zaštitnih sredstava – pesticida

Pesticidi su tvari za suzbijanje nepoželjnih organizama, koje mogu biti sintetički ili organski spojevi. Prema vrsti ciljanih organizama dijele se na više skupina, a u poljoprivredi su najvažniji herbicidi – za suzbijanje korova, insekticidi – za suzbijanje kukaca, fungicidi – za suzbijanje gljivica.

Uporaba pesticida u svijetu je procijenjena na dva milijuna tona godišnje, od čega herbicidi čine 47,5 %, insekticidi 29,5 %, fungicidi 17,5 %, a 5,5 % ostali pesticidi (FAO i ITPS 2015).

Primjenom pesticida se smanjuju štete na usjevima i postiže veći prinos, uz istodobno smanjenje ljudskog rada. Pesticidi utječu na ciljane, ali i na neciljane organizme poput korisnih kukaca (npr. oprašivača), ptica, gmazova, vodozemaca i sisavaca koji se nađu u blizini. Imaju negativan utjecaj na mikroorganizme u tlu i time na biogenost tla.Utjecaj pesticida na bioraznolikost tla ovisi o kemijskom sastavu, primijenjenoj količini, puferskom kapacitetu tla i organizmima u tlu.

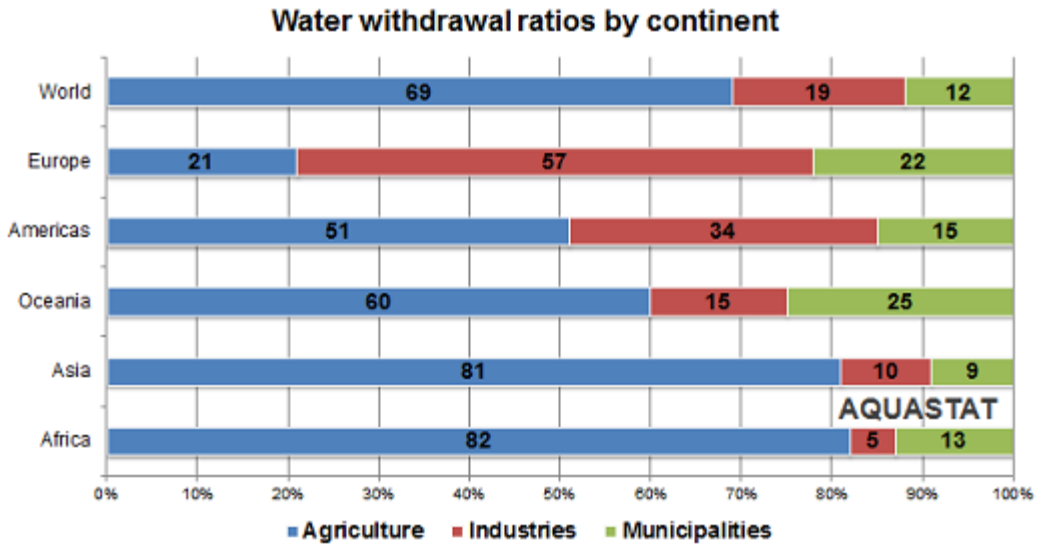
3.2.1.5.Erozija

Erozija je proces kojim se dio čestica tla pod utjecajem prirodnih sila – vode i vjetra odvaja s površine tlai premješta na manju ili veću udaljenost (Kisić 2016). Erozija se dešava sa i bez utjecaja čovjeka. Zahvaća površinski sloj tla u koji su unesene agrokemikalije i uložena sredstva. Tim procesom se smanjuje kakvoća poljoprivrednog zemljišta jer se smanjuje debljina plodnog površinskog sloja.

Antropogena erozija je erozija uzrokovana djelovanjem čovjeka, česta je na poljoprivrednim površinama, a Kisić (2016) navodi da kod nje gubici tla nadmašuju stvaranje tla genetskim procesima.
Eroziji su posebno podložna zemljišta na padinama zbog izraženijeg utjecaja vode, osobito kod obrade niz padinu, a koja je česta u Hrvatskoj zbog malih parcela.

3.2.2. Navodnjavanje

Oko 20 % ukupnog kultiviranog zemljišta je navodnjavano i doprinosi 40 % svjetske proizvodnje hrane. Najviše navodnjavanih poljoprivrednih površina nalazi se u Aziji (70 % svih navodnjavanih površina, što čini 41 % svih obrađenih zemljišta u Aziji), od kojih je veći dio (60 %) u Kini i Indiji (60 %) (FAO i ITPS 2014). Poljoprivreda je glavni svjetski potrošač vode (Slika 4.). Oko 70 % svjetske potrošnje slatke vode odnosi se na potrošnju u poljoprivredi, a u nekim zemljama u razvoju čak do 90 % (Antinac 2009).



Slika 4. Udio potrošnje vode u poljoprivredi, industriji i kućanstvima u svijetu u 2016. godini (FAO, 2016).

Zbog klimatskih uvjeta, u EU su manje potrebe za navodnjavanjem, koje čini 30 % ukupne potrošnje vode. Postoje razlike u potrošnji među južnijim (60 %) i sjevernijim područjima (30 %). Na razini EU od ukupne potrošnje vode prosječno na poljoprivredu otpada 44 % potrošnje vode, na industriju 40 % i javnu vodoopskrbu 15 % (EEA, 2015). U EU, najčešći negativni utjecaji navodnjavanja prema EEA (2015) su:

- Povećana erozija na zemljištima koja se nalaze na padini
- Zaslanjenje ili onečišćenje mineralima iz podzemne vode
- Navodnjavanje može uzrokovati sniženje razine podzemne vode, isušivanje jezera i sl.

- Onečišćenje vode pesticidima i hranjivima
- Oštećenje staništa, iscrpljivanje vodonosnika crpljenjem vode za navodnjavanje
- Intenzivni oblici navodnjavane poljoprivrede zamjenjuju visoko vrijedne polu-prirodne ekosustave.

U nekim slučajevima, sustavi za navodnjavanje mogu utjecati i na povećanje bioraznolikosti stvaranjem novih staništa (EEA, 2015).

3.2.3. Utjecaj na kakvoću vode

Onečišćivala iz poljoprivrede dospijevaju u površinske i procjeđivanjem u podzemne vode (otopljena onečišćivala), površinskim otjecanjem (onečišćivala vezana za čestice tla) i emisijom u plinovitom obliku (iz životinjskog gnoja, pesticidi) te naknadnim taloženjem u vodu (Mehta 2018).

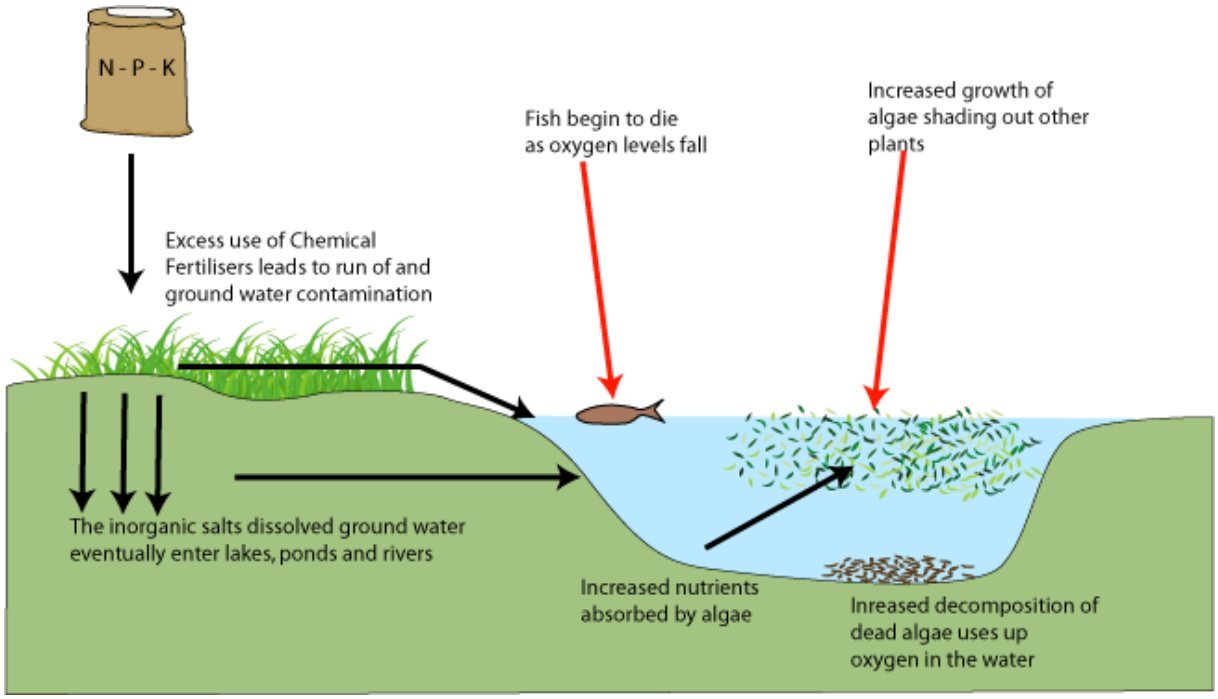
Upotreba velikih količina mineralnih gnojiva, pesticida i stajskog gnoja može imati vrlo nepovoljan utjecaj na okoliš. Prema Grgiću (2014) poljoprivreda vodu onečišćuje hranjivim tvarima, pesticidima, teškim metalima, mikroorganizmima, genetski modificiranim organizmima, a u manjoj mjeri gorivom, uljima, mazivima te radioaktivnim tvarima (Tablica 1.).

Tablica 1. Izvori onečišćivala u poljoprivredi i njihov utjecaj na kakvoću vode (OECD 2012).

Onečišćivalo	Utjecaj na kakvoću vode	Izvor u poljoprivredi
Hranjive tvari, uglavnom nitrati i fosfati	Eutrofikacija i narušavanje kakvoće vode za piće, uglavnom štetno djeluje na vodene organizme, u nekim slučajevima i na zdravlje ljudi	Poljoprivredna proizvodnja (otjecanje viška nitrata, fosfata, drugih mineralnih gnojiva i životinjskog gnoja u vode)
Toksična onečišćivala (teški metali, pesticidi)	Štetno za vodne organizme i onečišćenje vode za piće	Gnojenje muljem iz otpadne vode (teški metali) i primjena pesticida
Sedimenti tla	Štetno za vodne organizme i sustave za transport vode (mutnoća vode)	Erozija vjetrom i vodom
Organska tvar	Štetno za vodne organizme (smanjenje količine kisika u vodi)	Stajski gnoj
Kisele tvari	Štetno za vodne organizme (zakiseljavanje vode)	Stočarska proizvodnja (amonijak)
Biološka onečišćivala	Onečišćenje vode za piće i kupanje patogenim mikroorganizmima	Fekalije iz stočarske proizvodnje
Mineralne soli	Narušava kakvoću vode za piće, vode za navodnjavanje i šteti vodenim organizmima (zaslanjenje vode)	Neprikladno korištenje zemljišta (uklanjanje trajnog biljnog pokrova i navodnjavane bočatom vodom)

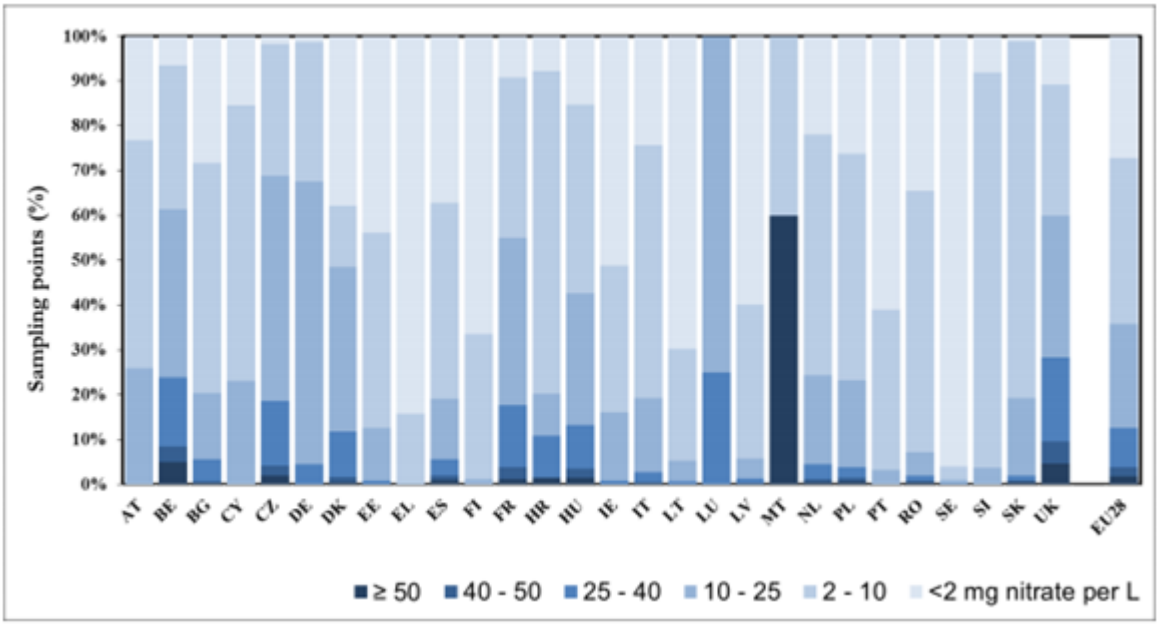
Od hranjivih tvari najvažniju su dušik i fosfor koji se putem životinjskog gnoja i mineralnih gnojiva unose u tlo Fosfati se dobro vežu za čestice tla, stoga su manje podložni procjeđivanju u podzemnu vodu. Dušični spojevi (nitriti, nitrati, amonijak) su topljivi u vodi i vrlo lako se procjeđuju kroz tlo u podzemnu vodu (Grgić 2014).

Nitrati i fosfati uzrokuju eutrofikaciju vodenih staništa. Visoke koncentracije nitrata i fosfata u površinskim vodonosnicima pospješuju rast algi čime voda postaje mutna i smanjuje se prodor svjetlosti, dok neke proizvode i toksine koji mogu uzrokovati pomor živih organizama (Bláha i sur. 2009). Kako alge počnu odumirati, njihovim raspadom se troše velike količine kisika (hipoksija i anoksija), što može uzrokovati pomor riba i ostalih vodnih organizama (OECD 2012) (Slika 5.).

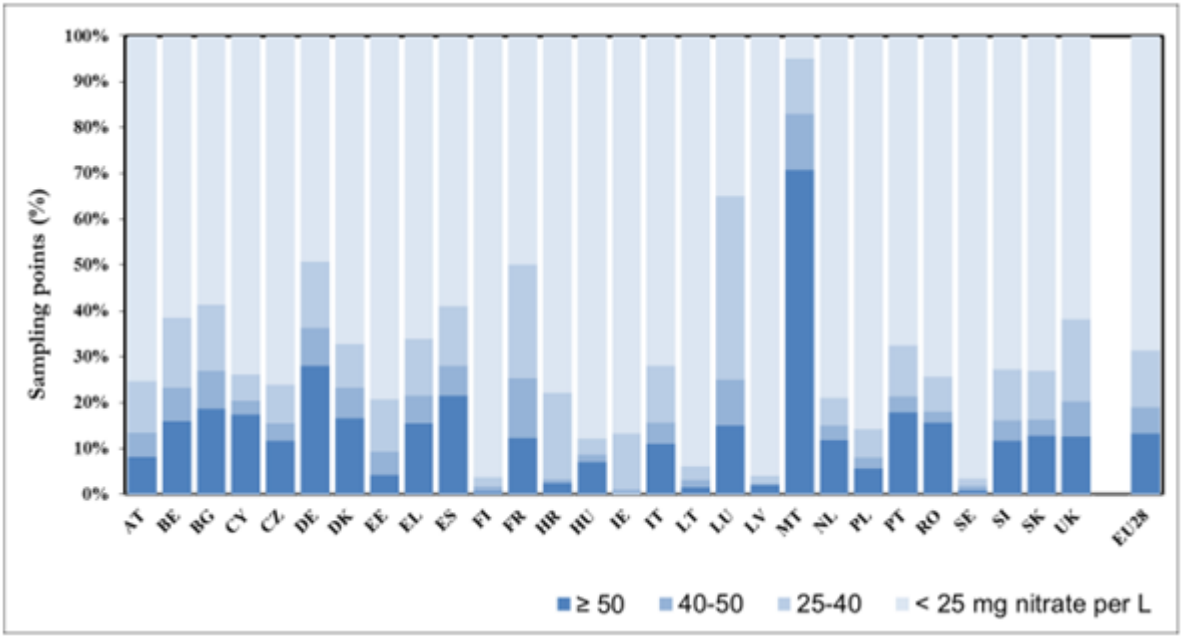


Slika 5. Utjecaj prekomjernog korištenja mineralnih gnojiva na vodene ekosustave (Scienceblitz 2009).

Visoke koncentracije nitrata u vodi mogu štetno djelovati i na ljudsko zdravlje, a posebno na dojenčad i djecu (PAN Europe, 2007). Na Slici 6. prikazane su prosječne godišnje koncentracije nitrata u površinskim, a na Slici 7. u podzemnim vodama u EU za razdoblje 2012-2015.



Slika 6. Prosječne godišnje koncentracije nitrata u površinskim vodama u EU za razdoblje 2012-2015. (Europska komisija 2018).



Slika 7. Frekvencije Prosječne godišnje koncentracija nitrata u podzemnim vodama u EU za razdoblje 2012-2015. (Europska komisija 2018).

Pesticidi mogu onečistiti površinske ili podzemne vode. Stupanj (količina) onečišćenja ovisi o njihovoj konzistenciji, topivosti u vodi, vremenu razgradnje i adsorpciji (vezanje za čestice tla). Osobito su problematični pesticidi dugog vremena razgradnje jer putem bioakumulacije može doći do toksičnih količina na vrhu hranidbenog lanca (Mehta 2018).

3.2.4. Utjecaj na kakvoću zraka

Poljoprivreda utječe na kakvoću zraka emisijom amonijaka, neugodnih mirisa i stakleničkih plinova (uglavnom iz stočarstva) te emisijom prašine (Grgić 2014).

Prema EEA (2015) približno 94% emisija amonijaka u EU dolazi iz poljoprivrede, uglavnom iz aktivnosti kao što su skladištenje stajskog gnoja, raspršivanje gnojovke/gnojnice i uporabe dušikovih anorganskih gnojiva. Isti izvor navodi kako amonijak (NH_3)ili amonijev ion(NH_4^+) doprinose eutrofikaciji odnosno prekomjernoj opskrbi dušikom i zakiseljavanju ekosustava teu atmosferi stvaraju čestice koje imaju negativne učinke na zdravlje ljudi.

Oko 50 % (+/- 20 %) ukupne količine atmosferske prašine potječe s kultiviranog tla, tla zahvaćenog erozijom vjetrom ili procesima deforestacije,a procijenjeno je da eolska erozija donosi u atmosferu otprilike 500 milijuna tona najsitnijih čestica tla godišnje (Kisić 2016).

Emisija prašine vjetrom je glavni izvor aerosola koji utječe na ravnotežu atmosferske radijacije kao i na zdravlje ljudi i gospodarske aktivnosti. Osobito je ugrožen dišni sustav ljudi, životinja i nekih biljaka. Vjetar s površine tla vegetacije uzrokuje odnošenje sitnih mineralnih čestica i organske tvari, na koje se vežu i primijenjene agrokemikalije što predstavlja dodatnu opasnost (Kisić 2016).

Poljoprivredne aktivnosti također su i uzrok emisije neugodnih mirisa. Najvažniji izvori su peradarske, svinjogojske i govedarske farme te rasprostiranje krutog i tekućeg gnoja po zemljištu. Emisija neugodnih mirisa kod rasprostiranja gnoja ovisi o vrsti gnoja te načinu primjene i vremenskim uvjetima. Kod primjene organskog gnojiva razina emisija u zraku ovisi o tome od koje vrste životinja gnoj potječe, sazrijevanju (veće su emisije kod primjene svježeg gnoja i gnojovke), o načinu spremanja itd. Najneugodniji miris ima gnoj iz intenzivne stočarske proizvodnje. Ocijeđeni sadržaj silaže ili otpadno mlijeko u gnoju pojačava neugodne mirise. Stupanj onečišćenja zraka emisijama

neugodnih mirisa ovisi o načinu i trajanju čuvanja gnojiva te o tehnološkom postupku, postrojenju i brzini primjene gnoja (Grgić 2014).

U posljednjih stotinjak godina zbog intenziviranja poljoprivrede emisija ugljikova dioksida povećala se za više od šest puta. Od ukupne emisije stakleničkih plinova, smatra se da oko 50 % dolazi iz poljoprivrede. Velike količine dušika nastaju i primjenom Haber-Boschova procesa kod proizvodnje mineralnih gnojiva u kojem se od dušika u zraku dobiva amonijak (Kisić 2016).

3.2.5. Utjecaj na bioraznolikost

U UN-ovoj Konvenciji o biološkoj raznolikosti iz 1992 (UN, 1992), bioraznolikost je definirana kao:

> „Raznolikost živih organizama iz svih izvora, uključujući kopnene, morske i druge vodene ekosustave i ekološke komplekse kojih su dio; obuhvaća raznolikost unutar vrsta, između vrsta i raznolikost ekosustava."

Poljoprivreda od početka mijenja krajolik i stvara drukčija staništa koja nadomještaju postojeći, prirodni okoliš. Tradicionalna, predindustrijska poljoprivreda na manjim površinama, s mnogim šumarcima, terasama, močvarama i sl. je oblikovala vrlo raznolika staništa s bogatom florom i faunom, koja ne bi postojala bez poljoprivrednih aktivnosti poput košnje i ispaše (WWF 2018). Neki organizmi su postali usko vezani uz poljoprivredu pa žive uglavnom u obrađivanom okolišu poput livada i pašnjaka.Ta staništa su posebno ugrožena u područjima gdje je poljoprivredna proizvodnja otežana, na primjer u brdovitim krajevima i područjima s lošijim tlom ili oštrim klimatskim uvjetima jer se takvim područjima postižu se manji prinosi, a intenzivna proizvodnja je otežana, stoga se često napušta poljoprivreda (Uchida i Ushimaru 2014).

Od polovice dvadesetog stoljeća tradicionalnu poljoprivredu s raznolikim staništima, vrstama uzgajanih biljaka i životinja, ali i korova, počela je nadomještati intenzivna, industrijska poljoprivreda. Kako bi se smanjili troškovi i povećala isplativost proizvodnje počeli su se krčiti šumarci između polja i počeo je uzgoj u velikim monokulturama. Time su nestala mnoga staništa, pogotovo močvare koje su se isušivale radi dobivanja novih površina.

Kako proizvodnja postaje intenzivnija, ulaže se sve više sredstava (npr. za mehanizaciju, gnojiva i pesticide), a okoliš se pojednostavljuje stvaranjem velikih polja na kojima se usjeve uzgaja u monokulturi sa suženim plodoredom. Da bi se omogućilo stvaranje velikih polja često se uklanja „neproduktivne“ elemente poput živica i pojedinačnih stabala.Primjena velikih količinamineralnih gnojiva, osobito na bazi dušika i fosfora, može utjecati na smanjenje biološke raznolikosti poljoprivrednog okoliša. Prisustvo velike količine dušika mijenja odnose među biljnim vrstama tako što vrste kojima odgovara (tj. bolje iskorištavaju) povećana dostupnost dušika bujnijim rastom istisnu vrste koje su dobro uspijevale i u tlu siromašnim dušikom. Istisnute vrste su bile izvor hrane za određene vrste životinja poput ptica i korisnih kukaca, stoga smanjenje brojnosti tih biljaka (ili nestanak u nekim slučajevima) utječe i na populacije životinja.

Poljoprivredne kulture iskoriste do 50% dušika i oko 45% primijenjenog fosfora, dok ostatak završava izvan mjesta primjene procjeđivanjem u podzemne vode i površinskim otjecanjem što može nanijeti štetu vodenim i kopnenim ekosustavima. Smatra se da su emisije dušika u vodu i tlo jedan od glavnih uzroka smanjenja bioraznolikosti.

Kemijska zaštitna sredstva za kontrolu insekata, korova, bolesti i mikroorganizama djeluju na ciljane, ali i na neciljane organizme (npr. insekticidi iz skupine neonikotinoida koji se koriste za suzbijanje krumpirove zlatice, lisnih ušiju i ostalih štetnika, imaju štetno djelovanje na oprašivače poput pčela medarica.). Smanjenjem brojnosti insekata i korovnih biljaka smanjuje se i količina dostupne hrane za ostale vrste (ptice, vodozemce i sl.) što utječe na osiromašenje ekosustava u cjelini.

Kod ispaše na otvorenom većom populacijom stoke po hektaru i time intenzivnijom ispašom smanjuje se brojnost biljnih vrsta i zbija se tlo. U takvom tlu ptice teže pronalaze hranu (kukci, crvi) što loše utječe na brojnost pojedinih vrsta ptica.

Intenzivnu obradu obično prati gubitak prirodnih staništa. Poljoprivredni zahvati poput oranja mogu uništiti faunu tla koja je od iznimne važnosti za funkcioniranje tla što može negativno utjecati na dostupnost hrane za ptice.

Neke vrste, kao što su zečevi i ptice koje gnijezde na tlu ovise o prirodnimstaništima za razmnožavanje. Prema EUROSTAT-u (2017), gotovo 2/3 poljoprivrednih površina u EU je pod konvencionalnom obradom tla (Slika 8.), gotovo 1/5 je pod konzervacijskom obradom tla tj. obradom s reduciranim oranjem kod koje ostaci biljaka ostaju na površini (Slika 9.), a tla koje se obrađuje bez oranja ima vrlo malo.



Slika 8. Konvencionalna priprema sjetvenog sloja (Kisić 2016).



Slika 9. Konzervacijska obrada kod koje ostaci biljaka ostaju na površini tla (Kisić 2016).

Na većemdijelu „produktivnog“ zemljišta s velikim poljima i velikim poljoprivrednim gospodarstvima,prilikom uklanjanja neproduktivnih elemenata krajobraza, poput živica, bara, stabala i zidovadolazi do gubitka skloništa, izvora hrane i mjesta za razmnožavanje.

Prijevremena košnja trave za silažu ima značajne posljedice za bioraznolikost, pošto livade pružaju hranu i staništa za razmnožavanje za divlje životinje.

Bogatstvo flore i faune u poljoprivrednom okolišu pruža mnoge važne funkcije poput oprašivanja, nadzora brojnosti štetnika i održavanja plodnosti tla. Ovaj prirodni kapital je preduvjet za dugoročnu održivost poljoprivredne proizvodnje. Više istraživanja je pokazalo

da 75 % poljoprivrednih usjeva na globalnom tržištu ovisi o oprašivačima te da raznolikost oprašivača doprinosi većim prinosima (Altmayer 2016).

Gotovo sva livadna staništa u EU su povezana s poljoprivredom. Odlikuje ih osobito velika raznolikost biljaka koje pružaju hranu za leptire, oprašivače, ptice i glodavce. Ova poluprirodna staništa su među najugroženijim vrstama staništa zbog pretvaranja u oranice ili zapuštanja u krajevima koji su neprikladni za intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju. Kroz 20. stoljeće izgubljeno je više od 90 % livadnih staništa, zbog čega su ugrožene mnoge vrste koje o takvim staništima ovise. Također, prijevremena košnja livada može utjecati na smanjenje bioraznolikosti jer sjeme ne može sazrjeti, a posljedica toga je da će se biljke teže razmnožavati a životinjama će hrana biti manje dostupna (Altmayer 2016).

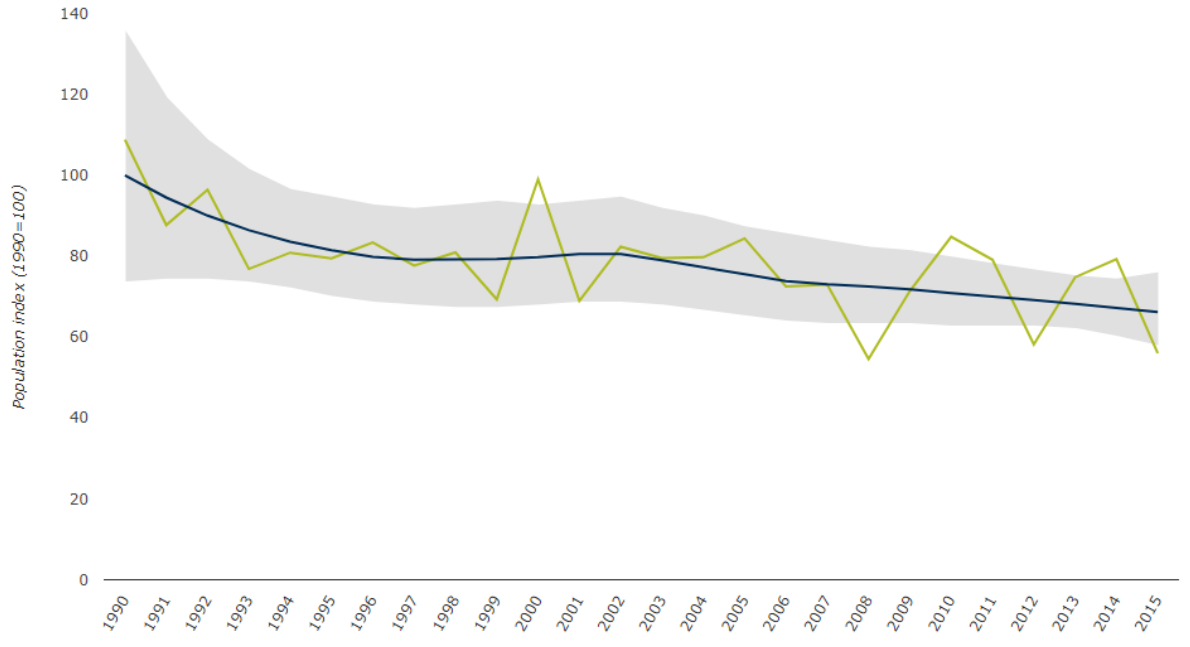
U EU se kao pokazatelj stanja bioraznolikosti u poljoprivrednom okolišu najčešće koristi indeks populacije čestih vrsta ptica na poljoprivrednim staništima, koji se temelji na brojnosti 39 vrsta ptica karakterističnih za europski poljoprivredni okoliš. Ptice su zbog svoje osjetljivosti na promjene u okolišu dobar pokazatelj stanja prirodnog okoliša. Njihova brojnost ovisi o dostupnosti hrane i dostupnim staništima za gniježđenje, koji ovise o više sastavnica bioraznolikosti poput kakvoće staništa, cjelovitosti ekosustava, brojnosti i raznolikosti biljaka i insekata i sl.Prema EUROSTAT-u (2017) u razdoblju od 1990. do 2014. populacija čestih vrsta ptica u EU pala je za oko 30 % s daljnji trendom pada (Slika 10.).Smanjenju brojnosti ptica najviše je doprinijela intenzifikacija poljoprivredne proizvodnje, posebice sljedeće aktivnosti:

- pojednostavljivanje plodoreda,
- sve rjeđe provođenje proljetne sjetve žitarica,
- specijalizacija i smanjenje raznolikosti uzgajanih vrsta,
- upotreba pesticida,
- povećana primjena mineralnih gnojiva,
- uklanjanje rubnih staništa,
- uklanjanje šumaraka,
- isušivanjem močvara,
- nestanak livada
- i sl.



Slika 10. Indeks čestih vrsta ptica u EU za razdoblje 1990-2014. (Europska komisija 2017).

Prema EEA (2015) u razdoblju od 1990. do 2015. godine populacija livadnih leptira je pala za 32 % (Slika 11.), što upućuje na veliki gubitakbioraznolikosti.



Slika 10. Indeks populacija livadnih leptira u EU (Europska komisija 2017).

3.3. Permakultura

Permakultura se počela razvijati u sedamdesetim godinama prošlog stoljeća kao rezultat rastuće svijesti o važnosti očuvanja okoliša. U to vrijeme u Australiji (točnije Tasmaniji) je nastala riječ „permakultura“ kao kovanica engleskih riječi „permanent“ (trajna ili održiva) i „agriculture“ (agrokultura tj. poljoprivreda). Utemeljitelji permakulture su Bill Mollison, u to vrijeme profesor okolišne psihologije na tasmanijskom sveučilištu (University ofTasmania, Australia) i David Holmgren koji je u to vrijeme bio student na istom sveučilištu(Holmgren Design 2002). U početku se permakultura bavila samo poljoprivredom, no pošto su temeljna načela i smjernice dizajna primjenjiva i u drugim područjima, riječ permakultura se u zadnje vrijeme najčešće objašnjava kao kovanica riječi „permanent“ i „culture“ tj. trajna (ili održiva) kultura.

Permakultura proučava i primjenjuje cjelovita rješenja koja se temelje na tri osnovna etička načela: briga za Zemlju, briga za ljude i ravnomjerna raspodjela(van Bemmel i sur. 2017). To je sustav dizajna koji se može primijeniti na raznim područjima ljudskog djelovanja uključujući poljoprivredu, energetiku, prirodno graditeljstvo, šumarstvo, gospodarenje otpadom, ekonomiju, korištenje vodnih resursa i razvoj zajednice. Ovaj rad bavi se permakulturom kao sustavom za dizajniranje poljoprivrednih (eko)sustava.

Jedna od definicija permakulture u tom smislu jest, da je permakultura „svjesno oblikovanje i održavanje produktivnih poljoprivrednih ekosustava koji imaju raznolikost, stabilnost i otpornost prirodnih ekosustava.“ (King, 2008).

Poput „konvencionalne“ poljoprivrede niti permakulturanije samo jedna metoda uzgoja, već predstavlja osnovne smjernice i načela u pristupu poljoprivredi. Koje metode i tehnike će se koristiti ovisi o podneblju, količini i rasporedu padalina, vrsti tla, uzgajanim kulturama, poslovnom modelu, površini zemljišta i slično.

Poljoprivredni zahvati i kemijska sredstva koja se najčešće primjenjuju u konvencionalnoj poljoprivredi u većini slučajeva djeluju na okoliš izrazito štetno, stoga se već izostavljanjem uporabe kemijskih sredstava može smanjiti negativni utjecaj na okoliš. Međutim ako se samo izostavi uporaba umjetnih gnojiva i pesticida, a ostali vidici uzgoja ostanu isti, može se očekivati pojava bolesti i veći gubici zbog korova i štetnika.U permakulturi se nadzor bolesti i štetnikaprovodi učinkovitim oblikovanjem sustava tako da pojedini elementi dizajna podupiru više funkcija i čine stabilnu cjelinu(Kisić 2014). To se može postići sadnjom sorata koje su

prilagođenije podneblju u kojem se uzgaja te stoga otpornije na bolesti, mješovitom sadnjom, stvaranjem staništa za korisne organizme poput predatorskih kukaca, ptica koje se hrane kukcima i slično (Sobkowiak 2015).

3.3.1. Temeljna načela

Permakulturni pristup poljoprivredi temelji se na tri osnovna etička načela (Mollison 2002):

- **Briga za Zemlju**
  - Briga za Zemlju je briga za prirodne resurse. Svaki postupak koji oštećuje, onečišćuje ili uništava okoliš predstavlja gubitak za ljude.
  - Prirodni resursi u tom smislu su: zrak, biljke, životinje, vode (jezera, rijeke, izvori itd.), more, tlo.
  - Ako se o tlu brine na ispravan održiv način, povećat će se njegova produktivnost.
- **Briga za ljude**
  - Odnosi se na osiguravanje zdrave i sigurne budućnosti za svakoga. Predstavlja poboljšanje životnog okoliša, izvora hrane, zdravlja, znanja itd.
  - Briga za ljude znači dizajn koji će: poboljšati proizvodnju, raznolikost i kakvoću proizvoda, pozitivno utjecati na zdravlje i higijenu, smanjiti potreban fizički rad i slično.
- **Ravnomjerna raspodjela**
  - Razumijevanje činjenice da Zemlja nema nepotrošive resurse (Kisić 2014).
  - „Ima dovoljno za sve naše potrebe, ali ne i za našu pohlepu.“
  - U voćnjaku to može značiti ostavljanje dijela uroda divljim životinjama (npr. prihvatljivo je ako ptice pojedu 5 – 10 % trešanja)

3.3.2. Dvanaest smjernica u permakulturnom dizajnu

Na temelju tri etička načela, određeno je 12 načela/smjernica oblikovanja u permakulturi (Holmgren Design 2002):

1. Promatraj i sudjeluj
    a. Ako si damo vremena da se povežemo s prirodom, možemo oblikovati rješenja koja će odgovarati našim specifičnim okolnostima.
    b. U promatranju prirode važno je da se to čini iz različitih perspektiva kako bi bolje razumjeli što se događa s različitim elementima u sustavu.
2. Sakupi i čuvaj energiju
    a. Ako razvijemo sustav koji će prikupljati energiju u trenutku kada je ona u obilju, moći ćemo je koristiti u trenucima kada nam je ona najpotrebnija.
3. Ostvari prinos
    a. Osigurajte da dobivate uistinu korisne nagrade kao rezultat posla kojega obavljate
4. Primjeni samoregulaciju i prihvati povratnu spregu
    a. Trebamo obeshrabriti neprikladne aktivnosti kako bi osigurali da sustavi i dalje funkcioniraju skladno.
5. Koristi i cijeni obnovljive izvore energije
    a. Iskoristite najbolje što možete obilje koje nam daje priroda kako bi smanjili ovisnost o neobnovljivim resursima
6. Ne proizvodi otpad
    a. Odnosi se na korištenje svih raspoloživih resursa. Otpad se smatra nepostojećim tj. nastoji se uspostaviti krug u kojem se nastali otpad ponovo iskorištava.
7. Oblikovanje od uzoraka prema pojedinostima
    a. Ako se odmaknemo možemo vidjeti uzorke u prirodi i društvu. To može biti okosnica našeg dizajna, čije ćemo detalje dopuniti kako napredujemo.
8. Spajati radije nego razdvajati
    a. Kada stavimo prave stvari na pravo mjesto, razvijaju se odnosi između njih i oni rade zajedno kako bi poduprli jedno drugo.

b. Odnosi se na korištenje međusobnih veza između različitih biljaka, životinja i drugih elemenata.

9. Koristi mala i spora rješenja
    a. Manje i spore sustave lakše je održavati od velikih, jer na taj način bolje iskorištavamo lokalne resurse i stvaramo održive rezultate.
10. Koristi i cijeni raznolikost
    a. Raznolikost smanjuje ranjivost i iskorištava jedinstvenu prirodu u kojoj se nalazi.
    b. Odnosi se na stvaranje raznolikosti kako bi se smanjila ranjivost na niz prijetnji, poput štetnika i loših vremenskih prilika.
11. Koristi i cijeni rubna područja
    a. Granica je mjesto na kojem se događaju najzanimljivije stvari. Tu su često najvrjedniji, raznoliki i produktivni elementi u sustavu.
12. Koristi promjenu odazivajući se na pravi način
    a. Možemo imati pozitivan utjecaj na neizbježnu promjenu tako što ćemo pažljivo promatrati, a tek onda posredovati u pravo vrijeme.

Kao metoda uzgoja permakultura stvara široke ekološke vrijednosti kroz uključivanje različitih uzajamno podržavajućih usjeva u jedan sustav uzgoja. Sinergijski odnosi između usjeva i različitih elemenata u dizajnu dovode do smanjenja većine konvencionalnih ulaganja (van Bemmel i sur. 2017).

3.3.3. Osnove permakulturnog dizajna

Prvi korak kod oblikovanja je prikupljanje velikog broja podataka. Svako zemljište je drukčije stoga se prije početka dizajniranja mora prikupiti što više podataka o zemljištu, poput mikroklimatskih, pedoloških i ostalih. Prikupljeni podaci se mogu i kasnije koristiti kod novih zahvata (Kiš i Kiš 2014). Prije početka oblikovanja prikupljaju se karte i promatra se zemljište, većina se slaže da je najbolje provesti godinu dana promatrajući i analizirajući zemljište.

3.3.3.1. Zone

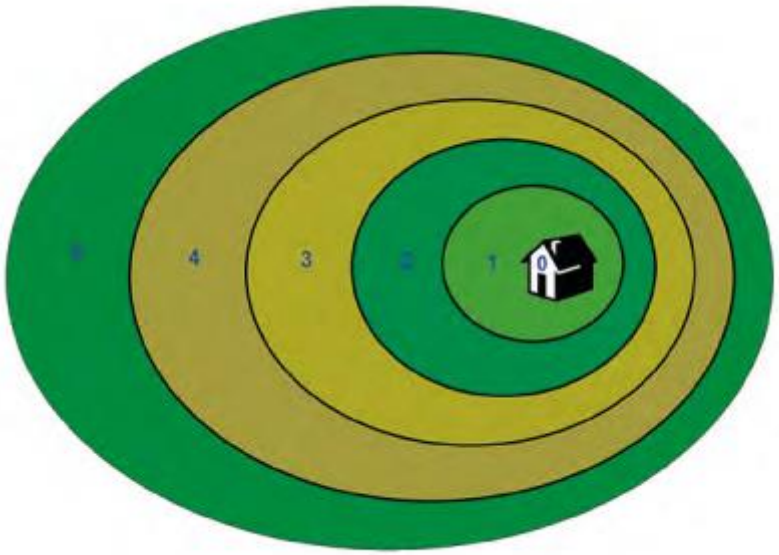
U permakulturnomdizajnju nastoji se postići učinkovito korištenje energije. Prema učestalosti i vremenu potrebnom za održavanje određeno je šest zona, gdje se u zoni „0“ nalazi kuća ili neki drugi objekt u kojem je koncentrirana većina aktivnosti i gdje se ljudi najviše zadržavaju. To uključuje i objekte za preradu proizvoda. Sljedeće zone su sve više udaljenije i njihova površina raste. Elementi dizajna kod kojih je potrebno više održavanja smještaju se bliže zoni 0 kako bi se uštedjelo vrijeme. Pojedine zone opisane su u Tablici 2.

Tablica 2. Zone u permakulturi (Lépine i sur. 2015).

Zona	Intenzivnost	
0	/	Naselje ili kuća, zeleni krovovi. Prerada voća, povrća i ostalih proizvoda (u sokove, namaze i sl.). U ovoj zoni najčešće se troši najviše neobnovljive energije iz energetskih sustava stoga su tu i najveće mogućnosti uštede (Kiš i Kiš, 2014).
1	Visoka	Elementi koji traže stalni nadzor i rad. Uzgoj povrća sa korištenjem zastirke na čitavoj površini, voćke uzgajane u uzgojnim oblicima koji traže više održavanja (npr. oblik vaze) rasadnik, osjetljivije vrste, neke domaće životinje i sl.
2	Srednja	Uključuje veće elemente poput voćnjaka sa zastiranjem oko stabala, prostor za stoku, terase, ribnjake, manje voćnjake za potrebe domaćinstva itd.
3	Srednja do niska	„Poljoprivredna“ zona. Uzgoj usjeva i životinja namijenjenih prodaji, veći poljoprivredni sustavi, veliki spremnici za vodu i sl.
4	Niska	Područja koja graniče sa šumom tj. divljim područjima. Uzgoj šume za drvo i pašnjaci. U toj zoni nalaze se otporne vrste, neorezivana i samonikla stabla,sustavi za sakupljanje

		vode i usmjeravanje vjetra.
5	Vrlo niska	Prirodni okoliš koji se povremeno koristi za sakupljanje bilja, rekreaciju i sl

Na Slici 12. je prikazan idealizirani koncentrični raspored zona oko kuće. Zone ne moraju biti koncentrične te najčešće i nisu zbog oblika parcela. Ovisno o veličini i konfiguraciji terena te raspoređenosti resursa, nekad nije moguće odrediti svih šest zona. Kako je cilj zoniranja ušteda energije, vodi se računa o toma da se elementi rasporede tako da se troši što manje materijala, vremena i novca (Motik i sur. 2014).

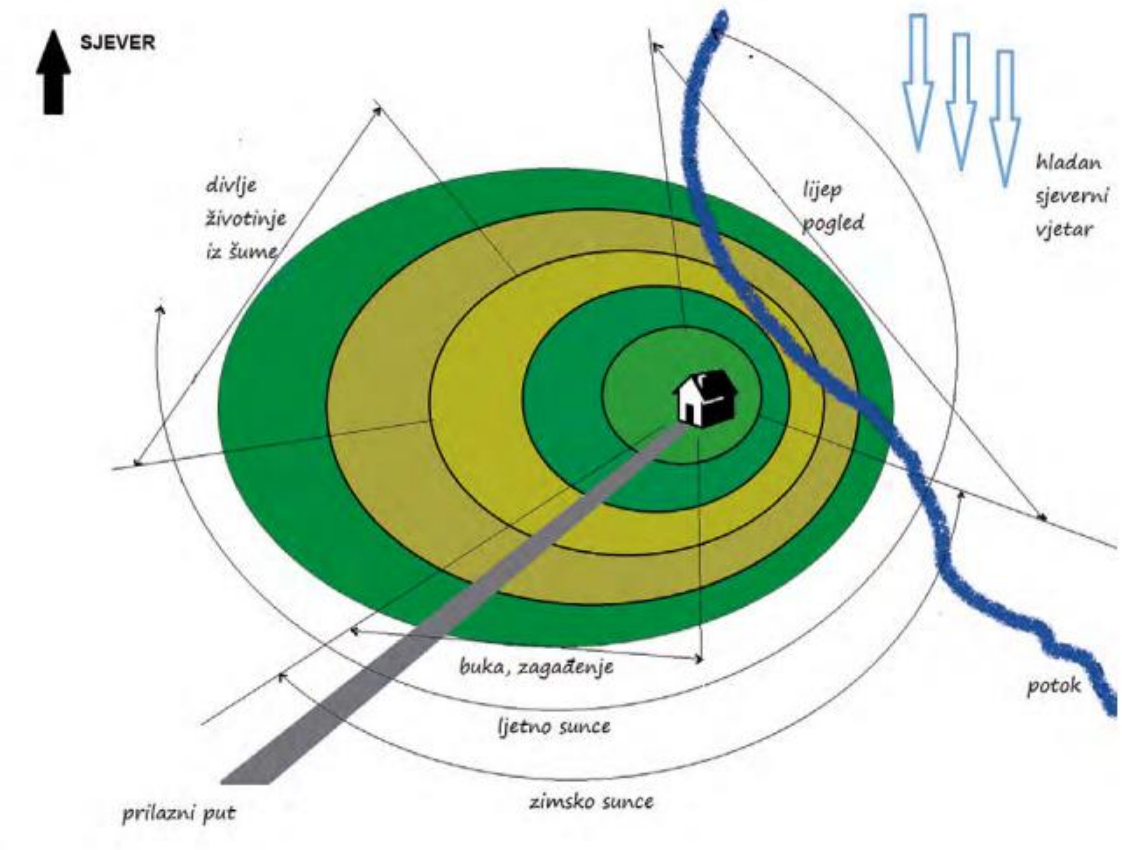


Slika 11. Idealizirani raspored zona u permakulturi. Kuća predstavlja zonu „0“ kao središte aktivnosti i zona koja traži najviše rada, a sa svakom sljedećom zonom količina potrebnog rada se smanjuje (Motik i sur. 2014)

3.3.3.2. Razmatranje sektora

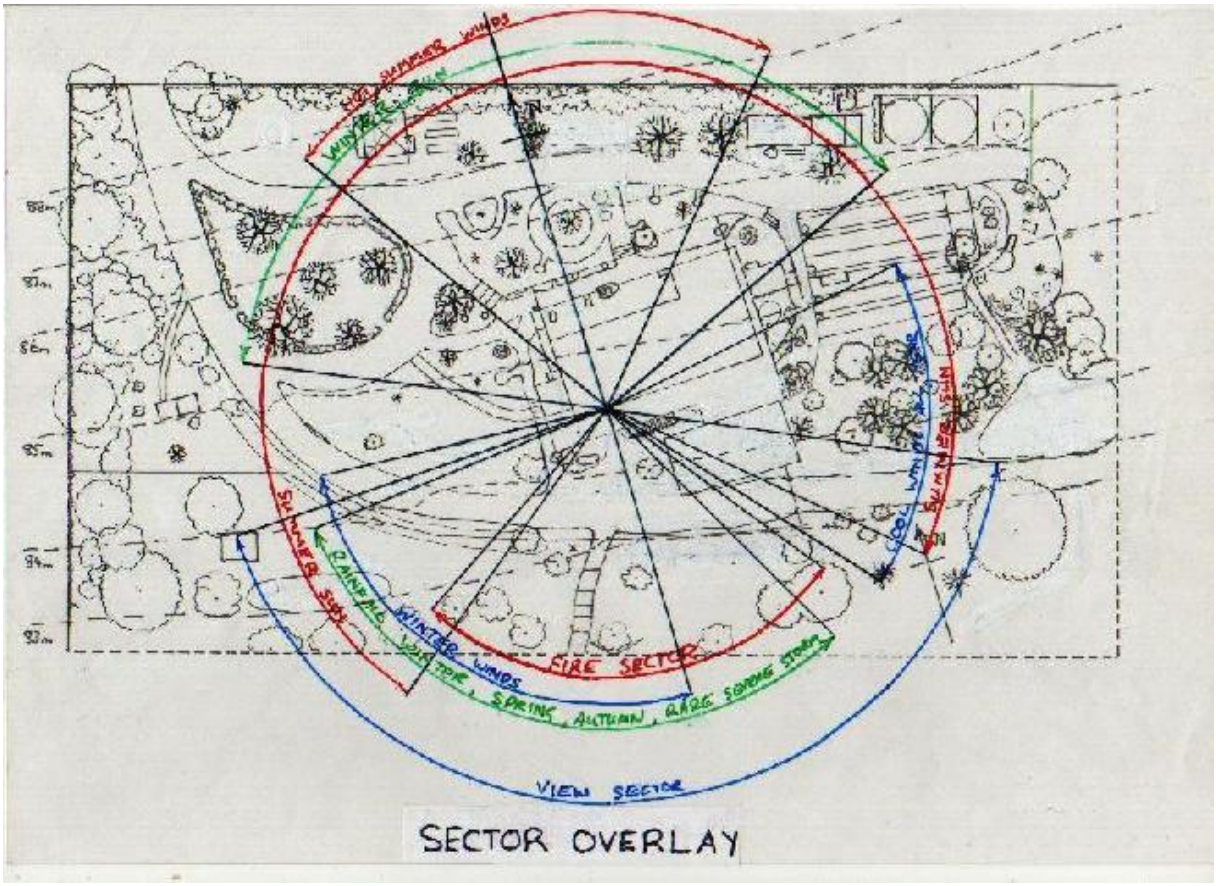
Na svako zemljište utječu razni vanjski čimbenici koje treba uzeti u obzir prilikom oblikovanja sustava. U permakulturi se smjerovi utjecaja vanjskih čimbenika na sustav (Slika 13.), odnosno načini na koje vanjski čimbenici utječu i prolaze kroz sustav nazivaju sektori

(Motik i sur., 2014). Vanjski utjecaji razlikuju se od zemljišta do zemljišta, između ostalograzmatraju se putevi ili ceste koje prolaze kroz ili uz zemljište, zračna strujanja (iz kojeg smjera dolaze najčešći vjetrovi), prirodni požari, vodeni tokovi (uključujući poplave), onečišćenje i buka (Motik i sur. 2014). Neki sektori su povoljni (npr. dobra osunčanost), dok su drugi nepovoljni (npr. smjer iz kojeg se mogu širiti požari iz prirode). Kada je sektor povoljan razmatraju se načini iskorištavanja postojećih prednosti. Kada je nepovoljan, utvrđuju se načini umanjivanja štetnih utjecaja, na primjer ako iz nekog smjera često pušu jaki vjetrovi može se posaditi vjetrobran ili se vjetar može iskoristiti postavljanjem vjetrogeneratora (Kiš i Kiš 2014).



Slika 12. Zone u permakulturi sa ucrtanim sektorima tj. smjerovima iz kojih dolaze vanjski utjecaji (Motik i sur. 2014).

Prethodnom analizom sektora dobivaju se korisni podaci za postavljanje zona i elemenata u sustavu na način da se pozitivni sektori najbolje iskoriste. Sektori se najčešće prikazuju grafički na karti zemljišta (Slika 14.).



Slika 14. Grafički prikaz sektora tj. smjerova iz kojih dolaze vanjski utjecaji na karti zemljišta (BungalaRidgePermaculture Gardens 2006).

3.3.4. Primjerpoljoprivrednog gospodarstva uređenog prema načelimapermakulture – „MiracleFarms“

Permakultura se već po ciljevima koje pokušava postići (uz postizanje prinosa i pozitivan utjecaj na cijeli ekosustav) razlikuje od konvencionalne poljoprivrede pa teško je napraviti jednostavnu usporedbu (Mollison 2002), stoga je predstavljen primjer poljoprivrednog permakulturnog sustava.

Imanje „MiracleFarms“ je primjer gospodarstva uređenog prema načelima permakulture (Sobkowiak 2015). Nalazi se u pokrajini Monteregie u zapadnom Quebec-u u Kanadi, ukupne površine pet hektara. Od tih pet hektara na tri se provodi ekološki uzgoj jabuka a na dva hektara uređen je voćnjak po načelima permakulture.

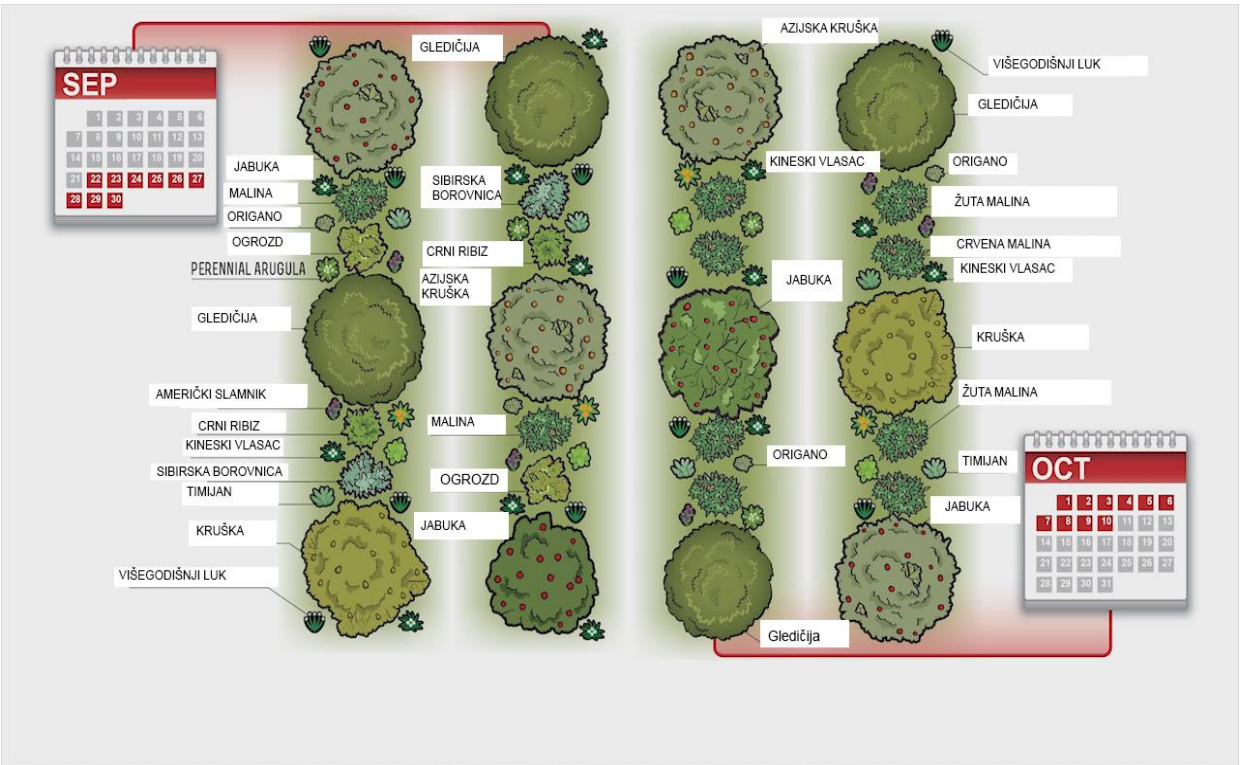
3.3.4.1. Raspored sadnje u permakulturnom voćnjaku „MiracleFarms“

Osnova je mješoviti voćnjak, s više vrsta voća koje je sađeno tako da niti jedno stablo neposredno kraj sebe nema stabla iste vrste kao što je prikazano na Slici 15. Na primjer ako je u redu prvo stablo jabuka kraj nje se sadi gledičija (fiksator dušika), kraj gledičije opet jabuka, zatim kruška, pa opet gledičija i tako do kraja. Također svaka sljedeća voćka iste vrste je druge sorte, pa iako ju napadaju iste bolesti i štetnici nema isti stupanj osjetljivosti kao prethodna. Takvom raznolikošću se postiže bolja otpornost voćnjaka u cjelini (Sobkowiak 2015).



Slika 15. Redoslijed stabala u permakulturnom voćnjaku „MiracleFarms“ (Permacultureapprentice, 2015).

Također radi veće učinkovitosti voćke su sađene u redovima, tako da otprilike svakih deset dana u rod dolazi jedan red.Ispod stabala posađeno je različito bobičasto voće i začinsko bilje (Slika 16.).



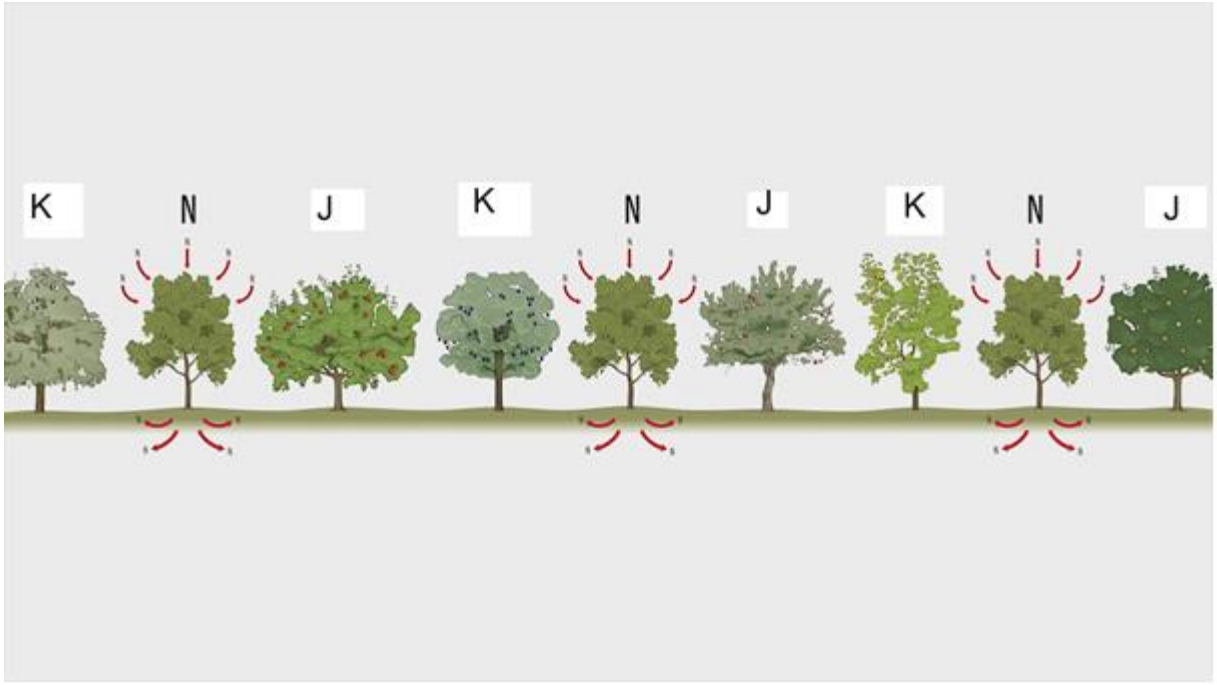
Slika 136. Mješovita sadnja u permakulturnom voćnjaku „MiracleFarms“ (Sobkowiak2015).

Ispod stabala postavljena je plastična folija ispod koje su postavljene cijevi za navodnjavanje. Funkcija plastične folije je sprječavanje rasta korova (za što se u konvencionalnom voćnjaku koriste herbicidi) i smanjenje gubitka vode evaporacijom.

3.3.4.2. Obogaćivanje tla dušikom

Za opskrbu dušikom posađeni su fiksatori dušika, tako da uz svaku voćku raste barem jedan (Slika 17.). To su biljke, najčešće iz porodice mahunarki kod kojih se fiksacija provodi kroz simbiozu s bakterijama iz rodova *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium*, *Azorhizobium* i *Mesorhizobium*. Mahunarke kroz produkte fotosinteze opskrbljuju bakterije ugljikom, dok zauzvrat bakterije opskrbljuju mahunarke dušikom uglavnom u obliku amonijaka (Topol i Kanižai Šarić 2013). U ovom sustavu kao fiksatori dušika korišteni su bagrem (*Robiniapseudoacacia*L.), gledičija (*Gleditsiatriacanthos*L.),karagana (*Caraganaarborescens*Lam.), uskolisna zlolesina (*Elaeagnusangustifolia*L.),

*Elaeagnuscommutata*Bernh ex. Rydb.i pasji trn (*Hippophaerhamnoides*L.). Na taj način tlo se prihranjuje dušikom bez štetnih učinaka mineralnih gnojiva (Sobkowiak 2015).



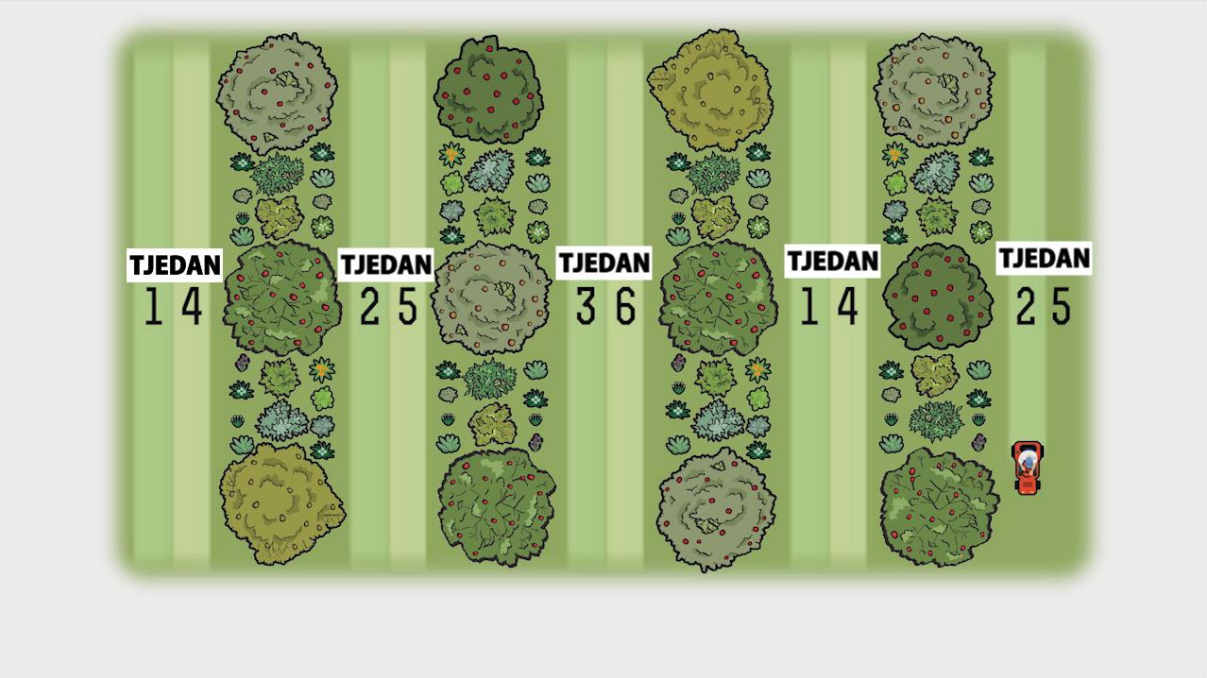
Slika 147. Raspored voćki i fiksatora dušika u permakulturnom voćnjaku „MiracleFarms“(J – jabuka, K – kruška, N – fiksator dušika) (Sobkowiak 2015).

3.3.4.3. Bioraznolikost i nadzor štetnika u permakulturnom voćnjaku

Kako bi se uspostavila zdrava populacija korisnih organizama postavljaju se kućice za ptice, „hoteli za kukce“ (konstrukcije s prostorima gdje npr. pčele samice ostavljaju jajašca). U voćnjaku iz opisanog primjera postavljeno je 150 kučica od kojih je oko 50 % iskorišteno zbog toga što obično svaki par ptica brani dva gnijezda, jedno u kojem podižu mlade i jedno koje služi kao pričuva. Ptice u voćnjaku mogu dati veliki doprinos kontroli štetnika. Par sjenica u prosjeku podiže šest do osam mladih po gnijezdu, a godišnje obično othrane dva nasada, za hranjenje mladunaca uhvate od 5.000 do 8.000 odraslih kukaca i njihovih ličinki (Draguzet 2016). Za kontrolu nekih vrsta insekata dodatno se koriste zamke u obliku boca

napunjenih vodom i melasom (nusproizvod kod proizvodnje šećera) te žute ljepljive ploče s crvenim krugom.

Polovicu površine voćnjaka prekriva trava koja je stanište za livadne vrste. Zbog poticanja bioraznolikosti, trava se nikad ne kosi sva odjednom. U prvom tjednu kosi se polovica svakog četvrtog reda, drugi tjedan se kosi polovica reda pored reda u kojem je košeno tjedan prije a treći tjedan kosi se polovica sljedećeg reda. Potom se kose preostale polovice redova po istom redoslijedu (Slika 18.). Tako u voćnjaku uvijek ostaju travnate površine na koje se kukci mogu skloniti a biljkama je omogućena cvatnja.



Slika 158. Raspored košnje u permakulturnom voćnjaku „MiracleFarms“ (Sobkowiak 2015).

4. Usporedba konvencionalne poljoprivrede i permakulture

Osnovna razlika između permakulture i konvencionalne poljoprivrede je u tome što je glavni cilj konvencionalne poljoprivrede postizanje što većih prinosa tj. što veće dobiti u što kraćem vremenu, dok je u permakulturi vrlo bitno i pozitivno djelovanje na prirodu (izravno krozpoticanje bioraznolikosti, a neizravno kroz smanjenje potrošnje vode, energije i ostalih resursa). U konvencionalnoj proizvodnji se nastoji sustav što više pojednostaviti, a u permakulturi se teži uspostavi stabilnog sustava s čim više funkcionalnih veza između pojedinih elemenata. Više se gleda na dugoročnu održivost nego na kratkoročni profit.

U permakulturi se umjesto novih sorta i hibrida visokih prinosa (ali često i visoke osjetljivosti na bolesti) koriste otporne sorte. Sadi se puno sorti jer svaka ima neke specifične karakteristike pa je u slučaju vremenskih nepogoda (mraz, suša itd.) i napada bolesti i štetnika veća vjerojatnost da će barem dio uroda opstati. Zbog korištenja prirodnih potencijala ulaganja su manja nego u konvencionalnoj poljoprivredi, osobito zbog izostavljanja uporabe mineralnih gnojiva, pesticida i teške mehanizacije.U Tablici 3. navedene su neke od osnovnih razlika permakulture i konvencionalne poljoprivrede.

Tablica 3. Usporedba prednosti i nedostataka konvencionalne poljoprivrede i permakulture.

Parametar	Konvencionalna poljoprivreda	Permakultura
Broj uzgajanih vrsta/sorti	Mali broj visokoproduktivnih sorata, hibrida i pasmina, uzgoj u monokulturi.	Manji broj pojedinih proizvoda, ali velika raznolikost vrsta, sorata i pasmina. Mješoviti uzgoj.
Upotreba zaštitnih sredstava	Konvencionalni pesticidi, više puta u sezoni.	Iznimno u početku uspostave sustava, kasnije ne.
Gnojidba	Mineralna gnojiva, stajski gnoj.	Organski materijal proizveden na gospodarstvu (kompost), gnoj od životinja.
Mehanizacija	Veliki i teški poljoprivredni strojevi.	Manji strojevi ili bez strojeva. Naglasak na učinkovitosti uložene energije.
Veličina poljoprivrednih površina	Vrlo velike površine ujednačenih osobina.	Manje površine.
Prinosi	Velika količina jednog usjeva.	Manje količine velikog broja usjeva.
Ulaganja	Visoka (mehanizacija, pesticidi, mineralna gnojiva, sjeme i sl.)	Niska. Naglasak na korištenju malih i sporih rješenja koja su dugoročno isplativa.
Utjecaj na tlo	Negativni utjecaj na bioraznolikosti strukturu tla, povećana erozija.	Poboljšanje kakvoće tla, povećanjem udjela humusa, sprječavanje erozije korištenjem zastirke.

Utjecaj na vodu	Velika potrošnja vode za navodnjavanje, onečišćenje nitratima, fosfatima i perzistentnim pesticidima.	Zadržavanje vode u sustavu – usporavanje površinskog otjecanja, procjeđivanja i isparavanja.
Utjecaj na zrak	Emisija prašine, stakleničkih plinova, amonijaka i neugodnih mirisa.	Smanjenje eolske erozije zbog nastojanja da tlo uvijek bude pokriveno.
Utjecaj na žive organizme i bioraznolikost	Gubitak staništa zbog uklanjanja „neproduktivnih“ dijelova poljoprivrednog krajolika.	Briga za povećanje bioraznolikosti, stvaranje staništa za korisne organizme, „dijeljenje“ dijela proizvoda s divljim životinjama, sadnja medonosnog bilja.
Kvaliteta proizvedene hrane	Mogući ostaci pesticida, antibiotika.	Hrana koja zadovoljava eko-certifikate.
Vanjska ulaganja	Ovisnost o neobnovljivim sirovinama i fosilnim gorivima. Velika ulaganja novčanih sredstava.	Nastoji se uspostaviti sustav sa što manje vanjskih ulaganja. Mala ulaganja novčanih sredstava.
Izvor prihoda	Prodaja poljoprivrednih proizvoda.	Prodaja poljoprivrednih proizvoda, edukacija

5. Rasprava

Kao što je spomenuto na početku ovog rada i u konvencionalnoj poljoprivredi se može odabirom pravih tehnika bitno smanjiti utjecaj na okoliš, no gotovo na svim konvencionalnim poljoprivrednim površinama u svijetu utjecaj na okoliš i prirodu je izrazito negativan i dugoročno neodrživ,posebice zbog degradacije tla - sastavnice okoliša o kojoj poljoprivreda izravno ovisi.Poljoprivreda u zrak emitira amonijak, neugodne mirise i prašinu koja negativno utječe na zdravlje ljudi te stakleničke plinove koji doprinose klimatskim promjenama. Mineralna gnojiva i pesticidi koji se koriste u konvencionalnoj poljoprivredi često završavaju u vodenim ekosustavima, gdje su osobito štetni nitrati i fosfati koju uzrokuju eutrofikaciju i posljedično gubitak bioraznolikosti. Smatra se da je konvencionalna poljoprivreda jedan od glavnih uzroka smanjenjabioraznolikosti.

Permakultura utječe na okoliš upravo suprotno. Svjesno se primjenjuju tehnike koje će imati pozitivan utjecaj na okoliš, koje povećavaju kakvoću tla umjesto da ga degradiraju, koje umjesto uklanjanja svih „neproduktivnih“ (tj. svih osim poljoprivrednih kultura) biljaka i životinja stvaraju uvjete za uspostavu prirodne ravnoteže. Uspostavom sustava u kojem nije potrebno koristiti pesticide i mineralna gnojiva, otklanjaju se negativni utjecaji koje te tvari imaju u okolišu.

Prema HAOP (2011) Republika Hrvatska ima ovisno o izvoru, između 1,3 do 3,2 milijuna ha poljoprivrednih površina. U usporedbi s zapadnim zemljama Europske unije opterećenje okoliša poljoprivredom u Hrvatskoj je značajno manje prisutno zbog relativno slabe razvijenost poljoprivrede (HAOP 2015). Međutim, čak 87 % poljoprivrednih površina je visoko do umjereno visoko osjetljivo na propuštanje onečišćivala, a 52,9 % teritorija RH je ranjivo na nitrate (Romić 2014), pa je potrebno posvetiti posebnu pažnju sprječavanju negativnih utjecaja poljoprivrede na okoliš.Primjenom permakulture u poljoprivredi gotovo se uklanja unos poljoprivrednih onečišćivala u okoliš. Upravljanjem barem dijelom zemljišta na takav način stvara se okoliš u kojem mnogi korisni organizmi pronalaze mjesto za razmnožavanje i sklonište a kod traženja hrane ulaze i u područja pod konvencionalnom obradom što može smanjiti količinu potrebnih pesticida (Sobkowiak, 2015).

Rašireno je uvjerenje da bez mineralnih gnojiva i pesticida nije moguće proizvesti dovoljne količine hrane i ostalih poljoprivrednih proizvoda.Međutim rezultati pokusa koji traje već od

1981. godine, au kojem se uspoređuje konvencionalni i organski (ekološki) način uzgoja pokazali su da organski (ekološki) način poljoprivredne proizvodnje (Rodale Institute 2011):

- daje jednake prinose kao i konvencionalni,
- daje bolje rezultate u sušnim godinama (Slika 19.),
- povećava, umjesto da smanjuje sadržaj organske tvari u tlu,
- troši 45 % manje energije u odnosu na konvencionalni sustav,
- postiže veću dobit.

Isti pokus pokazao je i da konvencionalni sustavi emitiraju 40 % više stakleničkih plinova.



Slika 16. Usporedba konvencionalno (desno) i organski uzgajanogkukuruza (lijevo) u sušnojgodini (1995.). Organski uzgajanikukuruz na lijevoj strani je posađen tri tjednanakonkasnije (Rodale Institute 2011).

I u Hrvatskoj sve više raste interes potrošača za ekološkim proizvodima (među koje spadaju i proizvodi iz permakulturnih poljoprivrednih sustava). U 2016. godini se ekološkom poljoprivredom bavilo 3.546 gospodarstava na 93.814 ha ili 6,07 % poljoprivrednih površina s tendencijom daljnjeg rasta (Ministarstvo poljoprivrede 2016). Kisić (2014) definira ekološku poljoprivredu kao „poljoprivredu koncipiranu tako da štiti tlo, vodu, zrak, biljne i genetske resurse, nije za okoliš degradirajuća, tehnički je primjerena, ekonomski opstojna, a socijalno prihvatljiva. Za razliku od konvencionalne poljoprivrede koja se temelji na velikim unosima izvan farme (mineralna gnojiva pesticidi za čiju proizvodnju se troše velike količine energije, gorivo, navodnjavanje i sl.), ekološka poljoprivreda propagira što manji unos izvan farme. Sve ovo vrijedi i za permakulturu, a glavna je razlika u tome što

se u permakulturi više pažnje posvećuje dizajnu sustava tj. učinkovitom rasporedu različitih elemenata u sustavu. Kod ekološke poljoprivrede glavni je cilj proizvesti kvalitetan proizvod bez ostataka pesticida (tj. ispod određenih vrijednosti), pri čemu su dozvoljeni određeni pesticidi u ograničenim količinama. U permakulturi, pored proizvodnje kvalitetnih proizvoda jednako vrijedan cilj je i briga za sav živi svijet. Ipak, ova dva smjera u poljoprivredi vrlo su slična i u mnogočemu se preklapaju te često i ekološka poljoprivredna gospodarstva svjesno ili nesvjesno rade u skladu s permakulturom. Kako u RH (i cijeloj EU) ne postoji sustav kontrole i označavanja prehrambenih proizvoda proizvedenih prema načelima permakulture, proizvođači najčešće ulaze u sustav ekoloških proizvođača.

U Hrvatskoj najviše poljoprivrednih gospodarstava koristi do 3 ha poljoprivredne površine (Ministarstvo poljoprivrede 2016) što je u većini slučajeva premalo za isplativu konvencionalnu proizvodnju (iznimka su na primjer staklenici.). Permakulturna proizvodnja može biti isplativa i na vrlo malim površinama zbog niskih izdataka za gnojiva, pesticide i sjeme. Zbog velike raznolikosti proizvoda permakulturna gospodarstva svoje proizvode obično prodaju izravno potrošačimašto dodatno povećava isplativost proizvodnje,za razliku od konvencionalne poljoprivrede gdje se ogromne količine istog proizvoda prodaju otkupljivačima.Takva proizvodnja je osobito prikladna u blizini gradova zbog većih mogućnosti izravnog plasmana proizvoda. Rastući broj turista u Hrvatskoj također predstavlja veliki potencijal za razvoj permakulturne poljoprivrede, osobito u blizini većih turistički središta.

Zbog slabije razvijene intenzivne poljoprivrede još uvijek su očuvane mnoge stare sorte voća, povrća i ostalih usjeva koje su vrlo prikladne za permakulturni način uzgoja. Time bi se očuvale mnoge tradicijske sorte, koje u svijetu vrlo brzo nestaju zbog prelaska na konvencionalne sorte. Stare sorte su uglavnom otpornije i prilagođene podneblju iz kojeg potječu te su stoga osobito pogodne za uzgoj bez korištenja pesticida. U RH posebno su brojne stare sorte jabuka kojih ima više tisuća (Horvatić 2013). Također imamo puno autohtonih pasmina domaćih životinja (Barać i sur. 2011), koje bi se mogle lakše uklopiti u specifične uvjete permakulturne proizvodnje. Svinje se mogu koristiti za rahljenje površinskog sloja tla, držanje većeg broja koza i ovaca na neobrađenim površinama vjerojatno bi znatno smanjilo vjerojatnost pojave požara u mediteranskom dijelu RH (Kisić 2014).

Kod nas su još uvijek očuvana mnoga tradicionalna znanja u poljoprivredi koja bi se mogla uključiti u permakulturni sustav. Stariji ljudi se još sjećaju kako se uzgajalo poljoprivredne kulture prije korištenja mineralnih gnojiva i pesticida.Npr. na jesen se sijalo žito, u proljeće

se između žita sijala djetelina koja veže dušik, a nakon žetve ostaje do jeseni kad se kosila za stoku. Sljedećeg proljeća se unosila u tlo kako bi se na istoj površini posijao kukuruz. Takav sustav je vrlo sličan sustavu uzgoja riže i ječma u „prirodnom poljodjelstvu“, metodi uzgoja srodnoj permakulturi, koju je razvio MasanobuFukuoka (Fukuoka 1995).

U Hrvatskoj se permakulturom uglavnom bave udruge koje organiziraju certificirane 72-satne tečajeve permakulturnog dizajna tzv. PDC (eng. Permaculture Design Certificate) tečajeve. Jedna od najpoznatijih je ZMAG (Zelena mreža aktivističkih grupa), koja u svome edukacijskom centru „Reciklirano imanje Vukomerić“ svake godine provodi 72-satne tečajeve permakulturnog dizajna (ZMAG 2017), što je osnovni oblik edukacije u permakulturi. Republika Hrvatska ima veliki potencijal za razvoj permakulturne poljoprivredne proizvodnje no za šire prihvaćanje permakulture među poljoprivrednicima potrebna je pomoć institucija, a posebno je bitna edukacija jer je za kvalitetno uspostavljanje permakulturnog sustava potrebno dobro razumijevanje funkcija i međuodnosa između različitih elemenata. Potrebno je provesti više istraživanja te zasaditi pokusne nasade kako bi zainteresirani mogli dobiti više informacija i preporuka o primjeni permakulture u poljoprivredi.

Kako uzgoj bez primjene agrokemikalija daje urod bez njihovih ostataka, za takav način uzgoja su posebno zainteresirani pojedinci koji proizvode hranu za svoje potrebe, što otvara mogućnost za proširenje permakulture na tom području.

6. Zaključci

Razvoj poljoprivrede u posljednjih stotinjak godina omogućio je veliki rast prinosa razvojem novih sorata i pasmina te novih tehnologija. Visoki prinosi se postižu velikim vanjskim ulaganjima u sustav u obliku pesticida, mineralnih gnojiva, navodnjavanja i fosilnih goriva. U konvencionalnoj poljoprivredi nastoji se dobiti što veći prinos po jedinici površine uz istodobno smanjenje troškova kako bi se, barem kratkoročno, povećala dobit. Dokazano je da konvencionalna poljoprivreda:

- uzrokuje degradaciju tla;
- negativno utječe na kakvoću vode, osobito emisijom dušika i fosfora koji uzrokuju eutrofikaciju;
- onečišćuje zrak prašinom, neugodnim mirisima i stakleničkim plinovima;
- uzrokuje veliki pad bioraznolikosti u prirodi.

Permakultura se od konvencionalne poljoprivredne proizvodnje razlikuje već u ciljevima koje nastoji postići, a najvažnije prednosti s vidika utjecaja na okoliš su:

- umjesto dobivanja najvećih mogućih prinosa (čemu teži konvencionalna poljoprivreda), nastoji se uspostaviti održiv sustav s učinkovitim korištenjem energije i vremena, tako da elementi dizajna pozitivno utječu jedni na druge čime se smanjuje potreba za vanjskim ulaganjima;
- vanjska ulaganja u konvencionalnoj poljoprivredi uglavnom štetno djeluju na okoliš stoga se već izostavljanjem pesticida i mineralnih gnojiva bitno poboljšava utjecaj na okoliš;
- permakultura nastoji pozitivno utjecati na okoliš,umjesto korištenja mineralnih gnojiva radi se na poboljšanju zemlje korištenjem nitrofiksatora i zastirke, a umjesto pesticida štetnici se nadziru radom na povećanju bioraznolikosti i zamkama;
- upermakulturi se oblikuju staništa za korisne organizme – postavljaju se „hoteli za kukce“, kučice za ptice, sadi medonosno bilje, ostavlja se dio ploda za ptice te se kod održavanja sustava posebna pažnja posvećuje utjecaju na bioraznolikost.

Intenzivna poljoprivreda u Hrvatskoj nije osobito razvijena, a veliki dio poljoprivrednog zemljišta je u vlasništvu mnogobrojnih malih OPG-ova, koji još uvijek posjeduju mnoga

tradicionalna znanja, stare sorte voća, povrća i ostalih usjevate tradicionalne pasmine domaćih životinja. Mala obiteljska poljoprivredna gospodarstva bi uz edukaciju i institucionalnu potporu mogla relativno brzo i lako priječi na permakulturni način uzgoja jer za to nisu potrebna velika financijska ulaganja. U Hrvatskoj se permakulturom uglavnom bave udruge koje organiziraju 72-satne tečajeve permakulturnog dizajna. Za razvoj permakulture u RH bilo bi potrebno zasaditi pokusne nasade gdje bi se mogla provoditi istraživanja te bi služili kao edukacijska središta za zainteresirane OPG-ove.

7. Popis literature

- Altmayer, A. (2016). *Biodiversityandagriculture.* [Online]. Dostupno na: http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/583842/EPRS_BRI(2016)583842_EN.pdf. [2.9.2018.]
- Antinac, D. (2009). *Onečišćenje vode iz poljoprivredne proizvodnje.* [Online]. Dostupno na: https://www.savjetodavna.hr/vijesti/19/2033/oneciscenje-vode-iz-poljoprivredne-proizvodnje/ [2.9.2018.]
- Barać, Z.; Bedrica, Lj.; Čačić, M.; Dražić, M.; Dadić, M.; Ernoić, M.; Fury, M.; Horvath, Š.; Ivanković, A.; Janječić, Z.; Jeremić, J.; Kezić, N.; Marković, D.; Mioč, B.; Ozimec, R.; Petanjek, D.; Poljak, F.; Prpić, Z.; Sindičić, M. (2011). *Zelena knjiga izvornih pasmina Hrvatske.* Zagreb: Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, Državni zavod za zaštitu prirode, Hrvatska poljoprivredna agencija, Nacionalni park Krka, COAST / UNDP / GEF Republika Hrvatska.
- Bláha, L.; Babica P.; Maršálek, B. (2009). Toxinsproducedincyanobacterial water blooms – toxicityandrisks. *Interdisciplinarytoxicology* 2 (2), 36-41.
- BungalaRidgePermaculture Gardens (2006). *Sectormap.* [Online]. Dostupno na: http://bungala.beverleypaine.com/ourdesign/sectormap.html. [3.9.2018.]
- Draguzet, A. (2016). *Kako ptice pomažu u integriranoj proizvodnji voća?* [Online]. Dostupno na: https://www.agroklub.com/vocarstvo/kako-ptice-pomazu-u-integriranoj-proizvodnji-voca/22871/. [3.9.2018.]
- Đikić D., Glavač H., Glavač V., Hršak V., Jelavić V., Njegač D., Simončić V., Springer O., Tomašković I., Vojvodić V. (2001.). *Ekološki leksikon.* Zagreb: Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja RH i Barbat.
- EEA (European Environmentagency) (2010). *The European environment – stateandoutlook 2010: syntesis*. [Online]. Dostupno na: https://www.*eea.europa.eu/soer/synthesis/synthesis*.[1.9.2018.]
- EEA (European EnvironmentalAgency) (2015). *Agriculture.* [Online]. Dostupno na: https://www.eea.europa.eu/soer-2015/europe/agriculture#tab-based-on-indicators. [3.9.2018.]
- Europska komisija (2017). *Agri-environmentalindicator – populationtrendsoffarmlandbirds.* [Online]Dostupno na:

https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental_indicator_-_population_trends_of_farmland_birds. [25.8.2018.]

- Europska komisija (2017). *Commonbirdsandbutterflies.* [Online]. Dostupno na: https://www.eea.europa.eu/airs/2017/natural-capital/common-birds-and-butterflies. [4.9.2018.]
- Europska komisija (2018). *Reportfromthecommission to thecouncilandtheeuropeanparliament.* [Online]. Dostupno na: http://ec.europa.eu/environment/water/water-nitrates/pdf/nitrates_directive_implementation_report.pdf. [30.8.2018.]
- EUROSTAT (2017). *Agri-environmentalindicator – populationtrendsoffarmlandbirds.* [Online]. Dostupno na: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental_indicator_-_population_trends_of_farmland_birds. [30.8.2018.]
- FAO (FoodandAgricultureOrganisationofthe United Nations) (2016). *Water uses.* [Online]. Dostupno na: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/index.stm. [1.9.2018]
- FAO (FoodandAgricultureOrganisationofthe United Nations) i ITPS (IntergovernmentalTechnical Panel on Soils) (2015). *Status oftheWorld'sSoil Resources (SWSR) – Mainreport.* Rim: FoodandAgricultureOrganisationofthe United Nations andIntergovernmentalTechnical Panel on Soils.
- Fisher, M. R. (2017). *EnvironmentalBiology.* [Online]. Dostupno na: https://openoregon.pressbooks.pub/envirobiology/. [1.9.2018.]
- Fukuoka, M. (1995). *Revolucija jedne slamke: uvod u prirodno poljodjelstvo.* Zagreb: Prirodoslovno društvo Ljekovita biljka.
- Gazey, C. i Gaus, A. (2017). *Causesofsoilacidity.* [Online]. Dostupno na: *https://www.agric.wa.gov.au/soil-acidity/causes-soil-acidity?page=0%2C0.* [1.9.2018.]
- Grgić, P. (2014). *Utjecaj poljoprivrednih aktivnosti na okoliš.* Diplomski rad. Osijek: Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
- HAOP (Hrvatska agencija za okoliš i prirodu) (2011). *Odabrani pokazatelji stanja okoliša u Republici Hrvatskoj.* [Online]. Dostupno na: http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/06_integrirane/dokumenti/opso/Odabrani%20pokazatelji_2011.pdf [4.9.2018.]

- HAOP (Hrvatska agencija za okoliš i prirodu) (2015). *Naglasci iz izvješća o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj, 2014.* Zagreb: HAOP.
- Holmgren Design. (2002). *EssenceofPermaculture*. [Online]. Dostupno na: https://holmgren.com.au/essence-of-permaculture-free/. [2.9.2018.]
- Horvatić, P. (2013). *Stare hrvatske voćke.* [Online]. Dostupno na: https://www.zmag.hr/reciklirano-imanje. [5.9.2018.]
- Idowu, J. (2013). *UnderstandingandManagingSoilCompactioninAgriculturalFields.* [Online]. Dostupno na: http://aces.nmsu.edu/pubs/_circulars/CR672/welcome.html. [31.8.2018.]
- IPNI (International PlantNutrition Institute) (2016). *Nitrogen notes.* [Online]. Dostupno na: *http://www.ipni.net/publication/nitrogen-en.nsf/0/7F7F448C4D064A5985257C13004C83A3/$FILE/NitrogenNotes-EN-04.pdf.* [30.8.2018.]
- Jug, D. (2016). *Obrada tla.* [Online]. Dostupno na: http://ljesnjak.pfos.hr/~jdanijel/literatura/ATiSBP/01_Odabrani%20tekstovi%20iz%20obrade%20tla.pdf. [2.9.2018.]
- Karin, S. (2017). *To whatextentcanitbearguedthattheacidificationofsoilsinhumidtemperateregionsistheproductofnaturalsoil development as opposed to land use practice?* [Online]. Dostupno na: https://www.ivoryresearch.com/writers/susan-karin/. [30.9.2018.]
- King, C. A. (2008). CummunityResilienceandContemporaryAgri-Ecological Systems: ReconnectingPeopleandFood, andPeoplewithPeople. *Systems Research andBehavioral Science.* 25(1). 111-124.
- Kisić, I. (2014). *Uvod u ekološku poljoprivredu.* Zagreb: Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Kisić, I. (2016). *Antropogena erozija tla.* Zagreb: Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Kiš, K.i Kiš, M. (2014). *Permakultura: održivi vrt, zbrinuta zemlja, sretni ljudi.* Zagreb: Planetopija.
- Lépine, M.; Scott, J.; Leung, E.; Hansen, B. (2011). Earth Care, People Care, Fair Shares: Ruraland Urban PermacultureintheContextofDanishSociety. [Online]. Dostupno na:

http://library.uniteddiversity.coop/Permaculture/Rural_and_Urban_Permaculture_in_the_Context_of_Danish_Society.pdf. [3.9.2018.]

- McKenzie, R. (2010). *AgriculturalSoilCompaction: Causesand Management.* [Online]. Dostupno na: https://www.agric.wa.gov.au/soil-acidity/causes-soil-acidity?page=0%2C1. [30.8.2018.] https://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex13331/$file/510-1.pdf?OpenElement. [31.8.2018.]
- Mehta, R. (2018). *A Primer on Water Quality: AgriculturalContaminants – BackgroundInformation.* [Online]. Dostupno na: https://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/wat3347. [29.8.2018.]
- Mehta, R. (2018). *A Primer on Water Quality: PollutantPathways.* [Online]. Dostupno na: https://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/wat3347 [29.8.2018.]
- Mesić , M.; Husnjak, S.; Bašić, F.; Kisić, I.; Gašpar, I. (2009). *Suvišna kiselost tla kao negativni čimbenik razvitka poljoprivrede u Hrvatskoj.* [Online]. Dostupno na: http://sa.agr.hr/2009/. [4.9.2018.].
- Ministarstvo poljoprivrede (2016). *Ekološka proizvodnja – statistika za 2016 g.* [Online]. Dostupno na:http://www.mps.hr/hr/poljoprivreda-i-ruralni-razvoj/poljoprivreda/ekoloska/statistika-2016. [5.9.2018.]
- Mollison, B. (2002). *PERMACULTURE: A Designers' Manual.* Drugo izdanje. SistersCreek: TagariPublications.
- Motik, B.; Rodik D.; Šimleša, D.; Dragičević, G.; Kardum, I.; Šišak, M.; Maljković, N.; Pocrnčić, S.; Paro Vidolin, S.; Pešak, S. (2014). *Permakulturni dizajn – priručnik uz tečaj.*Vukomerić: ZMAG.
- OECD (Oragnisation for Economic Co-operationand Development) (2012). *Water QualityandAgriculture: MeetingthePolicyChallenge.* [Online]. Dostupno na: https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/water-quality-and-agriculture_9789264168060-en. [29.8.2018.]
- PAN Europe (Pesticid Action Network Europe) (2007). *Zmanjšanje uporabe pesticidov za bolj zdrava življenja – nova znanstven spoznanja o vplivupesticidov na zdravjezahtevajo uporabo previdnostnega načela pri oblikovanju politik.* [Online]. Dostupno na: https://www.pan-europe.info/old/Resources/Briefings/Cut_Back_on_Pesticides_Slovenian.pdf. [30.8.2018.]

- Permacultureapprentice, (2015). *Hereis how you make a livingfrom 4 acrepermaculture orchard.* [Online]. Dostupno na: https://permacultureapprentice.com/here-is-how-you-make-a-living-from-a-4-acre-permaculture-orchard/. [2.9.2018.]
- Pingali, P. (2012). Green Revolution: Impacts, limits, andthepathahead.*Proceedingsofthe National AcademyofSciencesofthe United Statesof America*109(31): 12302-12308.
- Rodale Institute (2011). *Thefarmingsystemstrial – celebrating 30 years.* [Online] Dostupno na: http://rodaleinstitute.org/assets/FSTbookletFINAL.pdf. [2.9.2018.]
- Romić, D. (2014). *Utjecaj poljoprivrede na onečišćenje površinskih i podzemnih voda u Republici Hrvatskoj.* Zagreb: Hrvatske vode.
- Sciencebitz (2009). *Eutrophication.* [Online]. Dostupno na: http://sciencebitz.com/?page_id=597. [30.8.2018.]
- Sobkowiak, S. (2015). GoBeyondOrganic: With a PermacultureOrchard. [Online]. Dostupno na: https://issuu.com/miraclefarms/docs/bookfinal_v1_2ndcorrected. [3.9.2018.]
- Średnicka-Tober, D. (2016). Environmentalimpactoforganic vs. Conventionalagriculture – a review. *Journal of Research andApplicationsinAgriculturalEngineering*61 (4): 204-211.
- Špoljar, A. (2016). *Procesi degradacije tla.* Križevci: Visoko gospodarsko učilište u Križevcima.
- Topol, J. iKanižai Šarić, G. (2013). Simbiotska fiksacija dušika u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji. *Agronomski glasnik*75 (2-3): 117-134.
- Uchida, K. iUshimaru, A. (2014). Biodiversitydeclinesdue to abandonmentandintensificationofagriculturallands: patternsandmechanisms. *EcologicalMonographs*84(4), 637-658.
- UN. (1992). *Convention on BiologicalDiversity*. [Online]. Dostupno na: https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf. [2.9.2018.]
- van Bemmel, K.; Grimm, K.; van derMaas, S.; Beers, P. (2017). *Thepotentialofpermaculture principlesintheagrifoodtransition.* Den Bosch: HAS Research Group: New Business Models for AgrifoodTransition.
- Vukadinović, V. (2010). *Plodnost (Produktivnost) tla.* [Online]. Dostupno na: http://ishranabilja.com.hr/literatura/ishrana_bilja/Plodnost_tla.pdf. [3.9.2018.]

- Wiederholt, R. i Johnson, B. (2005). *NitrogenBehavior In theEnvironment.* [Online]. Dostupno na: https://www.ag.ndsu.edu/lem/documents/nm1299_03.pdf. [1.9.2018.]
- WWF (World WildlifeFound) (2018). *Veliki utjecaj poljoprivrede na vrste i staništa.* [Online]. Dostupno na: http://www.wwfadria.org/naa_zemlja/poljoprivreda/. [1.9.2018.]
- ZMAG (Zelena mreža aktivističkih grupa) (2017). *Reciklirano imanje*. [Online]. Dostupno na: https://www.zmag.hr/reciklirano-imanje. [5.9.2018.]
- Znaor, D. (1996). *Ekološka poljoprivreda*. Zagreb: Nakladni zavod globus. str. 23.

8. Popis slika

Slika 1. Procijenjeni višak dušika (razlika između primijenjenog dušika i dušika kojeg biljke iskoriste) u Europi za 2005. godinu....7
Slika *2.* *Različite reakcije u tlu kod dodavanja mineralnih gnojiva na bazi amonijaka i na bazi nitrata*....9
Slika 3. Zakiseljavanje tla kao posljedica iznošenja biljnog materijala sa zemljišta....10
Slika 4. Udio potrošnje vode u poljoprivredi, industriji i kućanstvima u svijetu u 2016. godini....12
Slika 5. Utjecaj prekomjernog korištenja mineralnih gnojiva na vodene ekosustave....15
Slika 6. Prosječne godišnje koncentracije nitrata u površinskim vodama u EU za razdoblje 2012-2015....16
Slika 7. Frekvencije Prosječne godišnje koncentracija nitrata u podzemnim vodama u EU za razdoblje 2012-2015....16
Slika 8. Konvencionalna priprema sjetvenog sloja....20
Slika 9. Konzervacijska obrada kod koje ostaci biljaka ostaju na površini tla....20
Slika 11. Indeks populacija livadnih leptira u EU....22
Slika 12. Idealizirani raspored zona u permakulturi. Kuća predstavlja zonu „0“ kao središte aktivnosti i zona koja traži najviše rada, a sa svakom sljedećom zonom količina potrebnog rada se smanjuje....28
Slika 13. Zone u permakulturi sa ucrtanim sektorima tj. smjerovima iz kojih dolaze vanjski utjecaji....29
Slika 16. Mješovita sadnja u permakulturnom voćnjaku „Miracle Farms“....32
Slika 17. Raspored voćki i fiksatora dušika u permakulturnom voćnjaku „Miracle Farms“ (J – jabuka, K – kruška, N – fiksator dušika)....33
Slika 18. Raspored košnje u permakulturnom voćnjaku „Miracle Farms“....34
Slika 19. Usporedba konvencionalno (desno) i organski uzgajanog kukuruza (lijevo) u sušnoj godini (1995.). Organski uzgajani kukuruz na lijevoj strani je posađeni tri tjedna nakon kasnije....42

9. Popis tablica

Tablica 1 Izvori onečišćivala u poljoprivredi i njihov utjecaj na kakvoću vode.....14
Tablica 2 Zone u permakulturi. 27
Tablica 3 Usporedba prednosti i nedostataka konvencionalne poljoprivrede i permakulture. 36