



UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Matic NOVLJAN

**BILANCA HRANIL V EKOLOŠKEM KMETIJSTVU**

DIPLOMSKI PROJEKT

Univerzitetni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Matic NOVLJAN

**BILANCA HRANIL V EKOLOŠKEM KMETIJSTVU**

DIPLOMSKI PROJEKT  
Univerzitetni študij - 1. stopnja

**NUTRIENT BALANCE IN ORGANIC FARMING**

B. SC. THESIS  
Academic Study Programmes

Ljubljana, 2010

Diplomski projekt je zaključek Univerzitetnega študija Kmetijstvo – agronomija – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno na Katedri za pedologijo in varstvo okolja.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Roka Miheliča.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Borut Bohanec  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Rok Mihelič  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Darja Kocjan Ačko  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo

Datum zagovora: 5.7.2010

Diplomski projekt je rezultat lastnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svojega diplomskega projekta na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddal v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Matic Novljan

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Du1
- DK UDK 631.147:631.4(043.2)
- KG ekološko kmetijstvo/bilanca hranil/fosfor/kalij/negativna bilanca
- AV NOVLJAN, Matic
- SA MIHELIC, Rok (mentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- LI 2010
- IN BILANCA HRANIL V EKOLOŠKEM KMETIJSTVU
- TD Diplomski projekt (Univerzitetni študij - 1. stopnja)
- OP VII, 18 str., 1 pregl., 3 sl., 18 vir.
- AI Diplomski seminar je pregled literature o tem, kaj ekološko kmetijstvo je, kakšna pravila veljajo za ekološko kmetijstvo in katere vire treh glavnih hranil, dušika, fosforja in kalija lahko ekološki kmetje uporabljajo. Za namen boljšega razumevanja ekološkega kmetijstva je narejena tudi kratka primerjava ekološkega kmetijstva s konvencionalnim. Predstavljeni so tudi rezultati različnih študij o razlikah ekološko pridelane hrane od konvencionalno pridelane, kjer si raziskave niso enotne, saj nekatere potrjujejo pozitiven vpliv na vsebnost sekundarnih snovi in mineralov v ekoloških živilih, druge pa ne. Pomemben del diplomskega seminarja je predstavitev problema z negativno bilanco dušika, fosforja ter kalija na ekoloških kmetijah, kar je prikazano s pregledom bilančnih stanj teh treh hranil na ekoloških kmetijah v treh dolgoletnih poskusih v Nemčiji, Švici in na Norveškem. Navkljub množici pozitivnih vplivov ekološkega kmetijstva, se je na vseh treh poskusih izkazalo, da je bilančno stanje fosforja in kalija negativno in da takšno gospodarjenje ni trajnostno.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Du1
- DC UDC 631.147:631.4(043.2)
- CX Organic farming/nutrient balance/phosphorus/potassium/negative balance
- AU NOVLJAN, Matic
- AA MIHELIC, Rok (supervisor)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
- PY 2010
- TY NUTRIENT BALANCE IN ORGANIC FARMING
- DT B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes)
- NO VII, 18 p., 1 tab., 3 fig., 18 ref.
- LA sl
- Al sl/en
- AB This article is a review of literature about what organic agriculture is, under what regulations it operates and which sources of three main nutrients, nitrogen, phosphorus and potassium organic farmers can use. To understand what organic farming is, a comparison between organic and conventional farming is made. Results from studies about differences in quality of organic and conventionally produced food are also shown, where results differ, as some researchers have found higher concentrations of minerals and secondary metabolites in organic produce whereas others didn't. The most important part of this article is a discussion about the problem of negative budgets of the 3 main nutrients, nitrogen, phosphorus and potassium. To present this problem, a review of 3 studies about nutrient budgets on organic farming experiments in Germany, Switzerland and Norway was made. Although organic farming without doubt has positive effects, all three tests have shown that phosphorus and potassium budgets are negative in organic farming and thus, organic farming is not sustainable.

## KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija	III
Key words documentation	IV
Slovarček	VII
<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
1.1 IZHODIŠČE in cilj	1
<b>2 EKOLOŠKO KMETIJSTVO</b>	<b>1</b>
2.1 EKOLOŠKO PRIDELANA HRANA	2
2.2 URADNE DEFINICIJE EKOLOŠKEGA KMETIJSTVA	3
2.3 ORGANIZACIJE EKOLOŠKEGA KMETIJSTVA	4
2.4 RAZLIKE MED EKOLOŠKIM IN KONVENCIONALNIM KMETIJSTVOM	4
<b>3 BILANCA HRANIL V EKOLOŠKEM KMETIJSTVU</b>	<b>5</b>
3.1 HRANILA	7
<b>3.1.1 Sprejem hranil</b>	<b>7</b>
3.2 VNOSI HRANIL NA EKOLOŠKIH KMETIJAH	7
<b>3.2.1 Dušik</b>	<b>7</b>
<b>3.2.2 Fosfor</b>	<b>8</b>
<b>3.2.3 Kalij</b>	<b>8</b>
3.3 IZTOK HRANIL Z EKOLOŠKIH KMETIJ	8
<b>3.3.1 Dušik</b>	<b>8</b>
<b>3.3.2 Fosfor</b>	<b>9</b>
<b>3.3.3 Kalij</b>	<b>9</b>
3.4 HUMUS IN HUMUSNA BILANCA	9
3.5 PROJEKCIJE IZGUB HRANIL	10
<b>4 DOSEDANJE IZKUŠNJE</b>	<b>11</b>
4.1 RAZISKAVA NA NORVEŠKEM	11
<b>4.1.1 Vzorčenje in analiza</b>	<b>11</b>
<b>4.1.2 Talna koncentracija fosforja</b>	<b>11</b>
<b>4.1.3 Talna koncentracija kalija</b>	<b>13</b>
<b>4.1.4 Trajnost gospodarjenja s kalijem in fosforjem na ekoloških kmetijah</b>	<b>14</b>
4.2 RAZISKAVA V NEMČIJI	14
4.3 RAZISKAVA V ŠVICI	15
<b>5 SKLEPI</b>	<b>16</b>
<b>6 VIRI</b>	<b>17</b>
ZAHVALA	

## KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Količina vezanih hranil v 1000 kg najpogostejših kmetijskih proizvodov (Brings, 2007) .....	10

## KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Prikaz osnovnih razlik med ekološko in konvencionalno pridelavo (Løes, 2003) .....	5
Slika 2: Štiri možne ravni bilanciranja hranil (Gutser, 2006).....	6
Slika 3: Sprememba povprečne koncentracije AL-P v ornici (0-20 cm) na petih dolgoletnih živinorejskih kmetijah s prirejo mleka v obdobju 7 do 13 let ekološkega kmetovanja (Løes, 2003).....	12

## SLOVARČEK

IFOAM – International Federation of Organic Agricultural Movements – Mednarodna zveza gibanj za ekološko kmetijstvo

MKGP – Ministrstvo za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano

KGZS – Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije

ITR – Inštitut za trajnostni razvoj

AL-P – analiza v zemlji lahko dostopnega fosforja z uporabo AL metode (amon-laktat)

AL-K – analiza v zemlji lahko dostopnega kalija z uporabo AL metode (amon-laktat)

Cd – kadmij

ppm – parts per million – delcev na milijon, 1 ppm je enako  $1 \text{ mg kg}^{-1}$

HNO<sub>3</sub>-K – Analiza v zemlji lahko dostopnega kalija z uporabo dušikove (V) kisline

GVŽ – glav velike živine, za glavo velike živine se šteje govedo z maso 500 kg, pri preračunu GVŽ v drobnico je  $1 \text{ GVŽ} = 6,67 \text{ ovac}$

DOK poljski poskus – »Bio-Dynamic«, »Organic«, »K(conventional)« - Bio-Dinamično, Ekološko, Konvencionalno - poskus, ki primerja te tri načine kmetovanja



## 1 UVOD

Med najpomembnejšimi koraki v razvoju sodobnega človeka je brez dvoma začetek kmetovanja. Skozi tisočletja ga je človek neprestano izboljševal, saj je kmetijstvo temelj vseh civilizacij. Izboljšanje pomeni pridelati več, hkrati pa vložiti enako oziramo vložiti manj in pridelati enako. Še posebno velik napredek v pridelavi hrane se je zgodil v drugi polovici 20. stoletja z iznajdbo postopkov za pridobivanje mineralnih gnojil in sintetičnih kemičnih sredstev za varstvo rastlin. Pridelki so po vsem svetu narastli eksponentno, sledila jim je tudi svetovna populacija. Navidezno poceni pridelava hrane žal ni mogoča, saj ima takšen način pridelave veliko škodljivih vplivov na okolje in ni trajosten. Nekateri so to opazili zgodaj, drugi pozneje, dejstvo je, da se javnost iz leta v leto bolj zaveda tega naraščajočega problema. Nekateri kot eno izmed rešitev predlagajo bolj sonaravno pridelavo hrane z uporabo manj ali nič sintetičnih sredstev.

### 1.1 IZHODIŠČE IN CILJ

Ekološko kmetijstvo postaja najbolj razširjena alternativna kmetijska praksa. V tuji in domači literaturi se lahko srečamo z različnim izrazi za ekološko kmetijstvo, naprimer, biološko, organsko ali ekološko, ki pa označujejo isti način kmetovanja, bio-dinamična oblika kmetovanja pa se precej razlikuje in ni obravnavana v tem projektu. Ker je v Sloveniji predpisana uporaba izraza ekološko, sem različna poimenovanja v diplomskem seminarju vedno prevedel v ekološko kmetijstvo. Ker so zahteve oziroma prepričanja ekoloških kmetov glede gnojenja v ekološkem kmetijstvu pogosto nerazumljive, saj so nekateri prepričani, da je hranil v tleh neomejeno in jih je potrebno le na pravilen način izkoriščati, sem povzel, kaj se lahko zgodi ob uresničevanju takšnih doktrin.

## 2 EKOLOŠKO KMETIJSTVO

Ekološko kmetijstvo je način trajnostnega kmetijstva, ki v pridelavi hrane temelji na ravnovesju v sistemu tla-rastline-živali-človek in sklenjenem kroženju hranil v njem. Podlage ekološkega kmetijstva so: v rastlinski pridelavi: kolobar, skrb za rodovitnost tal (ohranjanje oziroma povečevanje njihove rodovitnosti), prepovedana je uporaba lahko topnih mineralnih gnojil in sintetičnih sredstev za varstvo rastlin, temelji na gnojenju z organskimi gnojili, varstvo rastlin pa na preprečevanju pojava bolezni, škodljivcev in plevela s kolobarjenjem, obdelavo tal, izbiro odpornejših sort, uporabi biotičnih (predatorji ...) in biotehniških sredstev (vabe, lepljive plošče, prekrivke ...), z uporabo samo posebej dovoljenih sredstev za varstvo rastlin (baker, žveplo, piretrin, parafinska in mineralna olja, krompirjev dekstrin, lecitin, *Bacillus thuringiensis* ...). Pri reji živali: stalež živine prilagojen lastni pridelavi krme, obremenitev do 2 GVŽ/ha, izpust najmanj 180 dni v celem letu, določeni so minimalni standardi glede hlevskih površin (osvetlitev, zrak, velikost in kakovost ležišč ...), prepovedana je živalim neprilagojena reja, prav tako krmljenje krvne in kostne moke ter druge krme živalskega izvora, prepovedana je uporaba hormonov, preventivna uporaba antibiotikov in zdravil proti stresu pred zakolom ... Prepovedana je uporaba gensko spremenjenih organizmov (Bavec in sod., 2001)

Ekološko kmetijstvo se je na osnovi biološkega razumevanja medsebojnih povezav v kmetijstvu razvilo v celosten koncept kmetijskega gospodarjenja, ki si v sozvočju z naravo prizadeva za čim bolj sklenjen krogotok snovi in energije na kmetiji oziroma posestvu. Ekološki kmet zato prednostno izbira takšne ukrepe, s katerimi bo dosegel kar najboljšo pridelovalno zmožnost kmetije kot celote. Ekološki kmet ohranja in izboljšuje naravno zasnovano rodovitnost tal z uporabo gnojil s kmetije, pridelavo vmesnih posevkov, njivske krme in metuljnic ter s širokim kolobarjem. Poleg tega prispeva k ohranjanju biotske raznovrstnosti s tem, da ne uporablja kemično-sintetičnih sredstev za varstvo rastlin (pesticidov), da gnoji v skladu s potrebami rastlin in da prideluje krmne rastline v široko zastavljenem kolobarju. Tako krepi tudi procese samouravnavanja v ekosistemu. Ohranja oziroma varuje pa tudi omejene ali neobnovljive naravne vire, kot so voda, zrak, tla in energija. Temelji ekološke reje živali so prežeti s pozornostjo in spoštovanjem do živih bitij. Ekološki kmet mora poznati značilne potrebe živalskih vrst in jih skuša upoštevati v kar največji možni meri. To naprimer pomeni, da živali ne redi na v celoti rešetkasti podlagi brez nastilja, da pujski ne bivajo v utesnjenih in pretemnih prostorih, da kokoši niso stisnjene v kletke, da imajo živali možnost rednega izhoda na prosto... Živali dobivajo le krmo, ki ustreza posamezni vrsti in ki brez sintetičnih snovi za pospeševanje prireje ter brez antibiotikov. Prevoz živih živali je omejen le na nekaj ur. Da ekološka kmetija zagotovi lastno osnovo krme in da preprečimo pretirano gnojenje (pregnojevanje) kmetijskih površin, je reja živali povezana s kmetijskimi površinami na kmetiji: redimo lahko največ 1,7 enot (GVŽ - glav velike živine) na hektar kmetijske površine, krma za živali pa mora izvirati pretežno z lastne kmetije (ITR, 2005).

## 2.1 EKOLOŠKO PRIDELANA HRANA

Ozaveščenost potrošnikov o povezanosti hrane z zdravjem, skupaj s skrbjo za okolje, je privedla do povečanega povpraševanja po ekološko pridelani hrani. V splošnem javnost dojema ekološko pridelano hrano kot bolj zdravo in varnejšo od konvencionalno pridelane. Kljub temu ostajajo polemike o tem, ali ima ekološko pridelana hrana boljše organoleptične in prehranske lastnosti v primerjavi s konvencionalno pridelano hrano. Zagovorniki ekoloških pridelkov trdijo, da vsebuje manj škodljivih kemikalij, da je boljša za okolje in da je bolj hranljiva. Med konvencionalno in ekološko pridelavo obstajajo temeljne razlike, vendar je količina informacij o tem, kako različni pridelovalni načini vplivajo na prehransko vrednost, še posebno na z zdravjem povezanih antioksidantov, zelo omejena (Mitchell in Chassy, 2006).

Sadje in zelenjava sta kritični točki te polemike, saj sta pomemben vir fenolnih antioksidantov v prehrani. Epidemiološke študije dosledno kažejo na inverzno korelacijo med uživanjem sadja in zelenjave s tveganjem rakavih obolenj, kardiovaskularnih bolezni, diabetesa in s starostjo povezanih bolezni (Mitchell in Chassy, 2006).

V izvlečku študije »Kakovost izdelkov iz ekološkega kmetijstva« je zapisano, da je možno zaznati trend zvišane suhe snovi, železa in magnezija v zelenjavi in tudi opazno višje

koncentracije polifenolov, flavonolov in resveratrolov v sadju in zelenjavi. V piščančjem mesu iz ekološke pridelave je bila zaznana nižja vsebnost skupnih maščob, medtem ko je bila koncentracija večkrat nenasičenih maščobnih kislin višja. Ekološko pridelana hrana je bila v večji meri tudi brez ostankov pesticidov (le 2-6% vzorcev je bilo onesnaženih, v primerjavi s 40% iz konvencionalne pridelave), imela je primerljive vsebnosti mikotoksinov in približno za polovico manj nitratov v zelenjavi. Izziv za ekološko kmetijstvo je obdržati tako dobre rezultate z razvijanjem strategije, ki ne bo temeljila le na standardih proizvodnje in predelave pač pa tudi na kvaliteti končnih produktov (Lairon, 2009). V primerjalni študiji o vsebnosti elementov v sledovih v rži med ekološko pridelano in konvencionalno pridelano ržjo niso ugotovili razlik, razen za selen. Vsebnost selena je bila bistveno nižja pri ekološko pridelani rži, razlog za to pa je, da je selena v tleh na Finskem premalo in ga dodajajo z mineralnimi gnojili, kar pa pri ekološkem kmetijstvu ni dovoljeno. Vsebnost selena v ekološko pridelani rži je bila podobna kot pred letom 1970, preden so uvedli gnojenje s selenom (Eurola in sod., 2003).

## 2.2 URADNE DEFINICIJE EKOLOŠKEGA KMETIJSTVA

IFOAM (International Federation of Organic Agricultural Movements) ima na spletni strani zapisano, da je ekološko kmetijstvo »produkcijski sistem, ki vzdržuje zdravje tal, ekosistemov in ljudi. Zanaša se na ekološke procese, biodiverzitetu in cikle prilagojene lokalnim razmeram, namesto na uporabo dodatkov s škodljivimi učinki. Ekološko kmetijstvo združuje tradicijo, inovacije in znanost za dobro skupnega okolja in daje prednost pravičnemu odnosu in dobri kvaliteti življenja za vse deležnike« (IFOAM, 2009).

Na spletni strani ministrstva za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano odgovarjajo na vprašanje, kaj je ekološko kmetijstvo, tako: »Ekološko kmetijstvo predstavlja obliko in način kmetovanja, ki pridobiva vse večji pomen v slovenskem kmetijskem prostoru. Slovenija ima pestre naravne danosti, z različnimi tipi pokrajin in bogato krajinsko členitvijo, z velikim deležem gorsko višinskih kmetij in drugih območij z omejenimi možnostmi za kmetijsko dejavnost. Prav zato so tu odlične možnosti za nadaljnji in pospešeni razvoj tega načina kmetovanja, ki pomembno prispeva k zagotavljanju javnih dobrin, ohranjanju kulturne kmetijske krajine, ohranjanju oziroma izboljšanju biotske raznovrstnosti, varstvu virov pitne vode in sploh varovanju celotnega okolja.

Ekološko kmetijstvo v največji možni meri vpliva tudi na trajnostno gospodarjenje z neobnovljivimi naravnimi viri ter na uveljavljanje načela dobrobiti živali oziroma živalskim vrstam in pasmam prilagojeno rejo. V ekološkem kmetijstvu se celostno dopolnjujeta rastlinska pridelava in reja živali in s tem sledenje naravnim metodam in kroženju snovi v naravi. V sistemu ekološkega kmetovanja je zagotovljen tudi nepretrgan in transparenten nadzor nad pridelavo in predelavo teh pridelkov oziroma živil »od njive do krožnika« in s tem zajamčena večja varnost tistim potrošnikom, ki se za takšne pridelke oziroma živila odločijo.

Ekološko kmetovanje obenem zagotavlja pridelavo visoko kakovostne in varne hrane, z bogato prehransko vrednostjo in visoko vsebnostjo vitaminov, mineralov in antioksidantov. Ker je uporaba lahko topnih mineralnih gnojil, kemično sintetiziranih fitofarmaceutskih sredstev (pesticidov), gensko spremenjenih organizmov in proizvodov pridobljenih iz teh organizmov ter različnih regulatorjev rasti pri tem načinu kmetovanja prepovedana, zato praktično ni pričakovati ostankov teh snovi v pridelkih ali živilih in posledično - pri potrošnikih« (MKGP, 2010).

Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije pa je izdala letak v katerem so zapisali tisto kar piše na njihovi spletni strani: »Ekološko kmetovanje je način kmetovanja, ki upošteva ravnovesje v sistemu tla-rastline-živali-človek in zagotavlja sklenjeno kroženje hranil v njem. Je oblika sonaravnega gospodarjenja s kulturno krajino in naravnimi viri«. Za cilje ekološkega kmetijstva navajajo: »ohranjanje rodovitnosti tal, živalim ustrezna reja in krmljenje, pridelava zdravih živil, zaščita naravnih življenjskih virov(tla-voda-zrak), čim manjša obremenitev okolja, aktivno varovanje okolja in biološke raznovrstnosti, gospodarna uporaba energije in surovin, zagotovitev delovnih mest v kmetijstvu«. Kot razlog, zakaj se odločiti za ekološko kmetovanje pa navajajo: »intenzivna konvencionalna pridelava in prireja temeljita na želji po čim večjem pridelku in izhajata iz tehnologij, ki so odvisne od uporabe pesticidov, mineralnih gnojil in močnih krmil. V primerih neodgovorne uporabe lahko ogrozita tudi zdravje ljudi in obremenita okolje. Ekološko kmetijstvo vzpostavlja pogoje za trajnostno pridelavo in prirejo« (KGZS, 2009).

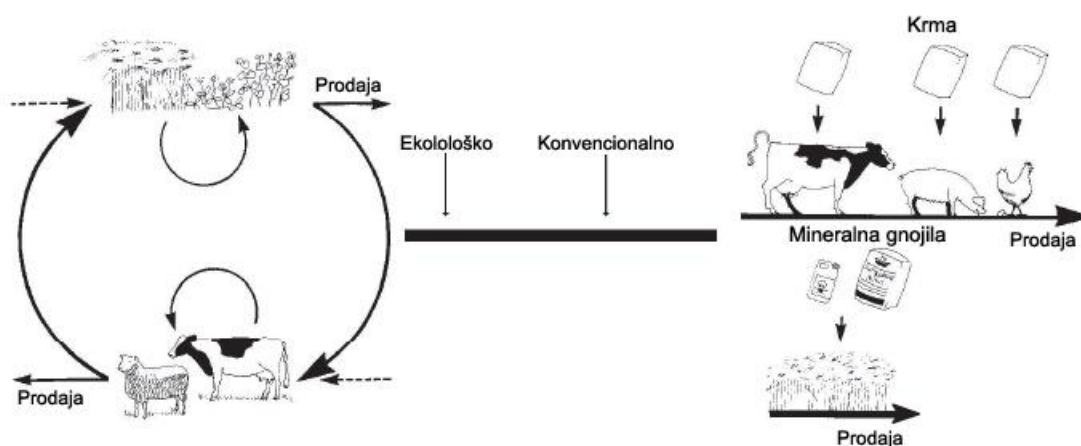
### 2.3 ORGANIZACIJE EKOLOŠKEGA KMETIJSTVA

V Sloveniji obstaja več združenj za ekološke kmete in vsako od združenj ima nekoliko drugačno definicijo, kaj ekološko kmetijstvo je, čeprav so pogoji, da se neka kmetija kvalificira za ekološko, zakonsko določeni. V svetu je teh organizacij še več, tako da obstaja prava paleta različnih ekoloških doktrin, do najbolj skrajnega načina, ki pa je že precej drugačen od ekološkega kmetijstva, bio-dinamičnega kmetijstva. Cilj organizacij oziroma združenj je usklajevanje pogojev pridelave, skupno trženje in pa sodelovanje ekoloških kmetov z namenom deljenja izkušenj. Med različnimi organizacijami pa prihaja tudi do trenj, ravno na podlagi različnih videnj, kaj ekološko kmetijstvo je. IFOAM, ki je svetovna krovna organizacija ekološkega kmetijstva ima tako v svojem opisu ekološkega kmetijstva zapisano, da je v ekološkem kmetijstvu uporaba kakršnih koli mineralnih gnojil prepovedana, med tem, ko je uporaba nekaterih v Sloveniji dovoljena, kljub temu da je Slovenija članica IFOAM, preko Inštituta za trajnostni razvoj (IFOAM, 2009).

### 2.4 RAZLIKE MED EKOLOŠKIM IN KONVENCIONALNIM KMETIJSTVOM

Če lahko za konvencionalno kmetijstvo rečemo, da je dovoljeno početi prav vse, kar je v skladu z dobro kmetijsko prakso in je mogoče uporabljati vsa registrirana kemična sredstva za izboljšanje rasti rastlin in živali, je to ključna razlika z ekološkim kmetijstvom, kjer je uporaba vseh sintetičnih kemičnih sredstev prepovedana. Dovoljene pa so nekatere preproste kemijske spojine kot naprimer bakrovi pripravki za zatiranje glivičnih obolenj in elementarno žveplo. Na področju zatiranja insektov že obstajajo insekticidi naravnega

izvora, zato je posebej problematično področje zatiranja plevelov, kjer herbicide največkrat nadomesti mehansko odstranjevanje. Velik del uspešnosti pri zagotavljanju velikih količin poceni hrane v konvencionalnem kmetijstvu gre pripisati tudi uporabi mineralnih gnojil, od katerih posebno izstopa mineralni dušik. V ekološkem kmetijstvu sta drugi dve makro hranili sicer dovoljeni, vendar v obliki surovih mletih kamnin, mineralni dušik in lahko topna gnojila pa so povsem prepovedana. Žlahtnjenje rastlin je tako kot mineralna gnojila pomemben faktor v večanju proizvodnje v konvencionalnem kmetijstvu, kjer prihajajo v ospredje vse bolj napredni načini žlahtnjenja. Pri najnovejših načinih žlahtnjenja vnašajo gene iz ene živalske ali rastlinske vrste v drugo, v upanju, da se bo zelena lastnost izrazila in tudi izboljšala rastlino. Konvencionalno kmetijstvo že s pridom izkorišča napredek na tem področju in tako še ceni proizvodnjo, ekološki veji kmetijstva pa se zdijo ti načini žlahtnjenja nenaravni, zaradi česar je uporaba genetsko spremenjenih organizmov v ekološkem kmetijstvu prepovedana. Konvencionalno kmetijstvo se mnogokrat opira na »uvoženo rodovitnost«, to je nakupovanje krme za čredo, kar ima lahko za posledico kopičenje hranil, pri ekološkem kmetijstvu, kupovanje krme sicer ni prepovedano, je pa strogo omejeno in sicer na ekološko pridelano krmo, ekoloških pridelovalcev krme pa ni veliko. Obdelava tal v ekološkem kmetijstvu ni omejena in se lahko uporabljajo vse metode in mehanizacija tako kot v konvencionalnem kmetijstvu, kljub temu pa obstajajo smernice za »manj agresivne« načine obdelovanja tal, katerih pa ni nujno spoštovati (MKGP, 2010).

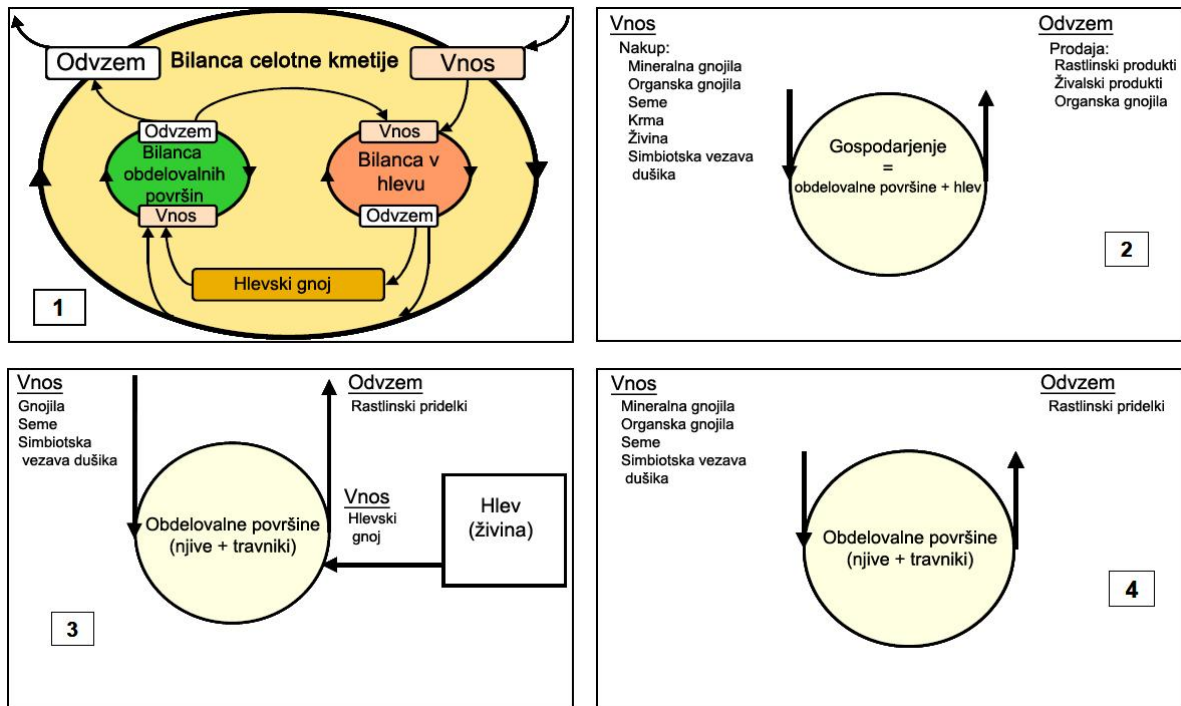


Slika 1: Prikaz osnovnih razlik med ekološko in konvencionalno pridelavo (Løes, 2003)

### 3 BILANCA HRANIL V EKOLOŠKEM KMETIJSTVU

Pri izračunu bilance je zelo pomembno, na kateri ravni nas zanima bilanca. V praksi poznamo vsaj tri ravni izračuna bilance hranil. Najožje gledano lahko izračunamo bilanco hranil za vsako kmetijsko površino posebej, ta način se dejansko ne razlikuje dosti od gnojilnega načrta. Nekoliko širše gledano, lahko izračunamo bilanco na ravni pridelovalne površine-hlev, kar zna biti problematično, saj se ne upošteva, da se na nekatere površine dodaja več organskih gnojil kot na druge. Najširše gledano pa lahko bilanco izračunamo za celotno kmetijo, takšni bilanci v tujini pravijo npr. »Hoftor Balance« ali »Farm gate balance« (Bilanca na vratih kmetije) (Gutser, 2006). Pri bilanci hranil v ekološkem kmetijstvu oziroma kateremu koli kmetijstvu so vedno ključen element v kroženju hranil

tla oz. njivske površine. Zaradi tega je v tem diplomskem seminarju poudarek na koncentraciji hranil v tleh in odvzemu hranil z rastlinami oziroma kako hranila izhajajo iz tal. Hranila, ki so vezana v živini in drugih produktih niso tako pomembna, saj je dejstvo, da so prišla iz tal in se v tla vračajo oziroma se tako ali drugače izgubijo oziroma odprodajo.



Slika 2: Štiri možne ravni bilanciranja hranil (Gutser, 2006)

V sliki 2 lahko vidimo 4 sheme. Shema 1 iz slike 2 prikazuje bilanciranje za celotno kmetijo, kjer je opazovano tudi notranje kroženje hranil. Shema 2 prikazuje bilanciranje celotne kmetije pri čemer ne opazujemo notranjega kroženja hranil. Shema 3 prikazuje bilanciranje obdelovalni površin, pri čemer ne upoštevamo odvzema ali prispevka hranil z živalskimi produkti. Shema 4 pa je bilanca, osredotočena zgolj na obdelovalne površine (parcele) in jo lahko primerjamo z gnojilnim načrtom.

### 3.1 HRANILA

Vse rastlinske vrste potrebujejo vsaj devetnajst elementov za svoje življenje. Ti elementi se imenujejo esencialni elementi, saj rastlina brez katerega koli izmed teh devetnajstih elementov ne more normalno zaključiti svojega življenjskega kroga do tvorbe kalivih semen. Posameznega elementa se ne da nadomestiti z drugim saj so sestavni deli molekul, ki so same po sebi nujne za obstoj rastline. Tri od teh elementov, ogljik, vodik in kisik lahko rastline pridobijo iz zraka in s hidrolizo vode. Vir preostalih šestnajstih elementov pa so tla. Teh šestnajst elementov se deli na dve skupini in sicer makroelementi, katerih značilnost je, da v rastlini predstavljajo delež večji od 0,1% oziroma je njihova koncentracija v suhi snovi višja od  $30 \mu\text{molg}^{-1}$ . Med makroelemente prištevamo dušik, kalij, kalcij, magnezij, fosfor, žveplo in silicij. Značilnost druge skupine, mikroelementov, pa je, da jih rastline potrebujejo v zelo majhnih koncentracijah in tako predstavljajo majhen delež rastlinske mase, od zgolj 0,1 ppm do največ 100 ppm, izraženo v koncentraciji v suhi snovi  $0,001 - 3,0 \mu\text{molg}^{-1}$  (Vodnik, 2009).

#### 3.1.1 Sprejem hranil

Da lahko rastline sprejemajo hranila, morajo imeti tla ustrezen pH, za večino elementov je to med 5,5 in 7. Če je pH višji ali nižji lahko pride do imobilizacije določenega hranila ali do povečanega privzema drugega, ki tako deluje antagonistično za drug element. Ravno zaradi pojava antagonizma je za sprejem hranil pomembna tudi njihova koncentracija v talni raztopini, ki za optimalno rast rastlin ne sme biti ne previsoka niti prenizka. Rastline privzemajo hranila na dva načina, pasiven in aktiven. Pri pasivnem načinu gre za običajen proces difuzije, kjer hranila raztopljena, v talni raztopini z difuzijo prehajajo v rastlino. Z difuzijo dobro mobilna elementa sta kalij in dušik, medtem ko je fosfor slabo mobilan. Pri aktivnem transportu pa snovi potujejo s področja z nižjo koncentracijo preko membrane na področje z višjo koncentracijo, zaradi česar rastline za tak transport porabljajo energijo. Aktivni transport je največkrat povezan s hidrolizo ATP ali izkorišča svetlobno energijo (Vodnik, 2009).

### 3.2 VNOSI HRANIL NA EKOLOŠKIH KMETIJAH

Vnosi hranil na ekološke kmetije so strogo omejeni. Poleg omejitev, ki veljajo za uporabo mineralnih gnojil, je na ekoloških kmetijah prepovedana tudi uporaba krme, organskih dodatkov tlom in nakup živali iz drugih kmetij razen ekoloških. Omejitve uporabe blat komunalnih čistilnih naprav veljajo tudi za ekološke (Priloga, 2001).

#### 3.2.1 Dušik

Kljub temu, da ga je v ozračju v izobilju, je v kmetijstvu, še posebno v ekološkem, mnogokrat limitirajoče hranilo. Dušik v tla prehaja predvsem z mikrobiološkim razkrojem organskih ostankov. Z dušikom zelo bogati so organski ostanki metuljnic, saj imajo razvito simbiozo z bakterijam *Rhizobium sp.*, katere fiksirajo dušik. V tleh se nahajajo tudi prostoživeči mikrobi, fiksatorji dušika, ki v primerjavi s simbiotskimi mikroorganizmi, ki

vežejo od 25 - 550 kg N/ha/leto, niso tako pomembni, saj vežejo le do 5 kg N/ha/leto (Lindemann, 2003). Fiksatorji dušika dejansko predstavljajo edini vir dušika v ekološkem kmetijstvu, saj organskih ostankov, bodisi rastlinskega ali živalskega izvora ne moremo prištevati k virom dušika, saj gre zgolj za vračanje z rastlinam odvzetega dušika.

### **3.2.2 Fosfor**

Tako kot v konvencionalnem kmetijstvu so edini vir fosforja mineralne oblike tega hranila in dokupljena krma ali živali in organska gnojila. V ekološkem kmetijstvu je dovoljena uporaba mehkih surovih fosfatov, v katerih koncentracija Cd ne sme presegati 90 mg/kg  $P_2O_5$  in aluminijev kalcijev fosfat, kateri prav tako ne sme vsebovati Cd v koncentraciji nad 90 mg/kg  $P_2O_5$ , uporaba slednjega pa je omejena na bazična tla (pH > 7,5). Izjemoma je dovoljena tudi Thomasova žindra, vendar mora uporabo odobriti kontrolna organizacija (Priloga, 2001).

### **3.2.3 Kalij**

Podobno kot pri fosforju, so možni viri kalija dokupljena krma, živali, organska gnojila in mineralna gnojila. Med mineralnimi gnojili je na voljo surova kalijevega sol (npr. kainit, silvinit), uporabo katere mora odobriti kontrolna organizacija in kalijev sulfat, ki vsebuje magnezijevo sol, pod pogojem, da je pridobljen iz kalijeve soli in tako kot za surovo kalijevo sol, mora uporabo kalijevega sulfata odobriti kontrolna organizacija (Priloga, 2001).

## **3.3 IZTOK HRANIL Z EKOLOŠKIH KMETIJ**

Pod iztok hranil prištevamo vse izgube in odprodajo hranil, ki so trajne in niso le začasna imobilizacija ali vezava hranil v takšno ali drugačno organsko obliko. Hranila so različno mobilna in se nahajajo v organski snovi v različnih koncentracijah, zaradi tega so različno občutljiva za izpiranje in druge načine zmanjšanja koncentracije v tleh. Pot zmanjšanja koncentracije hranil v tleh je enaka kot v konvencionalnem kmetijstvu, to je z nevestnim ravnanjem z organskimi odpadki, nepravilnim skladiščenjem hlevskega gnoja, gnojnice ali gnojevke ali celo izpuščanjem slednjih v bližnji vodotok ali kanalizacijsko omrežje.

### **3.3.1 Dušik**

Glavne poti izgube dušika so izpiranje dušika v nitratni obliki, izhlapevanje amoniaka, denitrifikacija ter prodaja pridelkov, v katerih je dušik vezan. Katera izmed poti je pomembnejša, je nemogoče določiti, saj je pot, po kateri bo dušik izšel, v veliki meri odvisna od vremenskih razmer. Mogoče najpomembnejša pot izgube dušika pa je odvzem z organsko maso.



### 3.3.2 Fosfor

Fosfor je v talni raztopini slabo mobilni element, zato je edini odvzem z ekološke kmetije z erozijo ali z organsko maso prodanega pridelka. Količina odvzetega fosforja z ekološke kmetije je v veliki meri odvisna od tega, s čim se kmetija ukvarja.

### 3.3.3 Kalij

Kalij je v tleh dobro mobilni, zato je predvsem v lahkih, peščenih tleh podvržen izpiranju v globlje plasti tal, kar lahko v določenih primerih smatramo za izgubo, saj je malo kmetijskih rastlin sposobnih črpanja hranil iz globljih plasti tal. Podobno kot fosfor pa je odvzem kalija z ekološke kmetije predvsem odvisen od tega, katere izdelke kmetija trži.

## 3.4 HUMUS IN HUMUSNA BILANCA

Organski ostanki, ki v tleh razpadejo v vidno nerazpoznavne strukture imenujemo s skupnim izrazom humus. V povprečju humus vsebuje 58% organskega ogljika (Corg), ki ga analitsko običajno določimo s postopkom "mokre" oksidacije (npr. metoda Walkley-Black) ali s sežigom ter določitvijo na C-analizatorju. Pri zadnjem postopku moramo posebej določiti vsebnost prostih karbonatov v tleh, ter vsebnost karbonatnega C odšteti od skupnega C. V povprečju organska snov tal vsebuje 58% C, zato je v splošni uporabi računski faktor za pretvorbo ugotovljenega Corg v organsko snov tal:  $Corg \times 1,724 =$  talna organska snov ali humus. Humus ima veliko število pozitivnih vplivov, večja poroznost tal, predvsem je več biopor, ki so pomembne za izmenjavo zraka in vode, kar povečuje sposobnost zadrževanja rastlinam dostopne vode. Izboljša obstojnost talnih agregatov in s tem zmanjšuje zaskorjenost tal, kar ima vpliv na boljšo infiltracijo vode in tako zmanjšano erozijo. Tla so bolj rahla, zaradi česar je obdelava lažja in korenine bolje rastejo. Povečuje sorpcijsko kapaciteto in pufrno sposobnost tal, kar pomeni, da lahko tla vežejo več hranil, istočasno pa so bolj odporna pred zakisovanjem in zaslanjevanjem. Tla bogata s humusom so tudi bolj ugodna za življenje mikro in makro organizmov, kar vpliva na boljšo razgradnjo organskih ostankov in tako na sproščanje rastlinskih hranil.

Organska snov tal ali humus je ključna za rodovitnost tal, vendar morajo biti vnosi organske snovi v tla dolgoročno izravnani z razgradnjo humusa. Prekomerno povečanje vsebnosti humusa lahko povzroči izgube hranil – predvsem dušika. Humus je pomembno skladišče dušika v tleh – običajno je več kot 90 % N vezanega v talni organski snovi. Če torej povečujemo vsebnost humusa prekomerno, se s tem povečuje tudi zaloga N v tleh in tudi njegova mineralizacija. Če mineralizacija poteče v topli jeseni, npr. od septembra do oktobra, in če v tem času na njivah ni intenzivno rastočega posevka, ki bi bil sposoben ponovno vezati iz humusa sproščenega N, potem se lahko nakopičeni nitrat v pozni, deževni jeseni ter čez zimo izpere iz tal. Če se poveča vsebnost humusa čez določen optimalni nivo, niso pridelki zaradi tega nič večji, poveča pa se nevarnost onesnaževanja okolja: podtalnice z nitrati in ozračja s smejalnim plinom ( $N_2O$ ), ki nastaja v anoksičnih razmerah pri mikrobni redukciji nitrata. Smejalni plin v stratosferi uničuje ozon. Zato se je v zadnjem času v Evropi oblikovala doktrina, da naj bo v njivskih tleh humusa ravno prava

količina, tako kot velja pri hranilih (npr. pri P in K). Poenostavljeno pravilo je, da naj bo humusa na njivah vsaj 10% od odstotnega deleža gline v tleh (Odet in sod, 1982, cit. po Mihelič in sod., 2009). Na podlagi tega spoznanja tudi razvrstimo njivska tla glede vsebnosti humusa na tla siromašna s humusom kjer je vsebnost humusa manj kot 1%, zmerno humozna tla z vsebnostjo humusa 1%, humozna tla z 2 – 4% humusa, močno humozna tla z 4 – 8% humusa in zelo močno humozna tla z 8 – 15% humusa (Blume, 1992, cit. po Mihelič in sod., 2010).

### 3.5 PROJEKCIJE IZGUB HRANIL

Med ekološkimi kmeti in laično javnostjo, ki se ukvarja z ekološkim kmetijstvom, še vedno ni konsenza o tem, ali je gnojenje z mineralnimi gnojili ekološko ali ne. Ne glede na njihove izjave in zahteve pa je popolnoma jasno, da samo odvzem hranil z ekološke kmetije pomeni siromašenje kmetije, naj bo odvzem še tako majhen. Če se osredotočimo na ekološke kmetije, kjer zavračajo gnojenje s kakršnimi koli mineralnimi gnojili, lahko s pomočjo različnih orodij izračunamo, koliko vsakega makro hranila na leto izgubijo z odprodajo svojih pridelkov. Količina hranil močno niha med različnimi rastlinami in živalmi.

Preglednica 1: Količina vezanih hranil v 1000 kg najpogostejših kmetijskih proizvodov (Brings, 2007)

Proizvod	Količina (kg)	N (kg)	P2O5 (kg)	K2O (kg)
Mleko	1000	5	2	2
Živo govedo	1000	25	14	2
Žive svinje	1000	26	12	2
Pšenica	1000	22	8	6
Mrva	1000	25	7	25

\*pri izračunu za mleko je upoštevana vsebnost beljakovin 3,4%, pri izračunu za pšenico pa je upoštevana vsebnost beljakovin 14,5%

Kot je razvidno iz tabele, se v različnih kmetijskih produktih nahajajo različne količine hranil na enoto. V živalskih proizvodih se nahaja bistveno več fosforja kot v rastlinskih, v katerih se nahaja več kalija. Količina hranil na 1000 kg proizvoda je navidezno majhna, ob preračunavanju, koliko proizvoda mora neka ekološka kmetija prodati, da lahko živi, pa se srečamo z ne majhnimi številkami. Posebno je še potrebno poudariti proizvod, katerega je mogoče pridelati v velikih količinah in z relativno preprosto tehnologijo in veže ogromne količine hranil. To je mrva, katere prodaja pa ekonomsko ni upravičena, saj je količina hranil vezanih v eni toni vredna € 70,00 običajna cena le-te pa se giblje okoli € 100,00-120,00. Stroški pridelave in spravila ene tone mrve pa so večji od razlike v prodajni ceni mrve in ceni hranil (Vidrih, 2008). Dejstvo je, da se ob prodaji kmetijskih pridelkov premalo pozornosti posveča količini hranil, ki so vezana v njih.

## 4 DOSEDANJE IZKUŠNJE

Izkušenj in ocen vplivov ekološkega kmetovanja na bilanco hranil kmetije je zelo malo. Razlogov za to je več, ekološko kmetijstvo je doživelo pravi razmah šele po letu 1990, v Sloveniji še kasneje. Vsebnost lahko dostopnih hranil se v tleh zelo počasi spreminja in je tudi zelo odvisna od časa vzorčenja. Za dober vpogled v bilanco hranil na dolgi rok, je potrebno vsaj 20-letno obdobje z vzorčenjem na 4 do 6 let, ker je količina hranil v tleh navadno velika in je lahko odvzem hranil s pridelkom na nekaj letni ravni zamaskiran z napakami v vzorčenju in drugimi dejavniki. Teoretično moramo za povečanje vsebnosti hranila za 1 mg/100 g tal dati ca. 45 kg/ha hranila, praktično pa še več, saj hranila niso v celoti dosegljiva rastlinam (Mihelič in sod., 2009). Tako starih ekoloških kmetij pa je malo, še manj pa je takih, na katerih so bila tla redno vzorčena. Na bilanco hranil pa ima bistven vpliv tudi gospodarjevo prepričanje o tem, kaj je ekološko kmetijstvo. Če se gospodar zaveda pomena vračanja hranil tlom in s tem namenom kupuje v ekološkem kmetijstvu dovoljena mineralna hranila, potem na taki kmetiji ne bi smelo biti problema z negativno bilanco hranil. Če pa gospodar verjame, da je edino ekološko brez kakršnih koli mineralnih hranil, pa se taki kmetiji gotovo obeta negativno bilančno stanje.

### 4.1 RAZISKAVA NA NORVEŠKEM

Raziskav na področju bilance hranil na ekoloških kmetijah ni veliko, je pa bila opravljena obširna raziskava in analiza stanja na Norveškem, podatki katere so uporabljeni v naslednjih treh poglavjih.

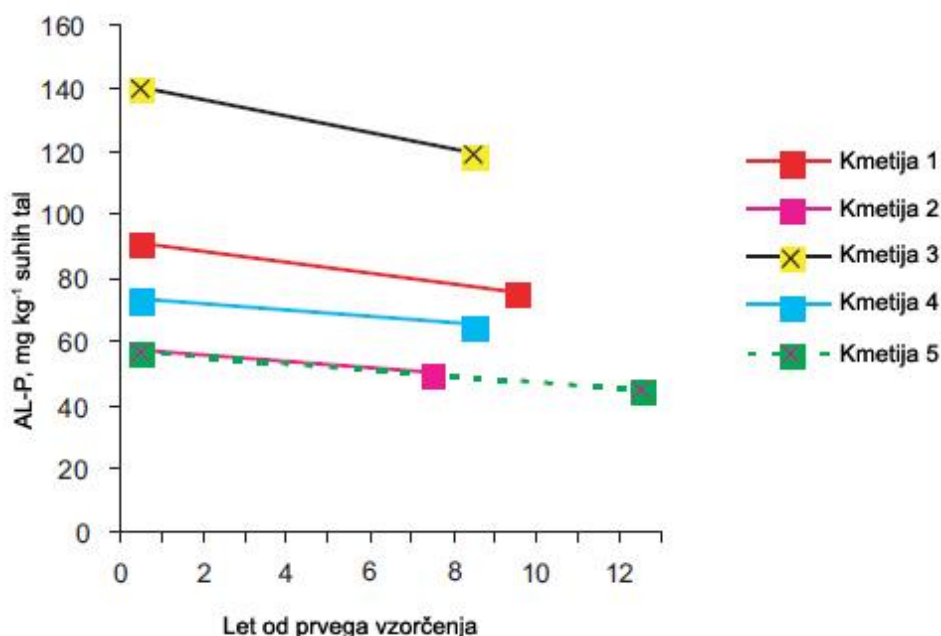
#### 4.1.1 Vzorčenje in analiza

Raziskava bilančnega stanja ekološke kmetije na Norveškem je zajemala 5 kmetij, ki se ukvarjajo s prirajo mleka, kmetije so bile različno samozadostne z vidika hranil. Podatki o založenosti tal na teh 5 kmetijah so že obstajali za obdobje 1983-1990, naslednje vzorčenje pa je potekalo v letih 1996 in 1998. Za zagotovitev zanesljive primerjave je bilo vzorčenje narejeno na istih parcelah in v istem datumskem okviru. Vzorčena je bila ornica (0-20 cm) in tudi sloj pod njo (20-40 cm). Analizirana sta bila lahko dostopna kalij in fosfor po najbolj razširjeni in uporabljeni AL (amonij-acetat laktat) metodi. Za fosfor je običajno, da se ga s to metodo ekstrahira bistveno več, kot ga lahko privzame katerakoli poljščina, kar pomeni, da AL-P metoda pokaže zaloge  $P_2O_5$  poleg lahko dostopnega  $P_2O_5$  v tleh. Pri kaliju je zadeva nekoliko drugačna, saj je v tleh kalij tudi v oblikah, ki niso dostopne z AL ekstrakcijo, rastlinam pa so. Za ta namen je bila narejena ekstrakcija z dušikovo (V) kislino ( $HNO_3$ -K) (Løes, 2003).

#### 4.1.2 Talna koncentracija fosforja

Zaradi neizogibnih notranjih izgub, so bili prepričani, da je v povprečju na nivoju parcele P upadal na vsaj treh kmetijah. Ena kmetija je imela majhen višek in ena je imela višek primerljiv s konvencionalnimi mlečno pridelovalnimi kmetijami. Na vseh 5 kmetijah pa se je povprečna vsebnost  $P_2O_5$  v ornici zmanjšala glede na prvo vzorčenje. Ugotovljeno je

bilo, da je bila stopnja upadanja koncentracije  $P_2O_5$  povezana s koncentracijo  $P_2O_5$  ob prvem vzorčenju in sicer ob višji začetni  $P_2O_5$  koncentraciji je bilo upadanje bolj opazno. Povprečna koncentracija  $P_2O_5$  je bila še vedno srednja (stopnja B) (6-12 mg/100 g suhih tal) ali dobra do čezmerna (stopnji C in D) (13-25 in 26-40 mg/100 g suhih tal) in le 6 od 156 vzorcev je imelo nizko koncentracijo  $P_2O_5$  (stopnja A) (<6 mg/100 g suhih tal) ob drugem vzorčenju. Rezultati kažejo na dejstvo, da bo ob nespremenjenem gospodarjenju povprečna koncentracija  $P_2O_5$  v ornici padla na kritično nizko stopnjo, približno 6 mg/100 g suhih tal v 15-45 letih na štirih od petih kmetij. Za konvencionalno kmetijstvo je bila ugotovljena najbolj optimalna koncentracija  $P_2O_5$  16 mg/100 g suhih tal, saj pri tej koncentraciji še ni nevarnosti pretirane rasti alg v vodah, če s fosforjem obogateni talni delci z erozijo prispejo v vodo, tla pa so zelo rodovitna. Ker so koncentracije N v ekološkem kmetijstvu v splošnem nižje kot v konvencionalnem, je mogoče tudi optimalna koncentracija  $P_2O_5$  v tleh nižja. Toda take špekulacije so lahko nevarne in slab izgovor za izkoriščanje hranil iz tal. Sodeč po rezultatih je tako priporočeno, da se koncentracija  $P_2O_5$  redno spremlja in da se tлом dodaja mineralni  $P_2O_5$ , ko se povprečna vrednost  $P_2O_5$  v tleh začne bližati nižji vrednosti srednje založenosti (6 mg/100 g suhih tal). Na eni izmed kmetij je bila ugotovljena zelo visoka vrednost fosforja, povprečno 26 mg/100 g suhih tal, v takem primeru je najboljša rešitev nadaljevanje z negativno bilanco, dokler se koncentracija ne zniža. Na kmetiji, ki je že od leta 1932 usmerjena v bio-dinamično pridelavo, je bila količina organsko vezanega AL topnega fosforja višja, kot je v običajnih kmetijskih tleh. Presenetljivo je tudi dejstvo, da je bil v tleh te kmetije fosfor enakomerno razporejen v ornici (0-20 cm) in pod njo (20-40 cm). Sodeč po teh podatkih, gre v resnici za precej debelo živico, kar je posledica zmerne obdelave tal s konji, zaradi česar so tla dobro strukturna. To je verjetno pripomoglo tudi k večji aktivnosti deževnikov, kar je bilo tudi ugotovljeno s poskusi na dolgoletnih bio-dinamičnih kmetijah v Švici (Løes, 2003).



Slika 3: Sprememba povprečne koncentracije AL-P v ornici (0-20 cm) na petih dolgoletnih živinorejskih kmetijah s prirajo mleka v obdobju 7 do 13 let ekološkega kmetovanja (Løes, 2003)

### 4.1.3 Talna koncentracija kalija

Neizogibne izgube kalija so precej višje od izgub fosforja (Nolte in Werner, 1994, cit. po Løes, 2003). Zaradi tega so imele vse kmetije verjetno upad kalija na nivoju njive. Pri rastlinah dostopnemu kaliju ni bilo opaznega upada od prvega do drugega vzorčenja. Povprečna AL-K koncentracija v ornici ob drugem vzorčenju je bila srednje visoka (stopnja B) (10-19 mg/100 g suhih tal). Med 26% in 45% vzorcev je imelo nizko AL-K koncentracijo (stopnja A) (<10 mg/100 g suhih tal) kar nakazuje, da je bil verjetno kalij omejitveni dejavnik pri proizvodnji rastlin na vseh kmetijah, če se kalija ne doda z gnojili oziroma se sprosti iz rezerv. Z ozirom na kalijeve rezerve, so bile koncentracije v kislini topnega kalija srednje ali nizke in mineraloška analiza z uporabo x žarkov ni pokazala znatne količine mineralov, ki sproščajo kalij. Noben od vzorcev v študiji ni vseboval več kot 6% ilita in vsebnost kalijevih glinencev je bila le 8-13%. Zato je možnost teh tal, da obnovijo rezervo kalija v tleh majhna. Znatno zmanjšanje v kislini topnega kalija v ornici in globlje je bilo opazno na eni od kmetiji, ki je imela nizko obtežbo in največji primanjkljaj kalija. Podobno kot pri fosforju, je bilo tudi za kalij ugotovljeno, da je bilo zmanjšanje največje na površinah z visoko začetno koncentracijo (Løes, 2003).

Podobno kot pri fosforju, je tudi pri kaliju vprašanje, če so nizke, srednje in visoke koncentracije kalija primerne za ekološko kmetijstvo, kjer je razpoložljivost dušika omejena. Na žalost ni na voljo dovolj podatkov iz ekološke pridelave, da bi lahko ocenili, kako primerne so ocene razpoložljivosti hranil v konvencionalnem kmetijstvu za ekološko kmetijstvo. Iz praktičnih razlogov so bile v študiji uporabljene ustaljene metode in kriteriji, je pa to vsekakor tema, o kateri bi bilo potrebno več govoriti (Løes, 2003).

Koncentracije kalija v tleh kažejo na to, da obstaja resno tveganje pomanjkanja kalija na večini površin kmetij, ki so bile zajete v raziskavo. Simptomov hudega pomanjkanja kalija še ni videti, kar pa ne pomeni, da se pridelki zaradi pomanjkanja kalija še niso zmanjšali. Zelo možno je, da so se, še posebno pri rastlinah, ki privzemajo veliko kalija in v sušnih razmerah, ko je transport kalija zmanjšan tako z difuzijo kakor z masnim tokom. Omejena dostopnost kalija v tleh ima lahko tudi negativen vpliv na količino biološko vezanega dušika v kmetijskem ekosistemu. To pa zato, ker so ljuljke v kompeticiji za kalij boljše od črne in bele detelje, kateri pa sta esencialni metuljnici v norveških ekoloških kmetijskih obratih. Zaradi tega bi se način gospodarjenja moral spremeniti tudi za kalij. Pomembno je premisliti, kako bi se dalo vse izgube hranil zmanjšati na minimum. Hranjenje in premeščanje krme ter iztrebkov, kot tudi časovni okvir, v katerem se obdeluje tla in upravljanje z rastlinskimi ostanki čez zimo, so pomembni pri doseganju tega. Primer ustrezne skrbi lahko vidimo pri skladiščenju hlevskega gnoja na ploščadih, kjer je poskrbljeno za izcedke. Dodatno se lahko spremeni tudi delež poljščin namenjenih za prodajo. Naprimer, namesto krompirja, ki privzame veliko kalija, se lahko prideluje trave ali metuljnice, katere se uporabi na kmetiji za krmo. Nadalje, kalij se lahko dodaja na kmetijo, tako kot fosfor, z mineralnimi ali organski viri (Løes, 2003).

#### 4.1.4 Trajnost gospodarjenja s kalijem in fosforjem na ekoloških kmetijah

Vsi kmetje so imeli cilj biti samozadostnosti, a je bila površina na 2 kmetijah preprosto premajhna, zaradi česar so morali krmo dokupovati. Dokupovanje večjih količin krme je navadno posledica velike obtežbe. Rezultati raziskave kažejo, da na kmetijah, kjer prodajajo le mleko in meso, koncentracija  $P_2O_5$  v tleh s časom pada. V samozadostnih kmetijskih sistemih, z razmeroma velikim deležem pridelkov za prodajo, je opazno tudi zmanjšanje koncentracije  $K_2O$  v tleh. Rezultati potrjujejo, da ekološko kmetijstvo, kot ga definira IFOAM (uporaba vsakršnih mineralnih hranil je prepovedana) ni trajnostno. To mnogi zagovarjajo z dejstvom, da so viri fosforja močno omejeni in da bodo zaloge mineralnega fosforja, ob trenutni in naraščajoči porabi pošle v 250 letih. Zaradi tega naj bi se mineralni fosfor uporabljal le v tleh, kjer bi imela uporaba fosforja velik vpliv na količino pridelka. Viri kalija so bistveno večji, tako v mineralni obliki, kot v morski vodi, vendar je za uporabo tega kalija potrebno vložiti veliko energije. Ker pa ekološko kmetijstvo na svet gleda celostno, je uporaba proizvodov, za katere je bilo porabljeno veliko energije, moralno sporno. Ekološko kmetijstvo stremi k samozadostnosti, uporabi lokalnih virov in čim manjši porabi energije, zato je dodajanje hranil, kjer to ni zares potrebno, zelo neekološko. Toda, koliko je minimalna rodovitnost tal, do katere je pridelava rastlin še smotrna, je zelo težko določiti. Ekstremno nizki pridelki, v primerjavi s konvencionalnem kmetijstvom so ne le neekonomični, pač pa ponovno neekološki, saj se lahko zgodi, da je vložek energije na enoto proizvoda, tako v ekološkem kmetijstvu večji kot v konvencionalnem (Løes, 2003).

Pri ocenjevanju gospodarjenja s hranili na nivoju kmetije, obstaja velika nevarnost, da je zmanjšanje rodovitnosti tal in zmanjšana količina pridelka dolgo zamaskirana ob ocenjevanju, zaradi upoštevanja drugih variabilnih faktorjev, ki vplivajo na pridelek, naprimer vreme. Prav tako je težko določiti, ali so spremembe v gospodarjenju posledica zmanjšane pridelka ali česa drugega. Da bi zmanjšali primanjkljaj hranil na kmetiji, lahko kmetje povečajo dokup krme, zmanjšajo obseg proizvodnje ali kaj drugega. Istočasno, pa je lahko razlog za povečan nakup krme ali zmanjšan obseg proizvodnje boljše ekonomičnost (Løes, 2003).

#### 4.2 RAZISKAVA V NEMČIJI

V raziskavi so primerjali bilanco glavnih hranil na ekološki in konvencionalni kmetiji. Bilance vseh treh glavnih hranil so bile znatno nižje na ekološki kmetiji kot na konvencionalni. Negativna bilanca je bila ugotovljena za fosfor in kalij. Predvideno je, da se bo vsebnost teh dveh elementov v tleh popolnoma izčrpala na srednji ali dolgi rok. Če količina hranila pade pod 10 mg/100 g suhih tal, je potrebno gnojiti, da se izkoristi pridelovalni potencial. Razlike v bilanci dušika so opazne in skozi preverjanje koncentracije nitratov v vodi, ki pronica skozi tla, je bilo ugotovljeno, da je koncentracija nitrata v vodi pod ekološkimi pridelovalnimi površinami znatno nižja od tiste pod površinami na katerih poteka konvencionalna pridelava. Toda srednja vrednost je bila nad orientacijsko vrednostjo za pitno vodo 25 mg  $NO_3/l$  (Hege in sod., 2003).

#### 4.3 RAZISKAVA V ŠVICI

Raziskovan je bil vpliv različnih pridelovalnih načinov na oblike fosforja v tleh. Sistemi, zajeti v študiji so bili bio-dinamičen (BIOD), ekološki (EKO), konvencionalni (KONV), brez živalski sistem (MIN) in negnojena kontrola (NEG). Ti sistemi so del DOK (Bio-Dynamic, Organic, K-conventional) poljskega poskusa v Therwilu blizu Basla. Sistemi se razlikujejo v gnojenju in zaščiti rastlin. Bilanca P v obdobju 30 let je bila na vseh razen KONV površinah negativna in se je zviševala v tem vrstnem redu:  $NEG < BIOD \leq EKO \leq MIN < KONV$ . Ekstrakcija P je potekala sekvenčno, da se je določilo različne oblike P v talnih vzorcih iz 2007 in 1977 (pred začetkom poskusa). Labilen anorganski P (Pa) se oblikuje zelo različno med sistemi. Sistem pridelave ni imel vpliva na organske oblike P (Po) in stabilne Pa oblike razen za Po ekstrahirano s koncentrirano HCl. Primerjava oblik P v tleh med leti 2007 in 1977 je pokazala izčrpanje labilnih Pi oblik v vseh sistemih. Spremembe so bile povezane z bilanco P. Po spremembe so bile zelo majhne, kar kaže na to, da je večina Po v tleh močno stabilnega (Keller, 2009).

## 5 SKLEPI

Sodobno kmetijstvo ima brez dvoma velik vpliv na okolje v katerem živimo, mnogi izmed teh vplivov so tudi negativni, zato je vsak poskus zmanjševanja teh negativnih vplivov zaželen. Kljub temu, pa je oglaševanje ekološkega kmetijstva kot sonaravna in trajnostna rešitev napačno, saj kmetijstvo po definiciji ne more biti naravno, lahko je le manj obremenilno za naravo, ki se nahaja v bližini kmetijskih površin. Trajnostno pa ni iz preprostih ekonomskih in praktičnih razlogov, saj je popolno kroženje hranil, to je, vračanje hranil, ki pridejo s pridelki v mesta in nato običajno končajo v vodotokih, nazadnje pa v morju, trenutno še prevelik logistični in ekonomski zalogaj. Med različnimi ekološkimi doktrinami se pojavljajo tudi takšne, katerih vpliv na trajno rodovitnost zna biti precej negativen. Na žalost ali na srečo je kmetom dovoljeno gospodarjenje, tako kot želijo (v okviru zakonodaje), zato je nujna intervencija stroke in izobrazba kmetov do te mere, da njihovo kmetovanje, za katerega trdijo, da je trajnostno, ne bo škodilo trajni rodovitnosti tal, s katerimi gospodarijo.



## 6 VIRI

Bavec M. 2001. Ekološko kmetijstvo. Ljubljana, ČZD kmečki glas: 448

Brings G. 2007. Hoftorbilanz.

[http://www.topagrar.com/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_details&gid=29&Itemid=428](http://www.topagrar.com/index.php?option=com_docman&task=doc_details&gid=29&Itemid=428) (Junij 2010)

Eurola M., Hietaniemi V., Niskanen M., Laine A., Vuorinen M. 2003. Trace elements in rye – comparison of organic and conventional cultivation. V: Nordic association of agricultural scientists 22nd congress, Turku, Finland, July 1.-4. 2003: 1 str.

<http://orgprints.org/11156/1/NJFa.pdf> (junij 2010)

Gutser R. 2006. Bilanzierung von stickstoffflüssen im landwirtschaftlichen betrieb zur bewertung und optimierung der düngungsstrategien. Acta agriculturae Slovenica, 87, 1: 129–141

<http://aas.bf.uni-lj.si/april2006/12guster.pdf> (maj 2010)

Hege U., Fischer A., Offenberger K. 2003. Nährstoffsalden und nitratgehalte des sickerwassers in ökologisch und üblich bewirtschafteten ackerflächen. Bayern. Institut für agrarökologie, ökologischer landbau und bodenschutz: 7-13

<http://orgprints.org/1316/4/1316-hege-u-et-al-2003-sickerwasser-end.pdf> (junij 2010)

IFOAM- International federation of organic agricultural movements. 2009. FAQ, What is organic agriculture?

<http://www.ifoam.org/sub/faq.html> (maj 2010)

ITR- Inštitut za trajnostni razvoj. 2006. Ekološko kmetijstvo in ekoživila.

[http://www.itr.si/eko-portal/ekokmetijstvo\\_je](http://www.itr.si/eko-portal/ekokmetijstvo_je) (junij 2010)

Keller M., Oberson A., Frossard E., Mader P., Mayer J., Buneman E. K. 2009. Einfluss unterschiedlicher bewirtschaftungsverfahren auf P-formen und P-dynamik im boden. V: 10. Wissenschaftstagung ökologischer landbau, Zürich, 11.-13. februar 2009: 2 str.

[http://orgprints.org/14255/1/Keller\\_14255.pdf](http://orgprints.org/14255/1/Keller_14255.pdf) (junij 2010)

KGZS-Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije. 2010. Eko, Kaj je ekološko kmetijstvo.

<http://www.kgzs.si/gv/eko.aspx> (junij 2010)

Lairon D. 2009. La qualité des produits de l'agriculture biologique. V: Innovations agronomiques. (2009)4: 281-287

[http://www.inra.fr/ciag/revue\\_innovations\\_agronomiques/volume\\_4\\_janvier\\_2009](http://www.inra.fr/ciag/revue_innovations_agronomiques/volume_4_janvier_2009)

(junij 2010)

Lindemann W.C., Glover C. R. 2003. Nitrogen fixation by legumes. Las Cruces, New Mexico state university.

[http://aces.nmsu.edu/pubs/\\_a/a-129.pdf](http://aces.nmsu.edu/pubs/_a/a-129.pdf) (junij 2010)

Løes A. 2003. Studies of the availability of soil phosphorus (P) and potassium (K) in organic farming systems, and of plant adaptations to low P- and K-availability. Department of soil and water Sciences, agricultural university of Norway. 22 str.

[http://orgprints.org/7424/1/PhD\\_thesis\\_AnneKristin\\_Loes\\_2003.pdf](http://orgprints.org/7424/1/PhD_thesis_AnneKristin_Loes_2003.pdf) (2010)

Mihelič R., Čop J., Jakše M., Štampar F., Majer D., Tojnko S., Vršič S. 2010. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. Ljubljana, Republika Slovenija, Ministrstvo za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano: 184 str. (v tisku)

Mitchell A. E., Chassy A. W. 2006. Antioxidants and the nutritional quality of organic agriculture.

<http://mitchell.ucdavis.edu/Is%20Organic%20Better.pdf> (maj 2010)

MKGP-Ministrstvo za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano. 2010. Ekološko kmetijstvo – dejstva in podatki, Kaj je ekološko kmetijstvo?

[http://www.mkgp.gov.si/si/o\\_ministrstvu/direktorati/direktorat\\_za\\_kmetijstvo/starasektor\\_za\\_sonaravno\\_kmetijstvo/oddelek\\_za\\_kmetijstvo\\_in\\_okolje/kmetijsko\\_okoljska\\_plačila/ekolosko\\_kmetovanje/ekolosko\\_kmetijstvo\\_dejstva\\_in\\_podatki/1\\_kaj\\_je\\_ekolosko\\_kmetijstvo/](http://www.mkgp.gov.si/si/o_ministrstvu/direktorati/direktorat_za_kmetijstvo/starasektor_za_sonaravno_kmetijstvo/oddelek_za_kmetijstvo_in_okolje/kmetijsko_okoljska_plačila/ekolosko_kmetovanje/ekolosko_kmetijstvo_dejstva_in_podatki/1_kaj_je_ekolosko_kmetijstvo/) (junij 2010)

Priloga I. 2001. Pravilnik o ekološki pridelavi in predelavi kmetijskih pridelkov oziroma živil. Ur. L. RS, št. 128/06

[http://www.uradni-list.si/files/RS\\_-2001-031-01909-OB~P001-0000.PDF](http://www.uradni-list.si/files/RS_-2001-031-01909-OB~P001-0000.PDF) (maj 2010)

Vodnik D. 2009. Minerali (1. del). Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo.

[http://www.bf.uni-lj.si/fileadmin/groups/2711/Gradiva\\_Vodnik\\_Predavanja\\_Bolonja/Vodnik\\_P\\_Bolonja\\_AG-UNI-Fiziologija\\_rastlin\\_Minerali-1del-2008-09.pdf](http://www.bf.uni-lj.si/fileadmin/groups/2711/Gradiva_Vodnik_Predavanja_Bolonja/Vodnik_P_Bolonja_AG-UNI-Fiziologija_rastlin_Minerali-1del-2008-09.pdf) (maj 2010)

Vidrih T. 2008. Kupujte mrvo, ne gnojil! Kmečki glas, 65, 50: 8

## ZAHVALA

Mentorju doc. dr. Roku Miheliču se zahvaljujem za pomoč in strokovno vodenje pri nastajanju moje diplomske naloge.

Za pomoč in podporo tekom študija se zahvaljujem svoji družini.