

Peltoviljelysten ympäristömittaukset

Kokemuksia Savijoen valuma-alueelta 2005 - 2006

Airi Kulmala



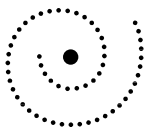
Peltoviljelysten ympäristömittaukset

Kokemuksia Savijoen valuma-alueelta 2005 - 2006

Airi Kulmala

Turku 2006

Lounais-Suomen ympäristökeskus



**LOUNAIS-SUOMEN
YMPÄRISTÖKESKUS**
SYDVÄSTRA FINLANDS
MILJÖCENTRAL

Lounais-Suomen ympäristökeskuksen
raportteja 7 | 2006
Lounais-Suomen ympäristökeskus
Vesiensuojeluosasto

Taitto: Päivi Niemelä
Kansikuva: Airi Kulmala
Kuvat: Airi Kulmala

Julkaisu on saatavana myös internetistä:
www.ymparisto.fi/julkaisut

Karhukopio Oy, Turku 2006

ISBN 952-11-2481-4 (nid.)
ISBN 952-11-2482-2 (PDF)
ISSN 1796-1750 (pain.)
ISSN 1796-1769 (verkköj.)

ESIPUHE

Savijoen maatalouspilotti -jatkokohanke syntyi Savijoen maatalouspilotissa vuosina 2004 - 2005 esiin nousseiden kysymysten pohjalta. Elokuun alussa 2005 Lounais-Suomen ympäristökeskus sai maa- ja metsätalousministeriöstä päätöksen, jolla se myönsi maatalouden ympäristötuen toimeenpanoon, seurantaan ja kehittämiseen varatuista määrärahoista hankkeelle tuen.

Lounais-Suomen ympäristökeskus toimi hankkeessa kiinteässä yhteistyössä MTK-Varsein-Suomen, Varsinain-Suomen TE-keskuksen maaseutuosaston, ProAgria Farman, kuntien maatalous- ja ympäristöviranomaisten sekä paikallisten tuottajayhdistysten sekä maamiesseurojen kanssa.

Hankkeen toimintaa ohjasi sekä ohjau- että työryhmä. Ohjausryhmässä olivat mukana seuraavat henkilöt ja organisaatiot: ylitarkastaja Antero Nikander/MMM, ylitarkastaja Leena-Marja Kauranne/YM, hydrologi Kirsti Granlund/SYKE, tuoteriityhmäpäällikkö Sari Peltonen/ProAgria Maaseutukeskusten liitto, vilja-asiamies Minna Oravuo/MTK, tutkija Jaana Uusi-Kämppe/MTT, ympäristöpäällikkö Tiina Katila/Varsein-Suomen TE-keskus, projektipäällikkö Esko Pettay/Aurajokisäätiö (nyk. Turun AMK), ympäristöinsinööri Hannu Aavikko/Varsein-Suomen liitto, johtaja Mikko Lindberg/ProAgria Farma, toiminnanjohtaja Paavo Myllymäki/MTK-Varsein-Suomi, osastopäällikkö Pirkko Valpasvuo-Jaatinen ja ylitarkastaja Kaija Salmela/LOS sekä agronomi Airi Kulmala/Savijoen maatalouspilotti -jatkokohanke.

Työryhmä koostui seuraavista henkilöistä ja organisaatioista: ympäristöpäällikkö Tiina Katila/Varsein-Suomen TE-keskus, maaseutuasiamies Ulla Nummila/Tarvasjoen ja Liedon kunnat, ympäristösihteeri Veijo Peltola/Liedon kunta, vanhempi tutkija Yrjö Salo/MTT, mv. Markku Hyssälä/MTK-Lieto, mv. Timo Laaksonen/Liedon maamiesseura, mv. Markku Antikainen/Auran maamiesseura, MMM, agronomi Markus Isotalo ja agrologi Jarmo Pirhonen/ProAgria Farma, aluepäällikkö Aino Launto-Tiuttu/MTK-Varsein-Suomi, osastopäällikkö Pirkko Valpasvuo-Jaatinen ja ylitarkastaja Kaija Salmela/LOS sekä agronomi Airi Kulmala/Savijoen maatalouspilotti -jatkokohanke.

Aktiivisesti osallistuvat maatilat olivat ensisijaisen tärkeitä hankkeen toteutuksessa. Käytännön mittaukset tekivät pääasiassa yksityiset neuvojat Jukka Heinonen ja Matti Karppinen sekä ProAgrian neuvojat Jarmo Pirhonen ja Markus Isotalo. Viljavuuspalvelu Oy vastasi laboratoriomittauksista. Maan nitraattityypimittauksissa käytettiin Typpilaukkaa, jonka Kemira GrowHow antoi edeltävälle hankkeelle. Hankkeessa on tehty myös tietolähdekooste. Hanna Tarvaisen (Lounais-Suomen ympäristökeskus) kokoama yhteenveto on saatavilla mm. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen internet-sivuilta.

Hankkeen onnistumisen taustalla oli kaikkien osapuolten joustava yhteistyö. Tästä kaikille parhaimmat kiitokset.

Turussa 30.9.2006

Pirkko Valpasvuo-Jaatinen
osastopäällikkö
Lounais-Suomen
ympäristökeskus

Kaija Salmela
ylitarkastaja
Lounais-Suomen
ympäristökeskus

Airi Kulmala
agronomi
Savijoen maatalouspilotti
- jatkokohanke

SISÄLLYS

1 Hankkeen tavoitteet	7
2 Peltomaan typpivarat	8
2.1 Maan nitraattipitoisuuden seuranta	8
2.1.1 Maanäytteet	8
2.1.2 Nitraattitypen määräitys Tyypilaukulla	9
2.1.3 Liukoisen typen määräitys laboratoriossa.....	10
2.1.4 Maan nitraattitypen määrä ja vuosivaihtelu eri peltoviljely- lohkoilla.....	10
2.2 Menetelmien vertailu ja tuloksiin vaikuttavia tekijöitä	12
2.2.1 Näytteen käsittely	12
2.2.2 Uuttoliuos	13
2.2.3 Uuttosuhde.....	14
2.2.4 Uuttoaika ja -tapa	14
2.2.5 Lämpötila	14
2.2.6 Maan kosteus	14
2.2.7 Eri menetelmillä saatujen tulosten vastaavuus	14
2.3 Keväisen mineraalitypen analyysituloksen hyödyntäminen lannoitus suunnittelussa	15
3 Kasvustomittaukset	16
3.1 Lehtivihreämittaus ja satoennuste	16
4 Typen huuhtoutuminen	18
4.1 Typen huuhtoutuminen salaojien kautta.....	18
4.2 Vesien typpipitoisuuksia Savijoen valuma-alueella.....	19
5 Ravinnetaseet	20
5.1 Ravinnetaseen laskenta	21
5.2 Typpi- ja fosforitaseet	21
5.2.1 Keskimääräiset ravinnetaseet	21
5.2.2 Ravinnetaseluokittelu.....	21
5.2.3 Kevätvehnä-, mallasohra-, kaura- ja rypsilohkojen ravinnetaseet ...	22
5.2.4 Lannoituksen vaikutus ravinnetaseeseen.....	24
5.2.5 Maan fosforitilan vaikutus ravinnetaseeseen.....	24
5.2.6 Maan happamuuden vaikutus ravinnetaseeseen	25
5.2.7 Sadon määrän vaikutus ravinnetaseeseen.....	26
5.2.8 Maan nitraattityppipitoisuuden yhteys typpitaseeseen	27
5.3 Ravinteiden keskimääräinen hyväksikäyttö.....	28
6 Maan laadun arviointi	29
6.1 Peltomaan laatutestin kokeilu Savijoella	29
6.2 Penetrometrimittaukset laatutestin täydentäjänä	32

7 Johtopäätökset	33
7.1 Keväinen liukoisen typen määrä maassa	33
7.2 Kasvuston lehtivihreäpitoisuuden mittaus	34
7.3 Ravinnetaseiden laskenta	34
7.4 Peltojen kasvukunnon kartoitus	34
7.5 Lopuksi.....	35
Kirjallisuus	36
Liite 1.....	38
Kuvailulehdet	39

1 Hankkeen tavoitteet

Savijoen valuma-alueella toteutettiin vuosina 2004 - 2005 Savijoen maatalouspilotti -hanke (Kulmala 2005). Hankkeessa kokeiltiin ja kehitettiin maatilojen ympäristöneuvontaa tilakohtaisten ja tehokkaiden ympäristönhoitoratkaisujen löytämiseksi. Hankkeeseen osallistui kaikkiaan 42 tilaa Savijoen valuma-alueelta. Tilatason lopputuloksena oli jokaiselle tilalle tehty neuvontalomake, johon oli koottu tilan sen hetkinen ympäristönhoidon tila ja mahdollisia suosituksia jatkotoimenpiteiksi. Jokaiselle tilalle laskettiin muutamalta lohkolta ravinnetaseita lannoitus suunnittelun avuksi. Lisäksi alueelle laadittiin alustava kosteikkojen yleissuunnitelma ja tarkennettiin aiemmin tehtyä suojavyöhykkeiden yleissuunnitelmaa. Hankkeen tuloksia on hyödynnetty myös hallinnollisissa tarkoituksissa kuten uuden ympäristötukiohjelman (v. 2007 - 2013) valmistelussa.

Pilottihankkeen kokemusten perusteella neuvontaa ja ohjausta tulee kohdistaa erityisesti lannoitukseen ja maan laatuun liittyviin asioihin, joissa varsin selvästi yhdistyvät viljelyn ja ympäristön yhteiset hyödyt. Pilottivaiheessa esiin nous-

seiden kysymysten pohjalta hankkeeseen haettiin jatkorahoitusta. Jatkohankkeeseen osallistui 10 jo pilotissakin mukana ollutta tilaa Auran, Liedon ja Paimion alueelta. Mukana oli sekä kasvinviljelyettä kotieläintiloja. Kaikki tilat olivat Savijoen valuma-alueelta, jonka tarkempi kuvaus on esitetty pilottihankkeen loppuraportissa (Kulmala 2005).

Hankkeen tavoitteena oli saada lisätietoa maan mineraalityypipitoisuuden määrästä eri vuodenaikoina ja eri tavalla viljellyillä pelloilla sekä verrata pikamenetelmällä saatuja tuloksia laboratoriossa saatuihin tuloksiin. Lisäksi haluttiin tietoa lehtivihreämittausten ja mineraalityypimääritysten merkityksestä muun muassa lisälannoitustarpeen määrittämisessä. Ravinnetaseiden laskenta oli yksi painopisteistä. Varsinaisen laskennan lisäksi selvitettiin taseen yhteyttä eri kasvutekijöihin. Lisäksi kerättiin kokemuksia tilakohtaisesta peltomaan laatutestin toimivuudesta. Tilakäyntien yhteydessä viljelijöiden kanssa keskusteltiin ympäristönhoitoon liittyvistä kysymyksistä. Hankkeen yhteydessä koottiin myös kooste alueella tehdyistä ympäristönhoitoa ja -suojelua koskevista selvityksistä, suunnitelmista ja tietolähteistä.

2 Peltomaan typpivarat

Maan typestä (N) 90 - 95 % on orgaaniseen ainekseen sitoutunutta, kasviaineksen mukana maahan kertynyttä (Mäntylahti ym. 2005). Sippolan (1981) tutkimuksissa aitosavimailla oli keskimäärin yli 10 000 kg (0 - 60 cm) typpeä hehtaarilla. Tästä noin 7 500 kg oli muokkauskerroksessa. Vähiten typpeä oli hiesumailla, muokkauskerroksessa noin 4 000 kg/ha. Turvemailla typpeä voi olla 40 000 - 60 000 kg/ha (0 - 60 cm). Orgaanisesta typestä vain 1 - 2 % vapautuu kasveille käyttökelpoiseen muotoon kasvukauden aikana. Mitä multavampaa maa on, sitä enemmän siitä vapautuu typpeä kasvien käyttöön (Mäntylahti ym. 2005). Sippolan (1986) tekemissä mittauksissa typpeä mineraloitui maalajista riippuen vuorokaudessa 0,3 - 0,5 kg/ha metrin syvyydessä kerroksessa eli 30 - 50 kg ohran kasvukauden aikana.

Maan epäorgaaninen typpi eli maan mineraalityppi on kasvien käytettävissä olevaa typpeä. Sen määrät vaihtelevat huomattavasti typpilannoituksen, maalajin, viljelykierron ja sääolojen mukaan. Kasvit eivät kuitenkaan hyödynnä kaikkea tätä typpeä. Osa typestä häviää nitrifikaation, denitrifikaation tai ammoniakkin haihtumisen kautta tapahtuvina kaasumaisina typpiyhdisteiden päästöinä ilmakehään tai vesiliukoisten typpiyhdisteiden huuhtoutumisena vesistöihin. Osa typestä immobilisoituu takaisin maamikrobistoon orgaaniseen muotoon (Salo ym. 2006 a).

Sippola (1985) selvitti neljän vuoden ajan ohraa kasvavalla lohkolta keväisen mineraalityypen määrää maassa metrin kerroksessa kolmella paikakunnalla ja viidellä eri maalajilla. Mineraalityppimäärät olivat pienimmät savimaissa vaihdellen 18 ja 40 kilon välillä savimaalajista riippuen. Hiesumaalla typpeä oli 42 - 53 ja turvemaalla 45 - 78 kg/ha.

Leppänen ja Esala (1995) tutkivat keväällä 1994 maan mineraalityppipitoisuutta 131 lohkolta. Näyttemaissa oli mineraalityppeä 7 - 276 kg/ha (0 - 60 cm). Tutkituista alueista 60 %:lla mineraalityppeä oli alle 30 kg/ha. Nämä maat olivat pääasiassa jatkuvassa viljanviljelyssä, tai niissä oli esikasvina viherkesanto. Varsinais-Suomesta otetuissa näytteissä tämän ryhmän maat sisälsivät mineraalityppeä yleensä 10 - 20 kg/ha. Noin 25 % maista sisälsi mineraalityppeä 30 - 50 kg/ha (multavia maita, esikasvina peruna, sokerijuurikas tai viherkesanto). Yli 50 kg/ha mineraalityppeä sisältäviä lohkoja oli 15 %. Näitä lohkoja oli avokesannoitu tai niille

oli levitetty edellisen syksyn tai kyseisen kevään aikana lantaa. Korkein mineraalityypen määrä oli luomuviljelyllä lohkolta, joka oli avokesannoitu ja jolle oli levitetty edellisenä syksynä kananlantaa. Näitä tuloksia tarkasteltaessa on kuitenkin otettava huomioon, että näytteitä pyrittiin keräämään lohkoilta, joilla oletettiin olevan runsaasti mineraalityppeä.

Savijoen maatalouspilotin jatkohankkeessa seurattiin nitraattityypin vaihtelua maassa yhden vuoden ajan. Erityisenä kiinnostuksen kohteena oli maan nitraattityppimäärä (NO₃-N) keväällä ennen kylvöä.

2.1

Maan nitraattipitoisuuden seuranta

2.1.1

Maanäytteet

Maan nitraattityppipitoisuus määritettiin viisi kertaa 23., 25. tai 26.4. (ennen kylvöä), 20.6. (lippulehtivaihe), 29.8. tai 12.9. (sadonkorjuun jälkeen), 22.11.2005 (ennen maan jäätymistä) ja 2.5.2006 (ennen kylvöä). Yhdellä lohkolta tehtiin lisäksi tarkentava mittaust 27.10.2005. Näytteitä otettiin kultakin tilalta kahdelta lohkolta eli kaikkiaan seurattiin tilannetta 20 lohkolta.

Maan nitraattityppi määritettiin Kemira GrowHow:n Typpilaukkua (Kemira GrowHow 2006) käyttäen sekä vertailuna laboratoriomenetelmällä. Lohkolle määritettiin silmämääräisesti yksi kohta, josta maanäytteet aina otettiin. Kerralla näytettä kerättiin maakairalla (halkaisija 1,8 cm) 20 cm maakerroksesta noin 4 dl. Analysoitava näyte muodostui näin useasta noin 60 X 60 cm alalta otetusta osanäytteestä. Näytteenoton jälkeen maanäytteet suljettiin muovipussiin, jota säilytettiin analysointiin asti viileässä maksimissaan 15 tuntia. Rinnakkaisnäytteet pakastettiin ja analysoitiin kahdessa erässä Viljavuuspalvelu Oy:ssä. Maanäytteiden otosta ja Typpilaukulla tehtävistä analyyseistä huolehti yrittäjä Jukka Heinonen.

2.1.2

Nitraattitypen määrittäminen Typpilaukulla

Aluksi maanäyte sekoitettiin ja hienonnettiin astiassa mahdollisimman hyvin. Utustoastiaan mitattiin 40 ml maata sekä maan saostamiseksi 0,5 ml Fennopol-jauhetta. Uttoliuoksena käytettiin 100 ml 0,025 M kaliumkloridiliuosta (KCl). Utosta sekoitettiin hyvin aluksi sekä toisen kerran 10 - 15 minuutin kuluttua. Tämän jälkeen odotettiin vielä 5 - 10 minuuttia, jotta maa-aines saostui uudelleen (kuva 1) (Kemira GrowHow 2004).

Nitraatti mitattiin kirkkaasta liuoksesta Merckin Merckoquant®-nitraattitestiliuskoilla (kuva 1). Liuoskärki kastettiin liuokseen yhden sekunnin ajaksi ja ravistettiin ylimääräinen neste pois. Minuutin kuluttua liuoskärki väriltään verrattiin värikarttaan ja näin saatiin liuoksen nitraattipitoisuus värivertailuna (Kemira GrowHow 2004). Testiliuoskärki värimuutos perustuu nitraatin pelkistymiseksi ensin nitriitiksi, joka reagoi edelleen aromaattisen amiinin kanssa ja lopulta välivaiheiden kautta muodostuu puna-violettiä atsoväriä.



Kuva 1. Maan nitraattipitoisuuden mittausta alkaa maanäytteiden otosta. Tulokset saadaan vertailemalla testiliuoskärkiä värikarttaan.

Maan nitraattityppipitoisuus (kg NO₃-N/ha) laskettiin käyttäen kaavaa: mittaustulos (mg NO₃/l) x 0,56 x näytteenotto- syvyys (dm). Kerroin 0,56 ottaa huomioon sekä uuttosuhteen (1:2,5) että nitraatin muunnoksen tyyppiä (Kemira GrowHow 2004). Laskelmassa maan tilavuuspainoksi oletettiin 1 kg/l. Testiliuoskärki mittaustulos on 10 - 500 mg NO₃/l (2,3 - 113 mg NO₃-N/l) (Merck 2006). Hankkeessa arvioitiin kuitenkin tätä alhaisempiäkin pitoisuuksia, mikäli värimuutosta oli havaittavissa. 10 mg NO₃/l liuosta vastaa 11 kg NO₃-N/ha. Tuloksia tarkasteltaessa voi korvata kaikki tämän alle jäävät pitoisuudet merkinnällä < 11 kg NO₃-N/ha.

Käyttökokemusten perusteella mittauksen suorittaminen ei ollut aivan ongelmaton. Märän savimaan sekoittaminen uuttoliuokseen oli hankalaa, mutta kuivahko savi ja kevyemmät maalajit sekoittuvat melko hyvin. Maan nitraattipitoisuus oli usein hyvin pieni, jolloin lukuarvoon arvioiminen värikartalta oli vaikeaa. Korkeat ja matalat pitoisuudet erottuivat kuitenkin helposti toisistaan.

Maan nitraattityppimäärittäysten yhteydessä mitattiin myös reuna- ja salaojavesien nitraattipitoisuutta nitraattitestiliuoskärkien avulla.

Kuva: Jukka Heinonen



Liukoisen typen määrittäminen laboratoriossa

Pakastetut maanäytteet lähetettiin Viljavuuspalvelu Oy:öön liukoisen typen määrittämiseen kahdessa erässä. Viljavuuspalvelussa maanäyte uutettiin 0,1 M kaliumsulfaattiliuokseen (K_2SO_4) uuttosuhteessa 1:10. Uuttoaika oli yksi tunti. Uutteesta typpiyhdisteet pelkistettiin ammoniumtyppimuotoisiksi märkämpöpolto rikkihapossa, johon oli lisätty Devardan lejeerinkiä katalyyttiksi sekä $K_2SO_4/CuSO_4$ -seosta. Lopuksi liukoinen typpi mitattiin Kjeldahl-menetelmällä. Tuloksena saatiin liukoisen kokonaistypen määrä, joka sisältää nitraattitypen lisäksi nitriitti- ja ammoniumtypen ja pienen osan liukoisia orgaanisia typpiyhdisteitä. Määrittämissuhteiden määritysraja on 10 mg N/l maata (Koivunen 2006). Viljavuuspalvelun laboratoriossa määritettiin lisäksi menetelmien vertailemiseksi uuttoliuoksesta nitraattipitoisuus samoilla testiliuoksilla, joita käytettiin Typpilaukku-mittauksissakin.

Viljavuuspalvelun menetelmä on vain yksi laboratorioissa käytetyistä menetelmistä. Yleisimmin mineraalityppi määritetään laboratorioissa nykyään kolorimetrisiin menetelmiin perustuvilla autoanalysaattoreilla. Uuttoliuoksena näihin menetelmiin käytetään usein 0,5 - 2,0 M KCl:a, jolloin samasta uutteesta voidaan määrittää nitraatti-, nitriitti- sekä ammoniumtyppi (Leppänen & Esala 1999). Tarkemmin eri menetelmiä on kuvannut Mulvaney (1996).

Maan nitraattitypen määrä ja vuosivaihtelu eri peltoviljelylohkoilla

Typpilaukulla mitattuna nitraattityppimäärä keväällä 2005 vaihteli alle viidestä runsaaseen 20 kiloon kaikilla vilja- ja rypsilohkoilla (kuva 2, liite 1). Tämän jälkeen typpimäärät nousivat suurimmalla osalla lohkoista lannoituksesta johtuen. Myös mineralisaatio todennäköisesti kiihtyi lämpötilan noustessa. Jostakin syystä kolmella viljalohkolla nitraattitypen määrä laski lippulehtivaiheeseen mennessä. Kyseessä olevilla kahdella mallasohralohkolla typpilannoitus oli 85 kg N/ha, mikä oli sama kuin tiloilta ravinnetaseiden laskemista varten kerättyjen lohkotietojen perusteella laskettu mallasohralohkojen typpilannoituksen mediaani. Muista poikkeavasti käyttäytyvällä kevätkuohkolla typpilannoitus oli 109 kg/ha, kun mediaani oli 116 kg N/ha.

Rypsilohkojen nitraattityppipitoisuus nousi aina 45 kiloon asti hehtaaria kohti kesäkuun mittaukseen mennessä. Korkeimman typpipitoisuuden saavuttanut lohko oli saanut typpeä keväällä 104

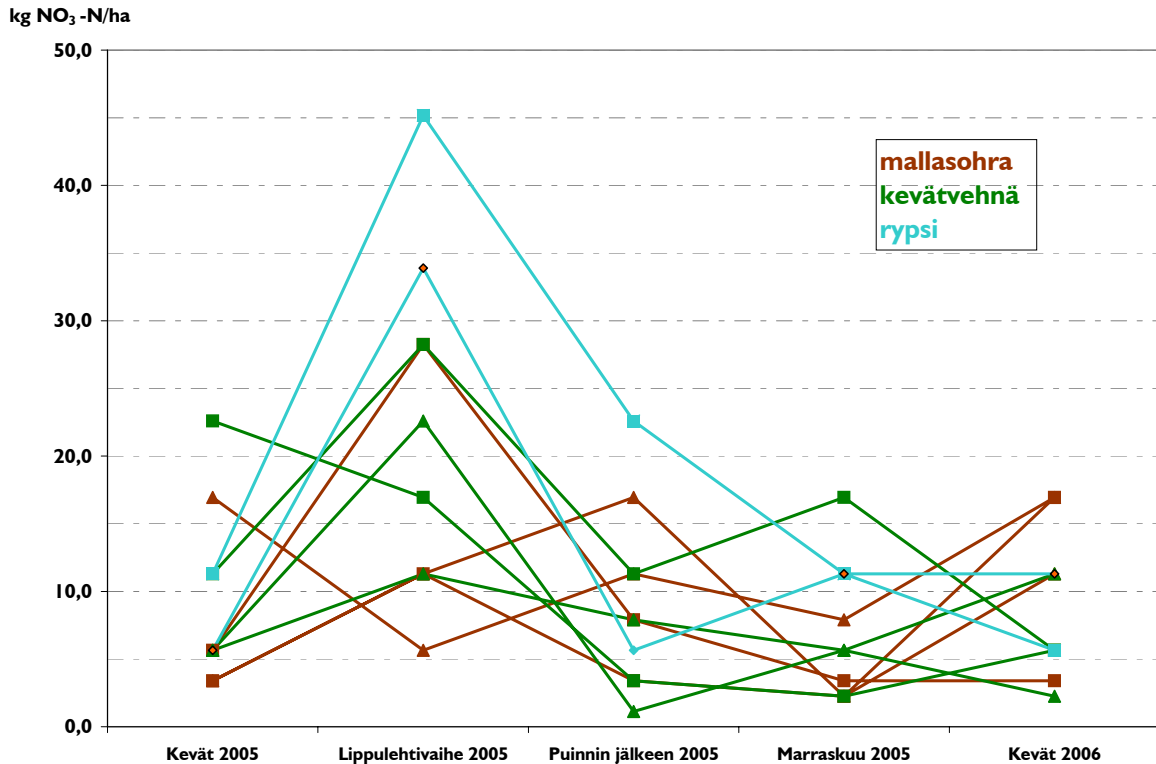
kg/ha, mikä vastaa myös rypsin typpilannoituksen mediaania. Kuvassa 2 alemmalle tasolle jäänyt rypsilohko oli saanut keväällä typpeä 91 kg/ha. Rypsilohkojen viljalohkoja korkeampia nitraattityppipitoisuuksia selittää osaltaan rypsin viljoja hitaampi kasvun ja samalla typenoton alkuun lähtö.

Puinnin jälkeen lohkoilla tulisi olla mahdollisimman vähän typpeä jäljellä kasvipeitteettömän ajan typpihäviöille. Tutkituilla vilja- ja rypsilohkoilla nitraattityppipitoisuus väheni pääsääntöisesti (3 - 28 kg/ha) lippulehtivaiheen ja puinnin välillä. Kolmella mallasohralohkolla oli kuitenkin havaittavissa muutaman typpikilon nousu. Näistä kahdella oli ehditty kylvää jo syysvilja näytettä otettaessa, mutta näytteitä ei otettu lannoiterivin kohdalta.

Puinnin ja marraskuussa tehdyn mittauksen välillä typpipitoisuudet olivat laskussa tai muuttumattomia ohralohkoilla. Pitoisuuden muutokset olivat pienehköjä lukuun ottamatta yhdellä lohkoilla mitattua 15 nitraattityppikilon vähenemistä. Tämä lohko oli yksi niistä kuudesta mallasohralohkosta, joille kylvettiin syksyllä 2005 syysvehnä. Kasvustomittausten puuttuessa tämän perusteella voidaan todeta, että syysvilja käytti hyvin maahan puinnin jälkeen jääneen sekä sille annettun typen tai vaihtoehtoisesti typpihäviöt ovat ylittäneet syksyisen typpilannoituksen. Kevätvehnälohkoilla pitoisuuden muutokset olivat vähäisiä puoleen tai toiseen. Yhdelle kevätkuohkolle kylvettiin syysvehnä. Tällä lohkoilla nitraattityppipitoisuus oli laskusuunnassa. Rypsilohkoilla nitraattitypen muutokset olivat muutaman kilon lisäyksestä (syksyllä kylvetty syysvehnä) yli 10 kilon vähenykseen.

Savijoki-hankkeen 1-vaiheen aikana mitattiin syksyllä 2004 maan nitraattityppimääriä (Kulmala 2005). Näissä mittauksissa löytyi 8 pintamaanäytteestä 6 - 45 kg NO_3-N/ha (5 - 40 mg NO_3/l liuosta). Tulos jäi nolliille 14 näytteessä.

Kevääseen 2006 mennessä viidellä mallasohralohkolla nitraattityppipitoisuus oli noussut 9 - 15 kg/ha. Näille kaikille lohkoille oli kylvetty syksyllä syysvehnä, joka kuitenkin oli tuhoutunut talven aikana kuten kaikki muutkin syysvehnät tutkimuslohkoilla. Muilla ohralohkoilla ei ollut tapahtunut muutosta talven aikana. Tämä lisää viitteitä siitä, että syysvehnä pystyi syksyn aikana sitomaan itseensä typpeä, joka sitten vapautui syysviljakasvuston kuollessa. Syysviljalle kylvetyt kevätkuohnä- ja rypsilohkot noudattivat samaa linjaa. Kahdella kevätkuohkolle nitraattityppipitoisuus laski talven aikana 11 kg/ha. Nämä olivat samat lohkot, joissa oli marraskuussa muita vilja- ja rypsilohkoja korkeammat typpipitoisuudet, mutta ke-



Kuva 2. Maan nitraattitypen (NO₃-N kg/ha) vaihtelu neljällä mallasohra- ja kevätvehnälohkolla sekä kahdella rypsi-lohkolla.

väällä pitoisuus samaa suuruusluokkaa kuin moneen muunkin lohkon. Muilla kevätvehnälohkoilla ei ollut suurta muutosta, ja toisen rypsilohkon nitraattityppipitoisuus laski muutaman kilon talven aikana. Kaiken kaikkiaan vilja- ja rypsilohkoilla oli 2 - 17 kg NO₃-N/ha keväällä 2006.

Kahdella nurmilohkolla tehdyissä mittauksissa maan nitraattityppipitoisuus oli alle 6 kg/ha kaikissa muissa mittauksissa paitsi toisen lohkon kevään 2005 mittauksessa 23 kg/ha. Korkea tulos ei anna todennäköisesti oikeaa kuvaa pellon nitraattitypen määrästä, koska kesäkuun mittaukseen mennessä nitraattityppimäärä oli vähentynyt jo kiloon. Korkeaa tulosta voi selittää mittauksen osuminen laiturilla edellisen vuoden virtsa- ja sontalaikkuun taikka ennen mittausta levitetystä lannoitteesta on jo ehtinyt liueta typpeä maahan. Selvästi näkyvistä sontalaikuista tai lannoiterakohdista näytettä ei kuitenkaan otettu. Typen dynamiikkaa selvittävässä kokeessa normaalisti lannoitetulla laiturilla oli kontrollikohdassa liukoista typpeä maassa 87 kg/ha (0 - 60 cm) lannoitusta seuraavana keväänä noin 11 kuukauden kuluttua kokeen alusta. Sontakasan alla pitoisuus oli vastaavasti 99 ja virtsalaikun alla 78 kg/ha. Suurin osa tästä, esim. kontrolliruudulla $\frac{3}{4}$, oli kuitenkin liukoisena orgaanisena typpenä, jota hankkeessa käytetty nitraattityppitesti ei mit-

taa (Saarijärvi ym. 2006, Uusi-Kämpä ym. 2006). Todennäköisimmäksi selitykseksi korkeaan arvoon jää näin annettu lannoitetyppi.

Yksi poikkeavan korkea tulos kertoo osaltaan myös riittävän näytetilheyden merkityksestä nitraattimittausten yhteydessä. Käytännön lannoitus-suositusten pohjaksi näytteitä tuleekin kerätä tasaisesti koko peltolohkolta eikä pieneltä alueelta kuten hankkeen testausmielessä tehdyissä mit-tauksissa.

Hankkeessa oli mukana myös yksi luomutila. Tämän tilan öljykasvilohkolla suurimmat typpipitoisuudet mitattiin kumpanakin keväänä, 11 kg NO₃-N/ha. Tämä oli samaa tasoa kuin tavanomaisestikin viljellyillä lohkoilla. Luomun kannalta on hyvä, että pitoisuudet olivat korkeimmillaan keväällä, jotta kylvettävällä kasvilla olisi typpeä käytettävissään. Typensitojakasvilohkolla maan nitraattityppipitoisuus pysyi muutamassa kilossa koko kasvukauden. Puinnin jälkeen pitoisuus nousi 16 kg:lla marraskuun mittaukseen mennessä, mutta kevääseen 2006 mennessä pitoisuus laski kevään 2005 tasolle. Häviö oli samansuuruinen kuin kahdella edellä mainitulla kevätvehnälohkolla.

Keväinen liukoisen typen määritys on mukana uuden ympäristötukiohjelman lisätoimenpiteissä. Ehdotuksen mukaan mittausten tulokset tulee ottaa huomioon lohkon typpilannoituksessa yli 20 kg

ylittävältä osuudelta (MMM 2006). Tehtyjen Typpilaukku-mittausten perusteella liukoinen typpi olisi ollut huomioitava kahdella lohkokolla keväällä 2005, mutta vuonna 2006 tarvetta ei olisi ollut. Hankkeessa ei mitattu lainkaan Typpilaukulla ammoniumtyppeä. Kjeldahl-menetelmällä mukaan tuli myös ammoniumtyppi. Sen tulosten perusteella kuudella lohkokolla olisi tullut ottaa liukoinen typpi lannoituksessa huomioon keväällä 2005, mutta tässäkin tapauksessa viideltä lohkolta mitatut tulokset olivat korkeintaan 24 kg N/ha. Keväällä 2006 pitoisuudet jäivät kaikki rajan alle tälläkin menetelmällä mitattuna.

Käytetyillä menetelmillä saatujen tulosten perusteella vaikuttaa siltä, että keväällä maassa olevasta typestä suurin osa on nitraattimuodossa. Tällöin riittäisi suurimmalla osasta lohkoja keväällä tehty nitraattityypin määritys. Ammoniumtyppimääritys saattaa olla paikallaan esimerkiksi silloin, kun lohkolle on levitetty lantaa tai muuta orgaanista lannoitetta taikka runsas vihermassa on muokattu maahan, eräiden runsaasti lannoitettujen erikoiskasvien jälkeen sekä lohkon ollessa erittäin runsasmultainen. Ammoniumtyypin määritys vaikeuttaa selvästi kotona tehtävää typpimittausta.

Edellä esitettyä tukee osittain myös Salon (2006) Yläneenjoen alueelta samat tulokset. Yläneenjoen alueella on seurattu maan keväisiä ja syksyisiä ammonium- ja nitraattityppipitoisuuksia (NH₄/NO₃-N) eri maakerroksissa. Keväiset, huhti-toukokuun vaihteessa otetut näytteet on kerätty 12 lohkolta yhtenä tai useampana vuotena vuosien 2001 - 2005 aikana. Näissä näytteissä pintakerroksessa (0 - 30 cm) ammoniumtyypin osuus vaihteli 5,6 ja 69,3 % välillä. Keskimäärin typestä neljäsosa oli ammoniummuodossa. Syvemmissä maakerroksissa ammoniumtyypin osuus pieneni. Pintamaassa oli keväällä NH₄/NO₃-typpeä 10 - 258 kg/ha (mediaani 29 kg/ha), kun määrän laskennassa maan tilavuuspainoksi oletettiin 1,3 ja näytesyvydeksi 20 cm. Ammoniumtyypin mediaani oli vajaa 6 ja nitraattityypin 22 kg/ha. Kolme korkeinta NH₄/NO₃- sekä ammoniumtyypin määrää oli kotieläintilalle kuuluvilla lohkoilla.

Keväisissä pintamaan näytteissä 8 näytteen NH₄/NO₃-tyypin määrä alitti 20 kg/ha, kun näytteitä oli kaikkiaan 27. Pelkän nitraattityypin perusteella alituksia oli 12. Viljanviljelyssä olevilla lohkoilla nitraattityypin määrä oli aina ammoniumtyypin määrää suurempi. Näillä tiloilla 20 kg/ha rajan ylittymiseen riitti pelkkä nitraattityppi, mutta ammoniumtyppi lisäsi ylityksen määrää 3 - 15 kg/ha. Parilla lohkokolla oli erikoiskasvien viljelyä. Näissä kummassakin 20 kg/ha raja ylittyi jo nitraattityypellä, ja ammoniumtyppi lisäsi ylitystä 3 ja 33 kg/ha. Vastaava tilanne oli myös ainoalla mukana olevalla luomulohkokolla. Kotieläintilojen lohkoilta otettuja

näytteitä oli tarkastelussa 17 kpl. Pelkkä nitraattityppi johti 20 kg/ha rajan ylitykseen 8 tapauksessa. Ammoniumtyppi toi mukaan 4 uutta näytettä ja lisäsi ylitystä 4 - 116 kg/ha (Salo 2006).

Alueella on tehty tänä syksynä muutamia tilavuuspainomäärityksiä 0 - 30 cm maakerroksesta. Eniten orgaanista ainesta sisältävillä lohkoilla tilavuuspaino oli alhaisempi kuin laskelmissa käytetty 1,3. Mikäli näillä lohkoilla olisi käytetty esimerkiksi 0,8 tilavuuspainona, olisivat edellä esitetyt mineraalityppipitoisuudet selvästi alhaisempia (Salo 2006).

Myöskään Typpilaukun ohjeissa ei ole opastusta tilavuuspainon huomioimiseksi. *Jotta tuloksiin ei tulisi maan multavuudesta johtuvaa virhettä, tulisi ohjeissa antaa tietoa siitä, miten tulosten laskennassa käytettävän tilavuuspainon voi arvioida viljavuusanalyysin multavuuden perusteella.*

2.2

Menetelmien vertailu ja tuloksiin vaikuttavia tekijöitä

Hankkeessa verrattiin Typpilaukulla ja Viljavuuspalvelun laboratorion käyttämällä menetelmällä saatuja tuloksia. Tuloksissa oli vaihtelua (kuva 3), mutta kaikki erot eivät ole itse analyysimenetelmästä johtuvia, vaan monet ulkoiset tekijät vaikuttivat niihin.

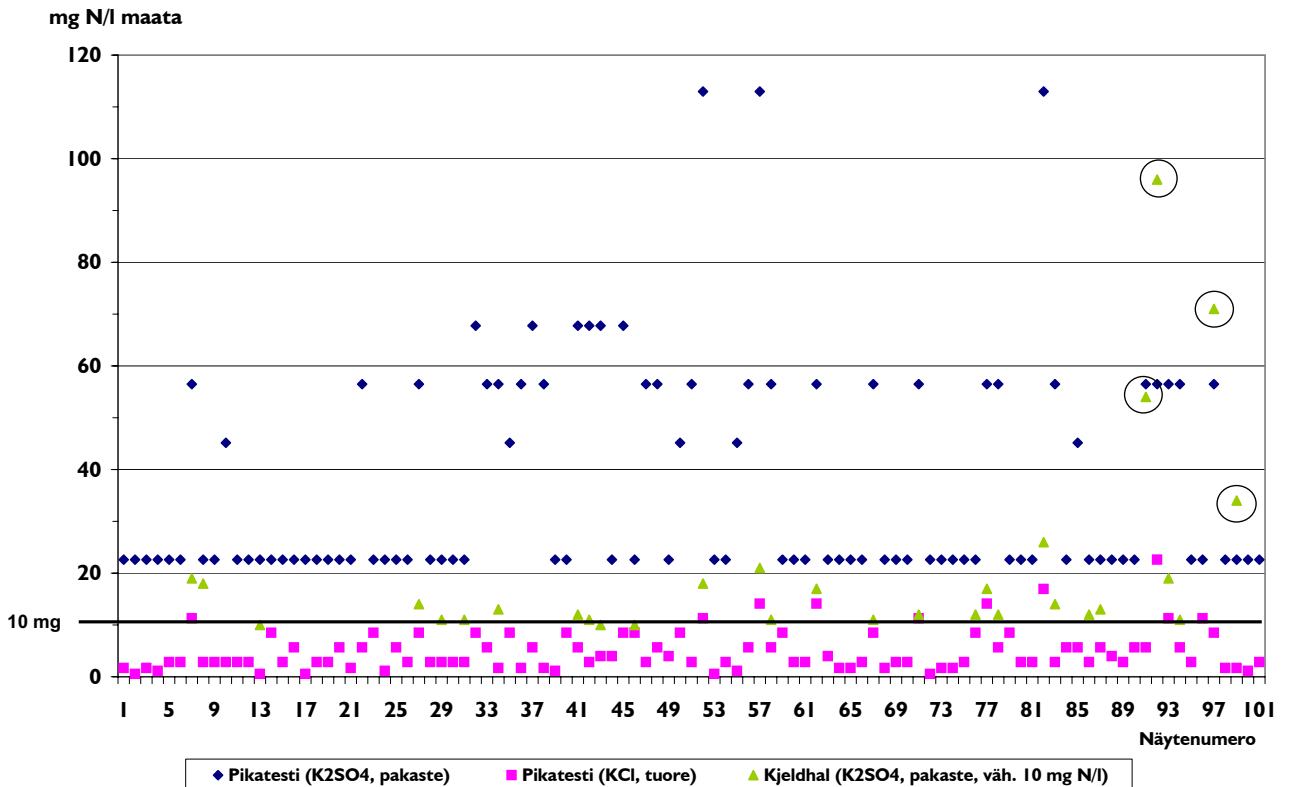
2.2.1

Näytteen käsittely

Yksi eroja aiheuttava tekijä on näytteen käsittely näytteenoton jälkeen. *Parhaassa tilanteessa mineraalityypin analysointi tapahtuu välittömästi näytteenoton jälkeen, jolloin maan mineraalityppipitoisuus ei ehdi muuttua mikrobiologisten prosessien seurauksena.* Käytännössä näin ei kuitenkaan usein tapahdu vaan näytettä joudutaan varastoimaan eripituisia aikoja.

Mineraalityypinäytteitä voidaan säilyttää lyhyitä aikoja viileässä ennen uuttoa. Kylmässä varastointi on tärkeää, jotta tyypin mineralisoitumista ei tapahtuisi. Typpilaukun käyttöohjeissa suositellaan, että näyte uutetaan viimeistään kolmen tunnin kuluttua näytteenotosta. Mikäli uuttoa ei näin nopeasti ole mahdollista, voidaan näytettä säilyttää jääkaapissa korkeintaan puoli vuorokautta (Kemira GrowHow 2004).

Mineraalityypinäytteiden pakastamista ennen analysointia pidetään luotettava näytteiden pidempiaikaisena säilytysmenetelmänä, mikäli



Kuva 3. Typpilaukulla ja Kjeldahl-menetelmällä mitatut maan typpipitoisuudet. Kjeldahl-menetelmällä saaduista tuloksista vain vähintään 10 mg N/l maata esitetty. Viisi (viimeinen lohko kuusi) vierekkäistä näytettä on kerätty samalta lohkolta peräkkäisinä näytteenotokertoina.

sulatusvaihe tehdään huolella. Sulatusajan tulisi olla niin lyhyt, että maasta juuri ja juuri saadaan edustava näyte analyysiin. Maan lämpötilan tulisi olla 0 asteen yläpuolella mahdollisimman lyhyen aikaa (Esala 1994, 1995).

Hankkeen näytteet lähetettiin Viljavuuspalveluun jäisinä kylmälaukkuun pakattuna. Näytteen lähettämisen ja uuttamisen välillä kului aikaa enintään noin 24 tuntia. Aika on kuitenkin niin pitkä, että aikakin osassa näytteistä on saattanut tapahtua muun muassa typen mineralisoitumista.

2.2.2

Uuttoliuos

Typpilaukulla mitattiin maan nitraattipitoisuutta sekä tuoreesta että pakastetusta näytteestä. Säilytyksen lisäksi vaihtelua aiheuttivat ainakin eri uuttoliuos, -suhde ja -aika sekä värin tulkinta. Laboratoriossa K₂SO₄-uutoksesta mitatut tulokset olivat selvästi korkeampia kuin tuoreesta näytteestä KCl-uuton jälkeen mitatut tulokset (kuva 3). Uuttoliouksessa olevat muuten kuin nitraatti-ionien korkeat pitoisuudet häiritsevät testiliuskan värireaktiota, jolloin tulos voi olla hyvin

sattumanvarainen. Muun muassa K-, Ca-, Cl- ja SO₄-ionien pitoisuuksien sallittu enimmäismäärä on 1 000 mg/l (Merck 2006, Pulkkinen 2006). Nyt Viljavuuspalvelussa käytettiin uuttoon 0,1 M K₂SO₄-liuosta, jossa sekä sulfaatin että kaliumin pitoisuudet ylittävät moninkertaisesti sallitun määrän. Typpilaukussa käytetty 0,025 M KCl-liuos sen sijaan jää sekä kaliumin että kloorin suhteen juuri ja juuri enimmäispitoisuuden alapuolelle.

Leppänen ja Esala (1999) testasivat kokeissaan Merckin kehittämää reflektometriä ja saman valmistajan nitraatti- ja ammoniumtypen analyysiliuskojen toimivuutta. He havaitsivat, että kloridi-ionin konsentraation kasvaessa nitraattitypen mittaustulos reflektometrillä pieneni, mutta ammoniumiin sillä ei ollut vaikutusta. Esimerkiksi 0,1 M KCl pienensi nitraattitypen mittaustulosta puoleen vesiliuokseen verrattuna. Myös sulfaatti-ionin konsentraation nousu laskee nitraattitypen mittaustulosta, mutta samalla ammoniumtypen mittaustulos nousi. Vaikutus nitraatin tulokseen ei ollut kuitenkaan niin suuri kuin kloridin, vaan 0,5 M K₂SO₄-liuoskin pienensi tulosta vasta neljänneksellä.

Häiritsevien ionin vaikutuksesta päästään eroon, jos uuttoon käytetään pelkkää vettä. Nitraattitesti-liuos

koja käytettäessä normaalia hanavettä onkin käytetty hyvin tuloksin nitraatin uuttamiseen maasta (Schmidhalter 2005). Pulkkisen (2006) mukaan esimerkiksi niiden Typpilaukkujen ohjeissa, joissa ei ole ammoniumtyypen mittaushälytyksiä, suositellaan uuttoliuokseksi vettä (akkuvettä). Hanaveden nitraattipitoisuus on kuitenkin syytä tarkistaa ennen sen käyttöä, jotta siitä ei synny virhettä tuloksiin.

2.2.3

Uuttosuhte

Typpilaukku-menetelmässä uuttosuhteena oli 1:2,5 ja Viljavuuspalvelun menetelmässä 1:10, joten Viljavuuspalvelun tulos on mitattu selvästi laimeammasta liuoksesta. Uuttosuhteella ei sinänsä ole vaikutusta, mutta on tärkeää, että mittaustulos osuu liuskan väriskaalassa tarkimmalle ja helpoimmin tulkittavalle kohdalle (Pulkinen 2006). Typpilaukun värikartasta löytyy vertailuvärit 10 - 300 mg NO₃-/l. Tuloksista useat jäivät alle 10 mg/l, mutta tuoreen näytteen mittauksissa kirjattiin myös alhaisempia pitoisuuksia, jos liuskan väri muuttui edes vähän lilahtavaksi. Lisäksi käytettiin värikartan pisteiden väliin osuvia arvoja, jos väri oli selkeästi kahden väriarvon välissä. *Alhaisten pitoisuuksien eli hyvin vaaleiden värisävyjen tulkinta on vaikeampaa kuin tumman värin tuottavien korkeiden pitoisuuksien tulkinta.* Alhaisten pitoisuuksien tulkintaa olisi saattanut helpottaa suuremman maamäärän käyttö suhteessa uuttoliuoksen määrään.

Jos liuskan väri halutaan mitata silmämääräistä tarkemmin, voidaan käyttää reflektometriä värin lukemiseen. Esimerkiksi Schaeferin (1986) tekemässä vertailussa reflektometrillä saatiin neljä kertaa tarkempia tuloksia kuin silmämääräisesti vertailemalla, vaikka molemmilla menetelmillä saadut tulokset korreloivat hyvin näytteen todellisen nitraattipitoisuuden kanssa. Leppänen ja Esala (1999) kirjoittavat, että reflektometriä ja väriliuskojen käyttöä nitraattityypen määrittämisessä on verrattavasti paljon erilaisiin vakiintuneisiin analyysimenetelmiin ja että yleensä reflektometrillä määritetty nitraattityppi on selittänyt hyvin muilla menetelmillä analysoitua nitraattityyppiä vaikka poikkeuksiakin löytyy. Leppänen ja Esalan (1999) omissa tutkimuksissa reflektometriä osoittautui luotettavaksi menetelmäksi mineraalityypen määrittämisessä, kun maan ammonium- tai nitraattityypivarat olivat kyntökerroksessa yli 10 - 15 kg/ha.

2.2.4

Uuttoaika ja -tapa

Uuttoajalla ja uutun tehokkuudella on oma merkityksensä tuloksiin. Typpilaukku-menetelmässä maata ja uuttoliuosta sekoitettiin ensin avoimessa astiassa tasaisen seoksen saamiseksi, mikä ei aina kuitenkaan ollut kovinkaan helppoa. Tämän jälkeen seoksen annettiin saostua noin 10 minuuttia, sekoitettiin uudelleen ja odotettiin maa-aineksen saostumista toistamiseen. Viljavuuspalvelun uutossa maa/uuttoliuosta sekoitettiin uuttolaitteessa tunnin ajan. Schmidhalterin (2005) mukaan 3 - 5 minuutin voimakkaalla manuaalisella sekoituksella päästään usein yhtä hyvään lopputulokseen kuin tunnin mekaanisella sekoituksella. Kuitenkin savisille maille yli viiden minuutin sekoitus saattaa olla tarpeen kaikkien maakokkareiden hajottamiseksi. *Typpilaukku voisi ehkä kehittää siten, että avoimien astioiden sijaan laukussa olisi suljettavia, leveäsuuisia pulloja, joissa maa/uuttoliuosta pystyy tehokkaasti sekoittamaan kädellä heiluttamalla.*

2.2.5

Lämpötila

Erityisesti Savijoki-hankkeen 1-vaiheessa nousi esiin lämpötilan vaikutus pikamääritysmenetelmän tuloksiin, sillä kylmä näytti vaikuttavan tuloksia pienentävästi (Kulmala 2005). Schmidhalterin (2005) selvitysten mukaan liuskat toimivat hyvin noin 20 asteen lämpötilassa. Kun lämpötila poikkeaa tästä yli viidellä asteella, tulokset tulisi korjata korjauskertoimella. Erityisen tärkeää tämä on, kun nitraattipitoisuudet ovat korkeat. Alhaisessa lämpötilassa mittaukset antavat liian alhaisia tuloksia ja vastaavasti lämpimässä liian korkeita. Lämpötilan laskiessa alle kymmenen asteen, voi liuskojen toimintaa parantaa yksinkertaisesti puhaltamalla niihin omaa hengitysilmaa (Schmidhalter 2006).

2.2.6

Maan kosteus

Typpilaukku-menetelmässä ei oteta lainkaan huomioon maan kosteutta. Menetelmässä näytettä otetaan uuttoon aina sama tilavuus, joten maan kosteuden lisääntyessä maa-ainesta tulee uuttoon vähemmän ja näytteen mukana tuleva vesi lisää uuttoliuoksen määrää. Tästä lopputuloksena on nitraattikonsentraation laimeneminen. Esimerkiksi Allison ja Jones (2006) ovat verranneet maan vesi- ja savespitoisuuden sekä happamuuden vaikutusta pikamenetelmillä saatuihin tuloksiin. Tässä tutkimuksessa vesipitoisuus oli ainoa tekijä, jolla oli merkittävä vaikutus tulokseen. Keväisen lan-

noitustarpeen ennustamisessa tällä on kuitenkin vähäinen merkitys, koska muun muassa näytteenoton onnistuminen vaikuttanee enemmän tuloksiin.

2.2.7

Eri menetelmillä saatujen tulosten vastaavuus

Tuoreen näytteen tulokset olivat kuitenkin lähellä Kjeldahl-menetelmällä saatuja tuloksia, sillä vain neljässä näytteessä 101 näytteestä oli huomattavaa poikkeamaa (kuva 3). Kjeldahl-menetelmällä kaikkiaan 71 näytteen tulokset jäivät alle 10 mg N/l maata, joka on menetelmän määritysalaraja. Vastaavissa tuoreissa näytteissä yhden liuskatestitulos oli 11 mg N/l maata, kun muut jäivät myös alle 10 mg:n. Typpilaukku-menetelmä antoi Kjeldahlia alhaisemman typpipitoisuuden kaikille niille näytteille, joiden Kjeldahl tulos oli vähintään 10 mg N/l maata. Kjeldahl-menetelmällä tulokseen tulee mukaan kaikki liukoinen typpi eli nitraattityypin lisäksi myös nitriitti- ja ammoniumtyppi sekä liukoisia orgaanisia typpiyhdisteitä.

Neljä Kjeldahl-menetelmällä saatua korkeaa tulosta ovat saman tilan kahdelta eri lohkolta. Näytteiden pitoisuudet vaihtelevat erityisesti toisella lohkolta hyvin loogisesti: keväällä pitoisuus on jo korkea, mutta nousee edelleen kesäkuuhun mennessä ja laskee sitten vähitellen kohti seuraavaa kevättä alas. Sama pitoisuuksien muutos on todettavissa tuoreiden näytteiden tuloksissakin, mutta tulosten vaihtelu on vähäisempää. Mahdollinen selitys olisi voinut olla muun muassa lannanlevitys, jolloin Kjeldahlilla saatuja tuloksia olisi voinut nostaa mahdollinen ammoniumtyppi ja orgaaninen liukoinen typpi. Viljelijän mukaan syksyllä 2004 tai keväällä 2005 ei lohkoille kuitenkaan levitetty lantaa.

2.3

Keväisen mineraalityypen analyysituloksen hyödyntäminen lannoitus suunnittelussa

Hankkeen tulosten valossa vaikuttaa siltä, että keväällä maassa olevan liukoisen typen määrä ei tule vaikuttamaan paljoakaan keväisiin lannoitusmääriin normaalissa viljakierrossa. Näytteenotolla, näytteen käsittelyllä ja analysointitavalla on vaikutusta tulokseen. Mikäli tila käyttää keväistä mineraalityppipitoisuuden määrittystä, on suositeltavaa pitää näytteen käsittely ja analyysimenetelmä samana vuodesta toiseen, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia.

3 Kasvustomittaukset

3.1

Lehtivihreämittaus ja satoennuste

Kasvien sadontuottokyky riippuu hyvin paljon lehtien lehtivihreämäärästä, jonka muodostumiseen keskeisesti vaikuttava ravinne on typpi. Lehtivihreän määrää mittaamalla voidaankin päätellä kasvuston typpitilannetta (Peltonen ym. 1995, Farmit 2006).

Lehtivihreäpitoisuutta mitataan ylimmältä täysin kehittyneeltä lehdeltä korrenkasvuvaiheessa, mutta kuitenkin viimeistään viikkoa ennen tähkälle tuloa. Myöhemminkin mittaus onnistuu, mutta silloin ei ole enää paljoa tehtävissä mahdollisimman suuren ja laadukkaan sadon varmistamiseksi. Mittauksia tehdään ympäri lohkoa vähintään 30 kasvusta. Lohkolle tulisi keväällä tehdä mittauksia varten myös ns. lannoitusikkuna, johon annetaan tyyppiä kylvölannoituksen yhteydessä noin 30 - 50 kg/ha enemmän kuin muulle lohkolle. Lannoitusikkunassa ja muualla samalla lohkolle kasvaneiden kasvien SPAD- eli lehtivihreälukujen erotuksesta voidaan päätellä, onko kasveilla tarpeeksi tyyppiä käytettävissään. Optimaalinen erotus ohralle on 4, kauralle 3 ja vehnälle 2. Täydennyslannoitusta kannattaa miettiä, jos erotus on optimia suurempi. Laontorjunta puolestaan saattaa olla aiheellista,

jos erotus on optimia pienempi ja sato näkymät ovat muutenkin hyvät (Farmit 2006, Kulmala 2006, Vuori 2006 a). Lehtivihreämittarin väriarvo edullisimmalle mahdolliselle rukiin ja rypsin sadon määrälle on suunnilleen 2 väriarvoyksikköä pienempi kuin lannoitusikkunasta mitattu väriarvo (Peltonen 1997).

ISO-VILJA®-teknologian mukainen satoennuste lasketaan mittaushetken kasvimassan, kylvömäärän sekä kylvöstä mittaukseen kertyneen lämpösumman perusteella. Ennustetta varten kasvustosta leikataan ja punnitaan metrin matkalta maanpäällinen kasvimassa vähintään viidestä kohdasta eri puolilta lohkoa (Farmit 2006). Ennuste kertoo potentiaalisen sadon eli sen, mihin on mahdollista päästä, kun kaikki sujuu kasvukaudella optimaalisesti (Vuori 2006 b).

Hankkeen tiloilla teki Wirmo Oy 20.6.2005 kasvuston lehtivihreäpitoisuusmittaukset sekä laski satoennusteet. Lehtivihreäpitoisuus mitattiin Minolta Spad-502 klorofyllimittarilla 20 - 25 kasvin ylimmän täysin kehittyneen kasvulehden puolivälistä (kuva 4). Satoennustetta varten kasvimassa leikattiin pellon pinnan tasalta poikki metrin matkalta 4 - 5 kohdasta. SPAD-arvoja ei voitu hyödyntää täysimääräisesti, koska lohkoilla ei ollut lannoitusikkunoita, mutta kokemukseen perustuen arvioitiin viljojen SPAD-arvon suuruutta luokittelulla: korkea - tavoitteen mukainen - alhainen.



Kuva 4. Lehtivihreäpitoisuuden mittaus käynnissä. Satoarvio perustuu muun muassa mittaushetken kasvimassan määrään.

Hankkeen tiloilla viljakasvustojen typen saanti oli yleisesti vähintään riittävää, sillä SPAD-arvot arvioitiin pääosin luokkiin tavoitteen mukainen tai korkea. Vain yksi lohko sai arvion alhainen.

Mittauksissa oli mukana myös toinen alhaisen SPAD-arvon lohkoa vastaava (sama lajike ja lannoitus) lohko. Näiden lohkojen välillä SPAD-arvojen erotus oli 6 yksikköä. Ero on niin suuri, että savisemmalla alhaisen SPAD-arvon lohkolta kasvusto kärsi varmasti typen puutteesta, vaikka siemenmäärä tällä lohkolta oli 22 kg/ha alhaisempi (vähemmän kilpailua), happamuus yhden pH-yksikön pienempi ja fosforitilanne yhden viljavuusluokan parempi. Arviota typen puutteesta tukee myös 500 kg:n ero satoennusteessa ja tonnin ero lopullisessa sadossa. Kevään ja lippulehtivaiheen välillä kummankin lohkon nitraattityppipitoisuus nousi yhtä paljon. Puintiin mennessä alhaisen SPAD-arvon lohkolta poistui kuitenkin vajaa viisi kiloa enemmän nitraattityppeä kuin toiselta lohkolta. Puinnin jälkeen alhaisen SPAD-arvon lohkon nitraattityppipitoisuus oli 4,5 kg alle kevään pitoisuuden, kun toisella lohkolta pitoisuus oli sama kuin keväällä. Näiden tietojen perusteella vaikuttaa siltä, että alhaisen SPAD-arvon lohkolta kasvi ei saa tarvitsemaansa typpeä käyttöönsä vaan se häviää muualle. *Kun tilalla on samalla tavalla lannoitettuja samaa lajiketta kasvavia lohkoja, joissa kasvuston SPAD-arvoissa on suuri ero, kannattaa miettiä, onko maan rakenteessa tai muissa kasvutekijöissä niin suuria eroja, että ne vaikuttavat kasvien typen saantiin.*

Viljojen satoarviota varten kerättiin kasvustonäytteet. Rivimetrillä olevan kasvimassan paino vaihteli runsaasti. Ohralohkoilla massaa oli 25 - 206 g/m. Alhaisin massa antoi satoennusteeksi 1 600 kg/ha, mutta viljelijän ilmoittama lopullinen sato oli kuitenkin 2 800 kg/ha. Korkeimmalla massalla ennusteeksi saatiin 6 400 kg/ha, ja lopullinen sato oli vielä selvästi tätä korkeampi.

Kevätvehnällä massaa oli 100 - 217 g/m. Pienempi massa antoi viitteitä 3 800 kg ja korkein 4 600 kg sadosta. Alempi ennuste osui kohdalleen, mutta paremmasta saatiin lopulta viiden tonnin sato. Aina viljojen sadot eivät kuitenkaan olleet ennustetta suurempia. Heikoimmillaan sato jäi parin tonnin päähän ennustetusta. Tällaisissa tilanteissa on syytä miettiä, mikä tähän voi olla syynä. Joskus syy voi olla hyvin ilmeinen, kuten paha kasvitautisaastunta. Ongelmat maan viljavuudessa ja rakenteessa voivat sitten vaatia tarkempaa tutkimista ja pohdintaa.

Mittauksissa oli mukana kaksi rypsilohkoa (sama lajike), joiden massa mitattiin, mutta niistä ei tehty satoennustetta. Toisen massa oli kesällä 33 % pienempi, mutta lopullinen sato oli vain 6 %

pienempi eli heikommalla kasvustolla on kesän aikana lopulta ollut parempi sadontuottokyky. SPAD-arvoissa oli yli 7 yksikön ero heikomman hyväksi, vaikka tämän N-lannoitus oli 13 kg/ha pienempi. Aluksi heikomman kasvuston lohkolta myös maan nitraattityppipitoisuus laski jyrkemmin lippulehtivaiheen ja puinnin välillä päätyen kuuteen kiloon, kun toisella lohkolta nitraattityppeä jäi jäljelle yli 20 kg/ha. Molemmilla lohkoilla sato oli Varsinais-Suomessa vuonna 2005 saatua keskisatoa suurempi, mutta ainakin toisella lohkolta olisi ollut edellytyksiä saada vielä suurempi sato, jos muut kasvutekijät olisivat mahdollistaneet kaiken kasville annetun typen käytön.

4 Typen huuhtoutuminen

Suomessa vuosittaiset typpihuuhtoumat viljelyistä maista ovat noin 10 - 20 kg/ha. Suurimmat typen huuhtoumat ajoittuvat lumien sulamisen ja syyssateiden yhteyteen, koska tällöin valunta on korkeimmillaan ja maahan heikosti pidättyvä nitraattityppi huuhtoutuu herkästi (Ylivainio ym. 2002).

4.1

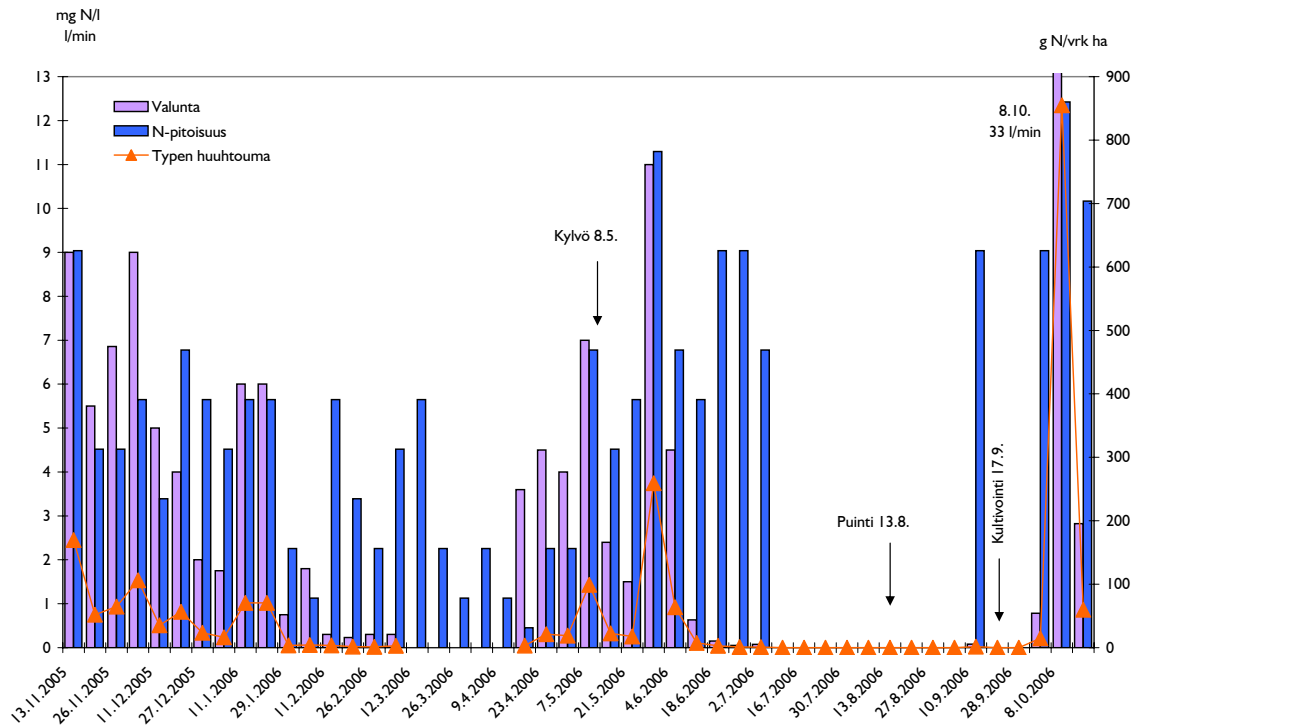
Typen huuhtoutuminen salaojien kautta

Hankkeen yhteydessä seurattiin salaojaveden typpipitoisuuden muutoksia mittaamalla veden nitraattipitoisuutta Hirvijoen valuma-alueella yhden 0,69 ha suuruisen peltolohkon (KHt/multava, pH 5,7, fosfori tyydyttävä/10,4 mg P/l) salaojien kokoomaputken suulta. Mittauksia tehtiin Merckoquant®-nitraattitestiliuskoilla noin viikon välein 13.11.2005 - 14.10.2006 (336 vrk). Typpipitoisuuden määrittämisen yhteydessä mitattiin karkeasti myös valuntaa muina kertoina paitsi 12.3. - 2.4.,

jolloin putken pää oli jään alla ja 9.4., jolloin salaojaputken pää oli reunaojassa veden alla. Lohkolla kasvoi mallasohraa sekä vuonna 2005 että 2006. Kultivointi oli syysmuokkausmenetelmänä kumpanakin vuotena.

Huuhtoutuvan nitraattitypen määrä riippuu luonnollisesti veden nitraattipitoisuudesta sekä valunnan määrästä (kuva 5). Seurannassa näytteiden nitraattipitoisuus vaihteli 2 ja 55 mg/l välillä. Pitoisuudet olivat välillä melko korkeita verrattuna siihen, että nitraattidirektiivissä makeiden vesien nitraattipitoisuuden seurannan tiheyteen vaikuttava raja-arvo on 25 mg/l (Nitraattidirektiivi 1991). Valunta oli suurimmillaan 33 l/min.

Mittausten alusta parin kuukauden ajan sekä valunta että veden nitraattipitoisuus olivat melko korkeat, jonka seurauksena vuorokaudessa huuhtoutui 17 - 170 g NO₃-N/ha. Tänä ajanjaksona sää oli melko leutoa, sillä pakkasta oli muutamaa päivää lukuun ottamatta vain vähän, jos lainkaan. Tammikuun puolivälin jälkeen valunta oli hyvin pientä, ja huuhtoutuva typpimäärä jäi alhaiseksi, vaikka veden nitraattipitoisuus oli osan aikaa



Kuva 5. Nitraattitypen huuhtouma 0,69 ha peltolohkolla Hirvijoen valuma-alueella 13.11.2005 - 14.10.2006.

samalla tasolla kuin aiemminkin. Talven jälkeen ensimmäinen huuhtoumahuippu oli juuri ennen kylvöjä. Tämän jälkeen huuhtouma väheni valunnan vähetessä, mutta nousi sitten toukokuun lopussa uudelleen korkealle (260 g NO₃-N/ha). Tällöin sekä valunta toukokuun lopun sateista johdun että veden nitraattipitoisuus olivat korkeita. Tämän jälkeen typen huuhtouma väheni nopeasti valunnan vähetessä. 9.7. ja 3.9. välillä ei valuntaa ollut lainkaan. Elokuun puolivälin jälkeen alkanut sateisempi ajanjakso sai valunnan alkamaan hetkellisesti uudelleen 10.9. Tällöin veden nitraattipitoisuus oli kuivaa jaksoa edeltävällä tasolla. Koko mittausjakson korkein typpi huuhtouman vuorokausiarvo (855 g NO₃-N/ha) saavutettiin 8.10. Tällöin sekä valunta että veden nitraattipitoisuus olivat huipussaan.

Myös mittausjakson aikana huuhtoutuvan nitraattitypen kokonaismäärää arvioitiin. Huuhtoutuvan typpimäärän muutoksen oletettiin olevan lineaarista kahden mittauspäivän välillä, jolloin jokaiselle päivälle saatiin laskettua oma huuhtoumäärä. Näin laskettuna nitraattityppeä huuhtoutui kaikkiaan 14 kg/ha 11 kuukauden aikana.

Nitraattitypen kokonaishuuhtoumasta runsas kolmannes kertyi marraskuun puolivälin ja huhtikuun lopun välillä, ja kahden viimeisen mittausviikon osuus huuhtoumasta oli yli 40 %. Huuhtoumasta valtaosa kertyi siis maan ollessa ilman kasvipeitettä. Lohkolla kasvanut mallasohra hyödynsi sille annetun typen tyydyttävästi, sillä lohkon typpitaseet olivat 25 ja 23 kg/ha. Osa tästä maahan jääneestä tpeestä on kuitenkin olkiin sitoutunutta eikä näin välittömästi alttiina huuhtoutumiselle. Kaikki nitraattityppi ei ollut hävinnyt talven aikana vaan maasta löytyi 1.5.2006 tehdyissä mittauksissa 7,8 kg N/ha sekä pinta- että pohjamaasta.

Puustisen (1999) Aurajoen valumakentällä 1990-luvun alussa tekemissä mittauksissa nitraattitypen huuhtoutuminen muokkauskerroksen valunnassa

vaihteli runsaasti vuosittain sekä viljelymenetelmien ja -kasvien välillä. Esimerkiksi syysvehnäkaijalta (kyntö, äestys, kylvö) nitraatti- ja nitriittityppeä huuhtoutui eri koejaksoilla runsaasta kilosta lähes 16 kiloon hehtaaria kohti. Rinteen suuntaisesti kynnetyiltä kevätvehnäruuduilta huuhtoutuminen oli 4 - 10 kg NO₃-N/kg ja talven sängellä olleilta kevätvehnäruuduilta noin 1 - 2 kg NO₃-N/ha.

Turtolan ym. (2003) Jokioisten savimaalla tekemissä kokeissa kevennetty muokkaus vähensi typen huuhtoutumista kyntöön verrattuna. Vuosina 1997 - 2001 huuhtoutui kynnetyiltä maalta keskimäärin 18,5 kg N/ha vuodessa. Tästä salaojavälun osuus oli noin 94 %. Kultivoidulta lohkolta huuhtoutui samaan aikaan vajaat 11 kg/ha, josta 79 % tuli salaojien kautta.

4.2

Vesien typpipitoisuuksia Savijoen valuma-alueella

Savijoella mitattiin vesien nitraattipitoisuuksia maan nitraattipitoisuuksien yhteydessä neljällä lohkolta joko salaojavedestä, reunaojasta tai Savijoesta. Vedestä mitattiin 1 - 75 mg/l nitraattipitoisuuksia. Nitraattitypeksi muutettuna pitoisuudet olivat 0,2 - 17 mg/l (kerroin 0,226). Savijoessa pitoisuus oli koko ajan nousussa. Eri mittauksissa pitoisuudet olivat 5 - 5 - 7 - 10 - 15 mg NO₃/l. Maan nitraattipitoisuuden ja salaojaveden nitraattipitoisuuden välillä ei ollut selkeää yhteyttä (taulukko 1).

Savijoen valuma-alueella toteutetun pilottihankkeen aikana tehtiin myös muutama mittaus vesien nitraattipitoisuuksista myöhäissyksyllä 2004. Näissä mittauksissa kolmen lohkon salaojavedessä oli nitraattia 10 - 35 mg/l ja itse Savijoesta otetussa näytteessä 20 mg/l (Kulmala 2005).

Taulukko 1. Maan ja salaojaveden nitraattipitoisuudet Savijoen valuma-alueen kolmella lohkolta

Lohko	Kevät 2005 mg NO ₃ -N/l vettä tai uutetta		Lippulehtivaihe mg NO ₃ -N/l vettä tai uutetta		Puinnin jälkeen mg NO ₃ -N/l vettä tai uutetta		Marraskuu 2005 mg NO ₃ -N/l vettä tai uutetta		Kevät 2006 mg NO ₃ -N/l vettä tai uutetta	
	vesi	maa	vesi	maa	vesi	maa	vesi	maa	vesi	maa
Lohko 1, vilja	10	5	5	20	40	5	40	5	40	5
Lohko 2, palkokasvi	25	5	5	5	10	1	1	15	10	5
Lohko 3, vilja	50	20	75	15	30 *	3	30 **	2	10 **	5

* salaojaputki reunaojassa veden alla, mitattu putken kohdalta ojasta

** viereisessä metsäojassa pitoisuus 0 mg/l

5 Ravinnetaseet

Ravinnetase on laskelma, jossa tarkastellaan maatilan ravinnepanoksia ja -tuotoksia sekä niiden erotuksia eli taseita. Peltotase saadaan, kun pellolle levitettyjen ravinteiden määrästä vähennetään sadon mukana poistuvien ravinteiden määrä. Porttitase kertoo tilalle hankittujen tuotantopanosten ja tilalta poisvietyjen tuotteiden ravinnemäärien erotuksen (Ravinnetaseopas 2001). Taseiden laskennassa voidaan ottaa huomioon erilaisten lannoitteiden, siementen ja sadon lisäksi muitakin tekijöitä, kuten typen huuhtoutuminen, kaasumaiset häviöt tai typen laskeuma ilmasta. Kaikkia yksityiskohtia ei ole kuitenkaan tarpeen huomioida tilatasolla, vaan ne kuuluvat tutkimustoimintaan. *Ylijäämäinen/positiivinen ravinnetase kertoo, kuinka paljon ravinteita on jäänyt maahan sadonkorjuun jälkeen allttiiksi erilaisille häviöille. Suuret ravinneylijäämät lisäävät myös turhaan viljelyn kustannuksia. Negatiivinen tase kertoo siitä, että sadon tuottoon on käytetty maassa ennestään olevia ravinnereservejä.* Typpitaseen laskenta on myös yksi maatalouden ympäristövaikutusten indikaattoreista (OECD 2001).

Taseet eivät kuitenkaan suoraan kerro, mitä maahan jääneille ravinteille tapahtuu. MTT:ssa tehdyssä tutkimuksessa on selvitetty vuosittaisen typpitaseen ja huuhtoutumisen yhteyttä. Tehdyillä malleilla typpitase pystyi selittämään vuosittaista huuhtoutumista parhaimmillaan vain noin 50 % selitysasteella. Tutkijat toteavat, että vuosittaisiin taseisiin perustuvat arviot eivät voikaan vaihtelevissa ilmasto-oloissamme selittää hyvin typen huuhtoutumista, mutta useamman vuoden keskiarvoista laskettava typpitase antanee sen sijaan hyvän pohjan arvioida typen mahdollista huuhtoutumista (Salo & Turtola 2006, Salo ym. 2006 b). Typeä voi huuhtoutua, vaikka typpitase olisi negatiivinen. Orgaanisen aineksen mineralisaatiosta johtuen maassa on aina huuhtoutumiselle altista liukoista typeä. Maan orgaanisen aineksen määrän kasvaessa yhä suurempi osa maan liukoisesta tyyppitaseesta on peräisin mineralisaatiosta, mikä kasvattaa huuhtoutumispotentiaalia (Ylivainio ym. 2002).

Myöskään vuotuinen pellolle jäävä fosforiylijäämä ei suoraan kuvaa vuotuista fosforin kulkeutumista vesistöön, sillä lisätty fosfori sitoutuu voimakkaasti maahan. Kun maahiukkasten fosforia sitovien paikkojen määrä alkaa täyttyä, fosforin huuhtoutuminen kuitenkin kiihtyy. Toisin sanoen maan fosforikyllästysasteen vähittäin kasvaessa

yksi kilo maahan jäävää fosforia alkaa lisätä maan fosforilukua yhä enemmän ja enemmän, jolloin riski huuhtoutumiseen kasvaa. Tämän perusteella onkin tärkeää yhdistää pellon fosforitase pellon fosforitilaan (Ekholm 2004). Ekholm ym. (2005, 2006) ovatkin esittäneet yhtälön, jolla voidaan laskea arvio muutoksesta maan helppoliukoisen fosforin tilassa fosforitaseen avulla.

Ravinnetaseen tulokset voidaan ilmoittaa esimerkiksi kiloina hehtaaria kohti tai muunnettuna annettujen ravinteiden hyväksikäyttöprosentiksi. Suoraan kilomäärien ilmoittaminen antaa tilanteesta paremman kuvan, koska ympäristön kannalta oleellista on se, kuinka paljon ravinteita jää maahan käyttämättä. Hyväksikäyttöaste voi olla kohtuullisella tasolla runsaasti lannoitetulla hyvän sadon tuottaneella lohkollla, mutta maahan voi silti jäädä paljon ravinteita hyödyntämättä. Toisaalta prosentit voivat olla alhaisia lohkoilla, joilla sekä lannoitus- että satotasot ovat alhaisia, mutta maahan jäänyt ravinnemäärä on kuitenkin pieni (Manninen 2004). Hyväksikäyttöasteen laskenta edellyttää myös, että maahan on annettu ravinteita, josta poiskorjattujen ravinteiden osuus voidaan laskea. Mikäli ainoat ravinteet tulevat siemenessä, hyväksikäyttöasteilla ei ole mitään merkitystä vaikka ne pystytäänkin teoreettisesti laskemaan.

Ravinnetaseille ei ole laadittu virallisia suosituksia tai tavoitearvoja (Marttila & Ahtela 2006). Tulkintaa täytyy kuitenkin tehdä. Tulkinnan selkeyttämiseksi on tulkintaan esitetty uusi kolmiportainen luokittelu (taulukko 2) entisen Ravinnetaseoppaassa (2001) esitetyn kuusiportaisen tulkinta-avaimen sijaan. Luokitus on laadittu viljakasveille, joten viljelynäkökulmasta se ei välttämättä sovellu muille kasveille kovin hyvin, koska esimerkiksi avomaan puutarhakasvien tai rypsin viljelyssä typpitase-luokaksi tulee helposti huononlainen/huono. Ympäristönäkökulmasta katsottuna ei kasvilla ole kuitenkaan merkitystä, vaan suuri ylijäämä lisää aina muun muassa ravinteiden huuhtoutumisriskiä.

Taulukko 2. Ravinnetaseiden kolmiportainen luokittelu (Marttila ym. 2005, Marttila & Ahtela 2006)

Luokka	Typpitase (kg/ha)	Fosforitase (kg/ha)
Tyydyttävä	alle 31	alle 3
Välttävä	31 - 49	3 - 10
Huononlainen/ huono	yli 49	yli 10

Ravinnetaseen laskenta

Savijoen maatalouspilotin jatkovaiheessa ravinnetaseita laskettiin 9 tilalle yhteensä 173 lohkolle. Yhdelle tilalle oli jo aiemmin laskettu pelto- ja porttitaseet toisen hankkeen yhteydessä. Ravinnetaseet laskettiin Wisu-viljelysuunnitteluohjelmalla 8 tilalle ja taulukkolaskentaohjelmalla yhdelle tilalle, mutta laskentaperiaatteet olivat samat kummasakin tapauksessa. Typpi- ja fosforilannoituksessa otettiin huomioon karjanlanta ja väkilannoitteet sekä kylvösiemenissä maahan tulevat ravinteet. Jyväsadosta otettiin huomioon jyvien kosteus- ja valkuaispitoisuus. Jyvien valkuaispitoisuus muunnettiin typpipitoisuudeksi jakamalla valkuaispitoisuus joko luvulla 6,25 (ohra ja kaura) tai 5,7 (vehnä ja ruis). Sadon sekä kylvösiemenen fosforipitoisuutena käytettiin 0,3 (ohra ja kaura) tai 0,35 % (ruis, vehnä, mallasohra). Kylvösiemenen typpipitoisuudeksi oletettiin 1,75 (mallasohra), 1,8 (ohra), 1,85 (ruis, kaura) tai 2 % (vehnä). Olkia laskelmissa ei huomioitu. Mikäli oljet korjataan pellolta, tulee ne myös ottaa huomioon. Neljän tonnin olkisadon merkitys typpitaseeseen on noin 20 kg/ha ja fosforitaseeseen 2,8 - 4 kg/ha (0,5 % N ja 0,07 - 0,1 % P). Rypsin kohdalla käytettiin siemenen N-pitoisuutena 3,46 % ja P-pitoisuutena 0,79 %. Sokerijuurikassadon vastaavat arvot olivat 0,20 % N ja 0,03 % P sekä siemenen arvot 0 % N ja P. Vertailuissa käytetyt viljavuusanalyysin tiedot olivat tilojen hankkeen käyttöön antamia.

Raportissa esitetään ravinnetaselaskelmien tuloksia ensin yleisellä tasolla ja sitten tarkemmin kaura-, kevätvehnä-, mallasohra- ja rypsilohkoille. Hankkeessa laskettiin ravinnetaseita myös rehuohra-, sokerijuurikas-, nurmi-, herne-, camelina- sekä härkäpapulohkoille. Näytelohkojen vähäisyydestä ja tietosuojasta johtuen näitä tuloksia ei voida kuitenkaan julkaista.

Typpi- ja fosforitaseet

Keskimääräiset ravinnetaseet

Ensimmäisessä vaiheessa laskettiin keskimääräiset N- ja P-taseet sekä luokiteltiin taseet kolmeen luokkaan Marttilan ja Ahtelan (2006) esittämän luokittelun mukaisesti. Tarkastelussa oli mukana kaikki muut lohkot paitsi nurmi- ja hernelohkot, koska näiden tuloksiin liittyi liiaksi epävarmuustekijöitä.

Kaikkien lohkojen keskimääräinen typpitase oli 32 kg/ha ja fosforitase -5 kg/ha. Lannoituksen keskiarvo oli 109 kg N/ha ja 9 kg P/ha.

Mannisen (2004) Isojärven alueella Uudellamaalla tekemissä laskelmissa keskimääräinen typpitase vastasi Savijoen N-tasetta, mutta P-tase oli 5 kg/ha. Uudenmaan 16 - 17 kg P/ha lannoitus selittää osaltaan eroa P-taseessa. N-lannoituksessa ei eroa juuri ollut. Niin ikään Uudellamaalla sijaitseman Lepsämänjoen valuma-alueella vuosien 1997 - 2002 keskimääräinen typpilannoitus oli 112 kg/ha ja typpitase oli 49 kg/ha, mutta eri vuosien välillä taseissa oli lähes kaksinkertaisia eroja (35 - 76 kg/ha). Fosforia lisättiin lohkoille keskimäärin 17 kg/ha ja P-tase oli vajaa 7 kg/ha (3 - 12 kg/ha) (Marttila ym. 2005). Savijoen tulos jäi typen osalta hieman alle Lepsämänjoen minimin. P-tase oli reilusti alhaisempi, mikä johtunee paljolti pienemmästä P-lannoitusmäärästä. Lepsämänjoen tilannetta heikensi kaalinviljely, jolla sekä typen että fosforin hyödyntäminen oli selvästi viljoja ja rypsiä heikompa. Toisaalta laskelmissa oli kuitenkin Savijoesta poiketen mukana nurmilohkoja, jotka olivat viljoja ja rypsiä parempia ravinteiden käyttäjiä.

Marttilan ym. (2005) mukaan ravinnetaseiden laskentahankkeissa peltojen keskimääräinen typpiylijäämä on yleensä vaihdellut 10 - 60 kg/ha ja fosforitase 0 - 13 kg/ha välillä. Näihin verrattuna Savijoen keskimääräinen typpitase oli hyvää keskitasoa ja fosforin kohdalla saavutettiin hyvä tulos. Alueelliseen typpi- ja fosforitaseeseen verrattuna Savijoen arvot ovat hyviä, sillä vuosina 2000 - 2002 alueellinen N-tase ProAgria Farman ja Suomen Talousseuran alueella on ollut 62 - 64 kg/ha ja fosforitase noin 10 kg/ha (MMM 2004, Salo ym. 2004).

Ravinnetaselukittelu

Taseluokittelussa (taulukko 3) vajaa puolet lohkoista oli typpitaseeltaan tyydyttäviä ja kolmannes välttäviä. Typpitase oli negatiivinen 12 lohkolle. Jokaisesta luokasta löytyi kevätvehnä-, mallasohra-, rypsi- ja sokerijuurikaslohkoja. Huonoimmassa luokassa oli mukana yksi mallasohralohko, ja muilla lohkoilla kasvoi vehnää, rypsiä tai sokerijuurikasta.

Fosforitaseen kohdalla tilanne oli parempi, koska $\frac{3}{4}$ lohkoista oli luokassa tyydyttävä ja viidennes oli välttäviä. Näissä luokissa oli sekä kaura-, kevätvehnä-, mallasohra-, rypsi-, että sokerijuurikaslohkoja. Huonoimmassa luokassa oli yksi rehuohra- ja rypsilohko loppujen ollessa kevätvehnälohkoja.

Taulukko 3. Lohkojen (163 kpl) sijoittuminen eri ravinnetaseluokkiin.

Luokka	N-tase (kg/ha)				P-tase (kg/ha)			
	kpl	minimi	maksimi	mediaani	kpl	minimi	maksimi	mediaani
Tyydyttävä	76	- 105	30	24	124	- 24	1	-8
Välttävä	56	31	49	37	30	3	7	3
Huononlainen/huono	31	50	97	62	9	12	37	13

Näiden tulosten perusteella yleisesti ottaen *erityisesti kevätevehnän lannoitukseen ja lohkovalintaan tulisi jatkossa kiinnittää entistä enemmän huomiota*. Perinteisesti runsaan lannoituksen saaneiden kasvien kohdalla tulee miettiä nykyistä tarkemmin, *mikä on oikea lannoitustaso lohkon muut kasvutekijät huomioon ottaen*. Korkealla lannoituksella ei voida paikata loputtomiin muita kasvutekijöitä.

Lohkoista 65 oli kummankin ravinteiden suhteen luokassa tyydyttävä. Näillä lohkoilla typpitase oli alle 31 kg/ha ja fosforitase -24 - 1 kg/ha. Lopuista 11 typpitaseeltaan tyydyttävästä lohkoista yhden fosforitase oli 15 kg/ha ja muiden lohkojen 3 kg/ha.

Typpitaseluokassa välttävä fosforitaseet liikkuvat -17 ja 37 kg/ha välillä. Lohkoista neljä oli P-taseeltaan huonoa, 14 välttävää ja loput tyydyttäviä. Kun typpitase oli huononlainen/huono, P-taseet olivat -15 - 14 kg/ha. Tässäkin ryhmässä suurin osa lohkoista asettui kuitenkin fosforitaseeltaan luokkaan tyydyttävä, sillä vain neljä lohkoa oli huonoa ja kuusi välttävää.

Näiden tulosten perusteella *tilanne on useimmiten se, että typpitaseen ollessa kunnossa on fosforitasekin kunnossa, mutta tyydyttävä fosforitase ei läheskään aina merkitse myös tyydyttävää typpitasetta*.

Tuusulanjärven valuma-alueella vuosina 2001 - 2002 tehtyjen laskelmien (Marttila 2005) mukaan alueen peltolohkoista 56 % kuului typen osalta parhaaseen taseluokkaan ja neljäsosa oli luokassa välttävä. Viidesosa kuului alimpaan luok-

kaan kuten Savijoellakin. Fosforin osalta tilanne oli Savijoella parempi kuin Tuusulanjärven alueella, jossa alimmassa luokassa oli 11 % lohkoista, kun Savijoella vastaava osuus oli 6 %. Parhaassa luokassa osuudet olivat 63 ja 76 % Savijoen hyväksi.

Yhden vuoden tulosten perusteella Savijoen tilanteesta saattaa saada liian optimistisen kuvan. Lepsämänjoella tehdyssä usean vuoden vertailussa lohkoista lähes puolet oli typen osalta tyydyttävässä luokassa kolmena hyvänä satovuonna, mutta kahtena huonona vuotena alimpaan luokkaan kuului noin 60 ja 80 % lohkoista. Myös fosforin kohdalla oli vastaavaa vaihtelua (Marttila ym. 2005).

5.2.3

Kevätvehnä-, mallasohra-, kaura- ja rypsilohkojen ravinnetaseet

Sekä typpi- että fosforitaseita tarkasteltiin erikseen myös 152 kevätevehnä-, mallasohra-, kaura- ja rypsilohkolla. Perustietoja näistä lohkoista on koottu taulukkoon 4. Keskimääräinen typpitase oli kaikilla lohkoilla positiivinen. Mallasohralohkoilla maahan jäi keskimäärin vähiten typpeä (15 kg N/ha) sadonkorjuun jälkeen (kuva 6). Lohkoilla oli kuitenkin paljon lohkokokoista vaihtelua, sillä taseet vaihtelivat lähes 40 kilon alijäämästä lähes 60 kilon ylijäämään. Eniten typpeä jäi maahan rypsin jälkeen, keskimäärin lähes 50 kg/ha. Tase ei myöskään millään lohkolla jäänyt negatiiviseksi.

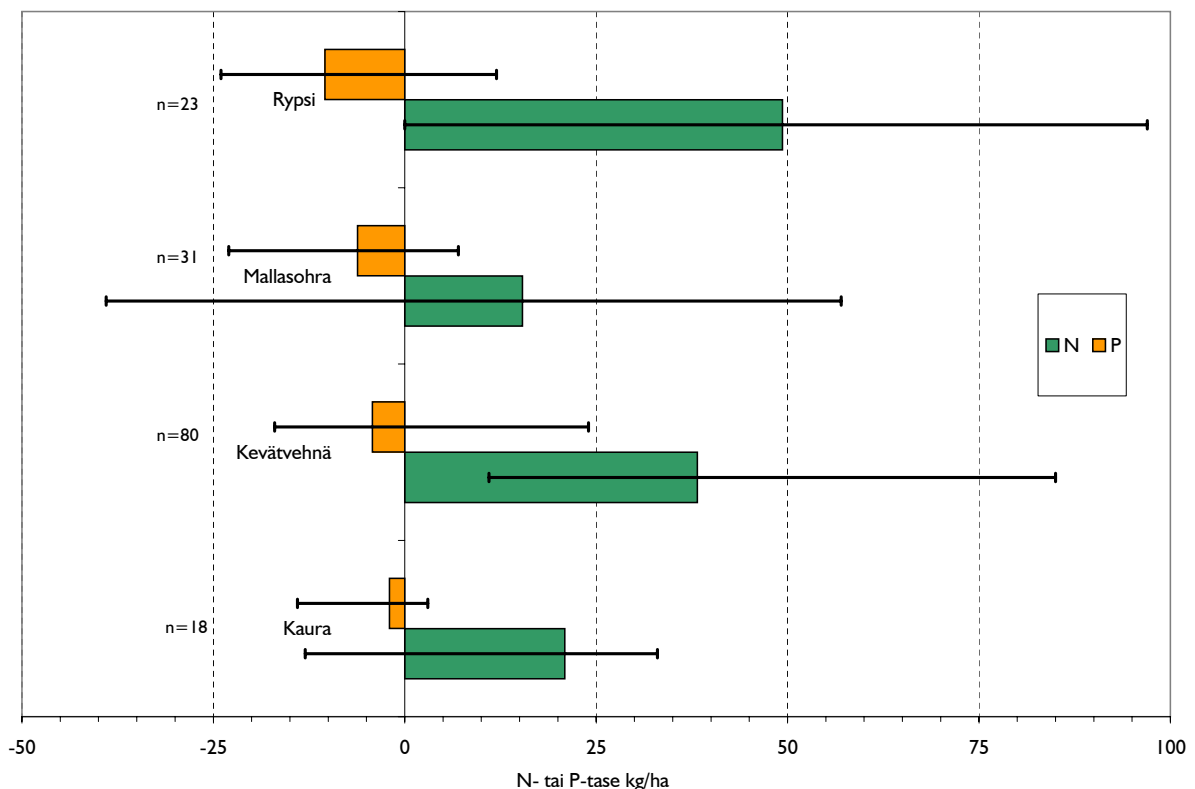
Taulukko 4. Vilja- ja rypsilohkojen (152 kpl) keskimääräinen happamuus ja maan fosforitila sekä käytetty lannoitus ja saatu sato. Fosforin kohdalla esitetty myös fosforipitoisuuden vaihteluväli. Pinta-ala on kunkin lajin yhteenlaskettu ala. Vertailuna on vuoden 2005 keskisadot Varsinais-Suomen TE-keskuksen alueella (TIKE 2006).

Kasvilaji	Ala, ha	pH	P mg/l	Lannoitus kg/ha		Sato kg/ha	Keskisato V-S:ssa kg/ha
				N	P		
Kaura	42	5,3	11 (3-107)	87	9	3 572	3 730
Kevätvehnä	476	6,2	19 (3-111)	123	10	4 244	3 960
Mallasohra	202	5,9	23 (4-138)	92	8	4 510	4 000
Rypsi	50	6,5	29 (8-93)	108	3	1 709	1 520

Kevätvehnä osoittautui viljoista heikoimmaksi typenkäyttäjäksi taseen ollessa kaikilla lohkoilla positiivinen. Kauralla lohkojen välinen vaihtelu näyttäisi olevan vähäisintä, mutta saatu tulos saattaa johtua myös osittain muista vähäisemmästä lohkomäärästä.

Fosforitaseet olivat keskimääräisesti tarkasteluna kaikki negatiivisia vaihdellen -2 ja -10 kg/ha välillä (kuva 6). Kaikkien kasvien kohdalla löytyi kuitenkin fosforin suhteen sekä yli- että alijäämisiä lohkoja. Alijäämäisimmät lohkot olivat rypsi- ja mallasohralohkoja, ja kevätvehnälohkoilta löytyi korkeimmat positiiviset arvot. Rypsilohkoille jäi keskimäärin vähiten fosforia sadonkorjuun jälkeen, mutta tulokseen vaikuttaa se, että vain 30 % rypsilohkoista sai fosforilannoituksen. Viljalohkoista 77 - 83 % sai fosforilannoitetta. Ympäristön kannalta ei tosin ole merkitystä sillä, mikä lopputuloksen aiheutti.

Savijoella vain yhdeltä lohkolta voitiin laskea ravinnetase kolmelta vuodelta. Tällä lohkolta viljeltiin vuosina 2003 ja 2004 kevätvehnää, jolloin tyyppitaseet osoittivat vajaan 50 ja noin 35 kg ylijäämää. Vuonna 2005 lohkolta kasvoi mallasohraa, ja tase jäi 34 kg alijäämäiseksi. Fosforitase oli ensimmäisenä vuonna +3 kg/ha, mutta seuraavina vuosina -8 ja -22 kg/ha. Jo yhden lohkon perusteella voidaan todeta, että ravinnetaseissa on monista tekijöistä johtuen eroja vuosien välillä. Ravinnetaseita tulee seurata useamman vuoden ajan. Jos taseet jäävät runsaasti ylijäämäisiksi vuodesta toiseen, on syytä tehdä muutoksia viljelyssä. Myöskään jatkuva runsas alijäämä ei ole suotavaa, koska näin pellon kasvukunto vähitellen heikkenee. Se, kuinka kauan voidaan viljellä alijäämäisesti ilman maan laadun heikkenemistä, riippuu alkutilanteesta, josta lähdetään liikkeelle.



Kuva 6. Vilja- ja rypsilohkojen typpi- ja fosforitaseet vuonna 2005. Janalla kuvataan lohko-kohtaista vaihtelua taseissa. Lukemat palkkien päässä kertovat, kuinka monen lohkon tiedoista tulos koostuu. Kaikkiaan laskelmissa on mukana 152 lohkon tiedot.

Savijoen pilottihankkeessa mukana olleilla tiloilla laskettiin ravinteiden hyväksikäyttöä vuosina 2003 ja 2004 (Kulmala 2005). Näiden tulosten pohjalta laskettiin uudelleen 59 lohkolle ravinnetaseet, joissa ei otettu huomioon olkia eikä kylvösiemenen mukana menneitä ravinteita. Kauralohkojen (10 kpl) typpitase oli keskimäärin 17 kg/ha ja fosforitase -5 kg/ha ja vastaavasti kevätvehnän 38 ja 0 kg/ha (37 kpl) sekä mallasohran 31 ja -2 kg/ha (12 kpl). Siemenen mukana tulevat ravinteet nostavat lajista ja siemenmäärästä riippuen typpitasetta noin 3,5 - 6 kg/ha ja fosforitasetta noin 0,5 - 1 kg/ha. Vuoteen 2005 verrattuna typpitaseiden keskiarvossa ei ollut suurtakaan eroa kauran ja kevätvehnän kohdalla, mutta mallasohran typpitaseen arvo oli kaksinkertainen. Mallasohran ja kevätvehnän fosforitaseessa eroa oli viitisen kiloa vuoden 2005 hyväksi.

MYTVAS-tutkimuksessa mallasohran ravinneylijäämät vaihtelivat Savijoen pienen valuma-alueen tiloilla lähinnä sadon onnistumisen mukaan (Pyykkönen ja Grönroos 2004). Eri vuosina 1999 - 2002 typpitaseet vaihtelivat vajaasta 20 ja vajaaseen 40 kiloon hehtaaria kohti. Fosforitaseet olivat samaan aikaan noin 1 - 5,5 kg/ha. Kauralohkoilla typpitase oli runsaasta 10 noin 25 kiloon ja fosforitase 0 - 4 kg/ha. Näihin verrattuna hankkeen tiloilla mallasohralohkojen keskimääräinen typpi- ja fosforitase (15/-6 kg/ha) oli alempi. Hankkeen kauralohkoilla N-tase oli samaa suuruusluokkaa (21 kg/ha), mutta P-tase oli negatiivinen (-2 kg/ha).

Myös muun muassa Manninen (2004) on tehnyt kasvilajikohtaista ravinnetaseiden vertailua Isojärven alueella Uudellamaalla. Vuosina 2002 - 2003 rypsin keskimääräinen typpitase oli 7 - 19 kg/ha korkeampi kuin Savijoella. Kevätvehnän kohdalla erot olivat hyvin pienet. Kauran kohdalla Savijoen tulos oli muutaman kilon korkeampi. Kaikilla näillä kasveilla taseen vaihtelu oli Savijoella vähäisempää kuin Isojärvellä vuonna 2002.

Isojärvellä kauran, kevätvehnän ja rypsin P-taseiden keskiarvot olivat molempina vuosina positiivisia, kun Savijoella keskiarvot jäivät negatiivisiksi. Suurin ero (19 kg/ha) oli rypsin ja pienin (4 kg/ha) kauran kohdalla. Savijoella kevätvehnän taseen vaihtelu oli kaksinkertaista, mutta kauran puolet pienempää kuin Isojärvellä (Manninen 2004).

Kuten Savijoella (kuva 6) myös Lepsämänjoen alueella viljojen N-tase oli rypsin tasetta alhaisempi, mutta P-tase korkeampi (Marttila ym. 2005). Viljojen keskimääräinen N-tase vuosina 1997 - 2002 oli 49 kg/ha ja P-tase 7 kg/ha. Rypsin vastaavat taseet olivat 59 ja 4 kg/ha. Kevätvehnä-, kaura-, mallasohravertailussa Lepsämänjoella typpitase oli keskimäärin alhaisin kaura- ja korkein kevätvehnälohkoilla. Fosforitase oli alhaisin kauralohkoilla,

mutta vehnän ja mallasohran välillä ei ollut eroa. Savijoella sekä N- että P-taseet olivat alhaisimmat mallasohralohkoilla.

5.2.4

Lannoituksen vaikutus ravinnetaseeseen

Lannoitus ja sato ovat suoraan taseen laskennassa huomioitavia seikkoja. Maan P-pitoisuus ja happamuus vaikuttavat taseeseen välillisesti tarvittavan lannoitemäärän ja tuotetun sadon kautta.

Kevätvehnä-, mallasohra- ja rypsilohkoilla oli lievää suuntausta typpiylijäämän kasvuun lannoituksen noustessa (kuva 7). Tuloksista on kuitenkin nähtävissä, että taseen arvot vaihtelevat runsaasti samalla typpilannoitustasolla, jolloin samaan taseeseen päädytään hyvin erilaisilla lannoitustasoilla. *Ympäristön kannalta "alhainen" typpilannoitustaso voi siis olla yhtä haitallinen tai hyödyllinen kuin "korkeakin".* Tämä osoittaa sitä, että muilla kasvutekijöillä on ratkaisevaa merkitystä typen käytön tehokkuuteen.

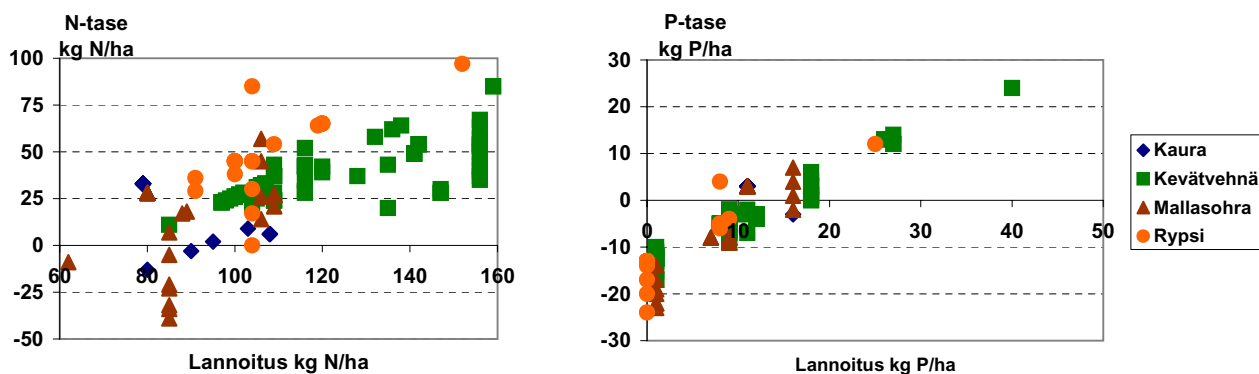
Fosforin kohdalla on selvemmin havaittavissa muilla kasveilla paitsi kauralla ravinneylijäämän kasvaminen lannoituksen noustessa (kuva 7). *Fosforilannoituksen ylittäessä 15 kg/ha maahan alkoi jäädä fosforia lannoitteesta.* Kaurankin kohdalla tilanne vaikuttaa samalta, mutta kaura-aineisto kutistui samoista tuloksista johtuen neljään pisteeseen, jolloin niiden perusteella on vaikea vetää johtopäätöksiä.

5.2.5

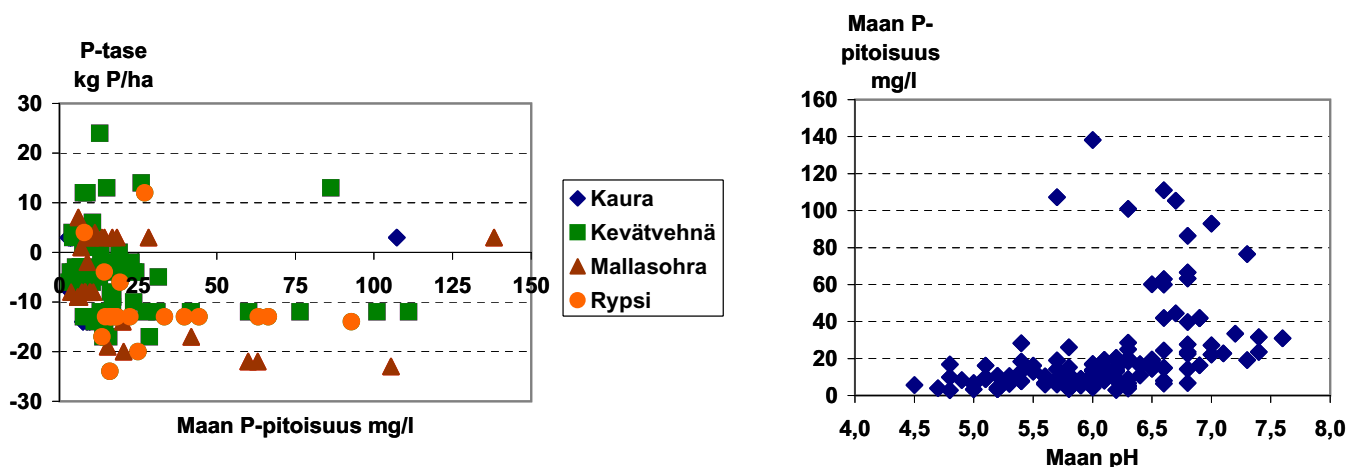
Maan fosforitilan vaikutus ravinnetaseeseen

Ravinnetaseen suhdetta maan fosforipitoisuuteen ja happamuuteen verrattiin 139 lohkon osalta (kuva 8). Nämä lohkot edustivat 7 tilaa. Määrä on vähäisempi kuin lannoitusvertailussa, koska yhdeltä tilalta ei saatu viljavuusanalyysin tuloksia käyttöön.

Alijäämäisiä fosforitaseita oli kaikissa maan fosforipitoisuuksissa (kuva 8). Ylijäämäiset taseet keskittyivät alle 30 mg/l P-pitoisuuteen. Savimailla viljavuusluokkaan arveluttavan korkea kuuluvat maat, joiden helppoliukoisen fosforin pitoisuus on vähintään 40 mg/l. Luokan korkea raja vaihtelee 20 ja 25 mg/l välillä maan multavuudesta riippuen. Karkeilla kivennäismailla arveluttavan korkean raja on 50 mg/l ja korkean 25 - 35 mg/l maalaajista ja multavuudesta riippuen (Viljavuuspalvelu 1995). Korkeissa maan fosforipitoisuuksissa tase oli luonnollisesti negatiivinen, koska niiden kohdalla P-lannoitusta ei juuri käytetä. Kaikissa kolmessa ylijäämäisessä taseessa, kun maan P-pitoisuus oli yli 85 mg/l, oli kasville annettu fosforilannoitus.



Kuva 7. Lannoituksen ja ravinnetaseen välinen suhde. Tulokset 152 lohkolta.



Kuva 8. Maan fosforitilan ja -taseen sekä fosforitilan ja happamuuden välinen suhde. Tulokset 139 lohkolta.

Jos uusi ympäristötukiohjelma toteutuu ehdotetussa muodossaan, ei fosforilannoitus luokassa arveluttavan korkea olisi enää mahdollista ympäristötuen ehtojen noudattamiseen sitoutuneilla tiloilla (MMM 2006).

Ympäristötuen seurantalutkimuksen (MYTVAS) mukaan peltojen fosforilannoituksessa on tarkennettavaa. Niin Yläneenjoella ja Savijoella kuin myös muilla MYTVAS-tutkimusalueilla alimpiin viljavuusluokkiin kuuluvilla lohkoilla fosforia on käytetty huomattavasti vähemmän kuin tarkennettun lannoituksen mukaan voisi käyttää ja ylimpiin viljavuusluokkiin kuuluvia lohkoja on lannoitettu, vaikka niitä ei olisi saanut lannoittaa lainkaan (Pyykkönen ja Grönroos 2004).

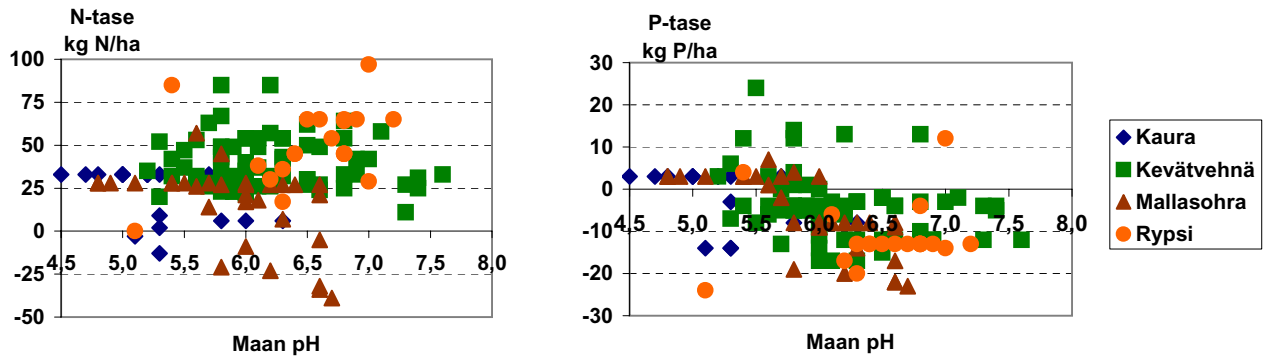
Lepsämänjoen pääosin savisilla pelloilla fosforia käytettiin eniten viljavuusluokissa arveluttavan korkea ja huono. Fosforia poistettiin kaikilla viljavuuksilla lähes saman verran. Tästä yhdistelmästä johtuen fosforin taseet olivat suurimpia ääripään viljavuusluokissa (Marttila ym. 2005).

5.2.6

Maan happamuuden vaikutus ravinnetaseeseen

Rypsi- ja viljalohkoilla ei typpitaseen ja maan happamuuden välillä ole havaittavissa yhteyttä (kuva 9). Esimerkiksi kevätvehnän kohdalla tase saattoi jäädä yli 30 kg/ha ylijäämäiseksi pH:n vaihdeltaessa runsaasta 5:stä yli 7:ään.

Myös fosforin kohdalla samassa maan happamuudessa päädyttiin hyvin vaihteleviin taseen lopputuloksiin (kuva 9), mutta pH:n noustessa yli kuuden alkoi tase jäädä yhä varmemmin negatiiviseksi. Osaselitys tälle on se, että happamuuden vähentyessä maan P-varat tulevat paremmin kasvien käyttöön, jolloin fosforilannoitusta voidaan pienentää. Kasvien fosforin saatavuus paranee maan pH:n noustessa viidestä runsaaseen 7,5:een (Viljavuuspalvelu 1995). 139 lohkon aineistossa oli lievästi nähtävissä helppoliukoisen fosforimäärän nousu pH:n noustessa (kuva 8). Maan P-pitoisuus



Kuva 9. Maan happamuuden ja ravinnetaseen välinen suhde (139 lohkoa).

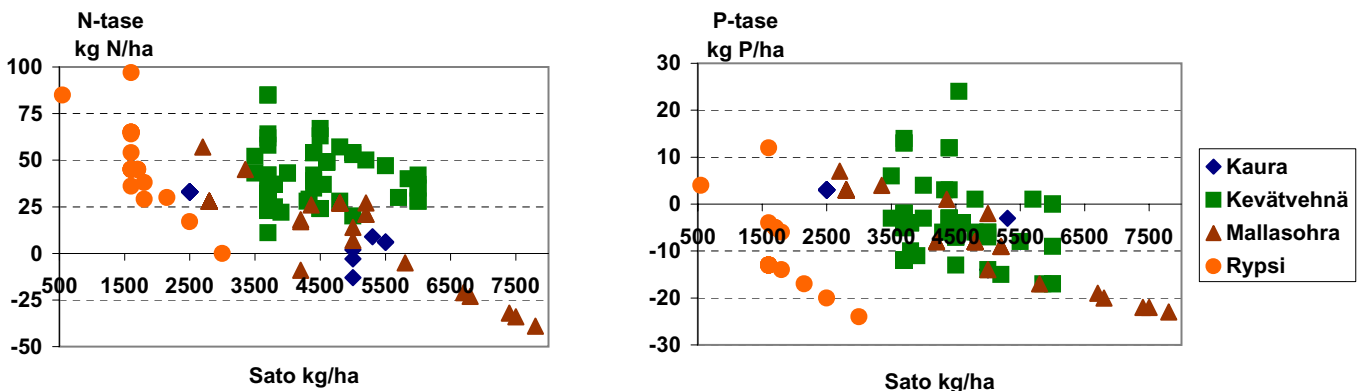
oli keskimäärin 11 mg/l, kun pH oli alle 6 sekä vastaavasti 17 mg/l pH:n ollessa 6,0 - 6,4 ja 38 mg/l, kun pH oli vähintään 6,5.

Maan happamuutta voidaan vähentää kalkituksella. Ympäristötukiohjelmaan on liitetty kalkitusvaatimus, jos lohkon pH-luokka on välttävä tai sitä huonompi (MMM 2006). Mukana olleista 139 lohkoista edellytetään 61 lohkoilla tämän perusteella kalkitusta vähintään 6 000 kg/ha 5 vuoden aikana. Lohkoista 33 oli luokassa tyydyttävä ja loput tätä parempia. Kahdeksan lohkoista oli maalajiltaan karkeaa hietaa tai hiuetta loppujen ollessa erilaisia savia.

5.2.7

Sadon määrän vaikutus ravinnetaseeseen

Erityisesti mallasohran kohdalla on havaittavissa typpi- ja fosforitaseen aleneminen sadon noustessa (kuva 10). Myös Lepsämänjoella viljalohkoilla tehdyissä laskelmissa sekä typpi- että fosforitaseet pienenevät pääsääntöisesti satotason noustessa. Rypsilohkot käyttäytyivät fosforin osalta kuin viljat, mutta N-tase ei pienentynyt, koska lannoitus voimistui korkean satotason lohkoilla (Marttila ym. 2005).



Kuva 10. Sadon ja ravinnetaseen välinen suhde. Tulokset 152 lohkolta.

Korkeaan satoon pääsemiseksi kaikkien kasvutekijöiden tulee olla kunnossa, sillä lannoituksen lisääminen ei korvaa puutteita muissa tekijöissä. Ravinnetaseiden ylijäämässä oli havaittavissa nousua lannoituksen noustessa (kuva 7) eli lisääntynyttä lannoitusta ei pystytty hyödyntämään täysin sadon määrän ja laadun lisäämiseen. Kevätvehnä toimii hyvänä esimerkkinä siitä, että pelkän sadon perusteella ei voida läheskään aina päätellä, mikä on ravinnetaseen lopputulos. Hyvin erisuuruksilla sadoilla päädytään samaan taseen lopputulokseen tai toisinpäin sama sato tuottaa hyvin erilaisen taseen.

5.2.8

Maan nitraattityppipitoisuuden yhteys typpitaseeseen

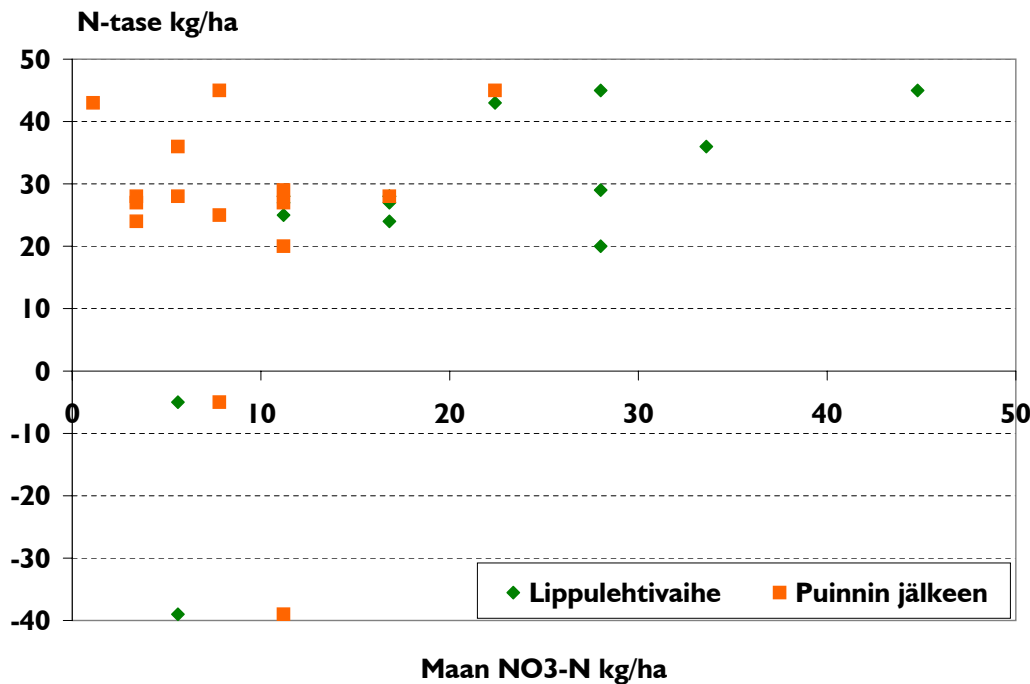
Typпитasetta ja maassa eri aikoina olevan nitraattitypen määrää verrattiin myös toisiinsa. Ainoastaan lippulehtivaiheessa olevalla nitraattitypen määrällä näyttäisi olevan jonkinasteinen yhteys taseeseen (kuva 11). Marraskuun ja kevään 2006 kohdalla ei tässä tilanteessa kuuluisikaan olla yhteyttä, sillä monille tutkimuslohkoille oli kylvetty syysvilja, jonka lannoitus luonnollisesti vaikuttaa maan nitraattipitoisuuteen.

Niissä tapauksissa, joissa tase oli negatiivinen, oli maassa puinnan jälkeen enemmän nitraattityppeä kuin kesäkuussa (liite 1). -5 kg/ha taseeseen

päätynyt lohko oli tosin kylvetty jo syysvehnälle mittaussvaiheessa, mutta näytettä ei ole otettu lannoiterivistä. Näillä kahdella mallasohralohkolla maan nitraattityppipitoisuus laski heti kevään ja kesäkuun näytteenottojen välissä. Vaikuttaa siltä, että kyseiset kasvustot lähtivät hyvin keväällä kasvuun, mutta juhannuksen jälkeen typen otto oli vähäistä, koska maan nitraattipitoisuudet olivat nousseet syksyyn mennessä. Lopputuloksena olivat korkeat mallaskelpoiset sadot, mikä heijastuu suoraan taseen lopputulokseen.

Ylijäämäisten taseiden puolella muilla paitsi yhdellä lohkolla maan nitraattipitoisuus laski juhannuksen ja puinnan välillä. Maassa olevaa typpeä ei ole kuitenkaan pystytty siirtämään täysimääräisesti satoon, koska N-taseet jäivät selvästi positiivisiksi (kuva 11). Sama asia näkyi myös lannoitemäärän ja taseen vertailussa. Tämä tulos antaa lisää tukea siihen, että *kasvien nopea kasvuun lähtö ja typenoton käynnistyminen on tärkeää typen hyöksikäytön ja edelleen ympäristön kannalta*. Maan kaikkien kasvutekijöiden tulee olla kunnossa, jotta tämä onnistuu.

Salo ym. (2004) ovat selvittäneet Yläneellä sijaitsevien 15 lohkon maan (0 - 80 cm) syksyisen mineraalitypen määrän suhdetta lohkojen typpitaseeseen. Näillä lohkoilla korkean typpitaseen havaittiin korreloivan syksyllä maahan jäävän typen kanssa melko hyvin vuosina 2000 ja 2001.

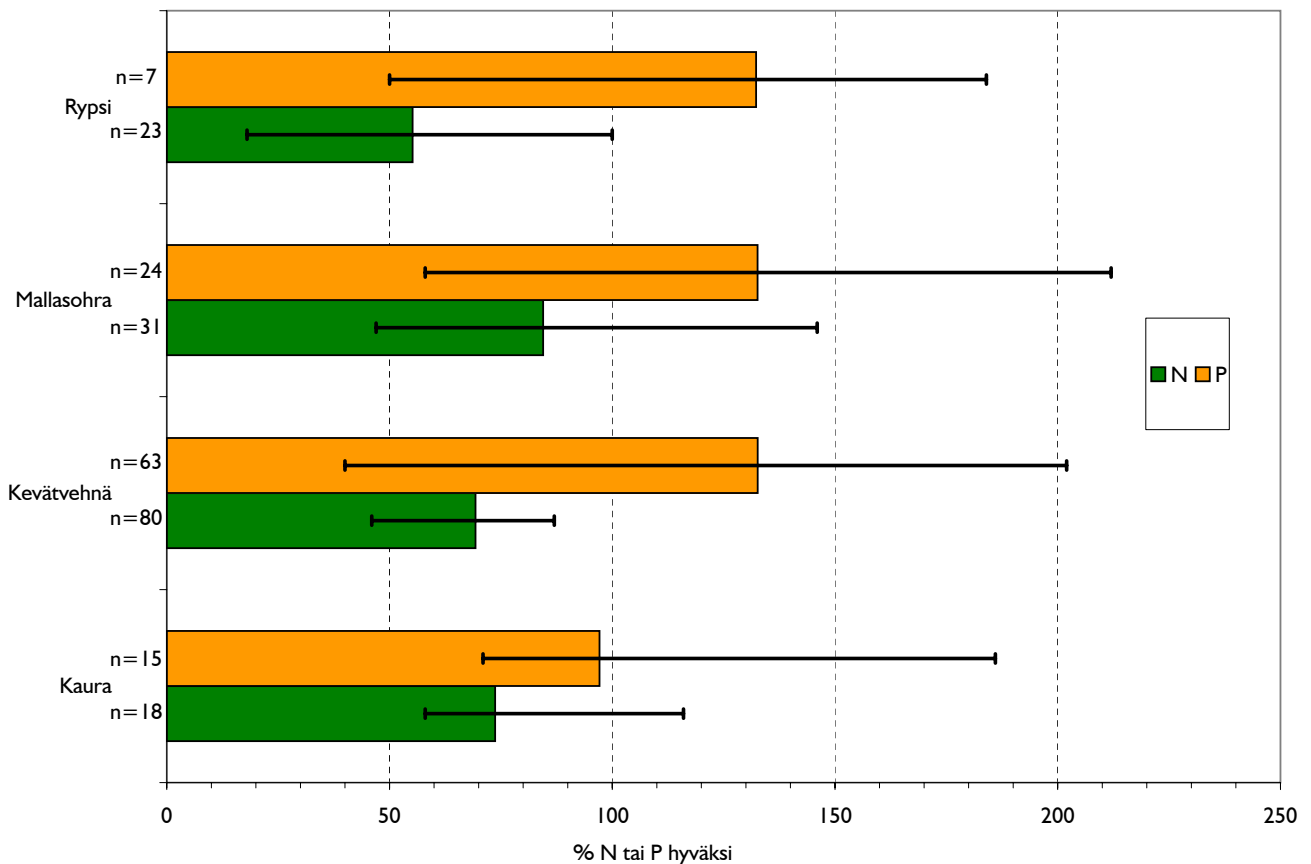


Kuva 11. Typpitaseen ja maan nitraattitypen välinen suhde 15 tutkimuslohkolla, joilla kasvoi kevätvehnä, mallasohraa tai rypsiä.

Ravinteiden keskimääräinen hyväksikäyttö

Typen hyväksikäyttötulokset on esitetty 152 lohkolta, jotka jakaantuvat 8 tilalle. Viljojen keskimääräinen typen hyväksikäyttö vaihteli vajaasta 70 %:sta runsaaseen 80 %:iin (kuva 12). Rypsi käytti annetusta tyypeistä hyväksi keskimäärin 55 %. Lohkojen välillä vaihtelu oli kuitenkin suurta.

Fosforin hyväksikäyttötarkastelussa on otettu huomioon vain ne lohkot, jotka ovat saaneet fosforilannoituksen (109 kpl). Kauran fosforin hyväksikäyttö oli keskimäärin vajaa 100 %, kun se muilla viljoilla ja rypsilä oli runsaat 130 % (kuva 12). Lohkojen välinen vaihtelu oli suurempaa kuin typen kohdalla.



Kuva 12. Viljojen ja rypsin typen ja fosforin keskimääräinen hyväksikäyttö vuonna 2005. Janalla kuvataan hyväksikäyttöasteen vaihtelua eri lohkojen välillä. Lukemat palkkien päissä kertovat, kuinka monen lohkon tiedoista tulos koostuu. Fosforin kohdalla ei ole huomioitu niitä lohkoja, jotka eivät ole saaneet fosforilannoitusta.

6 Maan laadun arviointi

Uudessa ympäristötukiehdotuksessa on yhdeksi lisätoimenpiteeksi kirjattu ”Peltojen kasvukunnon kartoitus”, jonka tavoitteena on selvittää peltojen kasvukunto ja arvioida mahdolliset korjaavat toimenpiteet kasvukunnon parantamiseksi. Toimenpide on kaksiosainen. Lohkomuistiinpanoihin merkitään vuosittain havainnot maan laadusta eli tällä arvioidaan peltoviljelyn aiheuttamaa räsitusta maan rakenteelle. Viljelijän on lisäksi laadittava lohkoittain suunnitelma siitä, miten pellon hyvää kasvukuntoa pidetään yllä tai parannetaan. Toinen osuus, joka käsittää maan laadun arvioinnin tarkoitusta varten laaditun testin avulla, tehdään ehdotuksen mukaan vain osalla lohkoista koko sitoumuskauden aikana (MMM 2006).

MTT:n ja ProAgrian yhteistyönä kehitetty peltomaan laatutesti on tarkoitettu maan biologisten ja fysikaalisten ominaisuuksien määrittämiseen sekä maan laadun kokonaisvaltaiseen arvioimiseen. Se soveltuu viljelyssä oleville kivennäis- ja multamaille. Peltomaan laatutestissä on kolme osaa: itsearviointi, kuoppahavainnot ja täydentävät mittaukset. Näistä kaksi ensimmäistä osaa kuuluu aina testikokonaisuuteen, mutta mitä laajempi testi tehdään, sitä täsmällisempi ja luotettavampi kokonaiskuva maan laadusta saadaan (Peltomaan laatutesti 2006). Ympäristötuen lisätoimenpiteeseen on ehdotettu tämän laatutestin ensimmäistä ja toista osaa (MMM 2006).

6.1

Peltomaan laatutestin kokeilu Savijoella

Itsearviointilomakkeella on 16 kysymystä, joissa arvioidaan 1 - 5-asteikolla lohkon perusparannus- ja viljelytoimia, maan ominaisuuksia sekä kasvustoa ja maaperäeliöstöä. Arvioinnissa kiinnitetään huomiota muun muassa maan vesitalouteen, kalkitukseen, lannoitukseen, viljelykiertoon, käytettävien koneiden painoon, kasvuston kuntoon sekä maan biologiseen aktiivisuuteen. Saatujen pisteiden perusteella lasketaan ensimmäinen arvio lohkon kunnosta (Peltomaan laatutesti 2006). Hankkeessa itsearviointiosuutta ei kuitenkaan tehty.

Savijoen maatalouspilotti järjesti syksyllä 2004 esittelytilaisuuden peltomaan laatutestiin kuuluvista kuoppahavainnoista ja täydentävistä mittauksista (Kulmala 2005). Jatkohankkeessa näitä

kokeiltiin kaikilla mukana olleilla tiloilla yhteensä 18 lohkoilla.

Kuoppahavainnot-osuudessa maasta havainnoidaan niin ruokamultakerroksen kuin pohjamaan rakennetta maasta otetuista maalohkareista sekä maahan kaivetun noin 40 cm syvän kuopan reunamilta (Kuva 13). Tarkasteltavia ominaisuuksia ovat muun muassa maassa olevat tiivistymät, maamurut, maan pintarakenteen kestävyys, multavuus, lierokäytävät, juurikanavat ja kasvustotähteiden hajoaminen (Peltomaan laatutesti 2006).

Hankkeessa kokeiltiin myös testin täydentäviä mittauksia (kuva 14), joihin kuuluu lierohavainnointi sekä pinta- ja pohjamaan vedenjohtavuuden ja maahengityksen mittaaminen (Peltomaan laatutesti 2006). Pintakarikkeen ja -maan lierojen määrä lasketaan maasta otetusta maanäytelohkareesta ja syvälle kaivautuvien lierojen (kasteliero) määrä selvitetään sinappiliuosta apuna käyttäen. Peltomaan vedenjohtavuutta selvitetään kaatamalla vettä noin 5 cm kerros maahan painettuun renkaaseen ja mittaamalla aika, joka kuluu veden imeytymiseen maahan. Maan mikrobien aktiivisuutta selvitetään maahengitystä mittaamalla. Maahan painettuun kammioon kertyvän hiilidioksidin määrää mitataan ns. Dräger-putkilla. Peltomaan laatutestiin kuuluu myös pohjamaan vedenjohtavuuden mittaaminen, mutta sitä ei hankkeessa kokeiltu, koska menetelmässä tarvittavaa erikoiskairaa ei ollut saatavilla.

Pellolla tehdyt havainnot ja mittaustulokset tallennetaan ja tulokset lasketaan tietokoneella testiin kuuluvaa Excel-pohjaista havainto- ja tuloslomaketta käyttäen. Lopputuloksena tulostuu ympyrädiagrammi (kuva 15), joka kertoo maan laadusta lohkoilla. Diagrammissa hyvät tulokset ovat lähellä arvoa 10 ja huonot lähellä nollaa (Peltomaan laatutesti 2006).

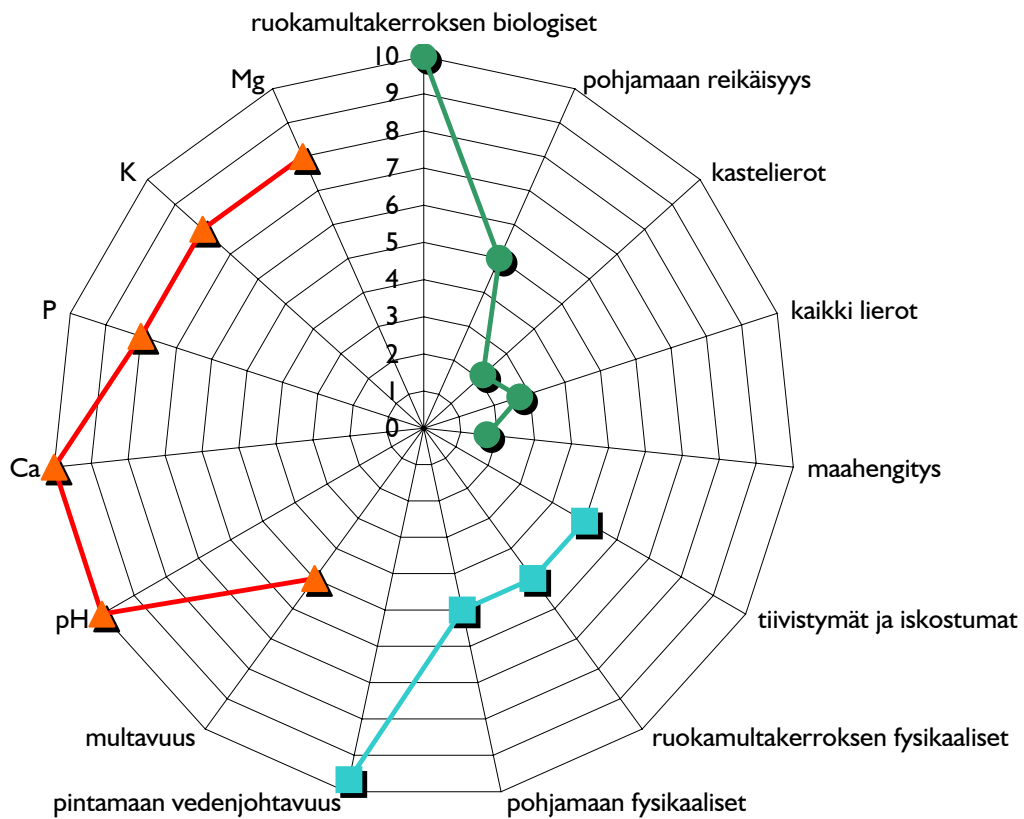
Ruokamultakerroksen biologisten ominaisuuksien osalta kahdella lohkoilla oli erittäin hyvä tilanne ja muilla lohkoilla olisi parantavista toimenpiteistä hyötyä. Kolmella lohkoilla tilanne oli huolestuttava. Pohjamaan reikäisyyden (lierokäytävät, juurikanavat) osalta tilanne oli välttävää puolella lohkoista, ja erittäin hyvä tilanne oli vain kolmella lohkoilla. Niin kaste- kuin muidenkin lierojen osalta tilanne oli huolestuttava kaikilla lohkoilla. Myös maahengityksen tilanne oli huolestuttava muilla paitsi yhdellä lohkoilla. Tiivistymien ja iskostumien suhteen 14 lohkoa sai arvion välttävää, ja vain yksi



Kuva 13. Maahan kaivetusta kuopasta ja maalohkareista on hyvä tutkia maan rakennetta.



Kuva 14. Pintamaan vedenjohtavuuden mittaus onnistuu yksinkertaisilla välineillä, mutta maahengityksen mittaus vaatii jo erikoisvälineitä. Penetrometrillä voidaan tutkia maan tiiviyyttä.



Kuva 15. Esimerkki peltomaan laatutestin tuloksista. Diagrammissa vihreä kuvaa maan laadun biologista, sininen fysikaalista ja punainen kemiallista tilaa lohkoilla. Arvot 9 - 10 merkitsevät erittäin hyvää, 7 - 8 tyydyttävän hyvää, 5 - 6 välttävää ja 0 - 4 huolestuttavaa tilannetta lohkoilla (Peltomaan laatutesti 2006).

lohko oli luokassa erittäin hyvä. Ruokamultakerroksen fysikaalisten ominaisuuksien suhteen tilanne ei ollut myöskään kovin hyvä, sillä 6 lohkoilla tilanne oli huolestuttava ja 8 välttävää. Pohjamaan fysikaalisten ominaisuuksien suhteen puolella lohkoista tilanne oli huolestuttava ja lopuilla välttävää. Pintamaan vedenjohtavuus puolestaan oli lähes kaikissa lohkoissa erittäin hyvä. Multavuudeltaan 14 lohkoa oli välttävää ja loput erittäin hyviä (liite 1).

Yksittäisinä havaintoina mallasohralohkoilta voidaan todeta, että pohjamaan reikäisyydessä parhaat arvot saaneilla lohkoilla myös satotaso oli korkein. Alhaisimmat sadot puolestaan saatiin lohkoilta, joilla penetrometrimittauksissa vastus siirtyi "punaiselle alueelle" jo 13 - 20 cm:ssä.

Saatujen tulosten perusteella lohkojen biologisissa ja fysikaalisissa ominaisuuksissa on parannettavaa. Todellisuudessa tilanne ei kuitenkaan liene aivan niin heikko, mitä tulokset osoittavat. Kolmella ti-

lalla maan todettiin olevan liian kuivaa testin tekemiseksi, jolloin saatuja tuloksia ei voi pitää täysin luotettavina. Muillakin tiloilla maa oli suhteellisen kuivaa. Esimerkiksi vähäiseen lieromäärään saattoi olla syynä se, että kastelierot olivat kaivautuneet todella syvälle maahan sinappiliuoksen ulotumattomiin.

Maahengityksestä saadut tulokset voivat olla myös liian alhaisia. Mittauksen lopputulos riippuu maan lämpötilasta siten, että alhaisemmassa lämpötilassa saavutettu sama hiilidioksidipitoisuus antaa korkeamman maahengitystuloksen kuin korkeammassa lämpötilassa saavutettu. Alhaisissa hiilidioksidipitoisuuksissa lämpötilan vaikutus lopputulokseen on vähäisempi kuin korkeissa pitoisuuksissa. Nyt hankkeessa tehdyissä mittauksissa ei mitattu maan lämpötilaa vaan lämpötilana käytettiin ilman lämpötilaa. Maan lämpötila on kuitenkin yleensä syksyisin ilman lämpötilaa alhaisempi.

Toisaalta pintamaan veden johtavuudesta saattoi tulla liian hyviä tuloksia. Kosteusolot vaikuttavat maan kykyyn imeä vettä, ja maan kosteus onkin pyrittävä vakioimaan kostuttamalla maa ennen varsinaista mittausta. Nyt lohkot olivat vähäsatteisen kesän ja alkusyksyn jäljiltä kovinkin kuivia, jolloin tulokset voivat olla liian korkeita, jos alkukostutus on ollut liian vähäistä.

Punainen alue tuli vastaan 2 - 65 cm syvyydessä. Kuudella lohkolla päästiin korkeintaan 30 cm syvyyteen ennen punaista aluetta ja toisaalta vähintään 50 cm syvyyteen päästiin 4 lohkolla. Kasvien kasvun kannalta olisi tärkeää, että näin tiivis kerros on mahdollisimman syvällä.

Maan laatutulosten yhteys muihin tuloksiin on esitetty liitteessä 1 vilja- ja rypsilohkojen osalta.

6.2

Penetrometrimittaukset laatutestin täydentäjänä

Hankkeessa testattiin maan laadun arvioinnin apuna lisäksi maan tiivistymistä mittaavaa penetrometriä (DICKY-john®), joka on mainittu myös ympäristötukiehdotuksessa kuoppahavaintoja täydentävänä menetelmänä (MMM 2006). Tässä menetelmässä maahan työnnetään piikki, jonka kärkeen kohdistuvan maan vastuksen suuruus on luettavissa penetrometrin mittariosasta. Mittarilukemien suhteesta juuriston kasvuedellytyksiin on annettu joitakin suuntaa-antavia arvoja. Maan kosteus vaikuttaa mittaustuloksiin. Kun kosteuspitoisuus on hyvin korkea, mittaustulokset voivat olla harhaanjohtavan matalia. Kuivassa maassa lukemat voivat olla todellista korkeampia (Palola. net 2006).

Asteikolta saatavilla luvuilla ei kuitenkaan ole varsinaista käyttöä maatilalla. *Tärkeämpää on mittausvaiheessa tuntea, kuinka maa vastustaa eri syvyyksillä ja eri osissa lohkoa eri tavoin kärjen tunkeutumista maahan ja samalla miettiä, mikä kyseisellä syvyydellä voi aiheuttaa vastuksen kasvamisen.*

Penetrometrin mittari on jaettu vihreään, keltaiseen ja punaiseen alueeseen. Vihreän ja keltaisen raja-arvo kuvaa sitä syvyyttä, jossa on esimerkiksi kyntöantura tai muu muokkauksella aikaansaatu tiivistymä. Kun lukema siirtyy punaiselle alueelle, on vastus jo niin suuri, että juurten kasvu murujen lomitse syvempiin maakerroksiin on estynyt, ja ainoana reittinä syvemmälle ovat aikaisempien kasvukausien juurikanavat ja kastelierojen käytävät (Pirhonen 2006).

Tehdyissä mittauksissa ensimmäinen tiivistymä tuli vastaan noin 20 - 30 cm syvyydessä 12 lohkolla. Parilla lohkolla tiivistymä oli noin 15 cm syvyydellä ja kolmella lohkolla 7 - 10 cm:ssä. Yksi lohko oli tiivistynyt heti pinnan alta. Syvemmillä olevat tiivistymät ovat todennäköisesti kynnöstä peräisin, mutta matalammalla olevien tiivistymien syyn selvittäminen vaatisi tarkempaa tietoa viljelytekniikasta lohkoilla.

7 Johtopäätökset

Savijoen jatkohankkeessa testattiin käytännön viljelyksillä maan mineraalityypen ja kasvien lehtivihreäpitoisuuden mittausta. Lisäksi laskettiin ravinnetaseita ja tehtiin peltomaan laatutesti. Kaikkia näitä menetelmiä on myös esitetty uusiksi ympäristötuen lisätoimenpiteiksi vuonna 2007 käyttöönotettavaan ympäristötukijärjestelmään. Toimenpiteillä pyritään parantamaan ravinteiden käytön tehokkuutta, mutta mikään näistä ei sellaisenaan vähennä ravinnepestöjä vaan niiden tulee johtaa tarvittaessa muutoksiin viljelykäytännöissä. Toimenpiteiden johtaessa konkreettisiin toimiin pellolla hyötyvät sekä ympäristö että viljelijä. *Kasvien tehokas ravinteidenotto vähentää sekä ravinteiden huuhtoutumista että kaasumaisia häviöitä. Samalla viljelijä saa taloudellista hyötyä, kun sama satotaso saavutetaan entistä vähäisemmällä lannoituksella tai sato kasvaa lannoituksen pysyessä ennallaan.*

7.1

Keväinen liukoisen typen määrä maassa

Maan liukoisen typen määrittäminen alkaa näytteenotolla muutamia päiviä ennen kylvöä. *Näytteenotto on ensimmäinen kriittinen vaihe typen määrittämisessä.* Todellisen tilanteen esiin saamiseksi näytteitä on otettava riittävästi, sillä mineraalityypimäärät vaihtelevat paljon pellon eri osissa. *Seuraava vaikeus liittyy näytteiden säilytykseen.* Parhaassa tapauksessa näytteet analysoidaan heti näytteenoton jälkeen, mutta aina tämä ei ole mahdollista. Näytteitä voidaan säilyttää vain hyvin lyhyitä aikoja viileässä, mutta muuten näytteille suositellaan pakastusta.

Tämän jälkeen on valittava määrittämenetelmäksi joko pikamäärittäminen (esim. Tyypilaukku) tai laboratoriomittaus. Tuoreen näytteen laboratoriomittaukset onnistunevat käytännössä vain laboratorioita lähellä olevilla alueilla, ja silloinkin vain, jos analyysin tarkasta ajankohdasta pystytään etukäteen sopimaan. Pakastettujen näytteiden kohdalla ongelmana on taas näytteiden toimitus laboratorioon niin, että ne eivät pääse täysin sulamaan ja lämpenemään ennen näytteen jatkokäsittelyä. Lisäksi näytteenoton ja analyysin keskittyminen muutama viikkoon hankaloittaa laboratoriomittauksia. Laboratoriomäärittäksen etuna on uutun tehokkuus ja itse tyypianalyysin tarkkuus.

Tyypilaukun käyttö liukoisen typen määrittämiseen on suhteellisen helppoa, mutta vaatii käyttäjältä huolellisuutta. Savipitoisten maiden mittaus uuttoon ja tasaisen maa/uuttoliuossuspension aikaansaaminen on vaikeaa erityisesti näytemaan ollessa märkää. Keveiden maiden kohdalla tässä ei ole ongelmaa. Savimaista tehty uutokset eivät myöskään kirkastu samalla tavalla kuin muista maista tehty. Tällöin analyysiliuos saa myös maasta tummaa väriä, ja typpimäärän lukeminen värivertailuna vertailutaulukosta saattaa tuntua vaikealta.

Laboratoriossa ammoniumtyppi saadaan helposti analysoitua yhdessä nitraattitypen kanssa, mutta Tyypilaukku-menetelmällä ammoniumtyppi vaatii lisätoimia. Pelkän nitraattitypen määrittämiseen riittää uuttoliuokseksi vesi, mutta ammoniumtyppi uutetaan KCl-liuoksella. Ammoniumtyypinäytteet vaativat aina myös uutoksen suodattamisen, natriumhydroksidilisäyksen sekä ammoniumtyypiliuoskojen käytön. Kemira GrowHow myy eri tavoin varusteltuja Tyypilaukkuja, ja esimerkiksi ammoniumtyypivälineistö sisältää automaattisesti vain Tyypilaukku 2:een. Etukäteen tulee tietää, kuinka kattava välineistö todella tarvitaan, jotta ei tehdä turhia hankintoja.

Keväisen liukoisen typen määrittäminen -lisätoimenpiteen käytännön toteutusohjeita laadittaessa, tulee tehdä päätös siitä, otetaanko sekä nitraatti- että ammoniumtyppi mukaan määrittämiseen. Hankkeessa saatujen tulosten perusteella vaikuttaa siltä, että keväällä maassa olevasta tyyppistä on suurin osa nitraattimuodossa, jolloin suurimmalla osalla lohkoja riittäisi keväällä tehty nitraattitypen määrittäminen. Ammoniumtyypimäärittäminen saattaa olla paikallaan esimerkiksi silloin, kun lohkolle on levitetty orgaanista lannoitetta, runsaan vihermassan maahan muokkauksen tai voimakkaasti lannoitetun erikoiskasvin jälkeen sekä lohkon ollessa erittäin runsasmultainen. *Maan tilavuuspaino tulisi myös huomioida laskelmissa esimerkiksi viljavuusanalyysin multavuuden perusteella, jotta maiden erilaisista multavuuksista ei aiheudu turhaa virhettä tuloksiin.* Toimenpiteestä ei saa kuitenkaan tehdä liian monimutkaista, jotta se on todellinen vaihtoehto lehtivihreäpitoisuusmittauksille, joita on esitetty toiseksi menetelmäksi kyseessä olevaan lisätoimenpiteeseen.

Kasvuston lehtivihreäpitoisuuden mittaus

Lehtivihreäpitoisuuden mittaus on nopea ja helppo toimenpide käytetään siihen sitten ns. lehtivihreäkortteja tai erityistä lehtivihreämittaria. Erityisesti kalliimpi lehtivihreämittari voidaan hankkia usean tilan yhteiseksi tai pyytää neuvojaa tekemään mitaukset suoraan pellolla. Myös useat maatalouskaupat ovat viime vuosina tarjonneet lehtivihreän mittaushetimitä asiakkailleen.

Lehtivihreäpitoisuuden määrittämisen ongelmat liittyvät tulosten tulkintaan. Lehtivihreäarvoille on käytössä suositusrajoja. Mahdollisen lisälannoituksen mitoitusta varten lohkolla tarvitaan kuitenkin ns. lannoitusikkuna, jotta kasvien typen saannin riittävydestä voidaan tehdä luotettavia johtopäätöksiä. Lehtivihreäpitoisuusmittausten yhteydessä lohkolla tulee tehdä myös muita havaintoja (esim. kasvuston rehevyys, ravinteiden puutosoireet kasveissa, kasvitaudit, maan kosteus-tila), joita hyödynnetään jatkotoimenpiteitä valittaessa (mm. lisälannoitus, kasvunsaateet, tautitorjunta). *Lehtivihreäpitoisuuden mittaus voidaan myös yhdistää maan liukaisen typen määrittämiseen.* Jos lehtivihreämittauksissa on todettu typen puute, voidaan maan mineraalitiypen pikamäärittämisellä varmistaa, onko maassa todella vähän käyttökelpoista typpeä vai johtuuko lehtivihreämittauksin todettu typen puute muista tekijöistä.

Ravinnetaseiden laskenta

Ravinnetaseiden laskenta ei vaadi mitään erityisvälineitä eikä monimutkaisia laskentakaavoja. *Perusohjeet laskentaan on annettava tukiohjeissa,* jotta laskelmiin mukaan otettavat tekijät olisivat kaikilla yhtäläiset. Laskentaan voi pyytää apua myös neuvojilta tai käyttää apuna erilaisia laskentaohjelmia. *Ravinnetasetarkastelussa on tärkeää tutkia usean vuoden tuloksia.* Jotta tulokset eri vuosilta olisivat vertailukelpoisia, on suositeltavaa, että laskelmat tehdään vuosittain samalla tavalla. Jos menetelmää vaihtaa, on myös selvitettävä erot uuden ja vanhan menetelmän välillä.

Laskennassa on tärkeää käyttää todellisia lannoitusmääriä, satoja sekä mahdollisuuksien mukaan myös sadosta mitattua valkuaispitoisuutta. Mineraalilannoitteiden mukana tulevan typen ja fosforin määrä on helposti saatavissa, mutta orgaanisten lannoitteiden mukana tuleviin ravinne-
määriin liit-

tyy epävarmuutta. Taulukkoarvojen sijasta kaikilla tulisi olla tiedossa käytetyn karjanlannan ravinnepitoisuus ja mahdollisimman tarkka käyttömäärä. Erityisesti luomutiloilla käytetyn viherlannoitusnurmen tai biologisen typensidonnan mukana tulevat ravinne-
määrät ovat vielä epävarmemmin tiedossa. Lisäksi tulee yhteisesti päättää, *mikä osuus erilaisten orgaanisten lannoiteaineiden ravinteista otetaan laskelmiin mukaan.*

Tiloilla, joilla punnitaan kaikki vilja tai muut tuotteet viimeistään myynnin yhteydessä, ei kokonaissatomäärän arvioinnissa ole ongelmia. Tilanne on kuitenkin toinen laatumien ja yleensä nurmisa-
don sekä olkien käytön yhteydessä. Ympäristötukiohjeiden yhteydessä onkin *annettava ohjeita sadon määrän arviointiin tilanteissa, jossa tuotetta ei punnita ennen käyttöä.* Eri kasvien kokonaissadosta on helppo laskea niiden keskimääräiset hehtaarisadot laskentaa varten. *Keskiarvosadon sijasta olisi kuitenkin suositeltavampaa käyttää lohkokokoista satoa.* Jos oikeaa lohkolta saatua satoa ei tiedetä, kannattaa keskiarvosatoa soveltaa lohkokokoisesti sadonkorjuun yhteydessä tehtyjen karkeiden satoarvoien perusteella. On turha heikentää korkean sadon tuottavien lohkojen ravinnetaseita liian alhaisilla satotiedoilla ja vastaavasti nostaa huonokuntoisten lohkojen tuloksia liian korkeilla satotiedoilla. *Vääristyneet ravinnetasetulokset vääristävät edelleen niiden perusteella suunniteltavia ja toteutettavia ravinteiden käyttöä tehostavia toimenpiteitä.*

Sadosta ei myöskään aina määritetä sen valkuais- tai typpipitoisuutta ja vielä harvemmin fosforipitoisuutta. Tukiohjeissa on neuvottava, miten laatuanalyysin valkuaispitoisuus muutetaan typpipitoisuudeksi. Lisäksi ohjeissa on annettava eri kasvien ja niiden satotuotteiden typpi- ja fosforipitoisuuksille oletusarvoja, joita voi käyttää ellei näistä ole tarkempaa tietoa käytettävissä.

Peltojen kasvukunnon kartoitus

Peltojen kasvukunnon kartoitukseen liittyy pelto-
maan laatu-
testi, joka julkaistiin syyskuun lopussa 2006. Laatu-
testin itse-
arviointiosa ja kuop-
pahavainnot eivät vaadi erityisiä mittausvälineitä, ja niistä on saatavilla hyvin kattavat ohjeet internetin kautta. Huolellisen ohjeisiin perehtymisen jälkeen viljelijöiden on mahdollista tehdä arvioinnit ja havainnot itse. Mikäli kuitenkin haluaa käyttää neuvojaa apuna, on *ehdottoman tärkeää, että viljelijä itse osallistuu mittauksiin.* Vain viljelijä voi yhdistää vuosien aikana lohkolla tekemänsä toimenpiteet ja havainnot tarkemmissa mittauksissa saatuihin tuloksiin.

Peltomaan laatutestin tulosten laskentaan on tietokonepohjainen laskentaohjelma, joka antaa tulokseksi numeron ja lyhyen sanallisen arvion maan laadusta. Jotta menetelmä olisi kaikkien viljelijöiden ulottuvilla, on mietittävä, onko tietokoneohjelma ainoa mahdollisuus yksittäisten laatutestihavaintojen yhdistämiseen laajemmiksi kokonaisuuksiksi. Kuten lehtivihreä- ja ravinnetasemäärityksissä myös kasvukunnon kartoituksessa suurimmat haasteet liittyvät kuitenkin tulosten lopulliseen tulkintaan ja niistä johdettaviin muutoksiin viljelytekniikassa. Mittausten toistaminen useana vuonna peräkkäin, erilaisilla peltolohkoilla ja erilaisina kasvukausina opettaa kuitenkin viljelijää tulkitsemaan tuloksia ja arvioimaan niiden vaikutuksia viljelyyn.

7.5

Lopuksi

Kokonaisuutena kaikki ympäristömittauksiin liittyvät toimenpiteet ovat vaativia. Itse lisätoimenpiteen vaatima mittausta tai laskenta saattaa onnistua helposti ja nopeasti sekä lopulta käytännön toteutuskin voi olla yksinkertaista. Toimenpiteen vaativuus kohdistuu näiden kahden vaiheen välille, miten paperilla olevasta mittaustuloksesta tehdään oikeat johtopäätökset käytännön viljelytyöhön. Ympäristö - ja samalla viljelijä - hyötyy vain konkreettisista toimenpiteistä ympäristön parhaaksi.

Kirjallisuus

- Allison, E. & Jones, C. 2006. Accuracy of quick soil nitrate tests in Montana. *Fertilizer Facts* 39 (May 2006). 2 s. <http://landresources.montana.edu/fertilizerfacts/pdf/FF39.pdf>.
- Ekholm, P. 2004. Fosforikuormituksen riippuvuus pellon fosforitaseesta. Teoksessa: Ahtela, I. & Poikolainen, P. (toim.). Ravinnetaseseminaari Uudenmaan ympäristökeskuksessa 25.11.2004. Uudenmaan ympäristökeskus. Monisteita 148. Helsinki: Uudenmaan ympäristökeskus. s. 22-23.
- Ekholm, P., Turtola, E., Grönroos, J., Seuri, P. & Ylivainio, K. 2005. Phosphorus loss from different farming systems estimated from soil surface phosphorus balance. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 110: 266-278.
- Ekholm, P., Turtola, E., Grönroos, J., Seuri, P. & Ylivainio, K. 2006. Fosforitase huuhtoumien arvioinnissa. Teoksessa: Alakukku, L. (toim.). Maaperän prosessit - pellon kunnon ja ympäristönhoidon perusta. Maa- ja elintarviketalous 82. Jokioinen: MTT. s. 33-36. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met82.pdf>.
- Esala, M.J. 1994. Deep-freezing pretreatment and time of extraction of soil samples for inorganic nitrogen determination. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 25, 5&6: 651-662.
- Esala, M.J. 1995. Changes in the extractable ammonium- and nitrate-nitrogen contents of soil samples during freezing and thawing. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 26, 1&2: 61-68.
- Farmit 2006. Kasvustomittaukset. http://www.farmit.net/farmit/fi/03_kasvinviljely/10viljan-laatu/01_ISO-VILJA-teknologia/02_kasvustomittaukset/index.jsp (12.6.2006).
- Kemira GrowHow 2004. Käyttöohje. Typpilaukku 2. Ympäristöehtojen mukainen mittauspaketti (nitraatti- ja ammoniumtyppi). Helsinki: Kemira GrowHow. 7 s.
- Kemira GrowHow 2006. Typpilaukku. <http://www.kemira-growhow.com/FIN/fi/Products/Inter-mediate+Products> (22.6.2006).
- Koivunen, K. 2006. Viljavuuspalvelu Oy. Sähköpostit 20.6. ja 16.8.2006.
- Kulmala, A. 2005. Tilakohtainen ympäristöneuvonta ja alueellinen yleissuunnittelu. Savijoen maatalouspilotin loppuraportti. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 6/2005. Turku: Lounais-Suomen ympäristökeskus. 49 s. + liitteet. <http://www.ymparisto.fi/los>.
- Kulmala, M. 2006. Lehtivihreämittaus antaa ennakkotietoa sadosta. *Maaseudun Tulevaisuus* 12.6.2006. s. 9.
- Leppänen, A. & Esala, M. 1999. Keväisen mineraalityppianalyysin käyttö lannoitustarpeen ennustamiseen. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 65. Jokioinen: MTT. 25 s. + liitteet.
- Manninen, P. 2004. Maatilojen ravinnetaselaskelmat Isojärven alueella Mäntsälässä ja Pornaisissa. Uudenmaan ympäristökeskus. Monisteita 139. Helsinki: Uudenmaan ympäristökeskus. 33 s. + liitteet.
- Marttila, J. 2005. Maatalouden typpi- ja fosforitaseet Tuusulanjärven valuma-alueella 1990 - 2004. Uudenmaan ympäristökeskus. Monisteita 170. Helsinki: Uudenmaan ympäristökeskus. 27 s. + liite.
- Marttila, J. & Ahtela, I. 2006. Esimerkki ravinnetasetulkinnasta. Ravinnetase vesiensuojelun apuvälineenä -jatkoehanke. Helsinki: Uudenmaan ympäristökeskus. 8 s. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=49662&lan=fi> (8.9.2006).
- Marttila, J., Vahtera, H., Granlund, K. & Lahti, K. 2005. Ravinnetase vesiensuojelun apuvälineenä. Uudenmaan ympäristökeskus. Monisteita 155. Helsinki: Uudenmaan ympäristökeskus. 94 s. + liitteet.
- Merck 2006. Nitrate Test. <http://pronet-internet.merck.de/Attachment/9200.ProNet.pdf?file> (17.8.2006).
- MMM 2004. Horisontaalisen maaseudun kehittämisohjelman väliarviointi. Manner-Suomi. MMM:n julkaisuja 1/2004. Helsinki: MMM. 272 s. + liitteet. http://www.wb.mmm.fi/julkaisut/julkaisusarja/MMMjulkaisu2004_1.pdf.
- MMM 2006. Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelma. Esitys 3.8.2006. 444 s. http://www.mmm.fi/attachments/5guynggYN/5hRlj4f9D/Files/CurrentFile/Esitys_Manner-Suomen_maaseudun_kehittamisohjelmaksi_3.8.2006.pdf.
- Mulvaney, R.L. 1996. Nitrogen - inorganic forms. Teoksessa: Sparks, D.L. (toim.). *Methods of soil analysis: chemical methods*. Part 3. SSSA Book Series number 5. Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America & American Society of Agronomy. s. 1123-1184.
- Mäntylähti, V., Kleemola, J., Toimela, M. & Ristimäki, L. 2005. Hallitse typen liikkeitä. *Leipä leveämmäksi* 4/2005: 30-35.
- Nitraattidirektiivi 1991. Neuvoston direktiivi vesien suojelemisesta maataloudesta peräisin olevien nitraattien aiheuttamalta pilaantumiselta (91/676/ETY). http://europa.eu.int/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&numdoc=31991L0676&model=guichett&lg=fi.
- OECD 2001. Environmental indicators for agriculture. Volume 3. Methods and results. Paris: OECD Publications. 400 s. <http://213.253.134.29/oecd/pdfs/browseit/5101011E.PDF>.
- Palola.net 2006. Penetrometri tunnistaa maan tiivistymisen. http://www.palola.net/sct_suom.pdf (14.9.2006).
- Peltomaan laatutesti 2006. <http://www.agronet.fi> > Kasvi > Peltomaan laatutesti (28.9.2006).
- Peltonen, J. 1997. Lisätypen tarve selviää lehtivihreämittarilla. *Leipä leveämmäksi* 3/97: 16.
- Peltonen, J., Virtanen, A. & Haggren, E. 1995. Using a chlorophyll meter to optimize nitrogen fertilizer application for intensive-managed small-grain cereals. *J. Agronomy & Crop Science* 174: 309-318.
- Pirhonen, J. 2006. ProAgraria Farma. Sähköposti 29.9.2006.
- Pulkkinen, J. 2006. Kemira GrowHow Oyj. Sähköpostit 14.8. ja 16.8.2006.
- Puustinen, M. 1999. Viljelymenetelmien vaikutus pintaeroosioon ja ravinteiden huuhtoutumiseen. *Suomen ympäristö* 285. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 96 s. + liitteet.
- Pyykkönen, S. & Grönroos, J. 2004. MYTVAS-haastattelut 2003. Yläneenjoen, Savijoen ja Löytäneenjoen tutkimusalueiden tuloksia. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 23 s. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=30113&lan=fi>.
- Ravinnetaseopas 2001. Rajala, J. (käsikirjoitus). Kestävä maatalous Vantaanjoella -projekti. Helsinki: Uudenmaan ympäristökeskus. 31 s.
- Saarijärvi, K., Karppinen, M. & Virkajärvi, P. 2006. Typpifraktioiden dynamiikka sekä nurmen typenotto sonta- ja virtsalaikuissa. Teoksessa: Virkajärvi, P. & Uusi-Kämpä, J. (toim.). Laitumien ja suojavähykkeiden ravinnekierto ja ympäristökuormitus. Maa- ja elintarviketalous 76. Jokioinen: MTT. s. 37-54. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met76.pdf>.
- Salo, T. 2006. MTT. Sähköpostit 15.9.2006 ja 15.11.2006.

- Salo, T., Kokkonen, A. & Esala, M. 2006 a. Typenkäytön hallinta. Teoksessa: Alakukku, L. (toim.). Maaperän prosessit - pellon kunnan ja ympäristönhoidon perusta. Maa- ja elintarviketalous 82. Jokioinen: MTT. s. 50-57. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met82.pdf>.
- Salo, T., Lemola, R., Rankinen, K., Granlund, K. & Esala, M. 2004. Typpitaseen seuranta valtakunnallisesti ja alueellisesti. Teoksessa: Turtola, E. & Lemola, R. (toim.). Maatalouden ympäristötuen seuranta MYTVAS 2. Osahankkeiden 2-7 väliraportit 2000-2003. Maa- ja elintarviketalous 59. Jokioinen: MTT. s. 65-83. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met59.pdf>.
- Salo, T. & Turtola, E. 2006. Nitrogen balance as an indicator of nitrogen leaching in Finland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 113: 98-107.
- Salo, T., Turtola, E. & Grönroos, J. 2006 b. Typpitaseen käyttö huuhtoutumisen arvioinnissa. Teoksessa: Alakukku, L. (toim.). Maaperän prosessit - pellon kunnan ja ympäristönhoidon perusta. Maa- ja elintarviketalous 82. Jokioinen: MTT. s. 68-72. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met82.pdf>.
- Schaefer, N.L. 1986. Evaluation of a hand held reflectometer for rapid quantitative determination of nitrate. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 17, 9: 937-951.
- Schmidhalter, U. 2005. Development of a quick on-farm test to determine nitrate levels in soil. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 168: 432-438.
- Schmidhalter, U. 2006. Technical University of Munich. Sähköposti 22.8.2006.
- Sippola, J. 1981. Viljelymaan typpivarat. *Koetoiminta ja käytäntö* 38 (24.11.1981): 51.
- Sippola, J. 1985. Maan typpivarat ja typpilannoitus. *Koetoiminta ja käytäntö* 42 (28.5.1985): 36.
- Sippola, J. 1986. Maan typpivarojen mineraloituminen. *Koetoiminta ja käytäntö* 43 (25.11.1986): 67.
- TIKE 2006. Viljelykasvien sato vuonna 2005. <http://www.matilda.fi> (1.9.2006).
- Turtola, E., Uusitalo, R., Lemola, R., Eskelinen, J. & Kaseva, A. 2003. P and N in runoff from a heavy clay soil under reduced tillage. Teoksessa: Niemeläinen, O. & Topi-Hulmi, M. (toim.). Proceedings of the NJF's 22nd congress Nordic Agriculture in Global Perspective, July 1-4, 2003, Turku, Finland. Jokioinen: MTT. s. 41. https://portal.mtt.fi/pls/portal/docs/FOLDER/AGRONET/YHTEISET_HANKKEET/NJF/NJF2003/25.PDF.
- Uusi-Kämpä, J., Saarijärvi, K., Palojärvi, A., Rankinen, K., Regina, K., Maljanen, M. & Virkajärvi, P. 2006. Laitumen ja suojakaitan typpitalous. Teoksessa: Alakukku, L. (toim.). Maaperän prosessit - pellon kunnan ja ympäristönhoidon perusta. Maa- ja elintarviketalous 82. Jokioinen: MTT. s. 57-68. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met82.pdf>.
- Viljavuuspalvelu 1995. Viljavuustutkimuksen tulkinta peltoviljelyssä. Mikkeli: Viljavuuspalvelu Oy. 30 s.
- Vuori, S. 2006 a. Lehtivihreä kertoo kasvin typpitilanteen. *Maatilan Pellervo* 6M/2006: 12-14.
- Vuori, S. 2006 b. Kasvuston paino ja lämpösusma ennustavat satoa. *Maatilan Pellervo* 6M/2006: 15.
- Ylivainio, K., Esala, M. & Turtola, E. 2002. Luonnonmukaisen ja tavanomaisen viljelyn typpi- ja fosforihuuhtoumat. Kirjallisuuskatsaus. Maa- ja elintarviketalous 12. Jokioinen: MTT. 74 s. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met12.pdf>.

Yhteenvedo kevätvehnä-, mallasohra- ja rypsilohkojen tuloksista

Lohko	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ala ha	5,14	3,53	4,86	6,15	5,82	2,80	7,27	2,47	11,70	3,35	2,96	5,27	11,88	1,87	6,47
Maalaji	HeS	HeS	He	HeS	HeS		ljs	HeS	HeS	HeS	ljs	HeS	HeS	HeS	
Multavuus	m	m	m	m	m		m	rm	m	m	rm	m	m	m	
pH	6,8	6,3	5,3	5,9	5,6		4,8	5,5	6,6	6,4	6,6	6,7	5,8	6,3	
Vijjavuoluokka P	korkea	tyydyt.	vältt.	tyydyt.	tyydyt.		hyvä	hyvä	tyydyt.	tyydyt.	korkea	korkea	tyydyt.	hyvä	
Vijjelykasvi	k-vehnä	k-vehnä	k-vehnä	k-vehnä	k-vehnä		m-ohra	m-ohra	m-ohra	m-ohra	m-ohra	m-ohra	m-ohra	rypsi	rypsi
Sato kg/ha	3800	4000	5000	4800	4330	4500	2800	2800	4800	4800	5800	7800	3350	1600	1700
Lannoitus (lannoite+siemen) kg N/ha	105	135	135	116	116	109	80	80	109	109	85	85	106	91	104
Lannoitus (lannoite+siemen) kg P/ha	1	1	1	18	18	9	11	11	9	9	1	1	16	0	8
% N hyväksi	76	68	84	76	75	78	65	65	75	75	107	146	58	61	56
% P hyväksi	25	126	157	95	83	173	78	78	188	187			72		167
Tase kg N/ha	-10	43	20	28	29	24	28	28	27	27	-5	-39	45	36	45
Tase kg P/ha	-3	-3	-7	1	3	-7	3	3	-8	-8	-17	-23	4	-13	-5
Kevät 2005	5,6	5,6	11,2	5,6	16,8	22,4	5,6	3,4	5,6	3,4	11,2	16,8	5,6	5,6	11,2
Lippulehtivaihe	11,2	22,4	28,0	16,8	28,0	16,8	16,8	11,2	16,8	11,2	5,6	5,6	28,0	33,6	44,8
Puinin jälkeen	7,8	1,1	11,2	3,4	11,2	3,4	5,6	16,8	11,2	3,4	7,8	11,2	7,8	5,6	22,4
Marraskuu 2005	5,6	5,6	16,8	5,6	16,8	2,2	5,6	2,2	3,4	2,2	7,8	7,8	3,4	11,2	11,2
Kevät 2006	11,2	2,2	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	11,2	16,8	16,8	16,8	16,8	3,4	11,2	5,6
Ruokamultakerroksen biologiset	7,5	5,0	5,0	5,0	7,5		7,5	7,5	7,5	10,0	5,0	10,0	5,0	2,5	2,5
Pohjamaan reikäisyys	5,0	5,0	5,0	7,5	5,0		7,5	7,5	7,5	5,0	10,0	10,0	7,5	5,0	5,0
Kasteliero	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1		0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Muut lierot	2,6	2,6	4,1	4,1	0,6		2,4	4,1	2,4	0	0,7	1,1	2,4	2,4	2,4
Maahengitys	3,2	3,2	2,0	1,5	2,7		0,3	-0,1	1,5	1,7	3,5	2,9	1,9	0,3	0,3
Tiivistymät ja iskostumat	5	5	5	5	5		5	5	10	5	5	5	5	5	5
Ruokamultakerroksen fysikaaliset	2,0	2,0	6,0	5,0	8,3		4,0	4,0	6,0	5,0	6,0	6,0	7,0	6,0	6,0
Pohjamaan fysikaaliset	0,0	0,0	2,5	5,0	5,0		5,0	2,5	5,0	5,0	0,0	2,5	5,0	0,0	0,0
Pintamaan vedenjohtavuus	10,0	10,0	9,7	9,7	9,2		9,7	9,7	9,7	9,7	10,0	9,9	9,7	9,6	9,6
Multavuus	5	5	5	5	5		5	5	5	5	5	10	10	5	5
Vihreä alue cm	0-30	0-30	0-30	0-30	0-25		0-7	0-9	0-30	0-15	0-10	0-18	0-28	0-30	0-30
Punainen alue cm	>38	>38	>33	>49	>38		>20	>13	>40	>30	>31	>48	>55	>65	>65
Penetro-															

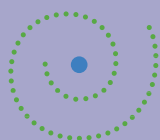
KUVAILULEHTI

<i>Julkaisija</i>	Lounais-Suomen ympäristökeskus			<i>Julkaisu-aika</i> Marraskuu 2006
<i>Tekijä(t)</i>	Airi Kulmala			
<i>Julkaisun nimi</i>	Peltoviljelysten ympäristömittaukset Kokemuksia Savijoen valuma-alueelta 2005 - 2006 (Miljö-mätningar av åkerodlingar Erfarenheter från utrinningsområdet för Savijoki 2005 - 2006)			
<i>Julkaisusarjan nimi ja numero</i>	Lounais-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 7/2006			
<i>Julkaisun teema</i>				
<i>Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut</i>				
<i>Tiivistelmä</i>	<p>Savijoen maatalouspilotin jatkohanke toteutettiin Savijoen valuma-alueella kymmenen tilan kanssa MMM:n rahoituksella v. 2005 - 2006. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen johtamassa hankkeessa keskityttiin lannoitukseen ja maan laatuun liittyviin kysymyksiin, joissa yhdistyvät viljelyn ja ympäristön yhteiset hyödyt.</p> <p>Hankkeessa määritettiin jokaisen tilan kahdelta peltolohkolta maan nitraattityppipitoisuuksia eri vuodenaikoina ja eri tavalla viljellyillä pelloilla sekä verrattiin pikamenetelmällä (Typpilaukku) saatuja tuloksia laboratorioissa saatuihin tuloksiin. Erityisen kiinnostuksen kohteena oli typen määrä keväällä ennen kylvöä, sillä typpilannoituksen tarkentamista peltokasveilla on esitetty yhdeksi uudeksi ympäristötuen (v. 2007 - 2013) lisätoimenpiteeksi.</p> <p>Hankkeessa mitattiin kasvustojen lehtivihreäpitoisuuksia ja pohdittiin mittausten merkitystä muun muassa typen lisälannoitustarpeen määrittämisessä.</p> <p>Ympäristötukeen on ehdotettu myös ravinnetaseiden laskentaa, joka oli yksi hankkeen painopisteistä. Varsinaisen laskennan lisäksi selvitettiin typpi- ja fosforitaseiden yhteyttä eri kasvutekijöihin.</p> <p>Hankkeessa kokeiltiin tilakohtaisen peltomaan laatutestin kuoppahavainto-osuutta, jossa maasta havainnoidaan ruokamultakerroksen ja pohjamaan rakennetta. Lisäksi kokeiltiin myös testin täydentäviä osia, joihin kuuluu liero-havainnointi, pinta- ja pohjamaan vedenjohtavuus sekä maahengityksen mittaaminen.</p> <p>Hankkeen yhteydessä koottiin myös kooste alueella tehdyistä ympäristönhoitoa ja -suojelua koskevista selvityksistä, suunnitelmista ja tietolähteistä.</p>			
<i>Asiasanat</i>	mineraalityppi, nitraattityppi, lehtivihreämittaus, typen huuhtoutuminen, ravinnetase, peltomaan laatu, typpitase, fosforitase, ammoniumtyppi, maan rakenne			
<i>Rahoittaja/ toimeksiantaja</i>	Lounais-Suomen ympäristökeskus			
	ISBN (nid.) 952-11-2481-4	ISBN (PDF) 952-11-2482-2	ISSN (pain.) 1796-1750	ISSN (verkkoj.) 1796-1769
	<i>Sivuja</i> 40	<i>Kieli</i> suomi	<i>Luottamuksellisuus</i> julkinen	<i>Hinta (sis.alv 8 %)</i> -
<i>Julkaisun myynti/ jakaja</i>	Lounais-Suomen ympäristökeskus, PL 47, 20801 Turku, puh. (02) 525 3500			
<i>Julkaisun kustantaja</i>	Lounais-Suomen ympäristökeskus			
<i>Painopaikka ja -aika</i>	Karhukopio Oy, Turku 2006			

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Sydvästra Finlands miljöcentral			Datum November 2006
Författare	Airi Kulmala			
Publikationens titel	Peltoviljelysten ympäristömittaukset Kokemuksia Savijoen valuma-alueelta 2005 - 2006 (Miljömätningar av åkerodlingar Erfarenheter från uttrinningsområdet för Savijoki 2005 - 2006)			
Publikationsserie och nummer	Sydvästra Finlands miljöcentralers rapporter 7/2006			
Publikationens tema				
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt				
Sammandrag	<p>Det förlängda projektet för lantbrukspilotprojektet för Savijoki genomfördes på uttrinningsområdet för Savijoki tillsammans med tio gårdar och med finansiering av JSM åren 2005 - 2006. I det av Sydvästra Finlands miljöcentral ledda projektet koncentrerade man sig på gödsling och frågor förknippade med markkvaliteten, där en gemensam nytta för odlingen och miljön förenades.</p> <p>I projektet definierades markens nitratkvävehalter för två åkerskiften på varje gård och för åkrar, odlade på olika sätt, och de resultat som erhöles med en snabbmetod (Kväveväskan) jämfördes med de resultat som erhållits i laboratoriet. Kvävemängden på våren före sådden var föremål för ett särskilt intresse, för en precisering av kvävegödslingen har föreslagits som en ny extra åtgärd för miljöstödet (år 2007 - 2013).</p> <p>I projektet uppmättes vegetationernas klorofyllhalter och diskuterades betydelsen av mätningarna bl.a. vid fastställandet av behovet av extra kvävegödsling.</p> <p>För miljöstödet har även en beräkning av näringsbalanserna föreslagits, vilket var en av projektets tyngdpunkter. Utöver den egentliga beräkningen utreddes kväve- och fosforbalansernas förbindelse med olika tillväxtfaktorer.</p> <p>I projektet gjordes försök med en gårdsspecifik gropobservationsandel för ett kvalitetstest av åkerjorden, där i marken strukturen hos matjordsskiktet och alven observeras. Vidare gjordes också försök med kompletterande delar av testet, vilket omfattade observation av metmask, vattenledningsförmågan hos tjord och alv samt mätning av markandningen.</p> <p>I samband med projektet insamlades också en sammanställning av de utredningar, planer och informationskällor som gjorts om miljövärd och -skydd på området.</p>			
Nyckelord	mineralkväve, nitratkväve, klorofyllmätning, kväveurlakning, näringsbalans, åkerjordens kvalitet, kvävebalans, fosforbalans, ammoniumkväve, markstruktur			
Finansiär/ uppdragsgivare				
	ISBN (hft.) 952-11-2481-4	ISBN (PDF) 952-11-2482-2	ISSN (print) 1796-1750	ISSN (online) 1796-1769
	Sidantal 40	Språk finska	Offentlighet offentlig	Pris (inneh. moms 8 %) -
Beställningar/ distribution	Sydvästra Finlands miljöcentral, PB 47, 20801 Åbo, tel. (02) 525 3500			
Förläggare	Sydvästra Finlands miljöcentral			
Tryckeri/tryckningsort och -år	Karhukopio Oy, Åbo 2006			

Savijoen jatkohankkeessa testattiin käytännön viljelyksillä erilaisia ympäristömittauksia eli maan mineraalitypen ja kasvien lehtivihreäpitoisuuden mittausta, ravinnetaseiden laskentaa sekä peltomaan laadun arviointia. Kaikkia näitä menetelmiä on myös esitetty uusiksi ympäristötuen lisätoimenpiteiksi vuonna 2007 käyttöönotettavaan ympäristötukijärjestelmään. Toimenpiteillä pyritään parantamaan ravinteiden käytön tehokkuutta, mutta mikään näistä ei sellaisenaan vähennä ravinnepäästöjä vaan niiden tulee johtaa tarvittaessa muutoksiin viljelykäytännöissä. Toimenpiteiden johtaessa konkreettisiin toimiin pellolla hyötyvät sekä ympäristö että viljelijä. Kasvien tehokas ravinteidenotto vähentää sekä ravinteiden huuhtoutumista että kaasumaisia häviöitä. Samalla viljelijä saa taloudellista hyötyä, kun sama satotaso saavutetaan entistä vähäisemmällä lannoituksella tai sato kasvaa lannoituksen pysyessä ennallaan.



LOUNAIS-SUOMEN
YMPÄRISTÖKESKUS
SYDVÄSTRA FINLANDS
MILJÖCENTRAL

ISBN 952-11-2481-4 (nid.)

ISBN 952-11-2482-2 (PDF)

ISSN 1796-1750 (pain.)

ISSN 1796-1769 (verkkoj.)