

Elsi Pellikainen

**RAVINNETASEET MAATILAN RAVINNETEHOKKUUDEN
KEHITTÄMISVÄLINEENÄ**

RAVINNETASEET MAATILAN RAVINNETEHOKKUUDEN KEHITTÄMISVÄLINEENÄ

Elsi Pellikainen
Opinnäytetyö
Kevät 2018
Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma

Tekijä: Elsi Pellikainen

Opinnäytetyön nimi: Ravinnetaseet maatilan ravinnetehokkuuden kehittämisvälineenä

Työn ohjaaja: Kaija Karhunen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018

Sivumäärä: 54 + 11

Ravinnetaseiden avulla saadaan kokonaiskuva maatilan ravinnevirtojen määrästä ja laadusta. Peltotaselaskenta on ravinteiden seurantamenetelmä, joka antaa tietoa peltolohkojen ravinnevirroista. Peltotaselaskennassa lasketaan annettujen ja sadonkorjuussa poistuneiden ravinteiden erotus. Tässä opinnäytetyössä keskitytään peltotaseisiin maidontuotantotilalla. Taselaskelmat kertovat paljonko lannoitteita on laitettu peltolohkoille ja paljonko sato käyttää siitä hyväkseen kasvukauden aikana. Laskelmien avulla lannoitusta voidaan hienosäätää haluttuun suuntaan.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää maidontuotantotilan ravinnetalouden merkitystä ja analysoida peltotaseiden kehitystä. Työssä on perehdytty ravinteiden merkitykseen kasvin kannalta. Tutkimusosiossa on tutkittu Oulun seudun koulutuskuntayhtymän opetusmaatilan nurmi- ja viljakasvien peltotaseita vuosilta 2013, 2014, 2016 ja 2017. Työn lopussa on etsitty keinoja, joilla ravinnetaseita ja -taloutta voidaan parantaa. Kehittämissuhteet ovat käytännönläheisiä toimintatapoja, joita jokainen resurssiviisas maatila voi hyödyntää. Tämä opinnäytetyö liittyy Ravinne- ja energia- tehokas maatila-hankkeeseen.

Tutkimusten perusteella voidaan sanoa, että ravinnetaseiden laskeminen selkeyttää maatilan ravinnehuoltoa ja tasapainottaa lannoitusta. Maan rakenteella ja viljelytekniikalla on suuri vaikutus lohkon satopotentiaaliin ja peltotaseisiin. Niihin vaikuttavat myös vahvasti ulkoiset tekijät kuten sää ja lämpösumma kasvukauden aikana. Hyvänä kasvukautena satotason nousu voi johtaa negatiiviseen peltotaseeseen. Silloin sadon mukana poistuu enemmän ravinteita kuin peltoon on annettu. Jos satotaso jää alhaiseksi, kasvit eivät ole pystyneet hyödyntämään annettuja ravinteita. Silloin peltotase on positiivinen ja annetut ravinteet ja lannoitukseen tehdyt panostukset saattavat olla menetettyjä.

Asiasanat: Ravinnetase, ravinnetehokkuus, maan kasvukunto, lannoituksen suunnittelu

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Agricultural and Rural Industries

Author: Elsi Pellikainen

Title of thesis: Nutrient balance as an efficiency indicator in farm efficiency

Supervisor: Kaija Karhunen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2018 Number of pages: 54+11

Nutrient balances sheets provide an overall picture of the amount and quality of nutrients on a farm. This thesis focuses on field crops on a dairy farm. The calculations show the fertilizers used and how much the plants use them during the growing season. Calculations allow fertilization to be fine-tuned in the desired direction.

The purpose of the thesis is to find out the importance of the nutritional status of a farm growing grass and to analyse the development of nutrient balances. The significance of nutrients for the plant has been studied in the work. In the research section, silage and cereal nutrients balances are studied from the years 2013, 2014, 2016 and 2017. The development proposals are pragmatic practices that each resource-rich farm is utilizing. This thesis is related to project Nutrient and Energy-efficient farm. The research material for nutrient balances has been obtained from Oulun seudun koulutuskuntayhtymä.

Based on the studies, it can be said that the concept of nutritional status raises the nutrient weak points and balances fertilization. The soil structure and cultivation techniques play a key role in the potential of the field plot and nutrient balances. They are also strongly influenced by external factors such as weather and temperature during the growing season. During a good growing season as the yield level rises there is a change in the nutrient state that can lead to nutritional deficiencies when more nutrients are withdrawn with the crop. As the crop yield is low, the plants cannot exploit the given nutrients. Then the nutrients given, and the investment placed will be lost.

Keywords: Nutrient balance, nutrient efficiency, soil nutrient mining, soil health, nutrient planning

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	KASVIEN KASVUEDELLYTYKSET	8
2.1	Kasvien kasvutekijät.....	8
2.2	Kasvien ravinnetalous	9
3	VILJELYKASVIEN RAVINNEHUOLTO	10
3.1	Maaperän ravinnevarat.....	10
3.2	Karjanlanta	11
3.3	Kalkitus ja pH	11
3.4	Mineraalilannoitteet	13
3.5	Biologinen typensidonta	13
3.6	Muut ravinnehuoltoon vaikuttavat tekijät.....	13
4	RAVINNETALouden SEURANTAKEINOT.....	17
4.1	Peltotaselaskenta	17
4.2	Sadon määrä ja laatu	18
5	PELTOMAAN KASVUKUNNON SEURANTAKEINOT	19
5.1	Peltomaan laatutesti ja kuoppahavainnot.....	19
5.2	Penetrometrimittaus	19
5.3	Kationinvaihtokyky.....	20
6	PELTOTASEET SUOMESSA.....	22
7	AINEISTO JA MENETELMÄT	24
8	TULOKSET JA PÄÄTELMÄT	27
8.1	Nurmisadot ja lannoitus.....	27
8.2	Viljasadot ja lannoitus.....	27
8.3	Laidun- ja niitonurmien sadot ja lannoitus	28
8.4	Peltotaseet vuosilta 2013, 2014, 2016, 2017.....	28
8.5	Taseet viljelykasveittain vuosina 2013, 2014, 2016 ja 2017	31
8.6	Peltotaseiden vertailu ja jatkotoimenpiteet	36
8.7	Maan kasvukunto	39
9	RAVINNETEHOKKUUDEN PARANTAMISKEINOT	43
9.1	Täsmäviljely.....	43
9.2	Viljelykierron vaikutus maan kasvukuntoon	44

9.3	Viljelytekniikan hallinta maan rakenteen hoidossa	45
10	JOHTOPÄÄTÖKSET	47
	LÄHTEET	49
	LIITTEET	55

1 JOHDANTO

Peltokasvit tuottavat onnistuneen ja laadukkaan sadon kun sisäiset ja ulkoiset kasvutekijät ovat tasapainossa. Yhden kasvutekijän puute tai ylijärjonta saattaa muuttaa sadontuottokykyä merkittävästi. Peltotaseiden avulla voidaan kuvata viljelyssä liikkuvien ravinteiden määrää ja tasapainoa. Taselaskelmia voidaan hyödyntää lannoituksen suunnittelussa ja maan kasvukunnon parantamisessa.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään ravinnetalouden hallintaan peltotaselaskennan näkökulmasta. Peltotaselaskenta on ravinteiden seurantamenetelmä, joka antaa tietoa peltolohkojen ravinnetilasta. Peltotaselaskennassa lasketaan annettujen ja sadonkorjuussa poistuneiden ravinteiden erotus. Ravinteiden tehokkaalla käytöllä on mahdollista kohentaa tilan taloudellista kannattavuutta. Ravinteiden tehokas käyttö tarkoittaa käytännössä lannoituksen hyvää suunnittelua, maan hyvää kasvukuntoa ja ravinteiden oton maksimointia pellossa.

Työssä on laskettu ja verrattu vuosien 2013, 2014, 2016 ja 2017 lohko kohtaisia peltotaseita ja analysoitu niiden kehitystä maidontuotantotilan näkökulmasta. Peltotaselaskennassa on käytetty Oulun seudun koulutuskuntayhtymän opetusmaatilän lohkokirjanpidon tietoja. Työntilajalle eli Oulun seudun Koulutuskuntayhtymän opetusmaatilalle tämä työ antaa lohko kohtaista tietoa peltoviljelyssä liikkuvien ravinteiden määrästä ja peltolohkojen kasvukunnosta. Tämä opinnäytetyö on osa Oulun seudun Koulutuskuntayhtymän tekemää työtä Maa- ja metsätalousministeriön rahoittamassa Ravinne- ja energiatehokas maatila -hankkeessa. Työ liittyy hankkeen vesiensuojelu ja ravinteiden hallinta kokonaisuuteen. Opinnäytetyö kokoaa Oulun Seudun Koulutuskuntayhtymän opetusmaatilän lohko kohtaiset peltotaseet hankkeen käyttöön.

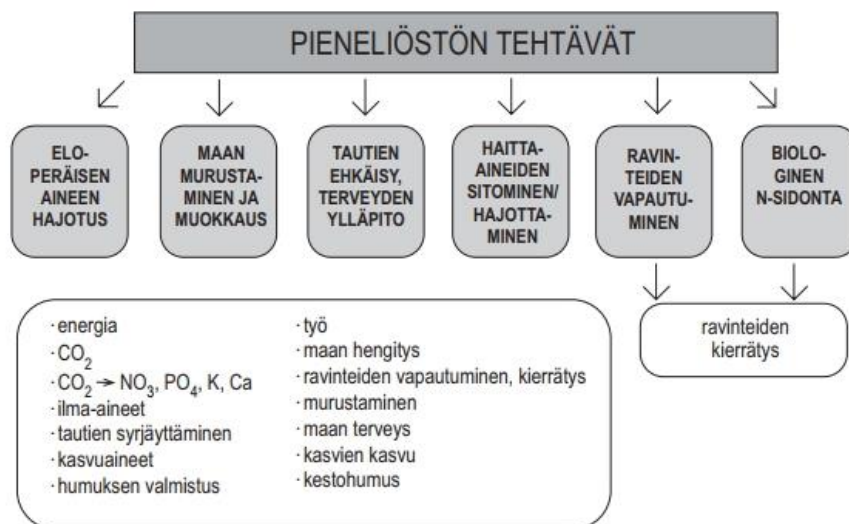
2 KASVIEN KASVUEDELLYTYKSET

Kasvutekijät määrittävät, miten kasvit kasvavat ja minkä suuruista ja laatuista satoa ne pystyvät tuottamaan. Kasvutekijät koostuvat sisäisistä ja ulkoisista tekijöistä. Kasvutekijöiden tasapaino on tärkeää. Kasvutekijästä voidaan käyttää nimitystä minimitekijä silloin, kun sen lisääminen edistää kasvua. Minimitekijä on silloin kasvua rajoittava tekijä. (Yli-Halla 2009, 6–8.) Mikäli jotain kasvutekijää on runsaasti jo pellolla, sen lisääminen ei enää edistä kasvua tai vaikuta myönteisesti kasvin tuottaman sadon laatuun. Yhden kasvutekijän runsas lisääntyminen, johtaa toisen kasvutekijän puutteeseen. (Seppänen, Yli-Halla, Stoddard, Mäkelä 2008, 7.)

2.1 Kasvien kasvutekijät

Kasvutekijöillä tarkoitetaan kasvin kasvuun vaikuttavia tekijöitä. Kasvilaji ja kasvilajike ovat kasvien sisäisiä kasvutekijöitä. Ne sisältävät kasvin ominaisuudet ja perimän. Sisäiset kasvutekijät määräytyvät kasvin geenien mukaan. (Yli-Halla 2009, 6–8.) Lämpötila, vesi ja valo ovat kasveille elintärkeitä ulkoisia kasvutekijöitä. Ne riippuvat ympäristötekijöistä. Ulkoiset kasvutekijät määräävät kasvukauden kasvuolosuhteet. Kasvukauden pituus Suomessa on rajallinen. Kasvukauden pituus vaihtelee Etelä- ja Pohjois-Suomen välillä, ollen etelässä 180 päivää ja pohjoisessa 130 päivää. Lämpötila rajoittaa kasvua Suomessa eniten. Valon määrä maassamme kasvukauden ajan on yleensä riittävä, mutta sadetta voi kasvukauden ajan tulla liian vähän tai liian paljon. Kasvit kärsivät molemmista ääripäistä. (Seppänen ym. 2008, 8–9.)

Viljelyssä ulkoisiin kasvutekijöihin voidaan kuitenkin jonkin verran vaikuttaa. Veden ja ravinteiden saatavuus on varmistettava, jotta pelto voi tuottaa satoa. Onnistuneella ojituksella ja kastelulla voidaan tasata peltomaan vesitaloutta ja kasvien vedensaintia. Peltomaata kalkitsemalla ja lannoittamalla voidaan vaikuttaa ravinteiden riittävyyteen ja ravinteiden ottoon. (Yli-Halla 2009, 6–18.) Tehokas mikrobitoiminta on peltomaalle elintärkeä. Kun maaperässä on toimiva mikrobitoiminta, kasvit saavat ravinteita maaperän eliöstöltä. (Sjöblom 2017, viitattu 20.9.2017.) Mitä tehokkaammin peltomaan mikrobit toimivat, sitä paremmat kasvuedellytykset kasveilla on. Pieneliöiden tehtävät on esitetty kuviossa 1. Suomessa peltomaassa on pieneliöstöä keskimäärin 1,5–3,0 t/ha. Mitä viljavampi peltomaa on, sitä enemmän siinä on pieneliöstöä. (Rajala 2006, 56.)



KUVIO 1. Maan pieneliöstön toiminta (Rajala 2006, 56.)

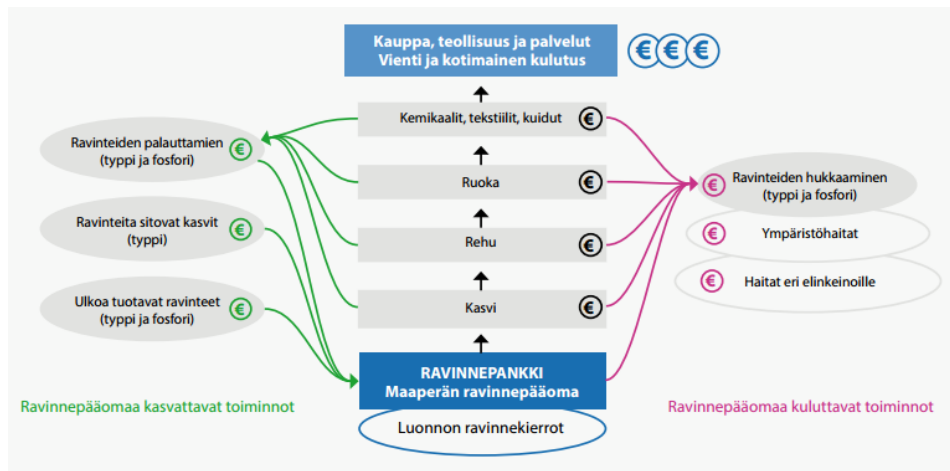
2.2 Kasvien ravinnetalous

Kasvien tarvitsemia pääravinteita ovat typpi (N), fosfori (P) ja kalium (K). Sivuravinteita ovat kalsium (Ca), rikki (S) ja magnesium (Mg). Kasvit tarvitsevat pääravinteita keväällä kasvukauden käynnistyessä ja eri kasvuvaiheiden aikana. Kasvien tarvitsemilla pääravinteilla on jokaisella tärkeä tehtävänsä kasvin kehityksessä. (Seppänen ym. 2008, 19.) Jos pääravinteita on niukasti saatavilla, kasvi kärsii puutosoireista. Puutosoireet näkyvät kasvissa mm. heikkona kasvuna, lehtien pienikokoisuutena ja lyhyinä nivelväleinä. (Fagerstedt, Linden, Santanen & Väinölä 2011, 73–75.)

Pääravinteiden lisäksi kasvit tarvitsevat mikroravinteita. Niitä ovat kupari (Cu), mangaani (Mn), rauta (Fe), boori (B), kloori (Cl), molybdeeni (Mo) ja sinkki (Zn). Kasviravinteiden tehtävä on auttaa kasvia yhteyttämään ja muokkaamaan yhteyttämistuotteita käyttökelpoiseen muotoon. (Yli-Halla 2009, 9–10.)

3 VILJELYKASVIEN RAVINNEHUOLTO

Tilan ravinnehuollolla tarkoitetaan ravinteiden palauttamista maaperään korvaamaan sadonkorjuun aiheuttamia ravinnehäviöitä. Ravinnehuollon ollessa tehokas ravinnepankin pääoma ei pienene sadonkorjuun jälkeen, vaan tilan ravinnehuollon avulla ravinnetila pidetään optimaalisena. Tilan mahdollisuudet ravinnehuollon toteuttamiseen on havainnollistettu kuviossa 2. (Ravinteiden kierron taloudellinen arvo ja mahdollisuudet Suomelle 2015, 6–7.)



KUVIO 2. Maatilan ravinnehuolto. (Ravinteiden kierron taloudellinen arvo ja mahdollisuudet Suomelle 2015, 6.)

3.1 Maaperän ravinnevarat

Peltomaalla on omat ravinnevarat. Hyvä sato korjataan maasta, joka on multavaa ja pystyy varastoimaan ravinteita. Mikäli peltomaan kyky tuottaa satoa heikkenee, puhutaan maan viljavuuden heikkenemisestä. Maan kykyä tuottaa satoa ja varastoida ravinteita ylläpidetään hyvillä viljelytoimilla, maan perusparannuksella ja onnistuneella viljelykierrolla. (Maa- ja metsätalousministeriö 2017, viitattu 10.10.2017.)

Ravinteiden vapautuminen maaperästä kasvien käyttöön riippuu monesta tekijästä. Siihen vaikuttavat maan multavuus, helposti hajoavan eloperäisen aineen määrä ja hajoamisnopeus, pieneliötoiminta, esikasvit ja viljelykierto. Suomen maaperässä on typpeä savi- ja hiesumaissa noin 5–10 t/ha ja karkeimmillakin mailla noin 5 t/ha. Kasvit voivat ottaa maasta typpeä käyttöönsä silloin, kun

se on muuttunut kasveille käyttökelpoiseen muotoon eli liukoiseksi typeksi. Suomessa fosforia on peltomaissa noin 3 000 kg/ ha, josta noin 2 000 kg on luontaista fosforia ja noin 1 000 kg on lannoituksesta maahan kertynyttä fosforia. Maassa oleva fosfori on pääasiassa sitoutunut lujasti kiinni. Kaliumia vapautuu maan mineraaleista ja se esiintyy ionimuodossa. Suomen maaperä sisältää kaliumia keskimäärin 2,3 %. (Rajala 2006, 133–147.) Karkeilla mailla kaliumia on niukemmin ja savimailla runsaammin. Pellolla oleva kasviaines sisältää runsaasti kaliumia ja se on heti kasveille käyttökelpoisessa muodossa. (Yli-Halla 2009, 19.)

3.2 Karjanlanta

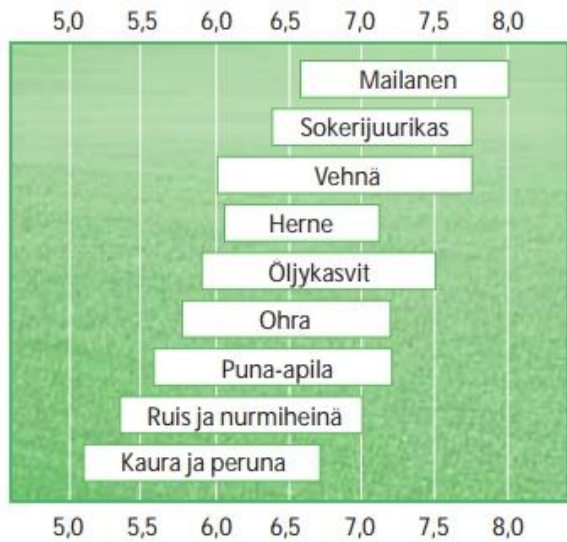
Karjanlanta on monipuolinen lannoitus- ja maanparannusaine. Karjanlannan sisältämät ravinteet (liukoinen typpi, fosfori ja kalium) ovat miltei heti kasvuston käytettävissä. Pääravinteiden lisäksi karjanlanta sisältää myös kasvien tarvitsemia sivu- ja hivenravinteita. (Rajala 2006, 151.) Karjanlannan käyttö parantaa tutkitusti satoja. Kasvavassa kasvustossa karjanlannan sisältämien ravinteiden vaikutus voidaan todeta noin kolme viikkoa lannoituksesta. Silloin kasvusto on rehevää ja väriltään tumman vihreää. (Kurki & Valo 2013, viitattu 20.6.2017.)

Lietelantaa levitettäessä riski maan tiivistymiselle on suuri. Peltomaan hiertyminen toistuvasti renkaiden alla vaurioittaa maan suuria huokosia. Suuret huokokset ovat tärkeitä veden varastoja rankasateen aikana ja juurten kasvureittejä. (Alakukku 2009, 40.)

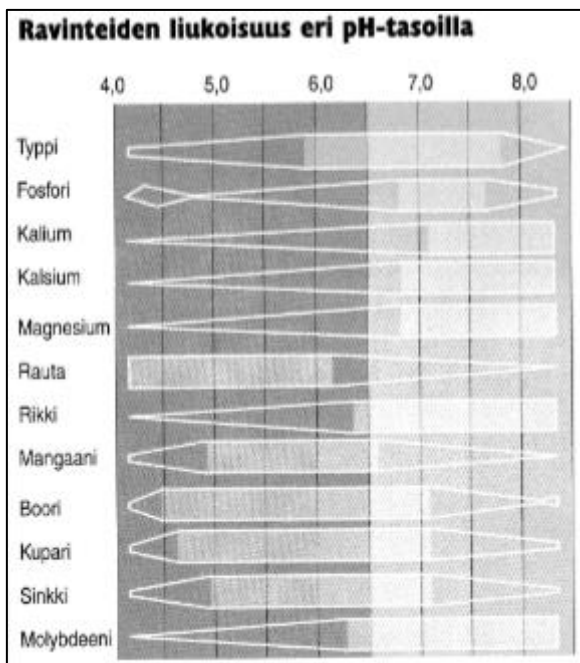
3.3 Kalkitus ja pH

Suomessa maaperä on luontaisesti hapanta ja viljelytoimenpiteet hapattavat maata ravinnekat-ionien poistuessa (Soinne 2016, viitattu 13.10.2017). Peltomaan riittävä kalkitus on tärkeää. Peltomaan pH vaikuttaa ratkaisevasti ravinteiden liukoisuuteen ja käyttökelpoisuuteen. Hyvin kalkitussa maassa ravinteet ovat kasveille käyttökelpoisessa muodossa. (Maa- ja metsätalousministeriö 2017, viitattu 10.10.2017.) Kalkituksella vaikutetaan maaperän fysikaalisiin ominaisuuksiin ja se edesauttaa pieneliöiden toimintaa. Hyvin kalkitussa maassa kasvien juuriston kehitys ja ravinteidenotto ovat tehokasta. Tehokkaalla ja laajalla juuristolla kasvi pystyy tuottamaan hyvälaatuisen ja onnistuneen sadon. Kalkitus vaikuttaa myös maanrakenteeseen. Peruskalkitus tarkoittaa pH:n nostamista halutulle tasolle. Ylläpitokalkitus tarkoittaa pH:n pitämistä halulla tasolla peruskalkituksen jälkeen. Kalkitusaineita on markkinoilla lukuisia. Kalkitusaineen valinta tehdään maanäytteen

kalsium- ja magnesiumlukumien suhteen perusteella. (Rajala 2005, 183–188.) Viljelykasvien happamuuden sietokykyssä on huomattavia eroja (KUVIO 3). Pääsääntö on, että pH:n tulisi olla 6,5, jotta ravinteet olisivat kasvien käytettävissä mahdollisimman hyvin (KUVIO 4). (Yli-Halla 2009, 20.)



KUVIO 3. pH eri kasvilajeilla. (Viljavuuspalvelu 2008, viitattu 20.9.2017)



KUVIO 4. Ravinteiden liukoisuus eri pH-tasoilla. (Yli-Halla 2009, viitattu 20.9.2017)

3.4 Mineraalilannoitteet

Teollisesti lannoitteita valmistetaan pääsääntöisesti kaivettavista mineraaleista ja ilman kaasuista. Lannoitteiden valikoimassa on erilaisia lannoitteita, joiden pitoisuudet ja vaikutusmuoto vaihtelevat. Tyypeä Suomessa käytetään pääosin nopeasti liukenevassa muodossa. Fosforia saadaan maaperästä louhittavasta apatiitista. Kaliumlannoitetta saadaan maaperästä louhittavasta kaliumsuo-
lasta. (Yli-Halla 2009, 32.)

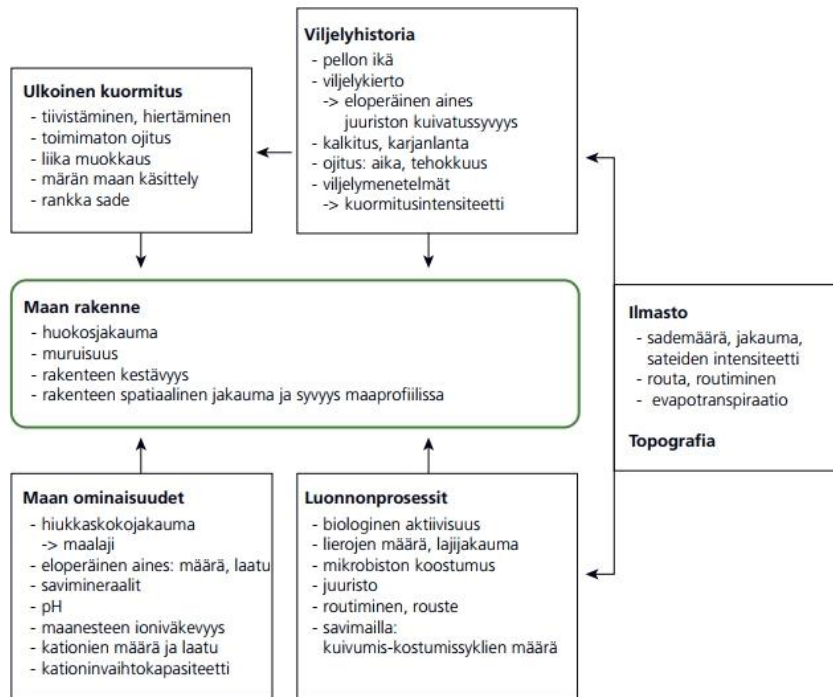
3.5 Biologinen typensidonta

Palkokasvien kykyä sitoa tyypeä suoraan ilmakehästä kutsutaan biologiseksi typensidonnaksi. Typensidontaan erikoistuneet bakteerit (esim *Rhizobium*) pystyvät sitomaan tyypeä suoraan kasveille käyttökelpoiseen muotoon. Typensidonnassa isäntäkasvi saa käyttöönsä typen omiin toimintoihinsa. (Yli-Halla 2009, 17–18.) Suomessa palkokasvit sitovat tyypeä arviolta noin 4 kg/ha kg/ha/vuosi (Rajala 2006, 204.).

3.6 Muut ravinnehuoltoon vaikuttavat tekijät

Maanrakenne

Maanrakenne vaikuttaa ratkaisevasti kasvien ravinteidenottoon. Kun peltomaalle saadaan ilmava ja hyvärakenteinen koostumus, siinä on paljon maahiukkasten välisiä sidoksia. Maan aktiivisuuden kannalta on tärkeää, minkä kokoisia sidokset ovat, sillä keskikokoisten sidosten väliin syntyy huokostiloja. Huokostiloihin varastoituu vettä ja ilmaa kasvin käyttöön. Vesi sitoutuu keskikokoisiin huokosiin ja ilma varastoituu makrohuokosiksi kutsuttuihin isoihin huokosiin. Kaikkein pienimpiin huokosiin pidättäytynyt vesi ei ole kasvien käytettävissä. Tärkeitä makrohuokosia syntyy myös lierojen toiminnan ja juurikanavien ansiosta. Huokokset ja muut raot sekä halkeamat ovat tärkeitä. Niitä pitkin happi ja vesi ovat kasvien ja eliöstön saatavilla. (Viljelymaan rakenneongelmat 2017, viitattu 4.5.2017.) Viljelymaan rakenteeseen vaikuttavat useat tekijät (KUVIO 5).



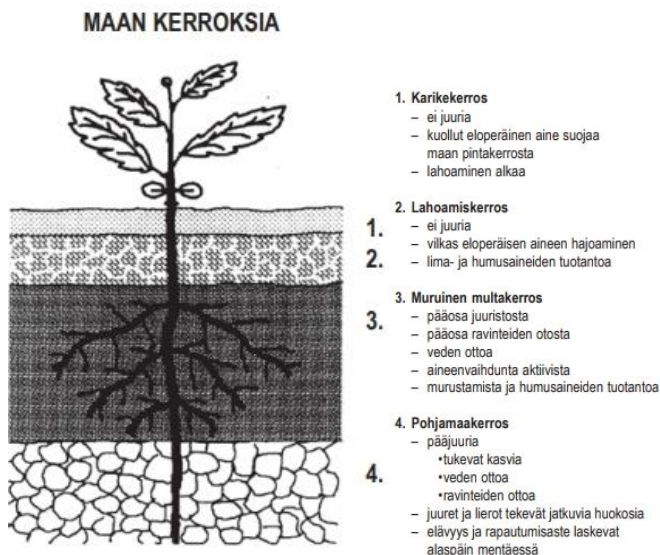
KUVIO 5. Maan rakenteeseen vaikuttavat tekijät. (Alakukku 2016, viitattu 17.10.2017)

Maan rakenteen hoito tehostaa kasvien ravinteidenottoa, ja siten myös ravinnevalumiin riski vähenee. Valumiin mukana pelloilta katoaa kasveille välttämätöntä orgaanista ainesta eli ainetta, jossa on hiiltä. Maan rakenteen ja kasvukunnon alentuminen aiheuttaa hiilidioksidipäästöjä ilmakehään. (Wardi 2016, viitattu 11.10.2017.)

Hyvä rakenteinen maa läpäisee veden ja kestää vettä ilman että se liettyy. Hyvä rakenteinen maa kestää maanmuokkausta. Lisäksi se tehostaa peltomaan veden ja ravinteiden pidätyskykyä. Pintamaan mururakenteen tulee olla kestävä, silloin vesi imeytyy hyvin maan sisään. Huokoisia, pyöreitä muruja tulee olla riittävästi (koko 2–7 mm). Murujen tulee olla helposti murenevia ja niiden rakenteen löyhä. Pohjamaassa on hyvä olla runsaasti lieroja ja juurikanavia. Silloin sadevesi pääsee imeytymään ja juurilla on kasvureittejä. Maassa on silloin myös hyvä kaasujen vaihto. Hyvä rakenteinen maa on multavaa. Maan multavuutta voidaan ylläpitää monipuolisella viljelykierrolla, juuriston avulla ja kasvipeitteisyydellä. Lisää multavuutta peltoon saadaan maanparannusaineilla. (Mattila 2015a viitattu 2.5.2017)

Peltomaassa on useita kerroksia. Maa koostuu toiminnallisista ja päällekkäisistä kerroksista. Jokainen kerros tarjoaa omat erityiset elinolosuhteet siinä eläville eliöille (KUVIO 6). Maan päällimmäinen

pintakerros on kaikkein aktiivisin. (Rajala 2006, 51.) Viljelytoimissa on huolehdittava, että peltoon rakenne pysyy kunnossa. Maan mururakenteen ja huokoisuuden vaurioituminen vaatii monivuotisen korjausprosessin, jotta se palautuu ennalleen. (Ahokas & Oksanen 2015, viitattu 18.8.2017.)



KUVIO 6. Maan kerroksia. (Rajala 2006, 51.)

Maan multavuus

Multavalla maalla on suuret typpivarannot ja se toimii pellon ravinnevarastona. Maan multavuus vaikuttaa suoraan maan omaan ravinteiden varastointikykyyn. Maa on viljavaa ja tuottaa hyvin, kun siinä on tarpeeksi eloperäistä ainesta. Multava maa pystyy lisäksi pidättämään vettä kasvien käyttöön ja sitä on helpompi muokata. Kationinvaihtokapasiteetti kertoo, kuinka paljon maahiukkanen voi pidättää positiivisesti varautuneita ioneita. Eli käytännössä se kertoo, paljonko ravinteita mahtuu peltoon. Multava maa edesauttaa maaperäeliöiden monimuotoisuutta, joka puolestaan mahdollistaa maaperän tuottokyvyn säilyttämisen ja parantamisen. (Mattila 2015b, viitattu 2.5.2017.)

Onnistunut vesitalous

Ravinnetehokkuudessa on keskeistä hyvin toimiva vesitalous. Veden mukana peltolohkoilta huuhtoutuu maahiukkasia, jolloin maaperän viljavuus heikkenee. Huuhtoutumiin vaikuttavat useat tekijät, erityisesti pellon kaltevuus, maan muokkauksen ajankohta ja intensiivisyys, kasvipeitteisyys, kasvilaji sekä maalaji. (Maa ja metsätalousministeriö 2017, viitattu 2.5.2017.)

Ne ravinteet, joita kasvit eivät pysty käyttämään, sitoutuvat eloperäiseen ainekseen ja osa haihtuu pelloilta. Osa ravinteista poistuu valumavesien mukana ojien kautta vesistöihin. Tutkimusten mukaan kasveilta jää Suomessa hyödyntämättä noin 36 kg typpeä ja 7 kg fosforia peltohehtaaria kohden. Pelloilta poistuvia ravinteita saataisiin kiinni suojavyöhykkeillä tai kosteikkoja luomalla. (Maa-seutuvirasto 2008, viitattu 28.6.2017.)

Onnistuneessa vesitaloudessa on olennaista vettä hyvin läpäisevät pellot. Tiivistyneiltä pelloilta vesi poistuu usein pintavaluntoina ja ravinteet eivät suodatu maakerrosten läpi. Vesi saattaa poistua pelloilta myös halkeamien ja makrohiukkasten avulla, jolloin kiintoainesta päätyy salaojiin ja riski ravinnehuhtoumille lisääntyy. (Veden reitit ja muutokset pelloilta vesistöön 2013, viitattu 2.5.2017.)

4 RAVINNETALouden SEURANTAKEINOT

4.1 Peltotaselaskenta

Ravinnetaselaskenta on maatalouden ravinnevirtojen seurantamenetelmä. Peltotaselaskelmassa lasketaan lisättyjen ja pelloilta poistettujen ravinnemäärien erotus. Se muodostuu yksinkertaisella kaavalla:

$$\text{ravinteiden lisäys} - \text{ravinteiden poisto} = \text{ravinnetase}$$

Ravinnetaselaskennassa otetaan huomioon vain korjatun sadon määrä, käytettyjen lisäravinteiden ravinnepitoisuudet ja biologinen typensidonta. Laskennan tuloksena saadaan selville, miten tilalla käytetyt ravinteet on saatu hyödynnettyä. Taselaskelmien avulla saadaan selville mahdolliset ravinnehuhtoumariskit ja viljelyn taloudelliseen kannattavuuteen vaikuttavat tekijät. Taselaskelmat ovat tilan toimintaa kehittävä työkalu. Tase kertoo lannoitustasosta ja onko liikalannoitusta tapahtunut. Taselaskelmien perusteella tiedetään tilanne vuosittain, paljonko on edellisvuonna jäänyt peltoon ravinteita ja mikä on tarve seuraavalla kasvukaudella. Ravinnetaseiden seuraamisen tulisi olla useiden peräkkäisten vuosien seuranta-toimenpide, jolla tavoitellaan viljelytoimenpiteiden ja lannoituksen tasapainoa. (Maaseutuvirasto 2008, viitattu 4.5.2017.)

Lannoituksen lisääminen ja pieni satotaso suurettavat ravinnetaseita. Hyvillä satotasoilla vaikutaan siihen, että ravinteita poistuu pellostä sadon mukana, ja taseet pienenevät. Optimaalinen tase on nolla, silloin ravinnetase ei ole ylijäämäinen eikä alijäämäinen. Ravinnetaseisiin vaikuttaa vahvasti satotasojen lisäksi peltomaan hyvä kasvukunto. Hyväkuntoisesta maasta saadaan onnistunut sato ja silloin ravinnetaseetkin ovat optimaaliset. (Maaseutuvirasto 2008, viitattu 4.5.2017.)

Ravinnetaselaskenta on ollut maatalouden ympäristötuen lisätoimenpide kaudella 2007–2013. Lisätoimenpiteen tavoitteena on ollut vähentää ylimääräisten ravinteiden käyttöä lohkoilla. (Maaseutuvirasto 2008, viitattu 2.11.2017.)

Ravinnetaseita kannattaa tilatasolla laskea, koska niiden avulla voidaan arvioida tilan ravinnevirtoja. Taseiden avulla saadaan tietoa lannoituksella saavutetuista hyödyistä ja käyttämättömistä ravinteista. Ravinnetaseiden vertaaminen tilojen kesken saattaa olla ongelmallista. Jotta vertailussa

päästäisiin johtopäätöksiin, tulisi aina verrata saman kasvilajin ja peltomaan lohkoja. Lisähaastetta vertailuun tuo kasvutekijöiden muuttuminen paikan mukaan. (Riiko 2013a, viitattu 22.9.2017.)

Tilojen rahallinen panostus lannoitteisiin on merkittävä, joten lannoittamisen tehokkuuden arviointi ja vertaaminen lohkojen välillä ovat keinoja kontrolloida panostuksen määrää ja laatua. Taseiden avulla voi myös arvioida viljelyn taloudellisuutta. (Kykkänen & Virkajärvi 2014, viitattu 10.10.2017.)

4.2 Sadon määrä ja laatu

Sadon mukana poistuu ravinteita maasta korjattavan kasvin mukana. Lannoituksen suunnittelussa sadon mukana poistuvat ravinteet korvataan seuraavana vuonna annettavana ravinteena. Tavoitteena on pitää maan ravinnevarat tasapainossa. Tieto sadon määrästä ja laadusta lohko- ja kasvilajikohtaisesti on tärkeä lähtökohta ja peltotaselaskennan perusta (Maaseutuvirasto 2008, viitattu 21.6.2017.)

Lohkokohtaisen satotason tietäminen auttaa lohkojen välisessä vertailussa ja toimenpiteiden kohdistamisessa. Sadon määrän perusteella voidaan tehdä myös tilan kustannusseurantaa. (ProAgria 2014, viitattu 21.6.2017.)

Omavaraisessa rehuntuotannossa rehuanalyysi on ruokinnan suunnittelun lähtökohta. Tilalla on hyvä tehdä rehuanalyysi tarpeeksi usein. Se antaa kuvan kasvinviljelyn onnistumisesta. Rehuanalyysistä paljastuvat käyttökelpoisen typen ja fosforin pitoisuudet maaperässä ja lannoituksen onnistuminen suhteessa kasvien tarpeeseen. Rehuanalyysi kertoo myös korjuun ajoittamisen onnistumisesta sekä korjuuketjun soveltuvuudesta. Peltotaseessa päästään tilakohtaisiin tuloksiin, kun käytetään tilan omia tietoja sadon laadusta. (Rinne 2014, viitattu 10.10.2017.)

5 PELTOMAAN KASVUKUNNON SEURANTAKEINOT

Peltomaan viljelykunnolla on suuri vaikutus satotasojen kautta ravinnetaseisiin. Ravinnetaselaskennan avulla saadaan selville mahdolliset ravinnevuodot ja -vajaukset sekä maan kasvukunnon tila. (Salo, Mattila & Tolonen 2015, 24–27.) Tästä syystä seuraavissa luvuissa on esitetty peltotaseita tukevat pellon viljelykunnon seurantakeinot.

5.1 Peltomaan laatutesti ja kuoppahavainnot

Peltomaan laatutestissä arvioidaan perusparannustoimien tarpeellisuus, viljelytoimet, maan ominaisuudet, kasvusto ja maaeliöstö. Tulosten arvioinnin pohjana on arvosteluasteikko (TAULUKKO 1).

TAULUKKO 1. Peltomaan laatutestin tulosten arviointi (ProAgria. 2017a, viitattu 22.9.2017.)

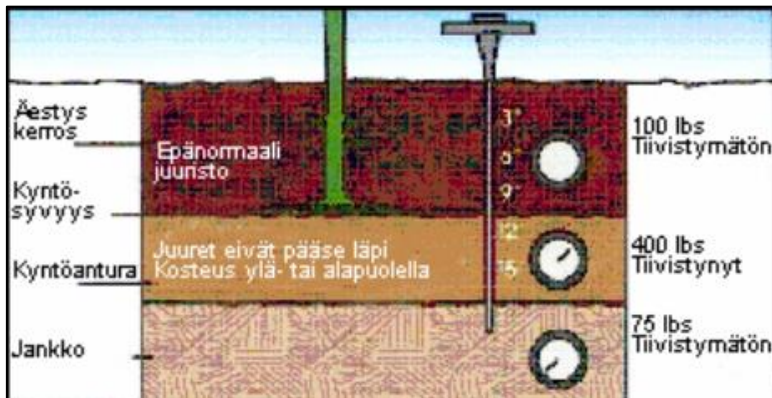
4.1 - 5	Erittäin hyvä tilanne. Pidä huolta, että hyvä tilanne säilyy!
3 - 4	Tyydyttävän hyvä tilanne. Parantavista toimenpiteistä on hyötyä maan hyvinvoinnille.
2 - 2.9	Välttävä tilanne. Parantavia toimenpiteitä tarvitaan.
1 - 1.9	Huolestuttava tilanne. Parantavat toimenpiteet erittäin tarpeellisia.

Kuoppahavainnot antavat tietoa maakerrosten kunnosta, mahdollisista tiivistymistä, hapettomista kerroksista, lierokäytävistä ja juurten kasvusta. Tulosten perusteella saadaan tietoa maaperän sadontuottokyvystä ja kunnostustoimien tarpeellisuudesta. Ravinnetaselaskelmat tukevat lapiotestin tuloksia. (ProAgria 2013b, viitattu 4.5.2017.)

5.2 Penetrometrimittaus

Penetrometrimittaus antaa kuvaa maan tiivyydestä. Mittauksessa mittalaite työnnetään maahan, jolloin maahan tunkeutumispaine mitataan ja mittauksen tulokset kirjataan ylös mitta-asteikon eri kohdissa. Penetrometrillä voidaan tutkia lohkon eri kerroksia aina noin 40 cm:iin saakka (KUVIO 7). Mitta-asteikkona on psi (Penetration Resistance) eli tunkeumapaine. (Duiker 2017, viitattu 2.11.2017.)

Penetrometrillä saatava tieto voidaan jakaa kolmeen eri osaan. Lukemat 0-200 kertovat että maassa ei ole tiivistymiä ja kasvien juurilla on mahdollisuus edetä maassa. Lukemassa 200-300 tilanne on tyydyttävä. Lukemassa 300-500 tilanne on heikko ja kasvien juurilla on ongelmia edetä syvemmälle maahan. (Anttila 2017, viitattu 19.9.2017.)



KUVIO 7. Penetrometri eri kerroksissa. (Anttila 2017, viitattu 19.9.2017.)

5.3 Kationinvaihtokyky

Kationinvaihtokyky (KVK) on maan kemiallinen ominaisuus ja kuvaa maan kykyä varastoida ravinteita. Kationinvaihtokyky kertoo maaperän ravinnevaraston koon ja se on kasvien ravinnehuollon perusta. (Rajala 2006, 73.) Kationinvaihtokyvyn ollessa alle 10 cmol/l maan ravinteiden varastointikyky on heikentynyt ja peltomaa happamoituu helpommin. (KUVIO 8) KVK ilmaistaan cmol/l (centimol positive charge per kg of soil). Niillä lohkoilla, joilla on korkea kationinvaihtokyky, on korkeampi vedenpidätyskyky. (Efretuei 2016, viitattu 14.10.2017.) Omien lohkojen optimi kationinvaihtokyky löytyy lohkon maalajin ja multavuuden perusteella (Mattila 2017, viitattu 19.9.2017.).

Kationinvaihtokyky		Ht/Hs/He			HtS/HsS/HeS			AS			t OM
OM%	Saves	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	
vm	0%	3	5	7	10	12	14	16	18	21	0
	1%	5	7	9	11	14	16	18	20	22	20
	2%	7	9	11	13	15	18	20	22	24	40
	3%	8	11	13	15	17	19	22	24	26	60
m	4%	10	12	15	17	19	21	23	26	28	80
	5%	12	14	16	19	21	23	25	27	30	100
	6%	14	16	18	20	23	25	27	29	31	120
	7%	16	18	20	22	24	27	29	31	33	140
rm	8%	17	20	22	24	26	28	31	33	35	160
	9%	19	21	24	26	28	30	32	35	37	180
	10%	21	23	25	28	30	32	34	36	39	200
	11%	23	25	27	29	32	34	36	38	40	220
em	12%	25	27	29	31	33	36	38	40	42	240
	13%	26	29	31	33	35	37	40	42	44	260
	14%	28	30	33	35	37	39	41	44	46	280
	15%	30	32	34	37	39	41	43	45	48	300
	16%	32	34	36	38	41	43	45	47	49	320
	17%	34	36	38	40	42	45	47	49	51	340
	18%	35	38	40	42	44	46	49	51	53	360
	19%	37	39	42	44	46	48	50	53	55	380
20%	39	41	43	46	48	50	52	54	57	400	
t savea		0	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	

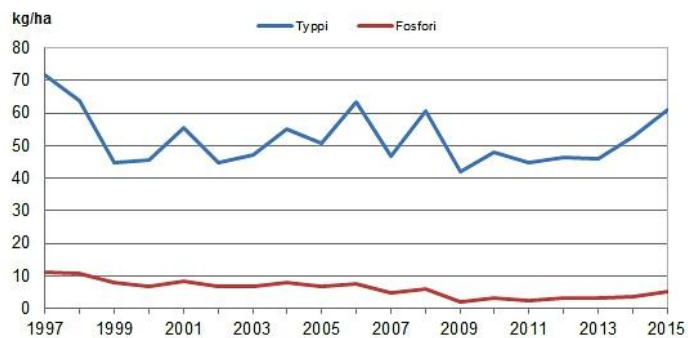
KUVIO 8. Kationinvaihtokyky eri maalajeilla. (Mattila 2017, viitattu 19.9.2017.)

6 PELTOTASEET SUOMESSA

Tilan ravinnetase ilmoitetaan keskimääräisenä lukuna tilan peltohehtaaria kohti kg/ha. Laskennassa syntyvää lukua voidaan käyttää tilan eri viljelykierto- ja lannoitusvaihtoehtojen vertailuun ja verrata tilan tietoja alueen taselukujen keskiarvoihin. Vertailussa on oleellista verrata saman kasvin hehtaarisatoja toisiinsa, sillä sadon määrällä on iso merkitys myös peltotaselukuihin. (Hyötyä ta-seista – Ravinnetaseiden tulkinta ympäristön ja viljelyn hyödyksi 2017, viitattu 21.9.2017.)

Typpi- ja fosforitaseet ovat Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen tietojen mukaan kehittyneet kuvion 9 mukaisesti Pohjois-Pohjanmaalla. Vuosien 2014 ja 2015 huonot sadot nostavat ravinneta-setilannetta alueella.

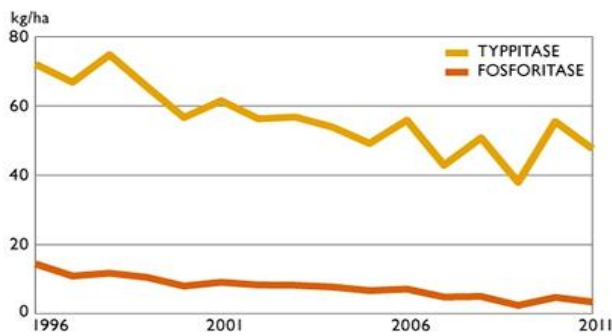
Typpi- ja fosforitaseen kehitys Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueella 1997-2015



KUVIO 9. Typpi ja fosforitaseet Pohjois-Pohjanmaalla 1997-2015. (Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus 2017, viitattu 28.6.2017.)

Peltotaseet koko Suomessa ovat kuvion 10 mukaiset. Typpitase on keskimäärin 50 kg/ha ja fosforitase on noin 5 kg/ha.

Maatalouden typpi- ja fosforitase 1996–2011



KUVIO 10. Maatalouden taseet Suomessa 1996-2011. (Suomen ympäristökeskus SYKE 2014, viitattu 28.6.2017.)

Kaliumtase vaihtelee suuresti viljelykasveittain ja tuotantosuunnittain. Tutkimusten mukaan kaliumtaseet nurmen viljelyssä ovat yleensä negatiiviset -42 kg/ha ja viljoilla positiiviset 56 kg/ha. (Marttila 2005, 36.) Taulukossa 2 on havainnollistettu peltotaseiden suurta vaihtelua TEHO-hankkeen tiloilla.

TAULUKKO 2. Peltotaseet TEHO-tiloilla 2009. (Varsinais-Suomen ELY-keskus 2017, viitattu 7.12.2017.)

Peltotase		Tuotantomuoto				Yhteensä
		Naudat	Siat	Siipikarja		
Typpi kg/ha	Keskiarvo	-13	23	33	15	
	Maksimi	41	53	87	87	
	Minimi	-96	-12	-15	-96	
Fosfori kg/ha	Keskiarvo	-4	-2	4	0	
	Maksimi	6	11	16	16	
	Minimi	-16	-10	-8	-16	
Kalium kg/ha	Keskiarvo	-38	-3	20	-6	
	Maksimi	22	25	57	57	
	Minimi	-105	-63	-1	-105	

7 AINEISTO JA MENETELMÄT

Tämän työn aineisto on koottu vuosilta 2013, 2014, 2016 ja 2017 Oulun Seudun Koulutuskuntayhtymän opetusmaatilalta. Vuosien lohko kohtaiset tiedot on koottu Savonia AMK:n kehittämään ravinnetaselaskuriin. Laskuri on saatu Ravinne- ja energiatehokas maatala-hankkeelta käyttöön tätä opinnäytetyötä varten.

Opetusmaatila sijaitsee Muhoksen Matokorvessa. Tilan navetta on lämminpihatto. Eläimiä navetassa on yhteensä 120. Lypsylehmiä tilalla on 60 (lisäksi 36 hiehoa, 24 vasikkaa). Navetan läheisyydessä sijaitsevat tilan pellot n. 120 ha. Tila käyttää karjan tuottamaa lietelantaa lannoitteena ja vuosittain sitä levitetään pelloille n. 2000 m³, joten sillä on iso merkitys ravinnehuollossa. Lietesäiliöitä tilalla on kaksi ja niiden yhteenlaskettu tilavuus on 2400 m³. Koulutilan peltolohkot ovat pääosin karkeitä hietamaita. Lohkot ovat multavia tai runsasmultaisia. Lohkojen pH vaihtelee 5,3–6,5. Lohkojen viljavuustiedot on kerätty tämän työn liitteeseen 1.

Opetustilan kaikilta lohkoilta kerättiin lannoitus-, viljelykasvi- ja satotiedot Agrineuvos-ohjelmaa hyödyntäen. Laskentaan otettiin mukaan ne lohkot, joilla lannoitusta ja sadonkorjuuta on tapahtunut viljelyvuoden aikana. Saatujen tietojen pohjalta on laskettu lohkoittain peltotase kaikille lohkoille. Ravinnetaseet laskettiin Excel-pohjaisella Savonia ammattikorkeakoulun kehittämällä laskurilla. Ravinnetaselaskuri huomioi tilan oman lietelannan käytön pitoisuuksineen, mahdollisen typensidonnan ja eri väkilannoitteiden ravinnepitoisuudet. Nämä tiedot laitettiin laskuriin pohjatiedoiksi. Peltotaseaineistossa ei ollut mukana lohkojen tietoja vuodelta 2015. Laskurin lisäksi lohkojen tietoja työstettiin RE-hankkeelta saadulla Excel-kaaviopohjalla. Lopulliseen muotoon peltotaseet muokattiin Excel Pivotin avulla.

Maan kasvukunnon arviointi tehtiin peltomaan laatutesti itse-arvioinnilla. Sitä täydennettiin lapiotesillä ja penetrometrimittauksella. Kasvukuntoa arvioitiin lisäksi kationinvaihtokyvyn laskemisella. Maan rakennetta arvioitiin peltomaan laatutestin avulla. Laatutestissä maan rakennetta arvioitiin kaivamalla noin 40 cm syvä kuoppa. Lohkoille kaivettiin kolme testipaikkaa, joissa arvioitiin peltomaan rakennetta, juuriston kehitystä, maan multavuutta ja mururakennetta. Lisäksi huomiota kiinnitettiin kosteuteen ja lierojen esiintymiseen.

Penetrometri-mittaukset tehtiin syksyn 2017 aikana. Jokaiselle lohkolle tehtiin 20 mittauspistettä, joissa mittaus suoritettiin ja tunkeumapaine kirjattiin ylös. Paineet kirjattiin Excel tiedostoon, jossa ne analysoitiin.

Kationinvaihtokyky analysoitiin viljavuustietojen perusteella. Lohkokohtaiset viljavuusanalyysin tulokset laitettiin Excel-tiedostomuotoiseen laskuriin, joka on osoitteessa <http://luonnonkoneisto.fi/kationinvaihtokyky> sivustolta ja on vapaasti käytettävissä.

Viljelyala ja pellonkäyttö

Opetusmaatilán viljelyala vaihtelee jonkin verran vuosittain. Taulukossa 3 on havainnollistettu pellonkäyttö laskentavuosien aikana.

TAULUKKO 3. Opetusmaatilán pellonkäyttö (ha) vuosina 2013, 2014, 2016 ja 2017.

Viljelykasvi	2013	2014	2016	2017
Säilörehu	43,5	39,2	50,0	50,43
Vilja	56,2	49,1	44,7	44,17
Laidun, niitonurmi	10,7	21,4	23,9	23,85
Rypsi	8	10,0	-	-
Yhteensä	118,4	119,4	118,6	118,45

Sääolojen vuosittainen vaikutus ravinnetaseisiin ja satoihin on merkittävä. Käytössä ollut peltotalaselaskuri ei huomioi vuosien seurantajaksolla vallinneita sääoloja, joten ne käsitellään seuraavassa.

Sääolot vuonna 2013

Pohjois-Pohjanmaalla sääolot olivat vuonna 2013 erinomaiset. Koko maassa vuosi 2013 oli harvinaisen lämmin ja maan keskiosassa tavanomaista sateisempi. Pitkäaikaiseen keskiarvoon (1981–2010) verrattuna keskilämpötila oli koko maassa tavanomaista korkeampi. Kasvukausi oli vuonna 2013 jopa viikon edellä normaalista, joten rehuntekoon päästiin normaalia aiemmin. Kevätsadon korjuuseen päästiin noin viikoilla 23–24 ja kesäsadon korjuu ajoittui noin viikoille 30 ja 31. Heinäkuu oli paikoin sateinen ja koetteli pellon vesitaloutta. (ProAgria 2013a, viitattu 15.3.2017.)

Terminen kesä alkoi Pohjois-Pohjanmaalla 15.5.2013 ja kasvukausi päättyi termisen syksyn alkaessa 22.9.2013 (Ilmatieteenlaitos 2013, viitattu 22.9.2017). Tehoisan lämpötilan summa vuonna 2013 oli 1350 (Jokinen, sähköpostiviesti 8.11.2017).

Sääolot vuonna 2014

Pohjois-Pohjanmaalla sääolot olivat vuonna 2014 erinomaiset, jopa poikkeuksellisen hyvät. Keväällä toukokuussa 2014 oli lämmin jakso, joka nopeutti nurmien kasvua. Kokonaisuutena kasvukausi oli olosuhteiltaan vaihteleva ja alueellisia eroja kasvuolosuhteissa esiintyi paljon. (Vilja-alan yhteistyöryhmä 2014, viitattu 22.9.2017.) Tilastojen mukaan Pohjois-Pohjanmaalla terminen kesä alkoi vuonna 2014 17.5.2014 ja päättyi 22.9.14 (Ilmatieteenlaitos 2014, viitattu 22.9.2017). Tehoisan lämpötilan summa vuonna 2014 oli 1216 (Jokinen, sähköpostiviesti 8.11.2017).

Sääolot vuonna 2016

Sääolot Pohjois-Pohjanmaalla olivat vuonna 2016 vaihtelevat ja sateet haittasivat töiden etenemistä toukokuussa. Kasvukauden arvioitiin olevan noin viikkoa edellä aikataulusta. Pohjois-Suomessa nurmenkasvu arvioitiin hyväksi. (ProAgria 2016, viitattu 22.9.2017.) Pohjois-Pohjanmaalla peltojen kantavuus alkoi paikoin runsaiden sateiden vuoksi rajoittamaan sadonkorjuun etenemistä. Sadonkorjuu sujui tavanomaisessa aikataulussa, mutta jatkuva märkyys hidasti työn etenemistä. (Vilja-alan yhteistyöryhmä 2016, viitattu 22.9.2017.) Terminen kesä alkoi vuonna 2016 21.5.2016 ja päättyi 13.9.2016 (Ilmatieteenlaitos 2016, viitattu 22.9.2017). Tehoisan lämpötilan summa vuonna 2016 oli 1223 (Jokinen, sähköpostiviesti 8.11.2017).

Sääolot vuonna 2017

Sääolot Pohjois-Pohjanmaalla olivat vuonna 2017 poikkeukselliset ja vaihtelevat. Viljelyvuosi käynnistyi vasta kesäkuun alkupuolella. Kasvukausi oli suotuisa nurmille ja aikaisin kylvetyille lajikkeille. Kasvukautteen tuli haasteita syksyllä ja puinnit myöhästivät monin paikoin. Pohjois-Suomessa nurmenkasvu arvioitiin tavanomaiseksi. (ProAgria 2017b, viitattu 24.11.2017.) Termisen kesän pituudesta ja päättymisestä ei ole vielä virallista tietoa tätä opinnäytetyötä tehdessä.

8 TULOKSET JA PÄATELMÄT

8.1 Nurmisadot ja lannoitus

Opetusmaatilán nurmiviljelyssä käytetään apilapitoista siemenseosta. Seos sisältää timoteita 60%, rainataa 10%, englannin raiheinää 10%, puna-apilaa 15% ja alsikeapilaa 5%. Osa sadosta paalataan pyöröpaaleihin ja osa säilötään navetan kahteen siiloon. Satojen tiedot on kerätty taulukkoon 4. Satotiedot perustuvat lohkokirjanpitoon, johon kirjataan rehukuormien ja pyöröpaalien lukumäärä rehunteon yhteydessä. Säilörehusato sisältää vain rehuksi tehdyn sadon.

TAULUKKO 4. Säilörehusadot (kg ka/ha) ja lannoitus (kg/ha)

Vuosi	2013	2014	2016	2017
<i>Keskisato</i>	3818	6695	4529	4847
<i>Typpilannoitus keskimäärin</i>	184	181	170	117
<i>Sadon mukana poistunut typpi keskimäärin</i>	293	300	129	138
<i>Fosforilannoitus keskimäärin</i>	17	18	1	3
<i>Sadon mukana poistunut fosfori</i>	21	21	14	16
<i>Kaliumlannoitus keskimäärin</i>	155	108	37	74
<i>Sadon mukana poistunut kalium</i>	248	247	145	172

8.2 Viljasadot ja lannoitus

Opetusmaatilalla viljellään ohraa ja kauraa rehuksi omalle karjalle. Vuonna 2016 lajikkeina ovat olleet *Brage*-ohra ja *Marika*-kaura. Viljalajikkeet ovat vaihdelleet seurantavuosien aikana. Vuonna 2016 Korila lohkolla kaura- ja ohrasato yhdistettiin viljelyteknisistä syistä. Viljasatojen tiedot on kerätty taulukkoon 5. Sadot on ilmoitettu keskisatoina kuiva-ainetta/ha ja lannoitus on ilmoitettu kg/ha.

TAULUKKO 5. Viljasadot (kg ka/ha) ja lannoitus (kg/ha)

Vuosi	2013	2014	2016	2017
<i>Keskisato</i>	2096	2806	1987	2786
<i>Typpilannoitus keskimäärin</i>	80	22	33	70
<i>Sadon mukana poistunut typpi keskimäärin</i>	89	57	28	57
<i>Fosforilannoitus keskimäärin</i>	5	15	1	6,5
<i>Sadon mukana poistunut fosfori</i>	16	11	8	11
<i>Kaliumlannoitus keskimäärin</i>	45	99	2	49
<i>Sadon mukana poistunut kalium</i>	48	16	12	13

8.3 Laidun- ja niitonurmien sadot ja lannoitus

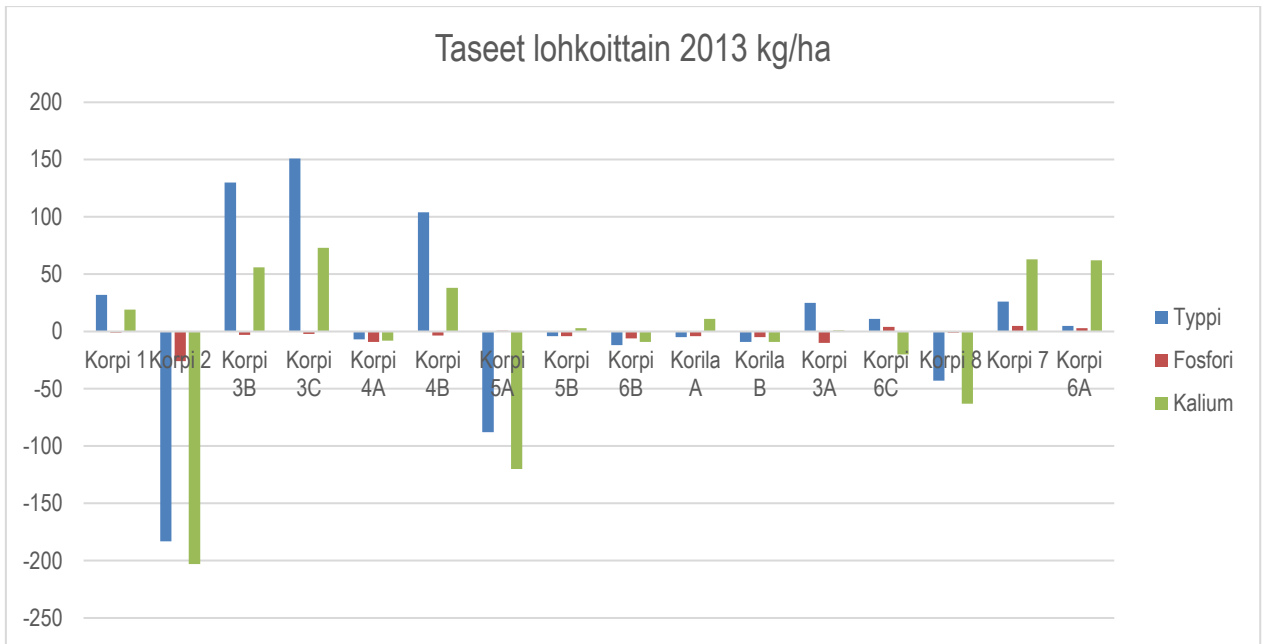
Laidunsadon on arvioitu olevan 4820 kg/ha. Eläinten laidunvaikutusta peltomaahan ei ole arvioitu. Laidun- ja niitonurmien satotiedot on kerätty taulukkoon 6.

TAULUKKO 6. Laidun- ja niitonurmien sadot (kg ka/ha) ja lannoitus (kg/ha).

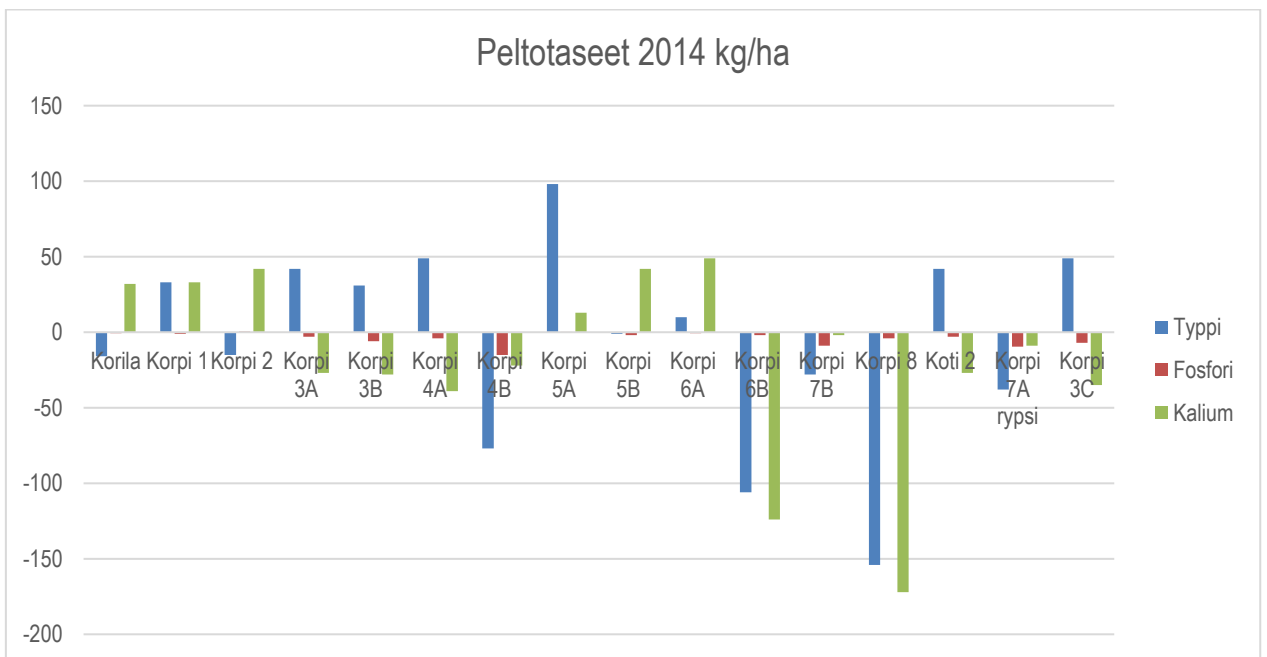
Vuosi	2013	2014	2016	2017
<i>Keskisato</i>	1266	1911	3645	1170
<i>Typpilannoitus keskimäärin</i>	144	124	130	75
<i>Sadon mukana poistunut typpi keskimäärin</i>	32	54	88	47
<i>Fosforilannoitus keskimäärin</i>	0	4	3	11
<i>Sadon mukana poistunut fosfori</i>	3	6	10	6
<i>Kaliumlannoitus keskimäärin</i>	78	45	11	31
<i>Sadon mukana poistunut kalium</i>	35	4	101	55

8.4 Peltotaseet vuosilta 2013, 2014, 2016, 2017

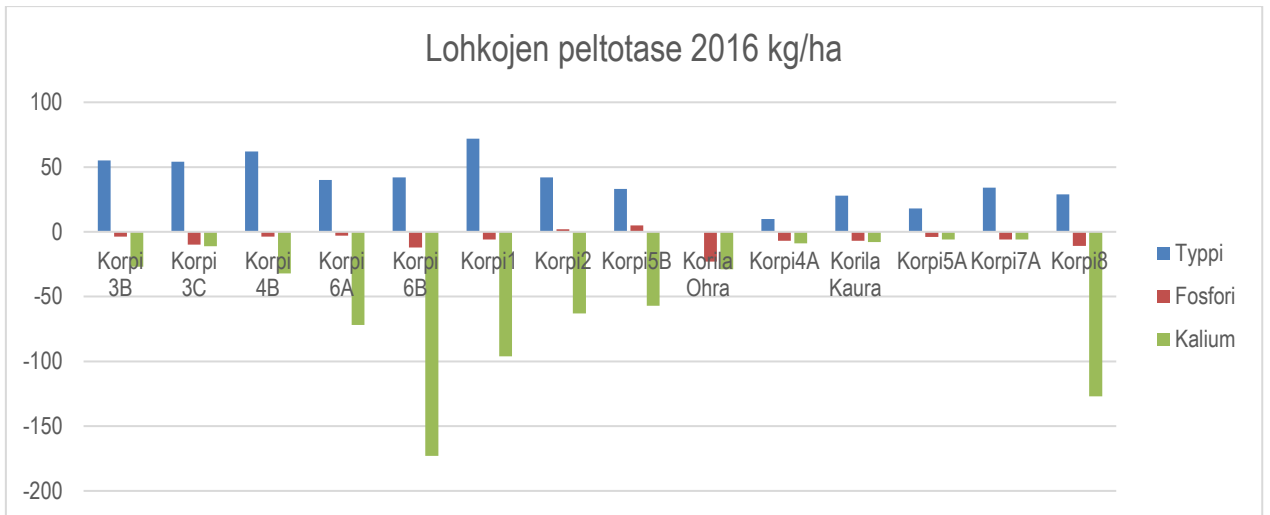
Peltotaseet laskettiin vuosittain jokaiselle lohkolle. Ne on esitetty kuvioissa 11–14.



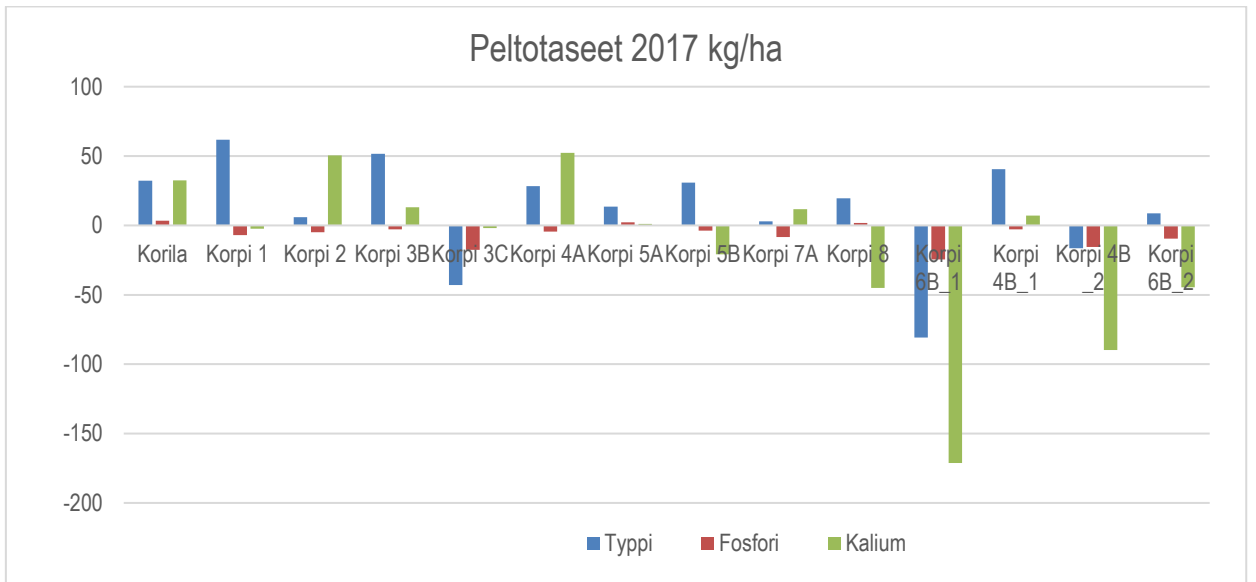
KUVIO 11. Lohkojen peltotaseet 2013



KUVIO 12. Lohkojen peltotaseet 2014



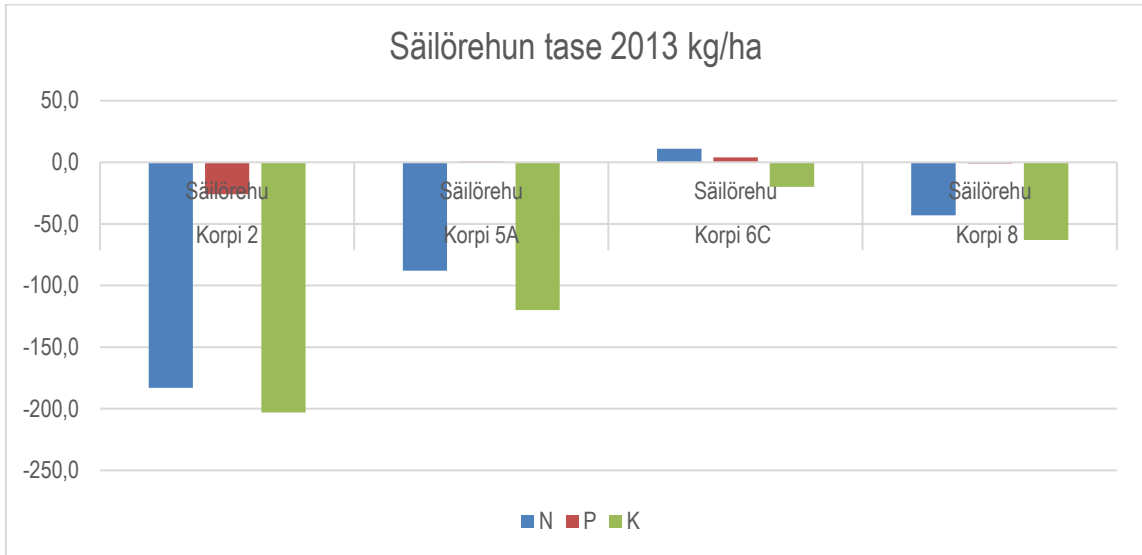
KUVIO 13. Lohkojen peltotaseet 2016



KUVIO 14. Lohkojen peltotaseet 2017

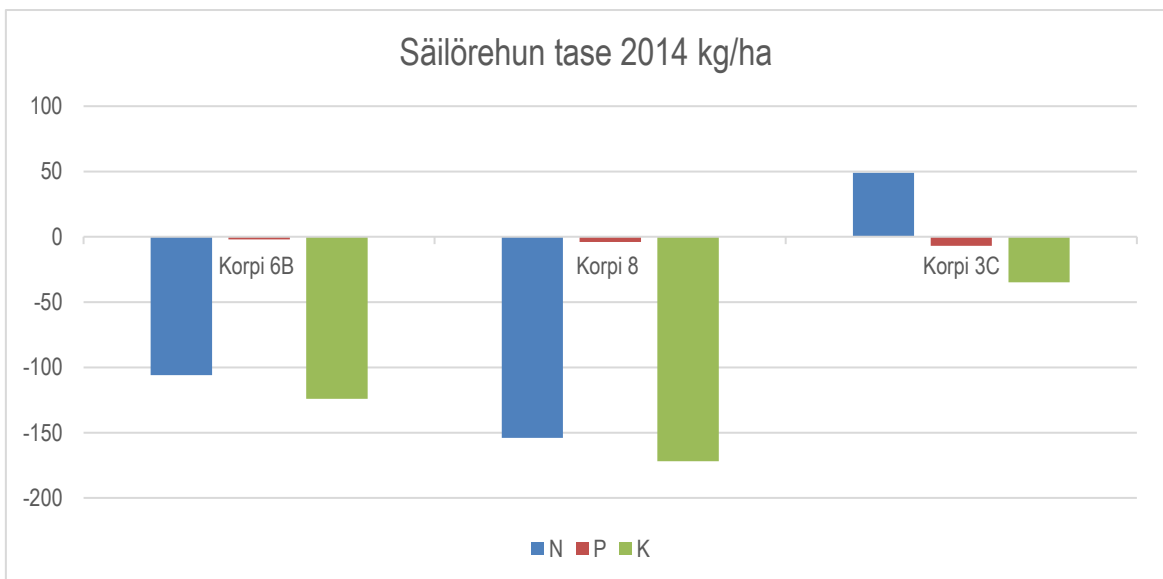
8.5 Taseet viljelykasveittain vuosina 2013, 2014, 2016 ja 2017

Säilörehulohkojen peltotase on koottu seuraaviin kuvioihin 15–18. Viljalohkojen peltotase on esitetty taulukoissa 19–22. Laidun- ja niitonurmien peltotase on esitetty kuvioissa 23–26.



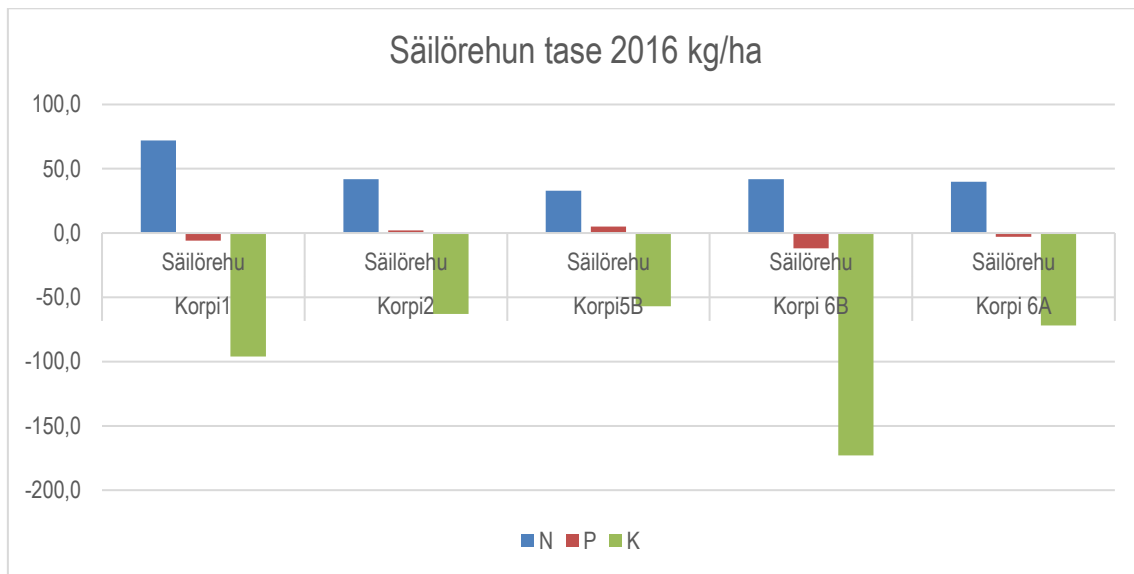
KUVIO 15. Säilörehun peltotase lohkoittain vuonna 2013

Säilörehusadot vuonna 2013 olivat isoja. Lohkoilta korjattiin kolme sataa.



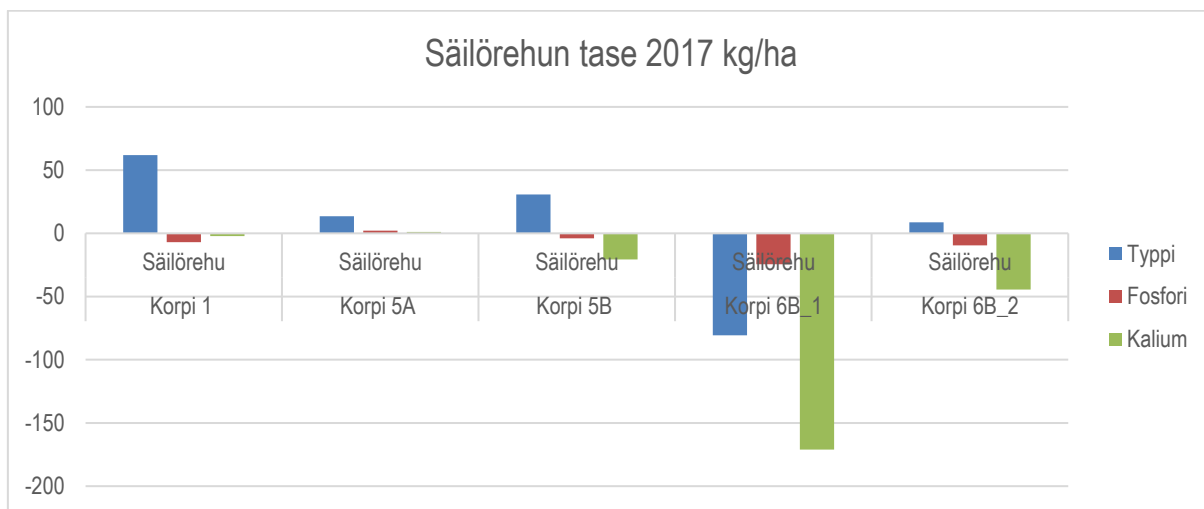
KUVIO 16. Säilörehun peltotase lohkoittain vuonna 2014

Säilörehusadot vuonna 2014 olivat edellisvuoden tavoin suuria. Säilörehua korjattiin kolme sataa.



KUVIO 17. Säilörehun peltotase lohkoittain vuonna 2016

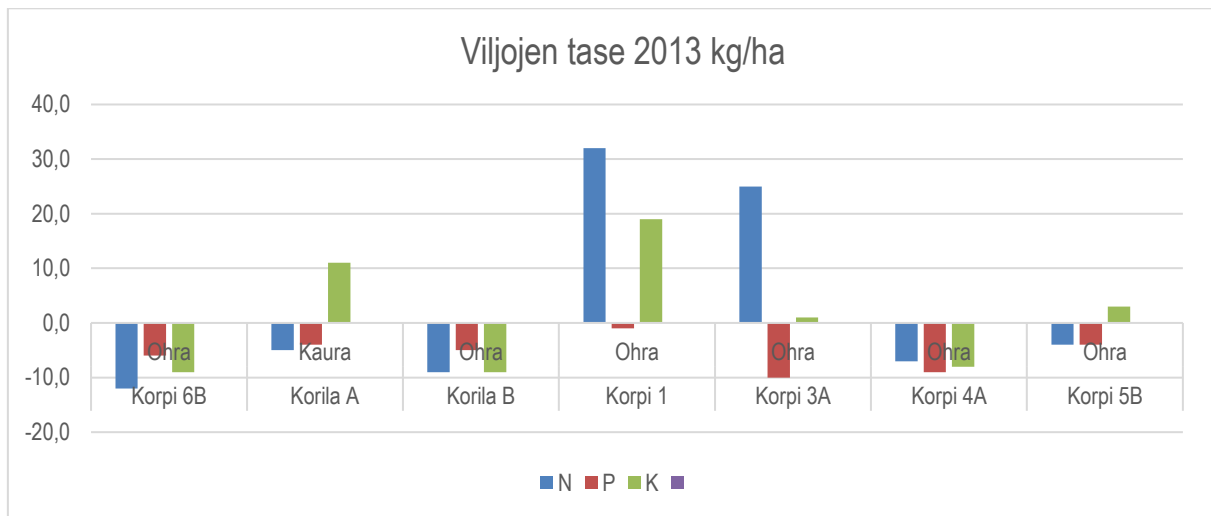
Säilörehusadot olivat vuonna 2016 tavanomaiset. Satoa korjattiin kaksi satoa.



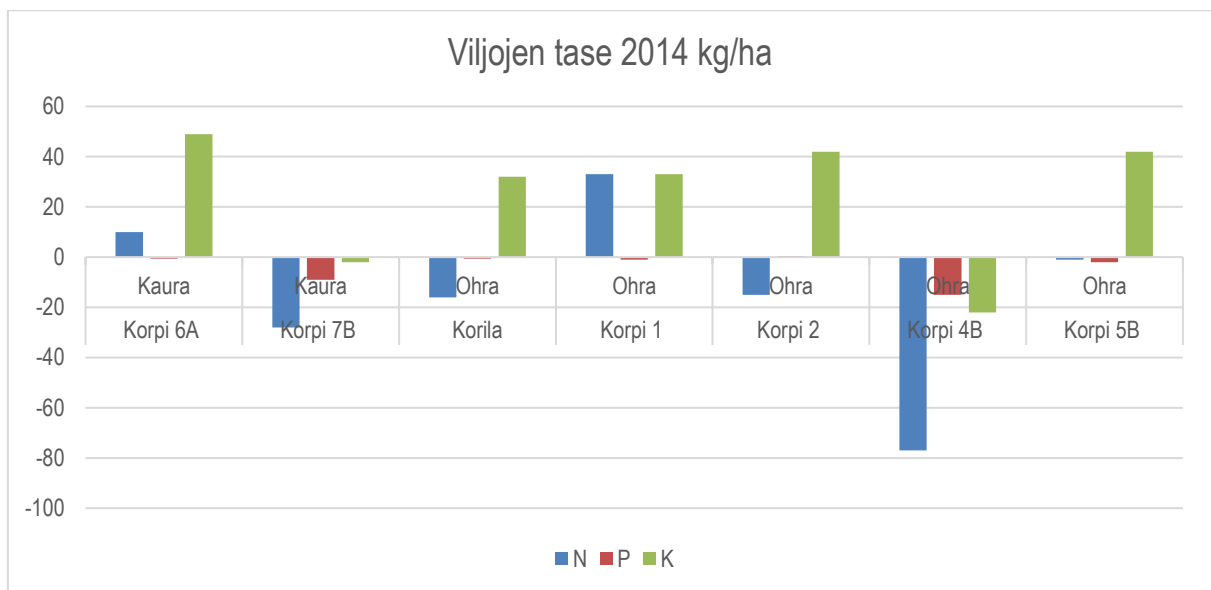
KUVIO 18. Säilörehun peltotase lohkoittain vuonna 2017

Vuonna 2017 säilörehua korjattiin kaksi satoa.

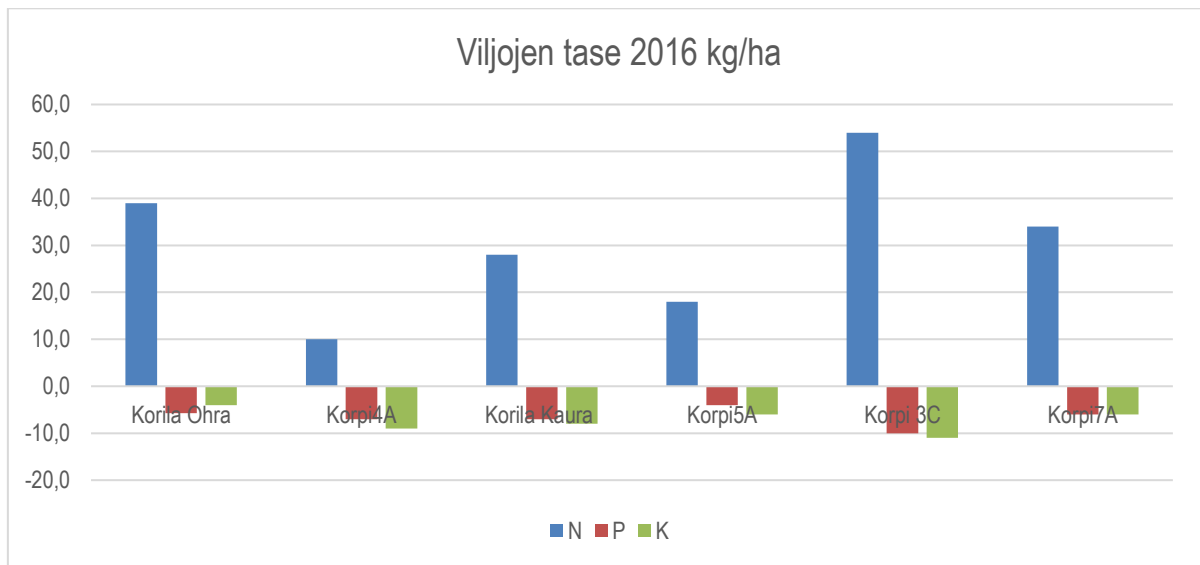
Viljat 2013, 2014, 2016 ja 2017.



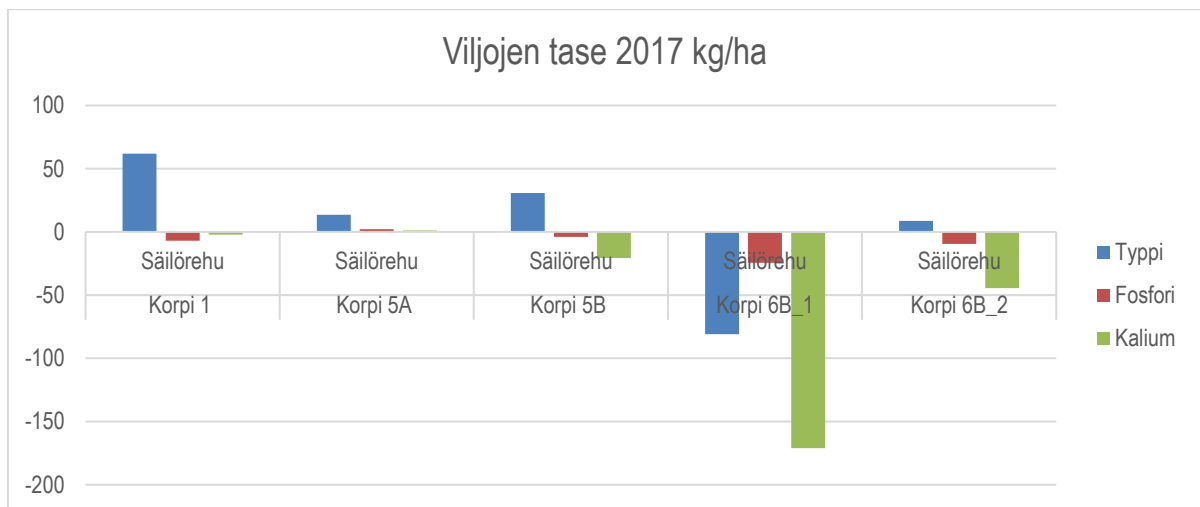
KUVIO 19. Viljojen peltotase lohkoittain vuonna 2013



KUVIO 20. Viljojen peltotase lohkoittain vuonna 2014

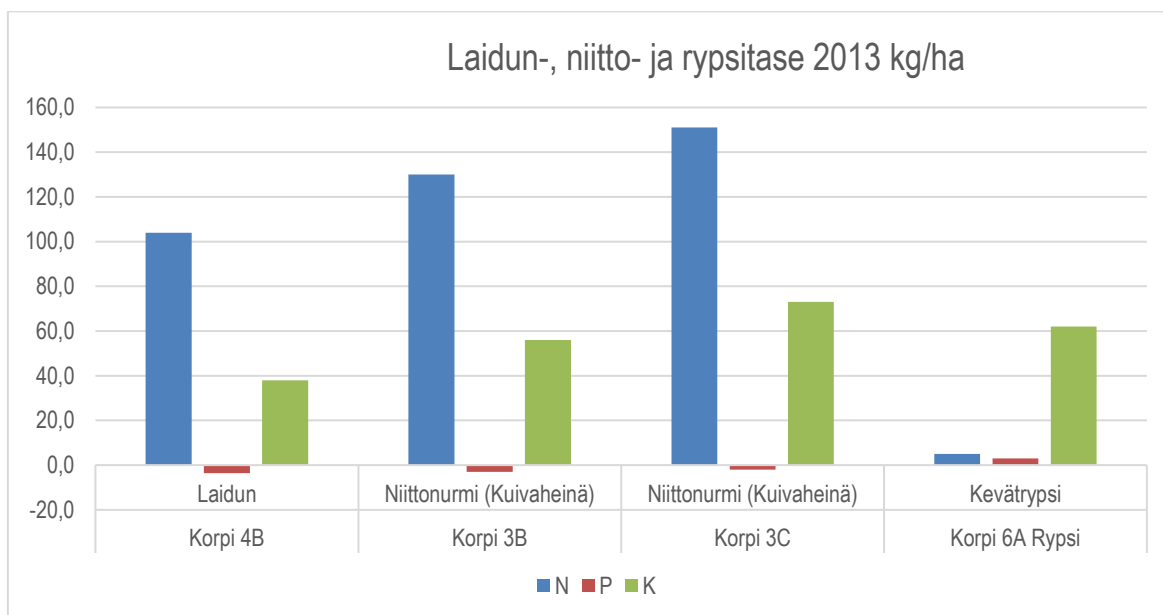


KUVIO 21. Viljojen peltotase lohkoittain vuonna 2016



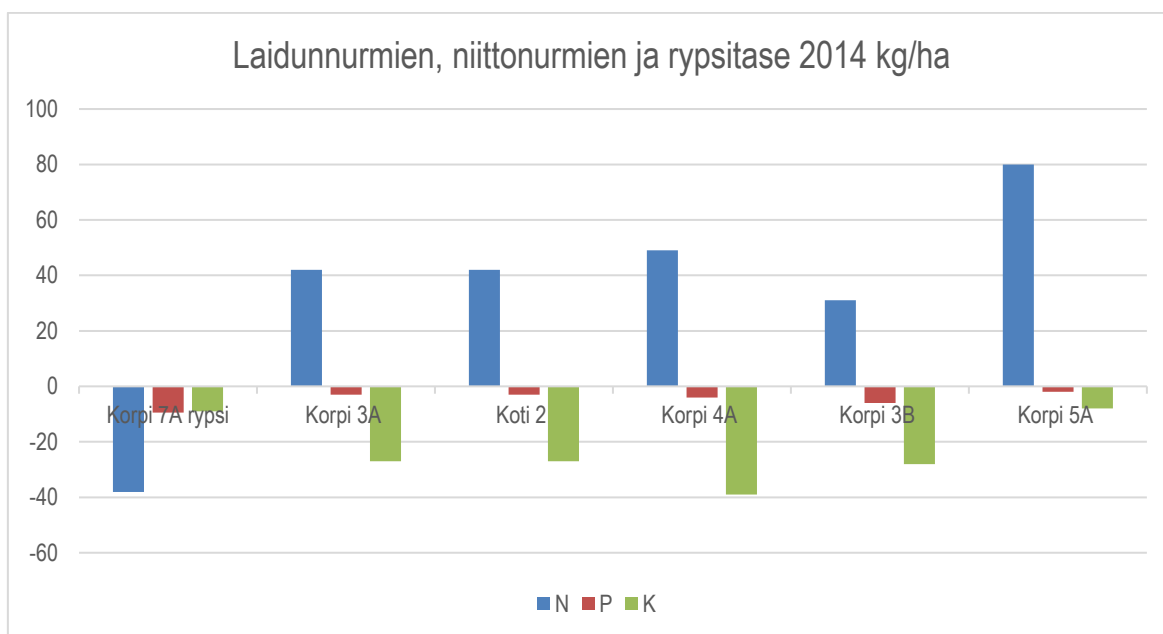
KUVIO 22. Viljojen peltotase lohkoittain vuonna 2017

Niittonurmien ja laitumien tase on koottu seuraaviin kuvioihin 23, 24, 25 ja 26.

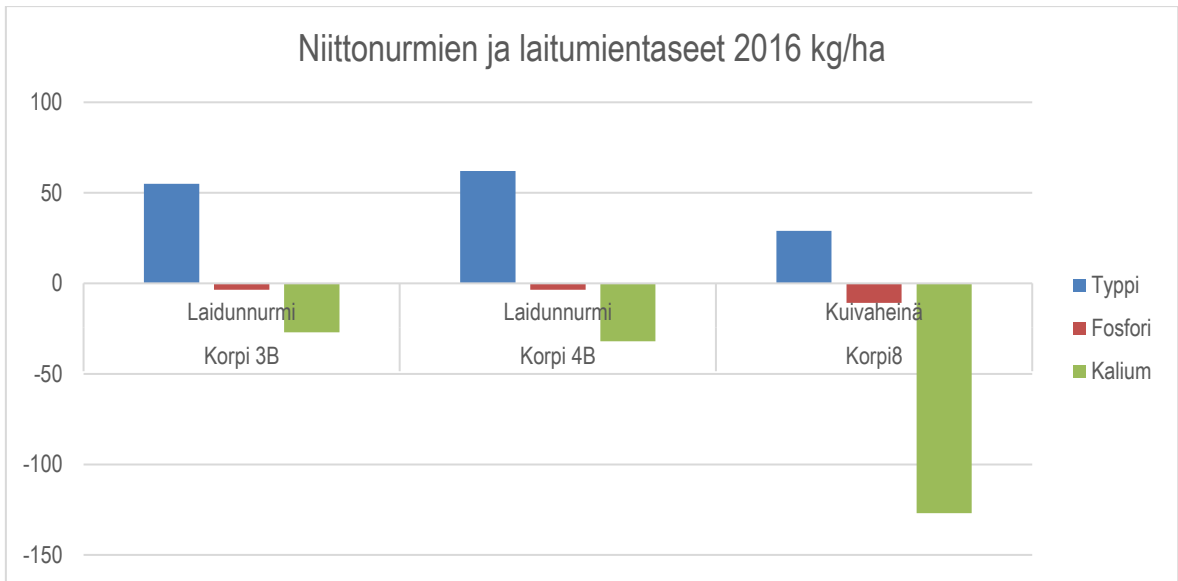


KUVIO 23. Niittonurmien ja laitumien peltotase lohkoittain vuonna 2013

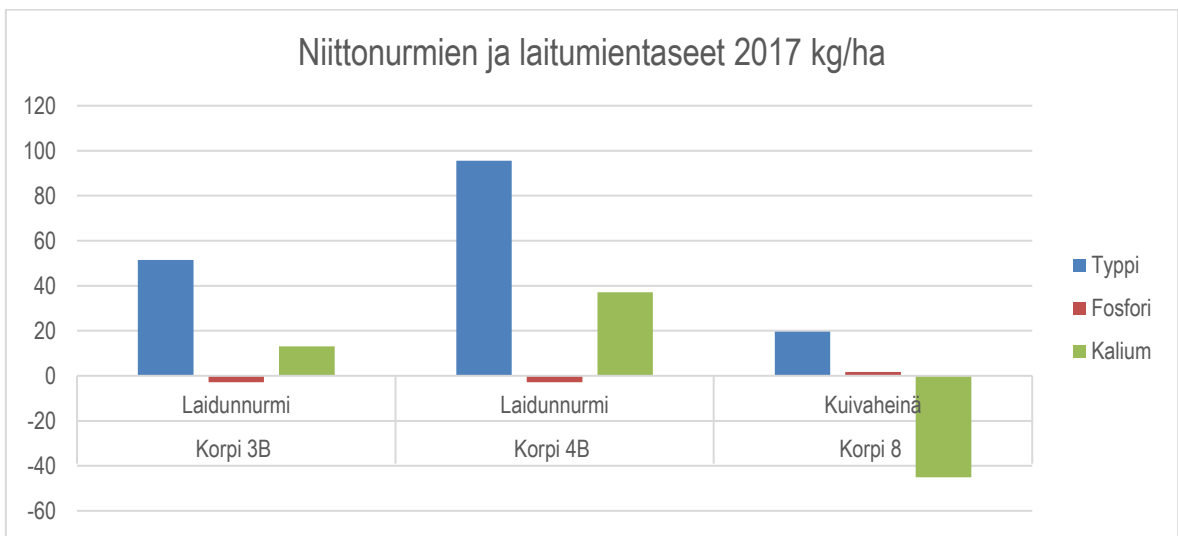
Niittonurmien peltotaseet ovat typen ja kaliumin osalta positiivisia. Niittonurmien sadot ovat olleet maltillisia ja se nostaa peltotasetta positiiviseksi.



KUVIO 24. Niittonurmien ja laitumien peltotase lohkoittain vuonna 2014



KUVIO 25. Niittonurmien ja laitumien peltotase lohkoittain vuonna 2016

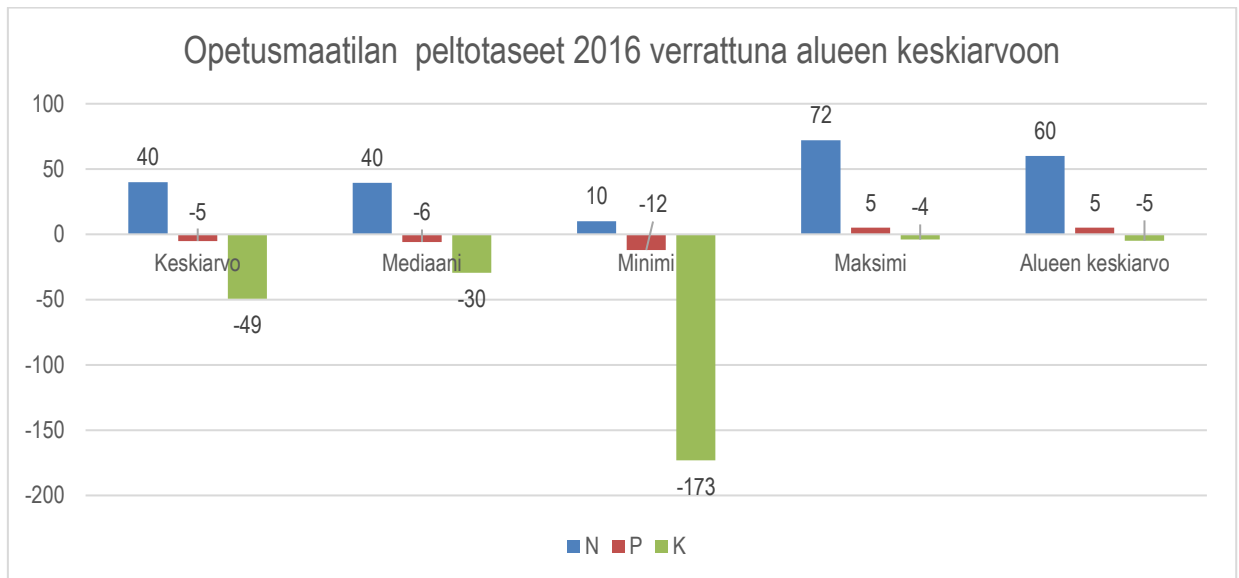


KUVIO 26. Niittonurmien ja laitumien peltotase lohkoittain vuonna 2017

8.6 Peltotaseiden vertailu ja jatkotoimenpiteet

Opetusmaatilán peltolohkojen taseet mukailevat alueen keskiarvoja. Typpitaseet alueella ovat tyypillisesti noin 60 kg/ha, fosforitaseet 5kg/ha. (Typpi ja fosforitaseet Pohjois-Pohjanmaalla 1997-

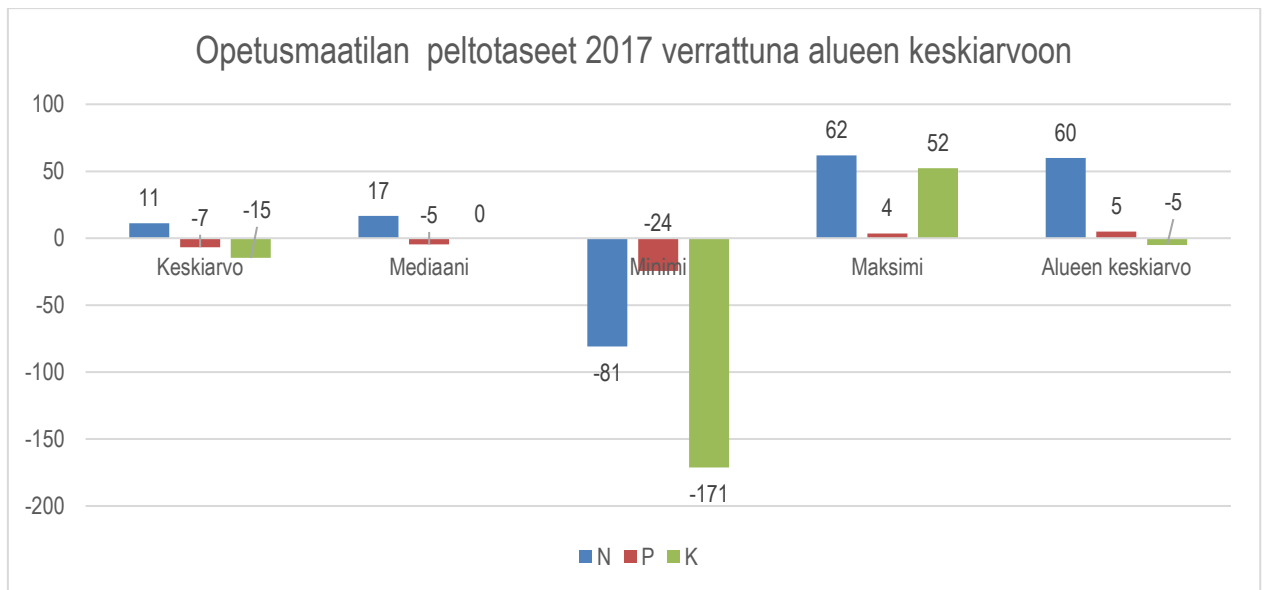
2015, viitattu 2.11.2017.) Kaliumtaseet vaihtelevat kasvilajeittain. Tässä vertailussa on käytetty keskimääräistä -5 kg/ha arvoa. Kuviossa 27 on vuoden 2016 peltotaseita verrattu alueen keskiarvoihin. Kuvioista voidaan nähdä, että typpitaseet opetusmaatilalla ovat alemmat kuin alueella keskimäärin. Opetusmaatilalla fosfori- ja kaliumtaseet ovat negatiivisia.



KUVIO 27. Peltotaseet 2016 verrattuna alueen keskiarvoihin.

Peltotaseet ovat typen osalta alueen keskiarvoa alemmat. Fosfori on keskiarvon kaltainen. Kalium on keskiarvoa alempi. Tilanne on tyypillinen, sillä nurmenviljelyssä kalium saattaa olla vahvasti negatiivinen.

Vuoden 2017 tilanne on kuvion 28 mukainen. Silloin opetusmaatilalla peltotaseiden keskiarvot ovat alemmat kuin alueen keskiarvot. Huomattavaa on, että kalium on edelleen negatiivinen, vaikka ravinnetasapainoa muutettiin täydentämään aiempien vuosien kaliumvajetta keväällä 2017. Vuoden 2017 tilannetta on havainnollistettu liitteessä 3.



KUVIO 28. Peltotaseet 2017 verrattuna alueen keskiarvoihin.

Peltotaseet 2017 ovat typen osalta alueen keskiarvoa reilusti alemmat. Fosfori on keskiarvon kaltaisen. Kalium on keskiarvoa alempi.

Tämän aineiston pohjalta on hyvä jatkaa ravinnetilan täydentämistä tulevina kasvukausina. Aineiston pohjana ollut viljavuusanalyysi on vuodelta 2014 ja se kannattaakin uusii piakkoin. Analyysin pohjalta voidaan miettiä lisäkalkituksen tarvetta uudelleen, jotta pH saadaan pysymään halutulla tasolla kaikilla lohkoilla. Nurmilohkojen kaliumin tarve on suuri, joten sen täydentäminen kannattaa ottaa huomioon. Viljalohkojen ravinnetila on pääsääntöisesti tasapainoissa. On kuitenkin huomattava, ettei samoja lannoitusperiaatteita voi soveltaa kaikille tilan kasveille. Viljasatojen mukana poistuu vähemmän ravinteita kuin nurmien, joten esimerkiksi kalium saattaa nousta positiiviseksi. Laidunlohkojen lannoitus saattaa olla haastavaa. Laidunsato yleensä arvioidaan tilastollisena laidunsatona ja riippuu pitkälti kasvutekijöistä, saadaanko laitumilta laidunsadon lisäksi säilörehusta.

Kokonaisuudessaan vuosittainen peltotasevertailu antoi kattavan kuvan eri ravinteiden tilasta ja siitä, mitä ravinnepanoksilla on saatu. Peltotaseet vaihtelivat suuresti satotasojen mukaan. Satotasot puolestaan vaihtelivat ulkoisten kasvutekijöiden muuttuessa. Taselaskentaan maalajilla ei tässä tutkimuksessa ollut suoraa vaikutusta, sillä peltolohkot sijaitsivat kaikki hietamailla.

8.7 Maan kasvukunto

Maan kasvukuntoa tutkittiin mittauksilla ja laskelmilla. Peltomaan laatutesti antoi yleiskuvaa lohkojen tilanteesta. Kuoppatestillä ja penetrometrimittauksilla saatiin tietoa maan rakenteesta ja tiivistymistä. Kationinvaihtokyky nosti esiin maan varastointikyvyn.

Peltomaan laatutestin tulokset on esitetty lohkoittain taulukossa 7.

TAULUKKO 7. Peltomaan laatutestin tulokset.

Lohko	Pisteytys	Arviointi
Korila	2,5	Välttävä
Korpi1	3,6	Tyydyttävän hyvä
Korpi2	4,1	Erittäin hyvä
Korpi3C	4,0	Hyvä
Korpi4A	4,2	Erittäin hyvä
Korpi4B	4,1	Erittäin hyvä
Korpi5	3,6	Tyydyttävän hyvä
Korpi6	3,9	Tyydyttävän hyvä
Korpi7	3,8	Tyydyttävän hyvä
Korpi8	3,9	Tyydyttävän hyvä

Testi osoitti, että tilanne on hyvä suurimmalla osalla lohkoista. Korilan ja Korpi 5:n tilanne on vesitalouden takia heikompi. Lohkot odottavat uudelleen ojitusta. Testi antoi hyvän alustavan näkemyksen lohkojen tilasta. Lisätutkimuksille on kuitenkin selvästi tarvetta, sillä maanrakenne ja ravinnetila tarvitsevat vielä analyysiä ja tarkennusta.

Kuoppatestin tulokset vaihtelivat joidenkin lohkojen sisällä suuresti. Korila-lohko oli toiselta laidalta tiivistynyttä ja mururakenne oli heikko. Lohkon pinnalla seiso vettä. Kolmesta kuopasta kahdessa peltomaa oli niin tiukkaan, ettei lapio upponut maahan. Lohkon toiselta reunalta maan rakenne oli selvästi ilmavaa ja samasta kuopasta löytyi runsaasti lieroja. Lohkojen maanrakenne mukaili pääosin samaa kaavaa. Peltomaa oli selvästi tiivistynyttä peltoliikenteen kohdissa ja päisteissä. Näissä

kohdissa lapiotestin tekeminen oli hankalaa tiivistymisen takia. Testissä arvioitiin juurten rakennetta, joka arvioitiin normaaliksi kaikilla lohkoilla. Niiden kasvu on kuitenkin pysähtynyt muokkauskerrokseen.

Penetrometri mittaukset

Mittauksen viitearvoina toimivat taulukon 8 mukaisesti värikoodit.

TAULUKKO 8. Penetrometrin viitearvo ja värikoodit.

Hyvät kasvuolosuhteet	Vihreä 0-200 psi / 0-14 kg/cm ²	
Kohtuulliset kasvuolosuhteet	Keltainen (200-300 psi) / 14-21/cm ²	
Heikot olosuhteet	Punainen (300 psi tai yli) / 21kg/cm ² tai yli	
Kasveilla ongelmia tunkeutua maahan		

Taulukossa 9 on esitetty keskiarvot lohkoittain.

TAULUKKO 9. Penetrometrimittausten tulokset

Lohko	Maan syvyys 7cm	Maan syvyys 14cm	Maan syvyys 21cm	Maan syvyys 28cm	Maan syvyys 35cm
Korpi1					
Korpi2					
Korpi3C					
Korpi4A					
Korpi4B					
Korpi5A					
Korpi5B					
Korpi6A					
Korpi6B					
Korpi7A					
Korpi8					
Korila					

Peltomaan mittaaminen penetrometrillä mukaili hyvin aiempia lohkotietoja. Tiivistymiä oli lohkoilla tyypillisesti päisteiden, paalien säilytyspaikoilla ja kulkureittien kohdilla. Saman lohkon sisällä mitaustulokset saattoivat vaihdella runsaasti. Paikoin peltomaa oli todella tiivistynyttä ja penetrometri ei läpäissyt maata lainkaan tiivistymien takia (Korila). Paikoin mittalaite upposi peltoon hyvin ja maan rakenne oli erinomainen (Korpi 2). Osalla lohkoista mittaaminen loppui n. 30 cm syvyyteen.

Kationinvaihtokyky

Kationinkykyä kartoitettiin Excel-pohjaisella laskurilla hyödyntäen viljavuustietoja. Tulokset näkyvät taulukossa 10. Laskuri antaa tiedon peltomaan ravinteiden varastointikyvystä joka näkyy taulukossa Ca:Mg suhteena. Esimerkkitalan pellot ovat kaikki kevyitä eli KVK < 10. (Mattila 2015b, viitattu 20.9.2017.)

TAULUKKO 20. Kationinvaihtokyky lohkoittain

Analyysitulokset Lohko	Maalaji	Multavuus	pH	Ca	mg/l			Ca:Mg
					Mg	K	Na	
Korila	HHt	rm	5,3	680	110	130	36,7	6
Korpi 1	KHt	m	5,8	880	120	100		7
Korpi 2	KHt	rm	5,9	820	120	42	10	7
Korpi 3C	HHt	m	6	1120	120	150		9
Korpi 4A	KHt	rm	6	1520	230	130	25	7
Korpi 4B	KHt	erm	6,2	1910	230	110		8
Korpi 5A	KHt	rm	6,1	1150	170	51		7
Korpi 5B	KHt	erm	6,4	2050	280	50	15	7
Korpi 6A	KHt	rm	6,3	1800	240	41	15	8
Korpi 6B	KHt	rm	6,2	1470	250	54	15	6
Korpi 7	KHt	erm	6	2000	200	97	12	10
Korpi 8	KHt	erm	5,9	1550	150	70	21	10

Silloin kun kationinvaihtokyky (Cation Exchange Capacity) on 10 tai alle, maalla on alhainen kyky sitoa ravinteita. (Understanding cation exchange capacity, viitattu 20.9.2017.)

Tulokset

Tulosten perusteella opetusmaatilan lohkot ovat yleisesti hyvässä kunnossa. Hyvin toimivasta peltolohkosta esimerkkinä voidaan nostaa lohkot Korpi 2 ja Korpi 3C. Ne osoittautuivat lapiotestissä

kuohkeiksi ja penetrometri upposi hyvin maahan. Näillä lohkoilla on kasveilla hyvät kasvuedellytykset ja ne luokiteltiin peltomaan laatutestissä hyväksi tai erittäin hyväksi.

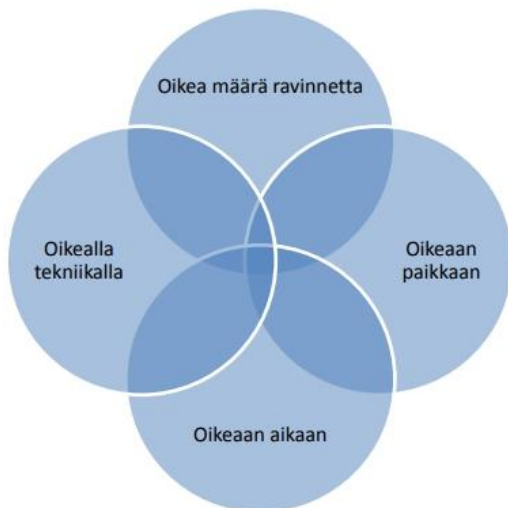
Tulosten perusteella tarkempaa pohdintaa tarvitsee lohko Korila. Pelto on tilan uusimpia alueita ja tullut vaihtomaana Muhoksen kunnalta. Lohkon pH on viljavuustutkimuksen mukaan paikoin vain 5,3. Kationinvaihtokyky on 6, eli peltomaalla on alhainen kyky sitoa ravinteita. Lohko osoittautui lapiotestissä paikoin tiivistyneeksi. Maan rakenne oli kovaa, lapio ei juuri uponnut peltoon. Mururakenne oli kokkareista ja tiivistä. Lohkolla seiso i vesi testin teon aikana, toukokuussa 2017. Toisaalta lohkon pohjoisreuna oli selvästi ilmavampaa ja lieroja löytyi runsaasti. Viljojen satotasot ovat olleet Korila-lohkolla vuonna 2013 2400 kg/ha, vuonna 2014 2700kg/ha, vuonna 2016 2100 kg/ha ja vuonna 2017 2900 kg/ha. Korila-lohko odottaa uusinta ojitusta. Viljelykiertoon ovat kuuluneet viljat ainakin viimeiset 5 vuotta. Kalkitus aloitettiin keväällä 2017 ainakin viiden vuoden tauon jälkeen. Peltotase Korila-lohkolla on vaihdellut vuosittain. Vuonna 2016 typpi oli positiivinen muiden ravinteiden ollessa negatiivisia. Vuosina 2013 ja 2014 muut ravinteet olivat negatiivisia paitsi typpi. Aineiston pohjalta voidaan olettaa, että alhainen satotaso saadaan nousemaan lohkolla, kun perusteet saadaan kuntoon (vesitalous, maan rakenne, happamuus).

9 RAVINNETEHOKKUUDEN PARANTAMISKEINOT

Tämän opinnäytetyön tutkimusten perusteella maan kasvukunto vaikuttaa suuresti peltotaseisiin. Sadontuottokyvyn, ravinteiden hyväksikäytön ja ravinnetaseiden kannalta on tärkeää vaalia hyvää maan kasvukuntoa kaikissa toimissa. Tilan kannalta maan kasvukunto on kuin tuotantolaitos, jonka toimivuudesta on riippuvainen koko tilan hyvinvointi. Onnistuneen maan kasvukunnon avulla tilan pellot tuottavat paremman sadon ja ulkopuolelta ostettujen ravinteiden oston tarve pienenee. Kun maan rakenne on kunnossa, satotasot nousevat ja ravinteiden hyväksikäyttö paranee. Syntyneiden havaintojen pohjalta on suunniteltu työn viimeinen osio.

9.1 Täsmäviljely

Täsmäviljely tarkoittaa tuotantopanosten kohdistamista siihen peltolohkon osaan, joka tarvitsee sitä. Tilan ravinnehuollossa olisi hyvä huomioida lannoituksen oikea-aikaisuus. Silloin ravinteita annetaan kasveille oikealla tekniikalla, oikea määrä, oikeaan aikaan ja paikkaan. (Kuvio 29) (Riiko 2013b, viitattu 10.10.2017.)



KUVIO 29. Tilan ravinnehuolto. (Riiko 2013b, viitattu 10.10.2017.)

Nurmenviljelyssä ensimmäisen nurmisadon satopotentiaali on suurin ja kolmannen pienin, tästä syystä typpilannoituksen painotus on hyvä kohdentaa ensimmäiselle ja toiselle sadolle. Lannoituksen jakaminen nostaa usein kokonaissatoa. (Kykkänen & Virkajärvi 2014, viitattu 10.10.2017.) Peltotaseita voidaan optimoida käyttäen täsmälannoitusta. Lannoituksen jakaminen antaa enemmän lannoitukseen säästövaraa kasvukauden aikana. Mikäli ulkoiset kasvutekijät muuttuvat ja odotetaan

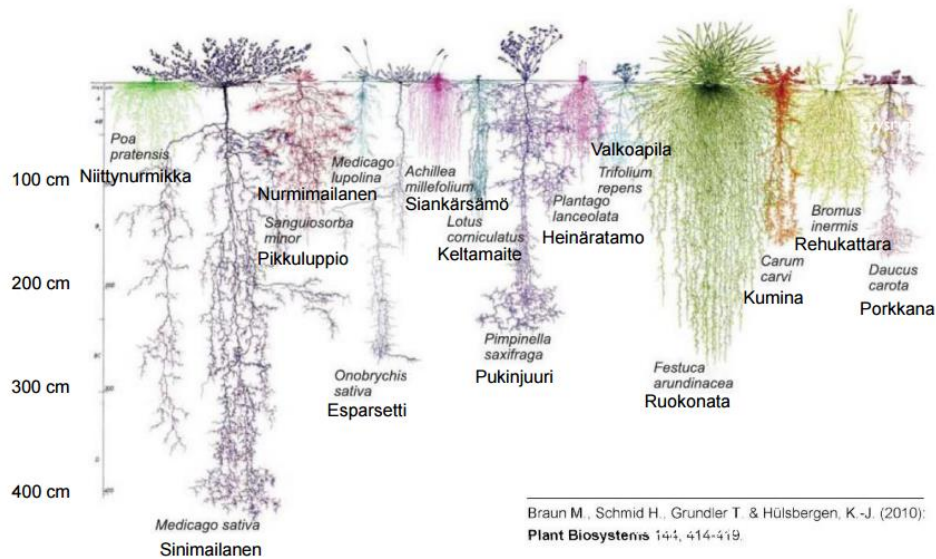
parempaa satoa, lisälannoitusta voidaan antaa. Mikäli kasvukausi näyttää huonolta, lisälannoitus jätetään antamatta. (Heikkinen, Kaasinen & Rasa 2010, 4–21, viitattu 14.10.2017.)

Täsmäviljelystä kustannussäästöt syntyvät työkustannuksissa, lannoite- ja kasvinsuojeluaineissa. Täsmäviljely vaatii lohkojen hyvää tuntemusta ja laitteiston hankintaa tilalle. Täsmäviljelyn avulla voidaan ohjata myös taseiden haasteena pidettyä satomäärän arviointia. Viljelyssä voidaan satomääriä arvioida erilaisten laitteistojen avulla. Puimureiden sadonmittausjärjestelmiä on ollut yleisesti saatavilla jo vuosia. Nurmen niittomurskaimeen on saatavilla voimalevyanturi, joka mittaa sadon määrää. Tarkkuussilppuriin on saatavilla syöttörullien välimatkan perusteella mitattu sadon määrä. Sadon määrää voidaan rekisteröidä myös lohko kohtaisesti, mikäli kalusto on varustettu GPS: llä. Noukinvaunuja on saatavilla painoantureilla ja GPS: llä varustettuna. (Pesonen, Kaivosoja & Suomi 2010, viitattu 18.8.2017.)

9.2 Viljelykierron vaikutus maan kasvukuntoon

Monipuolinen viljelykierto edesauttaa maan kasvukuntoa. Kun tavoitellaan satotason nostoa, maan hyvä kasvukunto on tärkeä. Maata parantavista kasveista käytetään nimitystä saneerauskasvit. Syväjuurisilla saneerauskasveilla on maata desinfioiva vaikutus. (Linnainmaa 2017, viitattu 10.10.2017.)

Tilan viljelykierrossa kannattaa suosia syväjuurisia kasveja, ne hoitavat maan rakennetta lisäämällä juurikanavia ja edesauttavat veden liikettä (kuivattavat maata) ja tuovat eloperäistä ainesta maahan. Kuviossa 30 ovat havainnollistettu tehokkaimpia maan parannuskasveja. Niitä ovat paksun paalujuuren omaavat monivuotiset kasvit (sinimailanen, puna- ja valkoapila). (Juuristotietopaketti 2015, viitattu 18.8.2017.)



KUVIO 30.2 Kasvien erilainen juuristo. (Juuso 2014, viitattu 4.5.2017.)

Tilan viljelykierto on monipuolinen, kun siinä suositaan eri kasvien kiertoa lohkojen välillä ja kierrossa on myös ilmasta typpeä sitovia typensitojakasveja (esim. herne). Typensitojakasveja kannattaa suosia viljelykierrossa. Ne ovat palkokasveja, jotka samalla muokkaavat maata ja siirtävät ravinteita seuraaville kasveille. Biologisen typensidonnan avulla hyödynnetään ilmassa olevaa typpeä. Viljelykierron suunnittelulla voidaan kohdentaa tuotanto niille peltolohkoille, joilta saadaan hyvä sato ja heikot tuottoisimmat lohkot jätetään viljelykierrossa maanparannuskasveille. Alus- ja kerääjäkasvit estävät ravinteiden huuhtoutumista keräämällä liukoisia ravinteita peltoa sadonkorjuun jälkeen. Toimenpiteet parantavat maan rakennetta ja lisäävät orgaanista ainesta maassa. (Viljelykierto lääkitsee, viitattu 18.8.2017.)

9.3 Viljelytekniikan hallinta maan rakenteen hoidossa

Viljelytekniikan osuus maan rakenteen hoidossa on suuri. Tilakohtaisesti on hyvä miettiä peltoliikenteen tarpeellisuus. Usein tähän liittyy myös maan rakenteen huomioiminen jo kalustohankintoja tehtäessä. Eri viljelytoimenpiteiden vaikutus on havainnollistettu seuraavassa taulukossa 11.

TAULUKKO 11. Viljelytoimenpiteiden vaikutus ravinnetaseisiin. (Rajala 2004, 19, viitattu 24.11.2017.)

Viljelytoimenpiteiden vaikutuksia ravinnetaseeseen

Viljelytoimenpide	Hyvä tase	Huono tase
Lannoitus	Niukka/Tarpeenmukainen	Runsas/Yli tarpeen
Sato	Runsas	Niukka
Maan kasvukunto	Hyvä	Huono
Kasvukauden sää	Suotuisa	Epäedullinen
Viljelykierto	Monipuolinen/tasapainoinen	Yksipuolinen
Eläinmäärä hehtaaria kohti	Kohtuullinen eläintiheys	Suuri eläintiheys
Lannan hyväksikäyttö	Tarkkaa	Heikkoa
Viljelytekniikka	Hyvä	Puutteellinen

Töiden toteutus oikeaan aikaan ja ajokertojen hallinta lohkolla on tärkeää. Renkaiden pintapaineen pienentäminen ratkaisee ruokamultakerroksen tiivistymisen ja akselipainojen pienentäminen ratkaisee, miten syvälle maa tiivistyy. Avainasia on peltoliikenteen suunnittelu. Lohkon muokkaus olisi hyvä olla maalajikohtainen ja sen tavoitteena tulisi olla maan hyvä mururakenne. Maan rakenteen kannalta on oleellista, että peltolohkoja muokataan tarpeeksi vähän. Traktoreiden vakopyörä tiivistää pohjamaan huokoset, silloin maa muuttuu vettä läpäisemättömäksi. Tärkeää on, että pellolla ajetaan silloin, kun peltomaa on riittävän kuivaa. Oleellista on valita kalustoon isot ja leveät renkaat tai paripyörät, joissa on alhaiset paineet. (Mattila 2015c, viitattu 19.9.2017.)

10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Viljely on moninainen kokonaisuus, jonka suunnittelussa ravinteiden käytön hallinta ja maan kasvukunto ovat keskeisessä asemassa. Maatilan taloudellisen kannattavuuden kannalta ravinteiden oikea kohdentaminen ja maan hyvä kasvukunto ovat tärkeässä roolissa. Ravinnetaselaskenta antaa lohkokohtaista kokonaiskuvaa tilan ravinnehuollosta. Sen tärkeät osatekijät: sadon määrä ja ravinnepanokset ovat laskelman tärkeimmät muuttujat. Ravinnetaseiden ansiosta muut viljelyyn liittyvät asiat nousevat esiin. Näitä ovat maan kasvukunto, ravinteiden hyödyntämisen maksimointi, lohkon sadontuottopotentiali ja lannoituskustannukset tuotantopanoksissa. Näihin osatekijöihin panostaminen nostaa tilan taloudellista kannattavuutta kohonneiden satojen myötä.

Eri lohkojen välisiin satotaseroihin on yleensä syynä maan erilainen rakenne. Hyvän rakenteen luomisessa on tärkeää, että tiivistymistä pyritään ehkäisemään oikealla ajotekniikalla ja paripyörillä. Hyvän rakenteen kannalta on tärkeää monipuolistaa viljelykiertoa, silloin myös maan rakenne paranee ja tiivistymistä voidaan ehkäistä.

Keskeiset havainnot, jotka syntyivät tämän opinnäytetyön tuloksena, voidaan jakaa kahteen kategoriaan. Nämä ovat ravinnetilanteen tasapainottaminen ja maan kasvukunto. Ravinnetilan tasapainotuksessa on maan pH tärkeä. Opetusmaatilan viimeisimmästä kalkituksesta oli aikaa noin 5 vuotta. Osalla lohkoista pH oli alle 6. Peltotaselaskenta havainnollisti tarvetta hienosäätää typen lannoitustasoa ja kaliumin vajausta pelloilla. Työ antoi tietoa maan kasvukunnosta ja sen vaikutuksesta satotasoihin. Tutkimuksissa nousi esiin tiiviit peltolohkot. Viljelykierron näkökulmasta nousi esiin kasvivalikoiman monipuolistaminen, biologisen typensidonnan käytön lisääminen ja maan rakennetta parantavien kasvien käyttö.

Peltotaselaskentaan liittyy epävarmuustekijöitä. Epävarmuustekijät liittyvät eri kasvukausien vaihteleviin oloihin. Hyvänä viljelyvuonna, kun ulkoiset kasvutekijät ovat suotuiset, satotaso on korkea. Korkea satotaso vie peltotaseen yleensä negatiiviseksi. Silloin kun ulkoiset kasvutekijät ovat epäsuotuisia, tase kääntyy positiiviseksi. Sadonmäärän arviointi on yksi epävarmuutta aiheuttavista tekijöistä. Usein sadonkorjuun aikana, kahden viereisen lohkon sadot yhdistetään korjuun helpottamiseksi ja silloin lohkokohtaisia satotietoja ei ole saatavilla taselaskentaa varten.

Peltotaseiden vertailu lohkoittain on hankalaa, maalaji ja viljavuus saattavat muuttua lohkon sisällä ja lohkolta toiselle siirryttäessä. Ravinnetaselaskelma ei ota kantaa typen vapautumiseen eri maalajeilla. Savisilla lohkoilla typpitase on korkeampi kuin muilla maalajeilla. Peltolohkoilla laiduntavien eläinten lannoitusvaikutusta taseisiin ja lannoitteena annetun karjanlannan ravinteiden pitkäaikaisvaikutusten huomioon ottaminen on hankalaa. Esikasvien lannoitusvaikutukset ja typensidonta ovat merkittäviä ja niiden vaikutus tulisi pystyä ottamaan huomioon taselaskennassa. Taselaskenta ei huomioi myöskään kasvilajin lannoitetarpeita.

Lannoituksen suunnittelu vaikuttaa olennaisesti peltotaseisiin. Sen perusta tulisi olla ajan tasalla oleva viljavuusanalyysi ja tieto pellon kasvukunnosta. Peltotaseita tulisi seurata viiden vuoden ajan, jotta saadaan kokonaiskuva taseista ja mahdollisista epävarmuustekijöistä. Yksittäisiä vuosia tutkittaessa erot saattavat olla isoja.

LÄHTEET

Ahokas, J. & Oksanen, T. 2015. Maamekaniikka. 2. Painos. Helsinki: Helsingin yliopiston maatalous- ja metsätieteellinen tiedekunta. Viitattu 18.8.2017, <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/153954/Maameka-niikka%202015.pdf?sequence=1>

Alakukku, L. 2009. Maan tiivistymisriski lantaa levitettäessä. Teoksessa P. Mattila, E. Turtola & O. Ruoho. Lannan käsittely ja käyttö. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy. 40.

Alakukku, L. 2016. Maan rakenne. Teoksessa M. Paasonen-Kivekäs, R. Peltomaa, P. Vakkilainen & H. Äijö (toim) Maan vesi- ja ravinnetalous. Viitattu 17.10.2017, http://salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2016/05/web_maanvesijaravinnetalous_B5_2016.pdf. 59.

Anttila, A. 2017. Penetrometri tunnistaa maan tiiviyden. Viitattu 19.9.2017, http://www.palola.net/sct_suom.pdf

Duiker, S. 2017. Diagnosing Soil Compaction Using a Penetrometer. Viitattu 2.11.2017, <https://extension.psu.edu/diagnosing-soil-compaction-using-a-penetrometer-soil-compaction-tester>

Efretuei, A. 2016. The soils cation exchange capacity and its effect on soil fertility. Viitattu 14.10.2017, <https://permaculturenews.org/2016/10/19/soils-cation-exchange-capacity-effect-soil-fertility/>

Fagerstedt, K., Linden, L., Santanen A., Väinölä A. & A. Karanko (toim). 2011. Kasvin aineenvaihdunta. Teoksessa Kasvioppi Siemenestä satoon. Helsinki: Edita Prima Oy. 73–75.

Heikkinen, J., Kaasinen, S. & Rasa, K. 2010. Typpilannoituksen tarkentaminen. TEHO-hankkeen julkaisuja 1/2011. Viitattu 14.10.2017, https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/94230/TEHO-hankkeen%20raportteja_osa%201.pdf?sequence=2. Helsinki: Edita Prima Oy, 4–21.

Hyötyä taseista – Ravinnetaseiden tulkinta ympäristön ja viljelyn hyödyksi. 2017. Helsinki: Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 15/2017. http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/538541/luke-luobio_15_2017.pdf?sequence=10&isAllowed=y

Ilmatieteenlaitos. 2013. Kesä 2013. Viitattu 22.9.2017. <http://ilmatieteenlaitos.fi/kesa-2013>

Ilmatieteenlaitos. 2014. Kesä 2014. Viitattu 22.9.2017. <http://ilmatieteenlaitos.fi/kesa-2014>

Ilmatieteenlaitos 2016. Kesä 2016. Viitattu 22.9.2017. <http://ilmatieteenlaitos.fi/kesa-2016>

Jokinen, P. 2017. Meteorologi, Ilmatieteenlaitos, Ilmastopalvelu. Sähköpostiviesti 8.11.2017.

Juuristotietopaketti. 2015. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen erillisjulkaisu. Viitattu 18.8.2017, http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/103454/ely%20juuristotieto_LR.PDF?sequence=2&isAllowed=y

Juuso, J. 2014. Maan kasvukunnon korjaaminen. Diaesitys. Viitattu 4.5.2017. http://maatila2020.savonia.fi/images/ravinteet/maanrakenne/julkaisut/Maan_kasvukunnon_korjaaminen.pdf

Kurki, P. & Valo, R. 2013. Pellot tuottamaan. MTT Kasvintuotannon tutkimus. Viitattu 20.6.2017, https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/netti2013_lanta_logot.pdf

Kykkänen, S. & Virkajärvi, P. 2014. Nurmen lannoitussuosituksat muuttuvat. Viitattu 10.10.2017, https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/esittely/toimipaikat/ruukki/Tietopankki/Peltokasvituo-tanto/Nurmikasvit/Nurmen%20lannoitussuosituksat_%20kykk%C3%A4nen.pdf

Linnainmaa, E. 2017. Tavoitteena 8000 kilon hehtaarisato – miten maan kunto kestää. Viitattu 10.10.2017, <http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/tavoitteena-8000-kilon-hehtaarisato-miten-maan-kunto-kest%C3%A4%C3%A4-1.197971>

Lounais-Suomen Ympäristökeskus & Työvoima- ja elinkeinokeskus. 2017. Viljelymaan rakenneongelmat. Viitattu 4.5.2017, https://maatila2020.savonia.fi/images/ravinteet/maanrakenne/julkaisut/Viljelymaan_rakenneongelmat.pdf

Maa ja metsätalousministeriö. 2017. Maaperä. Viitattu 2.5.2017 ja 10.10.2017, <http://mmm.fi/maapera>

Maaseutuvirasto. 2008. Ravinnetaseohje. Viitattu 4.5.2017, http://www.mavi.fi/fi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijä/Documents/Ravinnetaseohje_2008.pdf

Maatalouden ympäristötuen vaikuttavuuden seurantatutkimus (MYTVAS 3). 2010. Väli­raportti. Helsinki: Maa ja metsätalousministeriö. Viitattu 1.3.2017, http://mmm.fi/documents/1410837/1721030/Myt-vas_netti.pdf/bdba415a-5ab9-40e5-8709-9a1050403f6d

Mattila, T. 2015a. Maan multavuus ja sen lisääminen. Diaesitys. Viitattu 2.5.2017, <http://slideplayer.fi/slide/2884422/>

Mattila, T. 2015b. Maan kasvukunnon hoitopaketti. Viitattu 20.9.2017, <http://luonnonko-neisto.fi/maan-kasvukunnon-hoitopaketti/>

Mattila, T. 2015c. Maan rakenteen parantaminen. Video. Viitattu 19.9.2017, <https://www.youtube.com/watch?v=0awOp3NwGAI>

Mattila, T. 2017. Kationinvaihto käytännössä. Viitattu 19.9.2017, https://etela-savo.maajakotitalous-naiset.fi/sites/default/files/attachment/15.3.2017_tuomas_mattila_kationinvaihto_kaytannossa.pdf

Marttila, J. 2005. Ravinnetaseet maatalouden vesistökuormituksen arviointikeinona. Helsingin yliopisto. Bio- ja ympäristötieteiden laitos. Pro gradu-tutkielma.

Seppänen, M., Yli-Halla, M., Stoddard, F. & Mäkelä, P. 2008. Kasvutekijät. Teoksessa Peltokasvien tuotanto. Helsinki: Vammalan Kirjapaino Oy. 6–29.

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus. 2017. Maatalouden fosforilannoitus on melko kohdallaan - Pohjois-Pohjanmaa. Viitattu 28.6.2017, [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ympariston_tilan_indikaattorit/Makea_vesi_ja_meri/Maatalouden_fosforilannoitus_on_melko_ko\(29612\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ympariston_tilan_indikaattorit/Makea_vesi_ja_meri/Maatalouden_fosforilannoitus_on_melko_ko(29612))

ProAgria. 2013a. Peltonurmien havainnointi ja vinkkejä kesälle. Tiedote Nurmi 2013 tapahtumassa. Viitattu 15.3.2017, http://www.proagriaoulu.fi/files/ymparistoagro/2013_tiedott-teet/nurmipeltojen_havainnointia_ja_vinkkeja_kesalla_2013.pdf

ProAgria. 2013b. Neuvopalvelut käytettävissä myös kasvukaudella. Viitattu 4.5.2017, http://www.proagriaoulu.fi/files/mika-muuttuu-2015/mika_muuttuu_2015_-_neuvopalvelut_kaytet-tavissa_myos_kasvukaudella.pdf

ProAgria. 2014. Hävikit kuriin ja säilörehun laadunvaihtelu hallintaan. Nurmiartturi-kehittämishan-keen julkaisu. Viitattu 21.6.2017, https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/nurmiartturi-lehti_pienempi_resoluutio_2.pdf

ProAgria. 2016. Kasvutilannekatsaus. Viitattu 22.9.2017, <https://etela-suomi.proagria.fi/ajankoh-taista/kasvutilannekatsaus-3152016-kylvot-rivakasti-paatokseen-6693>

ProAgria. 2017a. Peltomaan laatutesti. Viitattu 22.9.2017, https://www.proagria.fi/www/pelto-maan_laatutesti/index.php

ProAgria. 2017b. Kasvutilannekatsaus. Viitattu 24.11.2017, <https://www.proagria.fi/ajankoh-taista/kasvutilannekatsaus-3102017-hyvat-sato-odotukset-murskaantumassa-monilla-tiloilla>

Rajala, J. 2015. Kalkituksen suunnittelu – Maan happamuuden hallinnan suunnittelu. Helsingin Yli-opisto, Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus. Viitattu 10.10.2017, <http://luomu.fi/tietoverkko/wp-content/uploads/sites/5/2014/12/5.7.-5.8.-Kalkitus-ja-hivenlann-190405.pdf>. 183–188.

Rajala, J. 2006. Luonnonmukainen maatalous. Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus. Helsingin Yliopisto. <http://www.helsinki.fi/ruralia/julkaisut/pdf/Luonnonmukainen%20maatalous.pdf>. 51–204.

Rajala, J. 2004. Ravinnetaseet luomuviljelyssä. Ravinnetaseseminaari Uudenmaan Ympäristökes-kuksessa 25.11.2004, 19. Viitattu 24.11.2017, <https://www.doria.fi/bitstream/han-dle/10024/134745/UUSmo148.pdf?sequence=14>

Ravinteiden kierron taloudellinen arvo ja mahdollisuudet Suomelle. 2015. Sitran selvityksiä 99. Hel-sinki: Multiprint. Viitattu 1.3.2017, <https://media.sitra.fi/2017/02/24001611/Selvityksia99.pdf>

Riiko, K. 2013a. Ravinnetaseet – erilaiset taseet, tuloksia ja tulkintaa. TEHO Plus neuvontakoulu-tuspilotti. Järki-Lanta –hanke. Viitattu 22.9.2017, <http://www.ymparisto.fi/download/no-name/%7B0D145AAB-DFEB-454C-8191-4F62BC576A78%7D/55837>

Riiko, K. 2013b. Ravinnetaselaskenta viljelijän ja neuvojan työkaluna. ProAgria Ravinnetasepäivä 2013. Viitattu 10.10.2017, http://maatila2020.savonia.fi/images/ravinteet/ravinnetaseet/julkaisut/Ravinnetaselaskelmat_viljelijan_ja_neuvojan_tyokaluna.pdf

Rinne, M. 2014. Rehuanalyysi. MTT Kotieläintuotannon tutkimus. Etelä-Suomen laatuheinärenkaan syystapaaminen. Viitattu 10.10.2017, https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Tiesiilo/Rehutietoutta/Naudat/Rehuanalyysi_hevoset_23.10.2014.pdf

Salo, T., Mattila, P. & Tolonen, K. 2015. Ravinteiden hyödyntäminen viljelykasvien käyttöön. Teoksessa Lannan käsittely ja käyttö. Keuruu: Otavan Kirjapaino. 24–27

Sjöblom, H. 2017. Monipuolinen peltolajisto varastoi hiiltä. Viitattu 20.9.2017, <http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/monipuolinen-peltolajisto-varastoi-hiiltä-missä-tahansa-näkee-paljasta-peltomaata-näkee-hiilihukkaa-1.197978>

Soinne, H. 2016. Maan happamuus ja kalkitus. Ravinnepiika Keväinfo 23.3.2016. Viitattu 13.10.2017, <http://docplayer.fi/30765695-Maan-happamuus-ja-kalkitus-ravinnepiika-kevatinfo-helena-soinne.html>

Suomen ympäristökeskus SYKE. 2014. Peltujen ravinneylijäämä on pienentynyt. Viitattu 28.6.2017, [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ympariston_tilan_indikaattorit/Maakea_vesi_ja_meri/Peltujen_ravinneylijaama_pienentynyt\(28654\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ympariston_tilan_indikaattorit/Maakea_vesi_ja_meri/Peltujen_ravinneylijaama_pienentynyt(28654))

Uudenmaan ELY-keskus. 2013. Veden reitit ja muutokset pelloilta vesistöön. RaHa-hankkeen materiaalit. Viitattu 2.5.2017, http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ravinnehuuhtoumien_hallinta/Tieto_ja_materiaalia_viljelijöille

Pesonen, L., Kaivosoja, J. & Suomi, P. 2010. Täsmäviljely ja ravinteiden käytön tarkentaminen. Teho-hankkeen julkaisu 5/2010. Viitattu 18.8.2017, <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/94183/T%C3%A4sm%C3%A4viljely%20ja%20ravinteiden%20k%C3%A4yt%C3%B6n%20tarkentaminen.pdf?sequence=2>

Wardi, N. 2016. Ravinteiden kierrätys avain kestäväan ruuantuotantoon ja Itämeren pelastamiseen. Luonnonvarakeskus. Viitattu 11.10.2017, <https://www.luke.fi/otaisisti/2016/10/31/ravinteiden-kierratys-avain-kestavaan-ruuantuotantoon-itameren-pelastamiseen/>

Varsinais-Suomen ELY-keskus. 2017. Peltotaseet TEHO-tiloilla 2009. TEHO-hankkeen materiaali. Viitattu 7.12.2017, <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BC2163E00-FF2F-41F8-BA1C-8DDEF8B76C98%7D/55533>

Vilja-alan yhteistyöryhmä. 2014. Hyvä sato kasvukauden 2014 onnistumisia. Viitattu 22.9.2017, http://vyr.multiedition.fi/www/fi/markkinatieto/maailmanmarkkinahinnat/?we_objectID=493

Vilja-alan yhteistyöryhmä. 2016. Puinnit etenevät nihkeästi koko maassa. Viitattu 22.9.2017, <http://www.vyr.fi/fin/ajankohtaista/uutiset/2016/08/puinnit-etenevat-nihkeasti-koko-maassa>

Viljavuuspalvelu. 2008. Viljavuustutkimusten tulkintaohje. Viitattu 15.9.2017, <http://viljavuuspalvelu.fi/sites/default/files/sites/default/files/oppaat/2008%20Viljavuustutkimuksen%20tulkinta%20peltoviljelyss%C3%83%C2%A4.pdf>

Viljelykierto lääkitsee. 2017. Viitattu 18.8.2017, <http://www.jarki.fi/fi/isku/viljelykierto-laakitsee>

Yli-Halla, M. 2009. Kasviravinteet. Teoksesta Ravinteet kasvintuotannossa. Teoksessa Ravinteet kasvintuotannossa. Keuruu: Otavan kirjapaino. 6–45.

LIITTEET

TILAN PELTOLOHKOJEN VILJAVUUSTIEDOT

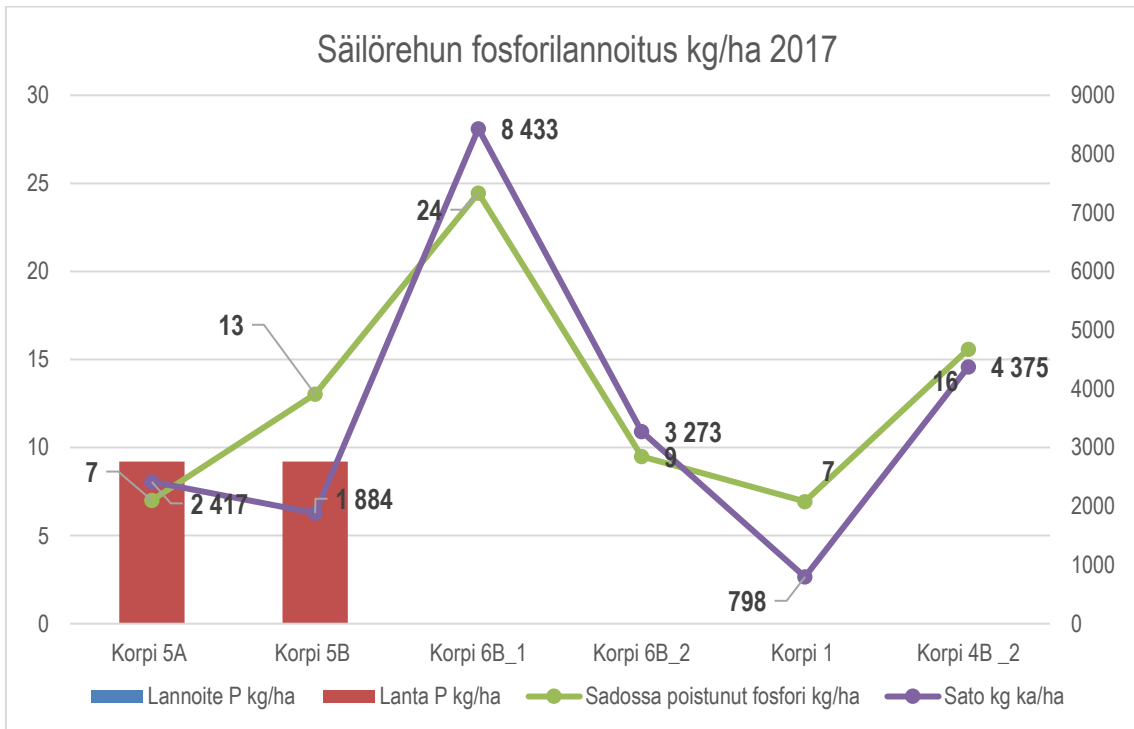
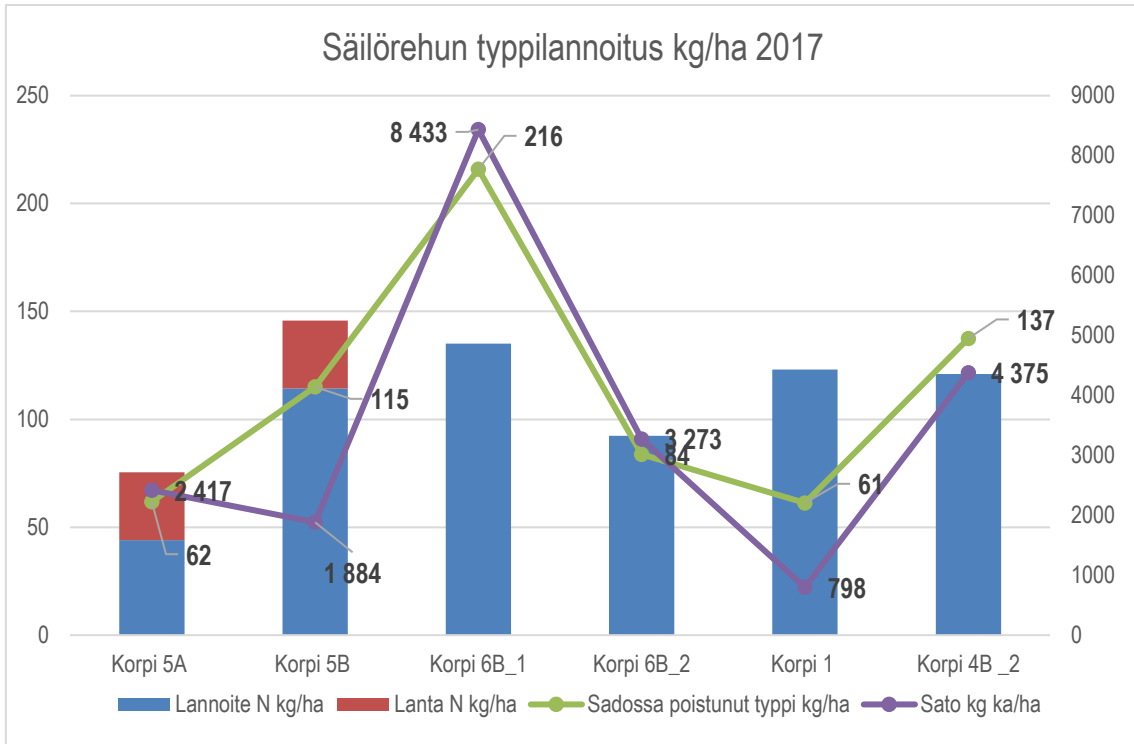
LIITE 1

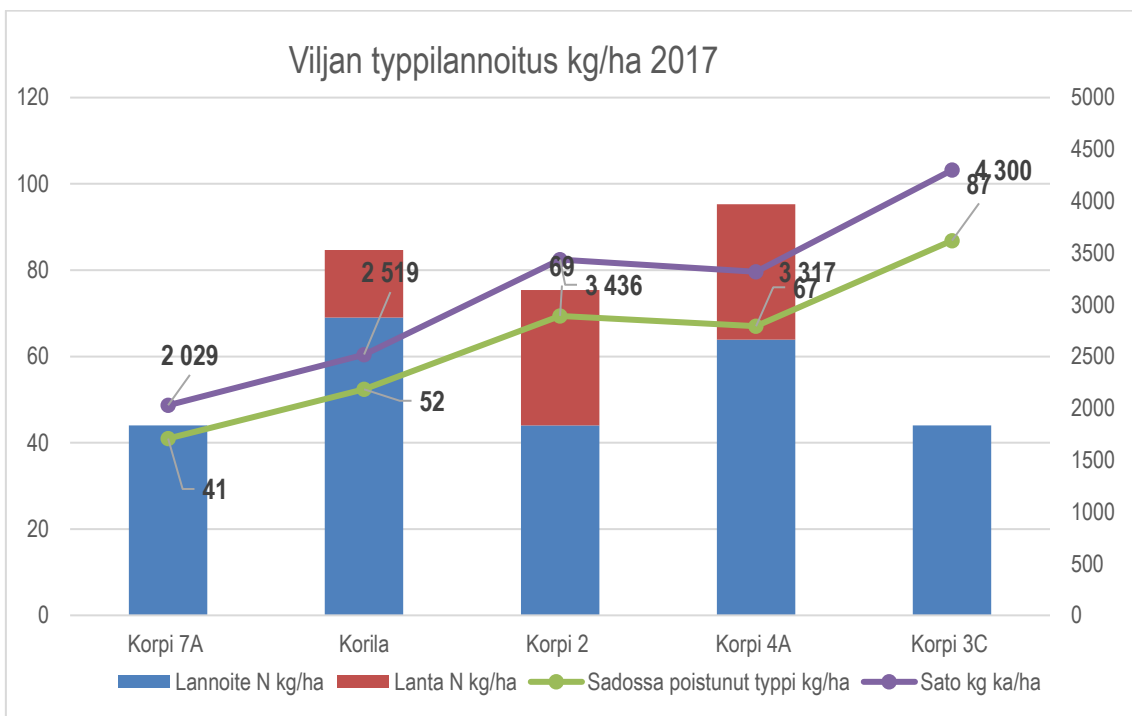
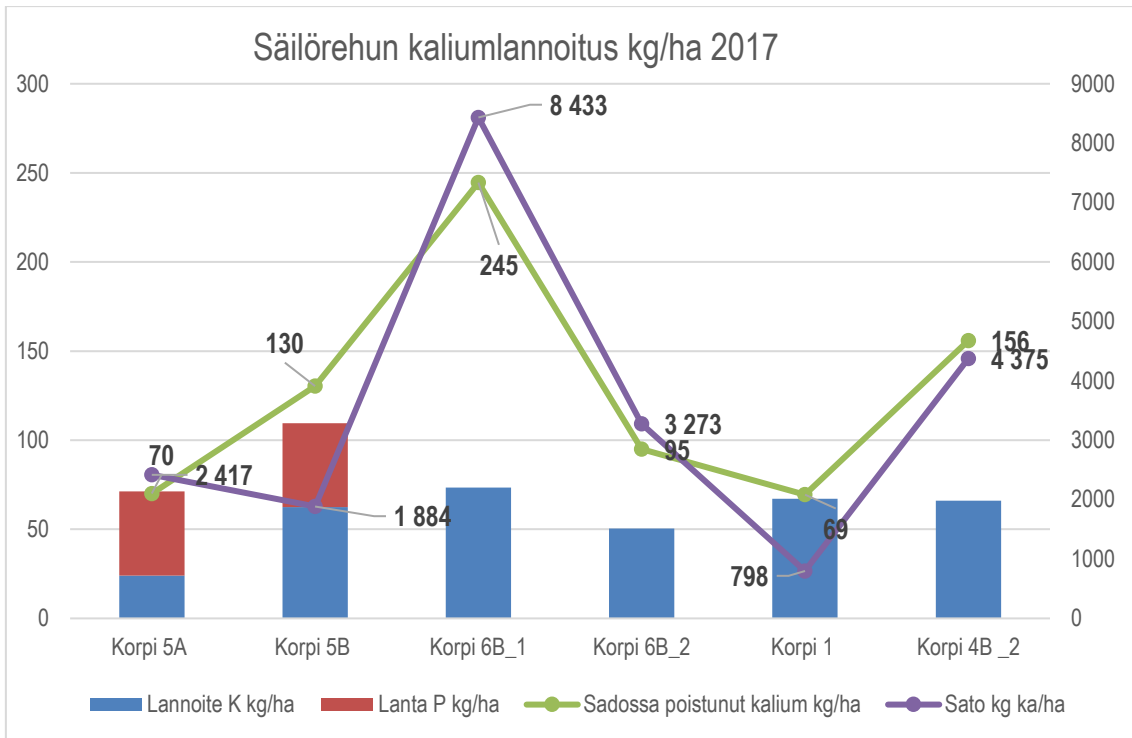
Peruslohko	Maalaji	pH	P	K	Ca	Mg	Na	S	B	Cu	Mn	Zn	
Korpi1	m KHt	5,8	17,9	100	880	120		15					
Korpi2	rm KHt	5,9	24	42	820	120	10	9	0,3	1,9	8,9	8,9	5,1
Korpi2	rm KHt	5,9	21,9	43	1040	160		10					
Korpi4A	rm KHt	6	14,5	130	1520	230	25	32	0,6	3,7	18		
Korpi4A	rm KHt	5,8	12,7	160	1510		28						
Korpi4A	m KHt	6	14,4	31	670		9						
Korpi 4B	erm KHT	6,2	16,4	110	1910	230		16					
Korpi 4B	rm KHt	6,5	33,8	100	1340	230		10					
Korpi 5A	m KHt	6,1	19,6	28	810	100		10					
Korpi 5A	rm KHt	6,1	21,2	51	1150	170		13					
Korpi 5B	erm KHT	6,1	8,9	45	2140	250		17					
Korpi 5B	erm KHT	6,4	8,5	50	2050	280	15	17					
Korpi 5C	m KHt	6,4	23,4	27	820	190		8					
Korpi 5C	erm KHT	6,3	11,8	33	1750	220		13					
Korpi 6A	rm KHt	6,1	21,2	51	1150	170		13					
Korpi 6A	erm KHT	6	23,5	33	1510	230		22					
Korpi 6A	erm KHT	6,2	12,9	46	1610	280		20					
Korpi 6A	rm KHt	6,3	11,8	41	1800	240	15	16	0,8	3,6	15	4,9	
Korpi 6A	rm KHt	6,2	10,1	54	1470	250		17					
Korpi 6A	rm KHt	6,1	8,4	39	1680	250		21					
Korpi 6A	erm KHT	6,1	10,1	55	2020	330		22					
Korpi 6B	erm KHT	6,2	12,9	46	1610	280		20					
Korpi 6B	rm KHt	6,3	11,8	41	1800	240	15	16	0,8	3,6	15	4,9	
Korpi 6B	rm KHt	6,2	10,1	54	1470	250		17					
Korpi 6B	rm KHt	6,1	8,4	39	1680	250		21					
Korpi 6B	erm KHT	6,1	10,1	55	2020	330		22					
Korpi 7A	rm KHt	5,7	12,6	54	1240	130		18					
Korpi 7A	erm KHT	5,8	10,2	160	1920	270		60					
Korpi 7A	erm KHT	6	10,3	97	2000	200	12	17	0,8	9,3	22	4,8	
Korpi 7A	Mm	6,3	13,4	130	3540	300		36					
Korpi 8A	erm KHT	6,3	13,2	120	2640	360		42					
Korpi 8A	erm KHT	5,9	9,1	70	1550	150	21	29	0,8	6,6	48	4,4	
Korpi 8A	erm KHT	6,3	10,6	43	2880	250		29					
Koti2	m HtMr	6,3	21,8	370	1070	230	13	35		6,1	21	10	
Koti2	rm HtMr	6,3	30,7	160	1090	120	6	9		8,8	40	14	
Korpi 3A	m KHt	6,2	25,1	40	1060	140		12					
Korpi 3C	m HHt	6	33,5	150	1120	120		32	0,8	8,5	51	15	
Korila	rm HHt	5,3	10	130	680	110		32					
Korila	rm HHt	5,8	9,5	140	850	140		23					
	Keskiarvo	6,092											
	Minimi	5,3											
	Maksimi	6,5											

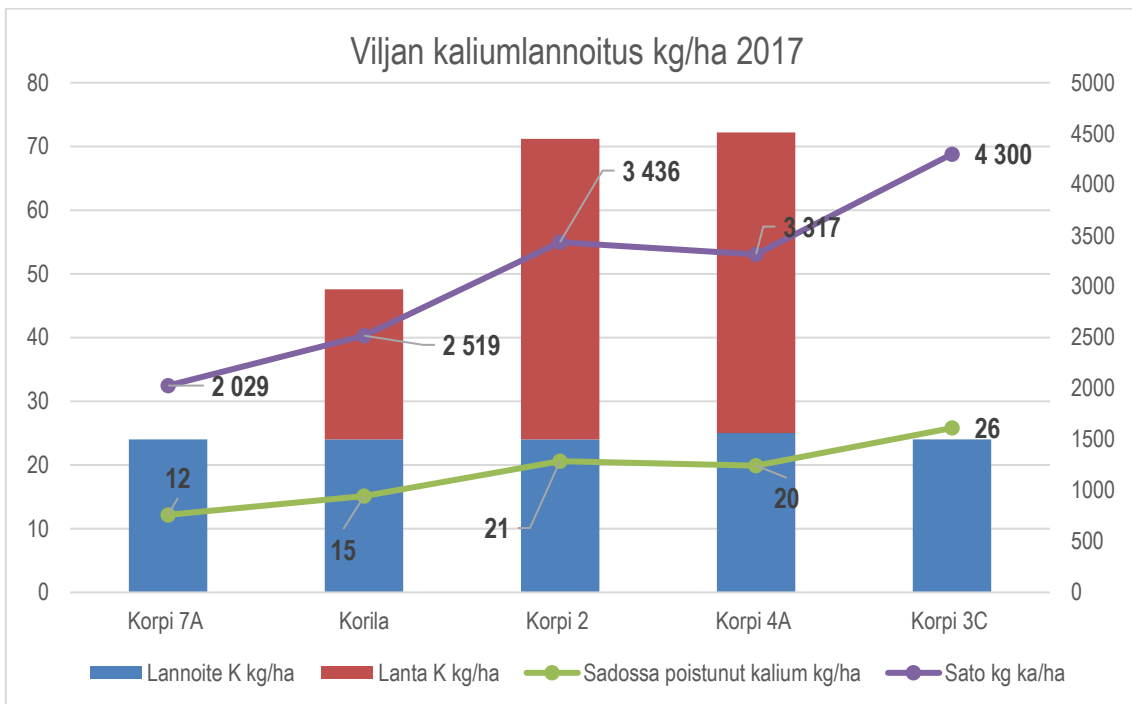
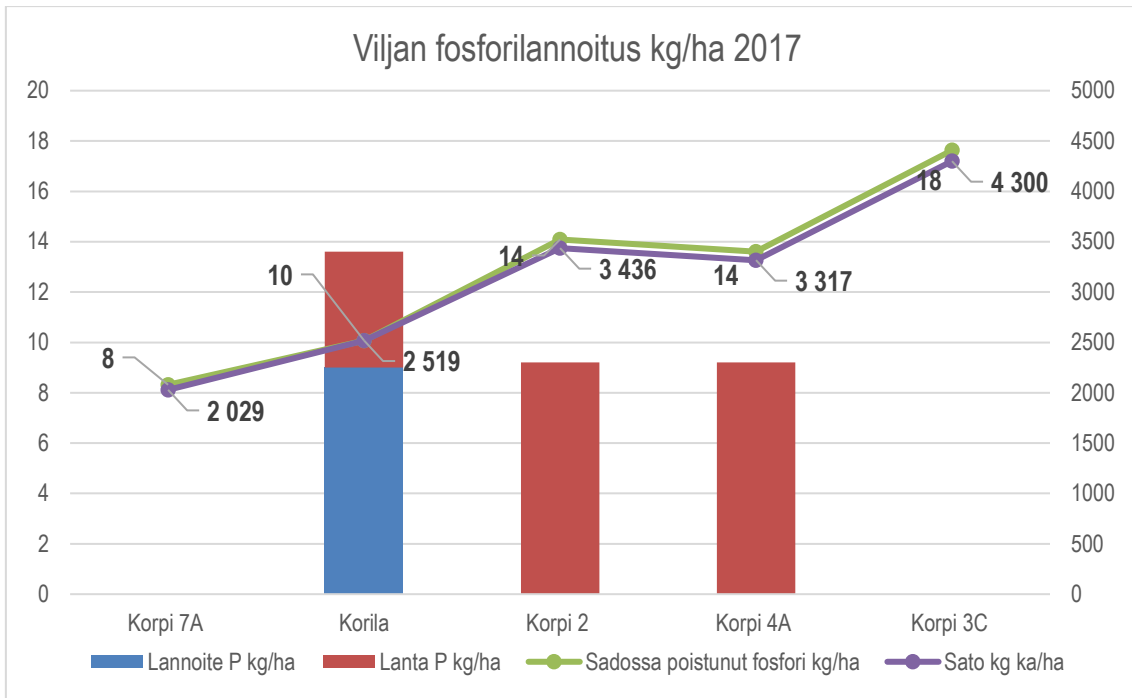
KATIONINVAIHTOKYVYN LASKENTATAULUKKO

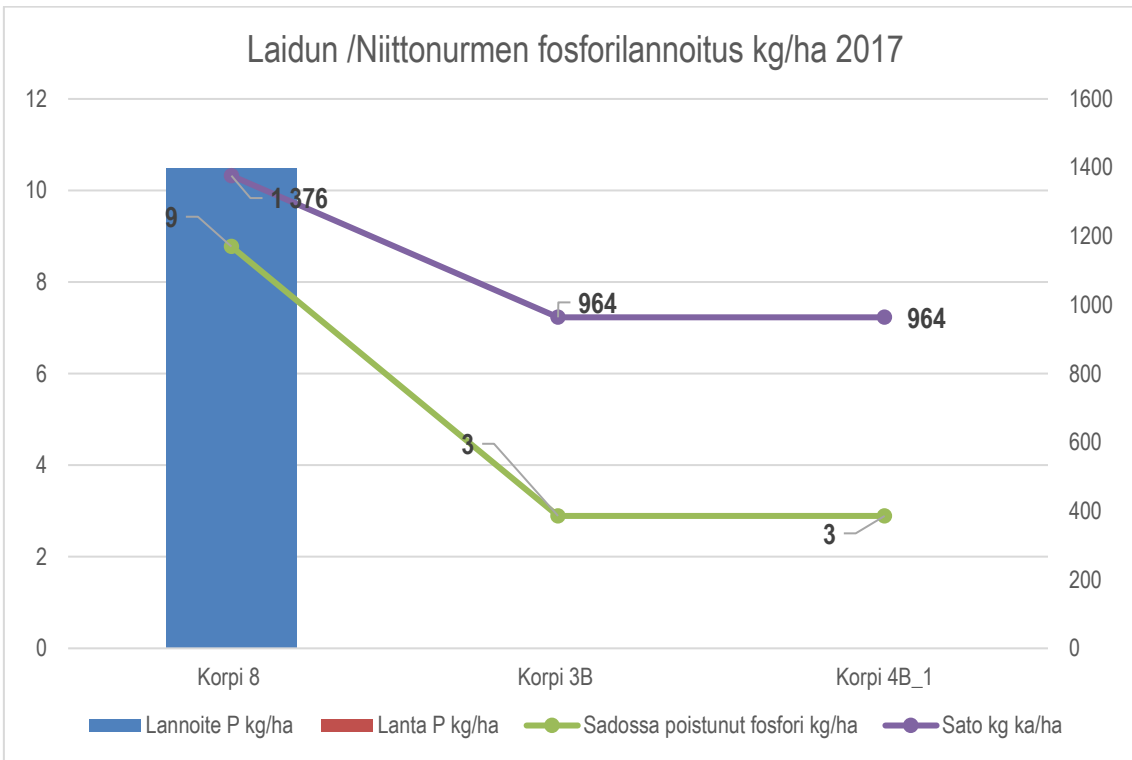
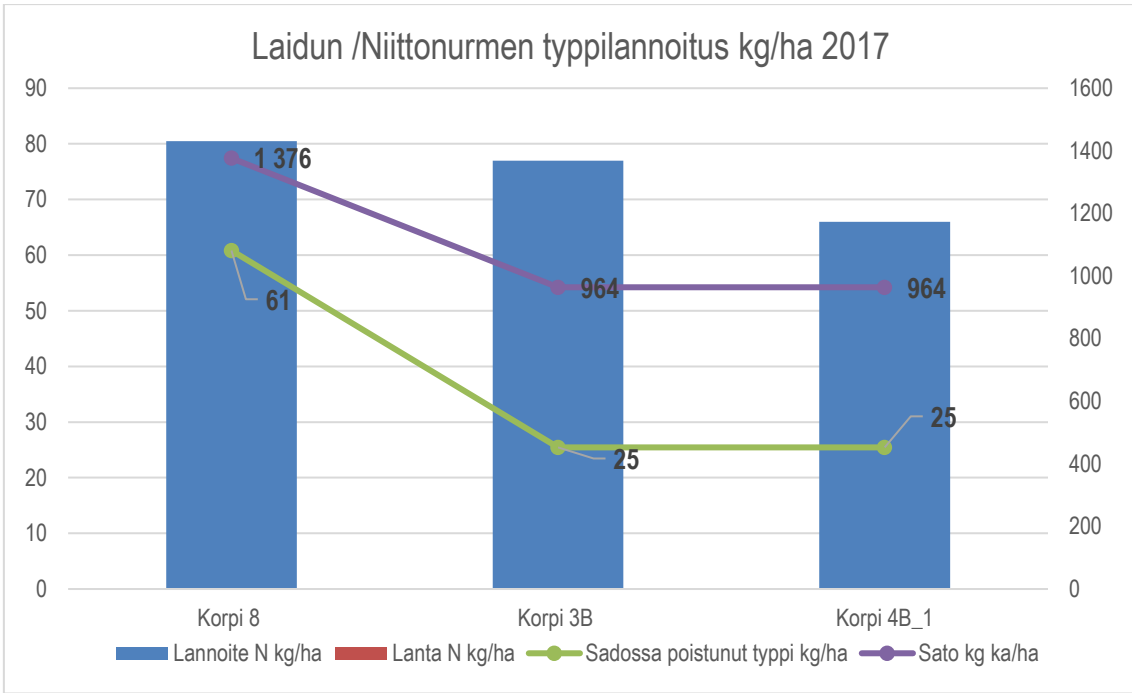
LIITE 2

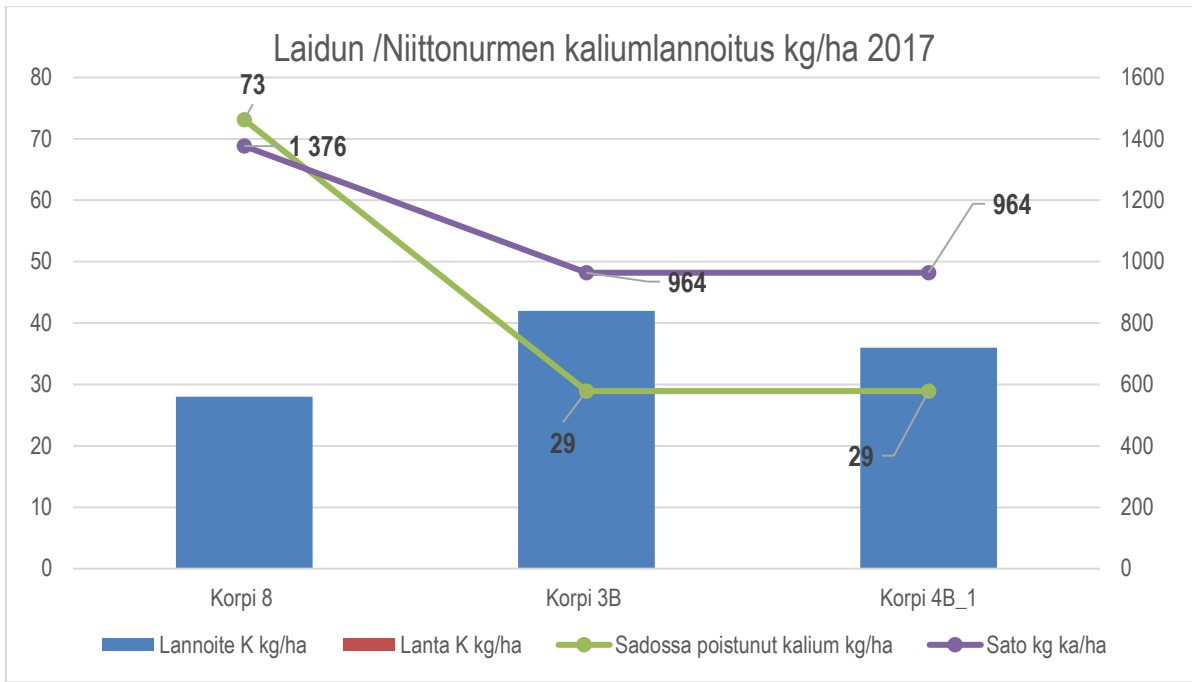
2014 vuoden tulokset		Ero lavoiteaeroon										Kalkitusosuus				
Analyysitulokset		mg/l		meq/dl		% KVKsta		kg/ha		Ca		Mg				
Lohko	Maalaji	Mg	K	Ca	Mg	K	Ca	Mg	K	Ca	Mg	Na	K			
Konila	HHt	110	130	36,7	6	8	40 %	11 %	4 %	2 %	57 %	927	22	-96	-55	3,6
Koipi 1	KHT	120	100		7	8	57 %	13 %	3 %	0 %	73 %	342	-17	-49	36	1,3
Koipi 2	KHT	120	42	10	7	7	60 %	15 %	2 %	1 %	76 %	230	-42	50	12	1,4
Koipi 3C	HHt	120	150		9	9	64 %	11 %	4 %	0 %	80 %	147	13	-129	40	
Koipi 4A	KHT	230	130	25	7	13	61 %	15 %	3 %	1 %	80 %	363	-100	-16	8	1,4
Koipi 4B	KHT	230	110		8	14	67 %	14 %	2 %	0 %	83 %	30	-52	56	65	1,5
Koipi 5A	KHT	170	51		7	9	64 %	16 %	1 %	0 %	81 %	141	-81	73	41	2,0
Koipi 5B	KHT	280	50	15	7	15	69 %	16 %	1 %	0 %	86 %	-78	-134	188	38	5,1
Koipi 6A	KHT	240	41	15	8	13	68 %	15 %	1 %	0 %	85 %	-13	-100	175	31	4,7
Koipi 6B	KHT	250	54	15	6	12	63 %	18 %	1 %	1 %	83 %	218	-166	118	23	3,2
Koipi 7	KHT	200	97	12	10	15	67 %	11 %	2 %	0 %	80 %	89	33	99	45	2,7
Koipi 8	KHT	150	70	21	10	12	64 %	10 %	1 %	1 %	76 %	201	49	97	14	2,6











KUVAKOOSTE TEHDYISTÄ MITTAUKSISTA



KUVIO 3 Kuoppatestin tekeminen



KUVIO 4 Noin 40 cm syvä kuoppa



KUVIO 5 Peltomaa oli paikoin tiivistynyttä



KUVIO 6 Korilan vesitalous kaipaa kohennusta (toukokuu 2017)



KUVIO 7 Penetrometrimittaus nurmilohkolla elokuussa



KUVIO 8 Lieroja löytyi paikoin



KUVIO 9 Mittaus lohkolla Korpi2