

Vilho Saarinen & Juha-Matti Saarinen

Lannan kevätlevityksen yhteydessä tapahtuvan maan tiivistymisen satovaikutukset

Opinnäytetyö

Kevät 2015

SeAMK Elintarvike ja maatalous

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Elintarvike ja maatalous

Koulutusohjelma: Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Kasvituotanto ja agroteknologia

Tekijä: Vilho Saarinen & Juha-Matti Saarinen

Työn nimi: Lannan kevätleivityksen yhteydessä tapahtuvan maan tiivistymisen satovaikutukset

Ohjaaja: Jussi Esala

Vuosi: 2015

Sivumäärä: 36

Liitteiden lukumäärä: 6

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia lietelantavaunuyhdistelmän aiheuttamaa maan tiivistymistä ja sen vaikutuksia satotasoihin nurmi- ja viljalohkoilla. Kenttäkoe järjestettiin Korven koulutilan pelloilla Ilmajoella kesällä 2013. Lohkoja valittiin sekä vilja- että nurmilohkon koulutilan kivennäismaan pelloilta sekä Rahkakorven turvemailta. Tavoitteena oli saada tietoa, millaisia vaikutuksia tulee pellon rakenteeseen, kun pellolla ajetaan täydellä traktori-lietevaunuyhdistelmällä. Satomittauksia suoritimme ajourista sekä ajourien vierestä tiivistämättömiltä kohdilta. Satomittauksia varten kepitimme koeruudut pellon laidasta käsin ja mittasimme koeruutujen kohdat spektrin avulla, jolloin löysimme ajourat vielä viljelytoimien jälkeenkin.

Muuten vilja- ja nurmilohkoille tehtiin tavanomaiset viljelytoimet. Tiivistämisellä toivoimme saavamme eroja tiivistettyjen ja tiivistämättömien lohkojen satotasoille. Lisäksi mittasimme penetrometrillä maan vastusta sekä ajourilta että ajourien vierestä. Mittasimme myös maan kosteutta ja teimme säähavaintoja. Sadon mittaukset suoritimme koealojen sadon punnituksilla, eli leikkasimme koeruuduilta nurmen käsin, sekä puimme viljalohkoilta jyvät käsin ja vertasimme satotasoja.

Tuloksissa selvisi että maa tiivistyi jonkin verran aivan pinnasta (0-20cm) ja joissakin tapauksissa noin puolen metrin syvyydessä. Sato oli ajouran vieressä n.10 prosenttia korkeampi kuin ajourassa.

Avainsanat: Tiivistyminen, penetrometri, akselimassa, pintapaine

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Food and Agriculture, Ilmajoki

Degree programme: Agricultural and Rural Enterprises

Specialisation: Plant production and agrotechnology

Author/s: Vilho Saarinen & Juha-Matti Saarinen

Title of thesis: Soil compactions effects to yields

Supervisor: Jussi Esala

Year: 2015

Number of pages: 36

Number of appendices: 6

The aim of this thesis is to explore soil compaction and condensations effects to yields both grain and grass fields. The experiment was performed at schools fields in Ilmajoki in summer 2013. Two grain fields, and two grass fields were chosen for the experiment. The aim was to get information what happens to soil structure when it was stamped part of the field with tractor-slurry tanker combination. The yields were measured from tramlines and next to them. Measuring areas were defined with spectrum, so it was possible to find the same spots after cultivation. The purpose was to get different results from tramlines and clear spots. Resistance of the soil was measured by penetrometer. Soil moisture was measured and weather observation was made also. Crop yield measurements were made by weighing. Grass was cut and grain was harvested by hand. Eventually the yields were compared.

The result was that the soil condensed a bit just under the surface (0-20cm) and in some cases from half a meter deep. The yield was ten percent higher next to the tramlines than in tramlines.

Keywords: Condensation, penetrometer, axle load, surface pressure

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ.....	3
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Tausta.....	8
1.2 Tutkimuksen tavoite	9
2 LANNAN KEVÄTLEVITYSKALUSTO.....	10
3 MAAN TIIVISTYMINEN JA SEN ESTÄMINEN.....	11
3.1 Tiivistyminen	11
3.1.1 Tiivistymisen mekaniikka.....	11
3.1.2 Tiivistymisen biologia	11
3.1.3 Tiivistyminen ja vesitalous.....	12
3.2 Tiivistymisen ehkäiseminen	12
3.2.1 Rengaskoko ja -paineet	13
3.2.2 Maata kuormittavien työvaiheiden ajoitus	14
3.2.3 Ajokerrat.....	14
3.2.4 Maan rakenteen hoito	15
4 OMA TIIVISTYMISTUTKIMUS.....	16
4.1 Tutkimusmenetelmä ja aineisto.....	16
4.1.1 Lohkot	16
4.1.2 Koepaikka 1 Korven koulutilan nurmilohko	16
4.1.3 Koepaikka 2 Korven koulutilan viljalohko	16
4.1.4 Koepaikka 3 Rahkakorven nurmilohko.....	17
4.1.5 Koepaikka 4 Rahkakorven viljalohko	17
4.1.6 Tutkimusalueen perustaminen	17
4.1.7 Suoritettut mittaukset	19
4.1.8 Säähavaintojen teko	24
4.2 Tulokset ja tulosten tarkastelu.....	25

4.2.1 Sää	25
4.2.2 Maaperän kosteus	26
4.2.3 Maan tiiviys	28
4.2.4 Satotulokset	30
4.2.5 Nurmikokeet.....	30
4.2.6 Ohrakokeet	31
5 POHDINTA	33
LÄHTEET	34
LIITTEET	36

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Vuoden 2013 sademäärät ja keskilämpötilat sekä vastaavat vuosien 1981 – 2010 keskiarvolukemat	25
Kuvio 2. Maan kosteus tulokset koepaikoittain	26
Kuvio 3. Maan tiiviyttä 0 – 80 cm syvyydellä kuvaavat painelukemat nurmilohkoilla	28
Kuvio 4. Maan tiiviyttä 0 – 80 cm syvyydellä kuvaavat painelukemat viljalohkoilla	29
Kuvio 5. Nurmilohkojen satotulokset	31
Kuvio 6. Viljalohkojen tulokset	32
Kuva 1. Valtra N142 ja Lietevaunu Agronic	18
Kuva 2. Penetrometri ja mittausalusta	19
Kuva 3. Mittaustoimenpide käynnissä	20
Kuva 4. Kosteusmittari	20
Kuva 5. Nurmen mittausvälineet	21
Kuva 6. Viljan mittausvälineet	22
Kuva 7. Hehtolitrakoetin	22
Kuva 8. Nurmen leikkausmenetelmä	23
Kuva 9. Viljan leikkaustoimenpide	24
Kuva 10. Rahkakorven nurmi	27
Kuva 11. Koulutilan nurmi	27

Taulukko 1 Koulutilan ohralohko	1
Taulukko 2 Koulutilan nurmilohko	1
Taulukko 3 Rahkakorpi ohralohko.....	1
Taulukko 4 Rahkakorpi nurmilohko.....	1
Taulukko 5 Koulutilan nurmen tiivistykset	2
Taulukko 6 Rahkakorven nurmen tiivistykset.....	2
Taulukko 7 Rahkakorven nurmen ka	3
Taulukko 8 Koulutilan nurmen ka.....	3
Taulukko 9 Koulutilan ohralohkon lyhteiden paino	4
Taulukko 10 Rahkakorven ohralohkon lyhteiden paino.....	5
Taulukko 11 Koulutilan ohralohkon tähkäluvut.....	6
Taulukko 14 Rahkakorven ohralohkon jyvien keskipaino ja kosteus %	7
Taulukko 13 Koulutilan ohralohkon jyvien keskipaino ja kosteus %.....	8
Taulukko 14 Rahkakorven ohralohkon jyvien keskipaino ja kosteus %	9

Käytetyt termit ja lyhenteet

Tiivistyminen	Raskailla koneilla tapahtuvan viljelyn seurauksena tiivistynyt maa. Tapahtuu herkimmin märissä olosuhteissa.
Penetrometri	Mitataan maan kovuutta ja näin ollen saadaan selvitettyä, kuinka tiivis peltomaa on ja kuinka syväälle se ulottuu. Lisäksi saadaan selvitettyä, missä eri syvyyksissä tapahtuu muutoksia.
Pintapaine	Renkaalle tuleva massa jaettuna renkaan kosketusalalla.
Akselipaino	Koneen akselille kohdistuva massa.

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Maanviljely on kehittynyt paljon viimeisten parin vuosikymmenen aikana. Rakennemuutos on aiheuttanut sen, että pinta-alat ovat kasvaneet, ja samalla viljelyyn käytettävät koneet ovat kasvaneet samassa suhteessa, mikä on edesauttanut tiivistymien syntyä.

Keväisen lannanlevityksen syynä on tarve saada lanta levitettyä peltoon ennen kylvöjä. Tämän vuoksi pelloille lähdetään huonoissa olosuhteissa, ja riski maan tiivistymiseen kasvaa. Liika odottelu taas kostautuu siinä, että kylvöt jäävät myöhäisiksi. Tämä on nostanut koneiden tehokkuusvaatimuksia, mikä puolestaan näkyy koneiden kasvaneena massana ja lisääntyvänä maan tiivistymisriskinä. Tiivistymisen kannalta kriittisiä työvaiheita ovat aikainen lannan levitys, myöhäinen sadonkorjuu tai syksyinen maan muokkaus. Tiivistäminen vaikuttaa syvemmälle, jos maa on kosteaa. Etenkin savi- ja hiesumaat kärsivät herkimmin tiivistymisestä. Työkoneen renkaiden luisto aiheuttaa myös tiivistymistä, sillä luisto rikkoo maan rakennetta. (Dredge ym. 2004, 85–87.)

Maan kestävyys raskasta kuormitusta vastaan riippuu maan kunnosta ja rakenteesta. Tiivistymisen ehkäisemiseksi maan vesitalouden on tärkeää olla kunnossa. Työt pitäisi pyrkiä tekemään hyvien olosuhteiden aikaan, sillä huonoissa olosuhteissa tehty muokkaus saattaa vaikuttaa negatiivisesti maan kasvukuntoon useiden vuosien ajan. Pintapaine vaikuttaa myös suuresti. Leveämmillä renkailla ja matalammilla rengaspaineilla saadaan pintapainetta alennettua. Ajokertojen vähentäminen olisi hyvä keino tiivistymisen haittojen välttämiseen, jolloin etenkin pelton päisteiden tiivistymispaine hellittää. Raskaisiin koneisiin on nykyään kehitetty myös teloja juuri pintapaineen vähentämiseksi. Tiivistymä häviää luonnollisten prosessien seurauksena ajan myötä, mutta jos tiivistävä tallaus on jatkuvaa, niin tiivistymä pysyy pellossa. Tiivistäminen on pitempiaikaista syvemmällä maassa, mutta pohjamaan tiivistymän haitat eivät välttämättä näy niin selvästi. (Alakukku ym. 2002, 73–81.)

1.2 Tutkimuksen tavoite

Karjan lantaa pyritään levittämään keväisin ennen kylvöjä. Maa on tällöin usein vielä märkää, ja tästä aiheutuu riski maan tiivistymiselle. Maa tiivistyy koneiden renkaiden jälkien kohdilta. Useat ajokerrat edesauttavat tiivistymistä ja ovat haitallisia maan rakenteelle. Tutkimuksessa selvitetään lietevaunun aiheuttamaa tiivistävää vaikutusta koulutilan nurmi- ja viljalohkoilla. Tutkimuksessa ajetaan kerran traktori-lietevaunuyhdistelmällä ja tutkitaan sen vaikutusta sadolle ajourien kohdilta. Kokeet tehdään sekä kivennäismaalla että eloperäisellä maalla. Koeruudut perustetaan koulun läheisille ja olosuhteiltaan samankaltaisille pelloille, jottei muun muassa maalajien tai kosteuden vaihtelut vaikuta tuloksiin. Tavoitteena on, että ainoat erot tulevat tiivistymisestä. Koeruudut perustetaan peltojen keskikohtiin, sillä päisteet ovat valmiiksi tiiviimpiä.

Tutkimuskysymykset ovat:

- Kuinka paljon yksi ajokerta täydellä lietteenlevityskalustolla tiivistää multa- ja savimaata?
- Kuinka paljon kylvettävän ohran ja säilörehunurmen sato alenee tiivistymisen seurauksena?
- Mikä merkitys mahdollisella sadon alenemisella on koko alan tarkastelussa eri ajouravälineillä?

2 LANNAN KEVÄTLEVITYSKALUSTO

Levityskaluston koko on kasvanut jatkuvasti, kun uusia koneita on tullut markkinoille. Näin ollen levitys on nopeutunut tehokkaimmilla levityslaitteilla. Kaluston valintaan vaikuttavat lantatyypit, levitettävä lantamäärä, kuljetusmatkat ja tilan olosuhteet. (Palva 2009, 71.) Lietteen levitystapoja ovat hajalevitys, letkulevitys ja sijoitusmenetelmä, jossa liete mullataan maahan vaunun perässä olevan multaimen avulla. Kuivalannan levitystapoja ovat hajalevitys ja tarkkuuslevitys. Lietevaunujen koot vaihtelevat kuudesta kuutiosta kolmeenkymmeneen kuution ja akselien lukumäärät yhdestä kolmeen akseliin.

Hyvällä levitysteknologialla parannetaan ravinteiden hyötykäyttöä ja pienennetään lannan ravinteista johtuvia ympäristöhaittoja. Lannan levitys muodostaa ketjun, johon kuuluvat kuormaus, kuljetus ja levitys. Tämän ketjun toimivuus ja kapasiteetti riippuvat osien mitoituksista ja yhteensopivuudesta, jotta saataisiin työ sujuvaksi. Nykyään lannan levitystä on useammin ulkoistettu ja kokonaisuuden toimivuuteen tulisi kiinnittää enemmän huomiota, jotta lanta saataisiin levitettyä oikea-aikaisesti, pienillä kustannuksilla ja pellon rakennetta vahingoittamatta. (Palva 2009, 71.)

Korkeilla ja leveillä vyörenkailla, paripyörillä, useilla akseleilla sekä alhaisemmilla rengaspaineilla pystytään vähentämään koneista maahan kohdistuvaa pintapainetta. Rengasvarustuksen olisi hyvä olla sellainen, että huonoissakin olosuhteissa rengaspaineita voidaan laskea suurimmillakin akselipainoilla 30–50 kPa:iin. (Dredge ym. 2004, 87.)

Rengaskuormalla on yhtä suuri vaikutus maan tiivistymisessä, kuin pintapaineella. Pintapaineen alennus vähentää kyntökerroksen ja jankon yläosan tiivistymisriskiä, mutta rengaskuorma määrää, kuinka syvälle maa voi tiivistyä. Pahimmillaan tiivistyminen ulottuu 50 cm syvyyteen tai sen yli kostealla savimaalla ja tällaisessa tilanteessa ei renkaan paineen lasku enää auta. (Elonen, Alakukku & Koskinen 1995, 5.)

3 MAAN TIIVISTYMINEN JA SEN ESTÄMINEN

3.1 Tiivistyminen

3.1.1 Tiivistymisen mekaniikka

Tiivistynyttä maata voidaan kuvata lukituksi, sillä kasvien juuret eivät tavoita ravinteita ja vettä. Riittämätön vedenläpäisevyys ja kaasujen vaihto aiheuttavat hapen puutteen runsailla sadekuuroilla. (Dredge ym. 2004, 85.) Tiivistymisessä maan huokokset painautuvat toisiaan vasten, ja niiden tilavuus vähenee. Tiivistymät voivat olla hyvin pitkäaikaisia. Hyvärakenteisessa maassa on paljon matoja ja pieneliöitä, se on kuohkeaa, rakenteeltaan se on muruista ja tummaa, se sisältää eloperäistä ainesta, läpäisee vettä ja samalla varastoi sitä. (Pietola 2002, 5-7.)

3.1.2 Tiivistymisen biologia

Biologiset tekijät ovat tärkeitä, koska ne tuottavat maan ylimpiin kerroksiin ruokamultaa. Biologisia tekijöitä ovat muun muassa kasvien juuret ja juurieritteet, pieneliöstö ja eloperäinen aines. (Dredge ym. 2004, 53.) Maan rakenteen kannalta on tärkeää, että maassa on makrohuokosia. Näitä ovat maan murusten väliset raot, halkeamat ja juurten sekä lierojen kanavat. Kaasut ja vesi liikkuvat makrohuokosissa maan ollessa märkää, ja juuristo kasvaa niitä pitkin syvälle. Makrohuokosten määrä vähenee syvemmälle mentäessä. Keskimäärin muokkauskerroksesta 10 - 20 prosenttia maan tilavuudesta on makrohuokosia, kun taas jo noin 40 sentin syvyydessä huokosten osuus on vain vajaa viisi prosenttia. (Pietola 2002, 6.)

3.1.3 Tiivistyminen ja vesitalous

Pellon rakenteen ja vesitalouden ollessa kunnossa vesi imeytyy maan sisään, ja liika vesi valuu nopeasti ruokamultakerroksesta ja jankon huokosten läpi päätyen salaojiin, eikä lähde näin ollen virtaamaan pellon pintaa pitkin. Hyvä vedenläpäisevyys varmistaa, että hapen puutetta ei ilmene runsaiden sateiden aikana. Hapenpuutteessa juurten hengitys lakkaa, ja juurten kasvu ja aktiivinen työ loppuvat energiavajeen takia. Lierojen kaivautuessa ja juurien tunkeutuessa maahan muodostuu jatkuvia makrohuokosia. (Dredge ym. 2004, 69–70.)

Tehokkaan vedenläpäisyn ja veden hyödyntämisen kannalta maassa olisi oltava noin metrin syvyyteen asti ulottuva makrohuokosten verkko. Kuohkeuttamalla maata makrohuokosten määrä lisääntyy ja tiivistämällä maata se vähenee. Toisaalta tiettyyn rajaan asti tiivistyminen voi parantaa veden pidätysominaisuuksia. (Pietola 2002, 7-8.)

3.2 Tiivistymisen ehkäiseminen

Maa voi tiivistyä joko ruokamultakerroksesta tai sen alta pohjamaasta. Ruokamultakerroksen tiivistymisen korjaus on melko helppoa, mutta pohjamaan tiivistymän korjaaminen on hankalampaa ja vaatii enemmän aikaa. Pintapaine aiheuttaa ruokamultakerroksen tiivistymisen, mutta suuret akselimassat aiheuttavat pohjamaan tiivistymisen. (Rajala 2010, 19–28.) Traktorin renkaan luisto aiheuttaa myös tiivistymistä, sillä se rikkoo maan mururakennetta ja katkoo makrohuokosia. Luiston kannalta yksi hankalimmista työvaiheista on kyntö. Vakopyörän luisto tiivistää maan muokkauskerroksen alta. (Alakukku 2002, 75.) Vaikutusaika, jonka tiivistymä kestää riippuu siitä, kuinka pahoin maa on tiivistynyt. Tiivistymä vaikuttaa kasvien kasvuun ja pellon viljeltävyyteen, jos maata ei muokata tiivistymisen jälkeen. Kun tiivistyminen tapahtuu esimerkiksi lannanlevityksen yhteydessä, näkyvät vaikutukset muokkauskerroksessa. Tiivistymät kuitenkin häviävät noin kolmessa – viidessä vuodessa luonnonprosessien vaikutuksessa, ellei maata tiivistetä uudelleen. Tiivistymän ulottuessa kyntökerroksen alapuolelle sen vaikutusaika on todennäköisesti pidempi. (Alakukku ym. 2002, 81.)

Akselien lukumäärää lisäämällä voi jakaa maahan kohdistuvaa painoa laajemmalle alalle. Farmtestin vuonna 2006 tehdyssä testissä selvitettiin yleisimpien lietelantavaunujen akselipainoja ja rengaspaineita. Yleisesti ottaen kääryjen akselipainot ovat 10 ja 13 tonnin välillä, ja akselien lukumäärää kasvattamalla voidaan maksimaalista akselirasiitusta vähentää 1-2 tonnia, jos verrataan kaksiakselisiin malleihin. (Rehnström 2008, 50–51.)

3.2.1 Rengaskoko ja -paineet

Maahan muodostuu uria, jos renkaan pintapaine on suurempi kuin maan kantavuus. Märissä olosuhteissa pellon kantavuus on noin 0,5 baria, kun taas kuivissa olosuhteissa se vaihtelee 1-2 barin välillä. Maahan kohdistuva pintapaine on sama tai hieman suurempi kuin rengaspaine, hieman renkaan sivujen jäykkyydestä riippuen. Rengaspaineella on siten vaikutusta, koska matalimmilla rengaspaineilla saavutetaan alhaisempi pintapaine, lisätään renkaan joustoa ja pidennetään kosketuspituutta. Rengaskoolla on myös merkitystä, etenkin silloin jos renkaan halkaisijaa suurennetaan. Tällöin renkaiden ilmatilavuus on suurempi ja renkaan kosketusala kasvaa. (Ahokas, 8-12).

Oristo (2009, 76–78) kirjoittaa tutkimuksesta, jossa tutkittiin rengaspaineiden vaikutusta maan tiivistymiseen. Matala rengaspaine lisää vetävän renkaan pitoa, mutta alentaa kantavuutta 30–50 prosenttia merkistä ja mallista riippuen. Rengaspaine vaikuttaa akselipainon ohella maan tiivistymiseen. ”Mitä kovempi paine renkaissa, sitä syvemmälle tiivistävä vaikutus ulottuu”, Oristo jatkaa. Pintapaineen pienentäminen vähentää pyörän vierintävastusta ja pyörän uppoamista. Traktorin vetokyky parantuu samalla ja ajourat madaltuvat. Alakukku ym. (2002, 76–78) toteaa, että pintapainetta on pyritty vähentämään myös telojen avulla. Telat vähentävät lisäksi luistoa pyöriin verrattaessa.

Helsingin yliopiston tutkimuksessa tutkittiin erilaisten työkonerenkaiden aiheuttamia muutoksia peltomaassa vuonna 2003. Tutkimuksessa selvitettiin yhden ristikudosrenkaan ja kahden vyörenkaan vaikutusta penetrometrivastukseen savi- maassa. Testissä käytetyt renkaat olivat kooltaan 600/55 – 26,5. Vertailu suoritettiin ajamalla muokatulla pellolla ja mitattiin penetrometrillä maan tunkeumapaine

renkaan urasta ja sitä verrattiin tiivistämättömän maan arvoihin. Mittauksia tehtiin välittömästi ajon jälkeen ja seuraavana keväänä. Mittauksessa selvisi, että kerta-ajon jälkeen maata tiivistyi 0-15cm kerros. Lopullisten tulosten mukaan tiivistymistä oli tapahtunut 5-20cm kerroksessa. Tiivistymä on aiheutunut ensisijaisesti renkaista maahan kohdistuvasta pintapaineesta. Renkaiden väliset erot olivat pieniä. (Ahokas, Alakukku & Kurjenluoma 2003, 2-3.)

3.2.2 Maata kuormittavien työvaiheiden ajoitus

Lannan paras levitysajankohta on keväisin kevätmuokkauksien yhteydessä ja syysviljoilla loppukesästä. Nurmille nestemäiset lannat voidaan levittää kevästä aina loppukesään saakka. Syksyisin lantaa ei pitäisi levittää, ellei sitä mullata ja maa routaannu pian levityksen jälkeen. Näin aiheutuva huuhtoutuminen jäisi koh- tuulliseksi. Maan tulisi olla riittävän kuiva, jotta tiivistymistä ei tapahtuisi lannan levityksessä. Mitä kosteampaa ja herkemmin tiivistyvää maa on, sitä hellävarai- sempaa levitystekniikkaa tulisi suosia. (Dredge ym. 2004, 180.) Ajoituksen onnis- tumisessa on vaihteluita, koska viljelyalat ovat kasvaneet niin suuriksi, että oikea- aikainen töiden suorittaminen ei ole aina mahdollista.

3.2.3 Ajokerrat

Eriasteisia tiivistymisestä johtuvia kasvuhavaintoja saattaisi näkyä keväällä kas- vuston kehittymisen alkuvaiheessa. Tämä johtuu siitä, että jotkut kasvuston kohdat voivat olla täysin tiivistymättömiä, toisissa on saatettu ajaa 3-4 kertaa ennen kyl- vöä ja joissain näkyy syyskynnön jättämät jäljet. Ajettaessa samoja ajouria sa- mankokoisilla kuormilla ja saman työjakson aikana voidaan lisätä huomattavasti ajouran tiivistymisriskiä, mutta toisaalta suurin osa pinta-alaa säästyy tiivistymiltä. Etenkin syksyisin, kun maat ovat valmiiksi märempiä. Usein jo ensimmäinen ajo- kerta tiivistää ajouran maksimaalisesti. Tällöin voitaisiin kokonaishaittaa pienentää ja ajaa mahdollisimman harvoilla ajourilla niin kauan kuin kantavuus riittää. (Hei- nonen ym. 1992, 133–139.)

Mustonen (2009, 30–32) kertoo kirjoituksessaan kiinteillä ajourilla tapahtuvasta viljelystä. Tavoitteena on tallauksen rajoittaminen vain osalle peltomaasta. Tällöin saadaan suuri osa pinta-alasta rauhoitettua peltoliikenteeltä täysin. Kiinteiden ajourien kohdat tiivistyvät, mutta menetys korvautuu tallaamattoman maan 9-16 prosentin lisäsadolla. Tallaamattomuudesta on hyötyä, sillä maa on löyhempää, joten juurten kasvu paranee, ravinteiden otto on helpompaa, kasvuun lähtö kohe-
nee ja näin ollen sadon tuotto varmistuu. Helpoin tapa edetä on työkoneiden, trak-
toreiden ja sadonkorjuukoneiden raidelevyysien ja työlevyysien yhteen sovitta-
minen. Tavoitteena on mahdollisimman suuri tiivistämättömän maan osuus, jonka
saavuttamiseen tarvitaan paikannustekniikkaa ja tarkkaa automaattiohjausta.
Normaalissa viljelyssä 90 prosenttia peltopinta-alasta tallataan ainakin kertaalleen.
Suomessa menetelmän tutkimus on vasta alkutekijöissä. Ajouraviljely vaatii kui-
tenkin oikeanlaiset olosuhteet eli sitä ei voi soveltuu kaikkialle Suomessa. Suo-
messa rajoittavia tekijöitä ovat peltolohkojen pienuus ja monimuotoisuus. Pieneen
tallatun maan osuuteen pääsemiseksi vaaditaan suuria koneita ja työlevyysisiä.

3.2.4 Maan rakenteen hoito

Peltomaan tiivistymisen ehkäisemiseksi maan rakenteen ja perusedellytyksien
maan kasvukunnolle täytyy olla kunnossa. Maan vesitalous tulisi olla kokonaisuus-
dessaan hyvä. Piiriojat kuntoon, salaojitus toimivaksi ja pinnanmuodot sellaiseksi,
että vesi ei jää pellolle seisomaan. Maan tulisi myös läpäistä hyvin vettä. Viljely-
kierto olisi hyvä pitää monipuolisena ja käyttää kierrossa maata parantavia kasve-
ja, jotta maan rakenne pysyisi kunnossa. Tiivistyminen aiheuttaa haasteita etenkin
suurille viljailoille, joilla käytetään suuria koneita. Monivuotisia nurmia ei ole
useinkaan katkaisemassa viljakiertoa ja kuohkeuttamassa maata. (Rajala 2010,
2–18). Lierot parantavat maan rakennetta samalla ehkäisten tiivistymien syntyä ja
kuohkeuttaen jo tiivistynyttä maata. Lierot kuohkeuttavat maata jopa yli metrin sy-
vyydeltä. Viljelyssä tulisikin suosia lierojen kannalta hyviä viljelytoimenpiteitä. Lie-
rojen esiintymistä edistävät pitkäaikaiset nurmet viljelykierrossa, karjanlannan
käyttö ja korjuutähteiden jättäminen peltoon. Lisäksi toimiva kuivatus ja kalkitus
suosivat lieroja. (Palojärvi & Nuutinen 2002, 28–32.)

4 OMA TIIVISTYMISTUTKIMUS

4.1 Tutkimusmenetelmä ja aineisto

4.1.1 Lohkot

Koeruudut perustettiin koulutilan pelloille. Puolet lohkoista perustettiin Korven koulutilan pelloille ja puolet Rahkakorven pelloille. Molemmille alueille valittiin vilja- ja nurmilohko.

4.1.2 Koepaikka 1 Korven koulutilan nurmilohko

Korven koulutilan lohko (L2b+L3+L4) on maalajiltaan runsasmultainen hieno hieta, ja sen pinta-ala on 2,54 ha. Lohko pintalannoitettiin keskipakolevittimellä 15.5.2013 ja lohko on ollut vuoden nurmella ja sitä ennen kaksi vuotta viljalla. Viljalla ollessaan maa on kynnetty vuosittain, muokattu lapiorullaäkeellä sekä joustopiikkiäkeellä ja kylvetty takapyöräkylvökoneella. Lohkolle on levitetty virtsaa kahtena edellisvuotena Agronic 14m³ lietevaunulla ja kuivalantaa yhtenä vuotena Bergman TSW 800 kuivalantavaunulla. Koneet ovat olleet kohtuullisen kevyitä.

4.1.3 Koepaikka 2 Korven koulutilan viljalohko

Korven koulutilan lohko (B1+B2+B7b) on maalajiltaan multava hieno hieta, ja sen pinta-ala on 11,04 ha. Keväällä 2013 lohko on kertaalleen äestetty joustopiikkiäkeellä 16.5.2013. Viimeiset kolme vuotta lohko on ollut viljalla. Maa on kynnetty vuosittain, muokattu joustopiikkiäkeellä ja kylvetty takapyöräkylvökoneella.

4.1.4 Koepaikka 3 Rahkakorven nurmilohko

Rahkakorven nurmilohko (CC) on maalajiltaan multamaa ja kooltaan 7,56 ha. Keväällä 2013 lohko pinalannoitettiin 15.5.2013. Lohko on ollut vuoden verran nurmella ja sitä ennen kaksi vuotta viljalla. Lohkon ollessa viljalla maa on kertaalleen kynnetty ja lautasäestetty. Maa on muokattu näiden jälkeen lapiorullaäkeellä ja kylvetty takapyöräkylvökoneella. Kuivalantaa on levitetty yhtenä vuotena Bergmann TSW 800 kuivalantavaunulla. Nurmi on lannoitettu pintalevittimellä kahteen otteeseen.

4.1.5 Koepaikka 4 Rahkakorven viljalohko

Rahkakorven lohko (BB) on maalajiltaan erittäin runsasmultaista hienoa hietaa, ja sen pinta-ala on 3,19 ha. Käsittelyhetkellä keväällä 2013 lohkolle ei ollut tehty vielä toimenpiteitä. Lohko on ollut viimeiset kolme vuotta viljalla. Maa on kahtena vuotena muokattu lautasäkeellä ja kylvetty takapyöräkoneella ja yhtenä vuotena suora-kylvetty. Kuivalantaa on levitetty kahtena edellisvuotena Bergmann TSW 800 kuivalantavaunulla.

4.1.6 Tutkimusalueen perustaminen

Tutkimuksen tiivistymiskäsittely tehtiin koulutilan 14m³ Agronic - merkkisellä liete-vaunulla. Vaunun omapaino ilman multainta on 5000kg, ja lietelantaa täynnä kärryn kokonaismassa on noin 20 tonnia. Aisapaino on 3000 kg, ja akselia kohden massaa on 8500 kg. Kiekkomultain oli tiivistymiskäsittelyssä kuljetusasennossa. Kaksiakselisessa keinutelillä varustetussa vaunussa oli 710/55 R 34 kokoa olevat vyörenkaat ja rengaspaineena käytettiin 0,8 bar. (Kuva 1)

Traktorina testissä oli Valtran N142 Direct, jossa oli taka-akselilla Michelin Xeobib 710/60R 38 kokoa olevat vyörenkaat. Koetilanteessa eturenkaiden paine oli 1,5 baaria ja takarenkaissa 1 baari. Traktorin kokonaismassa oli 5500kg, josta 3000 kg taka-akselilla. Tällöin taka-akselimassa oli aisakuorma mukaan lukien 6000 kg.

Kuvatulla yhdistelmällä ajettiin 17.5.2013 jokaiselle tutkimuslohkolle kaksi ajoa. Sää oli kokeiden perustamisen aikoihin suotuisa, ja maa oli silminnähten kantavaa. Olosuhteet ja ajoitus vastasivat alueelle ja koelohkolle tyypillistä tavanomaista lietteenlevityksen tilannetta. Ajolinjojen sijainti mitattiin pellon reunaan pystytettyihin merkkeihin prisman avulla. Näin ajourat oli löydettävissä lohkoilla myöhemminkin. Molempiin ajouriin määritettiin kaksi mittauskohtaa, joissa tehtiin tiivistymis- ja kosteusmääritykset sekä ajourasta että uran vierestä 1,5 m päässä häiriytymättömästä maasta. Sato korjattiin sekä ajourasta että uran vierestä.

Ajojälkien pinta-alaosuus lohkon koko alasta saadaan laskemalla renkaiden leveyden avulla. Kokeessa maa tiivistettiin yhdistelmällä, jossa sekä traktori että vaunun renkaiden leveys oli 71 cm, jolloin yhden ajon pyöränjälkien yhteisleveydellä 142 cm ja vaunun 8 metrin työleveydellä laskien ajourien osuus on noin 18 % pellon pinta-alasta ja päisteissä hieman lisää. Työleveyden kaventuessa ajojälkien peittävyys pellolla kasvaa ja leventyessä toiminta on päinvastainen. Lisäksi liittymien määrä pellolla ja niiden sijainti vähentävät niin sanottua turhaa ajoa.



Kuva 1. Valtra N142 ja Lietevaunu Agronic

4.1.7 Suoritetut mittaukset

Maan tiiveys mitattiin PETLAN Eijkelkamp penetrometrillä. Mittauksissa käytettiin läpimitaltaan 1 cm², jonka kärkikulma oli 30 astetta. Mittauspisteiden ohjaukseen ja mittaussyvyyden määrittelyyn käytettiin 10 cm välein rei'itettyä lautaa. Jokaiseen ruutuun tehtiin 10 mittausta, joista laskettiin keskiarvo. Mittauksia tuli yhdeltä koelohkolta 80. Näistä puolet otettiin ajourista ja puolet häiriytymättömästä maasta. Yhteensä koelohkoilta tuli 320 mittausta. Tiivistymismittaukset ylettyivät keskimäärin 80 senttimetrin syvyyteen. Mittari suhteuttaa kärjen maahan puristamiseen tarvittavan voiman kärjen pinta-alaan ja tulos ilmoitetaan painelukemana (kPa). Siten maa on sitä kovempaa (tiiviimpää) mitä suurempi painelukema saadaan. (Kuva 2) ja (Kuva 3)



Kuva 2. Penetrometri ja mittausalusta



Kuva 3. Mittaustoimenpide käynnissä

Maan kosteudet määritettiin Trime FM-2 TDR kosteusmittarilla. Anturipiikit olivat 10cm pitkiä. Kosteusmittaukset suoritettiin kaikilta näytelohkoilta. Kosteus mitattiin pintamaasta sekä kymmenen sentin syvyydeltä näytelohkoilta. (Kuva 4)



Kuva 4. Kosteusmittari

Satonäytteitä analysoitiin koulun laboratoriossa. Nurmen mittausvälineiksi tarvittiin puntari, mittanauha, suodatinpusseja ja mikroaaltouuni. Näiden avulla saatiin määriteltyä nurmen kuiva-ainepitoisuus sekä pituus. (Kuva 5) Viljasato puitiin maalajisihdeillä. Hehtolitraino mitattiin kahdella mittarilla. Toinen oli yksinkertainen muovinen viljavaaka Wile 241 ja toinen oli metallinen hehtolitrakoetin. Viljan kosteus mitattiin Wile 55 kosteusmittarilla. (Kuva 6), (Kuva7)



Kuva 5. Nurmen mittausvälineet



Kuva 6. Viljan mittausvälineet



Kuva 7. Hehtolitrakoetin

Nurmisato korjattiin 13.6.2013. Puolen neliön metallikehikon rajaamalta alalta kasvusto leikattiin veitsellä ja suljettiin pusseihin (Kuva 8). Jokaiselta lohkolta tuli kahdeksan näytepusia, joista puolet tiivistetyiltä näytealoilta ja puolet tiivistämättömillä. Näytteet punnittiin koulun laboratoriossa. Näytteistä määritettiin kuiva-ainepitoisuus siten, että punnittiin näyte tuoretta rehua ja kuivatettiin siitä kosteus pois mikroaaltouunissa. Erotuksesta laskettiin rehun kuiva-ainepitoisuus. Näytteistä mitattiin keskipituus.



Kuva 8. Nurmen leikkausmenetelmä

Ohrakokeista laskettiin oraat 80 cm rivinpätkiltä ja laskettiin orastumisprosentti. Apuna käytettiin 80cm pituista mittatikkua. Rahkakorvessa korjattiin viljasato 27.8.2013 ja Korven koulutilalla 3.9.2013. Sato leikattiin saksilla koeruudusta (0,5x1m), ja maahan jäi noin 10 sentin sänki (Kuva 9). Jokaisen rivin korsista tehtiin pieni lyhde, joka niputettiin kuminauhalla. Lyhteitä tuli kahdelta lohkolta yhteensä kahdeksankymmentä. Sadosta laskettiin tähkäluku ja korsien keskipituus ja punnittiin lyhteittäin koulun laboratoriossa. Punnituksen jälkeen jyvät puitiin koulun maalajiseulalla, punnittiin, mitattiin kosteus sekä hehtolitraino.



Kuva 9. Viljan leikkaustoimenpide

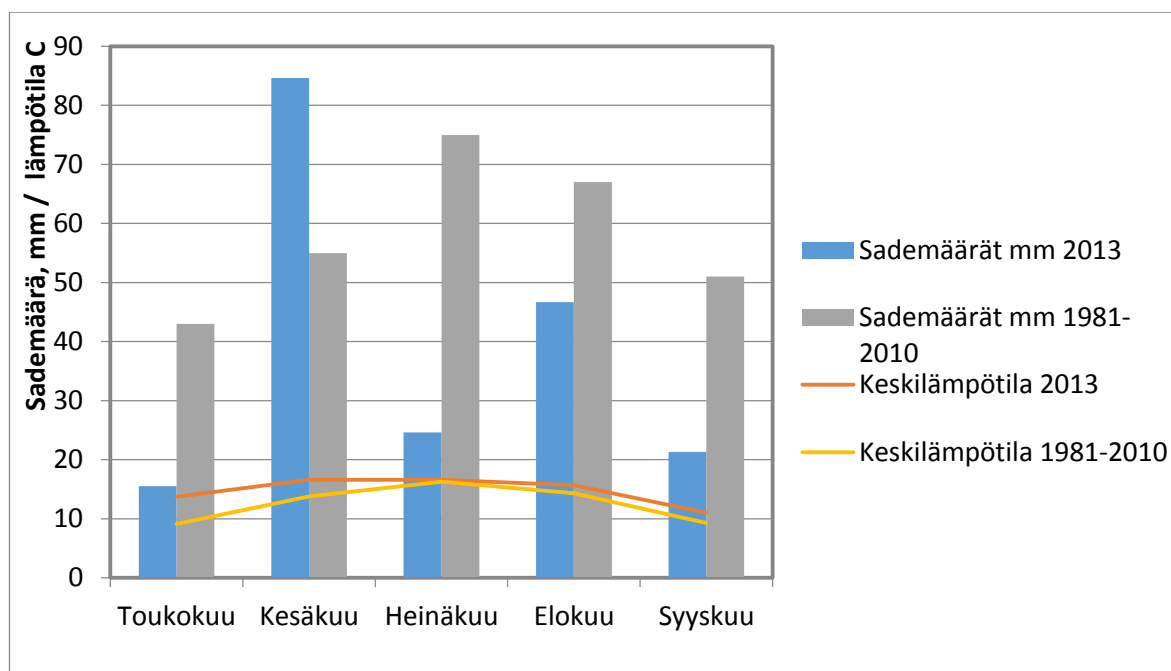
4.1.8 Säähavaintojen teko

Tutkimuskesän säähavainnot saatiin koulutilalta sekä Internetistä Ilmatieteen laitoksen sivulta. Koulutilalla oli mitattu ja merkattu ylös joka kuukaudelta sademäärät. Mittaus oli suoritettu perinteisellä sadevesimittarilla. Lämpötiloista oli laskettu keskilämpötila. Lämpötilat on otettu Seinäjoen Pelmaan havaintoasemalta, koska se sijaitsi lähimpänä lohkoja.

4.2 Tulokset ja tulosten tarkastelu

4.2.1 Sää

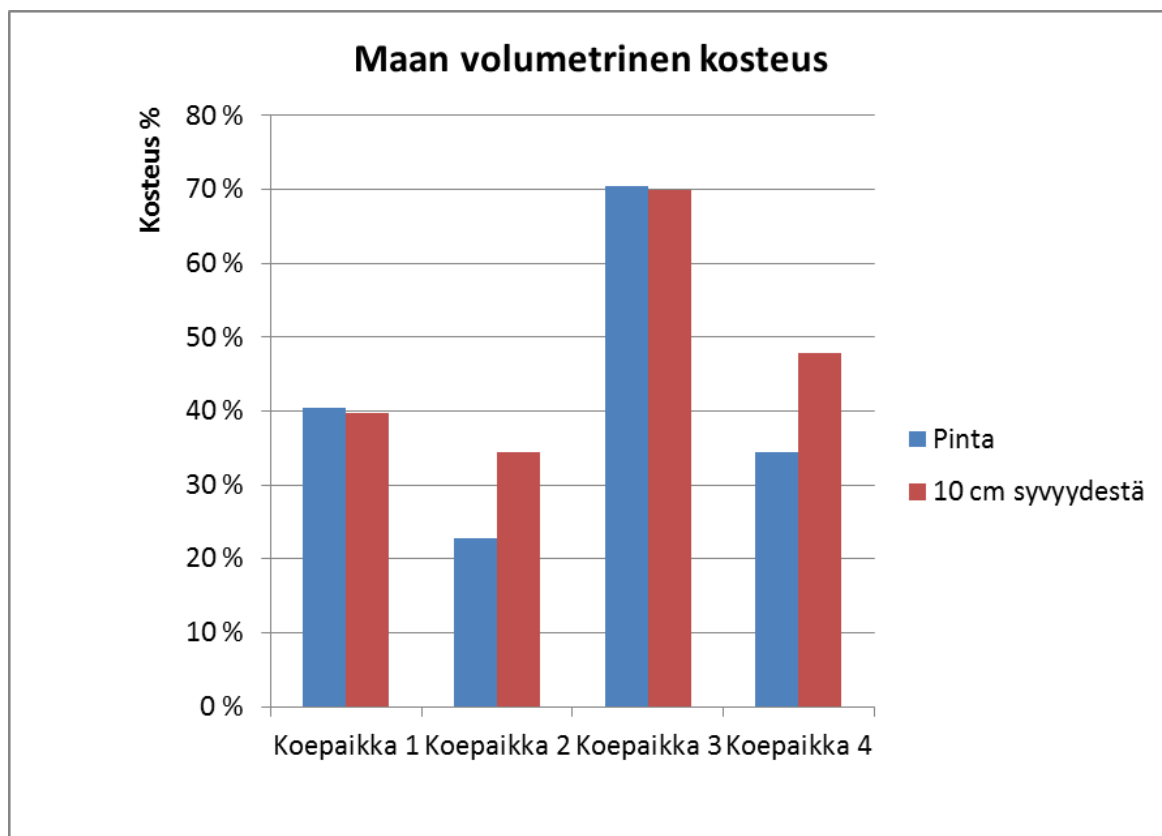
Kasvukauden 2013 sademääriä ja keskilämpötiloja verrattiin vuosien 1981–2010 keskiarvoihin (Kuukausitilastot) (Kuvio 1). Kasvukausi 2013 oli etenkin toukokuussa pitkäaikaisia keskiarvoja lämpimämpi ja kesäkuuta lukuun ottamatta vähäsateisempi. Olosuhteet olivat suotuisampia kasvukaudella 2013, koska pelloille päästiin aikaisemmin lämpoisemmän ja vähä sateisemmän kevään ansiosta ja lisäksi sadonkorjuussa olosuhteet olivat paremmat jos vertaa aikaväliä 1981–2010, jossa muun muassa syyskuun sademäärät olivat suurempia.



Kuvio 1. Vuoden 2013 sademäärät ja keskilämpötilat sekä vastaavat vuosien 1981 – 2010 keskiarvolukemat

4.2.2 Maaperän kosteus

Maan pintakosteudet ja 10 cm syvyydestä mitatut kosteudet olivat korkeimmat koepaikka 3 ja alimmat koepaikka 2 (Kuvio 2). Viljalohkoilla (Koepaikat 2 & 4) maan pintakosteus oli pienempi kuin 10 cm syvyydestä mitattu kosteus. Ero johtuu maan ilmahuokosten määrästä ja kokojakaumasta, mikä puolestaan vaikuttaa veden liikkumiseen ja haihtumiseen maasta. Näin ollen maan pinta oli kuivempaa, kun veden kapillaarinen nousu katkaistiin maan muokkauksen yhteydessä. Kosteudet olivat koepaikalla 4 suurempia niin pinnassa kuin 10 cm syvyydellä, sillä turvemaa pidättää paljon vettä ja sen kuivuminen on hitaampaa. (Alakukku & Pietola 2002, 9). Nurmilohkoilla (Koepaikat 1 & 3) maan kosteuskokemukset olivat korkeampia kuin viljalohkoilla, mutta olivat kummallakin lohkoilla samat pinnassa ja 10 cm syvyydeltä mitattuna (Kuvio 2). Koepaikka 3 kosteus oli suurehkoa. Tämä selittyy maalajilla ja sillä, että nurmilohko oli osaksi metsän ympäröimä, joka toisaalta varjosti auringon valoa.



Kuvio 2. Maan kosteus tulokset koepaikoittain

Koepaikan 3 muita lohkoja suurempi kosteus näkyy myös kuvista 10 ja 11, joissa ajourat ovat tällä lohkolla (Rahkakorven nurmi) selvemmin nähtävissä. Tähän vaikuttivat lohkojen erilaiset maalajit ja kasvukunto, sillä turvemaan kantavuus on yleensä heikompi kuin kivennäismaan ja erityisesti tässä kun kosteuskin oli korkeampi. Nurmen juuretkaan eivät täysin estäneet painaumaa.



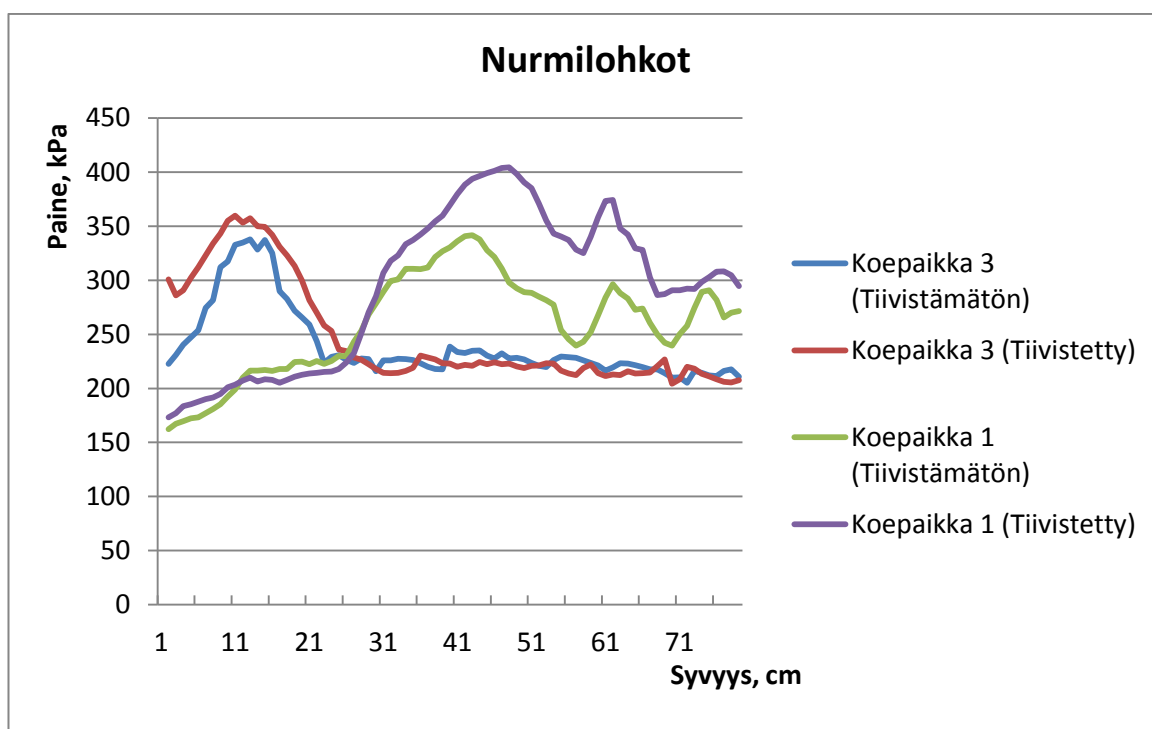
Kuva 10. Rahkakorven nurmi



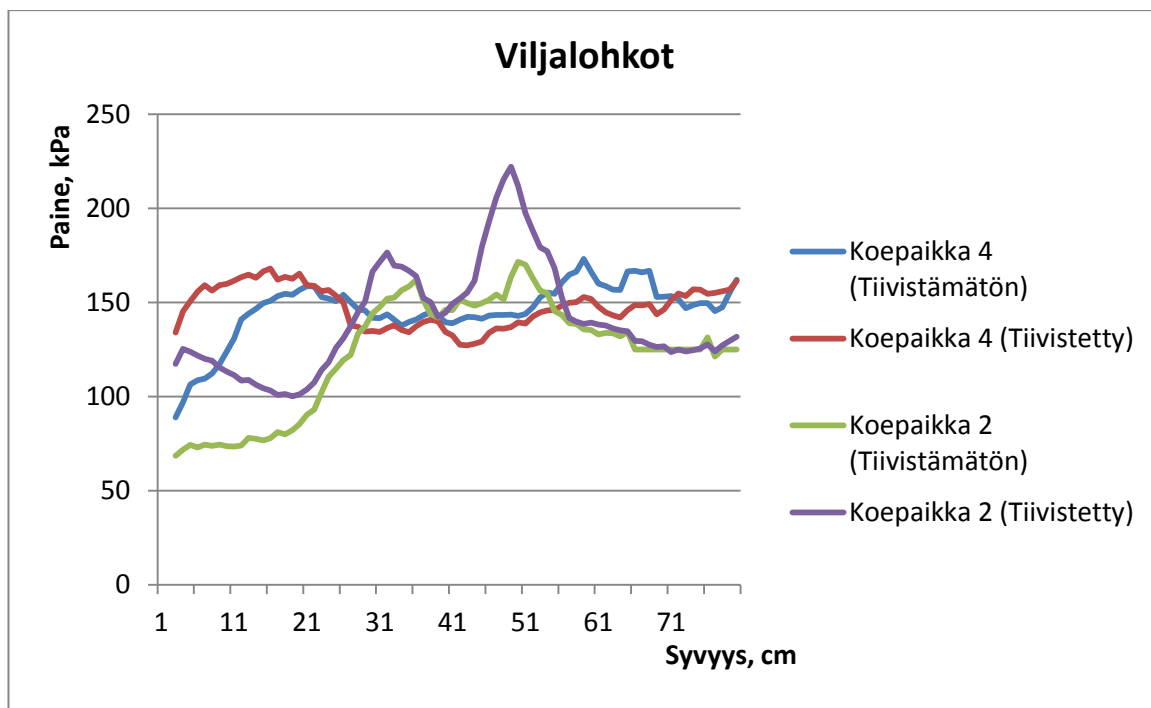
Kuva 11. Koulutilan nurmi

4.2.3 Maan tiiviys

Nurmen tiivistymisastetta lietelantavaunun ajourassa ja ajouran vieressä kuvaavat penetrometrilukemat on esitelty kuviossa 3. Koepaikalla 1 (Kivennäismaa) lietevaunun ajourasta ja ajouran vierestä otetuissa mittauksissa havaittiin, että selvästi tiivein kohta oli noin puolen metrin syvyydessä. Koepaikalla 3 (Turvemaalla) tiivein kohta oli noin 15 cm syvyydessä. Tuloksia tulkittaessa voidaan vain todeta, että lieteyhdistelmä oli kivennäismaalla aiheuttanut lievän tiivistymän 30–70 cm syvyydessä ja turvemaalla 0-20 cm välillä (Kuvio 3).



Kuvio 3. Maan tiiviyttä 0 – 80 cm syvyydellä kuvaavat painelukemat nurmilohkoilla Viljalohkojen tiivistymisastetta kuvaavat penetrometrilukemat on esitelty kuviossa 4. Koepaikka 2 (Kivennäismaa) lietevaunun ajourasta ja ajouran vierestä otetuissa mittauksissa havaittiin, että selvästi tiivein kohta oli noin puolen metrin syvyydessä. Koepaikalla 4 (Turvemaalla) tiivein kohta oli noin 15 cm syvyydessä. Tuloksia tulkittaessa voidaan todeta, että lieteyhdistelmä oli aiheuttanut tiivistymistä molemmilla koepaikoissa 0-20 cm syvyydellä sekä lisäksi turvemaalla 70 cm jälkeen.



Kuvio 4. Maan tiiviyttä 0 – 80 cm syvyydellä kuvaavat painelukemat viljalohkoilla

Maan vastukset olivat melko samankaltaisia sekä lietevaunun ajouralla että ajouran vierellä. Viljalohkojen koepaikoilla oli kuitenkin eroa 0-20 cm syvyydessä, josta tosin osa poistui kylvömuokkauksen yhteydessä, mutta tiivistymistä oli kuitenkin tapahtunut enemmän kuin nurmilohkoilla. Todennäköisesti tämä ei kuitenkaan ole vaikuttanut viljan satotekijöihin.

Nurmilohkojen nurmen juuristolla on oma vaikutuksensa penetrometrivastukseen. Asiaa ei varsinaisesti tutkittu, mutta on kuitenkin oletettavissa, että juuristolla on edullinen vaikutus maan kantavuuteen, ja se voi siten alentaa tiivistymisriskiä. Huomioitava tekijä tutkimuksen yhteydessä oli, että koepaikka 4 esiintyi routaa noin 80 senttimetrin syvyydessä ja tämän takia käyrä lähtee uudelleen nousemaan 70 cm syvyyden jälkeen (Kuvio 4.) Muilla koepaikoilla ei ollut havaittavissa enää routaa.

4.2.4 Satotulokset

4.2.5 Nurmikokeet

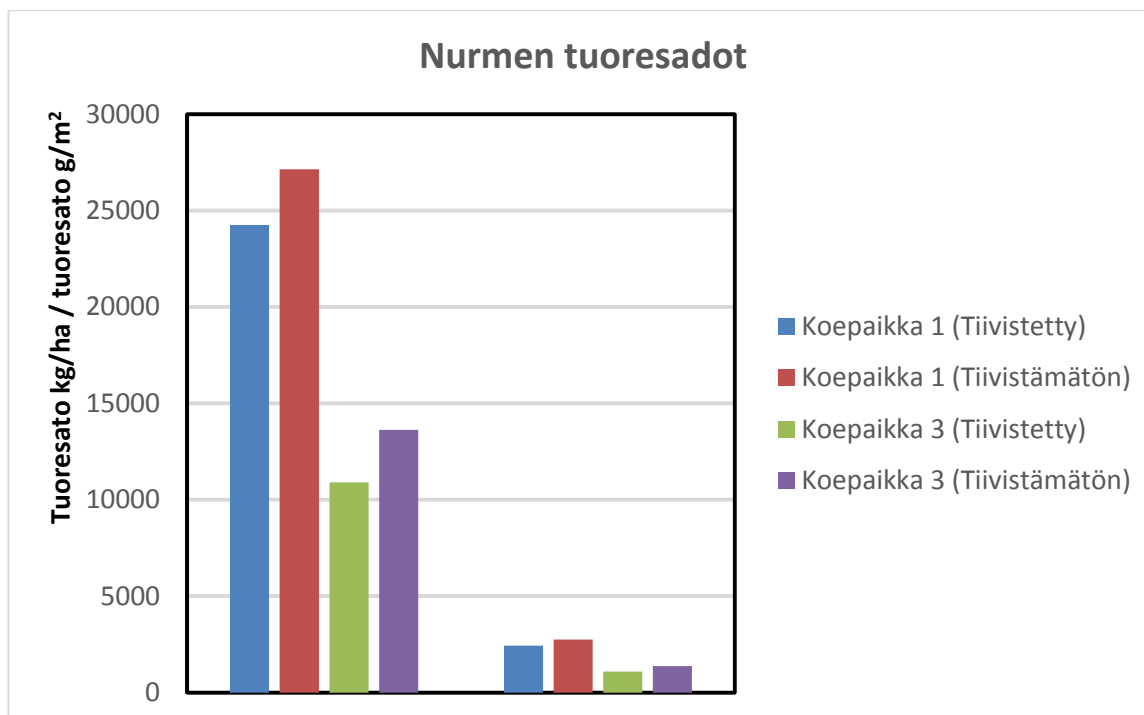
Koepaikalla 1 (Korven koulutila) lietevaunun ajourasta saatiin nurmisadon keskipainoksi puolen neliön alalta 2427 g ja ajouran vierestä 2752 g. Tuoresadoksi kiloja hehtaaria kohden muutettuna ajouralta tuli 24 265 kg/ha ja ajouran vierestä 27 155 kg/ha. Nurmen sato oli lietevaunun ajourassa 10,6 prosenttia alempi kuin ajouran vieressä (Kuvio 5).

Koepaikalla 3 (Rahkakorpi) lietevaunun ajourasta saatiin nurmisadon keskipainoksi puolen neliön alalta 1091 g ja ajouran vierestä 1364 g. Tuoresadoksi kiloja hehtaaria kohden muutettuna ajouralta tuli 10 905 kg/ha ja ajouran vierestä 13 635 kg/ha. Nurmen sato oli lietevaunun ajourassa 20 prosenttia alempi kuin ajouran vieressä (Kuvio 5).

Näytteistä mitattiin korren keskipituus, joka oli Rahkakorvessa 46 senttimetriä ja Korven koulutilalla 61 senttimetriä. Yleensä sopiva rehunkorjuun aloittamisajankohta timoteita sisältävillä nurmilla on, kun kasvuston pituus on 35-40 cm, ja ensimmäiset tähkät löytyvät tupen suulta. Rehunteon loppuvaiheessa tähkällä ei saisi olla enintään kuin 30 prosenttia, sillä tämä vaikuttaa valkuaispitoisuuden alenemiseen. (Rehunurmien viljely käytännössä.)

Päinvastainen tulos on saatu Tanskassa. Siellä 10 prosenttia sinimailasta sisältäneen timoteilohkon ensimmäisen satokerran sato oli 26 prosenttia parempi ajouran kohdalla kuin muualla lohkolla. Tässäkin kokeessa toisen ja kolmannen satokerran yhteissato sato oli sama molemmilla käsittelyillä. (Mustonen 2009, 34–37.)

Omiin tutkimuksiin nähden päinvastaisiin tuloksiin on voinut vaikuttaa muun muassa erilaiset olosuhteet ja maalajit. Toisaalta samassa tanskalaisessa tutkimuksessa kaikilla apilaa n. 20 prosenttia sisältävillä nurminata ja / tai raiheinälohkoilla lieteantavaunulla tapahtunut tiivistäminen alensi satoa.



Kuvio 5. Nurmilohkojen satotulokset

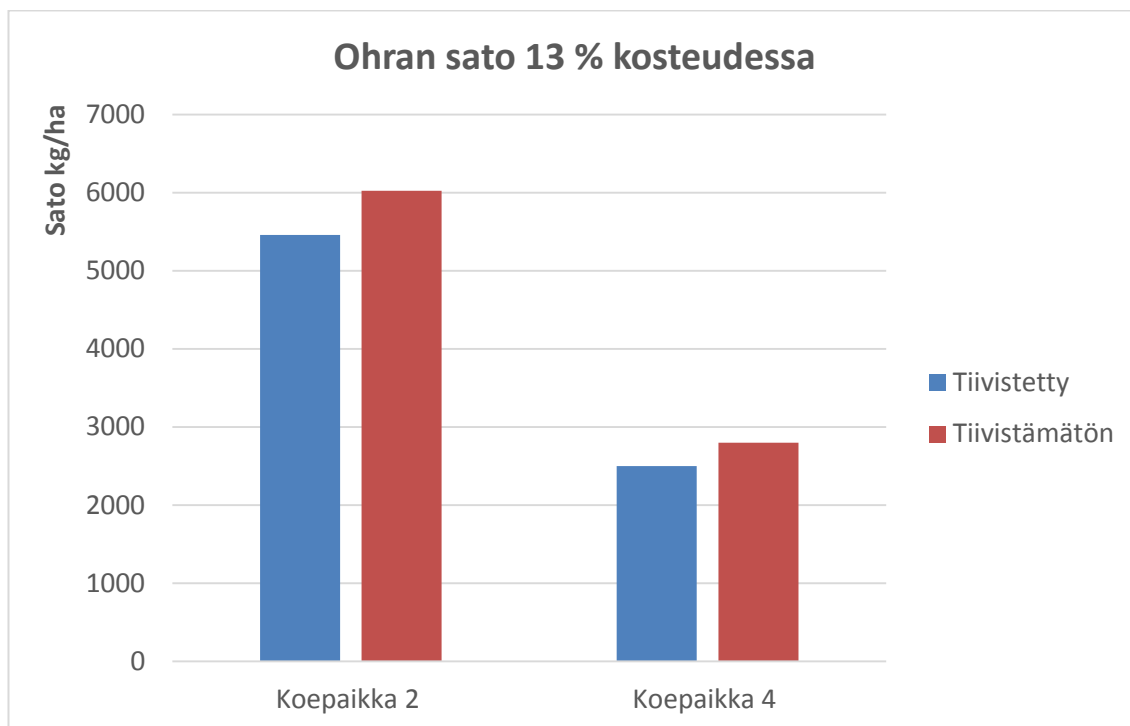
4.2.6 Ohrakokeet

Oraiden tavoitetiheys oli 500 kpl/m². Koepaikalla 2 tavoitetiheys ei täyttynyt, kun oraita saatiin 404 kpl/m², mutta koepaikalla 4 tavoitetiheys jostain syystä ylittyi ja oli 540 kpl/m².

Koepaikalla 2 (Korven koulutila) lietevaunun ajouralta korjatun viljakasvuston kokonaisuudessa oli leikkuutuoreena 148 g ja ajouran vierestä kerätyllä alalla 150 g. Ajouralta saatiin tähkäluvuksi 75 kpl ja ajouran vierestä 78 kpl. Näiltä osin ei lietevaunulla ajo ole vaikuttanut satotuloksiin. Ajouralta mitattu jyväsaato oli kuitenkin 13 prosentin kosteudella 5460 kiloa eli 9,4 prosenttia alempi kuin ajouran viereltä mitattu 6024 kilon sato (Kuvio 6). Hehtolitraino mitattiin koko jyväerästä, sillä pienistä osanäytteistä ei olisi riittänyt kunnon otoksia hehto-litramittaukseen. Kahden mittarin mittausten keskiarvoksi tuli 65.5 kg/hl.

Koepaikka 4 (Rahkakorpi) lietevaunun ajouralta korjatun viljakasvuston kokonaisuudessa oli leikkuutuoreena 124 g ja ajouran vierestä kerätyllä alalla 148 g, eli tiivistäminen oli mitä ilmeisimmin alentanut satoa. Ajouralta saatiin tähkäluvuksi 79 kpl ja ajouran vierestä 81 kpl. Tältä osin ei lietevaunulla ajo ole vaikuttanut satotulok-

siin. Ajouralta mitattu jyväsato oli kuitenkin 13 prosentin kosteudella 2500 kiloa eli 10,7 prosenttia alempi kuin ajouran viereltä mitattu 2800 kilon sato (Kuvio 6). Hehtolitraino mitattiin koko jyväerästä, sillä pienistä osanäytteistä ei olisi riittänyt kunnan otoksia hehto-litramittaukseen. Kahden mittarin mittausten keskiarvoksi tuli 59,4 kg/hl.



Kuvio 6. Viljalohkojen tulokset

5 POHDINTA

Tutkimuksemme tavoitteena oli selvittää, mikä vaikutus lietelantavaunun levitysyhdistelmän ajourilla on viljan ja nurmen satoon. Tulosten mukaan maa tiivistyi jonkin verran aivan pinnasta (0-20cm) ja joissakin tapauksissa noin puolen metrin syvydessä. Lähes kaikilla mittareilla mitattuna sato oli ajouran vieressä n.10 prosenttia korkeampi kuin ajourassa. Jäljet kattoivat vain 18 % pellon pinta-alasta. Todellinen koko pinta-alaa koskeva sadonalennus on siten noin viidesosa siitä erosta mikä syntyi tiivistetyn ja tiivistämättömän välille. Olosuhteet olivat nyt kuitenkin tavanomaiset tai jopa vähän tavanomaista paremmat. Kosteammassa olosuhteissa tiivistymisen vaikutus olisi voinut olla paljon suurempi ja tulokset aivan toisenlaisia.

Tuloksia luettaessa on otettava huomioon kuitenkin se, että tutkimuksia tehtiin vain kahdella lohkolla ja niissäkin vain lohkon yhdellä kulmalla. Olosuhteet voivat vaihtua jo lohkon sisälläkin, joten tuloksiin saattoi tulla vaihtelua jo tällä keinolla. Tutkimusta olisi pitänyt tehdä myös erilaisilla maalajeilla, jotta maalajin vaikutus tulisi paremmin esille.

Työvälineillä ei liene ollut suurta vaikutusta tuloksiin. Paikannukseen olisi voinut käyttää myös GPS-paikannusta, mutta mittanauha, mittakepit ja prisma tuntuivat luotettavimmalta. Käytetyllä menetelmällä ajourat kyettiin paikantamaan muutamien sentin tarkkuudella, ja siten maan ominaisuuksia kuvaavat mittaukset kuten myös satomittaukset osuivat hyvin oikeisiin kohtiin.

Tällaisia mittauksia olisi hyvä tehdä monena vuonna peräkkäin samoilla lohkoilla, jotta saadaan yleistettävämpiä tuloksia. Tiivistävä ajo olisi mahdollisesti pitänyt tehdä aiemmin, sillä maa ehti kuivahtamaan liian otolliseksi tiivistymistä varten. Tällöin tuloksista voisi käydä ilmi erilaisten olosuhteiden vaikutus saatuihin tuloksiin. Lisäksi voisi mahdollisesti tutkia syväjuurisempien kasvien kuten apilan tai härkäpavun vaikutusta osalla lohkoista. Näitä voisi vertailla vaikkapa lohkoihin, joilla oli viljelty viljaa useampana vuonna, niin voisi saada tietoa kasvilajin vaikutuksesta tiivistymiseen. Jatkotutkimuksia voisi olla myös jo aiheutuneen tiivistymän poistaminen. Tutkimuksia voisi tehdä sekä pintamaan tiivistymän sekä pohjamaan tiivistymän poistamisesta esimerkiksi erilaisten kasvilajien, sekä mekaanisen kuohkeutuksen avulla.

LÄHTEET

- Ahokas, J., Alakukku, L., Kurjenluoma, J. 2006. Erialaisten työkonereenkaiden aiheuttamat muutokset peltomaassa. [Verkkójulkaisu]. Helsinki. Helsingin yliopisto. [Viitattu 25.10.2014]. Saatavana: <http://www.smts.fi/pos06/0904.pdf>
- Ahokas, J. Traktorin- ja työkoneiden renkaat. [Verkkójulkaisu]. Helsinki: Helsingin Yliopisto Akroteknologia. [Viitattu 30.5.2014]. Saatavana: http://www.energia-akate-mia.fi/attachments/article/74/Traktorin%20ja%20tyokoneiden%20renkaat_netti.pdf
- Alakukku, L., Alasuutari, S., Hellstedt, M., Kari, M., Mattila, P., Mustonen, A., Paavola, T., Palva, R., Palojärvi, A., Partanen, K., Ruoho, O., Salo, T., Tolonen, K., Torniainen, M., Tuori, M., Turtola, E., Valaja, J., Vuorio, K. 2009. Lannan käsittely ja käyttö. ProAgria Keskusten Liitto. Keuruu: Otavan kirjapaino oy.
- Alakukku, L., Mikkola, H., Nuutinen, V., Palojärvi, A., Peltomaa, R., Peltonen, S., Pietola, L., Rajala, J. 2002. Maan rakenteen hoito. ProAgria Maaseutukeskusten liitto. Keuruu: Otavan kirjapaino oy.
- Dredge, K., Holma, U., Huikko, J., Koikkalainen, K., Koskimies, H., Kottila, M-R., Leinonen, P., Mynttinen, R., Piirainen, A., Rajala, J., Schepel, I., Suokas, B., Terhemaa, P. 2004. Luonnonmukainen maatalous. Helsingin yliopisto Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus. Mikkeli: Teroprint oy.
- Elonen, E., Alakukku, L., Koskinen, P. 1995. Renkaiden vaikutus traktorin vetokykyyn. [Verkkójulkaisu]. Vihti: Maatalousteknologian tutkimuslaitos. [Viitattu 27.11.2014]. Saatavana: http://jukuri.mtt.fi/bitstream/handle/10024/443118/vtiedote69_95.pdf?sequence=1
- Heinonen, R., Hartikainen H., Aura E., Jaakkola A., Kemppainen E. 1992. Maa, viljely ja ympäristö. Werner Söderström Osakeyhtiö. Helsinki: WSOY/OPPIMATERIAALIT
- Kuukausitilastot. [Verkkosivu]. Ei päiväystä. [Viitattu 8.2.2015]. Saatavana: <http://ilmatiiteenlaitos.fi/kuukausitilastot>
- Mustonen, E. 2009. Ajourilla suurempi sato nurmesta. Käytännön maamies 58 (7), 34-35.
- Mustonen, E. 2009. Urakehitystä maan ehdoilla. Käytännön maamies 58 (7), 30-32.
- Oristo, U. 2009. Rengaspaineen säätö maksaa vaivan. Koneviesti 57 (4), 76-78.

Rajala, J. 2010. Miten hoitaa maan kasvukuntoa. [Verkojulkaisu]. Ruralia-instituutti. [Viitattu 4.4.2014]. Saatavana: <http://luomu.fi/tietoverkko/wp-content/uploads/2010/09/Rajala-Jukka-Miten-hoittaa-maan-kasvukuntoa-060410.pdf>

Rehnström, K. 2008. Maan tiivistymistä voidaan vähentää. Käytännön maamies 57 (4), 50-51.

Rehunurmien viljely käytännössä. [Verkkosivu]. Ei päivystä [Viitattu 27.11.2014]. Saatavana: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/agronet/luomu/peltoviljely/viljelyohjeita/nurmiwiljely/Rehunurmien%20viljely%20k%C3%A4yt%C3%A4nn%C3%B6ss%C3%A4>

LIITTEET

Liite 1. Maan kosteuksien tulokset

Liite 2. Nurmisadon punnitus

Liite 3. Nurmisadon kuiva-ainepitoisuudet

Liite 4. Lyhteiden punnitus

Liite 5. Tähkäluvut

Liite 6. Jyvien paino ja kosteus

LIITE 1 Maan kosteuksien tulokset

Taulukko 1 Koulutilan ohralohko

		Maan kosteus						
		Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Näyte 4	Keskiarvo		
Pinta		17,40 %	17,10 %	29,50 %	27,20 %	22,80 %		
10 cm syvyydeltä		30,60 %	25,20 %	40,70 %	41,50 %	34,50 %		

Taulukko 2 Koulutilan nurmilohko

		Maan kosteus						
		Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Näyte 4	Keskiarvo		
Pinta		39,70 %	43,90 %	37,50 %	40,60 %	40,43 %		
10 cm syvyydeltä		43,90 %	37,30 %	39,90 %	37,60 %	39,68 %		

Taulukko 3 Rahkakorpi ohralohko

		Maan kosteus						
		Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Näyte 4	Keskiarvo		
Pinta		37,40 %	30,30 %	29,30 %	41,00 %	34,50 %		
10 cm syvyydeltä		49,30 %	45,70 %	54,90 %	41,20 %	47,78 %		

Taulukko 4 Rahkakorpi nurmilohko

		Maan kosteus						
		Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Näyte 4	Keskiarvo		
Pinta		60,70 %	73,10 %	68,60 %	79,70 %	70,53 %		
10 cm syvyydeltä		61,70 %	75,10 %	73,00 %	70,00 %	69,95 %		

LIITE 2 Nurmisadon punnitus

Taulukko 5 Koulutilan nurmen tiivistykset

Nurmisadon punnitus						
	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Näyte 4		Keskiarvo
Tiivistetyt	1165	1408	957	1323		1213,25 g
Tiivistämättömät	1248	1637	1137	1409		1357,75 g

Taulukko 6 Rahkakorven nurmen tiivistykset

Nurmisadon punnitus						
	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Näyte 4		Keskiarvo
Tiivistetyt	490	344	633	714		545,25 g
Tiivistämättömät	719	374	604	1030		681,75 g

LIITE 3 Nurmisadon kuiva-ainepitoisuudet

Taulukko 7 Rahkakorven nurmen ka

Nurmisadon kuiva-aine pitoisuus						
	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3		Keskiarvo	
Tuorepaino	22,6	18,73	16,23		19,19 g	
Kuivapaino	6,81	5,8	5,7		6,10 g	
Kuiva-aine	30,13 %	30,96 %	35,12 %		32,07 %	
Kosteus	69,86 %	69,03 %	64,88 %		67,92 %	

Taulukko 8 Koulutilan nurmen ka

Nurmisadon kuiva-aine pitoisuus						
	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3		Keskiarvo	
Tuorepaino	18,28	18,93	15,42		17,54 g	
Kuivapaino	5,72	6,25	5		5,66 g	
Kuiva-aine	31,29 %	33,02 %	32,43 %		32,25 %	
Kosteus	68,71 %	66,98 %	67,57 %		67,75 %	

LIITE 4 Lyhteiden punnitus

Taulukko 9 Koulutilan ohralohkon lyhteiden paino

	Lyhteiden punnitus				
	Tiivistetty 1	Tiivistetty 2	Tiivistetty 3	Tiivistetty 4	
Näyte 1	177,0	124,1	172,7	227,7	
Näyte 2	143,3	165	115,2	143,4	
Näyte 3	122,7	185,2	132,9	171,1	
Näyte 4	116,5	101,2	106,6	157,4	
Näyte 5	130,4	206,7	99,9	158,2	
Keskiarvo	138,0	156,4	125,5	171,6	
	Tiivistämätön 1	Tiivistämätön 2	Tiivistämätön 3	Tiivistämätön 4	
Näyte 1	200,9	138,9	97,7	118	
Näyte 2	134,3	182,7	170,6	147,8	
Näyte 3	192,1	148,6	195,5	181,6	
Näyte 4	158,7	154,7	130,3	139,4	
Näyte 5	179,3	118,2	57,1	153,7	
Keskiarvo	173,1	148,6	130,2	148,1	
Tiivistetyiden näytteiden keskiarvo			147,9 g		
Tiivistämättömien näytteiden keskiarvo			150,0 g		

Taulukko 10 Rahkakorven ohralohkon lyhteiden paino

Lyhteiden punnitus				
	Tiivistetty 1	Tiivistetty 2	Tiivistetty 3	Tiivistetty 4
Näyte 1	105,1	129,2	157	116,3
Näyte 2	117,8	127,8	57,1	111,9
Näyte 3	107,5	141,2	131,6	157,8
Näyte 4	98,0	153,9	122,5	117,1
Näyte 5	164,2	111,2	125	122,4
Keskiarvo	118,5	132,7	118,6	125,1
	Tiivistämätön 1	Tiivistämätön 2	Tiivistämätön 3	Tiivistämätön 4
Näyte 1	142,4	132	145,4	154,9
Näyte 2	157,7	120	119,5	158,2
Näyte 3	118,2	164	133,1	162,5
Näyte 4	165,5	175,9	146,2	135,6
Näyte 5	144,8	175	165,6	133,4
Keskiarvo	145,7	153,4	142,0	148,9
Tiivistetyiden näytteiden keskiarvo			123,7 g	
Tiivistämättömien näytteiden keskiarvo			147,5 g	

LIITE 5 Tähtäluvut

Taulukko 11 Koulutilan ohralohkon tähtäluvut

	Tähtäluku			
	Tiivistetty 1	Tiivistetty 2	Tiivistetty 3	Tiivistetty 4
Näyte 1	70	86	58	59
Näyte 2	101	77	66	64
Näyte 3	61	90	69	76
Näyte 4	64	36	111	79
Näyte 5	76	57	88	110
Keskiarvo	74	69	78	78
	Tiivistämätön 1	Tiivistämätön 2	Tiivistämätön 3	Tiivistämätön 4
Näyte 1	74	57	39	57
Näyte 2	85	63	71	93
Näyte 3	90	92	94	89
Näyte 4	106	75	97	80
Näyte 5	77	101	49	76
Keskiarvo	86	78	70	79
Tiivistetyiden näytteiden keskiarvo			75 kpl	
Tiivistämättömien näytteiden keskiarvo			78 kpl	

Taulukko 12 Rahkakorven ohralohkon jyvien keskipaino ja kosteus %

Jyvien paino ja kosteus				
	Tiivistetty 1	Tiivistetty 2	Tiivistetty 3	Tiivistetty 4
Näyte 1	47,1	68,6	47,5	52,6
Näyte 2	42,0	50,7	46,1	57,7
Näyte 3	70,2	66,1	44,5	76,2
Näyte 4	43,9	56,1	53,8	54,2
Näyte 5	51,9	54,2	46,5	59,4
Keskiarvo	51,0	59,1	47,7	60,0
Kosteus %	20,50 %	19,80 %	20,20 %	20,70 %
	Tiivistämätön 1	Tiivistämätön 2	Tiivistämätön 3	Tiivistämätön 4
Näyte 1	62,3	76,5	60,9	63,7
Näyte 2	67,4	76,8	63,3	60,1
Näyte 3	58,1	47,8	58,7	70,9
Näyte 4	69,1	58,4	54,9	68,1
Näyte 5	51,3	52,3	48,7	59,8
Keskiarvo	61,6	62,4	57,3	64,5
Kosteus %	20,20 %	19,70 %	19,40 %	19,70 %
Tiivistetyiden näytteiden keskiarvo			54 g	
Näytteiden kosteuden keskiarvo			20,30 %	
Tiivistämättömien näytteiden keskiarvo			61 g	
Näytteiden kosteuden keskiarvo			19,75 %	

LIITE 6 Jyvien paino ja kosteus

Taulukko 13 Koulutilan ohralohkon jyvien keskipaino ja kosteus %

Jyvien paino ja kosteus				
	Tiivistetty 1	Tiivistetty 2	Tiivistetty 3	Tiivistetty 4
Näyte 1	74,2	71,2	32,5	48,9
Näyte 2	59,6	32,3	42,6	54,8
Näyte 3	50,4	70,9	42,8	61,9
Näyte 4	50,1	64,2	77,1	66,6
Näyte 5	56,0	49,7	57,2	90,7
Keskiarvo	58,1	57,7	50,4	64,6
Kosteus %	14,30 %	15,50 %	15,60 %	16,60 %
	Tiivistämätön 1	Tiivistämätön 2	Tiivistämätön 3	Tiivistämätön 4
Näyte 1	55,6	48,2	21,7	43,4
Näyte 2	65,5	52,5	52,4	64,6
Näyte 3	75,8	71,5	77,6	72,0
Näyte 4	84,4	58,7	76,0	61,7
Näyte 5	64,0	83,7	40,8	63,1
Keskiarvo	69,1	62,9	53,7	61,0
Kosteus %	16,00 %	16,00 %	15,50 %	15,80 %
Tiivistetyiden näytteiden keskiarvo			58 g	
Näytteiden kosteuden keskiarvo			15,50 %	
Tiivistämättömien näytteiden keskiarvo			62 g	
Näytteiden kosteuden keskiarvo			15,83 %	

Taulukko 14 Rahkakorven ohralohkon jyvien keskipaino ja kosteus %

Jyvien paino ja kosteus				
	Tiivistetty 1	Tiivistetty 2	Tiivistetty 3	Tiivistetty 4
Näyte 1	47,1	68,6	47,5	52,6
Näyte 2	42,0	50,7	46,1	57,7
Näyte 3	70,2	66,1	44,5	76,2
Näyte 4	43,9	56,1	53,8	54,2
Näyte 5	51,9	54,2	46,5	59,4
Keskiarvo	51,0	59,1	47,7	60,0
Kosteus %	20,50 %	19,80 %	20,20 %	20,70 %
	Tiivistämätön 1	Tiivistämätön 2	Tiivistämätön 3	Tiivistämätön 4
Näyte 1	62,3	76,5	60,9	63,7
Näyte 2	67,4	76,8	63,3	60,1
Näyte 3	58,1	47,8	58,7	70,9
Näyte 4	69,1	58,4	54,9	68,1
Näyte 5	51,3	52,3	48,7	59,8
Keskiarvo	61,6	62,4	57,3	64,5
Kosteus %	20,20 %	19,70 %	19,40 %	19,70 %
Tiivistetyiden näytteiden keskiarvo			54 g	
Näytteiden kosteuden keskiarvo			20,30 %	
Tiivistämättömien näytteiden keskiarvo			61 g	
Näytteiden kosteuden keskiarvo			19,75 %	