

Maanparannusainelisäysten vaikutus peltomaan vedenläpisykykyyn



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

HAMK Lepaa, Puutarhatalous

Syksy, 2019

Lasse Väliheikki

Puutarhatalous
Lepaa

Tekijä	Lasse Väliheikki	Vuosi 2017
Työn nimi	Maanparannusainelisäysten vaikutus peltomaan vedenläpäisykykyyn	
Työn ohjaaja/t	Teo Kannianen	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää orgaanisten maanparannusainneiden vaikutusta peltomaan vedenläpäisykykyyn. Koe on Humuspehtoori Oy:n tilaama ja se toteutettiin Hämeen ammattikorkeakoulun pellolla Lepaalla. Vedenläpäisymittaukset tehtiin kymmenvuotisen peltokokeen neljäntenä vuotena.

Orgaanisen aineksen määrä peltomaissa on viime vuosina laskenut. Se näkyy maan rakenteen ja vedenläpäisyn heikkenemisenä. Mikrobin maahiukkasia sitova vaikutus ylläpitää vedenläpäisyn kannalta tärkeän huokosverkoston muodostumista ja sen kestävyyttä. Rakenteen kannalta tärkeiden mikrobin kuten bakteerien ja sienten toiminta on riippuvainen hajotuskelpoisen orgaanisen aineksen läsnäolosta. Maanparannusainelisäys on yksi keino parantaa tilannetta.

Käsittelyjen vaikutusta vedenläpäisykykyyn selvitettiin vedenläpäisymittauksilla syksyllä 2017. Tutkimuksessa havaittiin eroja käsittelyjen välillä. Vedenläpäisykyky oli heikompi ruuduissa, joissa maata oli muokattu mekaanisesti. Ero muokkaamattomiin oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p = 0,0056$). Käsittelyt, joissa orgaanista ainesta oli lisätty maahan, läpäisivät vettä hieman hitaammin kuin käsittelyt, joissa orgaanista ainesta ei ollut lisätty ($p = 0,00274$).

Avainsanat Maanparannusaine, vedenläpäisevyys

Sivut 12 sivua

Horticulture
Lepaa

Author	Lasse Väliheikki	Year 2019
Subject	The effect of organic soil amendments on water infiltration rate of arable land	
Supervisors	Teo Kanninen	

ABSTRACT

The aim of the thesis was to study the effect of organic soil amendments and subsoiling treatments on soil water infiltration properties. The experiment was commissioned by Humuspehtoori Oy and was carried out on a field of HAMK University of Applied Sciences in Lepaa, Finland. The experiment was carried out on the fourth year of a 10-year soil amendment experiment.

The levels of organic matter in agricultural soils are on decline around the world. One soil property affected the most from this decline is soil's ability to infiltrate water. Soil water infiltration is heavily dependent on biological processes that bind soil particles together, forming aggregates that support a network of pores that allow free drainage of water. These processes, carried out by soil fauna and microbes like bacteria and fungi, require a steady flow of organic matter as their source of energy. Adding organic amendments is one way the alleviate the problem.

Thesis covers the ways of execution and the results of the infiltration tests. The theoretic part of the thesis discusses soil properties affecting soil water infiltration capability and the effect of soil organic matter and other factors on them.

Infiltration tests were performed on autumn 2017. There were differences in infiltration rate between different treatments. Infiltration rates were significantly higher in those treatments that were mechanically tilled ($p = 0,0056$). Infiltration rate was also reduced in those treatments which were applied organic Soil conditioners ($p = 0,0274$).

Keywords Soil conditioners, infiltration
Pages 12 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	PELTOMAAN VEDENLÄPÄISEVYYS.....	1
3	MAAN AINESOSAT JA MURUSTUMINEN	2
3.1	Maan ainesosat	2
3.2	Murujen muodostuminen	3
3.3	Murustumista tukevat biologiset prosessit	3
3.4	Mykorritsa	3
3.5	Lierojen toiminta	4
3.6	Maanmuokkaus.....	4
3.7	Sadepisaroiden vaikutus	5
3.8	Maanparannuskokeen tutkimuskysymykset ja tarkoitus	5
4	KOEJÄRJESTELYT JA MENETELMÄT.....	6
4.1	Kokeen sijainti ja koepaikan ominaisuudet.....	6
4.2	Käsittelyt.....	6
4.3	Koeasetelma	6
4.4	Vedenläpäisykyvyn mittaukset	7
4.5	Muut havainnot – mitä havaintoja kerättiin	8
4.6	Aineiston tilastollinen käsittely	8
5	TULOKSET JA MUUT HAVAINNOT.....	9
6	TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	11
7	LÄHTEET.....	12

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö käsittelee Humuspehtoori Oy:n Lepaalla toteuttaman kymmenvuotisen peltokokeen maanparannuskäsittelyjen vaikutusta peltomaan vedenläpäisevyyteen. Tutkimusnäyttö osoittaa orgaanisen aineksen vähenemisen olevan yhteydessä peltomaiden vedenläpäisevyyden heikkenemiseen.

Heinosen (1991, 139) mukaan ilmaston lämmitessä ja sadannan lisääntyessä erityisesti jäykkien savimaiden rakenne ja vedenläpäisevyys ovat vaarassa heikentyä. Niiden rakennetta ylläpitävät routaantumisen maan rakennetta ylläpitävä vaikutus, sekä riittävän pitkän kuivumisen mahdollistama maan halkeilu. Luonnonvarakeskuksen ja Ilmastotieteen laitoksen yhteinen tutkimus toteaa kasvukauden ilmasto-olojen lähivuosi-kymmeninä muuttuvan 1900-luvun lopun tilastoihin nähden harvinaisen lämpimiksi ja sadeolojen vaihtelevammiksi, lisäten niin liian kuivien kuin liian kosteiden ajanjaksojen määrää (Ruosteenoja 2016, 5).

MTT:n tutkimuksissa on todettu, että maanparannusaineilla kuten puutavarateollisuuden nollakuidulla pystytään vähentämään eroosiota ja vesistöjen fosforikuormitusta (Aura 2006, 3). Niillä on siis maan rakennetta stabiloiva vaikutus. Vedenläpäisevyyden kannalta on olennaista vaikuttaako maanparannusainelisiä makrokokoisten maamurujen muodostumiseen ja kestävyYTEEN.

2 PELTOMAAN VEDENLÄPÄISEVYYS

Maan vedenläpäisykyvyllä tarkoitetaan ilmiötä, jossa maan pinnan vapaa vesi lumen sulaaessa, vesisateen tai kastelun yhteydessä imeytyy maahan. Ilmiötä on syytä tutkia, koska se kertoo paljon maan rakenteesta ja kasvukunnosta. Lätäköityminen ja pintavalunta sekä sen mukana tapahtuva pintamaan eroosio ovat seurausta heikosta vedenläpäisykyvystä.

Infiltraatiota voidaan havainnoida sateen tai kastelun yhteydessä tai kaatamalla vettä maan pintaan. Kun aihetta halutaan tutkia tarkemmin, yleinen menetelmä on maahan kiinni painettuun metalliseen tai muoviseen sylinteriin kaadetun vesimäärän imeytymiseen kuluvan ajan mittaaminen. Usein tulokset ilmoitetaan yksinkertaisessa muodossa cm/h. Tästä kehittyneempi versio on kaksi sisäkkäistä sylinteriä käsittävä mittauslaite, jossa kumpikin rengas täytetään vedellä, ja mitataan sisemmän renkaan veden imeytymisnopeutta (Weil, 2017. 232). Kaksoisrenkaalla mittauksesta poissuljetaan sivuttaisuuntaan virtaava vesi, jolloin saadaan tarkempi tieto veden liikkumisesta maaprofiilissa alaspäin. (Heinonen, 1991, 158.)

Vesi virtaa maan huokosissa, ja hyvän vedenläpäisyn kannalta tärkeimpiä ovat 0,5 mm ja sitä suuremmat makrohuokokset. Keinokastellulla maissilla tehdyssä kokeessa havaittiin 88 % vedestä virtaavan näiden suurten huokosten läpi, vaikka niiden osuus

kokonaishuokostilavuudesta oli vain 3.1 %. Hiekkamaassa makrohuokosia on usein riittävästi suurten hiekanjyvien välissä, mutta hienojakoisessa maassa niitä esiintyy lähinnä kuivumisen aiheuttaman halkeilun seurauksena, sekä kasvinjuurten ja lierojen toiminnan tuloksena, niin sanottuina biohuukosina (Weil 2017, 227). Veden oikovirtaus suuria huokosia pitkin voi olla myös haitallinen ilmiö, jos ympäröivä maa ei kerkeä kostua tarpeeksi tarjotakseen riittävästi kasveille käyttökelpoista vettä (Heinonen 1991, 160).

3 MAAN AINESOSAT JA MURUSTUMINEN

3.1 Maan ainesosat

Maan ainesosia ovat hiekka, siltti ja savi, sekä orgaaninen aines. Kivennäisfraktioon kuuluvat hiekka, siltti ja savi, jotka muodostuvat jääkauden peruskalliosta rouhimista silikaattimineraaleista. Ne jaotellaan GEO-teknisessä luokittelussa raekoon mukaan: hiekka >0,2mm, siltti 0,002 – 0,02mm, savi <0,002mm. Jako ei ole keinotekoinen, vaan on tehty huomioiden erikokoisten hiukkasten erilaiset vaikutustavat maan ominaisuuksiin.

Hiekka, 0,02-0,5mm, koostuu silikaattimineraaleista, useimmiten kvartsista. Siitä ei juurikaan vapaudu kasveille käyttökelpoisia ravinteita. Hiekan kyky pidättää vettä on heikko, sillä kookkaiden hiekanjyvästen väliin jäävät huokokset ovat myös verrattain suuria, jolloin gravitaatio tyhjentää ne nopeasti vedestä. Toisaalta karkean hiekkamaan happitilanne ja vedenläpäisevyys on suurikokoisten huokosten ansiosta hyvä ja maa on rakenteeltaan kuohkeaa.

Siltti, <0,002-0,02mm, koostuu samoista mineraaleista kuin hiekka. Pienemmästä hiukkaskoosta johtuen sen ominaispinta-ala on hiekkaa suurempi. Tästä johtuen sen pidättää tehokkaammin vettä ja päästää vähemmän vettä läpi, ja rapautuessaan vapauttaa merkittäviä määriä ravinteita kasvien käyttöön. Maa- ja metsätaloudessa siltti jaetaan hiesuun ja hienoon hietaan, hienon hiedan parempien viljelyominaisuuksien vuoksi (Hartikainen 1992, 26).

Saven, <0,002mm, ominaispinta-ala voi olla 10 000-kertainen hiekkamaahan verrattuna. Savihiukkaset toimivat kolloideina eli pidättävät vaihtuvia kationeja. Veden liike on hidadista savimaan pienissä huukosissa. Kuiva savimaa kovaa ja halkeilevaa, kosteana muovailtavaa ja sitkeää (Alakukku 2017, 18).

Orgaanista ainesta on laaja joukko kasvi- ja eläinperäisiä komponentteja ja hajoamistuotteita. Se vaikuttaa useimpiin maan ominaisuuksiin myönteisesti. Se sitoo vaihtuvia kationeja ja pidättää vettä hyvin. Suuri osa vedestä on kasveille ei käyttökelpoisessa muodossa. Sillä on tärkeä osa mururakenteen muodostumisessa ja kestävyyydessä. Orgaaninen aines pidättää ravinteita, ruokkii maaperän ravintoverkostoa ja hajotessaan vapauttaa niitä kasveille käyttökelpoisessa muodossa (Weil 2017, 544).

3.2 Murujen muodostuminen

Murustumisen ensivaiheessa maavedessä liikkuvat litteät savihiukkaset törmäävät, jolloin niiden väliin puristuvat kationit muodostavat siltoja savihiukkasten välille. Myös orgaanista ainesta kiinnittyy savihiukkasiin vaihtuvien kationien avulla. Tällaiset savi-huuspaketit ovat maan rakenteen pienimpiä yksiköitä. Moniarvoiset kationit sitovat paketteja voimakkaimmin. Samanarvoisista kationeista sitoutuu voimakkaammin se, jonka vesikehä on pienempi. Esim. Ca^{++} vesikehä on pienempi kuin Mg^{++} ja liian matala kalsium/magnesium suhde voikin huonontaa maan rakennetta. Korkea yksiarvoisten kationien määrä suhteessa kaksiarvoisiin ja erityisesti korkea Na^+ määrä huonontaa rakennetta ja liettymisen ja kuorettumisen riski kasvaa. Osansa murustumisessa on myös heikosti kiteytyneillä rauta- ja alumiinioksidoilla sekä mikrobeilla, joiden soluseinämissä ovat varaukset sekä metabolismin sivutuotteena syntyvät lima-aineet stabiloivat rakennetta. Flokkirakenteen kiinteytyminen edelleen vaatii maan kuivamista. Epätasainen kuivamien maan jäätyminen tai kasvinjuurten vedenoton myötä tukee murustumista, tasainen pintahaihdunta lähinnä massiivisen rakenteen syntyä. (Weil 2017, 168). Kalkitus lisää kaksiarvoisten kationien määrää ja sen aiheuttama kohonnut suolapitoisuus parantaa rakennetta samaan tapaan kuin maan kuivuminen (Alakukku 2017, 23).

3.3 Murustumista tukevat biologiset prosessit

Murustuminen etenee lähinnä biologisten tekijöiden vaikutuksesta. Maamikrobien, erityisesti sienten ja bakteerien tuottamat liima-aineet sitovat muruja tehokkaasti. Ne saavat energiansa orgaanisen aineksen hajotuksesta.

Kasvinjuurten aktiivisesti erittämät tai vuotavat eritteet sekä kuolevien juuren solujen hiilihydraattipitoinen sisältö toimivat ravintona ritsosfäärin maan rakennetta stabiloiville mikrobeille. Juuren kärjen sekä kärkeä lähinnä olevan ritsodermin solut myös erittävät polysakkaroidipitoista, veteen liukenematonta orgaanista yhdistettä, joka sitoo muruja tehokkaasti.

Kasvaessaan juuret tunkeutuvat maan huokosiin ja varttuessaan laajentavat huokostiloja. Samalla ympäröivän maan hiukkaset työnnyvät lähemmäs toisiaan mikä rohkaisee murustumista. Kuolleista juurista jää jälkeen hyödyllinen huokosverkosto.

3.4 Mykorritsa

Suurin osa viljelykasveista muodostaa otollisissa olosuhteissa symbioosin sienijuuren eli mykorritsasienen kanssa. Mykorritsa saa energiansa suoraan kasvinjuurista, vastapalveluksena kasville luovuttamista ravinteista. Koska mykorritsa kasvaa paljon kasvinjuuria pidemmälle ja pienempiin maan huokosiin, se moninkertaistaa sen maa-alan tilavuuden jolta kasvi pystyy haalimaan vettä ja ravinteita. Mykorritsan on todettu myös parantavan kasvin kestävyyttä tauteja ja tuholaisia vastaan, sekä lisäävän sietokykyä esimerkiksi kuivuutta, pH:n heittelyä tai ja istutusstressiä vastaan (Weil 2017, 516).

Glomaliini on mykorritsasienen rihmaston tuottama tahmainen glykoproteiini, joka on havaittu sekä edesauttavan maamurujen muodostumista, että parantavan niiden

kestävyyttä. Tutkimuksissa on havaittu rihmaston tuottavan glomaliinia enemmän, kun se joutuu kasvamaan maahan, jonka huokostilavuus on vähäinen (Weil 2017, 171).

3.5 Lierojen toiminta

Lierot käyttävät ravinnokseen hajoavaa kasviainesta sekä sen pinnalla olevia mikrobeja. Samalla ne syövät ympäröivää maata. Lierojen ruuansulatuselimistössä maan mineraaliaines ja orgaaniset ainekset yhdistyvät. Lierojen uloste kiinteytyy myöhemmin maan rakenteen kannalta ihanteellisiksi, kestäviksi muruiksi. Näin syntyneissä muruissa mikrobiaktiivisuus on lierojen syömien mikrobien ansiosta korkea, mikä ylläpitää murujen kestävyyttä. Murut sisältävät paljon ravinteita niille käyttökelpoisessa muodossa. (Weil 2017, 495).

Lierot muokkaavat maata samaan tapaan kuin kasvinjuuret, työntyen huokosiin ja laajentaen niitä, samalla edesauttaen ympäröivän maan murustumista. Lierojen tekemät käytävät ovat jatkuvia ja niiden seinämät kestäviä. Lierojen tekemien makrokokoisten käytävien verkosto on veden imeytymisen kannalta olennainen ja se myös parantaa happitilannetta sekä toimii juurien kasvukäytävinä.

Lierot lajitellaan pintakarikkeen, pintamaan ja syvälle kaivautuviin lajeihin. Veden imeytymisen kannalta erityisen hyödyllinen on jopa yli metrin syvyyteen pystysuoran käytävän tekevä kasteliero. Muokatussa pellossa niitä ei useinkaan tavata, sillä muokkaus rikkoo käytävät. Pitkään jatkuvan muokkauksen kohteena olevassa maassa tavataan usein vain pintamaan lajeihin lukeutuvia peltolieroja. Niiden toiminta keskittyy pintamaahan, mutta kuivuutta tai kylmyyttä paetessaan ne voivat kaivautua yli puolen metrin syvyyteen. (Alakukku 2002, 31).

3.6 Maanmuokkaus

Taitavalla muokkauksella voidaan hetkellisesti parantaa maan rakennetta ja luoda hyvät kasvuolosuhteet kasvulle. Hyvä kasvu tukee luonnollisen kuohkeutumisen prosesseja ja parantaa näin maan rakennetta (Heinonen 1991, 106). Alakukun (2017, 21) mukaan oikeintehty muokkaus myös hetkellisesti lisää vesitalouden kannalta tärkeiden makrohuokosten määrää. Pitkällä tähtäimellä muokkaus kuitenkin heikentää rakennetta, ja kiihdyttää orgaanisen aineksen hajotusta, kun murustumisen yhteydessä aggregaattien sisään varastoitunut orgaaninen aines vapautuu mikrobien hajotustoiminnalle (Weil 2017, 171).

Peltoliikenteen aiheuttama tiivistyminen rikkoo ensimmäisenä suurten huokosten verkoston. Tiivistymisen riski kasvaa sitä mukaa mitä märempää maa on ja mitä suurempi kuorma sen päällä on. Tiivistymisen riskiä voidaan vähentää pitämällä rengaspaineet alhaisina. Paljon orgaanista ainesta sisältävä pelto kestää muokkausta paremmin.

E erityisen hyödyllistä pintamaan rakenteelle on siirtyminen suorakylvöön tai pellon pitäminen nurmella, jolloin orgaanisen aineksen määrä pintamaassa kohoaa merkittävästi. Kasvivalinnoilla voidaan vaikuttaa tiivistymiin. Syväjuuriset, monivuotiset kasvit rikkovat tiivistymää tehokkaimmin. (Alakukku, 2017)

3.7 Sadepisaroiden vaikutus maan rakenteeseen

Sadepisaroiden iskut suojaamattoman maan pintaan rikkovat heikkorakenteisia muruja, sekä lennättävät sitoutumattomia maan ainesosia, aiheuttaen liettymistä ja kuoretumista. Maan kestävyys sadepisaroiden iskuille riippuu pitkälti murujen laadusta. Orgaanista ainesta sisältävät, luonnollisten prosessien aikaansaamat murut kestävät iskuja hyvin, kun taas särmikkäät, vain vähän orgaanista ainesta sisältävät murut hajoavat helposti hienommiksi osiksi, jotka tukkivat huokokset. Sadepisaroiden aiheuttamaa pintamaan rakenteen menetystä voidaan tehokkaasti ehkäistä suojaamalla maanpinta kasvustolla. (Aura 2006, 7)

3.8 Maanparannuskokeen tutkimuskysymykset ja tarkoitus

Peltokoe on vuonna 2014 perustettu, kymmenvuotinen maanparannuskoe, jossa tutkitaan Humuspehtoori Oy:n maanparannusaineiden vaikutuksia peltomaan ominaisuuksiin. Maanparannusainelisäysten vaikutuksia on tähän mennessä selvitetty jo mikrobiologista aktiivisuutta tutkivilla mittauksilla ja vedenläpäisymittauksilla kokeen kolmantena vuotena. Mittauksia tehdään uudelleen kokeen viidentenä ja kymmenentenä vuotena. Tämä opinnäytetyö käsittelee kokeen neljättä vuotta.

4 KOEJÄRJESTELYT JA MENETELMÄT

4.1 Kokeen sijainti ja koepaikan ominaisuudet

Kaikkiaan noin hehtaarin kokoinen koela jakautuu kahteen yhtä suureen lohkoon. Pellon päämaalaji on hiuesavi. Koeruutuja on yhteensä 32, yksittäisen koeruudun pinta-ala on 345 m². Koeruutujen kulmapisteet on määritetty GPS-laitteen avulla. Kahdella ensimmäisellä kaudella koepelloilla kasvoi sinimailanen ja kolmannella kaura.

4.2 Käsittelyt

Käsittelyjä on yhteensä kahdeksan, joista jokaisella on neljä kerrannetta. Jokaista kerrannetta kohden on kontrolliruutu, jota ei ole käsitelty millään tavalla. Käsittelyt ovat:

- 1.) maanparannusaine 1
- 2.) maanparannusaine 1 + jankkurointi
- 3.) maanparannusaine 2
- 4.) maanparannusaine 2 + jankkurointi
- 5.) kemiallinen lannoitus
- 6.) kemiallinen lannoitus + jankkurointi
- 7.) jankkurointi
- 8.) kontrolli

Koetta perustettaessa maanparannusaineruutuihin lisättiin maanparannusaineita 80 tn/ha. Tämän lisäksi maanparannusaineruutuihin on lisätty maanparannusaineita kokeen kolmantena vuonna 80 tn/ha, sekä puukuitua ensimmäisenä ja toisena tutkimusvuotena 280 tn/ha.

Jankkurointi tehtiin kokeen ensimmäisenä vuotena. Jankkuroituja ruutuja ei erikseen lannoitettu.

Kemiallisen lannoituksen ruudut on lannoitettu 10 kg/ruutu YaraBela 27-0-1-lannoitteella kokeen jokaisena vuotena.

4.3 Koeasetelma

Vedenläpäisymittauksia varten tehtiin sadevesiputkesta halkaisijaltaan 160 mm lieriöitä. GPS-paikantimella selvitettiin koeruutujen kulmapisteiden sijainnit, joiden koordinaatit oli tallennettu kokeen perustajien toimesta. Kulmapisteet merkittiin bambukepeillä. Maanpinnan suojaamiseksi lieriöön kaadetulta vedeltä tehtiin rei'itetty muoviastia, josta vesi levisi tasaisesti koko lieriöön. Veden määrä mitattiin mitta-astialla, ja veden imeytymiseen kuluva aika mitattiin älypuhelimien

sekuntikello -toiminnolla. Mukana oli myös kannettava tietokone, jonne tulokset tallennettiin excel -taulukoon. Vesi saatiin läheisestä lammesta.

Mittaukset toteutettiin syksyllä 2017. Vedenläpäisymittauksiin valittiin puolet kokeen 32 ruudusta, niin että kutakin käsittelyä edusti kaksi koeruutua. Testi toistettiin kymmenesti kutakin ruutua kohden. Kuhunkin lieriöön kaadettiin sama 2 l vesimäärä, jonka imeytymiseen kuluva aika mitattiin sekunnin tarkkuudella.

Kymmenen lieriötä painettiin eripuolille tutkittavaa koeruutua. Ruudun reunoista tultiin noin metri sisäänpäin, pyrkien ottamaan huomioon mahdollinen virhemarginaali GPS-paikantimen tarkkuudessa ja näin varmistamaan, että testit toteutetaan halutun ruudun sisällä.

Muoviastia asetettiin lieriön pohjalle ja 2 l vesimäärä kaadettiin mitta-astiasta lieriöön. Jos vesi imeytyi hitaasti, edettiin seuraavaan lieriöön, kuitenkin niin että tulokset ehdittiin tallentaa.

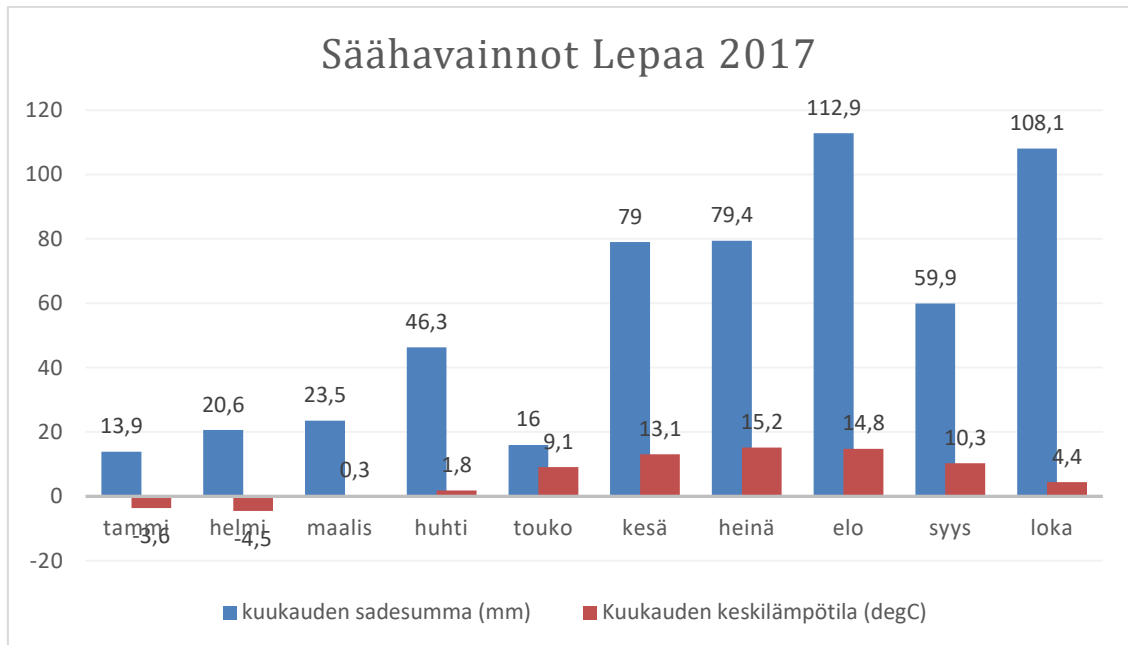
4.4 Vedenläpäisykyvyn mittaukset

Koe oli satunnaistettujen täydellisten lohkojen koeasetelma.

Ruutu 1	Ruutu 2	Ruutu 3	Ruutu 4	Ruutu 9	Ruutu 10	Ruutu 11	Ruutu 12
MP 1	MP 2	MP 1 + jankkurointi	Kemiallinen lannoitus	Kemiallinen lannoitus + jankkurointi	MP 2 + jankkurointi	MP 1	MP 2
MP 2 + jankkurointi	Kemiallinen lannoitus + jankkurointi	Jankkurointi	Kontrolli	Jankkurointi	MP 1 + jankkurointi	Kemiallinen lannoitus	Kontrolli
Ruutu 5	Ruutu 6	Ruutu 7	Ruutu 8	Ruutu 13	Ruutu 14	Ruutu 15	Ruutu 16
Ruutu 17	Ruutu 18	Ruutu 19	Ruutu 20	Ruutu 25	Ruutu 26	Ruutu 27	Ruutu 28
MP 1 + jankkurointi	Kemiallinen lannoitus + jankkurointi	Jankkurointi	MP 2 + jankkurointi	MP 1	Jankkurointi	Kemiallinen lannoitus	Kemiallinen lannoitus + jankkurointi
Kemiallinen lannoitus	MP 2	Kontrolli	MP 1	MP 2 + jankkurointi	MP 2	MP 1 + jankkurointi	Kontrolli
Ruutu 21	Ruutu 22	Ruutu 23	Ruutu 24	Ruutu 29	Ruutu 30	Ruutu 31	Ruutu 32

Kuva 1. Koeasetelma

4.5 Muut havainnot – mitä havaintoja kerättiin



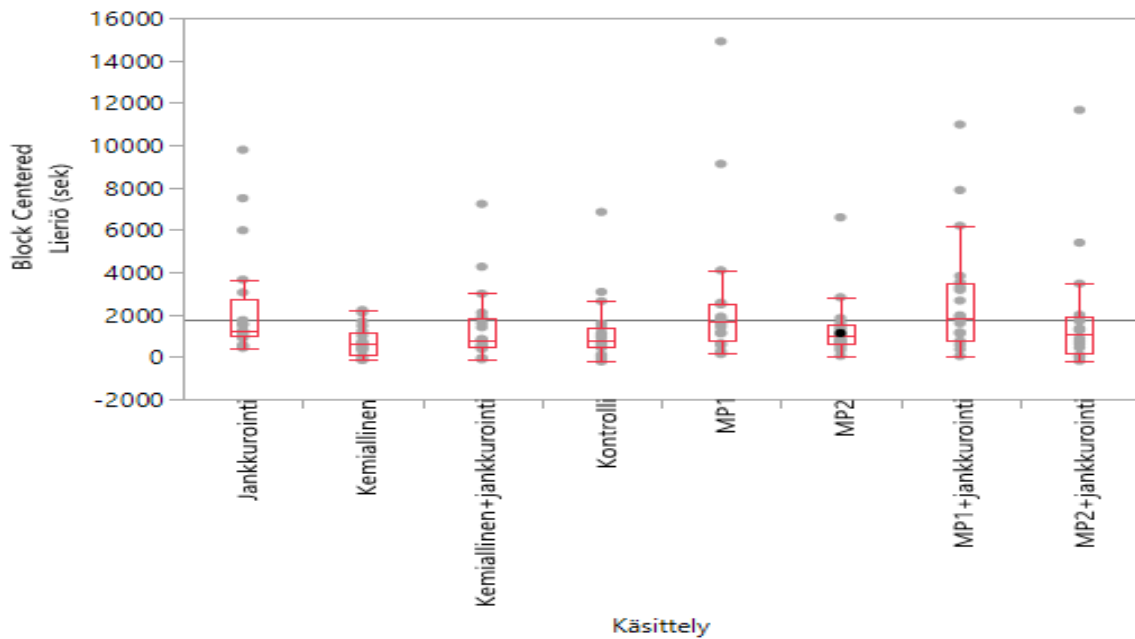
Kuva 2. Kuukausittaiset sademäärät ja keskilämpötilat.

4.6 Aineiston tilastollinen käsittely

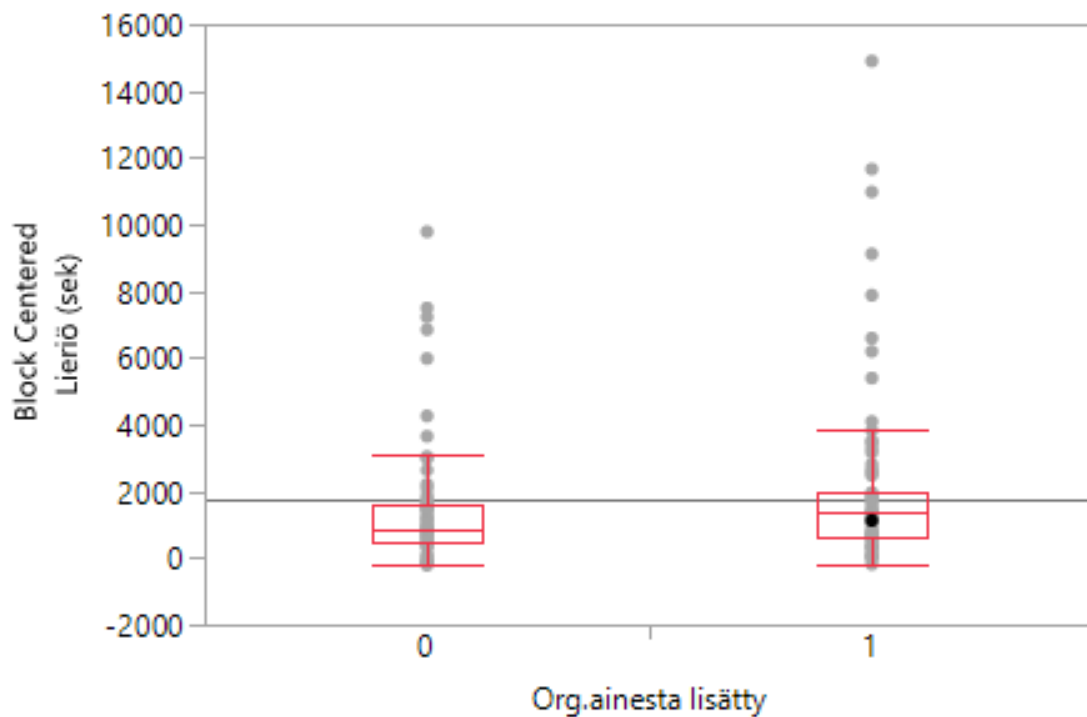
Mitatut vedenläpäisykyvyt kerättiin excel-tiedostoon. Aineistosta tehtiin varianssianalyysyjä sekä parivertailuja JMPpro14-tilasto-ohjelmalla. Aineiston normaalijakautuneisuus testattiin.

5 TULOKSET JA MUUT HAVAINNOT

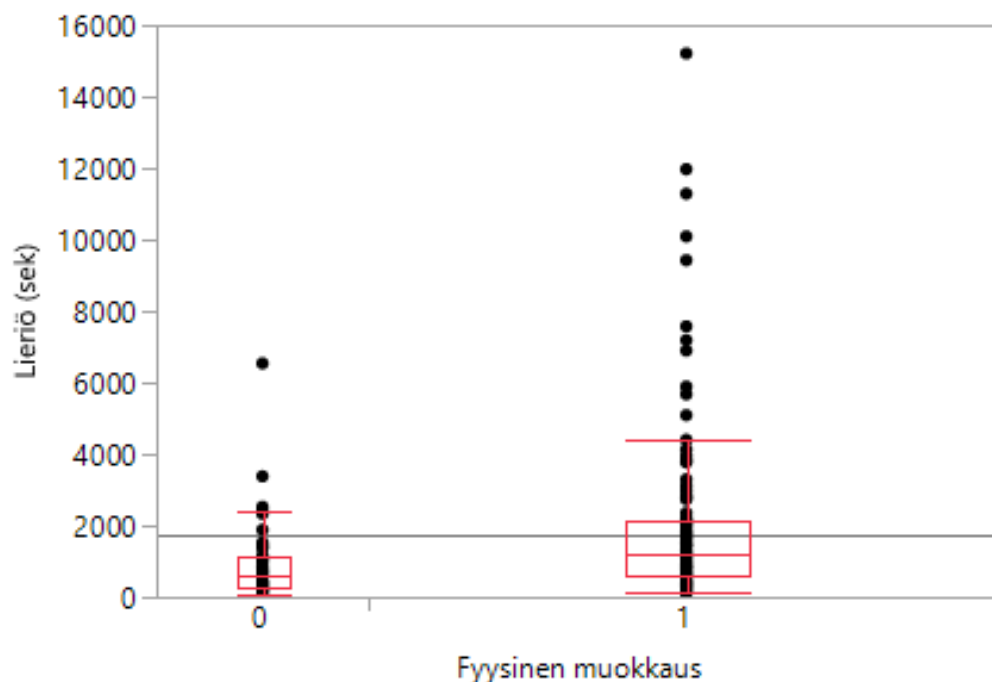
Työssä mitatut vedenläpäisykyvyt on esitetty kuvissa 1. 2. ja 3.



Kuva 3. Vedenläpäisykyvyt käsittelyittäin.



Kuva 4. Organisen aineksen lisäys heikensi hieman vedenläpäisykykyä. Ero oli tilastollisesti melkein merkitsevä ($p = 0,0274$).



Kuva 5. Fyysinen muokkaus heikensi maan vedenläpäisykykyä. Ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevää ($p = 0,0006$).

Taulukko 1. Koerutujen vedenläpäisykyvyt yksikössä h.mm.ss.

Koeruu	Käsittely	Lieriö1 (h.mm.ss)	Lieriö2	Lieriö3	Lieriö4	Lieriö5	Lieriö6	Lieriö7	Lieriö8	Lieriö9	Lieriö10
Koeruu1	MP1	0.07.25	1.13.20	0.09.35	0.16.08	2.37.05	0.36.55	0.46.25	0.47.50	4.13.30	0.15.59
Koeruu2	MP2	0.23.55	1.55.00	0.06.24	0.10.28	0.27.50	0.21.55	0.05.57	0.52.05	0.35.55	0.16.48
Koeruu3	MP1+jankkurointi	0.18.17	1.03.50	0.05.50	0.31.35	0.24.39	0.11.15	0.11.08	3.08.05	1.08.55	0.34.25
Koeruu4	Kemiallinen	0.12.40	0.02.47	0.02.35	0.10.15	0.40.00	0.03.33	0.06.00	0.25.27	0.42.05	0.03.15
Koeruu5	MP2+jankkurointi	0.04.47	0.05.40	0.06.45	0.27.40	0.33.25	0.27.00	0.02.02	3.19.30	1.02.50	0.05.20
Koeruu6	Kemiallinen+jankkurointi	0.19.20	0.04.27	0.03.15	0.13.54	0.28.30	0.14.52	0.18.38	0.54.55	0.11.25	0.36.25
Koeruu7	jankkurointi	2.48.11	0.14.33	0.30.20	0.23.35	0.25.00	0.23.55	0.12.15	1.06.00	0.13.38	0.34.10
Koeruu8	kontrolli	0.23.47	0.01.31	0.05.42	0.03.58	0.14.27	0.12.27	0.06.55	0.16.45	0.56.21	0.31.24
Koeruu9	kemiallinen+jankkurointi	0.02.30	0.03.37	0.08.00	0.07.44	1.55.20	0.08.15	1.05.55	0.29.45	0.21.25	0.01.40
Koeruu10	MP2+jankkurointi	0.07.10	0.26.45	0.09.29	0.05.18	0.28.06	0.02.45	0.15.53	0.02.15	0.26.38	1.24.50
Koeruu11	MP1	0.04.09	0.21.12	0.23.35	0.14.15	0.27.00	0.24.48	0.18.35	0.19.02	0.36.40	0.13.25
Koeruu12	MP2	0.17.00	0.05.06	0.08.00	0.02.41	0.11.55	0.07.13	0.21.20	0.18.05	0.09.16	0.25.30
Koeruu13	jankkurointi	0.14.45	0.11.55	1.59.50	0.20.47	0.09.49	0.15.37	0.45.38	0.11.30	1.34.35	0.24.15
Koeruu14	MP1+jankkurointi	2.06.15	0.47.35	1.38.10	0.07.30	0.04.19	0.13.20	0.27.41	0.39.18	0.49.55	0.26.40
Koeruu15	kemiallinen	0.05.43	0.06.15	0.19.25	0.04.23	0.01.35	0.07.10	0.11.35	0.23.00	0.05.55	0.07.40
Koeruu16	kontrolli	0.10.09	0.18.00	0.03.48	0.10.41	0.03.12	0.38.50	0.11.44	1.49.00	0.18.30	0.05.25

Aineisto ei ollut normaalijakautunut, minkä vuoksi käytettiin ei-lineaarisia menetelmiä. Fyysinen muokkaus heikensi vedenläpäisykykyä tilastollisesti merkitsevällä tavalla. Cruscian testin perusteella todettiin, ettei käsittelyillä ollut sama vedenläpäisykyky ($p = 0,0056$). Eniten poikkesivat toisistaan käsittelyt, joissa huonosti läpäiseviä ruutuja oli muokattu ja hyvin läpäiseviä ei. Vedenläpäisykyvyssä toistojen välissä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. ($p = 0,100$).

6 TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Mikrobeista pääasiassa sienet ja erityisesti valkolahottaja-sieni pystyvät ligniinipitoisen puukuidun hajotukseen. Jos maassa ei ole helpommin hajoavaa eloperäistä ainesta, mikrobien aktiivisuus pysyttelee matalana, kun maassa vaikuttavat lähinnä vaikeammin hajotettavien aineiden hajotukseen pystyvät mikrobit. (Weil 2017, 550) Helpommin hajoava aines ylläpitää maan rakenteen kannalta tärkeiden bakteerien ja sienten toimintaa. Maanparannusaineiden helpommin hajoavat osat saattavat palaa jo ennen niiden lisäystä peltoon, jolloin niiden vaikutus rakenteeseen ei ole niin merkittävä (Heinonen 1991, 116). MTT:n tutkimuksissa todetaan: ”Savimaiden murujen kestävyys ei korreloinut maan orgaanisen hiilen kanssa. Kokonais-humuspitoisuus ei ehkä ole hyvä mitta orgaanisen aineksen merkitykselle. Nauhamaisten liima-aineiden selektiivinen uutto on ilmeisesti parempi tapa määrittää stabiloivaa orgaanista ainetta.” (Aura, 2006. 12). Samassa tutkimuksessa havaittiin nollakuidun vähentävän saveshiukkasten lämpöliikettä maan veteen, mikä on Suomessa tärkeä eroosion mekanismi erityisesti jäykillä savimailla (Aura 2006, 3).

Laihosolan (2016 s. 18) Mukaan lohkoille, joille lisättiin puukuitua, esiintyi typen puutosta, kun korkean hiili/typpisuhteen omaavan puukuidun hajotustoiminta kulutti typipivarannon loppuun. Seuraavan vuoden kaurakasvusto kasvoi näillä lohkoilla heikosti. Kun maahan päätyy vähemmän eloperäistä ainesta maanpäällisten kasvitähteiden, kuolleiden juurien sekä juurieritteiden muodossa, vähenee myös maan rakenteen kannalta tärkeiden mikrobien kuten sienien ja bakteerien aktiivisuus. Kemiaalista lannoitusta saaneilla ruuduilla imeytymisnopeudet olivat testin parhaat, mitä saattaa osaltaan selittää muita ruutuja parempi ravinnetilanne ja sen mahdollistama runsas kasvu.

Kokeen perustajia haastateltaessa selvisi, että jankkurointi tehtiin jälkikäteen arvioiden liian kosteissa olosuhteissa, ja koetta tehdessä myös traktorin pyörät pääsivät luistamaan. Alakukun (2017, 84) mukaan liian märkään maahan tehty jankkurointi ei aiheuta toivottua tiivistymän murustumista, vaan jankkurin piikin ympärille muodostuu tiivis vako. Heinosen (1991, 132) mukaan pyörien luisto savimaalla aiheuttaa tahtaantumista, jossa savipakettirakenteet murtuvat ja muodostuu kovettumaa. Pintamaahan muodostuneet kovettumat ovat todennäköisesti vaikuttaneet siihen, ettei jankkurointi ole vaikuttanut vedenläpäisyyn toivotulla tavalla.

Vuoden 2016 vedenläpäisymittauksissa ei havaittu eri käsittelyjen välillä tilastollisesti merkitsevää eroa (Kokko 2019).

Orgaaniset maanparannusainelisäykset eivät ainakaan vielä kokeen neljäntenä vuonna ole parantaneet vedenläpäisykykyä. Maanparannusainelisäykset ovat voineet lisätä biologista kuohkeutumista, mutta jokavuotinen perusmuokkaus toisaalta vastaavasti heikentää tilannetta leikaten maahan pintoja, jotka eivät ole ehtineet stabiloitua ja tuhoten lierojen käytäviä. Tehdyt vedenläpäisymittaukset antavat viitettä siitä, että kokeen perustamisen yhteydessä ilmenneet ongelmat näkyivät tuloksissa vielä kokeen neljäntenä vuonna.

7 LÄHTEET

Alakukku L. (2002). Maan Rakenteen Hoito

Alakukku, L. (2017). Peltojen kunnostus

Aura (2006). Savimaiden eroosio. Haettu 1.10.2019 osoitteesta <https://iu-kuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/462949/mtts118.pdf?sequence=1>

Heinonen R. (1991). Maa, Viljely ja Ympäristö

(Kokko 2019) Hamkin arkisto

Laihosola J. (2016). https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/128347/Laihosola_Jemina.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ruosteenoja (2016). Ilmastonmuutos lämmittää Suomen kasvukausia. Haettu 1.11.2019 osoitteesta http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MTP2016/Ruosteenoja_maataloustieteen-pv-2016-pitkae.pdf

Weil R. (2017) The Nature and Properties of Soils