BIOHIILI JA VAAHTOLASI RYHMÄKASVIALTAIDEN KASVUALUSTASSA

HAMK
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU
HÄME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Lepaa, rakennettu ympäristö

kevät, 2019

Perttu Tiilikainen

HAMK
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU
HÄME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Rakennettu ympäristö
Lepaa

Tekijä Perttu Tiilikainen **Vuosi** 2019

Työn nimi Biohiili ja vaahtolasi ryhmäkasvialtaiden kasvualustassa

Työn ohjaaja Arto Vuollet

TIIVISTELMÄ

Hautausmailla hoitokauden aikainen kastelu on merkittävä kustannuksiin vaikuttava tekijä. Tutkimuksessa etsittiin vastausta siihen voivatko biohiili ja vaahtolasi kasvualustaan lisättynä vähentää kastelun tarvetta sekä estää kasvualustan tiivistymistä.

Koe suoritettiin yhden hoitokauden aikana kahdella koekentällä. Kokeessa arvioitiin kesäbegonioiden kuntoa. Biohiilen vaikutuksesta kasvualustaan löytyy runsaasti tutkimustietoa. Tutkimustietoa vaahtolasin vaikutuksesta suljetussa kasvualustassa ei löytynyt.

Biohiilen ja vaahtolasin lisäämisellä kasvualustaan todettiin olevan vaikutusta sen vedenpidätyskykyyn. Tämä vähentää kastelun tarvetta ja pienentää hoitokustannuksia. Yhteenvetona voidaan todeta, että biohiili ja vaahtolasi kasvualustassa on suositeltava suuntaus työn tilaajalle Salon seurakunnalle.

Avainsanat Biohiili, vaahtolasi, hautausmaa, kastelu, kasvualusta, talous

Sivut 52 sivua, joista liitteitä 8 sivua

HAMK
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU
HÄME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

ABSTRACT

Landscape design and construction
Lepaa

Author Perttu Tiilikainen **Year** 2019

Subject Use of biochar and foam glass in bedding plant containers substrate

Supervisor Arto Vuollet

ABSTRACT

At cemeteries, irrigation during the summertime is a significant cost factor. The study seeks the answer to how biochar and foam glass can reduce the need for watering when added to the substrate. There are many studies of the effect of biochar in the field cultivation. Studies of the foam glass in the closed substrate cannot be found

The study was done during one summer in two different fields, with begonias in containers. Biochar and the foam glass in the substrate affect its water retention capacity and physical properties, making savings in irrigation costs.

Adding biochar and foam glass in the substrate is a recommended for the parish of Salo, the commissioner of this thesis.

Keywords Biochar, foam glass, cemetery, irrigation, substrate, economy

Pages 52 pages including appendices 8 pages

SISÄLLYS

1 JOHDANTO ... 1

2 KASVUALUSTA JA LISÄAINEET ... 2

2.1 Musta multa ja rahkasammal ... 2
2.2 Biohiili ... 2
2.3 Vaahtolasi ... 4

3 VESI SULJETUSSA KASVUALUSTASSA ... 5

4 SALON SEURAKUNTA ... 6

5 TALOUS ... 6

5.1 Biohiilen ja vaahtolasin kustannukset sekä jatkokäyttö ... 7

6 AINEISTOT JA MENETELMÄT ... 8

6.1 Aineistot ... 9
6.2 Menetelmät ... 10
6.2.1 Kiikalan hautausmaa ... 11
6.2.2 Uusi-Hirvelä, Jokiharjuntie ... 12
6.3 Kasvualtaat ... 13
6.4 Kasvualustaseokset ... 14
6.5 Istutus ... 15

7 TULOKSET ... 16

7.1 Ryhmien vertailu ... 16
7.2 Kasvustojen vertailu ... 19
7.3 Verranteet ... 22
7.4 Kaikki yhteensä ... 23
7.5 Biohiilen ja vaahtolasin määrän vaikutus juuriston kuntoon ... 25
7.6 Veden määrän vaikutus ja kastelukerrat ... 30

8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA ... 30

8.1 Biohiili ... 31
8.2 Vaahtolasi ... 32
8.3 Biohiili ja vaahtolasi seos ... 33
8.4 Puutarhan musta multa ja rahkasammal ... 34
8.5 Talous ... 35

9 TÄYDENTÄVÄKOE ... 35

10 YHTEENVETO ... 36

LÄHTEET ... 37

Liitteet

Liite 1	Kasvualustaseosten diagrammit
Liite 2	Koejäsenien sijoittuminen koekentällä

1 JOHDANTO

Sääilmiönä pitkät poutajaksot ovat myös Suomessa yhä useammin totta. Tämä aiheuttaa tarvetta keinokasteluun, erityisesti suljetussa kasvualustassa kasvaville kasveille. Kasvualustaan lisättävien komponenttien avulla pyritään tasaamaan niin kuivien kuin sateistenkin aikojen vesiolosuhteet kasvien kannalta sopiviksi. Nämä aineet vaikuttavat myös kasvualustan fysikaalisiin ominaisuuksiin, kuten huokosrakenteeseen.

Ajatus tutkia biohiiltä ja vaahtolasia kasvualustaan lisättynä, sai alkunsa halusta löytää ratkaisu kasteluveden kulutuksen pienentämiseen, ja kasteluun käytetyn työajan vähentämiseen Salon seurakunnassa. Nämä kaksi tuotetta siksi, että biohiili on paljon tutkittu trendituote ja vaahtolasi on vieraampi tuote, jonka käyttöä viheralueilla vielä opetellaan. Toinen merkittävä ero näillä kahdella on siinä, että vaahtolasi on epäorgaanista ja biohiili orgaanista ainesta. Tuotteiden kierrätettävyys on hyvä, joka osaltaan tukee kestävää kehitystä. Molempia voidaan tuottaa materiaalivirtojen sivutuotteista ja jätteistä. Biohiiltä varten voidaan myös kasvattaa materiaalia, kuten pajua, joka toimii hiilinieluna biohiileksi valmistettuna. Vaahtolasia valmistetaan kierrätyslasista, ja sillä voidaan korvata kalliomursketta rakennuskohteissa, ja näin ollen säästää neitseellistä kallioluontoa.

Tällä opinnäytetyöllä on tavoitteena löytää kasvualustan vesitaloutta parantava seossuhde biohiilen, vaahtolasin tai näiden yhdistelmän kautta, jolla kastelutarvetta voitaisiin vähentää. Perus- ja verrannekasvualustana kokeessa toimii Biolan Oy:n (myöhemmin tekstissä Biolan) musta multa. Kastelutarpeen väheneminen vaikuttaisi suoraan taloudellisesti työn tilaajan työvoimakustannuksiin. Tästä syntyneet säästöt voitaisiin käyttää työhyvinvoinnin edistämiseen. Miten biohiili ja vaahtolasi vaikuttavaa kasvualustan vesitalouteen ja tiivistymiseen?

Tähän kysymykseen haetaan vastausta, ja siinä samalla tulee vastaus myös kysymykseen taloudellisista vaikutuksista. Tässä työssä tutkitaan biohiilen ja vaahtolasin vaikutusta, ainoastaan suljettujen kasvualustojen osalta. Biohiilen vaikutusta peltomaahan on tutkittu jo pitkään, mutta suljettujen kasvualustojen osalta tutkimustietoa on vielä melko vähän.

2 KASVUALUSTA JA LISÄAINEET

Kestävä kehitys tulee yhä enemmän huomioon otettavaksi ihmistoiminnassa, jokaiselle yksittäiselle ihmiselle, yritykselle ja yhteisölle, sen kaikissa muodoissa. Biohiilen ja vaahtolasin avulla voidaan saavuttaa kestävän kehityksen tavoitteita, jotka auttavat hillitsemään ilmaston muutosta. Kestävän kehityksen ajatusmallina on materiaalivirtojen hyödyntäminen kiertotaloudessa ja kierrätyksessä, edellä mainitussa järjestyksessä. Ympäristöministeriön (2018) mukaan kiertotaloudessa tuotteen suunnittelu ja valmistus tähtäävät siihen, että tuote on mahdollisimman pitkään kierrossa ja käytössä. Kierrätys puolestaan hyödyntää jo syntynyttä jätettä.

2.1 Musta multa ja rahkasammal

Musta multa on Biolanin valmistama kasvualusta. Biolanin (2018) esitteen mukaan, musta multa on kompostoimalla valmistettu, ja luonnonmukaisella turvekompostilla sekä broilerinlannalla lannoitettu kasvualusta, joka sisältää magnesiumpitoista kalkkikivijauhetta ja sen pH on 6,5.

Rahkasammal-kasvualusta on Biolanille uusi tuote, joka on tullut markkinoille vuonna 2018, tuotenimikkeellä kasvusammal. Rahkasammal otettiin kokeeseen mukaan Biolanin edustajan pyynnöstä. Rahkasammalen tuotannon ympäristövaikutukset ovat merkittävästi pienemmät, kuin perinteisen kasvuturpeen (Näkkilä, Silvan, Jokinen, Särkkä & Tahvonen, 2015, s. 16). Rahkasammal on märkänäkin kuohkeaa, eikä kehitä hydrofobista pintaa (Biolan, 2018). Rahkasammal on kauttaaltaan lievästi antiseptinen, joten se pystyy vähentämään joidenkin homesienien kasvua (Näkkilä ym., 2015, s. 8; Kerttula, 2016). Tämä seikka kannustaa valitsemaan rahkasammalkasvualustan hautausmaille, joiden kasvinsuojelu on monasti ongelmallista.

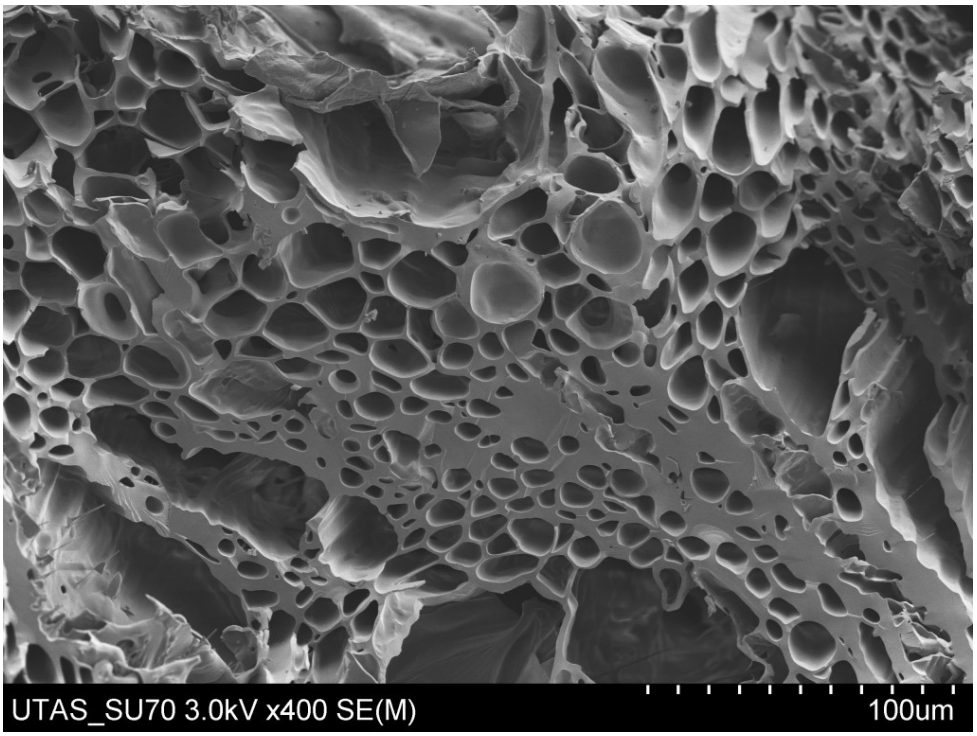
2.2 Biohiili

Biohiilen valmistuksesta ja käyttökohteista löytyy paljon tietoa. Keskeinen teos aiheesta on Biochar for environmental management (Lehman & Joseph, 2015.) Biohiileen liittyviä, viime aikoina julkaistuja opinnäytetöitä, ovat esimerkiksi Myllylä (2017), Nick (2018) ja Rantanen (2018).

Biochar international initiative (2018) mukaan, raaka-aineena biohiilen valmistuksessa voidaan käyttää mitä tahansa orgaanista, ja tietyin edellytyksin jopa epäorgaanista ainesta. Biohiilen valmistuksessa syntyneet sivuaineet, kuten kaasu, voidaan hyödyntää energiana (Vuori & Kangas, 2017, s. 8). Biohiili kykenee sitomaan itseensä ravinteita, sekä jonkin

verran haitta-aineita (Biochar international initiative, 2018). Biohiili kykenee sitomaan itseensä runsaasti vettä, Kuva 1. Vedenpidätyskyky erilaisissa biohiiliseoksissa (Yu, Raichle, & Sink, 2013).

Biohiilen pinta-ala on suuri, joka on nähtävissä vapaaseen käyttöön julkaistusta kuvasta (Biocharproject, n. d.). (Kuva 1.)



Kuva 1. Biohiilen rakenne. Biohiilen huokoisuus näkyy mikroskoopilla otetussa kuvassa. (Kuva, Biocharproject, n. d.)

Suuri huokosten määrä mahdollistaa suuren pinta-alan, jolla on aktiivista mikrobitoimintaa. Biohiili aktivoi monia maaperän mikro-organismeja, ja tarjoaa niille monia niiden elämälle välttämättömiä ravinteita. Biohiilen huokoinen rakenne antaa niille suojaa. Ekosysteemipalvelut, joita nämä mikro-organismit tarjoavat, ovat todella mittavat. (Biochar international initiative, 2018.) Biohiili toimii maassa kuten matalatasoinen lannoite (Ippolito, Donelly & Grab, 2015). Carbons Finland (2018) esitteessä todetaan biohiilen sitovan itseensä 3,7 tonnia hiilidioksidia/tonni, ja on siten merkittävä ilmastonmuutoksen hillitsijä.

Embrénin (2016) mukaan biohiilestä ja kalliomurskeesta valmistetun kantavan kasvualustan huokoisuus on noin 40 % parempi kuin tavanomaisesti valmistetulla kantavalla kasvualustalla. Biohiili ja vaahtolasi, yhdessä mullan kanssa, voisi toimia osittain kantavan kasvualustan tavoin, suljetuissa kasvualustoissa. Embrén (2016) jatkaa toteamalla tämän seikan vaikuttavan kasvualustan kaasujen vaihtoon ja läpäisevyyteen positiivisesti, sekä helpottavan juurien tunkeutumista siihen. Tavallisesti kantavan kasvualustan rakenteissa on kalliomursketta ja maa-

ainesta (Krook, Peurasuo & Heino, 2005, s. 11). Paras partikkelikoko biohiilelle tällaisessa kasvualustassa on 1—10 mm (Embrén, 2016).

2.3 Vaahtolasi

Vaahtolasin käyttö mahdollistaa kierrätyslasin hyödyntämisen pysyvämpään muotoon, uusien lasituotteiden valmistamisen asemesta. Vaahtolasilla voidaan korvata kalliomurske monissa rakennuskohteissa, ja näin säästetään kallioita louhimiselta, sekä ympäristöä murskaamisen aiheuttamalta pöly- ja meluhaitalta (Uusioaines, 2017, s. 15).

Vaahtolasin vedenimeytyminen upotuksessa on noin 60 painoprosenttia neljässä viikossa ja 100 painoprosenttia vuodessa (Uusioaines, 2017, s. 9). Köylijärven (2014, s. 51) mukaan vuorottaisesta jäätymisestä ja sulamisesta ei ole havaittu olevan haittaa vaahtolasille. Vaahtolasista on tehty pohjavesialueella riskiarvio, jonka mukaan se ei muodosta merkittävää pilaantumisriskiä pohjavesille (Ramboll, 2013, s. 16). Vaahtolasin valmistuksessa hyödynnetään vaahdotusainetta, joka lisätään tasouunissa 900° C kuumennettuun lasijauheeseen. Massa paisuu lähes viisinkertaiseksi. Jäähtyessään massa kovettuu vaahtolasiksi, jonka tilavuudesta noin 92 % on ilmahuokosia (Rakennustieto, n. d., s. 114). Vaahtolasin hiilijalanjälki on negatiivinen verrattuna vastaavaan kiviainekseen nähden (Rakennustieto, n. d., s. 118).

Vaahtolasilla voi olla tiivistymistä ehkäisevä vaikutus kasvualustassa. Tiivistymätön kasvualusta lisää kasvimateriaalin hyvinvointia, joka vähentää korjausistutusten tarvetta. Samalla kasvualustan vaihtoväli pitenee. Näin saavutetaan kustannussäästöjä sekä kestävän kehityksen asettamia tavoitteita. Teknisiltä ominaisuuksiltaan vaahtolasi on Uusioaines Oy:n Rambollilla teettämän tutkimuksen mukaan kevyttä, se ei sisällä orgaanista ainesta ja sen murskautuvuus on hyvä. (Uusioaines, 2017, s. 7.)

Vaahtolasia voidaan käyttää viherrakentamisessa kasvualustojen seosaineena, läpäisevää kasvualustaa vaativilla habitaateilla, kuten niityt, kalliot ja paahdepaikat. Vaahtolasilla voidaan korvata esimerkiksi lecasora, vermikuliitti ja laavakivi, joita käytetään tällä hetkellä yleisesti kasvualustan keventämiseen, ja kantavuuden parantamiseen. (MTT Jokioinen 2014. s. 25.) Luonnonvarakeskus LUKE on tutkinut vaahtolasin kateominaisuuksia vuonna 2015 (Reiniharju, 2015). Reiniharju (2015, s. 17—20) toteaa esityksessään vaahtolasikatteen vähentävän amerikanhorsman, maitohorsman ja pajun itävyyttä kennotaimilla. Reiniharju (2015, s. 25) löysi myös näyttöä vaahtolasin kyvystä torjua maksasammalta.

3 VESI SULJETUSSA KASVUALUSTASSA

Veden saannin turvaaminen kuivina kausina suljetussa kasvualustassa on ihmistoiminnasta kiinni. Tämä toiminta aiheuttaa kustannuksia ja on kestävän kehityksen kannalta huono vaihtoehto. Kestävän ympäristörakentamisen KESY:n (Weckman ym. 2018, s. 33.) mukaan tulisi hulevesiä käyttää mahdollisuuksien mukaan kasteluun, koska tämä vähentäisi talousveden käyttöä siihen. Kasvualustaan lisättävillä komponenteilla pyritään vedenpidätyskyvyn parantamiseen. Tämä tuo taloudellisia säästöjä vähentämällä kasteluun käytettyä aikaa ja tarvittavan veden määrää.

Erilaisten materiaalien käyttöä on tutkittu jo pitkään, ja niistä on kattavasti tietoa. Joitain maanparannusaineita, kuten laavakivi, tuotetaan pitkien matkojen takaa Suomeen. Savesta valmistettuja vedenpidätyskykyä tehostavia tuotteita, kuten lekasora on myös markkinoilla, mutta ekologisuuden näkökulmasta tämä kehityssuunta on huono.

Kaivosojan ym. (2009, s. 19—20) mukaan gravitaatio-, kapillaari- ja adsorptiohuokosten keskinäisen suhteen merkitys kasvualustan rakeenteelle on suuri. Tämän perusteella olisi hyvä, että suljetuissa kasvualustoissa käytettäisiin jotain komponenttia, joka tasoittaisi niin kuivien kuin sateistenkin kausien kosteusvaihteluita kasvualustan huokosrakennetta parantamalla. Karkea rakenteiset kivennäismaalajit ovat rakenteeltaan ilmavia, ja sitä kautta kasvien juuriston on helppo tunkeutua siihen. Tällaiset maalajit pidättävät kuitenkin heikosti kosteutta. Märän maan ongelmaksi voi muodostua typen puute denitrifikaation takia.

Biohiili ja vaahtolasi voisivat toimia kosteusvaihteluiden puskurina, ja vähentää ravinteiden huuhtoutumista sekä evaporaatiota. Biohiili ja vaahtolasi voi vaikuttaa maan ilmavuuteen. Molemmissa ääripäissä, eli kasvualustan liiallisessa märkyydessä tai kuivuudessa, ryhmäkasvit todennäköisesti kuolevat. Kasvualustan vesitalous, sen fysikaaliset ominaisuudet ja kationien vaihtokapasiteetti ovat kasvin kannalta ratkaisevassa asemassa kasvun tehokkuuden määrittelijöinä. Muut määräävät tekijät, jotka vaikuttavat kasvuun, tulevat kasvualustan ulkopuolelta kuten valo, lämpötila ja hiilidioksidi. Minimilaissa kasvutekijä, jota kasvi saa vähiten, määrää kasvun intensiteetin. Vesi on yhteydessä moneen eri tapahtumaan ja fysikaaliseen ilmiöön, niin kasvissa kuin kasvualustassakin. Kasvi ottaa pääasiallisesti ravinteet maanesteeseen liuenneessa muodossa. Kasvit käyttävät vettä yhteyttämiseen, siitä syntyneiden tuotteiden kuljettamiseen sekä pysyvät pystyssä veden paineen avulla (Pankakoski, 1995, s. 72).

4 SALON SEURAKUNTA

Työn tilasi Salon Seurakunta. Wikipedian (2018) mukaan Salon seurakunta on evankelis-luterilainen ja sijaitsee Varsinais-Suomessa. Erikssonin (2019) mukaan, 30.11.2018 Salon seurakunnassa oli 39 844 jäsentä. Salon seurakunta perustettiin vuoden 2009 alussa Salon seudun kuntaliitoksen takia (Salon seurakunta, n. d.). Kirkkolain mukaan seurakuntajaon tulee noudattaa kuntajakoa siten, että kukin kunta on kokonaisuudessaan saman seurakunnan tai saman seurakuntayhtymän alueella (Kirkkolaki, 1054/1993 § 3). Vanhat seurakunnat perustivat uuden, Salon kaupungin alueen kattavan Salon seurakunnan (Salon seurakunta, n. d.). Uusi seurakunta kattoi koko Perniön rovastikunnan, minkä vuoksi rovastikunta lakkautettiin ja Salon seurakunta liittyi Paimion rovastikuntaan (Wikipedia, 2018).

Salon seurakunnassa työskentelee kiinteistöpuolella 39 ympärivuotista työntekijää eri tehtäväalueilla. Heitä johtaa kiinteistöpäällikkö ja seurakuntapuutarhuri, apunaan neljä lähiesimiestä. Kesäkaudeksi palkataan hieman vaihteleva määrä kausityöntekijöitä ja kesätyöntekijöitä. Henkilöstön lisäys on noin neljäkymmentä työntekijää hoitokauden ajaksi. Koko kiinteistöpuolen päällikkönä toimii talousjohtaja.

5 TALOUS

Lähiesimiehet Halkilahti, Inkivaara, Lehtovirta ja Vuorinen (puhelinhaastattelu 25.3.2018) antoivat alueidensa keskimääräisen kasteluajan viikossa. Tuntihintana on keskiarvo kausityöntekijöiden, seurakuntamestareiden ja kesätyöntekijöiden palkoista. Salon seurakunnassa kastellaan hoitohautoja tällä hetkellä noin 9600 tuntia hoitokauden aikana. Hoitokausi kestää noin kuusi kuukautta, hieman vuoden sääoloista riippuen. Viikkotasolla tämä tarkoittaa noin neljääsataa työtuntia, ja palkkakustannuksissa (12 € tunti) noin 4800 euroa viikossa. Vuotuinen kustannus on näin ollen noin 115 200 euroa. Ajallisesti laskettuna pelkästään kastelutyö sitoo kymmenen ihmistä joka viikko siihen.

Tämän lisäksi kastelutyö aiheuttaa välillisiä kustannuksia veden, tarvikkeiden ja matkakustannusten muodossa. Tästä veden osuus on noin 7500 euroa, tarvikkeiden noin 500 euroa ja matkakustannusten noin 500 euroa, eli yhteensä noin 8500 euroa hoitokaudessa. Yhteensä seurakunta käyttää noin 124 000 euroa hoitokauden aikana kasteluun ja sen sivukuluihin. Lisäksi kastelutyö on fyysisesti raskasta, koska Salon seurakunnassa se tehdään useilla hautausmailla kastelukannuilla ja voi aiheuttaa sairaspoissaoloja. Työterveyslaitoksen (2018) mukaan yksi-

puolinen työkuormitus ja huonot työmenetelmät ja -asennot, ovat merkittävä riski liikuntaelinsairauksien syntyyn. Tämä lisää välillisiä kustannuksia.
Näiden lukujen valossa on ymmärrettävää, että tämän kaltainen menoerä rasittaa hautausmaiden hoidon budjettia, ja olisi suotavaa saada pienemmäksi.

5.1 Biohiilen ja vaahtolasin kustannukset sekä jatkokäyttö

Biohiilen hinta on toimittajasta riippuen noin 0,30—0,80 euroa litralta. Muilta toimittajilta ei löytynyt hintaa 1000 litran säkeille, ja pienemmissä määrissä hinta nousi yli 1,5 euroon litralta. Valmistukseen käytetty menetelmä vaikuttaa biohiilen hintaan (Vuori & Kangas, 2017, s. 7). Biohiili säilyy maassa hyvin pitkään, jopa tuhansia vuosia (Vuori & Kangas, 2017, s. 9), joten sen hankintakustannukset voidaan jakaa useille vuosille. Ippolito ym. (2015) mukaan biohiili vaikuttaa ravinnetalouteen positiivisesti, lisäämällä vapaiden ravinteiden määrää kasvualustassa, sekä estämällä ravinteita huuhtoutumasta ja näin vähentäen lisälannoituksen tarvetta. Vaahtolasin hinta vaihtelee raekoon mukaan. Kokeessa käytetty Foamit® 10—20 millimetriä, maksaa toimittajasta riippuen 133—221 euroa 1000 litran säkeissä, vapaasti varastossa. Hinnaksi tulee näin ollen 0,13—0,22 euroa litralta. Vaahtolasin hinta on siten noin kolmanneksen biohiilen litra hinnasta. Vaahtolasi säilyy maaperässä kuten biohiilikin, hyvin pitkiä aikoja, joten myös vaahtolasin hankintakustannukset voidaan jakaa useille vuosille. Uusioaines Oy:n (2012, s. 15) esitteen mukaan, vaahtolasin kuljetuskustannukset ovat pienemmät kuin kiviaineksen, sen keveyden ansiosta, ja tästä syystä myös kuljetuksen aikaiset päästöt ovat alhaisemmat.

Biohiilellä ja vaahtolasilla käsitelty kasvualusta voidaan uudelleen käyttää viherrakentamiseen. Hautausmailla paikataan nurmialueita hautausten jälkeen vuosittain. Hautausmaasta (Salon seurakunnan) riippuen, 10—50 paikkausta. Yhden haudan nurmialueen korjaukseen kuluu multaa noin 0,6 m^3. Kiikalan hautausmaalla, jolla toinen koekentistä sijaitsi, on hoitohautoja noin 350 kappaletta, hieman vuodesta riippuen.

Yhden haudalla olevan istutusaltaan tilavuus on 16 litraa. Vaikka altaisiin jätetään kasteluvara, on multamäärä silti noin 15 litraa, koska se tiivistetään. Näiden kasvualustojen vaihtamisesta jää siten noin 5,2 m^3—5,6 m^3 multaa käytettäväksi nurmien paikkaukseen. Pikkuhiljaa pintamaahan kertyy biohiilestä ja vaahtolasista vettä pidättävä ja kulutusta kestävä kerros, joka tuo hoitotyöhön helpotusta nurmikoiden osalta. Pidemmällä aikavälillä maaperän ravinnetalous ja fysikaalinen rakenne paranevat kauttaaltaan, koska biohiili ja vaahtolasi sekoittuvat kasvualustaan koko hautausmaan alueella.

6 AINEISTOT JA MENETELMÄT

Käsitteet ja lyhenteet, joita tässä työssä käytetään.

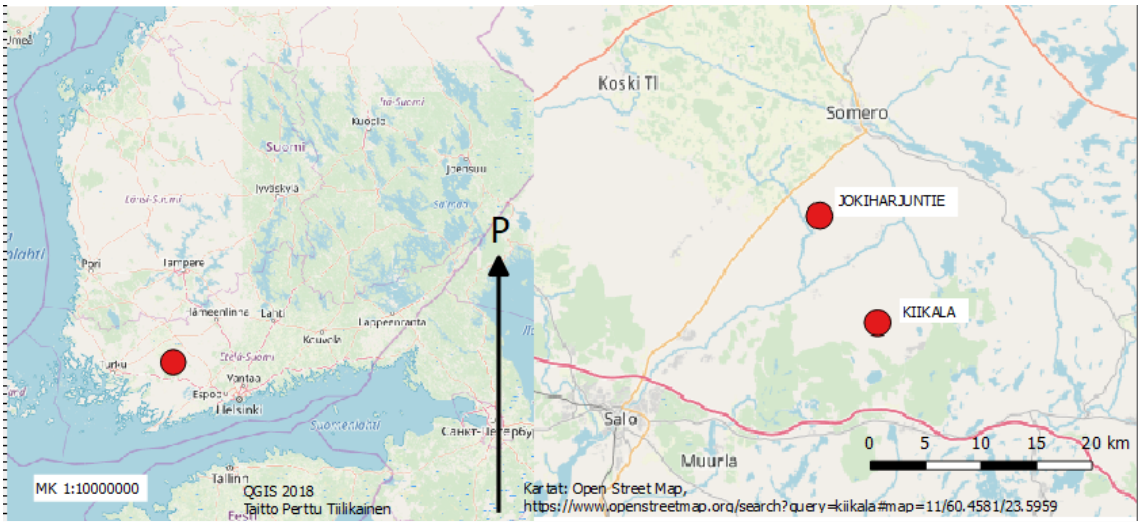
Käsitteet:

- **Solu** = Yksi kasvuallas, jossa tietty kasvualustaseos.
- **Ryhmä** = Yksi solujen muodostama kokonaisuus, samalla käsittelyllä.
- **Ryhmä-A** = Jokiharjuntiellä, käsittely neljä litraa vettä/kerta.
- **Ryhmä-B** = Jokiharjuntiellä, käsittely kahdeksan litraa vettä/kerta.
- **Ryhmä-C** = Kiikalan hautausmaalla, käsittely neljä litraa vettä/kerta.
- **Ryhmä-D** = Kiikalan hautausmaalla, käsittely kahdeksan litraa vettä/kerta.
- **KESY** = Kestävä ympäristö rakentaminen.

Lyhenteet:

- **Bihi** = Biohiili.
- **Vala** = Vaahtolasi.
- **Pumu** = Puutarhan musta multa.
- **Rasa** = Rahkasammal.
- **Jok.4l** = Jokiharjuntiellä, neljä litraa vettä/kerta saaneet solut.
- **Jok.8l** = Jokiharjuntiellä, kahdeksan litraa vettä/kerta saaneet solut.
- **Haut.4l** = Hautausmaalla, neljä litraa vettä/kerta saaneet solut.
- **Haut.8l** = Hautausmaalla, kahdeksan litraa vettä/kerta saaneet solut.
- **A1, B1, C1, D1** = solun tunniste, josta näkee solun sijainnin koekentällä (numero), sekä paikan (Jokiharjuntie A ja B, hautausmaa C ja D).

Tämä opinnäytetyö toteutettiin kenttäkokeena yhden hoitokauden aikana, kahdella eri koekentällä Salon seurakunnan alueella. Ajallinen kesto on noin kaksi kuukautta. Koekenttien sijainti näkyy karttakuvassa. (Kuva 2.)



Kuva 2. Kasvualustakokeen koekenttien sijainnit. Jokiharjuntien ja Kiikalan hautausmaalla olleen koekentän välimatka on teitä pitkin noin 19 kilometriä ja linnuntietä noin 12 kilometriä.

6.1 Aineistot

Tutkimukseen valikoitui pajusta valmistettu biohiili. Carbons Finland Oy:n (2018) esitteen mukaan pajubiohiilen on todettu olevan erittäin hyvä materiaali vedenpidätyskyvyltään ja muilta ominaisuuksiltaan verrattuna monista muista materiaaleista valmistettuun biohiileen.

Kokeen aikana merkittiin kastelukerrat kullekin koejäsenelle erikseen. Säätilan seuranta molemmilla koekentillä, Kiikala ja Jokiharjuntie. Aineiston keruu tapahtuu ennalta tehtyihin alustoihin, joita täytetään jokaisen tapahtuman yhteydessä.

- Kasteluväli vuorokausina, erikseen 4 litraa ja 8 litraa kerrallaan vettä saavilta soluilta, joka kastelukerran yhteydessä.
- Kasvuston visuaalinen arviointi, neljä kertaa kokeen aikana.
- Silmämääräinen arvio juuriston kunnosta kokeen lopuksi, jokaisesta kasvualustaseoksesta.
- Tiivistymisasteen arviointi käsin puristamalla, ja puristenesteen määrää vertaamalla.
- Molemmilla koekentillä seurataan alueellista säätä ja merkataan taulukkoon lämpötila, sadanta ja pilvisyys, päivittäin.

Kokeessa oli mukana 66 kappaletta koesoluja, joissa oli ennalta määrätty kasvualustaseos. (Taulukko 1.)

Taulukko 1.

Koejäsenten kasvualustaseokset. Kirjain-numero yhdistelmä on selkeyttämässä taulukon lukemista, niitä ei ole käytetty muualla.

KOEJÄSENET	SEOSAINE	BIOLAN MUSTA MULTA TILAVUUS- %	MÄÄRÄ KPL
	E		
E1	Biohiili 10%	90	6
E2	Biohiili 30%	70	6
E3	Biohiili 50%	50	6
	F		
F1	Vaahtolasi 10%	90	6
F2	Vaahtolasi 30 %	70	6
F3	Vaahtolasi 50%	50	6
	G		
G1	Biohiili 5% + vaahtolasi 5%	90	6
G2	Biohiili 15% + vaahtolasi 15%	70	6
G3	Biohiili 25% + vaahtolasi 25%	50	6
	H		
H1	Rahkasammal 100%	0	6
	I		
I1	Musta multa 100%	100	6

Kesäkuun 13 päivä istutettiin kesäbegonioita Semperflorens-ryhmä viisi (5) kappaletta jokaiseen kasvualtaaseen. Sadantaa Kiikalan hautausmaalla seurattiin Ilmatieteen laitoksen Kiikalan sääasemalta. Ilmatieteen laitos tuottaa avointa säädataa monilta sääasemilta Suomessa (Ilmatieteen laitos, 2018). Jokiharjuntiellä oli käytössä kotikäyttöön tarkoitettu sääasema.

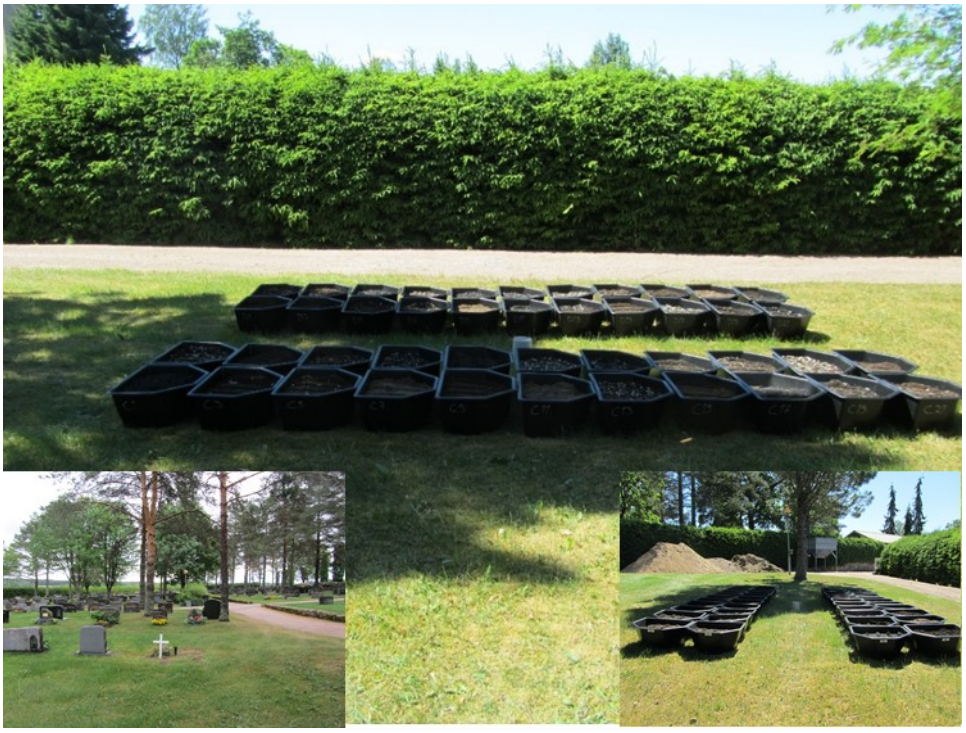
6.2 Menetelmät

Menetelmänä tässä tutkimuksessa käytettiin kenttäkoetta. Koekenttien paikoiksi valikoitui Kiikalan hautausmaa ja yksityispiha Uuden- Hirvelän kylässä, Jokiharjuntiellä. Nämä paikat valittiin kokeen käytännöntyön helpottamiseksi. Kiikalan hautausmaalle tuli koesoluja neljäkymmentäneljä (44) kappaletta ja Jokiharjuntielle kaksikymmentäkaksi (22) kappaletta. Kokeessa on tarkoitus selvittää, voiko biohiilen ja/tai vaahtola-

sin lisääminen kasvualustaan, vähentää kastelukertojen määrää ja kasvualustan tiivistymistä, hoitokauden aikana. Koejäseninä oli eri kasvualustaseoksilla täytettyjä kasvualtaita. Niitä kasteltiin aina silloin, kun silmämääräisesti havaittiin, kasvin nestejännityksen alenemisesta johtuva lakastumisen alku. Kasvualustoja kasteltiin joko neljällä (4) tai kahdeksalla (8) litralla vettä kerrallaan.

6.2.1 Kiikalan hautausmaa

Kiikalan hautausmaalle sijoitettu koekenttä perustettiin siten, että neljällä litralla ja kahdeksalla litralla kasteltavat kasvualtaat sijoitettiin kahteen eri paririviin. (Kuva 3.) Näin menetellen kokeen hoito helpottui ja jokaiselle kasvualtaalle saatiin reunavaikutus. Kasvualtaat sijoitettiin hautausmaalla alueelle, joka on vielä käyttämätöntä, koska kokeen sijoittaminen jo olemassa oleville haudoille olisi ollut huono vaihtoehto. Koesolujen järjestys koekentälle arvottiin.



Kuva 3. Koekenttä Kiikalan hautausmaalla ennen istutusten tekoa. Isossa kuvassa rivit ovat etelä – pohjoissuunnassa (Pohjoinen kuvassa oikealla). Vasen pikkukuva yleisnäkymää hautausmaasta. Oikeassa pikku kuvassa koesolut pohjoispäädystä kuvattuna.

6.2.2 Uusi-Hirvelä, Jokiharjuntie

Myös tälle koekentälle tulevien solujen paikat arvottiin. Jokiharjuntiellä olevalle koekentälle rakennettiin valokatteesta katos, jolla saatiin estettyä sadanta koekentälle. Katos oli joka puolelta viisikymmentä senttimetriä leveämpi kuin kasvualtaiden vaatima tila. (Kuva 4.)

Kuva 4. Katokset rakentamisvaiheessa. Katosten lähimmät päädyt ovat koilliseen, ja punaisen rakennuksen puoleiset lounaaseen.

Katoksen mitat olivat: leveys 1,94 metriä ja pituus 3,22 metriä ja korkeus 0,75 metriä. Tämä jättäisi kasvien ja katoksen väliin riittävästi tilaa, ja estäisi kuitenkin sivusadannan kasvualtaisiin. Rakentamisen jälkeen, kasvualustalla täytetyt altaat sijoitettiin katoksiin numerojärjestykseen. (Kuva 5.)

Kuva 5. Koesolut katoksessa Jokiharjuntiellä. Oikealla kahdeksan litraa ja vasemmalla neljä litraa kerralla vettä saavat solut.

6.3 Kasvualtaat

Kasvatusastioina käytettiin Biolanin Kukanpesä kasvualtaita, ilman altakasteluosia, koska Salon seurakunnan hautausmailla tämä on käytäntönä. Altaan pohjassa olevien veden ylivuotoputkien (3 kappaletta) päissä olevien reikien avonaisuus tarkistettiin, ja reiät avattiin tarvittaessa puukon kärjellä. Hautausmaalla käytössä olevien astioiden pohjan ylivuotoputkien korkeus on 25 millimetriä. Kokeessa käytettyjen, uudenmallisten Kukan pesien ylivuotoputkien korkeus on 70 millimetriä. (Kuva 6.)

Kuva 6. Biolanin Kukanpesä kasvuallas. Ylhäällä vasemmalla ja alhaalla altakasteluosat ovat paikoillaan. Vasen yläkuva, punainen pallo putkessa on merkki, josta tietää milloin vesisäiliö on tyhjentynyt. Alakuvassa sama putki. Yläoikealla osat ovat pois, ja altaan pohjalla olevat veden ylivuotoputket näkyvät.

6.4 Kasvualustaseokset

Kasvualustaseokset valmistettiin itse, lisäämällä biohiiltä ja/tai vaahtolasia, puutarhan mustaan multaan, ennalta päätettyinä tilavuusosina. Myös lannoite lisättiin tässä vaiheessa. Kasvualustan, lannoitteen ja biohiilen sekä vaahtolasin mittaamiseen käytettiin muovisia viiden, kahden ja yhden litran, sekä yhden desilitran mitta-astioita.

Kasvualustan valmistus aloitettiin mittaamalla tarvittava määrä multaa siten, että laitettiin mitta- astiaan multaa, joka tiivistettiin kevyesti käsin painamalla ja lisättiin multaa, jotta tarvittava määrä tuli täyteen. Tämän jälkeen mitattiin lannoite. Kokeessa käytettiin kahta eri lannoitetta, pitkävaikutteinen Nutricote (NPK 20-6-10) ja nopeavaikutteinen Neko luonnon lannoite (NPK 7-2-2). Mitta-astiaan kaadettiin tarvittava määrä lannoitetta ja ravisteltiin kevyesti, jonka jälkeen lisättiin lannoitetta, mikäli se oli painunut alle halutun tason. Kumpikin lannoite mitattiin erikseen ja lisättiin mullan joukkoon.

Seuraavaksi mitattiin lisäaineet (biohiili ja/tai vaahtolasi) samalla periaatteella kuin multa ja lannoitteet. Biohiili oli lisäys vaiheessa hieman kosteaa, mutta ei kuitenkaan märkää. Vaahtolasi oli täysin kuivaa. Kokeessa käytetty biohiili oli pajusta valmistettua ja sitä oli kahta eri raekokoa, 1—6mm ja 8—16mm, nämä sekoitettiin keskenään ennen kasvualustaseosten valmistamista. Vaahtolasi oli raekooltaan 3—10mm, tuotenimeltään Foamit® 10. Kaikki ainekset sekoitettiin keskenään mahdollisimman tasaiseksi seokseksi. (Kuva 7.) Tämä seos lisättiin kasvualtaaseen ja tiivistettiin kevyesti käsin painamalla.

Kuva 7. Kasvualustaseosten valmistelua kokeeseen. Kasvualustaseos (pikkukuva) sekoitettiin laastipaljussa lasten muovisella lumilapiolla. Kuvan kasvualustaseoksessa vaahtolasi ja biohiili.

6.5 Istutus

Kasvualtaat siirrettiin koekentälle, ja asetettiin paririviin kiinni toisiinsa siten, että numerot kulkivat vasemmalta oikealle. (Liite 2.) Neljä litraa vettä ja kahdeksan litraa vettä saavat kasvualtaat laitettiin omiin riveihinsä. (Kuva 8.)

Kuva 8. Jokiharjuntiellä olevia kasvualustasoluja.

Jokaiseen kasvualtaaseen istutettiin viisi punaista kesäbegoniaa (Semperflorens-ryhmä) kahteen riviin. Taaimmassa rivissä oli kolme ja etummaisessa kaksi kasvia. Jokainen kasvuallas kasteltiin ryhmälle päätetyllä vesimäärällä istutuksen jälkeen. Kasteluveden määrän mittaamisessa käytettiin viiden litran vetoista mitta-astiaa, jossa oli mitta-asteikko yhden desilitran tarkkuudella.

Ensimmäisen kastelukerran yhteydessä, annettiin kaikille biohiiltä sisältäville kasvualustaseoksille Biolanin nestemäistä kesäkukkalannosta (NPK 5-1-4). Käyttöohjeessa annostelumääräksi on merkitty viisi millilitraa kahteen litraan vettä jokaisella kastelukerralla (Biolan, 2018). Lisälannoitusta annettiin soveltaen ohjetta, yksi millilitra lannosta/prosentti biohiiltä.

7 TULOKSET

Tulokset luvussa käytetyt diagrammit on luotu excel-ohjelmalla. Jokaisesta kasvualustaseoksesta tehtiin vertailu, kaikkien samaa seosta sisältäneiden solujen kesken. Kaikista ryhmistä tehtiin oma taulukko, johon merkittiin kasvualustaseos ja solun tunniste, sekä päivämäärät ja pisteet. Näistä tiedoista laskettiin pisteet jokaiselle solulle erikseen ja yhteensä. Tästä muodostettiin omat diagrammit. (Liite 1.) Juuriston kunto arvioitiin kokeen lopussa, pisteytettiin ja luotiin diagrammit hautausmaan, ja Jokiharjuntien ryhmille[1].

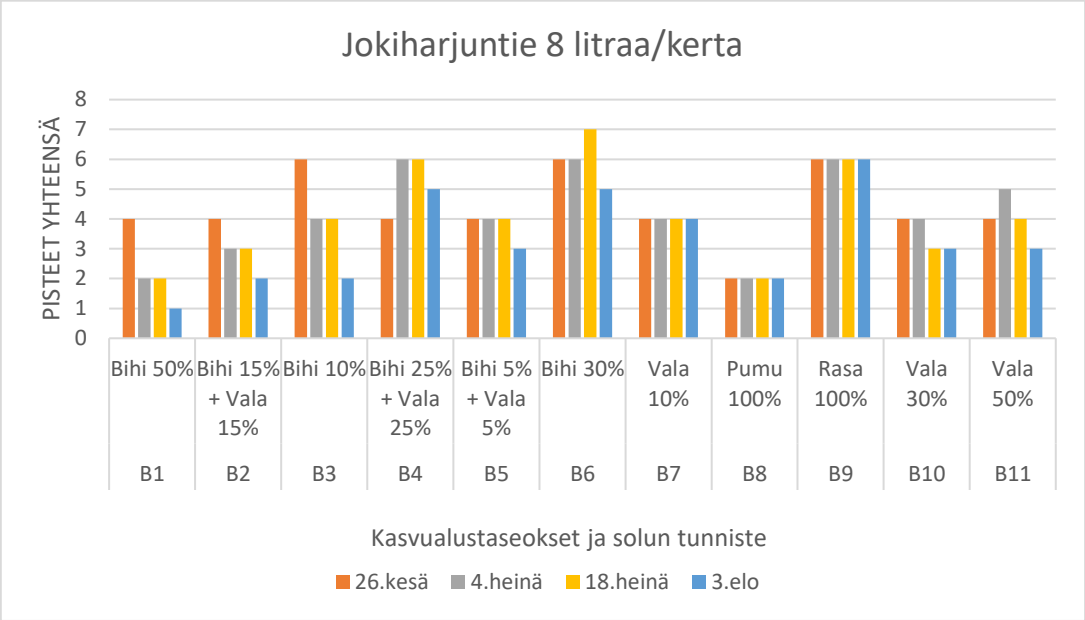
Kaikissa koesoluissa olevat kasvustot arvioitiin ja pisteytettiin neljä kertaa kokeen aikana.
Pisteitä annettiin asteikolla 0—10, kasvuston kunnosta riippuen seuraavasti:

- 0 täysin kuollut
- 1—3 välttävä
- 4—6 tyydyttävä
- 7—8 hyvä
- 9—10 kiitettävä

7.1 Ryhmien vertailu

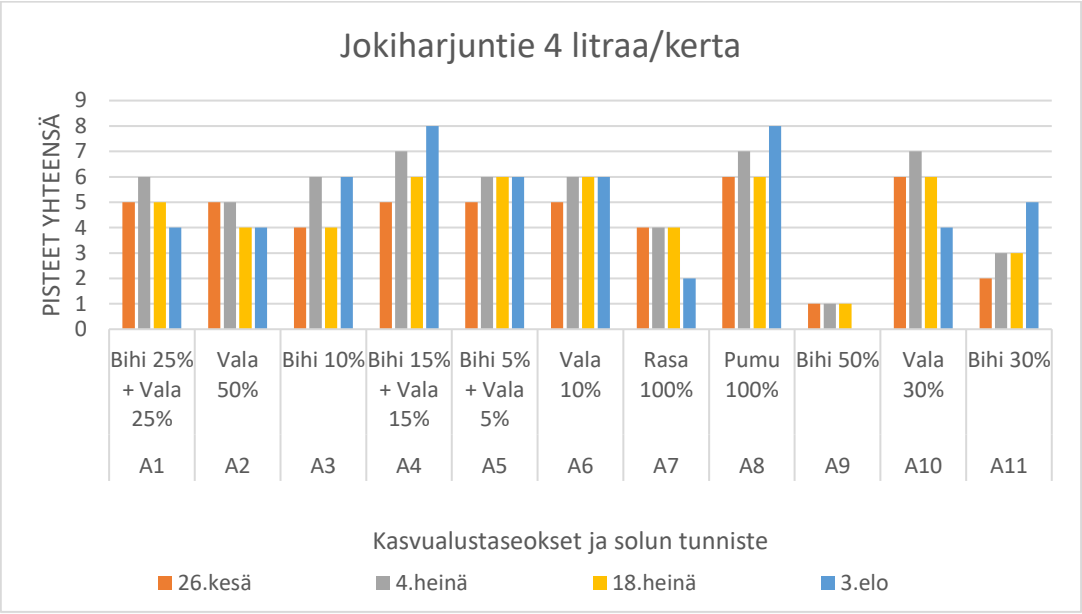
Suurina määrinä biohiili, ei pääsääntöisesti tuonut parannusta kasvualustaan, vaan heikensi sen ominaisuuksia. Vaahtolasin vaikutus vedenpidätyskykyyn ei selvinnyt. Vaahtolasin vaikutus kasvualustan tiivistymistä ehkäisevänä materiaalina, näkyi runsaasti vaahtolasia sisältäneissä soluissa. Kasteluajankohdan määrittäminen oli hankalaa valitun käsittelytavan takia. Liian aikainen kastelu aiheutti kasvualustan liettymisen, ja viivyttely johti liialliseen kuivumiseen. Vaihtelut eri kasvualustaseosten pisteissä oli runsasta. Jokiharjuntiellä olleen koekentän, ja sillä kahdeksan litraa vettä saaneiden solujen, erot olivat suuret. (Kuva 9.)

[1] Kts. s. 25—29.



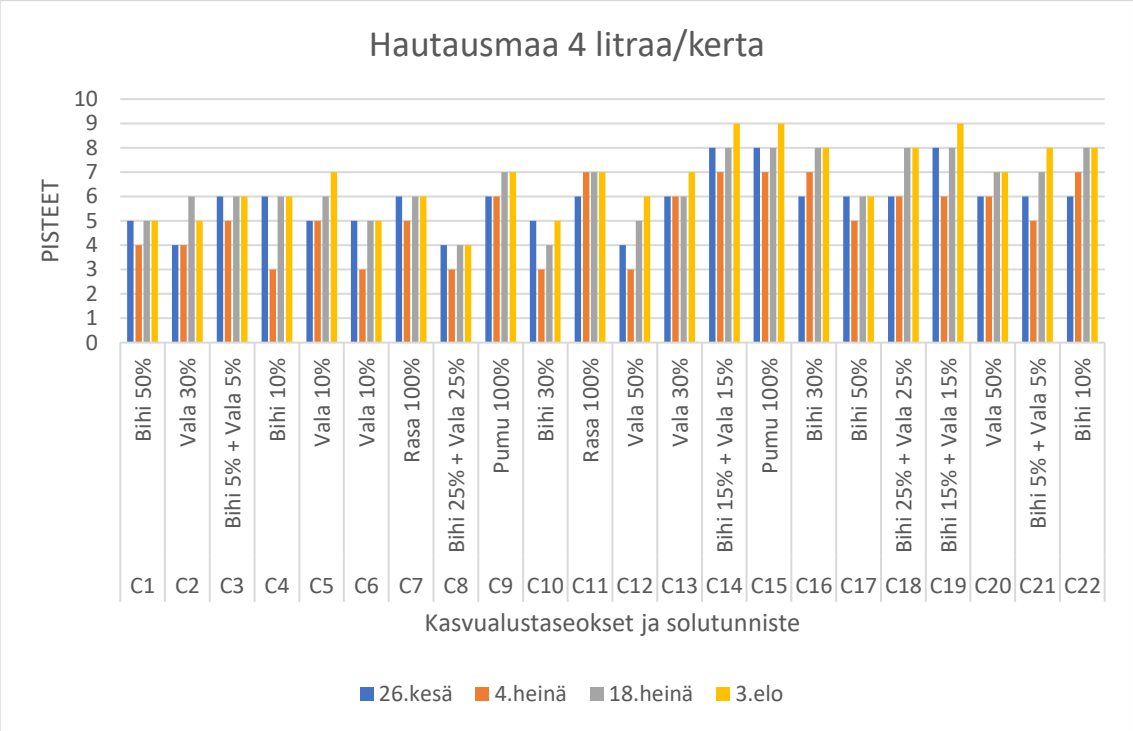
Kuva 9. Begoniaistutusten arviointi. Eri kasvualustaseosten vaikutus begonia istutusten kuntoon Jokiharjuntiellä.

Jokiharjuntiellä olleista ryhmistä neljä litraa vettä saaneiden solujen erot eivät olleet aivan yhtä suuret kuin kahdeksan litraa vettä saaneilla. Ryhmän sisällä solut A9 (biohiili 50 %) ja A11 (biohiili 30 %) olivat selkeästi heikoimmat. Rahkasammal (100 %), sai tässä ryhmässä vähiten pisteitä, muissa ryhmissä rahkasammalta sisältäneisiin soluihin verrattuna. (Kuva 10.)



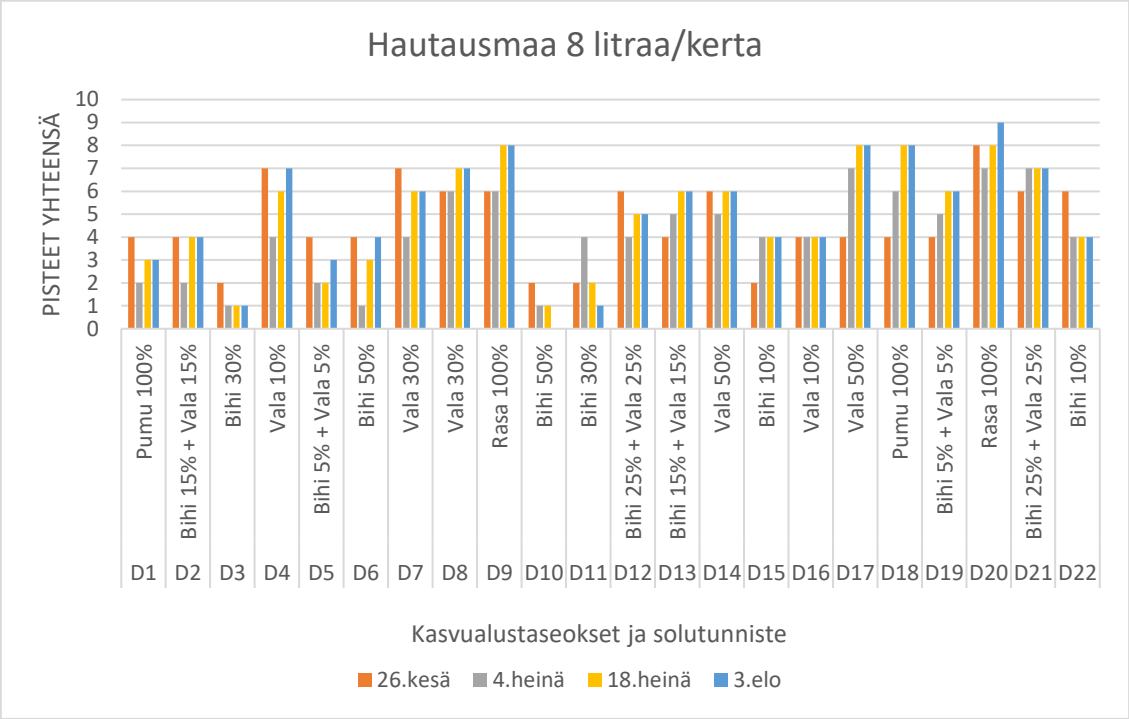
Kuva 10. Begoniaistutusten arviointi. Eri kasvualustaseosten vaikutus begonia istutusten kuntoon Jokiharjuntiellä.

A-Ryhmän erot olivat kuitenkin suuremmat kuin hautausmaalla neljä litraa vettä saaneella ryhmällä. (Kuva 11.) Tässä ryhmässä biohiiltä 50 % sisältäneet solut, saivat muiden ryhmien 50 % biohiiltä sisältäneisiin soluihin verrattuna, hyviä pisteitä. Ryhmän sisällä, nämä solut eivät kuitenkaan menestyneet.



Kuva 11. Begoniaistutusten arviointi. Eri kasvualustaseosten vaikutus begonia istutusten kuntoon hautausmaalla.

Hautausmaalla 8 litraa vettä saaneen ryhmä-D:n kasvustojen kunnon vaihtelu oli runsainta. Tässä ryhmässä menestyi parhaiten vaahtolasia sisältäneet solut, ja molemmat rahkasammalta, sekä toinen mustaa multaa 100 % sisältänyt solu. Biohiiltä 50 % sisältäneistä soluista toinen, (D-10) sai selvästi huonoimmat pisteet kokeessa. Solun D-10 kasvit olivat kuolleet 3.8.2018 mennessä. Myös 30 % biohiiltä sisältäneet solut, jäivät muita heikommaksi. (Kuva 12.)



Kuva 12. Begoniaistutusten arviointi. Eri kasvualustaseosten vaikutus begonia istutusten kuntoon hautausmaalla.

7.2 Kasvustojen vertailu

Kasvustojen vertailu tapahtui silmämääräisesti. Tarkastelutapa toi ilmi eroja eri kasvualustaseosten kesken. (Kuva 13.)

Kuva 13. Kasvustojen eroja 26.3.2018 Jokiharjuntiellä, neljä litraa/kerta vettä saneet. Vasemmalla solu-A9, biohiili 50 % ja oikealla solu-A10, vaahtolasi 30 %.

Suurimmat erot olivat runsaasti biohiiltä sisältäneiden ja vähän biohiiltä sisältäneiden solujen välillä kaikissa ryhmissä. Runsaasti vaahtolasia sisältäneet solut olivat kasvultaan heikompia kuin muut. (Kuva 14.)

Kuva 14. Kesäbegonioiden (Semperflorens-ryhmä) eroja hautausmaalla, neljä litraa vettä saaneilla, 26.6.2018. Ylävasen, solu-C19, biohiili 15 % + vaahtolasi 15 %; yläoikea, solu-C20, vaahtolasi 50 %; alavasen, solu-C21, biohiili 5 % + vaahtolasi 5 % ja alaoikea, solu-C22, biohiili 10 %. Runsas vaahtolasin määrä on vaikuttanut negatiivisesti kasvuston kehittymiseen.

Keskenään verrattaessa, vaahtolasia 50 % sisältäneet solut erosivat jonkin verran toisistaan, ryhmien kesken. Jokiharjuntiellä vaahtolasia 50 % sisältäneiden solujen kasvustot erosivat toisistaan siten, että neljä litraa vettä/kerta saanut solu oli rehevämpi kuvaus hetkellä. (Kuva 15.)

Kuva 15. Jokiharjuntie 26.6.2018. Vasemmalla, 8 litraa vettä saanut solu-B10, vaahtolasi 50 %. Oikealla, 4 litraa vettä saanut solu-A2, vaahtolasi 50 %.

Hautausmaalla olevalla kentällä vettä neljä litraa/kerta saaneiden solujen kasvustot olivat pienempiä, kuin kahdeksan litraa vettä saaneiden. (Kuva 16.)

Kuva 16. Hautausmaan ryhmä-C ja -D (vaahtolasi 50 %), 26.6.2018. Ylärivi 4 litraa vettä ja alarivi 8 litraa vettä/kerta.

Kokeen purkuvaiheessa vaahtolasia 50 % sisältäneet solut, olivat huomattavan paljon märempiä kahdeksan litraa, kuin neljä litraa vettä saaneessa ryhmässä. Kasvualusta oli painunut astian pohjalle, ja hapen puute ilmeni pahasta hajusta. Puristettaessa kasvualustoja käsin, puristenesteen määrässä ei ollut suurta eroa.

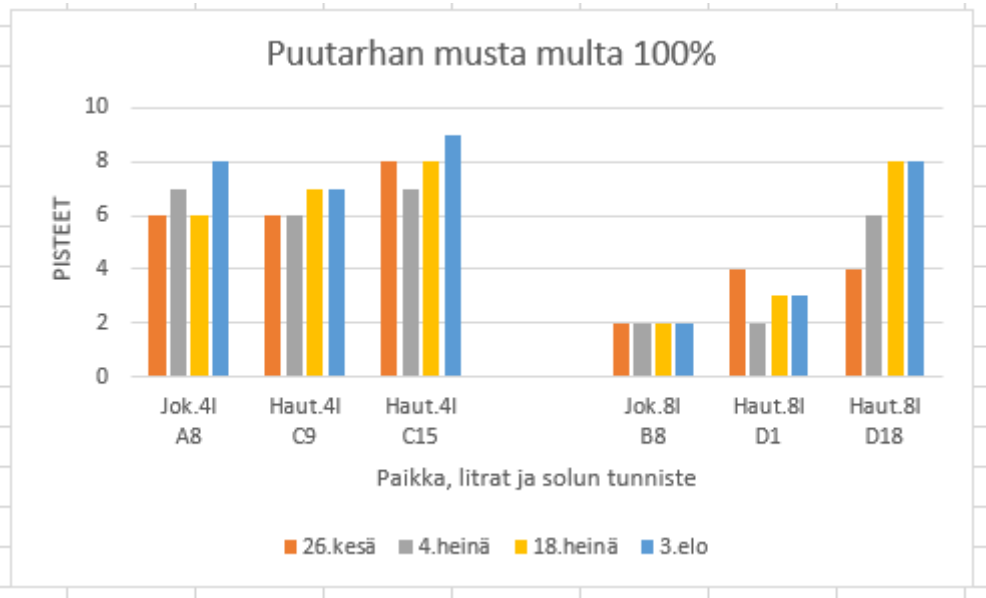
Rahkasammalta sisältäneet solut, olivat hautausmaan molemmissa ryhmissä parempia, kuin Jokiharjuntien ryhmissä. Hautausmaalle osuneet pienet sateet, antoivat siellä olleille soluille vettä pariin otteeseen, ennen kuvauspäivää. Asian huomaa kasvualustan väristä, joka on tummempi hautausmaalla olleessa solussa. (Kuva 17.)

Kuva 17. Rahkasammal 100 %, käsittely 4 litraa, 26.6.2018. Vasemmalla Jokiharjuntien solu-A7 ja oikealla hautausmaan solu-C11.

7.3 Verranteet

Verranteina käytettiin Biolanin mustaa multaa (100 %) ja rahkasammalta (100 %) sisältäneitä soluja. Näistä Biolanin musta multa oli pääasiallinen verranne. Rahkasammal oli mukana vertailukohteeksi mustaan multaan nähden.

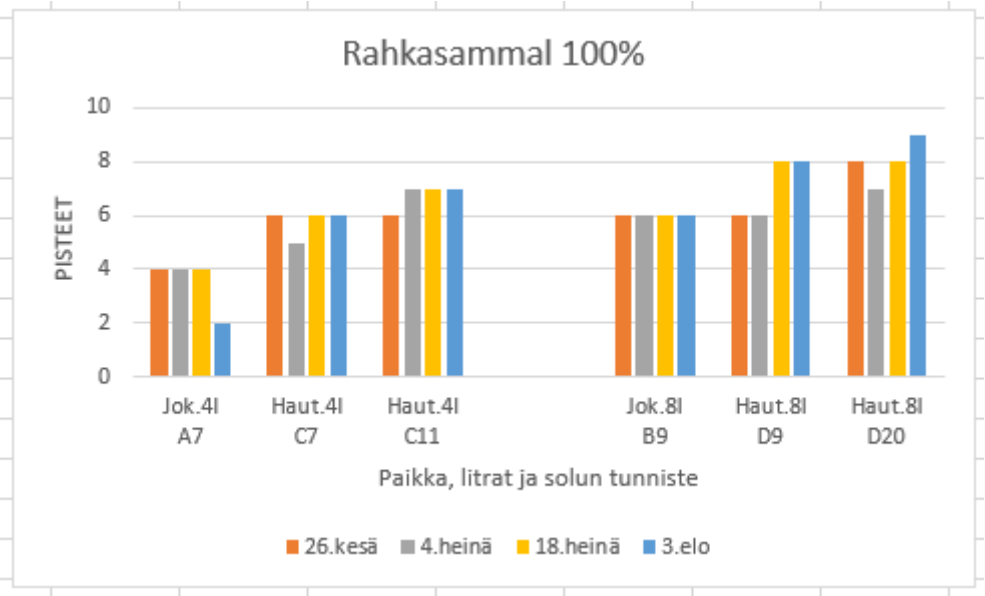
Biolanin musta multa sieti kastelua tyydyttävästi kaikissa ryhmissä. Pois lukien Jokiharjuntien koekentällä ollut solu-B8, ja hautausmaalla ollut solu-D1, molemmissa kastelu kahdeksalla litralla. Solut kärsivät liika märkyydestä läpi kokeen. Musta multa sai yhteen laskettuna 30—37 pistettä/koejäsen. (Kuva 18.)



Kuva 18. Begoniakasvuston kuntopisteytys, musta multa 100 %.

Rahkasammal sieti runsasta kastelua hyvin. Ainoastaan Jokiharjuntien koekentällä, rahkasammalsolu A-7 sai alle viisitoista pistettä. Muissa ryhmissä rahkasammalsolut saivat yhteensä 24—32 pistettä. (Kuva 19.)

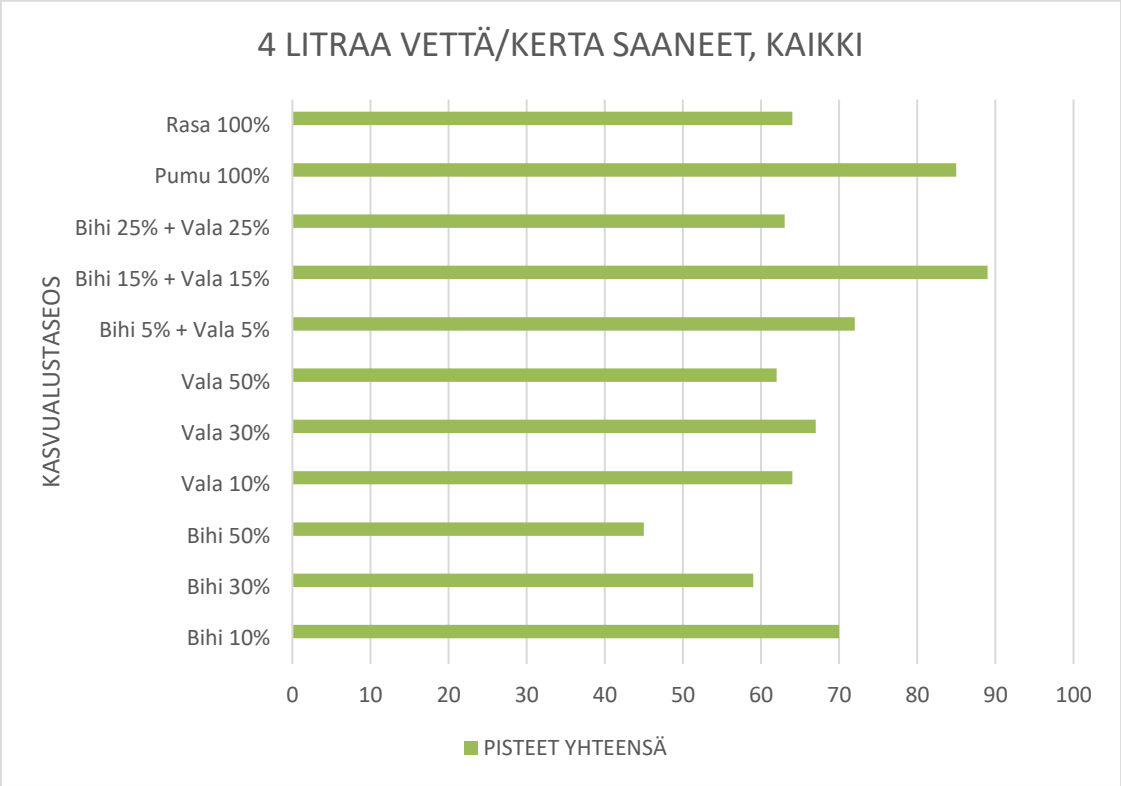
Rahkasammalen ero multaan oli se, että kuivuessaankaan se ei muodostanut hydrofobista pintaa, vaan vesi imeytyi hyvin myös kuivaan rahkasammaleeseen. Kahdeksan litraa/kerta vettä saaneissa soluissa oli kokeen loppuvaiheessa tapahtunut rahkasammaleen tiivistymistä ja liettymistä, ja siitä johtuvasta hapenpuutteesta oli kasvualustoihin tullut paha haju. Rahkasammalen koostumus pysyi neljä litraa/kerta vettä saaneilla soluilla parempana.



Kuva 19. Begoniakasvuston kuntopisteytys, rahkasammal 100 %. Vaikka rahkasammal tiivistyi kahdeksan litraa vettä kerrallaan saaneissa soluissa, sai ne silti paremmat yhteispisteet, kuin neljä litraa vettä saaneet.

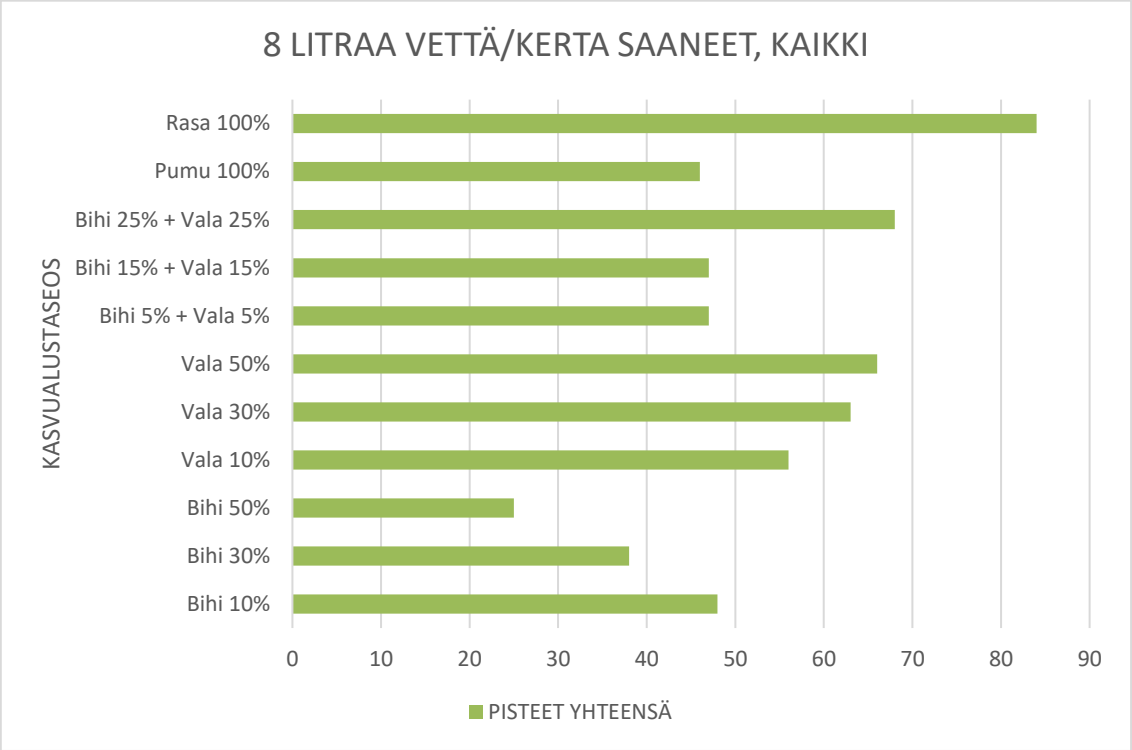
7.4 Kaikki yhteensä

Kaikkien samaa kasvualustaa sisältäneiden solujen pisteet laskettiin yhteen, ja siirrettiin taulukkoon. Rahkasammal hyötyi runsaasta kastelusta, ja oli 8 litraa vettä/kerta saaneista soluista paras. Rahkasammal sai kahdeksalla litralla kastelluissa 84 pistettä, kun taas puutarhan musta multa sai tässä ryhmässä 46 pistettä. Neljä litraa vettä saaneissa soluissa asetelma oli toisin päin. Rahkasammal sai 64 pistettä ja musta multa 85 pistettä. (Kuva 20.)



Kuva 20. Kaikkien samaa kasvualustaseosta sisältäneiden solujen yhteen lasketut pisteet neljän litran käsittelyllä.

Parhaiten kaikista menestyi neljä litraa vettä/kerta, 15 % biohiiltä + 15 % vaahtolasia sisältäneet solut (89 pistettä). Kasvualustaseos, jossa oli biohiiltä ja vaahtolasia 25 % + 25 % ja kastelu neljä litraa/kerta, sai 63 pistettä. Kahdeksan litraa vettä saaneiden ryhmässä biohiili-vaahtolasiseos 25 % + 25 %, sai 68 pistettä, ja 15 % + 15 % seos sai 47 pistettä. Pelkkää biohiiltä sisältäneissä soluissa pylväiden trendi on saman suuntainen molemmissa ryhmissä. Rahkasammal sai toiseksi parhaat pisteet (84) kahdeksan litraa vettä saaneissa. (Kuva 21.) Viisikymmentä prosenttia biohiiltä sisältäneet solut, jäivät alle 50 pisteen molemmissa ryhmissä. Toinen melko selvä ero muihin verrattuna, oli biohiiltä 30 % sisältäneissä, 8 litraa vettä saaneissa soluissa.

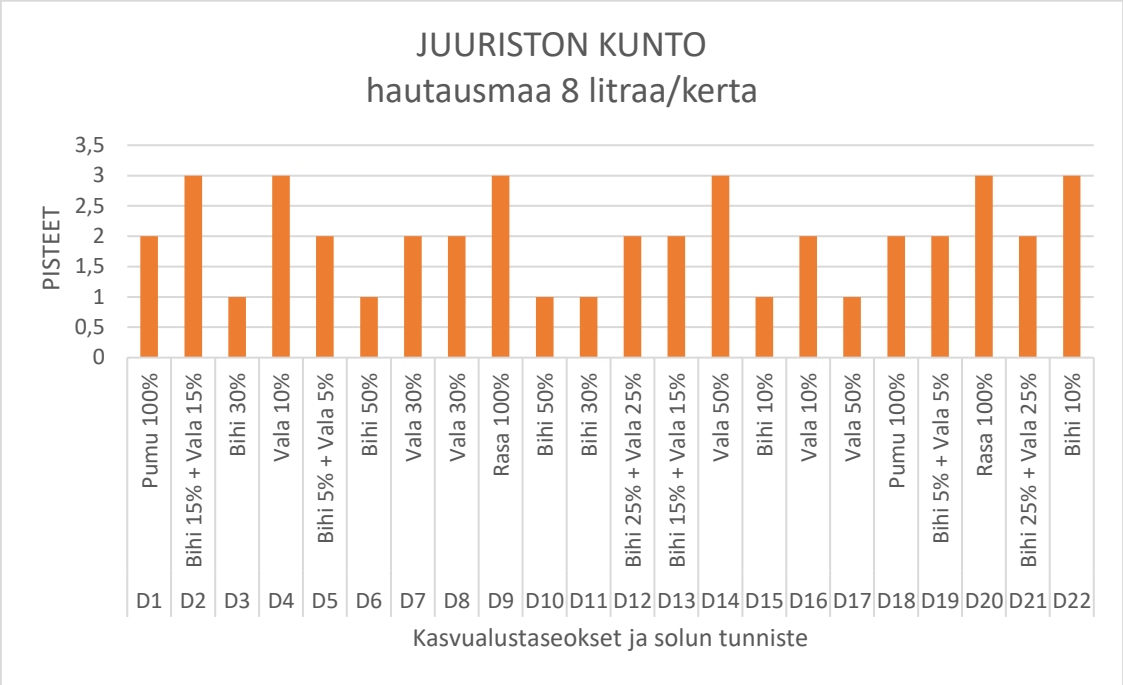


Kuva 21. Kaikkien samaa kasvualustaseosta sisältäneiden solujen yhteen lasketut pisteet kahdeksan litran käsittelyllä.

7.5 Biohiilen ja vaahtolasin määrän vaikutus juuriston kuntoon

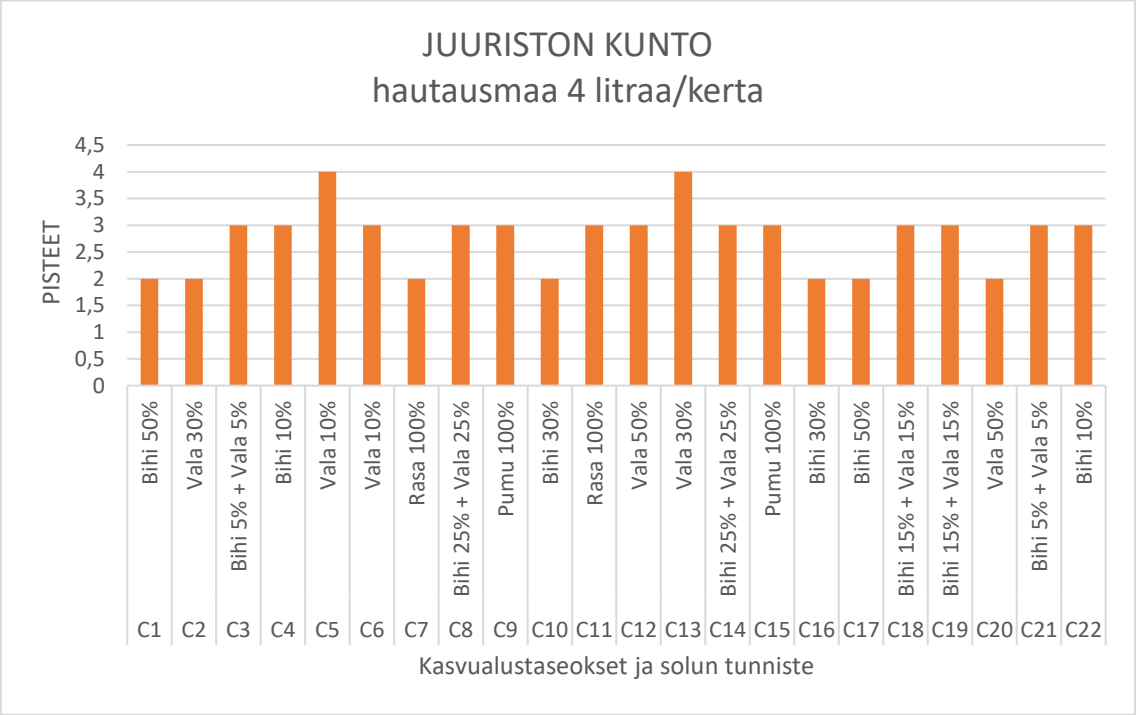
Juuriston kunto arvioitiin silmämääräisesti kokeen purkuvaiheessa arvosteluasteikolla 0–5 pistettä. 0 pistettä saivat ne solut, joissa juuret eivät olleet kasvaneet lainkaan, ja 5 pistettä erittäin hyvin voivat ja laajalle levinneet juuret. Ne kasvualustat, joissa oli vaahtolasia mukana yli 15 %, sietivät kastelua paremmin muihin verrattuna, kasvualustan tiivistymättä merkittävästi. Vaahtolasin osuuden lisääntyessä multa painui kastelun yhteydessä voimakkaasti, ja jätti pinnalle kerroksen vaahtolasia. Selkeimmät ongelmat olivat kasvualustoissa, joiden biohiilimäärä ylitti 25 % tilavuudesta. Vaahtolasin kanssa samanlaista selkeää rajaa ei löytynyt. Vaahtolasia 50 % sisältäneet kasvualustat kuivuivat hieman nopeammin kuin muut vaahtolasia sisältäneet.

Biohiilen määrällä kasvualustassa oli suora yhteys sen vedenpidätyskykyyn ja tiivistymiseen. Mitä suurempi biohiilen osuus oli, sitä tiiviimmäksi kasvualusta painui kastelun yhteydessä. Toisaalta runsaasti biohiiltä sisältäneet kasvualustat pidättivät kosteutta pisimpään. Tällä oli selkeä yhteys juuriston kuntoon, varsinkin kahdeksan litraa vettä saaneilla soluilla, kokeen purkuvaiheessa. (Kuva 22.)



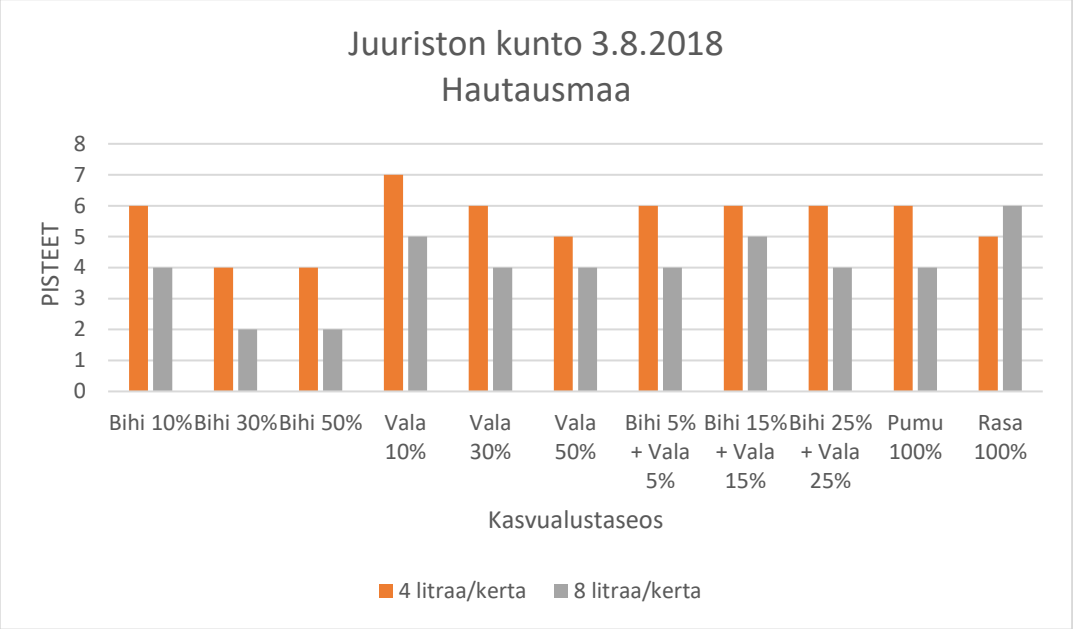
Kuva 22. Juuriston kunto 3.8.2018 hautausmaalla, kahdeksan litraa vettä saaneilla soluilla. Molemmat 50 % sekä 30 % biohiiltä sisältäneet solut saivat yhden pisteen.

Juuriston kunto oli parempi hautausmaalla olleen koekentän neljä litraa vettä saaneella ryhmällä. (Kuva 23.)



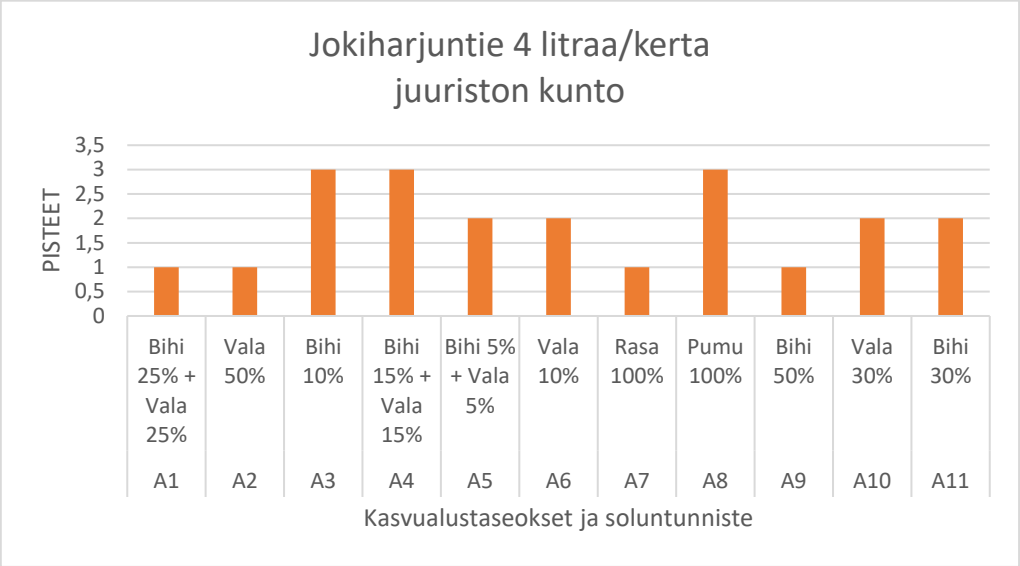
Kuva 23. Juuriston kunto 3.8.2018 hautausmaan koekentällä. Biohiilen runsas määrä näkyy pisteissä.

Neljä litraa vettä saaneiden solujen erot olivat pienemmät kuin kahdeksan litraa vettä saaneilla. Pisteiden yhteen laskettu määrä oli suurempi neljä litraa, kuin kahdeksan litraa vettä saaneilla. (Kuva 24.) Molemmissa tapauksissa biohiilen runsas määrä aiheutti huonompia pisteitä muihin soluihin verrattuna.



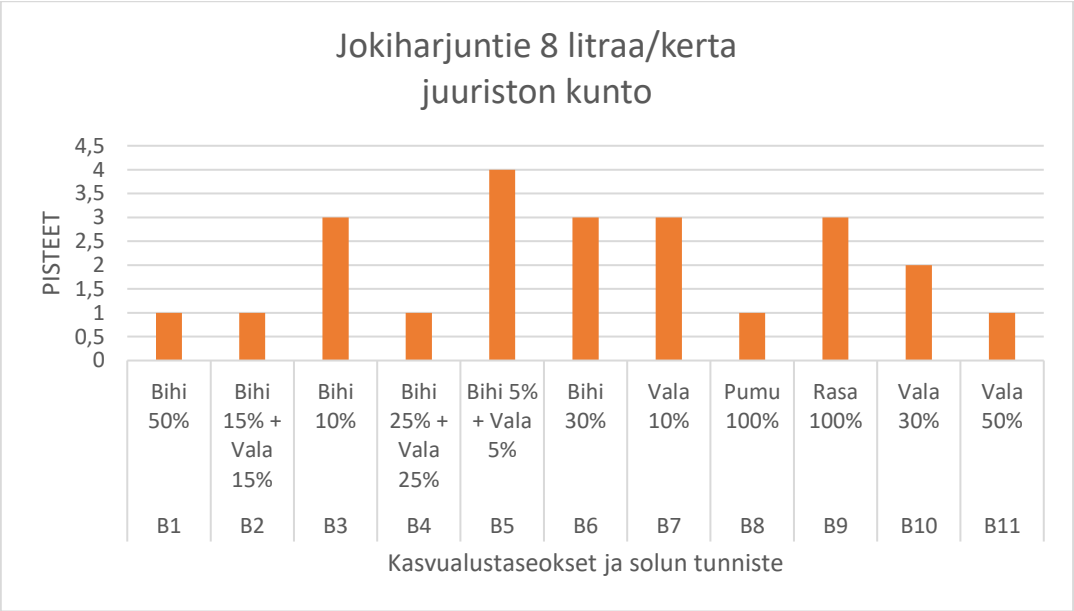
Kuva 24. Juuriston kunto hautausmaalla. Kaikkien solujen yhteispisteet. Neljä litraa vettä saaneilla juuriston kunto oli kaikissa muissa soluissa, paitsi rahkasammalta sisältäneissä, parempi kuin kahdeksan litraa vettä saaneilla.

Jokiharjuntien koekentällä juuriston kunto vaihteli enemmän kuin hautausmaalla. Myös näiden solujen osalta tehtiin havainto, biohiilen ja vaahtolasin runsaan määrän negatiivisesta vaikutuksesta juuriston kuntoon. (Kuva 25.)



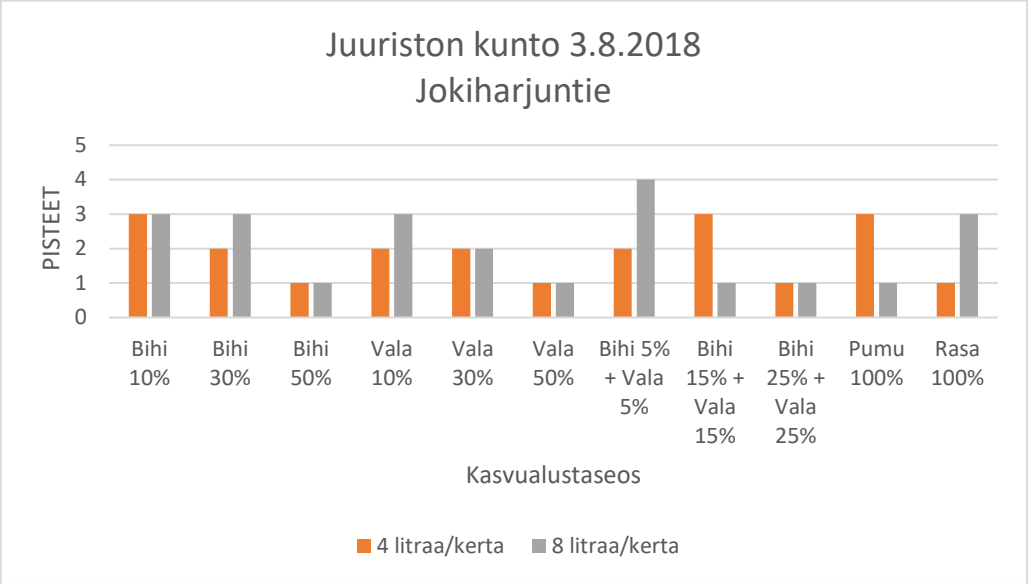
Kuva 25. Juuriston kunto 3.8.2018 Jokiharjuntiellä.

Kahdeksan litraa vettä saaneilla juuriston kunnossa vaihtelut olivat suuremmat kuin neljä litraa vettä saaneilla. (Kuva 26.)



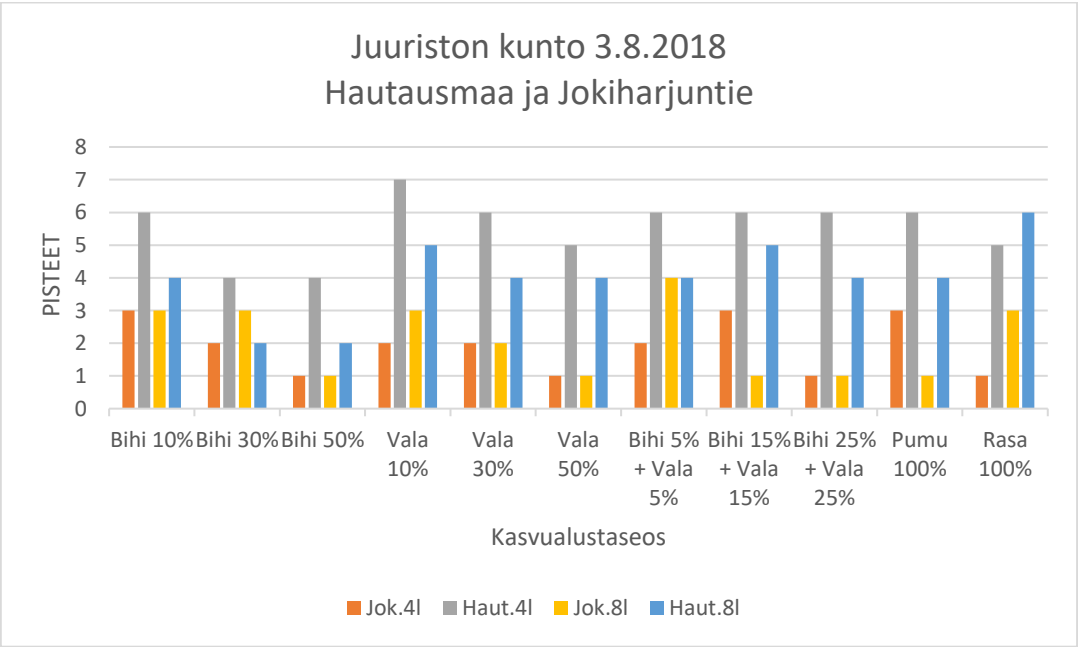
Kuva 26. Juuriston kunto 3.8.2018 Jokiharjuntiellä.

Rahkasammal (100 %) sai A-ryhmässä yhden pisteen, ja musta multa (100 %) kolme pistettä. Musta multa (100 %) sai B-ryhmässä yhden pisteen, rahkasammal (100 %) kolme pistettä. Muiden osalta pisteet jakautuivat tasaisemmin ryhmien kesken. (Kuva 27.)



Kuva 27. Juuriston kunto 3.8.2018 Jokiharjuntiellä. Biohiilen ja vaahtolasin runsas määrä vaikutti negatiivisesti juuriston kuntoon.

Juuriston kuntoarvion yhteisdiagrammista (Kuva 28.) nähdään, että hautausmaalla ollut, neljä litraa vettä/kerta saanut ryhmä, sai parhaimmat pisteet kaikissa muissa kasvualustoissa, paitsi rahkasammalta (100 %) sisältäneissä soluissa.



Kuva 28. Juuriston kunto vertailu. Kiikalan koekentällä, 4 litraa vettä saaneet solut saivat parhaat pisteet, rahkasammalta lukuun ottamatta.

7.6 Veden määrän vaikutus ja kastelukerrat

Kerralla annetun veden määrä vaikutti selvästi tiivistymiseen. Kahdeksan litraa kerralla vettä saaneet kasvualustat tiivistyivät huomattavasti enemmän kuin neljä litraa vettä kerralla saaneet. Ensimmäisen kastelukerran jälkeen, joka suoritettiin 13.6.2018 istutuksen yhteydessä, kului Jokiharjuntien koekentällä keskimäärin kaksikymmentäkaksi vuorokautta ennen seuraavaa kastelua.

13.6.2018 kastelun yhteydessä, Jokiharjuntien koekentällä, todettiin kahdeksan litraa vettä saavien solujen joukossa kahdeksan kastelua vaativaa, ja neljä litraa vettä saavien joukossa kuusi kastelua vaativaa solua. Loput koesolut oli kasteltu edellisenä päivänä, tai kasteltiin seuraavana päivänä, eli kaksikymmentäyksi tai kaksikymmentäkolme vuorokautta ensimmäisestä kastelusta.

Seuraava kastelukerta oli keskimäärin kaksitoista vuorokautta myöhemmin kaikissa neljä litraa ja kahdeksassa kahdeksan litraa vettä saavissa soluissa. Kolmessa solussa, joiden tunnisteet olivat B4, B8 ja B10, kasvualusta oli vettynyt, liejumainen ja tiivis. Tämän jälkeen mitään soluja ei kasteltu uudelleen kokeen purkuun, 3.8.2018 mennessä.

Kiikalan hautausmaalla olevat koesolut kasteltiin keskimäärin neljäkymmentäkolme vuorokautta ensimmäisen kastelun jälkeen. Neljä litraa vettä saavien joukosta kasteltiin kaikki, ja kahdeksan litraa vettä saavien joukosta seitsemän solua. Tämän kastelun jälkeen ei mitään soluja kasteltu kokeen purkuun, 3.8.2019 mennessä.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Kokeen aikana ilmeni, että koejärjestely ei ollut toimiva, vaan kastelu olisi pitänyt järjestää toisella tavalla. Kasvualustan kuivuuden mukaan annettu vesimäärä, joka olisi kirjattu muistiin, saattaisi olla parempi vaihtoehto. Kasteluajankohta oli vaikeasti määritettävissä. Liian aikainen kastelu aiheutti liika märkyyttä, ja pitkittämällä kastelua johti se kasvualustan ylikuivumiseen.

Heti kokeen alussa runsas vesimäärä aiheutti selvästi stressiä kasveille, jotka eivät lähteneet monissa kahdeksan litraa/kerta vettä saaneissa soluissa kunnolla kasvuun. Tähän ei vaikuttanut positiivisesti myöskään se seikka, että lannoitusmäärä oli liian suuri, kokeen toteuttajan virheen takia. Nopeavaikutteista lannoitetta meni jokaiseen kasvualustaan yksi desilitra liikaa. Tosin tämä luonnonlannoite on melko mietoa (NPK 7-2-2), mutta myös tällä seikalla oli varmasti vaikutusta kasvien stressiin. Taimimateriaalissa oli jonkin verran vaihtelua juuriston ja lehvästön

koossa, mutta ei merkittävästi. Juuriston koko, joka oli pieni, vaikutti todennäköisesti alussa begonioiden kasvuun lähtöön. Pienellä juuristolla eivät kasvit kyenneet hyödyntämään kasvualustaan tullutta suurta vesimäärää. Säätilalla oli oma osuutensa stressiin.

Kastelu aina tarpeen mukaan, kunkin kasvualustan vaatimalla vesimäärällä, olisi tuonut kasvualustaseosten erot paremmin esille, vaikka kokeessa käytetyllä menetelmälläkin eroja syntyi. Tämä olisi kuitenkin vaatinut päivittäistä ajoa koekenttien välillä. Tämä olisi muodostunut ongelmaksi, koska kahden koekentän välimatka oli 19 kilometriä. Luultavasti yksi koekenttä, ja 66 solua, olisi antanut melko kattavan vastauksen tutkimuskysymykseen.
Size indexin mittaaminen olisi saattanut tuoda lisäarvoa kokeelle. Tämä olisi kertonut kasvuston hyötymisen eri seoksista paremmin, kuin tässä kokeessa käytetty visuaalinen tarkkailu ja pisteytys kasvuston kunnon mukaan. Lisäksi kokeessa olisi voinut olla kosteutta mittaavat anturit kussakin solussa, jolloin olisi saatu dataa myös veden haihtumisnopeudesta eri seoksista.

Ylikuivaan kasvualustaan syntyi hydrofobinen pinta, varsinkin runsaasti biohiiltä sisältäneisiin soluihin, joka ei tahtonut ottaa vettä vastaan seuraavan kastelun yhteydessä. Joihinkin runsaasti biohiiltä (yli 25 %) sisältäneisiin soluihin muodostui kastelun yhteydessä lammikko, joka imeytyi vasta 1-2 vuorokauden kuluttua kasvualustaan.
Jotta tulokset olisivat olleet selkeämmät, olisi myös kasvivalinta voinut olla toinen. Kesäbegoniasta (Semperflorens-ryhmä) oli hankala nähdä lakastumisen alkua.

Kokeen aikainen säätila oli poikkeuksellisen kuuma ja kuiva. Kiikalan hautausmaalla olleelle koekentälle kertyi sadetta noin 117 millimetriä kokeen aikana (Ilmatieteen laitos, 2018). Jokiharjuntiellä sademäärä oli noin 80 millimetriä, joten ilman katostakin olisi todennäköisesti syntynyt eroja kastelun tarpeelle.

8.1 Biohiili

Biohiilen vaikutus kasvualustan vedenpidätyskykyyn oli ilmeinen. Yu ym. (2013) mukaan puhdas biohiili kykenee sitomaan noin 2,7 kertaa (270 %) oman massansa verran vettä. Tämä seikka havaittiin myös kokeessa. Runsaasti biohiiltä sisältäneet solut pysyivät pitkään kosteina. Yu ym. (2013) mukaan jo 5 % biohiili lisäys nosti kasvualustan vedenpidätyskykyä jopa 24 %. Biohiiltä 50 % sisältänyt kasvualusta oli tässä kokeessa huonoin kaikista. Yu ym. (2013) tutkimuksen mukaan yli 12 % biohiililisä ei enää merkittävästi parantanut vedenpidätyskykyä. Kokeessa biohiiltä sisältäneistä kasvualustoista, 10 % seos oli paras. Vedenpidätyskyvyn lisääntyminen prosentteina, lisättyyn biohiili määrään nähden, on esitetty taulukko muodossa Yu ym. (2013) tutkimuksessa.

Kasvualustat, joissa oli runsaasti biohiiltä, liettyivät herkästi. Tulokset olisivat saattaneet olla erilaisia, mikäli hiilen palakoko olisi ollut suurempi.

Yu ym. (2013) toteaa tutkimuksessaan, että biohiilen ja typen lisäys kasvualustaan, kasvatti retiisin satoa jopa 270 %. Jos biohiililisä ja typpi kasvattaa retiisin satoa näin radikaalisti, voisi olettaa sen nostavan myös ryhmäkasvien lehtimassan määrää, joka yleensä vähentää kukinnan määrää.

Biohiili ja komposti yhdessä, tuottaa paremman sadon ja parantaa kasvualustan ominaisuuksia, kuin kumpikaan näistä yksin kasvualustaan lisättynä (Ippolito ym., 2015). Kompostipohjaisen mullan pitäisi näin ollen olla hyvä kasvualusta biohiili lisäyksellä. Samassa tutkimuksessa Ippolito ym. (2015) toteaa biohiilen toimivan maaperässä kalkin tavoin, nostamalla pH:ta, ja pitämällä sen hyvällä tasolla. Ippolito ym. (2015) mukaan tämä voi tuoda kustannussäästöjä pitkällä aikavälillä, pienempien kalkituskustannusten muodossa.

Hautausmaiden hoitohaudoilla olevia kasvualustoja ei pääsääntöisesti kalkita, vaan ne vaihdetaan uuteen 1—3 vuoden välein. Tässäkin biohiililisä voisi auttaa säästämään, koska nämä kasvualustat voisi jättää käyttöön pidemmäksi aikaa. Biohiili lisää myös maan hiilivarastoja (Ippolito ym., 2015). Ippolito ym. (2015) uskoo tämän johtuvan siitä, että biohiili pidättää kasvualustaan vettä ja ravinteita. Tutkimuksessa todettiin myös, että biohiili voisi lisätä kasvien tuottoa (Ippolito ym., 2015).

8.2 Vaahtolasi

Tutkimustietoa vaahtolasista, kasvualustaan lisättynä, on niukasti tarjolla. Foamit®, Suunnittelu- ja rakennusohjeesta (Uusioaines, 2017) löytyi lähinnä vaahtolasin käytöstä pihan ja teiden rakenteissa, ja routaeristeenä. Joitain opinnäytetöitä löytyi, joissa oli käsitelty vaahtolasia, mutta niissäkin oli keskitytty lähinnä maarakentamiseen, eikä niinkään kasvualustaan.

Vaahtolasin lisäyksellä kasvualustaan oli vaikutusta sen ilmavuuteen. Kaivosojan (2009, s. 71) mukaan kasvualusta tiivistyy 15—25 % rakentamisen yhteydessä, maalajista ja kivennäisaineen karkeudesta riippuen. Vaahtolasilla voitaisiin korvata karkea kivennäislajite, jolla normaalisti luodaan kasvualustaan sen ilmavuuteen ja kantavuuteen vaikuttava rakenne. Tämä säästäisi luonnonvaroja sekä vähentää kuljetuksesta aiheutuvia päästöjä (Uusioaines Oy, 2012, s. 15). Fysikaaliseen laatuun on vaikea vaikuttaa jälkikäteen, joten siihen tulee kiinnittää huomiota valmistusvaiheessa (Kaivosoja ym., 2009, s. 71). Kaivosoja (2009, s. 72) to-

teaa myös kivennäisaineksen raekokojakauman vaikuttavan kasvualustan huokostilavuuteen ja veden läpäisykykyyn. Vaahtolasi sisältää jopa 92 % ilmahuokosia (Rakennustieto, n. d. s. 114). Vaahtolasi on siis kevyttä ja ilmavaa. Huonopuoli vaahtolasissa on sen heikko lämmönjohtavuus, märkänä 0,20 W/mK (Rakennustieto, n. d. s. 115), jolloin sen kasvualustaa lämmittävä vaikutus on heikko. Näin ollen vaahtolasilla ei voida korvata kaikkea kivennäislajitetta kasvualustassa. Toisaalta vaahtolasi paransi mullan ilmavuutta. Tästä voisi olettaa, että tällainen kasvualusta lämpenee nopeammin kuin tiivis kasvualusta.

Vaahtolasilla seostettu kasvualusta, pysyi runsaankin vesimäärän saaneissa soluissa lähes tiivistymättömänä. Tästä voisi päätellä vaahtolasilisäyksen parantavan kasvualustan fysikaalisia ominaisuuksia, nimenomaan tiivistymistä estävällä tavalla. Toisaalta vaahtolasia 50 % sisältäneet kasvualustat olivat kokeen lopussa hyvin märkiä ja haisivat pahalta hapen puutteesta johtuen. Tämä seikka voisi viitata siihen, että vaahtolasia runsaasti sisältävä kasvualusta pidättäisi hyvin vettä, mutta ei enää estä kasvualustan tiivistymistä riittävästi.

Tämä tulos puolustaisi vaahtolasin käyttöä, sopivilla seossuhteilla kantavissa kasvualustoissa. Raekooltaan suurin vaahtolasi, olisi hyvä korvike kiviainekselle katupuiden kantavassa kasvualustassa sen keveyden takia. KESY-kriteeristön (Weckman ym., 2018, s. 52) mukaan, tulee lisätä materiaalien uusio- ja uudelleenkäyttöä viherrakentamisessa. Vaahtolasin käyttäminen olisi näin ollen myös KESY-kriteeristön mukaista. Embrénin (2016) mukaan, perennoille ja pensaille voidaan käyttää kasvualustaseosta, jossa on kolmas osa kiveä (2—6mm) ja yksi osa biohiiltä. Vaahtolasia voisi käyttää tässäkin tapauksessa kivimateriaalin korvikkeena.

Runsaasti vaahtolasia sisältäneissä soluissa, kastelun yhteydessä, multa painui vaahtolasin sekaan pois näkyvistä. Reiniharjun (2015, s. 17—22) esityksessä todettiin vaahtolasin kateaineominaisuuksien olevan hyviä. Tämän perusteella voisi olettaa, että vaahtolasi kasvualustan pinnalla, vähentäisi rikkakasveja myös hautausmaalla. Samalla vaahtolasi voisi toimia kapillaarikatkona, vähentäen haihduntaa kasvualustasta.

8.3 Biohiili ja vaahtolasi seos

Biohiilen ja vaahtolasin yhdistelmä lienee vielä melko harvinainen kasvualustoissa. Kokeessa tulokset olivat hyviä niissä soluissa, joissa vaahtolasin ja biohiilen määrä oli 15 % + 15 % tai alle. Carbons Finlandin (2018) mukaan biohiili pidättää vettä ja ravinteita, sekä parantaa jonkin verran kasvualustan fysikaalisia ominaisuuksia. Vaahtolasi toimii kasvualustassa kuin kiviaines ja on siksi suositeltava lisä suljettuihin kasvualustoihin. Vaahtolasin ja biohiilen kierrätettävyys on hyvä.

Aiemmin, luvussa 7.2 vaahtolasi, mainitaan vaahtolasin käyttö kantavassa kasvualustassa. Tukholmassa on jo pitkään käytetty biohiiltä ja kalliomursketta katupuiden kantavissa kasvualustoissa (Embrén, 2016). On huomattu, että tässä seoksessa kuusi vuotias puu on voinut olla jopa viisi kertaa isompi, kuin 30 vuotias saman lajin puu sellaisessa kasvualustassa, jossa biohiilen asemesta on käytetty multaa, turvetta, tai vastaavaa maa-ainesta (Embrén, 2016).

Embrénin (2016) mukaan Tukholmassa on käytetty puu- ja perennaistutusten yhteydessä biohiili-kalliomurskeseosta kasvualustana, jonka pintakerroksessa on 300mm 2–6mm kiveä ja 25 % lannoitettua biohiiltä. Mikäli kivimurskan korvaisi vaahtolasilla, olisi seos melko lähellä tässä kokeessa käytettyä 30 prosenttista biohiiliseosta. Toisaalta Yu ym. (2013) mainitsee, ettei yli 12 % biohiililisäys kasvata merkittävästi vedenpidätyskykyä. Voisiko tässä olla mahdollisuus säästää kustannuksissa?

8.4 Puutarhan musta multa ja rahkasammal

Rahkasammalkasvualusta oli uutuustuote Biolanilla, ja heidän toiveestaan se otettiin mukaan kokeeseen. Rahkasammal oli ilmavaa ja kevyttä säkistä otettaessa, ja imi veden hyvin. Runsaasti vettä saanut rahkasammal painui jonkin verran kasaan. Näkkilä ym. (2015, s. 16) toteaa kuitenkin, että rahkasammalen veden pidätyskyky parani tiivistämällä. Kuivunut rahkasammal oli pöllyävää, mutta imi siitä huolimatta veden hyvin, toisin kuin kuivunut musta multa.
Kaivosojan ym. (2009, s. 23) taulukon 1.3. mukaan, veden adsorptio prosentti kompostissa on 24,6 ja turpeessa 34. Tämä voisi tarkoittaa sitä, ettei turve ole välttämättä paras vesitalouden kannalta. Ominaispintaalaa turpeella on 920 m^2/kg, ja kompostilla 17400 m^2/kg (Kaivosoja ym. 2009, s. 23). Tähän kun lisätään Kaivosojan ym. (2009, s. 23) taulukosta turpeen ja kompostin vedenläpäisevyys tiiviysasteessa 70 % (mm/d), joka on turpeella 270 ja kompostilla 590, voitaisiin olettaa, että kompostipitoinen multa on hyvä kasvualusta. Jos kompostipohjaiseen multaan lisätään biohiili, joka parantaa sen kationien vaihtokapasiteettia, saattaa kasvualustasta tulla erittäin hyvä.

Rahkasammalen eduksi voitaneen katsoa sen vedenpidätyskyky ja kyky ottaa vettä vastaan kuivanakin. Kokeen olisi suonut jatkuvan talven yli, jolloin olisi nähty, miten talvi vaikuttaa rahkasammalen rakenteeseen. Biolanin (2018) mukaan rahkasammal on hieman happamempaa (pH 6.2) kuin multa (pH 6.5). Biohiili siihen lisättynä, voisi toimia pH:n kohottajana. Vaahtolasi ja/tai biohiili lisällä saattaisi rahkasammalen kasvualustaominaisuudet parantua.

8.5 Talous

Biohiilen ja vaahtolasin avulla, saattaisi olla mahdollista, saada säästöjä hoitokauden kastelukuluihin. Tällä hetkellä kastelukulut vuodessa, ovat noin 124 000 euroa. Jos biohiilen ja vaahtolasin lisääminen kasvualustaan vähentäisi kasteluun käytettyä aikaa kolmanneksen, joka tulosten perusteella saattaisi olla mahdollista, tarkoittaisi tämä noin 41 000 euron vuotuista säästöä kastelu kustannuksissa. Salon seurakunnalla on hoitohautoja noin 7000 kappaletta (Eriksson, 2019).

Biohiilen kertakustannus, 10 % lisäyksellä laskettuna kaikille hoito haudoille, olisi 0,50 euron litrahinnalla laskettuna, noin 5300 euroa. Vaahtolasin kustannukset, samalla 10 % lisäyksellä, 0,19 euron litrahinnalla, olisi noin 2000 euroa. Biohiilen ja vaahtolasin yhteenlasketut kustannukset kaikille hoitohaudoille, olisi yhteensä noin 7300 euroa. Biohiili- ja vaahtolasilisäys vähentäisi tarvittavan mullan määrää noin 11 m^3. Mullan hankintahinta tälle määrälle olisi noin 650 euroa, joka voidaan vähentää biohiilen ja vaahtolasin hankintakustannuksista. Koska biohiili ja vaahtolasi säilyvät kasvualustassa useita vuosia, tämä kustannus voitaisiin budjetoida kertahankinnaksi, ja kustannussäästöt näkyisivät seuraavien vuosien tilinpäätöksissä.

Kastelutarpeen väheneminen saattaisi tuoda kustannussäästöjä, sekä vähentää työntekijöiden stressiä, ja työn kuormittavuutta. Kun biohiilen ja vaahtolasin kustannukset vähennetään syntyneestä säästöstä, jää siitä yhteensä 34 350 euroa. Voisiko tämän rahan käyttää työhyvinvoinnin edistämiseen työyhteisössä? Työterveyslaitoksen (2018) mukaan, työhyvinvoinnin lisääntyminen vähentää muun muassa sairaspoissaoloja ja työtapaturmia sekä lisää organisaation tuottavuutta.

9 TÄYDENTÄVÄKOE

Ilman virallista statusta oleva täydentäväkoe suoritettiin Jokiharjuntiellä olevalla koekentällä.

Yhteen Kukan pesään jätettiin altakasteluosat paikoilleen. Kasvualustana käytettiin mustaa multaa, lannoitettuna Nutricotella (0,5 desilitraa, ja Neko (3,5 desilitraa) luonnonlannoitteella. Lannoitusmäärä oli puolet siitä mitä muihin soluihin laitettiin. Kasvualustaa astiaan mahtui noin 9 litraa, joka on noin 3 litraa vähemmän kuin muissa soluissa. Astiaan istutettiin viisi kesäbegoniaa (Semperflorens-ryhmä) samana päivänä kuin muihinkin. Tämä kasvuallas sijoitettiin katokseen.

Istutusta seurattiin samoilla kriteereillä ja ajankohtina, kuin varsinaisessa kokeessa. Istutuksille annettiin vettä silloin, kun alta-kastelusäiliö

oli tyhjä. Kokeen aikana vettä täytyi antaa neljä kertaa. Arviointipäivinä kasvustolle annettiin pisteet, ja kokeen purkuvaiheessa juuristo pisteytettiin. Kasvuston kunto oli kokeen ajan paras kaikista. Juuriston kunto oli erinomainen. Kasvualtaassa olleet begoniat olivat ainoat, jotka kasvattivat juuriston astian pohjalle saakka. Tässä tapauksessa astian pohjaksi katsottiin multajalkojen (6 kappaletta) alaosa.

Biolanin (2018) esitteessä mainitaan altakastelulla varustetun Kukan pesän vähentävän kastelun tarvetta. Tämä herättää kysymyksen, voisiko altakastelulla varustettu Kukan pesä, ja biohiiltä 10 % sisältävä kasvualusta olla hyvä yhdistelmä hautausmailla? Toimisiko rahkasammal, biohiili ja vaahtolasi, yhdessä altakastelusäiliöllä varustetun kasvualtaan kanssa parhaiten?

Altakastelusäiliöllä varustetussa kasvualtaassa on veden tason näyttävä mittari, josta näkee suoraan, milloin vettä tulee lisätä. Tämä voisi vähentää tarvetta kumartua kokeilemaan kasvualustan kosteutta ennen kastelupäätöstä. Tuottaisiko tämä työhyvinvointia, ja vähentäisi työntekijöiden selkään kohdistuvaa rasitusta?

10 YHTEENVETO

Kaiken kaikkiaan kokeessa esiin tulleet asiat ovat osittain yllättäviä, osittain odotusten mukaisia. Rahkasammal yllätti positiivisesti. Runsas biohiilen määrä ei parantanutkaan kasvualustaa, kuten odotuksena oli. Biohiilen ja vaahtolasin seos sai parhaat pisteet kasvuston kuntoarviossa. Kohtalaisesti vaahtolasia sisältäneet solut pärjäsivät juuriston kuntoarviossa. Rahkasammal kesti hyvin märkyyttä, ja musta multa taas sieti kuivuutta kohtalaisesti. Kestävän kehityksen tavoitteiden toteutumista voidaan mahdollisesti edesauttaa biohiilen ja vaahtolasin lisäämisellä kasvualustaan.

Työn kuormittavuus saattaa parantua hautausmailla, kastelutarpeen vähenemisen myötä. Kastelu koetaan fyysisesti raskaana työnä, koska se suoritetaan kastelukannuilla suurimmalla osalla Salon seurakunnan hautausmaita. Biohiili ja vaahtolasi kasvualustassa, voisi mahdollisesti tuoda taloudellista hyötyä Salon seurakunnalle.

Tämän kokeen perusteella voisi arvioida, että biohiilestä ja vaahtolasista, on jonkin verran hyötyä kasvualustassa sopivina määrinä. Tutkimusta aiheesta tarvitaan kuitenkin vielä paljon lisää.

LÄHTEET

Biochar International initiative. (2018). *About biochar.* Haettu 13.12.2018 osoitteesta https://biochar-international.org/faqs/

Biocharproject. (n. d.). *Spreading the word about the biochar.* Electron microscope Images of Biochar Hi Res. Dr Jocelyn. Haettu 23.12.2018 osoitteesta http://biocharproject.org/charmasters-log/biochar-electron-microscope-images/

Biolan Oy. (2018). Haettu 13.12.2018 osoitteesta https://www.biolan.fi/tuotteet/puutarhatuotteet

Carbons Finland Oy. (2018). Haettu 27.12.2018 osoitteesta https://carbons.fi/en/biochar/

Embrén, B. (2016). *Planting urban trees with biochar*. The biochar journal. Haettu 11.12.2018 osoitteesta https://www.biochar-journal.org/en/ct/77

Eriksson, M. Talousjohtaja (2019). Opinnäytetyö. Sähköpostiviesti tekijälle. 3.1.2019.

Ilmatieteen laitos. (2018). Haettu 27.12.2018 osoitteesta https://cdn.fmi.fi/fmiodata-convert-api/preview/8f0c7e50-fdf5-42f9-b083-a7f0bc49464a/?locale=fi

Ippolito, J., Donnelly, A. & Grob, J. (2015) *Anatomy of a field trial: Wood based biochar and compost influences a pacific northwest soil.* The biochar-journal. Arbaz, Switzerland. Haettu 13.12.2018 osoitteesta https://www.biochar-journal.org/en/ct/62-Anatomy-of-a-Field-Trial-Wood-based-Biochar-and-Compost-Influences-a-Pacific-Northwest-Soil

Kaivosoja, I., Kukkonen, S., Mäntylahti, V., Niemi, T., Nieminen, P., Parikka, P., Pehkonen, P., Pulkkinen, J., Rannikko, M., Reinikainen, O., Rinkinen, T., Sirviö, J., Uosukainen, M., Vasara, E-H., Vestberg, M., Walden, H. (2009). *Viheralueiden kasvualustat*. Helsinki: Viherympäristöliitto ry. Helsinki: Artprint Oy.

Kerttula, R. (2016). Rahkasammal parantaa kasvualustan ominaisuuksia. *Puutarha & Kauppa*, https://www.puutarhakauppa.fi/index.php/uusinjuttu/45-rahkasammal-parantaa-kasvualustojen-ominaisuuksia

Kirkkolaki 1054/1993 § 3. Haettu 22.12.2018 osoitteesta https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1993/19931054#O1L3

Krook, J., Peurasuo, P., & Heino, M. (2005). *Kantava kasvualusta - Katurakenne ja katupuun kasvupaikka.* Helsinki: SKTY Suomen kuntatekniikan yhdistys ry. Vantaa: Kalevaprint Oy.

Köylijärvi, E. Liikennevirasto. (2014). *Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä.* Haettu 9.12.2018 osoitteesta https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lts_2014-14_vaahtolasimurskeen_web.pdf

Lehman, J & Joseph, S. (2015). Biochar for environmental management, Science, technology and implementation©. New York: Routledge.

MTT Jokioinen (2014). *MTT Raportti 161 – Kierrätysmateriaalien hyödyntäminen viherrakentamisen kasvualustoissa ja rakenteissa*. Haettu 9.12.2018 osoitteesta http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/484572/mttraportti161.pdf

Myllylä, H. (2017). *Biohiili biopidätysalueessa ja kantavassa kasvualustassa.* Opinnäytetyö. Maisemasuunnittelun koulutusohjelma. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 15.8.2017 osoitteesta http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2017100515774

Nick, T. (2018). *Benefits of biochar and its applications for runoff water management.* The degree programme of environmental engineering. NOVIA university of applied sciences. Haettu 11.11.2018 osoitteesta http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201802162521

Näkkilä, J., Silvan, N., Jokinen, K., Särkkä, L. & Tahvonen, R. (2015). Rahkasammalen tuotanto ja käyttö kasvihuonekasvien kasvualustana. Loppuraportti. *Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT*. Haettu 31.12.2018 osoitteesta https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/486213/rahkasammal.pdf?sequence=1

Open Street Map. (2018). Haettu 10.11.2018 osoitteesta https://www.openstreetmap.org/search?query=kiikala#map=14/60.4613/23.5519

Pankakoski, A. (1995). *Puutarhurin kasvioppi.* Helsinki: Opetushallitus. Helsinki: Painatuskeskus Oy.

Partanen, J. (1994). *Kasvihuonetuotannon yleiset edellytykset*. Helsinki: Opetushallitus. Helsinki: Painatuskeskus Oy.

QGIS. (2018). Avoin digitointi työkalu. Haettu 12.1.2017 osoitteesta https://www.qgis.org/fi/site/forusers/download.html

Rakennustieto. (n. d.) *Vaahtolasimurske rakentamisessa.* Haettu 9.12.2018 osoitteesta https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK140402.pdf

Ramboll. (2013) *Foamit®- vaahtolasi, Kulkeutumisriski pohjavesialueilla*. Riskin arviointi raportti. Haettu 9.12.2018 osoitteesta https://docplayer.fi/3804679-Foamit-vaahtolasi-kulkeutumisriskin-tarkasteluja-pohjavesialueilla-haihdunta-sadanta-paallyste-ab-kantava-kam-vaahtolasi-kuivatuskerros-sr.html

Rantanen, S. (2018). *Kasvilajien menestyminen viherkatoilla.* Opinnäytetyö. Maisemasuunnittelun koulutusohjelma. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 19.9.2018 osoitteesta http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201803233722

Reiniharju, J. (2015). *Rikkakasvihanke.* LUKE:n tutkimus. Haettu 11.1.2019 osoitteesta http://www.metla.fi/tapahtumat/2015/taimitarhapaivat/pdf/Reiniharju.pdf

Salon seurakunta (n. d.). Salon seurakunnan kotisivut. Haettu 31.12.2018 osoitteesta https://www.salonseurakunta.fi/00010308-seurakunnan-historiaa

Työterveyslaitos. (2018). Työhyvinvointi. Haettu 1.1.2019 osoitteesta https://www.ttl.fi/tyoyhteiso/tyohyvinvointi/

Uusioaines Oy. (2017) *Foamit® Suunnittelu- ja rakennusohje*. Haettu 9.12.2018 osoitteesta http://www.foamit.fi/wp-content/uploads/2016/10/Suunnittelu-ja_Rakennusohje.pdf

Vuori, E., Kangas, N. (2017). Ihmeaine Biohiili. *Puutarha & Kauppa* 5, s. 6–9.

Weckman, E., Närhi, S., Hentinen, H., Hujala, M., Häkkinen, J., Jaakkola, M., Kaskiaro, T., Kiema, S., Koski, T., Kuusiniemi, P., Linden, K., Matilainen, J., Paalijärvi, S., Riikonen, A., Råman, T., Sarkkinen, A., Suomalainen, S., Suonio, T., Turunen, J., Uimonen, J., Väisänen, S. & Yli-Jama, L. (2018) *Kestävän ympäristörakentamisen toimintamalli*. Helsinki: Viherympäristöliitto ry.

Wikipedia (2018). Salon seurakunta. Haettu 18.12.2018 osoitteesta https://fi.wikipedia.org/wiki/Salon_seurakunta

Ympäristöministeriö. (2018). *Ympäristö ja kiertotalous*. Haettu 20.12.2018 osoitteesta http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Kiertotalous

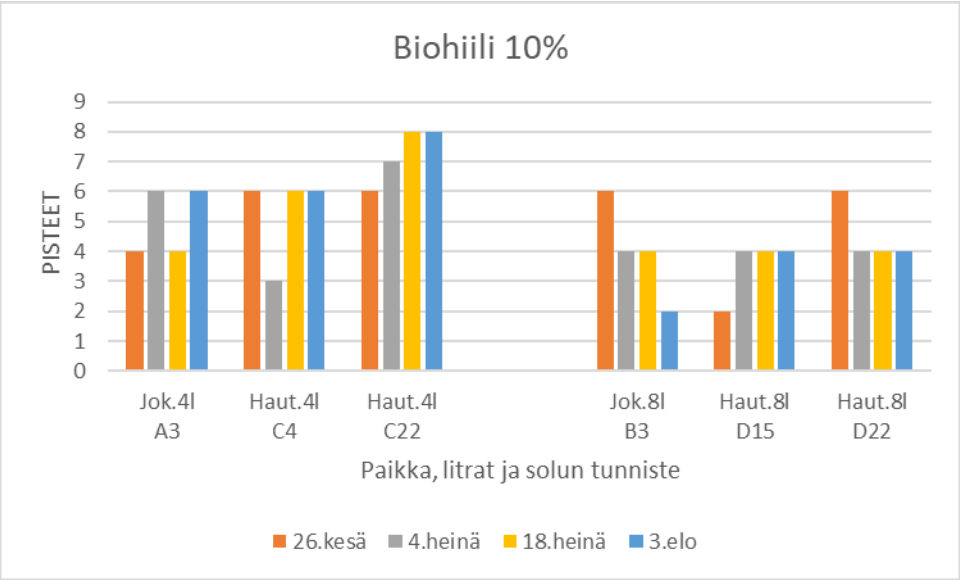
Yu, O.-Y. Raichle, B. & Sink, S. Int J Energy Environ Eng (2013). *Impact of biochar on the water holding capacity of loamy sand soil.* Springer Berlin Heidelberg, 17.12.2013. Haettu 13.12.2018 osoitteesta https://link.springer.com/article/10.1186/2251-6832-4-44

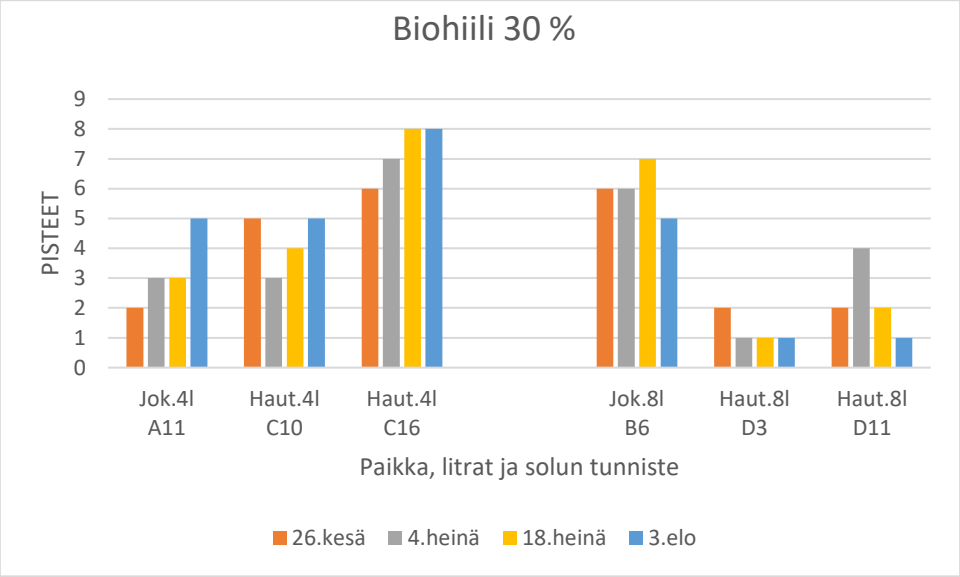
HAASTATTELUT

Halkilahti, J., Inkivaara, M., Lehtovirta, A., & Vuorinen, L. (2018). Lähiesimiehet, Salon seurakunta. Puhelinhaastattelu 25.3.2018.

Liite 1/1

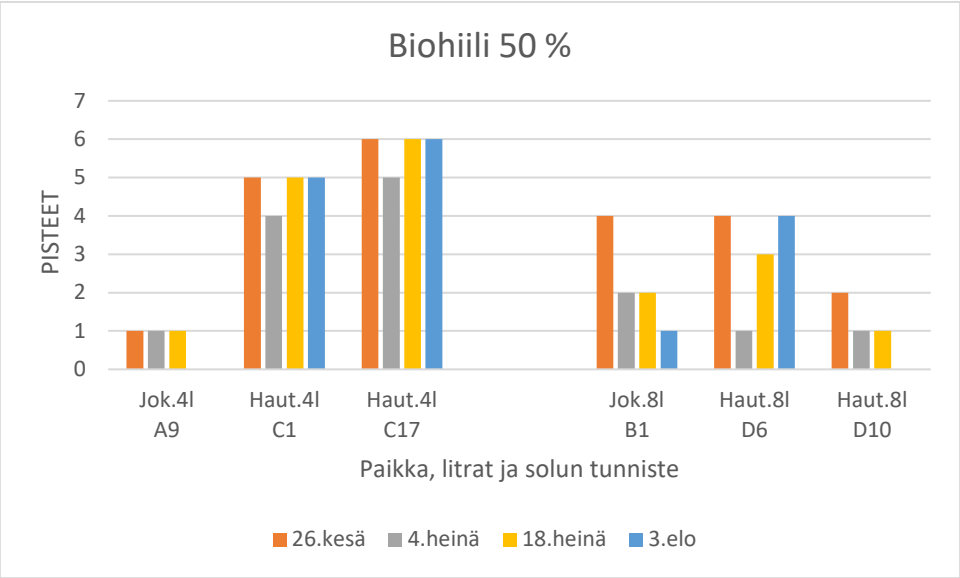
KOESOLUJEN DIAGRAMMIT

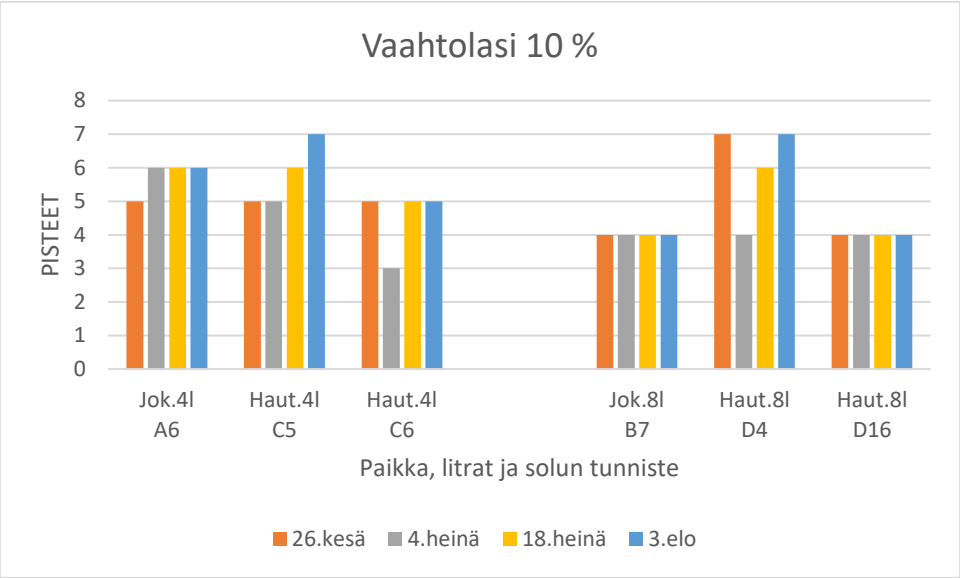




Liite 1/2

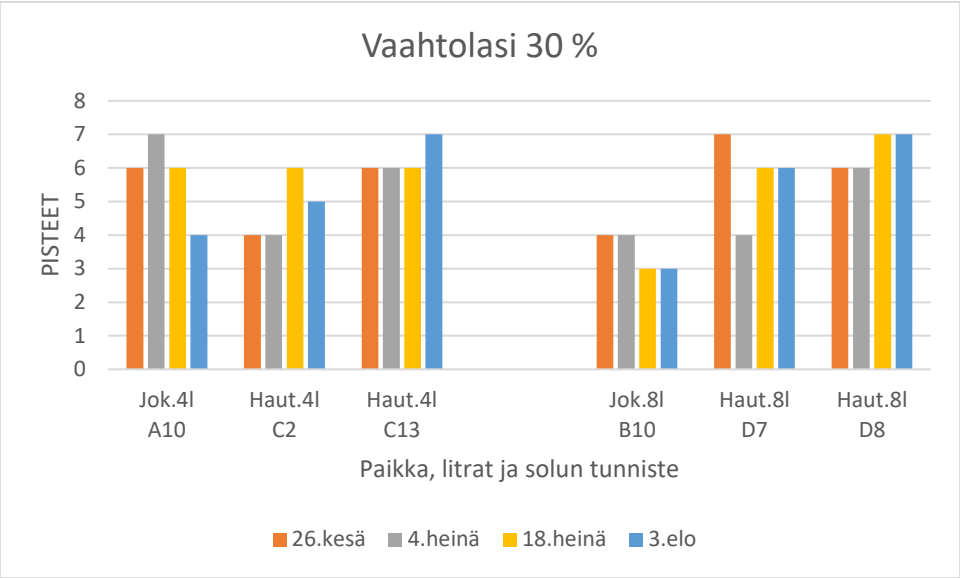
KOESOLUJEN DIAGRAMMIT

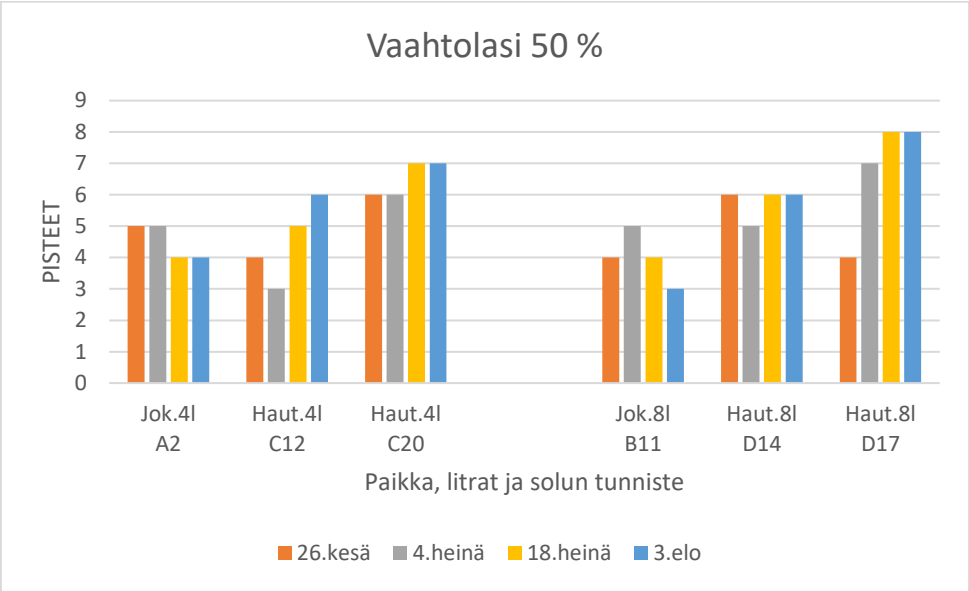




Liite 1/3

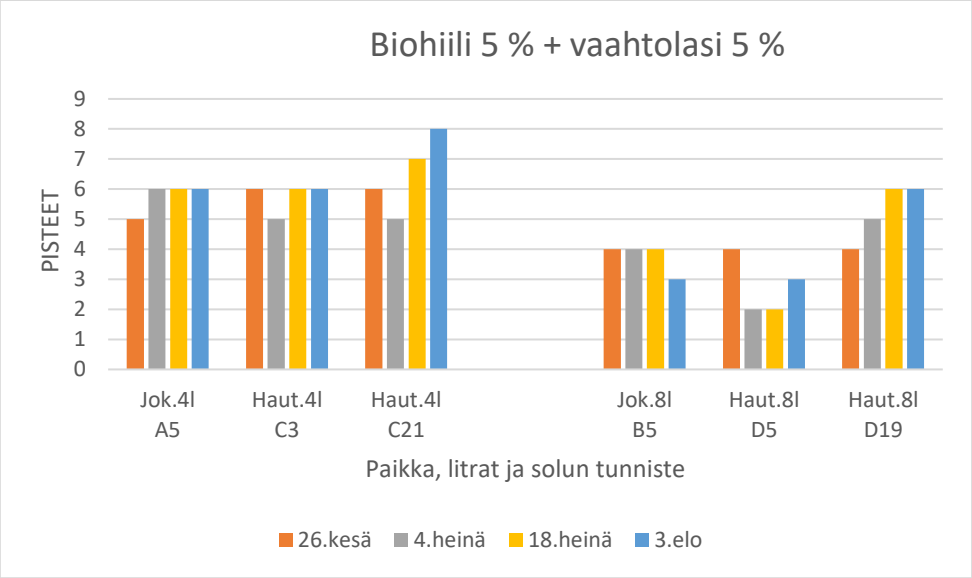
KOESOLUJEN DIAGRAMMIT

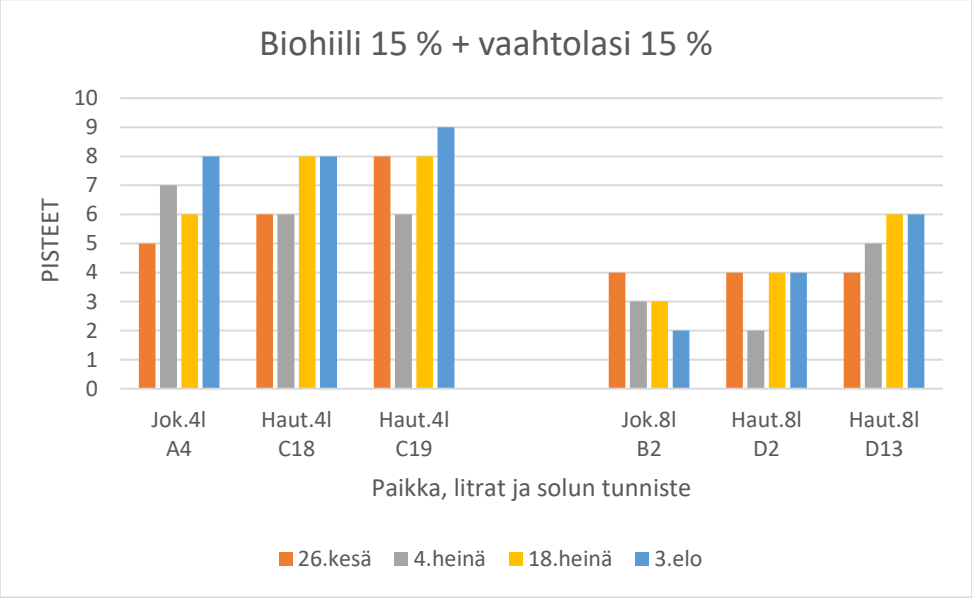




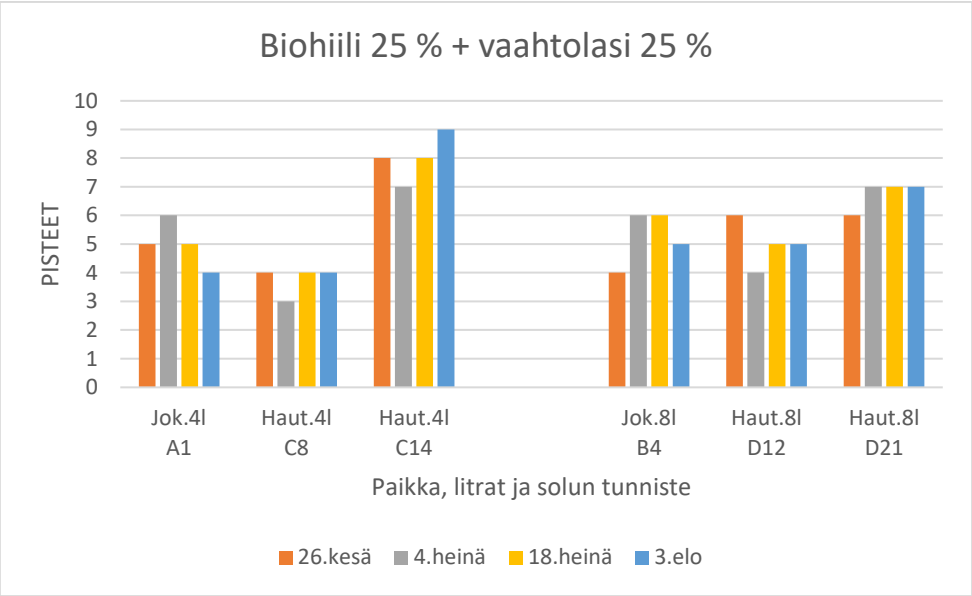
Liite 1/4

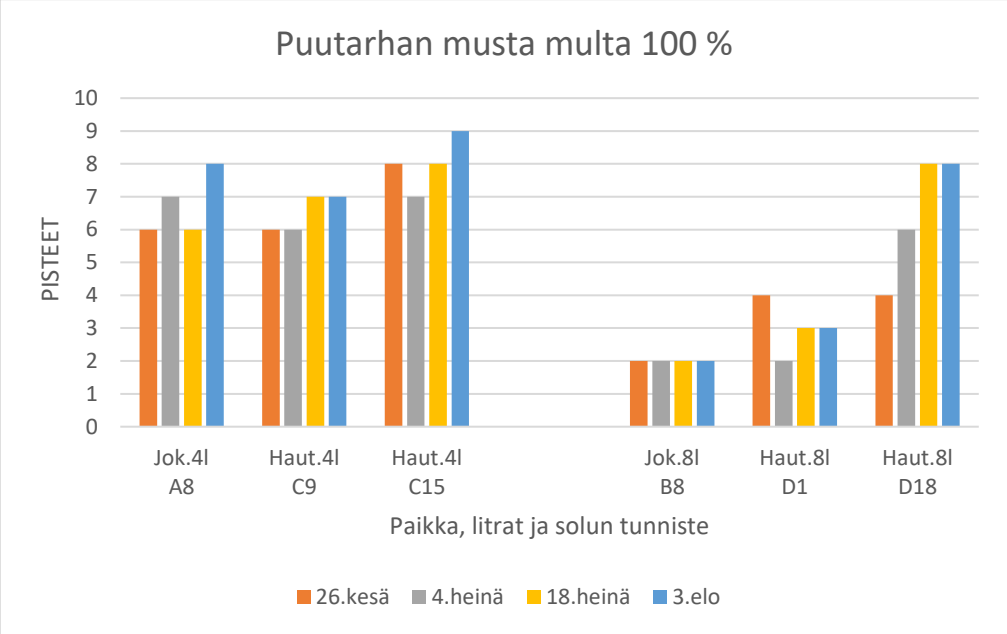
KOESOLUJEN DIAGRAMMIT



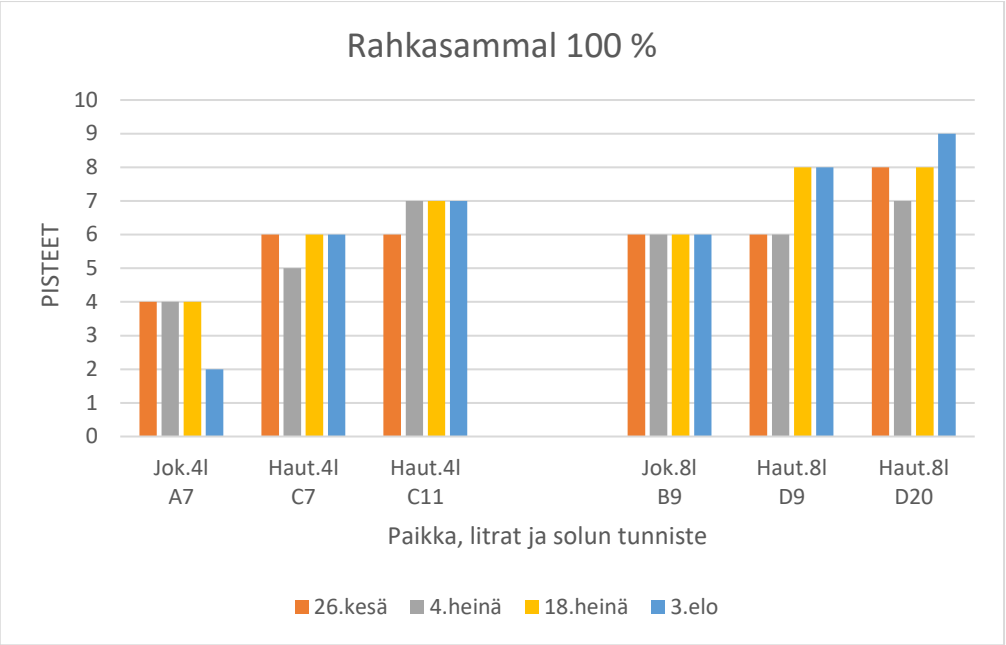


KOESOLUJEN DIAGRAMMIT





Liite 1/6


Rahkasammal 100 %
PISTEET
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
Jok.4l A7
Haut.4l C7
Haut.4l C11
Jok.8l B9
Haut.8l D9
Haut.8l D20
Paikka, litrat ja solun tunniste
26.kesä
4.heinä
18.heinä
3.elo

Liite 2/1

KOEJÄSENIEN SIJOITTUMINEN KOEKENTÄLLÄ
KIIKALAN HAUTAUSMAA

KASTELU 4 LITRAA/ KERTA

C

1. Biohiili 50 %	**2.** Vaahtolasi 30 %
3. Biohiili 5 % + vaahtolasi 5 %	**4.** Biohiili 10 %
5. Vaahtolasi 10 %	**6.** Vaahtolasi 10 %
7. Rahkasammal 100 %	**8.** Biohiili 25 % + vaahtolasi 25 %
9. Puutarhan mustamulta 100 %	**10.** Biohiili 30 %
11. Rahkasammal 100 %	**12.** Vaahtolasi 50 %
13. Vaahtolasi 30 %	**14.** Biohiili 25 % + vaahtolasi 25 %
15. Puutarhan mustamulta 100 %	**16.** Biohiili 30 %
17. Biohiili 50 %	**18.** Biohiili 15 % + vaahtolasi 15 %
19. Biohiili 15 % + vaahtolasi 15 %	**20.** Vaahtolasi 50 %
21. Biohiili 5 % + vaahtolasi 5 %	**22.** Biohiili 10 %

KASTELU 8 LITRAA/ KERTA

D

1. Puutarhan mustamulta 100 %	**2.** Biohiili 15 % + vaahtolasi 15 %
3. Biohiili 30 %	**4.** Vaahtolasi 10 %
5. Biohiili 5 % + vaahtolasi 5 %	**6.** Biohiili 50 %
7. Vaahtolasi 30 %	**8.** Vaahtolasi 30 %
9. Rahkasammal 100 %	**10.** Biohiili 50 %
11. Biohiili 30 %	**12.** Biohiili 25 % + vaahtolasi 25 %
13. Biohiili 15 % + vaahtolasi 15 %	**14.** Vaahtolasi 50 %
15. Biohiili 10 %	**16.** Vaahtolasi 10 %
17. Vaahtolasi 50 %	**18.** Puutarhan mustamulta 100 %
19. Biohiili 5 % + vaahtolasi 5 %	**20.** Rahkasammal 100 %
21. Biohiili 25 % + vaahtolasi 25 %	**22.** Biohiili 10 %

Liite 2/2

KOEJÄSENIEN SIJOITTUMINEN KOEKENTÄLLÄ
JOKIHARJUNTIE KIIKALA

KASTELU 4 LITRAA/ KERTA

A

1. Biohiili 25 % + vaahtolasi 25 %	**2.** Vaahtolasi 50 %
3. Biohiili 10 %	**4.** Biohiili 15 % + vaahtolasi 15 %
5. Biohiili 5 % + vaahtolasi 5 %	**6.** Vaahtolasi 10 %
7. Rahkasammal 100 %	**8.** Puutarhan mustamulta 100 %
9. Biohiili 50 %	**10.** Vaahtolasi 30 %
11. Biohiili 30 %	**12.** Kekkilän puutarhamulta 100 %
13. Puutarhan musta multa 9 litraa + altakastelu	

KASTELU 8 LITRAA/ KERTA

B

1. Biohiili 50 %	**2.** Biohiili 15 % + vaahtolasi 15 %
3. Biohiili 10 %	**4.** Biohiili 25 % + vaahtolasi 25 %
5. Biohiili 5 % + vaahtolasi 5 %	**6.** Biohiili 30 %
7. Vaahtolasi 10 %	**8.** Puutarhan mustamulta 100 %
9. Rahkasammal 100 %	**10.** Vaahtolasi 30 %
11. Vaahtolasi 50 %	**12.** Kekkilän puutarhamulta 100 %