

**KATEMATERIAALIEN VAIKUTUS PALOKEUHKOSAMMALEEN  
LEVIÄMISEEN KUUSEN TAIMIEN KASVATUKSESSA**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Metsätalousinsinööri (AMK)

Kevät 2023

Alina Aaltonen

Metsätalousinsinööri (AMK)

Tekijä Alina Aaltonen

Työn nimi Katemateriaalien vaikutus palokeuhkosammaleen leviämiseen kuusen kasvatuksessa

Ohjaaja Henrik Lindberg

Tiivistelmä

Vuosi 2023

---

Tässä työssä vertaillaan, kuinka palokeuhkosammal (*Marchantia polymorpha* subs. *ruderalis*) levisi kuusia kasvatettaessa, kun kennostot katettiin sahanpurulla tai vermikuliitilla. Näitä katettuja kennostoja vertailtiin kattamattomiin kennostoihin. Työn tavoitteena oli selvittää katteen hyötyjä, sekä vertailla vermikuliittia ja sahanpurua katteena palokeuhkosammaleen torjunnassa kuusen taimien kasvatuksessa.

Työssä käydään läpi palokeuhkosammaleen fysiologiaa sekä sen erityispiirteitä rikkakasvina. Keuhkosammalten torjuntaan käytetään erilaisia tapoja ja niitä on kerätty työn teoriaosuuteen. Suomessa ollaan uudella aikakaudella, koska kemialliseen torjuntaan käytetty kinoklamiini on Euroopan Unionissa erittäin säännelty ja sen viimeinen poikkeuslupa loppui 2019.

Koekennostoja seurattiin kerran viikossa 11.4.-31.8.2022 välisellä ajalla tilaajana toimineen Taimi-Tapio Oy:n Virttaan tarhalla. Ensimmäiset havainnot palokeuhkosammaleesta tehtiin 25.5. vermikuliitilla peitetystä ja katteettomassa kennostossa. Palokeuhkosammal levisi eri nopeudella vermikuliitissa, sahanpurussa ja peittämättömässä, mutta tasainen sammalmatto havaittiin 31.8.2022 kaikissa koekennostoissa. 31.8.2022 mitattiin myös kuusten taimien pituudet. Vermikuliitilla katetuissa kennostoissa kasvoivat pisimmät taimet, kun taas peittämättömissä kennostoissa taimet olivat lyhyempiä sekä itävyys heikompaa.

Työssä selvisi, että katteesta on hyötyä sekä palokeuhkosammaleen torjunnassa, että kuusen taimien kasvatuksessa. Sahanpurukate viivästytti palokeuhkosammaleen leviämistä, mutta kuusen taimien pituuksien keskiarvo oli vertailun huonoin. Vermikuliitissa palokeuhkosammal levisi voimakkaasti, mutta kuusten vertailussa taimien keskiarvoinen pituus oli pisin. Tulevaisuuden tutkimuksessa on kiinnitettävä huomiota katemateriaalin lisäksi katekerroksen paksuuteen. Myös muihin tekijöihin on hyvä kiinnittää huomiota, kun ehkäistään keuhkosammaleiden leviämistä rikkoina taimitarhoilla. Tässä tutkimuksessa ei seurattu säätä, mutta Ilmatieteenlaitoksen säähavaintoihin vertailtaessa, voidaan huomioida lämpötilan ja palokeuhkosammaleen leviämisen yhteys.

Avainsanat Palokeuhkosammal, taimikasvatus, taimitarhat

Sivut 22 sivua ja liitteitä 2 sivua

---

This thesis compares how liverwort, more precisely *Marchantia Polymorpha subs. ruderalis*, spreads when the spruce plugs are grown with the cell trays covered with sawdust or vermiculite. In addition, the test includes reference cells that are completely uncovered. The aim of the thesis is to show that it is useful to use a cover material in seedling production and to examine if vermiculite is better than sawdust as a mulch material, especially in the fight against liverwort.

The physiology of *Marchantia polymorpha subs. ruderalis* and its special characteristics as a weed are examined. Liverwort can be prevented in various ways, and the methods have been covered extensively in the theory section. Finland is in a new era with the prevention of liverwort, as quinoclamine, used as chemical pesticide, is highly regulated in the European Union and its last exemption for use has expired in 2019.

The test cells were monitored once a week between 11<sup>th</sup> of April and 31<sup>st</sup> of August 2022 at Taimi-Tapio Oy forest tree nursery in Virttaa. The first sightings of the moss were made on 25<sup>th</sup> of May, both in a vermiculite-covered and non-covered cells. At a different pace, the liverwort spread in the vermiculite and sawdust covered cells and in the uncovered cells, but a layer of moss was detected in all test cells on 31<sup>st</sup> of August. Lengths of spruce seedlings were also measured. The longest seedlings grew in cells covered with vermiculite, while in the uncovered cells the seedlings were shorter, and germination was weaker.

This thesis shows that the coverage is beneficial both in the fight against liverwort and in the growth of spruce seedlings in general. Sawdust covered cells had the least liverwort, but also the shortest seedlings. In vermiculite covered cells, the liverwort spread quickly, but the tallest seedlings were recorded. Future research needs to focus not only on the mulch material but also on the thickness of the cover layer. Other factors should also be taken into consideration when preventing the spread of liverwort in nurseries. The weather was not monitored in this study, but when comparing meteorological observations from the Finnish Meteorological Institute, the connection between temperature and the spread of the liverwort can be noticed.

Keywords liverwort, seedlings, nursery garden

Pages 22 pages and appendices 2 pages

## Sisällysluettelo

|     |                                                                                |    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1   | Johdanto .....                                                                 | 1  |
| 2   | Palokeuhkosammal ( <i>Marchantia polymorpha</i> subs. <i>ruderalis</i> ) ..... | 2  |
| 3   | Kuusi ( <i>Picea abies</i> ) ja sen kasvatus paakkutaimena .....               | 5  |
| 4   | Palokeuhkosammaleen torjunta .....                                             | 7  |
| 4.1 | Mogeton WP .....                                                               | 8  |
| 4.2 | Eteeriset öljyt .....                                                          | 9  |
| 4.3 | Katteet.....                                                                   | 9  |
| 4.4 | Muita torjuntatapoja .....                                                     | 10 |
| 5   | Tutkimus .....                                                                 | 11 |
| 5.1 | Palokeuhkosammaleen leviäminen .....                                           | 15 |
| 5.2 | Kuusten pituuksien vertailu .....                                              | 16 |
| 6   | Johtopäätökset .....                                                           | 18 |
|     | Lähteet.....                                                                   | 21 |

## Liitteet

|         |                                                                                  |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Liite 1 | Eri käsittelyjen pituusmittaushavaintojen jakaumat                               |
| Liite 2 | Ei-parametrinen testien tulokset eri katemateriaalien taimien pituuksien välillä |

## 1 Johdanto

Idea tälle työlle lähti siitä, kun syksyllä 2021 Taimi-Tapion Virttaan taimitarhalla pakatessa taimia pakkasvarastoon joissakin taimierissä keuhkosammalkasvusto häiritsi tehokasta pakkaamista, koska nostolaitetta ei saatu optimaalisesti taimien tyvelle. Sammalkasvustoa voidaan myös pitää kosmeettisena hättänä myytävillä taimilla. Palo-keuhkosammal on muodostunut taimitarhoilla haasteeksi, koska sitä on torjuttu kinoklamiinilla (kauppanimeltään Mogeton WP), joka on Euroopan Unionissa erittäin säännelty ja viimeinen haettu poikkeuslupa loppui 2019 (Poteri, 2016; Tukes, n.d.).

Tutkimus suoritettiin kolmantena kasvukautena, jolloin Suomessa ei ollut mahdollista torjua kemiallisesti palo-keuhkosammalta.

Katteita on käytetty Virttaan tarhalla jo pitkään. Tutkimusta edeltäneinä vuosina katteena on käytetty havupuupuraa, mutta ennen sitä käytössä oli vermikuliitti. Vermikuliitti on savimineraali, josta lämmitettäessä muodostuu pitkiä säikeitä, joita käytetään puutarhoilla kevyinä hiutaleina. Keveyden lisäksi vermikuliitti on myrkytön, steriili ja sen happamuus on lähellä neutraalia eikä se heikkene ajan saatossa. Vermikuliitti imee itseensä noin kolme kertaa painonsa verran vettä. Myös ravinteita imeytyy vermikuliittiin, ja ne vapautuvat hitaasti veden kanssa. Ominaisuuksiensa takia vermikuliitti on hyödyllistä käyttää kylvetäessä. (BBC Gardeners' World Magazine, 2021) Vermikuliitista on kuitenkin luovuttu kalliin hankintahinnan ja saatavuuden takia, jolloin se on vaihdettu puruun.

Kokeneiden työntekijöiden havaintojen perusteella vermikuliitin käyttö katemateriaalina havupuiden kasvatuksessa esti sahanpurua tehokkaammin keuhkosammaleen leviämistä, joten se on myös tässä opinnäytetyössä hypoteesina. Vermikuliittiä käytettiin aikana, jolloin keuhkosammaleen torjunta oli mahdollista myös kemiallisesti. Nyt sammaleen torjuntaan tarvitaan muita tehokkaita keinoja. Opinnäytetyössä on tarkoitus selvittää palo-keuhkosammaleen leviämistä seuraamalla kennostoja, joiden päälle on levitettyä vermikuliittia ja sahanpurua. Koekennostoihin kylvettiin kuusta huhtikuussa ja keuhkosammaleen leviämistä alettiin seuraamaan kylvöstä lähtien kerran viikossa. Tässä

seurannassa havainnoitiin ainoastaan keuhkosammaleen leviäminen. Muiden rikkakasvien tai sammalien havaintoja ei kirjattu.

## **2 Palokeuhkosammal (*Marchantia polymorpha* subs. *ruderalis*)**

Keuhkosammaleet jaetaan kolmeen alalajiin; rantakeuhkosammaleeseen, tunturikeuhkosammaleeseen ja palokeuhkosammaleeseen. Keuhkosammaleet ovat kosmopoliitteja ja levittyneet koko Suomeen. Rantakeuhkosammalta löytyy koko Suomesta lähteiköistä, soilta ja rannoilta. Suurikokoinen tunturikeuhkosammaleen levinneisyys painottuu pohjoiseen. Palokeuhkosammaleen levinneisyys on hajanaisempi. (Laaka-Lindberg, 2016)

Keuhkosammaleet kasvavat litteäsekovartisina kasvustoina. Väriltään keuhkosammaleet ovat läpikuultavan vihreä tai tummanvihreä ja alapuolelta vaalea. Yläpinnallaan sammal yhteyttää ja haihduttaa. Pintarakenne on verkkomainen, joten siitä erottuvat selvästi ilmaraot, jotka voi huomata myös kuvasta 1. Suomuja on 4–6 rivissä: sekovarrella, reunoissa ja lähellä keskisuonta. Sekovarsi on reunoiltaan poimuinen ja hieman sykeröinen ja kooltaan 0,5–2 cm levyinen ja 3–10 cm pitkä. Sekovarren alapinnalla on juurtumahapsia ja keskijänteen päällä musta juova, jonka avulla keuhkosammaleen alalajit erotetaan. Palokeuhkosammaleella tämä musta juova on katkonainen ja heikko. (Laine ym., 2016; Piippo ja Koponen 2019)

Kuva 1. Palokeuhkosammalkasvustoa. Kuvattu 2.5.2022.



Kaksikotisesta sekovarresta nousee 2–5 cm korkeita palmumaisia, liuskaisia munapesäkkeen kannattimia tai 1–2 cm korkeita piparkakun muotoisia siittiöpesäkkeistön kannattimia, jotka näkyvät kuvassa 2. Sekovarren pinnassa voi olla kuppimaisia itujuväsmaljoja.

Palokeuhkosammalta tavataan paloalueilla, metsäteiden ojissa sekä kulttuuriympäristöissä, kuten seinustoilla ja kukkapenkissä. Keuhkosammaleet hyötyvät ihmistoiminnasta, kun puutarhoilla rikkaruohoja myrkyttämällä luodaan vapaat kasvuolosuhteet sekä kastellaan ja lannoitetaan runsaasti. (Laine ym., 2016; Piippo & Koponen, 2019) Keuhkosammaleet vaativat kasvupaikaltaan valoa ja avointa maapintaa eivätkä näin ollen viihdy metsän sulkeutuneessa pohjakerroksessa. Palokeuhkosammal on usein paloalueilla ensimmäisiä leviäviä sammalia. (Laaka-Lindberg, 2016)



Kuva 2. Palokeuhkosammaleen munapesäkkeitä sekä siittiöpesäkkeitä. Kuvattu 8.6.2022.



Keuhkosammaleiden lisääntyminen on tehokasta, koska se tapahtuu sekä suvullisesti että suvuttomasti. Suvullinen lisääntyminen on yleisempää, vaikka laji on kaksikotinen, eli naaras- ja urospuoliset lisääntymiselimet sijaitsevat eri yksilöissä. Kasvuston rakenne mahdollistaa, että vesipisaroiden avulla siittiösolut leviävät jopa usean metrin säteellä. Jos samalla kasvupaikalla kasvaa siis naaras- ja urosversoja, hedelmöittyminen ja näin ollen itiötuotanto on todennäköistä. Itiöpesäkkeessä kehittyy noin 10 000 itiötä ja siittiöpesäkkeenkannattimessa on useampia pesäkkeistöjä, joten yhdessäkin siittiöpesäkkeenkannattimessa voi olla useita kymmeniätuhansia itiöitä, jotka ovat halkaisijaltaan noin 10–15  $\mu\text{m}$  ja leviävät tehokkaasti ilmavirtojen mukana. (Laaka-Lindberg, 2016)

Suvuton lisääntyminen tapahtuu kasvun ja leviämisen kautta tai itujuvästen avulla, jotka ovat sekovarsien yläpinnalla. Itujuväset eli gemmat ovat noin 0,5 mm halkaisijaltaan ja koon



vuoksi ne eivät leviä itiöiden tavoin ilmapölyttisesti, mutta vesiroiskeiden avulla ne voivat levitä useiden metrien päähän. Gemmoja on 20–25 kappaletta gemmakuppia kohti. Gemmat ovat monisoluisia ja yhteyttäviä, joten ne ovat vahvoja ja kasvavat nopeasti. Myös gemmakuppeja kehittyä keuhkosammaleelle ennen kuin sukusolupesäkkeet kypsyvät. (Laaka-Lindberg, 2016)

Otollisia olosuhteita keuhkosammaleelle ovat korkean ravinteiden ja veden saatavuuden lisäksi 13–15 tuntinen päivän pituus, matala valon sekä UV-säteilyn voimakkuus. Lisääntymisen kannalta otollisimmat lämpötilat ovat tutkimusten mukaan suvulliseen lisääntymiseen 10–15 °C ja suvuttomaan lisääntymiseen 18–22 °C. (Särkkä & Tahvonen, 2020)

### **3 Kuusi (*Picea abies*) ja sen kasvatusta paakkutaimena**

Kuusi on Suomen toiseksi yleisin puulaji männyn jälkeen metsissämme. Kuusta tavataan koko Suomessa pois lukien havupuurajan yläpuoliset tunturit ja uloin saaristo. Kuusi on yksikotinen ja tuulipölytteinen. Kukot ovat yksineuvoiset, kehättömät ja pienet. Käpy kypsyy kukintovuonna. Kooltaan käpy on 7–16 \* 3–5 cm. Kuusen siemenissä on lenninsiivet ja neulaset 15–25 mm pitkät. Kuusen pituus on 20–30 metriä, mutta pidempiäkin yksilöitä voidaan tavata. (Laji.fi, n.d.)

Kuusi on ainavihanta, latvukseltaan leveähkö, kartiomainen ja yleisesti rungoltaan suora puu. Puun runko on harmaa tai ruskea sekä pinnaltaan karhea. Kuusi on altis kuivuudelle, joten sille sopivin kasvupaikka on tuore ja runsasravinteinen. Kuivuuden lisäksi se on altis myös ilmansaasteille ja lahon aiheuttamille vaurioille. Juuristo on melko lähellä maanpintaa, joten kuusikot ovat alttiita myrskytuhoille. Nuorena kuusi on myös hallanarka. Kuusen käyttö on monipuolista. Kuusesta valmistetaan erilaisia rakennustarvikkeita, mutta sitä käytetään esimerkiksi vanerin ja paperinvalmistuksen raaka-aineena. (Puuproffa, n.d.)

Kuusten paakkutaimia kasvatetaan yleensä yhden tai kahden kasvukauden ikäisiksi. Joillakin taimituottajilla on myös niin sanottuja puolitoistavuotiaita, jolla tarkoitetaan taimierää, joka on kesäkuun loppupuolella kylvetty, jolloin ensimmäinen kasvukausi jää vajaaksi.

Kasvualustana käytetään yleensä lannoitettua ja kalkittua osittain maatonutta rahkaturvetta. Hyvin itävillä siemenillä kylvötarkkuudeksi riittää yksi siemen per kenno. Paakun koko on yhteydessä taimen kokoon. Pienessä paakussa liian suuriksi kasvatetut taimet ovat honteloita ja juuristo sykeröityy. 1980- ja 1990-luvuilla siirryttiin käyttämään kovamuovisia kasvatuskennoja kaikilla kolmella yleisimmällä kasvatettavalla puulajilla. Kovamuovisissa kasvatuskennoissa on huomioitu juurten tasapainoinen kehittyminen sekä kennostojen koneellinen käsittely. Kennostojen lisäksi juurten hyvinvointia edistetään kohokasvatuksella, jossa tukien tai suuralustojen avulla kennostot nostetaan irti maasta, niin että ilma pääsee kiertämään myös kennojen alapuolella. Tämä estää juurten kasvun ulos paakusta ja vähentää juurilahoriskia. (Rikala, 2002)

Aikaisemmin luultiin, että vähäravinteiset taimet pärjäävät istutettaessa paremmin, mutta myöhemmin on huomattu, että nimenomaan ravinnerikkaat taimet pärjäävät istutuksen jälkeen paremmin. Kasvatettaessa paakkutaimille ravinteet annetaan kasvatusveden mukana, ja kasvatusalustan kokonaisravinnetilannetta seurataan puristeveden sähkönjohtokykyä mittaamalla. Ongelmaksi voi tulla, kun ravinnepitoisuutta pyritään pitämään tarpeeksi korkeana, että taimet kasvavat tavoitetta suurimmiksi. Ravinnetankkaus on kehitelty menetelmäksi, jossa lisälannoitus annetaan loppukesällä version pituuskasvun loputtua. (Rikala, 2002)

Kastelua ohjataan joko mittaamalla vesipitoisuutta sähköisillä mittareilla tai punnitsemalla kennostojen painoa. Kasvualustassa pyritään pitämään taimien kasvun kannalta optimikosteus eli 40–50 % turvetilavuudesta. Lievillä kuivuuskäsittelyillä voidaan joissain määrin parantaa taimien kuivuudenkestävyyttä. (Rikala, 2002)

Jos taimien kasvatus aloitetaan jo helmi-maaliskuussa, niin ongelmaksi tulee päivän lyhyys. Erityisesti kuusen taimien kasvu pysähtyy, kun ne kasvattavat silmun ja kasvu jää sirkkataimiasteelle. Lisävalolla silmun muodostus voidaan estää. Sama toimii myös syyskesällä, jolloin kasvukautta saadaan pidennettyä ja silmun muodostamista lykättyä. Toinen erityisesti kuusille hyvin soveltuva valokäsittely on lyhytpäiväkäsittely, jossa pyritään pysäyttämään taimien pituuskasvu keski- tai loppukesällä. Lyhytpäiväkäsittely parantaa

syksyllä istutettavien taimien hallankestävyyttä sekä jouduttaa niiden karaistumista taimitarhallakin hallojen varalta tai pakkasvarastointiin. (Rikala, 2002)

Kuusten taimille riittävät yleisesti mekaaniset keinot, ennakkotorjunta ja hyvä taimitarhahygienia torjumaan tuholaiset, taudit, hyönteiset ja rikkakasvit. Tukkimiehentäitä vastaan taimet käsitellään jo taimitarhalla. (Rikala, 2002)

Talvivarastoinnissa taimet varastoidaan pakkasvarastoissa pakattuna tai kasvatusalustoissa ulkona. Ulkona varastoitaessa on tärkeää, että kasvatusalustat ovat tiiviisti maata vasten. Lisäksi luonnonlumi tai tykkilumi eristävät hyvin taimia ja erityisesti niiden juuria. Keväällä talvikuivuminen (kevätahava) kiusaa erityisesti kuusia, kun lumet sulavat kasvustojen päältä, mutta maa on jäässä, jolloin juuristo ei pysty korvaamaan neulasten haihduttamaa vettä. Suuremmat taimet kestävät kevätahavaa pieniä paremmin, niin taimitarhalla kuin metsässäkin. (Rikala, 2002)

#### **4 Palokeuhkosammaleen torjunta**

Keuhkosammaleen torjunnan kannalta taimitarhoilla tulee kiinnittää hygieniaan ja pyrkiä estämään sammaleen itiöiden leviäminen. Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa on havaittu, että painepesulla saadaan poistettua irtoroskat ja hyvä esipesu tehostaa kemiallista pesua. Kemiallisessa pesussa käytetään kvaternaarisia ammoniumklorideja (quaternary ammonium chlorides), vetyoksideja (hydrogen oxide), kloorioksideja (chlorine oxide) ja klooria. Yhdysvaltalaiskokeissa parhaimmaksi tavaksi puhdistaa vanhat kasvatuskennot on havaittu höyry, joka on todettu tehokkaimmaksi tavaksi puhdistaa Styrobloc<sup>TM</sup>-kennot. Höyryn lämpö on ollut kokeissa 77–82 °C ja käsittelyn kesto oli enintään minuutti. (Nabil, 2011)

Hyvästä hygieniasta huolimatta palokeuhkosammalta, esiintyy ja leviää taimitarhaolosuhteissa, joten niin kotimaassa kuin ulkomailla on erilaisia käytäntöjä torjua sammalkasvustoja.

#### 4.1 Mogeton WP

Keuhkosammalta on torjuttu kinoklamiinilla, kauppanimi Mogeton WP, joka kehitettiin 1960-luvulla leväkasvustojen torjuntaan riisipenkeissä. Kinoklamiini oli Euroopan Unionin tehoainelistalla 31.12.2018 saakka ja viimeinen poikkeuslupa on loppunut 2019. Japanilaisen valmistajan tuotetta käytettiin Pohjois-Euroopassa torjunta-aineena taimitarhoille. Pohjois-Amerikassa vuonna 2002 kinoklamiini ei ollut käytössä taimitarhoilla vaan keuhkosammalta kitkettiin käsin, mutta kustannusten vuoksi toimenpiteitä torjunta-aineen markkinoille saamiseksi aloitettiin. (Poteri, 2016)

Kinoklaaminin teho perustuu fotosynteesin estämiseen eli torjunta-aine vaikuttaa vihreiden osien kautta. Torjunnan olosuhteilla on myös vaikutusta, sillä mitä aktiivisempaa yhteyttäminen on, niin sitä paremmin aine tehoaa. Vaikka keuhkosammal vaatii valoa melko vähän, valojakson pituus on vaikuttaa kasvuun. Mogeton WP:n tehoaine hajoaa valon vaikutuksesta, jolloin käsittely tulee tehdä illalla tai pilvisellä säällä. Myös yli +15 °C lämpö vaikuttaa paremmin tehoon. Kosteuden tulisi olla käsittelyn aikana mahdollisimman suuri, joten aamu tai ilta on sen suhteen parasta aikaa. (Poteri, 2016)

Mogeton WP on jauhemainen valmiste, joten se pölyää. Työhygieniasta tulee huolehtia suojaimilla, varoaijoja noudattamalla ja levittämällä aine kastelurampeilla tai traktoriruiskuilla. Kinoklamiini on luokiteltu erittäin myrkylliseksi vesieliöille pitkäaikaisine haittavaikutuksineen. Aine saattaa aiheuttaa allergisia ihoreaktioita, vaurioittaa sikiötä sekä vahingoittaa elimiä pitkäaikaisella tai toistuvalla altistumisella. (Poteri, 2016)

Yhdysvalloissa tehdyissä kokeissa on ilmennyt, että kinoklamiini ei sovellu kasvualustan ennakkokäsittelyyn ja teho heikkenee vanhoissa itiöitä muodostavissa kasvustoissa, vaikka teho onkin hyvä kasvustokäsittelyissä. Heikkeneminen selitetään sillä, että itiöitä tuottavat rakenteen todettiin huokosten osalta olevan pienempiä ja niiden määrä on vähäisempi kuin muissa sammaleen osissa. Näin kinoklamiinia menee vähemmän itiöperiin. Kasvupaikan olosuhteilla havaittiin myös yhteys yleisyyteen; viileän ja kostean luonteisrannikon tarhoilla maksasammal oli suurempi ongelma kuin kaakkoisosan tarhoilla. (Poteri, 2016)

## 4.2 Eteeriset öljyt

Marja Poterin kirjoittamassa artikkelissa Taimiuutisissa vuonna 2002 nostetaan esille, että Yhdysvalloissa oli tutkittu eri vaihtoehtoja sammaleen torjuntaan, ja lupaava on ollut neilikkaöljy (cinnamon oil extract). Sitä on käytetty jo aikaisemmin sairaaloissa puhdistusaineena. Neilikkaöljyn positiivisia ominaisuuksia ovat luonnonmukaisuus, nopea hajoaminen ympäristöstä sekä se, että sitä ei ole luokiteltu kovin myrkylliseksi. (Poteri, 2002)

Vaikka eteerisiä öljyjä on käytetty jo muinaisessa Egyptissä muumioiden säilönnässä, niin silti eteeristen öljyjen toimintatapoja ei tunneta vielääkään kovin hyvin. Torjunta-aineena käytettäessä ilmeisesti öljy luo kasvin pinnalle kalvon, joka estää kasvia yhteyttämästä ja tämä tappaa kasvin. Kasvien kestävyys vaihtelee ja esimerkiksi havupuiden yhteyttämiseen eteeriset öljyt eivät vaikuta yhtä vahvasti kuin keuhkosammaleen. (Nabil, 2011)

Muutamissa yhdysvaltalaisista kokeissa on testattu rosmariini-, neilikka- ja timjamiöljystä tehtyä Sporatec™ -valmisteita, ja näistä on löydetty apua antavat ohjeet sammaleiden torjuntaan. Yleisesti ottaen torjunta-aineesta tehdään sitä vahvempi liuos, mitä myöhemmässä kasvukauden ajankohdassa torjunta-ainekäsittely tehdään. Kestävimmäksi puulajiksi havaittiin keltamänty (*Pinus ponderosa*) ja pihdat. Havupuista herkimmäksi todettiin (lännen)lehtikuusi (*Larix occidentalis*). Yleisesti lehtipuut ovat herkempiä Sporatec™ käsittelylle. Niiden käsittelyn yhteydessä on hyvä harkita esi- ja jälkikastelua valmisteiden levityksen yhteydessä. (Nabil, 2011)

## 4.3 Katteet

Eri kokeissa on huomattu, että erityisesti katteiden paksuudella on vaikutusta keuhkosammaleen leviämiseen. Keuhkosammaleen kasvun ehkäisevinä katteina on todettu 1,3 cm paksu hasselpähkinän ja osterikuori sekä 2,5 cm paksua riisiruohosilppu katekerros. Heikkoja tuloksia on havaittu karkealla hiekalla, turpeella, perliitillä, hohkakivellä sekä kivivillalla. Muita käytettyjä katemateriaaleja ovat esimerkiksi kierrätyspaperipelletti, oljet, männyn kaarna ja kaakaon kuori. Sinapinsiemenjauho on todettu tehokkaaksi ehkäisemään keuhkosammaleen kasvua. (Särkkä & Tahvonen, 2020)



UPM ja Epira Oy ovat yhteistyössä kehittäneet sahanpurukatteen juuri metsätaimitarhan tarpeisiin. Tämä Epira Oy:n toimittama sahanpuru on puhdasta mäntyä, joka on todettu hyväksi kosteustasapainon hallinnassa kuin sammaleiden torjunnassakin. Muitakin hyviä ominaisuuksia purulla on: se pitää siemeniä paikallaan kasvatusturpeen pinnalla kennostoja siirreltäessä, heijastaa auringonvaloa ehkäisten pinnan lämpiämistä ja kuivumista, sitoo lämpöä sekä ehkäisee turpeen liettymistä. Kotimainen peittopuru on myös ekologinen, koska siihen voidaan käyttää huonolaatuistakin sahatavaraa sekä se maatu ongelmitta metsään. Sahanpurukatteen käsittely on myös työntekijöille turvallista. (UPM Metsä , n.d.)

Luonnonvarakeskus on tutkinut rahkasammalseoksen käyttöä katteena mustikan, mustaherukan ja alppiruusun kasvatuksessa. Rahkasammalseoksen huomattiin hillitsevän keuhkosammaleen kasvua, mutta ei kokonaan estävän. Kokeessa havaittiin sama asia kuin monessa muussakin kokeessa, että katteen paksuudella on eniten vaikutusta.

Rahkasammaleesta olisi mahdollista puristaa käytännöllisempiä levyjä katetarkoitukseen ja sen saatavuus olisi Suomessa hyvä, joten sillä olisi mahdollisuuksia katemateriaalina. (Särkkä & Tahvonen, 2020)

Osa katemateriaaleista ovat niin kevyitä, että tuuli kuljettaa katteet pois. Ja joskus, vaikka katemateriaali olisi tehokas ehkäisemään palokeuhkosammalta, niin sen käyttö olisi kaupallisessa mittakaavassa liian kallista tuotanto- ja työvoimakustannusten takia. (Särkkä & Tahvonen, 2020)

#### **4.4 Muita torjuntatapoja**

Yhdysvalloissa palokeuhkosammalta on torjuttu ruokasoodalla alueilta, joissa ei ole viljeltyjä taimia. Ruokasooda toimii hyvin ensimmäisenä torjuntakeinona. Taimiviljelyssä tulee myös huomioida veden ja ravinteiden vaikutus rikkakasveihin. Ylimääräinen kastelu ja pinnan pysyminen pitkään kosteana antavat hyvät elinolosuhteet sammalille, joten myös palokeuhkosammal viihtyy. Myös liiallinen ravinteiden käyttö lisää sammalien viihtyvyyttä, erityisesti typen ja fosforin. (Nabil, 2011)

Harsosääsken käyttöä palokeuhkosammaleiden torjunnassa on myös tutkittu ja on havaittu, että harsosääskien toukat syövät palokeuhkosammalta jopa melko tehokkaasti. Harva hyönteinen syö maksasammalia, ja sen epäillään johtuvan sammaleen eteerisistä öljyistä. Harsosääskien ravinto koostuu myös paljosta muusta, ja näihin kuuluu myös useita viljelykasveja. Myös viljeltävät puuntaimet ovat osa niiden ravintoa, joten tämä torjuntatapa ei käytännössä toimi metsätaimitarhoilla. (Sawangproh ym., 2016)

Kitkentä on myös mahdollinen torjuntatapa, joskin siihen liittyy myös haittoja. Kitkentä on työlästä sekä kallis torjuntakeino. Lisäksi kitkettäessä on mahdollisuus, että vaurioittaa viljeltävän taimen juuria ja usein myös kasvualustaa poistuu. Kitkettäessä on mahdollista, että itiöitä ja gemmoja leviää ympäristöön (Laaka-Lindberg, 2016).

## **5 Tutkimus**

Hypoteesin perusteella tutkimuskysymykseksi muodostui: leviääkö palokeuhkosammal yhtä tehokkaasti vermikuliittikatteessa kuin sahanpurukatteessa. Tutkimusmenetelmänä käytetään koetta, jossa seurataan, miten palokeuhkosammal leviää kennostoissa, joissa kasvatetaan kuusen taimia, kun kennostojen pinta katetaan joko vermikuliitilla tai sahanpurulla. Verrokkikennostoina seurannassa ovat kennostot, joissa ei ole ollenkaan katetta, jolloin kylvetyt siemenet ovat ilman katetta kasvuturpeen päällä. Tarkoituksena on selvittää, mikä vaikutus katteella on keuhkosammaleen leviämisenopeuteen. Ja erityisesti vertailla eroja vermikuliitti ja sahanpurun käytössä katteena, kun tarkoituksena on ehkäistä keuhkosammaleen leviäminen kennostojen pinnalla. Tutkimuksen perusoletuksena on, että keuhkosammal leviää kennostoihin, muttei tiedetä miten nopeasti, ja kuinka kattavasti se peittää kennostot. Oletus siitä, että keuhkosammal leviää kennostoihin edes hieman, on syntynyt siitä, koska taimierän kasvihuoneessa esiintyi jo ennen taimikennostojen siirtoa sinne runsaasti keuhkosammalkasvustoa käytävien ja kastelurampin alueella.

Palokeuhkosammaleen leviämistä seurattiin yksivuotiaan kuusen kasvatuskennojen pinnalla Taimi-Tapio Oy:n Virttaan taimitarhalla. Kuuset kasvatettiin niin kutsuttuna keskipaakkuna PL-100 F-kennostossa, jossa on 100 kennoa ja taimet kasvavat tiheydessä 676 tainta

neliömetrillä, jota havainnollistetaan kuvassa 3. Ja paakun tilavuus on  $85 \text{ cm}^3$ . Myytävän kuusentaimen koko on  $20 \pm 5 \text{ cm}$ . (Pohjan Taimi Oy, n.d.)

Kuva 3. Näin tiheästi taimet kasvavat 100 kennon kennostossa. Kuvassa koekennostoja kuvattu 31.8.2022.



Kennostojen päälle levitettiin koneellisesti kylvön yhteydessä katemateriaalit, jotka ovat sahanpuru ja vermikuliitti. Koneellisesta katteen levittämisestä on kuva 4. Vertailukennostot jätettiin kokonaan ilman katetta. 18 kennostoa peitettiin vermikuliitillä, 18 kennostoa sahanpurulla ja 18 kennostoa jäi peittämättömäksi. Eli kaikissa vertailtavissa katteissa on yhteensä 1800 kennoa.

Kuva 4. Sahanpurukatteen koneellinen levittäminen koekennoston päälle.



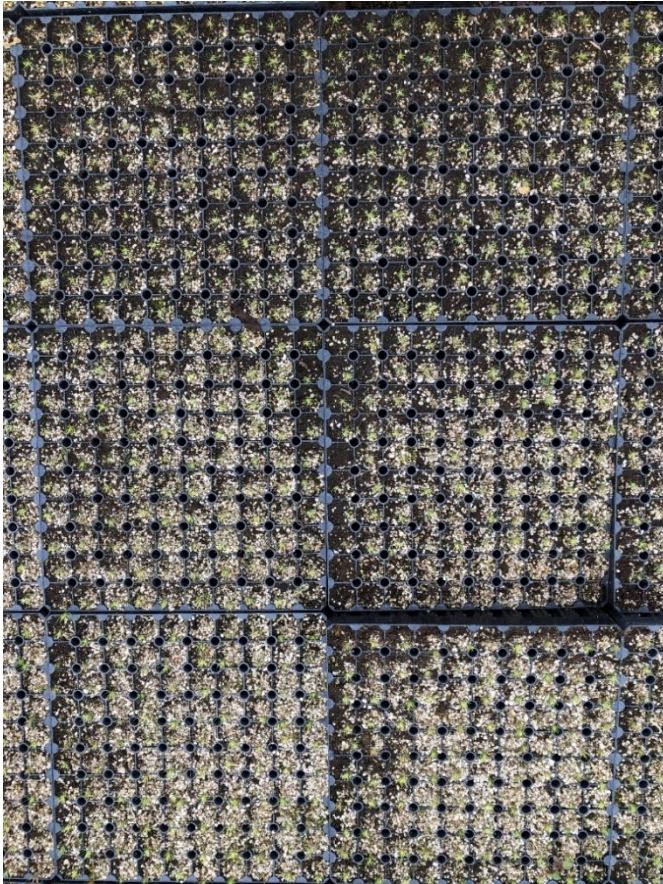
Puraa levitettäessä peittokoneen aukko oli 10 mm auki. Vermikuliittia levitettäessä aukkoa säädettiin kolme kertaa, jolloin se oli auki 6–10 mm. Kaikkia vertailtavia kennostoja oli 18 sen takia, koska logistisesti oli helpointa sovittaa koekennostojen määrä kohokasvatusalustojen mukaan, jotta kennostojen siirtely kylvöhallista kasvihuoneeseen ja myöhemmin kasvihuoneesta ulkokasvatusalueille olisi helppoa. Yhdellä kohokasvatusalustalla oli vain yhtä katetta, ja alustat olivat muun taimierän joukossa melko keskellä, mutta huoltoreittien reunoissa.

Koekennostojen kuuset kylvettiin 7.4.2022 ja 11.4.2022 aloitettiin idätyskastelu kasvihuoneessa. Keuhkosammaleen seuranta aloitettiin heti kylvöstä. Seuranta toteutettiin kerran viikossa keskiviikkoisin niin, että laskettiin, kuinka monessa kennossa havaittiin silmin sammalkasvustoa sekä valokuvattiin kennostot. Kuva 5 esimerkkinä valokuvausseurannasta. Sammaleiden määrä on siis laskettu kennoittain, jolloin yksittäisten sammalien määrä ei ole todellinen, koska samassa kennossa on voitu havainnoida muitakin sammalia. Seuranta lopetettiin, kun kaikkien kennojen päällä oli sammalta, joko palokeuhkosammalta tai muuta sammalta. Seuranta loppui 31.8.2022, kun kaikkien kennojen päällä oli sammalkasvustoa.



Samalla 31.8 mitattiin kuusten pituudet niin, että jokaisesta kennostosta mitattiin viiden kuusen pituus noin 20 kennon välein. Tässä seurannassa ei ole muuten mitattu tai laskettu esimerkiksi kuusten kasvua tai itävyyttä.

Kuva 5. Palokeuhkosammaleen kasvua oli helppo kuvata ennen kuusten taimien vahvistumista. Kuva otettu 25.5.2022.



Taimet itivät muovihuoneessa ja ne siirrettiin ulos kasvatusalueille 16.-17.5.2022. Sekä muovihuoneissa, että ulkokasvatusalueilla kastelu tapahtui kastelurampin avulla eli veden ja lannoiteveden saanti on ollut tasaista kaikissa koekennostoissa. Koekennostot sijaitsivat huoltoreittien varsilla, mikä altistaa reunimmaisista kennostoista nopeammalle kuivumiselle ja tarvittaessa reunimmaisista kennostoista kasteltiin rampilla.

## 5.1 Palokeuhkosammaleen leviäminen

Ensimmäiset havainnot palokeuhkosammaleesta tehtiin 25.5.2022 eli 49 päivää kylvöstä.

Havainnot tehtiin yhdessä kennossa sekä vermikuliitissa että peittämättömässä turvepintaissa. Sadan potin leviämisrajan ylitti ensimmäisenä peittämätön 15.6.2022.

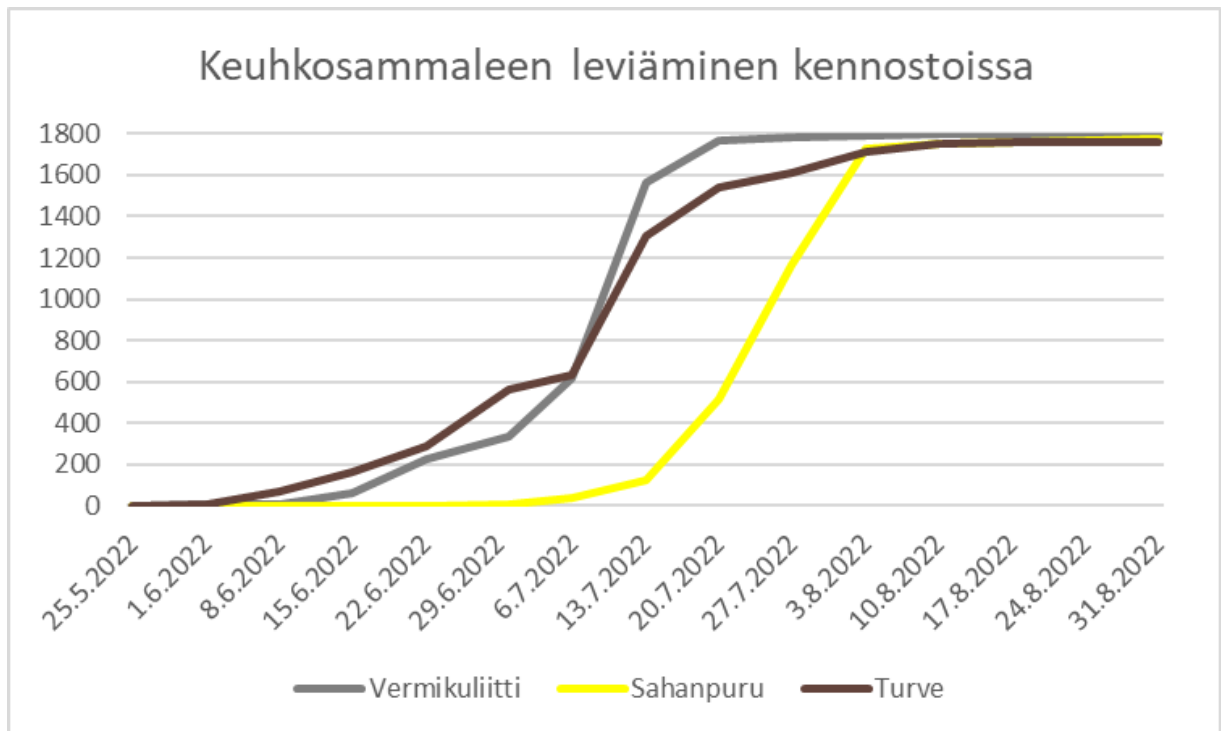
Ensimmäinen havainto sahanpurukatteessa tehtiin vasta 22.6.2022 eli kuukausi vermikuliitin ja peittämättömän jälkeen. Kuvasta 6. voidaan nähdä, että molemmissa katteissa sekä katteettomissa kennostoissa palokeuhkosammal on levinnyt kauttaaltaan kennostojen pinnalla, mutta leviämisenopeudessa on eroja katteiden välillä.

Vermikuliitilla katetuissa kennostoissa keuhkosammal levisi ensimmäisenä kaikkiin koekennoihin. Ensimmäiset havainnot tehtiin yhtä aikaa kuin peittämättömissä kennostoissa ja ensimmäisenä koekennostojen pinnassa oli kauttaaltaan keuhkosammalmatto. Ensimmäisestä havainnosta siihen, että kaikkien koekennojen pinnalla oli keuhkosammalkasvustoa, kesti yhteensä 77 päivää.

Peittämättömissä kennostoissa keuhkosammal levisi ensimmäisten havaintoviikkojen aikana kaikista aggressiivisimmin. Toisen ja kolmannen viikon välillä keuhkosammalien määrä oli yli kolmenkymmenkertaistunut. Kesä-heinäkuun vaihteessa kasvutahti hieman taittui, mutta heinäkuun toisella viikolla tehdyllä seurantakerralla keuhkosammaleen määrä oli kaksinkertaistunut heinäkuun ensimmäisen viikon havaintoihin. Leviäminen hidastui heinäkuun puolessa välissä, mutta silti koko elokuunkin sammalkasvusto levisi.

Sahanpuruilla peitetyissä koekennostoissa keuhkosammaleesta tehtiin viimeisenä ensimmäinen havainto. Keuhkosammaleen leviäminen myös poikkesi kahdesta muusta siinä, että ensimmäisen kuukaudenkaan aikana ei tapahtunut yli kolmenkymmenkertaistumista sammalten määrässä. Leviäminen oli hieman tasaisempaa kuin kahdella muulla katteella. Viimeisten viiden viikon aikana leviämistä tapahtui, mutta suhteellisen hitaasti.

Kuva 6. Keuhkosammaleen leviäminen kennostoissa.



## 5.2 Kuusten pituuksien vertailu

Kuusen taimien pituudet mitattiin 31.8.2022 niin, että jokaisesta kennostosta mitattiin viiden taimen pituus senttimetrin tarkkuudella kuvan 7. osoittamalla tavalla. Siis jokaisesta vertailtavan katemateriaalin erästä mitattiin 90 taimen pituus.



Kuva 7. Mitattavaksi valitut taimet.



Huomioitavaa on myös, että peittämättömissä kennostoissa oli silmämääräisesti tarkastellen vähemmän taimia kuin muissa vaikka siemen sekä kylvötarkkuus ovat olleet samat. Tässä seurannassa ei laskettu siementen itävyyttä, mutta kokonaiskuvassa on tärkeä huomioida kasvatettavan kasvin määrät ja laatu.

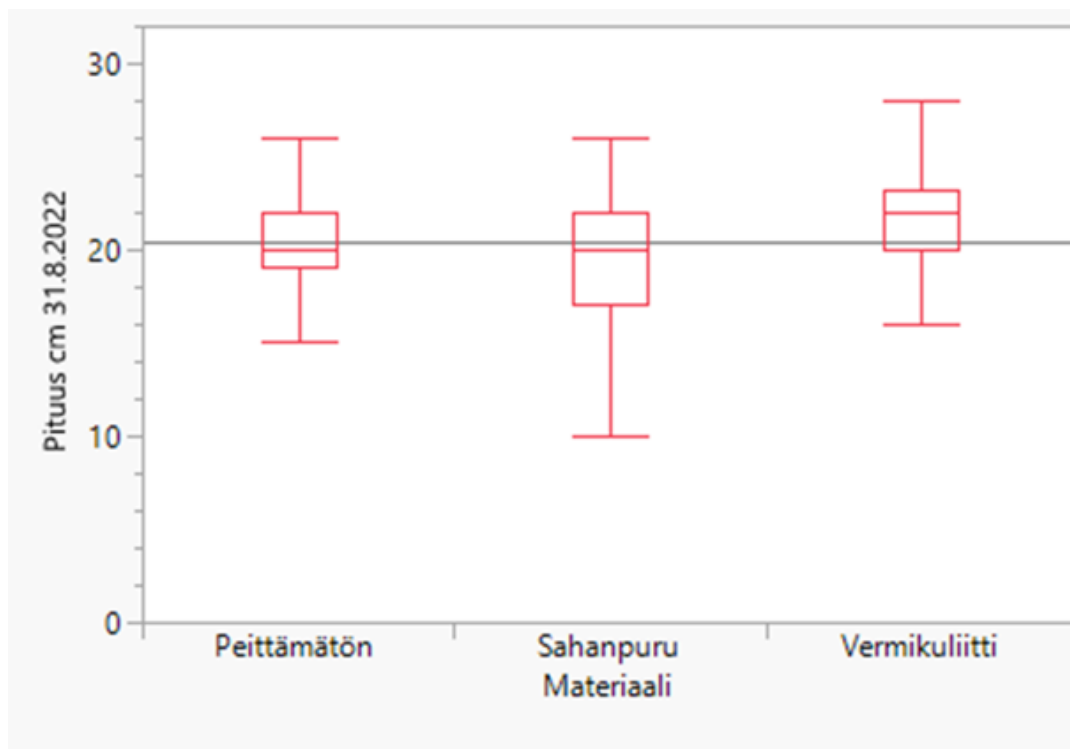
Vermikuliittikatteessa kasvaneiden kuusten pituuden keskiarvo on 21,56 cm.

Sahanpurukatteessa kasvaneiden kuusten pituuden keskiarvo on lyhin, 19,42 cm.

Peittämättöminä kasvaneiden kuusten pituuden keskiarvo on 20,17 cm. Keskihajontakin oli

suurin sahanpurussa ja pienin vermikuliitissa. Koska eri käsittelyjen jakaumat eivät olleet kaikki normaalisti jakautuneita (Liite 1), käsittelyjen vertailut tehtiin ei-parametrisella Wilcoxonin testillä ja Studentin t-testillä. Selvästi pienin P-arvo havaittiin vermikuliittia ja sahanpurua keskenään testattaessa (0,002) ja suurin P-arvo peittämätöntä ja sahanpurua keskenään testattaessa (0,1933). T-testissä vermikuliitin ja peittämättömän keskinäinen p-arvo on 0,0156 (Kuva 8). Testien laajemmat tulokset on esitetty liitteessä 2.

Kuva 8. Kuusen taimien pituudet eri käsittelyillä 31.8. Tarkemmat testitulokset liitteessä 2.



## 6 Johtopäätökset

Hypoteesina tässä seurannassa oli, että palokeuhkosammal leviää vähemmän vermikuliitissa katetuissa kennostoissa kuin sahanpurulla. Hypoteesina oli myös se, että katteesta on enemmän hyötyä kuin katteettomasta kasvatuksesta.

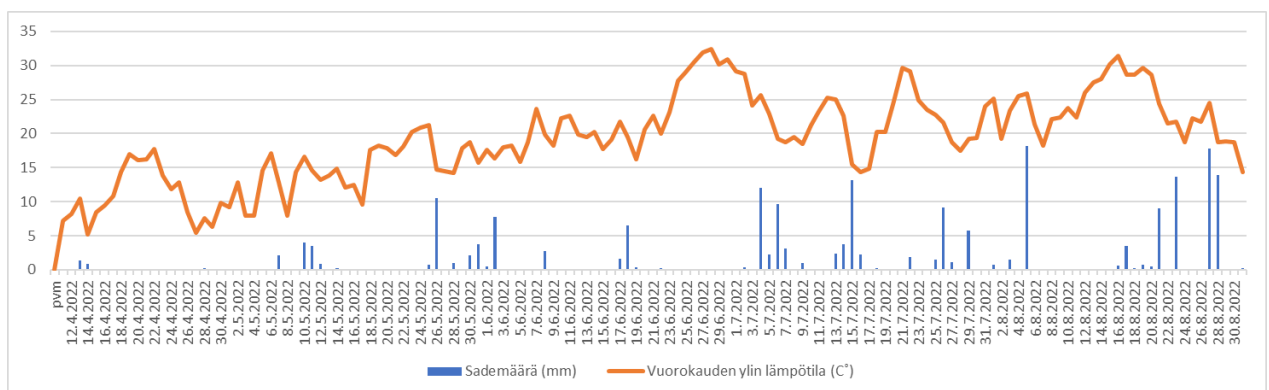
Tulosten perusteella palokeuhkosammal levisi kaikista nopeimmin vermikuliitissa.

Sahanpurukaan ei estänyt keuhkosammaleen kasvua, mutta hidasti sitä selvästi. Tämän seurannan perusteella ei voida suoraan todeta, että kate olisi keuhkosammaleen kasvun

estämiseksi välttämätön, koska vermikuliitissa keuhkosammalen leviäminen oli keskiarvallisesti kaikista aggressiivisinta.

Seurannan perusteella aika keuhkosammaleen leviämiseen suurin vaikutus näyttää olevan säällä ja erityisesti lämpötilalla. Kuvassa 9. on Ilmatieteen laitoksen Kokemäen Tulkkilan havaintoasemalta vuorokauden korkein lämpötila sekä sademäärä esitettynä. Taimitarhan ja havaintoaseman etäisyys toisistaan on noin 40 kilometriä sekä taimitarhan maantieteellinen sijainti Säskylänharjun ja Virttaankankaan välittömässä läheisyydessä luovat alueelle oman ilmaston, mutta havaintoaseman suuret kuitenkin kertovat lähialueen säästä tarpeeksi tarkasti, kun tiedetään lämmön ja veden saannin merkitys keuhkosammaleelle.

Kuva 9. Seurantakauden vuorokauden ylin lämpötila ja sademäärä Tulkkilan (Kokemäki) havaintoasemalta (Ilmatieteen laitos, 2022)



Katteella kuitenkin nähtiin vaikutus kasvatettavan puun pituuteen sekä itävyyteen. Pisimmät taimet kasvoivat vermikuliitilla katetuissa koekennoissa, mutta näissä myös palokeuhkosammal levisi voimakkaimmin. Vermikuliitin ominaisuus pidättää vettä ja ravinteita ilmeni tässä kokeessa hyvin, koska sekä kasvatettava laji että rikkana kasvavat sammaleet viihtyivät hyvin.

Vaikka kaikkiin katemateriaaleihin kasvoi koekennot peittävä sammalmatto, niin silti tuloksia voidaan tulkita niin, että katteet eivät ole turhia kuusen kasvatuksessa, koska ne selkeästi hidastavat rikkojen kasvua sekä auttavat itse kuusia kasvamaan. Tässä seurannassa tuli osittain ristiriitaisia tuloksia, koska keuhkosammaleen torjunnassa sahanpurua voidaan

pitää hieman parempana kuin vermikuliittia, mutta taimien pituuksia verratessa vermikuliitti olisi parempi. Toisaalta voidaan miettiä, että kasvavatko taimet liian pitkiksi tavoitteesta vermikuliitissa. Myös kasvukauden sääolot vaihtelevat vuosittain, eikä kokeella voida osoittaa, että viileämpänä kesänä olisi saatu samanlaisia etuja vermikuliitilla, koska tällöin kastelun tarve on vähäisempi. Särkän ja Tahvosen tutkimuksessa (2020) havaittiin, että keuhkosammaleen leviäminen on voimakkaampaa viileämpänä ja sateisempana kesänä.

Tässä kokeessa ei seurattu katteen paksuuden vaikutusta. Kylvön yhteydessä, kun vermikuliittia koneellisesti levitettiin, haettiin vermikuliitille sopivaa kerrosta. Joten vermikuliitin kerros ei ole kaikissa kenoissa täsmälleen sama, koska katteenlevityskoneen aukkoa muutettiin. Mutta kuten aikaisemmat tutkimukset esittävät, niin katteen paksuudella on vaikutusta palokeuhkosammaleen leviämiseen. Tähän voidaan yhtyä tässä kokeessa, koska keuhkosammal lähti nopeimmin leviämään niissä koekennoissa, joissa ei ollut katetta.

Tässä kokeessa aina yksi katemateriaali oli omalla kohokasvatusalustallaan, mutta tällaisissa kokeissa koekennot tulisi ehdottomasti sekoittaa keskenään. Koekennojen kohokasvatusalustat olivat muiden kasvatettavien taimien joukossa molemmin puolin kasteluramppia huoltokäytävien reunassa, joka on kasvupaikkana taimikenttien keskustoja kuivempi, joka vaikuttaa keuhkosammaleen kasvuun.

Kuusia kasvattaessa voidaan siis olettaa, että katteella on merkitystä ja tulevaisuudessa kokeissa voitaisiin testata, erityisesti sahanpurukatteen katekerroksen paksuuden vaikutuksia ja etsiä optimaalisen katekerroksen paksuus niin kuusten kasvun kannalta kuin keuhkosammaleen leviämisen ehkäisyn kannalta. Sään vaikutuksia voitaisiin myös tutkia, vaikka se onkin hankalampaa, koska sään lämpötilan kohoamisen aikaan tässä kokeessa voidaan huomata keuhkosammaleen leviämisen nopeutuvan. Toki lämpimällä säällä taimipotit kuivuvat nopeammin, ja kastellaan viileätä säätä useammin.

## Lähteet

BBC Gardeners' World Magazine. (26.4.2021). Vermiculite: main uses.

<https://www.gardenersworld.com/how-to/grow-plants/how-to-use-vermiculite/>

Laaka-Lindberg, S. (2016). Keuhkosammal *Marchantia polymorpha*-taimitarhojen haasteellinen rikka, Taimiuutiset. 1/6 s.9-11

Laaka-Lindberg, S. (2. Helmikuu 2016). Keuhkosammalten *Marchantia polymorpha* biologiaa ja ekologiaa: menestystarina vai katastrofi. <https://docplayer.fi/48016497-Keuhkosammalten-marchantia-polymorpha-biologiaa-ja-ekologiaa-menestystarina-vai-katastrofi.html>

Laine, J.;Sallantausta, T.;Syrjänen, K.;& Vasander, H. (2016). Sammalten kirjo. Metsäkustannus Oy.

Laji.fi. (n.d.). Kuuset - *Picea*: Laji.fi. <https://laji.fi/taxon/MX.37812>

Nabil, K. (2011). Using Essential Oils to Control Moss and Liverwort in Containers. Olympia: USDA Forest Service.

Piippo, S.;& Koponen, T. (2019). Suomen sammalet. Minerva Kustannus Oy.

Pohjan Taimi Oy. (ei pvm). Metsätaimet. <https://pohjantaimi.fi/metsataimet/>

Poteri, M. (2002). Maksasammaleet kiusaavat taimikasvatusta. Taimiuutiset, 3/2002 s. 17 - 18.

Poteri, M. (2.2.2016). Maksasammalten kemiallinen torjunta. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201602297879>

Puuproffa. (n.d.). *Picea abies*, Kuusi: Puuproffa. <https://puuproffa.fi/puutieto/yleista-puista/kuusi/>

Rikala, R. (2002). Metsätaimiopas: Taimien valinta ja käsittely tarhalta uudistusalalle. Metsäntutkimuslaitos.

Sawangproh, W.;Ekroos, J.;& Cronberg, N. (2016). The effect of ambient temperature on larvae of *Scatopsciara cunicularius* (Diptera: Sciaridae) feeding on the thallose liverwort *Marchantia polymorpha*. European journal of entomolog. 113 (1):259-26

Särkkä, L. E.;& Tahvonen, R. (2020). Control of liverwort (*Marchantia polymorpha* L.) growth in nursery plants with mulches of Sphagnum moss and blackcurrant stem pieces. Agricultural and Food Science, 29(3), 250–256.



Tukes. (n.d.) Suomessa myönnettyt poikkeusluvut v. 2013-2020.

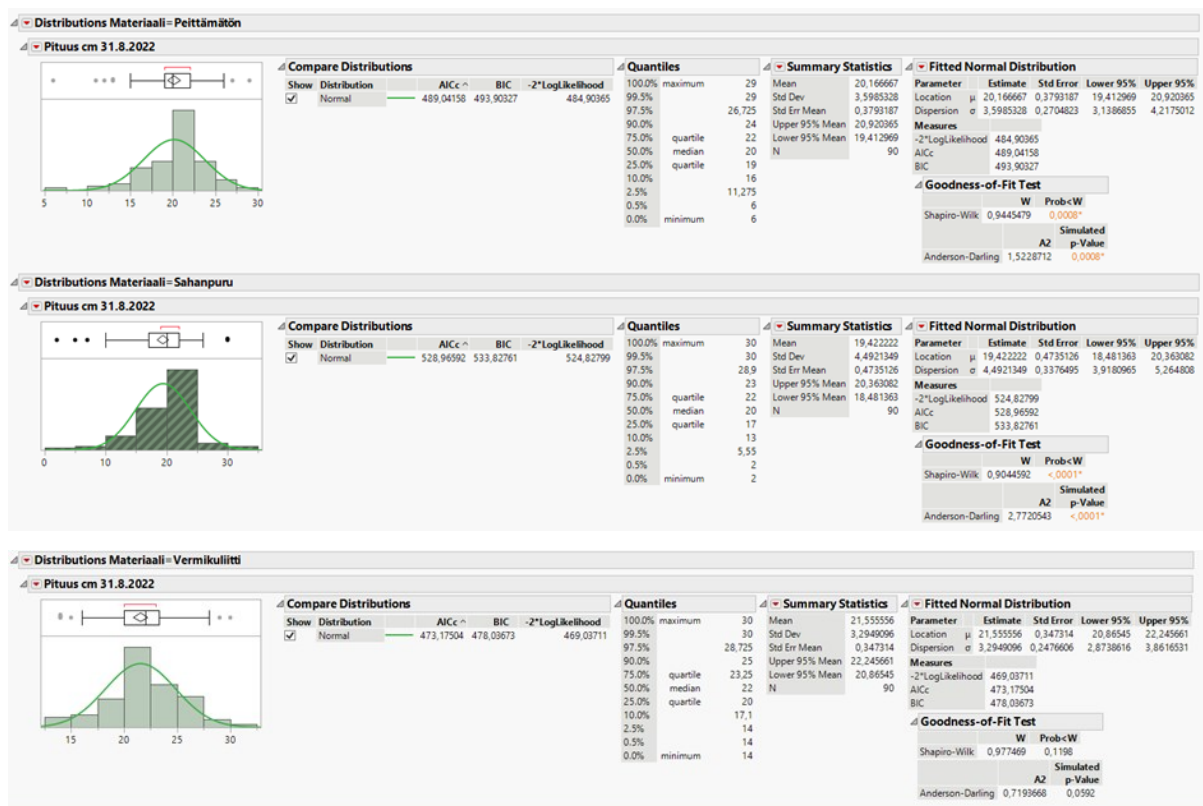
<https://tukes.fi/documents/5470659/6372801/My%C3%B6nnetyt+poikkeusluvut+2013-2017/99c97348-de85-43a6-b64d-985ceccf7439/My%C3%B6nnetyt+poikkeusluvut+2013-2017.pdf?t=1610712637651>

UPM Metsä. (n.d.). *Ekologinen sahanpuru suojaa taimea taimitarhalla.*

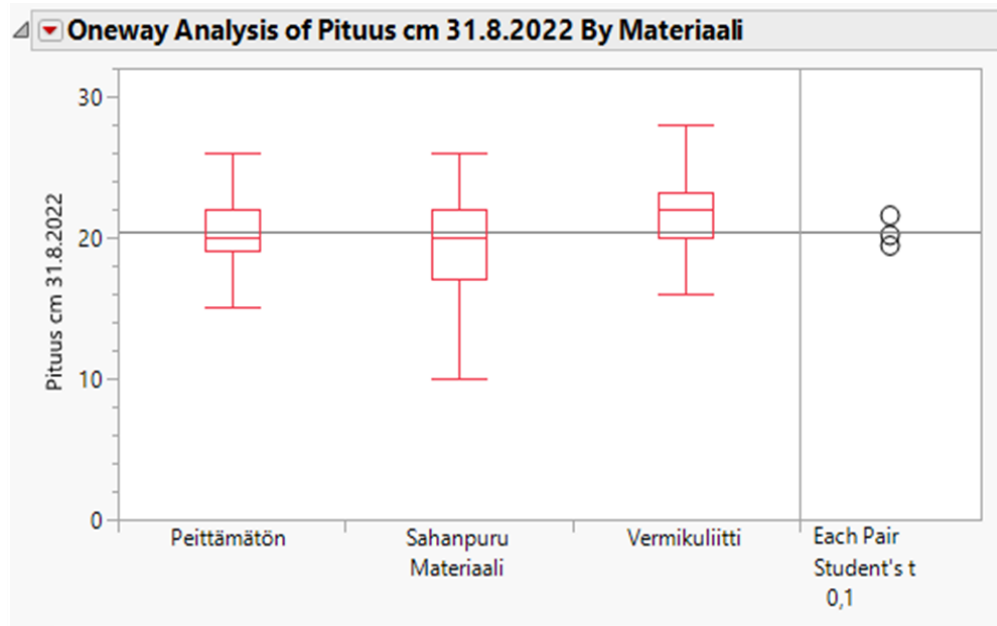
<https://www.upmmetsa.fi/tietoa-ja-tapahtumia/artikkelit/ekologinen-sahanpuru-suojaa-taimea-taimitarhalla/>



## Liite 1: Eri käsittelyjen pituusmittaushavaintojen jakaumat



## Liite 2: Ei-parametrinen testien tulokset eri katemateriaalien taimien pituuksien välillä



## Means and Std Deviations

| Level         | Number | Mean      | Std Dev   | Std Err Mean | Lower 90% | Upper 90% |
|---------------|--------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|
| Peittämätön   | 90     | 20,166667 | 3,5985328 | 0,3793187    | 19,53618  | 20,797153 |
| Sahanpuru     | 90     | 19,422222 | 4,4921349 | 0,4735126    | 18,635171 | 20,209274 |
| Vermikuliitti | 90     | 21,555556 | 3,2949096 | 0,347314     | 20,978266 | 22,132845 |

## Nonparametric Comparisons For Each Pair Using Wilcoxon Method

| q*            |             | Alpha                 |             |          |         |                |          |          |                 |
|---------------|-------------|-----------------------|-------------|----------|---------|----------------|----------|----------|-----------------|
| 1,64485       |             | 0,1                   |             |          |         |                |          |          |                 |
| Level         | - Level     | Score Mean Difference | Std Err Dif | Z        | p-Value | Hodges-Lehmann | Lower CL | Upper CL | Difference Plot |
| Vermikuliitti | Sahanpuru   | 27,0889               | 7,727859    | 3,50536  | 0,0005* | 2,000000       | 1,00000  | 3,000000 |                 |
| Vermikuliitti | Peittämätön | 20,2222               | 7,721945    | 2,61880  | 0,0088* | 1,000000       | 0,00000  | 2,000000 |                 |
| Sahanpuru     | Peittämätön | -7,5000               | 7,720357    | -0,97146 | 0,3313  | 0,000000       | -1,00000 | 0,000000 |                 |

## Means Comparisons

## Comparisons for each pair using Student's t

## Confidence Quantile

| t       | Alpha |
|---------|-------|
| 1,65058 | 0,1   |

## LSD Threshold Matrix

Abs(Dif)-LSD

|               | Vermikuliitti | Peittämätön | Sahanpuru |
|---------------|---------------|-------------|-----------|
| Vermikuliitti | -0,9422       | 0,4467      | 1,1912    |
| Peittämätön   | 0,4467        | -0,9422     | -0,1977   |
| Sahanpuru     | 1,1912        | -0,1977     | -0,9422   |

Positive values show pairs of means that are significantly different.

## Connecting Letters Report

| Level           | Mean      |
|-----------------|-----------|
| Vermikuliitti A | 21,555556 |
| Peittämätön B   | 20,166667 |
| Sahanpuru B     | 19,422222 |

Levels not connected by same letter are significantly different.

## Ordered Differences Report

| Level         | - Level     | Difference | Std Err Dif | Lower CL | Upper CL | p-Value |
|---------------|-------------|------------|-------------|----------|----------|---------|
| Vermikuliitti | Sahanpuru   | 2,133333   | 0,5708028   | 1,19118  | 3,075489 | 0,0002* |
| Vermikuliitti | Peittämätön | 1,388889   | 0,5708028   | 0,44673  | 2,331045 | 0,0156* |
| Peittämätön   | Sahanpuru   | 0,744444   | 0,5708028   | -0,19771 | 1,686601 | 0,1933  |