

Anne Nurmi

# WOODCOAT-TAIMISUOJAUKSEN VAIKUTUS TUKKIMIEHENTÄIN TORJUNNASSA

Opinnäytetyö

Luonnonvara-alan ammattikorkeakoulututkinto

Metsätalouden koulutus

2023



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Metsätalousinsinööri (AMK)
Tekijä/Tekijät	Anne Nurmi
Työn nimi	Woodcoat-taimisuojausten vaikutus tukkimiehentäin torjunnassa
Toimeksiantaja	Metsä Group
Vuosi	2022
Sivut	28 sivua
Työn ohjaaja(t)	Kirsi Itkonen, Tiina Laine

## TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Woodcoat-taimisuojausten tehoa tukkimiehentäituoja vastaan. Tukkimiehentäi aiheuttaa Suomessa vuosittain merkittävät kasvutappiot nuorille havupuutaimikoille. Vaikka tuhoja ehkäistään kemiallisilla torjunta-aineilla, uusiakin menetelmiä tarvitaan rinnalle. Ruotsissa FSC- ja PEFC-sertifikaatit kieltävät kokonaan kemialliset torjunta-aineet, ja on mahdollista, että tulevaisuudessa Suomessa tehdään samoin. Ilmastomuutos aiheuttaa ilmaston lämpenemistä, jolloin tukkimiehentäin elinkierto nopeutuu ja syöntiaika pitenee. Siksi on tärkeää löytää uusia suojausmenetelmiä tukkimiehentäin tuhojen estämiseksi.

Tutkimuksessa vertailtiin mekaanisella Woodcoat-taimisuojualla käsiteltyjä kuusen taimia kemiallisella torjunta-aineella käsiteltyihin kuusen taimiin. Tutkimusaineistoksi valittiin seitsemän korkean riskin uudistuskohdetta Raaseporin alueella. Kaikki tutkimuskohteet olivat kevään 2022 istutuksia, joilta inventoitiin saman vuoden syksyllä yhteensä 795 taimia. Taimien istutuspuu ja istutuksen jälkeisen kasvukauden kasvu mitattiin. Syöntijälkien vakavuus arvioitiin ja kuolleiden taimien kuolinsyy selvitettiin.

Tutkimuksessa havaittiin, että Woodcoat-taimisuoja antaa paremman suojan kuusen taimille tukkimiehentäitä vastaan kuin kemiallinen torjunta-aine. Tutkimuksen tulosten perusteella voidaan suositella uudistusta tai täydennysistutusta Woodcoat-käsitellyillä taimilla korkean tuhoriskin alueille. Lisätutkimuksia kuitenkin tarvitaan. Tulevaisuudessa voisi selvittää, miten Woodcoat-suojuatut taimet kestävät toisen kasvukauden tukkimiehentäin syöntiä ja kuinka paljon on taimikuolleisuutta kahden vuoden jälkeen. Woodcoat-taimisuojuja voisi tutkia myös männyn taimilla sellaisilla alueilla, joilla on korkea riski tukkimiehentäin syönnille.

**Asiasanat:** taimituhot, torjunta-aineet, tukkimiehentäi

Degree title	Bachelor of Natural Resources
Author (authors)	Anne Nurmi
Thesis title	The effect of the Woodcoat seedling protection against pine weevil damages
Commissioned by	Metsä Group
Time	2023
Pages	28 pages
Supervisor	Kirsi Itkonen, Tiina Laine

## ABSTRACT

The purpose of this study was to find out the effectiveness of Woodcoat seedling protection against pine weevil. Pine weevil causes significant growth losses to young conifer seedlings in Finland every year. Although destruction is prevented with chemical pesticides, new methods are also needed. In Sweden the FSC and PEFC certificates prohibit chemical pesticides. It is possible that the future policy will be the same in Finland. Climate change causes climate warming and the life cycle of pine weevil accelerates and eating periods becomes longer. It is important to find new protection methods for young seedlings to prevent damage.

The study compared Norway spruce seedlings treated with the mechanical Woodcoat seedling protection to Norway spruce seedlings treated with a chemical pesticide. The research materials covered the high-risk renovation sites in the Raasepori area. All sites were planted in the spring 2022 and inventoried in the fall of the same year. The planting length of seedlings and growth during the growing season after planting were measured. The severity of damages caused by eating was evaluated and the cause of death of the dead seedlings was explained.

The study showed that Woodcoat seedling protection provided better protection for Norway spruce seedlings against pine weevil than a chemical pesticide. Based on the results of the study, Woodcoat treated seedlings can be recommended for regenerating and supplementary planting areas with a high risk of pine weevil damage. However, further studies are still needed. It would be important to investigate whether the Woodcoat protected seedlings can withstand eating by pine weevil in the second growing season and how much seedling mortality there is after two years. Woodcoat seedling protection should also be studied with Scots pine seedlings in the areas with a high risk of being eaten by pine weevil.

**Keywords:** pesticide, pine weevil, seedling damages

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	TUKKIMIEHENTÄI.....	6
2.1	Tukkimiehentäin tunnistaminen ja elinkierto .....	6
2.2	Tukkimiehentäin vaikutukset metsätaloudelle.....	8
3	TUKKIMIEHENTÄIN TORJUNTA.....	8
3.1	Kemiallinen torjunta .....	8
3.2	Mekaaninen torjunta .....	10
3.3	Mekaanisten taimisuojausten suojaavuus .....	10
4	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	11
4.1	Tutkimusmenetelmä .....	11
4.2	Maastotyöt.....	16
5	TUTKIMUSTULOKSET .....	18
5.1	Tutkimusaineiston tulokset .....	18
5.2	Sekakohteen tutkimustulokset.....	22
6	POHDINTA.....	24
6.1	Työn luotettavuus .....	24
6.2	Tulosten tarkastelu .....	25
6.3	Woodcoatin mahdollisuudet.....	26
	LÄHTEET.....	27

## 1 JOHDANTO

Tukkimiehentäi aiheuttaa Euroopassa vuosittain merkittävän tuhoriskin nuorille havupuutaimikoille (Venäläinen ym. 2020, 5). Suomessa tuhojen torjumiseksi käytetään kemiallisia torjunta-aineita, mutta uusia menetelmiä tarvitaan rinnalle. Ruotsissa FSC- ja PEFC-sertifikaatit kieltävät kemialliset torjunta-aineet (Forest Stewardship Council 2019, 75; Svenska PEFC:s Skogssstandard 2017, 8). Mahdollista on, että tulevaisuudessa Suomessa linjataan samoin. EU:n direktiivi 2009/128/EY velvoittaa jäsenvaltiot laatimaan kansallisia toimintasuunnitelmia, miten vähennetään ympäristölle haitallisten torjunta-aineiden käyttöä (Euroopan parlamentti 2023, 3).

Ilmastonmuutos aiheuttaa ilmaston lämpenemistä, jolloin tukkimiehentäin elinkierto nopeutuu ja syöntiaika pitenee (Venäläinen ym. 2020, 5). Siksi on tärkeää tutkia erilaisten suojausmenetelmien tehoa, jotta tukkimiehentäin tuhoja voidaan torjua myös tulevaisuudessa olosuhteiden ja vaatimusten muuttuessa.

Metsä Groupissa istutettiin Woodcoat-suojattuja kuusen taimia ensimmäistä kertaa vuonna 2022. Samalla haluttiin tutkia tarkemmin, millaisen suojaustehon Woodcoat-käsittely antaa. Tutkimusaineistoksi valittiin seitsemän korkean riskin uudistuskohdetta Raaseporin alueella. Vertailevassa tutkimuksessa oli mukana sekä mekaanisella Woodcoat-taimisuojoilla käsiteltyjä taimia että kemiallisella torjunta-aineella käsiteltyjä taimia yhteensä 795 kappaletta. Taimet istutettiin keväällä 2022 ja ne inventoitiin saman vuoden syksynä. Taimien istutuspituus ja istutuksen jälkeisen kasvukauden kasvu mitattiin. Syöntijälkien vakavuus arvioitiin ja kuolleiden taimien kuolinsyy selvitettiin.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, kuinka tehokkaan suojan Woodcoat-taimisuoja antaa tukkimiehentäin syöntiä vastaan ja voisiko sitä suositella kohonneen syöntiriskin kohteisiin, joissa torjunta-aine ei ole riittävästi suojannut tukkimiehentäin tuhoilta.

## 2 TUKKIMIEHENTÄI

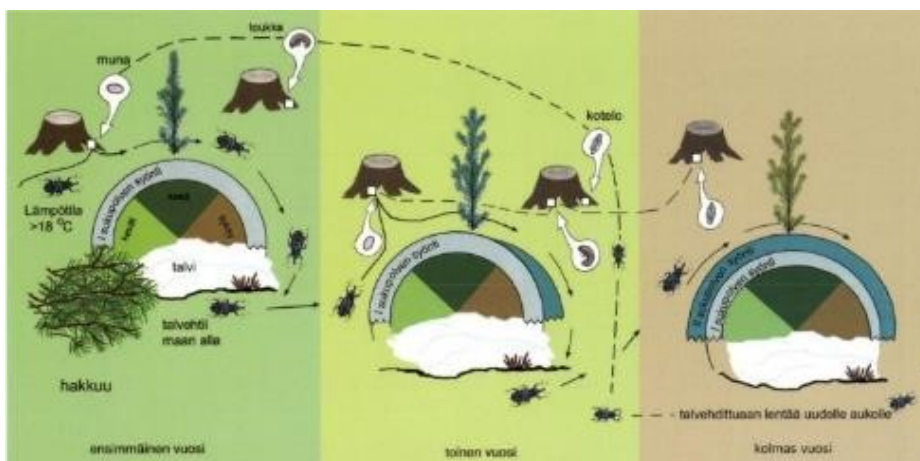
### 2.1 Tukkimiehentäin tunnistaminen ja elinkierto

Aikuinen tukkimiehentäi on mustanruskea, noin sentin mittainen kovakuoriainen, jonka tuntosarvet lähtevät melkein kärsän kärjestä (Uotila ym. 2020, 116–118.). Kuvassa **Virhe. Viitteen lähde ei löytnyt.** on aikuinen tukkimiehentäi.



Kuva 1. Aikuinen tukkimiehentäi (Suomen lajitietokeskus 2022)

Aikuiset tukkimiehentäit talvehtivat karikkeen alla. Keväällä ilman lämpötilan lähennellessä kymmentä astetta, ne lähtevät liikkeelle ja nakertavat havupuiden nilaa ja jälttä kuoren alta. Kuvassa 2 on havainnollistettuna tukkimiehentäin elinkierto.



Kuva 2. Tukkimiehentäin elinkierto (Metla 2006, 88)

Kun lämpötila on 18 astetta, ne alkavat parveilemaan ilmassa, kunnes lentolihakset surkastuvat ja ne liikkuvat taas maassa kävellen. Muninta alkaa Etelä-Suomessa toukokuun lopulla ja jatkuu elokuuhun asti. Naaras munii aurinkoisilla paikoilla oleviin tuoreisiin havupuiden kantoihin kesän aikana 60–100 muna. (Viiri & Kytö 2001, 270.)

Parin viikon kuluttua munista kuoriutuvat toukat, jotka hakeutuvat kantojen juuristoon syömään nilaa. Toukat ovat valkoisia ja ruskeapäisiä ja kasvavat 2–3 cm:n mittaisiksi kesän aikana. Toukat talvehtivat, ja seuraavana kesänä ne koteloituvat. Kotelovaihe päättyy elo-syyskuussa, kun toukasta on tullut aikuinen tukkimiehentäi. Vasta seuraavana, eli kolmantena kesänä ne ovat sukukypsiä; parveilevat ja levittäytyvät uusille hakkuualoille munimaan. Aikuiset nakertavat istutettujen taimien kuorta. (Viiri & Kytö 2001, 271.) Kuvassa 3 on tukkimiehentäin syöntijälkeä kuusen taimen rungolla.



Kuva 3. Tukkimiehentäin syöntijälkeä

Aikuiset nakertavat hakkuuaukolle istutettujen taimien kuoreen epäsäännöllisiä laikkuja tai lovia. Jos syöntijälki ulottuu taimen ympäri, taimi kuolee. Voimakkain syönti tapahtuu kahden ensimmäisen vuoden aikana hakkuun jälkeen. (Uotila ym. 2020, 116–118.)

## 2.2 Tukkimiehentäin vaikutukset metsätaloudelle

Aikuinen tukkimiehentäi syö havupuiden taimien nilaa ja jälttä, ja runsaana esiintyessään aiheuttaa merkittäviä metsätuhoja metsänuudistamiskohteilla. Tuhojen vakavuuteen vaikuttavat käytetyt metsänuudistamismenetelmät ja paikallinen ilmasto. (Viiri & Kytö 2001, 271.)

Tutkimusten mukaan muokkaamattomille aukoille istutetuista käsittelemättömistä taimista ensimmäisen kesän aikana kuolee 20–70 % tukkimiehentäin syöntiin. Kemiallisella torjunta-aineella käsiteltyjen taimien kuolleisuus on noin 5 %. Suurin tuho tapahtuu hakkuun jälkeisenä kesänä ja jatkuu Etelä-Suomessa vielä kolme vuotta hakkuun jälkeen. (Viiri & Kytö 2001, 271.)

Kasvihuoneilmiön voimistuminen aiheuttaa ilmaston lämpenemistä. Ennusteiden mukaan lämpeneminen jatkuu myös tulevaisuudessa, ellei kasvihuonekaasujen päästöjä pystytä hillitsemään riittävästi. Vaikka pitenevät kasvukaudet lisäävät metsien kasvua, ne hyödyttävät myös monia metsätuholaisia kuten tukkimiehentäitä. (Venäläinen ym. 2020, 5.)

Lämpimän kesäajan pidentyminen ja talven routajakson lyhentymisen hyödyttää tukkimiehentäitä. Syöntiaika pidentyy ja toukkien kasvu nopeutuu. Uuden sukupolven nopeampi kehitys kasvattaa tukkimiehentäipopulaation kokoa ja taimiin kohdistuva tuhoriski kasvaa. (Venäläinen ym. 2020, 5.)

## 3 TUKKIMIEHENTÄIN TORJUNTA

### 3.1 Kemiallinen torjunta

Tukkimiehentäi on Suomen ainoa metsätuholainen, joka vaatii ennakkotorjuntaa. Tuhoriskiä voidaan pienentää kemiallisten kasvinsuojeluaineiden lisäksi hyvällä maanmuokkauksella, istuttamalla isokokoisia taimia tai mekaanisilla taimisuojuilla. (Viiri & Kytö 2001, 270.)

Viivästyttämällä kuusen istutusta kaksi vuotta hakkuun jälkeen voidaan vähentää tuhoa, mutta kasvatappioiden vuoksi sitä ei suositella torjuntakeinoksi.

Torjunnassa on kokeiltu myös erilaisia mekaanisia suojuuksia, mutta ongelmana on ollut niiden kalliimpi hinta. (Uotila ym. 2020, 116–118.) Uudistaminen kylvämällä vähentää tuhon määrää, kun taimien määrä on suuri (Uotila ym. 2020, 116–118). Kuuselle uudistettaessa tätä ei voida käyttää, koska kuusen siemeniä ei ole saatavilla (Laine 2022) ja uudistaminen tapahtuu joko luontaisesti tai istuttamalla esikasvatettuja taimia.

Tukkimiehentäin kemiallisessa torjunnassa voidaan käyttää vain Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (myöhemmin Tukes) sallimia kasvinsuojeluaineita. Sallitut kasvinsuojeluaineet löytyvät Tukesin ylläpitämästä rekisteristä. Lokakuussa 2022 sallittuja valmisteita tukkimiehentäin torjuntaan havupuuntaimille on neljä. Hallmark Zeon, Karate Zeon-tekniikka ja Maatilan Syhalotriini 2 -valmisteiden vaikuttavana aineena on Lambda-syhalotriini. Imprig Skog -valmisteen tehoaineena on Asetampridi. (Tukes 2022.)

Taimitarhalla tehdään tukkimiehentäin torjuntakäsittely lambda-syhalotriini-valmisteella istutettaville taimille. Kuvassa 4 on istutettavien taimien taimietiketti.



Kuva 4. Istutettavan taimen kasvipassi

Kasvipassiin on merkitty taimien alkuperätiedot sekä käytetty torjunta-aine. Tutkimuksen kemiallisen käsittelyn taimet on käsitelty Karate-Zeon torjunta-aineella. Taimien käsittelyssä tulee käyttää suojakäsineitä, koska Karate-Zeon on luokiteltu haitalliseksi torjunta-aineeksi.

### 3.2 Mekaaninen torjunta

Tukkimiehentäin mekaanisessa torjunnassa käytetään erilaisia taimisuoja, joita on kehitelty erityisesti Ruotsissa. Mekaanisen taimisuojan toiminta perustuu siihen, että estetään tukkimiehentäin pääsy taimen rungolle. Suojat ovat kartio- tai sukkamallisia ratkaisuja, jotka asetetaan taimen ympärille. Mekaanisena suojana toimii myös taimen pinnalle ruiskutettavat vaha- tai lateksipohjaiset aineet. (Viiri & Kytö 2001, 273.)

Ruotsalainen yritys Interagro Skog Ab on kehittänyt mekaanisen Woodcoat-taimisuojan ehkäisemään tukkimiehentäin syöntiä istutustaimilla. Woodcoat koostuu hiekasta ja sideaineesta. (Interagro Skog Ab 2022b.) Tuotteen käyttö- turvallisuustiedotteen mukaan seos sisältää kvartsia ja etanolia (Käyttöturvallisuustiedote 2022, 1–2). Hinnaltaan Woodcoat-suojattu taimi on noin 40 % kalliimpi kuin kemiallisesti suojattu taimi (Laine 2022).

Woodcoat voidaan levittää taimitarhalla tai maahan istutettuun taimeen reppuruiskulla. Ruiskussa tulisi käyttää kaksoissuutinta, joka suihkuttaa kahdesta suunnasta samanaikaisesti. Ruiskutus tehdään taimen alimmille osille, tyvestä noin 20 cm korkeudelle asti. Woodcoat on vesiliukoinen, joten ruiskutusta ei saa tehdä, jos on sateen mahdollisuus seuraavan tunnin sisällä ruiskutuksesta. Valmiste muodostaa suojakalvon taimen rungolle, jolloin tukkimiehentäi ei pääse nakertamaan kuorta. Kun taimi kasvaa, Woodcoat valmiste alkaa halkeilla. Suojakalvokerroksen täytyy olla ohut, jotta sen halkeillessa syntyisi paljon pieniä halkeamia suurien sijaan. Pienistä halkeamista tukkimiehentäi ei pääse syömään kuorta. Valmisteen luvataan suojaavan taimea tukkimiehentäin syönniltä kahden vuoden ajan. (Interagro Skog Ab 2022a.)

### 3.3 Mekaanisten taimisuojien suojaavuus

Suomessa ei ole aikaisempia tutkimuksia, miten Woodcoat-käsittely suojaa taimia tukkimiehentäin syönniltä. Ruotsin maataloustieteellisessä yliopistossa on tutkittu erilaisten mekaanisten suojausmenetelmien tehoa tukkimiehentäin syöntiä vastaan vuosina 2011–2018. Viimeisimmässä kenttätutkimuksessa, joka aloitettiin vuonna 2015, Woodcoat-suojatuista taimista selviytyi elossa ensimmäisen kasvukauden jälkeen 96 %. (SLU 2018, 14.)

Suomessa on kokeiltu ja tutkittu vastaavanlaista Conniflex-käsittelyä, jonka toimintatapa on samankaltainen kuin Woodcoat-käsittelyssä. Luonnonvara-keskus on tehnyt tutkimuksen Conniflex-käsittelyistä taimista vuosina 2019 ja 2020. Kuudelle tutkimusalalle istutettiin Conniflex-käsiteltyjä, kemiallisella torjunta-aineella käsiteltyjä sekä käsittelemättömiä kuusen taimia yhteensä 3600 kpl. Taimia istutettiin mätettäisiin sekä muokkaamattomaan maahan. (Luoranen ym. 2022, 2–9.)

Tutkimuksessa havaittiin, että suurin osa tukkimiehentäin syönnistä tapahtui ensimmäisen kasvukauden aikana. Seuraavana kasvukautena tukkimiehentäin syönti ei tappanut taimea yhtä helposti, kun taimi oli ehtinyt kasvaa ja juurtua kunnolla. Tärkeä havainto oli myös se, että syöntiä oli enemmän vuonna 2020, joka oli lämpimämpi kuin 2019. Tämä tukee aikaisempia tutkimuksia tukkimiehentäin hyötymisestä lämpimästä ilmastosta. (Luoranen ym. 2022, 2–9.)

Saatujen tulosten perusteella todettiin, että Conniflex-käsittely antaa taimille yhtä hyvän suojan kuin kemiallinen torjunta-aine. Istutuspaikalla oli suuri merkitys taimien selviytymiseen. Mätettäisiin istutetut taimet altistuivat tukkimiehentäin syönnille vähemmän kuin muokkaamattomaan maahan istutetut taimet. (Luoranen ym. 2022, 2–9.)

## **4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS**

### **4.1 Tutkimusmenetelmä**

Tutkimus tehtiin Raaseporin alueella, missä metsän uudistaminen on ollut aikaisempina vuosina haasteellista suurien tukkimiehentäituhojen takia. Kesällä 2022 huomattiin myös yleisesti, että metsänuudistuskohteissa, joissa on kosteutta sekä suuria kuusen kantoja, taimikuolleisuus oli suurempi ja taimien kuolinsyynä oli tukkimiehentäin syönti.

Tutkittavaksi kohteeksi valittiin uudistusala, jossa haluttiin kokeilla sekaistutuksena Woodcoat-käsiteltyjä taimia ja Karate-Zeon-torjunta-aineella käsiteltyjä taimia. Sekakohteen kasvupaikkatyyppi on lehtomainen kangas, ja alue on ojitettu sekä ohutturpeinen. Hakkuuaukolla oli paljon suuria kuusen kantoja sekä

ojia, joissa oli vettä istutuksen aikaan. Nämä tekijät, kosteus ja suuret kuusen kannot nostivat tukkimiehentäin syöntipainetta alueella, ja siksi kohde soveltui hyvin erilaisten suojausmenetelmien vertailulle.

Tutkimustaimet istutettiin 0,4 hehtaarin kokoiselle kuviolle, mutta uudistettava aukko oli suurempi, koska myös viereinen kuvio uudistettiin. Tutkimusalue otettiin uudistusalan keskeltä, jotta reunametsän vaikutus olisi mahdollisimman vähäinen. Sekakohteen tutkimusalalta mitattiin 200 taimea. Koska kuusen istutustiheys on 1800 taimea hehtaarilla, 200 taimen istutusala on silloin 0,1 hehtaaria. Tutkimusalat olisi voitu ottaa myös ympyräkoelaittain, jolloin olisi saatu koko uudistettavaa aukkoa edustavampi tulos. Tämän tutkimuksen kannalta oleellista oli mitata riittävä määrä taimia, ja siksi päädyttiin mittaamaan 200 taimea yhdeltä 0,1 hehtaarin koealalta.

Tutkimukseen otettiin lisäksi kuusi vertailukohtetta, joista kolme oli istutettu Woodcoat-käsitellyillä taimilla ja kolme oli istutettu kemiallisella torjunta-aineella käsitellyillä taimilla. Jokaiselta vertailukohteelta mitattiin kustakin 100 taimea. Kuvassa 5 on kartta, johon on merkitty tutkimuskohteiden sijainnit.



Kuva 5. Tutkimuskohteiden sijainnit (Maanmittauslaitos 2022)

Sekakohde, johon on istutettu sekä Woodcoat- sekä kemiallisesti suojattuja taimia sekaisin, on merkitty sinisellä. Woodcoat-käsiteltyjen taimien tutkimuskohteiden sijainti on merkitty vihreällä ja kemiallisella torjunta-aineella käsiteltyjen taimien tutkimuskohteet on merkitty punaisella.

Tutkimustaimet inventoitiin istutuksen jälkeisenä syksynä. Taimista mitattiin kokonaispituus sekä kasvukauden aikana kasvanut pituus 0,5 cm:n tarkkuudella. Näistä luvuista saatiin laskettua kasvukauden aikainen pituuskasvu. Rungon läpimittoja ei mitattu, koska Woodcoat-taimista sitä oli mahdoton mitata paksun suojamassan takia.

Tutkimuslomakkeelle kirjattiin ylös, oliko taimi mättäässä vai muokkaamattomassa maassa. Kemiallisesti käsitelty taimi, joka oli istutettu mättääseen, merkittiin numerolla 1, ja Woodcoat-taimi, joka oli istutettu mättääseen, merkittiin numerolla 2. Kemiallisesti käsitelty taimi, joka oli istutettu muokkaamattomaan maahan, merkittiin numerolla 3. Woodcoat-taimi, joka oli istutettu muokkaamattomaan maahan, merkittiin numerolla 4. Taulukossa 1 on listattuna kaikki tiedot luokitukseensa, jotka kirjattiin ylös jokaiselta tutkimustaimelta.

Taulukko 1. Tutkimustaimien luokittelu

Luokka	Käsittely ja istutuspaikka	Kunto	Syönnin vakavuus	Kuolinsyy	Istutuspaikan laatu	Maalaji	Kivisyys
0			Ei syöntiä				
1	Kemiallinen käsittely + mätäs	Terve	1–25 % ympäri	Kuivuus	Kivennäismaamätäs	Hieno	Alle 25 %
2	Woodcoat-käsittely + mätäs	Heikentynyt, selviää hengissä	25–50 % ympäri	Märkyys	Kivennäismaamätäs humuspinnalla	Keski-karkea	25–50 %
3	Kemiallinen käsittely + muokkaamaton maa	Kituva, kuolee	yli 50 % ympäri	Halla	Humusmätäs	Karkea	50–75 %
4	Woodcoat-käsittely + muokkaamaton maa	Kuollut	100 % ympäri	Tukkimiehentäin syönti	Laikku	Turve	75–100 %
5				Juuriniluri	Muokkaamaton maa		
6				Myyrä	Turvemätäs		
7				Pintakasvillisuus			
8				Rouste			
9				Muu tunnistettu tuho			
10				Tunnistamaton tuho			

Taimien kunto arvioitiin asteikolla 1–4, jossa 1 on terve taimi, 2 on heikentynyt mutta elossa säilyvä taimi, 3 on kituva ja kuolemassa oleva taimi ja 4 on kuollut taimi. Taimet tutkittiin ja rungoista etsittiin tukkimiehentäin syöntijälkeä. Syönnin vakavuus määriteltiin asteikolla 0–4, jossa 0 tarkoitti että syöntijälkeä ei ollut. Jos syöntijälki oli 1–25 % taimen ympärystä, se merkittiin numerolla 1. Kuvassa 6 syöntijälki on alle 25 %.



Kuva 6. Syöntijälki alle 25 %

Kun syöntijälki ulottui noin 25 % taimen rungon ympäri, syönnin vakavuus merkittiin numerolla 1. Kuvassa 7 on Woodcoat-suojattu taimi, jonka rungolla oleva syöntijälki on noin 50 %.



Kuva 7. Syöntijälki 25–50 %

Jos syöntijälki oli 25–50 % taimen ympäri, se merkittiin numerolla 2. Taimen neulasaset ovat hieman kellastuneet, mutta se selviää hengissä. Kuvassa 8 taimen rungolla oleva syöntijälki on yli 50 %.



Kuva 8. Syöntijälki yli 50 %

Kun syöntijälki oli yli 50 % taimen ympäri, se merkittiin numerolla 3. Neulasaset ovat kellastuneet ja taimi on heikentynyt. On hyvin todennäköistä, että taimi kuolee. Kuvassa 9 syöntijälki ulottuu kokonaan taimen rungon ympäri.



Kuva 9 Syöntijälki 100 %

Kun syöntijälki oli 100 % ja ulottui koko taimen ympäri, se merkittiin numerolla 4. Tämän Woodcoat-suojatun taimen neulaset ovat kokonaan ruskistuneet ja taimi on kuollut.

Kuolleiden taimien kuolinsyy määriteltiin ja merkittiin numerokoodilla. Kuolinsyitä olivat: kuivuus 1, märkyys 2, halla 3, tukkimiehentäin syönti 4, juuriniluri 5, myyrä 6, pintakasvillisuus 7, rouste 8, muu tunnistettu tuho 9 ja tunnistamaton tuho 10. Istutuspaikan laatu luokiteltiin numeroilla 1–6: puhdas kivennäismaamätäs, kivennäismaamätäs humuspinnalla, humusmätäs, taimi istutettu laikkuun tai muuhun muokatun maan kohtaan kuin mättääseen, muokkaamaton maa ja turvemätäs.

Tutkimuslomakkeelle merkittiin numerokoodin 1–4 myös maalaji: hieno, keskikarkea, karkea tai turve. Istutuspaikan kivisyyttä arvioitiin asteikolla 1–4. Mättään pinta-alasta alle 25 % kiviä sisältävä mätäs merkattiin numerolla 1, 25–50 % kiviä sisältävä numerolla 2, 50–75 % kiviä sisältävä numerolla 3 ja 75–100 % kiviä sisältävä numerolla 4. Tutkimuslomakkeelle merkattiin etäisyys reunametsään.

## 4.2 Maastotyöt

Sekakohteella tehtiin taimikartta istutuksen yhteydessä. Karttaan merkittiin w (Woodcoat) ja k (kemiallinen) helpottamaan taimien löytämistä ja erottamista kasvukauden jälkeisessä inventoinnissa. Kuvassa 10 on sekakohteen tutkimusalue, joka ulottui ojan reunasta tekopökkelöiden taakse asti niin että reunavyöhykettä jäi noin 20 metriä metsän reunaan.



Kuva 10. Sekakohteen tutkimusalue rajoittui ojan reunaan.

Sekakohteelle istutettiin Mellanå Plant -taimitarhan 2-vuotisia Woodcoat-suojattuja kuusia, joiden erä oli 7230FWC ja kantatodistuskoodi EY/FINT03-19-0405. Woodcoat-suojaus oli tehty taimille jo taimitarhalla syksyllä 2021 ennen pakkasvarastointia (Berglund 2022). Kemiallisella torjunta-aineella käsitellyt taimet olivat Partaharjun Puutarhan 2-vuotisia taimia, joiden erä oli Ku11/20 ja kantatodistuksen koodi S16/101. Torjunta-aineena oli käytetty Karate-Zeon-tekniikkavalmistetta.

Mittaustyö aloitettiin sekakohteelta. Inventointia varten mukaan otettiin rullamitta, puhelin täydellä akulla, tutkimuslomake, kynä ja kuitunauhaa. Taimikartan avulla löytyivät keväällä merkatut taimet. Woodcoat-taimet erottuivat hyvin selvästi eikä sekaantumisvaaraa ollut. Tutkimuksen kannalta olennaista oli, että molempia taimia saatiin tutkimukseen yhtä paljon ja että kaikki tutkimusalan taimet havainnoidaan. Myös kuolleet taimet löytyivät helposti, ja niistä oli erotettavissa käytetty suojausmenetelmä. Inventoidut taimet merkattiin maastoon kepillä tai kävylä, jotta samaa taimea ei vahingossa mitattaisi uudestaan.

Tutkimusalueen hahmottamisen helpottamiseksi reunat merkattiin kuitunauhalla. Tiedot kirjattiin lomakkeelle numerokoodilla. Woodcoat-käsiteltyjä taimia mitattiin sekakohteelta 98 kpl ja kemiallisesti käsiteltyjä taimia 102 kpl. Vaikka määrissä on neljän taimen ero, sillä ei arvioitu olevan vaikutusta tutkimustulokseen. Taulukkoon 2 on koottu tutkimuskohteiden taimi- ja kasvupaikatiedot.

Taulukko 2. Tutkimuskohteiden taimi- ja kasvupaikatiedot

Tutkimus-ala	Torjuntatapa	Taimia, kpl	Istutustaimi	Kantatod. koodi	Erä	Kasvupaikka	Maalaji
Sekakohde	Woodcoat	98	2 v-kuusi	EY/FINT03-19-0405	7320FWC	Lehtomainen kangas	Hienojakoinen
	Karate-Zeon	102	2 v-kuusi	S16/101	Ku11/20		
Vertailuala 1	Woodcoat	100	2 v-kuusi	EY/FINT03-19-0405	7320FWC	Tuore kangas	Keskikarkea kangas
Vertailuala 2	Woodcoat	100	2 v-kuusi	EY/FINT03-19-0405	7320FWC	Tuore kangas	Keskikarkea kangas
Vertailuala 3	Woodcoat	100	2 v-kuusi	EY/FINT03-19-0405	7320FWC	Lehtomainen kangas	Keskikarkea kangas
Vertailuala 4	Karate-Zeon	100	1 v-kuusi	EÜ/EE/S3-18-05	N20256	Lehtomainen kangas	Turvemaa
Vertailuala 5	Karate-Zeon	95	2 v-kuusi	S16/101	Ku11/20	Lehtomainen kangas	Keskikarkea kangas
Vertailuala 6	Karate-Zeon	100	2 v-kuusi	S16/101	Ku11/20	Lehtomainen kangas	Keskikarkea kangas
Woodcoat suojatut yhteensä		398					
Kemiallisesti suojatut yhteensä		397					
KAIKKI		795					

Vertailukohteiksi pyrittiin ottamaan Raaseporin alueelta sellaisia uudistusaloja, joihin kohdistui suuri syöntipaine. Woodcoat-istutusaloja oli kolme, joista jokaisesta mitattiin 100 taimia. Uudistuksessa oli käytetty 2-vuotisia Mellanå Plan-tin taimia, erä 7230FWC ja kantatodistuskoodi EY/FINT03-19-0405. Woodcoat-käsiteltyjä taimia vertailukohteilta mitattiin yhteensä 300 kpl.

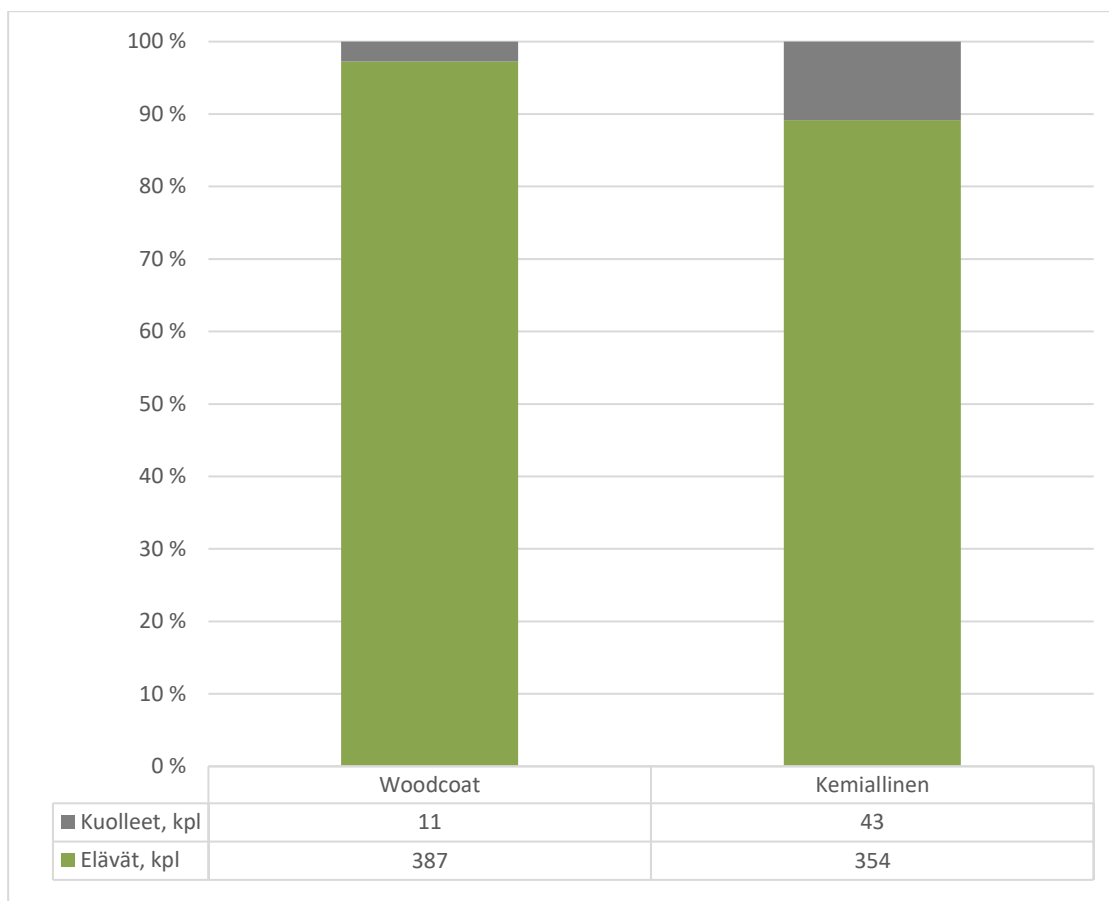
Kemiallisen käsittelyn kohteet valittiin samalta seudulta, jotta tukkimiehentäin syöntipaine olisi mahdollisimman samanlainen kuin Woodcoat-kohteissa. Yhdellä näistä kohteista jäi epähuomiossa mittaamatta viiden taimen tiedot, ja kemiallisen käsittelyn taimia vertailukohteista saatiin 295 kpl. Kokonaisuudessa ero tasoittuu, kun sekakohteella mitattiin vastaavasti kemiallisesti suojattuja taimia enemmän ja siten koko aineistoon mitattiin Woodcoat-suojattuja taimia 398 kpl ja kemiallisesti suojattuja taimia 397 kpl. Määrät ovat vertailukelpoisia.

Kemiallisen torjunnan kohteista kaksi oli uudistettu 2-vuotisilla Partahajun Puutarhan kuusentaimilla, erä Ku11/20 ja kantatodistuksen koodi S16/101. Torjunta-aineena oli käytetty Karate-Zeon-tekniikkavalmistetta. Yhdellä kohteella oli käytetty Fin Forelia -taimitarhan 1-vuotisia kuusen taimia, kantatodistuksen koodi EÜ/EE/S3-18–05 ja erä N20256. Näillä taimilla torjunta-aineena oli käytetty Karate-Zeon-tekniikkavalmistetta (Virtanen 2022).

## **5 TUTKIMUSTULOKSET**

### **5.1 Tutkimusaineiston tulokset**

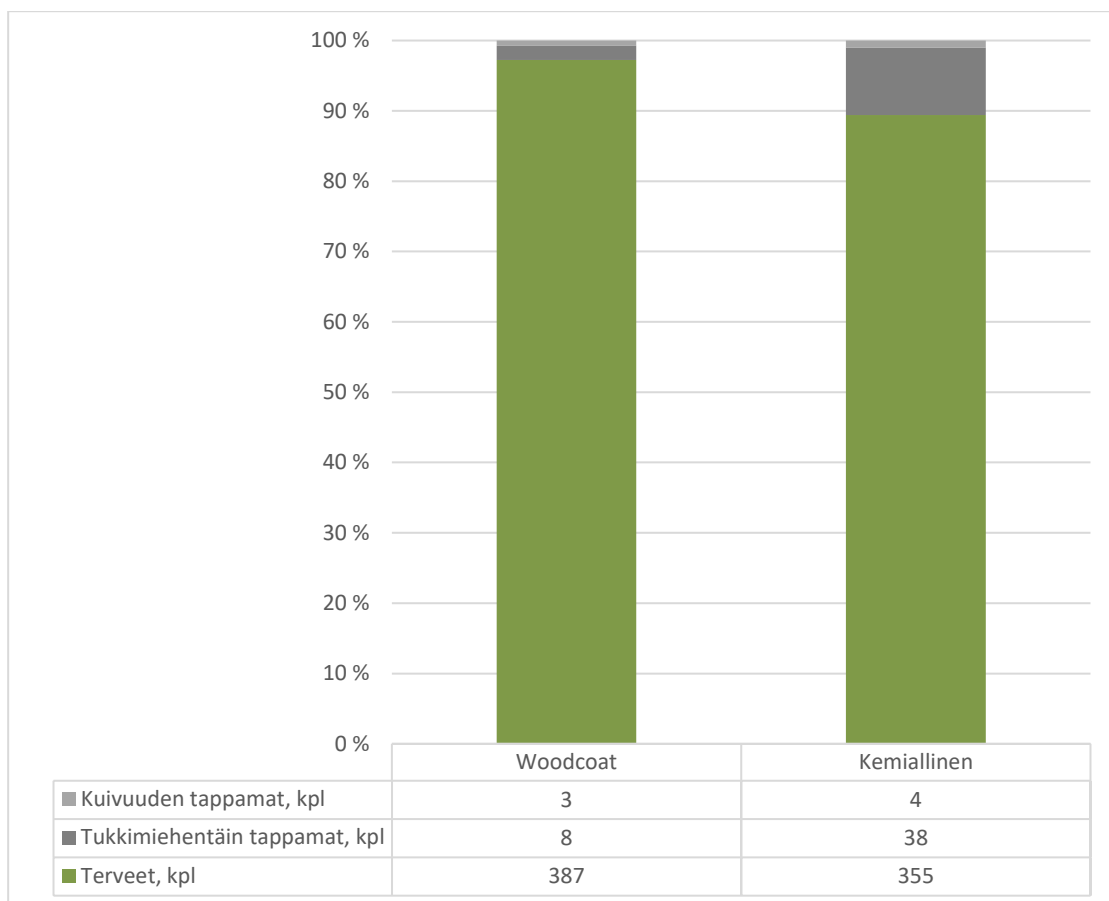
Tutkimusta varten mitattiin yhteensä 795 taimia, joista 398 oli Woodcoat-käsiteltyjä ja 397 oli kemiallisesti käsiteltyjä taimia. Taimia kuoli yhteensä 54 kappaletta, mikä on 7 % tutkittujen taimien kokonaismäärästä. Kuvassa 11 on taimikuolleisuuden prosentuaalinen jakautuma molemmilla suojausmenetelmillä.



Kuva 11. Taimikuolleisuus tutkimuskohteilla  $n(\text{woodcoat}) = 398$ ,  $n(\text{kemiallinen}) = 397$

Woodcoat-suojattuja taimia kuoli 11 kpl, ja kuolleisuus oli 3 %. Kemiallisesti suojattuja taimia kuoli 43 kpl, ja kuolleisuus oli 11 %. Woodcoat-käsiteltyjä taimia säilyi elossa enemmän kuin kemiallisesti käsiteltyjä taimia.

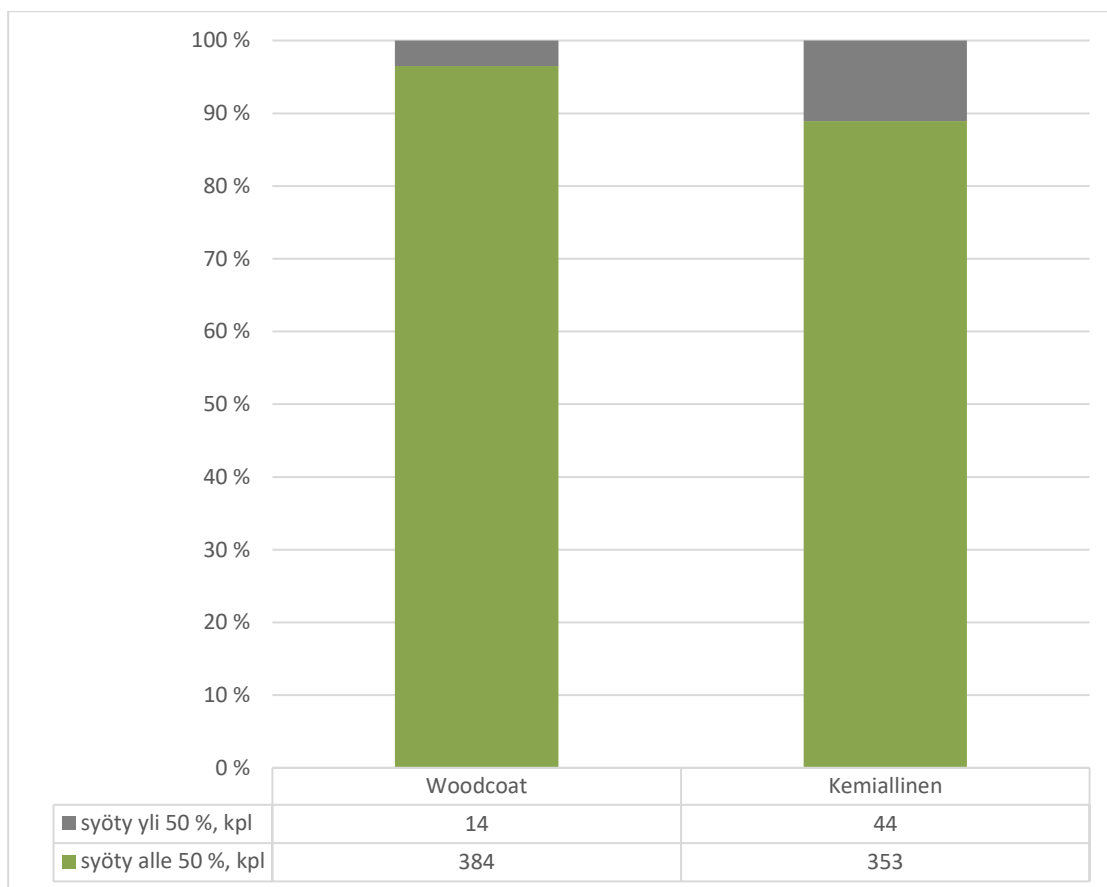
Taimien kuolinsyynä oli joko tukkimiehentäin syönti tai kuivuus. Muita syitä ei havaittu tai pystytty määrittämään. Yhdestätoista kuolleesta Woodcoat-suojattusta taimesta kahdeksan taimen kuolinsyynä oli tukkimiehentäin syönti ja kolmen taimen kuolinsyynä oli kuivuus. Kemiallisesti suojatuista kuoli 43 taimea, joista 38 taimen kuolinsyynä oli tukkimiehentäin syönti ja viiden taimen kuolinsyynä oli kuivuus. Kuvassa 12 on prosentuaalinen jakautuma terveisiin, tukkimiehentäin tappamiin ja kuivuuden tappamiin taimiin.



Kuva 12. Taimien kunto  $n(\text{woodcoat}) = 398$ ,  $n(\text{kemiallinen}) = 397$

Woodcoat-suojatuista taimista kuoli tukkimiehentäin syöntiin 2 % ja kuivuuteen 1 %. Kemiallisesti suojatuista taimista kuoli tukkimiehentäin syöntiin 10 % ja kuivuuteen 1 %. Tukkimiehentäituhot olivat suuremmat kemiallisesti suojatuilla taimilla kuin Woodcoat-suojatuilla taimilla. Kuivuuden aiheuttamaa tuhoa oli molemmilla yhtä paljon.

Taimista tutkittiin mahdolliset tukkimiehentäin syöntijäljet. Woodcoat-käsitellyistä taimista 353:lla ei havaittu syöntijälkeä ollenkaan ja rungon ympäri ulottuvaa syöntiä löytyi yhdeksästä taimesta. Kemiallisen käsittelyn taimista 340:lla ei löytynyt syöntijälkeä ja 32 taimesta löytyi rungon ympäri ulottuvaa syöntijälkeä. Kuva 13 havainnollistaa syönnin vakavuutta.



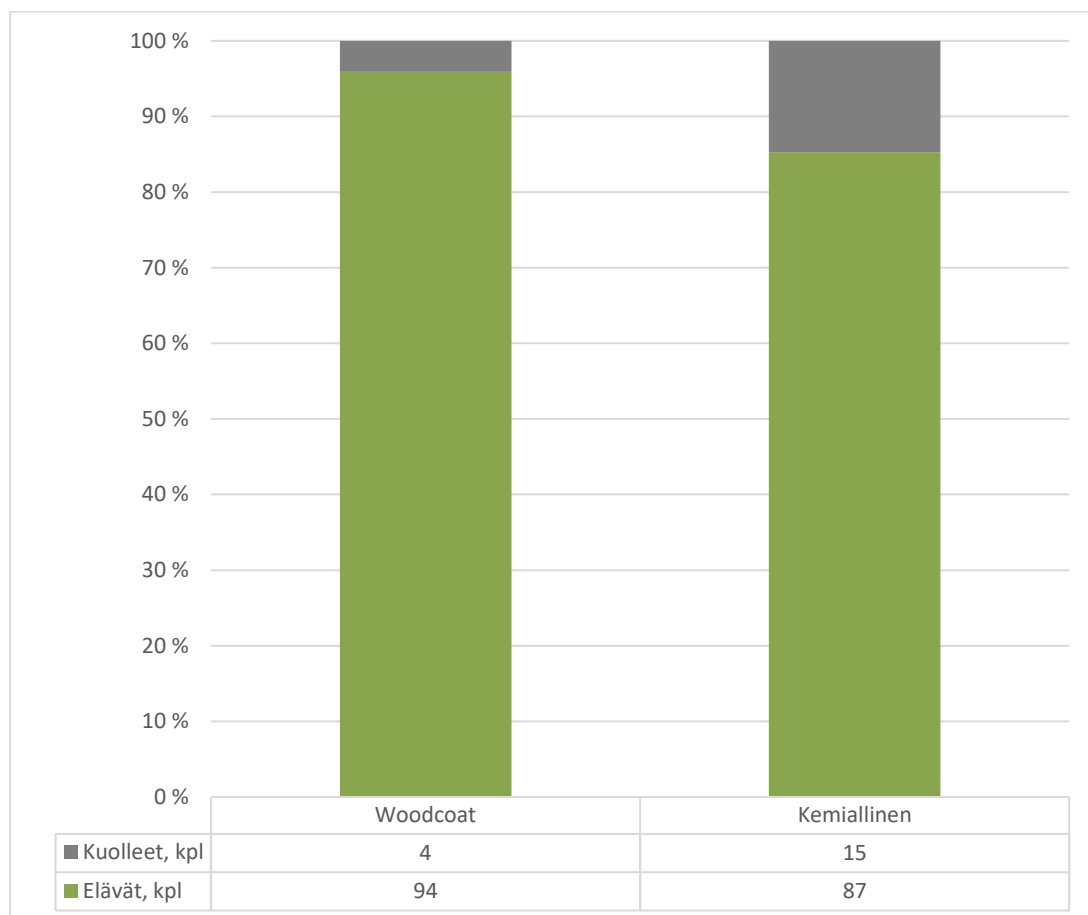
Kuva 13. Tukkimiehentäin syönnin vakavuus  $n(\text{woodcoat}) = 398$ ,  $n(\text{kemiallinen}) = 397$

Tulos osoittaa, että vakavaa, 50–100 % rungon ympäri ulottuvaa syöntijälkeä löytyi kemiallisesti suojatuilla taimilla enemmän kuin Woodcoat-suojatuilla taimilla.

Tutkimuksessa havaittiin, että eri suojausmenetelmillä ei ole merkittävää vaikutusta taimen kasvulle. Woodcoat-suojatut taimet kasvoivat keskimäärin 11,5 cm ja kemiallisesti suojatut taimet 10,9 cm. Tutkimustulosten kirjoittamisvaiheessa huomattiin, että yhden kemiallisen suojauksen tutkimuskohteen taimet olivat 1-vuotisia, kun muilla kohteilla oli 2-vuotisia. Taimien eri-ikäisyydellä on vaikutusta siihen, että kemiallisesti suojatut taimet kasvoivat vähemmän kuin Woodcoat-suojatut taimet. Siksi tämän tutkimuksen perusteella ei voida vertailla, kummatko taimet kasvoivat paremmin. Pituuden mittaustuloksista voidaan kuitenkin päätellä, että Woodcoat-suojaus ei ainakaan estä tai merkittävästi heikennä taimien kasvamista ensimmäisenä kasvukautena.

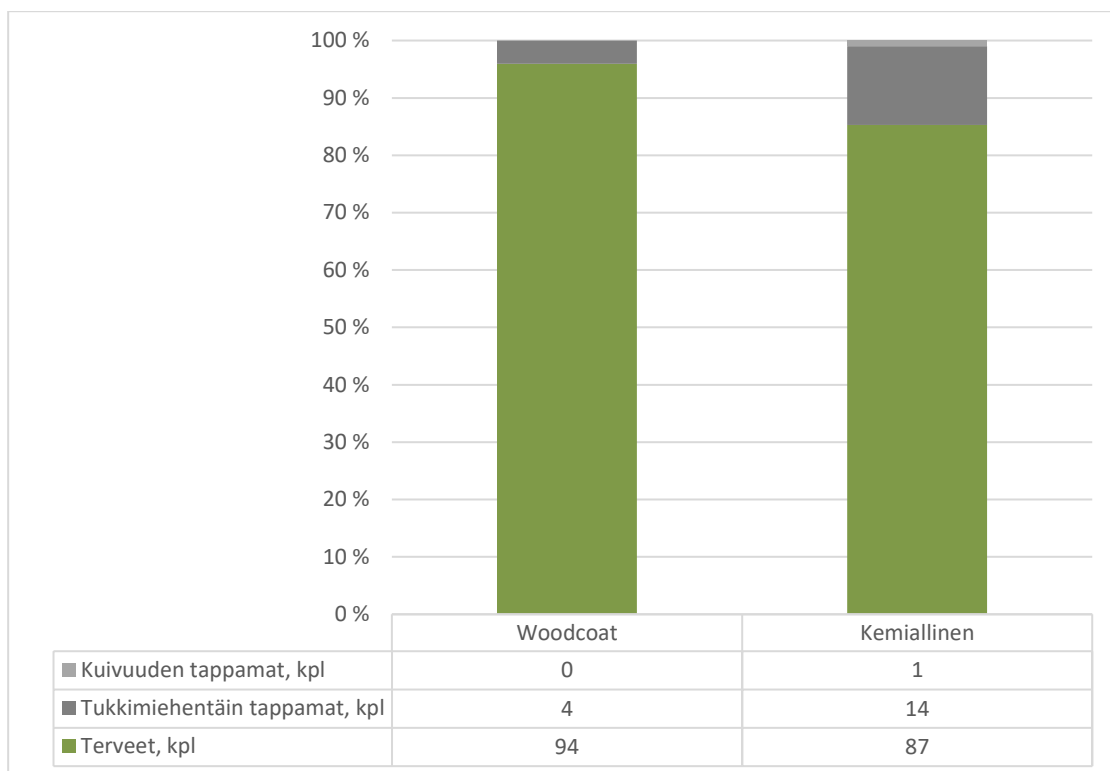
## 5.2 Sekakohteen tutkimustulokset

Tutkimusta varten mitattiin sekakohteessa yhteensä 200 taimia, joista 98 oli Woodcoat-käsiteltyjä ja 102 oli kemiallisesti käsiteltyjä taimia. Sekakohteessa Woodcoat-suojatuista taimista kuoli 4 % ja kemiallisesti suojatuista taimista kuoli 15 % (kuva 14).



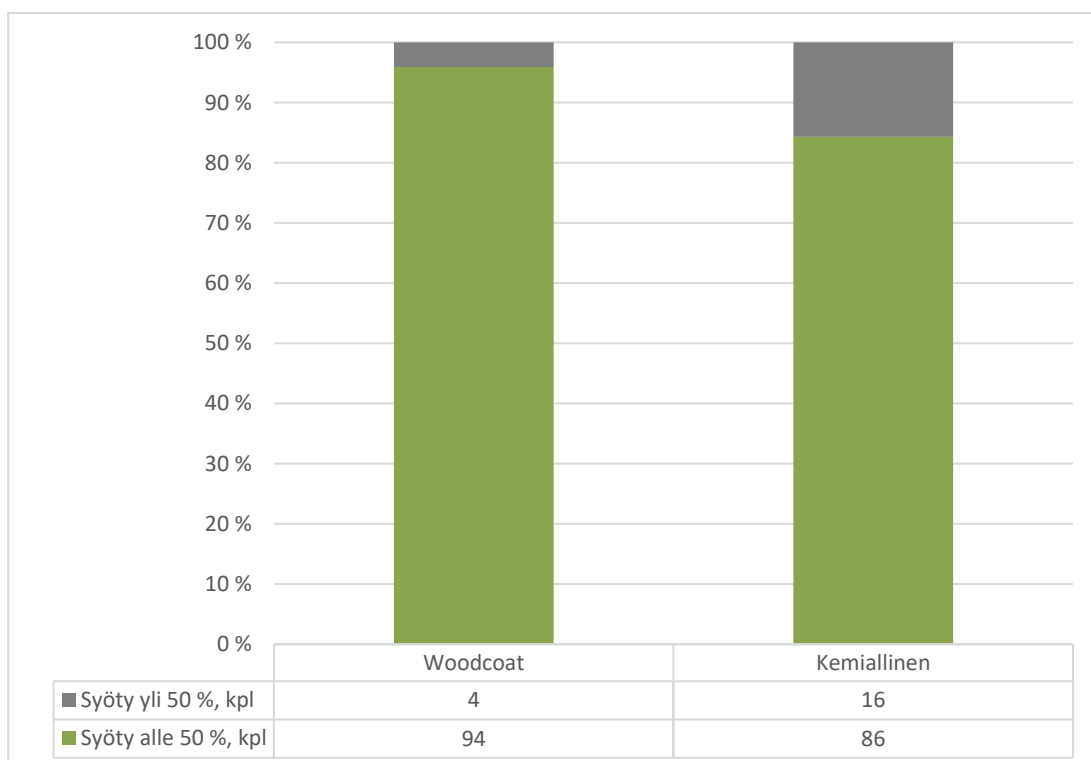
Kuva 14. Taimikuolleisuus sekakohteessa  $n(\text{woodcoat}) = 98$ ,  $n(\text{kemiallinen}) = 102$

Kuvassa 15 on prosentuaalinen jakautuma terveisiin, tukkimiehentäin tappamiin ja kuivuuden tappamiin taimiin sekakohteessa.



Kuva 15. Taimien kunto sekakohteessa  $n(\text{woodcoat}) = 98$ ,  $n(\text{kemiallinen}) = 102$

Taimien pääasiallinen kuolinsyys oli tukkimiehentäin syönte. Vain yksi kemiallisesti käsitelty taimi oli kuollut kuivuuteen. Kuva 16 havainnollistaa rungon syönnin vakavuutta molempien suojausmenetelmien taimilla.



Kuva 16. Tukkimiehentäin syönnin vakavuus sekakohteessa  $n(\text{woodcoat}) = 98$ ,  $n(\text{kemiallinen}) = 102$

Woodcoat-suojatuista taimista 96 %:lla syöntiä ei ollut lainkaan, tai se ulottui alle 50 % rungon ympäri. Rungon ympäri 50–100 % ulottuvaa syöntiä löytyi 3 %:lla taimista. Kemiallisen käsittelyn taimista 84 %:lla ei löytynyt syöntijälkeä tai se ulottui alle 50 % rungon ympäri. 16 %:lla taimista löytyi rungon ympäri 50–100 % ulottuvaa syöntijälkeä. Tutkimustulos osoittaa, että sekakohteessa Woodcoat antoi paremman suojan tukkimiehentäitä vastaan kuin kemiallinen torjunta-aine.

## **6 POHDINTA**

### **6.1 Työn luotettavuus**

Tutkimuskohteen koealalle istutettiin sekaisin Woodcoat-suojattuja sekä kemiallisesti suojattuja taimia, mikä takasi samanlaiset olosuhteet molemmille suojausmenetelmille. Lisäksi tutkimukseen otettiin mukaan muita koealoja, joille oli istutettu pelkästään joko Woodcoat-suojattuja tai kemiallisella torjunta-aineella suojattuja taimia. Näin tutkimusaineistoon saatiin mukaan erilaisia kasvupaikkoja, mikä takaa luotettavamman tuloksen. Tuloksia voidaan hyödyntää kuusen uudistuskohteissa sekä turve- että kivennäismailla, joilla on kohonnut riski tukkimiehentäin syönnille.

Taimien inventointi tehtiin elokuussa, jolloin niistä mitattiin istutuspituus ja kasvukauden aikana saavutettu kokonaispituus. Kokonaispituudesta vähennettiin istutuspituus, jolloin saatiin kasvukauden 2022 pituuskasvu. Mahdollista on, että istutuspituus on mitattu väärin, jos taimi on kasvattanut pieniä oksia vuosikasvaimeen. Luotettavamman tuloksen olisi saanut, jos taimien pituudet olisi mitattu jo istutuksen yhteydessä ja uudestaan kasvukauden jälkeen. Tällöin olisi pitänyt tehdä taimikartat hyvin tarkasti joka kohteessa, että mittaustulokset kohdistuisivat oikeaan taimeen. Tärkeämpää oli tehdä mittaukset sellaisesta kohdasta, jossa tukkimiehentäin syöntipainetta olisi mahdollisimman paljon, koska silloin suojausmenetelmän tehokkuus pääsee parhaiten esiin. Mittaustyön teki yksi henkilö, joten erilaisista työskentelytavoista johtuvaa mitauseroa ei ole.

Tutkimus olisi voitu toteuttaa myös ympyräkoalamittauksina. Silloin tutkimustulos olisi antanut kattavamman tuloksen koko uudistusosalasta. Tutkimuksen

tavoitteena ei ollut tutkia uudistamisen onnistuneisuutta kohteissa. Oleellisempaa sen sijaan oli sijoittaa tutkimusalue korkean syöntipaineen alueelle ja löytää kaikki istutetut – sekä elossa olevat että kuolleet – taimet. Mahdollista on, että etenkin kuolleita taimia voi jäädä huomaamatta. Koska istutustiheys oli hyvin tasainen ja ympäröivä kasvillisuus ei ehtinyt yhdessä kesässä kovin reheväksi, taimet löytyivät helposti ja myös kuolleet taimet erottuivat hyvin.

Työn tuloksia voidaan pitää varsin luotettavina. Tuloksia tarkasteltaessa on kuitenkin muistettava, että tutkimusaineistoa ei tutkittu laboratoriossa ja arvioinnissa on saattanut tapahtua virheitä.

## 6.2 Tulosten tarkastelu

Tutkimuksen tärkein tulos oli se, että Woodcoat antoi paremman suojan kuin kemiallinen torjunta-aine, sillä Woodcoat-käsitellyjä taimia säilyi elossa 97 % kun kemiallisesti suojattuja taimia säilyi elossa 89 %. Tulos on linjassa Ruotsin maataloustieteellisen yliopiston tekemän tutkimuksen kanssa, jossa Woodcoat-suojatuista taimista säilyi elossa ensimmäisen kasvukauden jälkeen 96 % (SLU 2018, 14). Luonnonvarakeskuksen Conniflex-tutkimuksen tulokseen verrattuna Woodcoat-suojaus on tehokkaampi suojausmenetelmä, sillä Conniflex-käsittelyn ja kemiallisen käsittelyn suojaustehokkuudella ei havaittu olevan eroa (Luoranen ym. 2022, 9).

Tutkimuksessa selvisi myös, että syöntiä oli kohdistunut enemmän kemiallisesti käsiteltyihin taimiin, joista yli 50 % rungon ympäri ulottuvaa syöntiä oli tapahtunut 11 %:lla taimista. Vastaavasti Woodcoat-käsitellyistä taimista yli 50 % rungon ympäri ulottuvaa syöntiä oli tapahtunut 3 %:lla taimista. Tämä tukee kuolleisuusprosentteja; vakavasti syötyjä taimia on yhtä paljon kuin kuolleiden taimien.

Opinnäytetyön tutkimus osoittaa, että Woodcoat-suojausmenetelmä on hyvä vaihtoehto estämään tukkimiehentäin syöntiä. Woodcoat-suojatuista taimista kuoli tukkimiehentäin syönnin seurauksena vain 3 %. Kemiallisesti suojatuista taimista kuoli vastaavasti 11 %. Suojausmenetelmällä ei havaittu olevan vaikutusta muihin tuhonaiheuttajiin, sillä tukkimiehentäin syönnin lisäksi taimia oli kuollut vain kuivuuteen yhteensä 7 kappaletta eli alle 1 %.

### 6.3 Woodcoatin mahdollisuudet

Syynä Woodcoatin paremmalle suojaavuudelle voidaan pitää sen pidempään kestävää suojaavaa pinnoitetta. Kemiallisen torjunta-aineen teho heikkenee nopeammin, kun torjunta-ainetta haihtuu ilmaan ajan myötä sekä huuhtoutuu pois sateiden mukana. Mekaaninen Woodcoat-suojaus kestää pidempään, mikä antaa taimelle enemmän aikaa kasvaa ja juurtua ensimmäisenä kasvukautena. Vahvistunut taimi kestää paremmin tukkimiehentäin syöntiä sekä ensimmäisenä että myös toisena kasvukautena, vaikka Woodcoat-suojauksen teho loppuisi.

Hinnaltaan Woodcoat-suojatut taimet ovat noin 40 % kalliimpia kuin kemiallisesti suojatut taimet. Jos Woodcoat-suojatuilla taimilla saavutetaan heti ensimmäisen kasvukauden jälkeen riittävä tiheys, vältytään täydennysistutuksen aiheuttamilta lisäkustannuksilta, jotka koostuvat taimista ja istutustyöstä. Täydennysistutusta suositellaan, jos tiheys jää alle 1300 taimeen hehtaarilla. Jos täydennysistutukseen tarvitaan 600 kpl lisätaimia, taimet maksavat silloin yhtä paljon kuin Woodcoat-suojattujen taimien käyttäminen. 1800 kappaletta Woodcoat-suojattuja taimia maksaa lähes yhtä paljon kuin 2300 kappaletta kemiallisesti suojattuja taimia. Tappioita syntyy myös puun tuottoon, kun täydennysistutettujen taimien osalta menetetään yksi kasvukausi.

Lisätutkimuksia ja käytännön kokemuksia tarvitaan vielä lisää, mutta jo tämän tutkimuksen perusteella kuusen uudistuskohteisiin voidaan suositella Woodcoat-suojattuja taimia, etenkin jos alueella on kärsitty aiemmin suurista tukkimiehentäituhuista. Täydennysistutukseen kannattaa käyttää Woodcoat-suojattuja taimia, jos on jo havaittu, että kemiallisella torjunta-aineella ei ole pystytty torjumaan riittävästi tukkimiehentäin syöntiä.

## LÄHTEET

Berglund, K. 2022. Tuotantopäällikkö. Puhelinhaastattelu 2.12.2022. Mellanå Plant Oy Ab.

Euroopan parlamentti. 2023. Kemikaalit ja torjunta-aineet. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/fi/FTU\\_2.5.8.pdf](https://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/fi/FTU_2.5.8.pdf) [viitattu 5.2.2023].

Forest Stewardship Council. 2019. The FSC National Forest Stewardship Standard of Sweden. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://se.fsc.org/sites/default/files/2022-06/FSC-STD-SWE-03-2019%20V3-0%20EN%20Sweden%20NFSS.pdf> [viitattu 25.1.2023].

Interagro Skog Ab. 2022a. Skadeinsekter. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.interagroskog.se/skadeinsekter-sidan/> [viitattu 14.12.2022].

Interagro Skog Ab. 2022b. Woodcoat. Mekaniskt snytbaggesskydd. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.interagroskog.se/wp-content/uploads/2022/05/WOODCOAT\\_2022-LR.pdf](https://www.interagroskog.se/wp-content/uploads/2022/05/WOODCOAT_2022-LR.pdf) [viitattu 14.12.2022].

Käyttöturvallisuustiedote. 2022. Woodcoat. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.interagroskog.se/wp-content/uploads/2022/12/SDB-Woodcoat-221201.pdf> [viitattu 14.12.2022].

Laine, T. 2022. Metsänhoitopäällikkö. Sähköpostiviesti 16.12.2022. Metsä Group.

Luoranen, J., Laine, T. & Saksa, T. 2022. Field performance of sand-coated (Conniflex®) Norway spruce seedlings planted in mounds made by continuously advancing moulder and in undisturbed soil. *Forest ecology and management* 120259. Verkkojulkaisu. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120259> [viitattu 26.10.2022].

Maanmittauslaitos. 2022. Karttapaikka. <https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/> [viitattu 31.10.2022].

Metla. 2006. Kuusen paakutaimien viljelyopas. Metsäntutkimuslaitoksen erillisjulkaisu. Suonenjoki: Metsäntutkimuslaitos. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-1997-5> [viitattu 19.2.2023].

SLU. Sveriges lantbruksuniversitet. 2018. Test av mekaniska plantskydd mot snytbagg i omärkeredd och markeredd mark, anlagt våren 2015. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://res.slu.se/id/publ/96663> [viitattu 20.2.2023].

Suomen lajitietokeskus. 2022. Tukkimiehentäi – *Hyllobius abietis*. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://laji.fi/taxon/MX.196272/images> [viitattu 11.11.2022].

Svenska PEFC:s Skogsstandard. 2017. Svenska PEFC. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://cdn.pefc.org/pefc.se/media/2020-11/3cc03367-d561-433b-8e30-3988ecc55eb9/739290da-8844-5334-8e92-334d2df042e3.pdf> [viitattu 14.12.2022].

Tukes. 2022. Kasvinsuojeluinerekisteri. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://tukes.fi/kasvinsuojeluinerekisteri> [viitattu 26.10.2022].

Uotila, A., Kasanen, R. & Heliövaara, K. 2020. Metsätuhot. 2., uudistettu painos. Helsinki: Metsäkustannus.

Venäläinen, A., Lehtonen, I., Laapas, M., Ruosteenoja, K., Tikkanen, O.-P., Viiri, H., Ikonen, V.-P. & Peltola, H. 2020. Ilmastonmuutos lisää metsätuhojen riskejä Suomessa. *Metsätieteen aikakauskirja*. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://doi.org/10.14214/ma.10454> [viitattu 24.1.2023].

Viiri, H. & Kytö, M. 2001. Tukkimiehentäituhot ja niiden torjunta. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/270–274. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.metsatieteenaikakauskirja.fi/pdf/article6502.pdf> [viitattu 22.10.2022].

Virtanen, K. 2022. Taimitarhapäällikkö. Sähköpostiviesti 25.10.2022. Fin Forelia Oy.