

**PAIKALLINEN KIRJANPAINAJAN SEURANTAVERKOSTO
FEROMONIPYYDYKSIN KAAKKOIS-SUOMESSA**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Metsätalous, insinööri (AMK), Evo

Kevät, 2023

Anniina Peltonen ja Sonja Siitonen

Metsätalous, insinööri (AMK), Evon kampus	Tiivistelmä
Tekijä Anniina Peltonen ja Sonja Siitonen	Vuosi 2023
Työn nimi Paikallinen kirjanpainajan seurantaverkosto feromonipyydyksin Kaakkois-Suomessa	
Ohjaaja Antti Sipilä	

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutustua MetuKka-hankkeen kansalaisseurannan toimintamalliin ja perehtyä kirjanpainajan (*Ips typographus*) seurannassa käytettäviin feromoneihin ja pyydyksiin. Tavoitteena oli myös verrata hankkeen avulla saatuja saalismääriä valtakunnallisen seurannan virallisiin tuloksiin. Lisäksi työssä selvitettiin, kuinka paikalliset metsänomistajat onnistuivat kesällä 2022 kirjanpainajan kansalaisseurannassa.

Tutkimusaineistoksi saatiin käyttöön Luonnonvarakeskuksen ja Metsäkeskuksen MetuKka-hankkeen kansalaisseurannan ja lähimpien virallisten seurantapisteidien feromonipyydysten kirjanpainajasaalismäärät kesältä 2022. Yhteistyössä Luonnonvarakeskuksen kanssa luotiin myös seuraajille kysely, jossa selvitettiin seurannan onnistumista ja mahdollisia kehityskohteita. Metsätuhot kuriin Kaakkois-Suomessa eli MetuKka on Maa- ja metsätalousministeriön Hiilestä kiinni -toimenpideohjelman rahoittama hanke, jonka tavoitteena on muun muassa kirjanpainajatuhojen torjuntaan tähtäävän yhteistoimintamallin kehittäminen, sekä metsänomistajien ja metsäammattilaisten tuhotietämyksen lisääminen.

Työn tuloksena todettiin MetuKka-hankkeen kansalaisseurannan toimintamallin olevan toimiva ja tuloksien olevan vertailukelpoisia virallisiin seurantapisteesiin nähden. Kirjanpainajien parveilu alkoi koko Kaakkois-Suomen alueella seurantapisteidien saalismäärien mukaan toukokuussa. Tehoisan lämpösumman 700 astevuorokautta täyttyi kaikilla seurantapisteesillä heinäkuussa, joka mahdollisti ensimmäisen sukupolven aikuistumisen ja parveilun. Kaakkois-Suomen alueella tehoisa lämpösumma kertyi kolmella paikkakunnalla 1 500 astevuorokauteen termisen kasvukauden loppupuolella alueen sääasemien lämpötilahavaintojen mukaan. Tämä tarkoittaa sitä, että näillä paikkakunnilla kirjanpainajan toisen sukupolven oli mahdollista kehittyä aikuisiksi.

MetuKka-hankkeen kehittämiseksi tulisi feromonipyydysten tyhjennys tehdä useammin kuin kerran kuukaudessa, jotta kirjanpainajien parveilusta saataisiin tarkempaa tietoa. Myös feromonin vaihtaminen seurantajakson puolella välissä voisi varmistaa tasaisemmat saalismäärät loppukesästä.

Avainsanat Feromoni, feromonipyydyks, kirjanpainaja, metsätuhot
Sivut 54 sivua ja liitteitä 1 sivu

The goal of this thesis was exploring operations model of spruce bark beetle pheromone trapping project MetuKka carried out by the contributions of the public, and to learn about the pheromones and traps which are used for the monitoring of spruce bark beetles. Second goal was comparing quantity of catches between MetuKka project and official follow-up points controlled by Natural Resources Institute Finland. It was also studied how local forest owners succeeded in the citizens' follow-up during the summer of 2022.

The data gathered from monitoring spruce bark beetles was obtained from Natural Resources Institute Finland and Forest Centre in summer of 2022. The authors of this thesis carried out survey for the forest owners and the survey reviewed the experiences related to the monitoring project and examined whether there are any proposals for development. MetuKka is one of the projects of Ministry of Agriculture and Forestry of Finland. Its goal, among other things, is to develop cooperation model for prevention of damages caused by spruce bark beetles and to increase forest owners' and forest specialists' knowledge about spruce bark beetles and the pheromone traps.

The conclusion from the results of the survey is that citizens' follow-up is working well and the quantity of catches of MetuKka are comparable to official monitoring points. Spruce bark beetles started swarming in the whole South-Eastern Finland on May. The days of the effective heat sum reached 700 days at every monitoring point in July and that resulted in maturation of the first generation of spruce bark beetles. According to weather stations data in South-Eastern Finland, the effective heat sum reached 1 500 degree days in three locations. It means that spruce bark beetles second generation were able to mature in those locations.

Changing the pheromones during the summer could ensure more stable quantity of catches throughout the whole monitoring period. Also, the pheromone traps should be emptied more often, in order to gather more information on the swarming of spruce bark beetles.

Keywords Pheromone, pheromone trap, spruce bark beetle, forest damages

Pages 54 pages and appendices 1 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Kirjanpainaja	3
2.1	Biologia	4
2.2	Tuhot	6
2.3	Torjunta ja metsätuholaki	10
2.4	Kirjanpainajan pyynti feromonipyydyksin	12
2.5	Ilmastonmuutoksen mahdolliset vaikutukset kirjanpainajakantaan	14
2.6	Kirjanpainaja tuholaisena muissa maissa	16
3	Aineistot ja menetelmät	19
3.1	MetuKka-hankkeen aineisto kirjanpainajakannasta kesältä 2022	19
3.2	Luonnonvarakeskuksen virallisten seurantapisteidien aineisto kesältä 2022	22
3.3	Kysely MetuKka-hankkeesta metsänomistajille	25
4	Tulosten esittely	26
4.1	Seurantapisteidien analysointi	28
4.2	Kyselyn tulosten esittely	36
5	Pohdinta ja johtopäätökset	42
5.1	MetuKka-hanke	42
5.2	Kirjanpainajan tulevaisuus Kaakkois-Suomessa	48
	Lähteet	49

Kuvat

Kuva 1.	Kirjanpainaja	3
Kuva 2.	Kirjanpainajan syömäkuvio	5
Kuva 3.	Kaavio kirjanpainajan sukupolvista yhden kasvukauden aikana	6
Kuva 4.	Kirjanpainajien aiheuttamia tuhoja Helsingin Paloheinässä.	7

Kuva 5. Myrskytuhot vuonna 2010 Kaakkois-Suomessa.	9
Kuva 6. Hyönteistuhot vuonna 2013 Kaakkois-Suomessa.	10
Kuva 7. Metsätuholaissa määritelty aluejako.	11
Kuva 8. Tehoisan lämpösumman 1 500 astevuorokauden esiintymisen todennäköisyys Euroopassa.	15
Kuva 9. MetuKka-hankkeen seurantapisteen sijainnit kartalla.	20
Kuva 10. Pyydysten asettelun malli.	20
Kuva 11. NoveFella-pyydykset.	21
Kuva 12. Luken ja MetuKka-hankkeen seurantapisteen sijainnit.	23
Kuva 13. Virallinen seurantapiste Borregaard-putkipyydyksillä.	24
Kuva 14. Nove-pyydyksistä Phero-X-feromonilla saadut kirjanpainaajan kumulatiiviset saalismäärät kesältä 2022.	27
Kuva 15. Nove-pyydyksistä Phero-X-feromonilla saadut kirjanpainaajan alle 25 000 yksilön saalismäärät kesällä 2022.	28
Kuva 16. Päivät, jolloin vuorokauden ylin lämpötila oli enemmän kuin 17 astetta sääasemittain.	29
Kuva 17. Tehoisan lämpösumman kertyminen 700 vuorokausiasteeseen.	30
Kuva 18. Parikkalan ja Puumalan seurantapisteen saalismäärät.	31
Kuva 19. Nuijamaan ja Lappeenrannan seurantapisteen saalismäärät.	32
Kuva 20. Savitaipaleen MetuKka-pisteen ja Savitaipaleen virallisen seurantapisteen saalismäärät.	33

Kuva 21. Ylämaan ja Miehikkälän seurantapisteen saalismäärät.	34
Kuva 22. Pyhtään ja Inkeröiden seurantapisteen saalismäärät.	35
Kuva 23. Iitin ja Valkealan seurantapisteen saalismäärät.	36
Kuva 24. Seuraajien havainnot kirjainpainajan värissä eri tyhjennyskerroilla.	38
Kuva 25. Seuraajien kokemus kirjainpainajista saatavilla olevasta tiedon määrästä.	39
Kuva 26. Seuraajien tuntemus kirjainpainajan riskeistä metsissä.	40
Kuva 27. Feromonipyydyksen viimeinen tyhjennystulos seurantakaudella 2022.	43
Kuva 28. Ruotsin kirjainpainajaseuran tulokset kesältä 2022.	45
Kuva 29. Ruotsin kirjainpainajaseuran tulokset kartalla viikolta 22 ja selitteet.	46

Liitteet

Liite 1.	Kysely MetuKka-hankkeesta metsänomistajille
----------	---

1 Johdanto

Kirjanpainajat ovat polttava puheenaihe niin mediassa kuin metsänomistajien keskuudessa, sillä niiden aiheuttamien tuhojen vaikutusta metsäalaaan ei voi kiistää. Hyönteistuhohakkuita tehtiin vuonna 2022 moninkertaisesti verrattuna edellisiin vuosiin, sillä hakkuiden pinta-ala nousi jopa 3 600 hehtaariin koko Suomen alueella. Kaakkois-Suomen alueen osuus tästä oli noin kolmasosa eli 1 200 hehtaaria. Vertailun vuoksi otetaan esimerkiksi vuosi 2021, jolloin hyönteistuhohakkuiden määrä koko Suomessa oli 1 300 hehtaaria ja puolestaan vuonna 2020 vastaava luku oli 1 000 hehtaaria. (Metsäkeskus, n.d.-a) Toki pitää huomioida, että näihin lukuihin lasketaan myös mahdollisten muiden hyönteistuhojen kuin pelkkien kirjanpainajien aiheuttamat hakkuut.

Ilmaston lämpenemisen vaikutusta kirjanpainajien menestymiseen ei pidä unohtaa. Lämpeneminen edesauttaa kirjanpainajia kehittymään nopeammin aikuisiksi ja mahdollistaa useamman sukupolven syntymisen myös Suomessa. Muuttuva ilmasto lisää myös abioottisten tuhojen määrää, joka edesauttaa kirjanpainajia muun muassa luomalla lisää sopivia lisääntymispaikkoja. Näihin edessä oleviin muutoksiin voidaan varautua tuntemalla kirjanpainajan parveilun vaiheet ja opettelemalla seuraamaan kirjanpainajakannan vaihteluita feromonipyydyksien avulla paikallisesti. (Metsäkeskus, n.d.-b)

Mediassa esitettyihin uutisiin ja kasvaviin tuhoihin havahtuneet metsänomistajat ovat esittäneet kiinnostusta aktiivisempaan kirjanpainajien liikehdinnän seurantaan. Tähän seurantaan toimiva väline on feromonipyydyks, jonka avulla saadaan tietoa kirjanpainajien parveilun ajoittumisesta, sekä voimakkuudesta. Pyydyksen toiminta perustuu kirjanpainajia houkuttelevaan feromoniin, jonka takia kirjanpainajat lentävät pyydykseen ja jäävät sinne loukkuun. Pyydyksiä tyhjennettäessä voidaan laskea, kuinka paljon kirjanpainajia on seurantajakson aikana kertynyt pyydykseen. Pyydyksiä ja feromoneja on nykyään kaupallisesti myytävänä, joten kenen tahansa on mahdollista hankkia sellainen metsäänsä. Ongelmana on tähän mennessä ollut se, ettei yhtenäistä ohjeistusta tällaisen seurannan toteuttamiseen ole ollut. Tästä syystä Kaakkois-Suomessa on meneillään standardoidun menetelmän testaus osana MetuKka-hanketta. Samankaltainen menetelmä on jo esimerkiksi Ruotsissa käytössä.

MetuKka-hankkeessa paikalliset metsänomistajat keräsivät aineistoa kirjanpainajien määristä feromonipyydyksin kesällä 2022. Saimme käyttöömmme tämän aineiston, sekä Luonnonvarakeskuksen koordinoimien seurantapisteidien tulokset Etelä-Karjalan ja Kymenlaakson alueelta kesältä 2022. Tämän työn tavoitteena oli arvioida kansalaisseurantamenetelmää kahdella eri tavalla: verrata hankkeen avulla saatuja saalismääriä valtakunnallisen seurannan virallisiin tuloksiin ja kartoittaa hankkeeseen osallistuneiden metsänomistajien kokemuksia seurantakesästä 2022. Työssä arvioitiin myös kirjanpainajan parveiluun ja sen ajoitukseen liittyviä eroja ja yhteneväisyyksiä eri seurantapisteidien välillä. Meillä oli lisäksi mahdollisuus olla mukana luomassa ja teettämässä kyselyä MetuKka-projektiin osallistuneille metsänomistajille, jossa selvitettiin heidän ajatuksiaan parveiluseurannan toteutuksesta.

Opinnäytetyön aineistosta ja kaikista neuvoista haluamme kiittää Luonnonvarakeskuksen Tiina Yliojaa ja Leena Aarniota sekä Metsäkeskuksen Juho Kokkosta. Kiitos myös Jouko Tuovolan säätiölle apurahan myöntämisestä tätä opinnäytetyötä varten. Lisäksi haluamme kiittää MetuKka-hanketta ja sitä rahoittavaa Maa- ja metsätalousministeriötä, ilman rahoitusta ei olisi syntynyt tätä opinnäytetyötäkään.

2 Kirjanpainaja

Kirjanpainaja (*Ips typographus*) on noin puolen senttimetrin pituinen, tummanruskea tai lähes musta kaarnakuoriainen. Nuoremmat, vastakuoriutuneet kirjanpainajat ovat väritykseltään vaaleanruskeita. Kirjanpainajan tunnistaa peräpäässä sijaitsevista neljästä parista hampaita (kuva 1). Myös sen peitinsiipien takaosan himmeys toimii hyvänä tuntomerkinä. (Uotila, ym., 2020, s. 66) Kirjanpainaja on aiheuttanut paljon ongelmia esimerkiksi Saksassa ja Tšekeissä, eikä Euroopassa voida enää puhua kirjanpainajista ainoastaan paikallisina tuhonaiheuttajina (Melin ym., 2021). Kirjanpainajasta on tullut Suomessakin yksi kuusen merkittävimmistä tuholaisista (Metsäkeskus, n.d.-d).

Suomessa tavataan kirjanpainajan ja kiiltokirjanpainajan lisäksi kolme muutakin Ips-suvun kaarnakuoriaislajia. Ne ovat okakaarnakuoriainen, pikakirjoittaja ja pikkukirjanpainaja. (Uotila, ym., 2020, s. 68)

Kuva 1. Kirjanpainaja (Vladimirov, 2017).



2.1 Biologia

Aikuiset kirjanpainajat parveilevat touko-kesäkuussa ilman lämpötilan ylitettyä 18–20 astetta ja kun maan lämpötila kohoaa yli 9–12 asteen (Uotila, ym., 2020, s. 66). Kirjanpainaja lentää koko kesän ajan, mutta sen päälento tapahtuu alkukesästä (Bakke, 1985, s. 37).

Koiraan iskeydyttyä heikentyneen kuusen kuorikerroksen läpi, se alkaa kaivertaa pientä kammiota. Kaivautuessaan koiras erittää feromonia ja houkuttelee näin naaraita luokseen pariutumiskammioon. Parhaimmillaan naaraita saattaa saapua jopa kolmesta neljään yksilöä. (Nuorteva, 1999, s. 71) Naaraiden lisäksi feromoni houkuttelee myös toisia koiraita samaan puuhun. Koiraiden erittämän feromonin kaksi pääaineesosaa ovat chaos-verbenol ja 2-methyl-3-buten-ol. Lisäksi siinä esiintyy ainetta nimeltä ipsdienol, mutta sen osuus ei ole kovin suuri. (Bakke, n.d.)

Naaraat kaivertavat omat noin kymmenen senttimetrin pituiset emokäytävät puun pystysuunnassa ja laskevat munansa sen reunoille (Aronsson, ym., 1995, s. 112). Aikuinen naaras voi munia noin 40–60 munaa ja muninta kestää tyypillisesti muutaman päivän (Metsäkeskus, 2017). Munista kuoriutuu vaaleita toukkia noin kahden viikon kuluessa. Toukat käyttävät nilaa ravintonaan ja kaivertavat siihen syödessään omia käytäviä (kuva 2). Normaalisti nämä käytävät pysyvät toisista erillään, mutta jos emoja on tunkeutunut liikaa kaarnan alle, voi toukilta loppua tila kesken. Tällöin käytävien yhdistyminen tarkoittaa, että nopeampi toukka syö hitaamman. Muutenkin liian ahtaat olot aiheuttavat toukkien kuolemista, sillä ne eivät kykene siirtymään ruuan loppuessa uudelle alueelle. (Nuorteva, 1999, s. 71) Kasvaessaan toukat vaihtavat nahkansa kolmesta viiteen kertaan (Nuorteva, 2010, ss. 15–16). Sen jälkeen ne koteloituvat kukin omaan käytäväänsä nilakerroksessa. Näistä koteloista kuoriutuu aikuisvaiheen kirjanpainajia. Tätä yksilökehitystä kokonaisuudessaan kutsutaan täydelliseksi muodonvaihdokseksi. Aikuiset kirjanpainajat jatkavat vielä kuusen nilakerroksen kaivertamista. Jos kesä on lämmin ne saattavat parveilla uudelleen ja munia niin kutsutun sisarsukupolven. Talveksi ne poistuvat kuoren alta heinäkuun loppupuolella tai viimeistään elokuun alussa. (Luke, n.d.-a) Kirjanpainajat talvehtivat diapaussissa joko karikkeessa tai puun tyvikaarnan alla (Davídková & Doležal, 2017).

Kuva 2. Kirjanpainajan syömäkuvio.

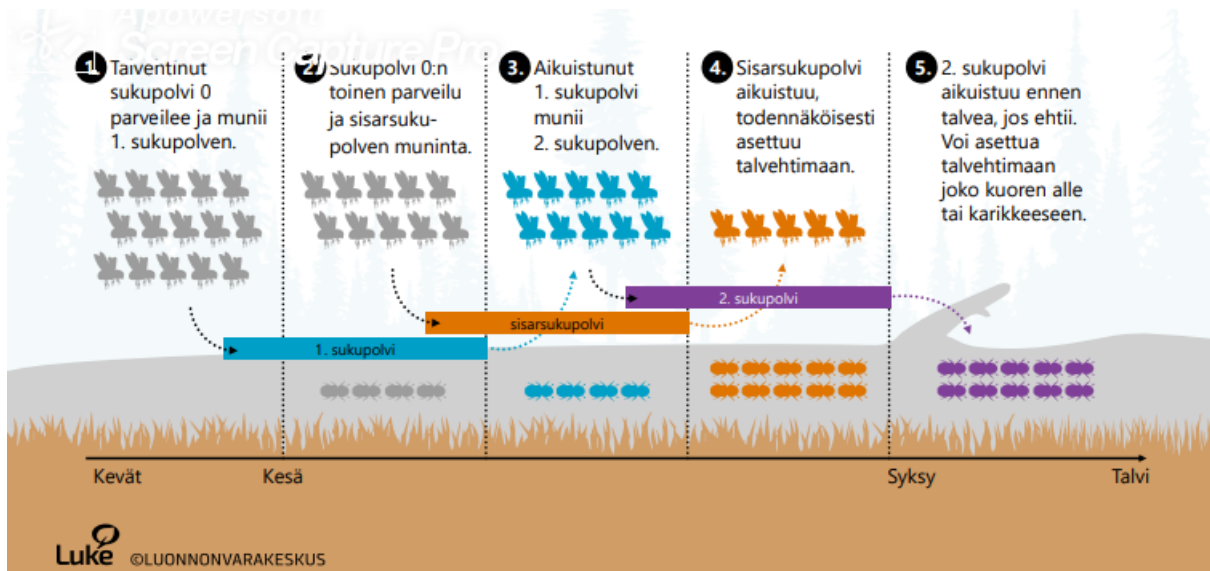


Ensimmäisen parveilun aikana munitut toukat aikuistuvat lämpösumman ollessa noin 700 astevuorokautta. Kesäkuussa lämpötilan ollessa sopivan korkealla kirjanpainajan parveilua ajatellen, toukokuussa parveilemaan lähteneet aikuiset kirjanpainajat voivat lisääntyä toistamiseen. Tästä toisen kerran lisääntymisestä käytetään termiä sisarsukupolvi. (Ylioja ym., 2022, s. 42)

Mikäli loppukesä on lämmin ensimmäisen sukupolven aikuistuessa, ne saattavat parveilla muniakseen uuden sukupolven eli niin kutsutun toisen sukupolven. Lämmin elokuu voi mahdollistaa uuden sukupolven kehittymisen. Aikuinen kirjanpainaja voi lähteä iskeytymään uusiin puihin, jos lämpötila on parveilulle riittävän korkealla. Kirjanpainajien syyskesän parveiluun vaikuttaa niin lämpöolot kuin päivän pituus. Myös puun kuivumisella on havaittu olevan vaikutusta kirjanpainajien sukukypsyyden saavuttamiseen (Pouttu & Annila, 2010). Toisen sukupolven aikuistumisen edellytyksenä on, että 1 500 astevuorokauden lämpösumma täyttyy ennen talvea. Lisäksi vaikuttaa se, ehtivätkö toisen sukupolven nuoret aikuiset talvehtimaan karikkeeseen vai jäävätkö ne puiden kuorten alle. Kuoren alle

talvehtimaan jääneet yksilöt ovat huomattavasti alttiimpia talven pakkasille. Kirjanpainajien alijäähtymispisteeksi on määritetty -28°C . (Annila, 1969) Kuvassa 3 on esitetty kirjanpainajan sukupolvet yhden kasvukauden ajalta. Suomen historiassa kirjanpainajilla on havaittu toinen sukupolvi ensimmäistä kertaa vuonna 2010 (Pouttu & Annila, 2010).

Kuva 3. Kaavio kirjanpainajan sukupolvista yhden kasvukauden aikana (Metsäkeskus, n.d.-e).



2.2 Tuhot

Kirjanpainajista löytyy mainintoja kirjallisuudesta jo 1700-luvun puolivälistä, jolloin ne ovat aiheuttaneet suurialaisia tuhoja Saksan alueella. Silloin tuhot olivat saaneet alkunsa myrskypuissa lisääntyneistä kuoriaisista. Skandinavian alueella puolestaan kirjanpainajien aiheuttamista suurituhoista alkaa löytyä tietoa 1800-luvun alusta. Skandinaviassa suurille epidemioille syynä olivat silloin myös myrskytuhot, sekä voimakkaana toteutetut hakkuut. (Nuorteva, 1982, s. 53)

Kirjanpainaja kuuluu kaarnakuoriaisten sukuun, jota pidetään yhtenä taloudellisesti merkittävimpänä tuholaislajina Suomessa. Kaarnakuoriaisista kirjanpainajat ovat kaikkein vahingollisin laji. Kirjanpainajien aiheuttamia tuhoja kutsutaan eruptiivisiksi tuhoiksi, sillä tuhoihin tarvitaan jokin laukaiseva tekijä, esimerkiksi myrsky, ja sen seurauksena kanta kasvaa eksponentiaalisesti. (Neuvonen, 2020, s. 1) Kirjanpainajat iskeytyvät heikentyneisiin

tai vaurioituneisiin pystypuihin, tuulenkaatoihin, lumen murtamiin puihin ja kuorelliseen puutavaraan. (Luke, n.d.-a) Yleensä kirjanpainajat elävät kuusissa ja suosivat läpimitaltaan yli 20 senttimetrisiä puita (kuva 4). Erityisen houkuttelevia kohteita kirjanpainajille ovat kuivuudesta kärsivien kasvupaikkojen kuusikot, sekä aukkojen reunoilla sijaitsevat, valolle alttiit puut. (Uotila ym., 2020, ss. 67–68)

Kuva 4. Kirjanpainajien aiheuttamia tuhoja Helsingin Paloheinässä.



Kirjanpainajien kaivertamat käytävät nilakerroksessa katkaisevat puun nestevirtaukset. Lisäksi kirjanpainajat kuljettavat mukanaan sinistäjäsiientä, joka heikentää veden ja ravinteiden kuljettamista entisestään. Sinistäjäsieni tukkii vedenoton mantopuussa ja aiheuttaa puun sinistymisen. Tällöin latvuksen nesteiden ja ravinteiden saanti heikkenee, joka johtaa puun kuivumiseen. Jos syömäkuviot kulkevat koko rungon ympäri, puu kuolee

hiljalleen nestevirtauksien katkettua lopullisesti. Nilaosan syöminen aiheuttaa lopulta kaarnan putoamisen. (Luke, n.d.-a) Kaarnakuoriaisten mukana levinneistä sinistäjäsiemenistä on kirjattu tietoa jo 1800-luvulla. Sinistäjäsiemenilajistoa, jotka kulkeutuvat kaarnakuoriaisten avulla, on tutkittu Suomessa melko vähän, joten sitä ei tunneta kovin hyvin. Sinistäjäsiementen ominaisuudet edesauttavat niiden leviämistä, sillä esimerkiksi itiöt voivat olla tahmeassa vaipassa, jolloin ne tarttuvat helposti kaarnakuoriaisiin. Itiöiden kulkeutuessa emo- ja toukkakäytäviin, ne pääsevät leviämään puuaineeseen ja aiheuttamaan värivikoja. Kirjanpainajat kantavat mukanaan yleensä vaihtelevaa ja runsaslukuista sinistäjäsiemenilajistoa. (Linnakoski & Niemelä, 2011) Vaikka sinistäjäsiemenet eivät aiheuta lahoa puuhun, niin puuaineen tummuminen aiheuttaa puutavaran laadun heikentymistä ja näin ollen sen arvo laskee. (Lundell, 2018) Vaikutus on erityisen suuri puun tukkiosassa, sillä tukin laadun heikentyessä, arvo voi laskea kymmeniä euroja.

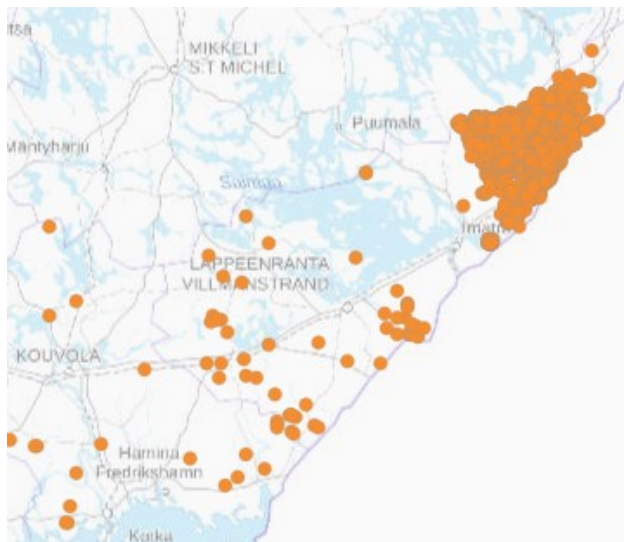
Kaivautuessaan kuoren alle kirjanpainajat työntävät purukasoja puun pintaa kohti. Näistä kaarnaliuskojen välissä sijaitsevista ruskeankirjavista purukasoista voi tunnistaa kirjanpainajaesiintymän (Uotila, ym., 2020, ss. 67–68). Jos parveilua on runsaasti ja kanta ylittää alueen riskirajan, voivat kirjanpainajat tunkeutua myös terveisiin puuyksilöihin. Tällöin puiden pihkavuoto ei enää riitä pitämään tuholaisia loitolla. (Asikainen ym., 2019) Riskirajana pidetään tyypillisesti 15 000 yksilöä per pyydysryhmä. Riskirajan ylittyessä voi hakkuuaukon reunalla kuolleiden puiden lukumäärä nousta kymmeneen kappaleeseen kilometrin pituisella matkalla. (Lindelöw & Schroeder, 2001) Tuhot voivat myös levitä laajalle alueelle pesäkkeittäin tai säännöllisenä rintamana, jos asia jää huomaamatta tai siihen ei puututa (Luke, n.d.-a).

Suomessa koettiin pitkän hellejakson päätteeksi laaja-alaiset myrskytuhot heinä- ja elokuussa vuonna 2010. Loppukesän myrskyt kaatoivat noin kahdeksan miljoonaa kuutiota puuta koko Suomen alueelta ja aiheuttivat tuhoja arviolta 240 000 hehtaarin alueella. (Viiri ym., 2011, ss. 221–222) Myrskyjä oli neljä lyhyen ajan sisällä ja näistä erityisesti Asta-myrsky vaikutti Kaakkois-Suomen alueella. (Maaseudun tulevaisuus, 2020-a) Asta-myrskyn erityispiirteenä oli, että myrskyn syöksyvirtausparvi tuli yöllä. (Ilmatieteen laitos, n.d.-a) Asta-myrskyä on verrattu Ruotsissa vuonna 2005 tapahtuneeseen Gudrun-myrskyyn. Gudrun kaatoi noin 75 miljoonaa kuutiometriä metsää. (SMHI, 2021)

Pelkästään myrskytuhojen takia Etelä-Karjalan alueella tehtiin hakkuita noin 4 000 hehtaarin edestä vuonna 2010, eniten Ruokolahden (1 850 hehtaaria) ja Rautjärven (1 450 hehtaaria) kuntien alueilla. Hakkuiden poikkeuksellisen suurta määrää havainnollistavaksi vertailukohteeksi otetaan Etelä-Karjalan kaikki tuhohakkuut vuodelta 2009, joiden kokonaispinta-ala oli noin 50 hehtaaria. Kymenlaakson alueella myrskyt eivät vaikuttaneet kovin voimakkaasti, sillä myrskytuohakkuiden pinta-ala oli vain noin 40 hehtaaria vuonna 2010. (Metsäkeskus, n.d.-a) Syksyllä 2010 tuhoppuuston kartoitushetkellä, puustoa oli korjattu 3,5 miljoonan kuutiometrin verran koko Suomen alueelta. (Viiri ym., 2011, ss. 221–222)

Nämä 2010 vuonna tapahtuneet loppukesän myrskyt loivat paljon potentiaalisia lisääntymisalustoja kirjanpainajille (kuva 5). Vaikka tuhoutunutta puustoa pyrittiin korjaamaan resurssien mukaan pois, oli haasteena lähestyvä talvi ja poikkeuksellisen suuri hakkuumäärä. (Viiri ym., 2011, ss. 221–222) Lisäksi lämmin kesä edesauttoi kirjanpainajien kehittymistä ja ensimmäistä kertaa Suomessa havaittiin kirjanpainajan toinen sukupolvi. Suurin osa toisen sukupolven yksilöistä jäi kuitenkin toukka- tai koteloasteelle ja näin ollen ne kuolivat talvella. (Pouttu & Annala, 2010, ss. 521–522)

Kuva 5. Myrskytuhot vuonna 2010 Kaakkois-Suomessa (Metsäkeskus, n.d.-c).



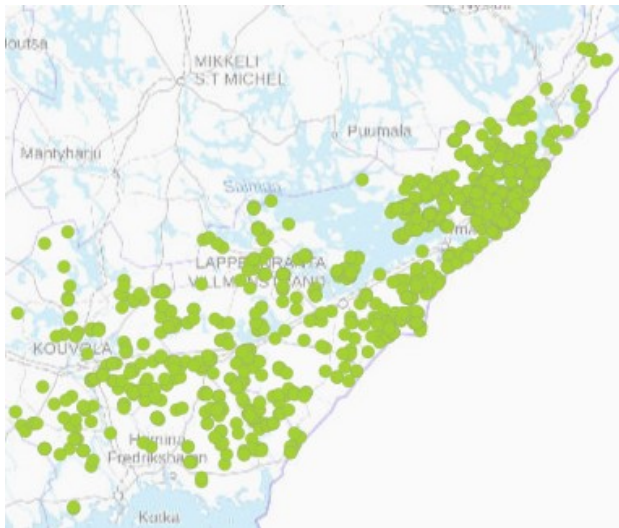
Vuoden 2011 aikana tehtiin myrskytuohakkuita Etelä-Karjalassa noin 1 000 hehtaarin edestä, joista suurin osa Rautjärvellä (760 hehtaaria). Samana vuonna kuitenkin tehtiin

hyönteistuhohakkuita ainoastaan 10 hehtaarin verran Etelä-Karjalassa ja 40 hehtaarin verran Kymenlaaksossa. Vuonna 2012 puolestaan hyönteistuhohakkuiden määrä nousi jo yli 400 hehtaariin Kymenlaakson (270 hehtaaria) ja Etelä-Karjalan (140 hehtaaria) alueilla.

Etelä-Karjalassa tehtiin vuonna 2013 miltei 900 hehtaarin alueelta hyönteistuhohakkuita. Kymenlaakson vastaavan ajankohdan luku oli 330 hehtaaria (kuva 6).

Metsänkayttöilmoitusten perusteella hyönteistuhohakkuita tehtiin Kaakkois-Suomessa samoilla alueilla missä vuoden 2010 myrskyt olivat tehneet tuhoja. (Metsäkeskus, n.d.-a)

Kuva 6. Hyönteistuhot vuonna 2013 Kaakkois-Suomessa (Metsäkeskus, n.d.-c).



Kesä 2013 oli myös sääolosuhteiden puolesta suotuisa kirjanpajajille.

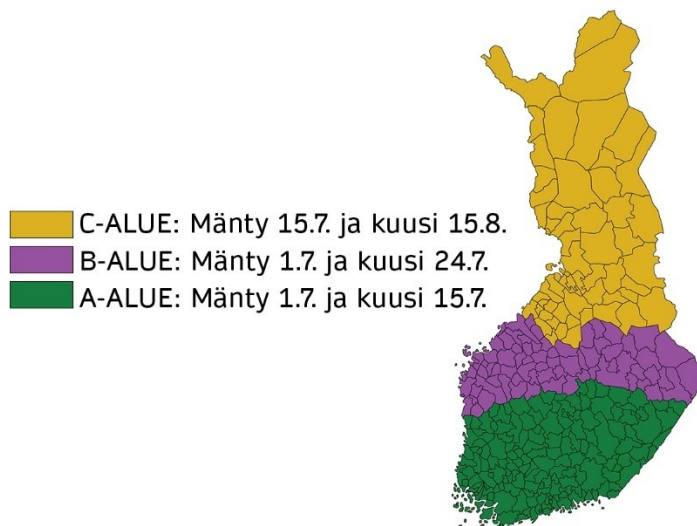
Metsäntutkimuslaitoksen (nykyisin Luke) ja Suomen metsäkeskuksen toteuttamassa kirjanpajajien feromoniseurannassa riskiraja ylitettiin 70 prosentissa seurantapaikoista vuonna 2013. Puolestaan vuonna 2012 raja ylittyi vain noin 19 prosentissa seurantapaikoista. (Heino & Pouttu, 2014)

2.3 Torjunta ja metsätuholaki

Metsätuholaisissa määrätään, että syyskuun ensimmäisen ja toukokuun 31 päivän välillä kaadettu kuusipuutavara täytyy kuljettaa A-alueella 15.7. mennessä pois hakkuupaikalta ja välivarastoista (kuva 7). Sekä Etelä-Karjala että Kymenlaakso kuuluvat tähän alueeseen.

Korjuu suoritetaan ennen uuden sukupolven kehittymistä, jolloin vähennetään uusien kirjanpajien iskeytymisen riskiä eläviin kuusiin (Uotila, ym., 2020, s. 68). Jos poisvienti ei onnistu määräaikaan mennessä niin vaihtoehtoisesti puutavara peitetään joko lehtipuu- tai mäntypuukerroksella, kastellaan, kuoritaan, käsitellään Tukesin hyväksymällä kasvinsuojeluaineella tai jollain muulla keinolla estetään metsätuholaisten leviäminen ympäröivään metsään. Puolestaan kesäkuun ensimmäisen päivän ja elokuun 31 päivän välisenä aikana hakattu kuusipuutavara tulee kuljettaa 30 päivän kuluessa hakkuujankohdasta. (Laki metsätuhojen torjunnasta 1087/2013, § 3, § 4)

Kuva 7. Metsätuholaissa määritelty aluejako (Metsäkeskus, n.d.-f).



Lisäksi laissa määrätään, että vahingoittuneiden kuusipuiden tilavuuden ylittäessä kymmenen kuutiometriä, on puita poistettava metsästä ja välivarastosta ylittävän osan verran määräaikaan mennessä. Tähän kuutiomäärään lasketaan myös kuusen hakkutähteet, silloin kun niiden tyviläpimitta on enemmän kuin kymmenen senttimetriä. (Laki metsätuhojen torjunnasta 1087/2013, § 5, § 6) Vahingoittuneita puita ovat tyypillisesti tuulenkaadot, jotka eivät ole vielä kuivuneet, mutta periaatteessa myös kirjanpajan valtaamat vielä vihreälatvaiset puut, joista toukat eivät ole vielä aikuistuneet. Puolestaan jo kuolleet kuuset kannattaa jättää metsään, sillä ne ovat monimuotoisuuden kannalta arvokkaita lahopuita. (Uotila, ym., 2020, s. 68) Näissä kuolleissa kuusissa voi elää kirjanpajan luontaisia vihollisia, joista muurahaiskuoriainen on niistä yksi. Muurahaiskuoriainen käyttää ravinnokseen kirjanpajan toukkia sekä aikuisia

kirjanpainajia. Muurahaiskuoriaiset pystyvät siirtymään kirjanpainajien perässä pitkiäkin matkoja. (Forest, 2023)

Maa- ja metsätalousministeriöllä on myös oikeus määrätä laajojen metsätuhojen leviämisen tai syntymisen ehkäisemiseksi välttämättömiä metsänhoitotoimia, kuten puiden poistoa. Ministeriö voi myös valtuuttaa Metsäkeskuksen ryhtymään näihin toimiin. Tällä pykälällä pyritään ehkäisemään laaja-alaisia metsätuhoja. (Laki metsätuhojen torjunnasta 1087/2013, § 9)

Lisäksi kirjanpainajien torjunnassa on hyvä kiinnittää huomiota avohakkuuta suoritettaessa siihen, miten aukot rajataan. Paahteiselle puolelle ei suositella jätettäväksi täysikasvuista kuusikkoa, koska valo-olosuhteiden nopea muutos heikentää puiden vastustuskykyä ja tekee niistä näin ollen kirjanpainajille suotuisampia kohteita. (Uotila, ym., 2020, s. 68)

Kirjanpainajien tuhoriskin madaltamiseksi on myös suositeltavaa välttää istuttamasta kuusia liian kuivilla kasvupaikoilla, koska kuivuus heikentää puiden vastustuskykyä. (Luke, n.d.-a) Lisäksi lehtipuiden osuuden lisääminen metsissä on yksi keino vähentää tuhoriskejä. (MMM, n.d.)

2.4 Kirjanpainajan pyynti feromonipyydyksin

Kirjanpainajan feromonipyydyksiä on saatavilla useita erilaisia. Ulkomuoto vaihtelee hieman mallien välillä, mutta toimintaperiaate on yleensä sama. Pyydyksen sisällä oleva feromoni houkuttelee kirjanpainajia ja tuholaisien laskeuduttua liukkaan muovin päälle, ne tippuvat keräysastiaan. Pyydyksiä on mahdollista käyttää monia vuosia peräkkäin, mutta feromonit vaihdetaan joko vuosittain tai muutaman kerran kesässä. Kirjanpainajille suunniteltuja pyydyksiä ovat kerrospyydyks, kerroskuppipyydyks, ristikkopyydyks ja NoveFella-pyydyks. (Biotus, n.d.-a) Tiina Ylioja (henkilökohtainen tiedonanto, 5.4.2023) kertoi opinnäytetyöhön liittyvässä palaverissa, että Luonnonvarakeskus ja Metsäkeskus käyttävät kirjanpainajaseurannassa vielä vanhoja Borregaard-putkipyydyksiä, joihin kertyvä sivusaaliin määrä on vähäinen pyydyksen pienien sisäänmenoreikien ansioista.

Feromonipyydyksillä voidaan tehdä sekä kuiva- että märkäpyyntiä. Kuivapyyntiä käytetään yleensä tarkkailuun, sillä kirjanpainajat tippuvat keräysastiaan ja niiden määrä on helppo mitata. Pyydyksiä suositellaan tarkastettaviksi viikoittain, jotta kuolleiden kuoriaisten hajut eivät karkota uusia tulokkaita. Märkäpyynnissä puolestaan keruuastiassa on vettä ja esimerkiksi hajusuolaa. Tämä seos mahdollistaa pidemmän tyhjennysvälin, sillä se estää kuoriaisten pilaantumisen eivätkä ne ala näin ollen haista kuolleena. Tyhjennysväli voi olla 4–8 viikkoa. Märkäpyyntiä käytetään tarkkailuun ja massapyyntiin. (Biotus, n.d.-b) Esimerkiksi Luonnonvarakeskuksen virallisilla seurantapisteillä käytetään märkäpyyntiä. Saalis arvioidaan tyhjennyskerroilla ensin tilavuuden mukaan, jonka jälkeen saaliit lähetetään tarkemmin tutkittaviksi laboratorioon.

Erilaisia feromoneja voi ostaa niin metsätuotteita myyvistä kivijalkaliikkeistä kuin verkkokaupoista. Myytävät feromonit ovat joko lyhyt- tai pitkäkestoisia eli niiden vaikutusaika vaihtelee 6–24 viikon välillä tuotteen mukaan. (Biotus, n.d.-b) Kirjanpainajien houkutteluun myytäviä feromonivalmisteita ovat ainakin Ipsowit, Ipslure, Pheroprax ja Phero-X-Lure. (Witasek, n.d.; Kjemikonsult, n.d.; Uittokalusto, n.d.-a; Uittokalusto, n.d.-b)

Kerrospyydys on laatikkomainen pyydys, jossa on useita keruuaukkoja. Tässä pyydyksessä on liukas muovipinta, johon laskeuduttuaan kirjanpainajat tippuvat keruuaukoista pyydyksen alaosassa olevaan keruuastiaan. Tähän pyydykseen feromoni asetetaan roikkumaan suunnilleen neljännen keruuaukkorivin kohdalle. Pyydyksessä on suppilomainen välipohja, veden poisohjauskouru ja suodatussiivilä roskille, keruuastia ja alla vielä poistumisaukot vedelle. Pyydys sopii sekä kuiva- että märkäpyyntiin. Pyydyksen tyhjennys tapahtuu liu'uttamalla keruuastia irti pyydyksestä. Pyydys laitetaan roikkumaan esimerkiksi sille rakennettuun telineeseen. Pyydyksen hinta on noin 50 euroa. (Biotus, n.d.-a)

Kerroskuppipyädys on helppokäyttöinen malli, joka koostuu kuudesta suppilon muotoisesta kupista. Kuppien materiaali on liukasta muovia, joten kirjanpainajat tippuvat pyydyssäiliöön. Pyydyssäiliö tyhjenetään kiertämällä säiliö irti pyydyksestä. Tässä pyydyksessä feromoni asetetaan toiseksi alimmaisesta kupista kiinnitysaukkoihin. Pyydys sopii kuiva- ja märkäpyyntiin. Pyydyksen voi kiinnittää puun oksaan tai rakentaa sille erillisen telineen. Hinta tälle mallille on noin 22 euroa. (Biotus, n.d.-a)

Ristikkopyydyksessä pyydyssiivekkeet muodostavat ristikon, jonka liukkaalle pinnalle kuoriaisten on vaikea laskeutua. Ne tippuvat suppilon kautta pyydyssäiliöön, josta ne voidaan kerätä. Feromonikapseli asennetaan pyydyksen ristikon alla sijaitsevaan loveen. Pyydys tyhjenetään kiertämällä säiliö irti pyydyksestä. Pyydyksen voi asentaa roikkumaan esimerkiksi puun oksasta. Tämä malli sopii kuivapyyntiin ja sen hinta on noin 35 euroa. (Biotus, n.d.-a)

NoveFella on melko uusi pyydysmalli. Pyydys koostuu runkoputkesta, johon kiinnitetään suppilot ja välituet, suojahatusta, keräysastiasta, lukitusholkista ja maapiikistä. Malli on helppo käyttää, koska sen saa asennettua maahan maapiikin avulla, joten erillistä telinettä ei tarvitse rakentaa. Feromonisyötti ripustetaan noin metrin pituiseen naruun ja lasketaan runkoputken alaosaan. Naru lukitaan suojahatun ja runkoputken väliin. Pyydys tyhjenetään irrottamalla lukitusholkki, laskemalla pyydyksen yläosa maahan ja irrottamalla keräysastia maapiikistä. Tälle pyydykselle suositellaan tyhjennystä vähintään kahden viikon välein. Tätä pyydysmallia myydään viiden kappaleen paketeissa, jonka hinta on noin 245 euroa. Tällöin yhden pyydyksen hinta on noin 50 euroa. (Biotus, n.d.-a)

Feromonipyydysten lisäksi on mahdollista käyttää pyydyspuita. Kirjanpainajien massapyyntissä voidaan hyödyntää 2–3 metrin pituisia kuusipöllejä, jotka sijoitetaan hakkuuaukolle ainakin 20 metrin etäisyydelle metsän reunasta. Pyyntipuut viedään valitulle alueelle ennen kirjanpainajien parveilun alkamista. Pyyntipuiden houkutusvaikutuksen lisäämiseksi, pöllien keskiosaan voidaan kiinnittää feromonipussi, joka varmistaa kirjanpainajien iskeytymisen kyseiseen puuhun. Pyyntipuut on kuljetettava pois tai muuten tuhottava ennen metsätuholaissa määriteltyjä ajankohtia. (Biotus, n.d.-b) Feromonin käyttö pyydyspuissa moninkertaistaa emokäytävätiheyden, joten menetelmään päädyttäessä sen käyttö on suositeltavaa (Pönniö, 2013, ss. 24–26).

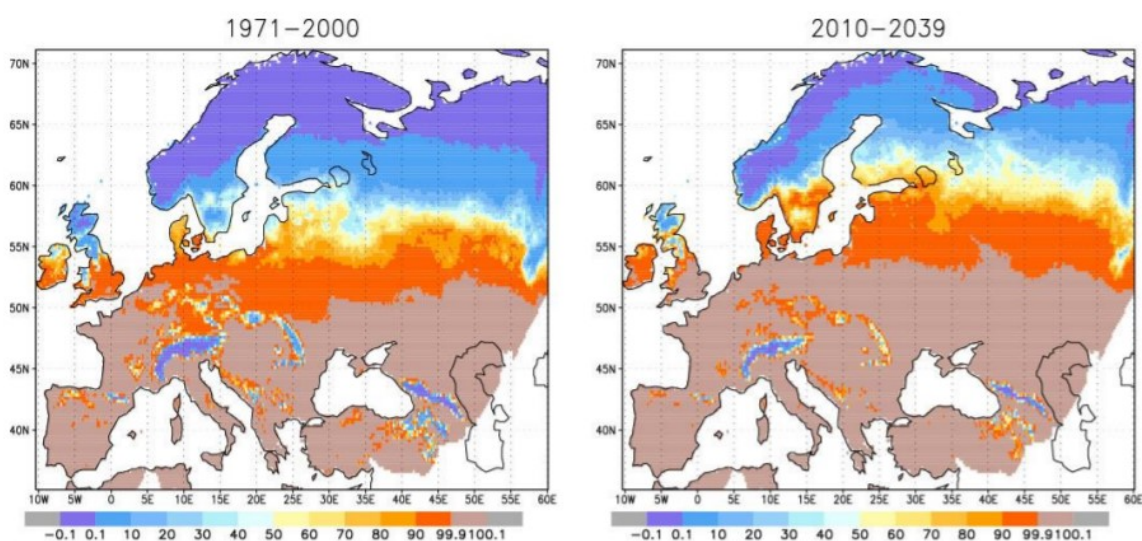
2.5 Ilmastonmuutoksen mahdolliset vaikutukset kirjanpainajakantaan

Ilmastomuutos tulee väistämättä koskettamaan myös Suomea eri tavoilla. Lämmenneen ilmaston on ennustettu lisäävän niin puuston kuin metsien kasvua. Ilmastonmuutos todennäköisesti tulee kuitenkin myös kasvattamaan abiottisten ja biottisten metsätuhojen

määrää. Kirjanpainajapopulaation kannalta ilmastonmuutos on hyvä asia, sillä lisääntyvä lämpö tekee kannan kehittämisestä nopeampaa. Näin ollen mahdollisuudet sisarusjälkeläistön ja toisen sukupolven syntymiselle kasvavat. (Annala, 1969) Lisäksi potentiaalisia isäntäpuita on jatkuvasti enemmän tarjolla puiden altistuessa kuivuudelle ja erilaisille myrskytuhoille aiempaa useammin. Tällä hetkellä Suomessa esiintyy pääosin yksi kirjanpainajasukupolvi kesää kohti. Lämpenevät kesät luovat kuitenkin mahdollisuuksia toisen sukupolven syntymiselle. Mitä lämpimämpi kesä sitä paremmat edellytykset ovat toisen kirjanpainajasukupolven syntymiselle, sekä aikuistumiselle samana kesänä.

(Maaseudun Tulevaisuus, 2020) Toinen sukupolvi on tutkitusti selviytynyt talven yli Saksassa ja Etelä-Ruotsissa. Tulevaisuuden kirjanpainajatilannetta voidaan pyrkiä mallintamaan käyttämällä apuna edellä mainittujen maiden nykyistä tilannetta. Kirjanpainajien sukupolvien määrän lisääntyessä kirjanpainajakannan kasvu muuttuu eksponentiaalisesti. Suomen ilmastopaneelin julkaiseman tutkimuksen mukaan lämpösunnan ylittäessä 1 500 astevuorokautta, olosuhteet kirjanpainajan toisen sukupolven aikuistumiselle ovat otolliset (Asikainen ym., 2019, s. 4). Samaisen tutkimuksen mukaan 1900-luvun lopulla todennäköisyys 1 500 astepäivään eteläisessä Suomessa oli 10 prosentin luokkaa, kun taas seuraavan 20 vuoden aikana todennäköisyys on noin 50 prosenttia (kuva 8).

Kuva 8. Tehoisan lämpösunnan 1 500 astevuorokauden esiintymisen todennäköisyys Euroopassa (Asikainen ym., 2019, s. 5).



Terminen kasvukausi alkoi vuonna 2022 eteläisessä Suomessa 17.4. ja päättyi 15.11. Tehoisan lämpösumman kertymäksi tuli tuolloin 1 424 koko Suomen alueella. Terminen kasvukausi alkaa siitä, kun vuorokaudessa lämpötila kohoaa pysyvästi yli viiden asteen. Se loppuu lämpötilan laskiessa syksyllä pysyvästi alle viiden asteen tai pysyvän lumipeitteen sataessa maahan. (Ilmatieteenlaitos, n.d.-b) Suomessa kasvukausi pitenee vuonna 2021 ja 1 500 astevuorokausien tehollinen lämpösumma täyttyi monella paikkakunnalla. Tämä periaatteessa mahdollisti toisen kirjanpainajasukupolven kehittymisen aikuisiksi, mutta tätä ei varmennettu maastohavainnoin. (Ylioja ym., 2022, s. 49)

Abioottiset metsätuhot tulevat todennäköisesti yleistymään ilmaston lämmetessä. Lämpimän kauden pidentyessä kuivuus ja sateettomat kaudet tulevat vaikuttamaan negatiivisesti puiden vuotuiseen kasvuun. Kuivuuden vaikutus tulee näkymään varsinkin terveiden kuusien heikkenemisenä. Kun terveen kuusen tila heikentyy abioottisen tai bioottisen syyn seurauksena, se altistuu helpommin tuhoille. Roudattoman ajan pidentyminen ja voimistuneet tuulet heikentävät puustoa, sekä sen juuristoa. Kovat tuulet saattavat katkoa lumituhojen tavoin puuston latvuksia luoden juurikäävän itiöille hyvän leviämisalustan. (Metsälehti, 2017) Myrskyjen kaatamissa puissa on suuri hyönteisten lisääntymisen riski. Riskin laajuus riippuu kuitenkin kaatuneen puuston määrästä, kasvukauden vallitsevasta sääolosta, sekä paikallisesta hyönteiskannasta. Mitä suurempi määrä puita on kaatunut metsässä syys- tai talvimyrskyn aikana sitä suurempi todennäköisyys, sillä on säilyä hyönteistuhoilta vielä seuraavankin kasvukauden ajan. Tämä pätee vain niissä puissa, jotka ovat kaatuneet juurineen. Yksittäiset puut on kuitenkin hyvä korjata pois metsästä, koska ne saattavat houkuttaa kirjanpainajia ja edesauttaa niiden lisääntymistä. (Annala & Petäistö, 1978, s. 24)

2.6 Kirjanpainaja tuholaisena muissa maissa

Kirjanpainajaa on tavattu Pohjois-Euroopassa jo 1900-luvun alussa, jonka jälkeen sen populaation kehitys kohti pohjoisempien maiden havupuita on ollut nopeaa. (Res Journal, 2019) Kaarnakuoriaiset kuuluvat havumetsien ekosysteemiin, mutta ilmastonmuutos on luonut niille hyvän leviämisalustan. Muun muassa Tšekissä, Slovakiassa ja Pohjois-Itävallassa kaarnakuoriaiset ovat kurittaneet kuusivaltaisia metsiä niin paljon, että tilanne

tuntuu toivottomalta. (Reuters, 2019) Tutkijat loivat erilaisia malleja, jolla arvioitiin ilmastonmuutoksen vaikutuksia kaarnakuoriaisten levinneisyyteen Tšekeissä. Tutkimus tehtiin vuonna 2011 ja jo silloin Tšekeissä havainnoitiin kaksi kirjanpainaja sukupolvea kesässä. Tutkijat ennustivat Tšekeissä olevan kolme kirjanpainaja sukupolvea viimeistään vuosina 2025–2050. (Hlásny ym., 2011, s. 242) Kolmas sukupolvi havaittiin kuitenkin jo vuonna 2018 ja sen kanta kasvoi niin suureksi, että iskeymiä tapahtui terveisiin puihin. Tulevaisuudessa jatkuva kasvatus ja eri-ikäisrakenteinen lehtipuuvaltainen metsikkö tuhoalueilla kasvattaa suosiotaan metsänomistajien sekä valtion keskuudessa. (Reuters, 2019)

Saksassa on tehty kirjanpainajien seuranta pyydyspuilla 1800-luvun lopusta asti (Niemeyer, 1997). Saksan pinta-alasta 11,4 miljoonaa hehtaaria on metsää, joka on noin kolmasosa koko maan pinta-alasta. Saksassa puulajisuhteet ovat melko tasaiset, sillä noin 50 prosenttia puustosta on havupuuta ja 50 prosenttia lehtipuuta, kuten pyökkiä, tammea ja koivua. (Hallfahrt, 2018) Esimerkiksi Harzin alueella on koettu suuria tuhoja, sillä se on hyvin kuusivaltaista aluetta. Saksan kirjanpainajakannan kasvavaan tilanteeseen saattaa olla edistävänä syynä maailmansotien jälkeiset hakkuut, jossa sekapuustoiset metsät poistettiin ja uudistettiin kuusella. (Orth, 2021)

Keski-Euroopan lisääntyneet myrskytuhot ja lämmennyt ilmasto luo tulevaisuudessa hyönteis- ja sienituhoille enemmän jalansijaa myös pohjoismaisissa metsissä. Etelä-Ruotsia ja Norjaa ovat koetelleet ankarat myrskyt jo vuoden 1969 syksystä. Ruotsista metsää tuhoutui noin 37 miljoonaa kuutiometriä. Tämä loi kirjanpainajalle otolliset olosuhteet iskeytyä kaatuneisiin kuusiin seuraavan vuoden kesänä. Tammikuussa vuonna 2005 Gudrun-myrsky sai aikaan suuret metsätuhot, kun se kaatoi Ruotsin yli mennessään noin 75 miljoonaa kuutiometriä metsää. Norja selvisi suurimmilta tuhoilta, koska tuulet voimistuivat myrskyiksi vasta Ruotsin puolella. (SMHI, 2011) Kirjanpainaja määrät kasvoivat siitä seuraavana kesänä yli nelinkertaisiksi, koska kaikkia tuoreita tuulenkaatoja ja katkenneita puita ei myrskyn jälkeen kyetty korjaamaan pois metsistä. Lämpimän ja kuivan kesän ansiosta Ruotsissa havaittiin samaisena kesänä parveilevan kaksi sukupolvea. (Farmit, 2006) Vain muutama vuosi Gudrun-myrskyn jälkeen Ruotsia koetteli seuraava katastrofi. Samalle alueelle osui

osittain toinen talvimyrsky, joka kaatoi 12 miljoonaa kuutiometriä kuusivaltaista metsää maahan. (Långström ym., 2009, s. 7)

Ruotsissa kirjanpajien parveilua on seurattu feromonipyydyksin vuodesta 1995 lähtien. Vuosina 1996–1999 käytettiin myös pyydyspuita kirjanpajien aiheuttamien tuhojen vakavuuden arviointiin. Seurannan tavoitteena on ollut tuottaa arvioita kirjanpajan suhteellisista populaatiotasosta tietyille metsäalueille. (Lindelöw & Schroeder, 2001, s. 40)

3 Aineistot ja menetelmät

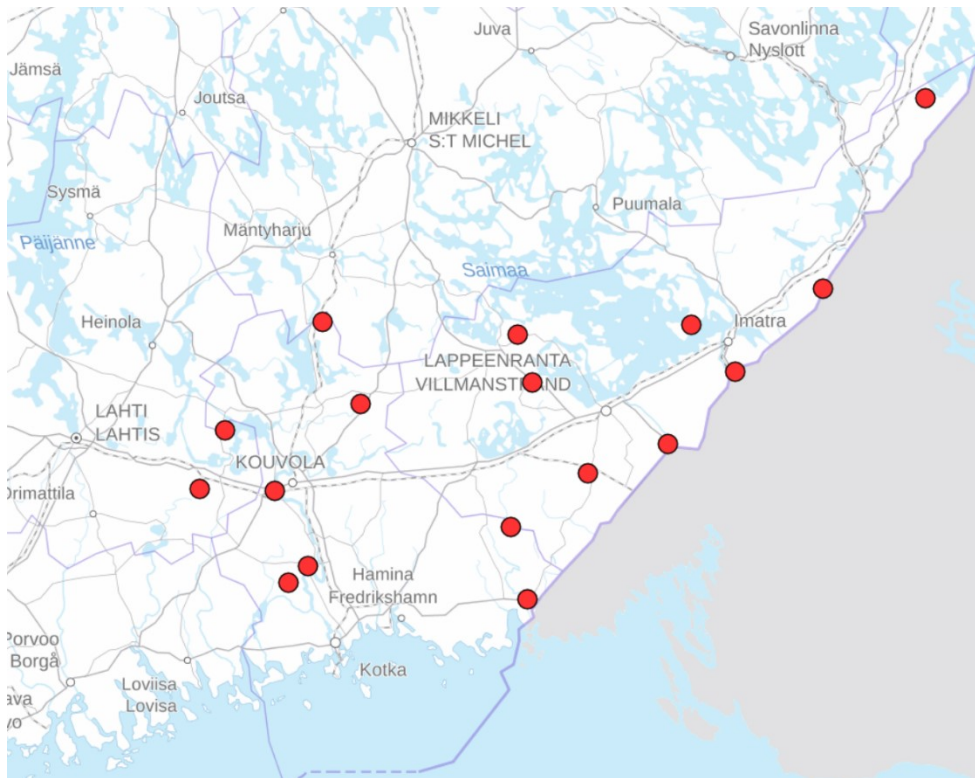
Etelä-Karjalassa ja Kymenlaaksossa asuvat paikalliset metsänomistajat keräsivät aineistoa alueiden kirjanpainajien määristä feromonipyydyksin kesällä 2022. Metsänomistajat käyttivät NoveFella-feromonipyydystä, jonka sisällä käytettiin Phero-X-Lure IT -feromonina. Tämän aineiston lisäksi käytössä oli Luonnonvarakeskuksen virallisten kirjanpainajaseurantapisteiden tulokset Etelä-Karjalan ja Kymenlaakson alueelta kesältä 2022. MetuKka-projektiin osallistuneille metsänomistajille teetettiin myös kysely, jossa kartoitettiin, miten kesä oli sujunut seurannan parissa ja mitä asioita voisi vielä kehittää.

3.1 MetuKka-hankkeen aineisto kirjanpainajakannasta kesältä 2022

Opinnäytetyötä varten saatiin aineistoa Metsäkeskuksen ja Luonnonvarakeskuksen toteuttamasta Metsätuhot kuriin Kaakkois-Suomessa -hankkeesta. Hanke on käynnissä Etelä-Karjalan ja Kymenlaakson alueilla. Tämän hankkeen neljä tavoitetta ovat juurikäävän- ja kirjanpainajatuhojen torjuntaan tähtäävän yhteistoimintamallin kehittäminen, keinojen löytäminen laadukkaampaan juurikäävän torjuntaan, tuhotietämyksen lisääminen niin metsänomistajien kuin metsäammattilaisten osalta, sekä tuhoihin liittyvän seurantatiedon tarkentaminen. Hanke alkoi maaliskuun alussa vuonna 2022 ja sen on suunniteltu päättyvän marraskuun lopulla vuonna 2024. Rahoittajana tässä hankkeessa toimii Maa- ja metsätalousministeriö ja hanke liittyy Hiilestä kiinni -ilmastotoimenpidekokonaisuuteen, jolla tähdätään maankäyttösektorin ilmasto- ja kokonaiskestävyyden parantamiseen (MMM, 2021). MetuKka-hankkeen avulla rakennettavaa yhteistoimintamallia voidaan tulevaisuudessa hyödyntää niin muissa maakunnissa kuin valtakunnan tasolla asti. (Metsäkeskus, n.d.-g)

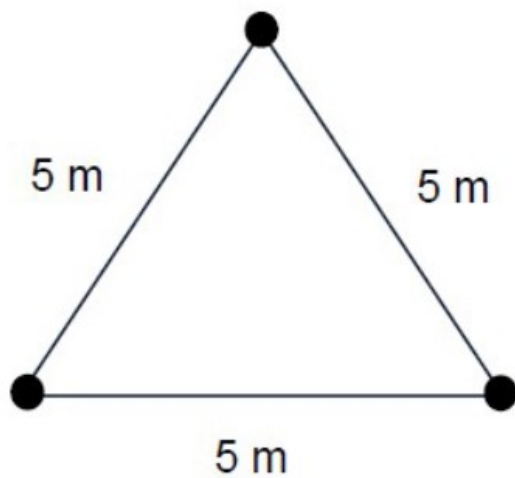
MetuKka-hankkeessa seurantapisteitä oli kesällä 2022 yhteensä 17 kappaletta (kuva 9). Yhdeksän seurantapistettä sijaitsi Etelä- Karjalassa ja loput kahdeksan pistettä Kymenlaakson alueella.

Kuva 9. MetuKka-hankkeen seurapisteiden sijainnit kartalla.



Pisteillä käytettiin NoveFella-pyydyksiä niin, että ne olivat sijoitettu kolmen kappaleen ryhmään tasavuisen kolmion muotoon viiden metrin välein (kuva 10). Feromonina pyydyksissä toimi Phero-X-Lure IT.

Kuva 10. Pyydysten asettelun malli.



Pyydysryhmä sijoitettiin suurimmalla osalla kohteista tuoreeseen noin vuoden vanhaan hakkuuaukkoon. Yhdellä kohteella pyydysryhmä sijoitettiin pellolle, koska muuta sopivaa kohdetta ei löytynyt. Pyydysryhmälle pyrittiin ohjeistuksen mukaan löytämään pohjois-itäsuuntaisesti paikka, joka olisi 20–40 metrin etäisyydellä viereisestä paahteisesta varttuneen kuusikon reunasta. Tätä 20 metriä pidetään turvaetäisyytenä terveeseen puustoon, jotta välttyttäisiin mahdolliselta kirjanpainajien houkutusvaikutukselta. Lisäksi pyydysryhmää sijoitettaessa tuli pohtia mahdollisia kirjanpainajan lentorataan vaikuttavia tekijöitä, kuten korkeuseroja, hakkuutähdekasvoja ja kiviä. Lisäksi paikan valinnassa tuli huomioida, että tavoitteena on tehdä seuranta samalla paikalla kolmen kesän ajan, joten mahdollisista lähialueiden hakkuusuunnitelmista piti ottaa selvää.

Phero-X-Lure IT -feromoni on suunniteltu houkuttelemaan nimenomaan kirjanpainajia. Tämän feromonin käyttöaika on pitkä, sillä sen teho kestää vähintään neljätoista viikkoa. Tuotteen sisältämä feromoni vapautuu tasaisesti muovin läpi. Feromonია myydään yleensä viiden kappaleen pakkauksessa ja tällainen pakkaus maksaa noin 60 euroa. Tuote säilytetään pakastimessa ennen käyttöönottoa ja oikealla säilytystavalla se kestää jopa kaksi vuotta käyttökelpoisena. (Skogma, n.d.)

NoveFella-pyydykset ovat melko uusi kaupoissa myytävä malli (kuva 11). Pyydyksiin ei tarvitse rakentaa erillistä alustaa, vaan se asennetaan pystyyn maapiikin avulla. Tämä helpottaa pyydyksen käyttöönottoa. Pyydyksessä on kymmenen suppiloa, joihin päädyttyään kirjanpainajat tippuvat pyydyksen alaosassa sijaitsevaan keräysastiaan. Keräysastian maksimikapasiteetiksi ilmoitetaan astian puoliväli. Pyydyksiä myydään viiden kappaleen paketeissa ja paketti on hinnaltaan noin 250 euroa. (Biotus. n.d.-a)

Kuva 11. NoveFella-pyydys (Grube, n.d.).



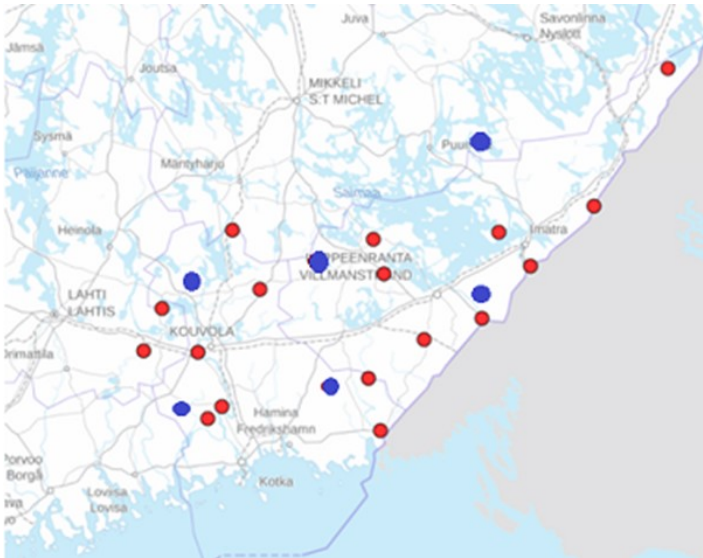
MetuKka-hankkeessa pyydyksien tyhjennysvälinä oli yksi kuukausi. Tyhjennysajankohdat olivat 30.5., 20.6., 18.7. ja 15.8. tai niitä edeltävä tai seuraava päivä riippuen tyhjentäjän aikataulusta. Nämä ajankohdat vastasivat Luonnonvarakeskuksen ja Metsäkeskuksen yhdessä toteuttaman valtakunnallisen seurannan tyhjennysajankohtia. Tyhjennystä hoitavan henkilön innokkuuden mukaan oli mahdollista tyhjentää pyydykset useamminkin. Seitsemän henkilöä jatkoi seurantaa syyskuun alkuun asti, koska elokuun loppupuoli oli vielä lämmin.

Tyhjennyksessä kaadettiin kaikkien kolmen pyydysten kuoriaiset keräysastiaan ja niiden seasta poistettiin isommat hyönteiset ja roskat. Tämän jälkeen kuoriaisten tilavuus mitattiin mittasuppilon avulla. Mittasuppilon yksikkönä toimi millilitrat. Tuloksen kirjaamisen jälkeen kuoriaiset hävitettiin. Tulokset lähetettiin Luonnonvarakeskukselle sähköisellä lomakkeella. (Luke, n.d.-b)

3.2 Luonnonvarakeskuksen virallisten seurantapisteen aineisto kesältä 2022

Luonnonvarakeskus on tehnyt valtakunnan alueella kirjanpainajaseurantaa feromonipyydyksin jo vuodesta 2012 lähtien. Seurantaa tehdään yhdessä Metsäkeskuksen ja vapaaehtoisten metsänhoitoyhdistysten kanssa. Aineistona käytettiin kuuden virallisen seurantapisteen tuloksia kirjanpainajasaalismääristä, jotka sijaitsivat lähellä MetuKka-hankkeen seurantapistettä. Kuvassa 12 olevat siniset pisteet havainnollistavat virallisten seurantapisteen sijainteja vuonna 2022.

Kuva 12. Luken ja MetuKka-hankkeen seurantapisteen sijainnit.



Pisteistä kolme sijaitsi Kymenlaaksossa, kaksi Etelä-Karjalassa ja yksi Etelä-Savossa. Virallisilla seurantapisteillä yksi pyydysryhmä koostuu aina kolmesta putkipyydyksestä (kuva 13). Putket asetellaan kolmion muotoon viiden metrin päähän toisistaan. Putket ovat valmistettu salaojaputkesta ja niiden pituus on 1,5 metriä. Putkeen on porattu 3,8 millimetrin kokoisia reikiä noin 900 kappaletta. Putken yläpään tulee kansi ja alapuolelle muovisuppilo, johon on kiinnitetty 0,5 litran pyydyspullo täytettynä 70 prosentin denaturoidulla etanoliliuoksella. Putkipyydyksissä käytettiin Ipsowit-feromonia, jonka vaikutusaika kestää enintään kahdeksan viikkoa ja se vaihdettiin seurantakauden aikana.

Kuva 13. Virallinen seurantapiste Borregaard-putkipyydyksillä (Markku Rantala, 2021).



Seurantapaikaksi kaudelle valittiin talven 2021–2022 uudistushakkuussa paljastunut paahteinen, etelään suuntautunut, kuusivaltainen metsänreuna, joka oli pinta-alaltaan vähintään 0,7 hehtaaria. Viralliset seurantapisteen sijaitsevat metsävaltaisilla alueilla ja niitä vältettiin asentamasta sellaisiin aukkoihin, jotka oli uudistettu kirjanpainajatuhon vuoksi.

Kirjanpainajasaalis laskettiin pullon etanoliliuoksesta, joka oli kiinnitetty pyydysputken suppiloon. Maastotuloksen mittausta varten tuli etanoli ensin valuttaa pois pullosta tilavuuden mittaamista varten. Mittasuppilon vetoisuus oli 50 millilitraa ja sillä voitiin mitata saalismäärä kappaleina tai millilitroina. Yksi millilitra vastasi 40 kappaletta kirjanpainajia. Jokaisesta kolmesta pyydysputkesta mitattiin saaliit erikseen ja niiden yhteenlaskettu tulos muodosti kyseisen seurantapisteen saalismäärän tyhjennyskerralla. Luonnonvarakeskus julkaisee tiedotteissaan maastomittaustuloksia kesän aikana. Tarkistusmittaukset tehdään aina Luonnonvarakeskuksen laboratorio-olosuhteissa ja maastosta toimitetut saalismäärät raportoidaan aina viimeistään kevättalvella vuosittain julkaistavassa metsätuhoportaissa.

Pyydyspotket tyhjennettiin virallisilla seurantapisteillä samanaikaisesti koko maassa ja tyhjennyskertoja oli seurantakaudella 2022 neljä kappaletta. Tyhjennysajankohdat olivat 1.6., 27.6., 20.7. ja 15.8. Osalla paikoista seuranta lopetettiin viikolla 33, koska sää ei ollut enää suotuisa kirjanpainajan parveilulle. Kahdeksalla paikkakunnalla seuranta jatkettiin syyskuulle, koska elokuun tyhjennyksessä kirjanpainajia oli esiintynyt vielä runsaasti. Ylimääräinen tyhjennys tehtiin syyskuun alussa.

3.3 Kysely MetuKka-hankkeesta metsänomistajille

Kesän aikana 15 metsänomistajaa osallistui NoveFella-feromonipyydyksillä kirjanpainajakannan seurantaan. Näille metsänomistajille toteutettiin kysely, jossa tiedusteltiin seurantaan liittyviä kehityskohteita ja pyrittiin saamaan kuva siitä, miten seuranta oli heidän mielestään sujunut. Puhelimitse tavoitettiin kymmenen seuraajaa ja sähköpostin välityksellä heistä kaksi. Osa seuraajista oli ilmoittanut, että haluaa yhteydenotot vain sähköpostin välityksellä, joten kolme seuraajaa jäi tavoittamatta kokonaan useista yrityksistä huolimatta. Kysely koostui 12 eri kysymyksestä. Kysymysten aiheet liittyivät MetuKka-hankkeen seurannan toteutukseen. Kyselyssä ei kysytty metsänomistajien tietoja, joten vastauksia ei ole lajiteltu esimerkiksi vastaajan sukupuolen mukaan. Kysymykset löytyvät liitteestä yksi.

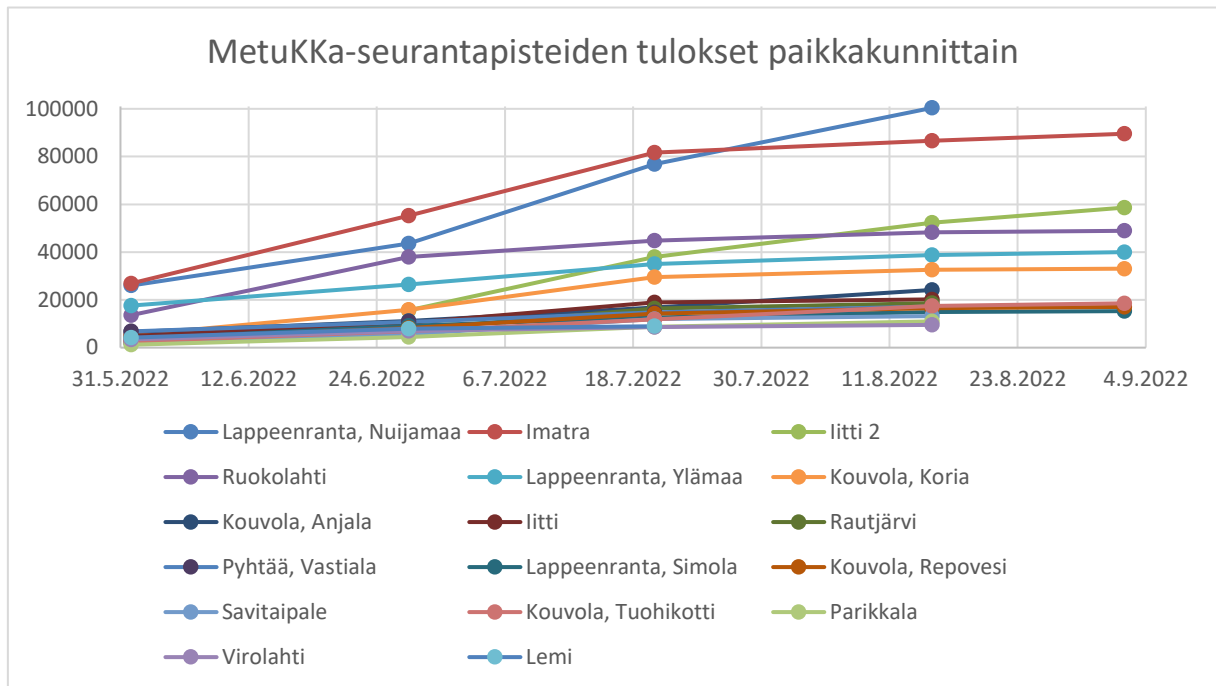
4 Tulosten esittely

MetuKKa-hankkeen kirjanpainajaseuranta kesältä 2022 saatiin onnistuneesti päätökseen syyskuun alkupuolella. Korkein saalismäärä saavutettiin Nuijamaalla, Lappeenrannassa, jossa saaliiksi jäi yli 100 000 kirjanpainajaa (kuva 14). Myös Imatran saalismäärä oli melko korkea, noin 85 000 kirjanpainajaa. Iitti 2 ja Ruokolahden seurantapisteissä saavutettiin samanlainen saalismäärä, molempien pisteiden tulosten ollessa noin 50 000 kirjanpainajaa.

Lappeenrannassa, Ylämaalla saalismäärä oli hieman vajaa 40 000 ja Kouvolassa, Koriolla noin 30 000. Kahdeksassa pisteessä tehtiin vielä ylimääräinen tyhjennys syyskuun alussa, jotta saatiin tietoa kirjanpainajien liikkeistä loppukesän ajalta. Iitin seurantapisteellä saatiin vielä viimeisessä tyhjennyksessä yli 6 000 kirjanpainajaa, joten siellä oli vielä ollut parveilua loppukesästä. Myös Imatran pisteellä saaliiksi jäi hieman vajaa 3 000 kirjanpainajaa, eli sielläkin oli ollut pientä parveilua elokuun lopussa. Kaikilla muilla pisteillä ylimääräisen tyhjennyksen tulos jäi alle 1 500 ja siitä voi päätellä, etteivät kirjanpainajat pyrkineet enää aktiivisesti lisääntymään loppukesästä.

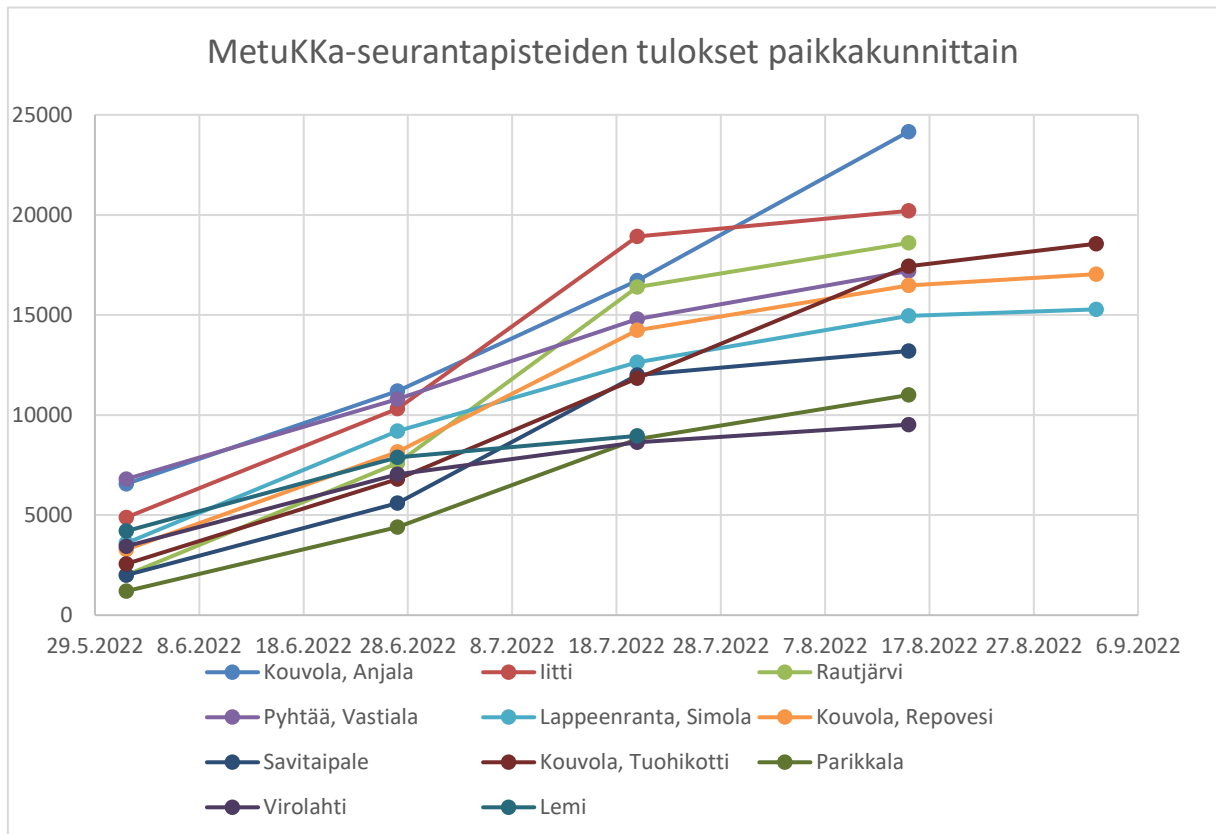
Tehoisa lämpösumma kertyi 1 500 astevuorokauteen Anjalan, Lappeenrannan ja Kouvolan Utin sääasemilla lokakuun puolella välissä vuoden 2022 aikana. Tämä mahdollisti kirjanpainajan 2. sukupolven aikuistumisen. Muilla valituilla Kaakkois-Suomen sääasemilla 1500 astevuorokautta ei täyttnyt. Suurimmat saalismäärät kertyivät niillä MetuKKa-seurantapisteillä, jotka sijaitsivat paikkakunnilla, joissa tuli täyteen 1 500 astevuorokautta kesän aikana.

Kuva 14. Nove-pyydyksistä Phero-X-feromonilla saadut kirjanpainajan kumulatiiviset saalismäärät kesältä 2022.



17 seurantapistestä 11 saalismäärä jäi alle 25 000 kirjanpainajaan (kuva 15). Pienin saalismäärä oli Lemillä, jossa määrä jäi alle 9 000. Lemien seurantapisteen tulokseen vaikutti se, ettei viimeisen tyhjennyskerran tulosta saatu kirjattua eli todellinen saalismäärä olisi voinut olla korkeampi. Myös Virolahdella selvittiin maltillisilla kirjanpainajan saalismäärillä kesän tuloksen ollessa noin 9 500. Kuudella seurantapistellä saalismäärä oli 11 000 ja 17 000 kirjanpainajan välillä. Näissä kuudessa seurantapistessä kesän saalismäärät olivat tasaisia ja pääosin viimeisellä tyhjennyskerralla pyydyksissä oli vähiten kirjanpainajia. Poikkeuksena Korja, jossa viimeinen tyhjennys tuotti seurantapisteen suurimman tuloksen, 5 600 kirjanpainajaa. Rautjärven ja litin saalismäärät olivat noin 20 000 yksilön luokkaa. Molemmissa seurantapistessä heinäkuun lopulla tehty tyhjennys oli samaa suuruusluokkaa, noin 9 000 kirjanpainajaa. Kouvolan, Anjalan tulos oli noin 24 000 kirjanpainajaa. Anjalassa tyhjennyskertojen saalismäärät vaihtelivat 4 500 ja 7 500 välillä koko seurantajakson eli kirjanpainajat parveilivat alueella hyvin tasaisesti kesän ajan.

Kuva 15. Nove-pyydyksistä Phero-X-feromonilla saadut kirjanpainajan alle 25 000 yksilön saalismäärät kesällä 2022.



4.1 Seurantapisteiden analysointi

Terminen kasvukausi alkoi vuonna 2022 Kymenlaaksossa 5.5. ja Etelä-Karjalassa 6.5. Tällöin vuorokauden keskilämpötila jäi pysyvästi yli viiden asteen (Ilmatieteen laitos, n.d.-b).

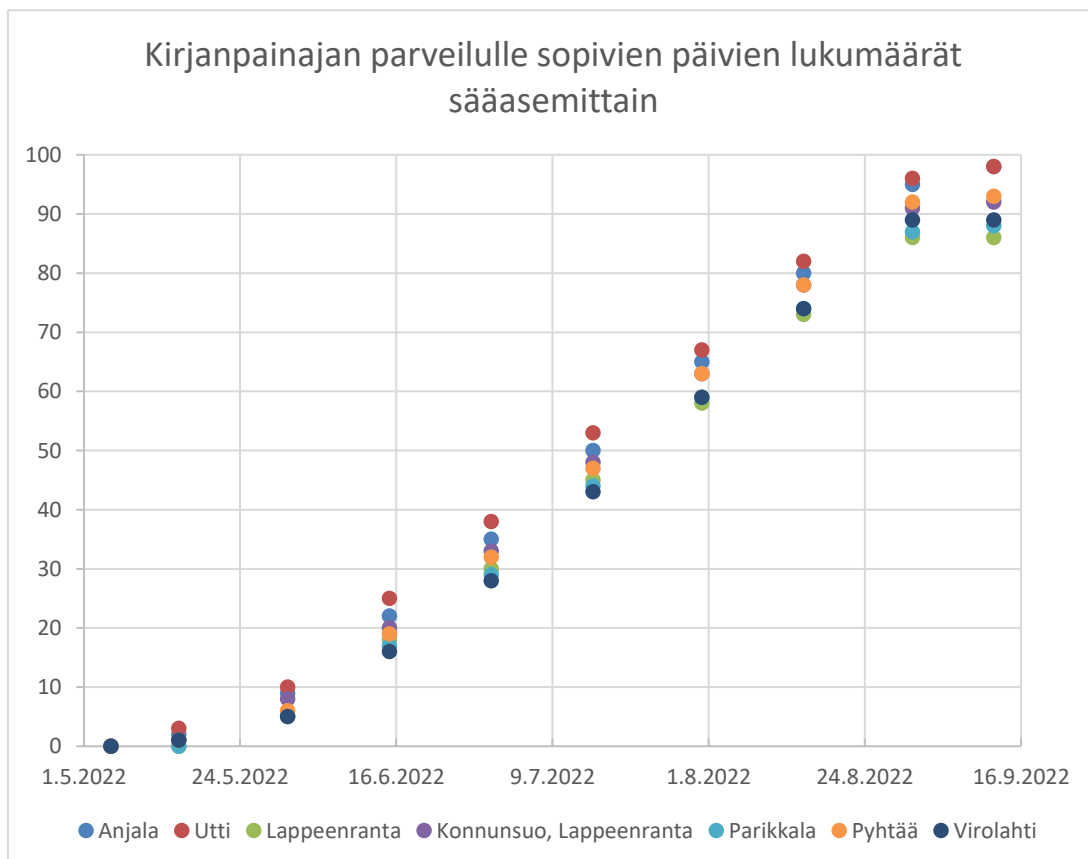
Kasvukausi puolestaan päättyi sekä Kymenlaaksossa että Etelä-Karjalassa 18.10. (Ilmatieteen laitos, 2022). Termistä kasvukautta seurataan laskemalla tehoisan lämpötilan summaa ja yksikkönä toimivat vuorokausiasteet. Aina kun päivän keskilämpötila nousee yli viiden asteen, lasketaan viiden asteen ylittävä osa summaan. Jos keskilämpötila jää alle viiden asteen, summa ei lisäännä eikä myöskään vähene. (Ilmatieteen laitos, n.d.-b)

Ilmatieteenlaitoksen avoimien aineistojen säähavaintojen vuorokausi- ja kuukausiarvoista tuotettiin Kaakkois-Suomen alueelle seitsemän sääasemapistettä. (Ilmatieteen laitos, n.d.-c)

Näiden havaintojen avulla laskettiin tehoisa lämpösumma ja kirjanpainajalle sopivien parveilupäivien lukumäärä.

Ilmatieteenlaitoksen avoimesta aineistosta laskettiin valittujen paikkakuntien havainnot sellaisista päivistä, joiden ylin lämpötila oli enemmän kuin 17 astetta. Tällaiset päivät ovat sopivia kirjanpainajien parveilulle. Näiden päivien lukumäärä kasvoi tasaisesti kesän aikana jokaisen paikkakunnan sääasemalla. Tutkimuksessa käytettiin seitsemän sääaseman lämpötilahavaintoja seurantajakson ajalta (kuva 16). Toukokuun aikana jokaisella sääasemalla havaittiin yli 17 asteen päiviä keskimäärin kuusi kappaletta. Ensimmäiset lämpimät päivät ajoittuivat toukokuun loppupuolelle. Tämän havainnon perusteella voitiin todeta kirjanpainajan parveilun alkaneen. Kesäkuussa yli 17 asteen päivien vaihteluväli kasvoi sääasemilla 28–38 päivään, heinäkuussa 58–67 päivään ja elokuussa 86–96 päivään. Vaihteluvälin pituudesta sääasemahavaintojen välillä voidaan todeta, että seurantajakso oli kirjanpainajalle suotuisa ja kesällä lämpötila pysytteli toistuvasti päivän aikana yli 17 asteen.

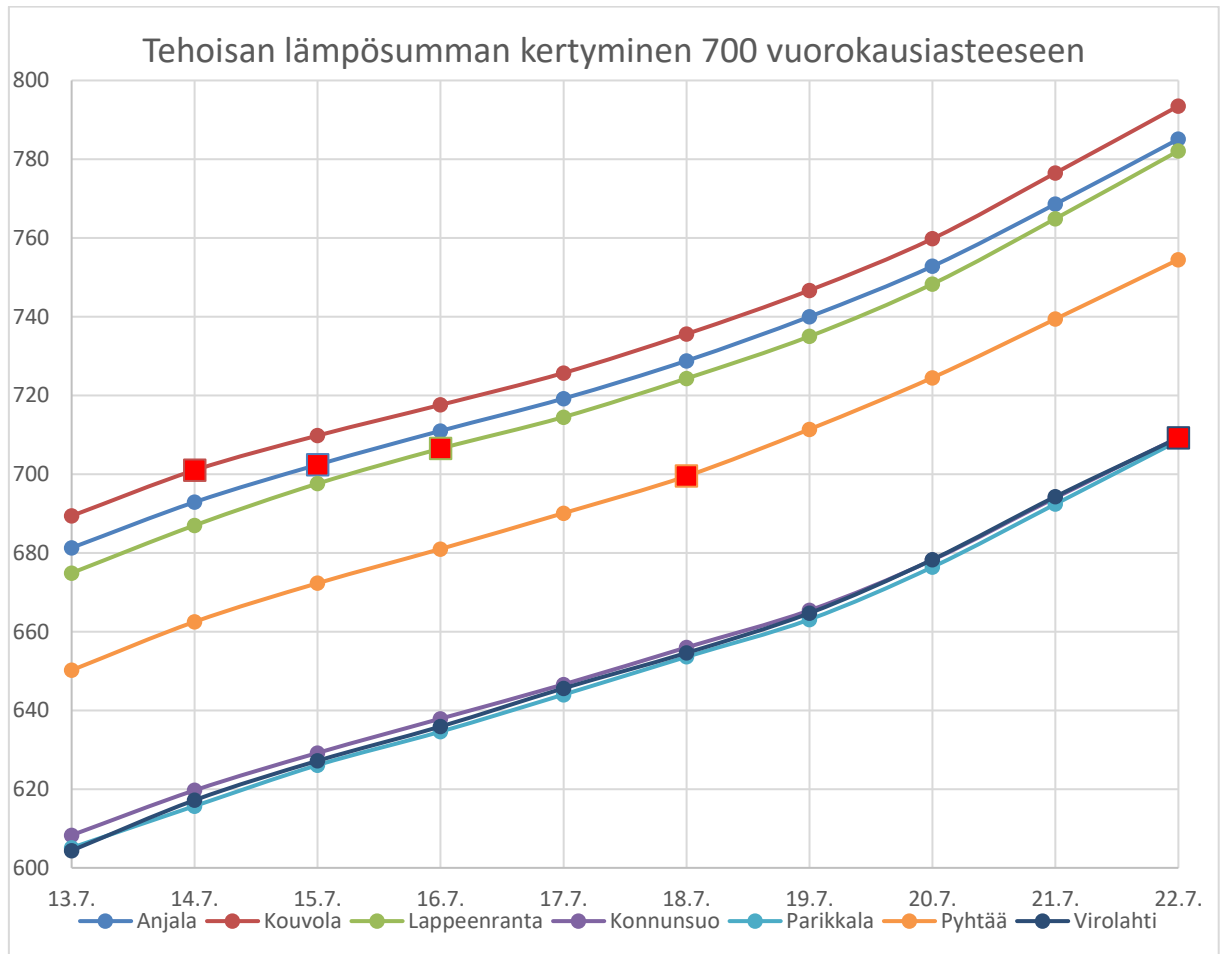
Kuva 16. Päivät, jolloin vuorokauden ylin lämpötila oli enemmän kuin 17 astetta sääasemittain.



Tehoisa lämpösumma kertyi 700 vuorokausiasteeseen heinäkuussa kaikissa Kaakkois-Suomen seurantapisteen läheisyydessä sijaitsevilla sääasemilla (kuva 17). Tämä 700

vuorokausiasteen täytyminen mahdollisti 1. sukupolven toukkien aikuistumisen ja parveilun. Ensimmäisenä vuorokausiastemäärät täytyivät Anjalassa, Kouvolassa, Lappeenrannassa ja Konnunsuolla, Lappeenrannassa. Parikkalassa, Pyhtäällä ja Virolahdella 700 vuorokausiastetta täytyi vajaan viikon myöhemmin. Parikkala sijaitsee Kaakkois-Suomen koillisosassa ja vastaavasti Pyhtää ja Virolahti lounaisosassa. Astevuorokaudet täytyivät aikaisemmin Kaakkois-Suomen keskiosissa sijaitsevilla paikkakunnilla.

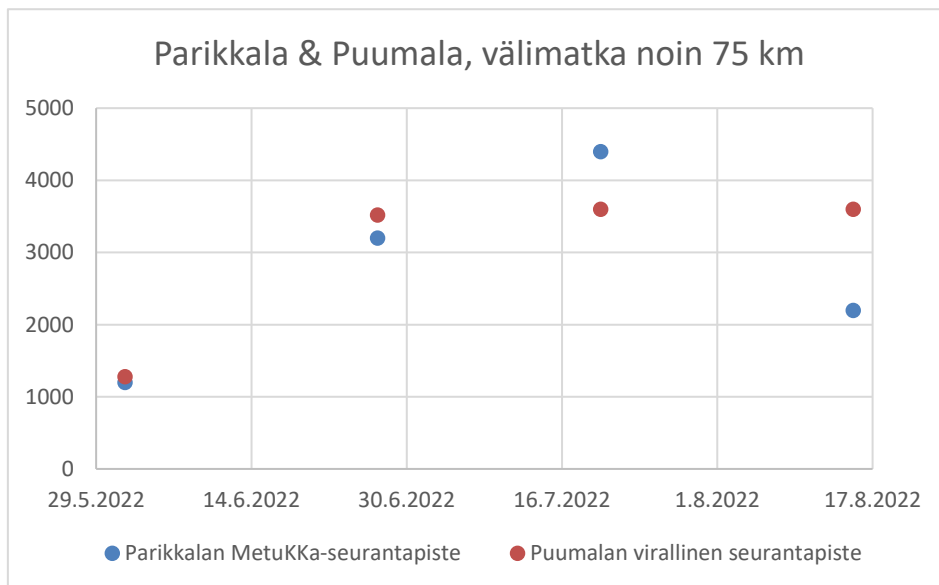
Kuva 17. Tehoisan lämpösumman kertyminen 700 vuorokausiasteeseen.



Parikkalassa sijainneella MetuKka-seurantapisteellä kirjanpainajat eivät olleet kovin aktiivisia kesällä 2022. Verrattaessa Parikkalan ja Puumalassa sijainneen virallisen seurantapisteen tuloksia voidaan todeta, että kesä eteni kirjanpainajien kannalta hyvin samalla lailla. Parikkalan kokonaissaalismäärä oli 11 000 ja Puumalan puolestaan 12 000 (kuva 18). Ensimmäisellä tyhjennyskerralla Parikkalan saalismäärä oli 1 200 ja Puumalan noin 1 300. Tämä voi osittain selittyä sillä, että lämpötilat olivat olleet pitkälti alle 15 astetta koko toukokuun. Näin ollen kirjanpainajat eivät vielä parveilleet voimakkaasti kesäkuun alkuun

mennessä. Toisellakin tyhjennyskerralla määrät olivat hyvin samansuuruiset molemmilla paikkakunnilla, Parikkalan tuloksen ollessa 3 200 yksilöä ja Puumalan noin 3 500 yksilöä. Kolmannella tyhjennyskerralla Parikkalan saalismäärässä kohosi hieman 4 400 yksilöön. Vastaavasti Puumalan tulos oli samaa tasoa kuin edellisellä tyhjennyskerralla. Viimeisessä tyhjennyksessä Parikkalan saalismäärä oli 2 200 yksilöä ja Puumalan 3 600 yksilöä. Parikkalassa ei siis enää loppukesästä parveillut kirjanpainajia kovin paljoa ja Puumalassakin parveilu oli maltillista.

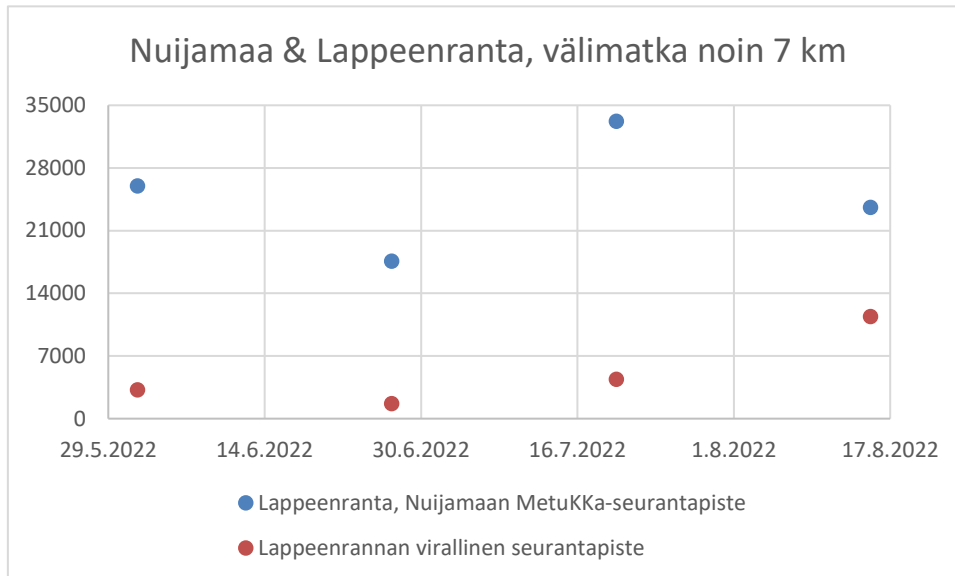
Kuva 18. Parikkalan ja Puumalan seurantapisteiden saalismäärät.



Lappeenrannassa, Nuijamaalla kirjanpainajia esiintyi runsaasti kesällä, sillä jokaisella tyhjennyskerralla ylitettiin 15 000 yksilön saalismäärä (kuva 19). Ensimmäisellä tyhjennyskerralla määrä oli jo 26 000 yksilöä. Lappeenrannassa sijaitsevan virallisen pisteen vastaavan tyhjennysajankohdan lukema oli vain 3 200 yksilöä. Kesäkuun tyhjennyksen lukemaksi saatiin 17 600 kappaletta eli määrä oli vähentynyt noin 10 000 yksilöllä. Lappeenrannan virallisessa pisteessä kirjanpainajia oli vain noin 1 700 eli sielläkin määrä oli vähentynyt noin puolella. Kolmas tyhjennyskertta heinäkuun lopulla toi kauden suurimman tuloksen, kirjanpainajan saalismäärän ollessa 33 200 yksilöä. On todennäköistä, että tässä vaiheessa mahdollisesti aikuistunut sisarsukupolvi on lähtenyt parveilemaan ja lisäksi myös vanhat aikuiset ja 1. polven aikuiset ovat parveilleet uudestaan. Elokuussa neljännellä tyhjennyskerralla saalismäärä oli 23 600 yksilöä. Samana ajankohtana Lappeenrannan virallisella seurantapisteelläkin päästiin jo yli 11 000 yksilön saalismäärään eli kirjanpainajia

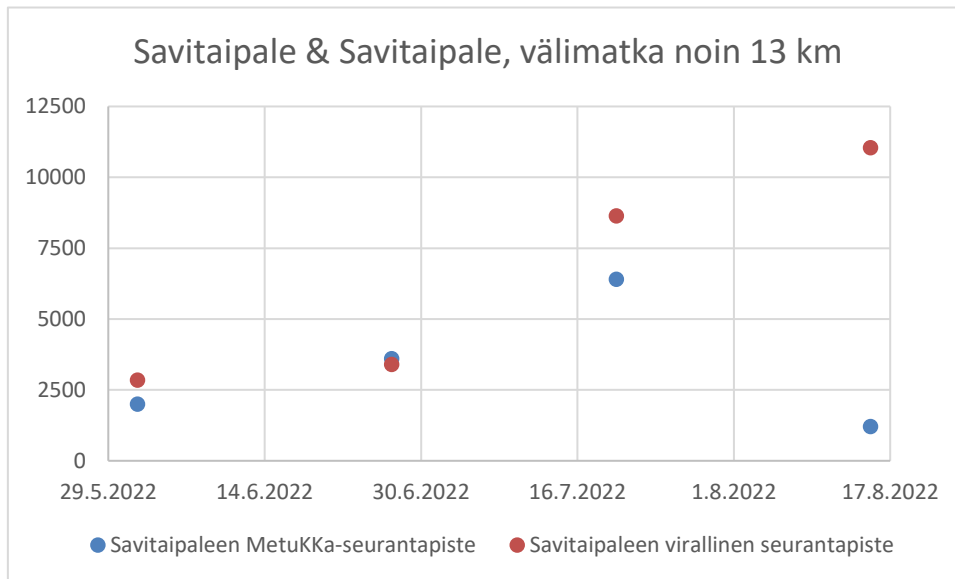
oli ollut vielä reilusti liikkeellä tuona ajankohtana. Nuijamaan kokonaismääräksi näin ollen tuli 100 400 yksilöä ja se oli koko MetuKKa-hankkeen suurin tulos kesältä 2022. 1 500 astevuorokauden lämpösumma täyttyi Lappeenrannassa lokakuun loppupuolella, joten 2. sukupolvi saattoi kehittyä aikuiseksi ja jäädä talvehtimaan karikkeeseen.

Kuva 19. Nuijamaan ja Lappeenrannan seurantapisteen saalismäärät.



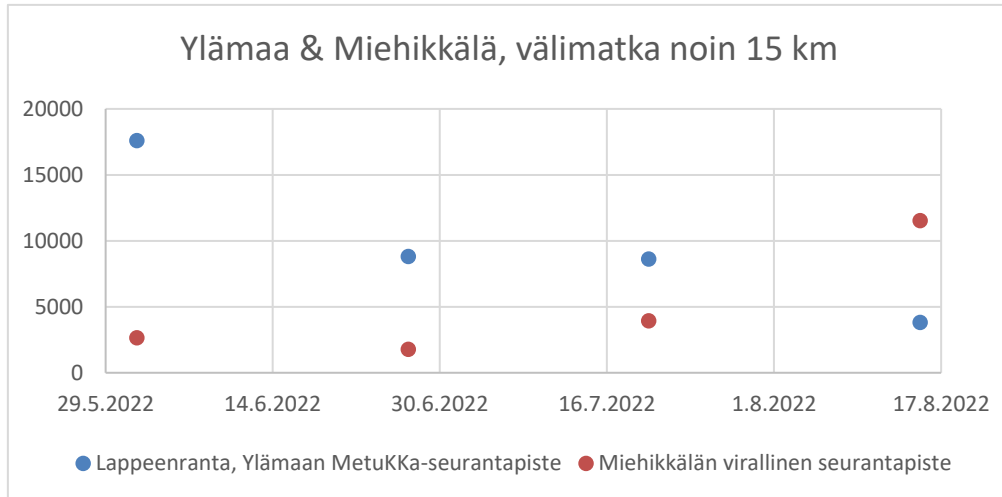
Savitaipaleen MetuKKa-seurantapisteellä ei parveillut suuria määriä kirjanpainajia kesällä 2022 (kuva 20). Kesäkuun ensimmäisen päivän tyhjennyksessä kirjanpainajia oli 2 000 yksilöä ja toisella tyhjennyskerralla 3 600 yksilöä. Karikkeesta heränneiden kirjanpainajien parveilu alkoi mahdollisesti toukokuun ensimmäisinä päivinä, kun Lappeenrannan Lepolan sääaseman mittaamien tietojen mukaan päivän ylin lämpötila nousi 17 asteen tuntumaan. Kolmannen tyhjennyskerran saalismäärä oli Savitaipaleella 6 400 yksilöä. Vastaavasti virallisen seurannan pyydyksestä laskettiin 8 600 yksilöä. Parveilua oli siis selkeästi enemmän kuin aiemmilla tyhjennyskerroilla. Neljännellä tyhjennyskerralla Savitaipaleen kirjanpainajamäärät laskivat 1 200 yksilöön, mutta virallisella pisteellä saalismäärä kasvoi 11 000 yksilöön. Elokuun päivien lämpötilojen keskiarvo oli 18,8 astetta, joten tämä voi selittää kirjanpainajien vahvan parveilun vielä elokuussa. Savitaipaleen kirjanpainajien yhteismääräksi saatiin 13 200 yksilöä, joka oli yksi matalimmista kaikkien seurantapisteen joukossa.

Kuva 20. Savitaipaleen MetuKKa-pisteen ja Savitaipaleen virallisen seurantapisteen saalismäärät.



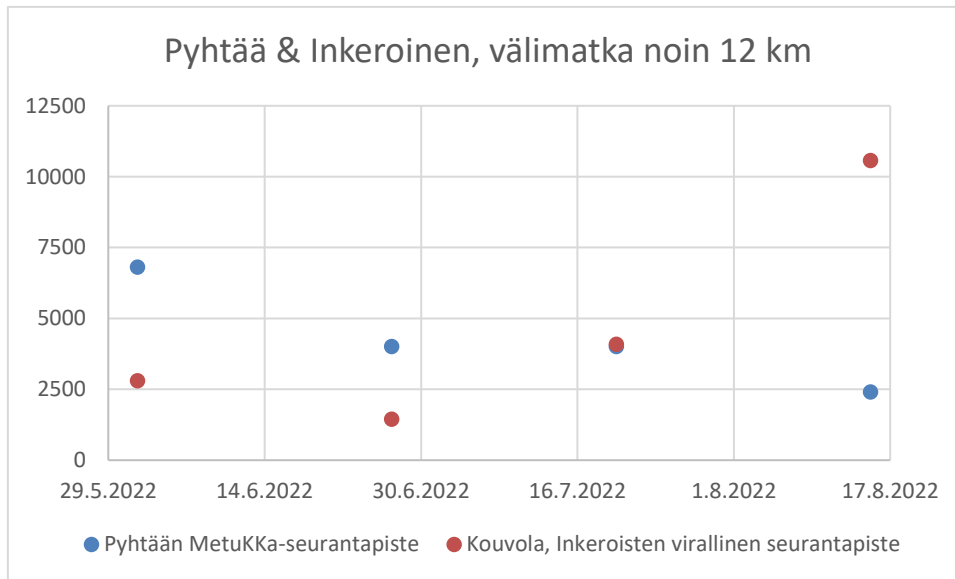
Ylämaalla, Lappeenrannassa kirjanpainajakanta oli melko vahva kesällä 2022 (kuva 21). Ensimmäinen tyhjennyskerta säikäytti myös metsänomistajan, sillä määrä oli jopa 17 600 yksilöä. Ero on suuri verrattaessa Miehikkälässä sijaitsevaan viralliseen seurantapisteeseen, sillä siellä luku oli vain noin 2 600 yksilöä. Toisella tyhjennyskerralla kirjanpainajien määrä laski noin puolella, ollen 8 800 yksilöä. Miehikkälän pisteeseen verraten se oli edelleen suuri, Miehikkälän lukeman ollessa vain noin 1 800 yksilöä. Kolmannella tyhjennyskerralla, heinäkuussa, kirjanpainajien määrä oli melko sama kuin edellisessä tyhjennyksessä. Miehikkälän pisteellä määrä oli kuitenkin tuplaantunut, ollen 4 000 yksilöä. Viimeinen tyhjennyskerta antoi kaikkein pienimmän kirjanpainajamäärän, sillä pyydyksessä oli 3 800 yksilöä. Miehikkälässä puolestaan päästiin suurimpiin lukemiin nimenomaan heinä-elokuun tarkastelujaksolla. Siellä lukema oli noin 11 500 yksilöä. Ylämaan pisteellä tehtiin myös lisätyhjennys syyskuun lopulla, jotta saatiin tietoa kirjanpainajan liikkeistä loppukesällä. Tällöin saalismäärä oli 1 200 yksilöä. Kokonaismääräksi tuli siis 38 800 yksilöä, mikä on MetuKKa-pisteistä viidenneksi suurin tulos kirjanpainajien saalismäärissä. 1 500 astevuorokauden lämpösumma täyttyi Lappeenrannassa lokakuun loppupuolella, joten 2. sukupolven kirjanpainajien oli mahdollista kehittyä aikuisiksi Ylämaalla ja jäädä talvehtimaan karikkeeseen.

Kuva 21. Ylämaan ja Miehikkälän seurantapisteen saalismäärät.



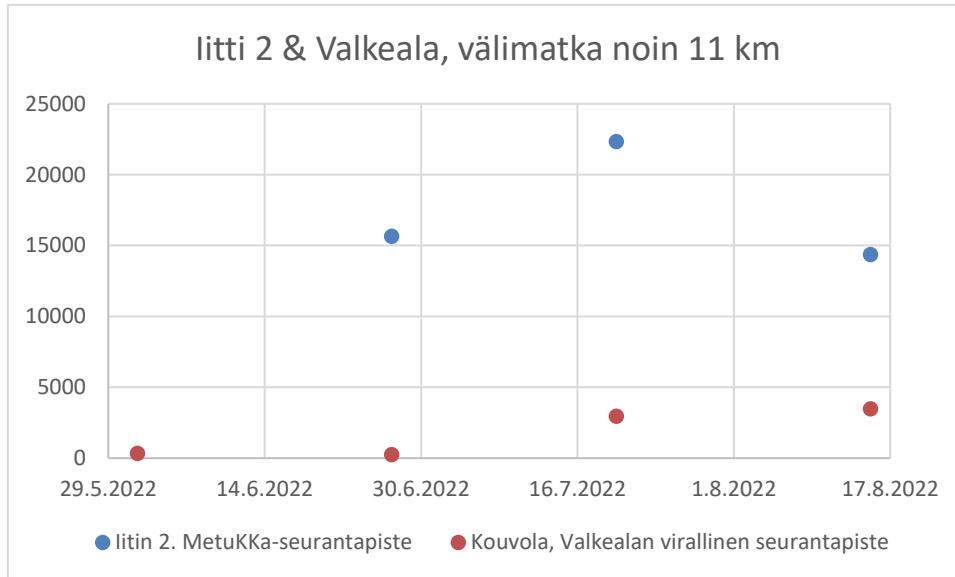
Kymenlaakson Pyhtään MetuKKa-seurantapisteellä kirjanpainajan parveilu alkoi jo toukokuussa. Ensimmäisellä tyhjennyskerralla kirjanpainajia oli pyydyksessä 6 800 yksilöä (kuva 22). Ilman keskilämpötila toukokuussa oli noin kymmenen astetta, mutta päivän ylimmät lämpötilat vaihtelivat 15 asteen molemmin puolin Pyhtään sääaseman havaintojen mukaan. Tämä saattoi herättää talvehtineet kirjanpainajat parveilemaan. Toisella ja kolmannella tyhjennyskerralla kirjanpainajan saalismäärät laskivat Pyhtäällä 4 000 yksilöön. Parveilua kuitenkin oli kolmannella tyhjennyskerralla lähes sama määrä Inkeröisten virallisen seurantapisteen kanssa. Suurin ero pisteiden välillä saatiin viimeisessä tyhjennyksessä, missä virallisen pisteen kirjanpainajamäärä oli 10 500 yksilöä ja MetuKKa-pisteellä vastaavasti vain 2 400 yksilöä. Yhteensä Pyhtään MetuKKa-pisteellä oli kirjanpainajia 17 200 yksilöä seurantajakson aikana.

Kuva 22. Pyhtään ja Inkeröiden seurantapisteen saalismäärät.



litin pohjoisosan kirjanpainajapyydyksen saalismäärät ylittivät seurannan aikana lähes joka kerta 15 000 yksilön saalismäärän (kuva 23). Kirjanpainajan parveilusta ei saatu vielä havaintoja kesäkuun ensimmäisellä tyhjennyskerralla. Lämpimän kesäkuun ansioista litin seurantapisteeellä saalismääräksi saatiin 15 600 yksilöä kirjanpainajia, mutta heinäkuussa kanta nousi vielä korkeammaksi. Parveilu jatkui koko heinäkuun voimakkaana ja kolmannen tyhjennyskerran tulokseksi saatiin 22 300 yksilöä. Viimeisellä tyhjennys kerralla litissä hätyyteltiin vielä 15 000 yksilön rajaa. Seuranta jatkettiin vielä syyskuun toiseen päivään asti, koska kirjanpainaja parveili vielä elokuun alussa. Ylimääräisen tyhjennyskerran saalismääräksi saatiin 6 300 yksilöä. Lähin virallinen seurantapiste sijaitsi Kouvolan Valkealassa. Siellä saalismäärät olivat koko seurantakauden ajan todella maltilliset verrattuna litin seurantapisteeseen. Vasta kolmannella tyhjennyskerralla virallisen seurantapisteen kirjanpainajamäärä yliti melkein 3 000 yksilön lukemaan ja viimeisellä kerralla elokuun puolessa välissä määräksi saatiin 3 500 yksilöä. Virallisen seurantapisteen yhteenlaskettu kirjanpainajamäärä oli 7 000 yksilöä koko seurantakauden ajalta, kun taas vastaavasti litin pohjoiselta MetuKKa-pisteeltä laskettiin 52 300 yksilöä.

Kuva 23. Iitin ja Valkealan seurantapisteen saalismäärät.



4.2 Kyselyn tulosten esittely

Metsänomistajilla suurin syy projektiin mukaan lähtemiselle oli kiinnostus aihetta kohtaan ja halu osallistua projektiin. Myös tietoisuus aiemmista tuhoista ja kiinnostus aihetta kohtaan mainittiin merkittäviksi syiksi projektiin osallistumiselle. Muutamalla oli metsäalaaan liittyvä koulutus, joka lisäsi innokkuutta osallistua projektiin. Lisäksi Metsäkeskuksen Juho Kokkosen aktiivisuus projektissa mainittiin monta kertaa positiivisessa valossa.

Seuraajat kokivat oppineensa paljon erilaisia asioita projektin aikana. Opittuja asioita olivat esimerkiksi kirjanpainajan tunnistaminen, feromonin tarkkuus kirjanpainajien houkuttelussa ja sukupolvien kehittyminen. Projektin aikana puolestaan yllätti muun muassa parveilun voimakkuus eri ajankohtien mukaan, kirjanpainajien saalismäärän suuruus ja kirjanpainajien lisääntyminen nuoremmassa puissa.

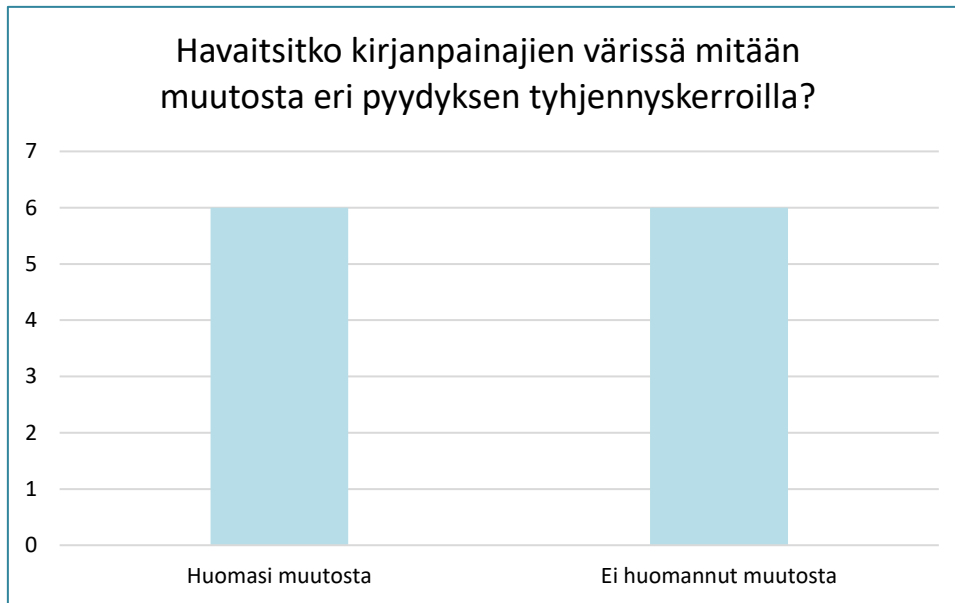
Kaikki vastaajat olivat tyytyväisiä perehdytykseen ja kokivat sen riittäväksi. Tässäkin kysymyksessä tuli esille se, että Juholta sai paljon apua tarvittaessa. Yksi vastaajista koki kirjanpainajien saalismäärän laskemisen hankalaksi ja toivoi siihen yksinkertaisempaa keinoa. Yhdellä oli puolestaan haasteita pienten hyönteisten poistamisessa pyydyksestä. Pienelle osalle pyydyksien käyttö oli jo valmiiksi tuttua. Kaiken kaikkiaan haasteita kohdattiin hyvin vähän kesän aikana.

Kaikkien vastaajien mielestä ohjeistus oli kattava ja selkeä. Erityisen hyväksi todettiin sähköpostiin tulleet muistutusviestit pyydyksien tyhjennyksestä ja sähköisen täyttöpohjan virheilmoitukset, jos sitä täytti väärin. Jatkoa ajatellen eräällä seuraajalla oli ehdotuksena, että tulevaisuudessa olisi mukava päästä seuraamaan omien ja muiden saalismäärien kehittymistä reaaliajassa.

Seuranta nähtiin pääosin hyödyllisenä itselle ja syiksi mainittiin esimerkiksi kirjanpainajien määrän konkretisoituminen, omien metsien säännöllisen seurannan lisääntyminen ja parveilun hahmottaminen. Osalle toi myös mielenrauhaa se, että omissa metsissä määrät eivät olleet niin suuret kuin pahimmilla alueilla. Yksi metsänomistaja toi ilmi myös sen, että seurannasta saa hyötyä valtakunnallisella tasolla, sillä se vahvistaa tietoa kirjanpainajien esiintymisestä alueittain.

Puolet vastaajista olivat huomanneet kirjanpainajien värityksessä muutoksia seurannan aikana ja puolet puolestaan eivät olleet kiinnittäneet huomiota asiaan (kuva 24). Kesän edetessä osa oli havainnut vaaleampia yksilöitä tummempien seassa. Yksi oli huomannut, että puissa olevat kirjanpainajat olivat vaaleampia kuin pyydyksissä olevat ja toinen muutoksen havainnut kertoi, että 2–3 ensimmäisellä tyhjennyksellä kirjanpainajat olivat väriltään tummia ja sen jälkeen vaaleampia. Lisäksi yksi haastatelluista kertoi erottaneensa eri sukupolvet värin perusteella.

Kuva 24. Seuraajien havainnot kirjanpainajan värissä eri tyhjennyskerroilla.



Viisi seuraajaa oli kuullut pyydyksistä aikaisemmin ennen pilotointia ja heistä neljällä oli aikaisempaa kokemusta feromonipyydyksistä. Nämä neljä seuraajaa olivat saaneet kokemuksensa oman koulutustaustansa ansiosta tai he olivat itseoppineita. Yli puolella seuraajista ei ollut aikaisempaa kokemusta pyydyksistä.

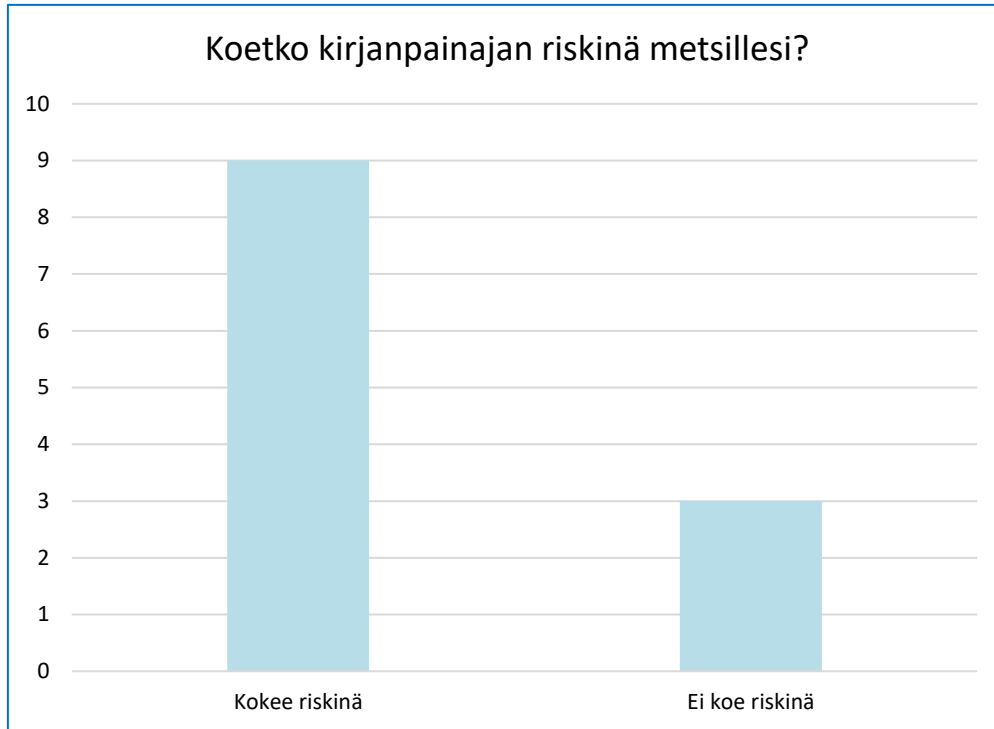
Lähes kaikki seuraajat kokivat kirjanpainajista olevan tarpeeksi tietoa saatavilla (kuva 25). Nykypäivänä melkein kaikki tieto on saatavilla nopeasti internetistä, kun käyttää oikeita hakusanoja. Laaja kirjallisuus ja lehdet tukevat myös tiedon helppoa saavutettavuutta. Kaksi seuraajista toivoi lisää tunnistamiseen liittyvää tietoa saataville, jotta olisi mahdollista erottaa kuusentähkirjaajan ja kirjanpainajan toisistaan. Lisäksi kaivattiin uusinta tutkimustietoa nopeasti ja selkeästi saataville, esimerkiksi riskitilanteeseen ja kirjanpainajan alueellisiin kantoihin liittyviä tilastoja.

Kuva 25. Seuraajien kokemus kirjanpainajista saatavilla olevasta tiedon määrästä.



Kolmasosa seuraajista kokee kirjanpainajat riskinä metsillensä, koska ne ovat tehneet siellä tuhojaan (kuva 26). Tämän takia yksi seuraajista oli tehnyt jo kaksi torjuntahakkuuta estääkseen kirjanpainajien leviämisen. Eräs seuraaja kertoi kirjanpainajista aiheutuvan merkittävää taloudellista haittaa. Loput seuraajat eivät koe vielä riskin uhkaa, paitsi jos kirjanpainajakanta nousisi omalla tilalla voimakkaasti ja kirjanpainajien aiheuttamien tuhojen määrä kasvaisi nopeasti. Eräs seuraajista kertoi naapurilla olevan järeää vanhaa kuusikkoa, josta tuhojen leviäminen voisi olla mahdollista kirjanpainajakannan kasvaessa alueella.

Kuva 26. Seuraajien tuntemus kirjanpainajan riskeistä metsissään.



Puolet seuraajista olivat tarkkailleet metsissään aktiivisesti kirjanpainajatilannetta jo ennen projektin alkamista. Yhdellä seuraajista oli aikaisempaa kokemusta myös feromonipyydyksen käytöstä. Toinen puoli seurasi vain jonkun verran. Seuranta tehtiin lähinnä kuusen latvoja tähytämällä, sekä tutkimalla vastaantulevia runkoja metsissä kävellessä. Yksi seuraajista kertoi seuraavansa uutisointia kirjanpainajasta.

Alueen runsas kirjanpainajien määrä on vaikuttanut lähes kaikkien seuraajien metsien hoitoon ja vaikuttanut hakkuupäätöksiin. Vanhat säästetyt kuusikot on jouduttu uudistamaan, sekä puhtaiden kuusikoiden kiertoaikaa on päätetty lyhentää. Myös pelko ja huoli kirjanpainajan leviämisestä on vaikuttanut hakkuupäätöksiin. Seuraajista muutama suosii jatkossa puhtaiden kuusikoiden sijasta sekapuustoa jo taimikonhoitovaiheessa. Vain kaksi seuraajista kokee, että kirjanpainajien runsaus ei ole vaikuttanut tai vaikuttaa jonkin verran hakkuupäätöksiin ja metsien hoitoon. Yksi metsänomistaja ei kuitenkaan kokenut suurta tuhopainetta metsissään, vaikka saalismäärä oli kolmanneksi suurin seurantajaksolla.

Suurin osa odottaa mielenkiinnolla ensi vuoden seuranta. Lisäksi melko neutraalisti asiaan suhtautuvia oli muutama. Osalla seuraajista pyydykset sijaitsevat lähellä asuinpaikkaa, joten pyydysten tyhjentäminen ja seuranta sujuvat vaivatta.

5 Pohdinta ja johtopäätökset

Opinnäytetyön tavoitteena oli arvioida kansalaisseurantaa kahdella tavalla eli verrata MetuKka-pisteiden ja virallisten seurantapisteiden tuloksia ja selvittää metsänomistajien tuntemuksia seurantakesästä 2022. Lisäksi työssä käsiteltiin kirjanpainajan parveiluun ja sen ajoitukseen liittyviä eroavaisuuksia ja yhteneväisyyksiä eri seurantapisteiden välillä.

MetuKka-pisteiden tulokset olivat vertailukelpoisia virallisten seurantapisteiden tulosten kanssa. Vertailu olisi toki helpompaa, jos kaikilla seurantapisteillä käytettäisiin samanlaista pyydystä. Jos tulisi tarve tarkemmille tuloksille, pitäisi MetuKka-hankkeen pyydysten saalismäärät lähettää tarkistettavaksi Luken laboratorioon. Näin niistä voitaisiin erotella ainoastaan kirjanpainajat ja määrät olisivat vertailukelpoisia Luken laboratoriossa tarkastettuihin saalismääriin.

Feromonipyydykset eivät toimi kirjanpainajan torjunnassa, sillä ne pystyvän pyytämään vain pienen prosentuaalisen osuuden kirjanpainajakannasta. Tutkimuksien mukaan ne toimivat kuitenkin hyvin kirjanpainajakannan seurannassa apuvälineenä. (Bakke, 1985, s. 34)

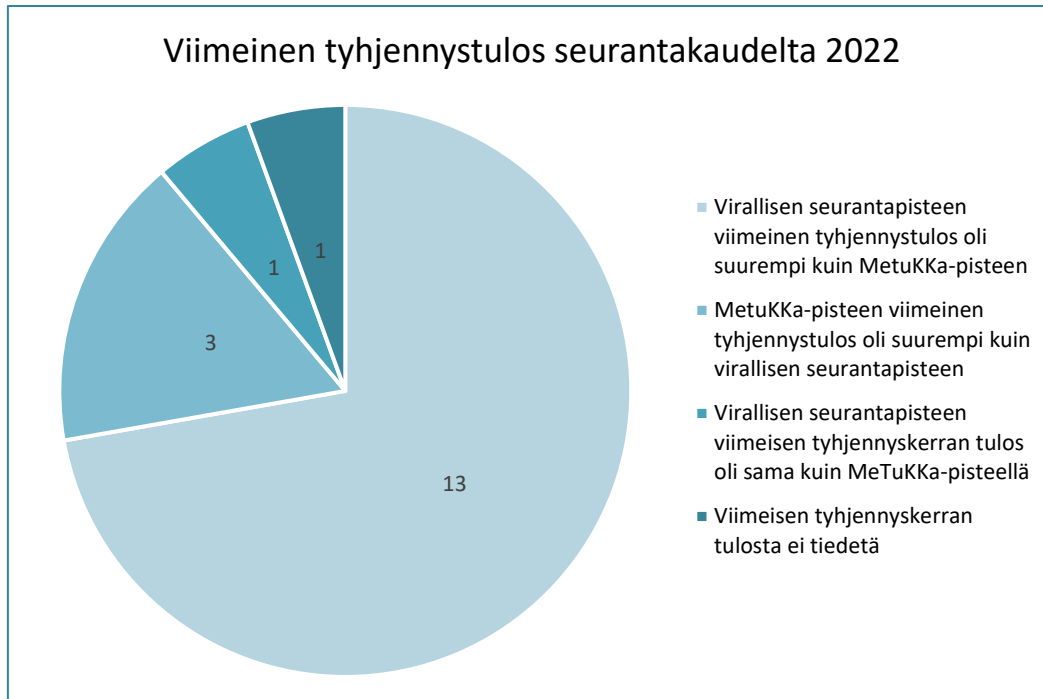
Feromonipyyntiä tehdään lähes jokaisessa Euroopan maassa, koska sillä pystytään seuraamaan kannan kehitystä kullakin alueella. Varsinkin kun olosuhteet metsien kasvuympäristöissä muuttuvat ilmaston lämpenemisen myötä, on tärkeä tuntea kirjanpainajakannan määrät alueittain. Seurannan avulla voidaan tarvittaessa kiinnittää enemmän huomiota ympärillä olevan metsikön kuntoon varsinkin, jos kirjanpainajakanta alkaa parveilemaan vahvemmin vanhan kuusikon lähellä.

5.1 MetuKka-hanke

Pyydyksiä tyhjennettiin kansalaisseurannassa, sekä virallisilla pisteillä kuukauden välein. Vaikka MetuKka-pyydyksissä käytettiin pitkäkestoista feromonia niin niiden kirjanpainajamäärät laskivat loppukesästä suurimmalla osalla pyydyksistä. Yksi syy tälle saalismäärien laskemiselle voi olla se, että pitkäkestoisen feromonin teho on saattanut hiipua loppukesää kohti. Pitkäkestoisen feromonin käyttö on helpompaa kansalaisseurantaa tekeville metsänomistajille, koska sitä ei tarvitse vaihtaa seurantajakson aikana. Virallisilla

seurantapisteillä feromoni vaihdettiin seurantajakson puolesta välissä. Tuoreen feromonipussin vaihdolla saattoi olla vaikutusta loppukesän kohonneisiin kirjanpainajamääriin virallisilla seurantapisteillä (kuva 27). Vain kolmella MetuKka-seurantapisteellä kirjanpainajamäärät olivat viimeisellä tyhjennyskerralla korkeammat kuin virallisella seurantapisteellä.

Kuva 27. Feromonipyydysten viimeinen tyhjennystulos seurantakaudella 2022.



MetuKka-seurannassa on olemassa myös sellainen riski, että heinien noustessa kesän aikana feromonipyydykset voivat jäädä niiden alle. Tämä heikentää feromonin toimintaa, koska vapautuakseen oikein ja levitäkseen mahdollisimman laajalle, se tarvitsee esteetöntä tilaa ympärilleen. Feromonipilvi hajoaminen aiheuttaa sen, että kirjanpainajat eivät löydä pyydykseen ja tämä vaikuttaa erityisesti silloin, jos pyydys ei sijaitse tuoreella hakkuuaukolla.

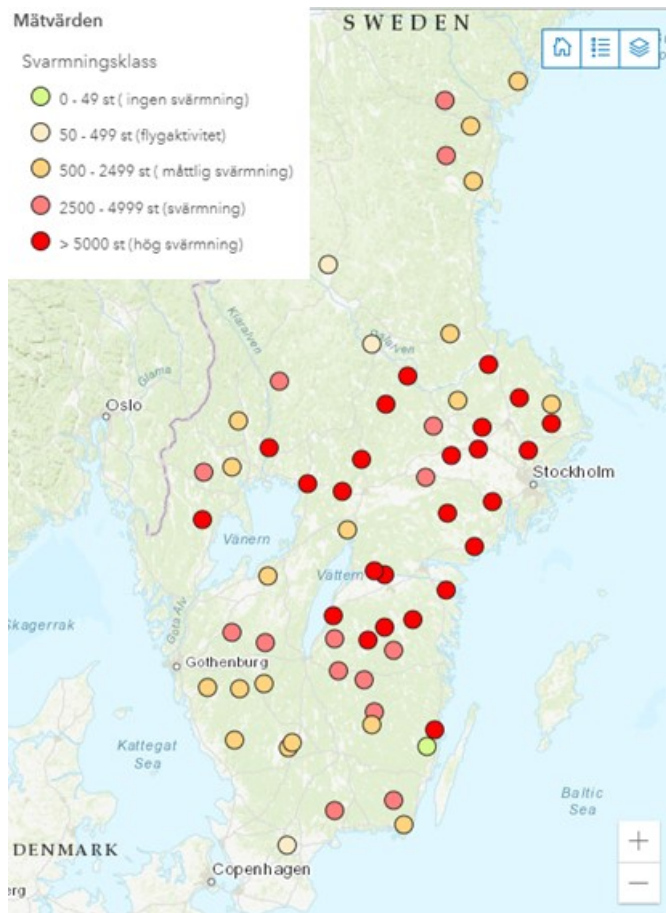
Ruotsissa käytetään samoja Nove-pyydyksiä kuin MetuKka-hankkeessa, mutta siellä pyydyksiä tyhjenetään viikon välein eri organisaatioiden toimesta ja tulokset esitetään karttapalvelussa. Tämä tyhjennysväli voisi tuottaa Suomessakin paremmat kirjanpainajakannan seurantatulokset. Kuukauden tyhjennysvälillä osa kirjanpainajista ehtii kuolla pyydykseen ja kuolleet kirjanpainajat erittävät luotaantyöntävää pahaa hajua. Jos pyydyksiä tyhjenettäisiin viikon välein, kirjanpainajat eivät kerkeäisi pilaantumaan. Viikon

välein tehtävällä tyhjentämisellä saataisiin myös tarkempaa tietoa siitä, millaista parveilu on tiettyinä viikkoina. Lisäksi se helpottaisi analysointia sääaineiston suhteen, sillä silloin voitaisiin tarkemmin tutkia miten päivälämpötilojen nousu ja tehoisan lämpösumman kertyminen vaikuttaisivat kirjanpainajien liikkeisiin.

Ruotsissa kirjanpainajaseurantaa toteutettiin vuonna 2022 Stora Enson, metsänomistajien ja Mellanskog:n kanssa yhteistyössä. Seuraajat tyhjensivät Nove-pyydykset joka maanantai viikoilla 16–36 (kuva 28). Pyydyksiä sijoiteltiin ympäri maata 64 paikkakunnalle.

(Skogsstyrelsen, 2022) Ruotsissa seurantakausi 2022 alkoi hyvin maltillisesti, sillä saalismäärät olivat kaikkialla reilusti alle 2 500 yksilön, jota pidetään kohtuullisena parveiluna. Ainoastaan yhdellä seurantapisteellä ylitettiin selkeästi parveilun raja saalismäärän ollessa 3 700 kirjanpainajaa. Viikolla 20 eli toukokuun puolivälin paikkeilla parveilu olikin sitten jo täydessä vauhdissa. Jopa kolmella seurantapisteellä ylitettiin korkean parveilun raja eli yli 10 000 kirjanpainajaa. Muillakin pisteillä saalismäärät pääosin nousivat aiempiin tuloksiin verrattuna. Viikko 21 puolestaan oli taas maltillinen eikä missään seurantapisteessä ylitetty 2 500 yksilön rajaa. Viikolla 22 oli seuraava selkeä piikki kirjanpainajien saalismäärissä, sillä monen pisteen tulokset nousivat yli 4 000 yksilöön. Loppukesä oli hyvin rauhallinen kirjanpainajan parveilun suhteen ja saalismäärät pysyivät pääosin alle 2 000 yksilössä.

Kuva 29. Ruotsin kirjanpainajaseurannan tulokset kartalla viikolta 22 ja selitteet (Skogsstyrelsen, n.d.).



Vertailtaessa Ruotsin saalismääriä Suomen MetuKka-pyydysten saalismääriin voidaan huomata joitakin yhteneväisyyksiä. Suomessakin ensimmäisellä tyhjennyskerralla kesäkuun alussa neljällä seurantapisteellä saalismäärä nousi yli 10 000 yksilön. Toki pitää huomioida, että Ruotsissa tyhjennys tehdään viikoittain ja Suomessa kerran kuussa. Tämän takia saalismääriä ei voida suoraan vertailla ja ei myöskään tiedetä, ajoittuiko kirjanpainajien korkea parveilu samaan ajankohtaan molemmissa maissa. Ruotsissa ei puolestaan mitattu korkeita saalismääriä enää loppukesästä, kun taas Suomessa, esimerkiksi Lappeenrannassa, Imatralla ja Iitissä, mitattiin yli 20 000 yksilön saalismääriä heinäkuun lopulla tehdyssä tyhjennyksessä.

Vertailtaessa Suomen ja Ruotsin pyydysmääriä niin, että lasketaan Ruotsin saalismäärät yhteen neljältä viikolta ja verrataan tulosta yhteen MetuKka-tyhjennyskertaan, voidaan

todeta toukokuun olleen Ruotsissa vilkas kirjanpainajan parveilun suhteen. Otimme kolme Ruotsin pistettä vertailuun ja saalismäärät näissä pisteissä olivat 11 000 ja 19 000 kirjanpainajan välillä. MetuKKa-seurantapisteiden saalismääriin verratessa kaikki pisteet olisivat menneet seitsemän korkeimman tuloksen joukkoon. Kesäkuun saalismäärät tippuivat Ruotsissa alle 9 000 kirjanpainajaan kaikilla pisteillä. MetuKKa-pisteisissä korkeita saalismääriä ensimmäisellä tyhjennyskerralla saaneilla paikkakunnilla kirjanpainajamäärät olivat edelleen yli 10 000 yksilön luokkaa. Heinäkuun jaksolla tapahtui isompi romahdus Ruotsin kirjanpainajien saalismäärissä, sillä millään pisteellä ei ollut yli 2 000 kirjanpainajaa neljän viikon jaksolla. Suomen MetuKKa-seurannassa kuitenkin jopa kolmella pisteellä mitattiin yli 20 000 kirjanpainajaa heinäkuun seurantajaksolla.

Ruotsin kansalaisseurannassa käytetään Ipslure-feromonia ja Suomen MetuKKa-projektissa käytettiin puolestaan Phero-X. Näitä kahta feromonia on vertailtu ja tuloksien mukaan Phero-X on jopa 3–4 kertaa tehokkaampi verrattuna Ipslure-feromoniin. Ipsluren entinen kauppanimi on Norlure, jota käytettiin vertailua tehdessä. (Rosenqvist & Hagström, 2007) Eri feromonien käyttö voi osaltaan selittää Ruotsin ja Suomen erisuuruiset saalismäärät. Jos vertailee edellisessä kappaleessa olleita saalismääriä ja kertoo Ruotsin saalismäärät kolmella niin tulokset alkavat jo muistuttamaan enemmän toisiaan. Esimerkiksi Södermanlandin läänissä toukokuun saalismäärä nousi melkein 50 000 kirjanpainajaan, jos sen kertoisi esimerkiksi luvulla 3,5.

Kyselyn aikana yhdeltä seuraajalta tuli toive saada reaaliaikainen seuranta feromonipyydysten saalismääristä, mistä voisi nähdä muiden seurantapisteiden tuloksia kesän ajalta. Näin metsänomistaja voisi reflektoida kesken seurantajakson omien metsiensä kirjanpainajakannan tilannetta. Luonnonvarakeskus alkaa julkaista virallisen seurannan tuloksia uudessa karttapalvelussa Luonnonvaratietoa-sivuilla. Tulevaisuudessa tavoite on, että tämän seurannan rinnalla olisi myös kansalaishavaintoja feromonipyydyksistä, joita seurataan MetuKKa-hankkeessa luotavilla ohjeilla.

MetuKKa-hankkeen tuloksia kesältä 2022 tullaan hyödyntämään tulevinakin vuosina, kun seuraavat seurantajaksot pyörähtävät käyntiin. Säännöllisen vertailun avulla voidaan seurata

kirjanpainajakantojen kehittymistä alueittain ja Ilmatieteenlaitoksen datan avulla meidän on mahdollista oppia kirjanpainajista entistä enemmän.

5.2 Kirjanpainajan tulevaisuus Kaakkois-Suomessa

Pohdimme lisäksi Venäjän metsänhoidon vaikutusta kirjanpainajakannan määriin Kaakkois-Suomessa. Copernicuksen satelliittikuvista on nähtävillä, että Venäjän puolella itärajan tuntumassa on pitkiä puita ja mahdollisesti vanhaa metsää. Suomen kasvavat kirjanpainajamäärät Kaakkois-Suomessa ja erityisesti itärajan tuntumassa voivat osin olla lähtöisin Venäjän hoitamattomista kuusikoista. Venäjän metsien hoito ei ole välttämättä samalla tasolla kuin Suomessa. Vanhat kuusikot ovat myös riskialttiita tuhoille ja luovat kirjanpainajalle hyvät olosuhteet lisääntyä. Ponsse ja John Deere lopettivat varaosien toimittamisen Venäjälle vuoden 2022 alussa (Maaseudun tulevaisuus, 2022). Tämä vaikeuttaa ja hidastaa metsien hakkuita ja uudistamisia koneiden vanhetessa, sekä rikkoontuessa.

Metsänomistajien mielenkiinto seurata omissa metsissään kirjanpainajakantaa saattaa nousta tulevaisuudessa korkeammalle. Jos metsänomistaja haluaisi aloittaa seuraamaan kirjanpainajakantaa omissa metsissään, niin mikä olisi se oikea väylä lähteä tätä toteuttamaan? Pohdimme, voisiko metsänhoitoyhdistyksiä tai metsäyhtiöitä kouluttaa pyydysten käyttöön ja he voisivat tarjota seuranta jatkossa lisäpalveluna kuusikkoaukkojen yhteydessä metsänomistajille. Palvelussa metsänomistaja voisi itse tyhjentää pyydyksiä kesän aikana ja metsäasiantuntija analysoisi tulokset metsänomistajalle seurantakauden päätteeksi. Tämä palvelu voitaisiin myös ulkoistaa yrittäjälle tai metsänomistaja täyttäisi tulokset puhelinsovelluksella, jotka menisivät Luonnonvarakeskuksen analysoitavaksi.

Lähteet

- Annala, E. (1969). *Influence of temperature upon the development and voltinism of Ips typographus L. (Coleoptera, Scolytidae)*. Annales Zooloci Fennici 6: 161–208.
- Annala, E. & Petäistö, R-L. 1978. *Insect attack windthrown trees after the December 1975 storm in western Finland*. Communicationes Instituti Forestalis Fennicae 94 (2): 1-24.
- Aronsson, A., Barklund, P., Ehnström, B., Karlman, M., Lavsund, S., Lesiński, J., Nihlgård, B. & Westman, L. (1995). *Skador på barrträd*. Skogsstyrelsen.
- Asikainen, A., Viiri, H., Neuvonen, S., Nevalainen, S., Lintunen, J., Laturi, J., Uusivuori, J., Venäläinen, A., Lehtonen, I., & Ruosteenoja, K. (2019). *Ilmastomuutos ja metsätuhot – analyysi ilmaston lämpenemisen seurauksista Suomen osalta*. Suomen ilmastopaneelin raportti 1/2019.
- Asikainen, A., Viiri, H., Neuvonen, S., Nevalainen, S., Lintunen, J., Laturi, J., Uusivuori, J., Venäläinen, A., Lehtonen, I., & Ruosteenoja, K. (2019). *Ilmastomuutos ja metsätuhot – analyysi ilmaston lämpenemisen seurauksista Suomen osalta* [kuva]. Suomen ilmastopaneelin raportti 1/2019.
- Bakke, A. (1985). *Deploying pheromone-baited traps for monitoring Ips typographus populations* [tutkimusaineisto]. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- Bakke, A. (n.d.). *Using pheromones in the management of bark beetle outbreaks*. https://www.nrs.fs.usda.gov/pubs/gtr/gtr_ne153/gtr_ne153_371.pdf
- Biotus. (n.d.-a). *Kirjanpajain tarkkailuun soveltuvat tuotteet*. <https://biotus.fi/wp-content/uploads/Kirjanpajain-ansat-ja-hinnat-2022.pdf>
- Biotus. (n.d.-b). *Metsäferomoneja Biotukselta, uutiskirje*. <https://biotus.fi/wp-content/uploads/kirjanpajain-tarkkailu-huhtikuu-2019.pdf>
- Davídková, M. & Doležal, P. (2017). *Sister broods in the spruce bark beetle, Ips typographus*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112717309507>
- Farmit. (27.7.2006). *Kirjanpajain uhkaa ruotsin kuusikoita*. <https://www.farmit.net/metsalehden-metsautiset/2006/07/27/kirjanpajain-uhkaa-ruotsin-kuusikoita>
- Forest. (23.2.2023). *Luontaiset viholliset voivat estää kirjanpajain tuhoon — tutkija kertoo, miten se tehdään*. <https://forest.fi/fi/artikkeli/luontaiset-viholliset-voivat-estaa-kirjanpajain-tuhoon-tutkija-kertoo-miten-se-tehdaan/#db156e34>

Hallfahrt, P. (24.9.2018). *Forest cultural heritage in Germany*.

<https://www.deutschland.de/en/topic/environment/how-large-are-germanys-forests-facts-and-figures>

Heino, E. & Pouttu, A. (2014). *Metsätuhot vuonna 2012*.

<https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/536202/mwp295.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hlásny, T., Zajíčková, L., Turčáni, L., Holuša, J., & Sitková, Z. (2011). *Geographical variability of spruce bark beetle development under climate change in the Czech Republic*.

Journal of Forest Science (6): 242–249.

Ilmatieteen laitos. (1.12.2022). *Kasvukausi 2022*.

<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/kasvukausi-2022>

Ilmatieteen laitos. (n.d.-a). *Kesän 2010 rajuilmat*.

<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/kesan-2010-rajuilmat>

Ilmatieteenlaitos. (n.d.-b). *Terminen kasvukausi*.

<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/terminen-kasvukausi>

Ilmatieteenlaitos. (n.d.-c). *Havaintojen lataus*.

<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus>

Kjemikonsult. (n.d.) *Products for sale*.

<http://kjemikonsult.no/Engelsk/Products.html>

Laki metsätuhojen torjunnasta 1087/2013.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20131087>

Lindelöw, Å. & Schroeder, M. 2001. *Spruce bark beetle, Ips typographus L., in Sweden: monitoring and risk assessment*. Journal of Forest Science (47): 40–42

Linnakoski, R. & Niemelä, P. (2011) *Kaarnakuoriaisten kuljettamat sinistäjäsienet Suomessa*.

Metsätieteen aikakauskirja vuosikerta 2011.

<https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/533091/Linnakoski.pdf?sequence=1>

Lundell, T. (2018). *Puunlahottajat*.

[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/313315/Sienten biologia Puunlahottajat.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/313315/Sienten_biologia_Puunlahottajat.pdf?sequence=1)

Luonnonvarakeskus. (9.6.2021). *Kesän kirjanpainajaseuranta käynnistyi – parveilu alkoi toukokuussa kautta maan [kuva]*.

<https://www.luke.fi/fi/uutiset/kesan-kirjanpainajaseuranta-kaynnistyi-parveilu-alkoi-toukokuussa-kautta-maan>

Luonnonvarakeskus. (n.d.-a). *Kirjanpainaja*.

<https://metsainfo.luke.fi/fi/cms/opas/tuhonaiheuttajaluettelo/kirjanpainaja>

Luonnonvarakeskus. (n.d.-b). *Kirjanpainajan seuranta NoveFella -feromoniansoin, MetuKka-hanke 2022–2024*. s. 6

Långström, B., Lindelöw, Å., Schroeder, M., Björklund, N., & Öhrn, P. (2009) *The spruce bark beetle in Sweden following the January-storms in 2005 and 2007*.

https://pub.epsilon.slu.se/5076/1/langstrom_b_et al_100823.pdf

Maaseudun tulevaisuus. (29.7.2020a). *Tasan kymmenen vuotta Asta-myrskystä – muistatko, miten kesän 2010 rajuilmat riehuivat?*

<https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/uutiset/b414c8be-e444-59ee-9f80-1fd71b4ae3f6>

Maaseudun tulevaisuus. (27.7.2020b). *Kirjanpainajien toinen sukupolvi ei vielä selviä talvesta Suomessa – Keski-Euroopassa tilanne on toinen ja siksi kanta kasvaa vauhdilla*.

<https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/metsa/33c74182-7eac-5805-8bc0-64dbc9df9d2c>

Maaseudun tulevaisuus. (3.3.2022). *Myös John Deere keskeyttänyt metsäkoneiden ja varaosien myynnin Venäjälle*.

<https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/metsa/3f5011e8-70c9-5f3c-a88b-56cd80765bf4>

Maa- ja metsätalousministeriö. (5.11.2021). *Maa- ja metsätalouden ja muun maankäytön ilmastokestävyyttä edistetään monitieteisellä tutkimuksella ja innovaatioilla*.

<https://mmm.fi/-/maa-ja-metsatalouden-ja-muun-maankayton-ilmastokestavytta-edistetaan-monitieteisella-tutkimuksella-ja-innovaatioilla>

Maa- ja metsätalousministeriö. (n.d.). *Sekametsän kasvat*us.

<https://metsanhoidonsuositukset.fi/fi/toimenpiteet/sekametsan-kasvatus>

Melin, M., Laakso, T., Kärkkäinen, L., Packalen & T., Viiri, H. (2021). *Kirjanpainajatuhot, suojealueet ja aluevaraukset – lainsäädäntö ja mahdolliset ongelmakohtat tuhojen levitessä*. Metsätieteen aikakauskirja vuosikerta 2021 artikkeli 10522.

<https://doi.org/10.14214/ma.10522>

Metsäkeskus. (11.7.2017). *Kirjanpainaja tuhoaa varttuneita kuusikoita.*

<https://www.metsaan-lehti.fi/uutiset/metsanhoito/kirjanpainaja-tuhoaa-varttuneita-kuusikoita.html>

Metsäkeskus. (n.d.-a). *Metsätuhot-karttapalvelu.*

<https://metsakeskus.maps.arcgis.com/apps/dashboards/1ac031022db14461b4ec7256423f3c70>

Metsäkeskus. (n.d.-b). *Kirjanpainajatuhon torjuntaopas.*

<https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/document/kirjanpainajatuhon-torjuntaopas.pdf>

Metsäkeskus. (n.d.-c). *Metsätuhot-karttapalvelu* [kuva].

<https://metsakeskus.maps.arcgis.com/apps/dashboards/1ac031022db14461b4ec7256423f3c70>

Metsäkeskus. (n.d.-d). *Tuhot metsissä.*

<https://www.metsakeskus.fi/fi/metsan-kaytto-ja-omistus/metsanhoito-ja-hakkuut/tuhot-metsissa>

Metsäkeskus. (n.d.-e). *Kirjanpainajatuhon torjuntaopas* [kuva].

<https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/document/kirjanpainajatuhon-torjuntaopas.pdf>

Metsäkeskus. (n.d.-f). *Metsää koskevia säädöksiä* [kuva].

<https://www.metsakeskus.fi/fi/metsan-kaytto-ja-omistus/oikeudet-ja-velvollisuudet/metsaa-koskevia-saadoksia>

Metsäkeskus. (n.d.-g). *Metsätuhot kuriin Kaakkois-Suomessa - yhteistoimintamallin kehittäminen ja pilotointi metsätuhojen torjunnan tehostamiseksi (MetuKka).*

<https://www.metsakeskus.fi/fi/hankkeet/metukka>

Metsälehti. (16.5.2017). *Ilmaston lämpeneminen pahentaa juurikäpätuhoja.*

<https://www.metsalehti.fi/kumppaniartikkelit/ilmaston-lampeneminen-pahentaa-juurikaapatuhoja/>

Niemeyer, H. (1997). *Integrated bark beetle control: experiences and problems in Northern Germany.* https://www.fs.usda.gov/nrs/pubs/gtr/gtr_ne236.pdf#page=88

Neuvonen, S. (2020). *Ilmastonmuutos ja metsien hyönteistuhot.* Metsätieteen aikakauskirja 2020–10498. Tieteen tori: Metsien terveys nyt ja tulevaisuudessa. 4 s.

<https://doi.org/10.14214/ma.10498>

Nuorteva, M. (1982). *Metsätuholaiset*. Kirjayhtymä.

Nuorteva, M. (1999). *Metsähyönteisten maailmasta*. Temes Press Oy.

Nuorteva, M. (2010) *Puun ja kuoren välissä*. Maahenki Oy.

Orth, M. (10.4.2021). *Committed to forests*.

<https://www.deutschland.de/en/topic/environment/forest-dieback-drought-storms-bark-beetle>

Pouttu, A. & Annala, E. (2010). *Kirjanpainajalla kaksi sukupolvea kesällä 2010*. Metsätieteen aikakauskirja 4/2010: 521–523. <https://doi.org/10.14214/ma.6951>

Pönniö, A. (2013). *Kirjanpainajien esiintyminen MHY Kymenlaakson alueella Elimäellä*.

[opinnäytetyö, Kymenlaakson ammattikorkeakoulu]. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2013052210066>

Res Journals. (13.3.2019). *Range expansion of the small spruce bark beetle Ips amitinus: a newcomer in northern Europe*. <https://doi.org/10.1111/afe.12331>

Reuters. (26.4.2019-a). *Climate change to blame as bark beetles ravage central Europe's forests*. <https://www.reuters.com/article/us-centraleurope-environment-barkbeetle-idUSKCN1S21LA>

Rosenqvist, J. & Hagström, K. (19.2.2007). *Jämförelse mellan Norlure och Phero-X-Lure IT i NoveFällor för fångst av granbarkborre*. [Jämförelse mellan Norlure och Phero-X-Lure IT i NoveFällor för fångst av granbarkborre | Sveriges lantbruksuniversitet, SLU \(mynewsdesk.com\)](https://www.slu.se/nyheter/2007/02/19/jamforelse-mellan-norlure-och-phero-x-lure-it-i-novefallor-for-fangst-av-granbarkborre)

Skogma. (n.d.). *Phero-X-Lure IT Feromon 5-pack*.

<https://skogma.se/phero-x-lure-it-feromon-5-pack-145058001001/>

Skogsstyrelsen. (n.d.). *Svärmningsövervakning*.

<https://www.skogsstyrelsen.se/statistik/statistik-efter-amne/svarmningsovervakning/>

SMHI. (29.12.2021). *Gudrun - Januaristormen 2005*.

<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/gudrun-januaristormen-2005-1.5300>

Uittokalusto. (n.d.-a) *BASF-Pheroprax feromoniampulli*.

<https://www.uittokalusto.fi/basf-pheroprax-feromoniampulli-2.html>

Uittokalusto. (n.d.-b) *Phero-X-Lure IT feromoni*.

<https://www.uittokalusto.fi/phero-x-lure-it-feromoni.html>

Uotila, A., Kasanen, R. & Heliövaara, K. (2020). *Metsätuhot*. Metsäkustannus.

Viiri, H., Ahola, A., Ihalainen, A., Korhonen, K., Muinonen, E., Parikka, H. & Pitkänen, J.

(2011). *Kesän 2010 myrskytuhot ja niistä seuraava hyönteistuhoriski*. Metsätieteen aikakauskirja 3/2011: 221–225.

https://www.researchgate.net/publication/314015731_Kesan_2010_myrskytuhot_ja_niista_seuraava_hyonteistuhoriski

Vladimirov, N. (4.8.2017). *Ips typographus*. [kuva].

<https://www.flickr.com/photos/150523863@N05/44498113865>

Witasek. (n.d.) *Ipsowit Standard - european spruce bark beetle (Ips typographus)*.

<https://www.witasek.com/shop/en/pheromone-traps-attractants/pest-control-attractants/99/ipsowit-standard-european-spruce-bark-beetle-ips-typographus>

Ylioja, T., Kuitunen, P., Melin, M. & Aarnio, L. 2022. *Kirjanpainajan seuranta vuonna 2021*.

Julkaisussa: Melin, M. (toim.), Terhonen, E. (toim.), ym. 2022. *Metsätuhot vuonna 2021*. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 38/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki.

s. 41–50 <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-423-4>

Liite 1. Kysely metsänomistajille MetuKka-hankkeesta

Kysymys 1: Mikä sai sinut lähtemään mukaan kirjanpainajakannan seurantaan?

Kysymys 2: Opitko jotain uutta kirjanpainajista tämän tutkimuksen aikana? Jos opit, mitä?

Kysymys 3: Tuntuiko, että sait tarpeeksi kattavan perehdytyksen pyydykseen ja kirjanpainajamäärien laskemiseen? Mikä oli hankalaa?

Kysymys 4: Oliko ohjeistus seurantaan sopiva vai olisitko kaivannut jotain lisää?

Kysymys 5: Oliko seurannasta sinulle hyötyä? Mitä hyötyjä?

Kysymys 6: Havaitsetko kirjanpainajien värissä mitään muutosta eri pyydyksen tyhjennyskerroilla?

Kysymys 7: Tiesitkö valmiiksi pyydyksistä tai oliko sinulla ennalta kokemusta niistä?

Kysymys 8: Onko kirjanpainajista tarpeeksi tietoa saatavilla (yleinen)? Osaatko sanoa mistä tarvitset lisätietoa?

Kysymys 9: Ovatko kirjanpainajat tehneet aiemmin tuhoja metsissäsi? Koetko kirjanpainajat riskinä metsällesi?

Kysymys 10: Oletko seurannut kirjanpainajatilannetta metsissäsi ennen tätä tutkimusta?

Kysymys 11: Onko alueesi kirjanpainajien runsaus vaikuttanut metsiesi hoitoon ja kenties hakkuupäätöksiin?

Kysymys 12: Millä mielellä lähdet ensi vuoden pyyntikauteen: kaduttaako osallistuminen vai oletko innostunut?

