

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Metsätalouden koulutus

Mika Heikkala

METSITTÄMISEN ONNISTUMINEN JA METSIEN NYKYTILA
TUNTSAN METSÄPALOALUEELLA

Opinäytetyö
Maaliskuu 2020



OPINNÄYTETYÖ
Maaliskuu 2020
Metsätalouden koulutus

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä
Mika Heikkala

Nimeke
Metsittymisen onnistuminen ja metsien nykytila Tuntsan metsäpaloalueella

Toimeksiantaja
Metsähallitus Metsätalous Oy

Tiivistelmä

Opinnäytetyössä selvitettiin Tuntsan 60 vuotta sitten palaneen alueen nykytilaa ja tutkittiin maaston korkeuden ja maalajin vaikutusta metsittymisen onnistumiseen. Metsähallitus sai työn kautta yleiskatsauksen Tuntsan nykytilasta.

Aineisto saatiin Metsähallitukselta paikkatietoaineistona. Tämä käytetty aineisto sisälsi alueen kasvupaikkatiedot, puustotiedot sekä toimenpidehistoriaa. Puustotiedot olivat vuoden 2018 laserkeilausaineiston pohjalta laskettua metsävaratietoa. Aluksi luotiin koko alueen puustotietoja hyödyntäen nykytilakatsaus. Työn toisessa osiossa luotiin QGIS-ohjelmassa satunnaisotanta, jossa luotiin alueella satunnaisesti pisteitä, joille valittiin halutut tiedot. Tätä syntynyttä aineistoa tutkittiin määrällisen tutkimuksen menetelmillä ja pyrittiin todentamaan maaston korkeuden ja maalajin vaikutusta puustoon.

Tulokset osoittivat Tuntsan metsittymisen heikon menestyksen. Koko alueella keskimääräinen puusto oli vain 29 m³/ha. Mitä ylemmäs noustiin, sitä heikompaa oli puuston menestys. Myös maalajien välille pystyttiin osoittamaan eroja.

Kieli
suomi

Sivuja 41
Liitteet 0
Liitesivumäärä 0

Asiasanat
Tuntsa, metsäpalo, metsittyminen, Metsähallitus



THESIS
March 2020
Degree Programme in Forestry

Tikkarinne 9
FI 80200 JOENSUU
FINLAND
Tel. +350 13 260 600

Author
Mika Heikkala

Title
The Success of Reforestation and Present State of Forest in Tuntsa Forest Fire Area.

Commissioned by
Metsähallitus Forestry Ltd

Abstract

The purpose of this thesis was figure out the present state of the Tuntsa forest fire area which was burned 60 years ago and investigated the effect of relative elevation and soil type on the success of reforestation. Through the work, Metsähallitus received an overview of the present state of Tuntsa.

The material was obtained from Metsähallitus as spatial data. This material included site habitat information, tree stand information, and history of operations. The stand information was based on the 2018 forest reserve data calculated from laser scanning data. Initially, an overview of the current state was created using tree data from the entire area. In the second part of the work, QGIS created a random sample that randomly generated points in the area for which the desired information was selected. Quantitative research methods were used to examine this material and to verify the effect of terrain height and soil type on the stand.

The results showed the poor success of Tuntsa's reforestation. The average stand size in the whole area was only 29 m³ / ha. The higher the rise, the weaker was the lack of success. Differences could also be shown between the types of soil.

Language
Finnish

Pages 41
Appendices 0
Pages of Appendices 0

Keywords

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Metsäpalot	6
2.1	Metsäpalot Suomessa	6
2.2	Metsäpalojen vaikutus metsäekosysteemiin	7
3	Suojametsäalue	8
4	Metsän uudistaminen Pohjois-Suomessa	10
5	Porotalouden vaikutus metsätalouteen	11
6	Tuntsan palo ja nokisavotta	13
6.1	Tuntsa.....	13
6.2	Metsäpalo	13
6.3	Nokisavotta.....	15
6.4	Uudistaminen.....	16
7	Tutkimuksen tavoitteet.....	17
8	Aineisto ja menetelmät	17
8.1	Aineiston keruu ja käsittely	17
8.2	Analyysimenetelmät.....	19
9	Tulokset	22
9.1	Metsien nykytila	22
9.2	Metsittymisen onnistuminen	27
10	Tulosten tarkastelua ja johtopäätökset	35
11	Pohdinta.....	38
	Lähteet.....	40

1 Johdanto

Vuoden 1960 heinäkuun alku oli tukala. Maa oli Sallan kunnan pohjoisissa osissa rutikuivaa. Salaman iskettyä Suomen ja Neuvostoliiton välisen rajan tuntumaan, tietömien taipaleiden taakse, syttyi Suomen tunnetun historian suurin metsäpalo. Viikkoja raivonnut metsäpalo poltti Suomen puolelta yhteensä noin 20 000 hehtaarin kokoisen alan, kun Neuvostoliitossa paloalueen koko oli jopa 100 000 hehtaaria.

Kuten kaikki palot, myös tämäkin sammui lopulta. Alkoivat suuret nokisavotat ja tämän tiettömän ja asumattoman erämaan saattaminen ihmisten saataville. Tuntsan metsäpaloalue on siitä erilainen, että sieltä korjattiin palon jälkeen kaikki puu pois, eikä sinne jäänyt minkäänlaista suojapuustoa, mitä yleensä metsäpalon jälkeen jää. Uudistamisesta tuli siis vaikea operaatio, mitä ei suinkaan helpottanut edellisten vuosien huonot siemensadot ja suoranaiset virheet, mitä työssä tehtiin.

Ajan mittaan kuitenkin osalle Tuntsaa on saatu metsä kasvamaan ja ensimmäisiä harvennuksiakin on päästy jo tekemään. Silti vieläkin, kun nousee vähänkään ylemmäks, on metsäpalon jäljet selvästi nähtävissä. Siellä, missä ennen paloa oli vanhaa kuusikkoa, on nyt vielä 60 vuotta myöhemminkin vain kitukasvuisia kuusentarreja ja katajia.

Tässä työssä on tarkoituksena selvittää uuden metsävaratiedon pohjalta metsittämisen onnistumista Tuntsan paloalueella. Alueelta on saatu vuonna 2018 uusi keilausaineisto, minkä pohjalta on luotu puustotulkinta ja latvusmalli. Näitä puustotietoja verrattiin kasvupaikkatietoihin ja selvittiin miten metsitys on onnistunut milläkin alueella. Työn tuloksena syntyi myös katsaus Tuntsan nykytilanteeseen.

2 Metsäpalot

2.1 Metsäpalot Suomessa

Suomi kuuluu pohjoiseen havumetsävyöhykkeeseen, jonka luontaiseen kehitykseen kuuluvat häiriöt. Pohjoinen havumetsä on siis paloekologoista aluetta. Luonnontilainen metsä uudistuu yleensä metsäpalojen, mutta myös myrskyjen ja voimakkaiden hyönteistuhojen jälkeen. (Hannelus & Kuusela 1995, 80.) Suomessa tulella on ollut vaikutuksensa metsäluontoon luontaisten metsäpalojen lisäksi myös kaskenpolton ja kulotuksen vuoksi (Parviainen 1993, 8).

Suomen tilastot metsäpalojen esiintyvyydestä valtion mailla ulottuvat vuoteen 1865 asti (Wallenius 2008, 27). Tällöin luonnonkulot olivat vielä yleisiä valtion metsissä, mutta maaston luonteen, sekä sääolojemme vuoksi, ne olivat verrattain pienialaisia. Pahimmat kulovuodet olivat tuolloin vuodet 1868, 1883 ja 1894, jolloin metsää paloi kunakin vuonna 55 000–70 000 hehtaaria. (Parviainen 1993, 10.) Kaikki metsäpalot sisältävää tilastoa alettiin ylläpitää vuodesta 1952 alkaen.

Pohjois-Ruotsissa tehdyn tutkimuksen (Zackrisson 1977) mukaan metsien palotiheyteen on vaikuttanut myös maaston muodot. Keskimääräinen palojen välinen aika tässä tutkimuksessa olleissa metsissä on ollut noin 80 vuotta. Kasvupaikalla on kuitenkin suurta merkitystä palotiheyteen. Esimerkiksi ylärinteet palavat tiheämmin, kuin laaksot ja etelärinteiden palotiheys on huomattavasti pohjoisrinteitä suurempi. Tähän voi olla syynä myös ihminen, sillä etelärinteet ovat viljelijöille suotuisimpia alueita. (Zackrisson 1977, 29 - 30.)

Tästä luontaisesta palosyklin pituudesta on kuitenkin tutkijoidenkin kesken ristiriitoja. Ihmisen vaikutusta on vaikea sulkea luotettavasti pois, sillä dendrokronologiaan perustuvilla menetelmillä harvoin päästään kaskikauden huippuaikoja kauemmas menneisyyteen. (Wallenius 2008, 25.) Kaskiajan jälkeen ihmisen vaikutus metsäpaloihin on ollut päinvastainen. Aikaisemmin ihmisen vaikutuksesta metsää paloi enemmän,

kuin mitä luontainen palosykli olisi, ja kun kaskiaika alkoi mennä ohitse, alkoi palontorjunta ja ennaltaehkäisy toimia myös luonnonpaloihin. (Wallenius 2008, 31.) Niinpä tämä luontainen palosykli on todellisuudessa harvempi, kuin tutkimukset ehkä osoittavat, ja maan eri osissa on suuriakin eroja palosyklin pituudessa. Mikäli Suomen metsät olisivat vielä luonnontilaisia, keskimääräiset palovälit olisivat vähintään muutamia satoja vuosia. Vain etelärannikon ja Järvi-Suomen kuivissa harjumänniköissä päästäisiin sadan vuoden sykliin. Tämä tarkoittaisi myös sitä, että Suomen metsät olisivat vielä nykyistäkin kuusivaltaisempia. (Wallenius 2008, 31.)

Edellä mainitun tutkimuksen tuloksia voitaneen verrata myös Suomeen. Metsäpalojen keskimääräisen esiintymistiheyden ja palotilastojen pohjalta voidaan laskea, että kaikki Suomen metsät ovat palaneet ainakin kerran viimeisten 400 - 500 vuoden aikana (Parviainen 1993, 10 - 11). Nykyään kuitenkin luonnonkulojen määrä on Suomessa tehokkaan vartiointin ja palontorjunnan ansiosta saatu kuriin. Lukumääräisesti paloja on suurin piirtein saman verran, mutta kulon keskimääräinen pinta-ala on pudonnut 60 - 80 hehtaarista noin puoleen hehtaariin. (Parviainen 1993, 11.)

Metsäpaloista puhuttaessa on huomioitava kuitenkin se, että vaikka ne ovat olennainen ja luonnollinen osa boreaalisen metsän kehitystä, on viime vuosisatoina huomattava osa kuloista ihmisen aikaansaamaa. Suomen maaseutuväestölle kaskiviljely oli pitkään toimeentulon elinehto. Vaikka kaskeamista pyrittiinkin rajoittamaan lakiteitse jo 1700-luvulla, sitä jatkettiin Suomessa kuitenkin aina 1900-luvun alkupuolelle asti. (Parviainen 1993, 11 - 12.) Esimerkiksi vuonna 1910 Suomessa poltettiin vielä 9 493 kaskea, joista yhden kaadettavan ja poltettavan kaskialan koko oli keskimäärin 0,4 - 0,5 hehtaaria (Heikinheimo 1915, 71). Kaskeamisen väheneminen näkyi myös tässä; aiemmin kaskialatkin olivat paljon suurempia.

2.2 Metsäpalojen vaikutus metsäekosysteemiin

Metsäpaloilla on ollut suuri merkitys pohjoiseen metsäekosysteemiin. Metsäpalojen

vähentäminen on yksi syy metsäluonnon lajiston köyhtymiseen. Palot lisäävätkin erityisesti hyönteisten kautta metsän monimuotoisuutta. Monien hyönteisten menestys on riippuvainen säännöllisistä metsäpaloista. Nämä pyrofiiliset lajit ovat tunnettuja siitä, että ne menestyvät lähes yksinomaan palaneilla alueilla ja lähinnä ensimmäisenä viitenä vuonna palon jälkeen. (Wikars 1992, 9.)

Tulella voidaan ehkäistä myös keinotekoisesti monimuotoisuuden heikkenemistä nykyaikaisessa tehometsätaloudessa. Perinteinen avohakkuu poikkeaa huomattavasti luonnollista olosuhteista, mutta tutkimusten mukaan sen haitallisia vaikutuksia metsäluontoon voidaan ehkäistä kulottamalla hakkuualat jälkikäteen. (Heikkala 2016, 23)

3 Suojametsäalue

Suomen lainsäädäntöön kirjattiin jo vuonna 1922 laki suojametsistä, jolla pyrittiin estämään metsänrajan siirtymistä. Tällä suojametsäalueella voidaan käsitellä metsää, mutta se pitää tehdä erityisen huolellisesti sellaisia menetelmiä käyttäen, että myös metsän uudistuminen varmistetaan. Nykyisin suojametsälaki on liitetty metsälakiin. Tämän metsälain 12§ nojalla on valtioneuvosto tehnyt päätöksen, jossa rajataan suojametsäalue, sekä annetaan ohjeet metsän käsittelylle näillä alueilla. Tässä valtioneuvoston päätöksessä (844/1998) suojametsäalue rajataan näin:

Suojametsäalueen muodostavat Lapin läänissä Enontekiön ja Utsjoen kunnat kokonaisuudessaan sekä Inarin, Kittilän, Kolarin, Muonion, Sallan, Savukosken ja Sodankylän kunnissa sijaitsevat alueet, joiden rajat on käyty ja merkitty maastoon 13 päivänä joulukuuta 1979 kiinteistörekisteriin merkityssä maanmittaustoimituksessa n:o 823. (1. §.)

Tämä rajattu suojametsäalue on yhteensä 3,3 miljoonan hehtaarin kokoinen ja siitä 91% on valtion omistuksessa. Metsätaloustaloudessa tästä alueesta on kuitenkin vain 0,4 miljoonaa hehtaaria. Näillä suojametsäalueilla muu kuin kotitarvehakkuu vaatii aina metsäkeskuksen hyväksymän toimenpide- ja uudistussuunnitelman. (Hyppönen, Mikkola, Varmanen & Jalkanen 2012, 195.)

Suojametsäalueen metsäluontoon olennaisimmin vaikuttavat tekijät ovat kasvukauden lyhyys ja viileys. Maaston korkeudella on puuston kasvuun myöskin suuri vaikutus. Metsäntutkimuslaitoksen suojametsäalueiden käsittelyä koskevissa ohjeissa vuodelta 1961 osoitetaan, että mäntymetsien käsittelyiden kannalta 250 - 300 metriä ovat tärkeitä korkeusviivoja. Tässä 250 metriä tarkoittaa koillispuoleisia rinteitä ja 300 metriä lounaisrinteitä. Tämän rajan yläpuolisissa osissa metsän uudistamis- ja kasvumahdollisuudet huononevat alempana sijaitseviin metsiin verrattuna merkittävästi. (Oinonen, Sarvas & Sirén 1961, 6.)

Suojametsäalueella kannattaa kustannusten kannalta suosia luontaista uudistamista, vaikka se onkin usein hidas menetelmä hyvien siemenvuosien harvinaisuuden takia. Mikäli maaperän viljavuus sallii, kannattaa metsä uudistaa kuuselle, sillä se kestää paremmin maaston korkeudesta johtuvia ankaria ilmasto-olosuhteita. (Hyppönen ym. 2012, 196.)

Lämpösummalla on suuri vaikutus myös suojametsäalueen taimettumiseen. Esimerkiksi metsänviljelytutkimuksissa selvisi, että Lapissa 850:n d.d. lämpösumma-alueella taimia oli elossa kolminkertainen määrä verrattuna 650:n d.d. alueeseen. (Hyppönen ym. 2012, 198.) Lapin ilmasto on muuttunut 1900-luvun aikana paljon, ja sillä on tietysti vaikutusta myös suojametsäalueeseen. Tuntsan palon aikaan ilmasto oli kylmennyt jo 1930-luvulta alkaen, ja Tuntsankin pelättiin muuttuvan kokonaan tundraksi. Tämän kylmän jakson aikana lämpösummat jäivät niin alhaiseksi, että siemenet eivät ehtineet tuleentua, joten paikallista siementä ei ollut juurikaan tarjolla. (HS 1970.)

Uhkakuvat ovat muuttuneet myös suojametsäalueilla. Nyt pelko metsänrajan vetäytymisestä on ilmaston lämpenemisen takia kääntynyt siihen, että puuraja nouseekin ja peittää tunturit ja niiden uhanalaisen lajiston. Samalla tulee myös muita uhkia. Erityisesti talven kovien pakkasten vähyys tuo hyönteisuhat entistäkin lähemmäs Lapin metsiä. (Hyppönen ym. 2012, 197.)

4 Metsän uudistaminen Pohjois-Suomessa

Puun kasvattaminen on haasteellista Lapissa. Suuret korkeuserot ja ankara ilmasto luovat haasteita niin metsän uudistamiselle kuin sen kasvamisellekin. Suomen pohjoisimmat männiköt on saatu kasvamaan Tenon varteen Utsjoelle. Tämä on maailmanlaajuisestikin poikkeuksellisen pohjoinen sijainti männyille, sillä vain Norjan Stabbursdalenissa mänty kasvaa pohjoisempana kuin Suomen Lapissa. Näin pohjoisessa männyn menestyminen onkin mahdollista vain Golf-virran ansiosta. (Jalkanen 2005, 10 - 11.)

Pohjois-Suomessa metsätalouden harjoittaminen poikkeaa muutenkin merkittävästi Etelä-Suomeen verrattuna. Jo pelkästään metsän käyttöön liittyviä elinkeinoja on useita, ja näiden käyttömuotojen yhteensovittaminen on usein haastavaa. Erityisesti porotalouden ja metsätalouden yhteensovittaminen luo haasteita eri toimijoiden välille. Varsinkin poronhoitoalueen pohjoisimmissa osissa on pakko käydä jatkuvaa dialogia paliskuntien kanssa, kun metsänkäsittelyä suunnitellaan. (Hyppönen 2005a, 29-30.) Myös metsätalouden kannattavuus on paljon heikompaa, kuin Etelä-Suomessa. Ainoastaan puuntuotannon kustannustaso voi jäädä usein alemmaksi, kuin etelämpänä. Tämä johtuu lähinnä suurista käsittelyaloista ja kylvön runsaasta käyttömahdollisuudesta. (Hyppönen 2005a, 32.)

Lapissa on käsitelty metsiä hyvinkin voimakkaasti sotien jälkeen. Laajat avohakkuut, voimakas muokkaus ja männyn viljely on ollut suosittu menetelmä vuosien saatossa. Vanhoja ja vajaatuottoisia metsiä on uudistettu kovalla kädellä, mikä on kyllä lisännyt puun kasvua alueella. (Hyppönen 2005a, 33.)

Eräs metsien luontaista uudistumista Pohjois-Suomessa hidastava tekijä on hyvien siemenvuosien harvinaisuus. Sen takia siemenpuuhakkuissa on oltava erityisen huolellinen, jotta pystyyn jäisivät ne puut, jotka pystyisivät tuottamaan riittävästi siementä. Kasvukauden ollessa lyhyt ja kylmä ei taimettuminenkaan tapahdu kovin helposti. Myös maastonkorkeudella on suoraan negatiivinen vaikutus uudistamistulokseen. Heinittymisestä ja vesakoitumisesta ei sen sijaan tarvitse Lapissa suuremmin

huolehtia. Myös maanmuokkauksen merkitys on suuri uudistamisen onnistumisessa. Lapin karuissa olosuhteissa muokkauksen tuoma hyöty myös kestää pitempään kuin Etelä-Suomessa. Maa säilyy taimettumiskuntoisena noin 10 vuotta, mikä edesauttaa luontaisten taimien syntyä, vaikka hyviä siemenvuosia ei heti sattuisikaan. (Hyppönen 2005b, 39 - 40.)

Korkeita maita uudistettaessa on syytä suunnitella huolellisesti, kuinka uudistaminen toteutetaan. Maaston korkeus, rinteiden ilmansuunta, maaperätekijät ja lumituhojen jäljet on kaikki syytä selvittää, jota osataan valita toimintavarmen uudistamismenetelmä. (Varmola 2005, 128.) Lapin korkeilla mailla ja erityisesti suojametsäalueella on tavoitteena käyttää aina luontaista uudistamista, jos se vain suinkin on mahdollista. Tarvittaessa lisäksi kylvetään muokatut siemenpuualat. (Varmola 2005, 123.)

Kuusta esiintyy suojametsäalueella lähinnä vain alueen eteläosissa sekä idässä Sallan ja Savukosken alueella. Metsähallitus uudistaa kuuselle lähinnä avohakkuun ja reunametsäsiemennyksen kautta. Tutkimukset antavat hyviä tuloksia tällaiselle menetelmälle. 20 kilometriä suojametsäalueen eteläpuolella vuonna 1972 hakatuille ja muokatuille avoimille kaistoille syntyi 20 vuodessa 5 100 – 15 900 taimea hehtaarille. Tällaisten tulosten pohjalta voi olettaa, että kuusi uudistuisi luontaisesti hyvinä vuosina myös suojametsäalueen olosuhteissa. (Varmola 2005, 123 - 124.)

5 Porotalouden vaikutus metsätalouteen

Jo aiemmin mainittu porotalouden ja metsätalouden yhteensovittaminen luo haasteita molemmille osapuolille. Metsätalouden toimenpiteet vaikuttavat poronhoidon harjoittamiseen usein eri tavoin, kun taas porojen laidunnuksella on osaltaan vaikutusta metsien talouskäyttöön. Näiden käyttömuotojen yhteensovittaminen on haastavaa. Esimerkiksi porotaloudesta johtuvat hakkuurajoitukset aiheuttavat suuriakin taloudellisia menetyksiä metsäsektorille pidemmällä aikavälillä. (Rytkönen, Saarikoski, Kumpula, Hyppönen & Hallikainen 2013, 20.)

Hakkuurajoitukset ovat kyllä sinänsä välttämättömiä, mikäli porotaloutta halutaan harjoittaa jatkossakin nykymuotoisena. Metsien käsittely vaikuttaa porotalouteen metsien ikärakenteen muutoksen sekä laidunalueiden yhtenäisyyden ja käytettävyyden kautta. Suurin haittaava tekijä on kasvupaikkaolosuhteiden muutos ja sitä kautta ravintokasvien vähyys. (Rytkönen ym. 2013, 14.)

Metsien uudistamiseen porotaloudella on sekä negatiivisia, että positiivisia vaikutuksia. Paikallisesti porot voivat tuottaa taimikon alkuvaiheessa niin paljon mekaanisia vaurioita taimiin, että sillä on jo merkitystä uudistumisen onnistumiseen. Tutkimusten mukaan laidunnetuilla alueilla taimia voi olla jopa 30 - 40% vähemmän taimia, kuin vastaavalla laiduntamattomalla alueella. Poroista voi olla kuitenkin myös hyötyä taimettumista ajatellen. Porojen kaivannot voisivat toimia eräänlaisena maanmuokkauksena ja olla sitä kautta parantamassa taimettumistulosta. Ihanteellisessa tilanteessa porot laiduntaisivat alueella aivan uudistamisen alkuvaiheessa ja sitten kun taimettuminen olisi kunnolla alkanut, niin pysyisivät poissa muutaman kriittisimmän vuoden. Myöhemmin taas porot voivat auttaa havupuutaimikoita menestymään vähentämällä vesoittumista (Rytkönen ym. 2013, 20.)

Muita poroista aiheutuvia negatiivisia vaikutuksia uudistamiseen tulee laidunnuksesta johtuvasta jäkäläkerroksen vähentymisestä. Tämä äärevöittää maaperän olosuhteita, mikä voi hidastaa männyn siementen itämistä. Taimettumista tapahtuu kuitenkin laidunnuksesta huolimatta. Aikuisen männyn kasvuun laidunnuksella on havaittu olevan hyvä vaikutus. Varsinkin ravinteiden saannin on havaittu olevan parempaa laidunnetuilla alueilla. (Rytkönen ym. 2013, 20.)

6 Tuntsan palo ja nokisavotta

6.1 Tuntsa

Tuntsan erämaa sijaitsee Itä-Lapissa Sallan kunnan pohjoisimmassa kolkassa. Tämä tarunhohtoinen kala- ja metsämiesten luvattu maa on kokenut rajuja muutoksia sitten A.E. Järvisen ja muiden legendaaristen Tuntsan kävijöiden. Ensin tuli sota, joka jätti rajan taakse suuren osan Tuntsan valtavasta erämaasta. Sodan jälkeenkin jäi Suomelle vielä Tuntsajoen latvat sekä sitä ympäröivä koskematon erämaa. Pari vuosikymmentä myöhemmin Tuntsa kuitenkin menetti koskemattomuutensa, kun metsäpalon ja sitä seuranneen nokisavotan myötä erämaahan työntyi tiheä tieverkosto. Vain Tuntsan pohjoisimmat osat säästyivät tältä. Sauoivan, Värriötuntureiden ja Kuorvusseljän maisemat säästyivät tulelta ja sitä seuranneilta hakkuilta. Myöhemmin näille säästyneille osille perustettiin Värriön luonnonpuisto sekä Tuntsan erämaa-alue.

Tuntsan alue on jylhää vedenjakaja-aluetta. Paloaluetta halkova Tuntsajoki laskee rajan taakse aina Vienanmereen saakka ja pohjoispuolelta Tuntsan erämaa-alueen soilta taas Värriöjoki vie vetensä Kemijoen kautta Perämereen. Lännessä virtaa Naruskajoki, joka laskee myöskin Kemijokeen. Maisemaa hallitsevat korkeat tunturit ja niiden välissä kuusivaltaiset vaaranseljänteet ja suot.

6.2 Metsäpalo

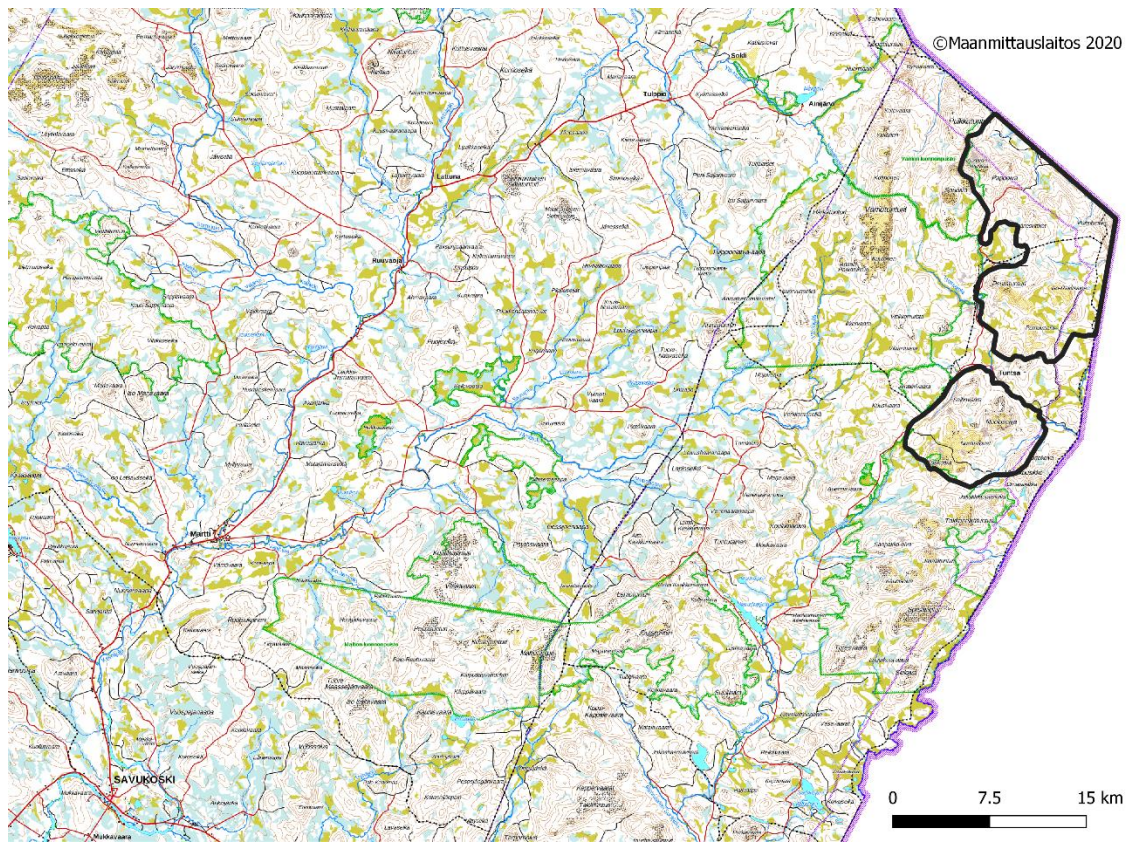
Kesä 1960 oli kuuma. Sallan kunnassa ei ollut tällöin vielä virallisia sääasemia, mutta esimerkiksi Sodankylässä Heinäkuu 1960 oli vuosisadan kolmanneksi kuumin (Ilmatieteenlaitos 2019). Kesäkuun lopulla salama löi tunturiin lähellä rajaa sytyttäen kiuvan erämaan tuleen. Rajan takana oli noussut jo pitkään vankat savupilvet, kun palo lopulta levisi Suomenkin puolelle. Ukkonen oli sytyttänyt useita pieniä kuloja, jotka yhdistyivät lopulta valtavaksi roihuksi. (Haataja 1998, 4.)

Ensimmäiset savuhavainnot tehtiin heinäkuun kolmas päivä Karhutunturilta, missä sijaitti lähin palovartijan maja (Haataja 1998, 7). Karhutunturi on lähes Naruskan kylällä asti eli noin 50 kilometrin päässä Tuntsalta. Savu oli tällöin vielä pieni ja epä-määräinen, mutta jo seuraavana päivänä Tuntsan suunnilta nousi vankka savu. Ensimmäisestä savuhavainnosta kului kuitenkin vielä useita päiviä, ennen kuin paloa ryhdyttiin sammuttamaan. Ensimmäinen tiedustelulento alueelle lennettiin heinäkuun viidentenä päivänä rajavartioston lentokoneella. Tällöin havaittiin palon olevan jo Suomen puolella. (Haataja 1998, 8.) Suurpalohälytys annettiin ja Suoltijoelta hälytettiin kaikki saatavilla olevat miehet sammutustöihin. Tällä Tuntsan etujoukolla tuli heti ensimmäisenä kävelyä Naruskajoen varresta paloalueelle yli 20 kilometriä. (Haataja 1998, 8.)

Sammutusmiehiä ryhdyttiin haalimaan Tuntsalle. Kaikki joutilaat miehet, jotka vain Sallasta löytyivät, komennettiin sammutustehtäviin. Työhön oli lähdettävä sakon uhalla. Palkkaa työstä kuitenkin maksettiin. Miehet alkoivat käydä vähiin Sallassa, sillä pienempiä paloja oli myös muualla. Apua kuitenkin saatiin muualta. (Haataja 1998, 10.)

Palon sammuttajat kävivät ankaraa taistelua tulta vastaan. Tuntsajoki jakoi metsäpalon kahteen alueeseen. Viimein tuli saatiin hallintaan ja sammutettua joen eteläpuolella ja Tuntsajoen pohjoispuolinen osa palosta sammuinkin vesisateen myötä (Haataja 1998, 15). Sammutustöitä alueella tehtiin 8.7. - 28.7. mutta 14.7. alueelta poistui jo suurin osa väestä (Mainio 1996, 4).

Tulen sammuttua alkoivat jälkityöt, joista kiireellisimpänä ryhdyttiin korjaamaan palanutta poroaitaa, jotta porot eivät pääsisi Neuvostoliiton puolelle (Haataja 1998, 17). Paloalueen laajuus selvitettiin, jolloin kävi ilmi, että Suomen puolella koko palaneen alueen laajuus oli 19 882 hehtaaria, joista metsämaata 9 307 hehtaaria, kitumaata 5 051 hehtaaria ja joutomaata 5 524 hehtaaria (Haataja 1998, 18). Rajan takana metsää paloi noin 100 000 hehtaaria. Kuva 1 osoittaa paloalueen laajuuden; karttaan mustalla rajatut alueet paloivat.



Kuva 1. Tuntsan paloalueet

6.3 Nokisavotta

Palon jälkeen alkoi kuuluisa Tuntsan nokisavotta. Kemi Oy:llä oli parhaat valmiudet puunkorjukseen paloalueelta. Jo sammutustöitä vaikeuttanut paikan erämaisuus hävisi äkkiä savotan alettua. Ennen palon syttymistä lähin tie ylsi vain Naruskajoki perästä asti. Ensimmäisenä operaationa oli siis tien teko alueelle. Eritasoisia teitä rakennettiin alueelle yhteensä noin 240 kilometriä (Mainio 1996, 4). Naruskajoki perattiin uittokuntoon, ja Tuntsalle ajettiin parakkien elementtejä, jotta savotta saataisiin käyntiin.

Hakkuut kestivät Suomen puolella aina vuoteen 1967 asti. Kemi Oy sopi Metsähallituksen kanssa laajemmasta hakkuusta, kuin vain paloalue, jotta he saisivat myös

noetonta puuta. Näitä palamattomia alueita hakattiin yhteensä 5 400 hehtaaria. Yhteensä paloalueelta korjattiin puuta noin 275 000 m³ ja kaikkiaan yli miljoona kuutiometriä. (Haataja 1998, 34.) Kemi Oy osti nokipuuta myös Neuvostoliiton puolelta. Tätä NL:n puolen savottaa kesti aina vuoteen 1975 asti. (Haataja 1998, 35.)

Tämä paloalueen puunkorjuu vaikeutti merkittävästi alueen uudelleen metsittämistä. Varsinkin suojametsäalueen hakkuu toi ongelmia uudistamiseen. Normaalisti metsäpalot hyödyttävät luontoa, mutta Tuntsalla tässä menttiin pieleen. Kun siementävä puusto poistettiin, eikä jäljellä ollut minkäänlaista suojuuustoa, oli uudistuminen ylemmillä alueilla todella vaikeaa ja hidasta. (Mainio 1996, 4.)

6.4 Uudistaminen

Uudistustyöt alkoivat jo seuraavana vuonna metsäpalon jälkeen. Puuta laitettiin suurin toivein kasvamaan sitä mukaa kuin sitä korjattiin. Kylväjiä oli satoja ympäri Suomea. (Haataja 1998, 36.) Kylvöjä tehtiin useana vuonna, mutta ne epäonnistuivat. Lapissa oli siemenpula huonojen vuosien johdosta ja viljelytyöt keskeytettiinkin 60-luvun loppupuolella. Tällöin oli käsitelty noin 2 300 hehtaaria, joista osa moneen kertaan. (Mainio 1996, 4.)

1970-luvun alussa työt käynnistyivät uudelleen. Männyn siemen oli loppunut kokonaan, joten Tuntsalla siirryttiin istuttamaan. Tuon ajan henkeen kului mahdollisimman järeä maanmuokkaus, joten Tuntsallekin suunniteltiin laajoja aurausalueita, huolimatta siitä, että se olisi tarpeetonta Tuntsan kuntattomille maille. Loppujen lopuksi aurauksia tehtiin muutaman vuoden aikana kaikkiaan noin 2 100 hehtaaria ja äestyksiä noin 1 300 hehtaaria. (Haataja 1998, 37.)

Tuntsan viljelytyöt kestivät aina vuoteen 1982 asti, jolloin tehtiin viimeiset istutukset. Tuntsan vaikeissa olosuhteissa uudistuminen on ollut todella hidasta ja vaikeaa. Alussa käytetty eteläinen alkuperä kasvoi alussa kohtalaisen hyvin, mutta taimien lähestyessä metrin pituutta, ne alkoivat kaikki kuolla. Tuntsan tilanne helpottui

vuonna 1973, jolloin Lapissa saatiin erittäin hyvä siemensato. Nämä paikallista alkuperää olevat männyntaimet menestyivät huomattavasti paremmin. Pohjoiselle paloalueelle syntyi parhaita taimikoita, sillä sinne on syntynyt luontaisesti taimia palolta säästyneistä puista. Tilanne on huonoin taas entisissä vanhoissa kuusikoissa, jotka tuhoutuivat kokonaan. (Haataja 1998, 37 – 38.)

7 Tutkimuksen tavoitteet

Tämän työn tarkoituksena on tutkia Tuntsalla Pohjois-Sallassa vuonna 1960 palaaneen, vajaan 20 000 hehtaarin alueen metsittymisen onnistumista kuudessakymmenessä vuodessa. Työssä vertailtiin nykypuustoa erilaisilla kasvupaikoilla ja tutkittiin kasvupaikan vaikutusta metsittymisen onnistumiseen. Työn tavoitteena oli tuottaa samalla Metsähallituksen käyttöön selvitys Tuntsan nykytilanteesta. Varsinaisen puustodatahan Metsähallituksella jo on alueelta, mutta tässä työssä sitä dataa hyödyntämällä saatiin parempi yleiskuva koko alueesta ja sen nykypuustosta, sekä siihen vaikuttaneista tekijöistä.

8 Aineisto ja menetelmät

8.1 Aineiston keruu ja käsittely

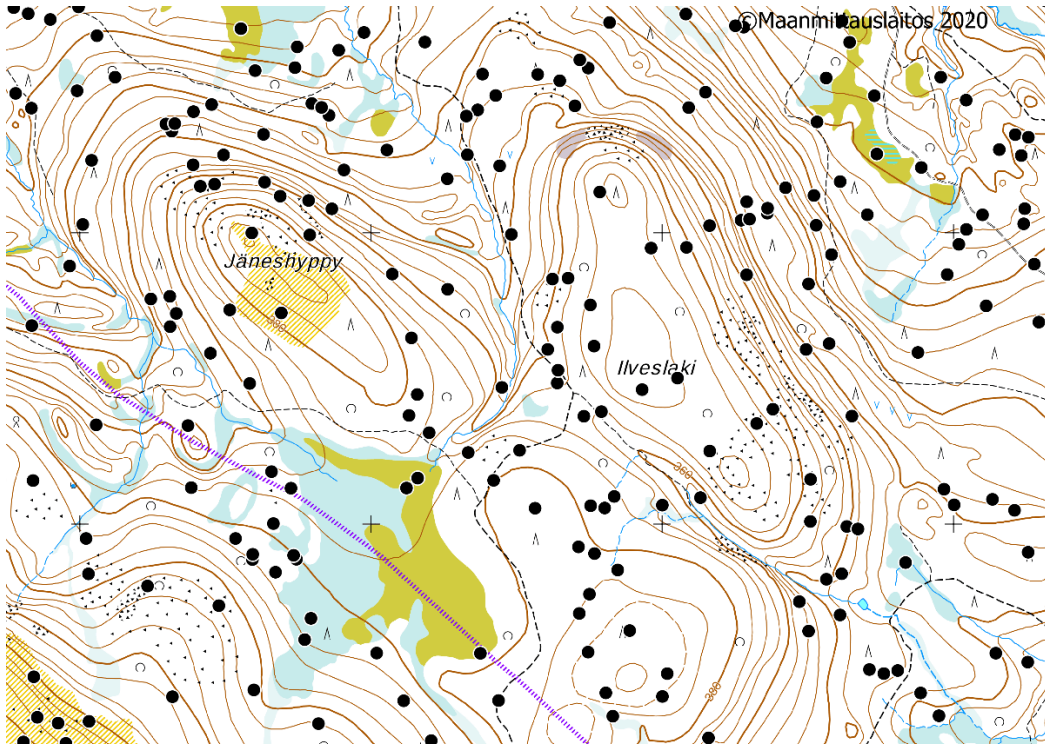
Tuntsan alueelta on laskettu uusi metsävaratieto heinäkuussa 2018 tehdystä laserkeilausaineistosta. Tämä ja muu työssä käytettävä aineisto saadaan Metsähallitukselta shapefile-muodossa. Aineistosta löytyy kasvupaikkatiedot, puustotiedot sekä toimenpidehistoriaa.

Aineistoa hyödynnettiin kahdella tavalla. Aluksi luotiin puustotietojen pohjalta katsaus metsien nykytilaan, jossa selvitettiin millaisessa kunnossa Tuntsan alue on tällä hetkellä pääpiirteittäin. Tavoitteena oli saada parempi ymmärrys Tuntsan metsistä,

ennen kuin mennään varsinaiseen tutkimukseen.

Varsinaiseen tutkimukseen aineistosta valittiin kyseisen tutkimuksen kannalta mielenkiintoiset tiedot. Näitä ovat pääpuulaji, pohjapinta-ala, pituus, maalaji ja maaston korkeus. Lämpösummalla on tunnetusti suuri vaikutus metsien kasvuun pohjoisissa olosuhteissa, mutta alueen ollessa kuitenkin näin pieni ja koska lämpösummilla ei siten ole merkittävää eroa alueen eri osien välillä, ei liene mielekäästä ottaa sitä mukaan tähän tarkasteluun. Tutkimus tehtiin pelkästään kasvupaikkatietoihin perustuen, koska alueelta ei ole saatavilla tarkkaa tietoa maanmuokkauksista ja uudistamismenetelmistä tuolta palon jälkeiseltä ajalta.

QGIS-ohjelmassa luotiin aineiston päälle satunnainen pisteverkko. Tämä onnistui helposti työkalulla nimeltä Random Points in Layer Bounds(QGIS 2020a, 704.) Näin saadaan otettua satunnainen otanta alueelta. Ohjelmaan on saatavilla Point Sampling Tool -lisäosa, jossa voidaan valita tälle luodulle pisteverkolle ominaisuuksiksi muista layereista tutkimuksen kannalta mielenkiintoiset tiedot (QGIS 2020b). Kun pisteelle valitaan näistä muista layereistä halutut tiedot eli puustotiedoista pituus, pohjapinta-ala sekä pääpuulaji ja kasvupaikkatiedoista maaston korkeus ja maalaji, saadaan luotua aineisto, jota voi hyödyntää kuten satunnaisotantana tehtynä koealatutkimusta. Tästä pisteverkosta saadaan Exceliin taulukko, jossa näkyy siis tutkimuksessa käytettävät tiedot koealakohdista. Näitä tietoja analysoidaan sitten määrällisen tutkimuksen menetelmillä. Kuvassa 2 on eräs alueen osa, jossa näkyy näiden satunnaisten pisteiden jakautumista alueelle.



Kuva 2. Koealojen jakautuminen eräässä alueen osassa.

Koska aineisto on epätäydellistä ja esimerkiksi maalaji puuttuu paikoin, niin alueelle luotiin runsaasti pisteitä, jotta Exceliin saadusta taulukosta voidaan sitten poistaa ne kohdat, joista ei aineistosta löydy haluttuja tietoja.

8.2 Analyysimenetelmät

Tutkimuksessa käytettävä aineisto on määrällistä, eli tutkimusmenetelminä käytetään kvantitatiivisen tutkimuksen menetelmiä. Kvantitatiivista tutkimusta tehtäessä, ollaan kiinnostuneita erilaisista luokitteluista, vertailuista, syy- ja seuraussuhteista sekä numeerisiin tuloksiin perustuvista ilmiöiden selityksistä (Jyväskylän yliopisto 2015.) Tässä työssä tarkoituksena on tehdä vertaileva tutkimus. Tällaisen vertailevan tutkimuksen tavoitteena on ymmärtää tarkasteltavaa asiaa paremmin vertailemalla eri asioiden vaikutusta eri ilmiöihin (Vilka 2007, 21). Tässä työssä siis vertaillaan erilaisten kasvupaikkojen vaikutusta metsittymisen onnistumiseen.

Määrällistä tutkimusta tehtäessä valitaan sellainen analyysimenetelmä, joka antaa tietoa siitä asiasta, mitä ollaan tutkimassa. Menetelmää pyritään ennakoimaan, mutta käytännössä sopiva analyysimenetelmä löytyy vain kokeilemalla muuttujille erilaisia menetelmiä. (Heikkilä 2004, 183.) Analyysitapaa valittaessa mietitään ol-laanko tutkimassa yhtä muuttujaa vai kahden tai useamman muuttujan välistä riip-puvuutta ja niiden vaikutusta toisiinsa (Vilkkä 2007, 119).

Yhtä muuttujaa tutkittaessa voidaan käyttää erilaisia menetelmiä. Mikäli halutaan tietoa jakaumasta, käytetään sijaintilukuja. Jos taas halutaan tietää havaintoarvojen poikkeamia toisistaan, käytetään hajontalukuja. Kun tutkimuksessa on useita muut-tujia ja tavoitteena on analysoida eri muuttujien välisiä riippuvuussuhteita, niin tällöin menetelminä käytetään esimerkiksi ristiintaulukointia ja korrelaatiokerrointa. (Vilkkä 2007, 119.)

Nollahypoteesi kuvaa tilastollisessa tutkimuksessa sitä ennako-oletusta, josta luo-vutaan vasta silloin, kun sitä vastaan on tarpeeksi todisteita. Tämä nollahypoteesi kuvaa yleensä nolatilannetta, eli että esimerkiksi riippuvuutta ei ole. Vastahypoteesi taas tarkoittaa nollahypoteesin vastakohtaa, eli esimerkiksi jos nollahypoteesina on, että muuttujien välillä ei ole riippuvuutta ja jos tämä hylätään tutkimuksessa, niin tällöin otetaan käyttöön vastahypoteesi, joka kertoo, että muuttujien välillä on riippu-vuus. (Jyväskylän yliopisto 2019.) Koska kyseessä on otantatutkimus, niin otoksen tulos poikkeaa jo otantavirheen takia nollahypoteesista. Mikäli poikkeama on kuiten-kin iso, niin silloin sitä ei voi selittää enää otantavirheellä. Keskeinen kysymys onkin, että kuinka iso poikkeaman pitää olla, että sitä ei enää voi selittää otantavirheellä. Tämän asian selvittämiseksi pitää laskea p-arvo. Mitä pienempi p-arvo on, sitä to-dennäköisempi on vaihtoehtoinen hypoteesi. P-arvo on siis todennäköisyys sille, että poikkeama nollahypoteesista voidaan selittää otantavirheellä. Mitään selkeää rajaa sille, että millä p-arvolla nollahypoteesi pitää hylätä ei ole, vaikkakin yleisin käytetty raja on 0,05 eli 5 %. Harkintaa on käytettävä tapauskohtaisesti. (Taanila 2013a.)

Tässä työssä on siis tarkoituksena selvittää, että onko maalajilla tai maastonkorkeudella ollut vaikutusta uudelleenmetsittymiseen palon jälkeen. Varianssianalyysit olisivat käyttökelpoisia tämän kaltaisiin vertailuihin, mutta sen käyttöedellytyksenä on, että aineiston on oltava normaalijakautunutta (Taanila 2013b). Taulukossa 1 on nähtävillä normaalisuustestin tulokset.

Taulukko 1. Aineiston normaalisuuden testauksen tulokset

Jakauman normaalisuuden testaus				
	Nollahypoteesi	Testi	p-arvo	Tulos
Valtapituus	Jakauma noudattaa normaalijakaumaa	Kolmogorov-Smirnov	0,000	Hylätään nollahypoteesi
PPA	Jakauma noudattaa normaalijakaumaa	Kolmogorov-Smirnov	0,000	Hylätään nollahypoteesi
Valtapituus	Jakauma noudattaa normaalijakaumaa	Shapiro-Wilk	0,000	Hylätään nollahypoteesi
PPA	Jakauma noudattaa normaalijakaumaa	Shapiro-Wilk	0,000	Hylätään nollahypoteesi

Koska aineisto ei siis ole normaalijakautunutta, eikä varianssianalyysiä siten voi käyttää, on testaukset tehtävä luokittain. Tämä johtuu siitä, että esimerkiksi tässä muuten käyttökelpoinen Kruskal-Wallis-testi tarvitsee ryhmitteleväksi muuttujaksi luokitteluasteikollisen muuttujan (Taanila 2013c). Maaston korkeudet jaetaan kolmeen yhtä suureen luokkaan, ja näiden luokkien vaikutusta metsittymiseen voidaan nyt selvittää tehtäessä testejä, joissa niitä vertaillaan puustotietoihin. Spearmanin järjestyskorrelaatioanalyysillä saadaan laskettua korrelaatiokerroin, joka kertoo meille, että mikä vaikutus maastonkorkeudella on. Spearmanin korrelaatioanalyysi voidaan tehdä todellisilla korkeuksilla, jolloin SPSS laskee niille automaattisesti sijaluvut, jotka ovat Spearmanin järjestyskorrelaatioanalyysin edellytys. (Taanila 2019.) Maalajin vaikutusta selvitetään myös korkeusluokittain, jolloin saadaan luotettavampia tuloksia.

Kruskal-Wallis-testi soveltuu käytettäväksi silloin, kun halutaan testata useamman kuin kahden riippumattoman otoksen välisen eron merkitsevyyttä, eikä varianssianalyysiä voi käyttää esimerkiksi siksi, että aineisto ei ole normaalijakautunut (Taanila

2013c). Nollahypoteesina testattaessa maaston korkeuden vaikutusta puustotietoihin on se, että sillä ei ole vaikutusta. Mikäli p-arvoksi testin jälkeen jää alle 0,05, hylätään nollahypoteesi ja vaihtoehtoinen hypoteesi, eli että maaston korkeudella on vaikutusta, astuu voimaan. Sama tilanne on myös testattaessa maalajien vaikutusta. Nämä testaukset tehdään korkeusluokittain, jotta tuloksista voidaan myös nähdä, onko tässä vaihtelua korkeusluokkien välillä. Testauksia tehdään myös erikseen pääpuulajeille, jotta voidaan nähdä näiden eri pääpuulajien osalta se, miten niihin vaikuttaa kasvupaikan muutos. Nämä pääpuulajikohtaiset testaukset tehdään vain männylle ja kuuselle, koska muiden osuus on niin pieni, että otoskokokin jäisi pieneksi, eikä niillä muutenkaan ole noilla leveysasteilla minkäänlaista metsätaloudellista arvoa.

Kruskal-Wallis-testi antaa itsessään vain tuloksen, joka kertoo sen, että joidenkin ryhmien välillä on merkitsevä ero. Tuloksia tarkemmin tarkasteltaessa saadaan kuitenkin näkyville parivertailu, josta voidaan nähdä eri luokkien välisen eron merkitsevyys.

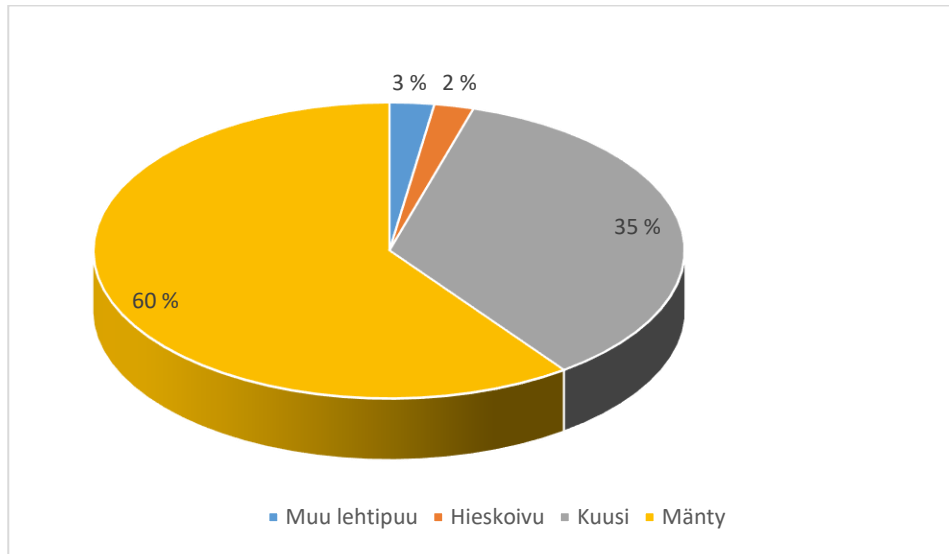
9 Tulokset

Tässä tulososiossa selvitetään ensin metsien nykytilanne laserkeilausaineistosta saadun metsävaratiedon perusteella, jonka jälkeen esitetään analyysin tulokset, jotka on saatu määrällisen tutkimuksen menetelmillä puustotietoja ja kasvupaikkatietoja vertailemalla edellisessä luvussa kuvatulla tavalla. Menetelmillä on pyritty osoittamaan kasvupaikan vaikutus heikkoon metsittymiseen.

9.1 Metsien nykytila

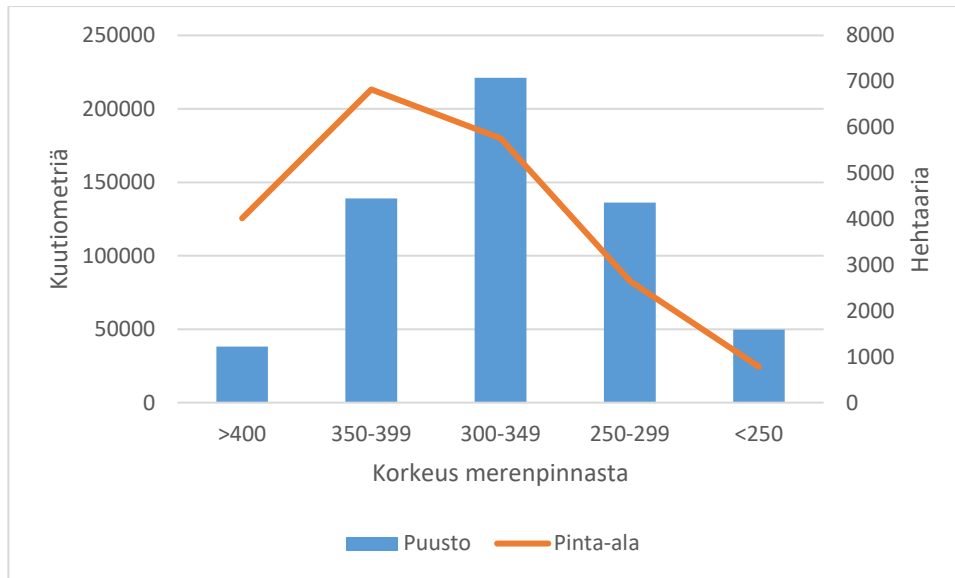
Tuntsan palosta tulee kesällä 2020 kuluneeksi jo 60 vuotta. Alue on metsittynyt vaih-

televalla menetyksellä. Tuntsan alue oli ennen paloa hyvin kuusivaltaista. Männiköitä paloalueella oli lähinnä pohjoisissa osissa. Siihen aikaan mäntyä pidettiin kuitenkin suuremmissa arvossa ja uudistamistoimenpiteitä tehtäessä käytettiin lähes kaikkialla mäntyä. Tämä on aiheuttanut alueen puulajisuhteiden kääntymisen mäntyvaltaiseksi. Kuvio 1 näyttää pääpuulajien pinta-ala suhteet, joka kertoo meille alueen nykyisestä mäntyvaltaisuudesta.



Kuvio 1. Pääpuulajien jakauma pinta-alaosuuksina.

Aineistosta voidaan laskea, että koko paloalueella on puustoa yhteensä $584\,121\text{ m}^3$, joka tarkoittaa keskimäärin 29 m^3 puuta hehtaaria kohden. Mäntyvaltaista puustoa on yhteensä $420\,909\text{ m}^3$, eli noin 72 % koko puustosta. Kuusivaltaista taas on yhteensä $140\,270\text{ m}^3$, eli noin 24 %. Havupuiden osuus paloalueen puustosta on yhteensä siis peräti 96 %. Tuntsa on korkeaa vedenjakaja-aluetta. Kuviossa 2 alue on jaettu viiteen korkeusluokkaan ja siinä näytetään sekä kunkin korkeusluokan koko, että puuston määrä korkeusluokissa.



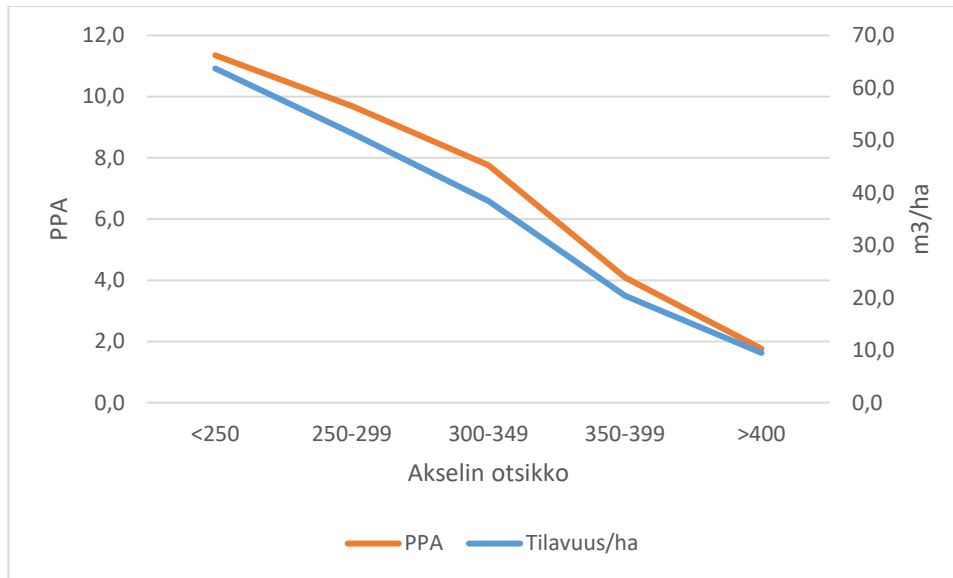
Kuvio 2. Puusto ja pinta-ala korkeusluokittain.

Aineiston tarkastelu korkeusluokittain on muutenkin mielekkäämpää kuin koko aineiston tarkastelu sellaisenaan. Alla olevassa taulukossa 2 näytetään keskimääräinen puusto, pohjapinta-ala sekä keskipituus edellisessä kuviossa käytetyissä korkeusluokissa. Tästä kuviosta ja taulukosta voimme jo havaita, että maastonkorkeudella on selvästikin ollut vaikutusta metsittymisen onnistumiseen. Tätä ja maalajien vaikutusta tutkitaan seuraavassa kappaleessa tarkemmin, ja se pyritään myöskin todistamaan määrällisen tutkimuksen menetelmillä.

Taulukko 2. Keskimääräiset puustotunnukset korkeusluokittain

MPY	m3/ha	PPA	Keskipituus
> 400	9,5	1,8	7,9
350 – 399	20,4	4,1	7,6
300 – 349	38,4	7,8	8,0
250 – 299	51,4	9,7	9,4
< 250	63,7	11,3	10,3

Edellä olevan taulukon pohjalta luotu kuvio 3 osoittaa selkeästi maastonkorkeuden vaikutusta puustoon. Kuviossa on keskimääräiset pohjapinta-alat ja tilavuudet korkeusluokissaan.



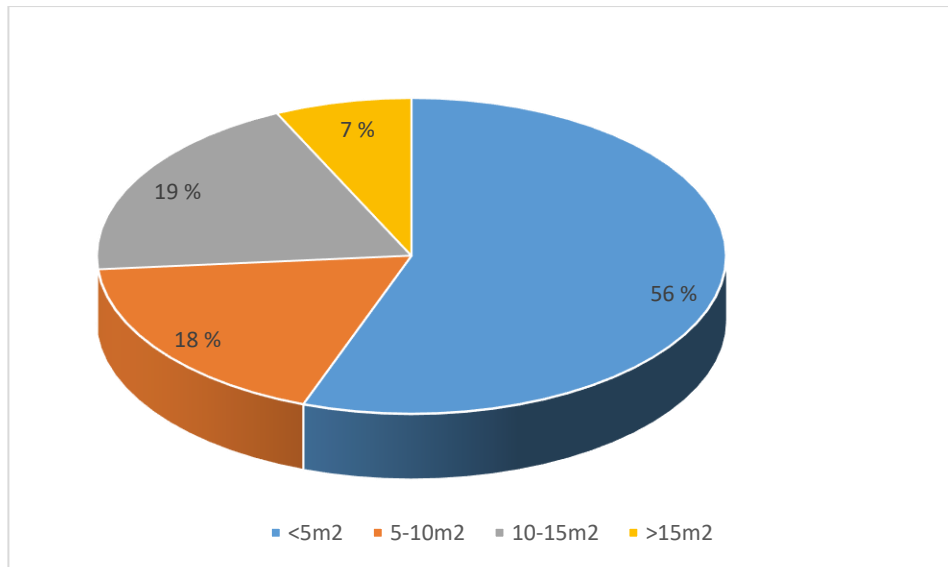
Kuvio 3. Keskimääräinen puusto korkeusluokittain.

Seuraavassa taulukossa 3 voidaan vertailla männyn ja kuusen käyttäytymistä eri korkeusluokissa. Nämä korkeusluokat ovat samat, kuin edellisissä taulukossa ja kuviossa. Taulukosta löytyy pääpuulajikohtaisesti sekä männylle, että kuuselle kokonaistilavuus, pinta-ala ja hehtaarikohtainen tilavuus näissä edellä mainituissa korkeusluokissa.

Taulukko 3. Keskimääräiset puustotunnukset korkeusluokittain eri pääpuulajeille.

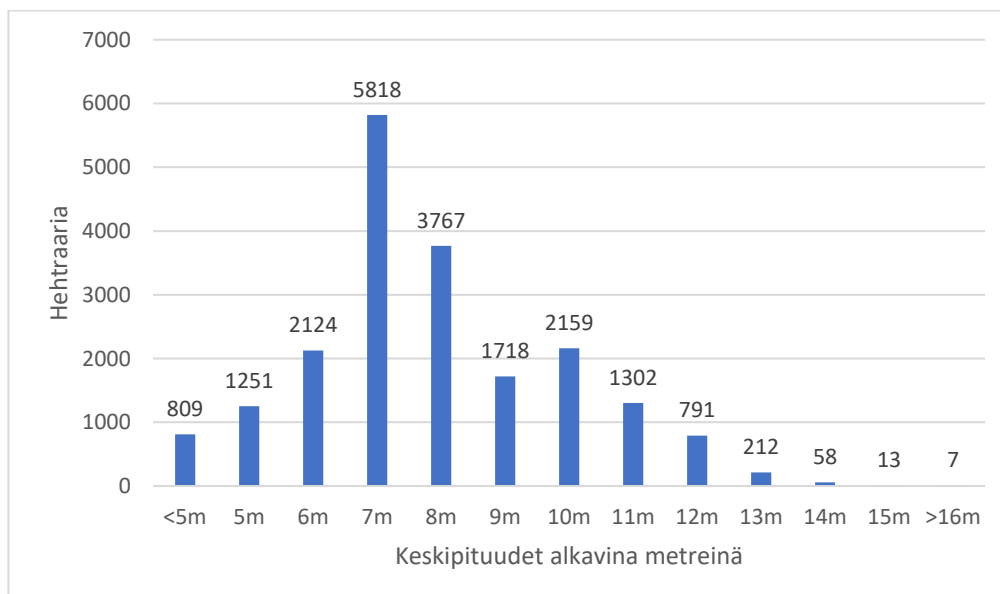
MPY	Mänty			Kuusi		
	tilavuus	pinta-ala	m3/ha	tilavuus	pinta-ala	m3/ha
<250	44390,0	657,8	67,5	4873,4	105,2	46,3
250-299	116769,2	2190,4	53,3	12829,8	242,2	53,0
300-349	173288,0	4125,6	42,0	35029,3	919,6	38,1
350-399	83066,8	4131,8	20,1	52863,0	2357,3	22,4
>400	3414,6	635,4	5,4	34674,9	3289,3	10,5

Kuviossa 4 näytetään pohjapinta-alojen osuudet alueen kokonaispinta-alasta. Siitä voimme havaita, että laajat alueet ovat edelleen huonosti tuottavia. Jos verrataan esimerkiksi Metsänhoidon suositusten harvennuksen jäävän puuston pohjapinta-alan vähimmäisrajaan, niin laajoilla alueilla mennään reilusti sen alle vielä nyt, vaiaan 60 vuoden kuluttua palosta.



Kuvio 4. Pohjapinta-alaosuudet pinta-alasta

Kovin korkeaksi ei puusto ole myöskään Tunttsalla kasvanut. Kuviossa 5 näytetään puuston keskipituuden pinta-alakohtaista jakaumaa. Aineistosta käy ilmi myös, että nämä aivan korkeimmat puustot ovat pienialaisia palolta säästyneitä kohtia, joita ei jostain syystä ole hakattukaan. Kokonaan palossa tuhoutuneet alueet eivät ole ihan niin pitkiksi vielä ehtineet.



Kuvio 5. Keskipituusjakauma

9.2 Metsittymisen onnistuminen

Otoksen koko, eli havaintojen lukumäärä tässä tutkimuksessa on 2 168. Ensimmäisenä testataan koko alueen osalta maaston korkeuden vaikutusta. Selvitettäessä maaston korkeuden vaikutusta puustotietoihin, eli pohjapinta-alaan ja valtapituuteen, tehtiin Kruskal-Wallis -testi, jossa maaston korkeudet olivat luokiteltuina kolmeen eri luokkaan, saatiin seuraavanlaisia tuloksia, jotka ovat nähtävillä taulukossa 4. Nämä korkeusluokat on valittu siten, että on saatu riittävä otoskoko kaikkiin korkeusluokkiin. Ensimmäinen luokka on 290 metristä alaspäin, toinen luokka yltää 360 metriin saakka ja kolmannessa ovat alueet, jotka ovat sitä ylempänä.

Taulukko 4. Korkeusluokkien Kruskal-Wallis-testin tulokset.

Nollahypoteesi	Testi	p-arvo	Tulos
PPA:n jakauma on sama kaikissa korkeusluokissa	Kruskal-Wallis -testi	0,000	Hylätään nollahypoteesi
Valtapituuden jakauma on sama kaikissa korkeusluokissa	Kruskal-Wallis -testi	0,000	Hylätään nollahypoteesi

Tämä tehty testi siis osoittaa, että maaston korkeuksilla on vaikutusta, sekä pohjapinta-alaan, että valtapituuteen, ainakin joissakin korkeusluokissa. Parivertailun tuloksista voimme nähdä korkeusluokkien välisen eron merkitsevyyden. Nollahypoteesi on sama, kuin edellisessä taulukossa, joten p-arvon jäädessä alle 0,05:n hylätään nollahypoteesi ja tulokseksi jää vastahypoteesi, eli luokkien välinen ero on merkitsevä. Taulukosta 5 voimme nähdä tämän parivertailun tulokset, mitkä siis osoittavat, että pohjapinta-alan kohdalla kaikkien luokkien välinen ero on merkitsevä ja valtapituuden kohdalla yhdessä välissä ero ei ole riittävän merkitsevä.

Taulukko 5. Kruskal-Wallis-testin parivertailun tulokset.

Testattava muuttuja	Parivertailu	p-arvo	Korjattu p-arvo
PPA	3-2	0,000	0,000
PPA	3-1	0,000	0,000
PPA	2-1	0,000	0,000
Valtapituus	2-3	0,518	1,000
Valtapituus	2-1	0,000	0,000
Valtapituus	3-1	0,000	0,000

Myös Spearmanin korrelaatioanalyysi on käyttökelpoinen tapa tutkia maaston korkeuden vaikutusta. Siitä laskettava korrelaatiokerroin kertoo sen, mikä vaikutus maaston korkeudella on puustotietoihin. Taulukossa 6 on nähtävillä tämän Spearmanin järjestyskorrelaatioanalyysin tulokset ja korrelaatiokerroin.

Taulukko 6. Spearmanin järjestyskorrelaatioanalyysin tulokset.

Spearmanin korrelaatioanalyysi		PPA	Valtapituus
Korkeus merenpinnasta	Korrelaatiokerroin	-0,388	-0,330
	p-arvo	0,000	0,000
	Havaintojen lukumäärä	2168	2168

Kuten taulukko osoittaa, niin myös tämä analyysi antaa p-arvon 0, joka kertoo voimakkaasta korrelaatiosta. Korrelaatiokertoimet ovat sekä pohjapinta-alalla että valtapituudella negatiiviset, mikä kertoo siitä, että mitä korkeammalle nouseaan, sitä heikommin on metsittyminen onnistunut.

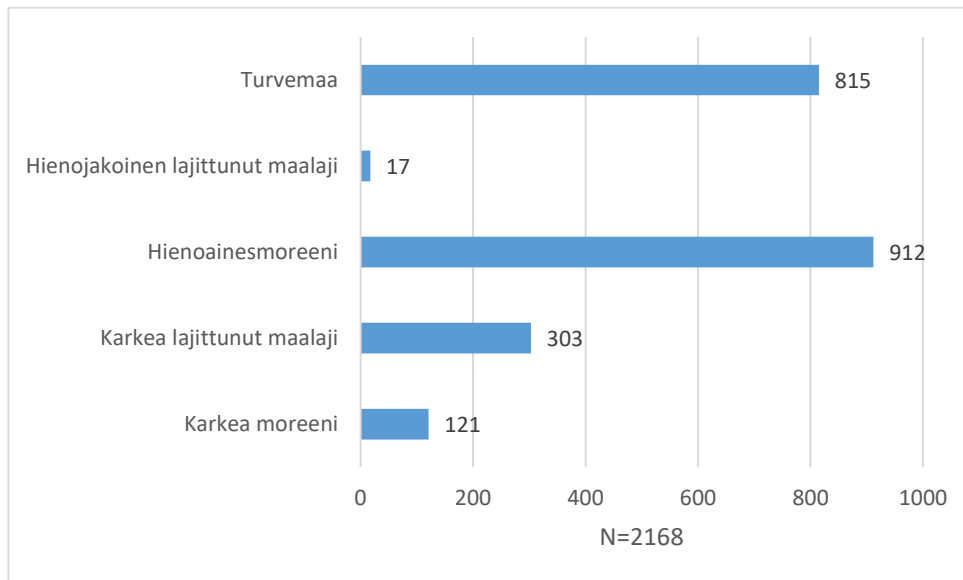
Nämä edellä tehdyt testit ovat tehty koko puustolle. Aineiston puustotiedot ovat kuitenkin pääpuulajeittain, joten se mahdollistaa myös pääpuulajikohtaisen tarkastelun. Kuten edellä on jo todettu, on mänty- ja kuusivaltaisten metsien osuus koko pinta-alasta 95 % ja puustosta 96 %. Muilla puulajeilla ei ole minkäänlaista metsätaloudellista arvoa enää noilla leveysasteilla. Tutkittaessa Spearmanin järjestyskorrelaatioanalyysillä puulajikohtaisesti maaston korkeuden vaikutusta puustotietoihin, saatiin seuraavanlaisia tuloksia, jotka esitetään taulukossa 7. Nollahypoteesina tässä analyysissä on se, että korrelaatiota ei ole. Korrelaatiokertoimen ollessa nolasta eroava, niin se tarkoittaa, että jonkinlaista korrelaatiota on olemassa. P-arvo sitten kertoo sen, että onko ero merkitsevä.

Taulukko 7. Spearmanin järjestyskorrelaatioanalyysin tulokset puulajeittain.

Spearmanin korrelaatioanalyysi		PPA	Valtapituus	
Mänty	Korkeus merenpinnasta	Korrelaatiokerroin	-0,262	-0,414
		p-arvo	0,000	0,000
		Havaintojen lukumäärä	1403	1403
Kuusi	Korkeus merenpinnasta	Korrelaatiokerroin	-0,493	-0,221
		p-arvo	0,000	0,000
		Havaintojen lukumäärä	553	553

Tämän analyysin tulokset siis osoittavat odotetusti, p-arvon ollessa 0 molemmille puulajeille, että maaston korkeudella on vaikutusta. Korrelaatiokertoimien ollessa negatiivisia, voimme havaita sen, mikä oli jo aikaisemminkin osoitettu, että mitä ylemmäs nousee, niin sitä heikompaa on ollut metsittyminen. Näitä korrelaatioker-toimia vertailtaessa keskenään, voimme havaita, että pohjapinta-aloissa korkeus vaikuttaa kuuseen enemmän, kuin mäntyyn, kun taas valtapituudessa tilanne on päinvastainen.

Seuraavana testattiin maalajin vaikutusta kasvupaikkatietoihin koko alueella. Ensin on kuitenkin syytä selventää, että mitä maalajeja ja minkä verran niitä esiintyy tutki-muskoealoilla. Kuviossa 6 on siten esitetty eri maalajien osuudet otoksesta ja taulu-kossa 8 esitetään Kruskal-Wallis-testin tulokset, jossa tutkittiin sitä, että onko maa-lajilla vaikutusta puustotietoihin.

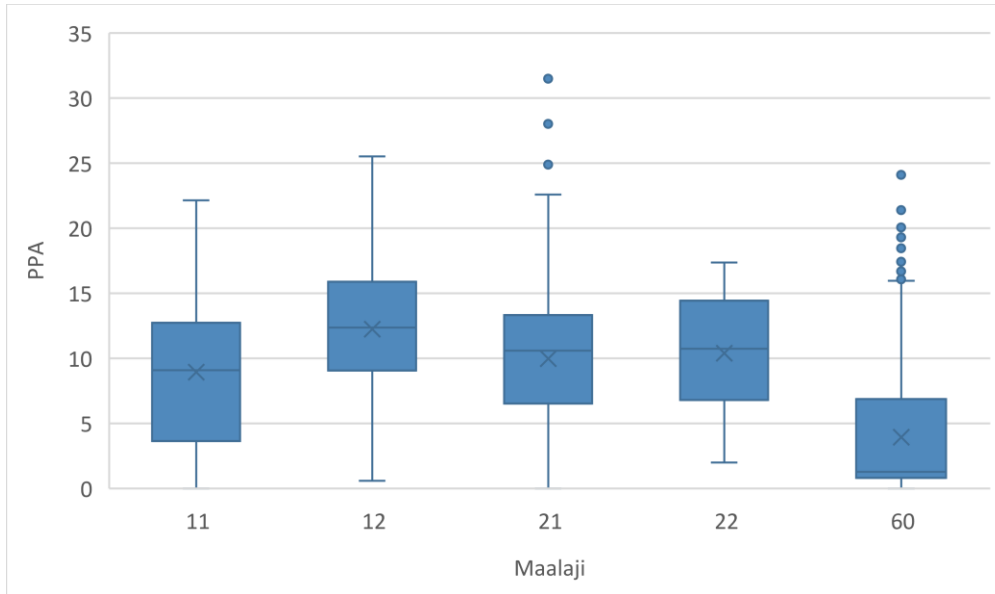


Kuvio 6. Maalajit otoksessa.

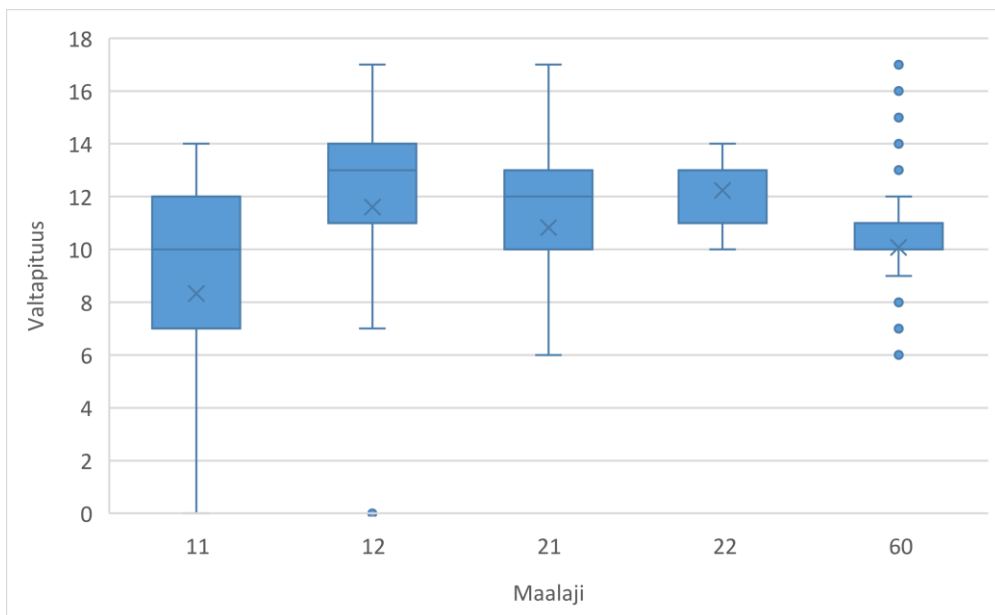
Taulukko 8. Maalajien Kruskal-Wallis-testin tulokset.

Nollahypoteesi	Testi	p-arvo	Tulos
PPA:n jakauma on sama kaikilla maalajeilla	Kruskal-Wallis-testi	0,000	Hylätään nollahypoteesi
Valtapituuden jakauma on sama kaikilla maalajeilla	Kruskal-Wallis-testi	0,000	Hylätään nollahypoteesi

Testin tuloksen ollessa tällainen on syytä tarkastella tarkemmin eri maalajien välisen erojen merkitsevyyksiä. Laatikkokaavio on hyvä työkalu näiden jakaumien tarkasteluun. Kuvioissa 7 ja 8 on laatikkokaaviot koko alueen osalta sekä valtapituudelle, että pohjapinta-alalle.



Kuvio 7. Laatikkokaavio pohjapinta-ala jakaumista maalajeittain.



Kuvio 8. Laatikkokaavio valtapituusjakaumista maalajeittain.

Edellisissä kuvioissa käytetyt maalajien koodit ovat nähtävillä taulukossa 9.

Taulukko 9. Maalajikoodit

Koodi	Maalaji
11	Karkea moreeni
12	Karkea lajittunut maalaji
21	Hienoainesmoreeni
22	Hienojakoinen lajittunut maalaji
60	Turvemaa

Taulukot 10, 11 ja 12 osoittavat parivertailun tulokset, jotka on tehty erikseen kaikkiin kolmeen edellisessä testauksessa käytettyyn korkeusluokkaan. Tämä parivertailu on edelleen tämän saman Kruskal-Wallis -testin tuloksia. Nollahypoteesi näissä parivertailun tuloksissa on sama kuin taulukossa 8, eli että pohjapinta-alan tai valtapituuden jakauma on sama maalajien välillä. Tulokset vain näyttävät sen eron merkitsevyyden kaikkien maalajien välillä erikseen.

Taulukko 10. Ensimmäisen korkeusluokan maalajien välinen parivertailu.

Parivertailu	PPA		Valtapituus	
	p-arvo	Korjattu p-arvo	p-arvo	Korjattu p-arvo
Karkea moreeni – Hienoainesmoreeni	0,001	0,007	0,806	1,000
Karkea moreeni - Hienojakoinen lajittunut maalaji	0,003	0,033	0,731	1,000
Karkea moreeni - Karkea lajittunut maalaji	0,075	0,749	0,080	0,802
Karkea moreeni - Turvemaa	0,000	0,000	0,001	0,011
Hienoainesmoreeni - Hienojakoinen lajittunut maalaji	0,372	1,000	0,806	1,000
Hienoainesmoreeni - Karkea lajittunut maalaji	0,001	0,007	0,002	0,018
Hienoainesmoreeni - Turvemaa	0,000	0,000	0,000	0,000
Hienojakoinen lajittunut maalaji - Karkea lajittunut maalaji	0,030	0,302	0,074	0,735
Hienojakoinen lajittunut maalaji – Turvemaa	0,019	0,187	0,030	0,298
Karkea lajittunut maalaji – Turvemaa	0,000	0,000	0,000	0,000

Tästä edellisestä taulukosta voimme siis havaita matalimman korkeusluokan maalajien välisten erojen merkitsevyyden. Niissä väleissä, missä p-arvo jää alle tuon

0,05, eli nollahypoteesi hylätään, on maalajien välinen ero merkitsevä. Sama periaate on myös taulukossa 11, joka antaa samat tulokset seuraavasta korkeusluokasta. Taulukossa 12 on puolestaan korkeimpien alueiden tulokset esitettyinä. Kaikkia maalajeja ei esiinny kaikissa korkeusluokissa, sillä kuten kuvio 6 osoitti, on joidenkin maalajien osuus kokonaisuudessakin pieni.

Taulukko 11. Toisen korkeusluokan maalajien välinen parivertailu.

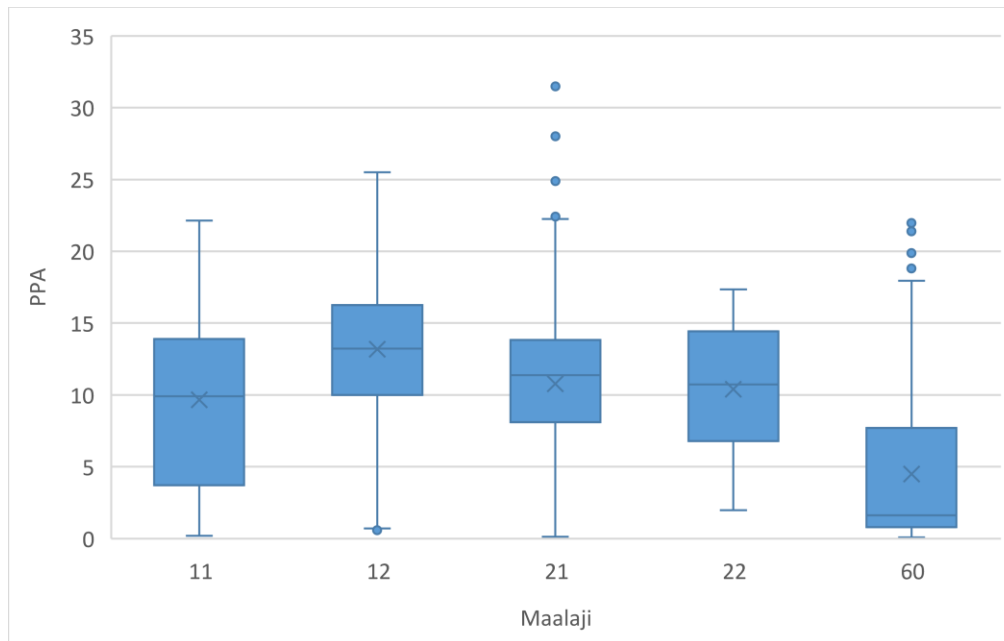
Parivertailu	PPA		Valtapituus	
	p-arvo	Korjattu p-arvo	p-arvo	Korjattu p-arvo
Karkea moreeni – Hienoainesmoreeni	0,000	0,000	0,000	0,000
Karkea moreeni - Karkea lajittunut maalaji	0,001	0,005	0,002	0,009
Karkea moreeni - Turvemaa	0,062	0,371	0,001	0,004
Hienoainesmoreeni - Karkea lajittunut maalaji	0,271	1,000	0,009	0,054
Hienoainesmoreeni – Turvemaa	0,000	0,000	0,000	0,000
Karkea lajittunut maalaji – Turvemaa	0,000	0,000	0,694	1,000

Taulukko 12. Kolmannen korkeusluokan maalajien välinen parivertailu.

Parivertailu	PPA		Valtapituus	
	p-arvo	Korjattu p-arvo	p-arvo	Korjattu p-arvo
Karkea moreeni – Hienoainesmoreeni	0,308	0,925	0,000	0,000
Karkea moreeni - Turvemaa	0,000	0,000	0,000	0,000
Hienoainesmoreeni – Turvemaa	0,000	0,000	0,882	1,000

Myös maalajien osalta on syytä tehdä tarkastelut erikseen pääpuulajeille, jotta voidaan nähdä, että onko puulajien välillä nähtävissä eroja, siinä että miten maalaji vaikuttaa kasvuun. Tässä käytetään samaa Kruskal-Wallis-testiä, kuin mitä aikaisemminkin. Ensiksi testataan ne otokset, joissa pääpuulajina on mänty. Taulukossa 6 on

nähtävillä pääpuulajikohtaiset otoskoot, eli kokonaisotoksen havaintojen lukumäärän ollessa 2 168, on mäntyvaltaisia niistä 1 403 ja kuusivaltaisia 553. Myös tässä testauksessa itse testin tulokseksi saadaan se, että p-arvon jäädessä nolnaan, hylätään nollahypoteesi, joka oli sama kuin taulukossa 8. Eli vastahypoteesin astuessa voimaan saadaan testin tulokseksi, että maalajeilla on vaikutusta sekä pohjapinta-alaan että valtapituuteen. Kuviossa 8 on pohjapinta-alan jakauman maalajeittain havainnollisesti esittävä laatikkokaavio. Tässä kaaviossa nähdään eri maalajeille pohjapinta-alan jakaumat niistä koealoista, joissa mänty on pääpuulajina. Tämän kaavion pohjalta voidaan tulkita, että millä maalajeilla mänty menestyy parhaiten tällä Tuntsan alueella.



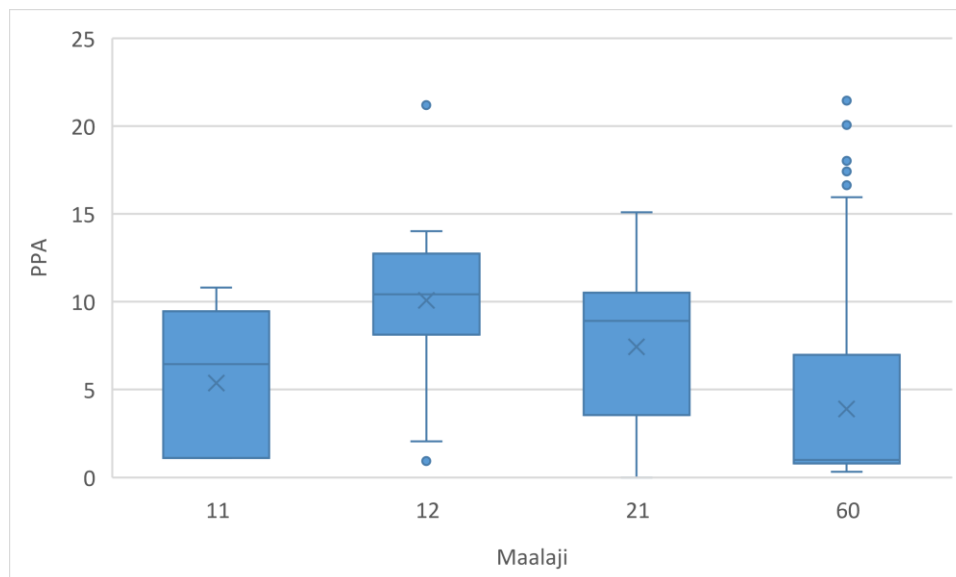
Kuvio 8. Laatikkokaavio männyn pohjapinta-alan jakaumista maalajeittain

Tarkasteltaessa edellisessä kuviossa esitettyjä jakaumia aiemmin mainittujen Kruskal-Wallis-testissä saatujen tulosten parivertailun kautta havaitaan, että tilastollisesti erot ovat merkittäviä vain turvemaan suhteessa kaikkiin muihin maalajeihin sekä karkealla lajittuneella maalajilla lisäksi karkeaan moreeniin ja hienoainesmoreeniin. Valtapituudella erot ovat merkitseviä useissa väleissä. Taulukossa 13 ovat tämän parivertailun tulokset tarkemmin eriteltynä.

Taulukko 13. Mäntyvaltaisten alojen maalajien parivertailu.

Parivertailu	PPA		Valtapituus	
	p-arvo	Korjattu p-arvo	p-arvo	Korjattu p-arvo
Karkea moreeni – Hienoainesmoreeni	0,014	0,137	0,000	0,000
Karkea moreeni - Hienojakoinen lajittunut maalaji	0,447	1,000	0,000	0,001
Karkea moreeni - Karkea lajittunut maalaji	0,000	0,000	0,000	0,000
Karkea moreeni - Turvemaa	0,000	0,000	0,932	1,000
Hienoainesmoreeni - Hienojakoinen lajittunut maalaji	0,804	1,000	0,198	1,000
Hienoainesmoreeni - Karkea lajittunut maalaji	0,000	0,000	0,000	0,000
Hienoainesmoreeni - Turvemaa	0,000	0,000	0,000	0,000
Hienojakoinen lajittunut maalaji - Karkea lajittunut maalaji	0,059	0,593	0,354	1,000
Hienojakoinen lajittunut maalaji – Turvemaa	0,000	0,001	0,000	0,000
Karkea lajittunut maalaji – Turvemaa	0,000	0,000	0,000	0,000

Niille aloille, joissa pääpuulajina on kuusi, tehtiin samat testit, kuin edellä mäntyvaltaisille. Kuviossa 9 on laatikkokaaviossa kuusen pohjapinta-alan maalajikohtaiset jakaumat, joiden perusteella voidaan tehdä tulkintoja maalajin vaikutuksesta kuusen kasvuun Tunttsalla.



Kuvio 9. Laatikkokaavio kuusen pohjapinta-alan jakaumista eri maalajeilla.

Kruskal-Wallis-testin tuloksien parivertailusta voidaan havaita, että pohjapinta-alojen maalajikohtaisten jakaumien ero on merkitsevä vain turvemaan suhteessa hienoainesmoreeniin sekä karkeaan lajittuneeseen maalajiin. Valtapituudella erot ovat merkitseviä myös karkean moreenin suhteessa hienoainesmoreeniin ja karkeaan lajittuneeseen maalajiin. Taulukossa 14 on eriteltynä tämän parivertailun tulokset. Nollahypoteesi on tässä sama kuin aikaisemminkin, eli jakauma on sama kaikilla maalajeilla. Niissä väleissä, joissa p-arvo jää alle 0,05 astuu tunnetusti voimaan vastahypoteesi, eli niissä väleissä jakaumien ero on merkitsevä.

Taulukko 14. Kuusivaltaisten alojen maalajien parivertailu

Parivertailu	PPA		Valtapituus	
	p-arvo	Korjattu p-arvo	p-arvo	Korjattu p-arvo
Karkea moreeni – Hienoainesmoreeni	0,962	1,000	0,000	0,001
Karkea moreeni - Karkea lajittunut maalaji	0,210	1,000	0,000	0,000
Karkea moreeni - Turvemaa	0,102	0,612	0,009	0,053
Hienoainesmoreeni - Karkea lajittunut maalaji	0,030	0,181	0,141	0,844
Hienoainesmoreeni - Turvemaa	0,000	0,000	0,000	0,000
Karkea lajittunut maalaji – Turvemaa	0,000	0,000	0,000	0,001

10 Tulosten tarkastelua ja johtopäätökset

Tulososio siis koostui kahdesta osasta. Ensimmäisessä osassa luotiin katsaus Tuntsan nykypuustoon koko puustoaineistosta. Toinen osa taas oli tehty otantatutkimuksena, jossa selvitettiin, että millainen vaikutus maalajilla ja maaston korkeudella menepinnasta on ollut metsittymiseen tuon metsäpalon jälkeen.

Jo tuosta nykytilakatsauksesta voimme havaita sen, että mikään menestystarina ei Tuntsan metsittäminen ole ollut. Nämä alueet kuuluvat suojametsäalueeseen, mutta

ne täyttävät valtaosin myös lakimetsien määritelmän. Lakimetsiksi katsotaan Saari-
selän eteläpuolisessa Lapissa vähintään 280 - 330 metriä merenpinnan yläpuolella
olevat maat. Koska alue kuuluu jo suojametsäalueeseen, tällä määrittelyllä ei ole
varsinaisesti käsittelyyn vaikutusta. Tässä tutkimuksessakin havaittu puuston lyhyys
on lakimetsille tyypillistä. Valtapituus jääkin näissä yleensä vielä 100-vuotiaallakin
metsillä alle 12 metriin. (Äijälä, Koistinen, Sved, Vanhatalo & Väisänen 2019, 198.)

Tutkittaessa nykytilakatsauksesta aivan korkeimpien maiden kokonaispuuston tila-
vuutta pääpuulajeittain, voimme havaita sen, että kuusi on kahdessa ylimmässä,
näissä nykytilakatsauksessa käytetyissä korkeusluokissa, menestynyt paremmin
kuin mänty. Tämä on aiempaan tietoon perustuen odotettu tulos. Suojametsäalueilla
suositellaankin uudistamista kuuselle, mikäli maaperän viljavuus vain suinkin sallii,
sillä kuusi kestää paremmin maaston korkeudesta johtuvia ankaria ilmasto-olosuh-
teita. Muun muassa tykkyä vastaan kuusi pärjää paljon mäntyä paremmin. (Hyppö-
nen ym. 2012, 196.)

Tuloksista voimme havaita, että alueen ihan alimmissa osissa metsittyminen on ollut
sentään kohtalaista. Tai ainakin puustoa on saatu syntymään. Alueen näissä osissa
on myös tehty jo ensimmäisiä harvennuksia. Lapin metsien muutenkin hitaamman
kasvun vuoksi onkin odotettavissa, että nämä alimmat osat voivat tuottaa jonkin
verran. Alle 250 metrissä olevien metsien keskitilavuus on tällä hetkellä noin 64 m³.
Tosin näin alhaalla olevia metsiä ei tällä Tuntsan paloalueella ole kuin vajaa 800
hehtaaria. Tätä ylempien maiden, mutta alle 300 metrissä olevien maiden keskitila-
vuus on sekin vielä päälle 50 m³. Kuusi- ja mäntyvaltaisissa metsiköissä se on yli 53
m³. Tämän korkeusluokan metsistä vielä osasta voi tullakin Lapin mittakaavassa
tuottavaakin metsää. Mutta mitä ylempäs noustaankin, niin sitä pienemmäksi ja har-
vemmaksi jää puusto. Puustotunnuksia tarkasteltaessa on metsittämisen menestyk-
settömyys selvää korkealla. Keskipituudet jäävät jo 300 metrissä kahdeksaan met-
riin ja keskimääräiset pohjapinta-alatkin jäävät heikoksi. Kuten tuolla tulososiossa
kuviossa 4 osoitettiin, niin koko alueen mitassa, kaikki puulajit huomioon ottaen,
jää 56 %:ssa aluetta pohjapinta-ala alle viiteen.

Kuten aikaisemmin viitekehyksessä viitattiinkin Lapin suojametsien käsittelyohjeeseen, jossa todettiin siitä merkityksestä, mikä paikan korkeudella merenpinnasta on. Kriittisimmät korkeudet vaihtelivat tuolloistenkin tutkimustulosten ja kokemusten perusteella eri ilmansuuntiin avautuvien rinteiden välillä. Koillisrinteillä kriittisenä pidetty raja tuli jo 250 metrissä, kun lounaisrinteillä se oli vasta 300 metrissä. Näiden yläpuolella ainakin männyllä uudistumis- ja kasvumahdollisuudet heikkenivät huomattavasti. (Oinonen ym. 1961, 6.)

Tätä nykyistä tilannetta tarkasteltaessa tulee helposti siihen johtopäätökseen, että isoihin osiin Tuntsan aluetta ei tulla saamaan kunnon metsää. Aika voi tietysti tehdä tehtävänsä ja kasvattaa vuosisatojen aikana kunnon metsän Tuntsalle uudestaan myös niihin osiin, joista palo sen pitkiksi ajoiksi on hävittänyt, mutta ottaen huomioon ne ponnistelut, mitä on vuosikymmenien aikana Tuntsan metsittämiseksi tehty, ei ole kovinkaan järkevää olettaa, että Tuntsan korkeammat maat palaisivat metsätaloukseen. Onkin odotettavissa, että pääsääntöisesti Tuntsan ylempiin osiin ei tarvitse enää olla suunnittelemassa leimikoita.

Nämä edellä kerratut tulokset ovat siis koottu nykytilakatsaukseen koko alueen aineistoa hyödyntäen. Varsinaista metsittymisen onnistumista tutkittiin myös määrällisen tutkimuksen menetelmillä. Niiden tulokset tukivat jo nykytilakatsauksesta tehtyjä tulkintoja maaston korkeuden vaikutuksesta. Maalajien merkitystä metsittymiseen pyrittiin myös todentamaan näillä selvityksillä. Selvimmin näistä maalajeista erottui turvemaan selkeästi heikoimmalla puustollaan. Tämä olikin odotettavissa, sillä paloalue pitää sisällään märkiäkin soita, eikä koko alueelle ole kaivettu metriäkään ojaa. Erot turvemaan ja muiden maalajien välillä olivat lähes kaikissa testeissä merkitseviä. Laatikkokaavioita, joissa on esitetty maalajikohtaisia pohjapinta-ala ja valtapituusjakaumia, tutkittaessa voidaan havaita, että karkea lajittunut maalaji on varsinkin pohjapinta-ala jakaumissa tuottanut parhaan tuloksen. Tosin erot muihin ovat välillä sen verran pienet, että varsinaista merkitsevyyttä ei aina kaikkien välillä löydy. Koko alueen valtapituusjakauman keskiarvo on taas paras hienojakoisella lajittuneella maalajilla. Tässä on kuitenkin huomioitava myös se, että verrattuna muihin maala-

jeihin, on hienojakoisen lajittuneen maalajin otoskoko erittäin pieni havaintojen määrän ollessa vain 17, kun taas koko otoskoko on ollut se 2 168 havaintoa.

11 Pohdinta

Tässä opinnäytetyössä käytetty aineisto saatiin Metsähallitukselta. Se on irrotettu Metsähallituksen omista järjestelmistä. Puustotiedot ovat tuoreita, vuonna 2018 suoritetusta laserkeilauksesta saatujen tulosten pohjalta laskettua metsävaratietoa. Kasvupaikkatiedot Metsähallituksen järjestelmistä löytyivät ennestäänkin. Nykytilanteesta saa luotua hyvän yleiskäsityksen näistä keilausaineistosta tehdystä puustotulkinnasta.

Varsinaisen tutkimuksen, joka suoritettiin satunnaisotantana olisi voinut tehdä myös maastossa, jolloin käytettävä aineisto olisi kenties ollut tarkempi. Käytännön syistä kuitenkin oli järkevämpää tehdä koko työ tätä nyt käytettyä aineistoa hyödyntäen, sillä jo alueen laajuus ja vaikea saavutettavuus olisivat luoneet sen verran haasteita otannan luotettavuudelle. Riittävän suuri määrä koealoja tasaisesti jakautuneena koko paloalueelle olisi ollut vaikea toteuttaa. Näiden koealojen mittaamiseen ei olisi riittänyt viikko eikä kaksikaan. Mietimme myös sitä vaihtoehtoa, että olisin käynyt vaikkapa viikon mittaamassa itse, mutta aineiston keskinäisen vertailukelpoisuuden vuoksi on parempi, että koko työ on suoritettu saman aineiston pohjalta.

Koska tähän aineiston keruuseen ei ole ihminen osallistunut, niin inhimillistä virhettä varsinaisessa aineistossa ei ole. Puustotiedot eivät välttämättä ole tarkkoja jokaisessa pisteessä, nehan ovat muutenkin tehty kuvioittain, mutta keskenään vertailukelpoisia ne ovat, ja koko alueen osalta ne antavat hyvinkin hyödynnettävissä olevaa informaatiota Tuntsan nykytilasta.

Toimenpidehistoriaa oli käytettävissä jonkin verran, mutta koska aika on muuttunut

aika paljon Tuntsan palon ja uudistamisen ajoista, ei esimerkiksi paikkatietoa uudistamistavoista ja maanmuokkausmenetelmistä ole olemassa. Tiedossa on suurin piirtein, mitä muokkausmenetelmiä on milloinkin käytetty ja onko metsänviljelyä tehty kylväen vai istuttaen. Tiedot ovat kuitenkin lähinnä aikalaismuisteluksia, eikä niistä ole saatavilla paikkatietoaineistoa, niin tällaisessa työssä ei niitä voi hyödyntää, eikä siten voi pohtia niistä johtuvia syitä metsittymistulokseen.

Mielenkiintoisia tuloksia saisi varmasti myös mittaamalla tutkimuksessa käytettävät koealat itse. Paikan päällä voisi myös olla mahdollisesti jälkiä muokkauksesta. Varsinkin laajoilla aloilla käytetty syväaurauksen jäljet voisivat olla vieläkin näkyvillä, sillä niitähän on tehty alueella vielä verrattain myöhään. Tällöinkin olisi varmaan syytä luoda haluttu määrä koealoja esimerkiksi QGIS:ssä etukäteen ja sitten käydä mittaamassa nämä kohdat, jotta ei tarvitsisi enää maastossa yrittää saada kattavaa koealaverkkoa. Tällaisen tutkimuksen maastotöihin saisi kuitenkin varata melkoisesti aikaa. Kävelykilometrejä tulisi todella paljon ja rajavyöhykelupakin tarvittaisiin.

Lähteet

- Haataja, V. 1998. Tuntsan palo ja suuri nokisavotta. Kuusamo: Koillismaan kirjapaino Oy.
- Hannelius, S. & Kuusela, K. 1995. Pohjoisen havumetsän maa. Forssa: Forssan kirjapaino Oy.
- Heikinheimo, O. 1915. Kaskiviljelyn vaikutuksia Suomen metsiin. Acta Forestalia Fennica 4. Helsinki: Keisarillisen Senaatin kirjapaino.
- Heikkala, O. 2016. Emulation of natural disturbances and the maintenance of biodiversity in managed boreal forests: the effects of prescribed fire and retention forestry on insect assemblages. Dissertationes Forestales 222. Jyväskylä: University of Eastern Finland.
- Heikkilä, T. 2004. Tilastollinen tutkimus. Helsinki: Edita.
- Ilmatieteen laitos. 2019. Kuukausitilastot - heinäkuu. <https://ilmatieteenlaitos.fi/heinakuu>. 11.11.2019.
- Jalkanen, R. 2005. Metsäympäristö ja luonnonolot. Teoksessa Hyppönen, M., Hallikainen, V. & Jalkanen, R. (toim.) Metsätaloutta kairoilla – Metsänuudistaminen Pohjois-Suomessa. Hämeenlinna: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, 10 - 28.
- Jyväskylän yliopisto. 2015. Määrällinen tutkimus. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/maarallinen-tutkimus>. 11.12.2019.
- Jyväskylän yliopisto. 2019. Luento 7. Hypoteesien testaus. [http://users.jyu.fi/~tattima/TER/Luento7\(ht\).pdf](http://users.jyu.fi/~tattima/TER/Luento7(ht).pdf). 20.12.2019.
- Hyppönen, M., Varmola, M., Mikkola, K. & Jalkanen, R. 2012. Metsän uudistuminen suojametsäalueella ja Pohjois-Suomen korkeilla mailla. Metsätieteen aikakauskirja 2/2012, 195 – 199.
- Hyppönen, M. 2005a. Pohjois-Suomen metsätalous. Teoksessa Hyppönen, M., Hallikainen, V. & Jalkanen, R. (toim.) Metsätaloutta kairoilla – Metsänuudistaminen Pohjois-Suomessa. Hämeenlinna: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, 28 - 34.
- Hyppönen, M. 2005b. Metsänuudistamisen perusteita. Teoksessa Hyppönen, M., Hallikainen, V. & Jalkanen, R. (toim.) Metsätaloutta kairoilla – Metsänuudistaminen Pohjois-Suomessa. Hämeenlinna: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, 35 - 42.
- Korhonen, J. 1970. Suurkulosta kymmenen vuotta: Kemi-yhtiö korjannut alueen hiiltyneet puut. Helsingin Sanomat 2.8.1970.
- Kulha, K.K. 2003. Metsäsuhteiden vuosirenkaita. Helsinki: Edita Publishing Oy.
- Mainio, T. 1996. Suomen suurin paloalue on yhä puuton. Helsingin Sanomat. 7.10.1996.
- Metsälaki 1093/1996.
- Oinonen, E., Sarvas, R. & Sirén, G. 1961. Lapin suojametsien käsittelyohjeet. Helsinki: Metsäntutkimuslaitos.
- Parviainen, J. 1993. Tuli metsän ekologisessa kierrossa. Teoksessa Piri, E. (toim.) Tuli metsän ekologisessa kierrossa. Metsäntutkimuslaitoksen 75-vuo-

- tisjuhlaretkeily Kolilla 7. - 8.6.1993. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 462.
- QGIS. 2020a. QGIS User Guide, Release testing. <https://docs.qgis.org/testing/pdf/en/QGIS-testing-UserGuide-en.pdf>. 5.2.2020.
- QGIS. 2020b. QGIS Python Plugins Repository. Point sampling tool. <http://plugins.qgis.org/plugins/pointsamplingtool/>. 5.2.2020.
- Raunasoja, V. 1961. Suomen suurin savotta Tuntsan metsäpaloalueella. Helsingin Sanomat. 2.2.1961.
- Rytkönen, A-M., Saarikoski, H., Kumpula, J., Hyppönen, M. & Hallikainen, V. 2013. Metsätalouden ja poronhoidon väliset suhteet Ylä-Lapissa – synteesi tutkimustiedosta. Riista- ja kalatalous - tutkimuksia ja selvityksiä 6/2013. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos.
- Taanila, A. 2013a. P-arvo. <https://tilastoapu.wordpress.com/2012/02/14/p-arvo/>. 20.12.2019.
- Taanila, A. 2013b. SPSS: Yksisuuntainen varianssianalyysi. <https://tilastoapu.wordpress.com/2012/09/28/spss-yksisuuntainen-varianssianalyysi/>. 16.1.2020
- Taanila, A. 2013c. Kruskal-Wallis-testi. <https://tilastoapu.wordpress.com/2012/04/14/kruskal-wallis-testi/>. 21.1.2020.
- Taanila, A. 2019. Spearmanin järjestyskorrelaatio. <https://tilastoapu.wordpress.com/2015/03/07/spearmanin-jarjestyskorrelaatio/>. 6.2.2020.
- Valtionneuvoston päätös suojametsistä 844/1998.
- Varmola, M. 2005. Metsän uudistaminen suojametsäalueella ja korkeilla mailla. Teoksessa Hyppönen, M., Hallikainen, V. & Jalkanen, R. (toim.) Metsätaloutta kairoilla – Metsänuudistaminen Pohjois-Suomessa. Hämeenlinna: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, 120 - 131.
- Vilka, H. 2007. Tutki ja mittaa. Määrällisen tutkimuksen perusteet. Helsinki: Tammi.
- Wallenius, T. 2008. Menneet metsäpalot Kalevalan kankailla. Helsinki: Metsähallitus
- Wikars, L.O. 1992. Skogsbränder och insekter. Entomologisk Tidskrift. Vol. 113 1 - 11.
- Zacrisson, O. 1977. Influence of forest fires on the North Swedish boreal forest. Oikos 29: 22 - 32.
- Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2019. Metsänhoidon suositukset. Tapion julkaisuja.