



Puulajivalinta kuusenjuurikäävän valtaamalle alueelle

Vaihtoehtoiset uudistamismallit

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Metsätalousinsinööri, Evo

Kevät 2025

Riku Lehtonen

Koulutus Metsätalousinsinööri
Tekijä Riku Lehtonen
Työn nimi Puulajivalinta kuusenjuurikäävän valtaamalle alueelle
Ohjaaja Antti Sipilä

Vuosi 2025

Tämän opinnäytetyön tavoite on selvittää kuusenjuurikäävän saastuttaman metsäalan uudistamisen vaihtoehtoja. Opinnäytetyö on tehty kirjallisena katsauksena, ja tietoa on haettu niin alan arvostamien metsäasiantuntijoiden julkaisemista teoksista kuin metsäalan ammattilaisten verkkopalveluista. Työ sai innoituksensa kantahämäläisellä päätehakkuualalla havaitusta kuusenjuurikäävän aiheuttamasta korkeasta lahoproosentista.

Ilmaston lämmitessä ja kuivuusjaksojen pidentyessä Suomen metsät tulevat kohtaamaan enenevässä määrin niin hyönteis- kuin sienituhoja. Tunnettua on, että tuhot aiheutuvat useamman tekijän yhtäaikaisesta vaikutuksesta. On jo selvää, että kuusi tulee kärsimään ensimmäisten joukossa pitkittyvistä kuivuusjaksoista. Kuusen selviytymistä vaikeuttaa lisäksi se, että aikaisemmillä vuosikymmenillä metsänhoidossa tehtyjen virheiden takia monissa kuusimetsissä lahoa aiheuttava kuusenjuurikäpä on jo valmiiksi levinnyt ja heikentää kuusen vastustuskykyä muita tuholaisia kohtaan.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tarjota metsänomistajille vaihtoehtoisia viljelymalleja kuusenjuurikäävän saastuttamalle alueelle. Pahasti saastunut alue tarvitsee kuusetoman sukupolven, mikä onnistuu parhaiten kasvattamalla seuraava puusukupolvi lehtipuusta. Lehtipuun kasvatuksen yhtenä haasteena on usein kuitenkin se, että useimmat lehtipuista vaativat hyvin ravinteikkaan maaperän menestyäkseen. Suomessa on paljon alueita, joilla kuusi on istutettu väärälle, liian karulle kasvupaikalle hirvituhojen pelossa.

Puulajikirjon laajentaminen Suomen metsissä vaatii kuitenkin vuosikymmenien työn. Tällä hetkellä ulkomaisten puulajien ja jalopuulajien käyttö rajoittuu varsin pienille aloille monestakin syystä. Ensimmäisenä eikä vähäisimpänä, kasvatusta ohjaa metsäteollisuus, jonka puunhankinta on keskittynyt lähinnä kuuseen, mäntyyn ja koivuun. Toisena tekijänä on harvinaisempien taimilajien vaikea saatavuus ja kallis hinta. Muutosta ei nopeuta epävarmuus vieraampien puulajien menestymisestä Suomen oloissa.

Ilmastonmuutos on kuitenkin väistämätön, ja nyt istutetut jalopuut saattavatkin olla tulevaisuuden arvopuita. Riskiä sietävät metsänomistajat eivät jää voivottelemaan maaperän saastumista vaan tarttuvat Suomen metsäalan kehittämiseen laajentamalla metsiensä puulajikirjoja.

Avainsanat Ilmastonmuutos, lämpöjaksot, kuusenjuurikäpä, lehtipuulajit

Sivut 27 sivua ja liitteitä 0 sivua

DP Degree Programme in Forestry

Author Riku Lehtonen

Year 2025

Subject Tree Species Selection for an Area Invaded by Spruce Root Rot

Supervisor Antti Sipilä

The aim of this thesis was to investigate the options for regenerating a forest area infected with spruce root rot. The thesis was written as a written review and information was sought from works published by respected forest experts in the field as well as from online services for forestry professionals. The work was inspired by seeing the percentage of decay caused by spruce root rot in the final felling of Kanta-Häme Finland.

As the climate warms and drought periods lengthen, Finnish forests will increasingly face both insect and fungal damage. The damage is caused by the simultaneous effects of several factors. It is already clear that spruce will be among the first to suffer from prolonged drought periods. The survival of spruce is further complicated by the fact that, due to mistakes made in forest management in previous decades, spruce root rot, which causes decay in many spruce forests, has already spread and weakens the spruce's resistance to other pests.

The purpose of this study is to offer forest owners alternative cultivation models for areas contaminated by spruce root rot. A severely contaminated area needs a generation free of spruce, and this is best achieved by growing the next generation of trees from deciduous trees. However, one of the challenges of growing deciduous trees is that most of them require very nutritious soil to thrive. However, there are many areas in Finland where spruce has been planted in the wrong, too barren, growing area for fear of deer damage.

However, rapidly expanding the tree species spectrum in Finnish forests requires decades of work. Currently, the use of foreign and noble tree species is limited to quite small areas for many reasons. First and foremost, cultivation is driven by the forest industry, whose wood procurement is mainly focused on spruce, pine and birch. Another factor is the difficult availability and high price of rarer seedling species. The change is not accelerated by uncertainty about the success of more exotic tree species in Finnish conditions.

However, climate change is inevitable, and the noble trees planted now may well be valuable trees of the future. Risk-tolerant Forest owners are no longer left to complain about soil contamination but are taking action to develop Finland's forestry sector by expanding the tree species diversity in their forests.

Keywords Climate change, heat cycles, spruce root rot, deciduous tree species

Pages 27 pages and appendices 0 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Kuusenjuurikäätä	2
2.1	Kuusenjuurikäätä tuhon aiheuttajana	3
2.2	Tyvilaho kuusikossa	3
2.3	Kuusenjuurikäävän tunnistaminen.....	4
2.4	Leviämisen mekanismit.....	6
2.4.1	Leviäminen ilmavirtausten mukana.....	6
2.4.2	Leviäminen sienirihmastona	7
2.5	Ongelma laajenee ilmaston lämmetessä.....	8
2.6	Kuusenjuurikäävän torjunta.....	9
3	Ilmaston lämpenemisen vaikutus puulajivalintaan	9
3.1	Mallia Ruotsista.....	9
3.2	Katse tulevaisuuteen.....	11
4	Puulajit ja metsän uudistaminen.....	13
4.1	Koivu (<i>Betula</i>)	14
4.2	Mänty (<i>Pinus sylvestris</i>)	14
4.3	Tervaleppä (<i>Alnus glutinosa</i>).....	14
4.4	Tammi (<i>Quercus robur</i>).....	15
4.5	Lehtikuusi (<i>Larix</i>).....	16
4.6	Saarni (<i>Fraxinus excelsior</i>).....	16
4.7	Haapa (<i>Populus tremula</i>)	17
4.8	Muut jalot lehtipuut.....	18
4.8.1	Vaahtera (<i>Acer platanoides</i>)	18
4.8.2	Jalavat (<i>Ulmus glabra ja Ulmus laevis</i>)	18
4.8.3	Metsälehmus (<i>Tilia cordata</i>).....	18
4.8.4	Pyökki (<i>Fagus sylvatica</i>).....	19
4.8.5	Douglaskuusi (<i>Pseudotsuga Carrière</i>)	19
4.9	Rauduskoivumetsän perustaminen	19
4.10	Mänty- rauduskoivusekametsä.....	20
4.11	Tammimetsän perustaminen.....	21
4.12	Tervalepän viljely	24
4.13	Lehti- ja douglaskuusen kasvatus	24

4.14 Saarni sekametsänä	25
5 Pohdinta.....	26
Lähteet.....	28

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1. Pahasti levinnyt juurikäpää näkyy selvästi tummentumina pölliä katkontapinnoissa. (Metsäkeskus, 2024, Juurikäpätuhojen tunnistaminen ja torjunta)	4
Kuva 2. Lahovikaisen kuusen rungon murtuminen noin metrin korkeudelta (Metsäkeskus, 2024, Juurikäpätuhojen tunnistaminen ja torjunta).....	5
Kuva 3. Kuusenjuurikäävän itiöemä lahoavassa maapuussa. Valkoinen sieni esiintyy useimmiten maata vasten ja löytyy runkoa käännettäessä. (Metsäkeskus, 2024, Juurikäpätuhojen tunnistaminen ja torjunta)	6
Kuva 4. Juurikäävän leviäminen kannoilla ja juuristossa (Metsäkeskus, 2024, Juurikäpätuhojen tunnistaminen ja torjunta).....	7
Kuva 5. Kuusen juurikäävän levinneisyyskartta Suomessa 2022 (Metsäkeskus, 2024, Juurikäpätuhojen tunnistaminen ja torjunta).....	8
Kuva 6. Keskilämpötilan nousu kolmella asteella mahdollistaa jalopuiden kasvattamisen yhä pohjoisemmassa (Metsätieteen aikakausikirja 20.10.2020).....	13
Kuva 7. Tervaleppä kasvatetaan aluksi tiheänä oksaston luontaisen karsiutumisen takia (Metsäkustannus Oy, 2008, Jalopuumetsät, perustaminen ja hoito)	15
Kuva 8. Saarni tarvitsee kalkkipitoisen ja rehevän maan (Metsäkustannus Oy, 2008, Jalopuumetsät, perustaminen ja hoito)	17
Kuva 9. Taimisuojat nostavat uudistamisen kustannuksia merkittävästi (Metsäkustannus Oy, 2008, Jalopuumetsät, perustaminen ja hoito).....	22
Kuva 10. Tammen oksien ja pystykarsinta vaatii tarkkuutta. (Metsäkustannus Oy, 2008, Jalopuumetsät, perustaminen ja hoito)	23

1 Johdanto

Tehometsätalouden seurauksena yksipuolinen metsänviljely antoi alkutahtit nopeammin leviävälle kuusenjuurikäävälle. Tämä luontoon kuuluva sieni levisi voimakkaasti ennen 1980-luvulla aloitettua kantokäsittelyä kesähakkuissa. Aikaisemmin tehtyjen virheiden ja tietämättömyyden seurauksena pähakkuuikään tulevissa kuusikoissa kohdataan lahovikaa entistä enemmän. Sieni-itiön saastuttaman maaperän uudistaminen asettaakin metsänomistajat ja metsäammattilaiset uusien haasteiden ja mahdollisuuksien eteen.

Ilmastonmuutoksen seurauksena Suomessa kesät lämpenevät ja pitenevät. Tämän takia metsänomistajat kohtaavat enenevässä määrin kuivuuden aiheuttamia tuhoja kuusikoissaan. Kuusien kasvua heikentävää kuusenjuurikääpää tavataan koko lähes koko maassa, joskin suurimmat ongelmat se aiheuttaa tällä hetkellä Etelä- ja Keski-Suomessa. Valitettavaa on kuitenkin se, että tuhorintama kiipeää vuosi vuodelta kohti pohjoista säiden lämmitessä. Muutoksen voivat olla hyvinkin nopeita säänvaihteluiden arvaamattomuuden vuoksi. Kuusituhot syntyvät useimmiten monen yhteistekijän vaikutuksesta. Usein sienen itiötartunnan heikentämät puut kohtaavat loppunsa tuhohyönteisten käsittelyssä. Hyönteismäärien lisääntyminen tapahtuu eksponentiaalisti pidempien lämpimien kesien takia hyönteisten ehtiessä tekemään aikaisempaa useampia sukupolvia.

Tämän opinnäytetyön tavoite on selvittää kuusituhoihin olennaisesti vaikuttavan kuusenjuurikäävän syntyä ja erityisesti löytää ratkaisuja kuusenjuurikäävän saastuttaman alueen uudistamiselle.

Kuusenjuurikäävän leviäminen ja sen heikentävät puut ovat erittäin ajankohtainen ongelma, sillä tuhot etenevät nopeammin kuin uusien puulajien sopeutumisesta Suomen ilmastoon ja maaperään saadaan luotettavaa tutkimustietoa.

Työ on tyypiltään kirjallisuuskatsaus. Aiheeseen on syvennytty kotimaista ja ruotsalaista verkkomateriaalia ja kirjallisuutta lukien.

Tutkimuksessa tutustutaan kuusenjuurikäävän syntyyn ja leviämiseen sekä etsitään vaihtoehtoisia uudistamistapoja kuusenjuurikäävän saastuttamille metsäaloille. Aihe on erittäin ajankohtainen ilmaston lämpenemisen takia. Kuusenjuurikääpä hyötyy merkittävästi ilmaston lämpenemisestä, ja sen leviäminen on kasvava ongelma Suomen

metsätaloudelle. Kuusenjuurikäpätartunta heikentää puiden kasvua ja altistaa tartunnan saaneet puut muille metsätuhoille.

Tutkimuksen tavoitteena on esittää kuusenjuurikäävän valtaamien hakkuualojen uudistamismalleja. Malleissa esitetään vaihtoehtoisia puuyhdistelmiä ja tapoja hyödyntäen alan kirjallisuutta ja eteläisemmän maantieteellisen sijainnin kokemuksia.

Mitä puulajeja kannattaa viljellä kuusenjuurikäävän valtaamalle alueelle? Mitä metsän uudistamisessa ja taimikonhoidossa tulee ottaa huomioon, kun puulajia vaihdetaan?

2 Kuusenjuurikäpä

Puustoon kohdistuu lisääntyvässä määrin tuhoriskejä ilmaston lämmetessä. Metsätuhoihin varautuminen ja niiden ennaltaehkäisy onkin tärkeä osa metsätaloutta tämän päivän metsänhoidossa. Lahottajasienet kuten kuusenjuurikäpä ovat yksi merkittävimmistä metsätuhojen aiheuttajista. Juurikäpien lisääntyminen on saanut alkunsa ajasta, jolloin ei ymmärretty vielä juurikäävän torjunnan tarpeellisuutta hakkuiden yhteydessä.

Laajamittaiset kesähakkuut aloitettiin 1970-luvulla, mutta juurikäävän torjuntakäsittely yleistyi hakkuiden yhteydessä vasta 1990-luvulla. Näin juurikäävät pääsivät leviämään esteettä noin kahdenkymmen vuoden ajan Suomen metsissä. Juurikäävät lahottavat ja heikentävät puuston juuristoa, mikä taas vaikuttaa puuston terveyteen ja kykyyn suojautua muilta puustoa koittelevilta taudeilta ja hyönteisiltä. Kun maaperä on saastunut juurikäävästä, kärsii metsänomistaja taloudellista tappiota puun heikentyneen laadun vuoksi. Lisäksi maaperän puhdistuminen lahottajasienestä vaatii kymmeniä vuosia. (Piri, Höglund, Selander & Hantula 2024, s. 4–15)

Metsätalous Suomessa on perustunut pitkään neljään pääpuulajiin: kuuseen, mäntyyn sekä raudus- että hieskoivuun. Koivua pidettiin pitkään vähäarvoisempana puuna, jopa roskapuuna, mutta kahdeksankymmentäluvulla koivun arvostus alkoi kasvaa.

Yhdeksänkymmentäluvulla kiinnostuksen kohteeksi nousi haapa. Suuri kysymys kuitenkin on, että pystyvätkö tulevat metsämme tuottamaan sopivaa puulajia teollisuuden kulloinkin tarvitsemaan tarpeeseen tulevaisuudessa. (Tigerstedt, 1996, s. 7)

2.1 Kuusenjuurikäätä tuhon aiheuttajana

Kuusenjuurikäätä (*Heterobasidion parviporum*) on nimetty tärkeimmän isäntäkasvinsa mukaan. Nimestään huolimatta kuusenjuurikäätä voi tarttua myös muihin puulajeihin. Metsäkuusi ja lehtikuusi kärsivät käävän aiheuttamasta tyvilahosta. Lisäksi lähellä olevat männyntaimet ovat saastumisvaarassa. Lehtipuut kestävät kuusenjuurikäätä paremmin. Koivuun juurikäätä ei tartu, ja kuusenjuurikäätä häviääkin todennäköisesti puhtaasta lehtipuumetsästä. (Piri, Höglund, Selander & Hantula 2024, s. 4–15) Piri ym. (2021) havaitsivat yhdeksän vuotta kestäneessä seurantatutkimuksessaan, että kuusenjuurikäätä tarttuu myös mäntyyn. Erityisen alttiita tartunnalle ovat männyn taimet, jotka saavat tartunnan kannoista ja juuristosta. Myös männyn suositteluaan kantokäsiteltävän kuusenjuurikäävän vaivaamalla alueella kasvatushakkuiden yhteydessä.

”Juurikäävät ovat boreaalisten metsien pahimpia tuhonaiheuttajasieniä. Suomessa tavataan kahta lajia, joista kuusenjuurikäätä aiheuttaa kuusentyvilahoa ja männynjuurikäätä männyllä tyvitervastaudin. Myös jälkimmäinen aiheuttaa joskus kuusentyvilahoa, ja saattaa lisäksi lahottaa monia muita puulajeja ja varpukasvien juuria”. (Luonnonvarakeskus n.d.)

2.2 Tyvilaho kuusikossa

Kuusenjuurikäävän sienirihmasto nousee juurista ylös lahottaen samalla puuta tyvestä ylöspäin noustessaan. Laho nousee keskimäärin 20 senttimetriä vuodessa tuhoten sydänpuuta. Keskimäärin laho nousee noin neljän metrin korkeuteen, mutta lahon tiedetään kiivenneen jopa 12 metriin. Sen lisäksi, että arvokkaampaa tukkipuuta muuttuu lahon myötä vähäarvoisemmaksi kuitupuuksi. Kuusenjuurikäätartunnan vaivaaman puuston kasvu on hitaampaa ja alttiimpaa esimerkiksi tuulituhoille. (Piri, Höglund, Selander & Hantula 2024, s. 4–5)

Piri ym. (2024) mukaan tyvilahon havaitseminen on vaikeaa, ja laho voikin edetä puustossa vuosia ja jopa vuosikymmeniä ilman, että sitä pystyy ulkoisesti havaitsemaan. Laho etenee kuolleessa sydänpuussa, ja ulkoiset merkit alkavat näkyä vasta, kun laho on pitkällä ja saavuttaa elävän mantopuun. Lahon saavutettua mantopuun puun kasvu tyrehtyy, latvus harsuuntuu sekä puun pinnalla ilmenee pihkavuotoja. Joskus merkkejä tyvilahosta voi löytää puiden tyvien laajentumista.

Kuva 1. Pahasti levinnyt juurikäpä näkyy selvästi tummentumina pöllien katkontapinnoissa. (Metsäkeskus, 2024, Juurikäpätuhojen tunnistaminen ja torjunta)



2.3 Kuusenjuurikäävän tunnistaminen

Kaatuneet puut ja sahatut kannot paljastavat usein kasvupaikalla olevan kuusenjuurikäävän. Sahatuissa kannoissa näkyy ruskeaa juurikäpälahoa. Pidemmälle runkoon edennyt laho voi myös aiheuttaa rungon murtumisen ja puun katkeamisen. (Piri, Höglund, Selander & Hantula 2024, s. 4–8)

Kuva 2. Lahovikaisen kuusen rungon murtuminen noin metrin korkeudelta (Metsäkeskus, 2024, Juurikäpätuhojen tunnistaminen ja torjunta)



Piri ym. (2024) toteaa, että kuusenjuurikäävän merkkeinä voi myös nähdä itiöemiä juuristossa sekä maalahopuiden ja tuulenkaatojen alapinoilla. Itiömät ovat yläpuolelta kanelinruskeita ja alapuolelta hohtavan valkoisia. Ne löytyvät usein maata vasten tai karikekerroksen alta, sillä ne tarvitsevat kosteutta. Itiöemien koko vaihtelee iän ja kasvupaikan mukaan.

Kuva 3. Kuusenjuurikäävän itiöemä lahoavassa maapuussa. Valkoinen sieni esiintyy useimmiten maata vasten ja löytyy runkoa käännettäessä. (Metsäkeskus, 2024, Juurikääpätuhojen tunnistaminen ja torjunta)



2.4 Leviämisen mekanismit

Juurikääpä leviää kahdella eri tavalla: ilmavirtausten mukana sahattuihin kantoihin sekä sienirihmastona puiden juuristossa. (Piri, Höglund, Selander & Hantula 2024, s. 10–11)

2.4.1 Leviäminen ilmavirtausten mukana

Juurikäävän suvulliset itiöt syntyvät itiöemissä eli käävissä. Ilmavirtausten mukava kulkeutuvat itiöemät laskeutuvat sahatulle kannolle tai juurivaurion päälle ja muodostavat kantoa ja juuristoa lahottavan sienirihmaston. Itiöt voivat kulkeutua tuulen mukana jopa satojen kilometrien päähän, mutta usein ne jäävät tartuttamaan lähimetsiä. Itiötuotanto alkaa keväällä lämpötilan noustessa yli plus viiden asteen ja termisen kasvukauden käynnistyessä. Kasvu pysähtyy vasta, kun ilma menee pysyvästi pakkaselle ja itiöt jäätyvät. Suurin tartuntariski on juurisahatuilla kannoilla. Itiöt tarttuvat kantoihin sahauksen jälkeisinä vuorokausina, eikä talvella sahatuilla kannoilla ole enää tartuntarinkiä keväällä. Lehtipuiden kantoihin kuusenjuurikääpä ei tartu. (Piri, Höglund, Selander & Hantula 2024, s. 10–12)

2.4.2 Leviäminen sienirihmastona

Juurikäpä leviää sienirihmastona kannosta puuhun ja puusta viereisiin puihin. Kuusenjuurikäpä leviää elävien kuusien juuristossa noin 20 senttimetriä vuodessa, mutta puun juurissa käpä etenee kolme kertaa nopeammin, noin 60 senttimetriä vuodessa. Parhaat kasvuolosuhteet sienirihmastolla on lämpötilan ollessa 22–28 astetta. Sienirihmasto kuolee 30 asteen pakkasessa, mutta tällaista ei usein tapahdu lumipeitteen toimiessa eristeenä. Puuston hakkuu ei poista sienirihmastoja alueelta, vaan juurikäpä säilyy kannoissa ja juurissa ja saastuttaa seuraavia puusukupolvia. Itiöt säilyvät elinvoimaisina niin pitkään, kun alueella riittää lahotettavia kantoja ja puita. Isojen kantojen kohdalla ravinnetta itiöille löytyykin jopa 50 vuodeksi. Pitkään puuta vaivannut juurikäpä voikin muodostaa useiden kymmenien metrien kokoisia saastuneita alueita. (Piri, Höglund, Selander & Hantula 2024, s. 10)

Kuva 4. Juurikäävän leviäminen kannoilla ja juuristossa (Metsäkeskus, 2024, Juurikäpätuhojen tunnistaminen ja torjunta)



2.5 Ongelma laajenee ilmaston lämmetessä

Kesien piteneminen mahdollistaa rihmastolle pidemmän kasvukauden. Kahden asteen lämpötilan nousu nopeuttaa lahon etenemistä neljänneksellä. Tämä tarkoittaa tartunnan saaneessa puussa puolen metrin lisäystä kymmenen vuoden aikajaksolla. Ilmaston lämmetessä hakkuita joudutaan tekemään yhä useammin sulan maan aikaan, jolloin myös korjuusta aiheutuvat juuristovauriot lisäävät itiöiden leviämismahdollisuuksia. Ilmaston lämpötilan noustessa kuusenjuurikäpä valtaa uusia alueita yhä pohjoisemmasta. (Piri, Höglund, Selander & Hantula 2024, s. 10–13)

Kuva 5. Kuusen juurikäävän levinneisyyskartta Suomessa 2022 (Metsäkeskus, 2024, Juurikäpätuhojen tunnistaminen ja torjunta)



2.6 Kuusenjuurikäävän torjunta

Juurikääpää voidaan torjua ja ennaltaehkäistä ajoittamalla hakkuut talveen ja pakkaskeleille tai käsittelemällä kesähakkuiden yhteydessä sahauspinnat urealla tai harmaaorvakkavalmisteella. Täysin aukotonta menetelmää ei kuusenjuurikäävän torjumiseksi kuitenkaan ole. Tartunnan saaneella alueella keinot ovat vähissä ja tyvilaho voi lisääntyä puusukupolvesta toiseen. Tulevaisuuden tutkimusta on kohdistettu juurikäävän luontaisiin vastuksiin, kuten viruksiin ja juurikäävän kasvua hidastaviin sieniin. Myös kestävämmän taimiaineksen tuottamisessa on saavutettu lupaavia tuloksia, joskaan ne eivät ole kokonaan immuuneja taudille vaan hidastavat sen etenemistä. Puulajin vaihtaminen onkin paras keino kuusenjuurikäävän valtaaman alueen uudistamiseen. (Piri, Höglund, Selander & Hantula 2024, s. 16–21)

3 Ilmaston lämpenemisen vaikutus puulajivalintaan

Metsät kattavat yli 75 prosenttia Suomen maa-alasta. Ilmaston lämpenemisen kannalta on hyvin tärkeää, että kehityssuunta huomioidaan metsien viljelyssä ja hoidossa. Metsien käsittelyllä on merkittävä vaikutus hiilinielujen ja -varastojen kehitykselle. Tämä taas vaikuttaa edelleen koko metsätalouden tulevaisuuden toimintaedellytyksiin Suomessa. Monimuotoisuuden säilyttäminen ja kehittäminen on paras tapa vaalia toimialan kestävyyttä kokonaisvaltaisesti. Metsikkötasolla tavoitteisiin päästään huolehtimalla metsien kasvukyvyistä ja terveydestä. Muuttuviin ilmasto-oloihin voidaan varautua monipuolistamalla kasvatus- ja käsittelytapoja. Sekametsien kasvattamisen oletetaan parantavan metsien elinvoimaisuutta ja pienentävän tulevaisuuden tuhoriskejä. (Maa- ja metsätalousministeriö, 2023)

3.1 Mallia Ruotsista

Ruotsista on hyvä ottaa mallia, sillä siellä on pidempi kokemus monikerroksisten sekametsien sekä jalopuumetsien hoidosta ja kehittämisestä. Erityisesti Etelä-Ruotsin ilmastossa esiintyy sekapuumetsiä, joissa tavataan kuusen, koivun ja männyn lisäksi tammea ja pyökkiä. Rehevimmillä kasvupaikoilla menestyy myös muita jalopuita kuten saarni, lehmus ja vaahtera. Etelä-Ruotsissa arvostetaan monipuolista puustoa ja vaihtelevaa metsämaisemaa. (Skogsstyrelsen, 2023) Snogeholmissa Etelä-Ruotsissa tehdyn tutkimuksen mukaan erityisesti tammi hyötyi yli kahden puulajin sekaviljelystä.

Tämä viittaa siihen, että tammi kasvaa nopeammin kilpaillessaan muiden puulajien kanssa ja hyötyy niiden tarjoamasta suojasta taimivaiheessa. (Drössler ym., 2015)

Taloudellisessa mielessä Etelä-Ruotsin metsätilojen arvon muodostus poikkeaa merkittävästi Suomesta. Esimerkiksi Etelä- ja Keski-Ruotsissa metsien maan arvo on korkea, ja metsien sijainti vaikuttaa enemmän metsätilojen arvoon kuin puuston määrä. Toisin sanoen metsien hinnat määräytyvät pitkälti sen mukaan, missä metsät sijaitsevat ja kuinka arvokasta maata ne kattavat. Suomessa metsätilojen arvot puolestaan määrittyvät pääasiassa puuston arvon mukaan, ja tämä pätee jopa eteläisimmässä Suomessa, jossa asutus on tiheämpää. Tämä ero arvonmuodostuksessa on mielenkiintoinen erityisesti, kun pohditaan tulevaisuuden puulajeja ja metsätalouden kehitystä Etelä-Suomessa tulevina vuosikymmeninä (Salomäki, 2025).

Ilmastonmuutoksen seurauksena puiden kasvu Ruotsissa tulee lisääntymään prosentuaalisesti eniten pohjoisessa ja lännessä. Kasvun odotetaan lisääntyvän 15–25 prosenttia vuosien 2040–2070 välillä, kun vertauskohtana on ajanjakso 1960–1990. Sateita tulee paljon mutta kasvukauden ulkopuolella. Kesän kasvukuukausina taas tulee entistä enemmän kuivia sateettomia ajanjaksoja. Puut lähtevät keväällä aikaisemmin kasvuun, mutta ongelmana ovat vaihtelevat lämpötilat ja kevätpakkaisien tuomat paleltumisriskit. Leudommat talvet parantavat myös sorkkaeläimien elinoloja ja lisäävät sitä myötä taimituhojen riskiä. (Skogsstyrelsen, 2023)

Lämpenevässä ilmastossa metsätalouteen kohdistuvien säänriskien odotetaan lisääntyvän. Tuuli ja lumituhot ovat yleisimpiä tuhonaiheuttajia, mutta myös hirvieläimet, sienet ja voimallinen metsätalous vaikuttavat jo yhdessä ekosysteemin toimintaan. Tuleviin tuhoihin voidaan varautua lisäämällä lehtipuiden osuutta havupuuvaltaisiin metsiin. (Jonsson ym., 2023)

Etelä-Ruotsissa Söderåsenin ja Raslångenin kansallispuistoissa tutkittiin tammen ja pyökin soveltuvuutta kuusimetsän muuttamiseksi jalopuumetsäksi. Tutkimuksessa todettiin tammen soveltuvan pyökkiä paremmin avohakkuun jälkeisiin suojattomiin oloihin. Pyökki vaatii enemmän maanmuokkausta ja taimikonhoitoa ja on näin vaativampi kasvatettava taimivaiheessa. Molemmat puulajit ovat erittäin herkkiä hirvieläinten tuhoille ja vaativat hyvän suojauksen. Taimien suojaukseen on monia menetelmiä. Yleisimmin käytettyjä ovat taimien varsisuojat, istutusalueen aitaus ja erilaiset hajusteet ja karkotteet. Suojauksen valinta riippuu istutusalueen erityispiirteistä, kuten eläinkannan tiheydestä ja asutuksen

läheisyydestä. Lähellä asutusta ja virkistysalueita hirvieläimet viihtyvät usein huonommin. (Karlsson, 2013)

Hirvieläinten talviruokinnalla havaittiin olevan taimituhoja lisäävä vaikutus erityisesti silloin kuin ruokinta sisältää korkeamman sokeripitoisuuden. Makea ruokinta voi houkuttaa enemmän eläimiä alueelle. Tiheänä kasvavat nuoret metsät tarjoavat runsaamman aluskasvillisuuden ja paremman suojan, mikä osaltaan vetää hirvieläimiä alueelle. (Blomqvist, 2016)

Kuiva kesä aiheutti runsaasti metsäpaloja Ruotsissa vuonna 2018, minkä seurauksena käynnistettiin tutkimus metsäpalojen vaikutuksesta hiilensidontaan. Tutkimus tehtiin viidellekymmenelle paloalueelle, ja se oli laajin tutkimus tähän asti tehdyistä. Tutkimuksen tuloksena todettiin boreaalisten metsien ekosysteemin olevan vaarassa metsäpalojen lisääntyessä. Palossa vaurioituneiden puiden juuristot heikkenevät, mikä puolestaan heikentää puiden kykyä sitoa hiiltä ja toimia tehokkaasti osana toimivaa ekosysteemiä. (Eckdahl, Kristensen ja Metcalfe, 2024) Kuivuuskausien pitkittyessä voidaan metsäpalojen olettaa lisääntyvän myös Suomessa. Suomessa on kuitenkin kyky reagoida nopeasti alkaviin metsäpaloihin laajan metsätieverkoston ja aktiivisten vapaapalokuntien ansiosta.

3.2 Katse tulevaisuuteen

Metsien uudistaminen on kymmenien vuosien päähän tähtäävää työtä. Olennaista hyvälle puuston kasvulle on ilmaston huomioimisen lisäksi sopivan puulajin valinta kullekin kasvupaikalle. Näiden asioiden yhteensovittaminen vaikuttaa laaja-alaisesti tulevaisuuden metsiin aina maiseman muodostumisesta teollisuuden puukäyttöön asti. (Valkonen, 2018, s. 95)

Suomessa on korkea aika alkaa laajentaa metsien puulajikirjoa. Tämä on tärkeää niin koko ekosysteemin kuin luonnon monimuotoisuuden säilyttämisen kannalta. Kestävillä puulajivalinnoilla luodaan myös pohjaa tulevien sukupolvien korkeamman jalostusasteen metsäteollisuudelle.

Metsälain (20.12.2013/1085) 8 §:n 1 momentissa tarkoitettussa metsän uudistamisessa taimikon saa perustaa männyn, kuusen, rauduskoivun, haavan, siperianlehtikuusen, vaahteran, tervalepän, tammen, kynäjalavan, vuorijalavan, metsälehmuksen, saarnen ja hybridihaavan alkuperältään ja kasvupaikalle sopivilla taimilla tai siemenillä. Taimikon saa perustaa hieskoivun taimilla tai siemenillä vain turvemaiden, kangasmaiden soistuneissa

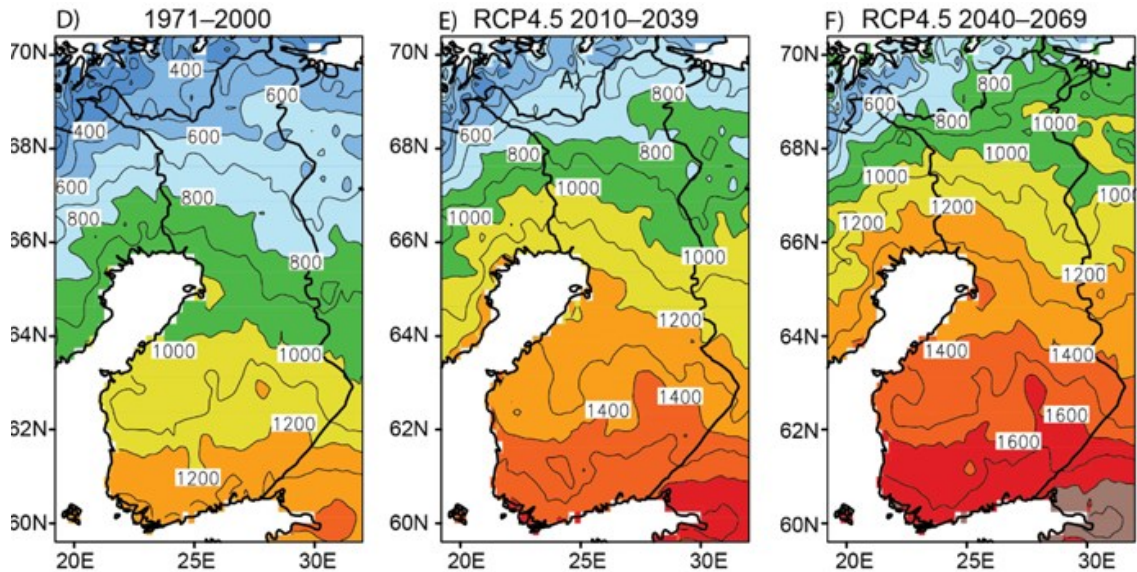
osissa ja tiiviillä savi- tai hiesuvaltaisilla mailla. Muilla kasvupaikoilla hieskoivua voidaan käyttää sen kasvupaikasta ja alueen maantieteellisestä sijainnista riippuen täydentävänä puulajina. Jos taimikko perustetaan muilla kuin 1 momentissa mainituilla puulajeilla, on metsänkäyttöilmoituksessa esitettävä riittävä selvitys niiden kasvatuskelpoisuudesta ja alkuperän soveltuvuudesta uudistettavan alueen olosuhteisiin. (Finlex, n.d, 1085/2013) 2013 uudistettu metsälaki antaa hyvät lähtökohdat puulajikirjon laajentamiseen.

Boreaalisten metsien kasvuolosuhteet tulevat muuttumaan useimmille puulajeille suotuisammiksi kasvukauden pidentyessä ja lämpimien päivien lisääntyessä. Ilmaston lämmitessä ja kasvukauden pidentyessä myös maan orgaaninen aines lisääntyy hajoamisprosessin tuloksena. Tämän tuloksena maaperän ravinnetaso paranee ja menestyvien puulajien kirjo laajenee. (Venäläinen ym. 2020)

Puuva-hankkeessa tutkittiin pientuotantoerien vaikutusta taimien tuotantokustannuksiin kuusella, tammella, tervalepällä ja douglaskuusella. Tuotettavasta puulajista riippumatta taimituotannossa saatiin kustannuksia alas jo 25 000 taimen tuotantoerillä. Merkittävää kustannusten nousua havaittiin alle 10 000 taimen erissä. Douglaskuusi erottui joukosta kalliimman siemenen ja heikomman taimisaannon vuoksi ja oli näin kalliimpaa. Taimituotannon kustannusten ei ennusteta muodostavan estettä puulajikirjon laajentamiseen laaja-alaisessa metsätalousskäytössä. (Uotila, 2024)

Kasvukausi on pidentynyt Pohjoismaissa keskimäärin 23 päivää ja enimmillään jopa 1,5 kuukautta 70 vuodessa. Tähän on vaikuttanut ilmaston lämpenemisen lisäksi maankäytön kaupungistuminen. Etenkin kevään lämpimien päivien lisääntyminen pidentää kasvukautta. Tämä lisää puiden kasvua mutta toisaalta myös altistaa ne myös herkemmin tuhotekijöille. (Aalto, 2021, STT,) Maankäytön kaupungistumisella tarkoitetaan tässä metsä- ja peltomaan käyttöä talojen, teiden ja muiden kaupunkirakenteiden hyväksi.

Kuva 6. Keskilämpötilan nousu kolmella asteella mahdollistaa jalopuiden kasvattamisen yhä pohjoisemmassa (Metsätieteen aikakauskirja 20.10.2020)



Ilmaston lämpenemisen vaikutuksia eri puulajien kasvuun ja menestymiseen on vaikea ennustaa. Pienetkin muutokset kasvuoloissa voivat aiheuttaa muutoksia lajien välisessä kilpailussa. (Hänninen 2016).

4 Puulajit ja metsän uudistaminen

Kuusen juurikäävän tartunnan saaneita kuusikoita ei ole mielekäästä uudistaa kuuselle ja siirtää sienikasvustoa seuraaviin puusukupolviin. Metsänhoitosuositukset opastavat vaihtamaan puulajin lehtomaisella kankaalla rauduskoivulle tai haavalle. Tuoreilla kankailla neuvotaan vaihtamaan taas puulaji koivuksi ja mänyksi, mikäli alueella ei tavata männyn tyvitervastautia. (Metsänhoitosuositukset, 2025)

Tämän selvityksen tarkoitus on esitellä metsälain sallimat puulajit juurikäävän saastuttaman alueen päätehakkuun jälkeiseen uudistamiseen. Työssä esitellään myös näiden puulajien yleisimpiä vaatimuksia kasvupaikan, istutustiheyden sekä hoidon tarpeen suhteen. Tarkoituksena kannustaa metsänomistajia laajentamaan puulajikirjoa ja monipuolistaa puulajien määrää metsätiloillaan. Näin voidaan ainakin osittain perustaa useamman puulajin metsiä, jotka ovat kestävämpiä metsätuhoja kohtaan.

4.1 Koivu (*Betula*)

Suomessa kasvaa luonnonvaraisena kolme koivulajia: rauduskoivu, hieskoivu ja tunturikoivu. Teollisesti hyödynnettäviä lajeja ovat rauduskoivu ja hieskoivu, jotka ovat puusolukon rakenteeltaan hyvin samankaltaisia. Hieskoivun kasvatusta perustuu kuitenkin useimmiten rehevien paikkojen kuten soiden, peltoheittojen luontaiseen taimettumiseen, eikä sitä yleisesti käytetä uudistusalojen viljelyssä. (Niemistö ym., 2008, ss. 20–30)

Niemistö ym. (2008) jatkaa, että Suomessa rauduskoivua tavataan kaikkialla paitsi aivan pohjoisimmassa Lapissa. Koivu viihtyy ja kasvaa hyvin monenlaisilla kasvupaikoilla. Rauduskoivu kasvaa monenlaisilla kasvupaikoilla, mutta parhaan kasvun se saavuttaa ravinteikkailla hietä- ja moreenimailla. Koivu valopuuna valtaa alaa aukeilla paikoilla pioneerilajina ja varttuneemmissa sekametsissä tai suggestiovaiheen loppuvaiheessa sekapuina.

4.2 Mänty (*Pinus sylvestris*)

Mänty menestyy kaikenlaisilla kasvupaikoilla aivan pohjoisinta Suomea lukuun ottamatta. Nopein kasvu ja paras puuntuotto saavutetaan tuoreella ja kuivahkoilla kankailla. Mänty tarvitsee paljon valoa eikä siksi menesty hyvin useampikerroksisessa metsässä alikasvoksena. Mänty pyrkii kasvamaan tasakokoisena niin, että menestyvien puiden latvukset kurottavat taivaalle samalla korkeudella. Alle jäävät pienemmät puut kuolevat usein hävitessään kilpailun valosta. Mänty on pitkäikäinen puulaji, ja vanhimmat Suomessa tavatut yksilöt ovat jopa 800 vuotta vanhoja. (Valkonen, 2018, s. 96)

4.3 Tervaleppä (*Alnus glutinosa*)

Tervaleppä tarvitsee runsasravinteisen ja -vetisen sekä valoisan kasvupaikan. Vaikka tervaleppää tavataan usein järvien ja jokien rannoilla, ei se puulajina siedä seisovaa vettä. Tervaleppän kasvu jää vähäiseksi, jos kasvupaikalla on liian paksulta turvetta, jäykkää savimaata tai seisovaa hapetonta vettä. Tervaleppää kannattaa taloudellisessa mielessä kasvattaa vain parhailla, ravinteikkailla kasvupaikoilla. Sopivan kasvupaikan tunnistaa runsaasta hiirenporras-, kotkansiipi- ja mesiangervoesiintymistä. ((Kiuru, 2008, s. 26–27)

Kuva 7. Tervaleppä kasvatetaan aluksi tiheänä oksaston luontaisen karsiutumisen takia (Metsäkustannus Oy, 2008, Jalopuumetsät, perustaminen ja hoito)



4.4 Tammi (*Quercus robur*)

Tammi sopii useimmille kasvupaikoille turvemaata lukuun ottamatta. Tammi menestyy myös tiukassa savimaassa, joka on useimmille puulajeille ongelmallinen kasvualusta. Taimivaiheessa tammi sietää jopa suurempien puiden varjostusta noin 4–5 metrin korkeuteen asti, minkä jälkeen sen valon tarve kasvaa runsaasti. Täysikasvuinen puu vaatiikin 3–4 metriä tilaa latvuksensa ympärille saavuttaakseen riittävän kokoisen latvuksen. Vaikka tammi menestyykin useimmilla kasvupaikoilla, sen metsätaloudellisesti järkevä kasvattaminen vaatii lehtomaisen tai tuoreen kankaan. Tammi sietää vaihtelevia kosteusoloja, mutta seisovassa vedessä tammi ei menesty. (Kiuru, 2012, s.106) Tammella on jaloista lehtipuulajeista selvästi eniten seuralaislajistoa. (Keto-Tokoi ja Siitonen, 2021). Tällä tarkoitetaan lahoppuusta riippuvaisia hyönteislajeja lintuja ja kasvinsyöjiä.

4.5 Lehtikuusi (*Larix*)

Lähes kaikki Suomen metsiin viljelty lehtikuusiaines on siperianlehtikuusta. Muita lehtikuusilajikkeita on käytetty lähinnä puutarhassa koristepuina. Siperianlehtikuusen laatu on osoittautunut euroopanlehtikuusta paremmaksi. Kasvualueena siperianlehtikuuselle soveltuu lähes koko Suomi. Siperianlehtikuusi menestyy jopa aivan Lapin metsärajoilla asti. (Rantala & Anttila, 2004, s. 24)

Rantala & Anttila (2008) toteaa, lehtikuusen kasvattaminen onnistuu kaikilla kivennäismaiden kasvupaikoilla. Parhaiten sille sopii viljava ja kuohkea maaperä, jossa vedenpinta ei ole korkealla. Esimerkiksi vanhojen peltojen metsittämiseen lehtikuusi soveltuu nopeasti kasvuun lähtevänä puuna hyvin, ja useimmiten heinät eivät ehdi häiritsemään istutuksen jälkeistä taimivaihetta. Lehtikuusi viljellään yleensä yhden puulajin metsikkönä, eikä sen sekametsäkasvatuksesta ole toistaiseksi paljon tutkimustietoa. Puuaineksen hyvästä säänkestävyydestä huolimatta Suomessa ei ole toistaiseksi laajempaa teollista käyttöä lehtikuuselle. Tästä syystä useat lehtikuusimetsät kasvat yliiheinä, hoitamattomina ja taloudellisesti vähäarvoisina.

4.6 Saarni (*Fraxinus excelsior*)

Saarni on Suomessa tavattavista puulajeista vaativimpia ja tarvitsee erittäin rehevän ja kalkkipitoisen maan menestyäkseen. (Valkonen, 2018, s. 103) Saarnea tavataan usein lehdossa, vaikka lehdoistakin vain pieni osa soveltuu saarnin kasvupaikaksi. Saarni tarvitsee multavan maan ja paljon kosteutta, mutta seisovaa vettä se ei siedä. Taimivaiheessa saarni sietää varjoa, mutta myöhemmin kasvu hidastuu merkittävästi, jos se joutuu muiden puiden varjoon eikä saa riittävästi valoa. Oikealla kasvupaikalla saarni on komea ja pitkäikäinen puulaji. Puut voivat elää jopa 250-vuotiaiksi. (Kiuru, 2008, s. 18–20)

Kuva 8. Saarni tarvitsee kalkkipitoisen ja rehevän maan (Metsäkustannus Oy, 2008, Jalopuumetsät, perustaminen ja hoito)



4.7 Haapa (*Populus tremula*)

Haapa on paljon valoa vaativa pioneeripuulaji, ja sitä esiintyy kaikkialla Suomessa. (Valkonen, 2018, s. 102). Haapa menestyy parhaiten mustikkatyypin tuoreilla kankailla ja sitä rehevämmissä kasvupaikoilla. Haapavan viljely soveltuu niin metsämaalle kuin pellollekin, jolla vesitalous on kunnossa. Kuivemmillä ja karummilla kasvupaikoilla haavan kasvu jää heikommaksi ja se on alttiimpi laholle. Savi- ja turvemaat eivät sovellu haavan kasvupaikaksi. Haapa on erityisen kestävä puulaji kuusenjuurikäppää vastaan ja soveltuu siten erinomaisesti käävän saastuttaman alueen uudistamiseen. (Holm, 2004, s.117–118)

1980-luvulla kiinnostus hybridihaapaa kohtaan kasvoi pitkän hiljaisemman jakson jälkeen. Hybridihaapaa istutettiin noin 1000 hehtaaria vuosina 1997–2003 paperiteollisuuden kiinnostuessa haavan mahdollisuuksista hienopaperin valmistuksessa. (Hagman, 1997, s. 52; Tullus ym., 2012, s. 16). Sittemmin haavan viljelynto on laantunut, ja puulaji nähdään lähinnä luonnon monimuotoisuuden ylläpitäjänä.

4.8 Muut jalot lehtipuut

4.8.1 Vaahtera (*Acer platanoides*)

Vaahtera on vaativa puulaji kasvupaikan suhteen ja tarvitsee hyvän kasvun saavuttaakseen ravinteikkaan lehdon tarjoamat olosuhteet menestyäkseen. Lehtoa köyhemmässä maaperässä vaahtera jää usein pienikasvuiseksi alempaan kasvukerrokseen. Vaahtera kestää hyvin kohtalaista varjostusta. (Kiuru, 2012, s.108)

4.8.2 Jalavat (*Ulmus glabra ja Ulmus laevis*)

Jalavat ovat kasvupaikan suhteen vaateliaimpia puulajejamme. Vuorijalavan tavataan pääasiassa puistopuina ja sen luontaiset esiintymät metsissä ovat pienalaisia. Kynäjalava on vuorijalavaa pienempi ja viihtyy lehdoissa kalkkisilla savensekaisilla hiesumailla. Molemmat jalavat ovat pitkäikäisiä puulajeja ja voivat elää jopa 200-vuotiaaksi. (Kiuru, 2008, s.20–21) Jalavaa kasvatettaessa ohjeena on pitää latvuksen koko yli 50-prosenttisena puun pituuteen nähden. Puulaji kestää hyvin jopa elävien oksien leikkaamista. Varjoa sietävänä puuna jalavaa voi kasvattaa tammea ja saarnea tiheämmässä. Puulaji on kuitenkin arka pakkaselle ja vaatii aluspuuston runkoa suojaamaan. (Tigerstedt, 1996, s. 66)

4.8.3 Metsälehmus (*Tilia cordata*)

Metsälehmus on tammen jälkeen maaperän suhteen vaatimattomin puulaji. Hyvän kasvun saavuttaakseen lehmus tarvitsee kuitenkin ravinteikkaan maaperän, jonka on oltava luokitukseltaan lehto tai lehtomainen kangas. Lehmus vaatii enemmän kosteutta kuin tammi, mutta sekään ei siedä seisovaa vettä. Savimaalle istutettaessa maaston tuleekin olla kalteva seisovan veden välttämiseksi. Lehmus sietää hyvin varjostusta mutta leviää heikosti siementämällä, sillä se vaatii lämpimän kesän ja kilpailusta vapaan kasvupaikan. Sen sijaan vesasyntyinen lehmus säilyy pitkään alikasvoksena. (Kiuru, 2012, s.108)

4.8.4 Pyökki (*Fagus sylvatica*)

Pyökki nousee usein esiin keskusteluissa ilmastonmuutokseen sopeutuvista puulajeista. (Heikkilä, 2021). Pyökki on yksi Euroopan hyödynnetyimmistä jalopuulajeista, ja kuusen tapaan se valtaa metsäsukcession loppuvaiheessa kasvutilan itselleen. Pyökki ei toistaiseksi ole menestynyt Suomessa lauhkean ilmaston puuna, mutta tilanne on toinen ilmastomme muuttuessa lähemmäs keskieurooppalaista ilmastoa. (Anneli Viherä-Aarnio, 15.4.2022). Suomessa metsälaki säätelee metsänhoitoa ja metsänuudistamista. Lain mukaan metsänuudistamisessa tulee käyttää Suomen luontoon kuuluvia puulajeja ja niiden siemeniä. Tämä tarkoittaa, että pyökin viljely ei ole sallittua ilman ELY-keskuksen (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus) erityislupaa. (Finlex, n.d, 1085/2013).

4.8.5 Douglaskuusi (*Pseudotsuga Carrière*)

Ensimmäiset douglaskuusen viljelyt tehtiin Suomeen noin sata vuotta sitten Etelä-Suomeen, jossa se on menestynyt hyvin. Puun alkuperä on Pohjois-Amerikassa, jossa se kasvaa jopa sata metriä korkeaksi. Pitkäikäisen puun on havaittu kasvavan hyvin vielä 200-vuotiaanakin. (Valkonen, 2018, s.106)

Douglaskuusten sukuun kuuluu neljä lajia, joista Suomessa on kokeiltu vain pohjoisamerikkalaista lajia, *Pseudotsuga menziesiita*. Tämä on arvostettu laji sahapuuna ja yksi maailman kookkaimmaksi kasvavista puulajeista. Puulajia pidetään lahonkestävänä. (luke.fi, n.d). Douglaskuusen viljely ei ole sallittua Suomessa ilman ELY-keskuksen erityislupaa. (Finlex, n.d, 1085/2013)

4.9 Rauduskoivumetsän perustaminen

Rauduskoivu menestyy parhaiten lehdoissa, lehtomaisilla kankailla sekä moreenipohjaisilla tuoreilla kankailla, joissa vesitalous on kunnossa. Koivu ei sovellu istutettavaksi tiiville hienojakoiselle soistuneille kivennäismaille eikä turvemaille. Koivikko uudistetaan usein istuttamalla käyttäen nopeakasvuista jalostettua taimiainesta. Jalostetut taimet kasvavat jopa kolmanneksen nopeammin kuin luontaisesti syntynyt taimiaines. Puuaineksen laatu on lisäksi merkittävästi parempaa. Koivu istutetaan joko keväällä lehdettöminä taimina tai kesällä lehdellisillä taimilla. Lehdellisen taimen istutuksessa taimien kastelu on tärkeää. Syysistutus ei rauduskoivulle sovellu. (Metsänhoitosuosituksset, 2025)

Koivun suositeltava istutustiheys on 1600 taimea hehtaarille. Myyrätuhoalueella taimien istutus pyritään ajoittamaan myyrätuhohuipun jälkeiseen vuoteen. (Metsänhoitosuositukset, 2025) Onnistuneen istutuksen jälkeen rauduskoivikko ei tarvitse varhaisperkausta, sillä nopeakasvuisen jalostetun taimiaineksen ansiosta se ehtii usein kasvussa luontaisesti syntyneiden pioneeripuulajien edelle. Ensimmäisenä hoitotoimenpiteenä istutetussa rauduskoivikossa on yleensä taimikonhoito, kun puut ovat saavuttaneet viiden metrin pituuden. (Metsänhoitosuositukset, 2025)

4.10 Mänty- rauduskoivusekametsä

Mänty ja rauduskoivu ovat molemmat valopuita, eikä niiden muodostama sekametsä usein synny itsestään vaan vaatii aktiivista taimikonhoitoa ja metsän harvennuksia. Männyn kanssa samassa latvuserroksessa kasvavan rauduskoivun ei ole havaittu hidastavan puiden pituuskasvua. Sen sijaan valopuiden latvuskilpailun on havaittu vaikuttavan etenkin nuorien mäntyjen järeytymisen hidastumiseen. Männyntaimien ikä ja pituusetumatka on pienentynyt jalostetun ja nopeasti kasvuun lähtevän taimiaineksen myötä. Männyntaimet menestyvätkin istutetussa ja hoidetussa taimikossa koivun kanssa varsin hyvin. Kylvettynä mänty taas ei ehdi menestyä koivun kasvuvauhtiin mukaan, mikä vaikeuttaa sekametsän kasvatusta alkuvaiheessa huomattavasti. Koivun ja männyn sekaviljelyllä voidaan vähentää mäntyjen oksaisuutta ja parantaa näin korjattavan puutavaran laatua. Sekametsä perustetaan yleensä jo taimikkovaiheessa. Oikealla maanmuokkauksella koivuntaimia syntyy usein luontaisesti istutettujen mäntyjen lisäksi.

Tasapainoisen mänty- rauduskoivutaimikon kasvattaminen vaatii taimikonhoidossa tarkkuutta ja ammattitaitoa, jotta osataan arvioida taimien kasvu siten, että molemmat lajit saavat sopivasti valoa eivätkä kummankaan puulajin latvukset ala kasvaa edellä ja ala dominoimaan. Luontaisesti syntyneiden koivuntaimen pituuskasvu on kiivaimmillaan 3–6 vuoden iässä, ja tämä tulee huomioida taimikonhoidossa (Niemistö ym., 2008, ss. 142–147)

Tällainen sekapuusto on herkkä hirvituhoille, ja sellaisen perustamista tuleekin harkita tiheän hirvikannan alueilla. Rungas etukasvuinen koivun määrä mäntytaimikossa hidastaa männyn kasvua ja lisää hirvituhojen määrää myös männyntaimissa.

4.11 Tammimetsän perustaminen

Tammimetsän kasvattamiseen kuuluu olennaisena osana alempi latvuseros ja pensaskerros. Nuorena tammimetsässä alemmat kerrokset parantavat kasvatettavien tammien laatua. Laatua edistäviä tekijöitä ovat niin vähäisempi runkojen oksaisuus kuin pakkasen tekemien halkeamien väheneminenkin. Varttuneet tammet tarvitsevat paljon valoa, ja alemmat kasvukerrokset huolehtivat metsän pienilmastosta ja aluskasvillisuudesta. Aluspuustolla on myös tärkeä rooli ravinteikkaan lehtikarrikkeen tuottajana. (Kiuru, 2008, s. 30).

Jos tammen happaman lehtikarrikkeen seassa on muiden puulajien ravinteita, se lahoaa nopeammin. Etenkin pähkinäpensas, lehmus, jalava ja saarni parantavat maata. Tammimetsän kasvattaminen vaatii metsänomistajalta kärsivällisyyttä ja omaa työpanosta. Aluspuuston istuttaminen on kuitenkin kallista, joten pensaistossa ja alemmassa rasvakerroksessa kannattaa hyödyntää metsän luontaista taimiainesta. Tammet ovat herkkiä hirvi- ja peuratuholle ja tarvitsevat taimisuoja, jotka nostavat merkittävästi uudistamisen kustannuksia. (Kiuru, 2008, s. 30).

Kuva 9. Taimisuojat nostavat uudistamisen kustannuksia merkittävästi (Metsäkustannus Oy, 2008, Jalopuumetsät, perustaminen ja hoito)



Laatutammen kasvatukseen vaatii aluksi tuhansia taimia hehtaarille, vaikka tukkikokoon kasvaessa määrä on harvennettu jo 250–300 kappaleeseen hehtaarilla. Yleinen istutusmäärä on 2000 tamentaimia hehtaarille. Tällaisella istutustiheydellä puustolle tarvitaan aktiivista pystykarsintaa. Tammelle voidaan istuttaa samanaikaisesti täydennykseksi myös koivua ja mäntyä. Tässä tapauksessa kannattaa istuttaa kolme riviä täydennyspuuta tammirivien väliin. (Kiuru, 2008, ss. 50–51). Nämä puut poistetaan suurelta osin harvennusvaiheessa ja tehdään näin tukiksi kasvatettaville tammille tilaa. Hyvä vaihtoehto on myös istuttaa tammia omiksi ryhmikseen ja varmistaa näin, etteivät muut puulajit pääse kasvamaan tammien latvuksien sekaan ja yläpuolelle. Tammen taimien

istutusta ei kannata tehdä hallanaroille paikoille ilman suojaavaa verhopuustoa. (Valkonen & co, 1995, s.17)

Tammimetsän hoidossa kaikki metsänhoitotoimenpiteet tehdään pääpuulajin hyväksi, eikä muille puulajeille kannata laskea kaupallista arvoa. Metsän harvennuksessa yksittäisiä puita poistetaan niin, että alempi kerros ja pensaskerros säilyvät pääpiirteittäin ehjänä. Optimaalisesti toimivassa jalopuumetsän kenttäkerroksessa ei kasva heinää.

Vaahtera leviää helposti aluspuustoksi, mutta sen haittapuoli on hapan vähäravintein karie, joka huonontaa tammelle sopivaa maata.

Paljon vettä kuluttavana ja huonosti tammien runkoa suojaavana puuna kuusi on huono valinta tammien kaveriksi. Lisäksi kuusen oksat keräävät suuren osan satavasta lumesta, ja maanpinnan lumikerros jää ohueksi. Tästä seuraa tammelle sopimaton syväle menevä routa ja sitä kautta hitaasti sulava maa. (Kiuru, 2008, s. 30–33). Kuusenjuurikäävän saastuttamalla alueella kuusen taimet tulee poistaa jo taimikkovaiheessa.

Kuva 10. Tammien oksien ja pystykarsinta vaatii tarkkuutta. (Metsäkustannus Oy, 2008, Jalopuumetsät, perustaminen ja hoito)



Alas asti oksaisena ja varjoa sietävänä puuna lehmus soveltuu erinomaisesti tammien alla kasvatettavaksi. Runsasoksainen lehmus suojaa tammien runkoa ja soveltuu ekologisesti tammien kaltaisen jalopuun kaveriksi. Lehmuksia kannattaa istuttaa tammien joukkoon heti

metsää perustettaessa. Myöhemmin taimikkoa harvennettaessa lehmukset muodostavat helposti taimivesoja, jotka muodostavat tammimetsälle suotuisan aluspuuston. (Kiuru, 2008, s. 31)

4.12 Tervalepän viljely

Hyvällä kasvupaikalla tervaleppä kasvaa tukkipuuksi 30–50 vuodessa. Tervalepälle viljely kannattaa tehdä vain parhaille maille. Tällaisia ovat esimerkiksi kosteat pellot ja niityt, tulvamaat ja rantalaitumet. Myös runsasravinteiset kosteat metsämaat soveltuvat tervalepän viljelyyn. Nyrkkisääntönä voi pitää sitä, että useimmille puille liian kostea maa voi olla juuri oikea tervalepälle (Kiuru 2008, s.56)

Tervalepän sopiva istutustiheys on 1600–2400 tainta. Metsämaalla sopiva istutuspaikka on päätehakattu ja hyvin luontaisista taimista raivattu alue. Maanmuokkaukseksi suositellaan ojitusmätästystä. Maanmuokkauksen yhteydessä tulee varmistaa tarvittavin ojituksin, ettei vesi jää seisomaan istutusalueelle. Tervaleppä kestää huonosti kolhuja, ja siksi metsämaalla istutustiheydeksi riittää 1600–1800 taimea hehtaarille, sillä luontainen taimettuminen hoitaa täydennyksen. Tervaleppä sopii hyvin istutettavaksi rauduskoivun kanssa. Tällöin sopiva istutussuhde on 50 % tervaleppää ja 50 % rauduskoivua. Kosteilla paikoilla myös hieskoivu voi lisääntyä tervalepän sekaan luontaisesti. Hieskoivusta saadaankin tällöin ensiharvennuksella jo kuitupuuta. Tervaleppä lihottaakin metsänomistajan kukkaroa vasta tukkimitat saavutettuaan. (Kiuru, 2008, s.57)

4.13 Lehti- ja douglaskuusen kasvatus

Nopeasti pituutta kasvava lehtikuusi istutetaan yleensä 1300–1800 kappaleen tiheyteen hehtaarilla. Nopean alkukasvun ansiosta lehtikuusi soveltuu hyvin vaikeasti uudistettaville maille, joilla kilpaileva pintakasvu on nopeaa. Tarvittaessa heinäminen on silti tehtävä kasvun alkuvaiheessa. Hyvälaatuista tukkia tavoiteltaessa kannattaa kuolleita oksia pystykarsia kasvun aikana. Ensimmäinen karsinta toteutetaan puun rinnan ympärystän ollessa 8–12 senttiä. Puut karsitaan 2,5–3,5 metrin korkeudelle. Lehtikuusimetsä on harvennettava ajoissa, eteläisessä Suomessa hyvällä kasvupaikalla jo 20 vuoden ikäisinä. Lehtikuusella ei ole taipumusta harventua luonnostaan kuten esimerkiksi männyllä, vaan heikommat yksilöt jäävät elämään ja estävät tukkipuiksi kasvatettavien puiden latvakasvua. Lehtikuusen kasvatustiheys on harvempi kuin kuusella tai männyllä. Ensiharvennuksen jälkeen hehtaarille jätetään 600–1000 runkoa. Sopiva tiheys varttuneen metsän

kasvatukseen on 400–700 puuta hehtaarilla. Puista vain 200–300 kappaletta saavuttaa päätehakkuun. Lehtikuusimetsä vaatii silmälläpitoa ja säännöllistä hoitoa tuottaakseen parhaan mahdollisen tukin 60–80 vuoden kuluttua päätehakkuussa. (Reinikainen, 1997, s. 26–28)

Ilmaston lämmetessä myös lauhkeamman vyöhykkeen douglaskuusi voi olla yksi tulevaisuuden vaihtoehto metsäkuuselle. Douglaskuusen kuoren on havaittu kestävän paremmin kaarnakuoriasia. Douglaskuusen viljelyn haasteena on ollut kuitenkin sen heikko pakkasenkestävyys. Puulaji on testatusti herkempi niin kevään halloille kuin syksyn pakkasille. Taimet ovat olleet arkoja taimikasvatuksen ja varastoinnin aikana. Tähän on haettu apua onnistuneesti taimituotannossa käytetyllä lyhytpäivä- eli LP- käsittelyllä. Douglaskuusen taimien alkuperillä on todettu olevan suuria eroja hallaan sopeutumisessa. Tästä syystä lajin valintaan ja pakkaskestävyyteen tulee kiinnittää erityistä huomioita. (Metsätieteen aikakauskirja, 2024, artikkeli 23013)

Lehtikuusen ja douglaskuusen sekaviljely on herättänyt kiinnostusta mutta siitä on vielä varsin vähän kokemusta. Douglaskuusi on alkuperältään eteläisempi puulaji, ja sillä on pidempi kasvukausi. Istutuskokeiluissa Mustilassa havaittiin, että kesäkuun alun jälkeen istutettujen taimien kasvu hidastuu ja tuhoriskit lisääntyvät. Myös yksivuotisena istutettujen taimien kuolleisuus havaittiin Suonenjoella tehdyissä kokeissa korkeaksi. Vain 53 prosenttia latvakasvaimista normaaleita, kun muilla puulajeilla samaan paikkaan istutettuna tulos oli yli 90 prosenttia. (Luoranen, 2024)

4.14 Saarni sekametsänä

Saarnelle sopiva kasvupaikka löytyy useimmiten rehevistä lehdoista tai viljavilta pelloilta. Saarnea kasvatettaessa suositellaan istutettavan 2000 taimea. Saarni on arka puulaji hallan suhteen ja tarvitseekin usein luontaisen tai istutetun taimikon runkojensa suojaksi. Sopia puulajeja saarnen sekaan istutettavaksi ovat esimerkiksi tervaleppä ja vaahtera. Sekametsässä esimerkiksi tervalepän kanssa saarnen istutustiheys voi olla 500 kappaletta hehtaarilla, kun taas tervalepän määrä on 1500 kappaletta hehtaarilla. (Kiuru, 2008, s. 54). Saarnensurma-sienitauti on levinnyt Suomeen ja aiheuttanut merkittävää tuhoa kuivattamalla saarnia pystyyn. Sen vuoksi saarnea ei toistaiseksi kannata istuttaa yhden puulajin metsikkönä. (Kiuru, 2012, s.108). Etelä-Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa saatiin tuloksia, joiden perusteella voidaan todeta saarnen lisäävän metsän monimuotoisuutta ja

muokkaavan maaperää niin, että lehtokasvien leviäminen on mahdollista. (Sandell Festin, 2013)

5 Pohdinta

Näyttää siltä, että nykyiset ilmastoteot ovat riittämättömiä ja että ilmasto lämpenee edelleen maailmanlaajuisesti. Pohjoisella borealisella vyöhykkeellä, johon Suomi kuuluu, lämpötilan nousu on suurempaa kuin maissa, jotka sijaitsevat lähempänä päiväntasaajaa. Ilmaston lämmitessä tullaan väistämättä törmäämään tilanteeseen, jossa kuusen kasvuolosuhteet heikkenevät lämpö- ja kuivuusjaksojen pitkittyessä. Tämä tarkoittaa sitä, että yhä harvempi kasvupaikka Suomessa soveltuu tulevaisuudessa kuusen kasvatukseen. Huonontuneista kasvuoloista heikentyneet kuuset kuolevat enenevässä määrin sienien ja tuholaishyönteisen yhteisvaikutuksen takia. Tähän ongelmaan pyritään löytämään ratkaisu puulajikirjoa laajentamalla. Mallia otetaan muun muassa eteläisemmän Euroopan kuusituhoalueilta. Useammassa Keski- ja Itä-Euroopan maassa ei nykytietämyksen valossa nähdä enää mahdollisuuksia kasvattaa kuusta pääpuulajina.

Kuusen juurikäävän tuhoalueille ei suositella kuusta istutettavaksi seuraavaksi puusukupolveksi. Valitettavasti todennäköistä on, että tuhoista kärsineet Etelä-Suomen kuusialueet tuskin tulevat näkemään kuusta enää pääpuulajina. Tällä hetkellä metsänhoitosuositukset opastavat istuttamaan kuusenjuurikäävän saastuttamille alueille rauduskoivua ja haapaa. Pitkälle tulevaisuuteen katsovan, taloudellista tuottoa tavoittelevan metsäomistajan kannattaisi viljellä myös jalopuulajeja.

Jalopuiden kasvatuksen osuus metsämailla on tällä hetkellä häviävän pieni, minkä vuoksi Suomessa ei ole laajempia vakiintuneita markkinoita erikoispuulajeille. Luultavasti tarjonnan lisääntymisen myötä Suomen metsätalous ja sen tuottamien tuotteiden jalostusarvo voi nousta uudelle tasolle. Toki tämä ennuste sijoittuu noin sadan vuoden päähän.

Jalopuiden viljelyssä on kuitenkin useita haasteita. Jalopuiden viljelyssä kannattaa kunkin puulajin kasvupaikkavaatimukseen perehtyä huolella. Useimpien jalopuulajien viljely on tällä hetkellä vielä moninkertaisesti kalliimpaa. Kalliimman taimiaineksen ja suojausta vaativien taimien lisäksi kustannuksia lisäävät eläintuhojen kautta syntyvät taimituhot ja sitä kautta kasvutappiot. Myös taimikonhoidon erityispiirteet ja yleinen kokemuksen puute erikoisempien puulajien kasvatuksessa aiheuttavat lisäkustannuksia. Esimerkiksi taimien

suojaus taimivaiheessa muodostaa uuden merkittävän kustannuslisän, johon ei olla kuusen, männyn tai edes koivun kasvattamisen kanssa totuttu. Hirvieläinten tekemät taimituhot näyttelevät ehkä suurinta estettä uuden puulajin valinnalle. Metsästys on tehokkainta taimituhojen torjuntaa, mutta metsästäjäkunta ikääntyy Suomessa eikä uusia harrastajia kaupungistumisen myötä enää välttämättä riitä hirvi-, peura- ja kauriskantaa suitsimaan.

Erikoisempien puulajien taimet ovat kalliita, ja niiden saatavuus on huono. Tähän voi ennustaa muutosta tukkiaineuksen laadun ja puutavaran kysynnän kasvaessa. Pitkällä aikavälillä voidaan olettaa, että jalopuiden, esimerkiksi tammen ja saarnen, kasvattaminen muodostuu jopa kuusen viljelyä kannattavammaksi toiminnaksi metsänomistajille. Laadukkaasta jalopuusta tehdään usein myös pitkäkestoisia rakennus- ja sisustusalan tuotteita, jotka sitovat hiiltä vuosikymmeniä. Tuholaisriskeihin voidaan myös varautua paremmin viljelemällä nykyistä useampia puulajeja. Monipuolinen lehtipuuviljely on merkittävää luonnon monimuotoisuuden kannalta tarjoten hyvän elinympäristön niin kolopesijöille, hyönteisille kuin sienillekin.

Lähteet

- Aalto, J. (2021). *STT. Kasvukausi pidentynyt Pohjoismaissa jopa 1,5 kuukaudella noin 70 vuoden aikana* <https://yle.fi/a/3-12160103>
- Blomqvist, J. (2016). *Stödutfodring av klövvilt i södra Sverige*. SLU Epsilon. <https://stud.epsilon.slu.se/8936/>
- Drössler, L., Övergaard, R., Ekö, P.-M., Gemmel, P., & Böhlenius, H. (2015). *Early development of pure and mixed tree species plantations in Snogeholm, southern Sweden*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 30(4), 304-316. <https://doi.org/10.1080/02827581.2015.1005127>
- Eckdahl, J. A., Kristensen, J. A., & Metcalfe, D. B. (2024). *Restricted plant diversity limits carbon recapture after wildfire in warming boreal forests*. *Communications Earth & Environment*, 5, 186. <https://www.nature.com/articles/s43247-024-01333-7>
- Hagman, M. (1997). *Kokemuksia hybridihaavasta*. *Sorbifolia* 28(2). <http://hdl.handle.net/10138/37418>
- Heikkilä, M. (2021). *Metsät kaipaavat uusia puulajeja*. Maatilan Pellervo 6–7/2021.
- Holm, S. (2004). *Metsätieteen aikakauskirja*. <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/533398/Holm.pdf?sequence=1>
- Hänninen, H.J.P. (2016). *Boreal and temperate trees in a changing climate: Modelling the ecophysiology of seasonality*. *Biometeorology*, Springer, Dordrecht, Netherlands. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/551684>
- Jonsson, M., Bengtsson, J., Moen, J., & Snäll, T. (2023). *Tree damage risk across gradients in tree species richness and stand age: Implications for adaptive forest management*. *Ecological Solutions and Evidence*, 10(7), e70071. <https://doi.org/10.1002/ecs2.70071>
- Karlsson, R. (2013). *Omvandling av granskog till ädellöv i södra Sverige – fallstudier från Söderåsens nationalpark och Raslångens ekopark*. SLU Epsilon. <https://stud.epsilon.slu.se/6019/>
- Keto-Tokoi, P. & Siitonen, J. (2021). *Puiden asukkaat*. Gaudeamus
- Kiuru, H. (2008). *Jalopuumetsät perustaminen ja hoito*. Metsäkustannus Oy
- Kiuru, H. (2012). *Taajamametsät suunnittelu ja hoito*. Metsäkustannus Oy
- Laki metsälain muuttamisesta 1085/2013 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20131085>
- Luonnonvarakeskus. (n.d.) *Ulkomaiset havupuut*. <https://www.luke.fi/fi/luonnonvaratieto/ulkomaiset-havupuut>
- Luonnonvarakeskus. (n.d.). *Mäntypuiden yleinen sienitauti: männnytyvitervastauti*. Luonnonvarakeskus. <https://www.luke.fi/fi/luonnonvaratieto/tiedetta-ja-tietoa/metsatuhot/metsatuhonaiheuttajat/taudit/mannytyvitervastauti>

- Luoranen, J. (2024). *Douglaskuusen ja lehtikuusen taimien istutuksen onnistuminen*.
Luonnonvarakeskus
https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/555342/Tietokortti_2024_Douglaskuusen%20ja%20lehtikuusen%20taimien%20istutuksen%20onnistuminen.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Maa- ja metsätalousministeriö. (2025). *Ilmastokestävä metsätalous*.
<https://mmm.fi/maankayttosektorin-ilmastosuunnitelma/ilmastokestava-metsatalous>
- Metsänhoitosuositukset (2025). *Taimikonharvennus*. Tapio
<https://metsanhoidonsuositukset.fi/fi/toimenpiteet/taimikonharvennus/toteutus#section-1072>
- Metsänhoitosuositukset. (2025). *Puulajin ja uudistamismenetelmän valinta*. Tapio
<https://metsanhoidonsuositukset.fi/fi/toimenpiteet/puulajin-ja-uudistamismenetelman-valinta/toteutus#section-87>
- Metsätieteen aikakauskirja. (2020). *Ilmastomuutos lisää metsätuhojen riskiä Suomessa*.
<https://www.metsatieteenaikakauskirja.fi/article/10454>
- Metsätieteen aikakauskirja. (2024, artikkeli 23013). *Douglaskuusen taimien pakkasenkestävyys on mäntyä ja kuusta huonompi: lyhytpäiväkäsittely douglaskuusen pakkasenkestävyyden parantajana*. <https://www.metsatieteenaikakauskirja.fi/article/23013>
- Metsänhoitosuositukset. (2025). *Puulajin ja uudistamismenetelmän valinta*.
<https://metsanhoidonsuositukset.fi/fi/toimenpiteet/puulajin-ja-uudistamismenetelman-valinta/toteutus#section-87>
- Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A., Velling, P., Heräjärvi, H., Verkasalo, E., (2008). *Koivun kasvatusta ja käyttöä*. Metsä Kustannus Oy
- Piri T., Höglund H., Selander A., & Hantula J., ISBN 978-952-283-084-5, pdf. Juurikäpätuhojen tunnistaminen ja torjunta 2024. Metsäkeskus Oy
www.metsakeskus.fi/sites/default/files/document/juurikaapatuhojen-tunnistaminen-ja-torjunta.pdf
- Piri, T., Vainio, E. J., Nuorteva, H., & Hantula, J. (2021). *High seedling mortality of Scots pine caused by Heterobasidion annosum s.s. Forests*, 12(9), 1289. <https://doi.org/10.3390/f12091289>
- Rantala, S & Anttila, T. (2004). *Lehtikuusen kasvatusta ja käyttöä*. Metsälehti Kustannus Oy.
- Reinikainen J. (1997) *Lehtikuusi ja muut ulkolaiset havupuut*. Metsälehti Kustannus Oy.
- Salomäki, J. (2025) *Metsätilojen hintakehitys Suomessa ja Ruotsissa*. Luento HAMK Metsätalouden koulutusohjelmassa. Ei julkinen materiaali.
- Sandell Festin, E. (2013). *Omvandling av granskog till ädellöv i södra Sverige – fallstudier från Söderåsens nationalpark och Raslångens ekopark*. SLU Epsilon.
- Skogsstyrelsen. (2023). *Faktablad: Sydsvensk blandskog*.
<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/hyggesfritt/faktablad-sydsvensk-blandskog.pdf>

Tigerstedt P.M.A. (1996), *Jalopuumetsät*. Metsälehti Kustannus Oy

Uotila, K. (2024) *Metsätaimituotannon ja monipuolistaminen ja pienerien tuotantokustannukset*.

Luonnonvarakeskus

https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/555389/Tietokortti_2024_Metsataimituotannon_monipuolistaminen_ja_pienerien_tuotantokustannukset.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Valkonen, S. Rantala S, Sipilä A, 1995, *Jalojen lehtipuiden ja tervalepän viljely ja kasvattaminen, Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 575*. Metsätutkimuslaitos, Vantaan tutkimuskeskus.

Valkonen, S. 2018, *Tapion Taskukirja*, Metsäkustannus Oy

Venäläinen, M., Harju, A., Nikkanen, T., Paajanen, L., Velling, P. & Viitanen, H. 2001. *Genetic Variation in the Decay Resistance of Siberian Larch (Larix sibirica Ledeb.) Wood. Holzforschung 55: 1–6.*

<https://jukuri.luke.fi/handle/10024/551684>

Viherä-Aarnio, A. (15.4.2002). *Pyökistäkö puulaji meille?* <https://www.metsalehti.fi/blogit/pyokistako-puulaji-meille/#5c4394ff>