

Tanja Taupila

ARVIO JUURIKÄÄVÄN TALOUEDELLISISTA VAIKUTUKSISTA

Kuivan kankaan männyllä sekä
lehtomaisen ja tuoreen kankaan kuusella

Opinnäytetyö

Luonnonvara-alan ammattikorkeakoulututkinto

Metsätalouden koulutus

2023



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	metsätalousinsinööri (AMK)
Tekijä/Tekijät	Tanja Taupila
Työn nimi	Arvio juurikäävän taloudellisista vaikutuksista kuivan kankaan männyllä sekä lehtomaisen ja tuoreen kankaan kuusella
Toimeksiantaja	Luonnonvarakeskus
Vuosi	2023
Sivut	47 sivua, liitteitä 1 sivua
Työn ohjaaja	Kalle Karosto

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin männyn- ja kuusenjuurikäävän aiheuttaman sienitaudin taloudellisia vaikutuksia metsänomistajien tuloon sekä metsänkasvatuksen kannattavuuteen. Männiköiden talouslaskennassa arvioitiin juurikäävästä johtuvan puutavaraluokan aleneman aiheuttamaa tulonmenetystä metsänomistajalle kuivan kankaan kasvupaikalla. Lehtomaisella ja tuoreella kankaalla kasvavan kuusen osalta tarkasteltiin puulajin vaihdon vaikutusta metsänomistajan tuloon, kun kuusi korvataan rauduskoivulla taudin hävittämiseksi kasvupaikalta. Arviot koskevat kuivan kankaan männiköitä koko Suomessa ja lehtomaisen sekä tuoreen kankaan kuusikoita Etelä-Suomen alueella.

Juurikäävän metsänomistajille aiheuttamaa tulonmenetystä sekä metsänkasvatuksen kannattavuuden heikkenemistä tarkasteltiin MOTTI-metsikkösimulaattorilla tuotetun aineiston perusteella. MOTTI-aineistoa hyödyntäen laskettiin arviot juurikäävän aiheuttamista mahdollisista taloudellisista tappioista metsänomistajalle. Taloudellisten menetysten laskenta perustui valituille alueille laskettujen metsikkökohtaisten paljaan maan arvojen (BLV) vertailuun ja analysointiin. Metsänomistajan tulonmenetystä arvioitiin olettamalla, että juurikäpä aiheuttaa 20–80 % suuruista puutavaralajisiirtymää tukista kuituun tai raakkiin ja laskee paljaan maan arvoa vastaavasti. Tulokset laskettiin kolmella eri korkokannalla, jotta metsänomistajan erilaiset tuottovaatimustasot tulisivat huomioituksi.

Käytännön metsätalouteen kytkeytyvänä tavoitteena oli tutkia, eroavatko juurikäävän aiheuttamat taloudelliset tappiot eri alueilla metsää kasvattavien metsänomistajien välillä. Tulosten perusteella voitiin pohtia, asettavatko juurikäpätuhot eri maantieteellisillä alueilla toimivat metsänomistajat eriarvoiseen taloudelliseen asemaan ja tarvitsisiko päätöksenteossa huomioida juurikäpätuhoon aiheuttamat erot metsänkasvatuksen kannattavuuteen. Laskettujen tulosten perusteella kuivan kankaan männiköissä tulonmenetykset voivat olla kuusikoita merkittävimpiä. Lisäksi Pohjois-Suomessa kuivan kankaan männiköiden kasvatus voi kääntyä kokonaan tappiolliseksi, kun taas Etelä-Suomen kuusikoissa puulajin vaihto ei romahduta kannattavuutta lopullisesti edes korkeammilla korkokannoilla laskettuna.

Tässä työssä käytetty MOTTI-aineisto luotiin osaksi Luonnonvarakeskuksen tutkimusprojektia, jossa arvioitiin valtakunnallisesti metsätuhojen aiheuttamia kustannuksia. Tässä työssä hyödynnettiin samaa aineistoa yksittäisten metsänomistajien näkökulmasta.

Asiasanat: juurikäpä, metsätalouden kannattavuus, paljaan maan arvo

Degree title	Bachelor of Natural Resources
Author (authors)	Tanja Taupila
Thesis title	Evaluation of the financial impact of the root rot on dry heath pine stand and fresh heath and grove-like heath spruce stand
Commissioned by	Luonnonvarakeskus
Time	2023
Pages	47 pages, 1 pages of appendices
Supervisor	Kalle Karosto

ABSTRACT

This thesis examined financial impact of the fungal disease caused by root rot in pine and spruce. It was examined by analyzing its effect on forest owners' income and the profitability of forest cultivation. For pine stands, the calculations estimated the income loss for forest owners due to the decline in timber quality caused by root rot in dry heath sites. Regarding spruce growing in fresh and grove-like heat, the study explored the impact of changing tree species on the forest owners' income, particularly when replacing spruce with silver birch to eliminate the disease from the site. The estimates focused on dry heath pine stands across Finland and spruce stands in fresh heath and grove-like heath in the Southern Finland region.

The income loss caused by root rot for forest owners and the decline in the profitability of forest cultivation were analyzed based on data produced by the MOTTI forest simulator. Estimates for potential financial losses for forest owners due to root rot were calculated by utilizing the MOTTI dataset. The results were based on the comparison and analysis of bare land values (BLV) calculated for selected areas. The forest owners' income loss was assessed by assuming that root rot would cause a 20 % to 80 % shift in timber quality from logs to pulp or fuelwood. The results were calculated with three different interest rates to account for forest owners' varying return requirements.

The practical goal linked to forestry was to provide additional information for decision-making by examining how financial losses caused by root rot differed between forest owners in different regions. The results were used to consider whether root rot damages could lead to unequal financial positions for forest owners in different geographical areas and potentially prompt the need to develop new treatment recommendations or support measures to equalize differences caused by root rot conditions among forest owners. Based on the results, income losses in dry heath pine stands can be significant, with the potential for greater impact than in spruce stands. Additionally, in Northern Finland, the cultivation of dry heath pine stands may turn entirely unprofitable, whereas in Southern Finland's spruce stands, changing tree species does not permanently affect profitability even under higher interest rates.

The MOTTI dataset used in this work was originally developed for a research project by the Natural Resources Institute Finland where they evaluated the nationwide costs of forest damages. This same dataset was used in this study from the perspective of the forest owners.

Keywords: root rot, forestry profitability, bare land value

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	JUURIKÄÄPÄ SUOMESSA	7
	2.1 Suomessa esiintyvät juurikäpälajit	7
	2.2 Juurikäävän maantieteellinen levinneisyys	9
	2.3 Juurikäpätuhojen ennuste	11
	2.4 Juurikäävän torjunta.....	12
3	JUURIKÄÄVÄN VAIKUTUS METSÄNKASVATUKSEN KANNATTAVUUTEEN	16
	3.1 Metsätalouden tulot.....	16
	3.2 Metsän puuntuotannollinen arvo	18
	3.3 Metsänomistajan tuottovaatimus.....	19
	3.4 Juurikäävän aiheuttama tulonmenetyks.....	20
4	AINEISTO JA MENETELMÄT	21
	4.1 Työssä tarkastellut alueet ja kasvupaikat.....	21
	4.2 Aineiston kuvaus ja simulointi MOTTI-laskentaohjelmalla	23
	4.3 Männyn simulointiaineisto	24
	4.4 Kuusen simulointiaineisto	25
	4.5 Tutkimusmenetelmä.....	26
5	TULOKSET	27
	5.1 Tarkastelun tavoitteet.....	27
	5.2 Juurikäävän aiheuttaman tulonmenetyksen tarkastelu männyllä	28
	5.3 Juurikäävän aiheuttaman tulonmenetyksen tarkastelu kuusella	33
6	POHDINTA.....	34
	6.1 Työn luotettavuuden arviointi	34
	6.2 Juurikäävän vaikutus metsänkasvatuksen kannattavuuteen on merkittävä kuivan kankaan männiköissä.....	36
	6.3 Puulajin vaihto kuusella ei aiheuta kannattavuuden romahdusta.....	38

6.4 Metsänomistajat eriarvoisessa asemassa juurikäpäriskin

toteutuessa.....39

LÄHTEET 41

LIITTEET

Liite 1. Euromääräiset arviot juurikäävän aiheuttamista tappioista metsänomistajalle kuivan kankaan männiköissä.

1 JOHDANTO

Juurikäpä on Suomen kuusikoiden ja männiköiden taloudellisesti merkittävin lahottajasieni. Tämä arvokasta tukkipuuta tuhoava sienitauti aiheuttaa Suomessa n. 60 milj.€ suuruiset taloudelliset menetykset metsänomistajille. Metsänkasvatus on taloudellista toimintaa, jonka kannattavuutta metsänomistaja arvioi metsästä saatavien tulojen ja sen aiheuttamien kustannusten perusteella. Juurikäävän aiheuttamien taloudellisten menetysten arviointi on ajankohtaista, sillä puutavaran tarve tulee kasvamaan ja lahottajasienen on ennakoitu lisääntyvän pitkällä aikavälillä. Metsänomistajalle metsätalouden harjoittamisen kannusteena toimii useimmiten metsästä saatu taloudellinen hyöty, minkä vuoksi on tarpeen arvioida juurikäävästä johtuvaa tulojen menetystä.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella karkealla tasolla männyn- ja kuusenjuurikäävän vaikutusta metsänkasvatuksen kannattavuuteen eteläisessä ja pohjoisessa Suomessa. Männynjuurikäävän osalta selvitettiin juurikäpätuhojen taloudellisia vaikutuksia kuivan kankaan kasvupaikalla. Kuusenjuurikäävän osalta työssä arvioitiin puulajinvaihdoksen vaikutusta metsänomistajan tuloon Etelä-Suomessa. Männyn kasvatusta kuivalla kankaalla haluttiin tarkastella siitä syystä, ettei kuivalla kankaalla ole pääsääntöisesti muuta vaihtoehtoa kuin jatkaa männyn kasvatusta juurikäpätuhoista huolimatta, sillä muut puulajit eivät juurikaan menesty kyseisellä kasvupaikalla. Kuusen osalta oli mielenkiintoista arvioida, miten puulajin vaihto voi vaikuttaa metsänomistajien metsänkasvatuksen kannattavuuteen. Puulajin vaihtoon liittyvistä taloudellisista vaikutuksista on löydettävissä aiempia taloudellisia laskemia, mutta kuivan kankaan männylle tällaisia ei ole laadittu.

Opinnäytetyön aihe muodostui työharjoittelun aikana Luonnonvarakeskuksessa ja opinnäytetyön yhteydessä luotu MOTTI-aineisto sekä taloudelliset laskelmat olivat osa Luonnonvarakeskuksen toteuttamaa Metsätuhojen kokonaisvaltainen arviointi -projektia. Arvioinnin tuloksena saatiin tärkeimpien metsätuhonaiheuttajien kustannuksista tietoa, jota voidaan hyödyntää Suomen metsäpoliittisessa päätöksenteossa. Projekti oli jaettu kuuteen työkirjaan, joista ensimmäisessä hyödynnetään tämän opinnäytetyön laskelmien tuloksia.

2 JUURIKÄÄPÄ SUOMESSA

2.1 Suomessa esiintyvät juurikäpälajit

Juurikäävät ovat metsäpuiden rungon ja juuriston lahottajasieniä, jotka tuottavat metsiin lahovikaista havu- ja lehtipuuta. Juurikäävät leviävät terveisiin metsiin ilmavirtausten mukana leviävien itiöiden avulla, jotka lähtevät kasvuun tuoreilla kantopinnoilla tai puuaineksen paljastavissa vaurioissa. Suomen ilmastossa taudinaiheuttajaiseni tuottaa kantaitiöitä ilmaan pääasiassa kesäaikaan, sillä talvella pakkaskauden aikana itiöitä ei muodostu. Metsikön sisällä juurikäpä leviää kannoista eläviin puihin rihmastonsa avulla ja siirtyy puusta toiseen juuristoyhteyksien sekä juurten välisten hankaumien kautta. (Huuskonen ym. 2014.) Tutkijat (Kasanen 2009) ovat myös esittäneet arvioita siitä, että tietyt kaarankuoriaiset, kuten tukkimiehentäit, saattaisivat levittää juurikäpää. Käävät ts. itiöemät löytyvät yleensä puiden juurien alla olevista onkaloista, juurakoiden kätköistä ja ontoista kannoista (Hynynen ym. 2017, 85; Kasanen 2009, 90-94).

Juurikäävät ovat luontainen osa metsäekosysteemiä, kuten muutkin metsissä esiintyvät sienitaudit. Muihin tauteihin verrattuna juurikäpä on kuitenkin erityisen haitallinen talousmetsissä, sillä se vähentää arvokkaan tukkipuun saantoa ja sitä kautta vähentää metsänomistajan tuloa. Samalla se hyötyy metsätaloudesta, jolloin sitä esiintyy runsaammin talousmetsissä kuin luonnonmetsissä. Tämä johtuu siitä, että metsätalouden hakkuiden myötä lisääntyvä kantopinta-ala, kesäkauteen ajoittuvat hakkuut sekä korjuun aiheuttamat hakkuuvauriot helpottavat lahottajasienen leviämistä. Talousmetsään päätynyt juurikäpä aiheuttaa puuston kasvutappioita ja kuolleisuutta sekä laatuvikaa itse puuraaka-aineeseen. Tauti altistaa puuston myös muille seurannaistuhonille, kuten tuulenkaadoille ja hyönteisvaurioille. (Uotila ym. 2020, 60.) Juurikäävät muodostavat metsikölle yleensä pysyvän kroonisen haitan. Tauti siirtyy vaivatta infektoituneesta puusta ja puusukupolvesta toiseen niin kauan kuin sille sopivia puulajeja on metsikössä tarjolla. Juurikäpä voi säilyä elinkykyisenä vanhoissa kannoissa jopa 40 vuotta ja saastuttaa puustoa samalla kasvupaikalla satoja vuosia. (Müller ym. 2012, 312; Korhonen & Lipponen 2001; Kasanen, 2009; Hantula ym. 2022; Hynynen ym. 2017, 85; Luonnonvarakeskus 2019; Piri 2014, 111; Piri 2002, 42.)

Suomessa tavataan kahta juurikäpälajia, pääasiassa männyn juuristoa lahottavaa männynjuurikäpää (*Heterobasidion annosum* s.s) ja kuusen lahottajaksi erikoistunutta kuusenuurikäpää (*Heterobasidion parviporum*). Juurikäpää aiheuttaa tautia, jota kutsutaan männyllä tyvitervastaudiksi ja kuusella kuusen tyvilahoksi. Tärkeimpien isäntäkasviensa mukaan nimetyistä sienitaudeista huolimatta nämä juurikäävät tarttuvat myös muihin puulajeihin. (Müller ym. 2012; Korhonen & Lipponen 2001; Kasanen, 2009; Hantula ym. 2022; Luonnonvarakeskus 2019.)

Männynjuurikäpää aiheuttaa infektoituneessa metsikössä männyn tyvitervastautia, joka lahottaa männyn juuristoa heikentäen puun veden ja ravinteiden saantia. Tyvitervastautiin sairastuneen männyn latvuksen toiminta heikkenee, jolloin puun pituuskasvu tyrehtyy, puu harsuuntuu ja lopulta kuolee. Taudin alkuvaiheessa metsikössä esiintyy yksittäisiä kuolleita tai harsuja mäntyjä, mutta taudin edetessä männikköön muodostuu pesäkkeitä, joiden keskellä on kuolleita ja reunoilla eriasteisesti sairastuneita puita. Pitkään kasvupaikkaa vaivanneessa tartunnassa männyn kuolevat ryhmittäin jättäen metsään aukkoja. Tyvitervastauti tapaa kaikenikäisiä mäntyjä pienistä taimista suuriin tukkipuihin, ja nuoret männyn kuolevat usein jo yhden kasvukauden aikana. Lisäksi se tuhoaa lehtipuita ja katajia sekä aiheuttaa kuusella tyvilahoa samalla tavalla kuin kuusenuurikäpää. (Luonnonvarakeskus 2017; Luonnonvarakeskus, 2022; Uotila ym. 2020, 89–90.)

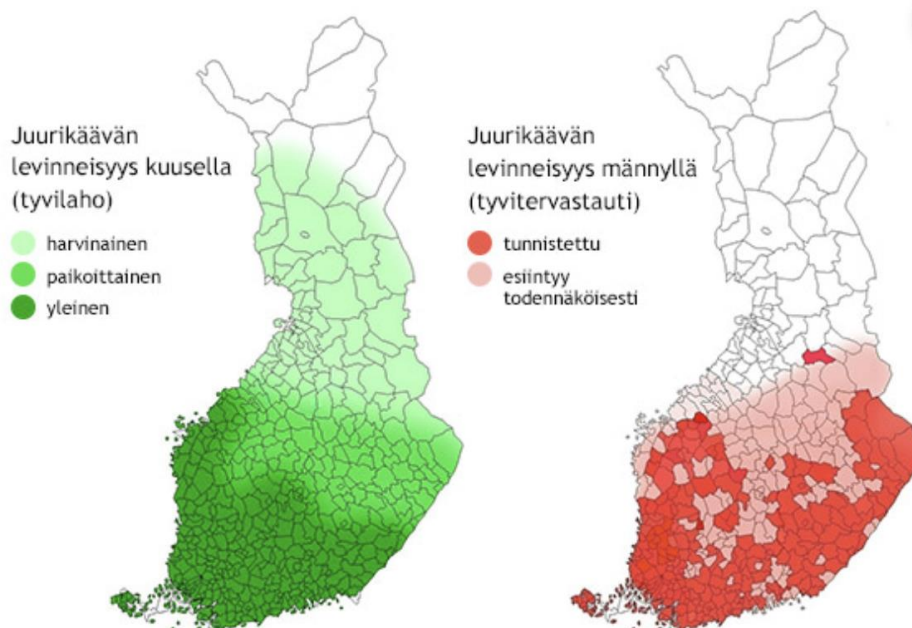
Tyvitervastautisen männyn rungon tyvi pihkoittuu voimakkaasti, kun puu pyrkii estämään sienien etenemisen ylös runkoa pitkin. Tämä puolustusreaktio pysäyttää lahon etenemisen juuren tyvelle n. 20–30 cm korkeuteen eikä juurikäpää pääse tuhoamaan runkopuuta. Tämä ei kuitenkaan pelasta tartunnan saanutta mäntyä, vaan sen juuret lahoavat tervastumisesta huolimatta. Lisäksi tyvitervastauti altistaa puun hyönteis- ja tuulituhoille. Sairastunut mänty voi kaikesta huolimatta sinnitellä hengissä jopa vuosikymmeniä ja tartunnan saaneet rungot voivat olla käyttökelpoisia, mikäli ne kerätään pois ajoissa. Tautipesäkkeet ja kuolleet puut kuitenkin heikentävät puuntuotosta, jolloin metsä jää taloudellisesti vajaatuottoiseksi. (Uotila ym. 2020, 89–91; Korhonen & Lipponen 2001, 453; Luonnonvarakeskus 2022c; Hynynen ym. 2017, 85; Kasanen 2009, 96.)

Kuusenjuurikäävän aiheuttama tyvilaho tulee ilmi usein vasta päätehakkuun yhteydessä. Tauti on vaikea tunnistaa pystykuusikossa, sillä tyvilahoiset kuuset voivat näyttää hyväkasvuisilta ja latvus säilyy vihreänä hyvin pitkään (Uotila 2009, 59). Tyvilahoa voi pyrkiä tunnistamaan yksittäisistä kaatuneista puista, jotka ovat katkenneet rungon alaosasta ja joiden juuristo on lahonnut sekä katkeillut jääden pääosin maan alle. Tyvilaajentumaa ja latvuksen har-suuntumista ei pidetä kovin luotettavina tyvilahon oireina, koska niiden taustalla voi olla muitakin syitä. Kuusenjuurikäpä lahottaa puun sydänpuuta run-gossa sekä juuristossa, kunnes puu lopulta lahoaa ontoksi. Tutkimusten mu-kaan lahon etenemisnopeus on 20–40 cm vuodessa kuusen elävässä run-gossa ja se voi nousta jopa 10 m korkeuteen. (Luonnonvarakeskus 2022b; Kasanen 2009, 94.)

Kuusenjuurikäpä on kuusikoiden pahin lahottaja ja alueilla, joissa juurikää-pää esiintyy runsaasti, keskimäärin joka kuudes tai seitsemäs päätehak-kuikäinen kuusi on juurikäävän tartuttama. Tyvilaho vähentää talousmetsien kuusitukkipuun tuotosta merkittävästi. (Uotila ym. 2020, 60.) Tyvilaho aiheut-taa puutavaralajisiirtymää tukkipuusta kuitu- tai hylkypuuksi lahottaen tukin ar-vokkainta osaa. Tämä puolestaan vähentää metsänomistajan kantorahatuloloja jopa yli 30 % riippuen hakkuuhetken tukki- ja kuitupuun hinnasta. Tästä syystä tyvilaho on taloudellisesti Suomen suurin metsätuhon aiheuttaja. (Korhonen & Lipponen 2009, 455.)

2.2 Juurikäävän maantieteellinen levinneisyys

Juurikäpä on levinnyt koko pohjoiselle havumetsävyöhykkeelle sekä muuta-mille alueille myös eteläisellä pallonpuoliskolla (Müller ym. 2012, 312). Suomi sijaitsee juurikääpien levinneisyyden pohjoisrajoilla, ja maan sisäpuolella juuri-käpäriski vaihtelee metsikön sijainnin mukaan (Kasanen 2009, 90). Juurikää-pää esiintyy sekä turve- että kivennäismailla, mutta turvemailta tautia on löy-detty vähemmän (Luonnonvarakeskus 2022d, 57). Erityisen pahasti se vaivaa hyväkasvuisia kivennäismaiden kuusikoita sekä viljelmiä, jotka on perustettu ei-metsämaalle, kuten entisille pelloille ja laidunmaille (Korhonen ja Lipponen 2001, 455).



Kuva 1. Kuusen tyvilahon ja männyn tyvitervastaudin levinneisyys 2017 (Luonnonvarakeskus 2017)

Suomessa juurikäävän aiheuttama lahovikaisuus näyttää olevan runsasta vain maan eteläosissa eikä tällä hetkellä tiedetä, miksi sieni ei ole levinnyt aivan pohjoisen Suomen puurajalle asti. Tutkijat ovat kuitenkin arvioineet syyksi esim. pohjoisen erilaista ilmastoa ja juurikäävän lämpötilavaatimusta, maan happamuutta, kivennäismaiden vähyyttä sekä pohjoisen Suomen intensiivimetsätalouden lyhyttä historiaa. (Müller ym. 2012, 125; Luonnonvarakeskus 2018.)

Kuusen tyvilaho on yleinen Länsi- ja Etelä-Suomessa. Korhonen ja Lipponen (2001) havaitsivat tutkimuksessaan, että kuusen lahovikaisuus lisääntyy maaperän ravinteikkuuden ja pH:n lisääntyessä sekä etelään päin siirryttäessä. Tällä hetkellä tiedetään, että suurimmat tuhot juurikäpää aiheuttaakin juuri rannikkoseutujen kuusikoissa sekä kuusen parhailla kasvualueilla Lounais-Suomessa, Hämeessä ja Satakunnassa. Tähän syyksi on arvioitu maaperäte-kijöitä sekä muuta maata pitempää sulan maan kautta, joka on parantanut sien-
nen leviämismahdollisuuksia. Tautiesiintymät harvenevat Pohjois-Suomea kohti siirryttäessä ja myös Järvi-Suomen kuusikot ovat rannikkoalueita terveempiä. (Korhonen ja Lipponen 2001, 455.)

Männynjuurikäävän aiheuttama tyvitervastauti on levinnyt laajasti Etelä- ja Keski-Suomeen. Pohjoisessa sen levinneisyys rajoittuu Keski-Pohjanmaan ja

Pohjois-Karjalan alapuolelle, mutta yksittäisiä tautitapauksia on löydetty myös Pohjoisemmasta Suomesta (Kasanen 2009, 89). Yleisimmin tyvitervastauti on vaivannut mäntyjä Joensuu - Kokkola -linjan alapuolella, ja pahimmat tuhoalueet keskittyvät Saimaan ympäristöön Kaakkois-Suomessa (Kasanen 2009, 96). Viime vuosina taudista on tehty kuitenkin lukuisia uusia havaintoja Lounais-Suomessa sekä Etelä-Pohjanmaalla (Metsäkeskus 2019, 5).

Juurikäävät eivät aiheuta nopeasti leviäviä tai katoavia epidemioita, kuten useat muut metsätaudit. Juurikäpä on luonteeltaan kasvupaikan pysyvä taudinaiheuttaja sairastuttaen metsää puusukupolvesta toiseen ja leviten uusille alueille itiöiden avulla. Tästä syytä tuhotilanteessa ei tapahdu suurta vuosittaista vaihtelua vaan se muuttuu hitaasti (Luonnonvarakeskus 2022h, 60). Muutoksen suunta on kasvava, sillä tutkijoiden (Müller ym. 2014, 313) mukaan ilmaston ennakoitu lämpeneminen tulee lisäämään juurikääpiin liittyvää tuhoriskiä merkittävästi kaikkialla Suomessa.

2.3 Juurikäpätuhojen ennuste

Metsiköiden laatua alentavat tuhot ovat pysyneet melko samalla tasolla viimeisen kymmenen vuoden ajan Suomessa. Luonnonvarakeskuksen (2022i, 79) tuottaman tuoreimman valtakunnallisten metsien inventoinnin tulosten perusteella metsiköiden laatua alentavia tuhoja esiintyi vuonna 2021 yhteensä 5,1 miljoonalla hehtaarilla eli noin 26 %:lla puuntuotannon metsämaan pinta-alasta. Koko maan tasolla lumi- ja hirvituhot ovat ylivoimaisesti yleisimpiä metsiköiden laatua alentavia tunnettuja tuhoja. Sienitauteja sekä tervasrosoa esiintyy myös enemmän kuin muita tuhonaiheuttajia. Tuoreiden tulosten mukaan juurikäpä on yhdeksänneksi yleisin metsäntuhonaiheuttaja ja sen arvioidaan olevan päätuhonaiheuttaja n. 37 400 ha:n suuruisella alueella Suomessa. (Luonnonvarakeskus 2022i, 78.)

Juurikäpäsiementen aiheuttamaa kuusen tyvilahoa on pidetty ensisijaisesti vartuneiden kuusikoiden ongelmana, sillä lahoppuun osuus on toistaiseksi pysynyt ensimmäisissä harvennushakkuissa suhteellisen pienenä. Tämä johtuu siitä, että edellinen puusukupolvi on ollut terve tai lähes terve. Tästä syystä seuraavan kuusisukupolven taimet ovat säästyneet vanhojen kantojen levittämältä juurikäpätartunnalta ja metsikköön myöhemmin harvennushakkuiden

seurauksena tarttunut juurikäpää ilmenee vasta kiertoajan loppupuolella tyvitukkien lahoamisena. Viimeaikaisen arvion mukaan tilanne näyttää kuitenkin olevan muuttumassa. Nuoret, paikoin vielä taimikkovaiheessa olevat istutuskuusikot, ovat kärsineet juurikäpälahosta mm. Länsi- ja Keski-Suomessa. Näissä tapauksissa kuuset ovat saaneet tartunnan edellisen puusukupolven lahoista kannoista. (Luonnonvarakeskus 2017, 23.)

Havainnot yhä nuorempien kuusikoiden pahoista tyvilahoesiintymistä ovat lisääntyneet, ja käynnissä olevien selvitysten mukaan kuusenjuurikäpää näyttää olevan Etelä-Suomessa jopa aiemmin luultua yleisempi. Kuusen viljelyalan lisääntyessä lahovikaisten kuusikoiden ennustetaan edelleen yleistyvän Suomessa. Mäntyjä tappavan tyvitervastaudin leviämisessä ei myöskään näy laantumisen merkkejä. Viime vuosina tyvitervastautipesäkkeitä on löytynyt lisääntyvässä määrin myös Länsi-Suomesta, missä taudin esiintyminen on ollut tähän saakka harvinaista. (Luonnonvarakeskus 2018, 23; Luonnonvarakeskus 2018i; Luonnonvarakeskus 2021c,17.)

Metsätalouden kannalta juurikäävän aiheuttamien tuhojen ennakointi ja torjunta ovatkin välttämättömiä. Tällä hetkellä juurikäävän levinneisyydestä ei ole systemaattista seurantaa pois lukien valtakunnallinen metsien inventointi, jota pidetään koealojen ulkoiseen tarkasteluun perustuvasta mittaustavastaan johdettua selkeästi aliarviona. (Luonnonvarakeskus 2022i, 17.) Riskikohteiden tunnistamiseksi tarvitaan uutta ja parempaa tietoa sekä ajantasaista seurantaa juurikäävän levinneisyydestä tai sen kehityssuunnasta (Metsäkeskus 2022).

2.4 Juurikäävän torjunta

Juurikäpää on luonteeltaan krooninen kasvupaikan haitta ja siirtyy seuraavaan puusukupolveen ongelmitta, ellei sitä torjuta aktiivisesti. Juurikäävän torjunnan tärkein tavoite onkin estää sienien leviäminen terveisiin metsiin, sillä kun metsikkö on saanut tartunnan, heikkenevät sen torjuntamahdollisuudet merkittävästi. (Metsäkeskus 2019; Tapio 2019.) Yksikään nykyisistä käytössä olevista torjuntakeinoista ei ole täydellisen tehokas, ja mitä aikaisemmassa vaiheessa metsää pyritään suojaamaan sieni-infektiolta, sitä paremmat mahdollisuudet sillä säästyä pahoilta tuhoilta (Metsäkeskus, 2019). Tästä syystä juurikäpää on otettu huomioon myös metsänhoitosuosituksissa ja metsätuhojen

torjuntaa koskevassa lainsäädännössä (Laki metsätuhojen torjunnasta 2016). Metsäkeskuksen (2019) selvityksen mukaan lakia noudattamalla voidaan rajoittaa merkittävästi juurikäpäsienten leviämistä sekä vähentää tuhoja.

Suomen metsien hyvän terveydentilan ylläpitämiseksi sekä metsätuhojen torjunnan varmistamiseksi valtioneuvosto on määrännyt asetuksen, joka velvoittaa metsän hakkaajan torjumaan juurikäpää eteläisen ja keskisen Suomen havupuumetsiköissä toukokuun alun ja marraskuun lopun välisenä aikana. (Laki metsätuhojen torjunnasta 2016.) Laissa ja asetuksessa määritetään alueellisesti ja ajallisesti tärkeimmät juurikäävän torjuntakohteet sekä hyväksytyt torjuntamenetelmät. Lain edellyttämä torjunta ei kuitenkaan ole täysin kattava, vaan metsänomistaja voi oman harkintansa mukaan vaatia torjuntaa myös silloin, kun laki ei sitä velvoita mutta metsänhoidon suositusten (Tapio, 2023) mukaan se olisi aiheellista. Juurikäävän torjuntakustannukset ovat arviolta noin 10 milj. euroa vuosittain. (Uotila ym. 2020, 21.)

Juurikäpää ennaltaehkäiseviä torjuntamenetelmiä ovat kantojen käsittely kasvinsuojeluaineella sekä hakkuiden ajoittaminen talviaikaan (Tapio 2023; Metsäkeskus 2019). Sulanmaan aikaan tehtävien harvennus- ja päätehakkuiden yhteydessä puiden kaatopinnat tulee käsitellä joko kemiallisella urealiuoksella tai biologisella harmaaorvakkasienen itiöitä sisältävällä valmisteella (Metsäkeskus 2019). Hakkuukoneen lisälaitteella tehtävän torjunta-aineen levityksen tarkoitus on suojata terve metsä kuusen- sekä männynjuurikäävän itiötartunnalta ja estää taudin leviäminen yksittäisessä metsikössä sekä koko riskialueella että sen reunamilla (Tapio 2023; Luonnonvarakeskus 2020). Samaa lopputulosta tavoitellaan ajoittamalla hakkuut pakkaskauteen eli termisen kasvukauden ulkopuolelle. Tämä perustuu siihen, että lämpötilan ollessa alle nollan sienien itiötuotanto ja rihmaston kasvu pysähtyvät sekä itiöiden leviäminen estyy lumipeitteen vuoksi. (Uotila ym. 2020).

Valtaosa, jopa yli 90 %, tartunnoista voidaan torjua huolellisesti toteutetulla kantokäsittelyllä (Metsäkeskus 2019, 13). Laadukasta kantokäsittelyä edellyttää myös laki metsätuhojen torjunnasta (1087/2013), jossa ammattimaiselle torjuntatyönsuorittajalle on määrätty suorituksen omavalvontavelvollisuus. Luonnonvarakeskuksen (2020, 82) selvityksen mukaan lain voimaantulon myötä hyvin käsiteltyjen leimikoiden määrä on kasvanut ja heikkojen tai

tydyttävästi torjuttujen puolestaan vähentynyt. Hakkuiden ajoittaminen talveen toimisi, mutta se ei ole mahdollista esim. teollisuuden ympärivuotisen puun tarpeen vuoksi (Metsäkeskus 2019). Luonnonvarakeskuksen (2022k) tilastojen mukaan vuonna 2022 kesäaikaiset hakkuut (toukokuu-marraskuu) kattoivat yli puolet eli 55 % vuotuisesta teollisuuspuun hakkuukertymästä.

Urealiuoksella toteutettava juurikäävän torjunta on noussut lähiaikoina ajankohtaiseksi aiheeksi, sillä EU-komissio antoi kesäkuussa 2022 ehdotuksen torjunta-aineasetuksesta, jonka tavoitteena on puolittaa kemiallisten torjunta-aineiden käyttö vuoteen 2030 mennessä. Tämä koskettaa erityisesti juurikäävän torjuntaan käytettävää urealiuosta, joka luokitellaan haitalliseksi kasvinsojeluaineeksi (EU-komissio 2022). Maa- ja metsätalousministeriön mukaan (2022) kasvinsuojeluaineiden myyntimäärän kasvua Suomessa selittää erityisesti juurikäävän torjunnan yleistyminen, joka on nyt uhattuna, mikäli asetus astuu voimaan nyky muodossaan. Kaupallisissa hakkuissa käytetään lähes yksinomaan urealiuosta, sillä sen käyttö koetaan koneyrittäjien keskuudessa käytännöllisemmäksi kuin biologisen torjunta-aineen, joka mm. menettää käyttökelpoisuutensa nopeammin (Ministeriössä valmistellaan muutosta, kantokäsittelyä vain kesäkuusta syyskuulle 2022; Yara 2022; Rotstop 2022).

Edellä kuvaillut torjuntamenetelmät ehkäisevät uusia juurikääpä tartuntoja ja auttavat pitämään juuri- ja tyvilahon määrän metsissämme kohtuullisella tasolla (Korhonen ja Lipponen 2001). Tartunnan saanutta metsikköä ei kuitenkaan voida parantaa kantokäsittelyn tai talviaikaisten hakkuiden avulla. Metsään päästyään tauti etenee kasvullisesti juuristosta toiseen metsikön päätehakkuuseen asti ja siitä seuraavaan puusukupolven edellisen lahoavien kantojen juurista. Tällä hetkellä ainoana keinoina hävittää juurikääpä infektoituneesta metsiköstä pidetään uudistamisen jälkeisen seuraavan puusukupolven vaihtoa juurikääpää kestäväksi lehtipuuksi. Yhden lehtipuusukupolven aikana juurikäävän määrä kasvupaikalla vähenee tehokkaasti, mikäli havupuut pidetään sieltä poissa koko metsikön kiertoajan. (Luonnonvarakeskus 2021i.) Tällöin edellisen puusukupolven aikana saastuneet kannot maatuvat ja kasvupaikka puhdistuu juurikäävästä (Metsäkeskus 2019, 26–27). Lisäksi seka puustoisuuden on todettu lievästi vähentävän tyvilahon leviämistä juuriyhteyksien kautta, sillä juurikäävät eivät tartu esim. haapaan (Uotila ym. 2015). Näin

ollen sekapuustoisuusasteen nosto voidaan nähdä myös yhtenä torjuntakeinona (Luonnonvarakeskus 2022d).

Hakkuun jälkeisen uudistamisen puulajinvalintaa määrittää se, onko kyseisen metsikön lahon aiheuttajana kuusenjuurikäpä vai männynjuurikäpä. Tyvilahoiselle kuusikolle sopivia puulajeja ovat koivu, muu lehtipuu tai mänty, mikäli varmistutaan siitä, ettei metsikössä esiinny myös männynjuurikäpää. Männynjuurikäävän osalta tilanne on huonompi, sillä se tarttuu kaikkiin havupuihin aiheuttaen kuusille samakaltaisen tyvilahon kuin kuusenjuurikäpä. Männynjuurikäpä tarttuu myös koivuun ja heikentää sen elinvoimaa, mutta se ei Suomen olosuhteissa leviä enää seuraavaan puusukupolveen, vaikka se olisikin mäntyä tai muuta havupuuta. (Routa ja Huuskonen 2022, 65.) Puulajin vaihtoa rajoittavat kuitenkin lehtipuiden erilaiset kasvupaikkavaatimukset, sillä lehtipuu ei menesty männylle tyypillisillä kuivilla ja karuilla kasvupaikoilla. (Metsäkeskus 2019.) Lisäksi lehtipuukierron käytön houkuttelevuutta vähentää hirvivahinkojen suuri riski sekä lehtipuiden havupuuta alhaisempi taloudellinen tuotto (Müller ym. 2012, 315).

Tutkimustyö uusien juurikäävän torjuntamenetelmien kehittämiseksi on tällä hetkellä vilkasta. Luonnonvarakeskuksessa on kehitteillä mm. patenttisuojan saanut virustorjuntamenetelmä, jossa puun juuristoon jo levinneen juurikäävän kykyä aiheuttaa tauti pyritään heikentämään tartuttamalla niihin sen elinvoimaa syöviä muita viruksia. Lisäksi on havaittu, että männynjuurikäävän leviämistä taimikoissa voidaan ehkäistä kaatamalla tartuntapesäkkeen ympäriltä terveitä mäntyjä, joiden kannot käsitellään biologisella torjunta-aineella. Ratkaisuja juurikäpäongelmaan haetaan myös havupuiden geneettisestä jalostuksesta, jotta ne kestäisivät juurikäpää aiempaa paremmin. (Hantula 2020.)

Juurikäävän torjunnan tehostamiseksi ja juurikäävän leviämisen estämiseksi tarvitaan ajantasaista tietoa juurikäpätilanteesta Suomessa sekä metsikkökohtaista tietoa torjunnan ohjeistamiseksi. Tähän tarpeeseen vastatakseen eri asiantuntijatahot ovat käynnistäneet vuonna 2023 valmistuvan TyviTuho-yhteishankkeen, jonka tavoitteena on mallintaa kustannustehokas kasvatus- ja uudistamismenetelmä juurikäävän torjumiseksi riskialueilla soveltaen hakkuukoneiden metsäoperaatioiden yhteydessä tuottamaa tietovirtaa (Metsäkeskus 2022).

3 JUURIKÄÄVÄN VAIKUTUS METSÄNKASVATUKSEN KANNATTAVUUTEEN

3.1 Metsätalouden tulot

Metsät peittävät yli 75 prosenttia Suomen maapinta-alasta, josta puuntuotantoon soveltuvaa metsämaata on 20,3 miljoonaa hehtaaria (Luonnonvarakeskus 2021a). Oma metsätila on merkittävä tulolähde ja varallisuuslaji lähes 745 00 suomalaiselle yksityismetsän omistajalle. Heidän lisäksensä metsämaata omistavat metsäyhtiöt, valtio sekä muut toimijat, kuten metsärahasotot. (Luonnonvarakeskus 2022j; Linna 2012, 27–35, 43.) Yksityisten metsänomistajien bruttokantorahatulot olivat vuonna 2021 yhteensä 2,33 miljardia euroa. Bruttokantorahatulo saadaan kertomalla vuotuiset puutavaralajitteiset hakkuumäärät keskimääräisillä pystykauppahinnoilla, ja se kertoo metsänomistajan puhtaan tulon ilman metsänkasvatukseen käytettyjen menojen vähennystä. (Luonnonvarakeskus 2022f.)

Yksityismetsien liiketulos vuonna 2021 oli puolestaan 2,1 miljardia euroa. Yksityismetsätalouden liiketulos muodostuu bruttokantorahatulojen lisäksi valtion metsänomistajalle maksamista puuntuotannon tuista, joista on vähennetty metsänhoitoon ja parannukseen tehdyt investoinnit sekä hallinnosta ym. aiheutuvat muut kustannukset. Parhaiten metsästä saatuja vuosittaisia tuloja kuvaa kuitenkin metsän omistajan nettokantorahatulo, joka huomioi edellä mainittujen vähennysten lisäksi myös rahoituskulut, verot ja metsätaloudenpoistot, kuten konehankinnat. Suomalaisten yksityismetsänomistajien nettokantorahatulot olivat vuonna 2021 yhteensä 2,3 miljardia euroa. (Linna 2012, 85; Luonnonvarakeskus 2022f.)

Metsänomistajan vuoden 2022 kantorahatuloista 70 % kertyi tukkipuun kaupasta. Tuloista 46 % saatiin aiempien vuosien tapaan kuusipuusta. Kuusen osuus yksityismetsien kantorahatuloista korostuu Etelä-Suomen rehevien kasvupaikkojen maakunnissa, kuten Uudellamaalla, Päijät-Hämeessä ja Pirkanmaalla. Mänty on tärkeä puulaji puolestaan Lapissa, Kainuussa ja Etelä-Pohjanmaalla 54–76 prosentin osuudella saaduista kantorahatuloista. Maantieteellisesti metsätalouden liiketulos vaihtelee Etelä-Suomen 200 eurosta

Pohjois-Suomen 65 euroon hehtaarilta. Metsänkasvatukseen puolestaan investoitiin koko maassa yhteensä 199 miljoonaa euroa. (Luonnonvarakeskus 2022f.)

Metsänkasvatus on metsänomistajalle tuloja tuottavaa taloudellista toimintaa, ja metsänkasvatuksen lähtökohtana onkin useimmiten metsästä saatava taloudellinen hyöty (Hynynen 2005, 161; Rantala 2012, 9-11; Kuuluvainen & Valsta 2009, 151 ja 141). Metsänomistajalle voivat olla tärkeitä myös muut kuin puuntuotannolliset tavoitteet, mutta metsänomistuksen tarkastelua taloudellisesta näkökulmasta ei voi ohittaa. Metsänomistajalle metsäpalsta on taloudellista pääomaa, jonka arvo nousee ja laskee (Linna 2012, 27). Lisäksi metsässä tehdyt hoidolliset toimenpiteet tuottavat taloudellisia tapahtumia, kuten menoja ja tuloja. Metsän omistaminen on myös taloudellisesti tuottavaa, sillä puun myynti tuottaa pääomatuloja ja metsänhoidolliset toimenpiteet kasvattavat pääomaa eli puustoa. (Kuuluvainen & Valsta 2009, 60, 141.) Metsänomistaja, joka arvostaa metsän puuntuotannosta saatavaa rahallista tuottoa, käsittelee metsää yhtenä sijoituskohteena muiden sijoituskohteiden joukossa. (Kuuluvainen ja Valsta 2009, 13–15.)

Metsänomistajan metsästään saama tulovirta kuitenkin vaihtelee vuosittain. Puunmyyntitulojen suuruuteen ja maksusuoritusten ajankohtaan vaikuttavat mm. puumarkkinoiden kysynnän ja hinnan muutokset, kasvatettavan puuston ominaisuudet sekä metsänhoidon kustannukset. Hakkuut eivät useinkaan jakaudu tasaisesti eri vuosille (Kuuluvainen & Valsta 2009, 147). Jonakin vuonna metsästä kertyy mukavasti puunmyyntituloja, ja toisinaan se aiheuttaa pelkkiä kustannuksia esim. hakkuun jälkeisestä metsän uudistamisesta. Tästä syystä metsänomistajalle kertyvät nettokantorahatulot eivät yksistään kerro metsätalouden pitkän ajan kannattavuudesta, sillä ne eivät huomioi, miten tuotot ja kustannukset jakaantuvat ajallisesti. (Kuuluvainen & Valsta 2009, 146–147.)

Taloudellisin perustein metsää hoitava omistaja on kiinnostunut kantorahatulojen lisäksi metsäomaisuutensa arvosta ja siihen sitoutuneen pääoman tuotosta. Metsätaloudessa pääoman arvo määritellään puuston hakkuuarvona eli puustosta saatavana myyntitulona, jos hakkuu toteutettaisiin saman tien. Pääoman tuotto puolestaan muodostuu puuston kasvusta, joka realisoituu

tulevissa hakkuissa, sekä puuston arvosta, joka vaihtelee kantohintojen muutoksia seuraillen. Edellä kerrotun perusteella metsätalouden tulos muodostuu metsänomistajan saamasta nettotulosta ja metsäomaisuuden rahallisen arvon muutoksesta. (Kuuluvainen & Valsta 2009, 146–147.)

3.2 Metsän puuntuotannollinen arvo

Taloudellisesta näkökulmasta metsänkasvatus on kannattavaa silloin, kun se tuottaa metsänomistajalle voittoa. Yksinkertaisimmillaan se tarkoittaa sitä, että metsästä saatavat tulot ovat menoja suuremmat. Metsänkasvatus säilyy kannattavana metsänomistajan näkökulmasta niin kauan kun metsäkasvatukseen sijoitetun rahan ja työn hyödyt ovat siitä aiheutuneita kustannuksia suuremmat. Lähtökohdan metsänomistajan metsänkasvatuksesta saamalle tulolle muodostavat metsikkötasolla kohteen puusto, kasvupaikka ja sijainti. Sen jälkeen hyvään kokonaistulokseen pääseminen edellyttää oikeita toimenpiteitä kasvatusaikana. (Huuskonen ym. 2014, 15; Kuuluvainen & Valsta 2009, 141, 61.)

Yksittäiselle metsikölle on mahdollista määrittää taloudellisesti kannattavin toimenpideketju ja toimenpiteiden ajoittaminen (Huuskonen ym. 2014, 35). Taloustieteellisesti pätevin menetelmä metsän taloudellisen arvon määrittämiseen sekä vaihtoehtoisten metsänkasvatusketjujen kannattavuuden arviointiin perustuu puuntuotannon nettonykyarvon NNA:n (engl. NPV, Net Present Value) laskentaan. Nettotulojen nykyarvo on eri ajankohtina metsänkasvatuksesta muodostuvien menojen sekä tulojen erotus, jotka on diskontattu laskentahetken yksiköiksi. Tulokseksi saadun nettonykyarvon avulla voidaan vertailla tulevaisuudessa realisoituvien tulojen ja kustannusten vaikutuksia eri kasvatusketjujen välillä sekä arvioida metsän kasvatuksen kannattavuutta. Toimenpidettä tai investointia pidetään yleensä kannattavana, jos NNA-laskelman tulos on positiivinen. (Huuskonen ym. 2014, 33–42; Hynynen 2005, 161; Kuuluvainen ja Valsta 2009, 55, 141.)

Taloudellista etua tavoitteleva metsänomistaja pyrkii toteuttamaan hakkuut ja metsänhoitotyöt siten, että tulevaisuudessa saatavien puun myyntitulojen ja hoitokustannusten nettotulojen nykyarvo olisi mahdollisimman suuri. Metsänomistajan tavoittelemaan puuntuotannollisen arvon maksimointiin liittyy

olennaisesti myös metsikön optimaalisen kiertoajan arviointi. Tämä tarkoittaa samaa kuin metsämaan arvon maksimoiva kiertoaika, jolloin puuston tilavuuskasvu ja nettonykyarvo ovat mahdollisimman suuret. Metsänomistajan vertaillessa kasvatusketjuja, joissa metsän kiertoajat ovat eripituisia, huomioidaan myös seuraavien puusukupolvien vaikutus kannattavuuteen. Tällöin puuntuotannossa säilyvän metsämaan arvo on ikuisuuteen ulottuvan, jaksollisesti toistuvien päätehakkuutulojen ja kustannusten erotusten nykyhetkeen diskontattu nettotulo. Tätä kutsutaan myös paljaan maan arvoksi (engl. BLV, Bare Land Value). (Huuskonen 2014, 42; Kuuluvainen & Valsta 2009, 13–14, 73, 75, 84; Hynynen 2005, 161.)

3.3 Metsänomistajan tuottovaatimus

Puuntuotannon kannattavuutta arvioitaessa keskeisiä tekijöitä tulojen ja kustannusten sekä niiden ajankohtien lisäksi on metsänomistajan soveltama korkokanta. Korkokanta on metsänomistajan metsänkasvatukselle asettama tuottovaatimus. Sovellettavaa korkokantaa valittaessa ajatellaan, että metsänomistajalla on pääomalleen muitakin sijoitusvaihtoehtoja kuin metsä. Tästä syystä metsänomistajan on saatava tuottoa metsäpääomalleen vähintään saman verran kuin parhaassa vaihtoehtoisessa sijoituskohteessa. Mikäli metsänomistajalla on lainaa, on rahoituksen korko hyvä perusta laskentakoron määrittämiselle. Metsään sitoutuneen rahan odotetaan kasvavan korkoa, koska se ei ole heti käytettävissä eikä ole samanarvoinen esim. 10 vuoden kuluttua. (Huuskonen ym. 2014, 38; Hynynen 2005, 161.)

Metsäsijoituksen riskisyys eli metsäomaisuuden menettämisen mahdollisuus vaikuttaa kannattavuuslaskennassa käytettävän korkokannan valintaan (Linna 39, 2012). Metsätaloutta pidetään suhteellisen matalariskisenä, jolloin siitä saatavaa korkotuottoa tulee verrata suurin piirtein saman riskitason sijoitukseen. Valtionobligaatioista ja joukkovelkakirjoista saatavaa melko riskivapaata 1–3 %:n korkoa on pidetty metsätaloutta vähäriskisempinä, joten metsätalouden tuottovaatimus asettuu sitä suuremmaksi. Metsätalouden laskelmissa sovelletaankin tavanomaisesti 3–5 %:n reaalikorkoa. Reaalikorko on sijoitukselle maksettava korko, josta on poistettu inflaation vaikutus. Metsän kasvatuksen kannattavuuden arvioimiseksi laskettu kasvatusketjun nykyarvo on sitä

suurempi, mitä aikaisemmin sijoituksesta saa tuloja ja mitä pienempää laskentakorkoa käytetään. (Huuskonen ym. 2014, 39.)

Suomalaisen yksityismetsätalouden reaalityttö on ollut heikko jo vuosia. Raakapuun reaalihintaa on kehittänyt koko vuosituhatannen ajan huonosti, ja esimerkiksi vuonna 2022 metsän inflaatiokorjattu reaalityttö oli viisi prosenttia mii-nuksella. Ainoastaan kuusitukin hinta on kallistunut hieman viimeisen 10 vuoden kuluessa. (Reaalityttö metsähakkuissa kannattaa laskea uudelleen 2022; Metsänomistaja lausuu suorat sanat alan surkeista tuotoista Suomessa – ”Sen pitää korjaantua” 2022.) Lisäksi Luonnonvarakeskus (2023, 33) arvioi tuoreessa raportissaan, että EU:ssa valmistelussa olevat ilmasto- ja ympäris-tötavoitteisiin liittyvät muutokset voivat aiheuttaa jopa 117 miljoonan lisäkustannukset puunkorjuuseen. Hyvistä puunmyyntivuosista voidaan kuitenkin päätellä, että metsätulot ovat monelle metsänomistajalle osa normaalia tulonmuodostusta, jolla tuetaan arjen toimeentuloa (Reaalityttö metsähakkuissa kannattaa laskea uudelleen 2022; Metsänomistaja lausuu suorat sanat alan surkeista tuotoista Suomessa – ”Sen pitää korjaantua” 2022).

3.4 Juurikäävän aiheuttama tulonmenetys

Juurikäävän aiheuttamien euromääräisten kokonaistappioiden tarkka arviointi on vaikeaa. Eri lähteissä esitetyt luvut vaihtelevat riippuen osittain siitä, mitä seurannaistuhaja kasvutappioita, tuulenkaatoja, haittoja teollisuusprosesseille yms. lasketaan mukaan (Korhonen & Lipponen 2001, 455). Lisäksi epäsuoria kustannuksia syntyy puiden kasvun alenemisesta, puulajin vaihdosta, puunkorjuun uudelleenjärjestelystä ja juurikäävän torjuntatoimenpiteistä. Metsäkeskus (2019) on arvioinut puutavaran arvon vuosittaisen menetyksen olevan vähintään 40 miljoonaa euroa. Edellä mainitut kustannukset huomioon ottaen juurikäävän aiheuttamat vuotuiset menetykset olisivat Suomessa jopa 60 miljoonaa euroa. (Metsäkeskus 2019, 9.)

Juurikääpä tuottaa yksittäiselle metsänomistajalle suoraa rahallista tappiota. Metsätuho vähentää hakkuutuloja, kun puuraaka-aineessa ilmenevän lahon vuoksi puusta ei saada arvokasta tukkia vaan tyvipölli siirtyy hinnaltaan alempaan puutavaralajiluokkaan (Huuskonen ym. 2014, 176). Juurikääpä alentaa puun arvoa, kun kokonaisia puita on käytettävä vähäarvoisena massana tai

energiapuuna. Metsänkasvatuksen ja korjuun kustannukset säilyvät kuitenkin tulojen menetyksestä huolimatta vähintään ennallaan, ja korjuukustannukset ovat jopa normaalia kalliimpia lahopuun ylimääräisen katkonnän ja lajittelun vuoksi. (Uotila ym. 2015, 23–24; Huuskonen 2014, 176.).

Metsänomistajalle aiheutuu taloudellista menestystä suorien hakkuutulomene-
tysten vuoksi myös vajaatuottoisesta metsiköstä. Tällainen tilanne syntyy mm.
silloin, kun puulajin vaihto taudin hävittämiseksi kasvupaikalla ei ole mahdol-
lista. Tämä koskee männyn kasvatusta erityisesti puolukkatyypin tai kanerva-
tyypin kankailla, jotka ovat ominaisuuksiltaan liian karuja lehtipuun kasvatuk-
seen. Tällöin metsänomistajan vaihtoehtona on jatkaa männyn tyvitervastau-
dista huolimatta ja tyytyä siihen, ettei metsätalousmaa ole parhaassa mahdol-
lisessa käytössä. Odotettavissa on myös, että metsän kasvatusta muuttuu ajan
myötä kannattamattomaksi ja tyvitervastauti tuhoaa koko metsän arvon. Mus-
tikkatyypillä ja paremmilla metsätyypeillä sekä kuusella puulajin vaihto on sen
sijaan useimmiten mahdollista. (Hantula 2020; Silver & Piri 2013, 11.)

Tukkipuun määrän vähenemisestä aiheutuvista rahallisista tappioista yksittäi-
sille metsänomistajille ei ole olemassa ajantasaista tietoa tai seurantaa. Juuri-
kääpätuhoista ei myöskään makseta metsävakuutuskorvauksia, joista voisi ar-
vioida euromääräisten tappioiden suuruutta (Uotila ym. 2015, 21–25). Juuri-
kääpä voi kuitenkin aiheuttaa esteen metsätalouden kannattavalle harjoittami-
selle (Hantula 2020a ja b). Tästä syytä taudin taloudellista merkittävyyttä on
syytä tarkastella uusien torjuntatapojen kehittämiseksi, taloudellisten voimava-
rojen kohdistamiseksi sekä metsänkasvatusta koskevan metsäpoliittisen pää-
töksenteon tueksi (Huuskonen ym. 2014, 178–179; Hantula 2020a; Luonnon-
varakeskus ym. 2021c; Uotila 2015 ym., 21).

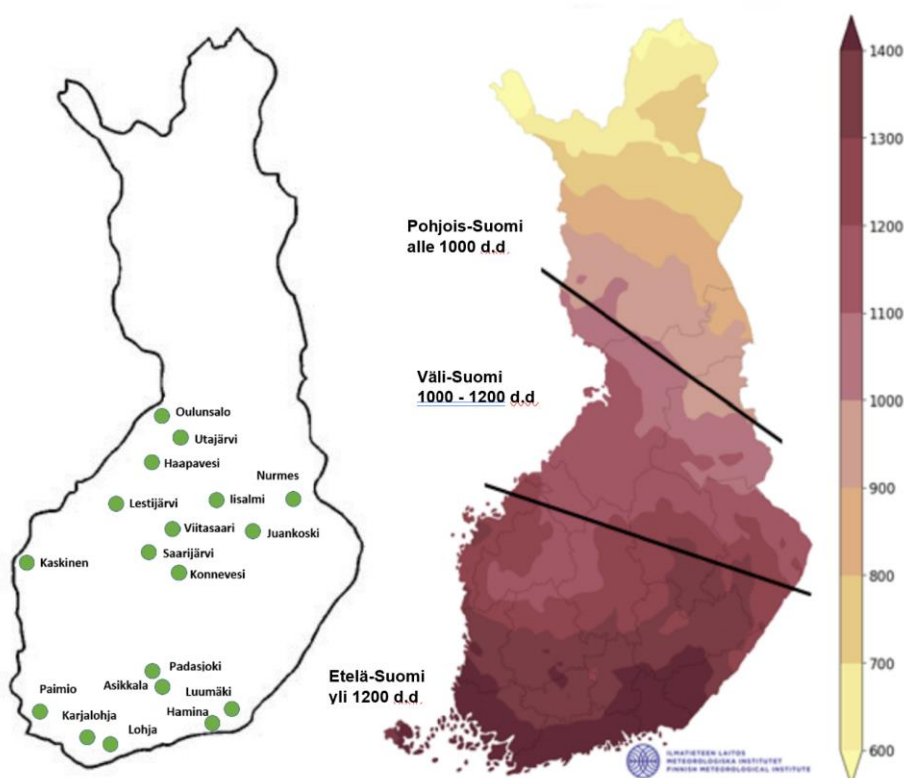
4 AINEISTO JA MENETELMÄT

4.1 Työssä tarkastellut alueet ja kasvupaikat

Puut kasvavat ilmasto- ja maaperätekijöiden määräämässä ympäristössä. Il-
mastotekijät, kuten säteily-, lämpö-, tuuli, pilvisuus- ja sadantasuhteet sekä il-
mankosteus ja hiilidioksidipitoisuus määräävät puulajien levinneisyyden sekä
metsien rakenteen ja toiminnan yleispiirteet. Maaperätekijät puolestaan vaikut-
tavat siihen, miten paljon kasveilla on vettä ja ravinteita saatavilla ja miten

kasvit saavat niitä käyttöönsä. Maan pinnanmuodostus ilmaisee sitä, miten ilmasto- ja maaperätekijät vaihtelevat pinnanmuodostuksen mukaan. (Kellomäki 2005, 11–13.)

Metsien kasvun alueellinen vaihtelevuuteen vaikuttaa erityisesti lämpötila, joka on tärkein metsän uudistumista ja kasvua rajoittava ilmastotekijä. Lämpö määrää myös kasvukauden pituuden, joka puilla on käytettävissä uudistumiseen ja kasvuun. (Kellomäki 2005, 11–13.) Kasvukauden pituutta kuvataan lämpösunnan avulla, johon lasketaan kasvukauden aikana vuorokauden keskilämpötilan viiden asteen ylittävä osa (Ilmatieteenlaitos 2022). Lisäksi puiden kasvu ja uudistuminen ovat kasvupaikkaan sidottuja. Kasvupaikan ominaisuudet, kuten ilmasto ja maaperätekijät, määräävät kasvupaikan puuntuotoskyvyn sekä ohjaavat metsän uudistamista ja kasvatusta. (Kellomäki 2002, 11–13, 45–50.) Suomen lämpösunnakartta on nähtävissä kuvassa 2, josta selviävät myös aineistossa käsitellyt alueet.



Kuva 2. Aineistossa tarkastellut alueet sekä lämpösunnakartta (Ilmatieteenlaitos 2022)

Tässä työssä tarkasteltaviksi kasvupaikoiksi valittiin männylle tyypillinen kuiva kangas sekä kuuselle ja rauduskoivulle suotuisat lehtomaiset sekä tuoreet kankaat. Työn aineisto laadittiin siten, että se edusti mahdollisimman laajasti eri alueilla metsänkasvatusta harjoittavien metsänomistajien mänty, kuusi- ja

rauduskoivuvaltaisia metsiköitä sekä näille tyypillisiä kasvupaikkoja. Kasvupaikoiksi valikoitui männyllä kuiva kangas ja kuusella tuore sekä lehtomainen kangas. Metsiköiden tuli lisäksi edustaa sekä eteläistä että pohjoista sijaintia mahdollisten alueellisten erojen havaitsemiseksi.

4.2 Aineiston kuvaus ja simulointi MOTTI-laskentaohjelmalla

Tutkimusaineisto luotiin Luonnonvarakeskuksen kehittämällä ja ylläpitämällä MOTTI-simulaattorilla, joka on metsiköiden kasvatuksen laskentaohjelmisto (Hynynen ym. 2005, Salminen ym. 2005). MOTTI-simulaattorin sisältämien kasvumallien avulla on mahdollista tuottaa metsikkökohtaisia puuston kasvuennusteita, jotka huomioivat puuston luontaisen dynamiikan lisäksi metsikön kehitykseen liittyvät säännönmukaisuudet ja riippuvuudet sekä toimenpiteiden vaikutukset puuston määrän ja rakenteen kehitykseen realistisesti. MOTTI-ohjelmistolla tuotetut metsikkökohtaiset kasvumallit perustuvat laajoihin valtion metsien inventointi -aineistoihin (VMI) ja pitkään seurattuihin metsienkäsittelykokeisiin. Huomioitavaa on kuitenkin, että ohjelmiston mallit ovat yksinkertaistettuja ja yleinen kuvaus todellisuudesta ja sen tuottamat ennusteet ovat keskiarvoistavia. Todellisissa metsiköissä olosuhteiden ja puuston kehityksen vaihtelu on aina suurempaa kuin mallien avulla tuotetuissa ennusteissa. Motin laskelmat eivät esim. huomioi kovin kattavasti metsänkasvatukseen liittyviä riskejä, kuten yllättävien tai voimakkaiden metsätuhojen vaikutusta lopputulokseen. (Luonnonvarakeskus 2020.)

MOTTI-ohjelmiston sisältämät mallit on laadittu mahdollisimman kattaviksi maantieteellisen alueen, kasvupaikan sekä puulajien suhteen, ja sen avulla on mahdollista simuloida metsän kasvua kaikilla paikkakunnilla Suomessa. Tässä työssä käytetyt kasvumallit määriteltiin huomioimaan tarkastelun kohteeksi valittujen metsiköiden maantieteellisen sijainnin lisäksi tarkasteltava puulaji, uudistamistapa ja kasvupaikka. Aineiston simulointi aloitettiin valitsemalla kullekin kasvupaikalle ja puulajille tyypillinen uudistamisketju eli toimenpiteet tuotavan taimikon perustamiseksi. Tämän jälkeen simulointimetsiköille määriteltiin niiden kiertoaikana tehtävät metsänhoitotoimenpiteet joko metsänhoidon suositusten mukaisesti tai asettamalla toimenpiteet itse tiettyyn hetkeen.

MOTTI-ohjelmistolla tuotettujen metsikkökohtaisten kasvumallien avulla oli mahdollista havainnollistaa puuston päätehakkuuseen ulottuva kehitys ja saada tiedot puuston tuotoksesta, kertymistä puutavaralajeittain ja hakkuukerroittain koko kiertoajalta. Tuotettua aineistoa käytettiin kunkin tarkastellun alueen metsänkasvatuksen taloudellisen tuloksen laskennassa, joka toimi pohjana juurikäpätuhoista aiheutuvien tappioiden arvioinnille. Taloudellinen laskenta toteutettiin simuloitun aineiston pohjalta erikseen.

4.3 Männyn simulointiaineisto

Kuivan kankaan männyn kasvatusta tarkasteltiin yhdeksällä eri paikkakunnalla Suomessa. Paikkakunnat valittiin satunnaisesti Suomen Metsäkeskuksen palvelualueilta, jotta tarkasteltava aineisto saatiin kuvaamaan mahdollisimman kattavasti metsiköiden erilaista maantieteellistä sijaintia. Tarkasteltavat metsät sijoituivat Pohjois-Pohjanmaan, Keski-Suomen, Päijät-Hämeen ja Uudenmaan maakuntiin. Tutkimusaineisto muodostettiin simuloimalla jokaiselle satunnaisesti valikoituneelle paikkakunnalle sekä kylväen että luontaisesti uudistetut männiköt. Männyn simulointiaineisto kattoi 18 kuivan kankaan metsikköä, jotka havainnollistivat kullakin paikkakunnalla kasvatetun männikön puun tuotoksen koko kiertoajalta aina taimikon perustamisesta päätehakkuuajankohtaan.

Simuloinnin yhteydessä männiköiden uudistamismenetelmäksi määriteltiin äestys sekä kylväen että luontaisesti uudistetuissa aineistometsiköissä. Kylvömännikön taimitiheydeksi määriteltiin 4000 tainta hehtaarille. Luontaisesti uudistetussa männikössä siemenpuita päätettiin jättää 80 puuta hehtaarille. Metsänhoitoimenpiteet eli taimikoiden varhaisperkaus ja harvennus, kasvatus sekä päätehakkuut valittiin toteutettavaksi metsänhoidon suositusten mukaisesti kaikissa simuloituissa männiköissä lukuun ottamatta uudistettuja männiköitä, joihin lisättiin kylvömänniköistä poiketen yksi varhaisperkaus 5 vuoden ikäisessä taimikossa. Luontaisesti uudistettujen metsiköiden siemenpuita ja niiden kasvua ei laskettu mukaan hakkuupoistumiin. Lisäksi oletettiin, että siemenpuut eivät ole infektoituneita.

Taloudellisen laskennan pohjaksi luotiin edellä mainitut valinnat sisältävä aineisto, joka kuvasi määriteltyjen uudistamis- ja metsänhoitotoimenpiteiden

mukaisesti kasvatettuja kuivan kankaan männiköitä valituilla paikkakunnilla. Aineistosta ilmenevien metsikkökohtaisten kuitu- ja tukkipuukertymien pohjalta oli mahdollista laskea eri alueilla sijaitsevien kuivan kankaan männiköiden kasvatuksen taloudellinen tulos. Tätä käytettiin perusteena juurikäpätuhojen taloudellisen vaikutusten arvioinnissa, kun lasketuista tuloista voitiin tarkastella kannattavuutta sekä sen laskua erisuuruksilla juurikäävän tuhoastepercentageilla.

4.4 Kuusen simulointiaineisto

Kuusen kasvatuksen puuntuotosta ja puulajin vaihtoa rauduskoivuksi tarkasteltiin lehtomaisen sekä tuoreen kankaan kasvupaikoilla. Tarkasteltava MOTTI-aineisto simuloitiin samaan tapaan kuin männyllä 10:lle eri paikkakunnalle, jotka edustivat satunnaisesti Suomen eteläistä sekä pohjoista sijaintia. Jokaiselle valitulle paikkakunnalle simuloitiin neljä metsikkökohtaista puun tuotostulosta, yksi kuuselle ja yksi rauduskoivulle sekä tuoreella että lehtomaisella kankaalla. Simulointiaineisto kattoi kuusikoiden sekä rauduskoivikoiden uudistamisesta päätehakkuuseen saakka ulottuvan kuitu- ja tukkipuun tuotoksen.

Simulointia varten kuusen sekä rauduskoivun uudistusmenetelmiksi määriteltiin istutus sekä maanmuokkaustavaksi laikkumätästys. Istutustiheys kuusella oli 1800 kpl ja rauduskoivulla 1600 kpl tainta hehtaarilla. Simuloitujen metsiköiden metsänkasvatusketjut määriteltiin tehtäväksi metsänhoitosuosituksen mukaisesti (Metsänhoidon suositukset 2023) eli aineistometsiköiden toimenpiteet, kuten taimikonhoito, harvennukset sekä päätehakkuu, on toteutettu ajantasaisesti. Näin ollen tarkasteltava aineisto kuvasi mahdollisimman realistisesti tämänhetkisten suositusten mukaisesti hoidettuja talousmetsiköitä.

Kuusesta ja rauduskoivusta simuloitujen ainespuun tuotosten perusteella laskettiin kullekin alueelle arvioidut taloudelliset menetykset erillistä Excel-pohjaista laskuria käyttäen. Laskurin avulla pyrittiin haarukoimaan juurikäävän vaikutusta metsänomistajan tuloon, kun puulaji joudutaan vaihtamaan juurikäävän hävittämiseksi kuusesta koivuksi päätehakkuun jälkeen. Tässä kohtaa Luonnonvarakeskuksen tutkijat kuitenkin havaitsivat, että MOTTI-ohjelmiston tuottamat rauduskoivikoiden puun tuotokset olivat aiempaan tutkimukseen ja

kokemukseen verrattuna liian suuria. Näin ollen rauduskoivikoiden puuntuotosaineiston osalta päädyttiin käyttämään Oikarisen (1983) tutkimukseen perustuvaa Etelä-Suomen viljeltyjen rauduskoivikoiden kasvumalleja. Tästä syystä tässä työssä pystyttiin luotettavasti arvioimaan puulajinvaihdon taloudellisia vaikutuksia vain eteläisen Suomen metsänomistajien osalta, koska muualle Suomeen ei onnistuttu tuottamaan aineistoa rauduskoivun puuntuotoksesta.

4.5 Tutkimusmenetelmä

MOTTI-simuloinnit tuottivat jokaiselle paikkakunnalle tiedon koko kiertoajan kattavasta puuntuotoksesta sisältäen harvennukset ja päätehakkuun. Työssä esitettävät taloudelliset tulokset laskettiin simuloidusta puuntuotosaineistosta Luonnonvarakeskuksen laatimaa Excel-pohjaista talouslaskuria käyttäen. Muodostetusta simulointiaineistosta poimittiin paikkakunnittain tukki- ja kuitupuukertymät sekä kiertoaikana tehdyt hoitotoimenpiteet Excel-laskuriin, jossa kullekin simuloidulle paikkakunnalle laskettiin hehtaarikohtainen metsänkasvatuksen tuloihin ja menoihin perustuva paljaan maan arvo (BLV Bare Land Value). Paljaan maan arvo kertoi tarkasteltavan metsikön metsänkasvatuksen kannattavuuden, kun metsä säilyy puuntuotannossa ikuisesti ja tuottaa metsänomistajille säännöllisesti toistuvan nettotulon ns. yliajan. Tässä opinnäytetyössä ei käytetty MOTTI-ohjelman itse laskemia euromääräisiä nettonykyarvoja

Paljaan maan arvon laskennassa sovellettiin koko maata koskevia vuosien 2011–2020 keskimääräisiä reaalisia kantohintoja sekä metsänhoidon kustannuksia. Pitkällä aikajänteellä kerättyjen hinta- ja kustannustilaston käyttö tāsasi eri vuosien taloudellisen suhdanteiden vaikutusta tuloksiin. Työssä käytetty aineisto muodostettiin keväällä 2022, jolloin Luonnonvarakeskuksella ei ollut vielä saatavilla tilastotietoa vuoden 2021 kustannuksista. Tästä syystä päädyttiin käyttämään saatavilla olevaa vuoteen 2020 yltävää yhtenäistä 10 vuoden aikajännettä. Tällöin kultakin vuodelta oli käytettävissä sekä puun kantohinnat että metsänhoidon kustannukset.

Männynjuurikäävän osalta talouslaskenta toteutettiin siten, että Excel-pohjaisella talouslaskurilla lasketuista alkuperäisistä paljaan maan arvoista tehtiin

prosenttivähennys ennalta määriteltyjen juurikäävän tuhoasteiden mukaisesti. Tällä tavoin saatiin arvioitua metsänomistajille juurikäävästä aiheutuvien taloudellisten menetysten suuruutta sekä vaikutusta metsänkasvatuksen kannattavuuteen. Juurikäävän aiheuttamia taloudellisten tappioiden laskenta toteutettiin kahdella tapaa siten, että ennalta määritelty prosentti puutavarasta siirtyi tukista kuituun tai vaihtoehtoisesti kokonaan raakkiin. Talouslaskuria hyödyntämällä paikkakuntakohtaisista ainespuun tuotoksista siirrettiin 20 %, 40 %, 60 % ja 80 % kuitupuuksi tai kokonaan raakkiin. Prosenttiasteikolla pyrittiin kuvaamaan juurikäävän aiheuttamaa tuhoa männikössä. Tulokseksi saatiin eri tuhoasteprosesenteilla vähennetyt paikkakuntakohtaiset paljaan maan arvot €/ha, joita verrattiin alkuperäisiin alueiden paljaan maan arvoihin. Näiden erotuksena saatiin arviot juurikäävän aiheuttamasta euromääräisestä tulon menetyksestä. Paljaan maan arvojen perusteella voitiin tarkastella myös juurikääpä-tuhojen vaikutusta männyn kasvatuksen kannattavuuden laskuun. Lisäksi paljaan maan arvot laskettiin kolmella eri korkokannalla (2 %, 3 % ja 4 %), jotta tulokset vastaisivat yleisimpiä metsänkasvatuksen tuotto-odotusprosentteja.

Kuusenjuurikäävän osalta taloudelliset menetykset laskettiin vertailemalla kuusen ja rauduskoivikon paljaan maan arvoja toisiinsa. Talouslaskuria hyödyntäen laskettiin kullekin simuloidulle Eteläsuomalaiselle paikkakunnalle kuusikon paljaan maan arvo per hehtaari. Rauduskoivikoiden osalta hehtaarikohtainen puuntuotos saatiin Oikarisen (1983) laatimasta taulukosta. Näiden euromääräisten arvojen erotuksena muodostui arvio juurikäävän aiheuttamasta taloudellisesta tappiosta.

5 TULOKSET

5.1 Tarkastelun tavoitteet

Tutkimuksen tulosten avulla arvioitiin juurikääpärisikin taloudellista vaikutusta eri puolella Suomea kasvavissa kuivan kankaan männiköissä sekä Etelä-Suomen tuoreen ja lehtomaisen kankaan kuusikoissa. Edellä mainittuja asioita tarkasteltiin MOTTI-simulointiaineistosta laskettujen eri maantieteellistä sijaintia edustavien hehtaarikohtaisten paljaan maan arvojen (BLV) perusteella. Paljaan maan arvoja (BLV) vertailemalla arvioitiin metsänomistajien rahallisia tappioita sekä metsänkasvatuksen kannattavuuden vaihtelua, kun ainespuuta

menetetään juurikäävälle tavaralajisiirtymän tai puulajin vaihdoksen vuoksi. Työn tulokset esitettiin hehtaarikohtaisina euromäärinä. Näin taloudelliset vaikutukset kertautuvat omistetun metsän hehtaariin mukaan, mikä kasvattaa sen merkitystä menetyksen vaikuttavuutta arvioitaessa. Lisäksi on hyvä huomioida, että tulokset ovat suuntaa antavia, karkeita arvioita ja kuvaavat lähinnä tappioiden suuruusluokkaa eivätkä niinkään tarkkoja euromääriä.

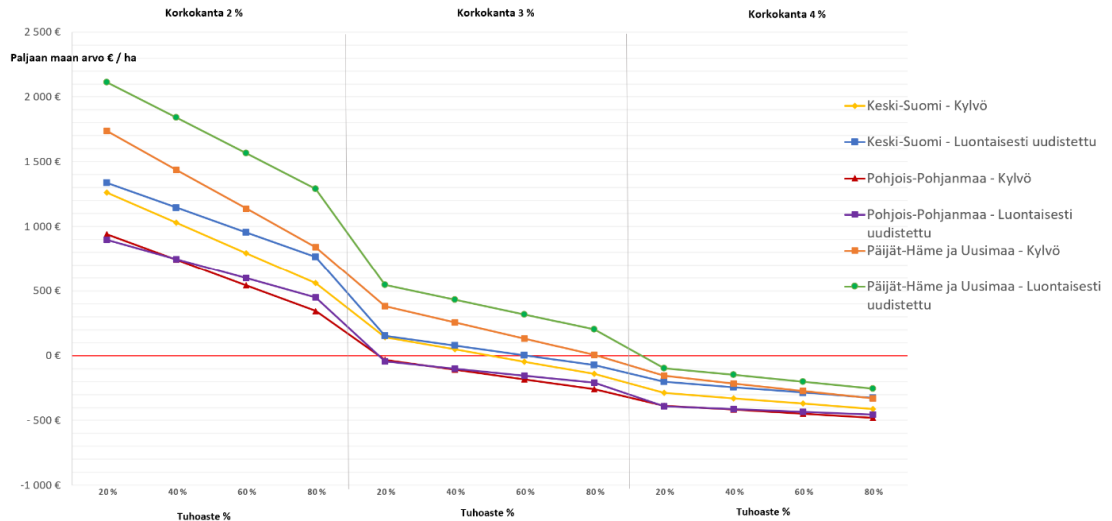
Juurikäävän taloudellisia vaikutuksia metsänomistajien tuloihin ja kannattavuuteen tarkasteltiin puulaji- sekä kasvupaikkakohtaisesti. Lisäksi juurikäävän aiheuttamia tappioita arvioitiin kuivan kankaan männyn osalta myös kahden uudistamistavan, kylvön ja luontaisen uudistamisen, välillä. Tutkimuksen tuloksista oli tarkoitus löytää alueellisia vaihteluita, joiden perusteella olisi mahdollista arvioida, miten metsänomistajien juurikäpätuhoista koituvat taloudelliset menetykset poikkeavat toisistaan sijainnista riippuen. Tällä haluttiin tuoda esiin mahdollisia tarpeita huomioida kasvatettavan puulajin ja kasvupaikan maantieteellinen sijainti metsänhoitoa koskevan päätöksenteon, kuten lakien, suositusten ja tukimuotojen laatimisessa.

Työssä tarkasteltujen kasvupaikkojen osuus kunkin alueen metsämaasta, kertoo saatujen tulosten merkittävyydestä alueiden metsänomistajille. Pohjois-Pohjanmaan alueella männyn kasvatukseen soveltuvia kuivia kankaita on 5 % metsämaasta, mikä vastaa noin 75 000 hehtaaria puun tuottamiseen käytettävissä olevasta maapinta-alasta (Luonnonvarakeskus 2021a). Päijät-Hämeen ja Uudenmaan maakunnassa kuivan kankaan kasvupaikkoja on Luken tilastojen (2021a) mukaan 1,5 % metsämaasta, joka vastaa 12 000 ha puuntuotantoon soveltuvaa maata. Keski-Suomessa männylle soveltuvia kuivan kankaan kasvupaikkoja on Luonnonvarakeskuksen mukaan 1,80 % (Luonnonvarakeskus 2021a) metsämaasta eli n. 18 000 ha. Kuusen tuoreenkankaan ja lehtomaisen kankaan kasvupaikkoja on Etelä-Suomessa 70 % metsämaasta, mikä tarkoittaa yhteensä 5,97 milj. hehtaaria.

5.2 Juurikäävän aiheuttaman tulonmenetyksen tarkastelu männyllä

Juurikäävästä johtuvaa, kylvettyjen ja luontaisesti uudistettujen kuivan kankaan männiköiden kannattavuuden laskua on kuvattu kuvissa 3. ja 4. Kuviin on koottu aineistosta lasketut eri korkokannoilla ja erisuuruisilla juurikäävän

tuhoastepercentageilla vähennetyt aluekohtaiset metsän paljaan maan arvot €/ha. Kuviin koottujen arvojen perusteella nähdään, miten juurikäypä mahdollisesti heikentää metsänkasvatuksen kannattavuutta ja millä korkokannalla sekä juurikäyvän tuhoasteella-% metsänkasvatus voisi muuttua kannattamattomaksi.



Kuva 3. Juurikäyvän aiheuttama kannattavuuden lasku kylväen ja luontaisesti uudistetun kuivan kankaan männikössä eri maakunnissa 2 - 4% korkokannoilla, kun tukkipuuta siirtyy kuitupuuhun 20 - 80%



Kuva 4. Juurikäyvän aiheuttama kannattavuuden lasku kylväen ja luontaisesti uudistetun kuivan kankaan männikössä eri maakunnissa 2% - 4% korkokannoilla, kun ainespuuta siirtyy hukkaan 20 - 80%

Kuvissa 3 ja 4 paljaan maan arvot €/ha kuvaavat eri alueille laskettuja alhaisimpia hehtaarikohtaisia tuottoarvioita. Kuvissa esiintyvä negatiivinen paljaan maan arvo kuvaa tilannetta, jolloin metsänkasvatuksen kustannukset ovat kääntyneet tuloja suuremmiksi ja toiminnan arvioidaan muuttuvan kannattamattomaksi. Työn lopussa löytyvästä liitteestä 1 on nähtävissä tarkemmat aluekohtaiset arviot kuivalla kankaalla mäntyä kasvattavien metsänomistajien euromääräisistä menetyksistä, jotka ovat toimineet pohjana esitettyjen taloudellisten menetysten laskennassa. Mikäli paljaan maan arvo on ollut jollakin alueella lähtökohtaisesti negatiivinen eli kasvatus on jo alun perin kannattamaton, lisää arvioitu juurikäpätuho metsänomistajan tappiota entisestään. Liitteeseen 1 viitataan alla olevassa tulososiossa.

Lehtomaisen ja tuoreen kankaan kuusen osalta tuloksissa esitetään arvio metsänomistajan taloudellisesta menetyksestä, kun metsikön puulaji vaihdetaan kuusesta rauduskoivuksi. Tulokset koskevat ainoastaan Etelä-Suomen kuusimetsiä, sillä kesken aineiston luonnin MOTTI-ohjelmiston mallissa havaittiin epätarkkuus, joka aiheutti sen, että simuloitujen rauduskoivikoiden puuntuotokset olivat todennäköisesti liian suuria. Tästä syystä tulosten aikaansaamiseksi rauduskoivujen tuotokset laskettiin Oikarisen (1983) laatimien kasvumallien perusteella, jotka olivat saatavilla ainoastaan Etelä-Suomen viljellyistä rauduskoivikoista.

Kuvissa 3 ja 4 nähdään miten oletettu juurikäävän tuhoaste sekä valittu korkokanta laskevat metsän hehtaarikohtaista paljaan maan arvoa (BLV) eli metsänkasvatuksen kannattavuutta eri alueilla. Tuotto-odotuksen eli korkokannan kasvaessa kuivan kankaan männiköiden kasvatuksen kannattavuus heikkenee ja metsiköiden maantieteellisen sijainnin vaikutus metsänomistajan taloudellisiin tappioihin korostuu. Kuivan kankaan männiköiden kannattavuuserot kasvavat sitä suuremmiksi, mitä pohjoisempana metsikkö sijaitsee. Eteläisemmät männiköt sietävät korkeampaa tuhoastetta sekä tarjoavat mahdollisuuden korkeampien korkokantojen käyttöön.

Kuivan kankaan männiköiden pohjoista sijaintia edustavalla Pohjois-Pohjanmaalla kylvömänniköiden kasvatus voi kääntyä tappiolliseksi 2 %

korkokannalla silloin, kun yli 40 % saadusta ainespuusta siirtyy juurikäävän tuhoamana raakkiin. Luontaisesti uudistetuissa männiköissä tuhoprosentti saa olla samassa tilanteessa yli 60 %. Tukkipuusta puolestaan 80 % voi siirtyä kuitupuuksi samalla korkokannalla. Edellä esitellyt tulokset eivät kuulosta hälyttäviltä. Tuottovaatimuksen noustessa 3 %:iin tilanne näyttäisi kuitenkin muuttuvan. Pohjoisen Suomen kuivan kankaan männiköt muuttuvat laskemien mukaan kannattamattomiksi, kun 20 % tai enemmän juurikäävän tuhoamasta tukkipuusta laskee alempaan kuitupuun hintaluokkaan. Metsän uudistamistavan valinnallakaan ei näyttäisi olevan vaikutusta kannattavuuden parantamisessa. Tästä syystä, mikäli kuivan kankaan männikkö sijaitsee keskistä Suomea pohjoisempana, kannattaa metsänomistajan varautua enintään 2 %:n tuottoon kannattavuuslaskelmia laatiessaan. Liitteessä 1 esitettyjen tulosten mukaan Pohjois-Suomessa juurikäpätuho pienentää metsänomistajan tuloja kylvetyssä männikössä korkokannasta riippumatta vähintään noin 75 € per hehtaari sekä luontaisesti uudistetussa vähintään noin 54 € per hehtaari. Lopulliset tappiot voivat nousta lähes 2000 euroon hehtaarilta.

Keski-Suomessa kuivan kankaan männiköiden kasvatus alkaa laskelmien perusteella muuttua kannattamattomaksi ensimmäisenä kylvömänniköissä, kun korkokanta on 2 % ja vähintään 60 % ainespuusta siirtyy hukkaan. Kannattavuus voi säilyä vielä 3 % korkokannalla, kun kuitupuusiirtymän osuus on enintään 40 %:n tai kun alle 20 % ainespuusta on juurikäävän lahottamaa eikä enää täytä kuitupuun laatuvaatimuksia. Raakkiin päätyvän puun osuuden noustessa yli 20 %:n odotettu 3 %:n tuotto voi olla menetetty. Luontaisesti uudistetuissa metsiköissä kannattavuuden voidaan olettaa säilyvän jonkin verran kylvettyjä metsiä paremmin. Keski-suomalaisen metsiköiden väliset kannattavuuserot voivat olla kuitenkin merkittäviä. Liitteen 1 tuloksista on havaittavissa, että osassa maakuntaa männyn kasvatus voi kannattaa vielä 3 %:n korkokannalla, vaikka kuitupuusiirtymä olisi 80 %. Tulosten mukaan Keski-Suomessa suuremmasta juurikäpätuhon asteesta huolimatta männyn kasvatuksen kannattavuus näyttää säilyvän paremmin kuin pohjoisessa. Lisäksi keskisessä Suomessa voitaneen odottaa pohjoista Suomea parempaa kannattavuutta paljaan maan arvojen (BLV) ollessa lähtökohtaisesti suurempia. Metsänomistajien taloudelliset menetykset Keski-Suomessa vaihtelevat korkokannasta riippumatta vähintään 75 eurosta per hehtaari yli tuhanteen euroon hehtaarilta (liite 1).

Tulosten eteläisintä sijaintia edustaa Päijät-Häme. Kuvan 3 ja 4, (s. 30) arvoista on nähtävissä, että eteläisen Suomen kuivan kankaan männiköissä kasvatuksen kannattavuus säilyy todennäköisesti muita alueita paremmin ja korkeammilla tuotto-odotuksilla. Laskelmien perusteella eteläisessä suomessa on mahdollista harjoittaa tuottavaa kuivan kankaan männyn kasvatusta 3 %:n korkokannalla, kun Keski-Suomeen siirryttäessä kyseiseen tuotto-odotukseen yltäminen lienee epävarmempaa ja pohjoisessa jopa epätodennäköistä. Etelän luontaisesti uudistetuissa kuivan kankaan männiköissä kannattavuus näyttäisi säilyvän 3 %:n korkokannalla vielä, vaikka 40 % korjatusta ainespuusta menetettäisiin kokonaan juurikäävälle. Kylvömänniköissä 3 %:n tuottoa ei todennäköisesti enää saavutettaisi, mikäli ainespuuhukka ylittäisi 20 %. Kahden prosentin korkokannalla kannattavuus kuitenkin säilyy, vaikka 80 % ainespuusta päätyisi raakkiin, jos männikkö on luontaisesti uudistettu. Eri tuhoasteet ja korkokannat huomioiden juurikäävistä metsäomistajille aiheutuvat taloudelliset tappiot vaihtelevat vähintään 53 € per hehtaari (liite 1).

Yhteenvedona edellä kuvatuista tuloksista koko Suomea koskien voidaan arvioida, että juurikäpäinfektoitunut kankaan männikkö tuottaa 2 %:n korkokannalla uudistustavasta riippumatta, kun puutavaralajisiirtymän tukista kuituun tai raakkiin pysyy alle 40 %:ssa. Juurikäpäriskin toteutuessa 4 %:n korkokanta tai sitä suurempi tuottovaatimus olisi puolestaan haastava saavutettava. Tehyjen laskelmien mukaan siihen ei ylletäisi edes matalimmilla juurikäävän tuhoasteilla. Paikkakuntakohtaisia poikkeuksia voi tulosten mukaan olla kuitenkin olemassa.

Liitteeseen 1 lasketut alueelliset paljaan maan arvot kertovat, että kuivan kankaan männiköiden kasvatusta pohjoiseen päin siirryttäessä on jo lähtökohtaisesti eteläisempää Suomea kannattamattomampaa. Tästä syystä pohjoisen metsänomistajan vähäisempikin euromääräinen tappio aiheuttaa merkittävämpää kannattavuuden laskua kuin etelässä ja sen vaikutus talouteen on suurempi. Paljaan maan arvoja sekä metsänomistajien euromääräisiä tulonmenetysarvioita esittelevästä liitteestä 1 voidaan todeta, että lahoasteen noustessa hehtaarikohtainen rahallinen menetys tietenkin kasvaa, mutta merkille pantavampaa on se, että korkokannan noustessa myös paljaan maan arvo on aina suhteessa alhaisempi. Tämä kertoo siitä, että metsänomistajan korkeampi

tuottovaatimus haastaa kasvatuksen kannattavuusarviota jo lähtökohtaisesti. Tästä syystä alun perin heikompaa kannattavuutta edustavan metsikön arvoa entistään heikentävä juurikäpätuho haastaa metsänomistajan odotuksia tuottoisasta metsänkasvatuksesta.

Tulosten perusteella näyttää siltä, että kuivan kankaan männiköitä luontaisesti uudistamalla niiden kannattavuuden voidaan odottaa olevan hieman kylvöä parempi, mikäli metsikön juurikäpärisä toteutuu. Suosimalla luontaista uudistamista voi pyrkiä vähentämään juurikäävän aiheuttamaa tulon menetystä, mikä perustuu kylvöä pienempiin uudistuskustannuksiin. Kylväen uudistettu kuivan kankaan männikkö näyttäisi tuottavan parhaiten Etelä-Suomessa. Kylväen uudistetut metsät etelässä antavat laskelmissa parempia tuloksia kuin muiden alueiden kannattavuuden säilymistä puolustava luontainen uudistaminen Keski- tai Pohjois-Suomessa. Tämä on jälleen viite eteläisen Suomen metsänomistajien talouden paremmasta juurikäpätuhon sietokyvystä. Kokonaisuutena eri uudistamisketjujen vertailun perusteella voidaan arvella, että kuivan kankaan männiköitä luontaisesti uudistamalla saavutettaisiin kasvupaikan paras mahdollinen kannattavuus, mikäli juurikäpärisä on olemassa.

5.3 Juurikäävän aiheuttaman tulonmenetyksen tarkastelu kuusella

Arviot kuusenjuurikäävän aiheuttamista epäsuorista kustannuksista, jotka aiheutuvat puulajin vaihdosta, Etelä-Suomen rehevimmillä kasvupaikoilla nähdään kuvassa 5. MOTTI-simulointiaineiston perusteella lasketut luvut osoittavat metsikön paljaan maan arvon €/ha, kun siinä kasvatetaan joko kuusta tai rauduskoivua. Kuusen ja koivun kasvatuksen vertailu samalla kasvupaikalla antaa suuntaa kuusenjuurikäävän aiheuttamista epäsuorista tappioista, kun tauti joudutaan hävittämään puulajia vaihtamalla.

Lehtomainen kangas	2 %	3 %	4 %
Kuusi BLV €/ha	9 250 €	3 823 €	1 414 €
Rauduskoivu BLV €/ha	5 011 €	1 796 €	397 €
Tulonmenetys €/ha	4 238 €	2 026 €	1 017 €
Tuore kangas			
Kuusi BLV €/ha	5 574 €	1 870 €	262 €
Rauduskoivu BLV €/ha	3 944 €	1 248 €	78 €
Tulonmenetys €/ha	1 631 €	623 €	184 €

Kuva 5. Puulajin vaihdosta aiheutuva tulonmenetys lehtomaisen- ja tuoreen kankaan kuusi-koissa Etelä-Suomessa 2–4 %:n korkokannoilla.

Kuvan 5 perusteella kuusenjuurikäävän hävittämiseksi toteutettu puulajin vaihto näyttää vaikuttavan metsänkasvatuksen kannattavuuteen heikentävästi. Kuvasta 5 on laskettavissa, että juurikäävän seurauksena puulajin vaihto voi aiheuttaa vähintään noin 30 %:n tuoton laskun metsänomistajan tuloihin. Samalla tulokset osoittavat, että Etelä-Suomen alueelta valittujen simuloitumetsiköiden paljaan maan arvot €/ha säilyivät positiivisina kaikilla valituilla korkokannoilla. Tämä havainto viittaisi siihen, ettei metsänkasvatuksen kannattavuus kääntyisi välttämättä tappiolliseksi missään vaiheessa, vaikka kasvatettava puulaji vaihtuisi kuusesta rauduskoivuksi.

Kuvan 5 tulosten mukaan tuoreella kankaalla puulajinvaihdosta aiheutuvat euronääräiset tappiot näyttävät asettuvan vähintään 184 euroon hehtaarilta. Edellä mainitun suuruinen taloudellinen menetys ei vaikuta ilmeisen merkittävältä, kun tuottoa voidaan odottaa rauduskoivikosta vielä jopa 4 %:n korkokannalla, vaikka kuusikon tuotto on menetetty. Lehtomaisella kankaalla tulonmenetykset näyttävät kuitenkin kohoavan merkittävästi ollen vähintään yli 1000 euroa hehtaarilta. Metsänomistajan tuoton voidaan odottaa laskevan kymmenillä prosenteilla molemmilla kasvupaikoilla. Tuoreella kankaalla metsänomistaja voi varautua vähintään 29 %:n suuruiseen tulonmenetykseen ja lehtomaisella kankaalla vähintään 48 % pienempään tuloon.

6 POHDINTA

6.1 Työn luotettavuuden arviointi

Työn viitekehys keskittyy metsänomistajan metsänkasvatukselle asettamien taloudellisten tavoitteiden ja kannattavuuden tarkasteluun sekä juurikäävän merkitykseen näitä uhkaavana riskitekijänä. Metsänomistajan taloudelliset intressit ja niiden toteutuminen vaikuttavat metsänkasvatuksen mielekkyyteen ja sitä kautta omistetun metsän säilymiseen metsätaloudellisessa käytössä. Mikäli metsän tuotto laskee merkittävästi tai painuu negatiiviseksi, ei metsänkasvatuksen jatkaminen ja siihen investoiminen ole enää kannattavaa.

Juurikäävän aiheuttaman taloudellisen menetyksen arviointi on edellä mainituista syistä tärkeää, sillä se on yksi merkittävimmistä taloudellisista tappioita tuottavista metsätuhoista, jonka levinneisyyden arvioidaan kasvavan. Tämä

on haaste erityisesti kuivien kankaiden kasvupaikoilla, joissa männynkasvatukselle ei ole vaihtoehtoista puulajia. Kuusen kasvupaikoilla lehtomaisilla ja tuoreilla kankailla voidaan puulaji vaihtaa edullisemmaksi rauduskoivuksi ja samalla hävittää juurikäpää pysyvästi metsiköstä. Edellä mainitut työn rajaukset toimivat tulosten perustana hyvin ja antoivat perusteen aiheen tarkastelun tarpeellisuudelle.

Työn tulosten luotettavuutta tukee aineisto, joka perustuu pitkällä aikavälillä tehtyyn metsäntutkimukseen ja maastomittauksiin. Se on tuotettu MOTTI-laskentaohjelmistolla, jota hyödynnetään tälläkin hetkellä tutkimus- ja opetuskäytössä metsänkasvatuksen kehittämisen, päätöksenteon ja neuvonnan apuvälineenä. MOTTI-laskentaohjelmiston avulla pystytään kuvaamaan metsikössä kasvavan puuston kehityksen yleisiä säännönmukaisuuksia, riippuvuuksia ja vaihtoehtoisia tilanteita realistisesti. Mitä enemmän metsänomistajan kasvatustekijöiden toimenpiteet poikkeavat nykyisin vallalla olevasta metsänhoidon-suosituksesta, sitä epävarmempina työn tuloksia voidaan pitää.

Työssä käytetyn aineiston kattavuutta tukevat maantieteellisesti eteläistä ja pohjoista sijaintia edustavat satunnaisesti valitut paikkakunnat. Aineistossa esiintyvät paikkakunnat sijoittuvat yleisesti tunnistetuille juurikäpääalueille eivätkä yletä taudinaiheuttajan levinneisyysalueen ulkopuolelle. Alueet muodostuvat useammasta paikkakuntakohtaisesta metsiköstä, jolloin aineisto edustaa jokaista maantieteellistä sijaintia laajemmin. Tämä kasvattaa työn tulosten uskottavuutta ja niiden pohjalta tehtyjen päätelmien realistisuutta.

Taloudellisten vaikutusten laskennassa käytetyt kantohinnat ja kustannukset ovat pitkän ajan keskiarvoja, joten metsätalouden nykysuhdanteen vaikutus tuloksiin on vähäinen. Lisäksi pitkällä aikavälillä tulojen ja kustannusten suhteen on havaittu säilyvän suhteellisen samana, jolloin niiden vaikutusten perusteella tehdyt päätelmät säilyvät edelleen oikeansuuntaisina käytetyistä euroääristä huolimatta. Tämä vahvistaa tulosten perusteella tehtyjen johtopäätösten realistisuutta.

Taloudellisten tulosten laskennassa käytetyn Excel-laskurin luotettavuus perustuu siihen, että laskuria käytetään ammattitutkimuksessa ja Luonnonvarakeskuksella on ammattitaitoa tutkimusta palvelevien työkalujen laadinnassa.

Organisaatio tarjosi tuen työn tulosten laskentaan, talouslaskurin kalibrointiin sekä työkalujen tarkoituksenmukaisen toiminnan varmistamiseen sekä käyttöön. Nämä tekijät vahvistavat taloudellisten laskelmien ja esitettyjen euro-määrien paikkansa pitävyyttä ja sitä kautta niiden perusteella tehtyjen päätelmien oikeaa suuntaa.

Työn tuloksissa on huomioitu ainoastaan tasaikäisen metsänkasvatus sekä puhtaasti metsänomistajan taloudelliset tavoitteet. Talouslaskennassa ei ole huomioitu talousmetsän luonnonhoidollisten toimenpiteiden tai monimuotoisuuden säilyttämiseen tähtäävien tavoitteiden vaikutusta metsänkasvatuksen tulokseen. Tämä näkökulma oli hankala sisällyttää simuloituun aineistoon, ja kyseiset tekijät ovat myös erittäin riippuvaisia yksittäisen metsänomistajan omista metsänhoidollisista näkemyksistä sekä arvoista.

Parhaimmillaan työn lopputulokset kuvaavat juurikäpätuhojen aiheuttamien taloudellisten vaikutusten suurusluokkaa sekä suuntaa, johon metsänomistajien on tulevaisuudessa mahdollisesti varauduttava. Työn tulokset nostavat esiin aiheen ajankohtaisuuden, minkä perusteella olisi tarkoituksenmukaista jatkaa laajempaa juurikäävän taloudellisia vaikutuksia arvioivaa tutkimusta. Työn tuloksia tarkastellessa tulee huomioida, että tarkastelu perustuu karkeisiin laskennallisiin arvioihin eikä esimerkiksi suoraan metsähakkuiden yhteydessä saatavaan dataan tietyn metsikön puuntuotoksesta tai juurikäävän lahoittamasta puuaineksesta. Työn lopputulokset nojaavat kuitenkin maantieteellisesti kattavaan simulointiaineistoon, joka perustuu laajaan metsien tutkimus- ja kehitystyöhön. Tästä syystä tuloksia voidaan pitää hyvin suuntaa antavina mutta ei ehdottomina alueellisina tulkintoina. Alueiden sisällä metsikkökohtaiset tulokset voivat vaihdella merkittävästi riippuen yksittäisistä tekijöistä. Työn tulokset ovat alueita keskiarvoistavia, jolloin mahdolliset poikkeukset nousevat vähemmän esiin.

6.2 Juurikäävän vaikutus metsänkasvatuksen kannattavuuteen on merkittävä kuivan kankaan männiköissä

Työn tulosten perusteella kuivan kankaan männiköissä juurikäävän aiheuttamien tuhojen tuottamat menetykset yksittäisille metsänomistajille ovat arviolta vähintään 75 euroa per hehtaari ja voivat nousta yli 1000 euroon hehtaarilta.

Tappion suuruuteen vaikuttavat metsän kasvatuksessa käytetty uudistamistapa ja valittu korkokanta. Männynjuurikäpää aiheuttaa metsänomistajille edellä mainitun arvoisia suoria euromääräisiä tappioita, mikä tarkoittaa sitä, että metsänkasvatukselle alun perin asetetut tuotto-odotukset eivät toteudu ja toiminnan kannattavuus on heikentynyt.

Metsänomistajan tuottovaatimuksen ollessa 3 % tai suurempi havaittiin, että vähäinenkin juurikäävän aiheuttama puutavaralajisiirtymä voi kääntää metsätalouden harjoittamisen kannattamattomaksi kuivien kankaiden männiköissä. Metsätalouden muuttuessa kannattamattomaksi voidaan ajatella, että metsänomistajan metsään sitoutunut pääoma ja sen metsätaloudellinen arvo menetetään. Metsänomistajan halulle käyttää korkeampaa korkokantaa on kuitenkin olemassa perusteet erityisesti vaihtoehtoisten sijoitusten parempien tuotto-odotusten ja korkean inflaation aikana. Viime aikoina metsän reaalituotto on kärsinyt erityisesti korkeasta inflaatiosta ja metsän reaalin tuotto painunut yleisesti negatiiviseksi. Tämä haastaa metsänomistajan halua investoida kyseisten männiköiden viljelyyn matalan tuotto-odotuksen ja juurikäpärisikin aiheuttamasta tappioennusteesta huolimatta.

Metsänomistajan käyttämän korkokannan ollessa yli 3 % kasvavat taloudelliset menetykset nopeasti siirryttäessä eteläisestä Suomesta kohti pohjoista. Mikäli juurikäpärisi toteutuu, voi metsän kasvatuksesta tulla vähäisinkin juurikäpätuhoihin kannattamatonta erityisesti pohjoisemmassa Suomessa. Kuivan kankaan kasvupaikkojen sekä männyn osuus kasvatettavasta puustosta on Pohjois-Suomessa etelää suurempi (Luonnonvarakeskus 2021a). Erityisesti vaihtoehtoisen puulajin puuttuminen männyn kasvatuksen jatkamiselle juurikäävän tartuttamassa metsikössä voi aiheuttaa pysyviä varallisuuden ja tulon menetyksiä pohjoisen metsänomistajille.

Tuloksissa esitetyt euromääräiset arviot taloudellisista menetyksistä osoittavat, kuinka merkittävästi metsänomistajien tulo vähenee kasvatettaessa mäntyä kuivalla kankaalla, kun juurikäpää heikentää metsästä saatavan puutavaran laatua ja aiheuttaa hukkaa. Kuivalla kankaalla mänty on todistetusti menestynein puulaji, minkä vuoksi tälle kasvupaikalle ei ole osoitettavissa taloudellisesta näkökulmasta kannattavampaa vaihtoehtoa. Kaikilla tarkastelluilla alueilla kuivien kankaiden osuus alueen puuntuotantoon sopivista

kasvupaikoista oli vähintään 10 000 hehtaaria ja koko Suomessa 467 000 hehtaaria. Kun verrataan tätä keskimääräiseen metsätilan kokoon, joka on n. 32 ha (Metsäkeskus 2023), heikentää kuivien kankaiden männiköihin iskevä juurikäpää todennäköisesti usean metsänomistajan taloutta. Huomioitaessa kuivien kankaiden kasvupaikkojen hehtaarimäärät Etelä- ja Pohjois-Suomessa, voi juurikäpätuhojen tuloja heikentävä vaikutus olla yksittäiselle metsänomistajalle kriittinen.

Tuloksissa (kuvat 3 ja 4, s. 30) verrattiin myös kahden uudistamisketjun vaikutusta kuivan kankaan männiköiden kannattavuuteen. Laskelmista on havaittavissa, että luontainen uudistaminen saattaa parantaa kannattavuutta, mikäli siten saavutetaan muutoin terve metsän kasvu. Luontaisesti uudistamalla voidaan mahdollisesti varautua juurikäpäriskin toteutumiseen ja säilyttää hieman parempi kannattavuus verrattuna kylvömännikköön. Luontaisesti uudistettujen männiköiden kannattavuuden arvioinnissa voidaan tämän johdosta mahdollisesti soveltaa myös hieman korkeampaa korkokantaa.

6.3 Puulajin vaihto kuusella ei aiheuta kannattavuuden romahdusta

Kuusenjuurikäävän osalta tulokset osoittavat, että puulajin vaihdoksen voidaan olettaa laskevan metsänkasvatuksen kannattavuutta Etelä-Suomessa. Siirtyminen kuusen kasvatuksesta rauduskoivun kasvatukseen näyttäisi kuitenkin tuottavan positiivista tulosta kannattavuuden laskusta huolimatta eikä kuusentyvilahon aiheuttama puulajin vaihto Etelä-Suomen hyvillä kasvupaikoilla merkittävässä määrin johtaisi lopulliseen kannattavuuden menettämiseen toisin kuin kuivan kankaan männiköissä. Lehtomaisella kankaalla ja tuoreella kankaalla metsänkasvatus ei päätyisi kokonaan tappiolliseksi 2–4 %:n korkokannoilla, vaikka puulaji vaihtuisi kuusesta rauduskoivuksi. Näin metsänomistaja voi odottaa, että rauduskoivikko säilyisi tuottokykyisenä puulajin vaihdosta huolimatta eteläisen Suomen tuoreilla ja lehtomaisilla kankailla.

MOTTI-simulaatioihin perustuvien karkeiden laskelmien pohjalta voidaan arvioida, ettei juurikäävän torjunta puulajia vaihtamalla tarkoittaisi kokonaan luopumista kasvupaikan taloudellisesta hyödyntämisestä Etelä-Suomalaisille metsänomistajille. Kuusen ollessa Etelä-Suomessa viljellyin puulaji olisi sen menettäminen taloudellisesti merkittävä asia. Kannattavuuden säilymisestä

huolimatta voi juurikäävystä aiheutuva tulonmenetys olla useita kymmeniä prosentteja hehtaarilta ja metsikön hehtaarimäärän mukaan kertautuessa on tulonmenetys euromääräisesti merkityksellinen yksittäiselle metsänomistajalle.

Tulosten tarkastelu yllätti, sillä ennakkoon oletettiin, että puulajin vaihto arvokkaammasta kuusesta rauduskoivuun aiheuttaisi merkittävän heikennyksen metsänkasvatuksen kannattavuuteen. Tämä ei välttämättä pidä paikkaansa, vaan rehevillä Etelä-Suomen kasvupaikoilla juurikäpätuhot voivat olla taloudellisesti kestettävissä ja tuottavan metsäkasvatuksen jatkaminen infektoituneessa metsikössä edelleen mahdollista. Yhden rauduskoivusukupolven jälkeen voidaan kasvupaikalla mahdollisesti palata taloudellisesti optimaaliseen kuusenkasvatukseen, jolloin kannattavuudella olisi potentiaalia parantua ennalleen. Tämä voi asettaa Etelä-Suomen kuusikoita kasvattavat metsänomistajat parempaan taloudelliseen asemaan kuin kuivan kankaan männiköillä metsätaloutta harjoittavat omistajat.

6.4 Metsänomistajat eriarvoisessa asemassa juurikäpärisikin toteutuksessa

Kannattavuuden erot voivat olla merkittäviä riippuen maantieteellisestä sijainnista. Metsänkasvatuksen taloudellinen eriarvoisuus ja sen myötä kannuste metsänhoitoon sekä metsätalouden harjoittamiseen näyttää vaihtelevan eri alueiden metsänomistajien välillä. Juurikäpätuhoihin sekä torjuntaan liittyvässä päätöksenteossa tulisikin ottaa huomioon erilaiset metsänkasvatuksen olosuhteet, kuten juurikäpätuhojen taloudellinen vaikutus metsänomistajan tuloihin sekä torjunnan mahdollisuudet eri kasvupaikolla. Tästä kertoo se, että esimerkiksi juurikäävän hävittämiseksi toteutettava puulajin vaihto etelän kuusikossa näyttää edelleen tuottavan tulosta metsänomistajalle, mutta kuivan kankaan männiköissä ainoana vaihtoehtona on hyväksyä metsänkasvatuksen kannattavuutta pysyvästi heikentävä tuho.

Pohjoisessa sijaitseva kuivan kankaan männikkö tuottaa metsänomistajalle vähemmän tuloa kuin etelässä. Tähän perustuen juurikäpätuhojen torjuntaan ja muuhun juurikäpärisikin rajoittamiseen liittyvät toimenpiteet, jotka kasvattavat metsänkasvatuksen kustannuksia, tulevat mahdollisesti leikkaamaan jyrkimmin pohjoisen kuivan kankaan männiköissä metsätaloutta harjoittavan

metsänomistajan tuloja. Pohjoisessa Suomessa metsänomistaja voi joutua tyytymään myös alhaisempaan korkokantaan, mikä yhdessä juurikäpäriskistä aiheutuvien lisäkustannusten kanssa heikentää metsänkasvatuksen taloudellista houkuttelevuutta.

Työn tulokset osoittavat, että kuivan kankaan männiköiden kasvatuksen kannattavuus heikkenee Etelä-Suomesta pohjoiseen päin siirryttäessä. Eteläisemmän Suomen kuivan kankaan männiköt kannattavat lähtökohtaisesti paremmin kuin pohjoiset männiköt. Lähtökohtaisesti heikomman kannattavuuden vuoksi pohjoisessa kuivien kankaiden kasvupaikoilla mäntyä kasvattaville metsänomistajille jo vähäisempikin juurikäpätuho riittää tekemään metsänkasvatuksesta kokonaan kannattamatonta. Yhtäläinen juurikäpätuho voi näin ollen johtaa pohjoisessa huonompaan lopputulokseen kuin etelässä ja kohtelee metsänomistajien taloutta eriarvoisesti. Tämä on oleellista, sillä kuivan kankaan kasvupaikkojen määrä kasvaa pohjoiseen päin siirryttäessä. Tästä syystä juurikäpätuhon torjuntaan liittyvässä päätöksenteossa tulisikin huomioida metsänomistajien juurikäpäriskin aiheuttamat taloudelliset merkittävyyserot eri alueilla.

LÄHTEET

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus kasvinsuojeluaineiden kestävästä käytöstä ja asetuksen (EU) 2021/2115 muuttamisesta.

Laki metsätuhojen torjunnasta annetun lain muuttamisesta. 2016.

Hantula, J. 2020a. Männynjuurikäävän tuoreimmat kuulumiset ja tutkimukseen perustuvat torjuntakeinot. Kasvinterveys Webinaari 19.11.2020. Powerpoint- diasarja. Saatavissa: https://mmm.fi/documents/1410837/21521162/Jarkko+Hantula+Kasvinterveysseminaari_mannynjuurikaapa+20201119.pdf/e19103a1-1fe7-99f9-3f1c-eb636b6725ab/Jarkko+Hantula+Kasvinterveysseminaari_mannynjuurikaapa+20201119.pdf?t=1606399851578 [viitattu 18.3.2023]

Hantula, J. 2020b. Metsätuhojen, erityisesti juurikäävän, torjunta. Metsäpolitiikkafoorumin tutkijapaneeli 23.9.2020. Powerpoint- diasarja. Saatavissa: <https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsatuhojen-erityisesti-juurikaavan-torjunta-Jarkko-Hantula-Luonnonvarakeskus-Metsäpolitiikkafoorumi-23.9.2020.pdf> [viitattu 18.3.2023]

Hantula, J. & Piri, T. 2018. Pilottikoe tyvitervastaudin leviämisen estämiseksi sairaisissa männiköissä. Luonnonvarakeskus. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/542553/Poster%2012.9.2018.pdf?sequence=1> [viitattu 11.2.2023]

Hantula, J., Vainio, E.J. & Kashif, M. 2021. Method for preventing wood decay and related uses. Patent FI129221B

Honkaniemi, J., Ahtikoski, A. & Piri, T. 2019. Financial incentives to perform stump treatment against *Heterobasidion* root rot in Norway spruce dominated forests, the case of Finland.

Hynynen, J., Valkonen, S. ja Rantala, S. (toim.). 2005. Tuottava metsänkasvatus. Metsäntutkimuslaitos: Helsinki

Hynynen, J. & Niemistö, P. 2001. Kannattava puuntuotanto -tavoitteellista metsänhoitoa vai taloudellista optimointia? *Metsätieteen aikakuskirja* 1, 45-49. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <file:///C:/Users/03221563/Desktop/Opinn%C3%A4ytety%C3%B6%202022/L%C3%A4hteit%C3%A4/Kannattava%20puuntuotanto.pdf> [viitattu 28.4.2022]

Hynynen, J., Ahtikoski, A., Siitonen, J., Sievänen, R. & Liski, J. 2005. Applying the MOTTI simulator to analyse the effects of alternative management schedules on timber and non-timber production. *Forest Ecology and Management* 207, 5–18.

Huuskonen, S., Hynynen, J. & Valkonen, S. 2014. Metsän kasvatus; menetelmät ja kannattavuus. Bookwell Oy:Porvoo

Reaalituotto metsähakkuissa kannattaa laskea uudelleen. 2022. Kauppalehti 23.3.2023. Verkkolehti.

Saatavissa: <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/reaalituotto-metsahakkuissa-kannattaa-laskea-uudelleen/36b213d9-85de-420f-b353-0d4de2ff6cf6> [viitattu 5.4.2023]

Metsänomistaja lausuu suorat sanat alan surkeista tuotoista Suomessa – ”Sen pitää korjaantua”. 2022. Kauppalehti 14.3.2023.
Saatavissa: <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/metsanomistaja-lausuu-suorat-sanat-alan-surkeista-tuotoista-suomessa-sen-pitaa-korjaantua/446edb3e-9a8b-4124-ad82-a9c6c0bb99fa> [viitattu 5.4.2023]

Kellomäki, S. 2005. Metsäekologia. Joensuu: Joensuun yliopistopaino.

Korhonen, K. & Lipponen, K. 2001. Juurikäpälajit, levinneisyys ja torjunnan nykytilanne. *Metsätieteen aikakauskirja* 3, 453-457. Saatavissa: <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/533656/Juurik%C3%A4p%C3%A4p%C3%A4.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [viitattu 27.4.2022]

Kuuluvainen, J. 2009. Metsäekonomian perusteet. Helsinki: Gaudeamus.

Linna, M. 2012. Metsänomistajan rahakirja. Hämeenlinna: Kariston kirjapaino Oy

Luonnonvarakeskus. 2018. Metsätuhot vuonna 2017: Tyvilaho päätehakkuukäisissä kuusikoissa ja -männiköissä Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa . WWW-dokumentti. Saatavissa: https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/545098/luke_luobio_85_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y [viitattu 29.1.2023]

Luonnonvarakeskus. 2020. Metsälain ja metsätuholain muutosten arviointi. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/545373/luke-luobio_3_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y [viitattu 29.1.2023]

Luonnonvarakeskus. 2021a. Maaluokat metsätalousmaalla (1000 ha) muuttujina inventointi, maakunta ja maaluokka -tilasto. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__04%20Metsa__06%20Met_savarat/1.01_Metsatalousmaa.px/table/tableViewLayout2/ [viitattu 29.1.2023]

Luonnonvarakeskus. 2021b. Metsätuholain arvioinnin jatkoselvitys. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/547365/luke-luobio_23_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Luonnonvarakeskus. 2021d. Yksityismetsätalouden liiketulos -tilasto. WWW-dokumentti. <https://www.luke.fi/fi/tilastot/yksityismetsatalouden-liiketulos/yksityismetsatalouden-liiketulos-2021> [viitattu 28.6.2023]

Luonnonvarakeskus. 2022a. Heterobasioidon-juurikäävän virustorjunta. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.luke.fi/fi/palvelut/heterobasioidon-juurikaavan-virustorjunta> [viitattu 29.1.2023]

Luonnonvarakeskus. 2022b. Kuusen tyvilaho. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lahontorjunta/kuusi-tyvilaho.htm> [viitattu 28.4.2022]

Luonnonvarakeskus. 2022c. Männyntyvitervastauti. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://metsainfo.luke.fi/fi/cms/opas/tuhonaiheuttajaluettelo/mannyntyvitervastauti-2> [viitattu 5.2.2023]

Luonnonvarakeskus. 2022d. Metsätuhot vuonna 2020. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/551524/luke-luobio_2_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y [viitattu 27.4.2022]

Luonnonvarakeskus. 2022e. Brutto- ja nettokantorahatulot omistajaryhmittäin (maakunta) -tilasto. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__04%20Metsa__04%20Talous__16%20Kantorahatulot/02a_Kantorahatulot_v_omistajaryhma_mk.px/ [viitattu 28.2.2023]

Luonnonvarakeskus. 2022f. Kantorahatulo 2022 -tilasto. WWW-dokumentti. <https://www.luke.fi/fi/tilastot/kantorahatulot/kantorahatulottilaston-laatuseloste> [viitattu 28.6.2023]

Luonnonvarakeskus. 2022h. Metsätuhot vuonna 2019. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/551523> [viitattu 14.1.2023]

Luonnonvarakeskus. 2022i. Metsätuhot vuonna 2021. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/551792> [viitattu 14.1.2023]

Luonnonvarakeskus. 2022j. Metsämaan omistus. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__04%20Metsa__02%20Rakenne%20ja%20tuotanto__02%20Metsamaan%20omistus/?tablelist=true [viitattu 1.3.2023]

Luonnonvarakeskus. 2022k. Teollisuuspuun hakkuut kuukausittain (koko maa, ennakko) (1 000 m³) -tilasto. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__04%20Metsa__02%20Rakenne%20ja%20tuotanto__06%20Puun%20markkinahakkuut__04%20Vuositilastot/03_Teollisuuspuun_hakkuut_v_koko_maa.px/ [viitattu 1.3.2023]

Luonnonvarakeskus. 2022l. Yksityismetsätalouden liiketulos maakunnittain 2015 -tilasto. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__04%20Metsa__04%20Talous__18%20Yksityismetsatalouden%20liiketulos/03_Yksityismetsatalouden_liiketulos_mk.px/ [viitattu 29.1.2023]

Luonnonvarakeskus, Suomen metsäkeskus ja Metsäteho Oy. 2021c. Juurikäävän aiheuttaman tyvilahon riskikartoitus Suomessa ja täsmätorjunta metsikkötasolla. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.luke.fi/fi/projektit/tyvi-tuho> [viitattu 29.1.2023]

Maa- ja metsätalousministeriö. 2022a. Metsän taloudellinen merkitys. <https://mmm.fi/metsat/metsatalous/metsatalouden-kestavyys/metsien-taloudellinen-merkitys> [viitattu 14.1.2023]

Maa- ja metsätalousministeriö. 2022b. Valtioneuvoston asetus juurikäävän torjunnasta annetun valtioneuvoston asetuksen väliaikaisesta muuttamisesta. Muistio. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://mmm.fi/documents/1410837/112402824/juurik%C3%A4%C3%A4v%C3%A4ntorjunta.vnamuutos.muistio.27042022_12.pdf/fb7dba21-c7e0-37e8-47f2-752172ec0dc5/juurik%C3%A4%C3%A4v%C3%A4ntorjunta.vnamuutos.muistio.27042022_12.pdf?t=1651741763673 [viitattu 14.1.2023]

Metsäkeskus. 2022. Hakkuukoneen lahotieto voisi auttaa juurikäävän torjunnassa. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.metsakeskus.fi/fi/ajankoh-taista/hakkuukoneen-lahotieto-voisi-auttaa-juurikaavan-torjunnassa> [viitattu 14.1.2023]

Metsäkeskus. 2019. Juurikäpätuhojen tunnistaminen ja torjunta. WWW-dokumentti. Saatavana: <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/document/juurikaapatuhojen-tunnistaminen-ja-torjunta.pdf> [viitattu 27.4.2022]

Metsäkeskus. 2023. Yksityiset metsänomistajat asuinpaikan mukaan. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.metsakeskus.fi/fi/avoin-metsa-ja-luontotieto/tietoa-metsien-omistuksesta/yksityiset-metsanomistajat-asuinpaikan-mukaan> [viitattu 1.5.2023]

Metsäkeskus s.a. Kantokäsittelyn omavalvontaohje. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/document/kantokasittelyn-omavalvontaohje.pdf> [viitattu 28.1.2023]

Ministeriössä valmistellaan muutosta, kantokäsittelyä vain kesäkuusta syyskuulle. 2022. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.metsalehti.fi/artikkelit/ministeriossa-valmistellaan-muutosta-kantokasittelya-vain-kesakuusta-syyskuulle/#be1894b8> [viitattu 28.1.2023]

Metsänhoidon suositukset. 2023. Puulajin ja uudistamistavan valinta. Saatavissa: <https://metsanhoidonsuosituksset.fi/fi/toimenpiteet/puulajin-ja-uudistamismenetelman-valinta/toteutus> [viitattu 15.4.2023]

Möykkönen, T. & Pukkala, T. 2007. Juurikäävän leviäminen Etelä-Suomen kuusikoissa ja kuusi-mänty-sekametsissä mekanistisen mallin mukaan. *Metsätieteen aikakauskirja* 1, 5–18. Saatavissa: <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/533181/M%c3%b6ykkonen.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [viitattu 28.4.2022]

Müller, M., Piri T. & Hantula J. 2012. Ilmaston lämpeneminen haastaa nykyistä tehokkaampaan juurikäävän torjuntaan. *Metsätieteen aikakauskirja* 4, 312–315. Saatavissa: <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/533171/Muller.pdf?sequence=1> [viitattu 28.4.2022]

Müller, M., Hantula, J., Henttonen, H., Huitu, O., Kaitera, J., Matala, J., Neuvonen, S., Piri, T., Sievänen R., Viiri, H. & Vuorinen, M. 2012. Metsien terveys. Teoksessa: Bioenergia, ilmastonmuutos ja Suomen metsät. (toim. Asikainen

A., Ilvesniemi H., Sievänen R., Vapaavuori E. & Muhonen T.). Metlan työraportteja 240, 121–153. Saatavissa: <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/536147> [viitattu 4.2.2023]

Oikarinen, M. 1983. Etelä-Suomen viljeltyjen rauduskoivikoiden kasvatustaloudellisuus. Helsinki:Metsätutkimuslaitos.

Ollikainen, M. 1999. Faustmannin mallin ja kahden periodin mallin vertailua. *Metsätieteen aikakauskirja* 3, 549-555. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/533919/MarkkuO.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [viitattu 4.2.2023]

Piri, T. & Valkonen, S. 2013. Incidence and spread of Heterobasidion root rot in uneven-aged Norway spruce stands. *Canadian Journal of Forest Research* 43, 872–877

Piri, T. 2014. Juurikäpää eri-ikäisrakenteisessa kuusikossa – riskit ja torjunta. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2014, 111-113. Luonnonvarakeskus. Saatavissa: <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/532949/Piri.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [viitattu 4.2.2023]

Piri, T. 2018. Kuusen tyvilaho aiheuttaa suuria tappioita metsätaloudelle. Luonnonvarakeskus. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/541626/tietokortti-tyvilaho-kuusi-Netti.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [viitattu 19.3.2023]

Piri, T. 2002. Tyvilahoisen kuusikon uudistaminen. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/533694/piri.pdf?sequence=1> [viitattu 29.4.2022]

Routa, J. & Huuskonen, S. 2022. Jatkovapeitteinen metsänkasvatus synteesi raportti. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/551772>

Rotostop. 2022. Käyttöohje ja turvallisuus. Pdf-dokumentti. Saatavissa: https://rotstop.fi/wp-content/uploads/2022/03/Verdera_rotstop_esite_netti-2.pdf [viitattu 29.1.2023]

Salminen, H., Lehtonen, M. & Hynynen, J., 2005. Reusing legacy FORTRAN in the MOTTI growth and yield simulator. *Computers and Electronics in Agriculture* 49(1), 103-113.

Sevola, Y. (toim.) .2010. Metsä, talous, yhteiskunta. Katsauksia metsäekonominen tutkimukseen. Metlan työraportteja 145. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2010/mwp145.pdf> [viitattu 29.4.2022]

Investment Intelligence Oy. 2022. Omaisuusluokkien tuotot vuodesta 1870 lähtien. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.sijoittaja.fi/144619/omaisuusluokkien-tuotot-vuodesta-1870-lahtien/> [viitattu 25.3.2023]

Silver, T. ja Piri, T. 2013. Tyvitervastauti Lounais-Suomessa - esiintyminen, tunnistaminen ja torjunta. Luonnonvarakeskus. Raportti 24.1.2013. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <https://docplayer.fi/11970192-Timo-silver-ja-tuula-piri-raportti-24-1-2013-tyvitervastauti-lounais-suomessa-esiintyminen-tunnistaminen-ja-torjunta-tyvitervastautikiekko-aurasta.html>

Suomen metsäkeskus. Kantokäsittelyn omavalvontaohje. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/document/kantokasittelyn-omavalvontaohje.pdf> [viitattu 22.1.2023]

Rantala, S (toim.). 2013. Uuden metsänomistajan kirja. Porvoo: Metsäkustannus.

Tapio. 2023. Juurikäpätuhojen torjunta. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://metsanhoidonsuosituks.fi/fi/toimenpiteet/juurikaapatuhojen-torjunta/toteutus> [viitattu 28.4.2022]

Uotila, A., Kasanen, R. ja Heliövaara, K. 2020. Metsätuhot. Helsinki:Metsäkustannus.

Valonen, M., Maidell, M. ja Horne, P., Sajeva, M. & Korhonen, O. 2022. PTT-ennuste – metsäsektori 2022 kevät. Helsinki 2022. Saatavissa: <https://www.ptt.fi/ennusteet/metsaala.html> [viitattu 28.4.2022]

Valtioneuvoston asetus juurikäävän torjunnasta. 2016. WWW-dokumentti.

Valtioneuvosto. 2016. Laki metsätuhojen torjunnasta annetun lain muuttamisesta 228/2016. WWW-dokumentti.

Yara. 2022. Kantokate männyn ja kuusen juurikäävän torjuntaan. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.yara.fi/lannoitus/metsa/kantokate/> [viitattu 22.1.2023]

Euromääräiset arviot juurikäävän aiheuttamista tappioista metsänomistajalle kuivan kankaan männiköissä.

1. Metsänomistajan tappio kylvetyssä männikössä eri korkokannoilla, kun tukkipuuta siirtyy kuitupuuksi 20%- 80% juurikäävän aiheuttaman lahon vuoksi.

	2 %	3 %	4 %
Päijät-Häme ja Uusimaa			
Tuhoaste -%	20%- 80 %	20%- 80 %	20%- 80 %
Taloudellinen menetys €/ha	299 €- 1379 €	125 €- 608 €	57 €- 231 €
Alueen keskimääräinen BLV	2313 €/ha	668 €/ha	-1,74 €/ha
Keski-Suomi			
Taloudellinen menetys €/ha	233 €- 1089 €	95 €- 451 €	41 €- 203 €
Alueen keskimääräinen BLV	1707 €/ha	338 €/ha	- 237 €
Pohjois-Pohjanmaa			
Taloudellinen menetys €/ha	198 €- 904 €	75 €- 367 €	31 €- 162 €
Alueen keskimääräinen BLV	1288 €/ha	128 €/ha	-304 €/ha

2. Metsänomistajan tappio kylvetyssä männikössä eri korkokannoilla, kun tukkipuuta siirtyy raakkiin 20%- 80% juurikäävän aiheuttaman lahon vuoksi.

	2 %	3 %	4 %
Päijät-Häme ja Uusimaa			
Tuhoaste -%	20%- 80 %	20%- 80 %	20%- 80 %
Taloudellinen menetys €/ha	620 €- 2864 €	277 €- 1335€	138 €- 693 €
Alueen keskimääräinen BLV	2313 €/ha	668 €/ha	-1,74 €/ha
Keski-Suomi			
Taloudellinen menetys €/ha	505 €- 2290 €	218 €- 1 005 €	104 €- 489 €
Alueen keskimääräinen BLV	1707 €/ha	338 €/ha	- 237 €
Pohjois-Pohjanmaa			
Taloudellinen menetys €/ha	424 €- 1951 €	174 €- 843 €	79 €- 404 €
Alueen keskimääräinen BLV	1288 €/ha	128 €/ha	-304 €/ha

3. Metsänomistajan tappio luontaisesti syntyneessä männikössä eri korkokannoilla, kun tukkipuuta siirtyy kuitupuuksi 20% - 80% juurikäävän aiheuttaman lahon vuoksi.

	2 %	3 %	4 %
Päijät-Häme ja Uusimaa			
Tuhoaste -%	20%- 80 %	20%- 80 %	20%- 80 %
Taloudellinen menetys €/ha	275 €- 1400 €	115 €- 626 €	53 €- 308 €
Alueen keskimääräinen BLV	2935 €/ha	692 €/ha	130 €/ha
Keski-Suomi			
Taloudellinen menetys €/ha	191 €- 964 €	75 €- 386 €	33 €- 130 €
Alueen keskimääräinen BLV	1850 €/ha	382 €/ha	- 197 €/ha
Pohjois-Pohjanmaa			
Taloudellinen menetys €/ha	145 €- 736 €	54 €- 216 €	21 €- 85 €
Alueen keskimääräinen BLV	1258 €/ha	122 €/ha	-306 €

4. Metsänomistajan tappio luontaisesti syntyneessä männikössä eri korkokannoilla, kun tukkipuuta siirtyy raakkiin 20%- 80% juurikäävän aiheuttaman lahon vuoksi.

	2 %	3 %	4 %
Päijät-Häme ja Uusimaa			
Tuhoaste -%	20%- 80 %	20%- 80 %	20%- 80 %
Taloudellinen menetys €/ha	573 €- 2880 €	253 €- 1349 €	124 €- 467 €
Alueen keskimääräinen BLV	2935 €/ha	692 €/ha	130 €/ha
Keski-Suomi			
Taloudellinen menetys €/ha	423 €- 2027€	179 €- 663 €	83 €- 408 €
Alueen keskimääräinen BLV	1850 €/ha	382 €/ha	- 197 €/ha
Pohjois-Pohjanmaa			
Taloudellinen menetys €/ha	330 €- 1622 €	129 €- 678 €	56 €- 223 €
Alueen keskimääräinen BLV	1258 €/ha	122 €/ha	-306 €

Liitteessä 1. korkokannalla 4 % osoitettu euromääräinen taloudellinen menetys indikoi metsänomistajan kokonaistappiota, joka kasvattaa jo lähtökohtaisesti kannattamattoman metsänkasvatuksen euromääräistä tappiota.