



Matti Valonen, Olli Korhonen ja Paula Horne

## Metsänomistajien näkemyksiä turvemaametsien hiilen sidontaa ja varastointia lisäävistä metsänhoidollisista toimenpiteistä

Valonen M., Korhonen O., Horne P. (2022). Metsänomistajien näkemyksiä turvemaametsien hiilen sidontaa ja varastointia lisäävistä metsänhoidollisista toimenpiteistä. *Metsätieteen aikakauskirja* 2022-10671. Tutkimusartikkeli. 23 s. <https://doi.org/10.14214/ma.10671>

### Tiivistelmä

Metsien rooli ilmastomuutoksen hillinnässä korostuu viimeaikaisessa tutkimuksessa. Suomessa yksityismetsänomistajat omistavat suurimman osan metsätalousmaasta. Koska heidän mielenkiintoisuuksiensa ovat olennaisia ilmastoystävällisten metsienhoitotapojen soveltamiselle, tutkimme, miten todennäköisesti yksityiset metsänomistajat haluaisivat korvata vastaan ottaa käyttöön hiilen sidontaa ja varastointia lisääviä toimenpiteitä. Metsänomistajakunnan heterogeenisyyden vaikutuksen analysoimiseksi kysymyslomake sisälsi kysymyksiä metsänomistajien taustatekijöistä, metsänomistuksen tavoitteista ja metsätilojen ominaisuuksista. Aineistona tutkimuksessa käytettiin Suomalainen metsänomistaja 2020 -tutkimuksessa kerättyä kyselyaineistoa vuodelta 2019. Osatoksen aineistoa (n = 2250, vastausprosentti 43) analysoitiin logistisella regressiomallilla metsänomistajien neljän eri toimenpiteen käyttöönottohalukkuuden todennäköisyyksien selvittämiseksi. Kaikki tarkastellut toimenpiteet, jotka olivat jatkuva kasvatus, siirtäminen metsätalouden ulkopuolelle, lannoitus ja kaatuneiden puiden jättäminen lahoamaan, soveltuvat metsiin maaperästä riippumatta, mutta jatkuva kasvatus ja siirtäminen metsätalouden ulkopuolelle oli rajattu koskemaan ainoastaan turvemaita. Tutkimuksen päähuomion kohteena olivat turvemaille sovellettavissa olevat toimenpiteet. Metsänomistajat, joille metsät ovat tärkeitä puuntuotannossa, olivat todennäköisesti halukkaampia ottamaan käyttöön toimenpiteitä, jotka ovat yhteensovitettavissa metsätalouden kanssa. On todennäköistä, että mitä enemmän toimenpiteet ovat yhdensuuntaisia metsänomistajien metsälleen asettamien tavoitteiden kanssa, sitä helpommin ja sitä pienemmällä korvauksella metsänomistajat ovat valmiita toteutukseen. Nykyisiin metsänhoito- ja hakkuutapoihin tyytymättömät metsänomistajat ovat tyytyväisiä metsänomistajia selvästi halukkaampia ottamaan käyttöön tarkasteltuja toimenpiteitä paitsi puuston kasvun lisäämistä lannoituksella. Metsänomistajien iän kasvaessa todennäköinen halukkuus ottaa tarkasteltuja toimenpiteitä käyttöön väheni riippumatta siitä, olivatko toimet yhteensovitettavissa metsätalouden kanssa. Metsänomistajien neuvonnassa voisi pyrkiä vaikuttamaan metsänomistajien metsien käsittelyyn tuomalla esille entistä laajemmin erilaisia yksittäisiä metsänhoidollisia toimenpiteitä, jotka olisivat sovellettavissa ja yhteensovitettavissa metsänomistajan tavoitteiden kanssa osana metsien hoitoa.

**Asiasanat** hiilensidonta; hiilivarasto; kivennäismaa; metsänhoito; metsänomistaja; suo; turvemaa

**Yhteystiedot** Pellervon taloustutkimus PTT, Metsäalan tutkimusryhmä, Helsinki

**Sähköposti** [matti.valonen@ptt.fi](mailto:matti.valonen@ptt.fi)

**Hyväksytty** 11.10.2022

# 1 Johdanto

## 1.1 Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelma tavoittelee ilmastokestävää metsätaloutta

Metsätalousmaahan kohdistuu useita kansallisia politiikkoja ja tukijärjestelmiä. Kansallisen säätelyn ja ohjauksen tavoitteisiin ja myös rajoituksiin vaikuttavat lisäksi EU:n metsästrategia sekä eri sektoripolitiikkoihin sisältyvät asetukset ja strategiat, kuten biodiversiteettistrategia, LULUCF-asetus ja taksonomia-asetus, jotka vaikuttavat metsien käyttöön. Kansallinen metsästrategia 2025 kokoaa erilaisten politiikkojen tavoitteet yhteen ja tavoittelee kokonaisvaltaista kestävä kehitystä. Kansallisen metsästrategian päivityksessä (Maa- ja metsätalousministeriö 2019) tuotiin aikaisempaa vahvemmin esille myös ilmastokestävyys. Strategian tavoitteena on lisätä tietämystä metsien roolista ilmastonmuutoksen hillinnässä ja siihen sopeutumisessa. Parempi tieto edesauttaa metsänomistajien riskinhallintaa ja ilmastonäkökulman tehokkaampaa huomioon ottamista metsätaloudessa. Esitetyssä kestävä metsätalouden kannustinjärjestelmässä (Maa- ja metsätalousministeriö 2021) ei ehdoteta erillistä työlajia ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi ja siihen sopeutumiseksi, vaan ilmastonäkökulma huomioidaan kaikissa työlajeissa.

Maankäyttösektorin päästöjen vähentäminen ja hiilinielujen vahvistaminen on tärkeä osa pääministeri Sanna Marinin hallitusohjelman tavoitetta hiilineutraaliudesta vuoteen 2035 mennessä. Tätä silmällä pitäen hallitus on laatimassa maankäyttösektorin ilmastosuunnitelman, jossa esitetään maankäytön toimenpiteitä päästöjen vähentämiseen ja hiilinielujen vahvistamiseen. Niiden käytön tueksi tullaan hallitusohjelman mukaisesti kehittämään ohjauskeinoja ja kannustimia. (Valtioneuvosto 2019).

Ohjauskeinojen ja kannustimien vaikuttavuuden parantamiseksi niiden suunnittelussa on tärkeää ottaa huomioon yksityisten metsänomistajien näkemykset erilaisten maankäyttösektorin ilmastotoimenpiteiden hyväksyttävyydestä ja toteutettavuudesta. Yksityismetsien osuus Suomen metsätaloukseen alasta on noin 53 prosenttia (Korhonen ym. 2017).

## 1.2 Eri metsänkäsittelyvaihtoehdoilla voidaan vaikuttaa hiilen nieluihin ja varastoihin

Suomen metsätaloukseen maasta kangasta eli kivennäismaata on liki 17 miljoonaa hehtaaria ja suota eli turvemaata reilut yhdeksän miljoonaa hehtaaria (35 prosenttia metsätaloukseen alasta), josta hieman yli puolet on ojitettu. Suon osuus metsätaloukseen alasta on suurin Pohjois-Suomessa ja pienin Etelä-Suomessa. (Luonnonvarakeskus 2020)

Metsämaan nettonieluksi on vuosina 2015–2018 arvioitu 17,5–27,7 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttitonnia vuodessa (milj. tonnia CO<sub>2</sub>-ekv./a). Vastaavana ajanjaksona kivennäismaiden puuston hiilidioksidinieluksi on arvioitu 2,5–14,7 milj. tonnia CO<sub>2</sub>-ekv./a ja maaperän nettonieluksi 7,6–9,0 milj. tonnia CO<sub>2</sub>-ekv./a, joiden yhteenlaskettu nettonielu on 9,1–23,7 milj. tonnia CO<sub>2</sub>-ekv./a. Ojitettujen soiden puuston hiilidioksidinieluksi on vuosina 2015–2018 arvioitu 12,9–13,7 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttitonnia vuodessa (milj. tonnia CO<sub>2</sub>-ekv./a) ja maaperän päästöiksi 4,3–5,4 milj. tonnia CO<sub>2</sub>-ekv./a sekä ojitettujen metsämaiden metaani ja typpioksiduulipäästöiksi 2,5–2,6 miljoonaa tonnia CO<sub>2</sub>-ekv./a (Tilastokeskus 2020). Jos ojitettujen soiden puuston hiilidioksidinielusta vähennetään niiden maaperän päästöt ja ojitettujen metsämaiden metaani- ja typpioksiduulipäästöt, jää nettonieluksi 5,7–6,1 milj. tonnia CO<sub>2</sub>-ekv./a.

Metsämaan nettonielun kasvattaminen, joka edistää hallitusohjelman tavoitetta hiilineutraalista Suomesta vuoteen 2035 mennessä, edellyttää hiilinielujen ja -varastojen vahvistavien metsänhoidollisten toimenpiteiden käyttöönottoa. Näillä toimenpiteillä on merkitystä, sillä Lehtonen ym. (2021) arvioivat, että hiilinielujen ja -varastojen vahvistavien metsänhoidollisten toimenpiteiden käyttöönotolla voitaisiin vähentää metsämaan ja eritoten turvemaametsien päästöjä tuntuvasti.

Merkittävän potentiaalin toimenpiteiksi Lehtonen ym. (2021) arvioivat järjestyksessä suurimmasta potentiaalista pienempään: jatkuva kasvatusturvemailla, lahoppuun määrän lisääminen, metsäkadon hillitseminen, metsien typpilannoitus, taimikonhoito, turvemaiden tuhkalannoitus ja kosteikkojen ennallistaminen.

Säätelämällä metsänkäsitteilyllä turvemaametsien pohjaveden pinnan syvyyttä voidaan vaikuttaa turvemaametsien puustoon ja maaperään sitoutuneeseen hiilen määrään sekä maaperän metaani- ja typpioksiduulipäästöihin. Turvetta kerryttämällä luonnontilainen suo sitoo hiiltä, sillä maaperän hapettomissa oloissa kuolleet kasvinosat eivät hajoa hiilidioksidiksi. Kun orgaaninen aines ei hajoa hiilidioksidiksi, vapautuu siitä osa metaanina (Ojanen 2015). Näin ollen luonnontilaisen suon päästöt riippuvat hiilidioksidinielun ja metaanipäästön välisestä suhteesta (Frolking ym. 2006). Soiden ojittaminen laskee pohjaveden pintaa, mikä parantaa hapen kulkeutumista juuristoon parantaen kasvuolosuhteita ja lisäten siten puuston kasvua. Kasvaessaan nopeammin puusto sitoo enemmän hiilidioksidia. Kun ojituksen seurauksena happea kulkeutuu maaperään, alkaa turve jälleen hajota hiilidioksidiksi, ja pienempi osa hiilidioksidista vapautuu metaanina (Ojanen 2015). Turpeen hajotessa myös siihen sitoutunut typpi vapautuu, mikä lisää suon typpioksiduulipäästöjä. Veden syvyyden lisäksi Minkkisen ym. (2020) mukaan typpioksiduulipäästöt kasvavat kohteen rehevyyden mukaan. Ojajen ym. (2013) havaintojen perusteella suotyypiltään sekä rehevät että karut ojitettut turvemaat ovat keskimäärin kasvihuonekaasujen netto-nieluja. Puusto oli keskimäärin nielu molemmilla kasvupaikoilla, mutta maaperä oli päästölähde vain rehevillä turvemailla (Ojanen ym. 2013).

Metsänkäsitteilyvaihtoehdon valinta riippuu merkittävästi suon rehevyydestä eli turvekan-gastyyppistä, joka vaikuttaa hiilidioksidinielun ja metaanipäästöjen väliseen suhteeseen. Lehtosen ym. (2021) mukaan metsänhoidollisista toimenpiteistä suurin päästövähennyspotentiaali on jatkuva-peitteisellä kasvatuksella rehevillä ojitetuilla turvemailla. Niemisen ym. (2018) meta-analyysin mukaan turvemaiden metsien kasvattaminen jatkuvapeitteisinä ja pitämällä pohjaveden pinta päätehakattua metsää syvempänä ja päätehakkuukypsää metsää alempana voi vähentää kasvi-huonekaasupäästöjä. On viitteitä, ettei jatkuvan kasvatuksen mukainen hakkuu aiheuta merkittäviä muutoksia ojitettun turvemaan metaani- ja typpioksiduulipäästöihin (Korkiakoski ym. 2020).

Pääosalla metsätaloustalouteen soveltumattomista ojitetuista heikkotuottoisista karuista turvemaista maaperä ei vaikuttaisi olevan merkittävä kasvihuonekaasujen lähde, mutta heikkotuottoisilla rehevillä turvemailla on hiilidioksidi- ja typpioksiduulipäästöjen riski (Tolvanen ym. 2018). Tolvanen ym. (2018) katsoivat, että ne heikkotuottoiset karut turvemaat, joilla ei ole päästöjen riskiä, voidaan jättää nykytilaan. Nykytilaan jättämisen voitaneen olettaa tarkoittavan metsätalouden ulkopuolelle siirtämistä. Reheville heikkotuottoisille turvemaille ei näyttäisi olevan selkeää metsänkäsitteilyvaihtoehtoa. Tolvanen ym. (2018) tutkivat hakkuiden jatkamisen, lannoittamisen ja ojien kunnostamisen vaikutusta rehevien heikkotuottoisten turvemaiden kasvihuonekaasupäästöihin. Heidän tulostensa mukaan tällainen metsänkäsitteily vähentää kasvihuonekaasupäästöjä vuosikymmeniksi, mutta pidemmän päälle sillä on ilmastoa lämmittävä vaikutus, kun toimien seurauksena turvetta hajoo ja puustoon varastoitunut hiili poistuu päätehakkuun seurauksena. Tolvanen ym. (2018) toteavat päästöjen vähenevän, kunhan puustoa ei hakata.

Lannoitus lisää puuston kasvua, jonka seurauksena puustoon sitoutuu enemmän hiiltä. Turvemailla lannoituksen vaikutus riippuu mm. suotyypistä, turpeen paksuudesta ja puiden ennestään käytettävissä olevista ravinnevaroista (Moilanen ym. 1996; Laiho ym. 2008). Moilasan ja Hökän (2009) mukaan lannoitus lisäsi vähäpuustoisten riukuvaiheen ojitusaluemänniköiden puuston kasvua merkittävästi enemmän männiköissä, joissa esiintyi selkeä kaliumin ja fosforin puutostila kuin männiköissä, joissa ravinnetila oli vähintään tyydyttävä.

Maljanen ym. (2014) eivät havainneet tuhkalannoituksella olevan merkittävää vaikutusta turvemaiden maaperän metaani- ja typpioksiduulipäästöihin. Ojanen ym. (2019) katsoivat tuhkalan-

noituksen lisäävän selvästi maaperän päästöjä typpirikkailla soilla, mutta niukkatyppisillä soilla näin ei ole. Runsastyypisillä soilla lannoitus vähentää puuston ja maaperän yhteenlaskettuja kasvihuonekaasupäästöjä vuosikymmeniksi (Tolvanen ym. 2018). Tuhkalannoitus lisää jonkin verran puuston kasvua niukkatyppisillä turvemaiilla (Sikström ym. 2010; Hytönen ja Hökkä 2020), muttei maaperän päästöjä, joten niukkatyppisillä soilla tuhkalannoitus lisää nettonielua. Lehtosen ym. (2021) mukaan kokonaisuudessaan tuhkalannoituksella on mahdollista saavuttaa päästövähennyksiä.

Lahopuu kasvattaa metsän hiilivarastoa (Rinne ym. 2017). Lehtosen ym. (2021) laskelmien mukaan lahopuun lisäämisellä on jatkuvapeitteiseen kasvatukseen rehevillä ojitetuilla turvemaiilla siirtymisen jälkeen toiseksi suurin potentiaali (jos ei lasketa puutuotteiden hiilivarastoa) vähentää maankäyttösektorin kasvihuonekaasupäästöjä. Lisäksi lahopuulla on tärkeä rooli lahottajasienilajien monimuotoisuuden kannalta (Mäkipää ym. 2017). Metsätalousmaan lajiston elinedellytysten parantaminen edellyttäisi, että huomattavasti nykyistä suurempi määrä kuolleita puita jätettäisiin lahoamaan (Peltoniemi ym. 2013).

Tämä tutkimus keskittyy turvemaihin niiden kangasmaita suuremman yksikkökohtaisen nettonielupotentiaalin vuoksi. Tarkasteltavat hiilen sidontaa ja varastointia lisäävät toimenpiteet valittiin niiden päästövähennyspotentiaalin ja turvemaille soveltuvuuden perusteella. Siirtyminen jatkuvaan kasvatukseen turvemaiilla valittiin, koska sillä on Lehtosen ym. (2021) tarkastelemista keinoista suurin päästövähennyspotentiaali. Lahopuun määrän lisääminen, joka soveltuu sekä kivennäis- että turvemaille, valittiin, koska sillä oli toiseksi suurin päästövähennyspotentiaali (Lehtonen ym. 2021). Näiden toimenpiteiden valinta oli perusteltua myös sen vuoksi, että Metsänomistaja 2020 -tutkimushankkeen kyselyaineisto sisälsi kysymyksen, jossa nämä toimenpiteet olivat vaihtoehtoina. Kysymyksessä vastaajia pyydettiin valitsemaan kymmenestä hiilen sidontaa ja varastointia lisäävästä toimenpiteestä ne, joilla he olisivat valmiita lisäämään hiilen varastointia ja sitomista osassa metsistään julkista tukea vastaan (Koskela ym. 2021). Turvemaiilla jatkuvaan kasvatukseen siirtymisen ja kaatuneiden puiden lahoamaan jättämisen lisäksi muut vaihtoehdot olivat harvennuksen viivästäminen, päätehakkuun viivästäminen, lannoitus, taimien istuttaminen tiheämpään, puuston jättäminen hiilivarastoksi, jatkuva kasvatus maaperästä riippumatta, nopeasti kasvavien puulajien valitseminen istutettavaksi ja heikkotuottoisten ojitettujen turvemaiden jättäminen metsätalouden ulkopuolelle (Koskela ym. 2021). Jäljelle jääneistä kahdeksasta toimenpiteestä kaikki soveltuivat metsiin maaperästä riippumatta, mutta yksi niistä oli rajattu koskemaan ainoastaan turvemaita. Kahdeksasta toimenpiteestä tarkasteluun valittiin heikkotuottoisten ojitettujen turvemaiden jättäminen metsätalouden ulkopuolelle sekä lannoitus. Nämä toimenpiteet valittiin, koska niillä oli jäljelle jääneistä toimenpiteistä Lehtosen ym. (2021) laskelmien mukaan suurimmat päästövähennyspotentiaalit. Lehtonen ym. (2021) ei tosin laskenut kaikkien näiden toimenpiteiden päästövähennyspotentiaalia. Jäljelle jääneet kuusi kyselyaineiston toimenpidettä jätettiin tarkastelun ulkopuolelle, sillä niiden valitseminen olisi laajentanut tarkastelua liiaksi.

### 1.3 Metsänomistajien halukkuus lisätä hiilensidontaa

Metsänomistuksen tavoitteiden vaikutusta päätöksentekoon on tarkasteltu lukuisissa kyselytutkimuksissa luokittelemalla metsänomistajat tavoiteryhmiin Q-luokittelulla tai pääkomponentti- ja ryhmittelyanalyysillä (mm. Kurtz ja Lewis 1981; Kuuluvainen ym. 1996; Kline ym. 2000; Hänninen ym. 2011). Määritellyt tavoiteryhmät ja niiden määrä ovat vaihdelleet tutkimuksittain. Esimerkiksi Hänninen ym. (2011) luokittelivat metsänomistajat viiteen tavoiteryhmään: monitavoitteiset, virkistyskäyttäjät, metsästä elävät, taloudellista turvaa korostavat ja epätietoiset. Dhuháinin ym. (2007) tekemän meta-analyysin perusteella metsänomistajat, jotka korostavat puuntuotantoa ja ovat yrittäjämäisiä omistajia, hoitavat metsiään ja tekevät tai teettävät hakuita muita metsänomistajia todennäköisemmin. Virkistystavoitteita painottavien ja tavoitteiltaan

epätietoisten metsistä korjattiin vuosittain puuta teollisuuden tarpeisiin hieman vähemmän kuin monitavoitteisten ja metsästä elävien metsistä (Favada ym. 2009). Favadan ym. (2009) mukaan maanviljelijät olivat useimmin monitavoitteisia, joille taloudelliset tavoitteet ovat tärkeitä, ja metsästä eläviä, jotka painottivat metsänomistuksen tarjoamia työtilaisuuksia. Hännisen ym. (2011) mukaan monitavoitteisista ja taloudellista turvaa korostavista metsänomistajista muita tavoiteryhmiä useampi oli tehnyt tai teettänyt metsänlannoituksen, ja sama päti ojitukseen. Lisäksi Husan ja Koseniuksen (2021) mukaan lannoituksen teettämisen todennäköisyyttä lisää taloudellisten tavoitteiden korostaminen.

Metsänomistajia on luokiteltu myös heidän päätöksentekotapojensa mukaan (Hujala ym. 2007, 2009, 2013; Kurttila 2010). Kurttilan ym. (2010) mukaan osa metsänomistajista tekee päätöksensä pääasiassa metsäammattilaisten neuvojen mukaan, osa kaipaa päätöksenteossaan metsäammattilaisten opastusta, osa luottaa päätöksenteossa omaan kokemukseen, osa tekee päätöksensä yhdistelemällä omaa kokemusta ja metsäammattilaisten neuvoja. Hujalan ym. (2013) tutkimuksen perusteella useimpia metsänomistajia voidaan palvella parhaiten tarjoamalla oppimisen mahdollistavia ja vuorovaikutteisia metsäpalveluita.

Kumelan ja Hännisen (2011) kyselytutkimuksen, joka toteutettiin ennen metsälain uudistusta, perusteella reilu neljännes metsänomistajista oli valmis heti siirtymään jatkuvaan kasvatukseen kaikissa tai osassa metsistään, mutta useammat ennemmin kokeilisivat. Maa- ja metsätalousyrittäjät ja suuren metsätilan omistavat olivat keskimääräistä harvemmin valmiita siirtymään jatkuvaan kasvatukseen (Kumela ja Hänninen 2011). Maaseudulla ja kaupungissa asuvat olivat keskimääräistä harvemmin valmiita siirtymään jatkuvaan kasvatukseen, mutta taajamassa asuvat taas keskimääräistä useammin (Kumela ja Hänninen 2011). Asikaisen ym. (2014) kyselyyn vastanneista metsänomistajista noin puolet oli vähintään kiinnostunut kokeilemaan jatkuvan kasvatuksen mukaista yläharvennusta sen tullessa metsälain muutoksen myötä mahdolliseksi. Juutisen ym. (2020) tulosten mukaan metsänomistajista pääosa soveltaa metsien tasaikäistä kasvatusta mutta aikoo jatkossa hyödyntää nykyistä enemmän jatkuvaa kasvatusta. Metsänomistajan aikomus soveltaa jatkuvaa kasvatusta pieneni iän myötä (Juutinen ym. 2020). Lisäksi Juutisen ym. (2020) mukaan maa- ja metsätalousyrittäjät suosivat vakiintuneita metsänkasvatuksen menetelmiä, kuten tasaikäiskasvatusta, mutta kaupungissa asuvat muita metsänkasvatuksen menetelmiä, kuten jatkuvaa kasvatusta. Suomessa jatkuvan kasvatuksen osuudesta ei ole tarkkaa tietoa. Euroopan metsistä Mason ym. (2022) arvioivat 22–30 prosenttia hoidettavan jatkuvalla kasvatuksella.

Tehdyn katsauksen perusteella metsänomistajien halukkuutta jättää juuri heikkotuottoiset ojitetut turvemaat metsätalouden ulkopuolelle ei ole tutkittu. Kuitenkin sitä sivuten Mitanin ja Lindhjemin (2015) mukaan kaikkien tai osan metsistä jättäminen metsätalouden ulkopuolelle kompensatiota vastaan korreloi positiivisesti mm. metsätilan pienen koon ja ympäristöarvoja painottavien asenteiden kanssa, mutta negatiivisesti korkeamman iän ja puunmyyntitulojen suuremman taloudellisen merkityksen kanssa.

Husan ja Koseniuksen (2021) mukaan ikä ja ympäristötavoitteiden painottaminen lisäävät halukkuutta jättää kaatuneita puita lahomaan. Hysingin ja Olssonin (2005) haastattelemat ruotsalaiset metsänomistajat suhtautuivat pääasiassa kielteisesti lahopuun jättämiseen metsään, sillä se voi heidän mukaansa aiheuttaa hyönteistuhoja, jotka taas voivat aiheuttaa taloudellisia menetyksiä ja tehdä metsässä liikkumisesta vaarallista. Saksassa havaittiin kaatuneiden lahopuurunkojen säilyttämisen todennäköisyyden kasvavan, mikäli metsänomistaja pitää lahopuun jättämistä hyödyllisenä (lahopuu pitää yllä biodiversiteettiä ja on luonnollinen osa metsää) ja mitä korkeammin koulutettu hän on (Joa ja Schraml 2020).

Metsänomistajien halukkuutta osallistua hiilen sidontaa ja varastointia lisääviin hankkeisiin on tutkittu usein kyselyaineistoon perustuvilla tilastollisilla malleilla, kuten logistisella regressiolla. Tarkastelluissa pääasiassa yhdysvaltalaisissa tutkimuksissa halukkuus riippui korvauksen suuruuden

lisäksi voimakkaasti mm. hankkeen sisällöstä, sopimuksen kestosta ja edellytetyistä hoitotoimista (Markowski-Lindsay ym. 2011; Dickinson ym. 2012; Håbesland ym. 2016; Khanal ym. 2017). Lisäksi halukkuuteen on havaittu vaikuttavan, onko sopimusosapuoli julkinen vai yksityinen taho (Markowski-Lindsay ym. 2011). Osa yhdysvaltalaisista metsänomistajista ei ole halukkaita osallistumaan hiilensidontaan edes suuresta korvauksesta (Khanal ym. 2017).

Waden ja Moseleyn (2011) tutkimuksessa metsänomistajien halukkuutta osallistua hiili-markkinoille Yhdysvaltojen koillisosassa tarkasteltiin metsäammattilaisten näkemysten kautta. Metsäammattilaisten pääasiallinen huomio oli, että metsänomistajien kiinnostukseen vaikuttaa eniten osallistumisesta saatava korvaus. Tutkimuksen mukaan metsäammattilaiset näkivät myös tiettyjä epävarmuuksia, joiden katsottiin vaikuttavan negatiivisesti osallistumishalukkuuteen. Tällaisia esteitä olivat esimerkiksi hiilimarkkinoiden kehittymättömyys, epävarmuus omistusoikeuden varmistamisesta ja tulovirroista suhteessa puuntuotantoon sekä metsäammattilaisten näkemykset osallistumisesta.

Metsänomistajien halukkuus osallistua ilmastotoimiin ja korvausvaatimus siitä riippuu myös metsässä tehtävistä toimenpiteistä. Halukkuuteen osallistua hiilensidontaan viivästäväällä päätehakkuuta on huomattu vaikuttavan metsänomistajan tulojen, iän, ympäristö- ja virkistystavoitteiden sekä metsätilan pinta-alan (Khanal ym. 2017). Mitä korkeammat tulot, suurempi metsäpinta-ala ja vahvempi painotus ympäristö- ja virkistysyötyihin metsänomistuksessa, sitä todennäköisemmin oli metsänomistaja halukas viivästäämään hakkuuta, jos se on taloudellisesti kannattavaa (Khanal ym. 2017).

Hiilen sitomisen ja varastoinnin lisäämistä eri toimenpitein korvausta vastaan tarkasteltiin Koskelan ym. (2021) raportissa kysymällä suomalaisten metsänomistajien suhtautumista kymmenen erilaisen metsänhoidollisen toimenpiteen toteuttamiseen. Vastaajille kuvattiin tilanne, jossa kansainvälinen ja kansallinen ilmastopolitiikka muuttuisi siten, että julkisista varoista alettaisiin tukea hiilen sitomista ja varastointia yksityismetsissä. Tarkasteltavat toimenpiteet soveltuivat toimenpiteen mukaan joko turvemaille, kivennäismaille tai molempiin. Koskela ym. (2021) ristiintaulukoivat metsänomistajien suhtautumisen tähän tutkimukseen valittuihin toimenpiteisiin käyttäen muuttujina metsäomistajan ikäryhmää, metsäpinta-alaluokkaa, ammattiasemaa, asuinympäristöä, omistajan sukupuolta, tavoiteryhmää, tilan hallintatapaa ja puukaupan tekemistä. Metsänomistajien keskuudessa selvästi suosituin toimenpide oli jatkuva kasvatus, johon 62 prosenttia metsänomistajista suhtautui myönteisesti. Muita toimenpiteitä, joista oli kiinnostunut yli puolet metsänomistajista, olivat päätehakkuun viivästäminen, heikkotuottoisten ojitettujen turvemaiden jättäminen metsätalouden ulkopuolelle ja kaatuneiden puiden jättäminen lahoamaan. Taustaryhmittäin tarkasteltuna halukkuus eri toimenpiteiden toteuttamiseen oli useimmiten suurempaa nuorempien ikäluokkien, kaupungissa asuvien, pienten tilojen omistajien ja monitavoitteisten metsänomistajien keskuudessa.

Metsänomistajien suhtautumista myös muiden ekosysteemipalveluiden tuottamiseen on tarkasteltu aikaisemmin eri näkökulmista. Paljon tutkimusta on kohdistettu suomalaisten metsänomistajien asenteisiin erityisesti metsien monimuotoisuuden turvaamista kohtaan (Horne 2006; Primmer ym. 2014; Koskela ja Karppinen 2021) Metsänomistajien taustapiirteiden ja asenteiden lisäksi julkishyödykkeiden tarjontaan omista metsistä vaikuttavat myös esimerkiksi sopimuksen luonne, korvausmäärä ja sopimusosapuoli (Horne 2006). Primmer ym. (2014) tarkastelivat logistisella regressiomallilla tekijöitä, jotka selittävät sopimuksen solmimista ja aikomuksia sopimuksen solmimiseen.

Tehdyn tarkastelun perusteella ei ole tutkittu metsätilan sijainnin suuralueen vaikutusta metsänomistajien halukkuuteen ottaa käyttöön turvemaametsien hiilinieluja ja -varastoja vahvistavia metsänhoidollisia toimenpiteitä. Suuralueilla, joilla suon osuus metsätalouden alasta on korkea, suhtaudutaan oletettavasti eri tavalla näihin toimenpiteisiin kuin alueilla, joilla suon osuus on matalampi.

Tarkastelua varten läpikäytyissä tutkimuksissa metsänomistajien todennäköisyys siirtyä jatkuvaan kasvatukseen ja ottaa käyttöön erilaisia hiilen sidontaa ja varastointia lisääviä toimenpiteitä vaihteli jonkin verran maasta toiseen. Ylipäättään eri maiden metsänomistajia koskevat tutkimukset eivät ole täysin vertailukelpoisia, sillä esimerkiksi metsänomistajakunnan rakenne vaihtelee maasta toiseen. Kuitenkin niin kotimaisissa kuin ulkomaisissa tutkimuksissa metsänomistajan halukkuuteen ottaa käyttöön hiilen sidontaa ja varastointia lisääviä toimenpiteitä vaikuttivat mm. metsänomistajan ympäristö- ja virkistystavoitteet, ympäristöarvojen korostaminen, metsänomistajan ikä sekä metsätilan koko.

Tämän tutkimuksen tavoite oli mallintaa, mitkä tekijät vaikuttavat merkittävästi todennäköisyyteen, että osassa metsiään yksityiset metsänomistajat ovat halukkaita siirtymään heikkotuottoisilla ojitetuilla turvemailla jatkuvaan kasvatukseen ilman ojien kunnostusta, siirtämään heikkotuottoiset ojitetut turvemaat metsätalouden ulkopuolelle, lisäämään metsän kasvua lannoituksella ja jättämään kaatuneita puita lahoamaan. Tutkimuksessa pyrittiin tunnistamaan, millaiset metsänomistajat olisivat todennäköisimmin halukkaita ottamaan käyttöön edellä mainittuja toimenpiteitä omissa metsissään, mikäli näitä toimenpiteitä ryhdyttäisiin tukemaan valtion varoista. Yksityismetsänomistajien todennäköistä halukkuutta ottaa näitä toimenpiteitä käyttöön tarkasteltiin suhteessa heidän taustatekijöihinsä ja metsätilansa ominaisuuksiin. Näiden taustatekijöiden vaikutusta todennäköiseen halukkuuteen ottaa toimenpiteitä käyttöön tarkasteltiin logistisella regressiomallilla.

## 2 Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Aineisto

Tutkimuksessa käytettiin Suomalainen metsänomistaja 2020 -tutkimuksessa vuonna 2019 kerättyä maanlaajuista kyselyaineistoa. Tutkimuksen perusjoukko ( $n=264\,555$  kpl) kattoi luonnollisten henkilöiden, kuolinpesien ja verotusyhitymien omistamat metsätalokokonaisuudet, joiden metsätalouksen pinta-ala oli Etelä-Suomessa yli viisi hehtaaria, Keski-Pohjanmaan, Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun maakunnissa yli kymmenen hehtaaria ja Lapin maakunnassa yli 20 hehtaaria. Otostilat poimi Suomen metsäkeskus tietojärjestelmästäan ositetulla systemaattisella otannalla. Siinä kullakin Suomen puunhankinta-alueelta otettiin 2250 tilan otos, joka jakautui puunhankinta-alueeseen kuuluviin maakuntiin niiden metsämaan pinta-alan mukaisessa suhteessa. Maakuntien otostilat järjestettiin metsätalouden maan mukaiseen suuruusjärjestykseen ja otosväli perustui kaikkien tilojen lukumäärään maakunnassa. Tutkimuslomakkeessa oli kaikille otostiloille yhteinen perusosa ja kolme erilaista loppuosaa, jotka käsittelivät erityisteemoja. Kunkin maakunnan otostiloista poimittiin joka kolmas kuhunkin osaotokseen. (Karppinen ym. 2020)

Kyselyn palautusprosentti oli 42,5 ja vastaajia oli kaikkiaan 6558 kappaletta, mutta käyttökelpoisia vastauksia oli aavistuksen vähemmän (6542 kpl), jonka seurauksena kyselyn vastausprosentti oli 42,4. Tarkastelua varten aineisto painotettiin, koska siinä oli liian vähän yhteisomistustiloja, kuolinpesiä ja yhtymiä sekä alle 55-vuotiaita vastaajia. (Karppinen ym. 2020)

Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin perusosan sekä metsien käytön ja käsittelyn hyväksyttävyyteen keskittyntä osaotosta ( $n=2250$ ). Niiden tulokset on jo raportoitu Suomalainen metsänomistaja 2020 -tutkimuksen raporteissa (Horne ym. 2020; Karppinen ym. 2020; Koskela ym. 2021). Metsänomistajien suhtautumista valittuihin toimenpiteisiin tarkasteltiin Koskelan ym. (2021) raportissa ristiintaulukoimalla jakaumat kunkin toimenpiteen osalta taustapiirteittäin. Tämän tutkimuksen tulokset täydentävät Koskelan ym. (2021) raporttia laajentamalla selittävien muuttujien valikoimaa sekä analysoimalla aineistoa menetelmällä, joka pyrkii mallintamaan metsänomistajan todennäköistä halukkuutta lisätä hiilen sitomista ja varastointia valituin metsänhoitomenetelmin.

Suomalainen metsänomistaja 2020 -tutkimuksen kyselyssä metsänomistajia pyydettiin arvioimaan tyytyväisyyttään nykyisiin metsänhoito- ja hakkuutapoihin. Kyselyssä nykyisillä metsänhoito- ja hakkuutavoilla tarkoitettiin metsänomistajan näkemystä niistä, sillä kaikki metsänomistajat eivät tiedä kaikista metsänhoito- ja hakkuutavoista. Tyytyväisyyttä arvioitiin jalostetulla versiolla Likert-asteikosta, johon oli lisätty en osaa sanoa -vaihtoehto. Vastausvaihtoehdot olivat *erittäin tyytyväinen, melko tyytyväinen, en tyytyväinen enkä tyytymätön, melko tyytymätön, erittäin tyytymätön* ja *en osaa sanoa*. Metsänomistajien vastaukset tiivistettiin kolmeen luokkaan. *Erittäin tyytyväiset* ja *melko tyytyväiset* yhdistettiin luokaksi ”*tyytyväinen*”, *erittäin tyytymättömät* ja *melko tyytymättömät* luokaksi ”*tyytymätön*” sekä *en tyytyväinen enkä tyytymätön* ja *en osaa sanoa* luokaksi ”*neutraali*”.

Metsätilan sijainnin suuralue määritettiin tässä tutkimuksessa metsätilan sijainnin painopistemaakunnan mukaan, joka perustuu siihen, missä maakunnassa pääosa metsänomistajan metsistä sijaitsee. Suuralueet ovat EU:n alueluokitusjärjestelmän mukaiset (Eurostat 2018), niillä poikkeuksilla, että Helsinki-Uusimaa yhdistettiin Etelä-Suomeen ja Pohjois- ja Itä-Suomi jaettiin kahtia Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun sekä Pohjois-Pohjanmaan ja Pohjois-Savon välistä maakuntarajaa pitkin. Turvemaan osuus metsätilan sijaintimaakunnan metsätalousmaan alasta ja ojitetun suon osuus sijaintimaakunnan suoalasta määritettiin Valtakunnan metsien inventoinnin ”*kankaat ja suot metsätalousmaalla*” ja ”*ojitustilanne metsätalousmaalla*” tietojen (Luonnonvarakeskus 2020) perusteella.

Suomalainen metsänomistaja 2020 -tutkimuksen kyselyssä metsänomistajia pyydettiin arvioimaan 25 erilaisen tavoiteväittämän merkitystä oman metsänomistuksensa näkökulmasta. Väittämät liittyivät virkistykseen ja vapaa-aikaan, puuntuotantoon ja myyntituloihin, metsäluontoon ja maisemaan, taloudelliseen turvallisuuteen, metsän tunnearvoihin sekä metsäomaisuuteen rahan sijoituskohteena. Suomalainen metsänomistaja 2020 -tutkimuksessa pyrittiin muodostamaan viisi tavoiteryhmää käyttäen 22 näistä väittämistä, jotka valittiin siksi, että niitä oli käytetty aikaisemmissa tutkimuksissa (Karppinen ym. 2002; Hänninen ym. 2011). Metsänomistajat luokiteltiin pääkomponenttianalyysillä ja sitä seuranneella ryhmittelyanalyysillä viiteen ryhmään: monitavoitteiset, virkistyskäyttäjät, metsässä tekevät, turvaa ja tuloja korostavat sekä epätietoiset. Monitavoitteisten ryhmään kuuluvilla olivat tärkeitä mm. taloudelliset hyödyt, ulkoilu ja aineettomat hyödyt, virkistyskäyttäjille aineettomat näkökohdat kuten luonnon- ja maisemansuojelu sekä ulkoilumahdollisuudet, metsässä tekeville metsän tarjoamat työtilaisuudet ja ulkoilu, turvaa ja tuloja korostaville taloudellinen turvallisuus, säännölliset puunmyyntitulot ja metsän merkitys sijoituskohteena. Epätietoisten ryhmään kuuluvilla ei vaikuttanut olevan erityisiä tavoitteita metsänomistukselleen. (Karppinen ym. 2020)

Metsänomistajia pyydettiin valitsemaan metsänhoidollisia toimenpiteitä, joilla he olisivat korvausta vastaan halukkaita lisäämään hiilen varastointia tai sitomista osassa metsiään, jos julkisista varoista alettaisiin tukea hiilen sitomista ja varastointia yksityismetsissä. Korvauksen suuruutta ei kysymyslomakkeella määritetty.

## 2.2 Menetelmät

Metsänomistajien todennäköistä halukkuutta ottaa käyttöön valittuja hiilen varastointia ja sitomista edistäviä toimenpiteitä mallinnettiin logistisella regressiolla selittävien muuttujien voimakkuuden arvioimiseksi. Selittävät muuttujat valittiin sellaisista metsätilan ja metsänomistajan ominaisuuksista kuvaavista tekijöistä, joiden on havaittu aikaisemmissa tutkimuksissa vaikuttavan metsänomistajien todennäköisyyteen myydä puuta, tehdä metsänhoitotöitä ja ottaa käyttöön hiilen sidontaa ja varastointia lisääviä toimenpiteitä (esim. Hänninen ym. 2011; Juutinen ym. 2020; Kumela ja Hänninen 2011; Mitani ja Lindhjelm 2015; Ovaskainen ym. 2017).



Ristiintaulukoinneilla kuvattiin logistiseen regressiomalliin otetut muuttujat, jotta paljastuisivat vastaajaryhmien väliset erot toimenpiteittäin. Tämän perusteella nähtiin, miten metsänomistajien taustapiirteet vaikuttivat eri toimenpiteiden kohdalla. Taustapiirteiden vaikutuksen voimakkuuden arvioimiseksi käytettiin logistista regressiomallia.

Logistinen regressio on dikotomisen selitettävän muuttujan ja useiden selittävien muuttujien välisen suhteen kuvaamiseen soveltuva malli, joka laskee jonkin tapahtuman todennäköisyyksien suhteen (Hosmer ym. 2013). Kyselyssä alkuperäiset selittävät muuttujat olivat kolmiluokkaisia ("kyllä", "ei" ja "en osaa sanoa"), joten malleja varten ne tiivistettiin kaksiluokkaisiksi jättämällä pois vastaajat, jotka eivät osanneet sanoa kantaansa. Selitettävä muuttuja saa malleissa arvon 0 ( $Y=0$ ), kun vastaaja ei ole kiinnostunut ja arvon 1 ( $Y=1$ ), kun hän on kiinnostunut toimenpiteen toteuttamisesta.

Logistisessa regressiossa lasketaan vetosuhte (engl. odds ratio) tapahtuman toteutumiselle eli metsänomistajan todennäköiselle halukkuudelle toteuttaa mallinnettuja toimenpiteitä. Tämä voidaan esittää yksinkertaistettuna yhtälöllä 1 (Hosmer ym. 2013):

$$\text{logit}(P) = \log\left(\frac{P(Y=1)}{1-P(Y=1)}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p, \quad (1)$$

missä:  $\text{logit}(P)$  on logistinen regressio todennäköisyydelle  $P$ ,  $\log$  on logaritmi,  $P(Y=1)$  on todennäköisyys metsänomistajan halukkuudelle,  $\beta_0$  on vakiotermi,  $\beta_{1,2,\dots,p}$  on regressiokerroin,  $x_{1,2,\dots,p}$  on selittävän muuttujan arvo.

Ratkaisemalla yhtälöstä 2  $P(Y=1)$  saadaan laskettua metsänomistajan halukkuuden todennäköisyys:

$$P(Y=1) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p}}, \quad (2)$$

missä:  $e$  on Neperin luku.

Tulosten tulkinnan ja vertailun helpottamiseksi logistisen regression kertoimista voidaan laskea vetosuhteet yhtälöllä 3 (Hosmer ym. 2013):

$$OR = e^{\beta}, \quad (3)$$

missä:  $OR$  on vetosuhte.

Vetosuhteen avulla voidaan arvioida, kuinka paljon todennäköisemmin tai epätodennäköisemmin selitettävä muuttuja saa arvon 1 ( $Y=1$ ) selittävien muuttujien eri luokkien välillä tai jatkuvan muuttujan kasvaessa yhdellä yksiköllä (Hosmer ym. 2013).

Kun otetaan huomioon logistisen regression selitettävän muuttujan kaksiluokkaisuus, mallit ja niiden oletukset noudattavat samoja yleisiä periaatteita lineaarisen regression kanssa (Hosmer ym. 2013). Malleissa selittävien muuttujien kertoimet kuvaavat niiden vaikutusta metsänomistajan todennäköiseen halukkuuteen kunkin toimenpiteen toteuttamiselle omassa metsässään. Mitä suurempia kertoimia selittävät muuttujat saavat, sitä vahvemmin muuttuja ennustaa metsänomistajan todennäköistä halukkuutta ottaa toimenpide käyttöön.

### 3 Tulokset

#### 3.1 Halukkuus ottaa käyttöön hiilen sidontaa ja varastointia lisääviä toimenpiteitä

Taulukossa 1 esitetään vastausjakaumat halukkuudesta siirtyä turvemailla jatkuvaan kasvatukseen ilman ojien kunnostusta sekä halukkuudesta siirtää heikkotuottoiset ojitetut turvemaat metsätalouden

**Taulukko 1.** Metsänomistajien suhtautuminen metsänhoidon toimenpiteisiin tilanteessa, jossa hiilen sidontaa ja varastointia ryhdyttäisiin tukemaan julkisista varoista, suhteessa taustamuuttujiin. Aineisto on painotettu omistumuodoilla ja omistajan iällä.

Halukkuus ottaa toimenpide käyttöön	Siirtyminen turvemailla jatkuvaan kasvatukseen ilman ojien kunnostusta			Heikkotuottoisten ojitettujen turvemaiden siirtäminen metsätalouden ulkopuolelle		
	Kyllä	Ei	Ei osaa sanoa	Kyllä	Ei	Ei osaa sanoa
Vastaajamäärä (painottamaton), kpl	743	641	636	1053	390	584
Osuus metsänomistajista, %	37	31	31	52	19	29
Ikä, vuotta						
keskiarvo	63	64	65	62	66	65
mediaani	64	66	66	64	67	67
Metsäpinta-ala, hehtaaria						
keskiarvo	51	61	40	57	58	36
mediaani	29	33	22	33	32	21
Turvemaan %-osuus metsätilan sijaintimaakunnan metsätaloukseen alasta, keskiarvo	25	25	23	25	25	23
Ojitetun suon %-osuus metsätilan sijaintimaakunnan suonalasta, keskiarvo	65	67	67	65	68	68
Metsätilan sijainnin suuruus***/**						
Etelä-Suomi	37	27	36	45	18	37
Länsi-Suomi	31	35	34	48	21	31
Itä-Suomi	42	31	26	58	19	23
Pohjois-Suomi	41	31	28	57	19	24
Ammattiasema, % luokasta***/-						
Maa- ja metsätalousyrittäjä	31	47	22	53	21	26
Muu	38	30	32	52	19	29
Asuinympäristö, % luokasta***/-						
Maaseutumainen	38	34	29	50	22	29
Taajama tai kirkonkylä	31	35	34	52	18	29
Kaupunkimainen	42	24	34	56	16	28
Tavoiteryhmä, % luokasta***/**						
Monitavoitteiset	44	32	24	57	20	22
Virkistyskäyttäjät	42	21	37	54	15	31
Metsässä tekevät	39	34	26	53	20	27
Turvaa ja tuloja korostavat	28	36	36	46	20	33
Epätietoiset	29	33	38	47	19	35
Tyytyväisyys nykyisiin metsänhoito- ja hakkuutapoihin, % luokasta***/**						
Tyytyväinen	36	36	29	53	22	26
Neutraali	33	23	44	43	15	42
Tyytymätön	58	18	24	67	11	22
Metsäni toimii hiilinieluna ja -varastona, % luokasta***/**						
Merkityksetön	34	38	28	44	25	31
Neutraali	33	30	37	48	16	35
Tärkeä	41	30	29	57	19	24

Eron merkitsevyys \*\*\*( $p < 0,01$ ), \*\*( $p < 0,05$ ), \*( $p < 0,1$ )

ulkopuolelle, jos hiilen sidontaa ja varastointia alettaisiin tukea julkisista varoista. Lisäksi taulukossa on esitetty vastausjakaumat suhteessa metsänomistajan ja metsätilan taustapiirteisiin. Seuraavassa keskitytään pääasiassa tätä tutkimusta varten tehtyjen muuttujamuunnosten tarkasteluun, sillä kuten edellä todettiin, Koskela ym. (2021) ovat jo aiemmin raportoineet osan taulukon sisällöstä.

Metsänomistajista 37 prosenttia olisi halukkaita siirtymään turvemailla jatkuvaan kasvatukseen ilman ojien kunnostusta ja vajaa kolmannes ei olisi. Halukkaat olivat keskimäärin aavistuksen ei-halukkaita nuorempia ja omistivat selvästi vähemmän metsää. Jokaisella metsätilan sijainnin suuralueella Länsi-Suomea lukuun ottamatta halukkaita siirtymään jatkuvaan kasvatukseen ilman ojien kunnostusta oli haluttomia enemmän. Maa- ja metsätalousyrittäjiä verrattiin luokkaan muu, joka sisälsi palkansaaajat, muut yrittäjät, eläkeläiset ja muut (työtön, opiskelija, kotona). Maa- ja metsätalousyrittäjistä 47 prosenttia eivät olisi halukkaita siirtymään jatkuvaan kasvatukseen ilman ojien kunnostusta, mikä oli selvästi korkeampi osuus kuin luokassa muu.

Jos hiilen sidontaa ja varastointia alettaisiin tukea julkisista varoista, metsänomistajista 52 prosenttia olisi halukkaita siirtämään heikkotuottoiset ojitetut turvemaat metsätalouden ulkopuolelle. Toisaalta 19 prosenttia ei olisi tähän halukkaita. Ei-halukkaisiin verrattuna halukkaat olivat hieman nuorempia ja omistivat aavistuksen vähemmän metsää. Metsätilan sijainnin suuralueesta riippumatta liki tai yli puolet metsänomistajista olisi halukkaita siirtämään heikkotuottoiset ojitetut turvemaat metsätalouden ulkopuolelle. Ei osaa sanoa -vastanneiden osuus oli suurempi Etelä- ja Länsi-Suomessa. Maa- ja metsätalousyrittäjät ja muut olivat liki yhtä halukkaita siirtämään heikkotuottoiset ojitetut turvemaat metsätalouden ulkopuolelle.

Vastausjakaumat halukkuudesta lisätä puuston kasvua lannoituksella ja jättää kaatuneita puita lahoamaan esitetään Taulukossa 2. Samassa taulukossa on myös vastausjakaumat suhteessa metsänomistajan ja metsätilan taustapiirteisiin. Metsänomistajista 41 prosenttia olisi halukkaita lisäämään puuston kasvua lannoituksella, mikäli hiilen sidontaa ja varastointia alettaisiin tukea julkisista varoista. Metsänomistajista 35 prosenttia ei olisi. Ne, jotka olivat halukkaita lisäämään kasvua lannoituksella, olivat keskimäärin muutaman vuoden ei-halukkaita nuorempia ja omistivat merkittävästi heitä enemmän metsää. Metsätilan sijainnin suuralueittain tarkasteltuna ainoastaan Etelä-Suomessa omistavista yli 40 prosenttia ei olisi halukkaita lisäämään puuston kasvua lannoituksella. Maa- ja metsätalousyrittäjistä selvästi useampi olisi halukas lisäämään puuston kasvua lannoituksella verrattuna luokkaan muu.

Jos hiilen sidontaa ja varastointia alettaisiin tukea julkisista varoista, metsänomistajista 51 prosenttia olisi halukkaita jättämään kaatuneita puita lahoamaan. Metsänomistajista 32 prosenttia ei olisi. Halukkaat olivat haluttomia keskimäärin nuorempia ja omistivat enemmän metsää. Pohjois-Suomessa metsätilan omistavat olivat halukkaampia jättämään kaatuneita puita lahoamaan, jos sitä alettaisiin tukea julkisista varoista. Muilla suuralueilla osuus oli jonkin verran alle tai yli puolet. Maa- ja metsätalousyrittäjistä 44 prosenttia olisi halukkaita jättämään kaatuneita puita lahoamaan, kun taas luokassa muu osuus oli 52 prosenttia.

Tarkastelluista toimenpiteistä metsänomistajien keskuudessa eniten kannatusta saivat heikkotuottoisten ojitettujen turvemaiden siirtäminen metsätalouden ulkopuolelle ja kaatuneiden puiden jättäminen lahoamaan. Metsänomistajista pienempi osa oli halukkaita lisäämään puuston kasvua lannoituksella tai siirtymään ojitetuilla turvemailla jatkuvaan kasvatukseen ilman ojien kunnostusta. Toisaalta moni metsänomistaja ei osannut sanoa olisiko halukas ottamaan toimenpiteitä käyttöön.

**Taulukko 2.** Metsänomistajien suhtautuminen metsänhoidon toimenpiteisiin tilanteessa, jossa hiilen sidontaa ja varastointia ryhdyttäisiin tukemaan julkisista varoista, suhteessa taustamuuttujiin. Aineisto on painotettu omistumuodoilla ja omistajan iällä.

Halukkuus ottaa toimenpide käyttöön	Puuston kasvun lisääminen lannoituksella			Kaatuneiden puiden jättäminen lahoamaan		
	Kyllä	Ei	Ei osaa sanoa	Kyllä	Ei	Ei osaa sanoa
Vastaajamäärä (painottamaton), kpl	826	713	490	1052	633	343
Osuus metsänomistajista, %	41	35	23	51	32	17
Ikä, vuotta						
keskiarvo	62	65	65	63	65	65
mediaani	64	67	67	65	67	67
Metsäpinta-ala, hehtaaria						
keskiarvo	64	42	41	55	49	42
mediaani	35	26	23	29	28	23
Turvemaan %-osuus metsätilan sijaintimaakunnan metsätaloukseen alasta, keskiarvo	25	25	23	25	25	23
Ojitetun suon %-osuus metsätilan sijaintimaakunnan suonalasta, keskiarvo	66	67	66	65	68	67
Metsätilan sijainnin suuralue ***/**						
Etelä-Suomi	31	43	26	48	33	19
Länsi-Suomi	41	34	25	44	37	19
Itä-Suomi	46	33	21	55	28	17
Pohjois-Suomi	45	33	22	60	26	14
Ammattiasema, % luokasta***/**						
Maa- ja metsätalousyrittäjä	51	34	15	44	43	12
Muu	40	35	24	52	30	18
Asuinympäristö, % luokasta -/**						
Maaseutumainen	42	35	23	48	34	18
Taajama tai kirkonkylä	42	36	22	49	32	19
Kaupunkimainen	41	35	24	59	26	15
Tavoiteryhmä, % luokasta***/**						
Monitavoitteiset	43	36	21	54	30	15
Virkistyskäyttäjät	31	42	26	61	26	13
Metsässä tekevät	42	36	22	49	35	17
Turvaa ja tuloja korostavat	50	27	23	46	34	20
Epätietoiset	39	34	27	44	32	24
Tyytyväisyys nykyisiin metsänhoito- ja hakkuutapoihin, % luokasta***/**						
Tyytyväinen	48	33	19	51	33	16
Neutraali	28	36	36	46	28	26
Tyytymätön	26	50	24	63	28	9
Metsäni toimii hiilinieluna ja -varastona, % luokasta**/**						
Merkityksetön	43	31	26	40	44	16
Neutraali	39	34	27	44	32	23
Tärkeä	42	37	20	60	26	14

Erön merkitsevyys \*\*\*( $p < 0,01$ ), \*\*( $p < 0,05$ ), \*( $p < 0,1$ )

### 3.2 Logistisen regressiomallin tulokset

Logistisella regressiomallilla pyrittiin selittämään todennäköisyyttä metsänomistajan halukkuudelle ottaa käyttöön eri toimenpiteitä. Oletuksena oli, että hiilen sidontaa ja varastointia alettaisiin tukea julkisista varoista. Vertailtavuuden vuoksi kutakin toimenpidettä selitettiin mallilla, joka sisälsi samat selittävät muuttujat. Logistiset regressiomallit laskettiin Stata 15.0:lla.

**Taulukko 3.** Logististen regressiomallien muuttujien tulkinta.

Selittävä muuttuja (vertailuluokka)	Luokittelu
Ammattiasema	0 = muut, 1 = maa- ja metsätalousyrittäjä
Ikä	Jatkuva
Asuinympäristö (maaseutumainen)	
Taajama tai kirkonkylä	0 = muut, 1 = taajama tai kirkonkylä
Kaupunkimainen	0 = muut, 1 = kaupunkimainen
Metsäpinta-ala	Jatkuva
Tavoiteryhmä (monitavoitteiset)	
Virkistyskäyttäjät	0 = muut, 1 = virkistyskäyttäjät
Metsässä tekevät	0 = muut, 1 = metsässä tekevät
Turvaa ja tuloja korostavat	0 = muut, 1 = turvaa ja tuloja korostavat
Epätietoiset	0 = muut, 1 = epätietoiset
Tyytyväisyys nykyisiin metsänhoito- ja hakkuutapoihin (tyytyväinen)	
Tyytymätön	0 = muut, 1 = tyytymätön
Neutraali	0 = muut, 1 = neutraali
Metsäni toimii hiilinieluna ja hiilivarastona (merkityksetön)	
Tärkeä	0 = muut, 1 = tärkeä
Neutraali	0 = muut, 1 = neutraali
Turvemaan osuus metsätilan sijaintimaakunnan metsätalousmaan alasta	Jatkuva
Ojitettujen soiden osuus metsätilan sijaintimaakunnan suoalasta	Jatkuva
Suuralue (Etelä-Suomi)	
Länsi-Suomi	0 = muut, 1 = Länsi-Suomi
Itä-Suomi	0 = muut, 1 = Itä-Suomi
Pohjois-Suomi	0 = muut, 1 = Pohjois-Suomi

Ennen mallintamista laskettiin malliin valittujen jatkuvien muuttujien väliset korrelaatiokertoimet ja tarkasteltiin ristiintaulukoimalla laatueroasteikollisten muuttujien välisiä yhteyksiä. Jatkuvien muuttujien väliset korrelaatiokertoimet saivat pääosin erittäin pieniä arvoja. Ainoastaan turvemaan osuus metsätalousmaan alasta ja ojitettujen soiden osuus suoalasta saivat hieman korkeamman kertoimen, mutta sekin jäi alle 0,5:n. Laatueroasteikollisista muuttujista esimerkiksi tyytyväisyys nykyisiin hakkuutapoihin oli yleistä maa- ja metsätalousyrittäjien, maaseutumaisessa asuinympäristössä asuvien ja monitavoitteisten, virkistyskäyttäjien sekä metsässä tekevien keskuudessa.

Koska logistisessa regressiossa epäjatkuvia ja laatueroasteikollisia selittäviä muuttujia ei ole sopivaa sisällyttää malliin välimatka-asteikollisten muuttujien tapaan (Hosmer ym. 2013), täytyi niistä muodostaa useita dummy-muuttujia (Taulukko 3). Näissä muuttujissa yksi luokista on asetettu vertailuluokaksi, joka saa aina arvon 0 ja siihen verrattavat yksittäiset luokat arvon 1. Näin voidaan estimoida eri luokkien riskiä suhteessa vertailuluokkaan. Esimerkiksi tavoiteryhmien vertailuluokkana on käytetty monitavoitteisia metsänomistajia, joihin muuttujan muita luokkia verrataan. Koska tavoiteryhmät sisältävät viisi eri luokkaa, muodostui niistä neljä dummy-muuttujaa.

Taulukossa 4 ovat tulokset malleille, joilla selitettiin metsänomistajan todennäköistä halukkuutta siirtyä turvemailla jatkuvaan kasvatukseen ilman ojien kunnostusta ja jättää heikkotuottoiset ojitetut turvemaat metsätalouden ulkopuolelle. Metsänomistajien ja tilojen taustapiirteistä tilastollisesti merkitseviä muuttujia molemmissa malleissa vähintään alle 0,05 merkitsevyystasolla olivat ikä, kaupunkimainen asuinympäristö, metsäpinta-ala, tyytymättömyys nykyisiin metsänhoito- ja hakkuutapoihin, oman metsän tärkeys hiilinieluna ja hiilivarastona toimimisesta sekä ojitettujen soiden osuus metsätilan sijaintimaakunnan suoalasta. Lisäksi tavoiteryhmistä turvaa ja tuloja korostavat sekä epätietoiset metsänomistajat olivat tilastollisesti merkitseviä alle 0,01 merkitsevyystasolla, kun tarkasteltiin turvemailla jatkuvaan kasvatukseen siirtymistä.

**Taulukko 4.** Logistiset mallit todennäköisyydelle, että osassa metsiään metsänomistaja olisi halukas siirtymään turvemailla jatkuvaan kasvatukseen (n = 1223) ja jättämään heikkotuottoiset ojitetut turvemaat metsätalouden ulkopuolelle (n = 1271), jos siitä saisi korvauksen. Aineisto on painotettu omistumuodoilla ja omistajan iällä.

Muuttuja	Siirtyminen turvemailla jatkuvaan kasvatukseen ilman oijen kunnostusta					Heikkotuottoisten ojitettujen turvemaiden siirtäminen metsätalouden ulkopuolelle				
	Regressio-kerroin	Vetosuhde	Keskivirhe	z-arvo	Merkitsevyystaso	Regressio-kerroin	Vetosuhde	Keskivirhe	z-arvo	Merkitsevyystaso
Vakiotermi	1,558	4,750	0,585	2,66	0,008	2,905	18,272	0,655	4,44	0,000
Ammattiasema										
Maa- ja metsätalousyrittäjä -/-	-0,353	0,702	0,226	-1,56	0,118	0,052	1,053	0,243	0,21	0,832
Ikä **/**	-0,010	0,990	0,005	-2,21	0,027	-0,028	0,972	0,005	-5,18	0,000
Asuin ympäristö										
Taajama tai kirkonkylä -/*	-0,260	0,771	0,170	-1,53	0,127	0,317	1,372	0,187	1,69	0,090
Kaupunkimainen **/**	0,357	1,429	0,150	2,38	0,017	0,314	1,368	0,164	1,92	0,055
Metsäpinta-ala, ha **/**/**	-0,003	0,997	0,001	-2,83	0,005	-0,002	0,998	0,001	-2,62	0,009
Tavoiteryhmä										
Virkistyskäyttäjät -/-	0,005	1,005	0,194	0,02	0,980	-0,038	0,963	0,207	-0,18	0,856
Metsässä tekevät -/-	-0,263	0,769	0,177	-1,48	0,138	-0,026	0,974	0,198	-0,13	0,894
Turvaa ja tuloja korostavat ***/-	-0,642	0,526	0,184	-3,50	0,000	-0,308	0,735	0,195	-1,58	0,114
Epätietoiset ***/-	-0,688	0,503	0,239	-2,88	0,004	-0,117	0,889	0,259	-0,45	0,651
Tyytyväisyys nykyisiin metsänhoito- ja hakkuutapoihin										
Tyytymätön **/**	1,015	2,760	0,227	4,47	0,000	0,625	1,869	0,252	2,48	0,013
Neutraali **/-	0,422	1,525	0,168	2,52	0,012	0,185	1,203	0,185	1,00	0,317
Metsäni toimii hiilinieluna ja hiilivarastona										
Tärkeä **/**	0,387	1,473	0,185	2,10	0,036	0,712	2,038	0,197	3,62	0,000
Neutraali */**	0,346	1,413	0,191	1,82	0,069	0,657	1,903	0,204	3,22	0,001
Turvemaan osuus metsätilan sijaintimaakunnan metsätaloukseen alasta -/-	-0,226	0,798	1,075	-0,21	0,834	0,054	1,055	1,148	0,05	0,963
Ojitettujen soiden osuus metsätilan sijaintimaakunnan suoalasta **/**	-1,081	0,339	0,644	-1,68	0,093	-1,184	0,306	0,699	-1,69	0,090
Metsätilan sijainnin suuralue										
Länsi-Suomi -/-	-0,277	0,758	0,213	-1,30	0,194	-0,070	0,932	0,229	-0,31	0,760
Itä-Suomi -/-	0,131	1,140	0,222	0,59	0,555	0,146	1,157	0,243	0,60	0,547
Pohjois-Suomi -/-	-0,131	0,878	0,403	-0,32	0,746	-0,007	0,993	0,431	-0,02	0,988
Uskottavuusfunktion logaritmi	-771,87					-688,70				
Uskottavuusosamäärä khii <sup>2</sup> (vapausaste = 18)	108,87					72,190				
McFadden Pseudo R <sup>2</sup> -selitysaste	0,066					0,050				

Eron merkitsevyys \*\*\*(p &lt; 0,01), \*\*(p &lt; 0,05), \*(p &lt; 0,1)

Logistisen regression kertoimia voidaan tulkita lineaarisen regression tapaan. Esimerkiksi tarkasteltaessa todennäköistä halukkuutta siirtyä turvemailla jatkuvaan kasvatukseen ilman oijen kunnostusta saa kaupunkimainen asuin ympäristö kertoimen 0,357, jolloin sen vetosuhde on noin 1,429 ( $e^{0,357}$ ). Siten kaupunkimaisessa asuin ympäristössä asuvan metsänomistajan todennäköisen halukkuuden siirtyä turvemailla jatkuvaan kasvatukseen ilman oijen kunnostusta arvioidaan olevan 1,429-kertainen eli noin 43 prosenttia suurempi suhteessa maaseutumaisessa asuin ympäristössä asuviin, jotka ovat vertailuluokkana. Vastaavasti iän kohdalla kerroin on -0,010 eli sen vetosuhde on noin 0,990 ( $e^{-0,010}$ ). Koska ikä on jatkuva muuttuja, niin iän kasvaessa vuodella metsänomistajan todennäköinen halukkuus ottaa toimenpide käyttöön pienenee yhden prosentin verran eli 0,990-kertaiseksi. Nykyisiin metsänhoito- ja hakkuutapoihin tyytymättömillä todennäköisyys oli 2,760-kertainen verrattuna tyytyväisiin. Todennäköisyyttä puolestaan vähensi mm. maa- ja metsätalousyrittäjyys sekä kuuluminen tavoiteryhmään turvaa ja tuloja korostavat. Maa- ja

metsätalousyrittäjillä oli 0,702-kertainen todennäköinen halukkuus siirtyä turvemaille jatkuvaan kasvatukseen ilman ojien kunnostusta suhteessa ammattiryhmään muu, sekä tavoiteryhmään turvaa ja tuloja korostavat kuuluvilla oli 0,526-kertainen todennäköisyys verrattuna monitavoitteisiin.

Metsänomistajan todennäköistä halukkuutta siirtää heikkotuottoiset ojitetut turvemaat metsätalouden ulkopuolelle lisäsi mm. maa- ja metsätalousyrittäjä ja tyytymättömyys nykyisiin hakkuutapoihin. Maa- ja metsätalousyrittäjien halukkuuden todennäköisyys oli 1,053-kertainen suhteessa muihin ammattiasemiin sekä nykyisiin hakkuu- ja metsänhoitotapoihin tyytymättömien todennäköisyys 1,869-kertainen suhteessa niihin tyytyväisiin. Toisaalta todennäköisyyttä vähensi esimerkiksi ikä. Metsänomistajan iän kasvaessa vuodella pieneni metsänomistajan todennäköinen halukkuus siirtää heikkotuottoiset ojitetut turvemaat metsätalouden ulkopuolelle 0,972-kertaiseksi.

Taulukossa 5 esitellään tulokset malleille, joilla selitettiin metsänomistajan todennäköistä halukkuutta lisätä puuston kasvua lannoituksella ja jättää kaatuneita puita lahoamaan, jos sitä alettaisiin tukea julkisista varoista. Metsänomistajan ikä oli ainut muuttuja, joka osoittautui tilastol-

**Taulukko 5.** Logistiset mallit todennäköisyydelle, että osassa metsiään metsänomistaja olisi halukas lisäämään puuston kasvua lannoituksella (n = 1358) ja jättämään kaatuneita puita lahoamaan (n = 1480), jos siitä saisi korvauksen. Aineisto on painotettu omistumuodoilla ja omistajan iällä.

Muuttuja	Puuston kasvun lisääminen lannoituksella					Kaatuneiden puiden jättäminen lahoamaan				
	Regressio-kerroin	Veto-suhde	Keski- virhe	z-arvo	Merkitsevyystaso	Regressio-kerroin	Veto-suhde	Keski- virhe	z-arvo	Merkitsevyystaso
Vakio	0,946	2,576	0,562	1,68	0,092	0,956	2,602	0,545	1,75	0,079
Ammattiasema										
Maa- ja metsätalousyrittäjä -/-	0,145	1,156	0,220	0,66	0,509	-0,341	0,711	0,208	-1,64	0,102
Ikä ***/**	-0,021	0,979	0,004	-4,69	0,000	-0,016	0,984	0,004	-3,77	0,000
Asuinympäristö										
Taajama tai kirkonkylä -/-	-0,011	0,989	0,162	-0,07	0,945	-0,073	0,930	0,157	-0,46	0,644
Kaupunkimainen -/**	0,185	1,204	0,142	1,30	0,193	0,322	1,380	0,140	2,31	0,021
Metsäpinta-ala, ha ***/-	0,004	1,004	0,001	3,90	0,000	0,000	1,000	0,001	0,38	0,703
Tavoiteryhmä										
Virkistyskäyttäjät -/-	-0,189	0,828	0,179	-1,05	0,294	0,147	1,158	0,177	0,83	0,407
Metsässä tekevät -/-	0,009	1,009	0,174	0,05	0,960	-0,076	0,927	0,169	-0,45	0,652
Turvaa ja tuloja korostavat **/-	0,450	1,568	0,178	2,53	0,011	-0,203	0,816	0,171	-1,19	0,236
Epätietoiset -/-	0,163	1,177	0,221	0,74	0,462	-0,054	0,947	0,219	-0,25	0,804
Tyytyväisyys nykyisiin metsänhoito- ja hakkuutapoihin										
Tyytymätön ***/-	-1,029	0,357	0,206	-4,99	0,000	0,132	1,141	0,194	0,68	0,497
Neutraali ***/-	-0,599	0,549	0,155	-3,85	0,000	0,109	1,115	0,153	0,71	0,476
Metsäni toimii hiilinieluna ja hiilivarastona										
Tärkeä -/**	-0,142	0,868	0,183	-0,77	0,438	1,006	2,733	0,170	5,93	0,000
Neutraali -/**	-0,221	0,802	0,189	-1,17	0,241	0,548	1,730	0,173	3,16	0,002
Turvemaan osuus metsätilan sijaintimaakunnan metsätaloukseen alasta -/-	-0,474	0,623	1,052	-0,45	0,652	0,605	1,831	1,036	0,58	0,560
Ojitettujen soiden osuus metsätilan sijaintimaakunnan suosalasta -/-	0,265	1,303	0,626	0,42	0,672	-0,527	0,590	0,620	-0,85	0,396
Metsätilan sijainnin suuralue										
Länsi-Suomi ***/-	0,553	1,739	0,202	2,74	0,006	-0,275	0,759	0,192	-1,44	0,151
Itä-Suomi ***/-	0,577	1,781	0,211	2,74	0,006	0,171	1,187	0,204	0,84	0,401
Pohjois-Suomi -/-	0,645	1,906	0,393	1,64	0,100	0,118	1,125	0,387	0,30	0,760
Uskottavuusfunktion logaritmi	-854,88					-904,22				
Uskottavuusosamäärä khii <sup>2</sup> (vapausaste = 18)	137,13					103,30				
McFadden Pseudo R <sup>2</sup> -selitysaste	0,074					0,054				

Eron merkitsevyys \*\*\*(p < 0,01), \*\* (p < 0,05), \* (p < 0,1)

lisesti merkitseväksi molemmissa malleissa alle 0,01 merkitsevyystasolla. Lannoitusta tarkasteltaessa tilastollisesti merkitseviä selittäviä muuttujia vähintään alle 0,05 merkitsevyystasolla olivat lisäksi metsäpinta-ala, tavoiteryhmän turvaa ja tuloja korostavat, nykyisiin metsänhoitotapoihin tyytymättömät ja neutraalisti suhtautuvat sekä metsätilan sijainti Länsi- ja Itä-Suomessa. Lahopuun lisäämisessä iän lisäksi tilastollisesti merkitseviksi muuttujiksi osoittautuivat alle 0,05 merkitsevyystasolla kaupunkimainen asuin ympäristö ja oman metsän tärkeys hiilinieluna ja hiilivarastona.

Metsänomistajan todennäköistä halukkuutta vahvistaa puuston kasvua lannoituksella lisäsi mm. kuuluminen tavoiteryhmään turvaa ja tuloja korostavat sekä metsätilan sijainti Itä-Suomessa. Tavoiteryhmään turvaa ja tuloja korostavat kuuluvilla oli 1,568-kertainen todennäköisyys suhteessa monitavoitteisiin sekä metsätilan sijainti Itä-Suomessa lisäsi todennäköisyyden 1,781-kertaiseksi. Toisaalta todennäköistä halukkuutta vahvistaa puuston kasvua lannoituksella vähensi esimerkiksi ikä ja tyytymättömyys nykyisiin metsänhoito- ja hakkuutapoihin. Metsänomistajan iän kasvaessa vuodella pieneni todennäköisyys 0,979-kertaiseksi ja tyytymättömyys nykyisiin hakkuu- ja metsänhoitotapoihin vähensi todennäköisyyden 0,357-kertaiseksi.

Metsänomistajan todennäköistä halukkuutta jättää kaatuneita puita lahoamaan lisäsi kaupunkimainen asuin ympäristö ja omistajan antama merkitys sille, että metsä toimii hiilinieluna ja -varastona. Kaupunkimaisessa asuin ympäristössä asuvilla todennäköisyys oli 1,380-kertainen suhteessa maaseutumaisessa asuin ympäristössä asuviin ja metsänomistajilla, joille metsällä oli tärkeä merkitys hiilinieluna -ja varastona, 2,733-kertainen verrattuna sitä merkityksettömänä pitäviin. Vastaavasti todennäköisyyttä toimenpiteen toteuttamiseen vähensi ikä. Iän kasvaessa vuodella pieneni todennäköinen halukkuus jättää kaatuneita puita lahoamaan 0,984 kertaiseksi.

Tarkasteltujen logististen regressiomallien McFaddenin Pseudo  $R^2$  -selitysasteet jäivät mataliksi, eivätkä mallit siten juuri selittäneet metsänomistajan todennäköistä halukkuutta ottaa tarkasteltuja toimenpiteitä käyttöön. Mallien selitysasteet vaihtelivat viiden ja reilun seitsemän prosentin välillä. Mallia voidaan yleisesti pitää hyvänä jos se saa McFaddenin Pseudo  $R^2$  -selitysasteeksi 0,20–0,40 (McFadden 1977). Heikosta selitysasteesta huolimatta mallit antavat osviittaa siitä, miten ja millä voimakkuudella metsänomistajan ja metsätilan piirteet vaikuttavat todennäköiseen halukkuuteen ottaa tarkasteltuja toimenpiteitä käyttöön.

Tutkimuksessa sovellettu logistinen regressiomalli saavutti korkeimman selitysasteen, kun sillä mallinnettiin metsänomistajien todennäköistä halukkuutta lisätä puuston kasvua lannoituksella. Toisaalta selitysaste oli heikoin, kun mallinnettiin todennäköistä halukkuutta siirtää heikkotuotokset ojitetut turvemaat metsätalouden ulkopuolelle. Mallien vertailuun tuo oman haasteensa se, että mallien tilastollisesti merkitsevät muuttujat vaihtelivat mallista toiseen.

Kaikissa malleissa ikä vähensi tilastollisesti merkitsevästi todennäköistä halukkuutta ottaa tarkasteltuja toimenpiteitä käyttöön. Metsäpinta-ala vähensi todennäköistä halukkuutta ottaa käyttöön turvemaille rajattuja toimenpiteitä, mutta kasvatti todennäköistä halukkuutta lisätä puuston kasvua lannoituksella. Niin ikään kaikissa malleissa, lukuun ottamatta puuston kasvun lisäämistä lannoituksella, kaupunkimainen asuinpaikka lisäsi maaseutumaiseen asuin ympäristöön verrattuna todennäköistä halukkuutta ottaa tarkasteltuja toimenpiteitä käyttöön.

## 4 Tulosten tarkastelu

Tutkimuksen yleistavoitteena oli analysoida metsänomistajien suhtautumista valittuihin turvemaiden hiilen sidontaa ja varastointia lisääviin metsänhoidollisiin toimenpiteisiin. Tähän pureuduttiin tarkastelemalla sitä, miten metsänomistajan ja metsätilan eri piirteet vaikuttivat todennäköiseen halukkuuteen ottaa tarkasteltuja toimia käyttöön. Tarkastelua laajensivat sekä turve- että kivennäismaille soveltuvat toimenpiteet, joilla lisätä hiilen sidontaa ja varastointia.



Metsänomistajien halukkuus ottaa käyttöön tässä tutkimuksessa tarkasteltuja neljää toimenpidettä – puuston kasvun lisääminen lannoituksella, kaatuneiden puiden jättäminen lahoamaan, siirtyminen turvemaidella jatkuvaan kasvatukseen ilman ojien kunnostusta ja heikkotuottoisten ojitettujen turvemaiden siirtäminen metsätalouden ulkopuolelle – vaihteli suuresti taustatekijöiden suhteen. Metsänomistajat, joille metsät ovat tärkeitä puuntuotannossa, ovat halukkaita ottamaan käyttöön toimenpiteitä, jotka ovat yhteensovittavissa metsätalouden kanssa, kuten puuston kasvun lisääminen lannoituksella. Monitavoitteisiin metsänomistajiin verrattuna turvaa ja tuloja korostaviin kuulumisen vähensi todennäköistä halukkuutta siirtyä jatkuvaan kasvatukseen turvemaidella ja lisäksi todennäköistä halukkuutta tehdä lannoitus. Niin ikään Husa ja Kosenius (2021) katsoivat kuulumisen taloudellisia tavoitteita korostavien tavoiteryhmään lisäävän lannoittamisen todennäköisyyttä.

Tämän tutkimuksen ristiintaulukointien ja Koskelan ym. (2021) mukaan virkistyskäyttöä painottavat metsänomistajat ovat halukkaampia ottamaan käyttöön toimenpiteitä, jotka eivät edellytä varsinaisesti aktiivisen metsätalouden harjoittamista, kuten kaatuneiden puiden jättäminen lahoamaan. Virkistyskäyttäjille tärkeitä metsänomistuksen tavoitteita ovat virkistykseen lisäksi esimerkiksi luonnon- ja maisemansuojelu sekä ulkoilumahdollisuudet (Karppinen ym. 2020). Näin ollen luonnonsuojelun kannalta myönteisten toimenpiteiden, kaatuneiden puiden jättämisen lahoamaan ja heikkotuottoisten ojitettujen turvemaiden siirtämisen metsätalouden ulkopuolelle, voidaan katsoa tukevan virkistyskäyttäjien tavoitteita. Virkistystavoitteiden vaikutuksesta halukkuuteen jättää kaatuneita puita lahoamaan ei ole täyttä selvyyttä, sillä esimerkiksi Husan ja Koseniuksen (2021) havainnon mukaan tavoiteryhmiin metsästä elävät ja virkistyskäyttäjät kuulumisen ei vaikuttanut siihen tilastollisesti merkitsevästi. Toki suhtautuminen toimenpiteeseen voi vaihdella tavoiteryhmän sisällä. On luontevaa, että metsänomistajat ovat halukkaampia ottamaan käyttöön toimenpiteitä, jotka eivät ole ristiriidassa heidän tavoitteidensa kanssa.

Nykyisiin metsänhoito- ja hakkuutapoihin tyytymättömät metsänomistajat ovat selkeästi tyytyväisiä halukkaampia ottamaan käyttöön kaikkia tarkasteltuja toimenpiteitä paitsi puuston kasvun lisäämistä lannoituksella. Tämä viittaa siihen, että nämä metsänomistajat eivät ole halukkaita ottamaan käyttöön puuntuotantoa tehostavia toimenpiteitä, vaan toimenpiteitä, jotka edistävät heidän muita tavoitteitaan. Kotimaisen ja ulkomaisen tutkimustiedon (esim. Mitani ja Lindhjem 2015; Husa ja Kosenius 2021) perusteella ympäristö- ja virkistystavoitteiden sekä ympäristöarvojen korostaminen vaikuttavat halukkuuteen ottaa käyttöön hiilen sidontaa ja varastointia lisääviä toimenpiteitä.

Aikaisemman tutkimustiedon perusteella metsänomistajien halukkuus osallistua hiilen sidontaan ja varastointiin riippuu mm. korvauksen määrästä, sopimuksen kestosta, edellytetyistä hoitotoimista ja tulovirroista suhteessa puuntuotantoon (Markowski-Lindsay ym. 2011; Wade ja Moseley 2011; Dickinson ym. 2012; Khanal ym. 2017). Kuitenkaan kyselyssä, johon tämä tutkimus pohjautui, ei metsänomistajille täsmennetty, millaisesta korvausmäärästä tai sopimuksen kestosta olisi kyse. Siksi tutkimuksen tuloksiin tulee suhtautua suuntaa antavina. Lisäksi on syytä varovaisuuteen verratessa tuloksia aikaisempiin tutkimuksiin, joissa korvausmäärää ja sopimuksen kestoa oli täsmennetty.

Tulosten perusteella metsäpinta-ala oli tilastollisesti merkitsevä kaikissa malleissa paitsi puiden jättämisessä lahoamaan. Tätä sivuten Khanal ym. (2017) havaitsivat, että metsäpinta-alan kasvu lisäsi tilastollisesti merkitsevästi halukkuutta lisätä hiilensidontaa päätehakuuta viivästäväällä. Metsänomistajan ikä oli ainoa muuttuja, joka oli tilastollisesti merkitsevä kaikissa malleissa. Khanalin ym. (2017) tutkimuksen mukaan iän lisääntyessä halukkuus lisätä hiilensidontaa päätehakuuta viivästyttämällä väheni tilastollisesti merkitsevästi. Iän myötä metsänomistajalla voidaan ajatella olevan vakiintuneet tavat hoitaa metsiään, eikä samoissa määrin halua kokeilla tai ottaa käyttöön eri toimenpiteitä, mikä näkyy tuloksissa. Iän on todettu vaikuttavan myös muuhun aktiivisuuteen metsien hoidossa ja käytössä. Esimerkiksi yli 75-vuotiaat osallistuvat muita har-

vemmin puukauppaan (Karppinen ym. 2020) ja vanhemmat ikäluokat ovat nuorempia vähemmän kiinnostuneita toteuttamaan erilaisia luonnon monimuotoisuuden turvaamiskeinoja (Koskela ym. 2021). Mitä suuremman metsäpinta-alan metsänomistaja omistaa, sitä suurempaa vaivaa tarkasteltujen turvemaita koskevien toimenpiteiden käyttöönotto voi edellyttää. Niiden käyttöönotolla voi myös olla merkittävämpiä taloudellisia vaikutuksia suuremman metsäpinta-alan omistaville. Havainto siitä, että metsäpinta-ala lisäsi todennäköisyyttä lisätä puuston kasvua lannoituksella, voi kytkeytyä siihen, että suuremmalla metsäpinta-alalla lannoituksen yksikkökustannukset voivat jäädä pienemmiksi.

Pohjois-Suomessa turvemaan osuus metsätalousmaan alasta on muita suuralueita selvästi korkeampi, joten Pohjois-Suomessa metsää omistavilla on keskimäärin enemmän turvemaametsää kuin muilla suuralueilla omistavilla. Ilmastopolitiikan muutos tukemaan tarkasteltuja turvemaita soveltuvia menetelmiä vaikuttaa lähtökohtaisesti enemmän paljon suota omistaviin metsänomistajiin, joita on muita suuralueita enemmän Pohjois-Suomessa. Kuitenkaan tulosten mukaan tilan sijainti Pohjois-Suomessa ei pienentänyt todennäköistä halukkuutta siirtyä turvemaita jatkuvaan kasvatukseen ilman ojien kunnostusta tai jättää heikkotuottoisia ojitettuja turvemaita metsätalouden ulkopuolelle. Tämä voi kieliä siitä, että metsänomistajat eivät pidä jatkuvaa kasvatusta turvemaita tasaikäiskasvatusta huonompana vaihtoehtona, eivätkä heikkotuottoisten ojitettujen turvemaiden siirtämistä metsätalouden ulkopuolelle metsätaloustyössä pitämistä huonompana vaihtoehtona. Tähän vaikuttanevat keskeisesti mm. metsänomistajan tavoitteet. Turvemaan osuus metsätilan sijainnin suuralueen metsätalousmaan alasta ei ollut malleissa tilastollisesti merkitsevä. Lisätutkimusta tarvittaisiin siitä, vaikuttaako turvemaan osuus metsänomistajan oman metsätilan alasta halukkuuteen ottaa käyttöön turvemaita soveltuvia toimenpiteitä.

Ojitettujen soiden osuus metsätilan sijaintimaakunnan suoalasta oli malleissa tilastollisesti merkitsevä. Tulosten mukaan mitä suurempi oli ojitettujen soiden osuus, sitä todennäköisemmin metsänomistaja ei ollut halukas ottamaan käyttöön jatkuvaa kasvatusta tai siirtämään heikkotuottoiset turvemaat metsätalouden ulkopuolelle.

## 5 Johtopäätökset

Metsien hoitoa ja käyttöä ohjaavassa politiikassa tullaan tulevaisuudessa kiinnittämään yhä enemmän huomiota kestäväyyden eri näkökulmien yhteensovittamiseen. Metsillä on tärkeä rooli ilmastonmuutoksen hillinnässä ja siihen sopeutumisessa. Metsät tuottavat biotaloudelle uusiutuvia raaka-aineita, joilla voidaan korvata fossiiliraaka-aineita. Metsät myös sitovat hiiltä ilmakehästä. Hiilen sidontaa ja varastointia voidaan vahvistaa ja maaperän päästöjä vähentää metsänhoidollisilla toimenpiteillä. Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmassa tullaan täsmentämään toimenpiteet, joita vahvistetaan kansallisessa ilmastopolitiikassa.

Yksityiset metsänomistajat omistavat Suomessa yli 60 prosenttia metsämaasta. Ilmastosuunnitelman onnistumisen edellytyksenä on, että metsänomistajat hyväksyvät ja toteuttavat maankäyttösektorin toimenpiteet. Metsänomistajan omistukseensa liittämistä tavoitteista ja metsän kasvupaikan olosuhteista riippuu, mitkä tavat sopivat parhaiten mihinkin tilanteeseen.

Tutkimuksen tuloksista koskien erilaisten toimenpiteiden hyväksyttävyyttä erilaisten metsänomistajien keskuudessa tulee selvästi esille se, että metsäsektorilla tulee olla useita ilmastonmuutoksen hillintään tähtäviä toimenpiteitä. Aikaisemman tutkimuksen mukaan vain pieni osa metsänomistajista pitää hiilen sidontaa itselleen tärkeimpien hyötyjen joukossa, vaikka metsien tärkeys yhteiskunnalle ilmastonmuutoksen hillinnässä muutoin yleisesti tunnustetaan (Koskela ym. 2021). On todennäköistä, että mitä enemmän toimenpiteet ovat yhdensuuntaisia metsänomistajien metsälleen asettamien tavoitteiden kanssa, sitä helpommin ja pienemmällä korvauksella metsän-

omistajat ovat valmiita toteutukseen. Siten, jos tarjolla on toimenpiteitä, jotka edistävät puuntuotantoa samalla kuin lisäävät hiilensidontaa, puuntuotantoa ja metsätuloja painottava metsäomistaja soveltaa niitä todennäköisemmin kuin toimenpiteitä, jotka vähentävät puuntuotantomahdollisuuksia.

Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelman toteutuksessa olennaisessa roolissa ovat ohjauskeinot, joilla metsäomistajia kannustetaan käyttämään ilmastoystävällisiä toimenpiteitä metsissään. Tämän tutkimuksen tulokset kertovat metsänomistajien todennäköisestä halukkuudesta ottaa tarkasteltuja hiilensidonnan toimenpiteitä käyttöön tietäen vain, että siitä saa julkisista varoista maksettavan korvauksen. Metsänomistajan osallistumishalukkuuteen vaikuttaa yleensä korvauksen taso, ja jonkinlainen kannustinjärjestelmä olisikin tarpeen. Hiilensidonnan lisääminen tai päästöjen vähentäminen aiheuttaa metsänomistajalle välittömiä suoria ja epäsuoria kustannuksia puunmyyntitulojen vähentyessä tai epävarmuuden lisääntyessä, mikäli toteutettavat toimenpiteet eroavat totutuista metsänhoitomenetelmistä.

Nykyisellään osaan tässä esitellyistä toimenpiteistä kohdistuu tukea esimerkiksi Kemera-rahoituksesta, mutta osaan, kuten lahoppuun jättämiseen metsiin, ei ole tukea saatavilla. Toisaalta tukikelpoista turvemaiden tuhkalannoitusta, joka on itsessäänkin kannattavaa, ei toteuteta niin laajalti kuin olisi mahdollista. Informaatio-ohjauksen rooli korostuu siten niin tukikelpoisten kuin tuettomienkin toimenpiteiden toteutuksen laajentamisessa. Informaatio-ohjaus tuo toimenpiteiden piiriin metsänomistajia, jotka olisivat asenteiltaan valmiita niiden toteuttamiseen, mutta eivät tiedä riittävästi toimenpiteiden tarpeesta, vaikutuksista ja toteutusmenetelmistä.

Metsäammattilaisilla on ratkaiseva merkitys ilmastotoimenpiteiden informaatio-ohjauksessa, sillä merkittävä osa metsänomistajista käyttää jossain määrin metsäammattilaisten apua päätöksenteossään (Hänninen ym. 2020). Metsäammattilaisilla tulee olla taitoa kuunnella metsänomistajan tavoitteita, tarkastella metsänkasvatuksellisia olosuhteita ja suunnitella tehtävät toimenpiteet näiden mukaisesti. Neuvonnassa voisi pyrkiä vaikuttamaan metsänomistajien metsien käsittelyyn tuomalla esille entistä laajemmin erilaisia yksittäisiä metsänhoidollisia toimenpiteitä, jotka olisivat sovellettavissa ja yhteensovitettavissa metsänomistajan tavoitteiden kanssa osana metsien hoitoa.

Tässä tutkimuksessa todettiin iän vähentävän todennäköistä halukkuutta toteuttaa ilmasto-toimenpiteitä metsissä. Aikaisemmassa tutkimuksessa vanhimpien ikäluokkien kiinnostuksen ja aktiivisuuden on todettu yleisesti vähentyvän metsien hoitoa ja käyttöä koskien. Hännisen ym. (2020) mukaan vanhimmat ikäluokat ovat nuorempia harvemmin yhteydessä metsäammattilaisten kanssa. Siten metsäammattilaisten yhteydenottoja voisi kohdentaa erityisesti tähän ikäluokkaan. Sähköiset palvelut eivät tavoita laajalti vanhimpia ikäluokkia, vaan he suosivat perinteisempiä kanavia. Metsien hoitoa ja käyttöä koskevaa päätöksentekoa todennäköisesti aktivoisi joissain tapauksissa myös metsätilan siirtäminen seuraavalle sukupolvelle.

## Selvitys tutkimusdatan ja aineistojen avoimuudesta

Suomalainen metsänomistaja 2020 -tutkimuksen aineisto on tutkimukseen osallistuneiden tahojen eli Helsingin yliopiston, Luonnonvarakeskuksen, Pellervon taloustutkimuksen ja Työtehoseuran käytettävissä.

## Selvitys kirjoittajien rooleista

Ensimmäinen kirjoittaja (Matti Valonen) osallistui tutkimuksen suunnitteluun, kirjallisuuteen perehtymiseen, aineiston hallintaan, mallintamiseen sekä analysoimiseen ja käsikirjoituksen kirjoittamiseen. Toinen kirjoittaja (Olli Korhonen) osallistui aineiston hallintaan, mallintamiseen sekä

analysoimiseen ja käsikirjoituksen kirjoittamiseen. Kolmas kirjoittaja (Paula Horne) osallistui aineiston keruun suunnitteluun, tutkimuksen suunnitteluun, aineiston analysoimiseen ja käsikirjoituksen kirjoittamiseen.

## Kiitokset

Kiitämme MTK:n Säätiötä ja Climate Nudge -tutkimuskonsortiota hankkeen rahoituksesta ja Suomalainen metsänomistaja 2020 -konsortiota aineiston käyttömahdollisuudesta.

## Rahoitus

Tutkimus toteutettiin MTK:n Säätiön rahoituksella ja osana Suomen Akatemian STN-ohjelman rahoittamaa Climate Nudge -tutkimushanketta (päättönumero 335383).

## Lähteet

- Asikainen A-R, Hujala T, Kurttila M (2014) Maanomistajien näkemyksiä metsänkäsittelyn vaihtoehtoista ja metsäammattilaisten palvelunkehittämisenäkökulmia – Metsänhoitoyhdistys Päijät-Hämeen tapaustutkimus. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/2014: 149–162. <https://doi.org/10.14214/ma.5808>.
- Dhubháin Á, Cobanova R, Karppinen H, Mizaraite D, Ritter E, Slee B, Wall S (2007) The values and objectives of private forest owners and their influence on forestry behaviour: The implications for entrepreneurship. *Small-scale For* 6: 347–357. <https://doi.org/10.1007/s11842-007-9030-2>.
- Dickinson BJ, Stevens TH, Lindsay MM, Kittredge DB (2012) Estimated participation in U.S. carbon sequestration programs: a study of NIPF landowners in Massachusetts. *J For Econ* 18: 36–46. <https://doi.org/10.1016/j.jfe.2011.06.002>.
- Eurostat (2018) Regions in the European Union — Nomenclature of territorial units for statistics – NUTS 2016/EU-28. Edition 2018. <https://doi.org/10.2785/475524>.
- Favada I, Karppinen H, Kuuluvainen J, Mikkola J, Stavness C (2009) Effects of timber prices, ownership objectives, and owner characteristics on timber supply. *Forest Science* 55: 512–523.
- Frolking S, Roulet N, Fuglestedt J (2006) How northern peatlands influence the Earth’s radiative budget: sustained methane emission versus sustained carbon sequestration. *J Geophys Res* 111, article id G01008. <https://doi.org/10.1029/2005JG000091>.
- Horne P (2006) Forest owners’ acceptance of incentive based policy instruments in forest biodiversity conservation-A choice experiment based approach. *Silva Fenn* 40: 169–178. <https://doi.org/10.14214/sf.359>.
- Horne P, Karppinen H, Korhonen O, Koskela T (2020) Metsien hoidon ja kasvatusten menetelmien hyväksyttävyyden tutkimus – Metsänomistaja 2020. PTT Raportteja 266. [https://www.ptt.fi/media/julkaisut/rap\\_266.pdf](https://www.ptt.fi/media/julkaisut/rap_266.pdf).
- Hosmer DW, Lemeshow S, Sturdivant RX (2013) Applied logistic regression. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118548387>.
- Hujala T, Pykäläinen J, Tikkanen J (2007) Decision making among Finnish non-industrial private forest owners: the role of professional opinion and desire to learn. *Scand J For Res* 22: 454–463. <https://doi.org/10.1080/02827580701395434>.
- Hujala T, Tikkanen J, Hänninen H, Virkkula O (2009). Family forest owners’ perception of decision

- support. *Scand J For Res* 24: 448–460. <https://doi.org/10.1080/02827580903140679>.
- Hujala T, Kurttila M, Karppinen H (2013) Customer segments among family forest owners: combining ownership objectives and decision-making styles. *Small-scale For* 12: 335–351. <https://doi.org/10.1007/s11842-012-9215-1>.
- Husa M, Kosenius A-K (2021) Non-industrial private forest owners' willingness to manage for climate change and biodiversity. *Scand J For Res* 36: 614–625. <https://doi.org/10.1080/02827581.2021.1981433>.
- Hysing E, Olsson J (2005) Sustainability through good advice? Assessing the governance of Swedish forest biodiversity. *Env Polit* 14: 510–526. <https://doi.org/10.1080/09644010500175742>.
- Hytönen J, Hökkä H (2020) Comparison of granulated and loose ash in fertilisation of Scots pine on peatland. *Silva Fenn* 54, article id 10259. <https://doi.org/10.14214/sf.10259>.
- Håbesland DE, Kilgore MA, Becker DR, Snyder SA, Solberg B, Sjølie HK, Lindstad BH (2016) Norwegian family forest owners' willingness to participate in carbon offset programs. *For Policy Econ* 70: 30–38. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2016.05.017>.
- Hänninen H, Karppinen H, Leppänen J (2011) Suomalainen metsänomistaja 2010. Metlan työraportteja 208. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2317-0>.
- Hänninen H, Valonen M, Haltia E (2020) Metsänomistajat palveluiden käyttäjinä: Metsänomistaja 2020-tutkimuksen tuloksia. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 63/2020. Luonnonvarakeskus, Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-039-7>.
- Joa B, Schraml U (2020) Conservation practiced by private forest owners in Southwest Germany – the role of values, perceptions and local forest knowledge. *For Policy Econ* 115, article id 102141. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102141>.
- Juutinen A, Tolvanen A, Koskela T (2020) Forest owners' future intentions for forest management. *For Policy Econ* 118, article id 102220. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102220>.
- Karppinen H, Hänninen H, Ripatti P (2002) Suomalainen metsänomistaja 2000. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 852. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1832-X>.
- Karppinen H, Hänninen H, Horne P (2020) Suomalainen metsänomistaja 2020. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 30/2020. Luonnonvarakeskus, Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-961-3>.
- Khanal PN, Grebner DL, Munn IA, Grado SC, Grala RK, Henderson JE (2017) Evaluating non-industrial private forest landowner willingness to manage for forest carbon sequestration in the southern United States. *For Policy Econ* 75: 112–119. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2016.07.004>.
- Kline J, Alig R, Johnson R (2000) Forest owner incentives to protect riparian habitat. *Ecol Econ* 33: 29–43. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00116-0](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00116-0).
- Korhonen KT, Ihalainen A, Ahola A, Heikkinen J, Henttonen HM, Hotanen J-P, Nevalainen S, Pitkänen J, Strandström M, Viiri H (2017) Suomen metsät 2009–2013 ja niiden kehitys 1921–2013. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 59/2017. Luonnonvarakeskus, Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-467-0>.
- Korkiakoski M, Ojanen P, Penttilä T, Minkkinen K, Sarkkola S, Rainne J, Laurila T, Lohila A (2020) Impact of partial harvest on CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O balances of a drained boreal peatland forest. *Agric For Meteorol* 295, article id 108168. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.108168>.
- Koskela T, Karppinen H (2021) Forest owners' willingness to implement measures to safeguard biodiversity: values, attitudes, ecological worldview and forest ownership objectives. *Small-scale For* 20: 11–37. <https://doi.org/10.1007/s11842-020-09454-5>.
- Koskela T, Horne P, Karppinen H, Korhonen O (2021) Metsien ekosysteempipalvelut ja jokamiehen oikeus metsänomistajan näkökulmasta – Metsänomistaja 2020. PTT raportteja 267. <https://www.ptt.fi/media/julkaisut/ptt-raportteja-267.pdf>.

- Kumela H, Hänninen H (2011) Metsänomistajien näkemykset metsänkäsittelymenetelmien monipuolistamisesta. Metlan työraportteja 203. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2303-3>.
- Kurttila M, Korhonen K, Hänninen H, Hujala T (2010) Yksityismetsien metsäsuunnittelu 2010 – nykytilanne ja kehittämistarpeita. Metlan työraportteja 153. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2228-9>.
- Kurtz W, Lewis B (1981) Decision-making framework for nonindustrial private forest owners: an application in the Missouri Ozarks. *J Forest* 79: 285–288. <https://doi.org/10.1093/jof/79.5.285>.
- Kuuluvainen J, Karppinen H, Ovaskainen V (1996) Landowner objectives and nonindustrial private timber supply. *Forest Sci* 42: 300–309. <https://doi.org/10.1093/forestsociology/42.3.300>.
- Laiho R, Sarkkola S, Kaunisto S, Laine J, Minkkinen K (2008) Macroscale variation in peat element concentrations in drained boreal peatland forests. *Silva Fenn* 42: 555–570. <https://doi.org/10.14214/sf.233>.
- Lehtonen A, Aro L, Haakana M, Haikarainen S, Heikkinen J, Huuskonen S, Härkönen K, Hökkä H, Kekkonen H, Koskela T, Lehtonen H, Luoranen J, Mutanen A, Nieminen M, Ollila P, Palosuo T, Pohjannies T, Repo A, Rikkonen P, Rätty M, Saarnio S, Smolander A, Soinnie H, Tolvanen A, Tuomainen T, Uotila K, Viitala E-J, Virkajärvi P, Wall A, Mäkipää R (2021) Maankäyttösektorin ilmastotoimenpiteet: Arvio päästövähennysmahdollisuuksista. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 7/2021. Luonnonvarakeskus, Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-275-9>.
- Luonnonvarakeskus (2020) Metsätilastot. Metsävarat. Kankaat ja suot metsätalousmaalla. Saatavissa: [https://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_\\_04%20Metsa/?rxid=826981d5-fb4a-4490-83b6-eb20b539617e](https://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__04%20Metsa/?rxid=826981d5-fb4a-4490-83b6-eb20b539617e).
- Maa- ja metsätalousministeriö (2019) Kansallinen metsästrategia 2025 – päivitys. Valtioneuvoston periaatepäätös 21.2.2019. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2019:7. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161386>.
- Maa- ja metsätalousministeriö (2021) Metsätalouden kannustejärjestelmä 2020-luvulla. Työryhmän muistio. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2021:2. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/162700>.
- Maljanen M, Liimatainen M, Hytönen J, Martikainen P (2014) The effect of granulated wood-ash fertilization on soil properties and greenhouse gas (GHG) emissions in boreal peatland forests. *Boreal Environ Res* 19: 295–309. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2016082923067>.
- Markowski-Lindsay M, Stevens T, Kittredge DB, Butler BJ, Catanzaro P, Dickinson BJ (2011) Barriers to Massachusetts forest landowner participation in carbon markets. *Ecol Econ* 71: 180–190. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.08.027>.
- Mason WL, Diaci J, Carvalho J, Valkonen S (2022) Continuous cover forestry in Europe: usage and the knowledge gaps and challenges to wider adoption. *Forestry* 95: 1–12. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpab038>.
- McFadden D (1977) Quantitative methods for analyzing travel behaviour of individuals: some recent developments. Cowles Foundation Discussion Papers No 474. Cowles Foundation for Research in Economics, Yale University. <https://cowles.yale.edu/sites/default/files/files/pub/d04/d0474.pdf>.
- Mitani Y, Lindhjem H (2015) Forest owners' participation in voluntary biodiversity conservation: what does it take to forgo forestry for eternity? *Land Econ* 91: 235–251. <https://doi.org/10.3368/le.91.2.235>.
- Moilanen M, Hökkä H (2009) PK-lannoituksella aikaansaadun kasvureaktion suuruus riippuu ojitusaluemännikön ravinnetilasta. *Suo* 60: 111–120. <http://www.suo.fi/article/9870>.
- Moilanen M, Piironen M-L, Karjalainen J (1996) Turpeen ravinnevarat metsähallituksen vanhoilla ojitusalueilla. Julkaisussa: Piironen M-L, Väärä T (toim) Metsäntutkimuspäivä Kajaanissa 1995. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 598: 35–54. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40->

1507-X.

- Mäkipää R, Rajala T, Schigel D, Rinne KT, Pennanen T, Abrego N, Ovaskainen O (2017) Interactions between soil- and dead wood-inhabiting fungal communities during the decay of Norway spruce logs. *ISME J* 11: 1964–1974. <https://doi.org/10.1038/ismej.2017.57>.
- Nieminen M, Hökkä H, Laiho R, Juutinen A, Ahtikoski A, Pearson M, Kojola S, Sarkkola S, Launiainen S, Valkonen S, Penttilä T, Lohila A, Saarinen M, Haahti K, Mäkipää R, Miettinen J, Ollikainen M (2018) Could continuous cover forestry be an economically and environmentally feasible management option on drained boreal peatlands? *For Ecol Manage* 424: 78–84. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.04.046>.
- Ojanen P (2015) Metsäojituksen vaikutuksesta ilmastoon. *Suo* 66: 49–55. <http://www.suo.fi/article/9898>.
- Ojanen P, Minkkinen K, Penttilä T (2013) The current greenhouse gas impact of forestry-drained boreal peatlands. *For Ecol Manage* 289: 201–208. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.10.008>.
- Ojanen P, Penttilä T, Tolvanen A, Hotanen J-P, Saarimaa M, Nousiainen H, Minkkinen K (2019) Long-term effect of fertilization on the greenhouse gas exchange of low-productive peatland forests. *For Ecol Manage* 432: 786–798. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.10.015>.
- Ovaskainen V, Hujala T, Hänninen H, Mikkola J (2017) Cost sharing for timber stand improvements: inducement or crowding out of private investment? *For Policy Econ* 74: 40–48. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2016.10.014>.
- Peltoniemi M, Penttilä R, Mäkipää R (2013) Temporal variation of polypore diversity based on modelled dead wood dynamics in managed and natural Norway spruce forests. *For Ecol Manage* 310: 523–530. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.08.053>.
- Primmer E, Paloniemi R, Similä J, Tainio A (2014) Forest owner perceptions of institutions and voluntary contracting for biodiversity conservation: not crowding out but staying out. *Ecol Econ* 103: 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.04.008>.
- Rinne KT, Rajala T, Peltoniemi K, Chen J, Smolander A, Mäkipää R (2017) Accumulation rates and sources of external nitrogen in decaying wood in a Norway spruce dominated forest. *Funct Ecol* 31: 530–541. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12734>.
- Sikström U, Almquist C, Jansson G (2010) Growth of *Pinus sylvestris* after the application of wood ash or P and K fertilizer to a peatland in southern Sweden. *Silva Fenn* 44: 411–425. <https://doi.org/10.14214/sf.139>.
- Tilastokeskus (2020). Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990–2019. Ympäristö ja luonnonvarat. [https://www.stat.fi/static/media/uploads/tup/khkinv/yymp\\_kahup\\_1990-2019\\_2020.pdf](https://www.stat.fi/static/media/uploads/tup/khkinv/yymp_kahup_1990-2019_2020.pdf).
- Tolvanen A, Saarimaa M, Ahtikoski A, Haara A, Hotanen JP, Juutinen A, Kojola S, Kurttila M, Nieminen M, Nousiainen H, Parkkari M, Penttilä T, Sarkkola S, Tarvainen O, Minkkinen K, Ojanen P, Hjort J, Kotavaara O, Rusanen J, Sormunen H, Aapala K, Heikkinen K, Karpinen A, Martinmäki-Aulaskari K, Sallantausta T, Tuominen S, Vilmi A, Kuokkanen P, Rehell S, Ala-Fossi A, Huotari N (2018) Metsätaloustalouteen soveltumattomien ojitettujen soiden jatkokäyttö. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 48/2018. Luonnonvarakeskus, Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-632-2>.
- Valtioneuvosto (2019) Osallistava ja osaava Suomi – sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta. Pääministeri Sanna Marinin hallituksen ohjelma 10.12.2019. Valtioneuvoston julkaisuja 2019:31. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161931>.
- Wade D, Moseley C (2011) Foresters' perceptions of family forest owner willingness to participate in forest carbon markets. *North J Appl For* 28: 199–203. <https://doi.org/10.1093/njaf/28.4.199>.

58 viitettä.