

Polkuja monitavoite- metsään

HIILIPOLKU-HANKKEEN LOPPURAPORTTI



**Nappaa
hiilestä
kiinni**
MAANKÄYTTÖSEKTORIN
ILMASTORATKAISUT



HIILIPOLKU
Yhteistoimin
metsien
hiilensidontaan

PROJEKTIRYHMÄ

•
Liisa Ukonmaanaho (Luke)
•
Janne Artell (Luke)
•
Soili Haikarainen (Luke)
•
Esa Huhta (Luke)
•
Jari Hynynen (Luke)
•
Liina Häyrinen (Luke)
•
Jaakko Juvonen (IL)
•
Reetta Karhunkorva (Lusto)
•
Janne Kaseva (Luke)
•
Piia Kietäväinen (MHY E-S)
•
Joonas Kolstela (IL)
•
Pentti Pirinen (IL)
•
Eija Pouta (Luke)
•
Aura Salmivaara (Luke)
•
Katriina Soini (Luke)
•
Leena Stenberg (Luke)
•
Heikki Tuomenvirta (IL)
•
Petteri Vanninen (Luke)

Valokuvat

Luke: kansi
Janne Artell: sivut 25, 37
Reetta Karhunkorva: sivut 11, 21, 42, 55, 68
Jussi Silvennoinen: sivu 50
Liisa Ukonmaanaho: sivu 30
Petteri Vanninen: sivut 8, 13, 17, 45

Ulkoasu ja taitto: Ahoy

ISBN (Painettu) 978-952-380-958-1 • ISBN (Verkkójulkaisu) 978-952-380-959-8
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-959-8>



MUKANA POLULLA

•
Metsänhoitoyhdistys Etelä-Savo
•
Pro Puruvesi
•
Suomen metsäkeskus Etelä-Savo
•
Suomen Metsämuseo LUSTO
•
Etelä-Savon ELY-keskus



Tiivistelmä	5	8. Neuvonnan kehittäminen	37
Abstract	6	Neuvontatilanteiden	
Esipuhe	7	kokemukset ja yhteenveto	39
1. Johdanto	8	Neuvojen näkökulma	39
2. Kohdealue - Puruvesi	11	Metsänomistajien näkökulma	40
3. Muutospolkuja Puruvedellä - metsätoimijoiden näkemyksiä Puruveden alueen metsien hoidon ja käytön nykytilasta ja tulevaisuudesta	13	Tutkijan näkökulma	40
Metsien todennäköiset ja toivotut tulevaisuudet	13	Yhteenveto	41
Yhteenveto	16	9. Vaikutusanalyysi yhteiskunnan näkökulmasta	42
4. Metsätoimijoiden ajatuksia yhteistyöstä	17	10. Muuttuvan ilmaston vaikutuksia	45
Tuloksia haastatteluista	18	Vaikutukset hiilitaseeseen ja ravinnekuormitukseen	47
Metsänomistajien näkemyksiä yhteistyön merkityksestä ja haasteista: kyselytutkimus	18	Maastopalon leviäminen vaatii otolliset sääolosuhteet	47
5. Sorvasrannan malli vuorovaikutuksen lisäämiseksi	21	11. Oppeja HIILIPOLULTA	50
Metsänomistajien kokemuksia	22	Monitavoitteisuus on haastava, mutta silti arvokas päämäärä	51
Tutkijoiden havaintoja ja pohdintaa	23	Mallien pitkä matka käytäntöön	51
6. Metsänomistajien halukkuus ympäristölähtöiseen metsänhoitoon	25	Ymmärrys kokonaisuudesta syntyy erilaisten lähestymistapojen sekä tutkimuksen ja käytännön välisen vuoropuhelun myötä	51
Metsänomistamisen tavoitteet	26	HIILIPOLUN opit ja suositukset	52
Metsänomistajien näkemykset ympäristölähtöisistä metsänhoidon toimenpiteistä	26	Liitteet	
Metsähoitokäytäntöjen ympäristövaikutukset	27	Metsätoimijoiden haastatteluaineisto	56
Yhteenveto	29	Tulevaisuusperintöverstas	56
7. Hiilipolun skenaariot - vesistöt, hiilensidonta ja monimuotoisuus huomioon metsänhoidon tavoitteissa	30	Metsänomistajakysely	57
HIILIPOLKU-hankkeen skenaariot	30	Vaikutusanalyysi	57
Monitavoitteinen metsänhoito on mahdollista	32	Maastopalojen ennustusjärjestelmä Suomessa	59
Yhteenveto	35	Webropol -kysely	59
		Neuvontamateriaali Puruveden metsänomistajille (lyhennelmä)	60
		Viitteet	69

Tiivistelmä

Metsien käsittely- ja hoitotoimenpiteet vaikuttavat merkittävästi hiilensidontaan, luonnon monimuotoisuuteen, puuntuotantoon ja vesistökuormitukseen. Niiden yhteensovittamiseen tarvitaan monitavoitteista metsänhoitoa.

HIILIPOLKU-hankkeen tavoitteena oli kehittää toimintamalleja, jotka kannustavat metsänomistajia ja metsätalouden toimijoita edistämään hiilensidontaa, vesien suojelua ja luonnon monimuotoisuutta. Hankkeessa tutkittiin, miten yksityisten metsänomistajien, paikallisten metsä- ja ympäristötoimijoiden sekä muiden sidosryhmien välistä yhteistyötä voitaisiin tehostaa näiden tavoitteiden saavuttamiseksi ja millaisia työkaluja ja kannustimia yhteistyön tueksi tarvitaan. Hanke toteutettiin Puruvedellä, joka sijaitsee osittain Etelä-Savon ja Pohjois-Karjalan maakunnissa.

Hankkeessa sovellettiin yhteiskehittämisen lähestymistapaa, jossa tunnistettiin innovaattoreita, aikaisia omaksujia ja paikallisia verkostoja edistämään uusien käytäntöjen leviämistä. Erilaiset metsien käytön tavoitteet (hiilensidonta, vesistökuormitus, monimuotoisuus) muotoiltiin skenaarioiksi, joissa kutakin tavoitetta painottavan metsänkäsittelyn vaikutukset eri tavoitteisiin sekä puuntuotantoon ja talouden ennustettiin malleilla. Mallipohjainen

tarkastelu tehtiin käyttäen Motti- ja SUSI-ohjelmistoja, ensin aluetasolla ja tarkentaen myöhemmin muutamien metsätilojen kuviotasolle asti. Paikallinen metsäneuvoja esitti skenaariot asiasta kiinnostuneille metsänomistajille neuvontatilaisuudessa, jolloin ne voitiin huomioida tilatason suunnittelussa.

Hankkeessa saavutettiin yhteisymmärrystä ja edistettiin suunnitelmien yhteensovittamista, erityisesti vesiensuojelun osalta. Hiilensidonta oli monille metsänomistajille vielä toissijainen tavoite. HIILIPOLKU-hankkeen tulokset korostivat pitkäjänteisen yhteistyön, aktiivisen tiedonvaihdon ja joustavien toimintamallien merkitystä monitavoitteisen metsänhoidon edistämisessä. Kehitetyt toimintamallit tarjoavat metsänomistajille ja muille toimijoille konkreettisia työkaluja metsien potentiaalin hyödyntämiseen hiilensidonnassa, monimuotoisuuden turvaamisessa ja vesistökuormituksen hallinnassa.

HIILIPOLKU hanke toteutettiin vuosina 2022-2024 Luonnonvarakeskuksen (Luke) ja Ilmatieteen laitoksen (IL) yhteistyönä. Yhteistyökumppaneina toimivat Metsänhoitoyhdistys Etelä-Savo, Suomen metsäkeskus Etelä-Savo, Etelä-Savon ELY-keskus, Pro Puruvesi ja Metsämuseo Lusto. HIILIPOLKU hanke sai rahoituksen MMM:n Hiilestä kiinni -ohjelmasta.



Abstract

Forest management practices can have a significant impact on carbon sequestration, biodiversity, timber production, and water protection. Multi-objective forestry is needed to reach these goals.

The aim of the HIILIPOLKU project was to develop models and practices that encourage forest owners and forestry professionals to promote carbon sequestration, water protection, and biodiversity. The project investigated how collaboration between private forest owners, local forestry and environmental actors, and other stakeholders could be enhanced to achieve these goals, as well as what tools and incentives are needed to support such cooperation. The project was carried out at Puruvesi region, located partly in the provinces of South Savo and North Karelia.

The project applied a co-creation approach, identifying innovators, early adopters, and local networks to promote the spread of new practices. Different forest management objectives (carbon sequestration, nutrient load, biodiversity) were formulated into scenarios in which the impacts of each forest management on above mentioned objectives as well as for wood production and the economy were predicted using models. The model-based analysis was conducted with the Motti and SUSI models, initially at the regional level

and later specifying to few selected forest stands. A local forest advisor presented the scenarios to interested forest owners in an advisory meeting to promote multi-objective forest planning.

The project achieved consensus and advanced the alignment of plans, particularly in water protection. Carbon sequestration was still a secondary objective for many forest owners. The HIILIPOLKU project results highlighted the importance of long-term collaboration, active information exchange, and flexible models for promoting multi-objective forest management. The developed models provide forest owners and other actors with practical tools for leveraging forests' potential for carbon sequestration, biodiversity preservation, and water protection.

The HIILIPOLKU project was carried out from 2022 to 2024 as a collaboration between the Natural Resources Institute Finland (Luke) and the Finnish Meteorological Institute (FMI), with partners including the Forestry management association South Savo, Finnish Forest Centre South Savo, Centre for Economic Development, Transport and the Environment Etelä-Savo, Pro Puruvesi, and the Lusto Forest Museum. The HIILIPOLKU project was funded by MMM's Catch the Carbon Program.



Esipuhe

Hiilineutraali Suomi 2035 -tavoitteen saavuttamiseksi Maa- ja metsätalousministeriö käynnisti 2020-luvun alussa laajan toimenpideohjelma kokonaisuuden, jonka tavoitteena on ollut vähentää maa- ja metsätalouden kasvihuonekaasupäästöjä ja vahvistaa hiilinieluja. Osana tätä toimenpideohjelmaa aloitettiin Hiilestä kiinni -ohjelma, jonka kautta on rahoitettu noin 150 hanketta vuosina 2021-2024 (MMM 2022). Yksi rahoituksen saaneista hankkeista on toukokuussa 2022 käynnistynyt HIILIPOLKU-hanke.

Hiilestä kiinni -ohjelman hankkeet tuottavat tutkittua tietoa, joka tukee maankäyttösektorin hiilipäästöjen vähentämistä sekä hiilinielujen ja -varastojen ylläpitämistä ja kasvua. Samalla ne edistävät uusiutuvien luonnonvarojen kestäväää käyttöä sekä kokonaiskestävyyttä maa- ja metsätaloudessa ja muussa maankäytössä. Maankäyttösektori kattaa maatalousmaan, metsätalouden ja muun maankäytön muodostaman kokonaisuuden. Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmassa (MISU) on määritetty ne toimenpiteet, joilla vähennetään ilmastopäästöjä ja vahvistetaan hiilinieluja ja -varastoja.

HIILIPOLKU-hankkeen tavoitteena on ollut tuupata metsänhoitoa tukemaan hiilen-sidonnan, vesiensuojelun ja monimuotoisuuden tavoitteita alueellisella ja yhteisötasolla. HIILIPOLKU-hanke toteutettiin vuosina 2022-2024 Luonnonvarakeskuksen (Luke) ja Ilmatieteen laitoksen (IL) yhteistyönä. Yhteistyökumppaneina toimivat Metsänhoitoyhdistys Etelä-Savo, Suomen metsäkeskus Etelä-Savo, Etelä-Savon Ely-keskus, Pro Puruvesi ja Metsämuseo Lusto. Lisäksi mallipohjaiseen tarkasteluun saatiin arvokasta konsultaatiota Annamari Laurénilta ja Marjo Palviaiselta Helsingin yliopistosta.

Hankkeen ohjausryhmään kuuluivat: Joel Järvinen (MMM), Mikko Pohjola (MMM), Reijo Jantunen (Pro Puruvesi), Kimmo Koistinen (Greencarbon), Jani Salomaa, (Tuomas Kähö toukokuu 2024 saakka) (Suomen Metsäkeskus E-S), Petteri Käyhkö (MHY E-S), Jouni Väkevä (Hannu Ripatti toukokuu 2024 saakka) (MTK), Aleksi Räsänen (Luke/OY), Katri Hamunen (Stora Enso), Annalea Lohila (IL).

Haluamme lämpimästi kiittää hankkeen yhteistyökumppaneita ja ohjausryhmää arvokkaasta tuesta hankkeen toteutuksen aikana.

Helsinki 25.11.2024

HIILIPOLKU-projektiryhmä





1. Johdanto

Metsien käsittely- ja hoitotoimilla on suuri merkitys metsien hiilensidontaan, luonnon monimuotoisuuteen, puuntuotantoon ja vesistökuormitukseen. Muuttuva ilmasto, vesistöt, puuston kasvu, hiilivaraston muutokset ja monimuotoisuus muodostavat ekologisesti monimutkaisen vyöhykkeen, jota täytyy tarkastella kokonaisuutena käytännön metsänhoitotoimenpiteistä päättettäessä - siis tarvitaan monitavoitteista metsänhoitoa.

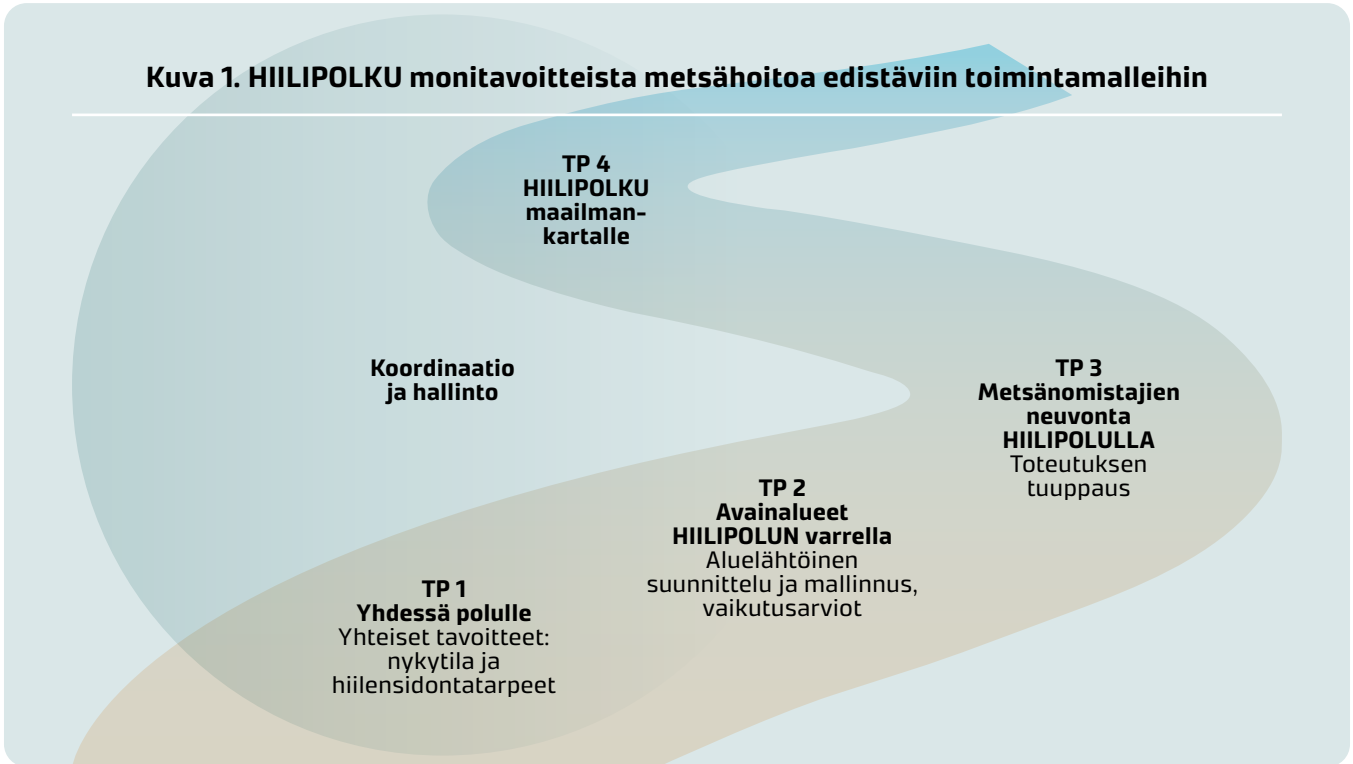
Koska metsänhoidon suunnittelu ja päätökset tehdään yleensä metsätilan kuviotasolla, on tärkeää, että metsänomistajat ja muut metsätalouden toimijat ymmärtävät metsänhoidon vaikutukset kolmeen keskeiseen asiaan: 1) hiilen sidontaan ja hiilivarastoihin, 2) vesistöihin kulkuvan veden määrään ja laatuun, sekä 3) luonnon monimuotoisuuteen. Lisäksi heidän tulisi osata yhdistää uusin tietoon omiin tavoitteisiinsa ja käytäntöihinsä.



HIILIPOLKU-HANKKEEN LOPPURAPORTTI

1. JOHDANTO

Kuva 1. HIILIPOLKU monitavoitteista metsähoitoa edistäviin toimintamalleihin



Parhaat ympäristövaikutukset saavutetaan, kun metsänhoitoa suunnitellaan laajemmilla alueilla kuin yksittäisillä tiloilla, mikä myös edistää yhteistyötä, verkostoitumista ja oppimista monitavoitteisen metsänhoidon tueksi. Tämän päämäärän saavuttamiseksi käynnistettiin HIILIPOLKU-hanke, jossa tuupataan (ohjataan ihmisiä tekemään sekä heidän että yleisesti yhteiskunnan kannalta tyypillisesti parempia valintoja ilman valinnanvapauden rajoittamista, Potter 2018) metsänomistajia sekä metsänhoidon asiantuntijoita ja toimijoita tukemaan hiilensidonnän, vesiensuojelun ja monimuotoisuuden tavoitteita metsänhoidossa alueellisella ja yhteisötasolla. HIILIPOLKU-hanke toteutettiin Puruveden alueella, jossa on tehty pitkäaikaista tutkimusyhteistyötä jo aikaisemmin, mm. EU-rahoitteisessa Operandum-hankkeessa (2018-2022) (Gonzalez-Ollauri ym. 2022).

HIILIPOLKU-hankkeessa tuotettiin joustavia, paikallislähtöisiä toimintamalleja (Kuva 1). Prosessi aloitettiin paikallisten sidosryhmien kanssa tehtävällä kohdealueen alkutilan selvityksellä, yhteisten tavoitteiden määrittelyllä sekä hiilensidontaan, vesiensuojeluun ja monimuotoisuuteen liittyvien tarpeiden kartoituksella (Työpaketti 1 = TP1). Tämän jälkeen laadittiin aluekohtaisia mallinnuksia ja skenaarioita, joissa arvioitiin hiilensidontaan, vesiensuojeluun tai monimuotoisuuteen painottuvien metsänhoitomenetelmien vaikutuksia ja verrattiin niitä nykyisiin metsänhoitosuosiin. Samalla arvioitiin sidosryhmien halukkuutta näihin toimenpiteisiin (TP2). Kun metsätilojen kuviotasoiset skenaariot oli laadittu, aloitettiin niiden tuupaus metsänomistajille (TP3) ja lopuksi tavoitteena oli arvioida toimintamallin soveltuvuutta laajempaan käyttöön (TP4).

HIILIPOLKU-HANKKEEN LOPPURAPORTTI

1. JOHDANTO

HIILIPOLKU-hankkeessa sovellettiin yhteiskehittämisen lähestymistapaa, jonka tavoitteena oli tunnistaa innovaattorit, aikaiset omaksujat ja paikalliset verkostot, joiden avulla uudet käytännöt saadaan leviämään laajemmin metsänomistajien ja metsäalan toimijoiden keskuudessa. Lisäksi selvitettiin millaisia työkaluja ja kannustimia – kuten vuorovaikutus- ja neuvontamenetelmiä –, tarvitaan tämän yhteistyön tukemiseksi. Tulokset osoittivat mm., että alueella tavoitellaan kestävämpää metsänhoitoa ja tiiviimpää yhteistyötä, vaikka muutokset nykykäytännöissä nähdään vaikeina. Paikallisten asukkaiden tavoitteena on erityisesti suojella alueen vesistöjä. Intensiivisemmin yhteistyön kehittämistä tutkittiin Sorvasrannan metsänomistajien keskuudessa, joiden kanssa järjestettiin kuusi tapaamista.

Metsänomistajille kohdistettu postikysely osoitti heidän suhtautuvan pääosin myönteisesti ympäristölähtöiseen metsänhoitoon, joskin esimerkiksi hiihensidonta oli vaikeimmin hahmotettava asia ja osa ympäristölähtöisistä metsanhoidon käytännöistä tunnettiin heikosti. Ympäristölähtöisiin metsänhoitoa koskeviin päätöksiin vaikuttivat eniten metsänomistajien omat asenteet.

Kuvioittaiseen metsävaratietoon perustuva mallipohjainen tarkastelu metsänkäsittelyn vaikutuksista hiihensidontaan, monimuotoisuuteen ja vesistökuormitukseen oli oleellinen osa hanketta. Erilaiset metsien käytön tavoitteet muotoiltiin skenaarioiksi, joissa kutakin tavoitetta painottavan metsänkäsittelyn tulos ennustettiin malleilla. Mallipohjainen tarkastelu toteutettiin käyttäen Motti-ohjelmistoa (Hynynen ym. 2005; Luke 2024) ja SUSI-suosimulaattoria (Laurén

ym. 2021, Palviainen ym. 2024). Laskelmat tehtiin ensin osavaluma-alueetasolle, ja tarkennettiin myöhemmin asiasta kiinnostuneiden metsänomistajien metsätilojen kuviotasolle asti.

Metsäneuvonnan keinoja kehitettiin yhdessä neuvonnan toimijoiden kanssa, mikä tarjosi arvokasta tietoa siitä, miten ympäristötavoitteet voidaan ottaa vahvemmin huomioon suunnittelukäytännöissä. Kustannus-hyötyvertailun avulla tarkasteltiin eri metsänhoitoskenarioita ja niiden seurauksia. Yhteiskunnan näkökulmasta toteutettu analyysi antoi mahdollisuuden arvioida eri metsänkäsittelyvaihtoehtojen metsätaloudellisia kustannuksia suhteessa ympäristöhyötyihin. Vaikutuksia yhteismitallistava analyysi korosti vesiensuojelun suurta merkitystä. Myös ilmastonmuutoksen myötä kasvussa olevia haittoja ja riskejä käsiteltiin, kuten lämpenemisen ja sateisuuden kasvun vaikutusta vesistöjen typpi- ja fosforikuormituksen sekä maaperän päästöjen lisääntymiseen. Lisäksi tarkasteltiin sääolosuhteiden vaikutusta maastopaloriikkiin. Hankkeen keskeisistä sisällöistä tuotettiin näyttelyosioita Suomen Metsämuseo Luston pysyvän ydinnäyttelyn, Metsäsuhteiden maa, osaksi, jossa ne tavoittavat noin 40 000 näyttelykävijää vuodessa. Sisällöt liittyivät muuttuvaan ilmastoon, metsien tulevaisuuden käyttöön ja arvostukseen sekä vesiensuojelutoimiin. Sisällöt esitetään näyttelyssä plansseilla ja kosketusnäytöillä mm. Luston Tulevaisuustilassa. Näyttelyssä teemat ja sisällöt linkittyvät luontevasti osaksi koko Luston ydinnäyttelykerrontaa.

Lopuksi arvioitiin, mitä HIILIPOLKU-hankkeessa opittiin ja miten löydökset voivat tukea monitavoitteista metsänhoitoa.





2. Kohdealue - Puruvesi

Liisa Ukonmaanaho, Heikki Tuomenvirta, Aura Salmivaara,
Soili Haikarainen, Leena Stenberg

Puruveden valuma-alue (1017 km²) sijaitsee Vuoksen vesistöalueella pääosin Savonlinnan ja Kiteen kuntien alueella (Kuva 2). Vesistöjen osuus valuma-alueella on 43 %. Tärkein maankäyttömuoto on metsätalous (86 % valuma-alueesta), lisäksi siellä on vähäisiä maatalouskäytössä olevia alueita sekä taajama-alueita (SYKE 2018). Soiden osuus on 18 % metsämaan kokonaisalasta, niistä on ojitettu 80 %, eli 15 % metsämaan kokonaisalasta. Soiden ojitukset on tehty

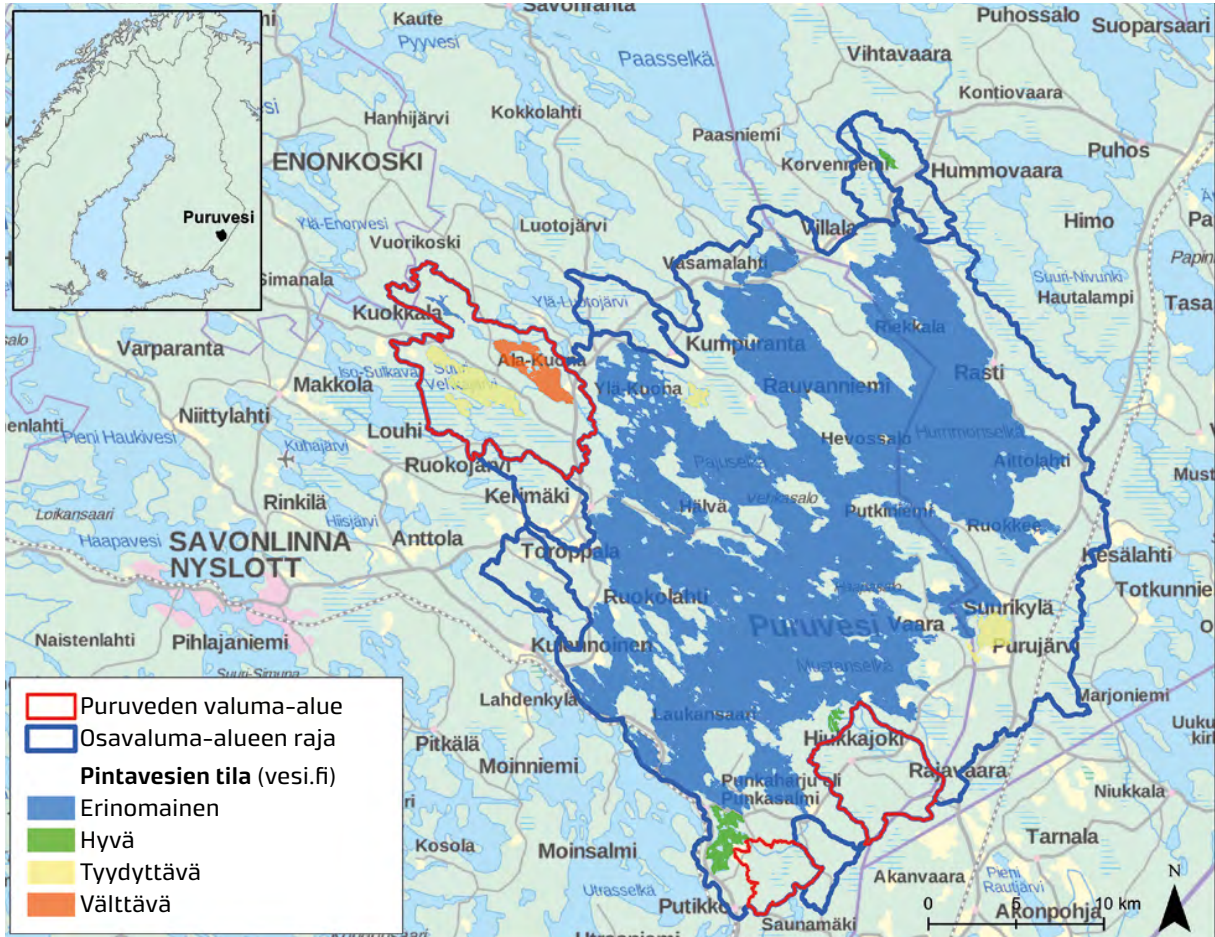
pääosin 1960-80-luvuilla, kunnostus-
ojitukset käynnistyivät 1990-luvulla.

Itse Puruveden pinta-ala on noin 416 km² ja siinä sijaitsee yli 700 saarta. Se eroaa tyypillisestä suomalaisesta järvestä kirkasvetisyydellään: vedenalainen näkösyvyys on jopa 12 metriä. Se on niukkaravinteinen (oligotrofinen) ja puhdasvetinen järvi, mikä johtuu siitä, että suuri osa järven vedestä tulee sen pohjassa olevista lähteistä



HIILIPOLKU-HANKKEEN LOPPURAPORTTI

2. KOHDEALUE - PURUVESI



Kuva 2. Kartta Puruveden alueesta ja kolmesta HIILIPOLKU-hankkeen kohdealueesta.

hiekkakerroksen läpi. Vedenlaatu on pääosin erinomainen (Kuva 2). Järvalueesta 77 % kuuluu Natura 2000 -verkostoon. Metsien käytöllä on merkittävä vaikutus Puruveden tilaan. Merkittävimmät metsätalouden kuormituksen aiheuttajat ovat avohakkuut ja maanmuokkaukset sekä turvemilla ojien kunnostukset. Ilmastomuutoksen myötä on odotettavissa, että metsistä tuleva hajakuormitus lisääntyy, mikä näkyy rehevöitymisen ja vesikasvillisuuden leviämisen kasvuna alueen vesistöissä (Juvonen ym. 2023). Tämä ilmiö on jo havaittavissa. Varoittava esimerkki on Puruveteen laskevan Kuonanjärven ekologisen tilan heikenty-

minen erinomaisesta välttäväksi (Hakala ym. 2021) vuosikymmenten kuluessa.

Puruveden valuma-alueella, kuten Kuonanjärven ympäristössä, ojitus ja metsien käyttö ovat lisänneet ravinteiden ja kiintoaineksen huuhtoutumista järviin, mikä on heikentänyt vedenlaatua ja aiheuttanut rehevöitymistä. Ilmastomuutoksen myötä talvisateiden määrä lisääntyy ja routa vähenee mikä lisää vesistöjen ravinnekuormitusta entisestään.

HIILIPOLKU-hankkeessa Kuonanjoen lisäksi kaksi muuta Puruveden osavaluma-aluetta, Sorvasranta ja Hälvänjoki, valittiin hankkeen kohdealueiksi (Kuva 2).

3. Muutospolkuja Puruvedellä

**Metsätoimijoiden näkemyksiä Puruveden alueen
metsien hoidon ja käytön nykytilasta ja tulevaisuudesta**

Liina Häyrinen, Katriina Soini

Päätökset metsien hiilensidonnasta, metsäluonnon suojelusta ja hoidosta tehdään paikallisella tasolla. Puruveden alueen metsätoimijoiden haastattelut (Liite 1a) ja Metsämuseo Lustossa järjestetty tulevaisuusperintöverstas (Liite 1b) valottivat sitä, millaiset polut metsien käytön tulevaisuudelle nähdään mahdollisina ja toivottavina, ja millaisia resursseja ja kyvykkyyksiä tarvitaan, jotta toivottava tulevaisuus olisi mahdollinen (Häyrinen ja Soini 2024).

Metsien todennäköiset ja toivotut tulevaisuudet

Puruveden alueen metsien käyttöä luonnehdittiin aktiiviseksi metsätaloudeksi, jossa painotetaan puuntuotantoa perinteisin menetelmin, kuten avohakkuilla. Huolta kannettiin erityisesti metsätalouden vaikutuksista Puruveden vesistöön. Metsien käytön ja hoidon todennäköisessä tulevaisuudessa nähtiin ympäristöasioiden kasvava merkitys, ilmastonmuutoksen vaikutukset, ulkoiset



”Metsänomistajat ovat tulleet jo entistä tietoisemmiksi ja tulevat jatkossa vielä tietoisemmaksi siitä, että mitä tällaisen turveperäisen metsän vaikutus esimerkiksi Puruveden puhtauteen on. Mutta asenteisiin liittyvät asiat tapahtuu kuitenkin loppujen lopuksi aika hitaasti...”

Paikallinen yhdistys

rajoitukset, metsänomistajuuden muutokset ja puun kysynnän lisääntyminen. Ympäristöasioiden merkityksen kasvu tarkoittaisi ekologisten näkökulmien korostumista metsänhoidossa jo lyhyellä tähtäimellä. Ilmastomuutoksen ennakoitiin lisäävän metsävahinkoja, kuten tuohyönteisten leviämistä. Huolta kannettiin valtion ja EU sääntelyn lisääntymisestä sekä odotettavissa olevista muutoksista metsänomistajuudessa, mikä voisi johtaa omistajien etääntymiseen metsistään ja tavoitteiden pirstaloitumiseen. Toisaalta puuvarojen käytön ja kysynnän ennakoitiin kasvavan, mihin vaikutti osaltaan myös Venäjän käymä hyökkäyssota Ukrainassa.

Paikalliset metsäalan toimijat ja sidosryhmät painottavat sopeutumista sekä lyhyellä (vuoteen 2035 asti) että pitkällä aikavälillä (vuoteen 2050–2100). Lyhyellä aikavälillä odotetaan muutoksia erityisesti markkinoilla, politiikassa ja metsänomistuksessa, kun taas pitkällä aikavälillä ilmastomuutoksen vaikutukset nousevat keskeisiksi. Radikaalit muutokset, kuten metsien talouskäytöstä luopuminen tai täysin uudet arvoketjut, nähtiin hyvin vaikeina toteuttaa. Tästä syystä paikalliset toimijat tavoittelisivat mieluummin asteittaisia parannuksia ja mukauttavat nykyisiä tavoitteitaan ja strategioitaan

uusiin vaatimuksiin vastaamiseksi. Kokonaisuutena alueella halutaan saavuttaa tasapaino taloudellisen metsänkäytön ja ympäristönsuojelun välillä, mutta samaan aikaan puuntuotannon kasvataminen ja metsäluonnon vahvistaminen nähtiin ristiriitaisina tavoitteina.

Tulevaisuusperintöoverstaassa, jossa katsottiin vuoteen 2050 ja 2100, tunnistettiin hyvin samanlaisia asioita kuin edellä, mutta sen lisäksi ennakoitiin muutoksia metsänomistuksessa sekä uudenlaisia metsänkäyttömuotoja. Vuoteen 2050 mennessä odotettiin ympäristölähtöisten metsänhoitomenetelmien yleistyvän ja esimerkiksi sekametsien merkityksen korostuvan. Metsien kasvun ennustettiin nopeutuvan ilmastomuutoksen seurauksena, mikä lisäisi niiden taloudellista merkitystä paikallisille asukkaille. Vuoteen 2100 mennessä ilmastomuutoksen odotettiin aiheuttavan muutoksia kasvi- ja eläinlajistossa sekä lisäävän äärisääilmiöitä ja hyönteistuhoja. Vesivarojen arvon ennustettiin kasvavan, ja täysin uusien metsänkäyttötapojen, kuten biotuotteiden ja lääkeaineiden kehittämisen, nähtiin olevan mahdollisia pitkällä aikavälillä.

Metsänhoidon tulevaisuudelta toivottiin kuitenkin nykyistä monipuolisempaa lähestymistapaa, joka huomioi



HIILIPOLKU-HANKKEEN LOPPURAPORTTI
3. MUUTOSPOLKUJA PURUVEDELLÄ

”No, kyllä mie toivoisin, että täkäläiset ihmiset omistaisi entistä isomman osan täkäläisistä metsistä, vastaisi täkäläisten metsien käytöstä ja huolenpidosta, hoidosta. [...] Miun mielestä se olisi kaikella tavalla hyvä, kyllä metsät on paremmassa huolenpidossa, kun se omistaja on jollakin tavalla lähellä.”
Metsäpalveluyrittäjä, metsänomistaja

ympäristönäkökohdat. Erityisesti keskusteluissa painottui metsien käytön ja hoidon vaikutukset vesistön tilaan. Tällainen tulevaisuus olisi toimijoiden mukaan saavutettavissa eri toimijoiden välisellä tiiviimmällä yhteistyöllä, levittämällä monitavoitteista metsänhoitoa koskevaa tietoa sekä metsänhoitokäytäntöjä edelleen kehittämällä. Esteinä nähtiin asenteet, ajan puute, sekä puolueettoman tiedon saanti, mutta myös metsänomistajien taloudelliset tavoitteet sekä puutteet luonnon monimuotoisuuden edistämiseen suunnatuissa rahoitusmalleissa.

Metsien merkitystä alueen elinvoimalle korostettiin. Metsien taloudellisen käytön jatkumista pidettiin tärkeänä, mutta puuntuotannon ja metsien muiden käyttömuotojen ja arvojen välille olisi löydettävä parempi tasapaino. Tätä voisi edistää markkinoiden kehittäminen, eri toimijoiden välisen yhteistyön vahvistaminen sekä resurssien saatavuus ympäristön ja talouden tasapainottamiseksi. Esteenä sijaan tunnistettiin rajoitukset puun käytölle, pirstaleinen liiketoimintaverkosto ja metsän muita kuin taloudellisia arvoja koskevan tiedon puute, sekä omistuskenteen muutos.

Toimijoiden näkemyksissä korostuivat myös metsänomistajien ja paikallisyhteisön oikeudet ja vastuut metsiin liittyvissä kysymyksissä. Tätä edesauttaisi metsätoimijoiden parempi paikallinen yhteistyö, tiedon levittäminen sekä asenteiden muuttuminen. Tällaista paikallisuudesta ponnistavan metsien käytön ja hoidon uhkana nähtiin kuitenkin metsänomistuksen siirtyminen yhä enemmän ulkopaikkakuntalaisille ja kasvottomille sijoittajille.

Erot todennäköisten ja toivottujen tulevaisuuksien välillä liittyvät erityisesti ympäristö- ja ilmastonäkökohtien huomioimiseen metsänhoidossa. Todennäköisissä tulevaisuuksissa korostuvat nykyisten käytäntöjen jatkuminen ja mukautuminen markkinoiden ja politiikan muutoksiin, kun taas toivotuissa tulevaisuuksissa painotetaan merkittävämpiä muutoksia kohti kestävämpiä käytäntöjä, kuten monimuotoisuuden ja vesistöjen parempaa suojelua. Toivotut tulevaisuudet edellyttävät myös suurempaa sopeutumista ilmastomuutoksen vaikutuksiin ja uusien metsänkäyttötapojen kehittämistä. Vaikka ympäristöasioiden merkitys tunnustetaan molemmissa näkemyksissä, toivottu tulevaisuus edellyttää nykyistä



HIILIPOLKU-HANKKEEN LOPPURAPORTTI

3. MUUTOSPOLKUJA PURUVEDELLÄ

”Puruveden kaltaisilla erityisen herkillä järvillä pitäisi olla metsätaloudessa ihan eri säännöt kuin mitä ne on yleensä muualla. Jos meillä ei ole tarkoitus metsätaloudella turmella alapuoleisia vesistöjä, niin ohjeisto pitäisi laatia erilaisiksi eri alueille.

Tämä on tietysti hyvin hankala kysymys, mutta ekologian näkökulmasta se on ihan ratkaisevaa.”

Paikallinen yrittäjä

kestävämpiä metsänhoitokäytäntöjä ja enemmän yhteistyötä eri toimijoiden välillä, mikä saattaa edellyttää merkittäviä muutoksia asenteissa ja toimintatavoissa. Metsien merkitystä alueen elinvoimaisuudelle korostettiin. Metsien käyttöä puuntuotantoon ei haluta lopettaa, mutta tasapainon löytyminen puuntuotannon ja metsien muiden arvojen välille olisi löydettävä. Edistävinä tekijöinä nähtiin markkinoiden kehittäminen, yhteistyön vahvistaminen eri sidosryhmien välillä sekä resurssien saatavuus ympäristön ja talouden tasapainottamiseksi. Keskeisiä estäviä tekijöitä olivat rajoitukset puun käytölle, pirstaleinen liiketoimintaverkosto ja tiedon puute muun kuin puuntuotannon arvoista sekä omistusrakenteen muutos.

Yhteenveto

Suurin ero todennäköisten ja toivottujen tulevaisuuksien välillä liittyy kuitenkin metsänomistukseen. Todennäköisissä muutospoluissa odotetaan metsänomistusrakenteen muutoksia, kuten kasvottomien ja ulkopaikkakuntalaisten omistajien määrän kasvua, mikä voi etäännyttää omistajia metsistään ja johtaa omistajien tavoitteiden pirstoutumiseen. Toivotussa tulevaisuudessa pyritään kuitenkin säilyttämään paikallinen omistajuus ja

päätösvalta turvaamaan metsäelinkeinot myös tulevaisuudessa. Tämä tavoitteen pelättiin kuitenkin vaarantuvan EU:n tai valtion tasolta tulevien sääntelymuutosten vuoksi.

Kaiken kaikkiaan Puruveden merkitys alueen asukkaille ja sen vesistön tilan yhteys metsänhoitokäytäntöihin tunnistettiin hyvin. Paikallisten ihmisten tietoisuuden ja huolen vesistön tilasta voi arvella johtuvan paikallisen vesiensuojeluyhdistyksen pitkäjänteisestä työstä valuma-alueella. Puruvesi yhdistää alueen kuntia ja asukasryhmiä ja on osa paikallista identiteettiä. Yhteinen vesistöalue voi siten toimia kannustimena monitavoitteiseen metsänhoitoon ja siihen liittyvään yhteistyöhön rohkaisten valuma-alueelähtöiseen metsänhoitoon myös muilla alueilla. Vaikka metsänomistajille on jo nykyään tarjolla taloudellisia korvauksia hiilensidonnasta ja monimuotoisuuden suojelusta (Huhta ym. 2024), tarvitaan edelleen kannustimien kehittämistä, jotta hiilensidonnann, luonnonsuojelun, vesiensuojelun ja puuntuotannon tavoitteita saataisiin tasapainotettua. Tämä tarve korostui myös metsätoimijoiden näkemyksissä, joissa esiin nousi erityisesti hiilensidontaan liittyvien kannustimien merkitys toivottavien tulevaisuuksien mahdollistajana.



A person wearing a headband, jacket, and pants is standing in a forest, measuring the diameter of a tree trunk with a tape measure. The forest floor is covered with ferns and other vegetation. The image has a teal color overlay.

4. Metsätoimijoiden ajatuksia yhteistyöstä

Liina Häyrinen, Eija Pouta, Katriina Soini

Ympäristötavoitteita voidaan aluetasolla toteuttaa tehokkaasti yhteistyön kautta. Metsätoimijoiden välistä yhteistyötä tutkittiin sekä metsätoimijoiden haastattelujen ([Liite 1a.](#)) että metsänomistajille

suunnatun kyselyn avulla ([Liite 1c](#)). Lisäksi koottiin yhteen paikallinen ryhmä metsänomistajia, joiden kanssa järjestettiin kokeiluluonteisesti metsäretkiä ja keskusteluja (Luku 5).



HIILIPOLKU-HANKKEEN LOPPURAPORTTI

4. METSÄNOMISTAJIEN AJATUKSIA YHTEISTYÖSTÄ

Tuloksia haastatteluista

Metsätoimijoiden välillä on paljon merkittävää viestinnällistä, operatiivista ja neuvontaan liittyvää yhteistyötä, joka keskeytyy tällä hetkellä suurelta osin puunhankintaan. Muiden ekosysteemipalveluiden osalta yhteistyö liittyi pääasiassa aikaisempiin vesiensuojeluhankkeisiin alueella.

Yhteistyötä metsien hoidon ja käytön suhteen voitaisiin lisätä, mikäli se hyödyttää osallistujia. Halukkuutta oli lisätä paikallista tietoisuutta ja vuorovaikutusta monitavoitteisessa metsänhoidossa, mikä edellyttää tiedon ja kokemusten vaihtoa metsäalan ammattilaisten, metsänomistajien ja muiden sidosryhmien kesken. Kokemusten jakamista voisi tehostaa esimerkiksi järjestämällä metsäkohdevierailuja. Tarvetta yhteistyölle tunnustettiin erityisesti organisaatioiden välisessä tiedonvaihdossa ja -levittämisessä.

Yhteistyöllä eri toimijoiden välillä voitaisiin vastata erityisesti metsien hoidon

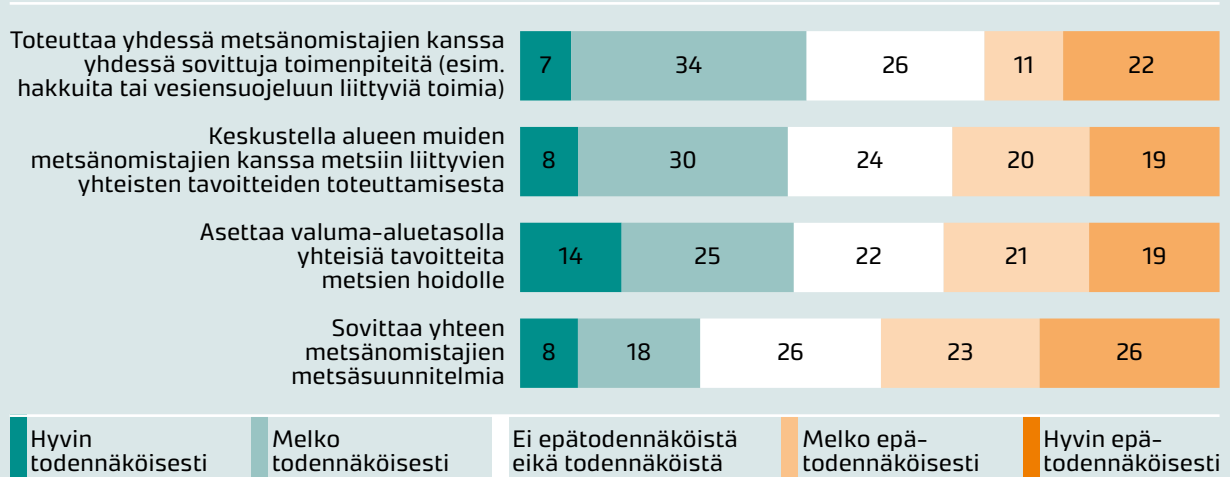
ja käytön aiheuttamiin vesistövaikutuksiin, tiedonvaihtoon esimerkiksi rajanaapureiden välisissä tilanteissa, metsien hoitorästeihin innostamalla metsänomistajia hoitotöihin, suometsänhoitoon liittyviin vaikutuksiin ja virkistyskäytön huomioimiseen hakkuista tehdessä.

Yhteistyön esteinä puolestaan tunnistettiin pääasiassa resurssien puute, yritystenvälinen kilpailu, metsätoimijoiden asenteet sekä organisaatioiden ydinaktiiviteettien priorisointi.

Metsänomistajien näkemyksiä yhteistyön merkityksestä ja haasteista: kyselytutkimus

Eri vaihtoehtoista tehdä yhteistyötä suurin kiinnostus kohdistui yhteisten tavoitteiden asettamiseen metsänhoidolle valuma-alueella ja matalin kiinnostus kohdistui metsäsuunnitelmien koordinoituihin muiden metsänomistajien kanssa (Kuva 3). Metsänomistajat odottivat

Kuva 3. Metsänomistajien yhteistyöhalukkuus metsänhoidossa ja yhteisten toimenpiteiden toteuttamisessa, todennäköisyys osallistua yhteistyöhön metsätalouden eri tasoilla, %



HIILIPOLKU-HANKKEEN LOPPURAPORTTI

4. METSÄNOMISTAJIEN AJATUKSIA YHTEISTYÖSTÄ

yhteistyöltä erityisesti mahdollisuutta jakaa kokemuksia, uusia kontakteja, vuorovaikutusmahdollisuuksia ja mahdollisuuksia vesiensuojelun tehostamiseen.

Kun metsänomistajat arvioivat mahdollisten yhteistyön tulosten merkitystä kyselyssä, he painottivat oman määräysvallan säilymistä metsiin liittyvissä asioissa (Kuva 4). Myös metsätuhojen ehkäisy ja alueen ympäristöolot korostuivat tärkeänä yhteistyön mahdollisena lopputuloksena. Tärkeyden ja todennäköisyyden suuri yhteisvaikutus korosti yhteistyön merkitystä erityisesti vesiensuojelussa.

Perheenjäsenet koettiin kaikkein vaikutusvaltaisimmaksi ihmisryhmäksi metsätalouteen liittyvään yhteistyöhön osallistumista koskevissa päätöksissä. Koettu paine yhteistyöhön tuli pääasiassa kaupallisilta toimijoilta, kuten metsäkoneyrittäjiltä ja metsäpalveluyrityksiltä. Vaikka tämä paine oli havaittavissa, se ei kuitenkaan ollut merkittävässä yhteydessä metsänomistajien yhteistyöaikomuksiin.

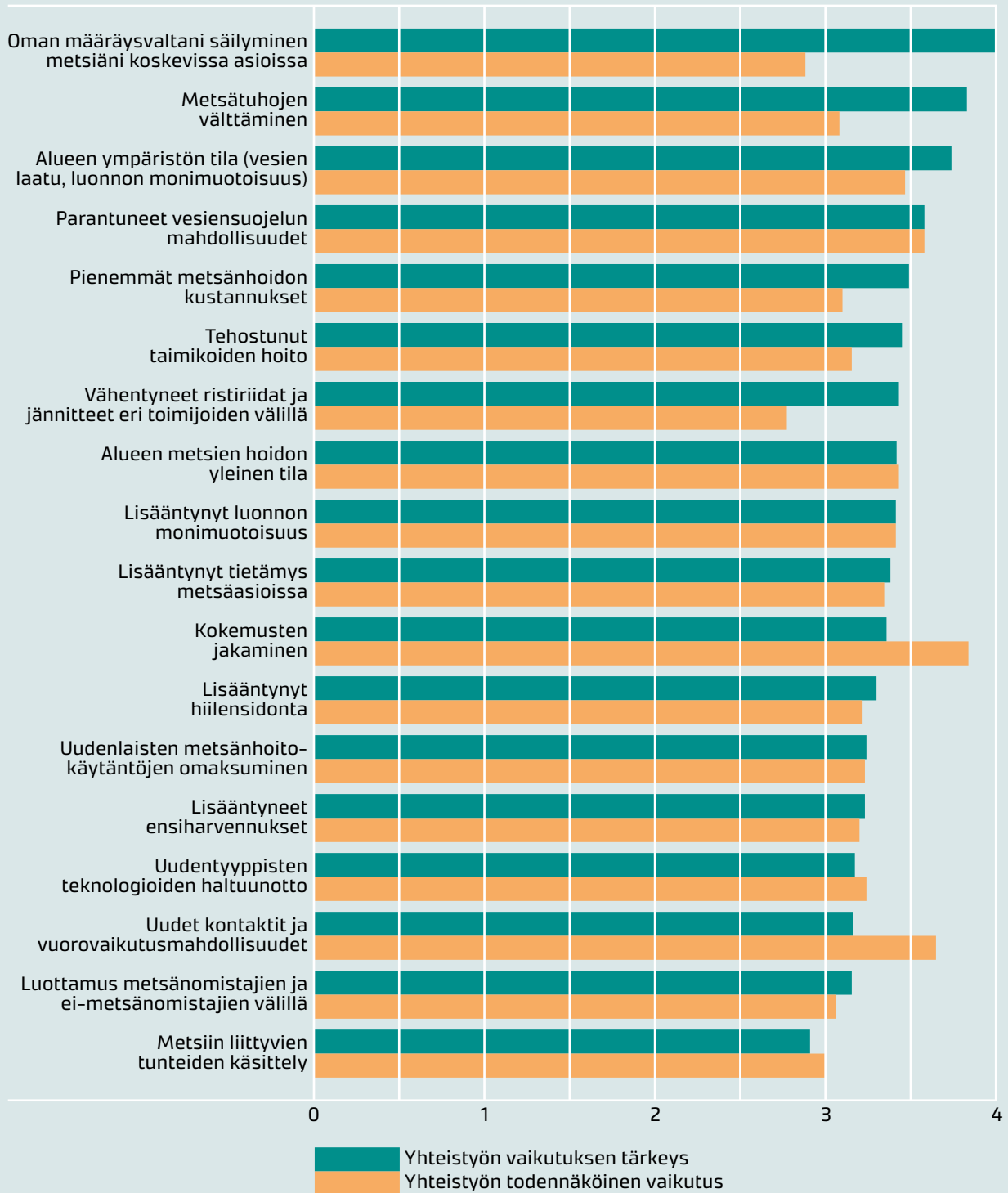
Muita keskeisiä yhteistyöhön osallistumiseen vaikuttavia tahoja olivat metsänhoitoyhdistykset, metsäteollisuusyritykset ja Metsäkeskus. Merkittävimpinä rajoittavina tekijöinä pidettiin etäisyyttä omaan metsäpalstaan ja aikarajoitteita. Omaan tiedon tasoon liittyvien asioiden ei katsottu juurikaan vaikuttavan yhteistyöhön.

Tutkimuksen tulokset osoittivat, että metsänomistajien halukkuus osallistua yhteistyöhön on yleisesti varautunutta. Yhteistyöhalukkuus perustui pääosin metsänomistajien asenteisiin, jotka pohjautuivat ympäristöä koskeviin uskomuksiin (Häyrinen ym. 2024a). Näin ollen ympäristönsuojelu oli keskeinen motivaattori yhteistyöhalukkuudelle. Vaikka metsäsuunnitelmien yhdistäminen koettiin haastavaksi ja vähemmän motivoivaksi, yhteistyön lähtökohdaksi voisivat sopia yhteiset metsänhoitotoimet, kuten vesiensuojeluun liittyvät hankkeet. Näiden toimien etuna on niiden konkreettisuus ja suora hyöty, ilman tarvetta suunnitella koko metsien hoitoa ja käyttöä yhdessä (Häyrinen ym. 2024a).



HIILIPOLKU-HANKKEEN LOPPURAPORTTI
4. METSÄNOMISTAJIEN AJATUKSIA YHTEISTYÖSTÄ

Kuva 4. Metsänomistajien näkemykset yhteistyön vaikutusten tärkeydestä ja todennäköisistä vaikutuksista



5. Sorvasrannan malli vuorovaikutuksen lisäämiseksi

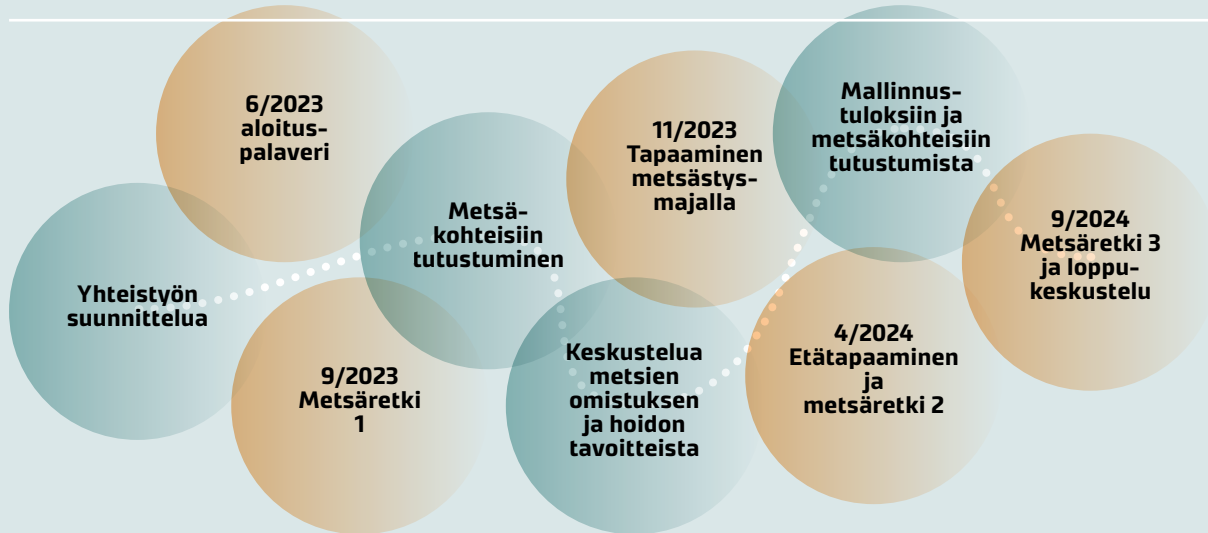
Katriina Soini, Liina Häyrynen, Reetta Karhunkorva

Yksityismetsänomistajien välillä on tällä hetkellä vain vähän keskinäistä vuorovaikutusta tai yhteistyötä metsiin liittyen. Tyypillisesti kukin metsänomistaja tekee metsiä koskevia suunnitelmia ja päätöksiä yksin tai yhdessä metsäalan ammattilaisten tai metsäyhtiöiden kanssa. Monitavoitteinen metsänhoito voisi kuitenkin hyötyä metsänomistajien keskinäisestä yhteistyöstä. Vastaavasti, tiiviimpi yhteistyö metsäasioissa voisi tuoda taloudellisia tai sosiaalisia hyötyjä metsänomistajille, sekä laajemmin paikalliselle ympäristölle ja yhteisölle. HIILIPOLKU-hankkeessa toteutettiin yhdellä hankkeen tutkimusalueella kokeiluluonteisesti metsänomistajien tapaamisten sarja, johon kuului metsäretkiä ja keskusteluja. Tavoitteena oli etsiä toimintamallia paikallisen metsäkeskustelun ja metsänomistajien välisen vuorovaikutuksen lisäämiseksi.

Metsänomistajat tapasivat yhteensä kuusi kertaa (kts. Kuva 5). Ensimmäisellä kerralla tutustuttiin ja keskusteltiin vapaamuotoisesti kokeilun tavoitteista ja siitä, mitä kokeiluhankkeen tavoitteen saavuttamiseksi voitaisiin tehdä. Sovittiin, että seuraavalla kerralla tehtäisiin yhteinen metsäretki, jossa tutustutaan yhden metsänomistajan metsäkohteisiin. Retkeily todettiin hyväksi ja sitä jatkettiin lopulta niin, että vuorollaan tutustuttiin jokaisen metsänomistajan kohteisiin. Metsäretkillä keskusteltiin vapaamuotoisesti mm. kohteen historiasta, menneistä ja tulevista toimenpiteistä, luontoarvoista, vesiensuojelusta, hiilensidonnasta sekä metsähoidon ja neuvonnan käytännöistä. Lisäksi järjestettiin yksi tapaaminen sisätiloissa, jossa keskusteltiin yleisemmin kunkin omistajan metsiin liittyvistä arvoista ja tavoitteista, sekä etätapaaminen. Etätapaamisessa metsänomistajilla oli mahdollisuus



Kuva 5. Sorvasrannan metsänomistajatapaamiset ja niiden aiheet.



tutustua HIILIPOLKU -hankkeen tuloksiin koskien alueen vesistökuormitusta, ja mahdollisia toimia monitavoitteisen metsänhoidon toteuttamiseksi. Viimeisellä kerralla keskusteltiin siitä, mitä yhteiset retket ja keskustelut olivat antaneet.

Metsänomistajien kokemuksia

Mukana oli kuusi metsänomistajaa viidestä taloudesta Sorvasrannan kyläkunnalta Punkaharjulta, sekä yksi etämetsänomistaja. Metsänomistajat osallistuivat aktiivisesti kaikkiin muihin tilaisuuksiin, paitsi virtuaalitapaamiseen, jonka ajan-kohta osoittautui lopulta hankalaksi usealle omistajalle. Etämetsänomistaja oli mukana ensimmäisessä ja viimeisessä tapaamisessa.

Mukana olleet metsänomistajat kokivat erityisesti metsäretket antoisina. Ne antoivat mahdollisuuden ajastusten vaihtamiseen tutussa seurassa yhteisesti kiinnostavan teeman ympärillä. Tällaista

keskustelufoorumia tai -kulttuuria metsiin liittyen ei muuten kylätasolla ole. Metsäkohteiden äärellä oli luontevaa puhua siitä, millaisia suunnitelmia kunkin metsäkuvion osalta oli, ja mitä pohdintoja niihin liittyi. Keskustelua käytiin myös siitä, millaiset asiat ohjaavat metsien käyttöä ja hoitoa omalla tilalla ja yleisemmin. Metsäkohteilla pohdittiin myös monitavoitteiseen metsänhoitoon liittyviä kysymyksiä kunkin paikan erityispiirteet huomioiden. Keskusteluissa nousi esiin erityisesti vesiensuojeluun liittyvän yhteistyön mahdollisuudet: Voisiko kyläkunnan kesken tehdä esim. kosteikkoja? Löytyisikö, koneita, rahaa, innostusta, motivaatiota? Metsäretket tarjosivat puitteet paitsi paikalliselle metsäkeskustelulle ja mahdollisuuden myös muuhun kanssakäymiseen, jota menneisiin vuosikymmeniin verrattuna on paljon vähemmän. Vastaavien retkien tai tapaamisten järjestämiselle ei nähty mitään estettä, mikäli joku toimisi koollekutsujana.

Tutkijoiden havaintoja ja pohdintaa

Tapaamisissa mukana olleet tutkijat olivat retkillä ja keskusteluissa taustalla, pikemminkin tapaamisten mahdollistajina ja havainnoijina, kuin niiden aktiivisina vetäjinä. Kokeilulla oli hyvä vastaanotto. Avainasemassa kokeilun käynnistymisessä oli kylän metsänomistajat hyvin tuntevalla, aktiivisella ja sekä hiilensidonnasta että ympäristöarvoista kiinnostuneella metsänomistajalla, joka toimi yhteisön koollekutsujana ja innostajana. Kiireistään huolimatta metsänomistajat halusivat osallistua kaikkiin tapaamisiin ja he olivat kiinnostuneita jatkamaan retkeilyä ja keskusteluja esimerkiksi kerran vuodessa. Keskustelu oli vapaamuotoista, ja se koski paitsi metsien, myös kylän asioita yleisemmin. Selkeät, yhdessä mietityt teemat voisivat jäsentää keskustelua.

Myös metsäretkien toteuttamiseksi on hyvä luoda malli: Millaisilla kohteilla käydään ja kuka vetää tilaisuuksia, sekä mistä ja miten keskustellaan? Sorvasrannan tapaamisissa ei ollut mukana ulkopuolisia asiantuntijoita, mutta joukossa oli pitkän linjan kokemusta metsänomistuksesta ja -hoidosta, ja ryhmän metsätalousyrittäjällä oli tärkeä rooli keskustelun kuljettamisessa ja ajankohtaisen tiedon välittämisessä. On hyvä pohtia mahdollisten ulkopuolisten asiantuntijoiden roolia, miten he vaikuttavat ryhmädynamiikkaan ja siihen, mitä tietoa tarjotaan ja miten sitä vastaanotetaan.

Tapaamiset herättivät pohdintaa yhteistyön tekemisen mahdollisuuksista, kannusteista ja haasteista. Periaatteessa kiinnostusta metsiin liittyvään kanssakäymiseen ja yhteistyöhön on. Metsänomistus on kuitenkin yhä pirstaleisempaa ja etämetsänomistaja on paljon. Siksi myös etämetsänomis-

tajien, samoin kuin metsäyhtiöiden tai yhteisöomistajien, mukanaolo olisi tärkeää esimerkiksi yhteisten vesiensuojeluhankkeiden toteuttamisessa. Alueilla, missä metsäkuviot ovat hyvin pieniä yhteistyö voisi tuoda logistisia ja taloudellisia hyötyjä metsänhoitotoimenpiteiden toteuttamisessa, mutta myös metsiin liittyvien riskien ennakkoinnissa.

Kokeilun pohjalta olemme hahmotelleet yksinkertaisen toimintamallin metsänomistajien välisen vuorovaikutuksen ja metsäkeskustelun lisäämiseksi (kts. tietolaatikko: Malli metsänomistajien vuorovaikutuksen edistämiseen). Kokemuksiemme ja kokeiluun osallistuneiden metsänomistajien kanssa loppukeskustelun perusteella metsänomistajien väliselle vuorovaikutukselle tunnistamme seuraavia mahdollisia hyötyjä:

Myös metsäasioista voi puhua naapurin kanssa. Metsäasioista puhuminen voi auttaa tuntemaan naapuria metsänomistajana. Luottamuksen kasvu metsiin liittyvissä asioissa voi pienentää kynnystä olla yhteydessä metsiin liittyvissä asioissa sekä käytännön toimenpiteissä, kuten vesiensuojeluhankkeissa, metsänhoito- ja ympäristötoimenpiteiden suunnittelussa ja riskien ennakkoinnissa.

Mitä minä tiedän, mitä sinä tiedät, mistä haluaisimme tietää lisää? Tiedon vaihto - metsiin liittyvän paikallisen ja kokemusperäisen tiedon välittyminen ja vertaisoppiminen voi johtaa uusien käytäntöjen omaksumiseen.

Metsäkeskustelusta lisää hyvinvointia. Metsien ympärille muodostuva keskusteluyhteys ja vuorovaikutus voi tuoda metsänomistajille voimaantumisen kokemuksia ja uudenlaista sosiaalista kanssakäymistä paikalliselle tasolle, lisätä yhteisöllisyyttä ja tuoda hyvinvointia asukkaille ja elinvoimaa alueelle.



Malli metsänomistajien vuorovaikutuksen edistämiseen

Tämä malli on tarkoitettu metsänomistajien välisen paikallisen vuorovaikutuksen edistämiseen. Metsänomistajat voivat käyttää mallia omaehtoisesti, jolloin kuka tahansa metsäasioista kiinnostunut metsänomistaja voisi tarttua malliin ja toimia sen antaman inspiraation ja ajatusten pohjalta. Mallia voi käyttää myös ulkopuolinen taho, joka kontaktoi avainhenkilön/-henkilöt ja yhdessä heidän kanssaan aloittaa toiminnan. Malli on suuntaa antava perustuen yhteen kokeiluun ja sitä tulee räätälöidä paikalliseen tarpeeseen ja tilanteeseen sopivaksi.

Avainhenkilön tai avainhenkilöiden kontaktointi

- Avainhenkilö on kiinnostunut monitavoitteisesta metsänhoidosta ja haluaisi lisätä metsänomistajien vuorovaikutusta alueellaan;
- Avainhenkilö tuntee hyvin metsänomistajat, alueen metsien käyttöä ja luontoarvoja, sekä paikallisyhteisöä;
- Avainhenkilö on halukas kutsumaan tällaisen ryhmän koolle ja mahdollisesti toimimaan myös vetäjänä tai paikallisena yhteyshenkilönä.

Ensimmäinen tapaaminen

- Tutustuminen toisiin metsänomistajiin nimenomaan metsänomistuksen näkökulmasta: esim. oma tarina metsänomistajana ja metsiin liittyvät kiinnostuksen kohteet
- Keskustelua motivaatiosta osallistua ja odotuksista toiminnalle;
- Toiminnan tavoitteen määrittelyä: mitä halutaan tehdä, miksi ja miten?
- Toimintamuotojen suunnittelua ja teemojen määrittelyä:
- Mahdollisia toimintamuotoja:
 - Retket metsäkohteelle niin, että kaikkien mukana olleiden metsänomistajien kohteilla käydään ja valitut teemat tulee käsiteltyä;
 - Vertaiskeskusteluja yhdessä valituista teemoista, kuten metsiin liittyvistä tavoitteista, huolista, suunnitelmista;

- Karttoihin ja valokuvaan tutustumista ja niiden pohjalta keskustelua esimerkiksi seuraavista teemoista: Mitkä ovat itselle erityisiä ja tärkeitä tai haastavia metsäkohteita, miksi? Millaisia muistoja eri kohteisiin ja niihin liittyviin metsänhoito-toimenpiteisiin liittyy? Missä metsätilojen rajat kohtaavat? Mitä suunnitelmia niille alueille on? Onko yhteisiä kiinnostuksen kohteita/huolia?
- Kutsutaan tutkija tai neuvoja kylään keskustelemaan jostakin yhteisesti askarruttavasta teemasta.
- Muuta pohdittavaa:
- Tarvitaanko ulkopuolisia asiantuntijoita? Missä aiheessa tai roolissa?
- Miten etämetsänomistajat huomioidaan? Milloin ja miten tapaamiset voisi järjestää, jotta hekin pääsisivät mukaan?
- Käytännöistä sopiminen:
- Prosessin alku ja loppu; tapaamisten määrä;
- Työnjako toimenpiteiden suunnittelussa ja toteutuksessa (kuka isännöi, kuka huolehtii yhteydenpidosta jne.);
- Yhteydenpidon käytännöt?

Tapaamisten toteutus suunnitelman mukaan

Jokaisen kerran huolellinen valmistelu:

- Tapaamisen tavoite, eri roolit ja tehtävät;
- Ohjelma ja aikataulut; huomaa varata aikaa riittävästi retkikohteisiin ja niihin siirtymiselle;
- Tauot, eväät, jätä riittävästi aikaa myös kuulumisten vaihtamiselle.
- Loppukeskustelu: Mitä tästä kerrasta jäi mieleen? Mitä uusia tietotarpeita nousi?
- Seuraavan kerran suunnittelu

Päätös

- Käydään läpi prosessin eri vaiheet kerta kerralta; mitä jäi mieleen?
- Palautekeskustelu: onnistumiset ja kehittämiskohteet?
- Mahdollisten jatkotoimenpiteiden suunnittelu: jatketaanko toimintaa, miten?





6. Metsänomistajien halukkuus ympäristölähtöiseen metsänhoitoon

Liina Häyrinen, Eija Pouta

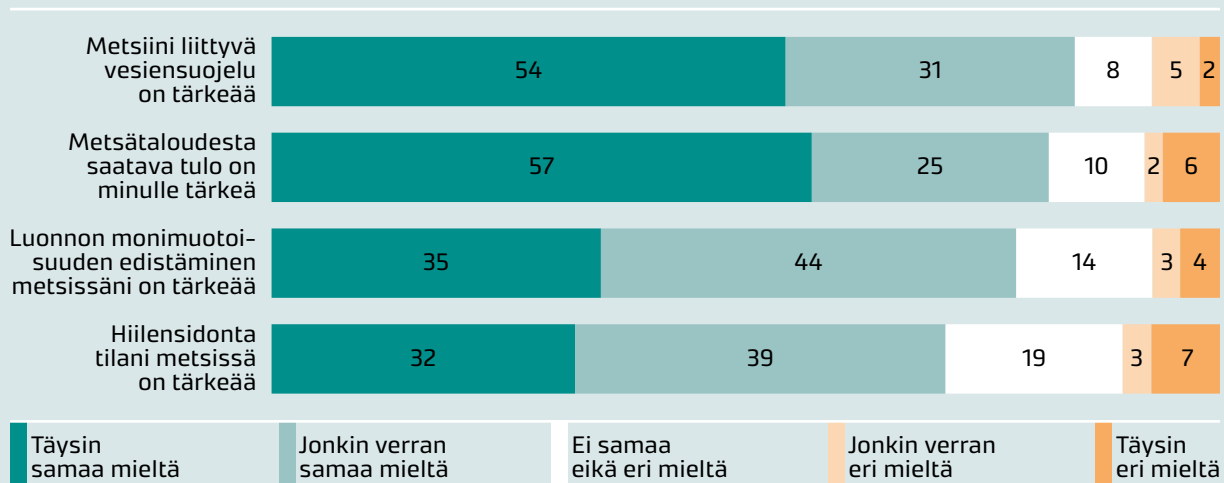
Kyselytutkimuksen tavoitteena ([kts. Liite 1c](#)) oli selvittää metsänomistajien asenteita ja halukkuutta käyttää ympäristöystävällisiä metsänhoitokäytäntöjä. Lisäksi kartoitettiin metsänomistajien näkemyksiä näiden käytäntöjen

vaikutuksista hiilensidontaan, vesiensuojeluun ja luonnon monimuotoisuuden edistämiseen. Kyselyn avulla pyrittiin ymmärtämään, mitkä tekijät ohjaavat omistajien päätöksiä ja miten ympäristöystävällisiä käytäntöjä voitaisiin edistää (Häyrinen ym. 2024b).



HIILIPOLKU-HANKKEEN LOPPURAPORTTI
6. HALUKKUUS YMPÄRISTÖLÄHTÖISEEN METSÄNHOITOON

Kuva 6. Metsätalouden eri tavoitteiden tärkeys vastaajien tiloilla



Metsänomistamisen tavoitteet

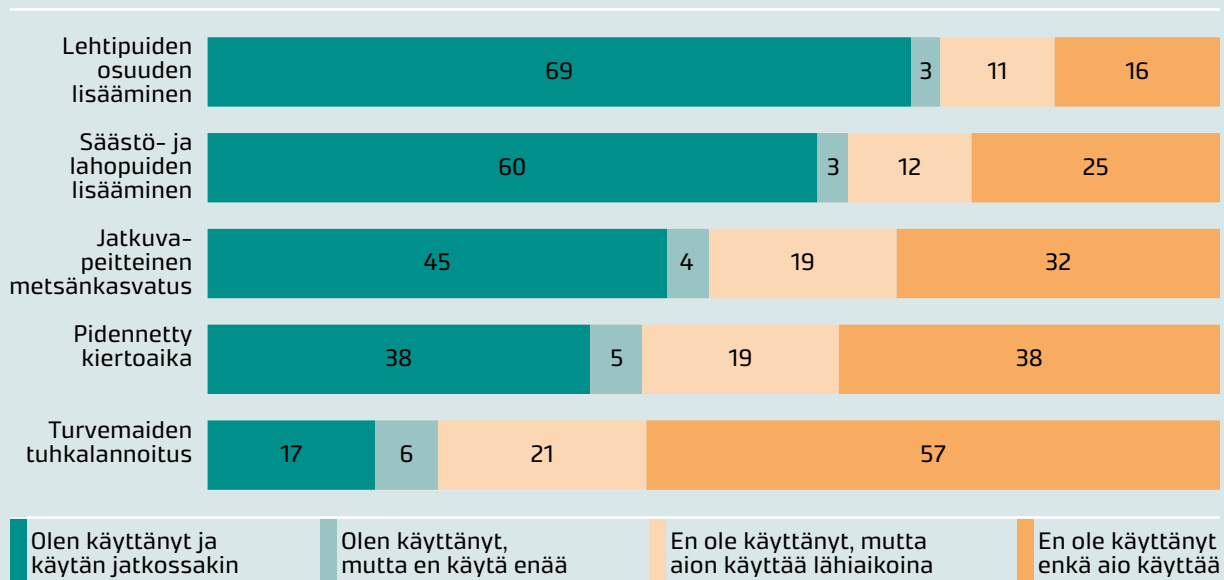
Metsänomistajien asenteet hiilen sitomista, vesien suojelua ja luonnon monimuotoisuuden säilyttämistä kohtaan olivat myönteiset (Kuva 6). He priorisoivat vesien suojelua, sillä vahva enemmistö (85 %) oli täysin tai jokseenkin samaa mieltä sen tärkeydestä. Asenteet olivat myönteisiä myös luonnon monimuotoisuuden säilyttämistä kohtaan, sillä 79 % oli täysin tai jokseenkin samaa mieltä sen tärkeydestä. 71 % koki tärkeänä hiilen sitomisen metsiin. Metsätalouden taloudellinen tulos oli tärkeä 82 % vastaajista.

Metsänomistajien näkemykset ympäristölähtöisistä metsänhoidon toimenpiteistä

Metsänomistajat olivat kiinnostuneita käyttämään ympäristölähtöisiä metsänhoitokäytäntöjä (Kuva 7). Suurin osa vastaajista aikoi tulevaisuudessa lisätä lehtipuiden osuutta (80 %). Kuolleiden puun ja säästöpuiden lisääminen oli myös laajasti suunniteltu käytäntö, sillä 72 % vastaajista harkitsi sen käytön jatkamista tai sen tulevaa käyttöä. Jatkuvapeitteistä metsänkasvatusta suunnitteli 64 % vastaajista. Lähes yhtä moni metsänomistaja (57 %) aikoi käyttää pidennettyjä kiertoaikoja. Vähiten kiinnostusta herättävä hoitomenetelmä oli turvemaiden tuhkalannoitus, mutta silti 37 % metsänomistajista ilmoitti aikovansa käyttää sitä tulevaisuudessa.

Omistajien asenteilla hiilen sitomista, vesiensuojelua ja luonnon monimuotoisuuden säilyttämistä kohtaan oli merkittävä positiivinen vaikutus aikomukseen käyttää ympäristölähtöisiä metsänhoito-

Kuva 7. Kokemukset ja aikomus käyttää ympäristölähtöisiä metsätalouden käytäntöjä



käytäntöjä. Koetut rajoitteet menetelmien käytölle tai vastaajalle tärkeiden ihmisten odotukset eivät vaikuttaneet aikomuksiin.

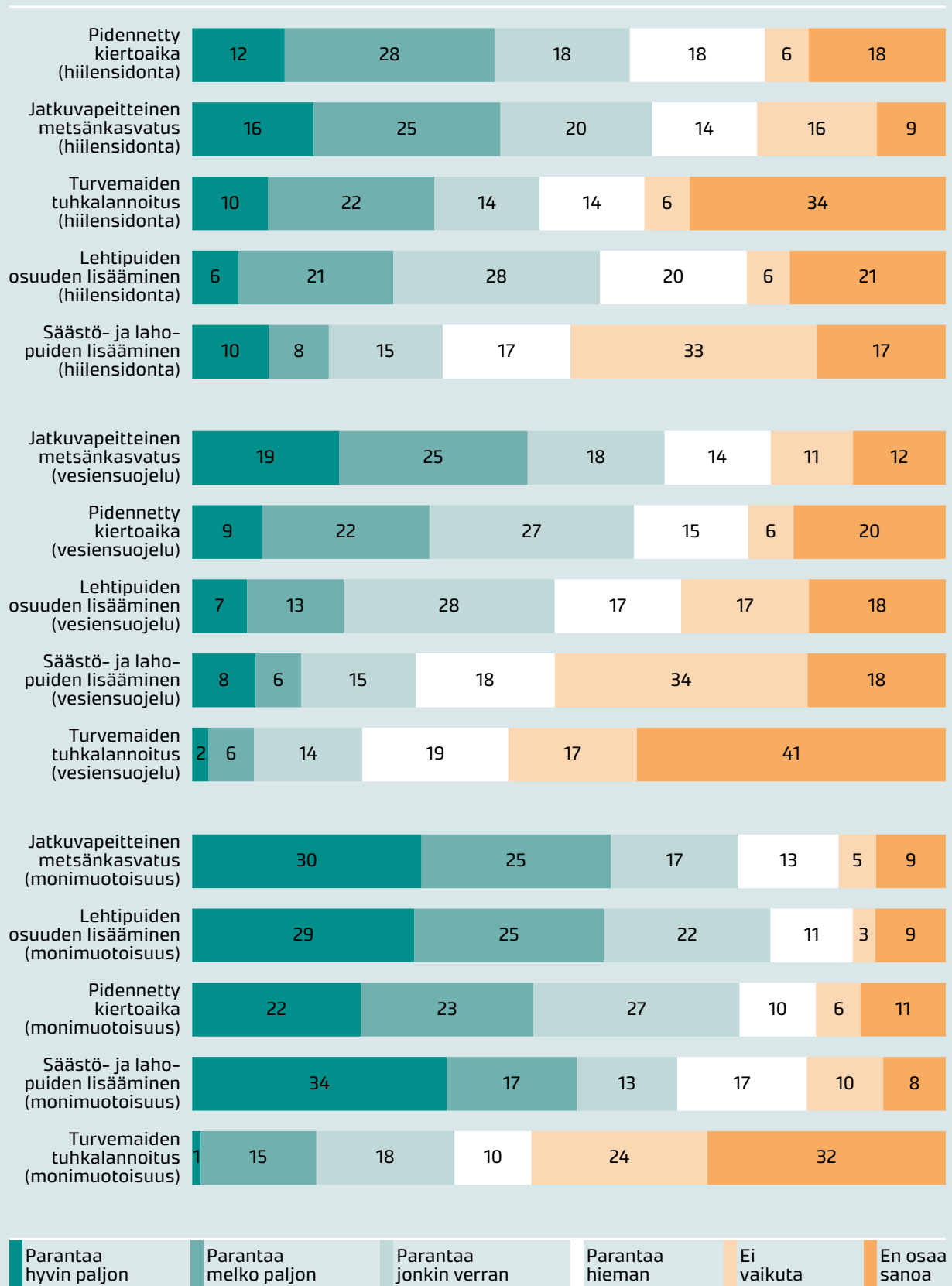
Metsähoitokäytäntöjen ympäristövaikutukset

Metsänomistajien käsitykset metsänhoitokäytäntöjen vaikutuksesta ympäristötavoitteisiin vaihtelivat (Kuva 8). Jatkuvapeitteisen metsänhoidon ja kiertoaikojen pidentämisen uskottiin vaikuttavan eniten hiilen sitomiseen, sillä 40 % ja 41 % metsänomistajista uskoi näiden käytäntöjen edistävän tai parantavan hiilen sitomista merkittävästi tai kohtalaisesti. Jatkuvapeitteisen metsänkasvatuksen uskottiin myös vaikuttavan eniten vesien suojeluun, sillä 44 % vastaajista uskoi sen edistävän tai parantavan vesiensuojelua.

Lähes kolmasosa vastaajista uskoi myös, että kiertoaikojen pidentäminen vaikuttaisi merkittävästi tai kohtalaisesti vesiensuojeluun. Sen sijaan vain 8 % vastaajista piti turvemaiden tuhkalannoitusta tehokkaana tai kohtalaisen tehokkaana käytäntönä vesiensuojelun parantamiseksi.

Luonnon monimuotoisuuden osalta uskomukset käytäntöjen tehokkuudesta olivat tasaisemmin jakautuneita. Jatkuvapeitteinen metsänkasvatus, säästö- ja lahopuun lisääminen sekä lehtipuiden osuuden lisääminen olivat käytäntöjä, joiden yli 50 % vastaajista uskoi edistävän tai parantavan luonnon monimuotoisuutta merkittävästi tai kohtalaisesti. Kiertoaikojen pidentämisen uskottiin myös lisäävän monimuotoisuutta (45 % vastaajista).

Kuva 8. Vastaajien käsitykset ympäristölähtöisten metsätalouden käytäntöjen vaikutuksista ympäristötavoitteiden toteutumiseen.



Yhteenveto

Kysely osoitti, että metsänomistajat suhtautuvat pääosin myönteisesti ympäristöystävällisiin metsänhoito-käytäntöihin. Heidän päätöksiinsä vaikuttaa eniten omat asenteet (Häyrinen ym. 2024b). Ympäristön-suojeluun liittyvät sosiaaliset paineet ja käsitys siitä, kuinka helppoa käytäntöjen toteuttaminen on, eivät olleet yhtä tärkeitä. Metsänomistajat kokivat, että ympäristötoimet edistävät selkeästi

luonnon monimuotoisuutta, mutta hiilen-sidontaa pidettiin vaikeammin hahmo-tettavana. Tuhkanlannoitus tunnettiin heikosti, ja muihin metsänhoitokäytän-töihin verrattuna omistajat uskoivat sen kaikkein vähiten ylläpitävän tai parantavan vesiensuojelua. Tietoisuuden lisääminen esimerkiksi turvemaiden tuhkalannoituk-sen hyödyistä ja taloudellisten kannus-timien kehittäminen (kts. tietolaatikko: Hiilensidonta) voisivat helpottaa ympäris-töystävällisten käytäntöjen yleistymistä.

Hiilensidonta: ansaintamahdollisuus metsänomistajille?

Metsä toimii kasvaessaan tehokkaana hiilinieluna ja sitoo merkittävän osan Suomen kasvihuonekaasupäästöistä, mikä tarjoaa metsänomistajille mahdolli-suuden laajentaa ansaintamahdollisuuk-siaan lisäämällä metsänsä hiilensidontaa ja suojelemalla luonnon monimuotoisuutta markkinaehtoisesti (Huhta ym. 2024). Hiilensidontapalvelussa yritykset tai yksi-tyiset kuluttajat voivat ostaa palveluita, jotka kompensoivat ostajan toiminnasta syntyviä päästöjä sitomalla tai vähentä-mällä vastaavan määrän hiiltä aktiivisin toimin toisaalla. Esimerkiksi metsitys-hankeessa maanomistajalle maksetaan korvausta alueen metsittämisestä, jota

ei toteutettaisi ilman hiilenpoistosta saa-tavaa tuloa. Metsityspalvelu taas voi olla yrityksen toimeksianto, jossa istutetaan ja hoidetaan metsää esimerkiksi turvetuo-tannosta poistetulla suopohjalla tai maa-talouskäytöstä vapautuneella turvemaalla.

Myös ns. ekologinen kompensatio eli luontohyvitysten tuottaminen toisaalla on mahdollista ennallistamalla, kunnos-tamalla tai suojelemalla elinympäristöjä. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi ojitettu-jen soiden ennallistamista tai lahoppuun määrän lisäämistä metsässä. Ekologinen kompensatio soveltuu tilanteisiin, joissa haittoja ei voida vähentää suoraan haitan syntypaikalla.





7. Hiilipolun skenaariot

Vesistöt, hiilensidonta ja monimuotoisuus huomioon metsänhoidon tavoitteissa

Aura Salmivaara, Soili Haikarainen, Leena Stenberg, Petteri Vanninen

HIILIPOLKU-hankkeen mallipohjaisessa skenaariotarkastelussa selvitettiin keinoja sellaisten talousmetsäkohteiden löytämiseksi, jotka ovat parhaimpia metsien hiilivaraston ylläpitämisessä ja kasvatamisessa, ja joiden käsittelyssä voidaan vaikuttaa vesiensuojeluun ja luonnon monimuotoisuuteen.

HIILIPOLKU-hankkeen skenaariot

Hankkeessa määritellyt metsienkäytön tavoitteet (puuntuotanto, hiilivarasto, monimuotoisuus ja vesistökuormitus) muotoiltiin kuudeksi erilaiseksi, kutakin tavoitetta painottavaksi skenaarioksi, joiden avulla vertailtiin metsänkäsittelyn

vaikutuksia aluetasolla. Kohdealueina oli kolme Puruveden valuma-alueen osa-aluetta: Kuonanjoki, Sorvasranta ja Hälvänjoki (Kuva 2). Kunkin kohdealueen metsien kehitys ennustettiin näiden skenaarioiden mukaisesti 50 vuoden ajanjaksolle.

PERUS-skenaario edusti puuntuotantotavoitetta alueen nykyisellä toiminnan intensiteetillä ja sisälsi tavanomaisia metsänhoitosuosittelujen mukaisia käsittelyjä. HIILI-skenaario painotti hiilivarastojen kasvattamista ja BIO-skenaario monimuotoisuutta edistäviä toimia (Taulukko 1). Kunkin skenaarion toinen vaihtoehto '+vesi' otti erityisesti huomioon vesiensuojelunäkökohdat alkuperäisen tavoitteen lisäksi.



HIILIPOLKU-HANKKEEN LOPPURAPORTTI

7. HIILIPOLUN SKENAARIOT

Taulukko 1. HIILIPOLKU-hankkeen skenaarioiden tavoitteet ja käsittelyvaihtoehtojen sisällöt

Skenaario	Tavoite	Kuvaus
PERUS	Kestävän ja taloudellisesti kannattavan metsänhoidon skenaario	Noudattaa yleisesti käytettyjä Hyvän metsänhoidon suosituksia, ml. ohjeet luonnonhoitotoimista, lehtipuuston määrästä ja säästöpuista. Soveltuvilla kohteilla kunnostetaan ojituksia ja tehdään lannoituksia.
PERUS+vesi	Kestävän ja taloudellisesti kannattavan metsänhoidon skenaario vesistökuormitus minimoiden	Kuten PERUS-skenaario, mutta vältetään ojien kunnostusta ja kivennäismaiden lannoituksia.
BIO	Kestävän, luonnon monimuotoisuutta lisäävän metsänhoidon skenaario	Metsiä kasvatetaan PERUS-mallia pidempään ennen uudistushakkuuta, harvennukset tehdään kevyempinä ja lehtipuuston osuutta lisätään taimikonhoidossa ja harvennuksissa tavoitteena puulajikirjon ja kuolleen puun lisääminen.
BIO+vesi	Kestävän, luonnon monimuotoisuutta lisäävän metsänhoidon skenaario vesistökuormitus minimoiden	Kuten BIO-skenaario, mutta vältetään ojien kunnostusta ja kivennäismaiden lannoituksia.
HIILI	Kestävän, hiilen sidontaa lisäävän metsänhoidon skenaario	Metsiä kasvatetaan PERUS-skenaariota pidempään ennen uudistushakkuuta, harvennukset tehdään kevyempinä ja lannoituksilla tehostetaan puuston kasvua.
HIILI+vesi	Kestävän, hiilen sidontaa lisäävän metsänhoidon skenaario vesistökuormitus minimoiden	Kuten HIILI-skenaario, mutta vältetään ojien kunnostusta ja kivennäismaiden lannoituksia.

Skenaarioanalyysi toteutettiin mallipohjaisena kahden simulointiohjelmiston, Motti-ohjelmiston (Hynynen ym. 2005, Luke 2024) ja SUSI-suosimulaattorin (Laurén ym. 2021, Palviainen ym. 2024), avulla. Metsien kehitysennusteet simuloitiin Motti-ohjelmistolla alkaen kuvioittaisen metsävaratiedon lähtötilanteesta ja noudattaen lukuisia vaihtoehtoisia skenaarioiden tavoitteisiin soveltuvia käsittelyketjuja. Näistä valittiin lineaarisen ohjelmoinnin avulla kuviokohtainen

toimenpidekokonaisuus kullekin skenaariolle jokaisella alueella (Kuva 9). Kuviokohtaiset tulokset toimivat lähtötietoina SUSI-simulaattorille ja Yasso07-ohjelmistolle, joilla tuotettiin arviot maaperän hiilitaseesta. SUSIn tuloksia ja ominaiskuormituslukuja käytettiin arvioitaessa vesistökuormitusta eri skenaariossa. Tulokset puuntuotannosta ja taloudesta, monimuotoisuustunnuksista ja puuston hiilivarastosta saatiin Motti-simuloinneista.

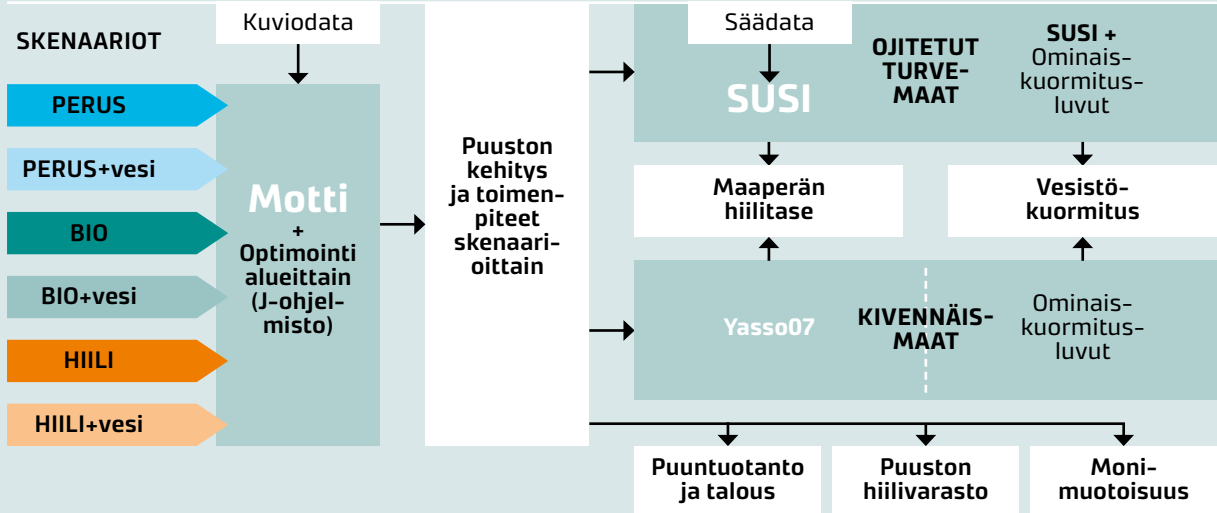


HIILIPOLKU-HANKKEEN LOPPURAPORTTI

7. HIILIPOLUN SKENAARIOT

Kuva 9. Laskentakehikko

Yksityiskohtaisempi kuvaus ks. Hiilipolun skenaariot -raportti (Salmivaara ym. 2024).



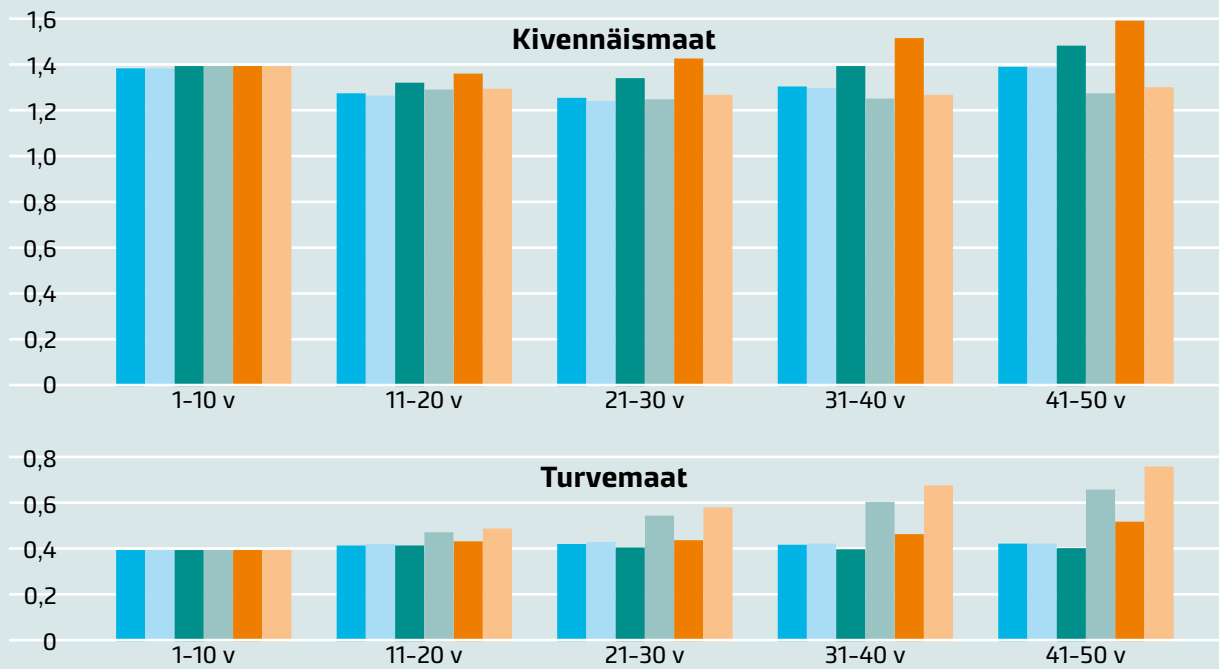
Monitavoitteinen metsänhoito on mahdollista

Skenaarioiden metsänkäsittelyissä oli eroja niille asetettujen tavoitteiden mukaisesti, esimerkiksi HIILI-skenaariossa pyrittiin pidentämään kiertoaikoja, BIO-skenaariossa lisäämään lehtipuun osuutta ja '+vesi' -skenaarioissa vähentämään ojien kunnostusta (Taulukko 1). Kaikissa skenaarioissa hakkuumäärät pyrittiin kuitenkin pitämään samalla tasolla. Kohdealueiden yksityiskohtaiset tulokset on esitetty erillisessä Hiilipolun skenaariot -raportissa (Salmivaara ym. 2024), josta tähän on poimittu muutamia yhteenvetotuloksia.

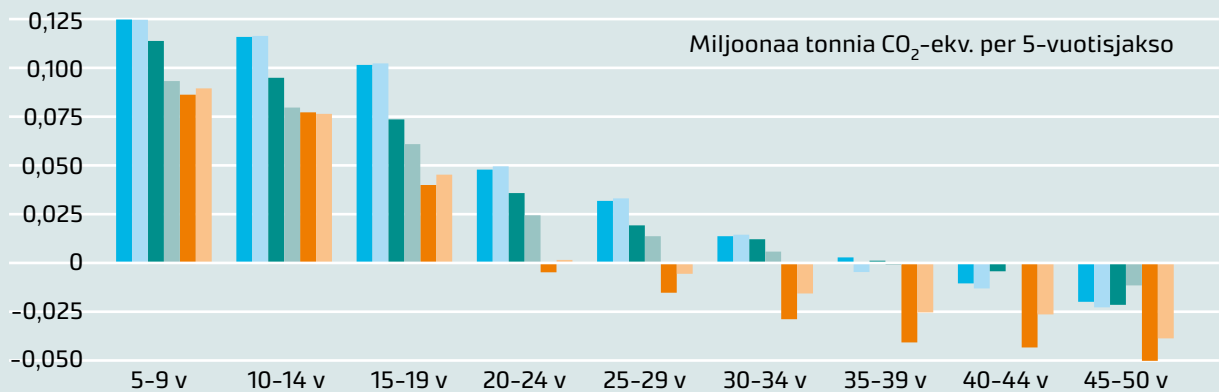
HIILI-skenaarion tavoite toteutui hyvin, ts. skenaarion metsänkäsittelyssä tehdyillä valinnoilla voitiin vaikuttaa puuston hiilivaraston kasvuun (Kuva 10). HIILI-skenaario paransi puuston ja maaperän hiilitasetta eniten suhteessa PERUS-skenaarioon (Kuva 11). HIILI+vesi -skenaario aiheutti muutoksia

toimenpiteiden kohdentumisessa sekä hakkuiden jakaantumisessa harvennuksiin ja päätehakkuihin, minkä seurauksena puuston hiilivaraston kasvu oli suurempaa turvemaiden metsissä kuin kivennäismailla. Kuitenkin vesistökuormituksen kannalta ja erityisesti fosforin osalta turvemailla molemmat skenaariot, HIILI sekä HIILI+vesi, tuottivat korkeampia kuormituksia PERUS-skenaarioon nähden (Kuva 12). Kivennäismailla HIILI-skenaario nosti typen kuormitusta PERUS-skenaarioon nähden. Muutoin '+vesi' -skenaarioilla saatiin parannuksia vesistökuormitukseen. Myös PERUS+vesi -vaihtoehdossa saatiin pieni vähennys vesistökuormitukseen, kun ojitetuilla turvemailla sekä typpikuormitus että fosforikuormitus pienenevät noin 2 % (Kuva 12). On huomattava, että SUSI-tulokset laskettiin vasta kunkin skenaarion kuvioittaisen ratkaisuvaihtoehdon valinnan jälkeen, ja siten SUSI-tulokset eivät olleet mukana ohjaamassa valintaa vesistökuormituksen minimoimiseksi.

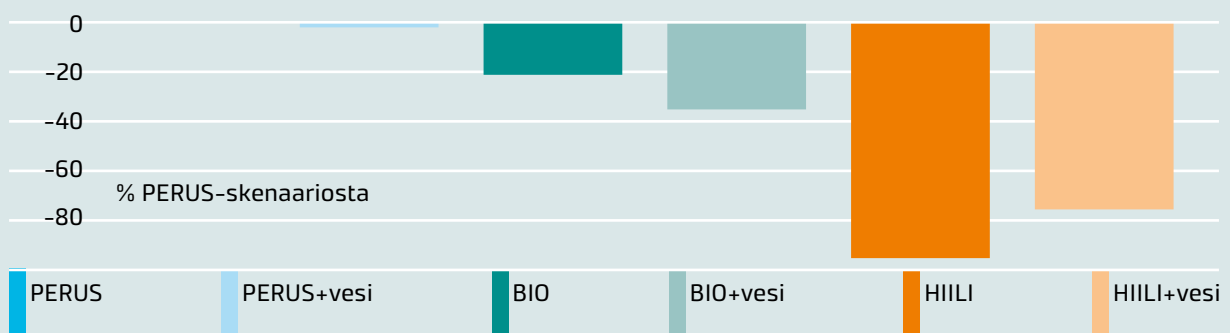
Kuva 10. Elävän puuston hiilivaraston kehitys. Kaikki kohdealueet yhteensä.
miljoonaa tonnia CO₂-ekv. per 10-vuotiskaus



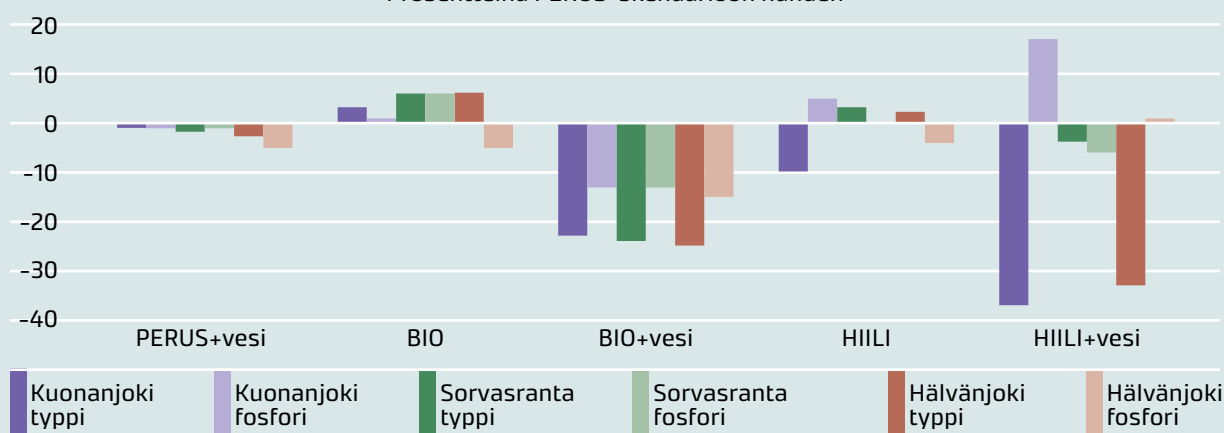
Kuva 11. Kivennäismaiden ja turvemaiden puuston ja maaperän hiilitase 5-vuotiskausittain kaikilta kohdealueilta 50 vuoden jaksolla



Kivennäismaiden ja turvemaiden puuston ja maaperän hiilitaseen summa 50 vuoden ajalta prosentteina PERUS-skenaarioon nähden



Kuva 12. Ravinnekuormituksen muutos ojitetuilla turvemailla eri kohdealueilla skenaarioittain, typpi ja fosfori
Prosentteina PERUS-skenaarioon nähden



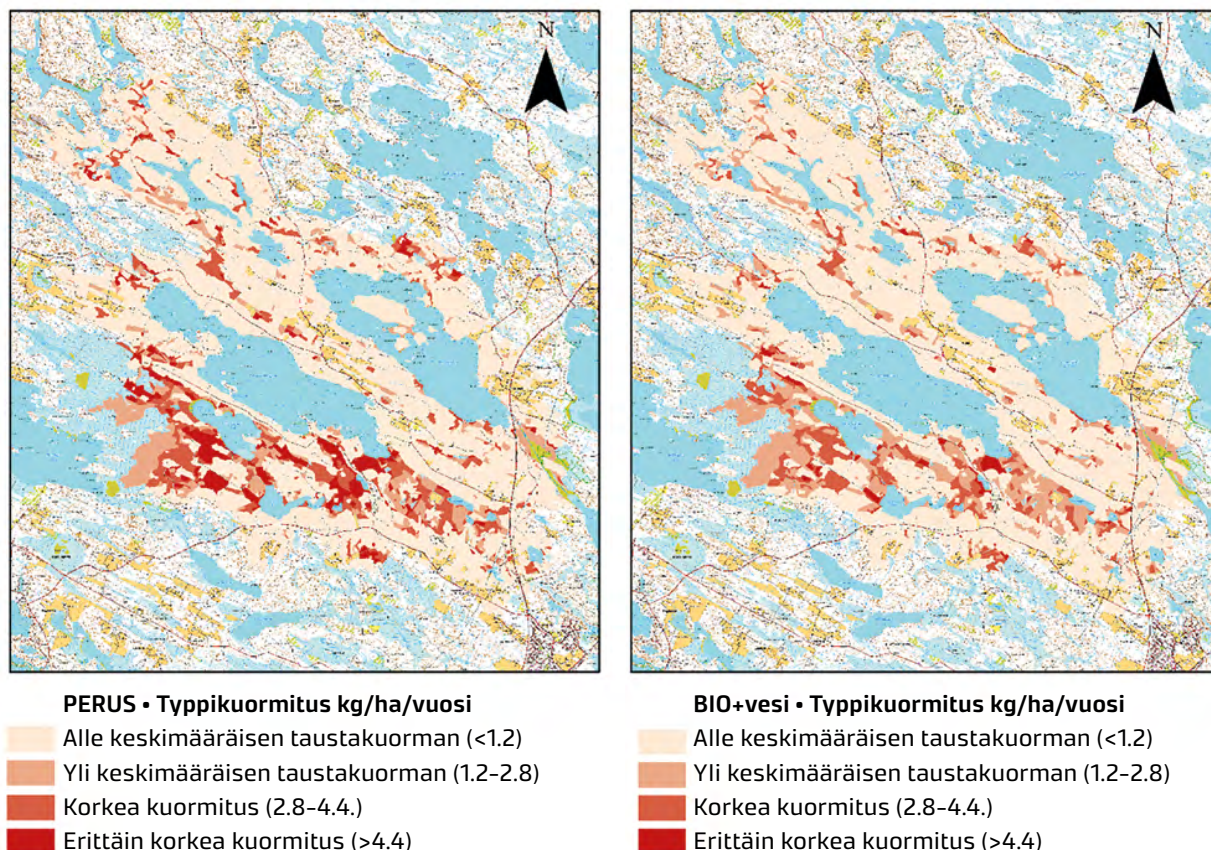
Kuva 13. Lehtipuuston tilavuus 50 vuoden jakson lopussa



Suurimmat vesistökuormituksen vähennykset saatiin BIO+vesi -skenaariolla, jossa myös monimuotoisuuden tavoitteet toteutuivat hyvin - metsiin saatiin enemmän lehtipuustoa ja myös kuollutta puuta. Lehtipuuston määrä kasvoi BIO-skenaariossa eniten ja BIO+vesi -skenaariossa toiseksi eniten (Kuva 13). Näissä laskelmissa monimuotoisuutta oli mahdollista tarkastella vain suppeasti, aineistosta johdettujen metsien rakennepiirteiden avulla.

BIO+vesi -skenaarion tavoitteena oli lisätä luonnon monimuotoisuutta vesistökuormitus minimoiden. BIO+vesi -skenaariossa onnistuttiin edistämään monitavoitteista metsänhoitoa, sillä monimuotoisuuden lisäksi hiilensidonta parani ja ravinnekuormitus väheni PERUS-skenaarioon verrattuna. Kun PERUS-skenaariota ja BIO+vesi -skenaariota verrataan kartalla, käy ilmi, että toimenpiteiden täsmäyttämällä saatiin aikaan vesistökuormituksen pienenemistä niillä kohteilla, jotka PERUS-skenaariossa olivat korkeamman kuormituksen alueita (Kuva 14).

Kuva 14. Esimerkki PERUS- ja BIO+vesi -skenaarioiden ravinnekuormituseroista Kuonanjoen kohdealueelta



Yhteenveto

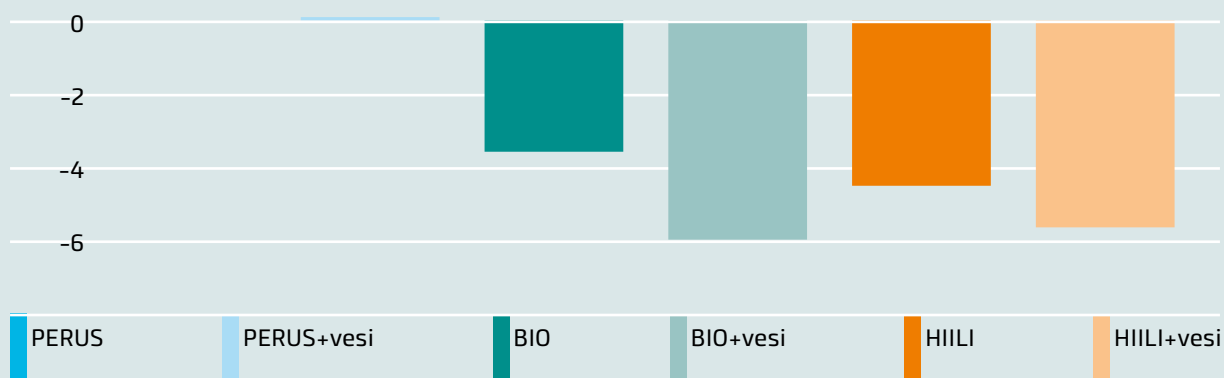
Skenaariotarkastelussa onnistuttiin suuntaamaan metsien käyttöä ennalta asetettujen tavoitteiden mukaisesti suhteellisen pienillä muutoksilla toimenpidevalikoimassa (toimenpiteiden ajoitus ja kohdentaminen). Tulosten mukaan oli myös mahdollista löytää kombinaatio metsänkäsittelytoimenpiteistä, joilla voidaan saada monia hyötyjä yhtä aikaa: BIO+vesi -skenaario vähensi vesistökuormitusta, kasvatti hiilensidontaa sekä lisäsi monimuotoisuutta.

Skenaarioanalyysi tehtiin aluetasolla, jolloin liikkumavaraa oli suhteellisen paljon, esimerkiksi hakkuiden estyessä jollain kohteella jossain skenaariossa,

vastaava puumäärä voitiin hakata toisaalta. Tasasuuruiset hakkuutavoitteet eri skenaarioissa ja mahdollisuudet hakkuun kohdentamiseen eri metsiköihin vaikuttivat siihen, että skenaarioiden väliset erot taloustuloksissa jäivät pieniksi (Kuva 15).

Yksittäisen metsänomistajan valintamahdollisuudet toimintojen suuntaamisessa ovat rajalliset ja riippuvat tilan metsien rakenteesta. Tulokset kuitenkin osoittivat, että niin alue- kuin tilatasolla voidaan pienilläkin muutoksilla kiertoaikeisiin, ojien kunnostukseen, lannoitukseen tai lehtipuustoon vaikuttaa hiilivaraston kasvattamiseen, monimuotoisuuden lisäämiseen sekä vesistökuormituksen pienentämiseen.

Kuva 15. Suhteelliset erot nettotulojen nykyarvossa PERUS-skenaarioon verrattuna 50 vuoden jaksolta 3 % korkokannalla kaikilta kolmelta kohdealueelta yhteensä



Skenaariolaskelmien lukuarvot eivät sisällä tietoa toimenpiteiden spatiaalisesta sijoittumisesta. Sillä, millä kohdalla valuma-aluetta toimitaan, voi olla suuri merkitys vesistökuormituksen kannalta. Mitä kauempana kohde on vesistöstä, sitä todennäköisempää on, että vesistökuormituksen vaikutus laimenee matkan varrella, esimerkiksi kiintoaineen laskeutuessa ojan pohjalle. On kuitenkin mahdollista, että jo kertaalleen laskeutunut kiintoaines lähtee uudelleen liikkeelle runsassateisen jakson seurauksena. Kuviokoon kasvaessa toimenpiteistä aiheutuva vesistökuormitus kasvaa. Siksi hehtaarikohtaisten

vertailujen rinnalla on syytä tarkastella absoluuttisia ravinnekuormitusmääriä ja tarkastella valuma-aluelähtöisesti toimenpiteiden kohdentumista ja kokonaismäärää.

Vaikka ojitettujen turvemaiden osuus skenaariotarkastelun kohdealueilla oli vain noin neljännnes, niiden rooli hiilen sidonnassa ja vesistökuormituksessa oli merkittävä. Metsien käytön suunnittelussa turve-
maihin tulee kiinnittää erityistä huomiota, kohdentaa toimenpiteet kustannustehokkaasti ja tuupata metsänomistajia ratkaisuihin, jotka edistävät monitavoitteista metsänhoitoa.



8. Neuvonnan kehittäminen

Janne Artell, Piia Kietäväinen

Neuvonnan kehittämisosion tarkoituksena oli kehittää yhteistyössä hankkeen ohjausryhmän sidosryhmien, neuvonta-ammattilaisten ja mallintajien kanssa materiaalia ja kokeilla käytännössä metsänomistajan tiedollista tuuppausta (eng. nudge) ympäristölähtöisen metsätalouden käytäntöihin. Tuuppaukset ovat luonteeltaan vapaaehtoisia ja avoimia tarkoituksellista, eivätkä sido osallistuneita mitenkään. Neuvojalla ja metsänomistajalla on paras ja ajantasaisin näkemys metsätilan tavoitteista, taustoista ja kunnosta. Luodun materiaalin onkin tarkoitus ensisijaisesti tukea neuvontatilanteessa yhtä aikaa sekä neuvojaa, että metsänomistajaa tavoitteiden ja metsänhoidon käytäntöjen määrittämisessä, näyttäen erilaisten tavoitteiden mukaisesti toimimisen seuraukset niin ympäristöllisesti kuin taloudellisestikin.

Kullekin metsänomistajalle luotiin kuusi erilaista 30 vuoden päähän ulottuvaa tulevaisuudenkuvaa. Tulevaisuudenkuvissa tavoitteet keskittyivät joko 1. hyvän metsänhoitotavan mukaiseen taloudellista tuottoa, 2. hiilen sidontaa tai 3. luonnon monimuotoisuutta korostavaan toimintamalliin. Kullekin näistä toimintamalleista luotiin myös erikseen kiintoaineen ja ravinteiden kulkeutumista Puruveteen minimoiva vaihtoehto. Tulevaisuudenkuvien ajallinen kattavuus ja määrä varmentuivat yhteistyössä hankkeen ohjausryhmän, neuvonta-ammattilaisten ja mallintajien kanssa.

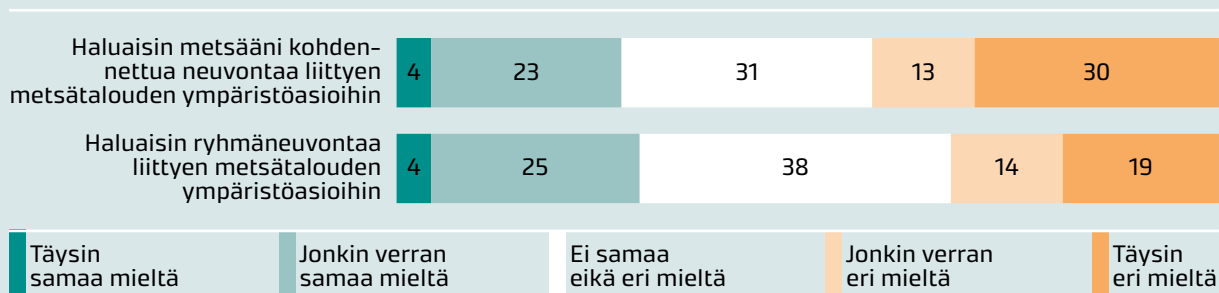
Neuvontamateriaaliin muotoon ja sisältöön kohdistuu erilaisia tarpeita. Metsäneuvontaa saatetaan tehdä metsässä, toimistossa tai etänä. Metsänomistajilla saattaa olla hyvin erilainen tietotaso



HIILIPOLKU-HANKKEEN LOPPURAPORTTI

8. NEUVONNAN KEHITTÄMINEN

Kuva 16. Metsänomistajien halukkuus neuvontaan ympäristöasioissa.



metsänhoidosta ja sen tavoitteista, ja materiaalin tulisi olla yksiselitteistä ja riittävän yksinkertaista, jotta sen sisällön voisi ymmärtää myös neuvontatilanteen jälkeen. Pienipiirteisten alueiden mallinnuksesta ja käytettävissä olevan aineiston ajantasaisuudesta johtuen voi syntyä eroja todellisuuden kanssa, jolloin epävarmuustekijät on avattava niin neuvojalle kuin metsänomistajallekin. Myös metsätilojen koko, kuvioiden määrä, rakennetekijät ja ojitus vaihtelevat. Lopulta, neuvontamateriaalin tulisi olla muodossa, joka voitaisiin tuottaa tulevaisuudessa automatisoidusti.

Kaksikymmensivuuisessa neuvontamateriaalissa kuvaillaan aluksi Hiilipolku-hankkeen toiminta-aluetta ja tavoitteita (tiivistelmä liitteessä 2). Tämän jälkeen materiaalissa kuvataan aiemmin mainitut kuusi tavoitetta ja pääpiirteisesti kunkin tavoitteen metsänhoidollisten toimenpiteiden painotus. Seuraavaksi metsänomistajalle avataan mallit ja niiden taustaoletukset, sekä tulosten epävarmuudet. Materiaali sisältää myös havainnollistavia kuvia neuvontatilanteesta käytettäväksi eri metsänhoitotavoista ja ojituksen vaikutuksesta pohjaveden korkeuteen. Taustoitettavan tiedon jälkeen materiaalissa

kuvataan teemakartoin kunkin metsätilan alueellinen merkitys ravinnekuormituksen ja eroosioriskin kautta. Eri tavoitteiden mukaisten toimintamallien vaikutusta 30 vuoden aikajaksolla hiilivarastoon, koko puuston, lehtipuuston ja kuolleen puun tilavuuteen, hakkuukertymiin ja niistä seuraavien nettotulojen nykyarvoon (3 % korko), ja ravinnekuormaan kivennäis- ja turvemailta kuvataan helposti vertailtavilla palkkigrafiikoilla. Näitä tietoja seuraa vielä yleistason kuvaus kunkin tavoitteen mukaisista toimista, sekä erillinen taukukko, jossa kuviokohtaiset toimintamallit on avattu erikseen kullekin tavoitteelle.

Metsänomistajakyselyssä yksityisneuvonnasta kiinnostuneita metsänomistajia oli 29 (Kuva 16), joista neuvontamateriaali malleineen saatiin neuvontakokeiluun kuuden metsänomistajan kanssa. Jotta neuvontatilanteissa saataisiin erilaisista tilanteista kokemuksia, pyrittiin neuvontatilanteisiin valitsemaan ensisijaisesti metsänomistajia, joilla oli useita metsäkuvioita, niin kivennäis- kuin turvemailtakin. Kuviotason mallinnuksessa ja tulosten varmentamisessa kului ennakoitua enemmän aikaa, koska vastaavaa työtä ei ollut aiemmin tehty ja aluetasolle optimoituja

HIILIPOLKU-HANKKEEN LOPPURAPORTTI

8. NEUVONNAN KEHITTÄMINEN

kuviokohtaisia ratkaisuja ei voitu sellaiseen suoraan soveltaa, vaan tilan kuvioille oli erikseen valittava keskimääräiset kohteeseen sopivat ja tavoitetta edustavat metsänkäsittelyvaihtoehdot. Kuusi erillistä neuvontatilannetta järjestettiin 31.5.2024 - 7.10.2024 välisenä aikana. Näistä tilanteista neljä järjestettiin maastossa, yksi etänä ja yksi toimistossa. Tutkija seurasi tilanteista viittä hiljaisena osallistujana tallentaen esitettyjä kysymyksiä, haasteita ja yleistä ilmapiiriä. Kolme neuvojaa osallistui neuvontatilanteisiin, ja he raportoivat näkemyksistään sähköisellä lomakkeella noin viikon kuluttua kustakin neuvontatilanteesta. Metsänomistajia pyydettiin myös kertomaan tuntemuksistaan verkkokyselyn tai puhelinsoiton kautta noin viikko neuvonnan jälkeen.

Neuvontatilanteiden kokemukset ja yhteenveto Neuvojen näkökulma

Yleisesti ottaen metsänomistajat olivat hyvin kiinnostuneita tilaansa kohdistuneista tiedoista, ja heillä oli valmiita näkemyksiä metsänhoidon suunnista metsätilallaan. On huomioitava, että neuvontaan osallistuneet metsänomistajat olivat keskimääräistä kokeneempia. Metsänomistajien painotukset vaihtelivat ”eläkerahastosta”, hyvän metsänhoidon suositusten noudattamiseen, avohakkuiden välttämiseen ja maisema-arvoihin - ympäristövaikutusten arviointi ja niiden korjaamisen taloudellinen merkitys nousivat esille yleisesti.

Tavalliseen neuvontatilanteeseen verrattuna HIILIPOLKU-hankkeessa tehty neuvonta oli huomattavasti perusteellisempaa, esimerkiksi vesistövaikutusten osalta. Lisäksi neuvonta kohdistui koko tilalle yksittäisten kuvioden sijaan. Tilakohtaiset

kartta-aineistot toimivat keskustelun herättäjinä. Neuvonta toimi hyvin etänä ja toimistossa, mutta maastossa materiaalin kanssa tuli aluksi haasteita, etenkin karttojen ollessa pieniä. Karttojen suurennus ja kuviokohtaisen toimenpidekoosteen lukukelpoisuuden parantaminen auttoivat seuraavissa neuvontatilanteissa.

Materiaali ohjasi neuvojaa helposti yksinpuheluun; etenkin hanke-esittely vei aikaa. Materiaali toimi toisaalta neuvojalle oppimateriaalina etenkin vesistöjen lähellä toimiessa ja sen todettiin ohjaavan tuuppauksen teemoihin - hiilen sidontaan, vesistövaikutuksiin ja monimuotoisuuteen. Silti materiaalin uutena saanut neuvoja ei kokenut aineistoa helposti tulkittavaksi ja koki tarvitsevänsä paljon aikaa perehtymistä varten. Kokeneelle neuvojalle ja metsänomistajalle materiaali oli kuitenkin hyvin tietorikasta - etenkin vesistövaikutusten ja turvemaiden osalta on saatu lisäymmärrystä myös tuleviin neuvontatilanteisiin. Tietomäärän ja käytettävyyden kanssa oli tasapainoilua etenkin, jos kuvioita oli paljon. Yleisesti ottaen yhteistyössä tehdyn materiaalin koettiin tukevan neuvontaa hyvin. Neuvojen näkemysten mukaan mallit painottivat ainakin yhdellä metsätilalla liikaa lannoituksia verrattuna todellisuuteen. Joiltain osin myös mallien ehdottamat toimenpiteet olivat epäloogisia.

Neuvojen näkemyksistä seuraa useita suosituksia neuvonnan kehittämiseksi. Metsänomistajille tulisi lähettää materiaali ennalta tutustuttavaksi ennen neuvontaa, jolloin päästään itse asiaan nopeasti. Materiaalin käyttö vaatii neuvojan koulutusta. Koulutuksessa olisi korostettava myös neuvojan oman tietämyksen arvoa, koska malli voi olla



HIILIPOLKU-HANKKEEN LOPPURAPORTTI

8. NEUVONNAN KEHITTÄMINEN

väärässä tai lähtöaineisto vanhentunutta. Tulevaisuudessa karttapohjaisen tarkastelun tuominen digitaaliseen muotoon olisi hyödyllistä, varsinkin jos sitä voisi tarkastella ilmakuvien ja olemassa olevan metsäsuunnitelman kanssa rinnakkain. Digitaalinen muoto voisi auttaa myös laajempien aineistojen läpikäyntiä maastossa. Lisäksi toivottiin, että suuria kuvioita voitaisiin pilkkoa pienemmiksi kokonaisuuksiksi, koska suurilla kuvioilla voi olla vaihtelua (puulaji, maaperä, kerroksellisuus) joka aiheuttaa hankaluuksia materiaalin kanssa. Automaation suhteen huomioitavaa neuvojan näkökulmasta on, että joiltain osin mallien ehdottamille toimenpiteille kaivattiin lisäperusteluja – näitä voi olla haastavaa automatisoida.

Metsänomistajien näkökulma

Vastauksissa on huomioitava neuvontaan osallistuneiden metsänomistajien pitkäaikainen kokemus metsänhoidosta (osalla myös ammatillisesti), sekä se, että neuvontaan osallistumisen ajankohta määräytyi osin hankelähtöisesti. Saimme palautekyselyyn vastaukset viideltä neuvotulta metsänomistajalta. Yhtä metsänomistajaa lukuun ottamatta metsänomistajien yleisnäkemys neuvontatilanteista ja sen tarjoamasta hyödystä ja tiedoista oli positiivinen tai neutraali. Neuvonta ja materiaali herättivät ajatuksia erityisesti Puruveden tilaan vaikuttamiseen liittyen. Metsänomistajat kokivat neuvojen osanneen käyttää materiaalia hyödykseen, ja pystyvänsä myös itse käyttämään materiaalia neuvonnan jälkeen. Neuvotut metsänomistajat aikovatkin käyttää neuvontamateriaalia myöhemmin päätöksenteon tukena, vaikka eivät suuresti muuttaneetkaan näkemyksiään metsänhoidosta neuvonnan myötä.

Neuvontamateriaalin koettiin vastanneen todellisuutta vähintään jokseenkin hyvin, olevan kohtuullisen luotettavaa ja vaikuttaneen vähän tai ei lainkaan metsänhoidon tavoitteisiin tai näkemyksiin metsänhoidosta. Yksi metsänomistaja oli hyvin kriittinen neuvonnan tavoitteisiin ja keinoihin liittyen – henkilön näkemykset metsätuhoista pidentyneen kiertoajan puitteissa (joita hankkeessa ei käsitelty) olivat ristiriidassa esitetyn materiaalin kanssa; henkilö myös koki neuvonnan olleen tavoitteellista. Tuuppaukseen hyödyntävän neuvonnan viestinnässä on oltava siis tarkkana, että tuuppauksen tavoitteet ja keinot viestitään erityisen huolellisesti ja avoimesti metsänomistajille. Neuvonnassa olleet metsänomistajat suosittelisivat Hiilipolku-neuvontaa myös muille, kommenttien perusteella ensisijaisesti vähemmän kokeneille metsänomistajille.

Tutkijan näkökulma

Neuvojat ja metsänomistajat olivat yleisesti kiinnostuneita, jopa innostuneita materiaalista. Karttoja pitäisi kuitenkin saada tarkemmaksi tai suuremmaksi. Metsänomistajat osoittivat kiinnostusta myös metsätuhoihin (mm. hyönteistuhot), joihin Hiilipolku-hankkeen tuottama materiaali ei kyennyt vastaamaan. Materiaalin käyttö neuvonnassa vaatii neuvojan kouluttamista sen käyttöön – kuitenkin yksittäisessä neuvontatilanteessa, jonka alussa tavoite oli epäselvä, koettiin neuvonnan loppuvaiheessa esitetyt skenaariotarkastelut innostavina.

Erityisesti asiantuntevat metsänomistajat hakivat neuvonnassa varmistusta omille toimilleen ja suunnitelmilleen. Asiantuntevilla metsänomistajilla oli metsäalan koulutuksen ja pitkän käytännön



Neuvojan odotukset ja kokemukset Hiilipolulla

Hankkeen perusajatus oli timanttinen - kuinka soveltaa tutkimustietoa käytännössä tila- ja kuviotasolla. Odotukseni metsänomistajalle henkilökohtaisesti, uudella tavalla esiteltävistä laskelmista ja mallinnuksesta olivat positiiviset.

Sain kommentoida neuvontamateriaalia kehitysvaiheessa. Neuvontamateriaali on laaja, kokonaisvaltainen paketti, jonka esitleminen metsänomistajalle vie aikaa tunnista puoleentoista. Sen kartat, graafit ja tekstit olivat selkeitä, samoin pidin hyvänä, että epävarmuustekijät ja rajoitteet kerrottiin selväsanaisesti.

Käytännön neuvonnassa materiaaliin on perehdyttävä ennen neuvontaa, etukäteisvertailua on tehtävä mm. metsänkäyttöilmoituksiin ja ilmakuviin. Materiaali toimii hyvin etänä ja pöydän ääressä, maastossa tietopaketti on kuitenkin suuri läpikäytäväksi. Toisaalta maastoneuvonnan etuna on havainnollisempi ja syvällisempi kuviokohtainen tietojen

tarkastelumahdollisuus. Maastossa huomasi materiaalisia virheitä, puutteita ja epäloogisuuksia joillakin kuvioilla; lähtötiedon oikeellisuus kuviotiedoissa korostuu.

Metsänomistajilla oli paljon kiinnostusta neuvontaa kohtaan ja uskon, että vastuullisen toiminnan ympäristövaikutustiedolla on tilausta myös tulevaisuudessa. Tilakohtainen, varmistettu tieto vaikuttaa aluetason tietoa vahvemmin metsänomistajan päätöksentekoon. Maastossa tehtävä neuvonta on edelleen tärkeää. Neuvonta sopii ja sitä voisi painottaa erityisesti sellaisille metsänomistajille, jotka eivät hoida metsää ammattinsa puolesta. Kysymykseksi jää, miten ja millä resursseilla kokeiltua mallia voisi toteuttaa laajemmin Suomessa?

Piia Kietäväinen,
Metsäasiantuntija;
Metsänhoitoyhdistys Etelä-Savo

työn myötä toisaalta varmat näkemykset, mutta kuitenkin epävarmuutta niiden "oikeellisuudesta" ilmaston sekä yhteiskunnallisten tavoitteiden muuttuessa. Neuvontaan osallistuneilla metsänomistajilla oli omien sanojensa mukaisesti myös valmiuksia olla eri mieltä ennakoitujen toimintavaihtoehtojen osalta - erityisesti turvemaan kuvioilla.

Hankkeen ja neuvonnan alkutiedot olisi ollut hyödyllistä lähettää metsänomistajille ennakkoon. Näin olisi päästy nopeammin dialogiseen kanssakäyntiin. Neuvonnassa tuli myös hetkiä, jossa esitetyt toimintavaihtoehtoja verrattiin suoraan aiempiin metsätaloussuunnitelmien suosituksiin kuviotasolla. Aiempia metsäsuunnitelmia olisi siis hyvä hyödyntää osana neuvontaa; neuvontaan lasketut skenaariot eivät olleet tarkoitettu metsätaloussuunnitelmiksi vaan työkaluiksi eri painotuksien arviointiin eri tavoitteilla.

Yhteenveto

Hiilipolku-neuvonnalla tavoiteltiin tuuppausta kohti monitavoitteista metsänhoitoa. Yhdessä neuvojen ja mallintajien kanssa luotu neuvontamateriaali toimi käytännön neuvontatyössä. Metsänomistajat suhtautuivat materiaaliin myönteisesti tulevan päätöksenteon tukena, vaikka itse neuvonnan ei koettu vaikuttaneen suuressi metsänhoitoon liittyviin näkemyksiin. Tukimateriaalista on hyötyä neuvonnassa ja materiaalin tulisi olla metsänomistajan käytössä ennen ja jälkeen neuvonnan. Neuvojan paikallisosaaminen, yhdessä keskustellut tavoitteet, kysymykset ja tulevaisuudenkuvat olivat tiedon välittämisessä tärkeä tekijä. Tehokas tuuppaus on neuvontakokeilun perusteella digitaalisesti tuettua dialogia paikallista osaamista edustavan metsäneuvojan ja metsänomistajan kanssa.

9. Vaikutusanalyysi yhteiskunnan näkökulmasta

Jaakko Juvonen

HIILIPOLKU-hankkeessa tuotettujen vesistö-, ilmasto- ja monimuotoisuustavoitteita painottavien metsänkäsittelevä vaihtoehtojen vaikutuksia arvioitiin kustannus-hyötyanalyysin avulla (Liite 1d). Analyysissä vaihtoehtojen kustannuksia ja hyötyjä tarkasteltiin yhteiskunnan näkökulmasta ottaen huomioon ympäristöhyödyt ja haitat. Vaikutuksia arvioitiin rahassa, mikä mahdollisti yhteismitallistamisen ja vaikutusten vertailun. Vaihtoehtojen arvioinnin avulla voidaan pohjustaa päätöksentekoa metsänkäsittelevä vaihtoehtojen tukemisesta yhteiskunnan toimesta.

Vaikutukset, jotka vähentävät ihmisten hyvinvointia, katsotaan kustannuksiksi, kun taas hyvinvointia lisäävät vaikutukset luetaan hyödyiksi. Analyysissä on rahallistettu metsänkäsittelevä vaihtoehtojen skenaariotarkastelun (kts. Luku 7) havainnollistamat keskeiset vaikutukset hakkuista saatavien tulojen, vesiensuojelun ja hiilensidonnallisuuden osalta. Vesiensuojelun hyödyt virkistyskäytölle, 6,55 euroa vähentynyttä fosforikiloa

kohden, otettiin mukaan laskelmiin aieman tutkimuksen pohjalta (Tienhaara ym. 2021, Juvonen ym. 2024), eikä typpikuormitusta tarkasteltu. Hiilensidonnallisuuden vaikutusten rahallistamisessa käytettiin Euroopan Unionin päästökaupan keskihintaa hiilidioksiditonille (83,24 euroa vuodelta 2023, ICAP 2024). Monimuotoisuuden rakennepiirteinä käytettiin tässä kuolleen puun määrää, mutta sitä ei rahallistettu, koska luotettavia hyötyarvioita ei ollut tarjolla.

Analyysin tulokset on esitetty taulukoissa 2-5 kolmella eri tasolla, joista ensimmäisessä ovat varsinaiset mallinnuksessa käytetyt Kuonanjoen, Sorvasrannan ja Hälvänjoen valuma-alueet. Tarkastelualueita laajennettiin valikoimalla metsävarakuvioista vastineet mallinnetuille kuvioille kasvupaikka- ja puustotietojen perusteella. Tällä menetelmällä Puruveden valuma-alueelta (Liite 1d: Kuva 1) valikoitui tarkasteluun noin 20 500 ha ja laajimmalta Etelä-Savon maakunnan alueelta noin 222 000 ha.



HIILIPOLKU-HANKKEEN LOPPURAPORTTI
9. VAIKUTUSANALYYSI YHTEISKUNNAN NÄKÖKULMASTA

Taulukko 2. Vaikutusanalyysin tulokset, PERUS-skenaario
Nykyarvo (3 %) 50 vuoden ajalta.

Alue	Hakkuutulojen nykyarvo, milj. euroa	Kuolleen puun määrä, milj. m ³	Puustoon sitoutuneen hiilen nykyarvo, milj. euroa
Mallinnusalueet	57,07	0,35	0,74
Kuviojoukko Puruveden valuma-alueelta	149,98	0,76	1,63
Kuviojoukko Etelä-Savon alueelta	1678,48	07,51	17,37

Taulukossa 2 on hakkuiden nettonykyarvo, kuolleen puun määrä ja hakkuiden myötä vapautuneen hiilen nettonykyarvo PERUS-skenaariossa mallinnusalueilla sekä tarkasteluun valikoituneilla kuviojoukoilla Puruveden valuma-alueella ja Etelä-Savossa.

Taulukoissa 3-5 on esitetty eri metsänkäsittelevä vaihtoehtojen hyödyt tai kustannukset verrattuna PERUS-skenaarioon. Negatiivinen nettonykyarvo kertoo, että vaihtoehto ei ole metsätaloudellisesti kannattavampi kuin PERUS-skenaario. Vesiensuojelun osalta on verrattu mallinnettua fosforin määrää PERUS-skenaarioiden välillä, jonka jälkeen lisäys tai vähennys on rahallistettu. Positiivinen luku kertoo skenaarion vähentävän fosforikuormitusta PERUS-skenaarioon verrattuna. Tulokset kuolleen puun määrän ja hiilensidonnan osalta noudattavat samaa logiikkaa.

Hyötyjä ja kustannuksia vertaamalla suurimman painon kaikilla kolmella tarkastelutasolla saa monimuotoisuutta ja vesiensuojelua korostava skenaario (BIO+vesi), jonka yhteiskunnan nettohyödyt ovat tasoittain noin 7, 168 ja 19 230

miljoonaa euroa. Mallinnusalueiden tarkastelussa HIIII-skenaarioissa vesiensuojelun hyödyt pienenevät, eikä nielun lisäys riitä kattamaan tätä kustannusta.

Analyysin tuloksia tulkitessa on tärkeää huomata, että analyysin epätarkkuus kasvaa mitä kauemmas alkuperäisiltä mallinnusalueilta siirrytään (nk. hyötyjen siirtovirhe, transfer error). Vesiensuojelun hyödyt ovat herkkiä analyysissä tehdyille oletuksille vuotuisesta fosforin vähennyksestä ja lisääntyneiden käytikertojen kautta saatavasta virkistysarvosta asukasta kohden. Tarkastelussa ei ole myöskään voittoa huomioon substituutiovaikutuksia eri järvi-kohteiden välillä. Laajemmalla tarkastelualueella asukkailla on käytössään useampia vaihtoehtoja vesivirkistykseen, ja vedenlaadun heiketessä virkistyskäyttäjät voivat siirtyä muille järville. Lisäksi on huomattava, että virkistysarvioinnissa käytetty fosforivähennyshyöty perustuu Puruvedellä tehtyyn tutkimukseen. Mallinnusalueita ja Puruveden valuma-alueita tarkasteltaessa kuitenkin voidaan huomata, että vedenlaadun vaikutus on suuri ja rahallistettuna yleisesti ylittää metsätaloudelle aiheutuneet taloudelliset tappiot.

Taulukko 3. Hyödyt ja kustannukset verrattuna PERUS-skenaarioon, mallinnusalueet
 Analyysiin sisältynyt pinta-ala 9 398 ha. Kuvioiden lukumäärä 7 815. Nykyarvo (3 %) 50 vuoden ajalta.

	Vaikutukset metsätaloudelle	Ympäristöhyödyt		
Skenaario	Metsätalouden tuottama hakkuutulojen nykyarvo, milj.euroa	Vesiensuojelu, milj. euroa	Kuolleen puun määrä, milj. m ³	Hiilensidonta, milj. euroa
PERUS+vesi	0,00	0,95	0,01	0,00
BIO	-2,27	0,94	0,00	0,03
BIO+vesi	-3,90	7,43	-0,01	0,05
HIILI	-1,86	-0,17	-0,01	0,08
HIILI+vesi	-2,70	-1,37	-0,04	0,07

Taulukko 4. Puruveden valuma-alue (Liite 1d: Kuva 1).
 Analyysiin sisältynyt pinta-ala 20 553 ha. Kuvioiden lukumäärä 17 711. Nykyarvo (3 %) 50 vuoden ajalta.

	Vaikutukset metsätaloudelle	Ympäristöhyödyt		
Skenaario	Metsätalouden tuottama hakkuutulojen nykyarvo, milj.euroa	Vesiensuojelu, milj. euroa	Kuolleen puun määrä, milj. m ³	Hiilensidonta, milj. euroa
PERUS+vesi	0,10	16,85	0,02	-0,01
BIO	-11,24	53,72	0,04	0,15
BIO+vesi	-9,34	168,42	0,01	0,13
HIILI	-1,40	4,34	-0,10	0,17
HIILI+vesi	0,65	-22,51	-0,15	0,10

Taulukko 5. Etelä-Savon alue
 Analyysiin sisältynyt pinta-ala 221 721 ha. Kuvioiden lukumäärä 186 386. Nykyarvo (3 %) 50 vuoden ajalta.

	Vaikutukset metsätaloudelle	Ympäristöhyödyt		
Skenaario	Metsätalouden tuottama hakkuutulojen nykyarvo, milj.euroa	Vesiensuojelu, milj. euroa	Kuolleen puun määrä, milj. m ³	Hiilensidonta, milj. euroa
PERUS+vesi	-6,21	1579,81	0,22	-0,06
BIO	-150,17	12750,78	0,64	2,35
BIO+vesi	-84,42	19231,06	0,53	1,21
HIILI	-14,81	5665,25	-1,25	2,06
HIILI+vesi	40,91	284,59	-1,73	0,65





10. Muuttuvan ilmaston vaikutuksia

Liisa Ukonmaanaho, Heikki Tuomenvirta, Jaakko Juvonen, Pentti Pirinen, Aura Salmivaara, Leena Stenberg, Soili Haikarainen, Joonas Kolstela ja Petteri Vanninen

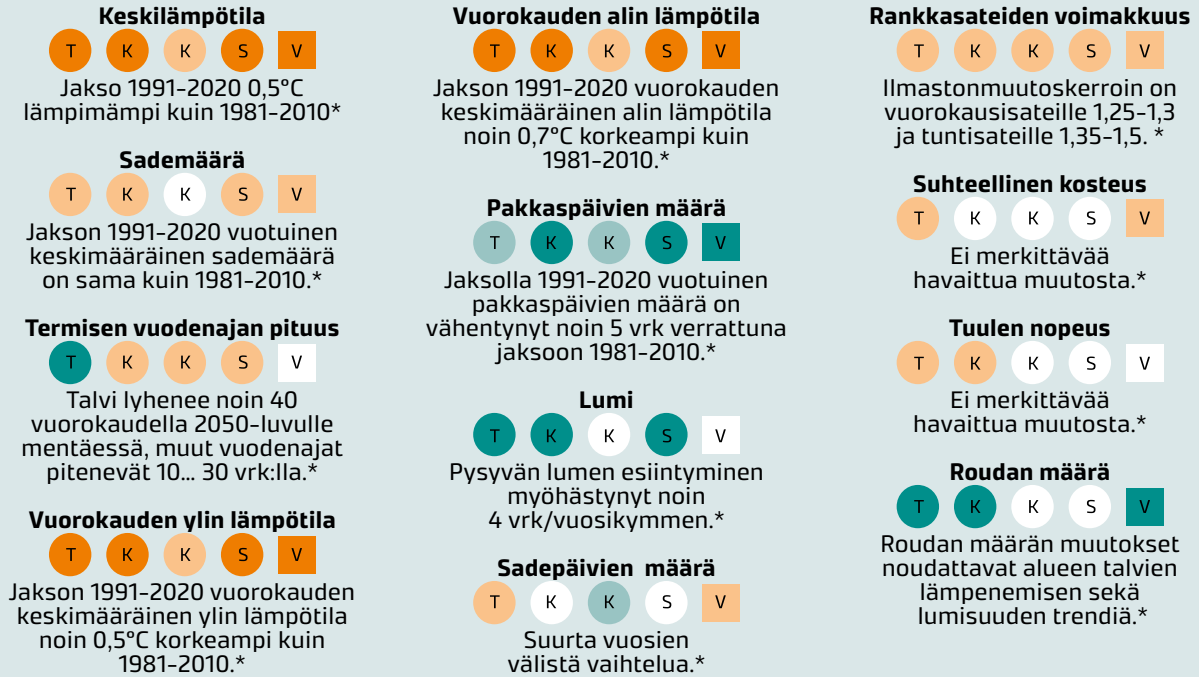
Muuttuva ilmasto vaikuttaa merkittävästi sekä metsäekosysteemeihin että vesistöihin, ja tuo mukanaan sekä mahdollisuuksia että riskejä metsätaloudelle ja luonnon monimuotoisuudelle (Venäläinen ym. 2020). Ilmastonmuutoksen edetessä myös Puruveden alueella jatkuu kasvu-

kauden pidentyminen, lämpösumman kasvu, hellejaksojen ankaroituminen ja sademäärien lisääntyminen erityisesti talvisin (Kuva 17) (Juvonen ym. 2023).

Kasvukausien piteneminen 1-2 kuu-kaudella vuosisadan loppuun mennessä saattaa edistää puuston kasvua, nopeuttaa



Kuva 17. Sää- ja ilmastotekijöiden muutokset Etelä-Savossa 2050-luvulle mentäessä



● Lisääntyy/kasvaa huomattavasti ● Lisääntyy/kasvaa ● Ei muutosta/epävarma
● Vähenee huomattavasti ● Vähenee | T=talvi, K=kevät, K=kesä, S=syysy, V=vuosi
*Kuvaus odotettavissa olevasta muutoksesta tai havaittu muutos jaksojen 1981–2010 ja 1991–2020 välillä
Lähde: Gregow, H., ym., 2021. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen ohjauskeinot, kustannukset ja alueelliset ulottuvuudet. Suomen ilmastopaneelin raportti 2/2021. 166 s.

kiertoaikoja ja kenties lisätä metsästä saatavia hakkuutuottoja. Toisaalta lyhenevä lumipeitekausi ja kasvukauden lämpötilojen nousu lisäävät mm. kuivuusjaksoja ja maastopalojen riskiä. Lämpötilan kohotessa myös sieni-, hyönteis-, ja eläintuho-riskit (esim. kaarnakuoriainen, kirjanpainenaja, juurikäpö) kasvavat. Routakauden lyheneminen kasvattaa tuulituhojen riskiä. Erilaiset haittatekijät voimistavat toistensa vaikutuksia. Lämpötilan nousulla voi siis olla osin arvaamattomia vaikutuksia metsäekosysteemiin ja sitä kautta myös puuston kasvuun. Ilmastonmuutoksen arvioidaan muuttavan myös lajien

levinneisyysalueita, runsauksia sekä niiden välisiä vuorovaikutussuhteita. Uusien lajien leviäminen pohjoisemmaksi saattaa heikentää metsäekosysteemiä ja sen monimuotoisuutta. Osa kasvi- ja eläinlajeista hyötyy ja osa kärsii tästä muutoksesta. Lisääntyvä sadanta, erityisesti kasvukauden reunoilla ja ulkopuolella, etenkin jos maa ei ole roudassa, lisää metsämaalta tulevaa kiintoaineiden ja ravinteiden valuntaa vesistöihin, mikä vauhdittaa rehevöitymistä. Toisaalta kuivempina jaksoina ravinteiden päätyminen vesistöön hidastuu, mutta kuivuudella on puuston kasvuja ravinteiden sitomista heikentävä vaikutus.

Vaikutukset hiilitaseeseen ja ravinnekuormitukseen

Ilmastonmuutoksen tuoma äärisäiden lisääntyminen, lämpötilojen nousu, kesällä kuivuusjaksojen lisääntyminen, ja kasvukauden reunamilla sateiden lisääntyminen sekä talviaikana routaisen ajan vähentyminen vaikuttavat vesistökuormitukseen ja hiilivarastoon.

Aiemmin Luvussa 7 kuvatussa skenaarioanalyysissä ojitettujen turvemaiden SUSI-tulokset hiilivarastosta ja ravinnekuormituksesta laskettiin käyttäen nykyilmastoa kuvaavaa aineistoa. Ilmastonmuutoksen vaikutusta tutkittiin erillisellä, Hälvänjoen valuma-aluetta koskevalla laskelmalla. Siinä testattiin, kuinka CORDEX alueellisten ilmastomallien simulaatiosta tuotettu aineisto (RCP4.5) muuttaisi ojitettujen turvemaiden SUSI-simulointituloksia verrattuna nykyilmaston aineistolla laskettuihin tuloksiin. SUSI-simulointiin käytetyllä 50 vuoden jaksolla RCP4.5-aineiston ilman lämpötilat olivat kaikkina kuukausina korkeampia kuin nykyilmastoa kuvaavassa aineistossa. Vastaavasti sadanta oli talvella suurempaa ja kesällä pienempää.

Typpi- ja fosforikuormitus sekä maaperän päästöt lisääntyivät SUSI-simulointituloksissa ojitetuilla turvemaidella selvästi kaikissa tarkastelluissa skenaarioissa ilmastonmuutoksen myötä. Muutokset sääaineistossa vaikuttivat skenaarioihin ainakin kahdella tavalla: 1) kuivemmat ja lämpimämmät kesät las- kivat pohjavesipintoja, mikä lisäsi turpeen

hajotusta ja ravinteiden vapautumista ja 2) lämpimämmät olosuhteet lämmittivät myös turvetta, mikä lisäsi turpeen hajotusta.

SUSI-simulointitulokset osoittivat, että ilmastonmuutos ei kovin paljon muuta tai korosta skenaarioiden välisiä eroja ojite- tuilla turvemaidella. Typpi- ja fosforikuor- mitukseen '+vesi' -vaihtoehtojen tuoma vähennys kuormitukseen on lähes kaikissa tapauksissa ilmastonmuutoksen myötä suurempi kuin nykyilmastossa. Toisin sanoen ilmastonmuutoksen myötä vesis- tökuormitusta minimoivien '+vesi' -vaih- toehtojen kyky pienentää vesistökuormi- tusta korostuu hieman. Maaperän hiilita- seessa skenaarioiden väliset erot olivat pienet sekä nykyilmastolla että RCP4.5- aineistolla simuloiduissa tuloksissa.

Tarkemmat tiedot tuloksista löytyvät erillisestä Hiilipolun skenaariot -raportista (Salmivaara ym. 2024).

Maastopalon leviäminen vaatii otolliset sääolosuhteet

Metsänhoidolla vaikutetaan siihen, miten paljon ja millaista puustoa metsissä kas- vaa. Puusto muodostaa keskeisen osan maastopaloissa palavasta materiaalista, joten puuston kasvaessa myös paloainek- sen määrä lisääntyy. Myös sääolosuhteet ja topografia vaikuttavat merkittävästi palon leviämiseen. Palonleviämismalli WISE:ä käytettiin arvioimaan sääolosuh- teiden ja paloaineksen roolia maastopalon leviämisessä Kuonanjoen valuma-alueella (kts. Liite 1e).



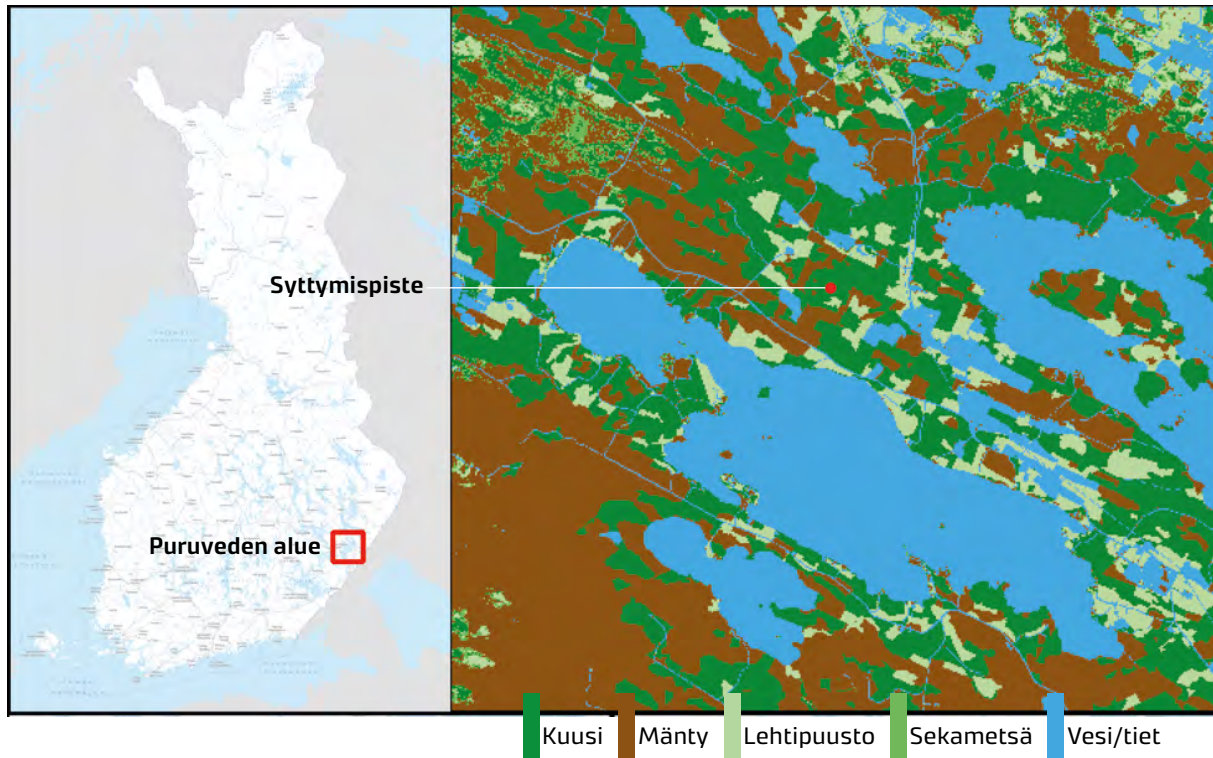
Palonleviämismalli WISE:llä mallinnettiin maastopalon leviämistä eri mallikoikeissa vaihdellen sääolosuhteita (korkea tai erittäin korkea paloindexi) ja paloaineksen määrää ja alueellista jakaumaa (HIIII-skenaarion nykypuusto tai puusto HIIII-skenaarioissa 30 vuoden kuluttua). Kuvassa 18 on esitetty kaksi näistä mallikokeista. Palon leviämisen mallikokeissa käytettiin samaa syttymispistettä, mutta siis eri sääolosuhteilla, puustoa ja palon leviämisen kestoa. Erittäin korkean paloindexin säätilanteessa palo leviää nopeasti ja palon intensiteetti on voimakkaampi kuin korkean paloindexin säätilanteessa riippumatta siitä oliko lähtötietona HIIII-skenaarion nykypuusto vai 30 vuoden päähän mallinnettu HIIII-skenaarion puusto. Nopeasta leviämisestä johtuen paloalue on erittäin korkean paloindexin simulaatioissa laajempi ja palaneen latvuksen osuus suurempi kuin korkean indexin simulaatioissa, vaikka malliajon kesto oli lyhyempi. Tuloksia tarkastellessa on syytä muistaa, että malli ei kykene vielä huomioimaan maan pintakerroksen lisääntynyttä paloaineksen määrää eri skenaarioissa, ainoastaan muutokset

latvuserroksessa. Myöskin hakkuutähdejää mallinnuksessa huomioimatta. Näiden puutteiden vuoksi merkittävimmät erot nähdään sääolosuhteissa olevien erojen kautta (maaston kuivuus, tuulensuunta ja nopeus). Biomassassa olevien erojen vaikutus nähdään vain palon saavuttaessa latvuserroksen. Jatkossa mallin kehitystoimenpiteenä on uusien paloainesluokien kehittäminen, jotta nämä muuttujat saadaan huomioitua nykyistä paremmin. Tulokset ovat siis suuntaa antavia, mutta painottavat sääolosuhteiden merkitystä palon leviämisenopeuden ja intensiteetin kasvussa.

Maastopaloindexi kuvaa metsämaaston kuivuutta (Vajda ym., 2014). Ilmatieteen laitos antaa maastopalovaroituksen maaston ollessa syttymisherkkää. Korkean paloindexin aikana annetaan vaaratason 'mahdollisesti vaarallinen' tai 'vaarallinen' mukaiset varoitukset. Erittäin korkean paloindexin aikana varoitustaso on 'hyvin vaarallinen'. Ilmaston lämpeneminen lisää maaston kuivumista ja sellaisten päivien määrää jolloin olosuhteet palojen leviämiselle ovat erittäin otolliset (Lehtonen ym, 2016, Lehtonen ja Venäläinen 2020).



Kuva 18. Kaksi palonleviämisen mallikoetta Kuonanjoen alueelta

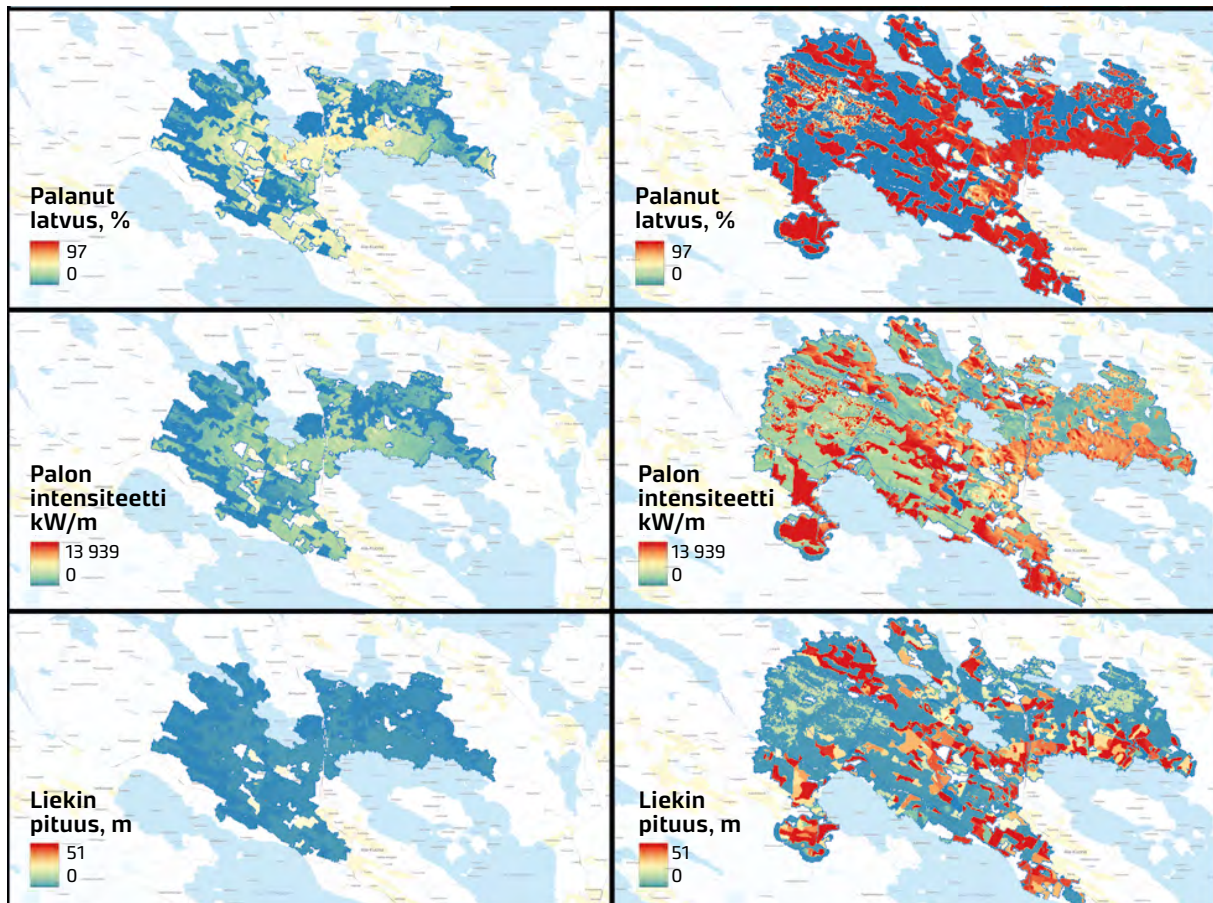


Hiiliskenaario nykyhetki

- Maastopaloindeksi: korkea
- Paloala: 786 ha
- Palon kesto: 30 tuntia

Hiiliskenaario 30 vuotta

- Maastopaloindeksi: erittäin korkea
- Paloala: 1578 ha
- Palon kesto: 6 tuntia





11. Oppeja HIILIPOLULTA

HIILIPOLKU toteutettiin monitieteisenä tutkimuksena tiiviissä yhteistyössä käytännön toimijoiden kanssa ja projektin monialaisen ohjausryhmän tukemana. Hankkeen kunnianhimoinen tavoite oli yhdistää ilmasto-, metsä-, kuvio- ja aluetason skenaariot ja luoda mallikokonaisuuksia metsätoimijoiden

käyttöön. Mitä hankkeessa mukana olleet ovat projektin aikana oppineet ja miten he ovat kokeneet hankkeen yhteistoiminnallisen luonteen? Tätä kysyimme työn päättyessä hankkeen tutkijoilta, projektiryhmältä ja ohjausryhmältä ([Liite 1f](#)). Vastaukset jäsentyivät seuraavasti:



Monitavoitteisuus on haastava, mutta silti arvokas päämäärä

Vaikka metsien hoidon ja käsittelyn vaikutuksista ympäristöön on jo paljon tietoa, HIILIPOLKU toi hankkeeseen osallistuneiden mielestä hyvin esiin sen, miten yksittäiset toimenpiteet voivat vaikuttaa hiilensidontaan, monimuotoisuuteen ja vesistövaikutuksiin sekä näiden yhdistelmiin. Hankkeessa opittiin myös, että näiden tavoitteiden yhteensovittaminen ei aina ole mahdollista yksittäisillä kuvioilla, ja yksittäisen metsänomistajan tekemät ratkaisut voivat poiketa alueellisesta optimista. Kaikesta huolimatta on tärkeää, että eri tavoitteita pidetään esillä yhtä aikaa. Yhden tavoitteen yksipuolinen edistäminen voi kokonaisuuden kannalta olla epäedullista. Erityisesti neuvonnan rooli ja neuvonnan ja tutkimuksen tiiviimpi yhteistyö monitavoitteisen metsänhoidon edistämässä havaittiin tarpeelliseksi.

Mallien pitkä matka käytäntöön

HIILIPOLKU-hankkeen tutkijoilla oli paljon aiempaa kokemusta metsien käytön ja ympäristövaikutusten mallintamisesta. Silti monitavoitteisen metsänhoidon mallinnuksen haaste pienvaluma-alue- ja tilatasolla yllätti tutkijat. Mallien soveltaminen tila- ja metsäkuvioiden tasolle vaati niiden edelleen kehittämistä. Laskelmien tekeminen oli aikaa vievää, koska lähtötiedot olivat osittain puutteellisia, tai jopa virheellisiä, ja niiden tarkistaminen vaati aikaa. Tulosten kommunikointi neuvontaan ja tilatasolle vieminen edellytti erityistä huolellisuutta ja herkkyyttä paikallisille olosuhteille. Mallinnus opetti

suhtautumaan kriittisesti mallien tuloksiin ja niiden soveltamiseen.

Kaikki mukana olleet tutkijat ja toimijat kokivat mallinnuksen lopputulokset hyvin kiinnostavina ja käyttökelpoisina ja mallien jatkokehittelyä toivottiin.

Ymmärrys kokonaisuudesta syntyy erilaisten lähestymistapojen sekä tutkimuksen ja käytännön välisen vuoropuhelun myötä

Yhteiskunnallisia aiheita – kuten kompensatiomalleja, taloudellisia vaikutuksia ja metsätoimijoiden näkemyksiä – tarkasteltiin yhtäältä yleisellä kansallisella tasolla, toisaalta koko Puruveden valuma-alueella ja osittain myös pienvaluma-alueella. Erilaisia tutkimusotteita hyödyntäen saatiin uutta ymmärrystä paikallisten metsätoimijoiden näkemyksistä ja mahdollisista kannusteista. Hankkeessa havaittiin, että on tärkeää löytää tarkoituksenmukainen tarkastelutaso kuhunkin näkökulmaan, ja samalla hakea tasapainoa sen osalta, kuinka yksityisiksi metsäasiat koetaan. Esimerkiksi metsänomistajien kanssa yhteistyö onnistui parhaiten kyläkuntatasolla, jossa hankkeen toimintaan osallistuminen koettiin mielekkääksi, kun se kohdistui omistajille itselleen merkitykselliseen alueeseen.

Tutkijat kokivat yhteistyön käytännön toimijoiden ja ohjausryhmän kanssa tärkeänä. Projekti- ja ohjausryhmä puolestaan seurasi kiinnostuneina tutkijoiden työn edistymistä. Yhteisissä kokouksissa välittyi paljon hankkeen kannalta hyödyllistä tietoa, joka lisäsi ymmärrystä paikallisista olosuhteista ja eri toimijoiden välisistä suhteista. Kaikki toimijat korostivat



hankkeen puitteissa tehtyjen yhteisten metsätietojen arvoa vuoropuhelun näyttämönä ja ymmärryksen kasvattamisessa. Tieteenalojen välinen yhteistyö sujui tutkijoilta hyvin, vaikka menetelmät ja käsitteet olivat erilaisia. Se, että HIILIPOLKU tarkasteli metsänhoidon kokonaisuutta eri näkökulmista, koettiin antoisana kaikkien hankkeeseen osallistuneiden keskuudessa. Aikaa olisi tarvittu enemmän eri osioiden yhteen tuomiseen, ja hankkeen toimeenpanon ja tutkimuksen tulosten syvempi tarkastelu muiden vastaavien hankkeiden kanssa olisi voinut tuoda lisäarvoa.

HIILIPOLUN opit ja suositukset

HIILIPOLKU hankkeen tavoitteena oli luoda toimintamalleja, jotka kannustavat metsänomistajia ja metsätalouden toimijoita edistämään hiilensidontaa, vesiensuojelua ja luonnon monimuotoisuutta. Hankkeessa onnistuttiin löytämään yhteisiä tavoitteita ja edistämään suunnitelmien yhteensovittamista.

Metsänomistajuuden moninaisuus tuo haasteensa yhteisten tavoitteiden toteuttamiseen, koska metsänomistajiin kuuluu paikallisia ja ei-paikallisia omistajia, yrityksiä, kuolinpesiä ja sijoittajia. Pienviluma-alueilla yhteisten tavoitteiden määrittäminen voi kuitenkin olla mahdollista, jos osapuolten välinen pitkäjänteinen työskentely ja luotamuksen rakentaminen onnistuvat. Metsänomistajien ympäristötavoitteista korostui erityisesti vesiensuojelu ja luonnon monimuotoisuuden lisääminen, jota pidettiin tärkeämpänä kuin hiilensidontaa, joka oli vielä monelle metsänomistajalle

varsin vähämerkityksellinen tavoite. Toimenpiteistä houkuttelevimpia olivat lehtipuuosuuden sekä laho- ja säästöpuuosuuden lisääminen. Metsänomistajien mielipiteiden pohjalta voidaan todeta, että useita ympäristötavoitteita tukevilla toimenpidekokonaisuuksilla voidaan samalla korostaa myös vähemmän painoa saavien ympäristötavoitteiden merkitystä.

Asiantuntijatiedon rinnalle voisi olla hyödyllistä kehittää myös vertaisoppimismalleja, joissa hyödynnettäisiin toimijoiden omia kokemuksia ja tietoa. Vaikka metsänhoidosta on saatavilla jo runsaasti tietoa, tarvetta silti on kokemuseräiselle tiedolle metsänhoidon eri muodoista sekä monipuolisemmille metsänkäsittelyvaihtoehtoilta ja niitä tuottaville palveluille. Erityisesti tiedonkulkuun eri toimijoiden välillä tulisi jatkossa kiinnittää entistä enemmän huomiota.

Aluetason skenaariotarkastelussa metsien käyttöä suunnattiin eri tavoitteiden mukaisesti. Tulokset osoittivat, että joillakin metsänkäsittelytoimenpiteiden ajoituksen ja kohdentamisen yhdistelmillä (BIO+vesi -skenaario), oli mahdollista jopa samanaikaisesti vähentää vesistökuormitusta, kasvattaa hiilensidontaa ja lisätä monimuotoisuutta. Suhteellisen pienilläkin muutoksilla voidaan saada suunnattua toimintaa haluttuun suuntaan. Erityistä huomiota tulee kiinnittää ojitettujen turvemaiden hoitoon, sillä niiden vaikutus hiilensidontaan ja vesistökuormitukseen on merkittävä.

Metsänomistajien tuuppaus kohti monitavoitteista metsänhoitoa tapahtui yhteistyössä mallintajien ja neuvojien kanssa. Metsätilan kuviotasolle räätälöity neuvontamateriaali (skenaariot jne.)



toimi hyvin käytännön neuvonnassa. Metsänomistajat arvostivat materiaalia päätöksenteon tukena, vaikka neuvonnan ei koettu suuresti vaikuttaneen heidän näkemyksiinsä. Tärkeänä pidettiin, että neuvontamateriaali olisi käytössä jo ennen neuvontatilaisuutta ja myös sen jälkeen. Paikallisoaaminen, yhteisesti keskustellut tavoitteet ja metsänomistajalta lähtevät kysymykset olivat keskeisiä onnistuneessa tiedonvälityksessä. Tehokas tuuppaus perustui digitaalisesti tuettuun vuoropuheluun metsäneuvojan ja metsänomistajan välillä. Sorvasrannan kokeilu osoitti, että metsänomistajilla on kiinnostusta ja valmiutta tilojen välisen vuorovaikutuksen lisäämiseen metsäasioissa.

HIILIPOLUN toimintamalleille on kysyntää muuttuvassa ilmastossa, kun kasvukaudet pitenevät, lämpösumma kasvaa, hellejaksot ankaroituvat ja sademäärät lisääntyvät erityisesti talvisin. Metsätalous voi aktiivisesti hyödyntää pidempiä kasvukausia ja lisääntyvää lämpösummaa puuston kasvun edistämiseksi, mutta samalla varautua kuivuusjaksojen, maastopalojen sekä tuhoriskien lisääntymiseen.

Lämpötilan nousu voi muuttaa lajien levinneisyysalueita ja vuorovaikutus-

suhteita, mikä korostaa monimuotoisuutta tukevien metsänhoitokäytäntöjen toteuttamista yhteistyössä. Äärisäiden lisääntyminen vaikuttaa vesistökuormitukseen ja hiilivarastoon. Ojitetuilla turvemaidella ravinnekuormitus sekä maaperän päästöt todennäköisesti lisääntyvät ilmaston lämmetessä. Vesistökuormitusta voidaan kuitenkin vähentää yhteistyössä kuormitusta minimoivilla menetelmillä. Metsänhoidolla on lisäksi tärkeä rooli metsäpalojen leviämisen ehkäisyssä: puuston määrän ja laadun hallinta sekä sääolosuhteiden ja topografian huomioiminen auttavat vähentämään paloriskiä. Ilmaston lämpenemisen myötä maasto kuivuu yhä herkemmin, joten ennaltaehkäisevät toimet, jotka suunnitellaan ja toteutetaan yhteistyössä, ovat välttämättömiä.

HIILIPOLKU-hankkeen tulokset korostavat pitkäjänteisen yhteistyön, aktiivisen tiedonvaihdon ja joustavien toimintamallien merkitystä monitavoitteisen metsänhoidon ja ympäristötavoitteiden edistämisessä. Hankkeessa kehitetyt toimintamallit tarjoavat metsänomistajille ja toimijoille työkaluja, joilla he voivat hyödyntää metsien potentiaalia hiilensidonnassa, luonnon monimuotoisuuden turvaamisessa ja vesistökuormituksen hallinnassa.



HIILIPOLUN suositukset kiteytettynä

Eri toimijoiden kumppanuuteen perustuvat yhteistoiminnan käytännöt ja mallit tukevat ja kannustavat metsänomistajia sekä paikallisia metsätalouden toimijoita osallistumaan metsien hiilensidontaan, vesien-suojeluun ja luonnon monimuotoisuuden lisäämiseen. HIILIPOLKU -hanke suosittaa seuraavien näkökohtien huomioimista toimijoiden kumppanuuden rakentamisessa.

Luottamuksen rakentaminen: Pienvaluma-alueilla yhteisten tavoitteiden määrittäminen on helpompaa kuin isommilla alueilla, mutta se vaatii pitkäjänteistä työtä ja luottamuksen rakentamista eri osapuolten välille. Säännölliset tapaamiset ja erilaiset työpajat ja muut kohtaamiset voivat rakentaa pohjaa luottamukselle ja tiiviimmälle yhteistyölle.

Yhteiset tavoitteet: Metsätoimijoiden keskuudessa on löydettävissä yhteisiä tavoitteita ja halua sovittaa yhteen erilaisia metsien käyttöön liittyviä päämääriä. On tärkeää käydä keskustelua metsien käytön ja hoidon paikallisista tavoitteista ja tehdä sitä kautta näkyväksi metsien merkitystä paikalliselle ympäristölle ja elinkeinoille. Tavoitteiden kirjaaminen ja julkilausuminen voisi edistää niiden jalkautumista käytännön teoiksi.

Paikalliset erityispiirteet: Yhteisten tavoitteiden tarkka määrittely hiilensidontaan, vesiensuojeluun ja monimuotoisuuden liittyen tulee tehdä huomioiden alueiden erityispiirteet ja tarpeet, mikä voi edellyttää aluekohtaista suunnittelua ja räätälöityjä ratkaisuja.

Metsänomistajien moninaisuus: Koska metsänomistajat voivat olla paikallisia tai ei-paikallisia omistajia, yrityksiä, kuolinpesiä sekä sijoittajia, on suositeltavaa kehittää menetelmiä, jotka huomioivat tämän moninaisuuden ja edistävät kaikkien osapuolten osallistumista.

Ympäristötavoitteet: Ympäristötavoitteista metsänomistajat painottivat erityisesti vesiensuojelun tärkeyttä ja luonnon

monimuotoisuuden lisäämistä. Näitä tavoitteita voidaan tukea toimenpiteillä, kuten kunnostusojitusten välttämällä ja lehtipuuosuuden sekä lahopuun lisäämisellä. Hiilensidontaa voidaan lisätä asiantuntevan neuvonnan avulla.

Yhteistyön hyödyt: Kokemusten ja tiedon jakaminen auttaa löytämään parhaat toimenpiteet ja vähentämään ennakkolouloja. Kun metsänomistajat, ammattilaiset ja paikalliset ymmärtävät toimenpiteiden tavoitteet ja vaikutukset, heidän sitoutumisensa yhteisiin päämääriin vahvistuu.

Asiantuntija- ja vertaisoppiminen: Kehitetään vertaisoppimismalleja, joissa hyödynnetään toimijoiden omia kokemuksia ja tietoa. Tämä voi tukea metsänhoidon monimuotoisuutta ja lisätä saatavilla olevan tiedon monipuolisuutta.

Tiedonkulun parantaminen: Kiinnitetään huomiota tiedonkulun parantamiseen eri toimijoiden välillä, jotta kaikki osapuolet ymmärtävät suunniteltujen toimenpiteiden tavoitteet ja vaikutukset.

Neuvontamateriaalien hyödyntäminen: Neuvojen ja mallintajien kanssa laadittu neuvontamateriaali on osoittautunut tehokkaaksi ja metsänomistajien arvostamaksi päätöksenteon tueksi. Materiaalin tulisi olla saatavilla sekä ennen että jälkeen neuvonnan.

Digitaalisesti tuettu vuoropuhelu: Tuoppausta tehostamaan tulisi kehittää digitaalisia apuvälineitä, jotka tukevat vuoropuhelua metsänomistajan ja paikallista osaamista edustavan metsäneuvojan välillä.

Monitavoitteisen metsänhoidon edistäminen: HIILIPOLKU-hankkeessa kehitettyjen toimintamallien avulla voidaan tukea metsänomistajia monitavoitteisen metsänhoidon edistämiseksi.

Paikallisosaaamisen korostaminen: Paikallisosaaaminen ja yhdessä keskustellut tavoitteet ovat keskeisiä tiedonvälityksessä ja neuvonnassa. Hyödynnä näitä tekijöitä tehokkaasti neuvonnan aikana.





LIITE 1A. (LUKU 3, 4)

Metsätoimijoiden haastatteluaineisto

Tutkimuksessa kerättiin aineistoa 22 puolistrukturoidulla haastattelulla, jotka toteutettiin Microsoft Teamsin kautta kesä-syyskuussa 2022. Haastateltavina oli muun muassa metsänomistajia, metsänhoidon neuvonantajia, metsä- ja ympäristöviranomaisia, puun ostoyritysten edustajia, metsätalousyrittäjiä sekä kansalaisjärjestöjen edustajia. Haastattelut kestivät 30-75 minuuttia, ja ne tallennettiin sekä litteroitiin ulkopuolisen organisaation toimesta. Haastateltavat valittiin aiempien OPERANDUM- ja Freshabit LIFE IP -hankkeiden sidosryhmäverkostojen kautta, jotka olivat toimineet Puruveden alueella. Lisäksi muutamia henkilöitä pyydettiin mukaan lumipallomenetelmällä, eli haastateltavat suosittelivat muita potentiaalisia haastateltavia.

Tutkimushaastattelut koostuivat kolmesta osiosta. Ensimmäisessä osassa käsiteltiin taustatietoja, kuten haastateltavan suhdetta Puruveden alueeseen ja metsiin yleisesti. Toisessa osassa kysyttiin mielenkiintoista Puruveden valuma-alueen metsien käytöstä ja hoidosta nykytilanteesta sekä mahdollisissa ja toivotuissa tulevaisuuden tiloissa vuoteen 2035 mennessä. Kolmannessa osassa käsiteltiin haastateltavan näkemyksiä metsään liittyvien sidosryhmien välisistä suhteista ja yhteistyöstä tutkimusalueella. Jos haastateltava oli metsänomistaja, häneltä pyydettiin myös näkemyksiä metsänomistajien välisestä yhteistyöstä.

LIITE 1B (LUKU 3)

Tulevaisuusperintöverstas

Tutkimuksessa kerättiin aineistoa sidosryhmien työpajassa, joka pidettiin Suomen Metsämuseo Lustossa marraskuussa 2022. Työpajaan osallistui yhteensä 12 paikallista sidosryhmän edustajaa, joista puolet olivat osallistuneet jo tutkimushaastatteluihin, kun taas toinen puoli osallistui ensimmäistä kertaa. Työpaja kesti noin kaksi tuntia.

Aineistonkeruumenetelmänä käytettiin tulevaisuusperintöverstasta. Menetelmä pohjautuu 1950-luvulla kehitettyyn tulevaisuusverstas-ideaan, jossa osallistujia autetaan hahmottamaan vaihtoehtoisia tulevaisuuksia vallitsevan kehityskulun rinnalla (Paaskoski ym. 2022). Siivosen ym. (2022) mukaan tulevaisuusperintö koostuu taidoista ja perinteistä, joille ihmiset ovat antaneet merkityksen ja jotka voivat

muovata kulttuuria kestäväällä tavalla luonnon kantokyvyn rajoissa. Työpajassa osallistujat tarkastelevat menneitä ja tulevia aikajanoja, määrittelevät yhdessä merkityksellisiä vaihtoehtoisia tulevaisuuksia ja pohtivat keinoja niiden saavuttamiseksi (Paaskoski ym. 2022).

Työpajassa (Puruveden tulevaisuusperintöverstas) aineisto kerättiin kolmessa osiossa neljässä eri ryhmässä:

- 1) menneisyyden käännekohdista,
- 2) tulevaisuuden skenaarioiden pohdintoista (vuosina 2050 ja 2100) ja
- 3) tulevaisuusperinnöstä, joista jokaisessa osiossa keskusteltiin ennalta määritellyistä kysymyksistä. Lopuksi kaikki työpajaan neljä ryhmää jakoivat pääkohdat pienryhmäkeskusteluistaan muiden ryhmien kanssa.



LIITE 1C (LUKU 4, 6)

Metsänomistajakysely

Kysely kohdistettiin kolmelle Puruveden osavaluma-alueelle, jotka kattoivat yhteensä 501 metsänomistajan metsälöt. Omistajat tunnistettiin Suomen metsäkeskuksen rekisterin kautta. Kysely toteutettiin postikyselynä, koska vain osalle omistajista oli saatavilla sähköpostiosoite. Kyselyn teknisestä toteutuksesta vastasi Taloustutkimus OY. Kysely toteutettiin 2023 maaliskuun ja syyskuun välisenä aikana. Vastauksia saatiin 102 metsänomistajalta eli vastausprosentti oli 20,4 %.

Metsänomistajan taustan ja tilan ominaisuuksien lisäksi kysely sisälsi kysymyksiä metsänomistajien käsityksistä ja uskomuksista koskien erilaisia ympäristölähtöisiä metsänhoitokäytäntöjä sekä

heidän aikeitaan käyttää näitä käytäntöjä. Osa kysymyksistä liittyi metsänomistajien yhteistyöhön metsätalouden alalla.

Kyselyyn vastanneet olivat pääosin miehiä (75 %), ja heidän keski-ikänsä oli 63 vuotta. Vastaajien koulutustausta vaihteli: yliopistotasosta koulutusta oli 48 prosentilla, ammattikoulun suorittaneita 23 prosentilla ja peruskoulun tai muun tutkinnon suorittaneita 29 prosentilla. Vastaajien keskimääräinen metsäpin- ta-ala oli 51 hehtaaria, ja suurin osa vastaajista omisti maansa yksin tai puolison kanssa (74 %). Jäljelle jääneitä omistusrakenteita olivat verotusyhtymät (18 %), kuolinpesät (3 %), osakeyhtiöt (2 %) ja muut omistusmuodot (4 %).

LIITE 1D (LUKU 9)

Vaikutusanalyysi

Hankkeessa tuotettujen vesistö-, hiilen- sidonta-, ja monimuotoisuustavoitteiden mukaisten skenaarioiden vaikutuksia haluttiin arvioida laajemmalla tasolla yhteiskunnan näkökulmasta poliittisen päätöksenteon tueksi. Käytettävien menetelmien teoreettisena pohjana toimi kustannus-hyötyanalyysi (CBA, cost-benefit analysis), joka on yleisesti käytetty menetelmä erilaisten projektien, ohjauskeinojen tai rakennushankkeiden yhteiskunnallisessa arvioinnissa.

Kustannus-hyötyanalyysin tavoitteena on arvioida eri vaihtoehtojen vaikutuksia yhteiskunnallisesta perspektiivistä, ja jossa tavoitteena on projektin havaittujen tai odotettujen vaikutusten rahallistaminen, jotta vaikutuksia tai eri vaihtoehtoja voidaan vertailla keskenään (Boardman, 2017). Vaikutukset, jotka vähentävät ihmisten hyvinvointia, katsotaan kustannuksiksi, kun taas lisäykselliset vaikutukset hyödyiksi. Tausta-ajatuksena

on, että yhteiskunta voi kompensoida ”häviöjä” ohjauskeinojen avulla. Analyysiä tehdessä eri vaihtoehtojen odotetut vaikutukset rahallistetaan ja diskontataan projektin elinkaaren ajalta nykyarvoon. Rahallistamisen avulla eri projektien vaikutuksia voidaan vertailla yhteismitallisesti, vaikka projekteilla olisi tyystin eriävät odotetut vaikutukset. Kustannusten ja hyötyjen nykyarvojen erotuksesta saadaan projektin nettonykyarvo (tai jakolaskulla hyöty-kustannussuhde). Päätöksenteon kriteeri kustannus-hyötyanalyysissä on, että nettonykyarvoltaan positiiviset projektit tulisi toteuttaa.

Kuviokohtaiset mallinnukset on toteutettu Sorvasrannan, Kuonanjoen ja Hälvänjoen valuma-alueilla. Vaikutusanalyysissä on rahallistettu mallinnuksessa toteutettujen skenaarioiden (kts. luku 7) keskeiset vaikutukset hakkuista saatavien tulojen, vesiensuojelun ja hiilensidonnan osalta ja niitä verrataan



HIILIPOLKU-HANKKEEN LOPPURAPORTTI

LIITE 1

perustasoon, eli toimiin, jotka korostavat metsästä saatavia tuloja.

Vaikutusanalyysi on toteutettu kolmella eri tasolla, joista ensimmäinen on varsinaiset mallinnuksessa käytetyt Kuonanjoen, Sorvasrannan ja Hälvänjoen valuma-alueet. Seuraavina vaikutusanalyysin tasoina ovat Puruveden valuma-alue (Kuva 1) ja Etelä-Savon maakunta, joista tähän analyysiin on valittu mallinnusalueen metsiä vastaavat kuviojoukot.

Kuviojoukot laajemmilla tarkastelutasoilla muodostettiin etsimällä vastine mallinnetuista kuvioista metsävaratiedoissa olevien kasvupaikka- ja puustotietojen perusteella. Kriteerit yhdistämiselle olivat kasvupaikkaluokka, maalaji, pääpuulaji, kehitysluokka, pääryhmä ja alaryhmä. Numeeristen muuttujien osalta tarkastelussa olivat keskitilavuus, etäisyys vesistöstä, puuston keski-ikä, keskiläpimitta ja pohjapinta-ala. Numeeristen muuttujien osalta analyysissä vaadittiin, että kuvion arvot ovat $\pm 10\%$ sisällä mallinnetun kuvion tiedoista, jotka ovat kategoristen muuttujien osalta samanlaiset. Oletuksena oli, että mallinnustulokset ovat näin siirrettävissä samankaltaisille kuvioille alkupe-
räisen mallinnusalueen ulkopuolelle, eli nk. hyötyjen (ja kustannusten) siirtomene-
telmän (eng. benefit transfer) avulla (Johnston ym. 2015).

Vesiensuojelupainotteisen skenaarioiden osalta vaikutusten rahallistamisessa käytettiin aiempien arvottamistutkimusten tuloksia, jotka pohjautuvat Puruveden alueella tehtyyn virkistystutkimukseen (Tienhaara ym. 2021) ja kustannus-hyöty-analyysiin (Juvonen ym. 2024). Näiden tutkimusten pohjalta vuotuisen virkistyshyödyn yhtä vähennettyä fosforikiloa kohden arvioitiin olevan 6,55 euroa Savonlahden ja Kuonanjoen alueilla. Hiilensidonnain vaikutusten rahallistamisessa käytettiin Euroopan Unionin päästökaupan keskihintaa hiilidioksiditonnille vuodelta 2023, joka oli 83,24 euroa (ICAP, 2024). Vesiensuojeluhyötyjen arvioinnissa vesivirkistykseen osallistuvien määrää arvioitiin laskemalla vaikutusalueella asuvan väestön määrä Tilastokeskuksen (2023) väestöruutuaineistosta. Asukasmäärä oli mallinnusalueella 514, Puruveden valuma-alueella (Kuva 1) 7754 ja Etelä-Savon alueella 124315. Virkistyshyötyä laskettaessa oletettiin, että 78 % asukkaista osallistuu vesivirkistykseen (Neuvonen ym. 2022).

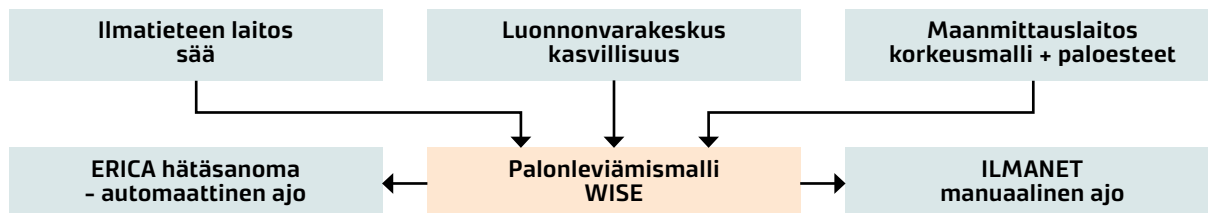
Kuva 1. Vaikutusanalyysin Puruveden valuma-alueen rajaus (FEI, 2014).



LIITE 1E (LUKU 10)

Maastopalojen ennustusjärjestelmä Suomessa

Kaaviokuva palonleviämismallin järjestelmäkokonaisuudesta



Puruveden alueella “yksinkertaiset skenaariovertailut” WISE-mallilla eri maaston kuivuuksilla ja tuulen nopeuksilla, sekä metsätyypeillä korkean ja erittäin korkean paloindeksin aikana (maastopalolle otollinen säätilanne).

Ilmatieteen laitoksella on käytössä Kanadassa kehitetty avoimen lähdekoodin palonleviämismalli WISE (Wildfire Intelligence and Simulation Engine) (WISE Application, 2023). Malli tarvitsee tietoa kasvillisuudesta, topografiasta ja säästä, joiden avulla voidaan mallintaa palon leviämistä maastossa tunnin aikaresoluutiolla.

Malli tuottaa tietoa myös esimerkiksi palaneen latvuksen osuudesta, palon intensiteetistä ja liekinpituudesta. Ilmatieteen laitokselle kehitettyä

mallinnusjärjestelmää voidaan käyttää sekä automaattisesti, että manuaalisesti. Automaattinen järjestelmä poimii syttymispisteen koordinaatit ja ajan ERICA hätäsanomasta, ja kerää tarvittavat tiedot mallinnusta varten eri avoimista aineistoista (Ilmatieteen laitos, Luonnonvarakeskus, Maanmittauslaitos). Mallinnustulokset arkistoidaan myös helpää tarkastelua varten. Mallia on myös mahdollista ajaa manuaalisesti Ilmatieteen laitoksen ILMANET alustalla. Käyttäjä voi määrittää palon syttymispisteen koordinaatit ja tyyppin (piste, linja tai alue) ja palon keston (esimerkiksi 12.6.2022 06:00 - 13.6.2022 14:00). Malli kerää tarvittavat aineistot ja laskee palon leviämisen alueella. Lopputuloksena käyttäjälle visualisoidaan palon leviäminen alueella.

LIITE 1F (LUKU 11)

Webpropol -kysely

Hankkeen päättyessä lähetettiin Webpropol -kysely kaikille hankkeen tutkijoille sekä ohjaus- ja projektiryhmän jäsenille. Kysymykset käsittelivät kokemuksia hankkeen toteutuksesta,

hankkeeseen osallistuneiden välisestä yhteistyöstä, hankkeen vaikuttavuudesta sekä jatkotutkimustarpeista. Kyselyyn vastasi 12 tutkijaa sekä neljä ohjausryhmän ja yksi projektiryhmän jäsen.

LIITE 2

Neuvontamateriaali Puruveden metsänomistajille (lyhennelmä)

Hiilipolku-kohdealueet Puruvedellä

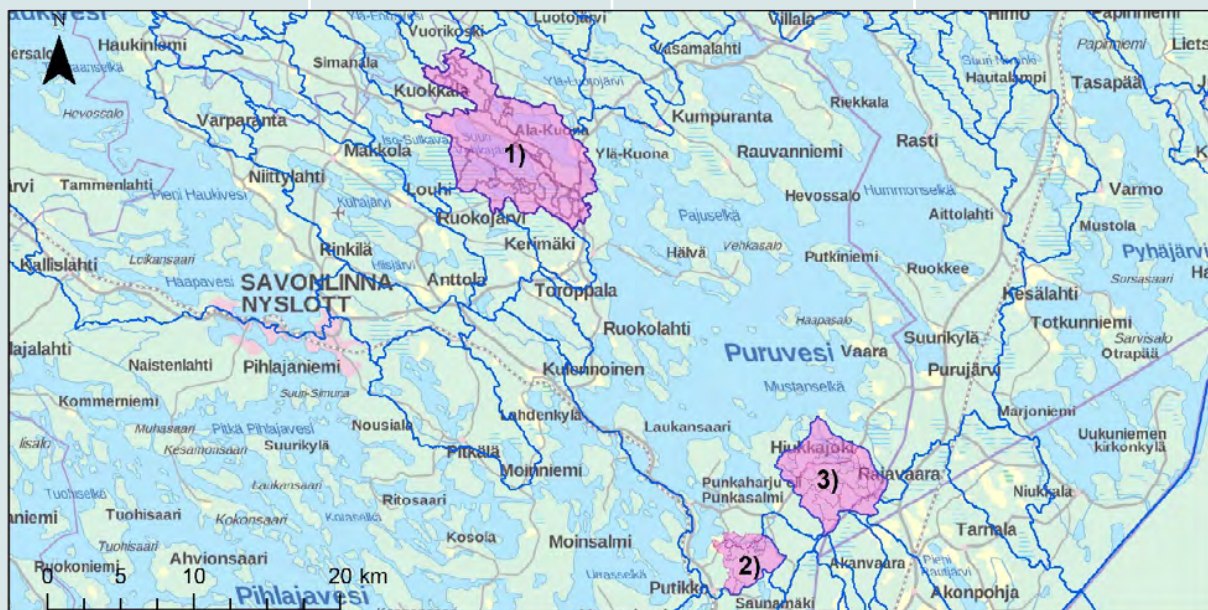
Puruveden valuma-alueen koko on 1017 km², josta vesistöjen osuus on 43%. Yli 77 % vesistöstä kuuluu Natura 2000-ohjelmaan merkittävien luontoarvojensa vuoksi. Valuma-alueen maa-ala on 567 km², ja sen tärkein maankäyttömuoto on metsätalous (86 %). Metsien käytöllä on vaikutusta niin Puruveden tilaan, luonnon monimuotoisuuteen kuin metsiin varastoituvan hiilidioksidin määrään. Ilmaston muuttuessa metsien kasvuun ja metsätaloudesta aiheutuviin ravinnepäästöihin on odotettavissa muutoksia.

Hiilipolku-hankkeessa on tarkasteltu kolmen eri valuma-alueen metsiä Kuo-

nanjoelta, Hälvänjoelta ja Sorvasrannalta. Aluekohtaisten tarkastelujen lisäksi olemme tehneet yksityiskohtaisempia laskelmia yksittäisten metsänomistajien metsätiloille ja laatineet niistä yhteenvedot kullakin tilalla toteutettavan neuvontatilanteen materiaaliksi.

Hiilipolku-hankkeessa olemme tuottaneet uusimman tieteellisen tiedon pohjalta arvioita metsätilasi erilaisten metsänkäsittelytapojen vaikutuksista hiilensidontaan ja puuston kasvuun, luonnon monimuotoisuuden kannalta tärkeisiin rakennepiirteisiin, sekä Puruveden kohdistuvaan ravinnekuormitukseen. Arviot on tuotettu Luonnonvarakeskuksen Motti- ja SUSI-mallien avulla ja ulottuvat vuoteen 2055.

Kuonanjoki (1)	Hälvänjoki (3)	Sorvasranta (2)	Yhteensä (501 omistajaa)
5542 ha	2833 ha	1125 ha	9500 ha
3983 kuviota	2373 kuviota	971 kuviota	7327 kuviota



Hiilipolku-hankkeessa tuotetut arviot esitellään Sinulle neuvontatilanteessa, jonka tavoitteena on selvittää voiko täsmällisesti omaan metsätilaan kohdennetulla tiedolla ja neuvonnalla parantaa metsien hiilensidontaa samalla huomioiden myös muita luontovaikutuksia. Metsänomistajana Sinä päätät metsänhoidon tavoitteista ja hoitotavoista. Neuvontatilanne ei velvoita Sinua tai muita metsänomistajia mihinkään toimiin. Neuvontamateriaali on tilakohtainen. Metsätilasi kuvioiden arviolaskelmat esitetään vain tässä dokumentissa Sinulle, neuvojalle ja tutkimusryhmälle. Dokumentti ei ole julkisesti saatavilla, eikä siihen liittyviä tietoja luovuteta ulkopuolisille metsänomistajaan yhdistettävässä muodossa.

Metsänkasvatuksen erilaisia tavoitteita

Metsätilasi kehitystä on arvioitu kuuden erilaisen tavoitteen kautta. Kutakin tavoitetta varten on luotu oma metsien käsittelyn suositus (toimintamalli) metsänkasvatuksen toimenpiteiden valitsemiseksi eri metsikkökuvioille. Valinnoista seuraa eroja puuston kehitykseen, hiilensidontaan, monimuotoisuuteen ja vesistövaikutuksiin. Arviot näiden valintojen vaikutuksista pidemmällä aikavälillä esitetään tämän neuvontamateriaalin tulososassa. Hankkeessa lasketut arviot ovat malleilla tuotettuja suuntaa antavia ennusteita, ja niistä saatavan tiedon on tarkoitus tukea neuvontatilannetta ja päätöksentekoa. Arvioiden taustaoletukset ja ennusteisiin liittyvät epävarmuudet esitetään jäljempänä.

PERUS: Kestävän ja taloudellisesti kannattavan metsänhoidon toimintamalli. Noudattaa yleisesti käytettyjä Hyvän metsänhoidon suosituksia, ml. suosituksen ohjeet luonnonhoitotoimista, liittyen lehtipuuston ja säästöpuiden määrään. Soveltuvilla kohteilla voidaan kunnostaa oja ja tehdä lannoituksia.

PERUS+vesi: Kestävän ja taloudellisesti kannattavan metsänhoidon toimintamalli vesistökuormitus minimoiden. Kuten PERUS-malli, mutta vältetään ojien kunnostusta ja kivennäismaiden lannoituksia.

HIILI: Kestävän, hiilinielua lisäävän metsänhoidon toimintamalli. Metsiä kasvatetaan PERUS-mallia pidempään ennen uudistushakkuuta, harvennukset tehdään kevyempinä ja lannoituksilla tehostetaan puuston kasvua.

HIILI+vesi: Kestävän, hiilen sidontaa lisäävän metsänhoidon toimintamalli vesistökuormitusta minimoiden. Kuten HIILI-malli, mutta vältetään ojien kunnostusta ja kivennäismaiden lannoituksia.

BIO: Kestävän, luonnon monimuotoisuutta lisäävän metsänhoidon toimintamalli. Metsiä kasvatetaan PERUS-mallia pidempään ennen uudistushakkuuta, harvennukset tehdään kevyempinä ja lehtipuuston osuutta lisätään taimikonhoidossa ja harvennuksissa tavoitteena puulajikirjon ja lahopuun määrän lisääminen.

BIO+vesi: Kestävän ja luonnon monimuotoisuutta lisäävän metsänhoidon toimintamalli vesistökuormitusta minimoiden. Kuten BIO-malli, mutta vältetään ojien kunnostusta ja kivennäismaiden lannoituksia.

Taustaoletukset ja epävarmuudet

Laskelmat perustuvat laskentojen aloitusajankohdan kuvioittaiseen metsävaratietoon. Tuloksiin vaikuttavat aineiston tarkkuus ja ajantasaisuus. Laskenta on tehty syksyn 2022 tietoihin perustuen.

Metsien kehitysennusteissa ja vesistövaikutuslaskelmissa oletetaan, että ilmasto säilyy nykyisen kaltaisena koko tarkastelujakson ajan. Ilmastonmuutos kuitenkin äärevöittää sääilmiöitä nykykasityksen mukaan. Ilmaston lämpeneminen voi lisätä puiden kasvua mutta toisaalta myös kasvattaa tuhoriskejä. Se voi muuttaa myös vesistöihin kohdistuvan ravinnekuormituksen ajoitusta ja määrää. Laskelmissa oletetaan, että metsätilaan ei kohdistu merkittäviä tuuli-, hyönteis- tai muita tuhoja tarkasteluajanjaksona.

Eri tavoitteisiin valittavissa toimenpiteissä on runsaasti vaihtoehtoja tasaikäiselle metsänkasvatukselle. Jatkovapeitteinen metsänkasvatus voi olla käyttökelpoinen vaihtoehto sille soveltuvilla kohteilla, esimerkiksi korpikuusikoissa, mutta sen sopivuutta ei voida

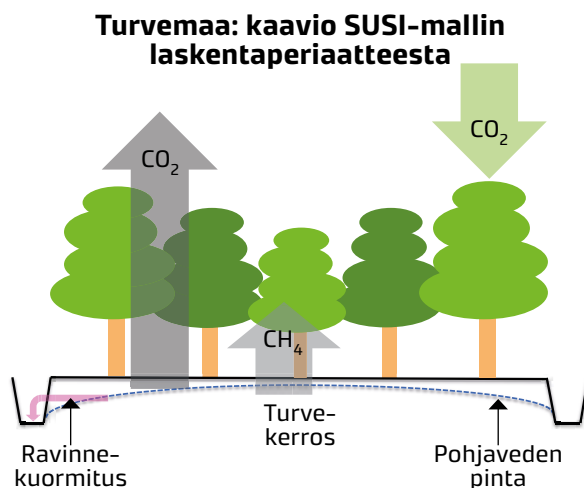


arvioida pelkästään kuviotiedoista vaan se on todettava maastossa. Sen vuoksi jatkuvapeitteistä metsänkasvatusta ei tässä yhteydessä suoraan esitetä valittavaksi millekään kuviolle. Jatkuvapeitteinen kasvatusta on mahdollinen vaihtoehto varsinkin HILLI-toimintamallissa, mutta sen puuntuotannollisista- ja monimuotoisuusvaikutuksista tietoa on toistaiseksi liian vähän.

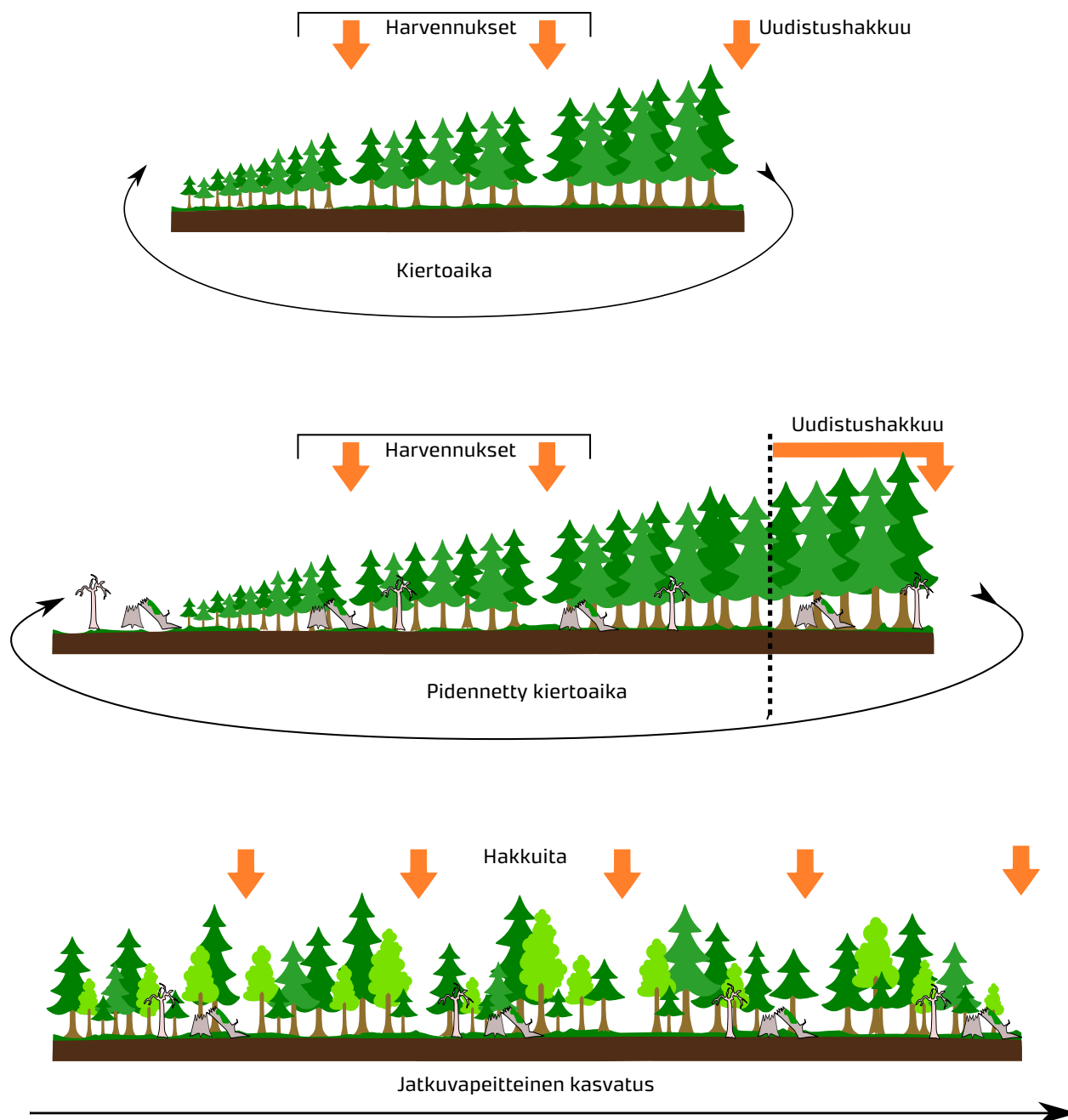
Luonnon monimuotoisuutta tukevien toimenpiteiden mittareina ovat lehtipuuston määrä, säästöpuiden määrä ja kuolleen puun määrä. Koska arviolaskelmat perustuvat numeeriseen kuviotietoon, ei metsiköiden keskinäisiä sijainteja tai pieni-piirteisiä yksityiskohtia ole voitu sisällyttää laskelmiin. Kuviotietoihin merkityt hakkuurajoitteet esimerkiksi arvokkaissa luontokohteissa on kuitenkin huomioitu. Arvioita tehdessä ei myöskään ole ollut tiedossa kuviokohtaista olemassa olevan kuolleen puun määrää.

Typen ja fosforin kuormitus vesistöihin on laskettu turvemaille SUSI-mallilla. Ojien kunnostuksen vaikutus humuksen ja kiintoaineen kertymiseen sekä niiden mukana tulevaan fosforikuormaan on arvioitu tyyppillisen kehityksen mukaisesti 10 vuoden ajan (ominaiskuormitusluku) [1]. Lisäksi ojitetuille turvemaille on arvioitu typelle ja fosforille 4-6 vuoden ajaksi hakkuulisä mahdollisten hakkuiden jälkeen [2]. Mineraalimaan kuvioille typen ja fosforin kuormituksen on arvioitu olevan korkeampaa 10 vuotta uudistuksen jälkeen sekä typen kuormituksen 2 vuotta lannoituksen jälkeen.

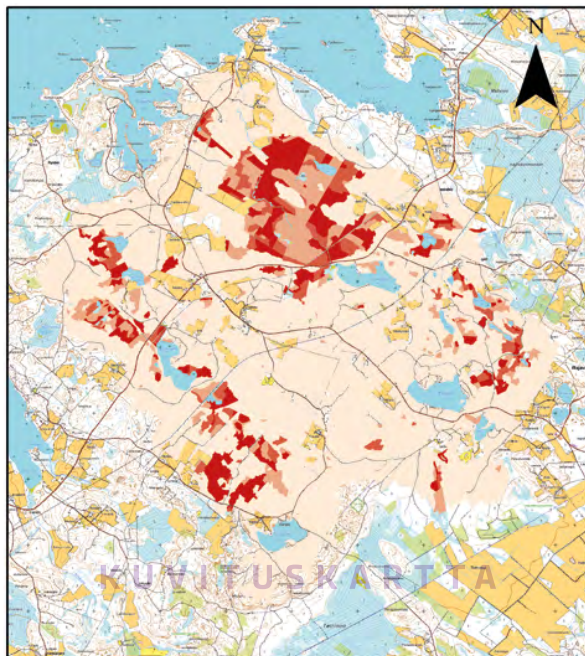
Eroosion merkitys Puruveden tilaan (mm. tummuminen) on merkittävä. Eroosioriskikarttojen (RUSLE) avulla on tunnistettu korkean riskin alueita. Tarkemmista alueellisista vesistövaikutuksista saa lisätietoa Etelä-Savon ELY-keskuksesta (www.ely-keskus.fi/ely-etela-savo) ja Pro Puruvesi ry:stä (www.propuruvesi.fi). [1] [2]



HIILIPOLKU-HANKKEEN LOPPURAPORTTI
LIITE 2



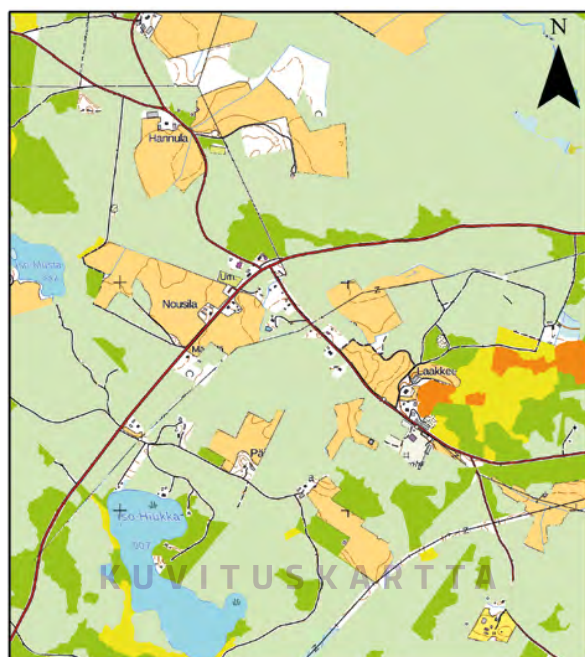
Seuraavat kartat ovat kuvitteellisia esimerkkejä:
Metsätilasi alueellinen merkitys ravinnekuormituksessa



Typpikuormitus kg/ha/vuosi
 Alle keskimääräisen taustakuorman (<1.2)
 Yli keskimääräisen taustakuorman (1.2-2.8)
 Korkea kuormitus (2.8-4.4)
 Erittäin korkea kuormitus (>4.4)



Forforikuormitus kg/ha/vuosi
 Alle keskimääräisen taustakuorman (<0.053)
 Yli keskimääräisen taustakuorman (0.053-0.11)
 Korkea kuormitus (0.11-0.54)
 Erittäin korkea kuormitus (>0.54)



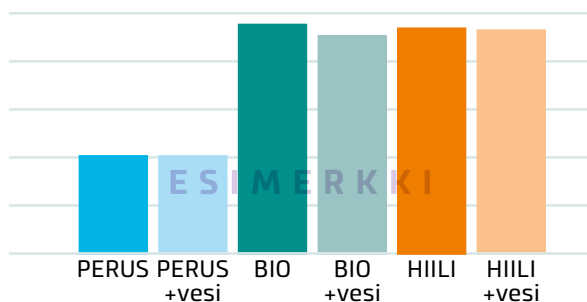
RUSLE eroosiherkkyys kg/ha/vuosi
 <100 100-200 200-400 400-800 >800



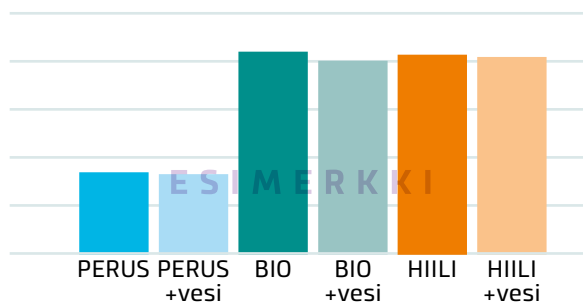
Virtausnopeus, cm/sek
 Alle 30 30-50 50-80 >80

Seuraavat graafit ovat kuvitteellisia esimerkkejä:

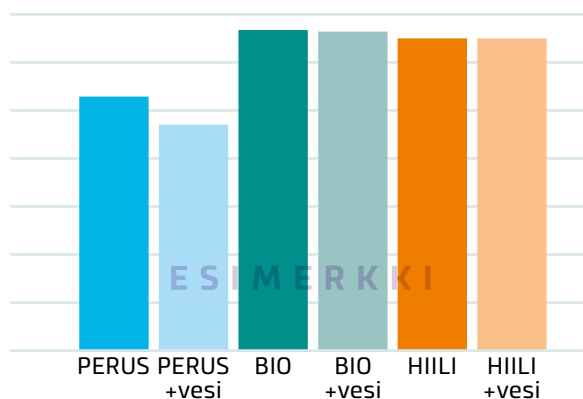
**Elävän puuston hiilivarasto
30 vuoden jakson lopussa**
Tonnia CO₂-ekv.



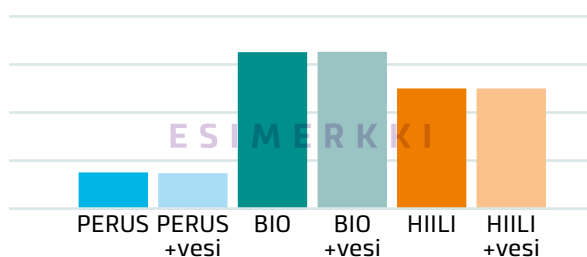
**Elävän puuston tilavuus
30 vuoden jakson lopussa, m³**



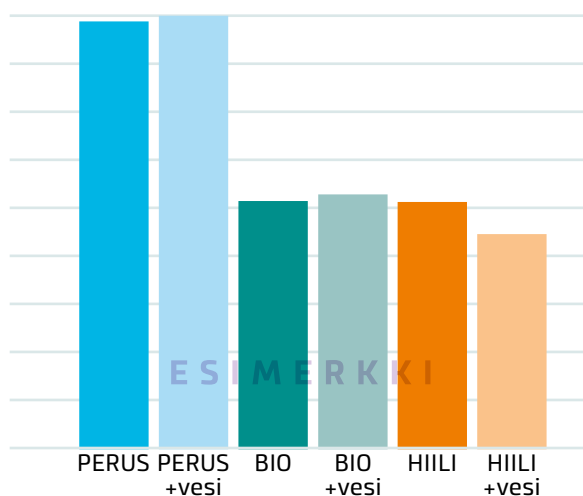
**Kuolleen puun tilavuus
30 vuoden jakson lopussa, m³**



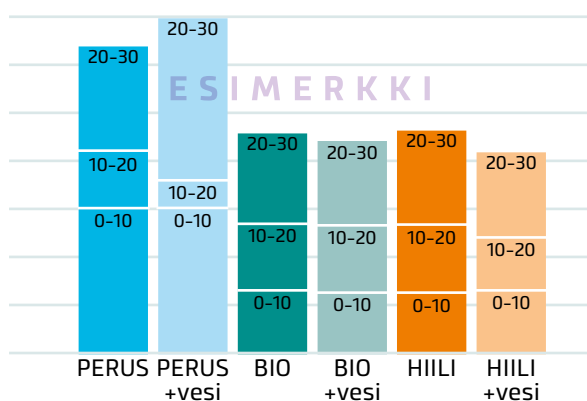
**Lehtipuuston tilavuus
30 vuoden jakson lopussa, m³**



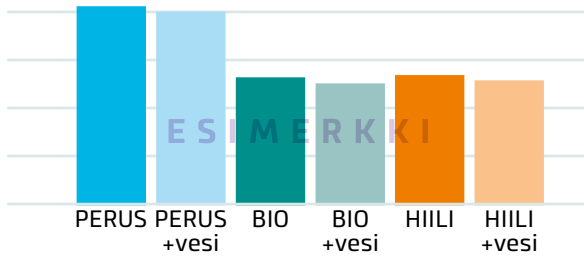
**Nettotulojen nykyarvo
30 vuotta, 3 % korko, NPV, €**



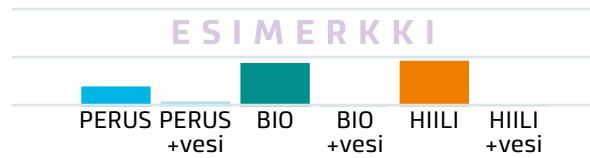
**Hakkuukertymät
10 vuoden jaksottain, m³**



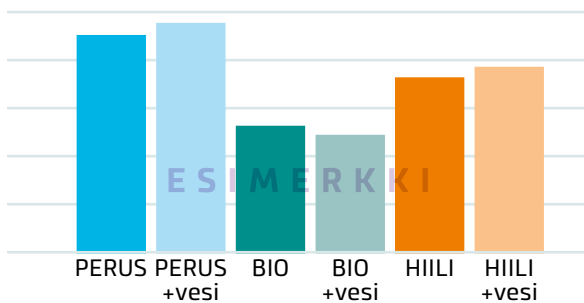
**Turvemaat, fosfori-huuhtouma
30 vuoden jaksolta, kg**



**Mineraalimaat, fosfori-huuhtouma
30 vuoden jaksolta, kg**



**Turvemaat, typpi-huuhtouma
30 vuoden jaksolta, kg**



**Mineraalimaat, typpi-huuhtouma
30 vuoden jaksolta, kg**



Valintatilanteet erilaisilla metsikkökuvioilla

Puuston kehitysvaihe vaikuttaa metsätilan yksittäisellä metsikkökuvioilla tehtäviin valintoihin. Laskelmien tarkastelujakso on 30 vuotta, joten laskettuihin arvioihin sisältyvät vain sille ajanjaksolle ajoittuvat toimenpidevalinnat. Esimerkiksi valinta pidentyn kiertoajan käytöstä tulee mukaan vain niillä kuvioilla, jotka saavuttavat uudistuskypsyyden 30 vuoden tarkastelujakson aikana. Vastaavasti valinnan (ja toteutuksen) ajankohdasta riippuu, kuinka paljon se ehtii vaikuttaa tarkastelujaksolta laskettuihin seikkoihin. Lähitulevaisuudessa tehdyn toimenpiteen vaikutus näkyy arvioissa selvemmin, kuin aivan lopussa 25-30 vuoden kohdalla tehdyn toimenpiteen.

Yleisesti:

Taimikkovaiheen metsissä toteutetaan taimikonhoitotyöt ajallaan kaikissa vaihtoehtoisissa, mutta BIO- ja HIILI-vaihtoehtoisissa taimikko jätetään PERUS-vaihtoehtoa tiheämmäksi ja etenkin BIO-vaihtoehtoisissa havupuutaimikkoon jätetään runsaasti lehtisekapuustoa.

Nuoren kasvatusvaiheen kuvioilla ensiharvennuksen ajankohdalla tulee

valittavaksi, kuinka voimakkaasti harvennetaan ja miten puulajisuhteita säädellään. BIO- ja HIILI-vaihtoehtoisissa harvennus tehdään lievempänä ja BIO-vaihtoehtoisissa lehtipuuston osuutta paremmin säilyttävänä PERUS-vaihtoehtoon verrattuna. Lisäksi päätetään harvennuksen jälkeen tehtävästä lannoituksesta ja turvemaiden harvennuksen yhteydessä tehtävästä ojien kunnostuksesta. Molempia voidaan käyttää HIILI-vaihtoehtoisissa, mutta +vesi -vaihtoehtoisissa vältetään ojien kunnostamista ja kivennäismaiden lannoitusta.

Varttuneempien metsien harvennuksissa BIO- ja HIILI-vaihtoehtoisissa harvennukset tehdään lievempinä kuin PERUS-vaihtoehtoisissa, ja säilytetään lehtipuustoa etenkin BIO-vaihtoehtoisissa. Yläharvennukset soveltuvat käytettäväksi toimintamalleissa, jossa on tarkoitus pidentää kiertoaikaa.

Uudistuskypsien metsien kohdalla valittavaksi tulee uudistushakkuu tai sen ajankohdan siirtäminen tuonnemmaksi (pidennetty kiertoaika), jolloin uudistushakkuun sijaan voidaan tehdä vielä harvennus. Puustorakenteeltaan sopivilla kohteilla voidaan vaihtoehtoisesti ottaa myös jatkuva-
peitteinen kasvatus.

HIILIPOLKU-HANKKEEN LOPPURAPORTTI

LIITE 2

Esimerkki kangasmaan kuviosta

Tuoreen kankaan varttunut mäntyvaltainen metsikkö, n. 50 v, ppa 24, pit 19 (suluissa toimenpiteen laskennallinen toteutusvuosi tarkastelujakson alusta).

5-vuotis-jakso	PERUS	PERUS +vesi	BIO	BIO +vesi	HIILI	HIILI +vesi
0-5						
5-10	Harvennus (8)	Harvennus (8)	Harvennus (8) (lehtipuuta säästävä)	Harvennus (8) (lehtipuuta säästävä)	Harvennus (8) (lievä)	Harvennus (8) (lievä)
10-15			Lannoitus (13)		Lannoitus (13)	
15-20						
20-25	Uudis-hakkuu (21) uudis-taminen	Uudis-hakkuu (21) uudis-taminen				
25-30	Varhais-perkaus (26)	Varhais-perkaus (26)	Harvennus (27) (lehtipuuta säästävä)	Harvennus (30) (lehtipuuta säästävä)	Harvennus (27) (lievä)	Harvennus (30) (lievä)
			(Pid. kiertoaika)	(Pid. kiertoaika)	(Pid. kiertoaika)	(Pid. kiertoaika)

Esimerkki turvemaan kuviosta

Puolukkaturvekankaan nuori mäntyvaltainen metsikkö, n. 17 v, ppa 11, pit 8 (suluissa toimenpiteen laskennallinen toteutusvuosi tarkastelujakson alusta).

5-vuotis-jakso	PERUS	PERUS +vesi	BIO	BIO +vesi	HIILI	HIILI +vesi
0-5						
5-10						
10-15	Ensi-harvennus (16), ojien kunnostus	Ensi-harvennus (16)	Ensi-harvennus (16) (lehtipuuta säästävä), ojien kunnostus	Ensi-harvennus (16) (lehtipuuta säästävä)	Ensi-harvennus (16) (lievä), ojien kunnostus	Ensi-harvennus (16) (lievä)
15-20	Lannoitus (21)	Lannoitus (21)			Lannoitus (21)	Lannoitus (21)
20-25						
25-30					Harvennus (29) (lievä)	Harvennus (30) (lievä)
	(harv. 31)	(harv. 34)	(Pid. kiertoaika)	(Pid. kiertoaika)	(Pid. kiertoaika)	(Pid. kiertoaika)





Viitteet

Boardman, A. E., Greenberg, D. H., Vining, A. R., Weimer, D. L. 2017. Cost-benefit analysis: concepts and practice. Cambridge University Press.

FEI. 2014. Open Information Service: Watershed Division. Finnish Environmental Institute.
<https://ckan.ymparisto.fi/dataset/%7BCFD96B5D-C2E7-4B6A-A861-E91B48B7283F%7D>

Gonzalez-Ollauri, A., Mickovski, S.B., Debele, S., Martino G., Kumar, P., Ommer, J., Pilla, F., Pulvirenti, B., Toth, E., Ukonmaanaho, L., Zieher, T., Emmanuel R. 2023. Selection of Nature-based Solutions against hydro-meteorological hazards at Open-Air Laboratories across Europe. Journal of Environmental management 331(2023) 117183.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.117183>

Gregow, H., Mäkelä, A., Tuomenvirta, H., Juhola, S., Käyhkö, J., Perrels, A., Kuntsi-Reunanen E., Mettiäinen, I., Näkkäläjärvi, K., Sorvali, J.H., Lehtonen, H., Hilden, M., Veijalainen, N., Kuosa, H., Sihvonen, M., Leijala, U., Ahonen, S., Johansson, M.M., Haapala, J.J., Korhonen, H., Ollikainen, M., Lilja, S., Ruuhela, R., Rasmus, S., Särkkä, J., Siiriä, S.M. 2021. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen ohjauskeinot, kustannukset ja alueelliset ulottuvuudet. Suomen ilmastopaneeli Raportti, Nro 2/2021, Suomen ilmastopaneeli, Helsinki.
<https://doi.org/10.31885/978952745704>

Hakala, A., Hagman, A.-M., Kangas, H., Heikkala, E. 2021. Etelä-Savon Ely keskus: Vesienhoidon yleissuunnitelma Puruveden kalatalousalueelle. Ramboll Finland oy 86 s. Salminen, H., Lehtonen, M. & Hynynen, J. Reusing legacy FORTRAN in the MOTTI growth and yield simulator. in Computers and Electronics in Agriculture vol. 49 103-113 (2005).

Huhta, E., Ukonmaanaho, L., Häyrynen, L. 2024. Metsien hiilensidonta, metsätalouden vesistökuormitus ja monimuotoisuus: Tukimahdollisuuksia metsänomistajalle (2. painos). Luonnonvarakeskus. 14 s.
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-957-4>

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 (1-2), 5-18.

Häyrynen, L., Kaseva, J., Pouta, E. 2024a. Forest owners' intentions to participate in cooperative forest management. Käsikirjoitus lähetetty arvioitavaksi Forest Policy and Economics -lehteen, elokuu 2024.

Häyrynen, L., Kaseva, J., Pouta, E. 2024b. Forest owners' interest in applying environmentally oriented forest management practices. Käsikirjoitus lähetetty arvioitavaksi Small-scale forestry -lehteen, syyskuu 2024.

Häyrynen, L., Soini, K. 2024. Bridging the Gap: Visions and Capacities of Local Stakeholders for Adaptive Forest Management. Käsikirjoitus lähetetty arvioitavaksi Scandinavian journal of forest research -lehteen, lokakuu 2024.

ICAP 2024. International Carbon Action Partnership. 2024 EU Emissions Trading System (EU ETS).
<https://icapcarbonaction.com/en/ets/eu-emissions-trading-system-eu-ets> Haettu 6.9. 2024

Johnston, R. J., Rolfe, J., Rosenberger, R. S., Brouwer, R. 2015. Benefit transfer of environmental and resource values. The economics of non-market goods and resources, 14.

Juvonen, J., Lankia, T., Salmivaara, A., Parkatti, V.-P., Pouta, E., Ahtiainen, H., Kuntsi-Reunanen, E., Tienhaara, A., Laurén, A., Palviainen, M., Sarkkola, S., Ukonmaanaho, L. 2024. Costs and benefits of implementing continuous cover forestry in boreal peatlands. Hyväksytty käsikirjoitus Scandinavian Journal of Forest Research lehteen.

Juvonen, J., Artell, J., Haikarainen, S., Häyrynen, L., Pouta, E., Pirinen, P., Soini, K., Salmivaara, A., Stenberg, L., Tuomenvirta, H., Ukonmaanaho, L., Hynynen, J., Vanninen, P. 2023. Puruveden metsät - taustatietoa monitavoitteiseen metsienhoitoon tietopaketti. Luonnonvarakeskus. 27 s.
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-700-6>

Laurén, A., Palviainen, M., Laiho, R., Leppä, K., Launainen, S., Hökkä, H., Nieminen, M., Urzainki, I., Stenberg, L. 2021. Suosimulaattori (SUSI) - uusi mekanistinen simulointimalli suometsien hoidon suunnitteluun. Metsätieteen aikakauskirja vuosikerta 2021 artikkeli 10575.
<https://doi.org/10.14214/ma.10575>

Lehtonen, I., Venäläinen, A., Kämäräinen, M., Peltola, H., Gregow, H. 2016. Risk of largescale fires in boreal forests of Finland under changing climate. Natural Hazards and Earth System Sciences 16: 239-253.
doi.org/10.5194/nhess-16-239-2016

Lehtonen, I., Venäläinen, A. 2020. Metsäpalokesä 2018 muuttuvassa ilmastossa – poikkeuksellinen vuosi vai uusi normaali? Ilmatieteen laitos, Raportteja 2020:2, 26 p + Appendix.

HIILIPOLKU-HANKKEEN LOPPURAPORTTI VIITTEET

Luke 2024. <https://www.luke.fi/fi/palvelut/luonnonvarakeskuksen-mottiohjelmistolla-voidaan-ennustaa-metsikon-tulevaa-kehitysta> - tiedot haettu 28.10.2024

MMM 2022. <https://mmm.fi/maankayttosektorin-ilmastosuunnitelma/tutkimus-ja-innovaatio-ohjelma> - tiedot haettu 28.10.2024.

Neuvonen, M., Lankia, T., Kangas, K., Koivula, J., Nieminen, M., Sepponen, A.-M., Store, R., Tyrväinen, L. 2022. Luonnon virkistyskäyttö 2020.

Paaskoski, L., Siivonen, K., Vähäkari, N., Latvala-Harvilahti, P., Pelli, P., Granlund, M., Hujala, T. 2022. Dynaaminen museo ja tulevaisuusperintöverstas: käsikirja museoiden ekososiaaliseen sivistystyöhön. Suomen Metsämuuseumi Lusto. Lusto julkaisuja 6, 73 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-69018-8-6>

Palviainen, M., Pumpanen, J., Mosquera, V., Maher Hasselquist, E., Laudon, H., Ostonen, I., Kull, A., Renou Wilson, F., Peltomaa, E., Könönen, M., Launiainen, S., Peltola, H., Ojala, A., Laurén, A. 2024. Extending the SUSI peatland simulator to include dis-solved organic carbon formation, transport and biodegradation - Proper water management reduces lateral carbon fluxes and improves carbon balance. Science of the Total Environment 950, 175173. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.175173>

Potter, R. 2018. Nudging - the practical applications and ethics of the controversial new discipline. The Economics Review at the New York University. <https://theeconreview.com/2018/03/23/nudging-the-practical-applications-and-ethics-of-the-controversial-new-discipline/>

Salmivaara, A., Haikarainen, S., Stenberg, L., Artell, J., Vanninen, P., Hynynen, J., Salminen, H., Tuomenvirta, H., Ukonmaanaho, L. 2024. Hiilipolun Skenaariot - Mallipohjainen tarkastelu metsänkäsittelyn vaikutuksista vesistökuormitukseen, hiilitaseeseen ja monimuotoisuuteen Puruveden alueella. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 90/2024.

Luonnonvarakeskus. Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-981-9>

Siivonen, K., Latvala-Harvilahti, P., Vähäkari, N., Paaskoski, L. 2022. Tulevaisuusperintöverstas kestävän tulevaisuuden edistäjänä. Teoksessa: Aalto, H-K ym. (toim.) Tulevaisuuden tutkimus tutuksi - Perusteita ja menetelmiä. Tulevaisuudentutkimuksen Verkostoakatemia julkaisuja 1/2022, Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto. 481 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-249-563-1>

SYKE 2018. Corine maapeiteluokitus 2018. <https://ckan.ymparisto.fi/dataset/corine-maanpeite-2018> - Haettu 2019

Tienhaara, A., Lankia, T., Lehtonen, O., Pouta, E. 2021. Heterogeneous preferences towards quality changes in water recreation: Latent class model for contingent behavior data. Journal of Outdoor Recreation and Tourism, 35, 100386. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jort.2021.100386>

Tilastokeskus 2023. Väestöruutuaineisto 1 km x 1 km [Paikkatietoaineisto]. <http://paikkatiedot.fi/so/1000191>

Vajda, A., Venäläinen, A., Suomi, I., Junila, P., Mäkelä, H. 2014. Assessment of forest fire danger in a boreal forest environment: description and evaluation of the operational system applied in Finland. Meteorological Applications 21: 879-887. doi.org/10.1002/met.1425

Venäläinen, A., Lehtonen, I., Laapas, M., Ruosteenoja, K., Tikkanen, O.-P., Viiri, H., Ikonen, V.-P., Peltola, H. 2020. Climate change induces multiple risks to boreal forests and forestry in Finland: A literature review. Glob Change Biol. 2020; 26: 4178- 4196.

WISE Application, 2023. saatavilla osoitteessa: https://github.com/WISE-Developers/WISE_Application.





HIILIPOLKU-hanke on osa maa- ja metsätalousministeriön keväällä 2020 käynnistämää maankäyttösektorin Hiilestä kiinni -ilmastotoimenpidekokonaisuutta. Toimenpiteillä pyritään vähentämään maa- ja metsätalouden ja muun maankäytön kasvihuonekaasupäästöjä ja vahvistamaan hiilinieluja ja varastoja.

Lisää toimenpidekokonaisuudesta:
mmm.fi/maankayttosektorin-ilmastosuunnitelma

MUKANA POLULLA

Metsänhoitoyhdistys Etelä-Savo • Pro Puruvesi • Suomen metsäkeskus Etelä-Savo
Suomen Metsämuseo LUSTO • Etelä-Savon ELY-keskus



Maa- ja metsätalous-
ministeriö



ILMATIETEEN LAITOS

