

Toteutuneiden suojavyöhykkeiden tulkinta
Loppuraportti
31.10.2024

Maa- ja metsätalousministeriö

Tapio Palvelut Oy (jäljempänä Tapio) vastaa palvelun toteuttajana ja raportin laatijana siitä, että raportti on laadittu ammattitaitoisesti, huolellisesti ja alalla vallitsevaa hyvää ammattikäytäntöä noudattaen. Raportti vastaa tilannetta sen antamishetkellä, eikä Tapio siten ole vastuussa myöhemmin esim. olosuhteiden muuttumisesta johtuneista seikoista. Toimeksiannon suorittamista varten Tapio on saanut toimeksiantajalta tai kolmasosapuolta aineistoa ja laskentamalleja, joiden oikeellisuuteen ja todenmukaisuuteen Tapio on luottanut ilman eri tutkimusta tai todentamista, ellei kyse ole aineistosta, jonka oikeellisuuden tai todenmukaisuuden selvittäminen on nimenomaisesti kuulunut toimeksiantoon.

Tapio ei vastaa missään tapauksessa raportin välillisistä eikä epäsuorista vahingoista. Tapion vastuu rajoittuu kaikissa tapauksissa sille toimeksiannosta maksettua määrää, ellei Tapion osoiteta menetelleen tahallisesti tai törkeän tuottamuksellisesti. Kolmannella taholla on oikeus luottaa lausuntoon vain siinä tarkoituksessa, mihin lausunto on nimenomaisesti pyydetty. Tapion vastuu kolmatta tahoa kohtaan ei voi olla suurempi, kuin mitä se on lausunnon pyytäneen tahoa kohtaan.

Tiivistelmä:

Suojavyöhykkeiden jättäminen on yksi oleellinen hakkuisiin liittyvä luonnonhoitotoimi, sillä metsänhoitosuosituksissa määritellyt vesistöjen suojavyöhykkeet vähentävät hakkuista aiheutuvia vesistöhaittoja pidättämällä kiintoaine- ja ravinnehuuhtoumia. Leveät suojavyöhykkeet myös edistävät luonnon monimuotoisuutta turvaamalla vesi- ja rantalajiston elinympäristön säilymisen.

Hankkeessa kehitetyllä suojavyöhyke -työkalulla tulkitaan vakavesien ja hakkuualueiden väliin jätettyjen suojavyöhykkeiden rajauksia. Työkalu laskee tulkituille suojavyöhykkeille puustotiedot latvusrajattujen puustoryhmien puustotiedoista sekä johtaa kasvupaikkatiedot lähimmältä metsävarakuviolta. Edellä mainitut aineistot ovat Suomen metsäkeskuksen avointa metsävaratietoa.

Hankkeen aikana kehitetyllä Suojavyöhyke -työkalulla on tarkoitus tulkita vakavesien rannoilla olevia selkeitä ja yhteneviä suojavyöhykkeitä ja niiden osia. Suojavyöhyke -työkalua on tarkoituksenmukaista käyttää niiden suojavyöhykkeiden tulkintaan, jotka rajautuvat tuoreisiin hakkuualueisiin sellaisilla kansallisen laserkeilaus- ja ilmakuvausohjelman inventointialueilla, joista on saatavilla tuoretta latvusrajattujen puustoryhmien paikkatietoaineistoa.

Hankkeessa kehitetty työkalu tuottaa testien perusteella luotettavia suojavyöhykkeiden rajauksia. Yksittäisiä virhetulkintoja toki esiintyy, mutta valtaosa tulkinnoista osuu oikeaan. Testien perusteella hakkuu- aluerajausten ja latvusrajattujen puustoryhmien geometrinen tarkkuus ovat keskeisimpiä suojavyöhyke- rajausten laatuun vaikuttavia tekijöitä.

Työkalun tuottamia tuloksia voi hankkeen tavoitteiden mukaisesti hyödyntää luonnonhoitotoimien todentamisessa ja niiden vaikutusten arvioinnissa. Yksittäisistä suojavyöhykerajauksista voi laskea esimerkiksi vyöhykkeen leveyden tai leveyden vaihtelua kuvaavia tunnuksia. Tuloksia voi edelleen yleistää suuremmalle alueelle.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ:.....	2
1 HANKKEEN ESITTELY	4
1.1 PERUSTIEDOT HANKKEESTA	4
1.1.1 Tausta	4
1.2 HANKKEEN TAVOITTEET	5
1.2.1 Tavoitteet	5
1.3 YHTEENVETO HANKKEESTA	5
2 HANKKEEN TOTEUTUS JA TOTEUTUSVAIHEEN ARVIOINTI.....	7
2.1 MENETELMÄT JA AINEISTO	7
2.1.1 Suojavyöhyke-työkalun toimintaperiaate	7
2.1.2 Tulkinnassa hyödynnettävät aineistot.....	7
2.2 SUOJAVYÖHYKKEIDEN TULKINTA -TYÖKALUN KEHITYSMENETELMÄ JA TOIMINTALOGIIKKA.....	7
2.2.1 Suojavyöhyke-työkalun toimintalogiikka ja käytetyt työkalut	7
2.3 ILMASTOVAIKUTUSTEN LASKENTA TULKITUILLE SUOJAVYÖHYKKEILLE.....	14
2.3.1 Laskennan työnkulku ja periaatteet	14
2.3.2 Testialueiden valinta ja testien suunnittelu	15
2.4 AIKATAULU JA RESURSSIT.....	15
2.5 KUSTANNUKSET JA RAHOITUS.....	15
2.6 RAPORTOINTI, JULKAISUT JA SEURANTA	16
2.6.1 Viestinnän toimenpiteet.....	16
2.7 TOTEUTUSVAIHEEN ARVIOINTI	16
3 TULOKSET JA NIIDEN ARVIOINTI.....	16
3.1 TULOSTEN ESITTELY	16
3.1.1 Kaukokartoitusaineistoihin perustuvien arviointien suunnittelu ja tulokset	16
3.1.2 Maastoarviointien suunnittelu ja tulokset	19
3.1.3 Ilmastovaikutusten laskennan tulokset tulkituille suojavyöhykkeille	21
3.2 TULOSTEN VIEMINEN KÄYTÄNTÖÖN.....	25
3.3 TULOSTEN MERKITYS JA JATKOTOIMENPITEET	25
3.3.1 Johtopäätökset ja suuntia jatkokehitykseen	25
4 LÄHTEET:.....	27

1 Hankkeen esittely

1.1 Perustiedot hankkeesta

Toteutuneiden suojavyöhykkeiden tulkinta -hankkeen toteutti Tapio Oy yhdessä Suomen metsäkeskuksen kanssa aikavälillä 8/2023 – 10/2024. Hankkeessa tehtiin tiivistä yhteistyötä Suomen metsäkeskuksen vetämän Kestävän täsmämetsätalouden todentaminen ja menetelmät KESTOTÄSMÄ -hankkeen kanssa.

Hanketta rahoitti maa- ja metsätalousministeriö ja se oli osa ministeriön keväällä 2020 käynnistämää maankäyttösektorin Hiilestä kiinni -ilmastotoimenpidekokonaisuutta. Toimenpiteillä pyritään vähentämään maa- ja metsätalouden sekä muun maankäytön kasvuhuonekaasupäästöjä ja vahvistamaan hiilinieluja sekä varastoja.

Toimenpidekokonaisuudesta voi lukea lisää osoitteesta: <https://mmm.fi/maankayttosektorin-ilmasto-suunnitelma>



1.1.1 Tausta

Suojavyöhykkeiden jättäminen on yksi oleellinen hakkuihin liittyvä luonnonhoitotoimi, sillä metsänhoitosuosituksissa määritellyt vesistöjen suojavyöhykkeet vähentävät hakkuista aiheutuvia vesistöhaittoja pidättämällä kiintoaine- ja ravinnehuuhtoumia. Leveät suojavyöhykkeet myös edistävät luonnon monimuotoisuutta turvaamalla vesi- ja rantalajiston elinympäristön säilymisen.

Keskimäärin 10 metriä leveät vesistöjen suojavyöhykkeet ovat uusitun PEFC-sertifiointin (PEFC FI 1002:2024) vähimmäisvaatimus suojavyöhykkeille (PEFC-vaatimukset, 2024). FSC-sertifiointin vastaava vaatimus on lampien ja järvien osalta on vähintään 10 metriä ja virtavesien ja merenrantojen osalta vähintään 15 metriä (FSC-vaatimukset, 2024). Viimeisimmissä metsänhoitosuosituksissa korostuu lisäksi maastoon sopeutuvan vaihtelevan leveyden tavoite.

Vesistöjen varsille jätettyihin suojavyöhykkeisiin liittyviä mittauksia ja arviointeja tehdään metsien hoitoon liittyvien luontolaatuarviointien yhteydessä. Arviointeja tehdään monen eri tahon toimesta, ja ne tehdään suurimmaksi osaksi maastotyönä. Arviot voivat olla viranomaisen tekemiä, tilaajan valtuuttaman ulkopuolisen arvioijan tekemiä, tilaajan omia arviointeja tai työn toteuttajan omavalvontaa. Eri tahojen tekemät arvioinnit ja niihin liittyvät menettelyt poikkeavat jonkin verran toisistaan. Erityisesti työn toteuttajan omavalvonta on muihin nähden kevyempää ja nopeammin toteutettavaa arviointia.

Arviointien määrät vaihtelevat paljon arvioinnin tyyppin mukaan. Omavalvontaan liittyviä arviointeja tehdään määrällisesti eniten, mutta niiden tietosisältö on muihin arviointitapoihin nähden paljon suppeampi. Muiden edellä kuvattujen arviointien määrät ovat alhaisia suhteessa vuosittaisiin hakkuumääriin. Käytännössä kokonaiskuva ja esimerkiksi sertifiointikriteerien toteutuminen suojavyöhykkeillä jää näillä tarkempien arviointien määrällä osin pimentoon.

Uudistushakkuiden yhteydessä jätetyt suojavyöhykkeet ovat tyypillisesti kaukokartoitusaineistoista helposti havaittavia kohteita. Suojavyöhykkeiden varttuneempi puusto erottuu usein helposti uudistusalojen puuttomasta alasta tai nuoresta taimikosta. Suojavyöhykkeiden tarkkaankin rajaukseen on siis kaukokartoituskuvilta hyvät mahdollisuudet. Sen sijaan maastotyönä esimerkiksi yllä kuvattujen leveyksien määrittäminen ei ole aina yksiselitteistä. Myös suojavyöhykkeen puuston tietoja voi olla vaikea maastomittauksin määrittää kohteiden kapean muodon takia.

1.2 Hankkeen tavoitteet

1.2.1 Tavoitteet

Tämän hankkeen tavoitteena oli kehittää mahdollisimman automaattinen kaukokartoitus- ja paikkatietoaineistoihin pohjautuva työkalu vesistöjen (vakavedet) varsille jätettyjen suojavyöhykkeiden tulkitaan. Kehityksen tarkoituksena oli edistää mahdollisuuksia talousmetsien luonnonhoitotoimien todentamiseen sekä niiden vaikutusten arviointiin.

Kehityksen lähtökohtana oli kehittää työkalu,

- jota voi soveltaa laaja-alaisesti kansallisen laserkeilaus- ja ilmakuvausohjelman rytmissä.
- joka tuottaa kokonaan uuden suojavyöhykeaineiston, jonka määrä on ajan myötä menetelmää laaja-alaisesti sovellettaessa mittava.
- jonka tuottama suojavyöhykeaineisto on hyvä pohja suojavyöhykkeiden jatkoanalysoinneille moniin luonnonhoidon kehittämisen eri tarpeisiin.
- jonka tuottama suojavyöhykeaineisto mahdollistaa suojavyöhykkeisiin liittyvän ilmastovaikutusten laskennan.
- jonka tuottama suojavyöhykeaineisto avaa uusia mahdollisuuksia metsävaratietojen ylläpitoon ja metsävaratiedon laadun parantamiseen.

Hankkeen aikana tehtiin tiivistä yhteistyötä Suomen metsäkeskuksen vetämän KESTOTÄSMÄ-hankkeen kanssa.

Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelman päämääränä on kestävä kehitys tavoitteiden mukaisesti edistää maankäytön, metsätalouden ja maatalouden siirtymistä kohti ilmastokestävyyttä eli päästöjen vähentämistä, nielujen aikaansaamien poistumien vahvistamista sekä sopeutumista ilmastomuutokseen (Maa- ja metsätalousministeriö, 2022).

Yhtenä maankäyttösektorin ilmastosuunnitelman toimenpiteenä on peitteiselle kasvatavalle soveltuvan puustorakenteen säilyttäminen hakkuissa. Lisäksi ilmastomuutoksen edetessä metsien häiriönsietokykyä tulisi kasvattaa lisäämällä monimuotoisuuden lisäksi metsien rakenteen vaihtelua. Toimenpiteissä mainitaan myös lahoppuun hiilivaraston lisääminen talousmetsissä monimuotoisuus- ja ilmastosyistä säästöpuita jättämällä (Maa- ja metsätalousministeriö, 2022).

Suojavyöhykkeiden jättäminen on yksi oleellinen hakkuihin liittyvä luonnonhoitotoimi, sillä metsänhoitosuosituksissa määritellyt vesistöjen suojavyöhykkeet muun muassa vähentävät hakkuista aiheutuvia vesistöhaittoja pidättämällä kiintoaine- ja ravinnehuuhtoumia. Leveät suojavyöhykkeet myös edistävät luonnon monimuotoisuutta turvaamalla vesi- ja rantalajiston elinympäristön säilymisen lisäävät lahoppuun osuutta.

1.3 Yhteenvedo hankkeesta

Hankkeessa kehitetyllä suojavyöhyke -työkalulla tulkitaan vakavesien ja hakkuualueiden väliin jätettyjen suojavyöhykkeiden rajauksia. Työkalu laskee tulkituille suojavyöhykkeille puustotiedot latvusrajattujen

puustoryhmien puustotiedoista sekä johtaa kasvupaikkatiedot lähimmältä metsävarakuviolta. Edellä mainitut aineistot ovat Suomen metsäkeskuksen avointa metsävaratietoa.

Suojavyöhyke -työkalulla on tarkoitus tulkita vakavesien rannoilla olevia selkeitä ja yhteneviä suoja-
vyöhykkeitä ja niiden osia. Suojavyöhyke -työkalua on tarkoituksenmukaista käyttää niiden suojavyöhyk-
keiden tulkintaan, jotka rajautuvat tuoreisiin hakkuualueisiin sellaisilla kansallisen laserkeilaus- ja ilma-
kuvausohjelman inventointialueilla, joista on saatavilla tuoretta latvusrajattujen puustoryhmien paikka-
tietoaineistoa.

Hankkeessa kehitetty työkalu tuottaa testien perusteella luotettavia suojavyöhykkeiden rajauksia. Yksit-
täisiä virhetulkintoja toki esiintyy, mutta valtaosa tulkinnoista osuu oikeaan. Testien perusteella hakkuu-
aluerajausten ja latvusrajattujen puustoryhmien geometrinen tarkkuus ovat keskeisimpiä suojavyöhyke-
rajausten laatuun vaikuttavia tekijöitä.

Työkalun tuottamia tuloksia voi hankkeen tavoitteiden mukaisesti hyödyntää luonnonhoitotoimien to-
dentamisessa ja niiden vaikutusten arvioinnissa. Yksittäisistä suojavyöhykerajauksista voi laskea esimer-
kiksi vyöhykkeen leveyden tai leveyden vaihtelua kuvaavia tunnuksia. Näitä voi edelleen yleistää suu-
remmalle alueelle.

Taulukko 1. Hankkeen osapuolet ja vastuuhenkilöt.

Nimi	Tehtävä hankkeessa
Esko Välimäki, Metsätietopalveluiden päällikkö	Projektipäällikkö. Projektin hallinto, työkalun kehittäminen, maastotöiden toteutus ja raportointi.
Mikko Hämäläinen Paikkatietoasiantuntija	Työkalun kehittäminen, maastotöiden toteutus ja rapor- tointi.
Kalle Nisula Metsätietoasiantuntija	Työkalun kehittäminen ja raportointi.
Samuli Joensuu Vesiensuojelun johtava asiantuntija	Vesiensuojelun asiantuntijatehtävät ja projektin laadunvar- mistus.
Tarja Anttila Suometsien asiantuntija	Vesiensuojelun asiantuntijatehtävät ja tulosten validointi.
Mikko Ranta Projekti- ja palvelupäällikkö	Paikkatiedon asiantuntijatehtävät.
Asta Valamo Viestinnän asiantuntija	Viestinnän työtehtävät.
Eija Anttila Talouspäällikkö	Taloushallinto.

Hankkeessa tehtiin tiivistä yhteistyötä Suomen metsäkeskuksen vetämän Kestävän täsmämetsätalouden
todentaminen ja menetelmät KESTOTÄSMÄ -hankkeen kanssa.

Hankkeen kokonaisbudjetti oli 105 137 €.

2 Hankkeen toteutus ja toteutusvaiheen arviointi

2.1 Menetelmät ja aineisto

2.1.1 Suojavyöhyke-työkalun toimintaperiaate

Suojavyöhyke-työkalulla tulkitaan vakavesien ja hakkuualueiden väliin jätettyjen suojavyöhykkeiden rajoja. Työkalu laskee tulkituille suojavyöhykkeille puustotiedot latvusrajattujen puustoryhmien puustotiedoista sekä johtaa kasvupaikkatiedot lähimmältä metsävarakuviolta. Edellä mainitut aineistot ovat Suomen metsäkeskuksen avointa metsävaratietoa.

Suojavyöhyke-työkalulla on tarkoitus tulkita vakavesien rannoilla olevia selkeitä ja yhteneviä suojavyöhykkeitä ja niiden osia. Työkalua ei ole optimoitu epäselvien, epäyhtenäisten tai hyvin pienialaisten suojavyöhykkeiden tulkintaan, sillä se johtaisi tilanteeseen, jossa selkeiden ja yhtenäisten suojavyöhykkeiden tulkinnan laatu heikkenisi.

Suojavyöhyke-työkalua on tarkoituksenmukaista käyttää niiden suojavyöhykkeiden tulkintaan, jotka rajoittuvat tuoreisiin hakkuualueisiin (hyödynnettävässä aineistossa) sellaisilla KALLIO-ohjelman (tai sitä seuraavien ohjelmien) mukaisilla inventointialueilla, joista on tuoretta latvusrajattujen puustoryhmien paikkatietoaineistoa saatavilla. Jos hakkuusta on jo aikaa, ja hakkuualue on selvästi taimettunut, heikenee työkalun tuottamien suojavyöhykerajausten laatu. Näissä tilanteissa suojavyöhykkeet voivat osin laajentua taimettuneen alueen puolelle.

Työkalun toimintaperiaatteen osalta päädyttiin siihen, että työkalu ei leikkaa tulkittuja suojavyöhykkeitä kiinteistörajoilla, sillä kiinteistörajojen tarkkuudet vesistöjen rannoilla eivät olleet useinkaan tarkoitukseen sopiva. Suojavyöhykkeet kuvaavat siis luonnollista, ei maanomistukseen pohjautuvaa, suojavyöhykkeen rajausta.

Työkalu tuottaa tilanteen mukaan myös moniosaisia suojavyöhykealueita. Jossain tilanteissa suojavyöhykkeet voivat siis katketa ja jatkua taas katkon jälkeen uudelleen. Jokainen yksittäinen suojavyöhykerajaus on kuitenkin oma geometriansa (POLYGON), joka on mahdollista yhdistää aineiston hyödyntäjän toimesta myös moniosaiseksi geometriaksi (MULTIPOLYGON) id -arvon avulla.

2.1.2 Tulkinassa hyödynnettävät aineistot

Suojavyöhyke-työkalu hyödyntää hakkuualueiden rajoja, latvusrajattuja puustoryhmiä, maastotietokannan vesistöjä, avoimen metsävaratiedon metsikkökuvioita sekä kiinteistörajoja. Hakkuualueiden rajoja voi työkalun syötteenä tuottaa monesta eri lähteestä. Mitä tarkempia hakkuualueiden rajoja on hyödynnettävissä, sen parempia tuloksia työkalu tuottaa. Työkalun käytön kannalta olisi hyvä, jos hakkuualueet eivät yllä rantaan saakka, vaan lähemmäs todellisen hakkuun rajaa, eli suojavyöhykkeen reunaan.

2.2 Suojavyöhykkeiden tulkinta -työkalun kehitysmenetelmä ja toimintalogiikka

2.2.1 Suojavyöhyke-työkalun toimintalogiikka ja käytetyt työkalut

Työkalun kehittämisessä hyödynnettiin ensisijaisesti FME-ohjelmistoa ja QGIS-paikkatietosovellusta.

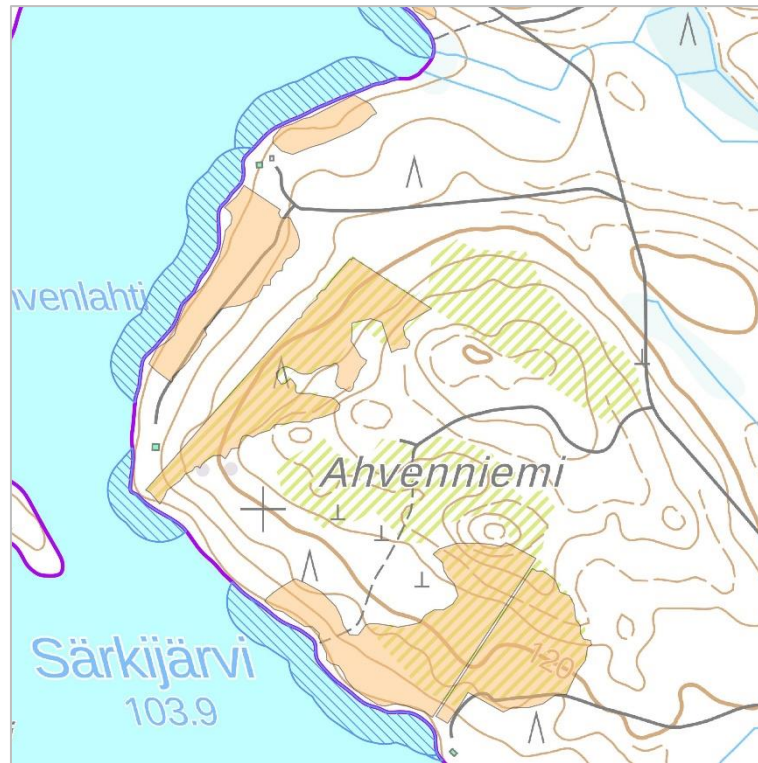
Työkalun toimintalogiikka koostuu seuraavista vaiheista (1-n hakkuualueerajauksesta):

1. Suojavyöhykkeen ”etsintäalueen” määrittäminen:

1. Muodostetaan hakkuualueen ympärille vyöhyke [parametri] (FME: Bufferer).

Parametrit: Vyöhykkeen leveys (oletus: 50m).

2. Leikataan (FME: Clipper) vyöhykkeellä maastotietokannan vesialueista se osuus, joka peittää vesialuetta.



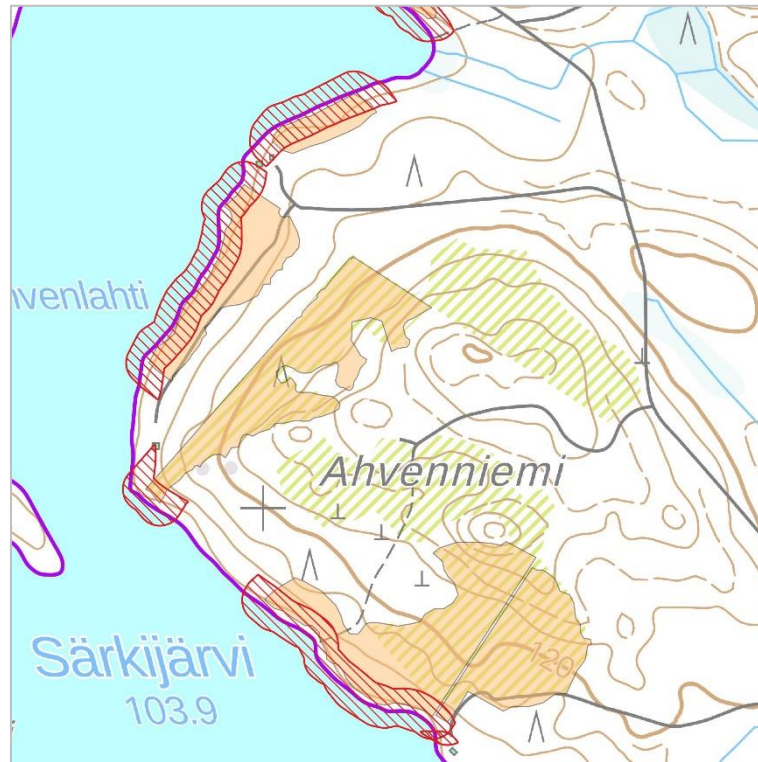
Kuva 1. Hakkuualueiden ja vesistön läheisyys.

Huom. Jos vyöhyke ei yllä vesialueeseen, hakkuualueeseen ei tulkita kuuluvan vesistön suojavvyöhykettä ja työkalu siirtyy käsittelemään seuraavaa hakkuualuetta.

3. Määritetään vyöhykkeet [parametri] vesialueesta leikatulle osalle ja hakkuualueelle (FME: Bufferer).

Parametrit: Vyöhykkeen leveys (oletus: 30m).

4. Määritetään suojavvyöhykkeen "etsintäalueeksi" vyöhykkeellä laajennetun hakkuualueen ja vyöhykkeellä laajennetun vesistöstä leikatun alueen päällekkäinen alue (FME: AreaOnAreaOverlayer).



Kuva 2. Suojavyöhykkeiden etsintäalueet.

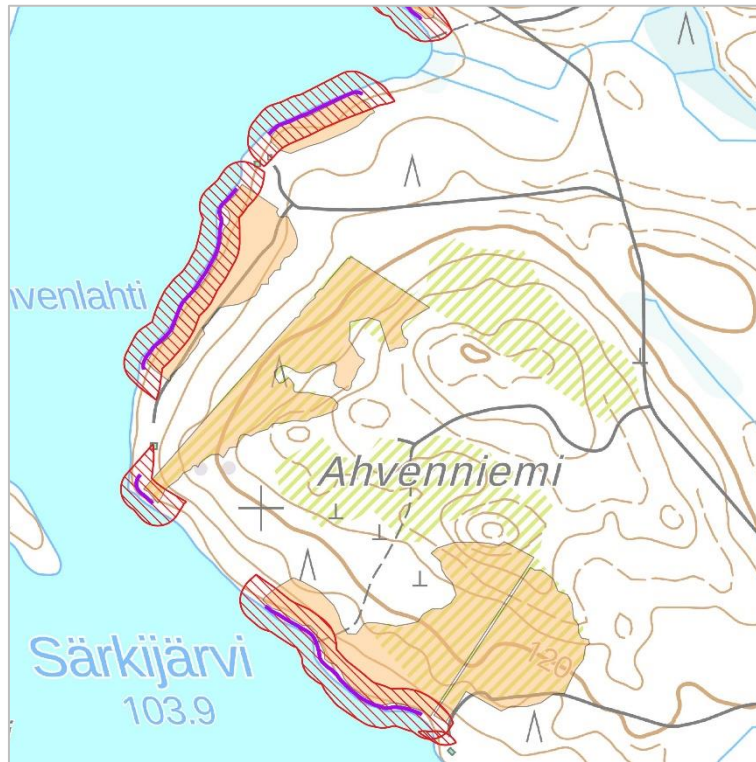
5. Jos edellisessä vaiheessa syntyy useampia yksittäisiä alueita yhteen hakkuualueeseen liittyen, niin erilliset alueet yhdistetään (FME: Dissolver).

→ Suojavyöhykkeen "etsintäalue".

2. Latvusrajattujen puustoryhmien "valintavyöhykkeen" muodostaminen:

1. Muodostetaan "etsintäalueen" sisään sen keskiviiva siten, että se kulkee "etsintäalueen" keskellä alueen päästä päähän (FME: CenterLineReplacer). Keskiviivaa lyhennetään (FME: ExtractEndPoint) molemmista päistä asetetun etäisyyden [parametri] verran.

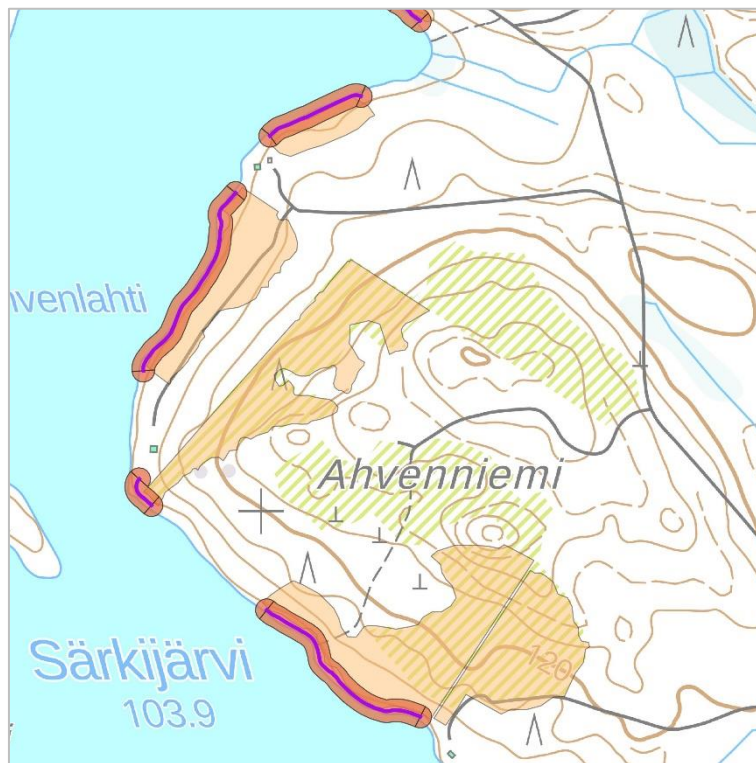
Parametrit: Keskilinjaa lyhentämisetäisyys (oletus: (30m+30m) / 2m).



Kuva 3. Suojavyöhykkeen etsintäalueen keskilinja.

2. Muodostetaan keskiviivan ympärille sekä päistään työstetty että päistään pyöreä asetettun etäisyyden [parametri] levyinen "valintavyöhyke" (FME: Bufferer). Päistään työstetty vyöhyke muodostaa "valintavyöhykkeen" rungon ja pyöreät päädyt "valintavyöhykkeen" päät.

Parametrit: Vyöhykkeen leveys (oletus: 30m / 2m).



Kuva 4. Latvusrajattujen puustoryhmien valintavyöhyke.

3. Muuttujien laskenta latvusrajatuille puustoryhmille:

1. Lasketaan latvusrajattujen puustoryhmien leikkausosuus (%) ”valintavyöhykkeen” päihin (pyöreä - typistetty) = osuus.
2. Lasketaan latvusrajattujen puustoryhmien leikkausosuus (%) hakkuualueeseen ja hakkuualueen kiinteistöön = osuus_hakkuu tai osuus_kiinteisto.
3. Lasketaan latvusrajattujen puustoryhmien leikkausosuus (%) järviolueeseen ja vesialueen kiinteistöön (vesijättömaa) = osuus_vesi tai osuus_vesijatto.

Työkalu tallentaa nämä ominaisuustiedot latvusrajattuihin kohteisiin ja niitä voidaan käyttää myöhemmin sopivien latvusrajattujen kohteiden vallinnassa suojavyöhykealueisiin.

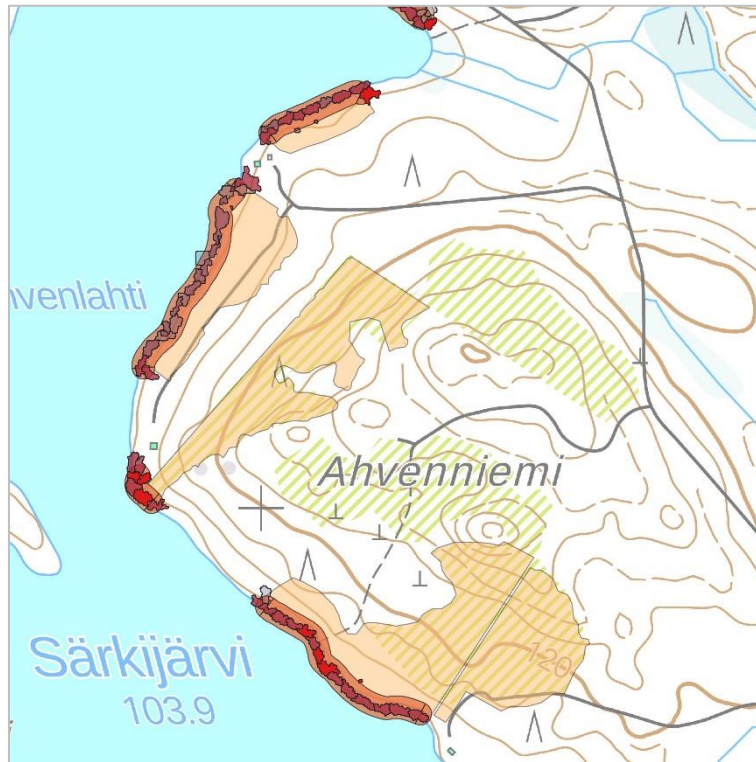
4. Karkean suojavyöhykerajauksen muodostaminen:

1. Valitaan ”valintavyöhykkeen” runkoa leikkaavat latvusrajatut puustoryhmät sekä latvusrajatut puustoryhmät, joiden leikkausosuus ”valintavyöhykkeen” päihin on asetettua raja-arvoa [parametri] suurempi.

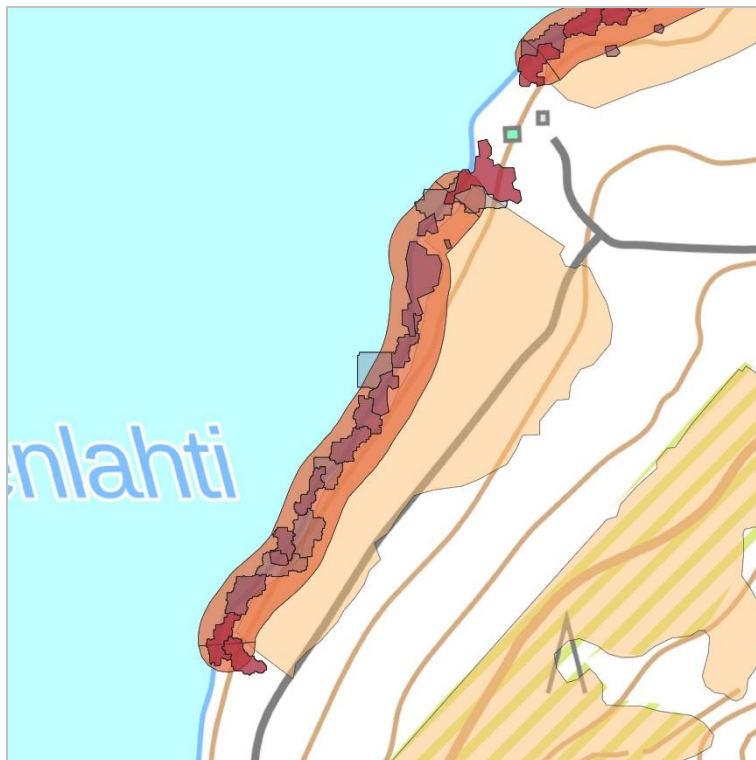
Parametrit: Leikkausosuus ”valintavyöhykkeen” päihin (oletus: 20%).

2. Puustoltaan lyhyiden latvusrajattujen tulkintayksiköiden poistaminen: Poistetaan valituista latvusrajatuista puustoryhmistä ne, joiden laserkorkeus (LASER_H) on pienempi kuin [parametri].

Parametrit: Laserkorkeuden maksimi (oletus: 7,5m).



Kuva 5. Latvusrajattujen puustoryhmien valinta 1/2.



Kuva 6. Latvusrajattujen puustoryhmien valinta 2/2.

3. Latvusrajattujen tulkintayksiköiden poistaminen esim. hakkuualueisiin rajautuvilta lomatonnttialueilta: Poistetaan valituista latvusrajatuista puustoryhmistä ne, joiden yhteenlaskettu leikkausosuus hakkuualueen kiinteistöön ja vesialueen kiinteistöön on alle [parametrin] arvon.

Parametrit: Yhteenlaskettu leikkausosuus hakkuualueen kiinteistöön ja vesialueen kiinteistöön (oletus: 70%).

4. Ylispuustoiksi tulkittavien latvusrajattujen tulkintayksiköiden poistaminen: Poistetaan valituista latvusrajatuista puustoryhmistä ne, joiden leikkausosuus hakkuualueeseen on yhtä suuri tai suurempi kuin asetettu raja-arvo [parametri] ja joiden pinta-ala on pienempi kuin [parametri].

Parametrit: Leikkausosuus hakkuualueeseen (oletus: 100%), pinta-alan maksimi (oletus: 256 m²).

5. Järviin osuvien, mutta erinäisistä syistä puustoltaan pitkien latvusrajattujen tulkintayksiköiden poistaminen: Poistetaan valituista latvusrajatuista puustoryhmistä ne, joiden leikkausosuus järviolueeseen on yhtä suuri tai suurempi kuin asetettu raja-arvo [parametri] ja joiden laserkorkeus on pienempi kuin [parametri].

Parametrit: Leikkausosuus järviolueeseen (oletus: 90%), laserkorkeuden maksimi (oletus: 15m).

→ Karkea suojavyöhykkeen raja (n kappaleita suojavyöhykkeeseen kuuluvia latvusrajattuja puustoryhmiä osin tai kokonaan "valintavyöhykkeen" sisällä).

5. Suojavyöhykerajauksen tarkentaminen:

1. Laajennetaan [parametri] ja supistetaan [parametri] suojavyöhykkeen rajausta vyöhykkeillä. Toimenpide kuroo suojavyöhykkeiden sisällä olevat pienet raot kiinni (laajentaminen) ja yleistää suojavyöhykkeiden rajauksista "turhan" tarkkuuden pois (supistaminen).

Parametrit: Suojavyöhykettä laajentavan vyöhykkeen leveys (oletus: 20m), suojavyöhykettä supistavan vyöhykkeen leveys (oletus: 20m).

2. Suojavyöhykkeet jaetaan osiin, jos avoimen metsävaratiedon metsävarakuvioden kasvupaikkatiedot vaihtelevat tulkitun suojavyöhykkeen alueella. Pienialaisia kasvupaikkatietojen muutoksia ei oteta huomioon.
3. Poistetaan pienialaiset, alle neljästä [parametri] latvusrajatusta puustoryhmästä muodostetut suojavyöhykerajaukset. Poiston perusteena on aiemmin mainittu periaate, jonka mukaan työkalu tulkitsee "selkeitä ja yhteneviä suojavyöhykkeitä ja niiden osia".

Parametrit: Latvusrajattujen puustoryhmien vähimmäismäärä (oletus: 4 kpl).

6. Kasvupaikka- ja puustotietojen laskenta:

1. Kasvupaikkatietojen johtaminen suojavyöhykkeille:

Kasvupaikkatiedot, kuten metsikkökuvion pääryhmä (maingroup), alaryhmä (subgroup), kasvupaikkaluokka (fertilityclass), maalaji (soiltype), kuivatustilanne (drainagestate), saavutettavuus (accessibility), metsikönlaatu (standquality) ja ojitusvuosi (ditchingyear) johdetaan suojavyöhykerajauksille lähimmän metsävarakuvion tiedoista.

2. Puustotietojen laskenta:

Jokaiselle suojavyöhykkeelle lasketaan puusto-ositteet hyödyntäen suojavyöhykerajaukseen osuvien latvusrajattujen puustoryhmien puustotietoja. Suojavyöhykkeille lasketaan puulajikohtaiset ositteet pinta-ala- ja pohjapinta-alapainotuksia hyödyntäen. Työkalussa ei ole toteutettu summapuuston laskentaa suojavyöhykkeille. Se voidaan tehdä jälkikäteen suojavyöhykedataa hyödyntävässä metsätietojärjestelmässä, jossa summapuuston- ja kasvunlaskennan työkalut ovat jo käytössä.

Puulajiositteille laskettavat tunnuksot ovat: ikä (T), pohjapinta-ala (G), runkoluku (N), keskiläpimitta (D), keskipituus (H) ja tilavuus (V). Lisäksi kaikkien suojavyöhykerajaukseen osuvien latvusrajattujen puustoryhmien yleisin kehitysluokka ja mittauspäivämäärä johdetaan suojavyöhykkeelle. Suojavyöhykkeen pääpuulaji päätellään tilavuudeltaan suurimman suojavyöhykkeelle lasketun puusto-ositteen puulajista.

Puusto-ositteiden keskitunnuksia, kuten ikää, keskiläpimittaa ja keskipituutta laskettaessa keskitunnuksia painotetaan kahdella muuttujalla; latvusrajattujen puustoryhmän pinta-alalla sekä latvusrajattujen puustoryhmän puusto-ositteen pohjapinta-alalla. Puusto-ositteiden summatunnuksia laskettaessa (pohjapinta-ala, runkoluku ja tilavuus) painotus perustuu latvusrajattujen puustoryhmän pinta-alaan.

3. Pinta-alan laskenta:

Työkalu laskee latvusrajatuille puustoryhmille kaksi erillistä pinta-alaa: a) area_original, joka kuvaa alkuperäisistä latvusrajatuista puustoryhmistä laskettua suojavyöhykkeen pinta-alaa ja b) area_geometry, joka ilmoittaa lopullisen yleistetyn suojavyöhykkeen pinta-alan. Lisäksi kpl-tieto ilmoittaa montako latvusrajattua puustoryhmää kukin suojavyöhyke sisältää.

2.3 Ilmastovaikutusten laskenta tulkituille suojavyöhykkeille

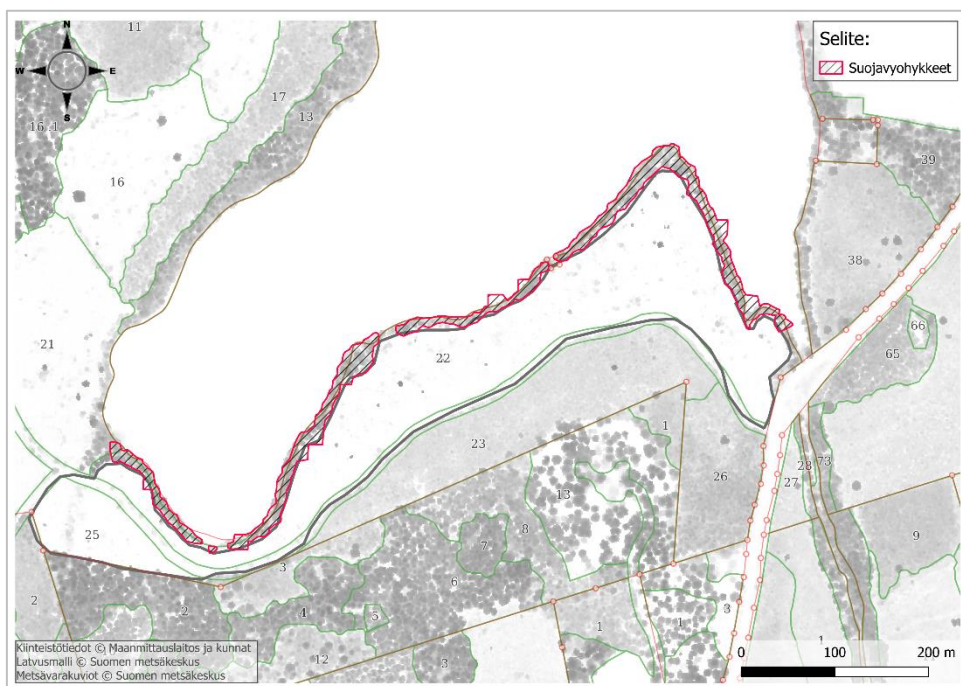
2.3.1 Laskennan työnkulku ja periaatteet

Ilmastovaikutusten laskenta toteutettiin hyödyntäen hankkeen pilottialueelle tuotettuja suojavyöhykerajauksia sekä avointa metsävaratietoa (Kuva 7). Laskennassa käytetty metsätietostandardin mukainen metsävaratieto valmisteltiin metsätietojärjestelmässä ja itse laskenta toteutettiin IPTIM-ohjelmistolla.

Laskennassa käytetyn aineiston esikäsittely piti sisällään vertailuparin muodostamisen:

- Yksi metsikkökuvio, joka kattaa koko hakkuualueen ja siihen rajautuvan suojavyöhykkeen (kuvaa tilannetta, jossa suojavyöhykettä ei olisi jätetty).
- Kaksi metsikkökuvioita, joista toinen on tulkittu suojavyöhyke ja toinen varsinainen hakkuualue (kuvaa todenmukaista tilannetta, jossa otetaan huomioon rantaan jätetty suojavyöhyke).

Vertailupariin sisältyvien hakkuualueita kuvaavien metsävarakuvioiden puustotiedot määritettiin hakkuun jälkeiseen tilaan (AO, ilman puustotietoja). Suojavyöhyke -kuviolle määritettiin hakkuurajoite, joka estää IPTIM-ohjelmistoa simuloimasta toimenpiteitä kuviolle.



Kuva 7. Esimerkkikuva laskennan suojavyöhykkeestä.

Esikäsittelyn tuloksena syntyi kaksi metsätietostandardin mukaista XML-tiedostoa, jotka sisälsivät yllä kuvatun vertailuparin mukaiset metsävaratiedot. Molemmat aineistojen metsävaratiedot simuloitiin IP-TIM -ohjelmistolla 50 vuoden päähän tulevaisuuteen sisältäen hyvien metsänhoitosuosituksen mukaiset toimenpiteet.

2.3.2 Testialueiden valinta ja testien suunnittelu

Testialueiden valinnassa pyrittiin huomioimaan maantieteelliset erot, kuten rantojen jyrkkyys ja mahdolliset maantieteelliset erot suojavyöhykkeiden toteuttamisessa. Testialueiden tuli myös olla riittävän suuria, jotta testialueelle osui riittävä määrä vakavesien lähelle sijoittuvia hakkuukohteita.

Testialueiksi valittiin Juva 2022 -inventointialue sekä Joutsa 2022 -inventointialue. Metsäkeskus lähetti testialueiden paikkatietoaineistot Tapiolle, jotka sisälsivät inventointialueiden mikrokuvat, hilaruudut ja latvusrajatut puustoryhmit sekä inventointialueiden aluerajaukset ja tulkintamaskit.

Toteutuneita hakkuualueen aluerajauksia ei ollut mahdollista saada työkalun kehittäessä käyttöön, joten testialueille tuotettiin hakkuualueet käsin digitoimalla hyödyntäen ilmakuvia, latvuston pituusmallia, metsänkäyttöilmoituksia sekä Maastotietokannan luokkaa *avoin metsämaa*.

Juvan inventointialueelle kertyi yhteensä 65 kpl ja Joutsan inventointialueelle yhteensä 78 kpl hakkuualueiden aluerajauksia. Työkalu ajettiin molemmille inventointialueille ja tuloksia tutkittiin sekä toimisto-että maastotyönä hyödyntäen työkalun käyttämää aineistoa ja erilaisia taustakartta-aineistoja.

2.4 Aikataulu ja resurssit

Suomen metsäkeskus on yksi hankkeen aikana tuotetun työkalun hyödyntäjistä. Suojavyöhyke -työkalun kehittämiseen tarvittava paikkatietoaineisto hankittiin Metsäkeskukselta hankkeen aikana.

2.5 Kustannukset ja rahoitus

Hankkeen kokonaisbudjetti oli 105 137 €. Hankkeelle ei ollut omarahoitusta eikä muuta ulkopuolista rahoitusta. Hankkeen kokonaisbudjetti on esitetty taulukossa 2. Haetulla rahoituksella katettiin kahden

vuoden aikana toteutettava henkilötöypanos menetelmäkehityksen, tulosten analysoinnin (sis. maasto-työt), johtopäätösten teon ja raportoinnin sekä hankkeen hallinnon ja viestinnän osalta.

Taulukko 2. Hankkeen kokonaisbudjetti.

Kokonaisbudjetti	2023		2024		Yhteensä	
	€	htp	€	htp	€	htp
Palkat	15 055	23	35 112	58	50 167	81
Matkat	1 000		3 000		4 000	
Tarvikkeet						
Yleiskustannukset	9 228		21 393		30 621	
Arvonlisävero	6 068		14 281		20 349	
Yhteensä	31 350	23	73 787	58	105 137	81

2.6 Raportointi, julkaisut ja seuranta

2.6.1 Viestinnän toimenpiteet

Hankkeen ensisijaisena tuloksena syntynyt Suojavyöhyke-työkalu tehtiin Suomen metsäkeskuksen käyttöön. Työkalua kehitettäessä pidettiin tiivistä yhteistyötä Metsäkeskuksen asiantuntijoiden kanssa, ja työkalua kehitettiin heidän näkemystensä mukaiseen suuntaan.

Hankkeen aikana tehtiin muutamia viestinnän toimenpiteitä, jotka näkyvät taulukossa 3.

Taulukko 3. Hankkeen viestinnän toimet.

Toimenpide	Päivämäärä
Hankesivun perustaminen	9/2023
Hankesuunnitelman esittely KESTOTÄSMÄ-hankkeen ohjausryhmässä.	10/2023
Hankkeen tulosten esittely KESTOTÄSMÄ-hankkeen ohjausryhmässä.	9/2024

Hankkeelle perustettu hankesivu löytyy alla olevan linkin kautta.

<https://tapio.fi/projektit/toteutuneiden-suojavyohykkeiden-tulkinta/>

2.7 Toteutusvaiheen arviointi

Hanke eteni pääosin ilman suurempia ongelmia ja hankkeen tavoitteisiin päästiin hankeajan puitteissa. Tapion hankeryhmän kokoonpano muuttui hieman hankkeen aikana, mikä ei kuitenkaan vaikuttanut hankkeen lopputulokseen ja hankkeessa kehitettyyn työkaluun.

3 Tulokset ja niiden arviointi

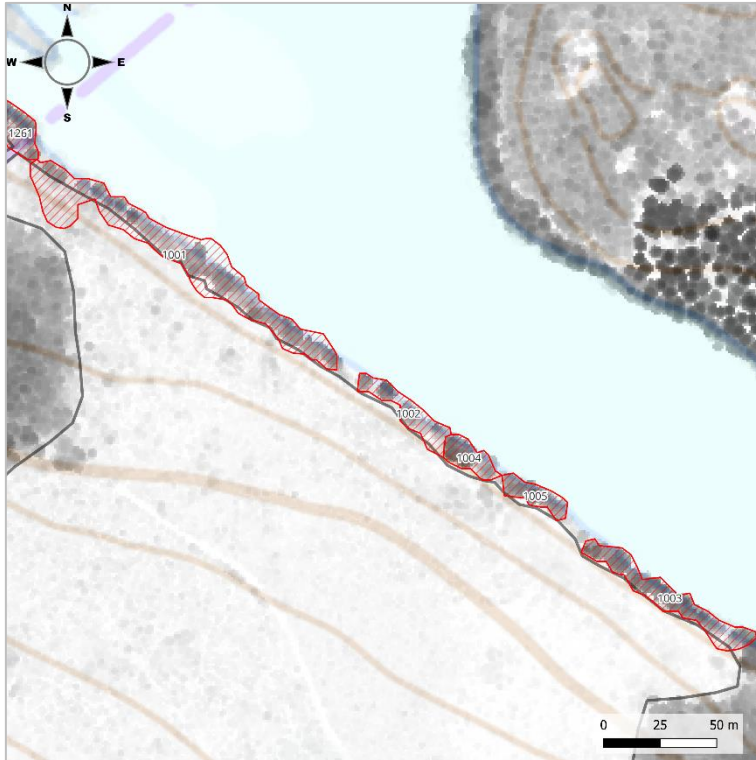
3.1 Tulosten esittely

3.1.1 Kaukokartoitusaineistoihin perustuvien arviointien suunnittelu ja tulokset

Tulosten tarkastelun ensimmäisissä vaiheissa keskityttiin työkalun tuottamien aluerajausten onnistumiseen. Työkalun tuottamia suojavyöhykkeiden aluerajauksia tarkasteltiin erilaisten tausta-aineistojen

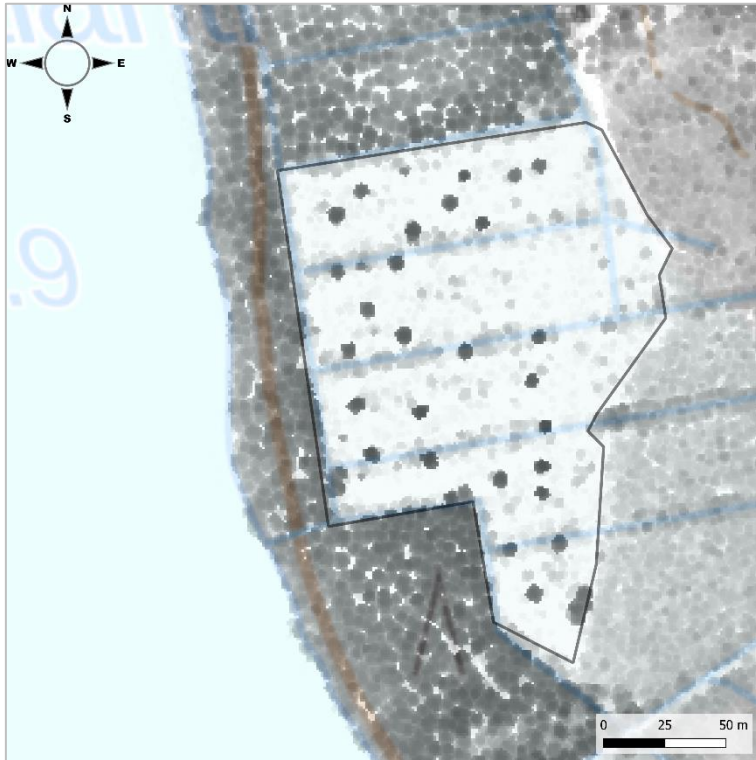
avulla ja tarkastelun avulla saatiin käsitys työkalun ensimmäisen version toimivuudesta. Alla on kuvattu esimerkkejä työkalun ensimmäisen version tuloksista.

Jos hakkuualue on kapea, saattaa suojavyöhykkeen rajausta katketa (Kuva 8).



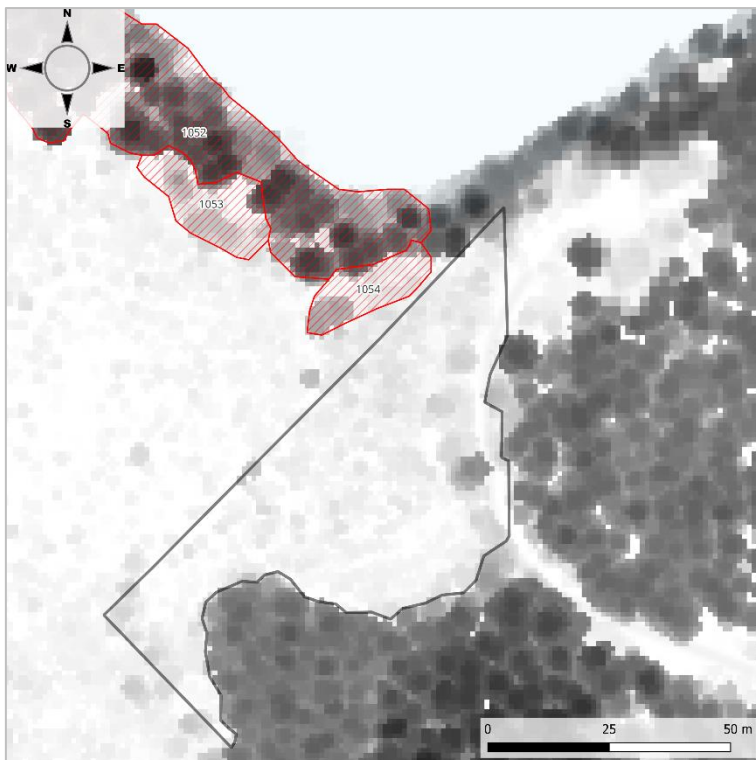
Kuva 8. Kapea ja lyhyemmän puuston kohdilta katkennut suojavyöhykkeen rajausta.

Kovin leveät suojavyöhykkeet saattavat jäädä tulkinnan ulkopuolelle (Kuva 9).



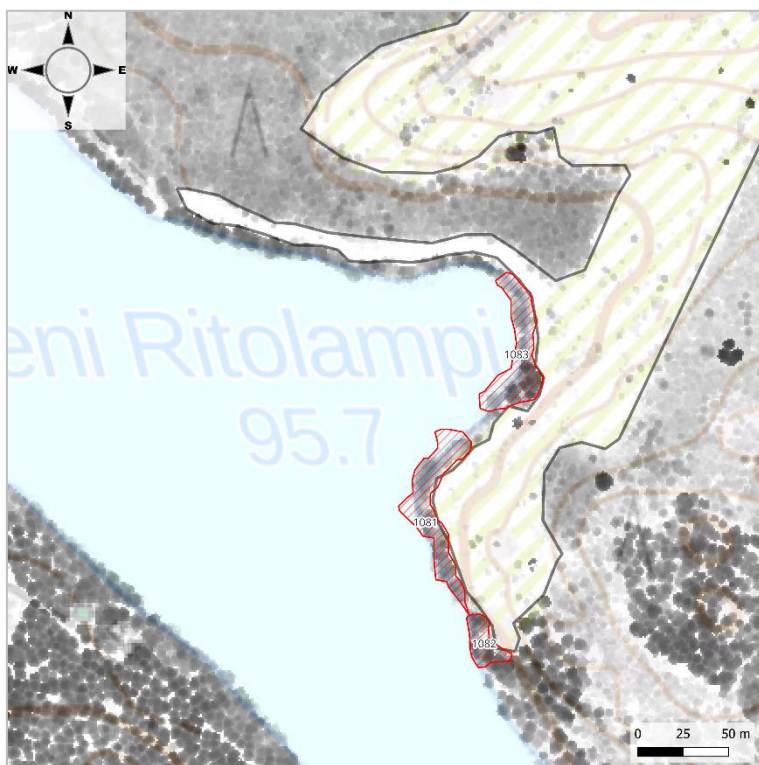
Kuva 9. Leveä ja erilliselle rantakiinteistölle osuva suojavyöhyke.

Pienialaiset ja vain hyvin lyhyeltä matkalta vesistöihin rajautuvat suojavyöhykkeet saattavat jäädä tulkin ulkopuolelle (Kuva 10).



Kuva 10. Pienialainen ja vain hyvin lyhyeltä matkalta rantavyöhykkeeseen rajoittuva hakkuualue ei tuota suojavyöhykerajausta.

Vesistön suuntaisesti kulkevan hakkuualueen kaventuessa riittävän ohueksi suojavyöhykkeet saattavat jäädä tulkinnan ulkopuolelle (Kuva 11).



Kuva 11. Kapea ja rantaa mukaileva (ajouraksi tulkittava) hakkuualue ei tuota suojavyöhykerajausta.

Testien keskeisistä havainnoista johdettiin muutokset työkalun toimintalogiikkaan, ja työkalun tuottamien suojavyöhykerajausten laatu parani selvästi. Muutosten myötä suojavyöhykkeiden rajauksista saatiin yhtenäisempiä kokonaisuuksia. Pienet, erillisten suojavyöhykkeiden väliset raot kurottiin umpeen ja pienemmät esim. kasvupaikkaluokan mukaan erotetut erilliset suojavyöhykerajaukset yhdistettiin suurempiin suojavyöhykkeisiin.

Yksittäisistä testien havainnoista ainakin kaksi jäi pidempään pohdintaan: (i) tiet suojavyöhykkeiden ja hakkuualueen välissä ja (ii) vähitellen rannasta loittonevat hakkuualueet. Ensimmäisen osalta ei ole ihan selvää pitäisikö suojavyöhykettä tulkita olleenkaan, sillä teiden varsilla olevat ojat vaikuttavat merkittävästi ravinteiden huuhtoumaan. Toisaalta vyöhyke on toki jätetty, ja nykyisellään työkalu ne myös tulkitsee. Jälkimmäisen osalta nousee esiin kysymys siitä mihin suojavyöhyke loppuu sen vähitellen leventyessä. Sopivaa rajaa voi hakea suojavyöhykkeen ”etsintäalueen” ja ”valintavyöhykkeen” parametreja muuttamalla.

Latvusrajattujen puustoryhmien rajauksissa oli eroa Joutsan ja Juvan testialueilla. Joutsan alueella rajaukset olivat selkeästi kulmikkaampia vesialueilla tai niiden välittömässä läheisyydessä. Työkalun toimintalogiikan osalta tämä havainto korosti tarvetta välttää vähääkään vesialueille osuvien latvusrajattujen puustoryhmien hyödyntämistä suojavyöhykerajausten muodostamisessa.

Yleinen testien havainto oli, että työkalun parametrien muuttamista suuntaan tai toiseen pitää aina harkita tarkkaan. Sillä voi parantaa joidenkin kohteiden tulkintojen laatua, mutta toisaalla laatu voi heiketä. Jos muutoksia tekee, pitää muutoksen vaikutuksia tarkastella kokonaisuutena, ja arvioida muutoksen suunta suuremmalla tulkintojen joukolla.

3.1.2 Maastoarviointien suunnittelu ja tulokset

Maastoarvioinnit kohdistettiin Juvan ja Joutsan inventointialueille. Maastossa tarkastettaviksi kohteiksi valittiin kartalta katsoen mahdollisimman erilaisia suojavyöhykerajauksia, jotta maastotyö paljastaisi

mahdollisimman paljon vaihtelua itse suojavaöhykkeissä sekä niiden onnistuneissa tai epäonnistuneissa rajauksissa.

Maastossa ensisijainen arvioitava asia oli suojavaöhykkeen rajaus. Suojavaöhykkeiden leveyksiä mitattiin maastossa valikoiduista kohdista ja niitä verrattiin paikkatieto-ohjelmalla työkalun tuottamista suojavaöhykerajauksista mitattuihin leveyksiin. Maastossa leveydet mitattiin rantaviivasta käsittelemättömän suojavaöhykkeen reunaan. Maaston kaltevuutta ei otettu mittauksissa huomioon. Tulosten perusteella maastossa mitatut suojavaöhykkeiden leveydet olivat keskimäärin noin 4,6 metriä kapeampia verrattuna työkalun tuottamiin suojavaöhykerajausten leveyksiin (Taulukko 4). Vaihtelua leveyksien eroissa oli -0,7 – 7,5 metrin välillä.

Taulukko 4. Yhteenveto suojavaöhykkeiden leveysmittauksista.

	Leveys maastossa	Leveys kar- talla	Erotus
keskiarvo	15,1	19,7	4,6
pienin	5,5	9,1	-0,7
suurin	35,0	41,0	7,5

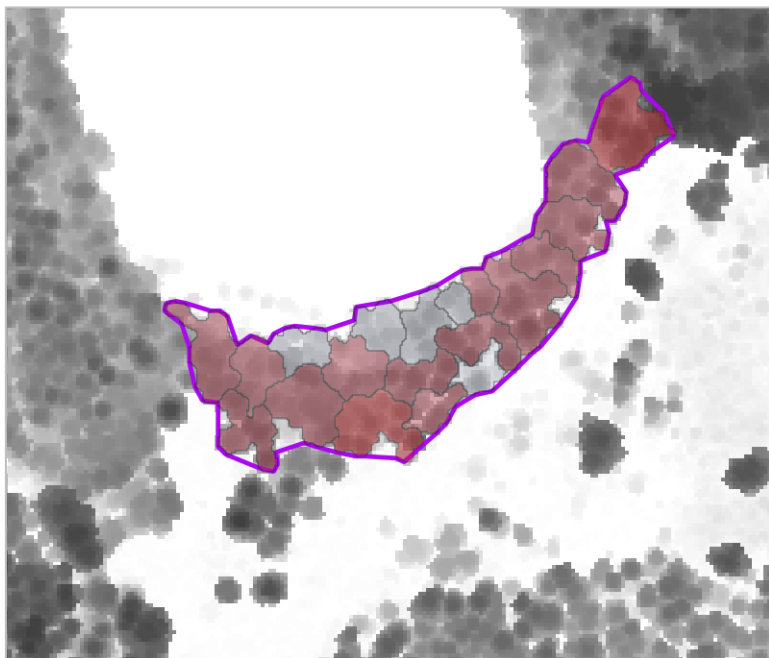
Edellä kuvattu tulos on looginen, sillä suojavaöhykerajaukset on tuotettu latvusten mukaan rajattuina, ja etenkin vesistön puolelle latvustot kallistuvat ja levittyvät paikoin aika paljon (kuva 12.).



Kuva 12. Järveen kallistuvat suojavaöhykepuuston latvukset.

Kokonaisuutena suojavaöhykkeiden rajaukset olivat maastotestien perusteella onnistuneita. Kartalla epäselvän näköiset kohteet olivat sitä usein myös maastossa. Yksittäisenä rajausten laatua heikentävänä seikkana havaittiin se, että osa rajauksista jatkuu liian pitkänä hieman hakkuualueen ohi (kuva 13). Tämä

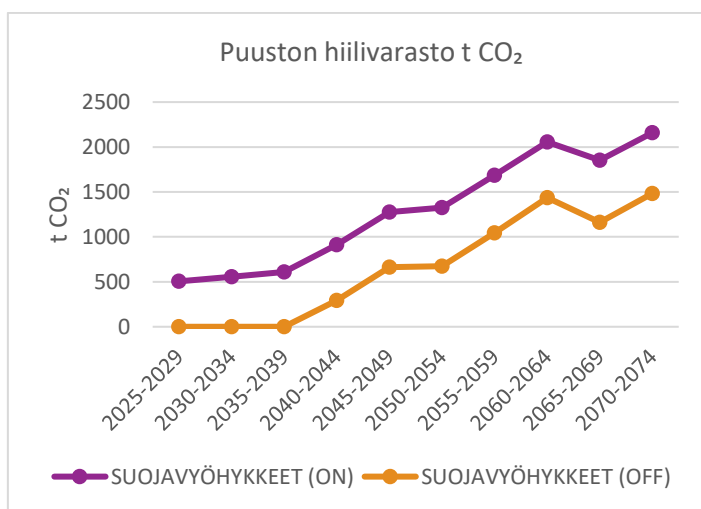
on käytännössä seurausta siitä, että työkalu muodostaa suojavyöhykerajauksia kokonaisista latvusrajatuista puustoryhmistä. Jos kuvan 13 suojavyöhykerajauksen itäpään reunimmainen latvusrajattu puustoryhmä otettaisiin rajauksesta pois, olisi suojavyöhykkeen rajausta vastaavasti hieman lyhyt suhteessa hakkuualueen ulkoreunaan.



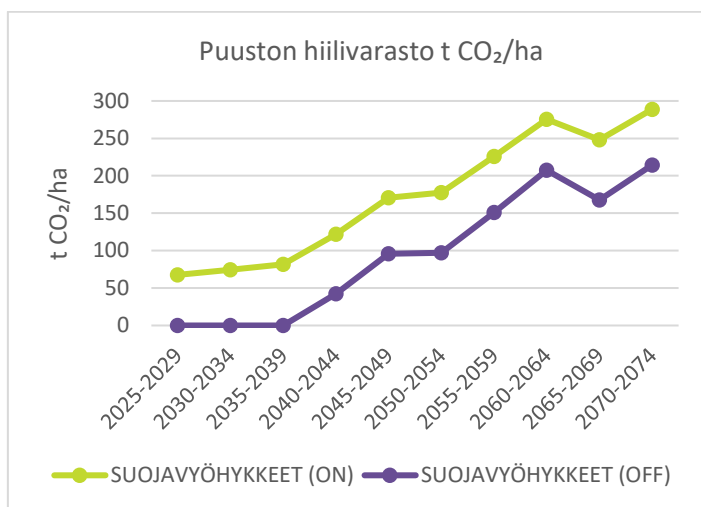
Kuva 13. Itäpäästä hieman liian pitkä suojavyöhykkeen rajausta.

3.1.3 Ilmastovaikutusten laskennan tulokset tulkituilla suojavyöhykkeille

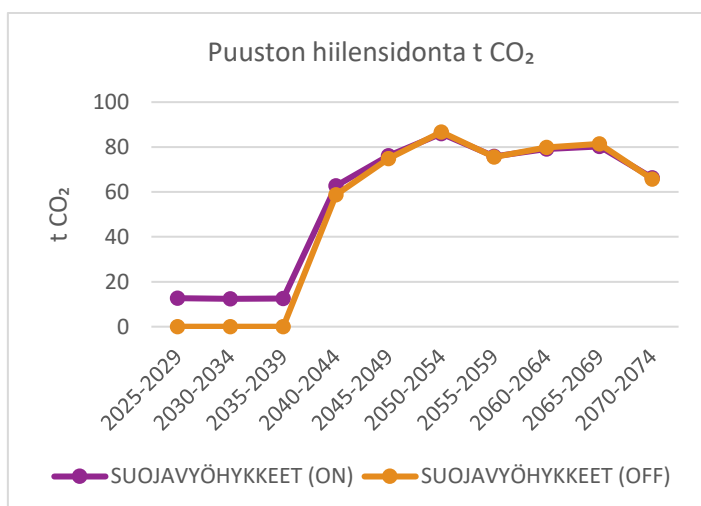
Ilmastovaikutusten laskenta tuotti tulokset maksimissaan 50 vuotta tulevaisuuteen ja tulosten avulla voitiin tuottaa kuvaajat molemmille skenaarioille: a) suojavyöhyke jätetään b) suojavyöhykettä ei jätetä. Alla on kuvattu esimerkkikohteen tuloksia kuvaajien avulla. Esimerkkikohte sijaitsee Joutsan inventointialueella ja oli noin 6 ha kokoinen tuoreen kankaan kuusikko. Kyseiselle esimerkkikohteelle oli jätetty hakkuussa suojavyöhyke ja sen yhteenlaskettu pinta-ala oli noin 1,34 ha.



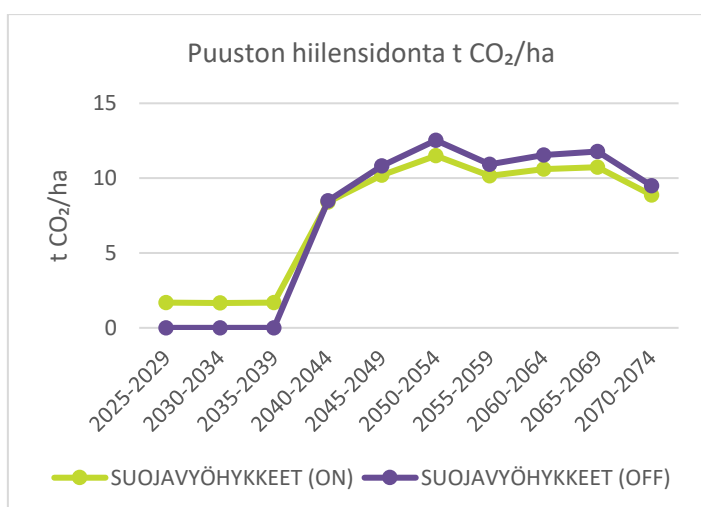
Kuva 14. Puuston hiilivaraston kehitys (t CO₂).



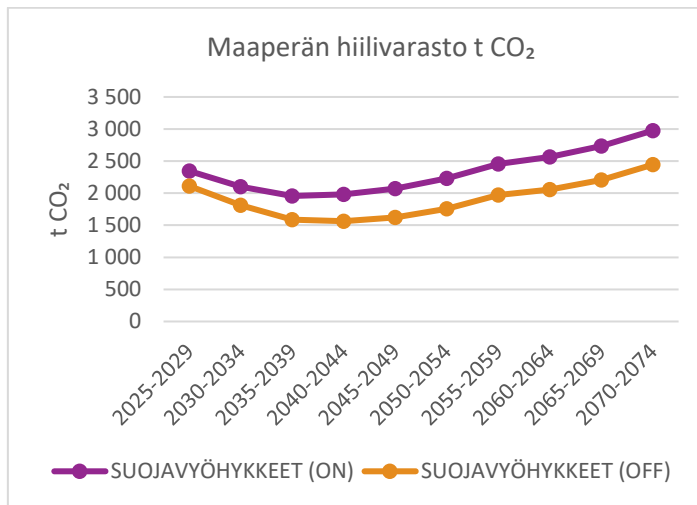
Kuva 15. Puuston hiilivaraston kehitys (t CO₂/ha).



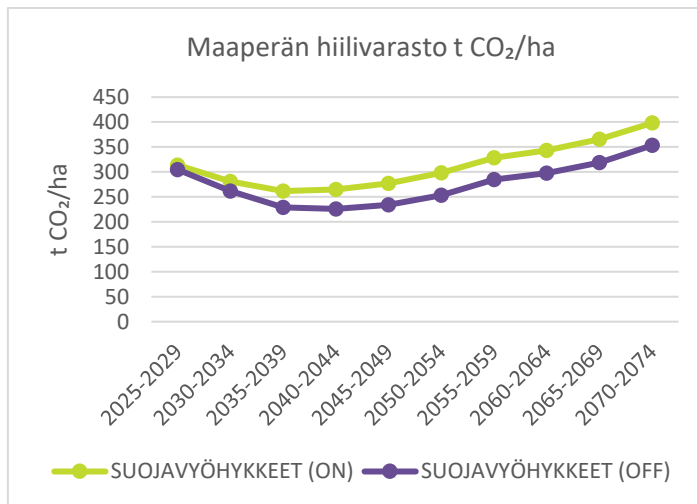
Kuva 16. Puuston hiilensidonta (t CO₂).



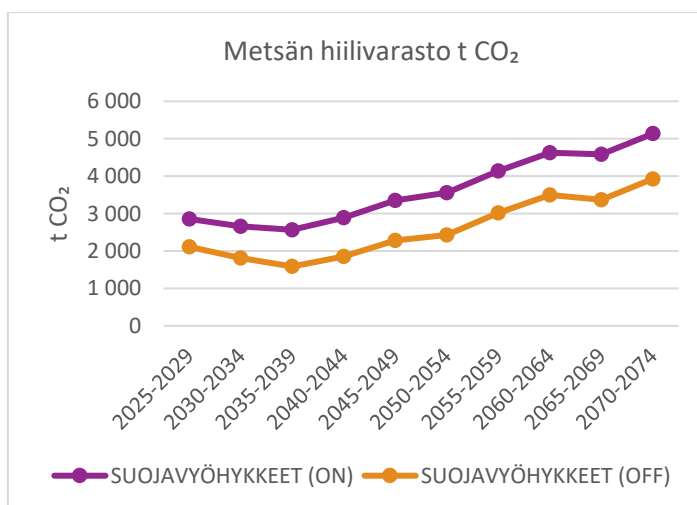
Kuva 17. Puuston hiilensidonta (t CO₂/ha).



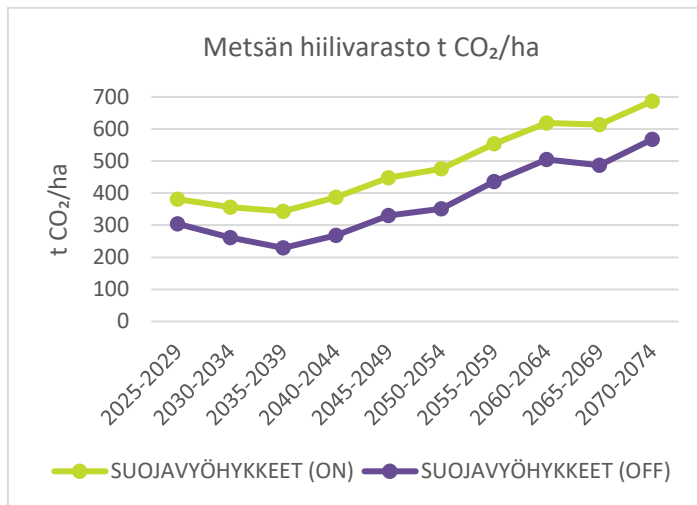
Kuva 18. Maaperän hiilivarasto (t CO₂).



Kuva 19. Maaperän hiilivarasto (t CO₂/ha).



Kuva 20. Metsän hiilivarasto (t CO₂).



Kuva 21. Metsän hiilivarasto (t CO₂/ha).

Kuvaajien avulla voidaan tarkastella miten suojavaöhykkeet vaikuttavat metsikkökuvion hiilensidontaan ja hiilivarastojen kehittymiseen ajassa.

Havaintoja tuloksista:

- Puuston hiilivarasto kehittyy samassa rytmissä molemmilla skenaarioilla. Ilman suojavaöhykettä simuloitu metsikkö ei saavuta puuston hiilivaraston osalta suojavaöhykkeellistä vertailuparia laskentajakson aikana. Tulosten perusteella ero päinvastoin kasvaa, etenkin laskentajakson alussa, jolloin vertailuparin puusto on vielä hyvin nuorta ja suojavaöhykkeen puuston kasvu ei ole vielä taantunut (Kuva 14, Kuva15).
- Puuston hiilensidonnasta molempien skenaarioiden kehitys on saman tyyppistä lukuun ottamatta ensimmäisiä 15 vuotta, jolloin puuston hiilensidonta pysyy hieman suuremmalla tasolla skenaarioissa, jossa on jätetty suojavaöhyke hakkuun aikana. Tämän jälkeen eri skenaarioiden ero tasaantuu, kun hakatun alueen puusto alkaa järeytyä ja kehitys jatkuu samanlaisena molemmissa skenaarioissa kiertoajan loppuun asti (Kuva 16, Kuva 17).
- Laskentatulosten perusteella maaperän hiilivarasto vähentyy molemmissa skenaarioissa ensimmäiset 10 – 15 vuotta ja kääntyy sen jälkeen selvään kasvuun. Alkuun ajoittuva varaston pieneminen on suoraa seurausta avohakkuun vaikutuksesta maaperän hiilen vapautumiseen. Maaperän hiiltä vapautuu ilmakehään suojavaöhykkeettömän metsikön osalta enemmän, koska avohakattu ala on vertailupariin nähden suurempi (Kuva 18, Kuva 19).
- Koko metsän hiilivaraston (puusto ja maaperä) osalta tarkasteltuna skenaario, jossa suojavaöhyke on jätetty, varastoi koko laskentajakson ajan enemmän hiiltä metsään. Tämä on looginen tulos, sillä jätettyjen suojavaöhykkeiden myötä tarkastelun kohteena oleva alue säilyy puustoisempuna yli laskentajakson. Myös maaperän hiili säilyy maassa paremmin, sillä avohakattua ja muokattua pinta-alaa on vähemmän (Kuva 20, Kuva 21).

Laskentatulosten yhteenvetona voi todeta, että esimerkkikuvion mukainen kehitys johtaa suojavaöhykkeet jättäen suurempiin puuston ja maaperän hiilivarastoihin tuloksissa kuvatus laskentajakson aikana. Hiilensidonnasta tulos on kaksijakoinen: alkukehityksen osalta suojavaöhykkeiden jättäminen pitää yllä parempaa hiilensidonnasta tasoa, mutta kiertoajan edetessä ero tasoittuu.

Yllä kuvattuun laskentamenettelyyn nähden vaihtoehtoinen laskentatapa olisi simuloida vain tulkittujen suojavaöhykkeiden (muu hakkuuala jätetään laskennan ulkopuolelle) tilaa vastaavilla vaihtoehtoisilla skenaarioilla: (i) suojavaöhyke jätetty, (ii) hakkuu tehty rantaan saakka. Tämä menettely ei kuvaa koko hakkuualan tilannetta, kuten se käytännön operaatioissa ilmenee, mutta antaa toki vastaavia tuloksia

suojavyöhykkeiden jättämisen ilmastovaikutuksista. Tämä laskentatapa sopii todennäköisesti paremmin suurempia alueita kuvaaviin laskentoihin.

Suuralueiden, esim. kunnan tai maakunnan laskennat tulee tätä työkalua käytettäessä tehdä otannan keinoin. Tämän työkalun avulla saadaan muodostettua osajoukko kaikista suojavyöhykkeistä. Osajoukko määräytyy laserkeilausohjelman aluejaon mukaan ja rajautuu ajallisesti tuoreimpiin hakkuualueisiin ja niiden yhteydessä jätettyihin suojavyöhykkeisiin. Osajoukon tulosten yleistämiseen suuremmalle alueelle voi hyödyntää esimerkiksi suuralueelle osuvia ja rantoihin rajautuvia metsänkäyttöilmoituksia. Niiden avulla saa esimerkiksi muodostettua arvion suuralueen rantahakkuiden kokonaismäärästä halutun tarkastelujakson aikana. Tarkkaan tulkitun ja lasketun osajoukon tulokset voi edelleen yleistää koskemaan arvioitua kokonaismäärää.

3.2 Tulosten vieminen käytäntöön

Hankkeen aikana toteutettu suojavyöhyke -työkalu toimitettiin Suomen metsäkeskukselle, jossa sen laajempaan käyttöönottoon liittyvää kehitystyötä jatketaan. Työkalun tuottamaa suojavyöhyketietoa on tarkoitus kerryttää Suomen metsäkeskuksen metsä- ja luontotietojärjestelmään sekä suunnitteilla olevaan LuontoLaatu -palvelualustaan. Näiden järjestelmien kautta suojavyöhykeaineistot tulevat osaksi laajempaa raportointia ja tietojen ylläpitoa.

Menetelmällä tuotettavat nykyistä tarkemmat tiedot toteutuneista suojavyöhykkeistä mahdollistavat suojavyöhykkeiden laadun monipuolisen kehittämisen samanaikaisesti huomioiden biodiversiteetti-, ilmasto-, ja vesiensuojelunäkökohdat. Suojavyöhykkeiden suunnittelua, toteutusta koskevaa ohjeistusta, käytänteitä sekä työkaluja voidaan tulevaisuudessa jatkokehittää, kun tiedetään tarkempia tietoja toteutuneista suojavyöhykkeistä.

3.3 Tulosten merkitys ja jatkotoimenpiteet

3.3.1 Johtopäätökset ja suuntia jatkokehitykseen

Hankkeen aikana kehitetty työkalu tuottaa testien perusteella luotettavia suojavyöhykkeiden rajoja. Yksittäisiä virhetulkintoja toki esiintyy, mutta valtaosa tulkinnoista osuu oikeaan. Testien perusteella hakkuualuearajauksen ja latvusrajattujen puustoryhmien geometrinen tarkkuus ovat keskeisimpiä suojavyöhykerajauksen laatuun vaikuttavia tekijöitä.

Työkalun tuottamia tuloksia voi hankkeen tavoitteiden mukaan hyödyntää luonnonhoitotoimien toteuttamisessa ja niiden vaikutusten arvioinnissa. Yksittäisistä suojavyöhykerajauksista voi laskea esimerkiksi vyöhykkeen leveyden tai leveyden vaihtelua kuvaavia tunnuksia. Näitä voi edelleen yleistää suuremmalle alueelle. Esimerkiksi yhdelle metsäkeskuksen metsävaratiedon tuotannon inventointialueelle voi tulkita tulokset ja yleistää ne metsänkäyttöilmoitusaineistoa hyödyntäen esimerkiksi kunnan mittakaavaan.

Työkalun tuottamat rajaukset ovat rajoja puustoisista suojavyöhykkeistä. Jos suojavyöhyke on luontaisesti vähäpuustoinen, voi ainakin osa suojavyöhykkeestä jäädä rajauksen ulkopuolelle. Myöskään maastossa ei ole aina yksiselitteisen selvää mistä suojavyöhyke alkaa ja mihin se päättyy. Ranta voi olla esimerkiksi soistunut ja vähitellen vedestä metsäksi vaihtuva (Kuva 22). Myös kalliorannat, etenkin vähäpuustoisina, ovat tämän työkalun kannalta haastavia. Ehkä ne ovat sitä suojavyöhykkeiden tulkin kannalta muutenkin.



Kuva 22. Soistunut ja vähäpuustoinen suojavyöhyke.

Suojavyöhykkeiden rajaukset on tuotettu latvusten mukaan rajattuina. Se on periaate, jota työkalu tällä hetkellä toteuttaa, mutta jota voidaan myös tarpeen mukaan muuttaa. Maastotestien perusteella todemmukaisempi tulos suojavyöhykkeiden leveyksistä voisi syntyä suojavyöhykkeitä supistamalla. Suojavyöhykkeiden supistamiseen voisi hyödyntää suojavyöhykkeille laskettuja puustotietoja ja niistä johdettavissa olevia oletettuja latvuston leveyksiä. Supistamisen voi myös tehdä suojavyöhykkeiden leveyksien laskennan yhteydessä muuttamatta työkalun nyt tuottamia rajauksia. Nykyiset rajaukset toimivat oletettavasti paremmin metsävaratietojen ylläpidon tarpeisiin.

Työkalulla tulkittujen suojavyöhykkeiden rajaaminen tai leikkaaminen kiinteistöjen rajoilla mietitytti koko hankkeen ajan. Perusteita löytyy molempiin suuntiin. Jos ajatellaan suojavyöhykettä luonnonhoitotoimena, niin metsäomistajan toimien mahdollisuudet rajautuvat oman kiinteistön rajojen sisään. Toisaalta ravinteet eivät siihen pysähdy, ja omalla kiinteistöllä tehty luonnonhoitotoimi voi täydentyä esim. yhteisen vesialueen vesijättömaan puustoisella suojavyöhykkeen osalla. Lopulta kokonaisuus ratkaisee, ei pelkästään oman kiinteistön alueella tehdyt toimet. Myös kiinteistörajojen geometrinen heikohko tarkkuus etenkin rantojen osalta ja mahdolliset muutokset ajassa muodostuivat tekijöiksi, joiden takia työkalun tuottamat suojavyöhykerajaukset päädyttiin tuottamaan siten, että ne kuvaavat luonnollisia suojavyöhykkeitä ilman hallinnollisia rajoitteita.

4 Lähteet:

FSC-vaatimukset, 2024. [www-sivusto]. Suojavyöhykkeet ylläpitävät monimuotoisuutta. <https://fi.fsc.org/fi-fi/suojavyohykkeet> [viitattu 28.10.2024].

Maa- ja metsätalousministeriö, 2022. Valtioneuvoston selonteko maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmasta. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2022:15. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-366-388-6>

PEFC-vaatimukset, 2024. [www-sivusto]. Vesistöjen ja pienvesien läheisyydessä toimittaessa huolehditaan vesiensuojelusta ja luonnonhoidosta. <https://pefckoulutus.fi/fi/pefc-fi-1002-2022-standardi/8-toiminta-11-22/8-17-vesistojen-ja-pienvesien-laheisyydessa-toimittaessa-huo> [viitattu 28.10.2024].



Maistraatinportti 4 A

00240 Helsinki

tapio@tapio.fi

www.tapio.fi