



Kasvu- ja kasvupaikkatiedolla kohti parempaa päättöksentekoa

Nisula, K., Penttala, E., Schneider, H. 2024.

Tapion julkaisu.

www.tapio.fi

1. Hankkeen esittely

- a) Perustiedot hankkeesta
- b) Hankkeen tavoitteet
- c) Yhteenveto hankkeesta

2. Hankkeen toteutus ja arviointi

- a) Menetelmät ja aineistot
- b) Aikataulu ja resurssit
- c) Kustannukset ja rahoitus
- d) Raportointi, julkaisut ja seuranta
- e) Toteutusvaiheen arviointi

3. Tulokset ja niiden arviointi

- a) Tulosten esittely
- b) Tulosten vieminen käytäntöön
- c) Tulosten merkitys ja jatkotoimenpiteet

4. Lähteet & Liitteet



Maa- ja metsätalousministeriö



1. Hankkeen esittely

1.1. Perustiedot hankkeesta (1/2)

- Hankkeen nimi: Kasvu- ja kasvupaikkatiedoilla kohti parempaa päätöksentekoa.
- Hankkeen päätoteuttajana toimi Tapio Oy.
- Hanke toteutettiin aikavälillä 21.3.2024-31.10.2024.
- Hankkeessa tehtiin tiivistä yhteistyötä Suomen metsäkeskuksen kanssa, joka vetää MetsäKaksonen-hanketta yhdessä Metsähallitus Metsätalous Oy:n ja Maanmittauslaitoksen kanssa.
- Hankkeelle ei luotu varsinaista ohjausryhmää, vaan koolle kutsuttiin asiantuntijaryhmä, joka kokoontui loppuwebinaarin lisäksi kaksi kertaa.
 - Asiantuntijaryhmän kokous: 29.8.2024
 - Asiantuntijaryhmän kokous: 16.10.2024
 - Loppuwebinaari: 29.10.2024
- Hanketta rahoitti maa- ja metsätalousministeriö.
- Hanke on osa maa- ja metsätalousministeriön keväällä 2020 käynnistämää maankäyttösektorin Hiilestä kiinni -ilmastotoimenpidekokonaisuutta.
- Toimenpiteillä pyritään vähentämään maa- ja metsätalouden sekä muun maankäytön kasvihuonekaasupäästöjä ja vahvistamaan hiilinieluja sekä varastoja.
- [Lue lisää](#) toimenpidekokonaisuudesta.

1.1. Perustiedot hankkeesta (2/2)

- **Osaprojekti 1: Tutkimussynteesi.** Selvitetään miten kasvua ja boniteettia on arvioitu metsävaratiedon avulla Suomessa sekä naapurimaissa Ruotsissa, Virossa ja Latviassa. Kuvataan, miten pituusboniteettia on käytetty metsänomistajien neuvonnassa ja osana kasvumalleja ym. näissä maissa. Pyritään löytämään käytäntöjä, jotka olisivat sovellettavissa myös Suomessa.
- **Osaprojekti 2: Kasvukarttojen tuottaminen pilottialueelta.** Tuotetaan rajatulta alueelta (kunta tai vastaava, sopivan kokoinen alue) kartta-aineistoja toteutuneesta kasvusta kahden eri laserkeilaus ajankohdan väliltä. Vertailuksi tuodaan tieto nykyisten kasvumallien mukaisesta kasvuennusteesta. Laskenta perustuu olemassa olevaan metsävaratietoon eikä ole siten riippuvainen uuden metsävaratiedon keräämisestä. Osaprojektissa tehdään myös tilatason esimerkkilaskelma siitä, miten tarkempi tieto kasvusta ja kasvupaikan puuntuotantokyvystä vaikuttavat toimenpidesuosituksiin ja kohteen kiertoajan aikaiseen hiilivarastoon.
- **Osaprojekti 3: Kasvukarttojen testaaminen ja menetelmän arvio.** Edellisessä työpaketissa tuotettuja karttoja testataan metsänomistajia ja metsäammattilaisia haastatteleamalla. Neuvonnan tueksi otetaan myös muita karttoja, kuten tuhoriskikarttoja, vesitalous- ja maaperäkarttoja. Loppuraportissa arvioidaan kasvukarttojen ja pituusboniteetin käyttökelpoisuutta ja tehdään suositukset jatkoa varten.
- **Osaprojekti 4: Projektinhallinta ja raportointi.** Projektin työn koordinointi, asiantuntijaryhmän kokousten järjestely, loppuwebinaarin järjestäminen, viestintä, loppuraportin laadinta ja talousraportointi.

1.2. Hankkeen tavoitteet (1/2)

Hankkeen tavoitteet:

- Hankkeen tavoitteena oli tehdä tutkimussynteesi kahden eri ajankohdan kaukokartoitusperusteisen metsävaratiedon käyttömahdollisuuksista metsän kasvun arvioinnissa ja metsän puuntuotantokyvyn luokittelussa toteutuneen pituuskasvun perusteella.
- Tavoitteena oli arvioida pituuskasvua ja sen vaihtelua pilottialueella vertaamalla kahden eri ajankohdan kaukokartoitusaineistoa ja tämän arvion visualisoiminen kartta-aineistona sisältäen myös tilakohtaisen esimerkkilaskelman.
- Tavoitteena oli testata pituuskasvua visualisoivia kartta-aineistoja metsänomistajien neuvonnassa yhdessä muita uudistamiskohteiden valintaa tukevien kartta-aineistojen kanssa.
 - Testaamiseen sisältyi kaukokartoitustiedon avulla tuotettujen pituuskasvukarttojen vertaaminen yleisesti käytössä oleviin, kasvumalleihin ja metsätyyppiluokitteluun perustuviin kasvua kuvaaviin karttoihin.

Rajaukset:

- Hankkeessa tehtiin tutkimussynteesi, johon kuului arvio pituusboniteetin laskennasta metsävaratietoon perustuen ja kuvaus pituusboniteetin käyttömahdollisuuksista Suomessa. Hankkeessa ei tehty varsinaista pituusboniteetin laskentaa.
- Hankkeeseen ei myöskään kuulunut kasvumallien kehittäminen.

1.2. Hankkeen tavoitteet (2/2)

- Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelman päämääränä on kestävä kehityksen tavoitteiden mukaisesti edistää maankäytön, metsätalouden ja maatalouden siirtymistä kohti ilmastokestävyyttä eli päästöjen vähentämistä, nielujen aikaansaamien poistumien vahvistamista sekä sopeutumista ilmastonmuutokseen (Maa- ja metsätalousministeriö, 2022).
- Metsien kasvun sekä hiilensidonnan varastoinnin edistäminen ovat Valtioneuvoston hyväksymään maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmaan (MISU2035) kirjattuja toimia.
 - Metsätalouden osalta on tärkeää huolehtia metsien hyvästä kasvukunnosta, sillä tuottava ja hyvin kasvava biomassa edesauttaa hiilivarastojen kasvattamista. Myös metsätuhojen ja –tuholaisten ehkäisy on tärkeää huolehtia metsätaloudessa, jotta metsät säilyvät terveinä ja kasvukykyisinä. Tämä edellyttää esimerkiksi metsän uudistumisen varmistamista ja kasvupaikalle soveltuvan puulajin valitsemista uudistamisessa. Lisäksi olisi hyvä, että metsiä ei hakata liian harvaksi eikä liian nuorina. Peitteisessä metsätaloudessa huolehditaan myös siitä, että hakkuissa säilytetään tälle kasvutavalle soveltuva puustorakenne. Maankäyttösektorin toimenpidekokonaisuudessa panostetaan tietopohjan, kokemusten ja osaamisen kartuttamiseen (Maa- ja metsätalousministeriö, 2022).
- Kasvu- ja kasvupaikkatiedolla kohti parempaa päätöksentekoa -hankkeen myötä syntyi käsitys siitä, miten kaukokartoitusperusteisen metsävaratiedon hyödyntämismahdollisuudet monipuolistuvat kahden eri ajankohtina kerätyn tiedon avulla. Hankkeessa toteutettu tilakohtainen esimerkkilaskelma havainnollistaa metsien kasvuun pohjautuvan päätöksenteon merkitystä suhteessa taloudelliseen kannattavuuteen, puuston hiilivarastoon sekä toimenpide-ehdotuksiin.
- Hankkeessa toteutettujen metsänomistajahaastattelujen avulla selvitetään, koetaanko pituuskasvukartat hyödyllisinä. Keskeisenä tietona haluttiin saada selville, kokeeko metsänomistaja saavansa arvokasta lisätietoa tarkastelemalla karttoja ja voisiko pituuskasvukarttaa hyödyntää metsäsuunnitelman laadinnassa.

1.3. Yhteenveto hankkeesta (1/3)

- Hankkeessa selvitettiin miten kasvua ja boniteettia on arvioitu metsävaratiedon avulla Suomessa sekä naapurimaissa Ruotsissa, Virossa ja Latviassa.
- Hankkeessa selvitettiin, miten puuston kasvua voidaan arvioida kahden eri ajankohdan kaukokartoitusperusteisen metsävaratiedon avulla ja miten tällä tavalla laskettua pituuskasvutietoa voitiin hyödyntää metsänomistajien neuvonnassa.
- Hankkeessa tarkasteltiin myös, miten pituuskasvun arviota voitaisiin hyödyntää täsmällisempänä kasvupaikkatietona metsävaratiedon keruussa ja metsätietojärjestelmissä.
- Hankkeelle ei luotu varsinaista ohjausryhmää, vaan koolle kutsuttiin asiantuntijaryhmä, joka kokoontui loppuwebinaarin lisäksi kaksi kertaa.
- Hankkeen projektiryhmän sekä asiantuntijaryhmän kokoonpano ja keskeiset yhteistyökumppanit löytyvät viereisestä taulukosta (Taulukko 1).
- Hankkeen kokonaisbudjetti oli 48 000 €.

Taulukko 1. Hankkeen projektiryhmän sekä asiantuntijaryhmän kokoonpano sisältäen keskeiset yhteistyökumppanit.

Tehtävä	Henkilö(t)
Tapion projektipäällikkö	Kalle Nisula, Metsätietoasiantuntija
Tapion projektiryhmä	Elise Penttala, Metsätietoasiantuntija Henry Schneider, Metsätietoasiantuntija Mikko Ranta, Projekti- ja palvelupäällikkö Mikko Hämäläinen, Projektipäällikkö Nuutti Kiljunen, Asiantuntijakomentointi
Tapion Laadunvarmistaja	Eero Mikkola, Asiakkuusjohtaja Esko Välimäki, Metsätietopalveluiden päällikkö
Rahoittajan vastuuhenkilö	Niina Riissanen, Maa- ja metsätalousministeriö
Asiantuntijaryhmä	Juho Heikkilä, Suomen metsäkeskus Juha Keränen, Suomen metsäkeskus Mikko Niemi, Helsingin yliopisto Jouni Väkevä, Maa- ja metsätaloustuottajan Keskusliitto MTK ry Jari Jordan, MhyP Oy Olli Leino, Metsä Group Santtu Pakarinen, Metsä Group
Keskeiset yhteistyökumppanit	Suomen metsäkeskus SLU Viron metsähallitus Latvian metsähallitus Dianthus Ab Op Metsä Haastateltavat metsänomistajat

1.3. Yhteenveto hankkeesta (2/3)

- Kasvu- ja kasvupaikkatiedoilla kohti parempaa päätöksentekoa -hankkeessa tarkasteltiin kahtena eri ajankohtana kerätyn kaukokartoitusperusteisen paikkatietoaineiston mahdollisuuksia tarkempien puuston kasvuennusteiden luomisessa. Hanke jaettiin kolmeen osaan, joista tutkimussynteesi oli ensimmäinen. Seuraavissa vaiheissa luotiin pituuskasvukarttoja ja testattiin niitä vertailemalla kasvumalleihin ja haastatteleamalla kartoista mahdollisesti hyötyviä kohderyhmiä.
- Kaukokartoitusaineistosta tuotettuun toteutuneeseen pituuskasvuun perustuvaa karttaa ja siitä johdettavaa pituusboniteettia pidettiin hyödyllisenä kehitettävänä haastattelujen ja tutkimusten perusteella. Vastaavanlaisten tuotoskykyä kuvaavien karttojen eteen on tehty Ruotsissa jo paljon kehitystyötä ja löydetty hyödyllisiä toimintamalleja, joita voisi käyttää Suomessakin. Pituusbonitointi on käytössä muissakin naapurimaissa, joten näyttöä käyttökelpoisuudesta on.
- Vaikka hankkeessa selviäisi, että pituusbonitointi vaatii kolmannen laserkeilauskierroksen ollakseen riittävän tarkkaa, jotta sitä olisi järkevää soveltaa, kahden ensimmäisen inventoinnin välille on mahdollista tehdä pituuskasvukartta, josta saa jo selkeitä hyötyjä irti. Pituuskasvukartta olisi joka tapauksessa luotava osana kaukokartoitusperusteista pituusboniteettitietoa, joten sen luominen jo nyt ei menisi missään nimessä hukkaan.
- Pituuskasvukarttojen tuottaminen kahden eri ajankohdan puuston latvusmallista on jo nykyisellään mahdollista melko tehokkaasti ja pituuskasvu on muutettavissa myös vuosittaiseksi keskiarvoksi, kun tiedetään kahden eri laserkeilauksen ajankohdat. Hankkeen aikana pilottialueelle tuotetun laskennan tuloksesta on eroteltavissa sekä pituuden kasvu että poistuma.
- Pituuskasvukarttojen tuottaminen kahden eri ajankohdan laserkeilausaineiston pistepilvestä on myös nykyisellään mahdollista, mutta se eroaa paljon latvusmalleista tehtävästä pituuden muutostulkinnasta ja on prosessina huomattavasti haastavampi. Kasvukarttojen tuottamisessa laserkeilausaineistosta on useita eri lähestymistapoja ja kasvun muutoksessa voidaan parhaimmillaan päästä jopa yksittäisten puiden tasolle hilatason sijaan.

1.3. Yhteenveto hankkeesta (3/3)

- Kasvukarttoja voidaan pitää luotettavina gradienttierojen, poistuneiden puiden ja puiden, joiden kasvu on selkeästi muun kuvion pituuskasvu hitaampaa, suhteen. Vaikka vaihtelun kuvaaminen onnistuu luotettavasti, absoluuttisia pituuskasvuarvoja ei voida vielä tässä hankkeessa käytetyllä laskentamenetelmällä pitää täysin luotettavina.
- Hankkeessa tuotettu latvusmallin erotukseen pohjautuva pituuskasvu, pistepilviaineistoon perustuva pituuskasvu ja kasvumallien pohjalta arvioitu pituuskasvu erosivat kaikki merkittävästi toisistaan. Luotettavuus voitaisiin saada paranemaan, kun molemmilta kaukokartoitusajankohdilta on saatu tehtyä tiheäpulssinen laserkeilaus. Vaihtoehtoisesti tässä hankkeessa käytettyä laskentamenetelmää tulisi vielä kehittää.
- Kun saadaan luotettava kartta, josta näkee, kasvaako puusto odotettua nopeammin vai hitaammin, voidaan tehdä hyödyllisiä päätelmiä. Jos ennuste ja toteuma eroaa paljon, voidaan epäillä kuviotiedoissa olevan kasvupaikkaluokan oikeellisuutta tai päätellä, että minkään luokan keskiarvo ei kuvaa hyvin kuvion tilannetta. Jos toteutunut kasvu on ennustettua heikompaa voi pohtia, onko kuviolla lannoitustarve, onko puulajivalinta väärä ja onko puilla stressiä esimerkiksi kuivuuden, märkyyden tai metsätuhon takia.
- Ennusteisiin suhteutetun kasvun tason tunnistamisesta on myös hyötyä toimenpiteiden suunnittelun yhteydessä. Jos kasvu havaitaan ennustettua nopeammaksi, voidaan miettiä metsänhoitotoimenpiteiden ja harvennusten aikaistamista. Uudistuskypsässä metsässä taas kannattaa harkita kiertoajan pidentämistä, jos kasvu ei ole hidastunut selkeästi, vaikka läpimitaltaan oltaisiin jo uudistamisrajoissa.

- Hankkeessa toteutetut viestinnän toimenpiteet ja julkaisut on listattu viereisissä taulukoissa (Taulukko 2 & Taulukko 3).

Taulukko 2. Hankkeessa tuotetut viestinnän toimenpiteet.

Julkaisu	Julkaisu pvm.	Julkaisumuoto
Hankesivu	4/2024	Verkkosivu
Tiedote 1	6/2024	Verkkosivu
Loppuwebinaarin tapahtumasivu	10/2024	Verkkosivu
Kutsusähköposti loppuwebinaariin	10/2024	Sähköposti
Tiedote 3	10/2024	Verkkosivu

Taulukko 3. Hankkeessa tuotetut julkaisut.

Julkaisu	Julkaisu pvm.	Julkaisumuoto
Loppuraportti	10/2024	PowerPoint
Osaprojekti 1: raportti	10/2024	PDF
Osaprojekti 2: raportti	10/2024	PDF
Osaprojekti 3: raportti	10/2024	PDF

2. Hankkeen toteutus ja toteutusvaiheen arviointi

2.1. Menetelmät ja aineisto

Osaprojekti 1

- Suomessa puuston kasvuennusteet ovat perinteisesti perustuneet mallinnettuihin arvoihin, joihin vaikuttaa erityisesti kuvioittain arvioitu kasvupaikkatyyppi. Puuntuotoskykyä voidaan arvioida myös muilla menetelmillä, kuten pituusbonitoinnilla, jossa kasvuennuste perustuu pituuden ja iän suhteeseen ja siihen sovitettavaan kasvukäyrään. Ruotsissa on jo pitkään hyödynnetty kasvupaikkaindeksiä, joka pohjautuu pitkälti pituusboniteettiin. Myös Latviassa hyödynnetään pituusbonitointia muiden menetelmien joukossa. Kaukokartoitusmenetelmien kehittyminen voisi mahdollistaa kasvuennusteiden ja puuntuotoskyvyn määrittämisen johtamalla tiedon useamman ajankohdan kaukokartoitusaineistosta havaittavasta pituuden muutoksesta.
- Tässä osaprojektissa luotiin tutkimussynteesi, jossa selvitettiin pituusboniteetin käyttömahdollisuuksia ja rajoituksia tutkimusten ja haastattelujen avulla. Tutkimussynteesissä koostettiin tietoa pituusboniteetista, useamman ajankohdan kaukokartoitusaineiston hyödyntämisestä toteutuneen kasvun arvioinnissa ja pituusboniteetin määrittämisestä kaukokartoitusaineistojen avulla. Lisäksi arvioitiin, olisiko pituusbonitointi hyödyllinen menetelmä Suomessa kasvuennusteiden luomiseen kasvupaikkaluokituksen sijaan tai sen rinnalla.
- Tutkimussynteesin alussa käytiin läpi pituusbonitoinnin peruskäsitteet kirjallisuuteen perustuen, jonka jälkeen koostettiin tutkimustietoa useamman ajankohdan kaukokartoitusaineiston soveltamisesta ja hyödyistä. Synteesin loppupuolella on asiantuntijoiden näkemyksiä aiheesta. Näkemyksiä on kerätty haastattelemalla toimijoita Suomessa, Ruotsissa, Virossa ja Latviassa.
- **Tarkempi osaprojektin 1 raportti on luettavissa liitteestä 1.**

2.1. Menetelmät ja aineisto

Osaprojekti 2

- Tässä osaprojektissa tuotettiin perinteisen kasvupaikkaluokituksen rinnalle kaukokartoitukseen perustuvia pituuskasvukarttoja, jotka kuvasivat puuston toteutunutta kasvua.
- Osaprojektissa määriteltiin pilottialue, jonka valinnassa huomioitiin kahden eri kansallisen laserkeilaus- ja ilmakuvausohjelman ajankohdat (Maanmittauslaitos, 2024a). Tavoitteena oli löytää alue, jossa olisi tuotettu kaksi tiheäpulssista laserkeilausta eri ajankohdilta. Oletuksena oli, että harvapulssisesta laserkeilausaineistosta tuotetuissa puustoa kuvaavissa aineistoissa ei päästä tarpeeksi hyvään tarkkuuteen kuin tiheäpulssisen laserkeilausaineiston avulla.
- Pilottialueelta ladattiin latvusmallit kahdelta eri ajankohdalta (2019 & 2023) Suomen metsäkeskuksen latauspalvelusta (Suomen metsäkeskus, 2024a). Pilottialueelta ladattiin avoimen aineiston laserkeilausaineisto Maanmittauslaitoksen latauspalvelusta kahdelta eri ajankohdalta (2019 & 2023) (Maanmittauslaitos, 2024b). Pilottialueelta ladattiin lisäksi avoin kuvioaineisto Suomen metsäkeskuksen latauspalvelusta kahdelta eri ajankohdalta (2020 & 2024), jotka vastasivat yllä mainittuja kaukokartoitusaineistoja (Suomen metsäkeskus, 2024a).
- Pilottialueelle tuotettiin pituuskasvun muutos sekä latvusmalleista että laserkeilausaineistosta. Lisäksi pilottialueelta valitulle kiinteistölle tuotettiin pituuskasvun ennuste MOTTI –kasvumallien avulla Metsäkeskuksen avointa kuvioaineistoa hyödyntäen.
- Osaprojektin tilantason esimerkkilaskelmassa tutkittiin myös, miten tarkempi tieto kasvusta ja puuntuotantokyvystä vaikuttaisi esimerkiksi hakkuuehdotuksiin ja kiertoajan aikaiseen hiilivarastoon.
- **Tarkempi osaprojektin 2 raportti on luettavissa liitteestä 2.**

2.1. Menetelmät ja aineisto

Osaprojekti 3

- Hankkeessa tuotettuja pituuskasvukarttoja testattiin haastatteleamalla metsänomistajia ja vertaamalla arvoja Luonnonvarakeskuksen MOTTI -kasvumallien ennusteisiin. Menetelmän arvio on tärkeä osa hanketta, jotta saadaan koostettua hankkeen keskeiset opit ja arvioitua kehittämiskohteita.
- Haastatteluita varten Metsäkeskukselta pyydettiin yhteystiedot niiltä metsänomistajilta, jotka omistavat yli kymmenen hehtaarin kiinteistön pilottialueelta. Yhteystietolistalta valikoitui tarkempaan tarkasteluun 11 kiinteistöä: 8 yksityismetsänomistajan omistamaa ja 3 suuren organisaation omistamaa kiinteistöä.
- Haastatteluissa keskusteltiin muun muassa siitä, onko kartta realistinen, helppo tulkita ja selkeä, sekä mitä hyötyjä kartasta olisi metsänomistajalle nykyisellään.
- Lisäksi osaprojektissa verrattiin hankkeessa tuotettuja pituuskasvuaineistoja Luonnonvarakeskuksen MOTTI-malleilla mallinnettuun pituuden muutokseen.
- **Tarkempi osaprojektin 3 raportti on luettavissa liitteestä 3.**

2.1. Aikataulut ja resurssit

(sis. Toteutuksen organisaatio ja yhteistyökumppanit)

- Hankkeen osaprojektit oli jaettu Tapion projektiryhmän kesken ja hanketta edistettiin yhteistyössä hankkeelle kootun asiantuntijaryhmän kanssa sekä muiden keskeisten yhteistyökumppanien kanssa (erityisesti haastattelut).
- Tapion projektiryhmän kokoonpano löytyy viereiseltä taulukolta (Taulukko 4).
- Asiantuntijaryhmän kokoonpano sekä hankkeen keskeiset yhteistyökumppanit löytyvät esityksen alusta (sivu 8).
- Hanke eteni pääosin ilman suurempia ongelmia ja hankkeen tavoitteet saavutettiin lyhyehkön hankeajan puitteissa.

Taulukko 4. Hankeryhmän kokoonpano

Nimi	Tehtävä hankkeessa
Kalle Nisula	Projektin hallinta, kasvukarttojen tuottamiseen liittyvät paikkatietoanalyysit, raportointi.
Elise Penttala	Tutkimussynteesin tuottaminen, kasvukarttojen testaaminen ja menetelmän arvio, raportointi.
Henry Schneider	Projektihallinnon tuki, tutkimussynteesiin liittyvät haastattelut.
Eero Mikkola	Laadunvarmistus
Esko Välimäki	Laadunvarmistus
Mikko Ranta	Kasvukarttojen tuottamiseen liittyvät paikkatietoanalyysit
Mikko Hämäläinen	Kasvukarttojen tuottamiseen liittyvät paikkatietoanalyysit
Nuutti Kiljunen	Asiantuntijakomentointi

2.3. Kustannukset ja rahoitus

- Hankkeen kokonaisbudjetti oli 48 000 €.
- Hankkeelle ei ollut omarahoitusta eikä muuta ulkopuolista rahoitusta.
- Hankkeen kokonaisbudjetin jakautuminen löytyy alla olevasta taulukosta (Taulukko 5).

Taulukko 5. Kokonaisbudjetin jakautuminen.

	Yhteensä, €
Osaprojekti 1	11 500
Osaprojekti 2	16 500
Osaprojekti 3	8 500
Osaprojekti 4	7 500
Ostot	3 000
Matkat	1 000
Yhteensä	48 000

2.4. Raportointi, julkaisut ja seuranta

1. Loppuraportti

- Hankkeen loppurapotti, joka on koonti yksityiskohtaisemmista teknisistä raporteista, joita tuotettiin eri osaprojekteissa.

2. Tutkimussynteesi

- Tarkempi tekninen raportti osaprojektista 1 (liite 1).

3. Kasvu kuvaavat kartat ja kuvaus niiden tuottamisesta. Arvio tarkemman kasvupaikkatiedon hyödyistä esimerkinomaisesti, tilatasolla

- Tarkempi tekninen raportti osaprojektista 2 (liite 2).

4. Kuvaus kasvua kuvaavien karttojen käytöstä neuvonnassa yhdessä muiden kartta-aineistojen kanssa.

- Tarkempi tekninen raportti osaprojektista 3 (liite 3).

2.5. Toteutusvaiheen arviointi

- Hanke eteni pääosin ilman suurempia ongelmia ja hankkeen tavoitteisiin päästiin lyhyehkön hankeajan puitteissa.
- Hankkeen aikana päätettiin luopua tiedotteesta 2, sillä hankeajan ollessa melko lyhyt, olisi kolmessa tiedotteessa ja loppuwebinaarin uutisoinnissa ollut turhan paljon toistoa. Hankkeessa tuotettiin myös jonkin verran sellaisia viestinnän toimenpiteitä, joita ei oltu kirjattu hankesuunnitelmaan. Näitä olivat esimerkiksi loppuwebinaarin ilmoittautumiseen luotu tapahtumasivu sekä kutsusähköposti loppuwebinaariin. Lisäksi hanketta nostettiin esille sosiaalisessa mediassa ja Tapion uutiskirjeissä.
- Hankkeessa päädyttiin laskemaan kahden eri laserkeilausaineiston pituuskasvun muutos harvapulssisista aineistosta, sillä aikaisemman laserkeilausohjelman aineisto oli harvapulssista vuodelta 2019 ja uudemmassa laserkeilausaineistossa oli valittavissa sekä harvapulssinen avoin aineisto että maksullinen ja käyttöluvan vaativa tiheäpulssinen aineisto.
 - Tulevaisuudessa kun käyttäjällä on valittavissa kaksi tiheäpulssista laserkeilausaineistoa kahdelta eri ajankohdalta, kannattaa pituuskasvun muutos laskea tiheäpulssisista aineistoista.

3. Tulokset ja niiden arviointi

3.1. Tulosten esittely

Osaprojekti 1 (1/3)

- Tutkimusten mukaan pituusbonitointi ei sovi kaikkiin metsiköihin, mutta tämän tutkimussynteesin yhteydessä tehtyjen haastattelujen perusteella arvioitiin yleisesti, että kasvumuutoskartan ja siitä johdettavien boniteettiarvojen pitäisi ulottua kaikenlaisiin metsiin.
- Haastatteluissa ilmeni myös, että nykyisestä kasvupaikkaluokituksesta ei tule pyrkiä pois, vaan pituusboniteetin tulee toimia sen rinnalla ja olla mielellään muunnettavissa kasvupaikkaluokaksi. Tutkimusten mukaan pituusboniteetti on kuitenkin itsenäinen menetelmä puuntuotoskyvyn arviointiin ja vaikka suurempi pituusboniteetti keskimäärin tarkoittaa myös ravinteisempaa kasvupaikkaa, menetelmien tuloksia ei voida suoraan muuntaa keskenään.
- Haastattelujen perusteella pituusbonitointia pitäisi kehittää Suomessa ja sen myötä luotavasta pituuskasvukartasta olisi saatavilla muitakin hyötyjä. Muun muassa metsätuhojen aiheuttamaa tappiota kasvuun tai puulajivalinnan onnistumista voitaisiin visualisoida ja arvioida muutoskarttojen avulla. Karttojen kehittämisen aikataulu ja siihen käytettävät resurssit jakoivat kuitenkin mielipiteitä haastatteluissa.
- Osaan haastatteluissa esitettyihin käyttötarkoituksiin riittäisi nykyisin saatavilla olevasta aineistosta tehty pituuskasvukartta, jonka suurin hyöty olisi hahmottaa kuvion sisäinen kasvun vaihtelu ja havainnoida uudistamispäätöstä tehdessä, onko kasvu jo hiipunut vai kannattaako metsikkö jättää vielä kasvamaan. Osalla haastateltavista oli taas halua kehittää kasvumuutoskarttojen laatimista perusteellisemmin vasta sitten, kun tiheäpulssinen laserkeilaus on tehty valtakunnallisesti kaksi kertaa. Syynä oli se, että mahdollisia kasvumallien kalibroitumisarvoja saisi muutoksesta vasta silloin irti niin, että laatu paranisi nykyisistä kasvuennusteista.

3.1. Tulosten esittely

Osaprojekti 1 (2/3)

- Kaukokartoitusaineistosta luotuun menneeseen pituuskasvuun perustuvaa karttaa ja siitä johdettavaa pituusboniteettia pidettiin hyödyllisenä kehitettävänä haastattelujen ja tutkimusten perusteella. Vastaavanlaisten tuotoskykyä kuvaavien karttojen eteen on tehty Ruotsissa jo paljon kehitystyötä ja siellä on löydetty hyödyllisiä toimintamalleja, joita voisi käyttää Suomessakin. Pituusbonitointi on käytössä muissakin naapurimaissa, joten näyttöä käyttökelpoisuudesta on.
- Suomessa kasvun arvioinnista päästään kasvun mittaamiseen ainakin valtapuuston pituuden osalta, koska laserkeilauksella voi havaita luotettavasti pituuksia ja koko Suomea ollaan inventoimassa jo toista kertaa. Pienen puuston osalta laserkeilaus ei ole kuitenkaan niin luotettavaa kuin varttuneemman, joten ainakin tällä hetkellä taimikoiden kasvun arvioinnin tulisi ensisijaisesti perustua kasvupaikan ominaisuuksiin, maastoinventointiin ja kasvun mallintamiseen. Kasvatusmetsissä ja muissa suurempipuustoisissa metsissä olisi potentiaalia sovittaa laserkeilauksista saatu pituus ja pituuden muutos bonitointimalliin, jonka perusteella voisi arvioida tulevaa puuston koon kehitystä.
- Vielä on hieman epäselvää, olisiko nyt kahden ensimmäisen laserkeilauskierroksen erotuksen tarkkuudella tehdyt kasvunmittaukset riittävän tarkkoja pituusbonitointitarkoitukseen vai pitäisikö odottaa kolmatta kierrosta. Pitäisi siis määrittää, mitkä ovat sallitut luottamusvälit ja pääseekö niihin nykyisellä aineistolla. Tätä varten tarvitaan testausta ja menetelmän syvempää arviointia.
- Vaikka selviäisi, että pituusbonitointi vaatii kolmannen laserkeilauskierroksen ollakseen riittävän tarkkaa, jotta sitä olisi järkevää soveltaa, kahden ensimmäisen inventoinnin välille on nykyisellään jo mahdollista tehdä pituuskasvukartta, josta saa jo selkeitä hyötyjä irti. Pituuskasvukartta olisi joka tapauksessa luotava osa kaukokartoitusperusteista pituusboniteettitietoa, joten sen luominen jo nyt ei menisi missään nimessä hukkaan.

3.1. Tulosten esittely

Osaprojekti 1 (3/3)

- Ruotsin, Viron ja Latvian toimijoita haastateltiin ja selvitettiin, miten heidän toimintaympäristöissään on määritetty puuston kasvuennusteita. Ruotsin toimijoista haastateltiin Fredrik Walteria Dianthus Ab:sta ja Mats Nilssonin tutkimusryhmää SLU:sta, Latviasta Armands Berkisiä Latvian Metsähallituksesta ja Virosta Veiko Eltermannia Viron Metsähallituksesta.
- Sekä Ruotsissa, Virossa että Latviassa käytetään rinnakkain pituusbonitointiin ja kasvillisuuteen tai muihin tunnuksiin perustuvaa bonitointimenentelmää. Ruotsissa pituusbonitoinnin käyttö on laajinta ja sillä pituusbonitoinnin käytölle on pitkät perinteet. Kasvun arviointia kahden eri ajankohdan kaukokartoitusaineistoon perustuen on tutkittu eniten Ruotsissa, ja siitä on kehitetty myös käytännön sovelluksia ja palveluita. Latviassa ja Virossa tutkimus- ja kehitystoiminta on ollut tähän mennessä vähäistä.
- Kaukokartoitusaineistosta luotuun menneeseen pituuskasvuun perustuvaa karttaa ja siitä johdettavaa pituusboniteettia pidettiin hyödyllisenä kehitettävänä haastattelujen ja tutkimusten perusteella. Vastaavanlaisten tuotoskykyä kuvaavien karttojen eteen on tehty Ruotsissa jo paljon kehitystyötä ja löydetty hyödyllisiä toimintamalleja, joita voisi käyttää Suomessakin. Pituusbonitointi on käytössä muissakin naapurimaissa, joten näyttöä käyttökelpoisuudesta on.

3.1. Tulosten esittely

Osaprojekti 2 (1/4)

- Hankkeen aikana pilottialueelle tuotettiin laskenta, jossa hyödynnettiin sekä latvusmalleja että laserkeilausaineistoa. Maanmittauslaitos on tuottanut tiheäpulssista laserkeilausta vuodesta 2020 lähtien (Maanmittauslaitos, 2024c). Saatavilla olevia aineistoja tutkimalla huomattiin kuitenkin, että laserkeilauksen tiheäpulssiset kuvausohjelmat osuvat vielä tässä vaiheessa vain harvoin päällekkäin. Usein tilanne on se, että halutulta alueelta on saatavilla ensimmäisen laserkeilausohjelman mukaista harvapulssista aineistoa sekä uudempaa tiheämpipulssista laserkeilausaineistoa.
- Pituuskasvukarttojen tuottaminen kahden eri ajankohdan puuston latvusmallista on jo nykyisellään mahdollista melko tehokkaasti ja pituuskasvu on muutettavissa myös vuosittaiseksi keskiarvoksi, kun tiedetään latvusmallien tuottamisessa käytettyjen kahden eri laserkeilauksen ajankohdat. Pilottialueelle tuotetun latvusmallien erotuskuvan tuloksesta on eroteltavissa sekä pituuden kasvu että poistuma.
- Pituuskasvukarttojen tuottaminen kahden eri ajankohdan laserkeilausaineistosta on myös nykyisellään mahdollista, mutta se eroaa paljon latvusmalleista tehtävästä pituuden muutostulkinnasta. Pilottialueelle tuotettiin laskentamenetelmä, jonka tuloksesta on eroteltavissa sekä pituuden kasvu että poistuma. Kasvukarttojen tuottamisessa laserkeilausaineistosta on useita eri lähestymistapoja ja kasvun muutoksessa voidaan parhaimmillaan päästä jopa yksittäisten puiden tasolle hylätason sijaan.
- Molemmissa hankkeen aikana kehitetyissä laskentamenetelmissä käytettiin avoimen lähdekoodin työkaluja sekä avointa paikkatietoaineistoa.
- Tilatason esimerkkilaskelmassa tarkasteltiin pituuskasvukarttojen tuomaa vaikutusta toimenpidesuosittelun suunnittelussa, kiertoajan aikaiseen hiilivarastoon ja taloudelliseen kannattavuuteen.

3.1. Tulosten esittely

Osaprojekti 2 (2/4)

- Pituuskasvun muutos latvusmallien avulla:
 1. Latvusmallin pituuden erotuksen laskenta pikselitasolla. Tuloksena saatu rasteri kuvasi pilottialueella neljän vuoden pituuden muutosta pikselitasolla (sekä positiivisen että negatiivisen muutos).
 2. Puiden latvuston reunoille syntyvän vääristymän korjaaminen. Tuloksena saatu rasteri pyrkii tasoittamaan vaiheessa 1 tuotettua laskentatulosta.
 3. Pikseliarvojen pituusmuutos voitiin muuttaa vuosittaiseksi keskiarvoksi kun tiedettiin latvusmallien tuottamisessa käytettyjen laserkeilauksien ajankohta. Pilottialueella tämä aikaväli oli 4 vuotta.
- Pituuskasvun muutos laserkeilausaineistojen avulla:
 1. Kahden eri ajankohdan laserkeilausaineistojen pistepilvet suodatettiin tarvittavilla luokilla.
 2. Pistepilvien pisteiden korkeudet normalisoitiin Maanmittauslaitoksen korkeusmallin avulla.
 3. Pistepilvien pisteet suodatettiin korkeuden perusteella.
 4. 16 x 16 m hilaverkon muodostaminen pilottialueelle.
 5. Hiloille tuotettiin pistepilvistä halutut muuttujat (muun muassa 90. persentiili: p90).
 6. Hilakohtaisen pituuden erotuksen laskenta kahden eri ajankohdan aineistoilla.
 7. Hilakohtainen pituusmuutos voitiin muuttaa vuosittaiseksi keskiarvoksi kun tiedettiin kahden eri laserkeilauksen ajankohta. Pilottialueella tämä aikaväli oli 4 vuotta.

3.1. Tulosten esittely

Osaprojekti 2 (3/4)

- Malleilla tuotettu pituuskasvun ennuste:
 1. Pilottialueen yhdelle kiinteistölle tuotettiin pituuskasvun ennuste MOTTI- kasvumalleilla Metsäkeskuksen avointa kuvioaineistoa hyödyntämällä.
 2. Latvusmallien avulla saatu pituuskasvu yleistettiin kuviotasolle.
 3. Kuviokohtainen vertailu karttakuvien avulla.
- Tilakohtainen esimerkkilaskelma kasvun vaikutuksesta toimenpidesuosituksiin:
 1. Pilottialueelle hankittiin Suomen metsäkeskuksen avoin kuvioaineisto, joista valittiin sellaiset kuviot, joille on ehdotettu päätehakkuu vuodelle 2024.
 2. Näille kuviolle laskettiin pituuskasvukartoista vuosittainen pituuden muutos.
 3. Aineistoa tutkittiin tarkemmin kiinteistötasolla ja tuloksista voidaan huomata, että ero ei ollut pilottikiinteistöillä niin merkittävä, että sen pohjalta voitaisiin arvioida toimenpide-ehdotuksen ajankohdan täsmällisyyttä.

3.1. Tulosten esittely

Osaprojekti 2 (4/4)

- Tilakohtainen esimerkkilaskelma kasvun vaikutuksesta kiertoajan aikaiseen hiilivarastoon ja taloudelliseen kannattavuuteen:
 1. Pilottikiinteistöltä poimittiin hiilitunnusten laskentaan sellaiset kuviot, joilla ei ollut pituuskasvukarttojen mukaan tehty toimenpiteitä kahden eri laserkeilauksen välillä.
 2. Pilottikiinteistöltä poimittiin sellaiset kuviot, joiden kasvu latvusmallista tuotetun pituuskasvukartan mukaan oli joko suurempi tai pienempi MOTTI –kasvumallilla tuotettuun pituuskasvuun verrattuna. Näiden kuvioiden kasvupaikkaluokkaa muutettiin yksi askel joko ravinteikkaampaan tai karumpaan suuntaan toteutuneen kasvun perusteella.
 3. Pilottikiinteistön kuviolle laskettiin hiilitunnukset 50 vuoden päähän IPTIM-ohjelmistolla.
 4. Tuloksista voidaan huomata, että kasvupaikkaluokan muutoksella on merkittävä vaikutus, kun tarkkaillaan kiinteistötason hiilivarastoa.
 5. Tuloksista voidaan huomata myös, että kasvupaikkaluokan muutoksella on vaikutusta hakkuutulojen ja kustannusten ajoittumiseen kiertoajan aikana.

3.1. Tulosten esittely

Osaprojekti 3

- Kasvukarttoja pidettiin pääosin selkeinä, havainnollisina ja realistisina kuvaamaan kasvun vaihtelua. Useampi metsänomistaja toivoi, että pituuskasvukarttaa voisi kehittää sellaiseksi, joka huomioisi myös nykyisten kasvumallien ennusteet. Vielä nykyistä havainnollisempaa olisi visualisoida kartta niin, että pituuskasvun sijaan näkyisi, miten hyvä kasvu on ollut ennustettuun kasvuun verrattuna.
- Pituuskasvukarttojen lisäarvo ja tarpeellisuus koettiin vaihtelevasti metsänomistajille.
 - Aktiivisesti maastossa käyvät olivat huomanneet jo samat asiat, mitä kartoista voi päätellä.
 - Kaikki omistavien organisaatioiden edustajat eivät itse ole mukana metsäsuunnittelussa, eivätkä henkilökohtaisesti tarvitsisi omassa työssään karttoja.
 - Kasvukarttoja arvioitiin todella hyödyllisiksi metsäsuunnittelijoille ja metsänomistajille, jotka käyvät metsissään muutaman vuoden välein tai harvemmin.
- Kasvukarttoihin toivottiin jatkossa erityisesti kasvumalleihin vertailua. Kasvumalleihin vertailun lisäksi koettiin tärkeäksi, että havaituilla kasvuarvoilla voisi kalibroida jatkossa kasvumalleja.
- Latvusmallista pituuden muutosta laskemalla saatiin keskimäärin suurempia arvoja kuin kasvumalleilla tuotettuna. Ero oli keskimäärin 29 cm vuodessa niillä kuvioilla, joille ei ollut tehty toimenpiteitä tarkastelujaksolla.
- Pistepilviaineistosta lasketut arvot olivat taas keskimäärin mallinnettuja pituuskasvuarvoja 11 cm pienempiä vuositasona.
- Tästä voidaan päätellä, että erotusmenetelmää tulisi vielä kehittää sellaiseksi, ettei se häiriinny muun muassa latvusten levenemisestä tai sitten tilannetta tulee tarkastella uudelleen silloin, kun on saatavilla kahden eri ajankohdan tiheäpulsseisen laserkeilausaineiston pohjalta tehty latvusmalli.

3.2. Tulosten vieminen käytäntöön (1/2)

- Mallinnetut, laserkeilauspistepilvestä havaitut ja latvusmallista havaitut kasvut erosivat tarkastelun aikana merkitsevästi. Tarkat kasvuarvot eivät olleet vielä nykyisellä laskentamenetelmällä tarpeeksi luotettavia. Hankkeessa käytetty laskentamenetelmä vaatisi vielä jatkokehitystä, jotta kasvuarvoista saataisiin vieläkin tarkempia.
- Todennäköisimpiä syitä kasvukarttojen epätarkkuudelle olivat liian harva ensimmäisen ajankohdan laserkeilausaineiston pistetiheys ja se, että menetelmä ei nykyisellään korjannut latvusten levenemisestä aiheutuvaa harhaa riittävän voimakkaasti, vaikka tekijä pyrittiin huomioimaan.
- Hankkeen myötä syntyi käsitys, miten kaukokartoitusperusteisen metsävaratiedon hyödyntämismahdollisuudet monipuolistuisivat kahden eri ajankohtina kerätyn tiedon avulla. Hankkeen myötä syntyi myös käsitys, miten nykyisellä laskentamenetelmällä tuotetut kasvukartat palvelisivat metsänomistajia sekä metsäalan toimijoita.
- Lisäksi hankkeen myötä voitiin arvioida, miten kasvuun pohjautuvaa tietoa voitaisiin hyödyntää toimenpidesuunnittelussa, kasvukauden aikaisen hiilivaraston laskennassa sekä taloudellisen kannattavuuden tarkkailussa kiinteistötasolla.

3.2. Tulosten vieminen käytäntöön (2/2)

- Lyhyen aikavälin kehitysaskelia voisi olla pituusmuutuskartan ja pituuskasvukartan tuottaminen koko Suomen alueelle. Sen lisäksi jo lyhyellä aikavälillä olisi mahdollista tehdä analyysi, onko pituuskasvu nykyistä ennustetta hitaampaa vai nopeampaa kuviotasolla. Vielä toteutuneen kasvun tietoja ei kannata viedä avoimeen metsävaratietoon, sillä absoluuttisten arvojen luotettavuus on hankkeessa käytetyllä laskentamenetelmällä epävarmaa. Tuotettavien karttojen yhteydessä tulee myös avata luotettavuutta selosteella.
- Pidemmällä aikavälillä, kun testausta ja kehitystyötä on enemmän takana ja tiheämpipulssinen laserkeilaus tehty kahdesti Suomessa, toteutuneita kasvuarvoja voisi viedä metsävaratietoon ja kalibroida niillä kasvumalleja. Vaihtoehtoisesti Suomeen tulisi luoda kokonaan uudet pituusbonitointimallit tai Ruotsin tapaan kasvupaikkaindeksi, joka pohjautuu valtaosin pituusboniteettiin.
- Vielä ratkaistavana on, miten pituuden muutokseen pohjautuvat kasvuennusteet soveltuvat lannoitetuille kohteille, eri-ikäisrakenteisille metsiköille, turvemaille, sekametsille ja nuorille metsille. Lisäksi tulee käytännössä testata, onko hankkeessa käytetty laskentamenetelmä harhattomampi, kun käytössä on tiheämpipulssiset laserkeilausaineistot useammalta ajankohdalta.

3.3. Tulosten merkitys ja jatkotoimenpiteet (1/2)

- Pituuskasvukartoissa ja kaukokartoitukseen pohjautuvassa pituusbonitoinnissa nähdään paljon potentiaalia kasvuennusteiden parantamiseen ja muihin sovelluksiin. Pituuskasvukartat ovat jo nykyisellä menetelmällä tuotettuna realistisia kuvaamaan kuvion sisäistä muutosta ja vaihtelua. Pituuskasvukartat ovat hyödyllisiä erityisesti metsänomistajille, jotka eivät käy säännöllisesti ja usein maastossa, sekä metsäsuunnittelijoille päivittäisessä työssään.
- Jatkokehityksessä olisi tärkeää tutkia pituusboniteettiarvojen johtamista ja kasvumallien kehitystä kaukokartoitettujen arvojen pohjalta. Tämä vaatisi laajalta alueelta kaksi laserkeilausta, joissa on korkeampi pistetiheys.
- Yksi potentiaalinen kehityshanke olisi myös vertailla kasvuarvoja laajemmin kasvupaikkatekijöihin, kuten topografiaan tai vesitalouden tilaan. Myös vertailu metsätuhoriskiaineistojen kanssa olisi kiinnostavaa jatkossa.

3.3. Tulosten merkitys ja jatkotoimenpiteet (2/2)

Hyöty

- + Maastotarkastusten priorisointi
- + Lumituhojen ja tuulenkaatojen havaitseminen
- + Stressin aiheuttaman kasvun hidastumisen havaitseminen
 - Kuivuus
 - Märkyys
 - Hyönteistuho
- + Puulajivalinnan arviointi
- + Täsmämetsätalouden edistäminen kuvion sisäisen vaihtelun havaitsemisen myötä
- + Lannoitustarpeen arviointi

Potentiaali

- + Nykyistä tarkempi kasvupaikkaluokitus, kun kaukokartoitukseen perustuvalla pituusbonitoinnilla päästään otannasta kaiken mittaamiseen
- + Kasvumallien kalibrointi jatkuvalla muuttujalla
- + Tarkemmat kasvuennusteet
 - Parempaa tietoa toimenpiteiden ajoittamisen suunnittelua varten
 - Luotettavammat arviot mm. puuston hiili-varaston maksimikoosta
- + Kasvun hidastumisen todennäköisimmän syyn arviointi vertaamalla pituuskasvukarttaa muihin kartta-aineistoihin

4. Lähteet:

- Maa- ja metsätalousministeriö 2022. Valtioneuvoston selonteko maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmasta. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2022:15. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-366-388-6>
- Maanmittauslaitos. 2024a. [www-sivusto]. Laserkeilaus ja ilmakeilaus. <https://www.maanmittauslaitos.fi/laserkeilaus-ja-ilmakeilaus> [viitattu 27.10.2024].
- Maanmittauslaitos. 2024b. [www-sivusto]. Maanmittauslaitoksen Karttapäikkä. <https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapäikka> [viitattu 26.10.2024].
- Maanmittauslaitos. 2024c. [www-sivusto]. Laserkeilausaineisto 5 p. <https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-päikkätieto/aineistot-ja-rajapinnat/tuotekuvaukset/laserkeilausaineisto-5-p> [viitattu 26.10.2024].
- Suomen metsäkeskus. 2024a. [www-sivusto]. Metsäkeskus – päikkätietoaineistot. <https://www.metsakeskus.fi/fi/avoin-metsa-ja-luontotieto/aineistot-päikkätieto-ohjelmille/päikkätietoaineistot> [viitattu 26.10.2024].

4. Liitteet:

1. **Liite 1:** Kasvu- ja kasvupaikkatiedolla kohti parempaa päätöksentekoa, tutkimussynteesi (PDF)
2. **Liite 2:** Kasvu- ja kasvupaikkatiedolla kohti parempaa päätöksentekoa, kasvukarttojen tuottaminen (PDF)
3. **Liite 3:** Kasvu- ja kasvupaikkatiedolla kohti parempaa päätöksentekoa, menetelmän arvio (PDF)

TAPIO - METSÄNTUNTIJA

WWW.TAPIO.FI