

Metsätehon raportti 276
21.1.2026

TÄSMÄMETSÄTALouden JA -LUONNONHoidon Tietotarpeet JA AINEISTOT

Tapio Räsänen
Timo Melkas
Jussi Peuhkurinen
Markus Strandström
Riku Tarvainen



Euroopan unionin rahoittama –
NextGenerationEU

ISSN 1796-2374 (Verkkojulkaisu)

METSÄTEHO OY
Vernissakatu 1
01300 Vantaa

www.metsateho.fi

TÄSMÄMETSÄTALouden JA -LUONNONHoidon Tietotarpeet JA AINEISTOT

Tapio Räsänen
Timo Melkas
Jussi Peuhkurinen
Markus Strandström
Riku Tarvainen

Metsätehon raportti 276
21.1.2026

ISSN 1796-2374 (Verkkojulkaisu)

© Metsäteho Oy

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
1.1 Kestotäsmä -hankkeen viitekehys ja tavoitteet	6
1.2 Kestotäsmä -hankkeen toteutus ja työpaketit.....	7
1.3 Tietotarve- ja aineistokartoituksen tavoitteet ja toteutus.....	8
2 TÄSMÄMETSÄTALouden JA -LUONNONHOIDON TIETOTARPEET	11
2.1 Tietotarvekartoituksen toteutus.....	11
2.2 Kartoituksen tulokset osa-alueittain	12
2.2.1 Metsäomaisuuden hallinta, metsien käytön suunnittelu ja puukauppa	12
2.2.2 Metsänuudistamisen suunnittelu ja laadun seuranta.....	14
2.2.3 Metsänkasvatus.....	16
2.2.4 Puunkorjuun suunnittelu, ohjaus ja toteutus.....	18
2.2.5 Puunkorjuun laadun seuranta	21
2.2.6 Talousmetsien luonnonhoidon toimenpiteiden suunnittelu ja seuranta	23
2.2.7 Metsävara- ja luontotietojen tuottaminen, ylläpito ja jakelu .	28
2.2.8 Muut metsätalouden tietotarpeet	29
3 AINEISTOKARTOITUS	31
3.1 Aineistokartoituksen tekotapa	31
3.2 Aineistojen tai tietolähteiden luokittelu ja toimittajat	32
3.3 Aineistojen julkisuus sekä saatavuuden ja käytön rajoitukset	33
3.4 Aineistoluokittaiset kuvaukset.....	34
3.4.1 Metsävara- ja puustotiedot	34
3.4.2 Elinympäristöjä ja luonnonhoitoa kuvaavat aineistot	35
3.4.3 Lajitiedot.....	37
3.4.4 Suojelualueet.....	37
3.4.5 Kiinteistöt, infra ja tiestö	37
3.4.6 Maankäyttö ja kaavoitus	38
3.4.7 Maasto, maaperä ja olosuhteet.....	38
3.4.8 Kauko- ja lähikartoitusmenetelmät.....	39
3.4.9 Toimenpiteiden suunnittelu, ohjaus ja seuranta	42
3.4.10 Metsäkonetiedot	43
3.4.11 Metsätuhot.....	45
3.4.12 Metsien monikäyttö.....	46
4 TÄSMÄMETSÄTALouden JA -LUONNONHOIDON AINEISTOJEN JA NIIDEN KÄYTÖN KEHITTÄMISTIEKARTTA.....	47
4.1 Kehittämisehdotusten tiivistelmä.....	47
4.2 Tietoaineistojen tuotanto ja pelisäännöt.....	49
4.3 Puunkorjuun suunnittelu, toiminnanohjaus ja laadun seuranta.....	52
4.4 Metsänhoitotöiden suunnittelu, toiminnanohjaus ja laadun seuranta.....	55
4.5 Luonnonhoidon toimenpiteiden suunnittelu ja seuranta	56
Lähdekirjallisuus	59

TIIVISTELMÄ

KESTOTÄSMÄ-hankkeen tavoitteena oli kehittää ja pilotoida uusia menetelmiä metsien kestävyiden ja täsmämetsätalouden tukemiseksi. Hanke tähtäsi ratkaisuihin, joilla voidaan parantaa ilmastokestävyyttä, luonnon monimuotoisuutta turvaavaa metsänkäsitteilyä sekä tehostaa puunkorjuuta, puunkorjuun omavalvontaa ja tarkastustoimintaa moderneja paikkatietoon ja kaukokartoitukseen perustuvia teknologioita hyödyntäen. Hankkeessa kartoitettiin täsmämetsätalouden ja -luonnonhoidon tietotarpeita sekä muodostettiin kokonaiskuva tukiaineistoista ja niiden kehittämistarpeista. Työssä laadittiin täsmätiedon kehitystiekartta, jonka tavoitteena on suunnata tietoaineistojen, tiedonhankintamenetelmien ja tietojärjestelmien tutkimusta ja kehittämistä. Kartoituksessa selvitettiin erityisesti puunkorjuun ja luonnonhoidon suunnittelun ja seurannan tietotarpeet, mutta myös laajemmin metsätalouden ja metsävaratiedon hyödyntämisen kysymyksiä. Tavoitteena oli myös määritellä tietoaineistojen käyttöoikeuskysymyksiä sekä pelisääntöjä. Tietotarvekartoitus tehtiin määrittelemällä osa-alueittain ne täsmämetsätalouden ja -luonnonhoidon tehtävät ja kysymykset, jotka toimenpiteiden suunnittelussa, ohjauksessa ja seurannassa on tarpeellista ottaa huomioon. Tietotarpeet määritettiin ensin laajemmiksi kokonaisuuksiksi, jotka sitten kohdennettiin n. 400 yksityiskohtaiseksi kysymykseksi. Määrittelyissä keskityttiin metsänuudistamisen ja puunkorjuun suunnittelun, metsänhoitotöiden ja korjuun laadun seurannan sekä talousmetsien luonnonhoidon suunnittelun ja todentamisen tietotarpeisiin.

Tietoaineistojen kartoituksessa selvitettiin metsätaloudessa ja puunhankinnassa tarvittavia paikkatietoja tuottavat suomalaiset organisaatiot ja yritykset ja niiden aineistotarjonta. Aineistoja kartoitettiin myös metsätalouden ja puunhankinnan tietotarpeiden lähtökohdista; ts. selvitettiin mitkä aineistot, tietolähteet ja paikkatietoa hyödyntävät työkalut olisivat käytettävissä johonkin tiettyyn tarpeeseen vai eikö sellaisia ole. Metsätehossa tehdyn aineistojen koostamisen jälkeen lähetettiin isoimmille Metsätehon osakkaille kysely aineistojen nykyisestä käytöstä, tulevaisuuden käyttötarpeista ja aineistoja koskevista kehittämisehdotuksista. Kaikkiaan kartoituksessa kuvattiin tarkennetusti 144 aineistoa tai tietolähdettä. Niistä 55 % on jaettavaa paikkatietoa sisältäviä aineistoja ja loput kartta- tai geoproessointipalveluita, kaupallisia tai yksityisiä liiketoiminnan aineistoja tai viranomaisaineistoja. Aineistoista n. 50 % on avoimesti saatavilla ja rajoituksetta käytettäviä ja loput saatavuuden, käyttöoikeuksien tai valmiusasteen mukaan eri tavoin rajoitettuja.

VTT teki koosteen kaukokartoitusaineistojen, niiden tulkintamenetelmien ja käyttömahdollisuuksien nykytilasta ja lähitulevaisuuden näkymistä. Kaukokartoitusmenetelmät jaettiin tarkastelua varten neljään luokkaan käytettävän kaukokartoitusalan mukaan: drooni, miehitetty ilma-alus (ilmakuvaus ja ilmalaserkeilaus), kaukokartoitussatelliitit ja maanpinnalta tehtävä kuvaus. Näin voitiin yleisellä tasolla tarkastella aineistojen spatiaalisista ja temporaalisista erotuskyvyistä johtuvia eroja tuotetun tiedon hyödynnettävyyteen sekä tiedon tuottamisen kustannustekijöitä. Tarkastelun pohjaksi arvioitiin menetelmän tekninen valmius operatiiviseen käyttöön. Visiossa lähtökohdaksi otettiin nykyinen kehitysnäkymä, joka johtaisi arvion mukaan siihen, että menetelmä on kehitetty ja testattu operatiivisessa ympäristössä ja todettu toimivaksi 5–10 vuoden kuluessa.

Metsien käytön, kasvatuksen ja hakkuiden suunnittelussa ja päätöksenteossa on tarvetta entistä tarkemmalle ja ajantasaisemmalle metsävara- ja luontotiedolle sekä niihin perustuville toimenpide-ehdotuksille. Vuonna 2026 käynnistyvän ilmakuvauksen ja laserkeilausohjelman tuottamien uusien aineistojen ja yksinpuuntulkinnan odotetaan tarkentavan nykyistä tietoa puuston rakenteesta ainakin varttuneemmissa puustoissa. Nuorissa metsissä tiedon laatu vaihtelee toistaiseksi liikaa, joten siihen toivotaan myös saatavan parannusta. Metsänuudistamisessa on mahdollista siirtyä kaavamaisista kuviotason ratkaisuihin kohti pienkuviointiin perustuvaa toimintatapaa, mutta se edellyttää uudenlaista eri tietoaineistojen yhdistämistä ja paikkatietojen prosessointia. Maanmuokkauksen suunnittelussa, vesistövaikutusten ennakkoinnissa ja puulajivalinnassa olisi mahdollista käyttää sijaintitarkkaa kasvupaikka-, olosuhde- ja juurikäyvän havaintotietoa sekä hakkuukuviointin saatavia aluerajauksia. Taimikon varhaisperkaustarpeen sekä nuoren metsän

hoidon ja kiireellisyyden arviointiin on tarve kehittää ajantasaisia kaukokartoitusaineistoja käyttäviä ja kustannustehokkaita menetelmiä. Metsätuho- ja tuho- ja toteutuneita tuhoja koskevan tiedon kattavaan ja nopeaan saantiin on kasvavaa tarvetta. Tuho- ja havaintojen tulisi olla nopealla syklillä päivittyviä ja rajapintojen kautta haettavissa tuhojen seuranta- ja ennustepalveluista toimijoiden tietojärjestelmiin.

Puunkorjuun tietotarpeiden kuvaamisessa painopiste oli korjuun laadun ja työturvallisuuden varmistamisessa, ympäristöriskien huomioimisessa sekä luonnonhoidon toimenpiteiden suunnittelussa. Korjuun suunnittelussa ja ohjauksessa metsäyhtiöt käyttävät jo nykyisin paljon erilaisia paikkatieto- ja kartta-aineistoja, joita yhdistämällä ja analysoimalla voidaan tuottaa korjuuyrittäjille ja koneenkuljettajille tarvittavaa informaatiota päätöksenteon tueksi. Hakkuukertymien ja hakatavan puuston keskitunnusten arviointiin kuvioittaiset puustotunnukset eivät aina ole riittävän tarkkoja. Ajantasaisten hilatietojen avulla lohkojen kertymääräarvoja voitaisiin tarkentaa ja kohdentaa eri puutavaralajien määrät korjuulohkon eri osille. Runkolukusarjatietoa metsävaratiedoissa ei ole, mutta sille olisi käyttöä erityisesti katkontavaihtoehtojen laskennassa ja katkonnan ohjausparametrien määrittämisessä. Runkolukusarjojen muodostamiseksi olisikin mahdollista kehittää yksinpuintulkintaan, hakkuukonedataan ja läpimittajakaumamalleihin perustuvia menetelmiä. Avointen metsävara- ja luontotietojen jakamiseen esitetään rajapintaratkaisuihin perustuvaa toimintamallia, jossa toiminnanohjausjärjestelmästä tai korjuusovelluksesta voitaisiin aluerajauksilla ja muilla hakuehdoilla hakea Metsäkeskuksen järjestelmästä ajantasaiset kuvio- ja elinympäristötiedot.

Korjuun suunnittelussa pyritään siihen, että hakkuu ja metsäkuljetus voidaan toteuttaa kustannustehokkaasti aiheuttamatta vaurioita maaperään ja kasvatettavaan puustoon. Ilmaston muutuksessa maaperän kantavuudessa on yhä enemmän alueellista, paikallista ja ajallista vaihtelua, joka tulisi ennakoita suunnittelussa. Korjuukelpoisuusluokitusta esitetään muutettavaksi siten, että maaperän kantavuutta kuvattaisiin mieluummin laskennallisten tekijöiden tuloksena numeerisena arvona. Luokitus ei siten määrittäisi sitä minä vuodenaikana korjuu olisi tehtävä, jolloin sitä voitaisiin käyttää paremmin dynaamisessa kantavuuden ennustamisessa. Tietotarvekartoituksessa keskeiseksi kehittämiskohteeksi metsäyhtiöt nostivatkin sääolosuhteet huomioivan reaaliaikaisen kantavuusennusteen laskentapalvelun kehittämisen ajourien suunnitteluun. Palvelu pitäisi olla integroitavissa korjuun suunnittelu- ja toiminnanohjausjärjestelmiin tai metsäkoneen karttaohjelmistoon.

Harvennusvoimakkuuden reaaliaikaiseen seurantaan kuljettajan tueksi ei ole vielä pystytty kehittämään sovelluksia, mutta sellaiselle olisi käytännön tarve. Korjuun laadun ja talousmetsän luonnonhoidon todentamisessa tavoitteena on mahdollisimman pitkälle automatisoitu tiedontuotantoketju. Valvonnan ja todentamisen menetelmissä on mahdollista yhdistää kaukokartoituksilla ja maastomittauksilla tuotettua paikkatietoa sekä metsäkoneiden tietojärjestelmistä saatavaa tietoa. Toistaiseksi metsäkonetiedon tuotanto perustuu hakkuukoneen mittalaitteisiin ja tarkkuuspaikanusmenetelmiin, mutta myöhemmin voi olla mahdollista hyödyntää hakkuukoneissa ja kuorma- ja traktoreissa myös ulkoisia sensoreita ja laitteita. Hakkuulaitteen sijaintitieto mahdollistaa tarkan hakkuussa käsitellyn alueen sekä sen sisällä olevien pienialaisten käsittelemättömien kohteiden rajojen ja pinta-alojen määrittämisen automaattisesti. Ajouraverkostojen muodostus ja niiden laatu- ja tunnuslaskenta perustuu samaan menetelmään. Menetelmä voidaan jo nyt ottaa metsäyhtiöissä käyttöön, kunhan tarvittavat tietojärjestelmämuutokset tehdään. Metsäkonetieto ja ulkoiset mittalaitteet mahdollistavat korjuujäljen maastotarkastuksista luopumisen tai ainakin maastotarkastustarpeen pienentämisen. Metsäkoneilla tuotettavan mittaustiedon avulla voidaan siirtyä otantaan perustuvista korjuujäljen mittausten menetelmistä kohti totaalimittausta, jossa kaikki tai lähes kaikki havaittavat kohteet mitataan.

Talousmetsien luonnonhoidon suunnittelua varten ei ole olemassa yhtä yhdistettyä paikkatietoaineistoa, vaan tiedot eri lakien tai sertifiointivaatimusten mukaan suojeltavista kohteista, luontotyypeistä, elinympäristöistä ja lajien esiintymistä on koottava ja muokattava toimijoiden järjestel-

miin erikseen. Luontokohteiden tunnistamiseen tarvitaan jatkossa menetelmä, jossa voidaan yhdistää tiedot yksittäisistä arvokkaista puista, lehtipuukeskittymistä sekä kasvupaikasta ja maastosta. Kaukokartoitusaineistoja voidaan käyttää monimuotoisuudeltaan arvokkaiden elinympäristöjen tunnistamisessa erityisesti puuston rakennepiirteitä ja maaperän kosteutta kuvaavien tunnusten tulkinnan avulla. Täsmällisen monimuotoisuutta kuvaavan tiedon saatavuudessa on myös puutteita ja menetelmällisiä rajoitteita. Esimerkkinä tästä on maalahopuun määrän ja sijainnin selvittäminen, jonka tulkinta laserkeilausdatasta tai ilmakuvilta ei vielä ole mahdollista.

Luonnonhoidossa tullaan erityisesti keskittymään pienvesien, niiden suojavyöhykkeiden ja uomien ylityspaikkojen ennakkosuunnitteluun. Säästettävien luontokohteiden, säästöpuuryhmien ja vaihtelevan levyisten suojavyöhykkeiden suunnitteluun ja puuntuotannollisten vaikutusten arviointiin esitetään kehitettäväksi paikkatietopohjaisia työkaluja ja laskentapalveluita. Niitä voitaisiin käyttää tilatason metsäsuunnittelussa sekä puukaupan ja korjuun suunnittelussa. Metsänomistajalle tulisi verkkopalveluissa ja sovelluksissa tarjota tietoa toimenpiteiden ulkopuolelle jätettävistä luontokohteista, elinympäristöistä, lajesiintymistä ja niiden suojavyöhykkeistä. Metsäkeskuksen säästettyjen kohteiden aineisto tulee toteutuessaan kattamaan osan niistä kohteista, jotka on hakkuissa jätetty käsittelemättä, mutta viiveellä. Tavoitteena on, että tiedot hakkuissa käsittelemättä jätetyistä kohteista saataisiin toimijoiden käyttöön heti korjuun jälkeen. Tietojen tuotannon pitäisikin perustua hakkuukonetietoon ja sen käsittelyyn Metsäkeskuksen Kaato-palvelussa. Siihen tähtäävä tietojen käyttöoikeuksien ja tiedon jakamisen pelisääntökeskustelu on aloitettu hankkeen aikana maa- ja metsätalousministeriön toteutustietojen seurantaryhmässä.

Korjuussa tehtyjen luonnonhoidon toimenpiteiden todentamiskeinoina ovat hakkuukoneen toteutus- ja mittaustiedot, toiminnanohjausjärjestelmissä tallennetut toimenpidetiedot ja karttamerkinnot sekä tekopötkkelöiden ja säästö- tai lahopuiden erikoismerkintätiedot. Myös kaukokartoitusmenetelmillä tuotettua tietoa käsittelyalueista ja puustossa tapahtuneista muutoksista voidaan käyttää. Hakkuussa käsittelemättä jätettyjen leimikon osien todentaminen voidaan tehdä automaattisesti hakkuukoneen tarkkuuspaikannetun puutiedon ja poistumakuviointimenetelmän avulla. Toimialalle tarvitaan kuitenkin yleiset ja yhdenmukaiset toimenpiteiden todentamisen ja seurannan toimintamallit ja harmonisoidut käsitteet, tietosisällöt ja tiedonesitystavat. Alueelliseen ja valtakunnalliseen luonnonhoidon tilan ja vaikuttavuuden seurantaan tarvitaan lisäksi toimialan yhteisesti hyväksymä toimintamalli tietojen kokoamiseen ja jakamiseen.

Tietotarve- ja aineistokartoituksen tavoitteena oli tunnistaa, arvioida ja kuvata täsmämetsätalouden ja -luonnonhoidon aineistojen ja tietolähteiden eri ominaisuuksien, saatavuuden ja käytettävyyden, sekä toimenpiteiden suunnittelun ja seurannan työkalujen kehittämistarpeita. Yhteensä hankkeen kehittämistiekartalle otettiin mukaan 18 kehittämiskohdetta, jotka kuvattiin tehtävien osalta tarkemmin. Kehittämisehdotusten kustannuksien ja hyötyjen analysointiin ei hankkeessa ollut mahdollisuuksia. Myöskään ehdotusten priorisointiin ei oteta kantaa, mutta mahdolliset kehittämisen vastuuorganisaatiot ja siihen osallistuvat tahot on nimetty. Tavoitteena on, että kehittämisehdotuksiin voivat tutkimuslaitokset ja alan kehittäjätahot vapaasti tarttua ja että niiden merkittävydestä ja toteutusedellytyksistä keskusteltaisiin metsäalan toimijoiden yhteistyöryhmissä.

1 JOHDANTO

1.1 Kestotäsmä -hankkeen viitekehys ja tavoitteet

Täsmällisellä metsien hoidolla ja puunkorjuulla sekä tehokkaammalla seurannalla voidaan tehostaa luonnon monimuotoisuuden turvaamista, metsien puuntuotoskykyä ja hiilensidontaa sekä lisätä metsien resistanssia ja resilienssiä muuttuvassa ilmastossa. Täsmämetsänhoidolla tarkoitetaan metsänhoidon lähestymistapaa, jossa toimenpiteet tehdään mahdollisimman kohdennetusti paikkaan sidottuun tietoon perustuen. Tavoitteena on, että toimenpiteitä tai niiden voimakkuutta mukautetaan metsikkökuvion sisällä sen ominaisuuksien mukaan ja että voidaan välttää kaavamaisia ratkaisuja laajoilla alueilla. Vastaavasti täsmäpuunkorjuussa hakkuu ja metsäkuljetus tehdään niin, että puuston, elinympäristöjen ja olosuhteiden vaihtelu kohteen sisällä huomioidaan. Luonnonhoidon tarkoituksenmukaisessa toteutuksessa täsmätiedolla on erityisen suuri merkitys.

Metsän tilan ja terveyden, elinympäristöjen sekä toimintaolosuhteiden mukaisesti nykyistä tarkemmin paikkaan ja aikaan kohdennettujen toimenpiteiden mahdollisuudet on tiedostettu jo pitkään, mutta toistaiseksi täsmämetsätalouden potentiaalia on hyödynnetty vain vähän. Tiedon määrä kasvaa ja laatu paranee jatkuvasti, mikä lisää mahdollisuuksia hyödyntää tietoa uusien tavoin. Tiedon pitää kuitenkin olla saatavilla ja vietävissä sujuvasti käytettäviin järjestelmiin. Suurimmat mahdollisuudet liittyvät paikkatiedon täysimääräiseen hyödyntämiseen metsän käytön suunnittelussa ja operaatioiden toteutuksessa sekä toimenpiteiden todentamisessa.

Kestävän täsmämetsätalouden todentaminen ja menetelmät (KESTOTÄSMÄ) -hankkeessa tavoitteena on ollut kehittää, pilotoida ja tarjota käyttöön täsmämetsätalouden ja -luonnonhoidon toimenpiteiden suunnittelun ja ohjauksen sekä laadun valvonnan ja kestävyuden todentamisen menetelmiä. Tavoitteena on ollut kehittää menetelmiä puunkorjuun ja metsänhoidon ennakko-suunnitteluun, työnaikaiseen seurantaan ja opastukseen, sekä toteutuneen toiminnan täsmällisempään todentamiseen. Pyrkimyksenä on, että päätökset perustuvat laadukkaaseen tietoon ja että turhia virheitä metsän- ja luonnonhoidon käytännön tilanteissa pystytään välttämään.

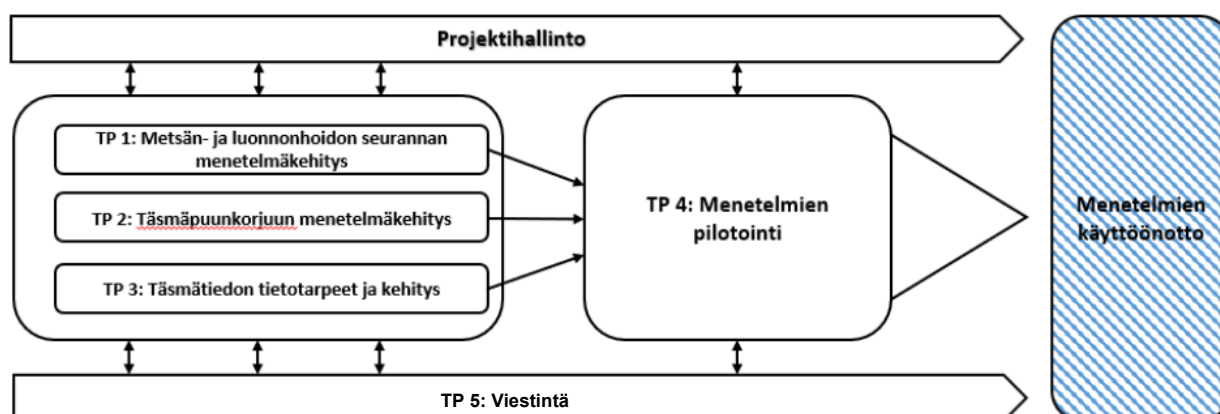
Metsäalalla luonnonhoito on nykyään olennainen osa talousmetsien käsittelyä. Metsäsertifiointistandardit (PEFC ja FSC) ohjaavat luonnonhoitoa merkittävässä määrin asettaen laatu- ja määräravaatimuksia sertifioituihin metsiin. Metsänhoidon suosituksiin (Tapio 2025) päivitettyt ohjeet luonnonhoidon keinoista auttavat metsäalan toimijoita metsäsertifiointistandardien vaatimusten käytännön toteutuksessa. Arvokkaiden elinympäristöjen ja luonnon monimuotoisuuden turvaamisen ja vahvistamisen lähtökohtana ovat tiedossa olevat metsän rakennepiirteet ja niiden ennakoidut muutokset (mm. puulajisuhteet ja lahoppuupotentiaali) sekä alueen pysyvät olosuhteet (mm. maasto, maaperän kosteusvaihtelu ja vesistöt). Metsäkeskuksen tekemän lainvalvonnan päähuomio kohdistuu erityisen tärkeiden elinympäristöjen sekä uhanalaisten lajien huomioon ottamiseen hakkuissa. Lisäksi seurataan uudistushakkuiden jälkeistä uuden puuston aikaansaamista. Valtakunnallisten yksityismetsien luontolaadun arviointien tuloksia hyödynnetään metsänomistajien neuvonnassa, tiedottamisessa ja alueellisissa ryhmäsertifioinneissa. Niitä varten tarvitaan kuitenkin nykyistä tarkempaa, laadukkaampaa ja kattavampaa tietoa luontolaadun tilasta. Siihen voidaan päästä uusia aineistoja ja tietolähteitä hyödyntämällä ja eri aineistojen yhdistämisellä.

Metsäomaisuuden hallinnassa ja käytön pitkäjänteisessä suunnittelussa pyritään ottamaan huomioon vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen sekä metsätuhoriskit. Metsänhoidon ja korjuun päätöksentekoa ja toimenpiteiden suunnittelua varten tarvitaan tarkkaa, luotettavaa ja ajantasaista tietoa kohteena olevasta metsästä, sen kasvupaikka- ja korjuuolosuhteiden vaihtelusta, puuston rakenteesta ja terveydestä, kohteella ja toimenpiteen vaikutusalueella olevista arvokkaista elinympäristöistä, uhanalaisista ja muista hakkuussa huomioitavista lajeista sekä vaikutuksista ympäristöön, erityisesti vesistöihin. Metsävaratietojen näkökulmasta olisi tärkeää, että tiedot toimenpiteistä jäävät talteen tietojärjestelmiin ja että metsänomistaja voi perustaa tulevat päätöksensä tiedossa olevaan metsän käsittelyhistoriaan.

Tämän takia tarvitaan kustannustehokkaita menetelmiä, joilla voidaan esimerkiksi hakea leimikon suunnittelun tueksi pienipiirteisesti kohteita, joissa yhdistyvät korkeat teknis-taloudelliset riskit, vesiensuojelulliset riskit ja potentiaaliset monimuotoisuusarvot. Laadukkaan tiedon avulla voidaan ennakkosuunnittelu tehdä tarpeeksi luotettavasti ja kohdentaa maastossa tehtävä erikoisosaamista vaativa suunnittelutyö ympäristöriskikohteisiin. Hakkuu- ja metsänuudistamistyön aikana on koneenkuljettajan tehtävä lukuisia päätöksiä, joiden tueksi tarvitaan tarkkaa paikkatietoa korjuulohkolla huomioitavista kohteista, opastavia työkaluja sekä tilannetietoa työn etenemisestä ja tehdyistä toimenpiteistä, esimerkiksi jätetyistä säästöpuista ja tekopötkkelöistä. Tässä kehitystyössä hakkuukoneen tarkkuuspaikannus ja sitä hyödyntävät sovellukset ovat keskeisessä roolissa. Hakkuun jälkeen urakanantajalle raportoitavien tietojen määrä on kasvanut ja korjuun laadun omavalvonnan merkitys tulee entisestään korostumaan.

1.2 Kestotäsmä -hankkeen toteutus ja työpaketit

Hankkeen toteuttajina olivat Suomen metsäkeskus (koordinaattori), Metsäteho ja VTT. Hankkeen toteutusaika oli 2023–2025, ja se sai rahoituksensa Suomen kestävä kasvun ohjelmasta ja EU:n kertaluonteisesta elpymisvälineestä (Next Generation EU), erityisesti sen elpymis- ja palautumistukivälineestä (RRF). Hanke oli osa maa- ja metsätalousministeriön Hiilestä kiinni -toimenpidekonaisuutta. Hanke toteutettiin viitenä työpakettina (kuva 1).



Kuva 1. Kestotäsmä -hankkeen työpaketit.

Työpaketti 1: Menetelmäkehitys metsän- ja luonnonhoidon sekä ilmastokestävyyden tehostamiseksi ja todentamiseksi

Työpaketin tavoitteena on ollut kehittää metsätalouden kestävyys seurantaan, toimien todentamiseen ja viestintään liittyviä menetelmiä Metsäkeskuksen käyttöön. Uudet menetelmät tukevat metsätalouden toimijoiden toiminnan laadun parantamista, ja hankkeessa tuotettujen aineistojen jakelun kehittäminen kasvattaa vaikuttavuutta.

Työpaketti 2: Täsmäpuunkorjuun menetelmäkehitys

Työpaketin tavoitteena on ollut kehittää täsmäpuunkorjuun menetelmiä ajouraverkoston ja korjuun ennakkosuunnitteluun, harvennusvoimakkuuden seurantaan sekä puunkorjuun ja luonnonhoidon laadunhallinnan todentamiseen. Menetelmät mahdollistavat metsien monimuotoisen ja dynaamisen käsittelyn täsmämetsänhoidon periaatteiden mukaisesti.

Työpaketti 3: Täsmätiedon tietotarpeet ja kehitys

Työpaketin tavoitteena on ollut muodostaa nykytilan kuvaus seurannan ja täsmämetsätalouden tietoaaineistoista, kartoittaa täsmämetsätalouden kehittämisen edellyttämät tulevaisuuden tietotarpeet sekä määrittää toimintatapoja, joilla täsmämetsätalouden aineistoja voi kerätä, omistaa, käsitellä ja jakaa.

Työpaketti 4: Menetelmien pilotointi

Tavoitteena työpaketissa on ollut pilotoida työpakettien 1 ja 2 menetelmiä käytännön työmailla.

Työpaketti 5: Viestintä

Viestinnän ja vuorovaikutuksen työpaketin tarkoituksena on ollut lisätä hankkeen vaikuttavuutta ja olla tukena tavoitteiden toteuttamisessa ja välittää hankkeen tulokset kohderyhmälle. Hanke jakaa tietoa täsmämetsätalouden käytännön toteutuksesta.

1.3 Tietotarve- ja aineistokartoituksen tavoitteet ja toteutus

Kestotäsmä -hankkeen keskeisenä tavoitteena on ollut kehittää täsmämetsätalouden ja -luonnonhoidon suunnitteluun ja toimenpiteiden todentamiseen menetelmiä, joissa tietoaaineistoja käytetään tehokkaasti ja joustavasti eri tarpeisiin ja joissa myös syntyvästä datasta tuotetaan uutta tietoa toimialan laajaan käyttöön. Metsätalouden digitalisaatio on edennyt eri teknologiavaiheiden kautta jo pitkälle ja käytännössä kaikkia metsätalouden ja puunhuollon toimintoja suunnitellaan ja hallitaan tietojärjestelmien, -palveluiden ja sovellusten avulla. Metsänhoitotoissa ja puunkorjuussa toimintamallit ovat varsin vakiintuneita ja tietojärjestelmät on suunniteltu niitä tukemaan. Toimijoiden yhteistyöllä ja tietojen standardisoinnilla on pystytty rakentamaan kaupallisia tietojärjestelmäpalveluita mm. puukauppaan sekä puunkorjuun ja metsänhoitotoiden toiminnanohjaukseen.

Toimintaympäristön jatkuvasti muuttuessa ja toiminnoissa huomioitavan uuden regulaation myötä tulee uusia tiedonhallinnan vaatimuksia ja tehostamistarvetta. Tietojen jakamisella ja muulla avoimuuden lisäämisellä arvioidaan voitavan tehostaa toimintaa, mutta samalla siihen liittyy myös oikeudellisia ja liiketoiminnallisia pelisääntökysymyksiä. Yleisesti metsäalan toimijoita koskevat hakkuiden ja metsien käsittelyn suunnittelun suurimmat kehittämistarpeet kohdistuvat luonnonhoidon suunnitteluun ja todentamiseen - erityisesti elinympäristöjen ja huomioitavien lajien tietojen puutteeseen, hankalaan saatavuuteen tai tietojen epävarmuuteen.

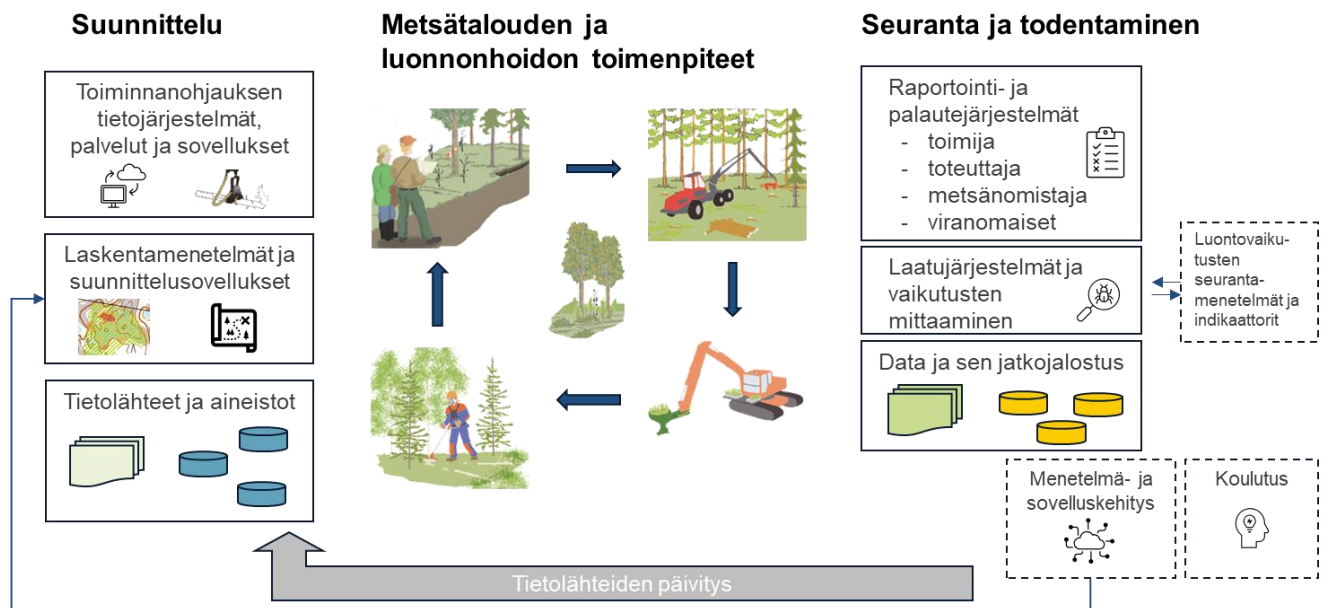
Täsmätiedon tietotarpeet ja kehitys -työpaketin osatehtävinä olivat

- 1) Täsmämetsätalouden tukiaineistojen nykytilan ja käytön kuvaus
- 2) Tietotarvekartoitus
- 3) Täsmätiedon pelisääntöjen kehittäminen

Täsmämetsätalouden tietolähteiden ja -aineistojen nykytilan kuvauksen tavoitteena oli selvittää mitä avoimia, julkisia, kaupallisia ja yksityisiä aineistoja nyt on jo saatavilla tai aktiivisesti kehitteillä ja mihin täsmämetsätalouden eri käyttötarkoituksiin niitä voidaan hyödyntää. Aineistojen kartoitus tehtiin kiinteästi osana tietotarpeiden kartoitusta, koska eri tarpeisiin on mahdollista käyttää erilaisia aineistoja ja sama aineisto voi soveltua useaan eri tarpeeseen. Aineistojen kartoitus ja kuvaukset tehtiin pääasiassa Metsätehon sisäisenä työnä, mutta VTT teki kaukokartoitusaineistojen kuvaukset ja niiden käyttömahdollisuuksien analysoinnin.

Tietotarvekartoituksen tarkoituksena oli ennakoida tulevia tiedon käyttökohteita ja priorisoida tietotarpeita kestävänsä metsien käytön sekä tuloksellisen ja kustannustehokkaan puunkorjuun ja luonnonhoidon näkökulmista. Tietotarpeiden määrittelyssä lähtökohtana oli kuvan 2 mukainen viitekehys, jossa toiminnot ja tietotarpeet voidaan jakaa suunnittelun, toimenpiteiden toteutuksen sekä seurannan ja todentamisen prosesseihin. Ne yhdessä muodostavat kokonaisuuden, jossa

on eri toimijoita omine liiketoiminnan ja tiedonhallinnan tarpeineen, käytetään erilaisia tietojärjestelmiä, palveluita ja sovelluksia sekä siirretään tietoa vaiheesta toiseen. Tietojärjestelmät, sovellukset, erilaiset aineistot ja tietostandardit muodostavatkin eräänlaisen löyhän metsätietoekosysteemin. Sen kehittäminen eri osapuolia nykyistä paremmiksi on ollut taustalla päämääränä, vaikka se ei varsinainen tavoite ole hankkeessa ollutkaan. Toiminnoissa ja erityisesti hakkuun yhteydessä syntyvän datan jalostaminen sekä toimijan omaan että yleiseen käyttöön nähdään keskeiseksi metsätietojen tietosisältöä ja ajantasaisuutta parantavaksi toimeksi. Sitä voidaan edistää tietotarpeita jäsentämällä sekä tiedon omistajuutta ja käyttöä koskevien pelisääntöjen käsittelyllä. Lisäksi tarvitaan menetelmä- ja sovelluskehitystä, jonka suuntaamista tietotarvekartoitus myös palvelee.



Kuva 2. Täsmämetsätalouden tiedonhallinnan viitekehys.

Työpaketissa tavoitteena oli myös tehdä tietotarve- ja aineistokartoitusten perusteella kustannushyöty –analyysit sekä kehitystiekartta, joka tukee tutkimuksen ja kehityksen suuntaamista. Laskennallista kustannushyöty –analyysiä ei tehty, vaan kehitystiekartta laadittiin Metsätehossa osakaspalavereissa ja muissa yhteyksissä käytyjen keskustelujen pohjalta. Ehdotukset esitellään kappaleessa 4.

Täsmätiedon pelisääntöjen kehittämisessä tavoitteena oli käsitellä mahdollisten uusien tietojen ja aineistojen omistajuuteen, avoimuuteen sekä tiedonkeruun ja jakamisen hyväksyttävyyteen liittyviä periaatteita ja kysymyksiä. Lähtökohtana on ollut, että jos tietoa kerätään muuhun kuin lakiin tai viranomais toimintaan perustuen, tulisi sillä olla laaja hyväksyntä. Tietojen keruuseen, jakeluun ja käyttöön ei saa myöskään liittyä lakeihin ja muihin säädöksiin tai niiden tulkintoihin liittyviä esteitä tai reunaehtoja. Eri toimijoiden operaatioissa tuottaman tiedon keruu on silloin mahdollista toteuttaa, mutta sille on oltava yhteisesti hyväksytyt periaatteet ja niihin pohjautuva toimintamalli tiedonhallintaratkaisuihin. Mikäli tahtotila toimialalla on vahva, voidaan hyväksytyjen periaatteiden pohjalta laatia suositus, johon toivotaan mahdollisimman monen keskeisen toimijan sitoutuvan. Tietojen keruuta ja käyttöä koskevia suosituksia onkin jo aiemmin tehty: maa- ja metsätalousministeriön toteutustiedon seurantaryhmässä sovittiin v. 2018 suositus metsätöiden toteutustietojen toimittamisesta Suomen metsäkeskukselle metsävaratiedon ylläpitoon ja Metsätehon organisoima metsäkonetiedon pelisääntötyöryhmä julkaisi v. 2017 suosituksen metsäkonetiedon omistusta, käyttöä ja käsittelyä koskeviksi periaatteiksi. Näiden laadinnan ja ylläpidon prosessei-

hin tukeutuen tavoitteeksi asetettiin, että hankkeessa perustetaan tarvittaessa työryhmä hankkeen osallistujista ja olennaisista sidosryhmistä tai käytetään olemassa olevia ryhmiä ja foorumeita esille nousevien uusien tietotarpeiden pelisäännöistä keskustelemiseksi. Kaksi laajempaa aihekokonaisuutta on tietotarvekeskusteluissa priorisoitu:

- 1) hakkuukoneiden tuottaman puukohtaisen tiedon käyttö hakkuussa säästettyjen kohteiden muodostamiseksi ja kuviorajatietojen tarkentamiseksi Metsäkeskuksen Kaato -palvelussa
- 2) lajitietojen hankinnan ja käytön periaatteiden yhtenäistäminen ja sujuvoittaminen

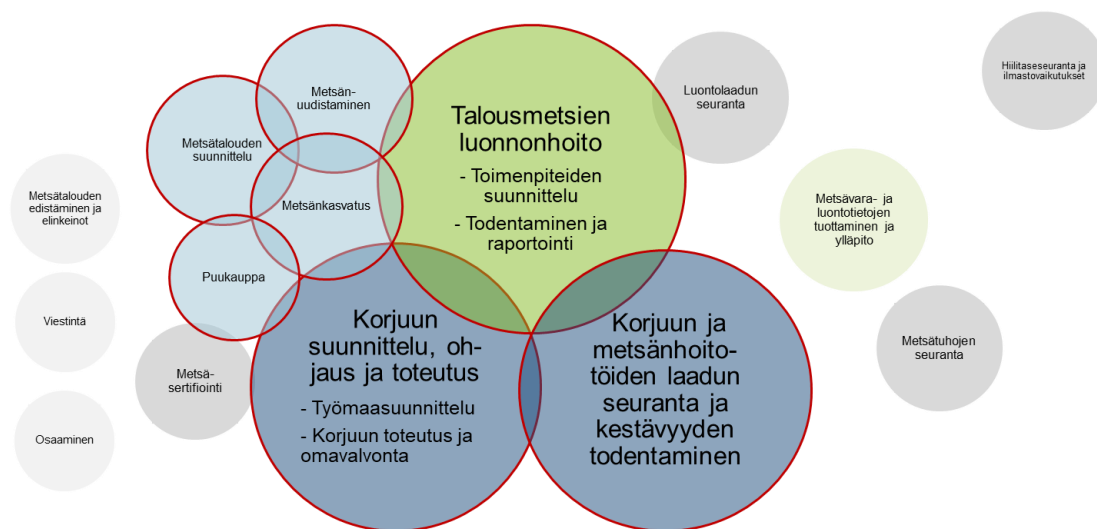
Näitä käsitellään tarkemmin kappaleen 4 kehittämis ehdotuksissa.

2 TÄSMÄMETSÄTALouden JA -LUONNONHoidon Tietotarpeet

2.1 Tietotarvekartoituksen toteutus

Tietotarvekartoitus tehtiin määrittelemällä ne täsmämetsätalouden ja -luonnonhoidon tehtävät ja kysymykset metsätalouden ja puunhankinnan osa-alueittain, jotka toimenpiteiden suunnittelussa, ohjauksessa ja seurannassa on tarpeellista ottaa huomioon. Tietotarpeet määritettiin ensin laajemmiksi kokonaisuuksiksi, jotka sitten jaettiin ja kohdennettiin yksityiskohtaisiksi kysymyksiksi. Määrittelyissä keskityttiin puunkorjuun suunnittelun ja ohjauksen, metsänuudistamisen suunnittelun, korjuun ja metsänhoitotöiden laadun seurannan sekä talousmetsien luonnonhoidon suunnittelun ja todentamisen tietotarpeisiin. Mukaan otettiin myös metsäomaisuuden hallinnan, metsätalouden suunnittelun, metsäkasvatuksen ja puukaupan osa-alueet, joissa metsänhoitotöiden, hakkuiden ja luonnonhoidon toimenpiteiden suunnitteluun liittyy yhä enemmän täsmätiedon tarpeita sekä toimenpiteiden pitkäaikaisten vaikutusten seurannan vaatimuksia. Erillisenä osa-alueena kuvattiin Metsäkeskuksen metsävara- ja luontotietojen tuottaminen ja ylläpito, mutta vain siltä osin kuin siinä voidaan käyttää toimijoiden operatiivista tietoa.

Kartoituksessa huomioitiin myös metsätalouden osa-alueet, jotka eivät suoraan liity metsissä tehtäviin toimenpiteisiin, mutta joissa tarvittavan informaation muodostamiseksi voitaisiin käyttää nykyistä tarkempaa tietoa esimerkiksi toimijoilta kerättynä alueellisena tietona. Tällaisia tarpeita ajatellaan olevan mm. metsäsertifioinnissa toimenpiteiden vaikutusten arvioinnissa sekä valtakunnallisessa luontolaadun seurannassa ja raportoinnissa. Myös systemaattinen metsätuhojen seuranta- ja ennustejärjestelmä voisi tulevaisuudessa hyödyntää tietoa mm. tuhopuiden hakkuista ja juurikääpähavainnoista sen lisäksi, että se tuottaisi metsänomistajille ja toimijoille tarvittavaa tietoa. Näiden osa-alueiden tietotarpeita ei määritelty samalla yksityiskohtaisuudella kuin muita osa-alueita. Kartoituksen osa-alueet on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Tietotarvekartoituksen osa-alueet.

Kaikilla metsätalouden samankaan osa-alueen toimijoilla tietotarpeet eivät ole yhteneväisiä tai merkitykseltään samanlaisia. Tietotarpeet vaihtelevat myös sen mukaan, miten toiminnot on organisoitu, kuka on niistä vastuussa ja miten vastuut on kirjattu sopimuksiin. Erilaisilla kohteilla, olosuhteissa ja liiketoiminnan tilanteissa tarpeet ja tiedon hankinnan käytännöt vaihtelevat myös. Tietojärjestelmät ja sovellukset sekä niissä tuetut toiminnallisuudet ja tietoaineistot määrittävät

lopulta sen, miten tietotarpeet voidaan viedä käytäntöihin. Koska tietojärjestelmät yleensä muodostavat toimijalla laajan kokonaisuuden, jossa eri järjestelmät integroituvat toisiinsa, voi uusien tietotarpeiden tukeminen edellyttää isojaakin tietoteknisiä muutoksia.

Tietotarvekartoituksen tulokset ja havaitut kehittämistarpeet esiteltiin Metsätehon isoimmille osakkaille keskeisiltä osin ja niistä keskusteltiin yhtiökohtaisissa haastatteluissa. Keskustelujen tuloksena kuvauksia täydennettiin ja tarkennettiin. Tietotarpeen merkityksestä ja kehittämistarpeesta saatiin lisänäkemystä myös aineistojen käyttökyselyn vastauksista.

2.2 Kartoituksen tulokset osa-alueittain

2.2.1 Metsäomaisuuden hallinta, metsien käytön suunnittelu ja puukauppa

Valtakunnallisessa metsäpolitiikassa on viime vuodet pyritty edistämään yksityismetsätaloutta kehittämällä metsänomistajien neuvontaa, metsävaratietoja ja niiden saatavuutta sekä julkisia ja yksityisiä metsäpalveluita. Tavoitteena on aktivoida metsänomistajat hyödyntämään metsiään omien tavoitteidensa ja metsälain päämäärien mukaisesti. Metsänhoidon menetelmävalikoima on laajentunut metsälain muutoksen, uusien metsänhoitosuosittelujen ja metsäsertifioinnin vaatimusten myötä. Peitteinen tai erirakenteisuuteen tähtäävä metsänkasvatus on muun muassa tullut hyväksytyksi metsänkasvatusmenetelmäksi jaksollisen kasvatuksen rinnalle. Metsien ennallistamisen tavoitteet sekä uusina ansaintamalleina hiili- ja luontoarvokauppa ja ekologinen kompensatio saattavat tulevaisuudessa lisätä tarvetta ottaa käyttöön yhä monipuolisempia metsänhoidon menetelmiä. Metsänomistajilla onkin nykyisin enemmän mahdollisuuksia toteuttaa metsissään tärkeitä pitämiään tavoitteita. Tämä on lisännyt metsäpalvelujen tarjoajien osaamisvaatimuksia sekä metsätilan puustoa ja luontokohteita koskevan tiedon yksityiskohtaisuuden ja ajantasaisuuden vaatimuksia.

Pitkälti avoimien ja maksuttomien metsävaratietojen ja metsätietopalvelujen seurauksena aiempi metsän kehityksen simulointiin sekä metsätulojen ja kustannusten optimointiin perustuva tilakohtainen metsäsuunnittelu on vähentynyt. Hännisen ym. (2020) tutkimuksen kyselyyn vastanneista metsänomistajista kaikkiaan 63 %:lla, metsäalasta 75 %:lla, oli metsäammatillaisen laatima tilakohtainen metsäsuunnitelma. Sähköiset metsävaratiedot oli ottanut käyttöönsä noin 40 %. Metsänomistajien päätöksentekoon riittävät usein kuviokohtaiset toimenpide-ehdotukset. Ne muodostetaan järjestelmissä automaattisesti puusto- ja kasvupaikkatietoa sekä kasvu-, harvennus- ja muita laskentamalleja käyttäen ilman maastokäyntejä. Metsänomistamisensa strategiaa metsänomistaja voi toteuttaa metsävaratiedon ja toimenpide-ehdotusten pohjalta, mutta harvoin pelkää niiden varassa. Metsien kasvatus ja käyttö voivat olla puuntuotantoa ja taloutta painottavaa tai vaihtoehtoisesti voidaan tavoitella mahdollisimman korkeaa luonnon monimuotoisuutta, suojelua, hiilensidontaa tai virkistyskäyttömahdollisuuksia. Usein metsäomaisuuden käyttö on monitavoitteista tai sitä ohjaavat muuttuvat päämäärät ja satunnaiset tekijät. Yleisesti metsänomistajat painottavat metsien käytön taloudellista kestävyyttä yli sukupolvien, mutta sen ohella ekologisen kestävyysmerkitys on kasvanut. Metsänomistus voi myös olla täysin passiivista, eikä hakkuita tai metsänhoitotöitä tehdä kenties vuosikymmeniin. Aina metsänomistajilla ei myöskään ole selvää kuvaa metsänsä arvosta, metsänhoidollisesta tilasta tai tarvittavista toimenpiteistä. Silloin esimerkiksi luonnonhoidon huomiointi voi jäädä toimenpiteiden toteuttajien varaan. Kun metsänomistajalla taas on käytössään täsmämetsänhoidon suunnittelussa tukena olevat ajantasaiset ja tarkat metsävara- ja luontotiedot, voi hän niiden pohjalta toteuttaa pitkäjänteisesti valitsemaansa metsäomaisuuden käytön strategiaa. Luonnonhoitotoimenpiteitä suunniteltaessa metsänomistaja voi kiinnostaa mitkä ovat niiden suorat kustannukset sekä tulonmenetykset, jos kohteet jäävät pysyvämmiin talouskäytön ulkopuolelle.

Metsäomaisuuden hallintaan ja metsien käytön suunnitteluun on tarjolla erilaisia verkkopalveluita ja mobiilisovelluksia. Niitä tarjoavat Metsäkeskus (Metsään.fi -palvelu), metsäyhtiöt, metsänhoi-

toyhdistykset sekä muut metsäalan palveluntarjoajat. Metsänomistaja voi katsoa palveluissa tilojensa kuvioiden puusto-, monimuotoisuus-, metsänterveys-, tuhoriski- ja hiilitasetietoja, toimenpide-ehdotuksia, taustakarttoja ja ilmakuvia sekä hoitaa sähköisesti mm. metsänkäyttöilmoituksen teon sekä metsätalouden tukiin liittyviä asioitaan. Metsäyhtiöiden verkkopalveluissa metsäpalvelusopimusasiakkaana oleva metsänomistaja voi käyttää metsävaratietojen hallinta- ja metsäsuunnittelupalvelua. Sen lisäksi hän voi pyytää tarjouksia puukaupasta ja metsänhoidosta, tehdä niitä koskevia sopimuksia, seurata puukaupan tilannetta ja hakkuiden ja metsänhoitotöiden edistymistä sekä hoitaa metsätalouden veroasioita ja tarkistaa voimassa olevat metsäsertifiointit. Kuutio on metsänomistajille, puunostajille, välittäjille ja muille metsäalan palveluntarjoajille tarkoitettu avoin ja riippumaton puumarkkinapaikka. Metsänomistaja voi siirtää siihen kiinteistönsä metsävaratiedot Metsään.fi -palvelusta puukaupan tarjouspyyntöjä ja kilpailutusta varten.

Avoin metsävara-, luonto- ja muu paikkatieto ja metsätiedon standardointi ovat mahdollistaneet varsin yhdenmukaisen tietopohjan sovellusten ja palveluiden kehittämiselle. Silti metsävaratietojen sisällössä, tarkkuudessa ja ajantasaisuudessa on tietolähteistä aiheutuvaa vaihtelua ja täsmätiedon näkökulmasta myös puutteita. Palveluissa toimenpide-ehdotukset esitetään metsänomistajalle kuviokohtaisina suunnittelun ja päätöksenteon tueksi. Kuvioiden muodostus on yleensä automaattista ja perustuu puusto- ja kasvupaikkatietoihin. Metsänomistaja ei voi vaikuttaa metsävaratiedoissa oleviin rajausperusteisiin tai kuviokokoon. Yleisesti kuvioinnin tavoitteena ovat yhtenäiset toimenpidealueet, joiden sisällä voi kuitenkin olla puuston ja olosuhteiden vaihtelua. Kuvion sisäinen puuston vaihtelu ilmenee lähinnä ilmakuvista tai latvusmalleista, mikä edellyttää kykyä tulkita niitä. Kuviotietojen päivityksessä käytettävät aineistot, kasvumallit ja toimenpide-ehdotusten muodostamisen menetelmät ovat palvelu- tai sovelluskohtaisia ratkaisuja. Kuviorajauksissa voidaan käyttää hakkuukonedatasta tehtyä hakkuukuviointia tai satelliitti- tai ilmakuvatulkintaa. Havaitut tai ennustetut hyönteistuhot esitetään joissakin palveluissa kartoilla rasterimuotoisena tietona. Hilamuotoinen metsävaratieto, laserkeilauksen latvusmallit ja jatkossa tehtävä yksinpuintulkinta mahdollistavat esimerkiksi lehtipuuvaltaisten tai kasvupaikkaolosuhteitaan poikkeavien kuvion osien erottamisen muusta kuviosta. Toimenpiteiden toteutuksessa metsänomistaja voi vaikuttaa käsiteltävien alueiden kokoon ja rajauksiin joko yhdistelemällä kuvioita tai käsittelemällä vain osan kuviosta.

Toteutuneita toimenpiteitä metsänomistaja voi päivittää palveluihin vaihtelevasti. Metsään.fi -palvelussa tietojen päivitys liittyy ensisijaisesti metsätalouden tukiin ja perustuu kuviotasolla tehtäviin ilmoituksiin toteutuksen työlajista ja ajankohdasta. Päivitetyn tiedon perusteella toimenpide-ehdotukset voidaan myös laskea uudelleen vuosittain tai metsävaratietojen päivittyessä. Joissakin palveluissa metsänomistaja pystyy myös tekemään karttanäkymässä omia merkintöjään, esim. rajaamaan toimenpidekuvioita tai lisäämään kuviolle huomioitavia kohteita. Merkintöjen siirrettävyyttä eri palveluiden tai järjestelmien välillä ei kuitenkaan ole, vaan ne ovat vain ko. sovelluksessa hallittavia. Toimenpidetietojen ja metsien käsittelyhistorian tallentaminen ja hallinta pitkäaikaisesti olisi hyödyllistä, mutta edellyttäisi toimialan yhteistä toimintamallia ja laajaa sitoutumista standardisoiuihin tietoihin ja niiden toimittamiseen.

Metsien käytön suunnittelua ja toimenpiteiden seuranta varten metsänomistajalle tulisi verkkopalveluissa ja mobiilisovelluksissa tarjota jatkossa myös tietoa toimenpiteiden ulkopuolelle mahdollisesti jätettävistä monimuotoisuuskohteista, elinympäristöistä, lajiesiintymistä ja niiden suojavyöhykkeistä sekä ehdotuksia säästöpuuryhmiksi. Kokonaan käsittelyn ulkopuolelle jätetyt kuvion osat (esim. suojeltavat kohteet) onkin syytä viedä metsävaratietoihin erillisiksi aineistoiksi niin, että niitä ei käytettäisi enää toimenpide-ehdotusten muodostamisessa tai että niille päivitetäisiin esimerkiksi vain puuston kasvu ja hiilensidonta ja muutostulkinnasta saatavat puustomuutokset. Tietoihin voitaisiin liittää laskennalliset kustannukset ja tulonmenetykset, jotka aiheutuvat kohteiden jättämisestä aktiivisen metsätalouden ulkopuolelle. Jotkin kohdetyypit (esim. säästöpuuryhmät ja suojavyöhykkeet) sen sijaan voidaan pitää normaaliin metsätaloustalokuvioon kuuluvina ehdotuksina käsittelyn ulkopuolelle jätettäväksi kohteiksi.

Hakkuun ja metsänhoitotöiden jälkeisestä metsän tilasta annetaan metsänomistajalle tietoa toistaiseksi vain hyvin rajallisesti metsäyhtiöiden verkkopalveluissa (mm. hakkuukoneiden toteutusten ajourien sijaintitietoa). Tarkkuuspaikannettuun hakkuukonedataan perustuen mahdollisuuksia olisi kuitenkin jakaa karttamuotoista tietoa toteutuneesta hakkuualueesta ja sen käsittelemättömistä osista, tehtyjen tekopökkelöiden määristä ja sijainneista, mahdollisista kuusen juurikäävän esiintymispaikoista sekä hakkuussa poistetuista tuhopuista ja niiden sijainneista. Osa tällaisesta tiedosta tulisi voida siirtää metsätietostandardin muodossa pysyväksi metsävaratiedoksi jatkohyödyntämistä varten.

2.2.2 Metsänuudistamisen suunnittelu ja laadun seuranta

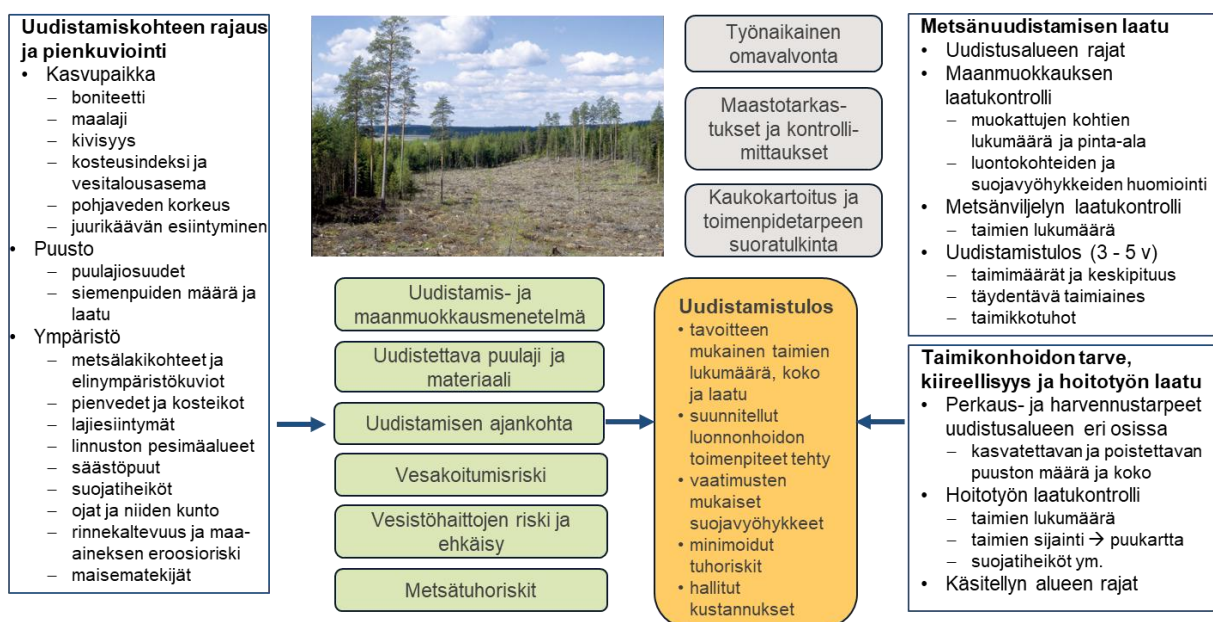
Metsänuudistamisen tarkoituksena on uuden puusukupolven perustaminen uudistushakkuun jälkeen ja taimikon kasvun varmistaminen. Metsien monimuotoisuuteen ja elinympäristöjen säilymiseen metsänuudistamisen toimenpiteillä on erityisen pitkäkestoiset vaikutukset. Metsänuudistamista suunniteltaessa päätöksiä tehdään sekä käytettävissä olevaan puusto- ja olosuhdetietoon että epävarmempaan mallipohjaiseen tai kokemusperäiseen tietoon perustuen. Suunnittelun lähtökohtana on uudistusalueen rajaaminen ennen hakkuuta sekä toteutunut hakkuukuvio. Toimenpiteiden suunnittelussa arvioidaan uuden puuston kasvuun vaikuttavat olosuhdetekijät, luontainen taimettumispotentiaali, taimien kasvuun lähdön ja taimikkotuhojen riskit sekä maanmuokkauksen tarve ja ympäristövaikutukset erityisesti vesistöihin. Uudistusalan valmistelua varten on arvioitava sen raivauksen ja lehtipuuvesakon ennakkotorjunnan tarpeet. Hakkuutapa, uudistettavat puulajit ja maanmuokkaustapa valitaan yleensä koko hakkuualueelta koskien, mutta jos kasvupaikkatyypin, maalajin karkeuden, kivisyyden tai kosteuden vaihtelu on suurta tai jos alueen joissakin osissa on olemassa merkittävä tuhoriski (esim. kuusenjuurikääppä todettu hakkuussa tai on olemassa hirvieläintuhoariski), on jakaminen pienkuvioihin täsmämetsänhoidollinen vaihtoehto. Edellytyksenä on, että muodostettavien pienkuvioiden yhteispinta-ala on toteutuksen kannalta riittävän suuri ja uudistamistyöt ovat pienkuvioiden sijoittumisen kannalta käytännössä ja kustannustehokkaasti tehtävissä. Hakkuukonedatasta voidaan muodostaa paikkatietoa eri puulajien esiintymisestä hakkuualueella ennen hakkuuta sekä hakkuukoneella mitatun pituustiedon perusteella myös arvioida eri kuvionosien boniteetista, mikäli hakattu puusto on vain ollut tasaikäistä.

Uudistustapa - viljely tai luontainen uudistaminen - ja maanmuokkaustapa valitaan pääasiallisesti sen mukaan, onko uudistettava alue kivennäis- vai turvemaata ja mikä on sen kasvupaikkatyyppi ja sillä luontaisesti kasvava puulaji. Täsmämetsänuudistamisessa selvitetään normaalikäytäntöä perusteellisemmin kasvupaikkatekijät ja niiden vaihtelu uudistusalueella, esimerkiksi onko:

- maalaji karkeaa tai keskikarkeaa ja luontaiseen siemennykseen tai kylvöön sopivaa
- maalaji hienojakoista, tiivistä, huonosti vettä läpisevää ja siten voimakkaasti routivaa (vaikutukset taimien juuristoon)
- kivisyys poikkeavan runsasta tai vähäistä (koneistutuskelpoisuuden arviointi)
- vesitaloudella taimikon kasvuun ja kehitykseen haitallista vaikutusta ilman järjestelyitä
- ojien tai naveroiden kaivu tai perkaus tarpeellista tai mahdollista
- riski, että maanmuokkaus aiheuttaa pintaeroosiota tai vesistöjen happamoitumista.

Kuviotiedoissa ei maaperän ja sen kosteuden vaihtelua kuvaavaa tietoa yleensä ole, joten se tulisi saada muista tietolähteistä, joita uudistamisen suunnittelussa on mahdollista käyttää. DTW-kosteusindeksimosaiikit, maa-ainesten huuhtoutumiskartat (RUSLE -eroosiomalliaineistot), maaston korkeusmallit, rinteiden kaltevuustiedot ja ojaston kuntoa kuvaavat aineistot voivat olla pienkuvioinnissa, suojavyöhykkeiden rajaamisessa ja vesistöhaittojen riskin arvioinnissa avuksi. Maalaji- ja kivisyystietoa ei kuitenkaan ole nykyisellään saatavissa sillä tarkkuudella, että sitä voitaisiin pienkuvioinnissa käyttää. Useimmiten olosuhdetekijät onkin varmistettava maastokäynnillä silmävaraisesti. Kaukokartoituksesta toivotaan jatkossa saatavan maaperän kosteutta kuvaavaa aineistoa edellyttäen, että sen hankinta ja käyttö on kustannusten puolesta realistista.

Taimikko todetaan vakiintuneeksi arvioimalla kasvatuskelpoisten viljely- ja luonnotaimien määrä ja niiden pituus silmävaraisesti tai koealamittauksin. Jos taimikko on harva tai aukkoinen, voidaan tehdä päätös täydennysviljelystä tai luontaisesti syntyneiden taimien kasvattamista tukevista toimenpiteistä. Tähänkään ei juuri muita menetelmiä tai aineistoja toistaiseksi ole olemassa kuin ilmakuviin tulkinta ja maastotarkastukset. Metsänuudistamisen viimeisenä vaiheena on taimikon varhaisperkaustarpeen ja sen kiireellisyyden arviointi. Kaukokartoitusaineistoista siihen voidaan käyttää tuoreen laserkeilauksen latvusmallia tai ilmakuvia, joista tulkitaan taimien pituus puulaejeittain. Metsäkaksonen -hankkeessa on selvitetty laserkeilauksen suoratulkinnan mahdollisuuksia taimikonhoitotarpeen arvioinnissa ja tulokset ovat lupaavia. Rajoitteena on kuitenkin laserkeilauksen pitkä kierto jatkossa. Taimikoissa kehitys on nopeaa ja hoitotyön optimaalisen ajankohdan määrittäminen voi olla epävarmaa, jos käytettävissä oleva tieto on vanhaa. Havupuutaimikoiden vesakoitumisen todennäköisyyden ja taimikonhoitotarpeen arviointiin on kehitetty myös tekoälypohjainen satelliittikuvadatan prosessointiin ja avoimeen metsävaratietoon perustuva menetelmä (Terramonitor Oy:n VESA -indeksi). Menetelmä ei kuitenkaan ole laajassa käytössä.



2.2.3 Metsänkasvatus

16

don laatu vaihtelee. Puustotiedon tasalaatuisuus on tärkeää metsänhoito- ja hakkuutoimenpiteiden oikeassa ajoituksessa ja toimenpiteiden suunnittelussa. Varttuneen taimikon perkauksen, nuoren metsän hoidon ja kasvatushakkuiden ajoitus vaativat tietoa puiden välisestä kilpailutilanteesta, latvusten kehityksestä ja kasvupaikan viljavuudesta. Viivästynyt hoito voi lisätä tuhoriskejä ja heikentää puuston laatua. Tulevaisuudessa jatkuvan kasvatuksen kohteiden mahdollinen liissäntyminen tuo omat lisähaasteensa metsävarojen inventointiin ja toimenpiteiden suunnitteluun.

Taimikon hoitotarpeen ja ajoituksen arvioimiseksi tarvitaan tarkempaa ja ajantasaisempaa tietoa vesakon määrästä, koosta (kantoläpimitta) ja pituudesta. Mikäli Metsäkeskuksen inventoinnista on kulunut aikaa, tulisi todellinen hoitotarve, alueen rajausta ja toimenpiteiden ajoitus varmistaa, jotta voidaan valita kohteelle oikea perkaus- tai harvennusmenetelmä. Erillisinventointien tai kartoitusten haasteena on niiden kertaluonteisuus ja tietojen vanhentuminen. Tästä syystä taimikon ja nuoren metsän hoidon toimenpidetarpeen kiireellisyyttä tulisi pystyä arvioimaan jatkuvasti. Nuoren metsän hoitokohteita koskee sama puustotietojen ajantasaisuuden vaatimus kuin taimikoita. Sen lisäksi metsävaratiedoissa olisi hyvä olla tieto kohteen soveltuvuudesta energiapuun korjuukohteeksi.

Taimikonhoidon ja nuoren metsän hoidon toteutuksen seurantaan ja todentamiseen on kehitetty satelliitti- ja ilmakuvaperusteisia menetelmiä ja niitä hyödynnetään etenkin metka-tukien valvonnassa. Tehdyt toimenpiteet, niiden rajaukset ja jäävän puuston tiedot eivät kuitenkaan vielä päivitty metsävaratietoihin tehtyjen toimenpiteiden jälkeen. Myöskään toimijoiden omavalvontamittauksissa kertyvät tiedot kasvatuskelpoisten taimien määrästä, keskipituudesta ja tilajärjestyksestä puulajeittain eivät siirry metsävaratietoon. Sama koskee myös nuoren metsän hoitokohteita kasvatettavan puuston määrän, keskipituuden ja keskiläpimitan osalta.

Kasvatushakkuissa toimenpiteet tulisi tehdä oikea-aikaisesti, jotta puuston kasvupotentiaali pysytään hyödyntämään tehokkaasti. Ajantasaiset kuvion puustotiedot auttavat hakkuun ja toimenpidetarpeen kiireellisyyden arvioinnissa ja toimenpiteiden suunnittelussa. Keskeisimpiä kartoituksessa esiin nousseita tietotarpeita ovat ajantasaisten puustotietojen tärkeys, koska ne luovat pohjan tehtäville päätöksille sekä itse hakkuun toteutukseen vaikuttavat tekijät, kuten ennakkoraivaustarve, poistettavien puiden valintaperusteet ja kulloinkin käytettävä harvennusmalli. Poistettavien puiden valinta perustuu puulajijakaumatavoitteisiin, harvennustapaan ja -voimakkuuteen sekä muihin metsänomistajan asettamiin tavoitteisiin. Keskusteluissa nousi esiin myös tarve kehittää menetelmiä ja ohjeistusta sekä neuvontaa harvennusmallin ja -tavan valintaan, suunnitteluun ja toteutukseen.

Hakkuun jälkeen tehtävä jäävän puuston todennus ja sen automatisointi sekä tehtyjen toimenpiteiden ja hakkuun jälkeisten puustotietojen päivittäminen metsävaratietoon nähtiin tärkeänä kehityssuuntana pidemmällä aikavälillä. Se parantaisi metsävaratiedon ajantasaisuutta ja kasvun laskentaa. Yhtenä ratkaisuna tähän olisi kuljettajaa avustavien järjestelmien kehittäminen sekä jäljelle jäävän puuston määrittäminen automaattisesti hakkuukoneella kerättyyn dataan perustuen.

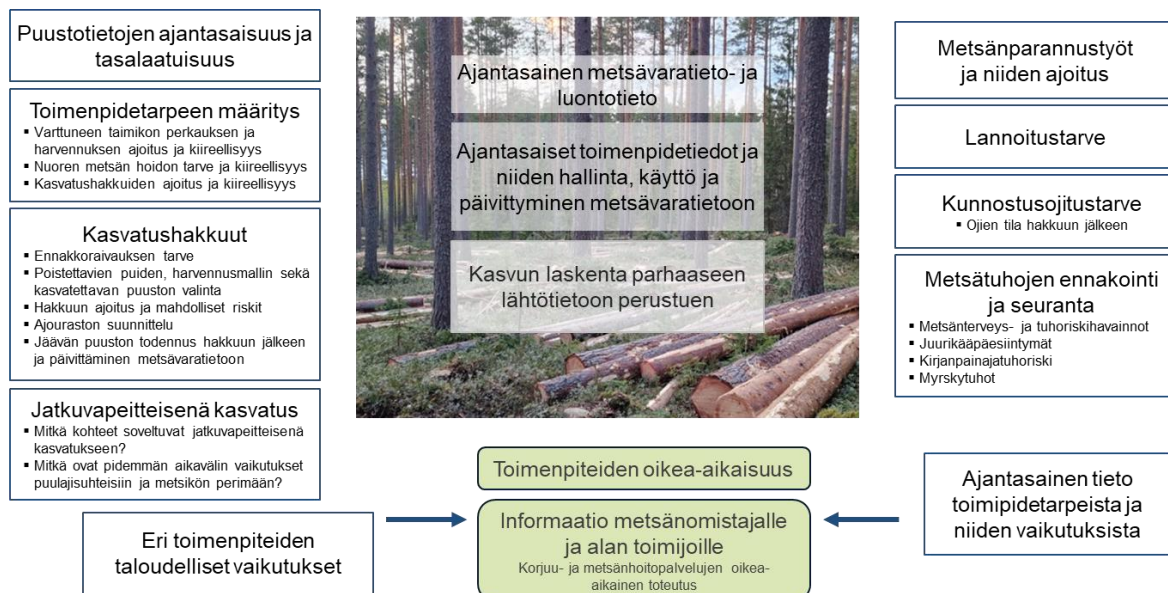
Jatkuvapeitteisen metsänkasvatuksen osalta keskeisin tietotarve liittyy menetelmän sovellettavuuteen. Tarvitaan tarkempaa tietoa siitä, millaiset metsiköt soveltuvat jatkuvapeitteiseen metsänkasvatukseen ja mitä vaikutuksia sillä on pitkällä aikavälillä puulajisuhteisiin, metsikön geneetiseen monimuotoisuuteen ja tuhoriskeihin sekä puuston kasvuun (hiilensidontaan). Metsikön rakennepiirteet, maaperä ja alikasvoksen tila pitäisi tuntea yksityiskohtaisemmin, jotta voitaisiin varmistua jatkuvapeitteisen metsänkasvatuksen soveltuvuudesta ko. kohteelle. Tämä vaatii kaukokartoitusmenetelmien kehittämistä edelleen, jotta metsikön rakenne ja alikasvoksen tila voidaan arvioida.

Metsänterveyden seuranta ja tuhoriskien ennakointi edellyttävät ajantasaista havaintotietoa. Juurikäävän esiintyminen, kirjanpainahtuhot ja hirvi-, myrsky- ja lumituhot voivat aiheuttaa merkittäviä vahinkoja, ja niiden hallinta vaatii sekä paikallista että alueellista tietoa. Digitaaliset seuranta-

järjestelmät ja riskikartat tukevat metsänomistajia ja metsäalan toimijoita päätöksenteossa. Tuhohavaintojen tulisi olla nopealla syklillä päivittyviä ja rajapintojen kautta haettavissa tuhojen seuranta- ja ennustepalveluista.

Taimikonhoidon ja nuoren metsän hoidon keskeinen tietotarve liittyy metka-tukikelpoisuuden arviointiin. Mitkä kuviot tai niiden osat soveltuvat hoitotöiden kohteiksi? Metsänparannustöissä on arvioitava mitkä ovat potentiaalisia kohteita boori- ja tuhkalannoitukselle ja mikä on lannoituksella saatava kasvunlisä? Onko alueella kunnostusojitustarvetta ja mikä on metsäteiden kunto ja perusparannustarve? Ojien kunnostustarve riippuu puuston määrästä ja haihdutuksesta, ja jatkuva-peitteinen kasvatus voi vähentää tarvetta. Ojien tila hakkuun jälkeen on tärkeä arvioida, jotta voidaan välttää vesitalouden häiriöt ja ravinnehuuhtoumat.

Kasvatushakkuuiden ja metsänhoitotoimenpiteiden jälkeen tulisi toteutustiedot ja jäljelle jäävä puusto päivittää metsävaratietoon mahdollisimman automaattisesti. Metsäkeskuksen Kaato -palvelussa voidaan jo nyt siirtää toteutuneen hakkuualueen tiedot metsävaratietojen päivittämiseksi ja Metsään.fi-palveluun vientiä varten. Metsänhoitotöiden toteutustietojen toimittamisen toimintamallista on myös sovittu, mutta tietojen siirto on vielä vähäistä. Jäävän puuston tietojen toimittamiseen hakkuukonedataan perustuen ei vielä ole teknisiä edellytyksiä.



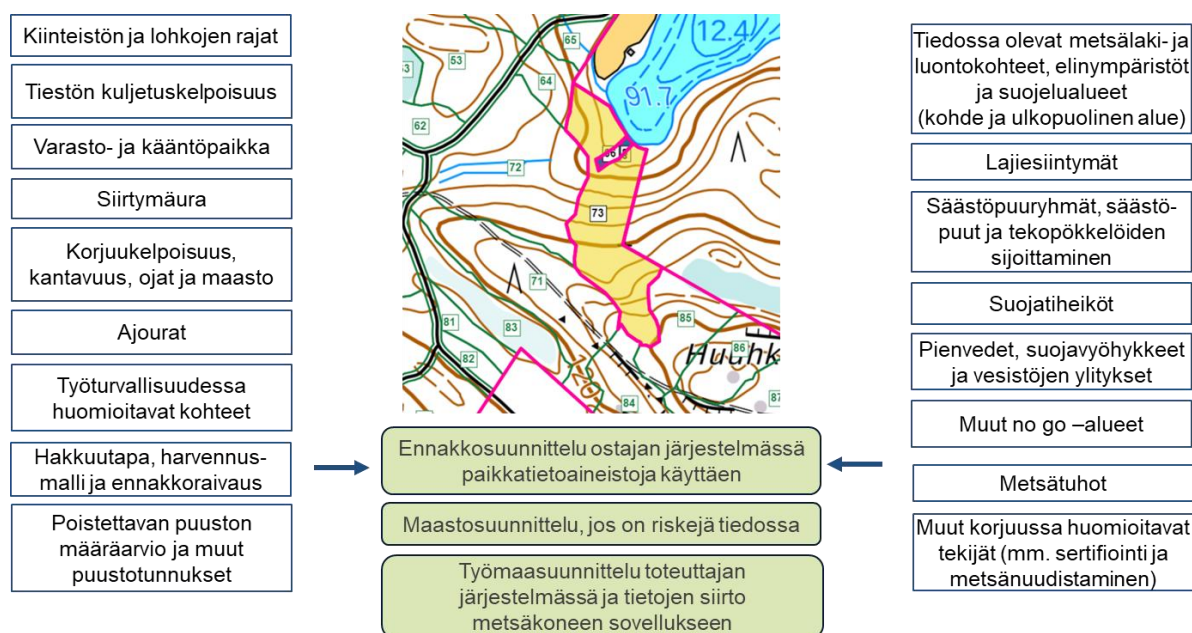
Kuva 5. Metsänkasvatuksen tietotarpeet päätöksenteon pohjana.

2.2.4 Puunkorjuun suunnittelu, ohjaus ja toteutus

Kestotäsmä -hankkeessa tietotarpeiden kartoituksen painopiste on ollut ympäristön huomioimisen vaatimuksissa ja luonnonhoidon toimenpiteiden suunnittelussa. Puunkorjuun osalta ne on kuvattu kappaleessa 2.2.7. yhdessä metsätalouden muiden luonnonhoitoa ja monimuotoisuutta tukevien toimenpiteiden kanssa. Metsäyhtiöissä puunkorjuun operatiivisen suunnittelun tarkoituksena on puun toimitustavoitteiden täyttämiseksi tehtävä lyhyen aikavälin suunnittelu. Se perustuu käytettävissä olevaan leimikkovarantoon ja voi johtaa uusiin ostotarpeisiin, mikäli toimituksiin ja korjuuseen sopivia leimikoita ei ole riittävästi. Leimikon ja sen korjuulohkojen ennakkosuunnittelun tekee yleensä ostosta vastaava toimihenkilö puunkorjuun tietojärjestelmässä paikkatieto- ja kartta-aineistoja käyttäen ja sitä voidaan tarkentaa maastossa tehtävällä suunnittelulla. Korjuuvalmiin leimikon suunnittelun on voinut tehdä myös metsänhoitoyhdistys tai muu toimija jo ennen

kuin metsänomistaja lähettää tarjouspyynnöt. Metsäyhtiö voi hankkia suunnittelun myös ulkoisena palveluna. Korjuuyrittäjät tekevät oman toimintansa operatiivisen suunnittelun ja metsäkoneiden työohjelmat toiminnanohjausjärjestelmässään (mm. WoodForce) tai metsäyhtiön järjestelmässä heille allokoitujen korjuutavoitteiden sekä käytettävissä olevien leimikoiden ja niiden perus- ja paikkatietojen pohjalta.

Puukaupan yhteydessä selvitetään yleensä tärkeimmät korjuun toteutuksessa huomioitavat asiat: kiinteistön ja hakkuualueen rajat, metsänkäyttöilmoituksen mukaiset rajaukset ja muut tiedot, arvioituiden puutavaralajien hakkuukertymät, puuston järeys ja laatu, mahdolliset metsätuhot, hakkuu- ja harvennustapa, ennakkoraivauksen tarve, kohteen korjuukelpoisuus ja tiestön kuljetuskelpoisuus, varastopaikan sijainti ja tilantarve, ajo- ja siirtymäurien sijoittelu, työturvallisuutta vaarantavat tekijät sekä tiedossa olevat korjuun ulkopuolelle rajattavat kohteet. Metsä-, luonnonsuojelu- ja vesilakikohteet, muut luontokohteet sekä korjuun ulkopuolelle jätettävät muut kohteet tallennetaan paikkatiedoksi järjestelmään, siirretään työmaakartoille ja niiden tiedot ja käsittelyyn liittyvät toimintaohjeet kirjoitetaan korjuuohjeisiin. Jos on tarvetta purosiltujen rakentamiseksi, merkitään ehdotus rakennuspaikaksi ja kirjataan ohjeisiin. Jos suunnittelua on tarve varmentaa esim. ympäristöriskien, epäselvien kiinteistörajojen tai turvallisuustekijöiden takia, tekee ostaja lumetomana aikana maastosuunnittelun, jossa merkitään tarvittavat kohteet maastoon nauhoituksella ja tallennetaan ne lohkon tietoihin. Lopullisen maastossa tehtävän varastopaikkojen, ajourien ja muun työmaasuunnittelun tekee korjuuyrittäjä tai koneenkuljettaja ja tallentaa lisätyt tiedot toiminnanohjausjärjestelmässä metsäkoneille siirrettäviin karttatietoihin.



Kuva 6. Korjuun suunnittelussa selvittävät asiat.

Leimikon rajaukset ja jakaminen korjuulohkoihin tehdään pääsääntöisesti metsikkökuvien ja metsänkäyttöilmoituksessa ja puukauppasopimuksessa suunnitellun hakkuualueen mukaan. Jos hakkuualue ulottuu kiinteistön rajoihin, varmistetaan rajapyykit, rajojen aukaisutarve ja vastaavko kartalla olevat rajat maastossa todettua. Hakkuukoneiden tarkkuuspaikannus ja metsäkoneen karttasovellukset mahdollistavat sen, että tilarajoja ei välttämättä enää merkitä maastoon edellyttäen, että digitaalisissa kiinteistörajoissa ei ole virhettä. Ongelmallista on se, että varmuutta asiasta ei useinkaan ole. Kehittämisehdotuksena on esitetty ajatus kiinteistörajien tarkkuuden esittämisestä maastokartoilla vaihtelevana rajaviivan paksuutena siten, että epävarma sijainti ilmaistaisiin paksumpana viivana kuin tarkasti tiedossa oleva kiinteistöraja.

Puuston määrätietojen ja keskitunnusten tarkkuus, luotettavuus ja ajantasaisuus ovat oleellisia arvioitaessa hakkuukertymia puukauppaa, korjuun ja toimitusten suunnittelua sekä katkonnan ohjausta varten. Puutavaralajien hakkuukertymien arviointi tehdään kuvion puustotietojen perusteella ja sitä voidaan tarkentaa puukaupan yhteydessä maastossa tehtävillä koealamittauksilla. Täsmäpuunkorjuun tarpeisiin nähden kuvioittaiset puustotunnukset eivät aina ole riittävällä tarkkuustasolla. Hilatietojen avulla lohkojen kertymääräarvioita voitaisiin kenties tarkentaa ja kohdentaa eri puutavaralajien määrät lohkon eri osille. Hilakohtaisissakin puustotiedoissa on epävarmuutta, eikä niitä käytännössä tiettävästi siksi hyödynnetä. Puustotunnusten mittaamiseen on kehitetty kamerasovelluksia, mutta ne eivät ole saavuttaneet merkittävää suosiota mm. mittaustyön ajamenekin vuoksi. Kasvatushakkuissa hakkuukertymien ennakkotiedon luotettavuudella on merkitystä korjuun tuottavuuden ja yksikkökustannusten hallinnassa. Harvennukset tultaneen teemmään jatkossa Tapio Oy:n uusien maantieteelliseen alueeseen, kasvupaikkaan, pohjapinta-alaan tai runkolukuun ja keskipituuteen perustuvien harvennusmallien mukaisesti. Ennen korjuun aloitusta myös ostajan olisi varmistettava, että hakkuun jälkeen jäävä puusto on leimikon eri osissa riittävä puuston jatkokehitystä ajatellen. Käytettävää harvennusmallia ei erikseen valita hakkuukoneella. Varttuneessa kasvatusemetsässä harvennustapana voi olla yläharvennus, mikäli puusto on tasarakenteista ja siitä on metsänomistajan kanssa sovittu. Yläharvennuksessa pienten puiden lisäksi poistetaan kookkaimpia ja taloudellisesti arvokkaimpia puita.

Puuston teknistä laatua kuvaavat tunnuksat puuttuvat nykyisistä kuvio- ja hilaiedoista. Niiden ennustamiseen ei ole vielä olemassa laserkeilaukseen tai muihin kaukokartoitusaineistoihin ja yksinpuintulkintaan perustuvia malleja, joilla esimerkiksi elävän latvuksen tai kuivaoksaisten rungonosan pituutta voitaisiin määrittää. Puuston ulkoisen laadun arviointi onkin tehtävä maastossa silmävaraisesti. Kuusen juurikäpäriskialueilla on tarpeen arvioida lahon määrää poistettavassa puustossa. Runkojen tyvilaho selviää lopullisesti kuitenkin vasta kaadon ja katkonnan yhteydessä. Kirjanpajan ja muiden hyönteisten aiheuttamat tuhot puustossa ovat yleensä selvästi maastossa nähtävissä ja voivat näkyä myös ilmakuvilta. Kirjanpajan iskeymälle alttiit alueet ovat nähtävissä myös Metsäkeskuksen verkkopalvelussa sekä metsäyhtiöiden omissa aineistoissa ja metsänomistajien verkkopalveluissa.

Kuvioiedoissa ei ole mukana runkolukusarjatietoa, joka kuvaisi puulajikohtaisesti puuston kokojakaumaa. Koska puulajisuhteiden ja puuston keskiläpimitan ennusteet ovat olleet nykyisessä metsävarojen inventointimenetelmässä liian epävarmoja, ei runkolukusarjojenkaan muodostus jakaumamalleilla ole ollut mielekästä. Kertymien kannalta järeän puuston runkolukusarjat ovat merkityksellisiä, eikä pienikokoisen puuston jakaumien tarvitsekaan olla yhtä tarkkoja. Runkolukusarjatiedolle olisi käyttöä erityisesti katkontavaihtoehtojen ja katkonnan ohjausparametrien laskennassa, mutta mahdollisesti myös puukauppatarjousten muodostamisessa ja vertailuissa. Tullevaisuudessa runkolukusarjojen muodostamiseksi olisikin mahdollista kehittää hakkuukonettaan perustuvia menetelmiä.

Korjuun työmaatason suunnittelussa pyritään siihen, että hakkuu ja metsäkuljetus voidaan toteuttaa kustannustehokkaasti aiheuttamatta vaurioita maaperään ja kasvatettavaan puustoon, erityisesti juuristoon. Ilmaston muuttuessa maaperän kantavuudessa on yhä enemmän alueellista, paikallista ja vuosittaista vaihtelua, joka tulisi ennakoida suunnittelussa. Urapainumien syntymistä on pyrittävä välttämään ja erityisesti kokoojaurat ja siirtymäurat varastolle tulisi sijoittaa hakkuissa kantavimmille maastonosille. Korjuun sopivimman toteutusajankohdan valitsemiseksi tarvitaan siksi kasvupaikkaa, korjuukelpoisuutta, maaston kantavuutta ja vesitaloutta kuvaavia paikkatietoja ja ennustemalleja. Korjuussa huomioitavat olosuhteet voivat olla pysyviä (mm. maastonmuodot, rinnekaltevuudet ja maalaji), hitaasti muuttuvia (turvemaan vesitalous) tai dynaamisia vuodenajasta ja säästä riippuvia (maan pintakerroksen kosteusolosuhteiden vaikutus kantavuuteen). Olosuhteita kuvaavat aineistot on kuvattu kappaleessa 3.4.7.

Ajouraverkoston kattavuudella ja sijoittumisella erityisesti harvennuskohdeilla on vaikutusta korjuun ajamenekkiin, tuottavuuteen ja laatuun sekä puuston kehitykseen hakkuun jälkeen. Nykyi-

sin yleisenä toimintamallina on, että hakkuukoneen kuljettaja suunnittelee ajourat maastossa ennen hakkuun aloitusta. Ennakkosuunnittelussa voidaan työmaan paikkatietoihin tehdä ehdotukset kokooja- ja siirtymäurien paikoiksi perustuen korjuukelpoisuusluokitus- ja kosteusindeksiaineistoihin ja muihin maastotietoihin. Sijoittaminen pyritään tekemään kantavimmille maastonosille luonto- ja suojelukohteita välttämällä ja metsäkuljetusmatkat minimoimalla. Maaperän kantavuus vaihtelee vuodenajan ja sääolosuhteiden mukaan, joten ajourasuunnittelu on vahvasti ajankohdan olosuhteisiin sidottu. Tietotarvekartoituksessa yhdeksi keskeiseksi kehittämiskohteeksi metsäyhtiöt nostivatkin sääolosuhteet huomioon ottaen reaaliaikaisen kantavuusennusteen laskentapalvelun kehittämisen, jota hyödyntäen ajourat voitaisiin suunnitella. Palvelun pitäisi olla API -rajapintaratkaisulla integroitavissa korjuun suunnittelu- ja toiminnanohjausjärjestelmiin. Metsätehossa aloitetaan syksyllä 2025 ajourien suunnitteluun Kestotäsmä -hankkeessa kehitetyn MoniURA -työkalun ja Moni-Indeksi -karttojen validointi. Tavoitteena on, että ne voitaisiin automatisoida ja sisällyttää työkaluiksi korjuun suunnittelu- ja toiminnanohjausjärjestelmiin.

Metsäkonetyössä tärkeimpiä työturvallisuuden varmistamisessa huomioitavia asioita ovat turvaetäisyydet metsäkoneisiin, liikkumista haittaavat näköesteet metsäteillä ja varastoalueella, varoetäisyydet sähkölinjoihin, jyrkänteet, vesistöjen ylitykset, myrskytuhoalueilla kaatuneet puut ja muut vaaratekijät sekä metsäpaloriski metsäpalovaroituksen aikana. Suur- ja keskijänniteilmajohdot näkyvät maastokartoilla ja paikkatietoaineistoissa, mutta pienjänniteilmajohdot eivät yleensä näy, elleivät ne ole merkittäviä maaston kannalta. Tällaiset sähkölinjat tulisikin selvittää korjuun suunnittelun yhteydessä, koska ne voivat olla merkittävä työturvallisuusriski pimeällä ja varastoalueilla työskenneltäessä. Muista maastossa pysyvästi olevista turvallisuuteen vaikuttavista kohteista tietoa saadaan maastotietokannasta, taustakartoista ja ilmakuvilta. Korjuun suunnittelussa ne on syytä tallentaa paikkatietoihin ja esittää karttamerkkein metsäkoneen karttasovelluksessa. Koneenkuljettajan työturvallisuutta merkinnät lisäävät silloin, kun niihin voidaan liittää hälytyksiä tai koneen liikkumista rajoittavat varoetäisyydet. Metsäkoneet voivat myös vaurioittaa maakaapeleita ja muita maanalaisia laitteita tai rakenteita, mistä voi aiheutua aineellista vahinkoa, vaikka ne eivät olisikaan varsinaisen työturvallisuusriski. Tällaisten kohteiden selvittämiseksi ei koottua paikkatietoaineistoa tai keskitettyä kyselypalvelua ole, mutta sellaisen valmistelu on Traficomissa meneillään (ks. kappale 3.4.5).

2.2.5 Puunkorjuun laadun seuranta

Puunkorjuun laadun seuranta kattaa sekä varsinaisen korjuujäljen että luonnonhoidon laadun omavalvonnan ja seurannan. Korjuujäljen laatua arvioitaessa kiinnitetään huomiota hakkuun jälkeiseen puuston ja maaperän tilaan. Korjuun laatuun vaikuttavat mm. ajourien kokonaispituus, leveys ja ajouraväli, ajourien painaumat, puuston ja juuriston vauriot, onko kasvatettavan puuston tiheys harvennusmallin ja metsikön laadun mukainen, säästettävien alueiden ja lahoppuuston huomiointi (ml. tekopökkelöiden teko), suojavyöhykkeiden leveys sekä varastopaikan ja tiestön kunto (kuva 7). Omavalvontamenetelmistä ja korjuun laadun seurannassa tarkistettavista asioista ja seurantamenetelmistä sovitaan yksityiskohtaisesti urakointisopimuksissa.



Kuva 7. Puunkorjuun laadun seurannassa huomioitavat asiat.

Harvennismalleihin perustuvaa harvennusvoimakkuuden reaaliaikaista seuranta tai malleihin perustuvia poistettavien puiden ehdotuksia ei ole vielä pystytty viemään hakkuukoneen tietojärjestelmiin, mutta kehitystyötä sen eteen on tehty. Toiminto edellyttäisi joko ennakkoon kaukokartoituksella tuotettua puukarttaa tai malleilla ennustettua puulajikohtaista läpimittajakaumaa niin, että tiedot voitaisiin tarkentaa koneen kulloiseenkin työpisteeseen tai hilaruutuun. Lähtöpuustoa voitaisiin myös keilata hakkuun aikana koneen mobiililaserkeilauksella ja muodostaa mittausdatasta jatkuvasti päivittyvää runkolukusarjaennustetta tai puukarttaa. Ensiharvennuksilla vaihtoehtona on menetelmä, jossa ajouralta poistettavien puiden hakkuukoneella mitatuista tiedoista muodostetaan koko ko. työpisteen lähtöpuustoa kuvaavat puulajikohtaiset tunnuks. Harvennusvoimakkuutta seurattaessa verrataan sitten poistettavan puuston summa- ja keskitunnuksia lähtöpuustoon ja tietoa käytetään koneenkuljettajan opastuksessa.

Korjuun päätyttyä kuljettaja tai korjuuyrityksen toimihenkilö tarkistaa korjuulaadun. Myös metsäyhtiön toimihenkilöt tekevät korjuuyrityksen ja hakkuukonekohtaisesti korjuulaatumittauksia, joiden avulla seurataan toiminnan laatua. Metsäyhtiön ja korjuuyrityksen korjuun laatua myös auditoidaan, jolloin riippumaton taho tekee arvioinnin puunkorjuun laadusta ja vastuullisuudesta.

Korjuun toiminnanohjausjärjestelmissä kuljettaja tekee omavalvonnassa vaadittavat korjuun loppuraportointiin liittyvät kirjaukset ja kuittaa tarkistettavat asiat tehdyiksi. Tietoja voidaan myös tallentaa karttasovellukseen rajaamalla siinä hakkuun ulkopuolelle jätetyt lohkon osat tai merkittävällä pistemäisillä luontokohteilla. Tällaisten tallennettujen paikkatietojen siirtoon järjestelmän ulkopuolelle ei kuitenkaan ole vielä olemassa standardisoituja ratkaisuja. Kehittämiskohteenä on myös hakkuukoneen mittalaitteen ja ulkoisen sovelluksen välinen tietojen välitys esim. niin, että tekopötkelöiden sijainnit voitaisiin siirtää automaattisesti ja reaaliaikaisesti koneen tietokannasta karttasovellukseen.

Korjuun laadun ja talousmetsän luonnonhoidon todentamisessa tavoitteena on mahdollisimman pitkälle automatisoitu tiedontuotantoketju. Valvonnan ja todentamisen menetelmissä on mahdollista yhdistää kaukokartoituksilla ja maastomittauksilla tuotettua paikkatietoa sekä metsäkoneiden tietojärjestelmillä tuotettua tietoa. Toistaiseksi metsäkoneetiedon tuotto perustuu metsäkoneiden – erityisesti hakkuukoneen – omiin mittalaitteisiin ja tarkkuuspaikannusmenetelmiin, mutta myöhemmin voi olla mahdollista hyödyntää hakkuukoneissa ja kuormatraktoreissa ulkoisia mittalaitteita, kuten laserkeilaimia. Hakkuulaitteen sijaintitieto mahdollistaa jo tarkan hakkuussa käsitellyn

alueen sekä sen sisällä olevien pienialaisten käsittelemättömien kohteiden (mm. säästöpuuryh-
mät, luontokohteet ja suojavyöhykkeet) rajojen ja pinta-alojen määrittämisen automaattisesti.
Ajouraverkostojen muodostus ja niiden laatutunnusten laskenta perustuu samaan menetelmään.
Menetelmä on pilotoitu ja otettavissa metsäyhtiöissä käyttöön. Ajouraleveyden mittaamiseen ei
ole vielä olemassa tuotantokäyttöön soveltuvaa menetelmää, mutta teknisiä ja kustannuksiltaan
edullisia vaihtoehtoja testataan. Runko- ja juuristovaurioiden havainnointiin korjuun yhteydessä
ei myöskään ole vielä olemassa menetelmää.

Tarkemman tiedon tuottamisen lisäksi metsäkonetieto ja ulkoiset mittalaitteet mahdollistavat kor-
juujäljen maastotarkastuksista luopumisen tai ainakin maastotarkastustarpeen pienentämisen.
Metsäkoneilla tuotettavan mittaustiedon avulla voidaan siirtyä otantaan perustuvista korjuujäljen
mittausmenetelmistä kohti totaalimittausta, jossa kaikki tai ainakin lähes kaikki havaittavat mit-
tauskohteet mitataan. Koska Suomessa lähes kaikki puunkorjuutyö tapahtuu koneellisesti, olisi
hakkuukoneiden ja kuormatraktoreiden tuottamien tietojen alueellinen kattavuus hyvä.

2.2.6 Talousmetsien luonnonhoidon toimenpiteiden suunnittelu ja seuranta

Metsänhoidon suositusten määritelmän mukaan talousmetsien luonnonhoito on luonnon moni-
muotoisuuden ja luonnon tarjoamien hyötyjen ylläpitämistä ja vahvistamista metsänsäilytyksessä.
Talousmetsien luonnonhoidon vaatimukset ja ohjeistukset perustuvat velvoittavaan lainsäädän-
töön (mm. metsälaki, luonnonsuojelulaki, vesilaki), toimintaa ohjaaviin ohjelmiin sekä maanomis-
tajalle vapaaehtoisten sertifiointijärjestelmien (FSC ja PEFC) asettamiin vaatimuksiin. Lisäksi
maanomistaja voi asettaa omien tavoitteidensa ja arvojensa pohjalta toimintaohjeita. Talousmet-
sien luonnonhoidon ja ekologisen kestävyys turvaamisen keinoja ovat

- säästöpuiden ja säästöpuuryhmien jättäminen
- lahoppuun turvaaminen
- tekopötkkelöiden tekeminen
- suojatiheikköjen jättäminen
- lehtipuusekoituksen ylläpito
- monimuotoisuudelle arvokkaiden yksittäisten puiden kasvattaminen
- kulotus
- lajien turvaaminen metsänsäilytyksessä ja
- metsän suojeleminen.

Metsälain erityisen tärkeiden elinympäristöjen, luonnonsuojelulailla rauhoitettujen luontotyyppien
ja vesilain mukaisten elinympäristöjen sekä uhanalaisten ja suojeltavien lajien säilyminen on tur-
vattu metsien säilytyksessä. Hakkuista suunniteltaessa metsälaki- ja suojelukohteet on selvitet-
tävä ja rajattava leimikon ulkopuolelle. Vastuu lakisääteisten luontokohteiden huomioimisesta
on metsänomistajalla, hakkuuoikeuden haltijalla sekä hakkuun suunnittelijalla. Jos hakkuualue
ulottuu esim. lakisääteisesti suojeltavien lajien esiintymisalueelle tai sen ilmoitusalueelle, tulee
siitä metsänsäilytyksellisen tekijälle ja maanomistajalle tieto ja tarvittavat toimintaohjeet ELY-
keskukselta. Ohjeiden toimittamisessa hakkuun suunnittelijalle on ilmennyt monenlaisia ongel-
mia. Korjaustoimenpiteenä on esitetty, että ohjeiden jakaminen ei olisi jatkossa ainakaan pelkäs-
tään sähköpostiin perustuva, vaan ohjeet pitäisi saada rajapinnan kautta verkkopalvelusta, jolloin
ne voitaisiin automaattisesti liittää hakkuun työohjeisiin.

Kaikista eri lakien mukaan suojeltavista kohteista ei ole olemassa yhdistettyä paikkatietoaineis-
toa. Metsälakikohteita on selvitetty Metsäkeskuksen tekemissä kartoituksissa, ja tiedot löydettyistä
kohteista ovat saatavilla. Suuri osa kohteista on kuitenkin vielä löytämättä ja kartoitettujen koh-
teidenkin rajauksissa voi olla virhettä tai tulkinnanvaraisuutta. Muiden suojeltavien kohteiden,
luontotyyppien, elinympäristöjen ja lajesiintymien selvittämiseksi on olemassa avoimia aineistoja,
mutta toimenpiteiden suunnittelua ja seuranta varten ne on koottava ja muokattava toimijoiden

järjestelmiin erikseen. Hankkeen tietoaaineistokartoitus ja sitä koskeva kysely osoitti, että suojelukohde- ja elinympäristöaineistot ovat jo hyvin kattavasti metsäyhtiöissä käytössä, mutta varsin työläitä koostaa ja ylläpitää.

Säästöpuuryhmien sijoittamista ja rajaamista ennakkoon leimikon suunnittelussa ei ole toistaiseksi tehty metsäyhtiöiden suunnittelujärjestelmissä tai Metsään.fi -palvelussa. Säästöpuiden jättämisessä noudatetaan metsänhoidon suosituksia, sertifiointijärjestelmien vaatimuksia ja metsäyhtiöiden tarkentavia ohjeita. Käytäntö on, että ellei metsänomistaja anna puukaupan yhteydessä omia ohjeitaan tai korjuun suunnittelija merkitse säästöpuuryhmiä kartalle tai maastoon, tekee hakkuukoneen kuljettaja päätökset säästöpuiden valinnasta ja ryhmien paikoista. Säästöpuiden ekologinen vaikuttavuus on suurin, jos ne keskitetään hakkuualueella olevien arvokkaiden luontokohteiden ja elinympäristöjen yhteyteen, eikä niitä jätetä yksittäisinä puina tasaisesti alueelle. Keskittäminen on myös taloudellisesti ja hakkutyön tehokkuuden kannalta perusteltua.

Lahopuuta syntyy metsässä tuulenkaatopuista ja puiden kuollessa. Vanhoissa luonnontilaisissa tai pitkään käsittelemättömissä metsissä eriasteista lahopuuta voi olla runsaastikin. Lahopuun muodostumista on edistetty tavoitteellisesti hakkuiden yhteydessä muutaman vuosikymmenen ajan jättämällä säästöpuita ja tekemällä tekopötkelöitä. Myrskytuhon sattuessa rungot voidaan jättää tarkoituksellisesti korjaamatta. Luonnon monimuotoisuuden turvaamisen yhtenä tavoitteena on, että metsiin syntyisi lahopuujatkumo, jossa eri asteista lahopuuta olisi jatkuvasti riippumatta metsän kehitysvaiheesta. Hakkuualueella ja metsänuudistamiskohteilla olemassa oleva pysty- ja maalahopuu tulisi jättää koskemattomaksi niin, että lahopuuesiintymien alueella ei liikuta metsäkoneilla eikä tehdä maanmuokkausta. Toimenpiteiden suunnittelua varten ei ole olemassa tarkkaa ennakkotietoa lahopuiden sijainneista, ei kuviotiedoissa tai muissakaan aineistoissa, vaan lahopuuesiintymien kartoittaminen on tehtävä maastossa muun suunnittelun yhteydessä.

Säästöpuuryhmät on mahdollista sijoittaa jo olemassa olevien kuolleiden puiden lähelle. Metsäkaksonen -hankkeessa on tutkittu kuolleiden puiden yksinpuintulkintaa ilmakuvilta ja laserkeilausaineistoista ja saatukin siitä lupaavia tuloksia. Metsäkeskus vie tiedot tulkituista kuolleista puista jatkossa Metsään.fi -palveluun, jossa ne ovat metsänomistajan nähtävissä. Avoimeen metsävaratietoon niitä ei olla toistaiseksi viemässä. Leimikon ja metsänuudistamiskohteen suunnittelussa lahopuuesiintymät tallennetaan paikkatiedoksi ja merkitään kartalle, mikäli siihen tarvittavat sovellukset ovat olemassa. Erityisesti maalahopuu on vaikea havaita metsäkoneesta, jos sitä ei ole merkitty kartalle. Tekopötkelöiden sijaintien ennakkosuunnitteluun ei ole nähty samanlaista tarvetta kuin säästöpuuryhmille. Niiden sijainnit, puulaji ja rinnankorkeusläpimitta voidaan jo nyt tallentaa hakkuukoneen erikoismerkintäkoodeja käyttäen, jolloin metsäyhtiö voi todentaa tekopötkelöiden jättämisen hakkuun jälkeen ja myös jakaa tiedot karttamuotoisena metsänomistajalle.

Vanhat järeät puut, isot lehtipuut (haapa, koivu) ja jalot lehtipuut ovat arvokkaita luonnon monimuotoisuuden lisäämiseksi ja useiden lajien elinympäristöjen turvaamiseksi. FSC-sertifiointi edellyttää myös tiettyjen aina säästettävien puiden säästämistä hakkuissa. Avoimessa metsävaratiedossa ei ole tietoa yksittäisistä arvokkaista puista, joten hakkuita ajatellen niistä ei vielä ole olemassa luokitettua ennakkotietoa, jota voitaisiin esittää kartoilla. Kehitettävänä olevan tiheäpulsissien laserkeilausaineiston ja ilmakuvien latvusgeometriaan perustuvan yksinpuintulkinnan arvioidaan kuitenkin mahdollistavan jatkossa isojen arvokkaiden puiden tulkinnan. Mikäli menetelmä osoittautuu luotettavaksi, olisi luonnonhoidon suunnittelua ja seuranta varten tärkeää, että tiedot monimuotoisuuden kannalta arvokkaista puista saataisiin avoimeen metsävaratietoon omaksi tietoaaineistokseen sekä vietyä tiedot Metsään.fi -palveluun. Näin tiedot olisivat siirrettävissä myös puunkorjuun tietojärjestelmiin ja metsäkoneiden karttasovelluksiin. Toistaiseksi yksittäiset isot puut voidaan erottaa visuaalisesti tarkoilta ilmakuvilta ja laserkeilauksen latvusmallista.

Rehevät lehdot ja lehtolaikut ovat elinympäristöinä arvokkaita monille lajeille. Lehdot on jaettu kolmeen alatyyppiin, joille on metsänhoidon suosituksissa annettu yleiset käsittelyohjeet. Kuivissa lehdoissa pyritään puuston avoimuuteen lämmön takaamiseksi. Puusto pidetään harvana ja suositetaan lehtipuita ja mäntyä. Tuoreissa lehdoissa pyritään turvaamaan lehtipuiden, etenkin jalojen

lehtipuiden, kasvuolosuhteita. Lisäksi tavoitellaan puu- ja pensaskerroksen kerroksellisuutta. Kosteat lehdot pyritään pitämään varjoisina ja hakkuut tehdään varoen poiminta- ja pienaukko-hakkuina vesitalouden ylläpitämiseksi. Pienialaisuuden vuoksi lehdot eivät aina ole metsävaratie-doissa omina kuvioinaan, elleivät ne ole samalla metsälakikohteita tai elinympäristökuvioita. Hila-aineistoissa ja ilmakuvilla lehtolaikut voivat erottua lehtipuuvaltaisuuden perusteella muusta kuvi-osta, samoin metsätyypin, maaperän kosteuden tai korjuukelpoisuusluokituksen mukaan. Lehto-laikkujen ja niiden suojavyöhykkeiden rajaaminen käsittelyalueen ulkopuolelle olisi paras tehdä paikkatietanalyysiin perustuen metsäsuunnittelun tai puunkorjuun tietojärjestelmissä. Jos se ei ole käytäntönä, voidaan rajausta tehdä leimikon maastosuunnittelun yhteydessä. Muita vastaavia paikkatietanalyysillä erotettavissa olevia kohteita ovat erilaiset pienvesielinympäristöt (lähteet, kosteikat), luonnontilaiset suot, kangasmetsäsaarekkeet ojittamattomilla soilla, korkeat jyrkänteet ja niiden alusmetsät, rotkot, kurut, kalliot, kivikot, louhikot ja erityyppiset paahdeympäristöt.

Suojatiheiköt ovat vastaavanlaisia pienialaisia raivaamattomia alikasvosryhmiä, jotka rajataan muun käsittelyalueen ulkopuolelle riistan ja linnuston elinympäristöjen turvaamiseksi. Niihin jäte-tään vaihtelevan kokoista ja monilajista puustoa, mm. alikasvoskuusta sekä pensaskerrosta ja suojaavaa aluskasvillisuutta. Suojatiheikköjä ei ole tarkoitettu pysyviksi, vaan niiden paikkaa voi vaihtaa kiertoajan kuluessa. Ne voivat aikaa myöten myös kehittyä säästöpuuryhmiksi ja laho-puustokohteiksi. Suojatiheikköjen paikkoja ei normaalisti suunnitella ennakkoon, mutta leimikon maastosuunnittelussa ne voidaan alustavasti valita, merkitä nauhoituksella ja tallentaa paikkatie-tona kartoille ehdotukseksi koneenkuljettajalle. Ennakkoraivauksessa ja uudistusalan valmiste-lussa suojatiheiköt on jätettävä koskemattomiksi.

Lehtipuuosuuden kasvattaminen havumetsien kasvatushakkuissa voi olla tavoiteltavaa moni-muotoisuuden ja lahoppuuston lisäämiseksi. Lehtipuuvaltaisten kuvion osien tunnistaminen ja ra-jaaminen voi perustua laserkeilauksen hila-aineiston tai muun kaukokartoituksen puustotulkinta-tietoon. Hakkuussa tällaiset leimikon osat voidaan jättää korjuun ulkopuolelle tai poistaa niillä lehtipuustoa lievemmin.

Pienvedet ja niiden lähiympäristöt ovat metsäluonnon monimuotoisuuden kannalta arvokkaita kohteita, joissa elää paljon uhanalaista lajistoa. Luonnontilaisten ja luonnontilaisen kaltaisten pienvesiluontotyyppien luonnontilan vaarantaminen on vesilain nojalla kiellettyä, minkä lisäksi metsälaki turvaa osaa pienvesien lähiympäristöistä. Pienvesiä ovat purot, norot, ojat, lammet ja lähteet sekä pienet kluuvijärvet ja fladat. Pienvedet ovat herkkiä muutoksille ja voimakas metsän-käsittely pienveden läheisyydessä voi muuttaa merkittävästi sen ominaispiirteitä tai lajistoa. Riit-tävän leveät puustoiset suojavyöhykkeet pienvesien rannoilla ylläpitävät tärkeitä ominaispiirteitä ja pidättävät valuntana tulevaa kiintoaine- ja ravinnekuormitusta. Suometsien hakkuut yhdessä niissä tehtävien kunnostusojitusten kanssa muodostavat huomattavan riskin pienvesien tilan kan-nalta. Metsälaki ei määrittele turvattavan välittömän lähiympäristön leveyttä. Metsälain tulkinta-suosituksissa ohjeistetaan rajaamaan riittävän leveä lähiympäristö vähintään valta- ja lisävalta-puiden keskipituuden levyisenä pienveden molemmin puolin (puro ja noro) tai ympäri (lampi, lähde, lähteikkö ja tihkupinta). Välittömän lähiympäristön rajausta täytyy kuitenkin tehdä tulkinta-suosituksessa mainittua vähimmäisleveyttä laajemmaksi, kun kohteen metsälaissa mainittujen ominaispiirteiden säilyminen sitä vaatii. Pienvesikohteiden suojavyöhykkeiden leveyksistä ja met-sänkäsittelystä määritetään myös PEFC- ja FSC-sertifioinneissa. Pienvesiä voidaan ennallistaa ja kunnostaa metsäluonnon hoitohankkeina, joihin on mahdollista saada metka-tukea tai METSO-ohjelmassa luonnonhoitohankkeina Suomen metsäkeskuksen myöntämän ympäristötuen turvin. Luonnonhoitokohteiksi sopivat ennallistamis- ja kunnostuskelpoiset vesistöt, norot ja lähteet lähi-metsineen. (Lähde: Metsäammattilaisen pienvesiopas, Tapio Oy 2024).

Pienvesien selvittämiseksi ja pienvesityypin sekä sen luonnontilaisuuden määrittämiseksi metsä-talouden toimenpiteitä varten on olemassa useita eri paikkatietoaineistoja (ks. kappale 3.4.2). Niitä on joko tarkasteltava toimijoiden suunnittelujärjestelmissä erikseen tai vaihtoehtoisesti ylei-sessä luontokohteiden suojakaistatyökalussa, jonka kehittämistä tässä hankkeessa ehdotetaan.

Korjuun ja metsänhoitotöiden toiminnanohjausjärjestelmissä pienvesikohteita ja niiden suojavyöhykkeitä voidaan käsitellä samaan tapaan paikkatietona ja karttamerkein kuvattuna kuin muitakin luontokohteita. Jos kohteella liikkuminen metsäkoneella tai sen ylitys on sallittu esimerkiksi maan ollessa jäätyneenä, on se kuvattava erikseen työohjeessa.

Lajiesiintymien turvaaminen on osa ekologisesti kestävästä metsätaloudesta. Turvaamista on

- uhanalaisten lajiesiintymien turvaaminen
- lajeille ja lajiryhmille tärkeiden elinympäristöjen tunnistaminen ja turvaaminen
- lajeille ja lajiryhmille tärkeiden rakennepiirteiden säästäminen ja lisääminen.

Tavoitteena on varmistaa olosuhteet lajin säilymiselle esiintymispaikallaan metsänkäsittelyn jälkeen tai parantaa lajin elinmahdollisuuksia talousmetsissä. Metsäalalla on käytössä 2007–2010 kehitetty Uhanalaisten lajien turvaaminen metsätaloudessa -toimintamalli, jota on päivitetty Lajiturva -hankkeessa 2019–2021. Toimintamallin lajilistalla on n. 2600 eliölajia, joihin metsänkäsittelyllä ja talousmetsien luonnonhoidolla voi olla vaikutusta. PEFC-sertifiointi velvoittaa toimintamallin mukaisiin käytäntöihin uhanalaisten lajien esiintymäkohteilla. FSC-standardissa on lisäksi lajien esiintymistä koskevia vaatimuksia. Toimintamallin mukaan ennen toimenpiteitä on selvitettävä lajiesiintymätiedot ja lajin suojeluluokitus (lakisääteisesti suojeltu laji, muu uhanalainen laji, silmälläpidettävä laji). Toimintatavasta lajiesiintymän kohteella on sovittava ja merkittävät sovitut asiat mm. puukauppasopimukseen. Toimenpiteen toteuttajalle on annettava lajiesiintymän huomioimista koskevat ohjeet. Käytännössä tämä tarkoittaa lajiesiintymätietojen ja työohjeiden viemistä korjuun ja metsänhoitotöiden toiminnanohjausjärjestelmiin ja niiden karttasovelluksiin. Tarvitessa varmistus on hyvä tehdä maastossa ja tehdä tarvittavat maastomerkinnät.

Lakisääteisesti suojellun lajin turvaamisen ohjeet antaa ELY-keskus. Suunnitelluista hakkuista tehtävä metsänkäyttöilmoitus tarkastetaan automaattisesti Metsäkeskuksessa. Jos hakkuualue on lakisääteisesti suojellun lajin ns. ilmoitusalueella, metsänkäyttöilmoitus lähtee ELY-keskuksen tarkastettavaksi ja se antaa tarvittavat lajiesiintymän turvaamista koskevat ohjeet. Muiden kuin lakisääteisesti suojellujen lajien lajiesiintymien turvaaminen on metsänomistajalle vapaaehtoista. Laji- tai lajiryhmäkohtaista tietoa ja suosituksia löytyy metsänhoidon suosituksista ja ympäristöhallinnon verkkopalvelusta. Lajiesiintymien selvittämiseksi korjuun ja metsänhoitotöiden suunnittelua ja toteutusta varten käytössä on Suomen Lajitietokeskuksen Laji.fi -portaali, johon toimijat voivat tehdä aineistopyyntöjä ja jossa voi myös selata havaintoja ja ilmoittaa niistä. Lajiturva -hankkeen jatkona metsäalaa varten on toteutettu Otso -haku, jolla aineistopyynnöt voidaan tehdä. Laji.fi -palvelu, Otso -haku ja niitä koskevat kehittämissuositukset on kuvattu luvuissa 3.4.3 ja 4.2.

Lajien elinympäristöjen turvaamisen toimenpiteitä ovat mm. lajiesiintymän tai elinympäristön rajaaminen käsittelyalueen ulkopuolelle, lahoppuun säästäminen, säästöpuiden jättäminen, tekopökelöiden tekeminen sekä sekapuustoisuuden ja lehtipuuston suosiminen. Kun lajiesiintymä on tiedossa, on luonnonhoidon toimenpiteet hyvä keskittää niiden yhteyteen. Kaikista lajiesiintymistä ei ole havaintotietoja Laji.fi -portaalissa, koska monet lajit ovat pienikokoisia ja vaikeasti tunnistettavia. Tällaistenkin lajien esiintymiä metsänomistaja tai toimenpiteen suunnittelija voi turvata parhaiten keskittämällä luonnonhoidon toimenpiteet monimuotoisuuden kannalta arvokkaiksi tiedettyjen elinympäristöjen tai olemassa olevien rakennepiirteiden, esimerkiksi tuulenkaatopuun tai olemassa olevan lahoppukeskittymän, yhteyteen.

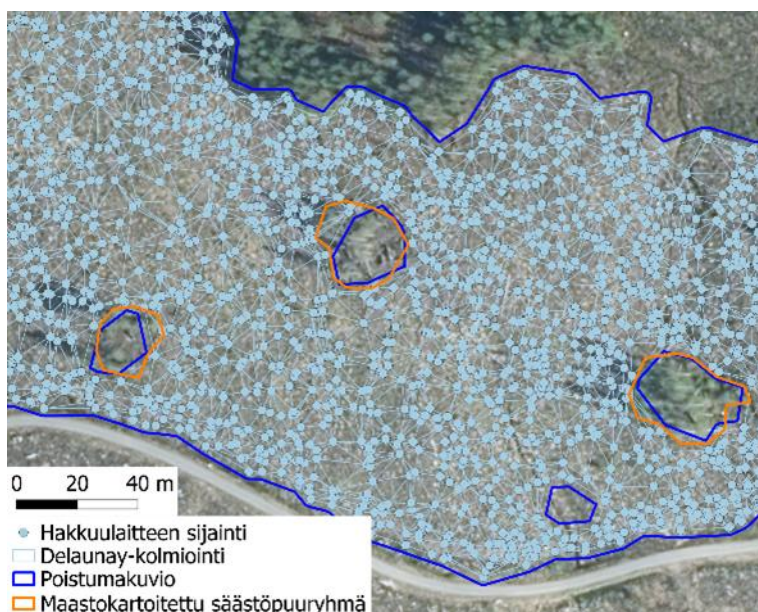
Metsätehon kehittämä paikkatietopohjainen monimuotoisuusindeksi tukee ekologisesti kestävästä metsätaloudesta erityisesti puunkorjuun suunnittelussa. Sen avulla voidaan tunnistaa metsien sisäistä ekologista vaihtelua ja huomioida luonnonhoidollisesti arvokkaat kohteet jo suunnitteluvaiheessa. Moni-indeksi yhdistää useita ekologisia muuttujia 4 × 4 metrin hilaruuduille. Näitä ovat muun muassa maaperän kosteus, eroosioherkkyys, karukkoalueet, puuston tilavuus, lehtipuuston osuus, havupuiden puulajivaihtelu sekä vesistöt ja suojelukohteet. Tietopohjana käytetään valtakunnallisia paikkatietoaineistoja, kuten Luonnonvarakeskuksen, Metsäkeskuksen, SYKEN ja Maanmittauslaitoksen aineistoja.

Moni-indeksiä voidaan hyödyntää monipuolisesti metsätalouden suunnittelussa. Sen avulla voidaan suunnitella ajouraverkostoja siten, että monimuotoisuuskohteet jäävät korjuun ulkopuolelle, kohdentaa luonnonhoidon toimenpiteitä (esim. säästöpuuryhmät, suoja-alueet ja muut paikkatietoanalyysillä erotettavat kohteet), tukea metsien sertifiointia ja vastuullisuusraportointia sekä parantaa metsien ekologista kestävyttä ilmastomuutoksen oloissa. Indeksillä toimii myös automaattisen ajourasuunnittelun lähtötietona, kuten MoniURA-menetelmässä. Indeksioinnin käyttökelpoisuutta tullaan pilotoimaan EU-rahoitteisessa OptiForValue-hankkeessa.

Merkittävimmät puutteet Moni-indeksissä liittyvät käytettävissä olevien paikkatietoaineistojen kattavuuteen ja tarkkuuteen. Lahopuun määrästä ja puuston kerroksellisuudesta ei ole saatavilla riittävän tarkkaa valtakunnallista aineistoa. Laserkeilausaineiston harva pulssitiheys rajoittaa yksityiskohtaista tulkintaa, eikä nykyisillä menetelmillä voida tunnistaa yksittäisiä monimuotoisuudeltaan arvokkaita puita. Hila-aineisto tarjoaa kuitenkin laajan peiton ja soveltuu hyvin yleiseen indeksointiin. Lajitietojen hyödyntäminen rajoittaa aineistojen hajanaisuus, päällekkäisyydet ja lajien liikkuvuus. Mikäli lajitieto saataisiin osaksi indeksiä, mahdollistaisi se uhanalaisten ja muiden suojeltavien lajien huomioimisen automaattisesti osana korjuuhjeistusta.

Nykymuodossaan Moni-indeksi on ajourasuunnittelun lisäksi hyödyllinen säästöpuiden ja -puuryhmien sekä vaihtelevan levyisten suojavyöhykkeiden suunnittelussa. Luonnonhoidon vaikutus paranisi merkittävästi, jos toteutetut toimenpiteet, kuten säästöpuiden ja suoja-alueiden sijainnit, tallennettaisiin paikkatietona. Tiedon tallentaminen puulajikohtaisesti mahdollistaisi säästöpuuston kehityksen seurannan ja tulevien toimenpiteiden kohdentamisen alueille, joilla lahoppuuta on jo syntynyt tai syntyy jatkossa.

Hakkuussa tehtyjen luonnonhoidon toimenpiteiden todentamiskeinoina ovat hakkuukoneen toteutus- ja mittaustiedot, korjuun toiminnanohjausjärjestelmien toimenpidetiedot ja mahdolliset karttamerkinnot sekä kaukokartoitusmenetelmillä tuotetut tiedot toimenpidealueista ja puustossa ja kasvillisuudessa tapahtuneista muutoksista. Hakkuukoneissa on yleistymässä hakkuulaitteen anturiointi ja GNSS-paikannuksen RTK-korjaukseen perustuva kaadettujen puiden, puutavarakasojen ja muiden kohteiden tarkkuuspaikannus. Se mahdollistaa geoprozessointimenetelmän (terminä poistumakuviointimenetelmä), joka tuottaa tarkasta puukohtaisesta sijaintitiedosta toteutuneet käsittelyalueiden ulkorajaukset ja käsittelemättömiä alueita kuvioiden sisälle (kuva 8).



Kuva 8. Esimerkki säästöpuuryhmien tunnistamisesta hakkuukonetiedosta laskennallisesti tuotetun poistumakuvion avulla. Kuvioon rajautuu käsittelemättömiä alueita, jotka vastaavat hyvin maastokartoitettuja säästöpuuryhmiä.

Hakkuussa käsittelemättä jätettyjen leimikon osien (säästöpuuryhmät, metsälakikohteet, elinympäristöt, lajiesiintymät ja suojavyöhykkeet) todentaminen voidaan käytännössä tehdä automaattisesti korjuun päättymisen jälkeen. Poistumakuviointimenetelmä ei kuitenkaan kerro vielä säästetyn kohteen tyypistä mitään, ellei siihen liitetä muuta paikkatietoon perustuvaa tulkintaa. Jos poistumakuviointi on tiedossa olevan metsälaki- tai muun luontokohteen alueella, voidaan tyyppi päätellä sen mukaan. Vesistöjen suojavyöhyke voidaan varsin luotettavasti tulkita rantaviivan tai uomaverkoston paikkatiedon perusteella. Säästöpuuryhmien ja suojatiheiköiden tulkinnessa voidaan käyttää latvusmallia, hilakohtaista puustotietoa tai jatkossa yksinpuin tulkinnan tietoja, mutta näissä voi olla myös muita syitä miksi alue on jätetty hakkuun ulkopuolelle. Hakkuukoneen erikoismerkintäkoodistossa on varauduttu siihen, että säästöpuuryhmät ja suojavyöhykkeet voidaan merkitä niiden ympäriltä poistettuihin puihin varmistamaan, millaisesta kohteesta on kysymys. Korjuun toiminnanohjauksen karttajärjestelmissä voi myös olla mahdollisuus siihen, että koneenkuljettaja rajaa näytöllä käsittelyn ulkopuolelle jättämänsä alueet tai merkitsee kohteet pistetietona kartalle. Tällaisen toteutustiedon siirtämiseksi sovelluksesta johonkin muuhun ohjelmistoon ei vielä ole standardisoitua tapaa. StanForD 2010 -standardissa on määritetty tätä varten tiedostotyyppi (ogr), jota ei kuitenkaan vielä käytetä Suomessa.

Hakkuukoneen erikoismerkintäkoodilla on mahdollisuus tallentaa tehdyt tekopötkkelöt niin, että puun tietoihin rekisteröityy tekopötkkelökoodin lisäksi sen koordinaatit, puulaji ja rinnankorkeusläpimitta. Tekopötkkelötiedot voidaan metsäyhtiön järjestelmässä purkaa hpr-tiedostosta, tallentaa tiedot paikkatiedoksi ja tehdä leimikkokohtaiset raportit ja karttatulosteet.

2.2.7 Metsävara- ja luontotietojen tuottaminen, ylläpito ja jakelu

Kestotäsmä -hankkeen tavoitteena oli, että täsmämetsätalouden ja -luonnonhoidon tietotarpeiden tunnistaminen ja kuvaaminen vaikuttaisivat avoimien metsävara- ja luontotiedon aineistojen tietosisältöjen ja ylläpidon kehittämistoimenpiteisiin sekä uusien jakelukanavien ja -tapojen selvittämiseen. Tietotarvekartoituksen työpaketissa ei kuitenkaan käsitelty julkisten metsävara- ja luontotietojen tuottamisen, ylläpidon ja jakelun yleisiä tavoitteita niistä vastuussa olevien organisaatioiden (MMM, Metsäkeskus, Luonnonvarakeskus, Metsähallitus) näkökulmista. Julkisen sektorin metsätalouden tehtäväkenttä on hyvin laaja ja metsävara- ja luontotiedot ovat keskeinen väline sen toteuttamisessa. Metsävaratietoja on käsitelty osana Maa- ja metsätalousministeriön Luonnonvaraosaston vuonna 2022 tekemää luonnonvaratiedon kokonaisarkkitehtuurin nykytilan ja kehittämistoimenpiteiden selvitystä. Siinä metsä- ja luontotiedon tuottamisen ja jakamisen vastuunjako on kuvattu näin:

- Maanmittauslaitos vastaa KALLIO-yhteistyösopimuksen mukaan laserkeilaus- & ilmakuvausdatan tuotannon kilpailuttamisesta ja tuotetun aineiston laadunvalvonnasta. Yksityiset toimijat tuottavat ilmakeilaus- ja laserkeilausdatan.
- Suomen Metsäkeskus kerää puustotulkintaan tarvittavan referenssidatan maastossa ja kilpailuttaa puustotulkinnan yksityisillä toimijoilla.
- Puustotulkintaa tekevät konsultit tuottavat hilamuotoisen metsävaratiedon, joka toimitetaan Suomen Metsäkeskukselle ja Metsähallitukselle.
- Metsäkeskus jalostaa metsävaratiedon edelleen ja jakaa tietoa Metsään.fi – palvelussa.

Yksityistä sektoria ja metsätalouden toteutustietojen roolia tietojen tuotannossa ja ylläpidossa ei ole ko. selvityksessä tunnistettu. Luonnonvaratiedon kehittämissuunnitelman raportissa metsätiedon jakamisen tilanne ja tavoitteet on kuvattu seuraavasti: "Suomen Metsäkeskuksen mukaan tiedon tuotanto ja käyttö on hallittu selkeästi metsäkeskuksen sisällä. Varsinaiset haasteet liittyvät tiedon tehokkaaseen jakeluun ja käyttöön yli organisaatorajojen; tietoa ei kyetä hyödyntämään täysimääräisesti yli organisaatorajojen, koska tiedonlähteitä ei tunneta (tietovarannot ja rajapinnat). Puutteellisen (semanttisen) yhteentoimivuuden lisäksi haasteena tietojen tehokkaalle hyödyntämiselle nousee myös epätietoisuus tietojen laadusta ja ajantasaisuudesta. Tehokas tiedon hyödyntäminen edellyttää toimintaympäristön tuntemuksen lisäksi sekä laadukasta että turvallista dataa."

Kansallisen metsästrategian 2035 yhtenä tavoitteena on parantaa metsien paikkatietojen tarkkuutta, laatua ja saatavuutta. Metsäkeskuksen metsävaratiedon tuottamisen menetelmät perustuvat tulevana vuosina kansallisen laserkeilaus- ja ilmakuvausohjelman (KALLIO2) tiheäpulssiin keilausdataan, ilmakuvauksdataan sekä uusiin kehitettyihin tulkintamenetelmiin, erityisesti latvusrajattuihin yksiköihin, yksinpuntitulkintaan ja mahdollisesti joidenkin toimenpidetarpeiden suoratlukintaan. Metsä- ja luontotietoon pyritään kehittämään menetelmiä, joilla voidaan tuottaa metsien rakennepiirteitä ja monimuotoisuutta kuvaavia tunnuksia.

Pidentyvä inventointikierto asettaa lisävaatimuksia tietojen ajantasaistamiselle. Toimenpidetietojen käyttö päivityksessä tulee entistäkin tärkeämmäksi. Hakkuukonetietojen toimittaminen Metsäkeskuksen Kaato -palveluun pitäisi saada nykyistä huomattavasti kattavammaksi myös pienten toimijoiden osalta. Se edellyttää muutosten tekemistä toimijoiden tietojärjestelmiin ja ne aiheuttavat kustannuksia. Metkan toteutusilmoituksista saadaan osa metsänhoitotöistä päivitettyä tietoihin. Muiden metsänhoitotöiden toteutustietojen toimittamista Metsäkeskukseen ei ole vielä saatu järjestettyä, joten sen toimintamallin, sujuvien käytäntöjen ja järjestelmäratkaisujen kehittämiseen on erityisesti satsattava. Puustotietojen ajantasaistamisessa käytetään kasvumalleja, jotka myös edellyttävät luotettavaa ja tarkkaa lähtötietoa. Tutkimuksessa ja metsäkonevalmistajien tuotekehityksessä on pyritty kehittämään menetelmää jäävän puuston kartoittamiseen hakkuun aikana mobiililaserkeilaimilla. Siinä ei kuitenkaan ole vielä onnistuttu löytämään teknisesti toimintavarmaa ja kustannustehokasta laitekokoonpanoa ja laskentamenetelmää. Mikäli siinä joskus onnistutaan, olisi puustotietojen päivityksessä mahdollista käyttää hakkuukoneen tuottamaa puukarttaa tai jäävän puuston mittauksista saatuja puutunnuksia.

Säästettyjen kohteiden tietojen tuotanto Metsäkeskuksen metsätietojärjestelmään on tarkoitus aloittaa vuosina 2025-2026. Tavoitteena on, että niiden muodostaminen voitaisiin tehdä Metsäkeskuksen Kaato -palvelussa ja käyttää samaa hakkuukoneista saatavaa tietosisältöä kuin nykyisinkin hakkuukuvioiden laskennassa. Tämä mahdollistaisi hakkuussa käsittelemättä jätettyjen kohteiden saamisen nopeasti mukaan metsävara- ja luontotietoihin sekä luonnonhoitotoimenpiteiden systemaattisen todentamisen. MMM:n toteutustietojen seurantarivissä selvitetään metsäalan toimijoiden tahtotilaa tähän ja miten tietojen käyttöoikeuksista ja metsänomistajilta saatavista suostumuksista tulee sopia. Hakkuukonetieto tarjoaa myös mahdollisuudet käyttää puukohdasta mittausta- ja katkontatietoa säästettyjen kohteiden tulkinnassa ja myös muun puusto- ja olosuhdetiedon aineistoina. Puukohtaisten tarkkaan paikannettujen mittaustietojen käyttö metsävaratietojen muodostamisessa osittaisena maastoreferenssiaineistona on tunnistettu, mutta toistaiseksi sitä ei ole tutkittu. Edellytyksenä on hakkuukoneen tarkkuuspaikannuksen käyttö.

Metsäkeskuksen avointen metsävara- ja luontotietojen jakelussa tavoitteena on siirtyä Lähde -järjestelmän tietomallin mukaisen tiedon jakeluun 2025-2026. Siinä metsävara- ja luontotieto muodostavat erilliset kohdeluokat. Uudistusta varten pyydettyssä palautteessa on kuitenkin tuotu esille, että elinympäristötiedon rooli ja sisältö suhteessa metsävaratietoon ei ole selkeä. Jos tiedot ovat kahdessa aineistossa yhtä aikaa, siitä voi aiheutua vääriä tulkintoja tai virhetilanteita. XML-muotoisesta metsävaratiedon jakelusta on tarkoitus luopua vuoden 2027 loppuun mennessä. Metsävara- ja luontotiedon käyttäjien näkökulmasta paikkatietojen jakelu aineistopakettina (GeoPackage) on jatkossakin käyttökelpoinen tapa. Sen lisäksi on kehitettävä tietojen kyselyjä tukevia rajapintapalveluita. Aineistojen esittäminen karttapalveluina ilman latausmahdollisuutta on moneen täsmätiedon käyttötapaukseen myös riittävä tapa.

2.2.8 Muut metsätalouden tietotarpeet

Tietotarpeiden kartoituksessa huomioitiin myös ne metsätalouden, luonnonhoidon ja metsävaratietojen ylläpidon osa-alueet ja tulevat regulaation velvoitteet, joissa tarvittavan informaation hankkimiseksi voitaisiin tai olisi tarpeen käyttää nykyistä tarkempaa tietoa toimenpiteistä ja niiden seurannasta tai toimenpiteiden yhteydessä kerättyä mittausta- tai havaintotietoa. Tietotarpeita on mm. metsäsertifiointissa toimenpiteiden vaikutusten arvioinnissa (mm. lahopuu ja lajitiedot) sekä

valtakunnallisessa luontolaadun seurannassa ja raportoinnissa. Maaperään sitoutuneen hiilen määrän muutosten laskenta ja seuranta hakkuumäärien perusteella voi myös olla tulevaisuudessa mahdollinen skenaario. Niissä seurannan tai raportoinnin kohteena on yleensä jokin maantieteellinen alue, joten tiedot olisi kerättävä ja käsiteltävä toimijoilta kootusti. Tietolähteinä voivat olla metsäyhtiöiden omavalvonnan järjestelmät, kaukokartoitus ja Metsäkeskukseen toimitettavat toteutustiedot hakkuista, metsänhoitotöistä ja säästetyistä kohteista.

Ennallistamisasetuksen ja kansallisen ennallistamissuunnitelman velvoitteiden mukainen toimenpito edellyttää metsäluonnon tilaa parantavia toimia, joita ovat esimerkiksi suo-ojien tukkiminen, joki- ja purouomien palauttaminen kohti luonnontilaa ja kuusten poistaminen lehdoista. Ennallistamiskohteiden valinnassa on mahdollista käyttää samoja tietolähteitä kuin täsmämetsän- ja luonnonhoidon toimenpiteiden suunnittelussa muutenkin. Metsätuhojen systemaattinen seuranta- ja ennustejärjestelmä voisi tulevaisuudessa hyödyntää tietoa mm. tuhopuiden hakkuista, juurikääpähavainnoista ja kaukokartoituksen kuolleiden ja heikentyneiden puiden tulokinnasta. Toistaiseksi tällaista keskitettyä järjestelmää ei ole, mutta jos erityyppiset tuhot yleistyvät, sellaiselle olisi tarve.

3 AINEISTOKARTOITUS

3.1 Aineistokartoituksen tekotapa

Tietoaineistojen kartoituksessa käytiin läpi metsätaloudessa ja puunhankinnassa tarvittavia paikkatietoja tuottavat suomalaiset organisaatiot ja yritykset ja selvitettiin ensisijaisesti internetissä saatavilla olevien tietojen perusteella niiden aineistojen ja paikkatietopalveluiden tarjonta. Aineistoja kartoitettiin myös metsätalouden ja puunhankinnan tietotarpeiden lähtökohdista; ts. selvitettiin mitkä aineistot, tietolähteet ja paikkatietoa hyödyntävät työkalut olisivat käytettävissä johonkin tiettyyn tarpeeseen vai eikö sellaisia ole. Aineistoja ei ladattu tai hankittu muuten Metsätehoon tässä hankkeessa testattavaksi tai pilotoitavaksi, mutta useita aineistoja on käytetty jo aiemmin muissa projekteissa ja erilaisissa paikkatietoanalyysissä.

Selvityksessä aineistot luokitettiin ja kuvattiin yhtenäisellä tavalla. Seuraavat asiat selvitettiin aineistokohtaisesti kuvauksessa:

- toimittaja tai jakelija (organisaatio tai yhtiö)
- aineistoluokka tietosisällön mukaan (taulukko 1)
- aineiston tyyppi (taulukko 2)
- aineiston muodostuksessa tai ylläpidossa käytettävät tietolähteet
- käyttötarkoitus (lyhyt kuvaus)
- julkisuus ja saatavuuden rajoitukset tai ehdot
- hinnoittelu
- valmiusaste
- alueellinen kattavuus
- sisältökattavuus ja luotettavuus
- ajantasaisuus ja päivitystiheys
- koordinaattijärjestelmä
- maastoresoluutio
- esitystapa
- jakeluformaatit
- jakelurajapinnat ja -kanavat
- latausmahdollisuus aineistopaketteina
- käyttöehdot
- tietomallin kuvaus (jos saatavissa dokumenttina)
- aineiston kuvausdokumentit tai linkit dokumentaatioon
- linkit aineiston jakelupalveluun
- aineisto katsottavissa Paikkatietoikkuna -palvelussa

Aineistojen perustiedot on kuvattu liitteessä 1.

Aineistojen koostamisen jälkeen lähetettiin isoimmille Metsätehon osakkaille kysely niiden nykyisestä käytöstä, tulevaisuuden käyttötarpeista ja aineistoja koskevista kehittämissuunnitelmista. Käyttö ja tulevaisuuden tarpeet pyydettiin kyselyssä arvioimaan erikseen toiminnoittain

- puunhankinta (puukauppa, korjuun suunnittelu, toiminnanohjaus ja seuranta ja luonnonhoito osana puunkorjuuta)
- metsäpalvelut metsänomistajille (metsänhoito- ja metsänparannustyöt, luonnonhoito, metsäsuunnittelu ja metsäomaisuuden hallinta)
- yhtiön omien metsien käytön suunnittelu ja metsänhoito

Vastaukset saatiin metsäyhtiöiltä (Metsä Group, Stora Enso ja UPM) sekä Metsähallitus Metsätalous Oy:ltä. Vastaukset käsiteltiin luottamuksellisina, eikä niitä kuvata tässä raportissa muuten kuin yleisinä johtopäätöksinä aineistojen käytöstä ja kehittämissuunnitelmista, jotka on esitetty aineistoluokkien kuvausten yhteydessä kappaleessa 3.4.

3.2 Aineistojen tai tietolähteiden luokittelu ja toimittajat

Kartoituksessa löydetty aineistot ja tietolähteet luokitettiin niiden sisällön ja pääasiallisen käyttöalueen tai -tarkoituksen mukaan (taulukko 1) sekä käyttötapaa kuvaavan tyyppiluokan mukaan (taulukko 2). Aineistojen toimittajat/jakelijat tai omistajaorganisaatiot on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 1. Aineistojen sisällön ja käyttöalueen tai -tarkoituksen mukainen luokitus ja lukumäärät.

Aineistoluokka	Luokan kuvaus	Lukumäärä
Metsävarat ja puusto	Metsävaroja ja puustoa kuvaavat aineistot: mm. metsävarakuviot, hila- lamuotoiset metsävaratiedot, latvusmallit ja koeala-aineistot	17
Elinympäristö ja luonnonhoito	Metsän elinympäristöjä ja luonnonhoitoa kuvaavat aineistot	27
Maasto, maaperä ja olosuhteet	Maastoa, maaperää, maalajeja, kosteutta ja muita metsän olosuhteita kuvaavat tai ennustavat aineistot ja palvelut	21
Kauko- ja lähikartoitus	Kauko- tai lähikartoitusmenetelmillä tuotetut aineistot ja palvelut	13
Suunnittelu ja toimenpiteet (liiketoiminnan aineistot)	Metsätalouden toimenpiteiden suunnittelun ja seurannan menetelmissä käytettävät tai tietojärjestelmissä muodostuvat aineistot	19
Metsäkone tiedot	Metsäkoneille siirrettävät tai niissä muodostuvat aineistot	11
Lajitiedot	Lajien esiintymistä kuvaavat aineistot	4
Metsätuhot	Metsätuhojen esiintymistä tai riskiä kuvaavat aineistot ja palvelut	10
Kiinteistöt, infra ja tiestö	Kiinteistöjä ja rakennettua ympäristöä kuvaavat aineistot, rekisterit ja palvelut	6
Maankäyttö, suojelualueet ja metsien monikäyttö	Kaavoituksen ja maankäytön suunnittelun aineistot Lakisääteiset ja yksityiset suojelualueet sekä metsätaloustalouden ulkopuolelle kokonaan jätetyt tai rajoitetun käytön alueet Metsien virkistys- ja monikäyttömahdollisuuksia kuvaavat aineistot	16
Yhteensä		144

Taulukko 2. Aineistojen käyttötapaa kuvaava tyyppiluokitus ja lukumäärät.

Aineiston tyyppi	Lukumäärä
Paikkatietoaineisto	80
Kartta- tai katselupalvelu (ei jaettavaa aineistoa)	21
Kaukokartoitusaineisto (ilmakuvat, satelliittikuvat, ilma- ja maastolaserkeilausaineistot)	12
Liiketoiminnan aineisto (suunnittelun ja toiminnanohjauksen aineistot, metsäkoneiden suoraan muodostamat ja niistä prosessoidut aineistot)	12
Tietojärjestelmä tai sovellus (paikkatietoa käsittelevät)	5
Geoprosessointipalvelu (metsätaloudessa käytettävät suunnittelutyökalut)	3
Viranomaisaineistot ja rekisterit (ei-julkiset tai käyttöoikeuksiltaan rajoitetut)	8
Muut (mm. säähavaintoaineistot ja mallit)	3
Yhteensä	144

Taulukko 3. Aineistojen lukumäärät toimittajien, jakelijoiden tai omistajien mukaan.

Aineiston toimittaja, jakelija tai omistaja	Lukumäärä
Suomen Metsäkeskus	34
Suomen Ympäristökeskus (SYKE)	38
Kaukokartoitusaineistojen toimittajat (kaupalliset ja julkiset/maksuttomat)	16
Metsäyhtiöt, Metsähallitus, metsäkone- ja laitevalmistajat ja muut metsätalouden toimijat	19
Maanmittauslaitos	10
Geologian tutkimuskeskus (GTK)	4
Suomen Lajitietokeskus	4
Museovirasto	1
Ruokavirasto	2
ELY -keskukset	1
Metsähallitus (avoimet aineistot)	1
Traficom	1
Ilmatieteen laitos	2
Luonnonvarakeskus (Luke)	5
Tapio Oy	2
Metsäteollisuus ry, Sahateollisuus ry	1
Metsäteho Oy	3
Yhteensä	144

3.3 Aineistojen julkisuus sekä saatavuuden ja käytön rajoitukset

Aineistoista n. 50 % on avoimesti saatavilla ja rajoituksetta käytettäviä. Pieni osa (8 %) aineistoista on julkisia ja avoimesti saatavia, mutta niiden käyttö on rajoitettua tai edellyttää käyttö lupaa. Julkisia, mutta rajoitetusti saatavia ja käyttö lupaa edellyttäviä aineistoja on 17 %. Kaupallisiksi luokiteltiin 8 % aineistoista ja toimijoiden yksityisiksi tai liiketoiminnassa rajoitetusti käytettäviä aineistoja on 13 %. Loput ovat viranomaisaineistoja, joiden käyttö on rajoitettua tai ei tiedossa. Kaikkien kartoitettujen aineistojen julkisuus, saatavuuden ja käytön rajoitukset ja ehdot sekä jakelukanavat ja -rajapinnat selvitettiin, mutta niitä ei esitetä tässä raportissa.

3.4 Aineistoluokittaiset kuvaukset

3.4.1 Metsävara- ja puustotiedot

Suomessa metsävaroja kuvaavat tiedot ovat tietosisällön, kattavuuden ja käytettävyyden osalta maailman huippuluokkaa. Tietojen hankinnassa hyödynnetään kehittyneimpiä kaukokartoitus- ja mittausteknologioita. Metsävaratiedot katsotaan julkisiksi ympäristötiedoiksi, joiden tulee olla vapaasti kaikkien saatavilla ilman perusteluja tietojen käyttötarkoituksesta. Metsätietolakiin perustuen Metsäkeskuksen metsävara- ja luontotiedot ovatkin avoimesti ja maksutta käytettävissä joko erilaisina karttapalveluina tai ladattavina aineistoina. Metsänomistajien ja metsäalan toimijoiden tietojärjestelmiä ja sovelluksia on siten voitu kehittää tehokkaasti avointa dataa ja erilaisia laskentamalleja hyödyntäen. Luonnonvarakeskuksen valtakunnan metsien inventointijärjestelmä on suunnattu ennen kaikkea alueellisten ja koko maan metsävarojen kuvaamiseksi, erilaisten laskelmien tarpeisiin ja muutosten seurantaan varten. VMI:n maastoaineistoon ja satelliittikuviin perustuvia metsävarakarttoja voidaan hyödyntää myös tilatason metsien tietolähteenä ainakin rajallisesti. Täsmämetsätaloudessa tarvittavat metsien perustiedot ovatkin tulevaisuudessa pitkälti Metsäkeskuksen aineistojen ja tietopalveluiden varassa. Toimijoilla on myös omia täydentäviä tietolähteitä käytössään ja kaupallisia aineistoja on saatavilla. Julkista metsävaratietoa hyödynnetään laajasti metsäsektorilla niin asiakashankinnassa, puukaupassa ja puunkorjuun suunnittelussa, metsäpalveluissa ja neuvonnassa, metsäsuunnittelussa, luonnonhoidossa kuin metsälain valvonnassa.

Metsäkeskuksen metsävaratiedon tuotanto perustuu ilmalaserkeilaukseen, ilmakuvaukseen ja koealamittauksiin. Tiedon tuotannossa tavoitteena on, että entistä useampi metsiin liittyvä tieto voitaisiin tuottaa kaukokartoitusperusteisesti ja näin monipuolistaa tiedontuotantoa. Puustotiedot on tarkoitus pitää ajan tasalla inventointien välillä kasvumallein (Luken Motti-mallit) ja yhä kattavammin operaatioista saatavalla toteutustiedolla. Laserkeilausta on tehty viimeiset vuodet suurimmassa osassa maata 6 vuoden kierrolla, mutta vuodesta 2026 alkaen keilaukset tehdään pääosin 9 vuoden välein ja joillakin alueilla tihennetyllä kierrolla. Metsäkaksonen -hankkeessa on määritelty kansallisen laserkeilaus- ja ilmakuvausohjelman (KALLIO2) tuotantospesifikaatiot sekä metsien inventointimenetelmät ja tietomalli. Tavoitteena on yhtenäinen ja kustannustehokas kaukokartoitusinventointi (pistetiheys $5 \text{ p} / \text{m}^2 \rightarrow 20 \text{ p} / \text{m}^2$, sykli $6 \text{ v} \rightarrow 9 \text{ v}$, tuotantoalueiden määrä $21 \text{ kpl} \rightarrow 14 \text{ kpl}$), jossa vuosittain inventoitaisiin 2,5 milj. ha metsää.

Puustotulkinnassa uutena menetelmänä testataan aluepohjaisen tulkinnan ($5 \text{ p}/\text{m}^2$) rinnalla yksinpuin- ja semi-yksinpuin tulkintaa ($20 \text{ p}/\text{m}^2$) ja kehitetään laskentamenetelmiä, joissa voitaisiin hyödyntää molempien menetelmien hyviä puolia, ns. hybridimenetelmää. Alueellista tulkintaa käytettäisiin taimikoissa ja nuorissa metsissä ja yksinpuintulkintaa kasvatus- ja uudistuskypsissä metsissä (esim. $h > 7\text{m}$). Yksinpuintulkinnan osalta testataan kuolleiden pystypuiden ja isojen lehtipuiden tulkintaa tiheämmällä laserkeilausaineistolla, sekä kuinka hyvin haavat saadaan erottumaan muista lehtipuista. Lisäksi kehitetään operatiivisia menetelmiä eri-ikäisrakenteisten metsien tunnistamiseen sekä taimikonhoito-, harvennus- ja ennakkoraivaustarpeen suoratulkintaan ja kasvupaikkaluokitukseen. Tietomallit on laadittu aluepohjaiselle tulkinnalle, yksinpuin/semi-yksinpuin tulkinnalle sekä yksinpuintulkinnan ja aluepohjaisen tulkinnan hybridimenetelmälle ja erityispuille (kuolleet puut, haavat, säästöpuut). Tavoitteena on, että hyviksi havaitut ja toimivat menetelmät viedään järjestelmäkehityksen myötä tuotantoon.

Yksinpuintulkinnassa keskitunnusten arviointi on lähes harhatonta, mutta summatunnusten laskennassa on edelleen harhaa, koska osa puista jää menetelmässä havaitsematta. On arvioitu, että laserkeilauksen pistetiheyden kasvu ei auta merkittävästi alemman jakson puiden löytämisessä. Tämä johtaa siihen, että runkoluvusta saadaan aliarvio, jolloin myös pohjapinta-ala ja tilavuus aliarvioituvat. Erityisesti pienten puiden osalta puiden tunnistaminen ja puulajin määrittäminen on haasteellista. Sama ilmiö näkyy myös runkolukusarjoja tarkasteltaessa: lähes kaikki yli 15-20 metriä pitkät puut löytyvät, mutta tätä pienempien havaitseminen on haasteellisempaa.

Hybridimenetelmän hyödyntäminen voisi olla yksi ratkaisu tähän. Tarkempi keilausaineisto mahdollistaisi läpimittajakaumien tarkastelun teoreettisten Weibull-jakaumien sijaan joko aidoilla puustojakaumilla (yksinpuintulkinta) tai aluepohjaisessa tulkinnassa lähimmän naapurin menetelmällä. Tämä mahdollistaisi myös esim. kaksi- ja monihuippuisten läpimittajakaumien tuottamisen, tarkemman puutavaralajien ja keskijäreyden laskennan ja runkolukusarjojen muodostamisen kuvioille. Paremmiin todellista puustoa kuvaavaijakaumat parantaisivat myös puuston biomassan, hiilen ja kasvun laskentaa. Yksinpuintulkinnassa on saatu lupaavia tuloksia etenkin kuolleiden puiden sekä haapojen ja koivujen tunnistuksessa. Puukohtaiseen tietoon ja puuston rakennepiirteiden kuvaamiseen perustuvia menetelmiä tarvitaan jatkossa myös alueellisesti ja kenties myös tilakohtaisesti ennallistamiseen sopivien luontotyyppikohteiden tunnistamiseen. Menetelmät vaativat kuitenkin vielä järjestelmäkehitystä ja painotus tulisi olla operatiivisen toiminnan kannalta tärkeimmissä sovelluksissa.

Metsäkeskuksen metsävarojen inventointimenetelmässä puusto- ja kasvupaikkatiedot muodostetaan 16 m x 16 m hiloille, joka on metsävaratiedon hallinnan perusyksikkö. Metsätalouden suunnittelun yksikkönä taas on metsikkökuvio, jossa kuviorajauksen periaatteena on mahdollisimman yhtenäinen puusto, hakkuun tai metsänhoitotyön tarve, kuvion minimi- ja maksimikoko sekä maankäyttöluokka ja muut luonnolliset rajat. Kuvion puustotiedot lasketaan sille osuvien hilojen tiedoista. Täsmämetsänhoidossa on kuitenkin yhä useammin tarve suunnitella toimenpiteet joustavasti käyttäen metsikkökuvioista riippumattomia puusto-, kasvupaikka- ja luontokohtetietoja – joko hiloja, erityispiirrekuvioita tai puukohtaisia tietoja. Myös erityispiirteiden kartoitukselle (kuolleet puut, suuret lehtipuut, eri-ikäisrakenteisuus) tai automaattiselle todentamiselle on selkeä tarve.

Suurimpina ongelmina operatiivisen toiminnan kannalta toimijat ovat kokeneet puustotietojen ajantasaisuuden osittaisen puutteen sekä mm. puulajikohtaisten tilavuustietojen ja keskitunnusten epätarkkuuden. Tietojen tasalaatuisuus erilaisissa puustoissa sekä toimenpidetarpeen (hakkuun ja taimikonhoidon kiireellisyys ja ennakkoraivaustarve) määrittelyn oikeellisuus ovat myös oleellisia. Niiden puuttuminen tai virheellisyys aiheuttaa joko lisäkustannuksia toimenpidesuunnittelussa tai vääristyneitä laskelmia. Täsmämetsätalouden tietotarpeita ajatellen kehitettävää on erityisesti luonto- ja elinympäristötiedoissa. Tehdyt hakkuut ja metsänhoitotyöt pitäisi saada kattavasti mukaan metsävara- ja luontotietojen ajantasaistukseen. Inventointikierron piteneminen asettaa lisävaatimuksia myös käytettävälle kasvumalleille.

3.4.2 Elinympäristöjä ja luonnonhoitoa kuvaavat aineistot

Metsänhoidon, puunkorjuun ja luonnonhoidon suunnittelussa ja ohjauksessa käytettävissä olevia elinympäristöjen paikkatietoaineistoja on useita, ja ne ovat myös melko kattavasti toimijoiden käytössä. Metsäkeskuksen metsälakikohteiden kartoituksissa selvitetty erityisen tärkeät elinympäristökuviot ovat luontokohteiden tunnistamisessa ja toimenpiteiden rajoituksissa käytettävä perusaineisto, jota päivitetään jatkuvasti. Kaikkia metsälakikohteita se ei sisällä, joten muita tietolähteitä on myös käytettävä. Luontokohteiden tunnistamisessa ja rajaamisessa voidaan käyttää muita luonnonsuojelu- ja vesilakien perusteella suojeltavien luontotyyppien ja elinympäristöjen kartoittamiseksi kerättyjä aineistoja. Suomen ympäristökeskuksen avoimessa datassa on useita aineistoja, jotka on tuotettu ensisijaisesti luonnon- ja vesiensuojelun sekä ympäristönhoidon tarpeisiin. Kaukokartoitusaineistoja voidaan käyttää monimuotoisuudeltaan arvokkaiden elinympäristöjen tunnistamisessa erityisesti puuston rakennepiirteitä (mm. lehtipuuston osuus, sekapuustoisuus, kerroksellisuus, isot puut) ja maaperän kosteutta kuvaavien tunnusten tulkinnan avulla. Maanmittauslaitoksen maastotietokannassa on mm. maastoa, maaperää ja sen vesitaloutta sekä pienvesikohteita esittävää tietoa, jota muihin tietolähteisiin yhdistämällä pystytään kartoittamaan pienialaisiakin luontokohteita. Pienvesien tunnistamisen paikkatietoaineistona on myös Suomen Ympäristökeskuksen Ranta10 -aineisto. Täsmällisen monimuotoisuutta kuvaavan tiedon saatavuudessa on myös puutteita ja menetelmällisiä esteitä. Esimerkkinä tästä on maalahopuun määrän ja sijainnin selvittäminen, jonka tulkinta laserkeilausdatasta tai ilmakuvilta ei vielä ole mahdollista. Aineistojen soveltuvuus eri tietotarpeisiin on kuvattu taulukossa 4 ja liitteessä 1.

Taulukko 4. Metsien elinympäristöjä ja luonnonhoidon kohteita kuvaavia aineistoja ja työkaluja.

Aineisto	Toimittaja	Aineiston tyyppi ja julkisuus	Metsänhoito	Korjuu	Luonnonhoito
Elinympäristökuviot	Metsäkeskus	Paikkatietoaineisto / avoin	x	x	x
Säästetyt kohteet (tuotantoon 2025 →)	Metsäkeskus	Paikkatietoaineisto / avoin	x	x	x
Luonnonhoidon paikkatietoaineistot	Metsäkeskus	Karttapalvelu / avoin	x	x	x
Maastotietokanta	Maanmittauslaitos	Paikkatietoaineisto / avoin	x	x	x
Metsien erikoistyytit	SYKE	Paikkatietoaineisto / avoin			x
Luonnonmuistomerkit	SYKE / Metsähallitus	Paikkatietoaineisto / avoin	x	x	x
Serpentiinikalliot ja -kivikot	SYKE	Paikkatietoaineisto / avoin	x	x	x
Perinnebiotoopit	SYKE	Paikkatietoaineisto / ei julkinen			x
Valtakunnallisesti arvokkaat tuuli- ja rantakerrostumat	SYKE	Paikkatietoaineisto / avoin	x	x	x
Valtakunnallisesti arvokkaat moreenimuodostumat	SYKE	Paikkatietoaineisto / avoin	x	x	x
Valtakunnallisesti arvokkaat kivikot	SYKE	Paikkatietoaineisto / avoin	x	x	x
Valtakunnallisesti arvokkaat kallioalueet	SYKE	Paikkatietoaineisto / avoin	x	x	x
Valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet	SYKE	Paikkatietoaineisto / avoin	x	x	
Kasvillisuuden rakenteellisuuden aineistot	SYKE	Paikkatietoaineisto / ei julkinen			x
Potentiaalisen tulvametsän tai metsäluhdan esiintymistodennäköisyys 2023	SYKE	Paikkatietoaineisto / avoin			x
Ranta10	SYKE	Paikkatietoaineisto / avoin	x	x	x
Metsätaloudelle herkat vesistöt	SYKE	Paikkatietoaineisto / rajoitettu	x	x	x
Pienten virtavesien luonnontilan muuttuneisuus	SYKE	Paikkatietoaineisto / avoin			x
Monimuotoisuudelle tärkeät metsäalueet 2018 (Zonation)	SYKE	Paikkatietoaineisto / avoin			x
Smartlas Metsien monimuotoisuusindeksi	Sitowise Oy	Paikkatietoaineisto / kaupallinen	x	x	x
Muinaisjäännökset ja kulttuuriperintökohteet	Museovirasto	Paikkatietoaineisto / avoin	x	x	x
Virtavesien lohikalakannat	SYKE	Paikkatietoaineisto / avoin	x	x	x
Metsäyhtiön elinympäristökuviot	Metsäyhtiöt	Yksityinen	x	x	x
Moni-Indeksi -kartat	Metsäteho	Paikkatietoaineisto / avoin	x	x	x
PEFC bufferit	Metsäteho	Paikkatietoaineisto / rajoitettu	x	x	x
Säästöpuutyökalu - ei tuotannossa	Metsäkeskus	Geoprosessointipalvelu		x	x
Suojakaistatyökalu - ei tuotannossa	Metsäkeskus	Geoprosessointipalvelu	x	x	x
Valuma-alueen määritystyökalu - ylläpito lopetetaan 2025	Metsäkeskus	Geoprosessointipalvelu	x	x	x

3.4.3 Lajitiedot

Suomen Lajitietokeskuksen Laji.fi-palvelu kokoaa paikkatietoa lajihavainnoista yli 600 aineistosta. Havainnot ovat ammattilaisten, harrastajien tai kansalaisten tekemiä. Viranomaiset käyttävät valvontatyössä vain ammattilaisten vahvistamia havaintoja.

Palvelussa on mahdollista selata kaikille näkyvissä olevia lajihavaintoja ja myös ladata ne avoimena datana. Tiettyjen sensitiivisten lajien osalta sijaintitieto avoimessa aineistossa on tosin karkeistettu. Salassa pidettävän tarkan sijaintitiedon käyttöön saaminen edellyttää aineistopyynnön tekemistä palvelun aineistopyyntöjärjestelmän kautta. Kukin aineiston omistaja arvioi aineiston luovuttamisen ja luvan myöntämisen tapauskohtaisesti.

Metsätaloustoimijat voivat tehdä halutessaan aineistopyynnön niin sanotulla OTSO-metsätalousrajauksella, jonka rajauksissa on pyritty ottamaan huomioon metsäalan toimijoiden tarpeet. Nykyinen haku ja sen rajaukset eivät kuitenkaan vielä palvele toimijoita täysin halutulla tavalla. Maa- ja metsätalousministeriön ja Ympäristöministeriön vetämä työryhmä on esittänyt muistiossaan (Raakun ja muiden suojeltujen lajien esiintymispaikkojen turvaamista metsätaloudessa koskeva työryhmä 2025) Otso-haun uudistamista.

Metsänomistajat voivat tarkastella viranomaisten vahvistamia liito-oravahavaintoja omien metsätilojensa osalta myös Metsään.fi -palvelun kautta.

3.4.4 Suojelualueet

Maanmittauslaitoksen Maastotietokantaan (mtk) on kerätty osana maastotietoa erämaa-alueet, luonnonmuistomerkit, luonnonsuojelualueet, muinaisjäännökset ja suojametsät. Lisäksi maankäytön osalta on tarkemmin luokiteltu merkittävät luontokohteet, niityt, lähteet ja virtavedet, jotka on aina otettava metsänhoidossa huomioon. Suomen ympäristökeskuksen avoimista aineistoista on saatavissa seuraavien suojelualueiden rajaukset

- Natura 2000 -alueet
- valtion alueille luonnonsuojelulain nojalla lailla tai asetuksella perustetut luonnonsuojelualueet ja erämaalailla perustetut erämaa-alueet
- yksityisalueille luonnonsuojelulain nojalla elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten perustamat yksityiset luonnonsuojelualueet (YSA), määräaikaiset rauhoitusalueet (MRA), suojellut luontotyytit (LTA) ja erityisesti suojeltavien lajien esiintymispaikat (ERA)
- ympäristöministeriön päätöksellä perustetut valtakunnalliset maisemanhoitoalueet
- luonnonsuojeluohjelma-alueet ja
- valtion muut suojelualueet.

3.4.5 Kiinteistöt, infra ja tiestö

Maanmittauslaitoksen kiinteistötietojärjestelmä (KTJ) ja siihen perustuva kiinteistörekisterikartta ovat avoimia aineistoja, jotka sisältävät kiinteistöjen rajat, kiinteistötunnukset, määräalat ja raja-merkit. Metsätalouden toiminnoissa tarvittavat kiinteistöjen rekisteritiedot ja kiinteistörajat saadaan niistä kattavasti ja ajantasaisina. Kiinteistötiedot ovat myös yleisesti erilaisissa kartta-aineistoissa. Kartoilla olevien digitaalisten tilarajojen osalta on tapauskohtaisesti epätarkkuuksia tai epätietoisuutta rajojen sijainnista, mikä voi aiheuttaa rajojen selvittämisen ja aukaisutarpeen. Mahdollisuudet tallentaa metsäkoneen karttajärjestelmässä hakkuun aikana havaitut rajapyykit ja tietojen automaattinen siirto vihjetiedoksi maanmittausviranomaiselle voisivat aikaa myöten parantaa kiinteistörajojen luotettavuutta.

Maastotietokantaan on tallennettu, liikenneväyläverkosto, rakennukset ja niiden käyttötarkoitus, hallintorajat, maankäyttö, vedet ja korkeussuhteet. Maastotietokannalla on lain turvaama asema yhteiskunnassa ns. perusrekisterinä, jota viranomaisten on käytettävä.

Sähköjohtojen, maanalaisten kaapeleiden ja johtoverkostojen selvittäminen ennakolta eri verkko-toimijoiden yhteisestä palvelusta on jo pitkään ollut metsäalankin toiveena. Traficom Sijaintitietopalvelun kehittämisessä siihen on pyritty, mutta toistaiseksi palvelun valmistelu on turvallisuus-syistä keskeytetty. Selvitettävänä on selvityspyyntöjen toimintamalli ja luvitukset; voisiko johto-verkkoja koskevat selvityspyynnot tehdä keskitetysti, mutta niin, että verkkotoimijat kuitenkin itse päättäisivät miten ne antavat pyydetty tiedot ja miten laajat käyttöoikeudet tietoihin annetaan toi-mijoille. Sijaintitietopalvelua koskeva lainsäädäntömuutoksen tarve on tätä raporttia kirjoitetta-essa valmisteltavana LVM:ssä.

Väyläviraston ylläpitämä Digiroad on avoin aineisto, johon on koottu Suomen tieverkoston keski-linjageometria sekä siihen liittyvä ominaisuustieto. Ominaisuuksia on kerätty kattavasti ja niihin lukeutuu mm. hallinnollinen luokka, kaistojen lukumäärä, leveys, liikennemäärä, nopeusrajoitus, päällystys ja siltatiedot. Lisäksi aineistosta selviää ajoneuvon suurin sallittu massa, pituus ja le-veys.

Metsäkeskuksen keväällä 2025 julkistama yksityisteiden ja siltojen kuntoa havainnollistava kart-tapalvelu on osoittautunut hyödylliseksi tietolähteeksi metsätalouden toimintoja suunniteltaessa. Toiveena on, että aineisto saadaan vielä kattavammaksi, voidaan pitää ajantasaisena ja että tei-den kuntotiedot voitaisiin myös hakea toimijoiden järjestelmiin rajapinnan kautta.

3.4.6 Maankäyttö ja kaavoitus

Kaavoitus voi rajoittaa metsätalouden harjoittamista monin tavoin alueilla, joilla metsän käyttöä ohjaa metsälain lisäksi maankäyttö- ja rakennuslaki. Maankäyttöä ohjaavat kaavamerkin-nät ja määräykset ja niistä aiheutuvat rajoitukset metsätaloudelle on otettava aina huomioon suunnitel-taessa hakkuita ja metsänhoitotöitä kaava-alueilla, erityisesti asemakaava-alueilla, joilla saate-taan vaatia maisematyölupa. Suomessa kaavoitus on jäsennelty kolmeen eri tasoon tarkkuuden ja käyttötarkoituksen mukaan: maakunta-, yleis-, ja asemakaava. Maakuntakaava ohjaa nimensä mukaisesti maankäyttöä maakunnantasolla yleispiirteisesti. Yleiskaava on kuntakohtainen ja siinä ohjataan yleisellä tasolla asumisen, virkistysalueiden, työpaikkojen ja teollisuuden sijoitu-minen alueittain. Yleiskaavassa määritetään periaatteet, joiden mukaan asemakaavoitusta teh-dään. Ympäristökeskuksen yleiskaavapalvelun aineisto on sisältänyt tähän saakka lähes kaikki Suomessa voimassa olevat yleiskaavat. Tulevaisuudessa rakennetun ympäristön tiedot ovat saa-tavissa yhdestä yhteisestä Ryhti -järjestelmästä, jonka vaiheittainen käyttöönotto aloitettiin vuonna 2024. Kaavatietojen kyselypalvelu tulee olemaan osa Ryhti -järjestelmää. Vastuu tietojen ajantasaisuudesta on kuitenkin kunnilla. Tietotarvekartoituksessa metsäyhtiöt toivat esille kaava-tietojen saatavuuden ja ajantasaisuuden nykyiset hankaluudet, erityisesti kuntien asemaakaavo-jen osalta.

3.4.7 Maasto, maaperä ja olosuhteet

Maastotietokanta tarjoaa laajasti tietoa maaston ja rakennetun ympäristön ominaisuuksista. Sii-hen on luokiteltu maa- ja metsätalousmaa, mutta lisäksi metsämaa on luokiteltu pääpuulajin mu-kaisesti. Maaperätietoa tuottaa Geologian tutkimuskeskus (GTK). Laajin ja tarkin aineisto on kal-lioperästä sekä maaperästä geologisen syntytyksen mukaan. Maaperäaineistossa pohjamaana esitetään 1 metrin syvyydessä oleva maakerros ja pohjamaakuvion minimikoko on yleensä 2 heh-taaria; poikkeuksena saaret, suo- ja peltosaarekkeet sekä geologisesti merkittävät kohteet. Poh-jamaan päällä oleva 0,4-0,9 metrin paksuinen maakerros on kuvattu pintamaana ja sen minimi-kuviokoko on 4 hehtaaria. Maalajitieto on siten maastoresoluutioltaan liian epätarkkaa metsäta-louden tarpeisiin. Maaperäkartoitukset kattavat lisäksi vain 37 % Suomen pinta-alasta.

Metsäkeskuksen korjuukelpoisuusluokitus kuvaa maaperän kantavuutta staattisten olosuhte-i-den pohjalta 16x16 metrin rastereina. Korjuukelpoisuus esitetään kantavuutena ja se on luoki-teltu kartoissa kuuteen luokkaan. Luokitusta on esitetty muutettavaksi siten, että kantavuutta ku-

vattaisiin mieluummin laskennallisten tekijöiden tuloksena numeerisena arvona. Luokitus ei siten määrittäisi sitä minä vuodenaikana korjuu olisi tehtävä, jolloin sitä voitaisiin käyttää paremmin dynaamisessa kantavuuden ennustamisessa.

Maaperän kosteuden kuvaamiseksi korjuun ja metsänhoitotöiden suunnittelussa voidaan käyttää Suomen Ympäristökeskuksen DTW (depth-to-water) kosteusindeksimosaiikkikarttoja, jotka pohjautuvat Luonnonvarakeskuksen tuottamiin kosteusindeksikarttoihin. Ne on muodostettu korkeusmallin ja sitä määriteltynen uomaverkoston kautta eri kynnysarvoille, jotka edustavat erilaisia kosteusolosuhteita. Esimerkiksi 4 ha:n kynnysarvo kuvaa keskimääräisiä loppukesän olosuhteita. Kosteusindeksitietoa voidaan käyttää korjuussa kosteiden maastonkohtien ajourapainaumien ehkäisemisessä ja monimuotoisuuskohteiden tunnistamisessa.

Ilmatieteen laitoksen Harvester Seasons -palvelu käyttää pohjana Metsäkeskuksen korjuukelpoisuuskarttoja ja maaperän kosteusindeksiä. Ne yhdistetään sää- ja vuodenaikaisennusteisiin, jotka ennakoivat maaperän kosteus-, lämpötila- ja lumitilanteita. Palvelu antaa kuuden kuukauden (kesä/talvi) ennusteen hyvistä, epävarmoista ja huonoista korjuuolosuhteista. Yhtenä rajoitteena Harvester Seasonsin käytölle toistaiseksi on, että sitä ei ole yhdistetty puunkorjuun tietojärjestelmiin. Tietotarvekartoituksessa yhdeksi keskeiseksi kehittämiskohteeksi metsäyhtiöt nostivatkin sääolosuhteet huomioivan reaaliaikaisen kantavuusennusteen laskentapalvelun kehittämisen, joka olisi API -rajapintaratkaisulla integroitavissa korjuun suunnittelu- ja toiminnanohjausjärjestelmiin.

3.4.8 Kauko- ja lähikartoitusmenetelmät

Kaukokartoituksen eri aineistoja ja menetelmiä käytetään Suomessa laajasti metsien inventoinneissa sekä metsien tilan ja muutosten seurannassa. Metsäkeskuksen metsävaratiedon tuotanto perustuu vuodesta 2026 alkaen pistetiheydeltään nykyistä tarkempaan laserkeilaukseen (20 pistettä/m²), ilmakuvaukseen, koealamittauksiin ja osittaiseen yksinpuintulkintaan. Laserkeilauksen aikaväli kuitenkin pitenee suurimmassa osassa maata nykyisestä kuudesta vuodesta yhdeksään vuoteen. Tiheämpään keilauskiertoon ei kustannussyistä ole mahdollisuuksia. Tavoitteena on monipuolistaa tiedontuotantoa niin, että entistä useampi metsiin liittyvä tieto voitaisiin tuottaa kaukokartoitusperusteisesti. Laserkeilauksen ja satelliittikuvien soveltamisvalmiudet uudenlaisten tietojen tuottamiseksi ovatkin parantuneet instrumenttiteknologian ja analyysimenetelmien kehityksen myötä. Reunaehtoina ovat erityisesti menetelmien spatiaalinen ja temporaalinen resoluutio, jotka on arvioitava ja testattava jokaisen uuden tiedon tuottamisen kustannusten ja hyötyjen suhteen erikseen.

3.4.8.1 Kaukokartoitusmenetelmät ja -alustat

Tässä raportissa arvioidaan täsmämetsätalouden ja -luonnonhoidon tietotarpeita kaukokartoitusmenetelmien ja kaukokartoituksella tuotetun tiedon näkökulmasta. Arviointia varten kaukokartoitusmenetelmät on jaettu neljään luokkaan käytettävän kaukokartoitusalueen mukaan: drooni, miehitetty ilma-alus (ilmakuvaus ja ilmalaserkeilaus), kaukokartoitussatelliitit ja maanpinnalta tehtävä mobiililaserkeilaus ja maanpäällinen laserkeilaus. Luokittelun voi tehdä myös muilla tavoin, esimerkiksi havainnoitavan sähkömagneettisen säteilyn aallonpituusalueen mukaan tai jakamalla menetelmät aktiivisiin ja passiivisiin. Luokittelemalla menetelmät edellä mainittujen alustojen mukaan, voidaan yleisellä tasolla tarkastella aineistojen spatiaalisista ja temporaalisista resoluutioista johtuvia eroja tuotetun tiedon hyödynnettävyyteen ja myös tiedon tuottamisen kustannustekijöitä. Kolmas ominaisuus on spektrinen erotuskyky, eli kuinka kapeita aallonpituusalueita voidaan erottaa. Spatiaalinen resoluutio vaikuttaa siihen, miten pieniä yksittäisiä kohteita voidaan havaita ja temporaalinen resoluutio siihen, miten usein sama kohde voidaan havaita. Käytännössä spatiaalinen erotuskyky heikkenee sitä mukaa mitä useampaan (kapeampiin), aallonpituusalueeseen havainnot jaetaan (RGB kameralla saadaan korkeampi spatiaalinen erotuskyky

kuin multispektri- tai hyperspektrikameralla). Käytetty alusta vaikuttaa myös aineistojen alueelliseen kattavuuteen (kuinka suuri alue voidaan havainnoida saman aikaikkunan sisällä) ja yksikkökustannuksiin (kuinka paljon maksaa tiedon tuottaminen metsähehtaarille).

Kulloiseenkin tehtävään, tässä tapauksessa täsmämetsätalouden ja täsmäluonnonhoidon tietotarpeeseen vastaaminen, sopivan menetelmän (alusta, havainnointilaitte (sensori), analyysimenetelmä) valinta on usein kompromissi spatiaalisen ja temporaalisen resoluution, alueellisen kattavuuden ja kustannusten välillä. Jokin menetelmä voi olla teknisesti erinomainen, mutta kustannuksiltaan liian suuri ja jokin toinen menetelmä kustannuksiltaan pieni, mutta ei täytä tietotarpeen vaatimuksia esimerkiksi tiedon luotettavuuden suhteen. Kaukokartoituksessa tulee huomioida myös spektrinen ja radiometrinen resoluutio, jotka vaikuttavat sovellusaluekohtaisesti spatiaalisen resoluution tavoin siihen, millaisia kohteita voidaan havainnoida ja erottaa toisistaan. Spektrinen ja radiometrisen resoluution vaikutusta ei tässä raportissa avata tarkemmin, vaan ne otetaan arvioinnissa huomioon sensorin tai aineiston ominaisuutena. Jatkossa kaukokartoitusmenetelmällä viitataan alustan ja sensorin (ts. aineiston) ja käytetyn analyysimenetelmän yhdistelmään. Aineistolla on merkittävä rooli, koska se määrittää spatiaalisen ja temporaalisen resoluution (sekä spektrisen ja radiometrisen resoluution) käytännön rajoitukset.

Varsinainen tietotarpeiden arviointi on esitetty liitteessä 1 osa-alueittain. Taulukoissa on esitetty alustojen nykytila ja arvio siitä, missä voitaisiin olla 5–10 vuoden kuluttua (visio). Arvioinnissa on otettu lähtökohdaksi se, että menetelmä olisi teknisesti valmis operatiiviseen käyttöön. Esimerkiksi se, että menetelmä on kuvattu tutkimusjulkaisussa ja todettu tutkimusaineistossa toimivaksi ei vielä tarkoita, että menetelmä olisi operatiivisesti käytettävissä. Vastaavasti se, että menetelmää ei käytetä nykyisin ei tarkoita sitä, että menetelmä ei olisi operatiivisesti käytettävissä. Käytön esteenä voi olla esimerkiksi liian suurena pidettävät kustannukset, investointien puute tai olemassa oleva riittävän kustannustehokas vaihtoehtoinen tapa tuottaa tarvittava tieto. Visiossa lähtökohdaksi on otettu nykyinen kehitysnäkymä, joka johtaa siihen, että menetelmä on kehitetty ja testattu operatiivisessa ympäristössä ja todettu toimivaksi arviolta 5–10 vuoden kuluessa.

3.4.8.2 Drooni-kaukokartoitusmenetelmät

Drooni-kaukokartoitusmenetelmiin lasketaan tässä aineistot ja menetelmät, jotka perustuvat drooneilla kerättävään aineistoon. Metsätalouden tarpeisiin drooni-menetelmillä tuotetaan nykyisin 3D-aineistoja laserkeilauksella ja ilmakuvauksella sekä 2D-aineistoja ilmakuvauksella sekä multispektriskannereilla. Aineistojen spatiaalinen resoluutio on useita satoja havaintopisteitä neliömetrille (3D-aineistot) ja senttimetristä muutamiin senttimetreihin 2D-aineistoilla. Temporaalinen resoluutio on käyttäjän päätettävissä ja aineiston keruu voidaan tehdä tarpeen mukaan. Drooni-menetelmillä ei voida käytännössä kattaa suuria alueita. Aineistojen korkean spatiaalisen resoluution takia analysoitavat aineistomäärät kasvavat helposti suuriksi, minkä vuoksi suurilla alueilla tiedonsiirto- ja laskentakapasiteetti voi muodostua rajoittavaksi tekijäksi. Tulevaisuudessa droonien tehokkuus paranee (pidempi lentoaika, useita sensoreita samassa droonissa, reaaliaikainen datan esikäsittely, reunalaskenta), autonomisuus lisääntyy ja voidaan ottaa käyttöön useista drooneista koostuvia droonilaivueita. Drooneja voidaan käyttää myös metsän sisällä tehtävään kuvaukseen, jolloin saadaan tarkempaa tietoa esimerkiksi puuston laadusta ja maastosta.

Menetelmät soveltuvat kuitenkin jatkossakin pienehköjen alueiden tiedon keruuseen (tarkastustoiminnassa kuvio tai ryhmä kuvioita, inventointityyppisessä tehtävässä esimerkiksi yksi tila tai tilakokonaisuus). Drooni-aineiston kerääminen ei ole kovin sääkriittistä pienillä kohteilla. Visuaalisessa tulokinnassa voidaan huomioida alueen sisäinen aineistovaihtelu ja pienillä alueilla on myös helpompi ottaa säävaihtelu huomioon. Hyperspektriaineistojen käyttö on vielä tutkimusasteella ja laitteiden hinta korkea. Hyperspektriaineistojen hyödyntäminen drooneissa operatiivisessa mittakaavassa metsäsovelluksissa vaatii vielä hyperspektrijärjestelmien teknistä kehittämistä ja yleistymistä. Lainsäädäntö asettaa omat rajoituksensa droonien käytölle.

3.4.8.3 Ilmakuvaus ja ilmalaserkeilausmenetelmät

Ilmakuvaus ja ilmalaserkeilaus sisältää aineistot ja menetelmät, jotka perustuvat miehitetyillä ilma-aluksilla kerättävään aineistoon. Ilmakuvaus- ja ilmalaserkeilausaineistoista Suomessa merkittävimpänä säilyy kansallisten keilaus- ja ilmakuvausohjelmien tuottama aineisto. Laserkeilausaineiston spatiaalinen erotuskyky nousee kahteenkymmeneen pisteeseen neliömetrillä nykyisestä viidestä. Tämä mahdollistaa tarkempien analyysituotteiden tekemisen, kuten tiedon tuottamisen yksittäisen latvuksen tasolla joissain tapauksissa. Puulajien erottelu paranee etenkin sekapuustoissa. Toisaalta ajallinen erotuskyky heikkenee, kun sama alue keilataan nykyistä harvemmin. Nykyinen laserkeilausaineisto on usein yksikanavaista. On nähtävissä, että monikanavakeilaus yleistyy myös operatiivisessa toiminnassa seuraavan 10 vuoden aikana, vaikkakaan kansallisen keilausohjelman suunnitelmassa tätä ei ole. Ilmakuvauksen spatiaalinen erotuskyky säilyy entisellään, vaikka laatu voi parantua. Ilmakuvauksen GSD (ground sample distance) on nykyisin noin 20–50 cm. Ilmakuvat ovat nelikanavaisia (RGB ja NIR). Ilmakuva-aineistoon ei ole odotettavissa käyttäjän näkökulmasta suuria muutoksia seuraavaan 5–10 vuoteen. Spatiaalinen resoluutio voi jonkin verran kasvaa vastaamaan paremmin laserkeilausaineiston suurenevaa pistetiheyttä. Multispektri- ja hyperspektriaineistojen osalta menetelmät ovat tutkimusasteella ja käyttö on vähäistä, eikä monikanavakeilaus ole joistain arvioista huolimatta yleistynyt metsätiedon tuottamisessa.

Kansallisten ohjelmien lisäksi tehdään yksittäisiä hankkeita suoraan suurille metsäasiakkaille. Näissä hankkeissa voidaan hyödyntää nopeammalla aikataululla uusia aineistoja (monikanavakeilaus, suurempi pistetiheys) ja menetelmiä (puutason tieto). Ilmakuvaus- ja ilmalaserkeilausmenetelmillä voidaan tuottaa alueellisesti kattavaa tietoa kustannustehokkaasti useiden kymmenien tai satojen tuhansien hehtaarien alueille. Tehokkaammilla korkeammalta operoitavilla laserkeilaimilla saadaan tuotettua pistetiheydeltään korkearesoluutioista aineistoa nopeammin, joka mahdollistaa laserkeilauksen soveltamisen suuremmillekin alueille. Aineiston laadussa joudutaan tekemään kompromisseja verrattuna matalammalta kerättyyn aineistoon. Kansallisten ohjelmien temporaalinen resoluutio on kustannussyistä 3–10 vuotta ja sama koskee myös suurten metsäasiakkaiden hankkeita. Menetelmät ovat sääkriittisempiä kuin drooni-menetelmät, koska aineistojen hankinnassa tavoitellaan mahdollisimman tasalaatuista aineistoa suurelle alueelle. Ilmakuvaus pyritään tekemään täysin pilvettömään aikaan ja varjojen ollessa lyhyitä. Lisäksi pyritään siihen, että kohdealueen aineisto olisi kerätty lyhyen aikavälin aikana kasvukauden aikaisen vaihtelun minimoimiseksi, jotta automaattiset tulkintamenetelmät tuottaisivat mahdollisimman luotettavaa tietoa. Ilmalaserkeilauksen haasteena ei oleauringon valaisuominaisuudet, koska keilain tuottaa itse havaitun säteilyn. Keilaimen ja kuvattavan kohteen välissä olevat pilvet, sumu tai muut ilmakehän epäpuhtaudet vaikuttavat kuitenkin myös keilaukseen. Keilauksen haasteena on myös latvuston peittävyys, koska säteet eivät pysty penetroitumaan fyysisesti lehtien ja oksien läpi. Osaratkaisu voi olla matalammalta keilaaminen, mutta silloin kustannukset kasvavat pinta-alaa kohti. Matalammalta keilaaminen ja kuvaaminen lisäävät lentoaikaa, joka lisää sääriskin toteutumista.

3.4.8.4 Kaukokartoitussatelliittimenetelmät

Kaukokartoitussatelliittimenetelmät voivat olla joko optisiin tai tutkasatelliittiaineistoihin perustuvia. Optiset aineistot ovat tyypillisesti multispektriaineistoja, mutta myös hyperspektriaineistoja alkaa olemaan saatavilla 5–10 vuoden kuluessa. Maksuttomien satelliittiaineistojen spatiaalinen erotuskyky on nykyisin noin 10 metriä ja paranee hitaasti. 5–10 vuoden visiossa maksuttomien multispektriaineistojen spatiaalinen resoluutio on noin 5 metriä. Uudet L-kanavan SAR tutkasatelliitit ovat mielenkiintoisia metsätiedon tuottamisessa. Tutkasatelliittien kyky tuottaa aineistoa lähes sääolosuhteista riippumatta tekevät niistä hyvin soveltuvia muutosten seurantaan. Lisäksi tutkasatelliiteilla on mahdollista tuottaa seurantatietoa maan pintakerroksen kosteuden muutoksesta, tosin menetelmät ovat tutkimusasteella. Optisen aallonpituusalueen satelliitit ovat usein aurinkosynkronoituja ja kuvaavat kohteen keskipäivän aikaan. Lisäksi etenkin maksuttomien satelliittien kuva kattaa suuren alueen, jolloin aineisto on laadultaan yhtenäistä. Uusia metsäsovellusten

kannalta mielenkiintoisia satelliittiaineistoja lähitulevaisuudessa ovat mm. Euroopan avaruusjärjestön (ESA) ROSE-L ja NASA:n ja ISRO:n NISAR, jotka operoivat L-kanavalla ja soveltuvat Sentinel-1 tutkasatelliitteja (C-kaista) paremmin puuston ja maaperän tulkintaan sekä ESA:n CHIME, joka on hyperspektrisetelliitti 30 metrin spatiaalisella resoluutiolla. Lisäksi Sentinel-1 ja -2 ohjelmia sekä Landsat ohjelmaa on tarkoitus jatkaa, millä taataan pitkät aikasarjat.

Kaupallisten satelliittien spatiaalinen erotuskyky on maksuttomia aineistoja korkeampi ja tempo-
raalinen erotuskyky on korkea; sama alue voidaan tarvittaessa kuvata vaikka joka päivä. Kaupallisissa satelliiteissa kuvaus joudutaan joko tilaamaan tai tyytymään mahdollisesti saatavilla olevaan arkistomateriaaliin, jonka laatu voi olla käyttötapaukseen epäoptimaalinen. Maksuttomiin satelliittiaineistoihin perustuvat menetelmät sopivat hyvin laajojen alueiden jatkuvaan seurantaan ja esimerkiksi metsän kehityshistorian katsomaiseen taaksepäin. Kaupallisia aineistoja voidaan käyttää ilmakuvauksen tilalla tai pienempien kohdennettujen alueiden seurannassa. Satelliittiaineistot voidaan yhdistää ilmakuvauksen ja ilmalaserkeilausaineistojen kanssa esimerkiksi puulajitulkinnan parantamiseksi. Pilvet ja ilmakehän epäpuhtaudet ovat ongelma optisia satelliittikuva-aineistoja käytettäessä; pilvetöntä kuvaa kohteesta ei saada läheskään jokaisella ylilennolla. Tutkasignaali läpäisee pilvet, joten kohde saadaan kuvattua myös pilviseen aikaan. Tutkasatelliittien aineistojen tulkinta vaatii erityisosaamista. Kaupallisia satelliitteja käytettäessä voidaan tilauksen yhteydessä määritellä hyväksyttävä kuvausolosuhde. Kaupallisten satelliittitoimijoiden suunnitelmassa on lisätä satelliittien määrä merkittävästi, jolloin temporaalinen resoluutio ja alueellinen kattavuus paranee.

3.4.8.5 Mobiililaserkeilaus ja maanpäällinen laserkeilaus

Mobiililaserkeilauksella (mobile laserscanning MLS) ja maanpäällisellä laserkeilauksella (terrestrial laserscanning TLS) tarkoitetaan maanpinnalta, yleensä käsikäyttöisellä laitteistolla, tapahtuvaa laserkeilausta. Maanpinnalta tarkasteltuna saadaan pienipiirteistä ja yksityiskohtaista tietoa puustosta ja kuvion sisäisestä vaihtelusta, luonnonhoidosta, biodiversiteetistä jne., koska havainnot saadaan paljon myös latvuston alaosista ja esimerkiksi puiden rungoista. Erityisesti puuston runkomuoto voidaan arvioida toisin kuin ilmasta tapahtuvassa kaukokartoituksessa. MLS ja TLS tarjoavat uutta tietoa metsästä myös perinteiseen manuaaliseen metsänmittaukseen verrattuna, koska esim. puuston tilavuus tai latvusmassa voidaan laskea ohjelmistoissa automaattisesti. On kuitenkin huomioitava, että vaikka MLS tarjoaa uusia mahdollisuuksia aineistojen hankintaan, se ei kuitenkaan vielä laske metsänmittauksen kustannuksia tai vähennä työn määrää. Myös menetelmissä on vielä kehitettävää erityisesti tiheiden ja peitteisten kohteiden tulkinnessa. Tulevaisuudessa on mahdollista myös asentaa laserkeilain metsäkoneeseen tai muuhun operatiiviseen laitteeseen. Tällöin aineisto kerätään samalla muun operaation ohella, mikä laskee kustannuksia ja kerätty tieto on ajantasaista (esim. puuston tila saadaan välittömästi hakkuun jälkeen) tai jopa reaaliaikaista (esim. kuljettajaa avustava järjestelmä). Haasteena nähdään laitteiston hinta, sen kestävyys hakkuukoneessa sekä kasvavan datan mukana tuleva raskas laskenta.

3.4.9 Toimenpiteiden suunnittelu, ohjaus ja seuranta

Metsätalouden toimenpiteiden suunnittelua ja päätöksentekoa varten on olemassa Metsäkeskuksen ja muiden toimijoiden tarjoamia avoimia paikkatietoaineistoja. Niitä voidaan käyttää työ- ja hakkuukohteiden hakemiseen, hanketason suunnitteluun ja yksittäisen työkohteen rajaamiseen. Metsäkeskuksen aineistoja ovat mm.

- metsänhoitotyö- ja hakkuuehdotusten karttapalvelu (kohteita ei esitetä kuviotasolla, vaan 100 m ruuduilla työmääräarvion mukaan; ei aineiston jakelua)
- energiapuukohdekeskittymät (ensiharvennuksien ja nuoren metsän hoitokohteidenkeskittymistä esittävä karttapalvelu; ei aineiston jakelua)
- potentiaaliset turvemaan tuhkalanhoituskohdeet
- suometsänhoidon paikkatietoaineistot (karttapalveluun on koottu eri toimijoiden tuottamia suometsänhoitoon liittyviä paikkatietoaineistoja; tarkoitettu suometsien hoidon suunnitteluun verkkoselaimella ilman erillistä paikkatietosovellusta)

- metsänkäyttöilmoitukset
- kamera- ja metka-kohteiden rahoitushakemukset ja toteutusilmoitukset

Metsäteho on tuottanut KoMe -hankkeessa valtakunnallisen metsälannoituksen kestävien kohdevalinnan kriteerien aineiston, jossa esitetään potentiaaliset kasvatus- ja tuhkalannoituksen kuviot ja lannoittamatta jätettävät no go -alueet (vesistöjen ja monimuotoisuuskohteiden suojavyöhykkeet). Aineisto perustuu Metsäkeskuksen ajantasaistettuun hilamuotoiseen metsävaratietoon.

Puunkorjuun ja metsänhoitotöiden suunnittelun, ohjauksen ja seurannan tietojärjestelmät ovat yhtiökohtaisia ratkaisuja tai niissä käytetään jonkin tietojärjestelmätoimittajan tarjoamia ohjelmistoja tai palveluita. Metsäyhtiöissä järjestelmät ovat yleensä räätälöityjä metsäjärjestelmän osakokonaisuuksia, joissa voi olla integraatioita ulkoisiin tietolähteisiin ja palveluihin sekä metsänomistajille suunnattuihin verkkopalveluihin. Korjuu- ja metsänhoitotöiden yrittäjien toiminnanohjauksessa käytössä ovat Pinjan Forest by Pinja ja Trimble Forestryn WoodForce -palvelut. Ne on integroitu urakanantajien järjestelmiin ja niissä käytetään suunnittelu- ja seurantatietojen välittämiseen metsätietostandardin toiminnanohjaussanomia. Ohjelmistot ja palvelut tuottavat tietoa toimijoiden omaan käyttöön, eikä niistä tuoteta suoraan muille osapuolille jaettavaa tietoa.

3.4.10 Metsäkonetiedot

Metsäkonetiedolla tarkoitetaan koneen tietojärjestelmään työn toteutusta varten lähetettävää tietoa ja työn aikana koneen mittalaitteella, muussa tietojärjestelmässä ja siihen asennetuilla ulkoisilla laitteilla, sensoreilla ja sovelluksilla tuotettavaa tietoa. Hakkuukoneen tuotantotiedostot (hpr) sisältävät kaadettujen puiden käsittelyssä ja puutavaran valmistuksessa muodostuvat runko- ja pölkykohtaiset mitta- ja sijaintitiedot. Kuormatraktorien tuotantotiedostoissa (fpr) on puutavaran metsäkuljetuksen määrä- ja sijaintitietoa, jossa pienin käsittely-yksikkö on kourataakka. Koneet muodostavat em. tiedostoihin tarkat reittinahoituksen tiedot ajourista ja muusta liikkumisestaan työmaalla, kunhan vain GNSS-paikannus on koneeseen käytössä. Metsäkonetietoa ovat myös koneen ja kuljettajien työaikaa, keskeytyksiä, tuottavuutta, huoltoja ja polttoaineen kulutusta sisältävät tiedot (mom). Muista metsäkoneisiin asennetuista laitteista ja sensoreista esimerkkejä ovat laserkeilaimet, konenäkökamerat, ultraäänilaitteet ja radiotaajuuksilla toimivat sijainninmäärittäjäinstrumentit. Kaikki ne ovat olleet vasta tutkimus- tai konseptiasteella tai yksittäisissä koneissa käytössä, eikä niitä ja niiden muodostaman ympäristön havaintodatan tuotantomenetelmiä ole laajamittaisesti pilotoitu tai tuoteistettu.

Puunkorjuu on lähes 100-prosenttisesti koneellistettu, joten erityisesti hakkuukoneiden jatkuvasti tuottaman datan määrä on valtava. Hakkuun toteutustiedot on mahdollista saada metsäkonetiedosta hyvin kattavasti, mutta kaikkien toimijoiden korjuun tietojärjestelmiin ei vielä ole rakennettu siihen tarvittavaa datan varastointia (ns. runkopankit), analysointityökaluja, raportointitukea ja jatkoprosessoinnin toiminnallisuuksia. Isoimmissa metsäyhtiöissä tähän tähtäävä kehitystyö on kuitenkin jo käynnissä ja käytännön sovelluksia myös toteutettu.

Metsäkoneiden tiedonsiirrossa käytetään kansainvälistä XML-pohjaista StanForD 2010 -standardia, jossa on määritelty käytettävät tiedostotyytit, tietosisällöt ja -rakenteet, tietojen pakollisuudet sekä esitystavat. Standardi on luonteeltaan tekninen, eikä siinä ole mukana varsinaisia puunkorjuun liiketoiminnan - esimerkiksi tilausten, laskutuksen tai korjuujäljen seurannan - tietoja. Standardista julkaistaan 1–2 vuoden välein uusi versio. Konevalmistajat ovat aloittamassa version 4.1 käytön suunnittelun mittalaitteohjelmistoissaan ja metsäyhtiöissä on myös käynnistetty sen aiheuttamien muutosten valmistelut. Standardin aiempia versioita voidaan käyttää metsäkoneiden ohjelmistoissa ja käyttäjien tietojärjestelmissä vielä pitkään.

Standardi määrittelee tavat siirtää tietoa metsäkoneen ja käyttäjien ulkoisten tietojärjestelmien välillä. Konevalmistajat käyttävät koneen sisäisessä datan käsittelyssä ja tietokannoissa omia tie-

donhallinnan ratkaisujaan sekä esim. CAN-väylässä yleisiä standardisoituja protokollia ja formaatteja. Koneiden tuottama data siirretään yhä useammin metsäkoneelta konevalmistajan pilvipalveluun ja siellä olevaan tietokantaan. Tämä mahdollistaa paremman tietoturvan, useiden samanmerkkisten koneiden tietojen hallinnan sekä kehittyneet raportointiratkaisut korjuuyritykselle. Suuntauksena ja osin jo toteutettuna on, että korjuuyritys voi antaa käyttöoikeudet pilvipalvelun dataan haluamilleen toimijoille, esim. omille asiakkailleen tai alihankintayrityksille, mikä mahdollistaa jatkossa metsäkonetietojen joustavan jakamisen muille osapuolille. StanForD:iin on määritetty myös API -rajapinta tiedostojen kyselyä varten koneen ja ulkoisten sovellusten välille. Tavoitteena on ollut määritellä myös ns. data-API -rajapinta, jolla sovellukset voisivat kysellä yksittäisiä tietoja tai tietokokonaisuuksia tiedostoriippumattomasti joko metsäkoneessa tai konevalmistajan pilvipalvelussa olevasta tietokannasta. Konevalmistajat ovat arvioineet data-API -rajapinnan toteutuksen mittavaksi työksi, minkä vuoksi siitä ei ole vielä tehty päätöstä.

Hakkuukoneisiin lähetetään mobiilitiedonsiirtona tarvittavat korjuulohkojen perustiedot (oin) ja puutavaralajien ja katkonnan ohjausparametrien tiedostot (pin). Mittalaitteilla on lisäksi puulajikohtaiset hakkuukonemittauksen parametritiedostot (spi). Työmaiden aluerajaukset ja muut paikatiedot sekä kartat ovat Suomessa korjuun toiminnanohjausjärjestelmien (mm. WoodForce) tai metsäyhtiön korjuuohjelmiston hallitsemia tietoja, joissa ei käytetä StanForD 2010:n tiedostoja. Kuormatraktoreiden työmaa- ja toiminnanohjauksen tiedot ovat meillä myös pääasiassa toiminnanohjausjärjestelmissä hallittavia tietoja. Metsäkonevalmistajien omissa ohjelmistoissa on käytössä useita erilaisia karttatasoja sisältäviä aineistoja koneenkuljettajan työmaasuunnittelun tueksi. Karttatasoina käytetään mm. kiinteistörajakarttoja, maasto- ja vinovalovarjostuskarttoja, korjuukelpoisuutta, kosteusindeksiä ja näkyvyyttä kuvaavia karttoja, puulajikarttoja, muinaismuistokohteita sekä metsänkäyttöilmoitus- ja metsälälikohdeaineistoja. Ohjelmistoissa voi olla tuki rajapinnoille, joiden kautta kartat voidaan ladata ulkoisesta palvelusta (esim. Maanmittauslaitoksen, metsäkeskuksen tai Syken palveluista). Metsäkoneiden ohjelmistoihin voidaan myös asentaa offline-karttoja valmiiksi.

Operaatioissa syntyvä metsäkonetieto mahdollistaa tehtyjen toimenpiteiden todentamisen ja seurannan. Metsäkonetietoa käytetään metsäyhtiöissä ja korjuuyrityksissä nykyisin mm.

- korjuun etenemisen ja työsuoritteiden seurannassa
- tienvarsivarastojen puutavaralajikohtaisten määrien hallinnassa ja kuljetusten suunnittelussa
- puukauppa- ja urakointimaksujen sekä laskutuksen perusteena
- katkontavaihtoehtojen laskennassa ja optimoinnissa
- mittaustarkkuuden valvonnassa
- korjuujäljen laadun seurannassa ja raportoinnissa
- koneiden huollon ennakkoinnissa, etäopastuksessa ja -ohjauksessa sekä
- työn tuottavuuden, energiatehokkuuden, hiilijalanjäljen, päästöjen ja kannattavuuden seurannassa (korjuuyritykset sisäisesti).

Hakkuukoneiden puukohtaista mittaus- ja sijaintitietoa käyttäviä geoprozessointi- ja laskentamenetelmiä on jo pitkään aikaa kehitetty Metsätehossa. Kehitystyötä on jatkettu Kestotäsmä -hankkeessa. Menetelmät ovat tuotantokäytössä mm. metsävaratietojen ajantasaistamisessa käytettävien hakkuukuvioiden muodostamisessa Metsäkeskuksen Kaato -palvelussa. Sen tavoitteena on saada hakkuista aiheutuneet kuvioiden muutokset ajantasaistettua metsävaratietoon. Palveluun siirretään hakkuukoneiden tuottama puukohtainen sijaintitieto, joka on toistaiseksi perustunut hakkuukoneen sijaintiin. Jatkossa yleistyy hakkuulaitteen sijaintitieto, jolloin poistumakuviointia voidaan hyödyntää paremmin säästöpuuryhmien ja vesistöjen suojakaistojen todentamisessa sekä näiden tietojen päivittämisessä metsävara- ja luontotietoon.

Nykymuotoisesta hakkuukonetiedosta voidaan muodostaa hakkuualueita ja poistettua puustoa kuvaavia uusia aineistoja. Käyttömahdollisuuksia on esimerkiksi uusien leimikoiden puustotieto-

jen ennustamisessa, metsänuudistamisen suunnittelussa, maaston ja maaperän kantavuustiedon hankinnassa ja kantavuuden ennustamisessa, puukohtaisten tietojen käytössä kaukokartoituksen referenssitietona, puutavaran laadun ennakoinnissa ja puutavaran jäljitettävyydessä. Päämielenkiinto on tällä hetkellä luonnonhoidon toimenpiteiden – kuten säästöpuuryhmien, suoja-kaistojen ja no-go -alueiden todentamisessa: siihen kehitetyt menetelmät on pilotoitu ja ne ovat implementointivalmiit metsäyhtiöiden tietojärjestelmiin. Esimerkkinä metsätuhotietojen keruusta on puukohtaiseen mittausta- ja katkontatietoon perustuva kuusen tyvilahon tulkintamenetelmä ja siihen perustuva kuusenjuurikäävän esiintymispaikka-aineisto. Tarkkoja karttoja esiintymistä ei voida julkisesti jakaa, mutta pilotointiluonteisesti Metsätehossa on koostettu kuusenjuurikäävän alueellista levinneisyyttä kuvaavat kartat kunta- ja 6 km x 6 km hilaruututasolla.

Toteutustiedon avulla puunkorjuun kustannustehokkuutta voidaan seurata kone- ja työmaatasolla sekä käyttää näin hankittua informaatioita tuottavuuteen vaikuttavien tekijöiden analysoimiseksi ja tuottavuuden parantamiseksi. StanForD -standardissa on määriteltynä myös korjuutyön aikana tallennettavien piste- tai aluemaisten kohteiden (points of interest) paikkatietoja kuvaava ogr-tiedosto. Se ei kuitenkaan ole vielä laajasti tuettuna koneiden ohjelmistoissa ja vaatii myös joitakin muutoksia tietorakenteisiin.

Metsäkonetiedon omistusta, käyttöä ja käsittelyä ohjaa metsäteollisuuden, Koneyrittäjät ry:n ja konevalmistajien yhdessä vuonna 2017 sopima suositus, jonka tavoitteena on selkeyttää tiedon omistajuuden ja käytön pelisääntöjä sekä edistää sovellusten ja palveluiden kehittämistä. Metsäkonetiedon käyttö edellyttää useimmiten tiedon omistajan ja käyttäjän välisiä sopimuksia, joissa voidaan sopia yksityiskohtaisesti tietojen tuottamisesta ja käytöstä. Suosituksen laadinnassa on otettu huomioon kilpailulainsäädännön ja EU:n tietosuoja-asetuksen vaatimukset. Arvioitavana on nyt aiheuttavatko EU:n tietosuoja-asetus (Data Act) ja kyberkestävyyssäädös (Cyber Resilience Act) muutostarpeita myös suosituksen linjauksiin tai käytäntöihin. Metsäkonetiedon käyttöalueen laajentaminen säästettävien kohteiden ja muun mahdollisen luonnonhoito- ja ympäristötiedon tuotantoon ja avoimeen jakamiseen ei vaadi tarkennuksia nykyiseen metsäkonetietojen pelisääntösuositukseen. Sen sijaan on sovittu, että periaatelinjaukset käsitellään maa- ja metsätalousministeriön koordinoimassa toteutustietojen seurantaryhmässä. Laajennukset voivat aiheuttaa muutoksia nykyiseen metsätöiden toteutustietojen toimittamista koskevaan suositukseen.

3.4.11 Metsätuhot

Yleistä metsätuhojen seuranta- tai ennustejärjestelmää ei ole olemassa. Lukella on kirjainpainajien parveilun ja aikuistumisen seurantajärjestelmä, jonka tuottamia havaintotietoja esitetään luonnonvaratiedon karttapalvelussa. Metsäkeskuksella on karttapalvelu, jossa esitetään kirjainpainajan iskeymälle alttiit alueet. Riskikohteet päätellään metsänkäyttöilmoituskuvioiden perusteella, joille hakkuutavaksi on ilmoitettu tuhohakkuu tai lisätietona on ilmoitettu kirjainpainajaan liittyvää tietoa. Lisäksi Lukella on tuulituho-, lumituho- ja kuusenjuurikääpärisien karttapalvelut. Niissä esitetään ko. tuhon esiintymisen mallinnukseen perustuva todennäköisyys. Toteutuneiden tuhojen esiintymistä ei kartoilla suoraan esitetä, eikä riskikarttoja päivitetä tuhohavaintojen perusteella. Karttojen päivitys voidaan tehdä tuhonaiheuttajakohtaisesti, jos sille ilmenee tarvetta ja työ pystytään rahoittamaan.

Kuusen juurikääpärisien mallinnuksessa on käytetty laajaa hakkuukoneaineistoa, jossa kuusitukkirunkojen laho on tulkittu katkonta- ja mittaustietojen perusteella. Hakkuukonedataan perustuvaa juurikäävän esiintymisen jatkuvaa seurantaa ei ole aloitettu. Metsäyhtiöt voivat kuitenkin toteuttaa lahontulkinnan omiin järjestelmiinsä ja tuottaa hakkuun jälkeen juurikäävän esiintymiskartat lohko- tai kuviotason puukohtaisena tietona.

Metsäyhtiöt eivät toistaiseksi ole käyttäneet juuri muita metsätuhojen karttapalveluita kuin Metsäkeskuksen kirjainpajariskikarttoja ja metsätuhohakkuiden karttapalvelua. Lisääntyvää tarvetta

on toteutuneiden tuhojen ja tuhoriskien ennustetietojen käytölle toimintojen suunnittelussa. Aineistojen jakelussa pitäisi ottaa käyttöön kyselyrajapinnat, jolloin ne olisivat suoraan liitettävissä suunnittelujärjestelmiin. Erityisesti hyönteistuhohavaintojen tulisi olla nopealla syklillä päivittyviä siten, että riskiennusteet olisivat tarkkoja ja riittävän reaaliaikaisia. Metsä Group on toteuttanut CollectiveCrunch -yhtiön kanssa metsänomistajille suunnattuun mobiilisovellukseensa tekoälyyn pohjautuvan sovelluksen, joka varoittaa mahdollisista hyönteistuhoista.

3.4.12 Metsien monikäyttö

Metsätalouden toimenpiteitä suunniteltaessa on otettava huomioon alueen mahdollinen käyttö retkeilyyn, virkistykseen, luontomatkailuun tai muuhun yleiseen monikäyttöön. Palvelua, josta olisi latauspalvelun kautta saatavissa monikäyttöalueiden ja -kohteiden paikkatiedot, ei ole. Lähimpänä sitä on Metsähallituksen Retkikartta.fi-verkkopalvelu, joka sisältää valtion ja kuntien luontoretkikohteet, reitit sekä retkeilijää varten tehdyt rakenteet kuten tulentekopaikat, laavut ja autiotuvat. Kartasta löytyvät myös suojelualueet ja Metsähallituksen monikäyttömetsät, luontokohteet sekä tutkimus- ja opetusmetsät, samoin kalastus- ja metsästysalueet. Kunnilla on myös omat verkkosivunsa, joilla on katsottavissa tietoja retkeilykohteista ja luontopoluista.

4 TÄSMÄMETSÄTALouden JA –LUONNONHoidon AINEISTOJEN JA NIIDEN KÄYTÖN KEHITTÄMISTIEKARTTA

4.1 Kehittämisehdotusten tiivistelmä

Tietotarvekartoituksen yhtenä tavoitteena oli tunnistaa, arvioida ja kuvata täsmämetsätalouden ja -luonnonhoidon aineistojen ja tietolähteiden eri ominaisuuksien, saatavuuden ja käytettävyyden, sekä toimenpiteiden suunnittelun ja seurannan työkalujen ja sovellusten kehittämistarpeita. Tavoitteena oli myös määrittää aineistojen käyttöön liittyvien toimintamallien kehittämisen tarpeita ja toiminnoissa syntyvän tiedon avoimuutta, käyttöoikeuksia ja jakelun pelisääntöjä. Taulukoissa 5a ja 5b kehittämisehdotukset on esitelty lyhyesti ja ne on kuvattu laajemmin myöhemmässä tekstissä. Kehittämisehdotusten priorisointiin ja toteutukseen ei vielä oteta kantaa, mutta mahdolliset kehittämisen vastuutahot on nimetty.

Taulukko 5a. Tietoaineistojen kehittämistarpeet sekä tietojen jakelun ja käytön periaatteet.

Kehittämiskohde	Kehittämistarpeet	Vastuuorganisaatiot
Metsävara- ja puustotiedot ja niiden las-kenta-aineistot	Puustotunnusten tarkkuuden parantaminen Monimuotoisuuden kannalta arvokkaiden yksittäisten puiden sekä runkolukusarjatietojen sisällyttäminen kuvio- ja hilatietoihin Hakkuun ja metsänhoitotöiden toimenpidetietojen kattavuuden li-sääminen Kaato -palvelussa Metsävaratietojen ajantasaisuuden varmistaminen Hila-aineiston, puustotulkinnassa muodostettavien mikrokuvien ja latvusrajattujen yksiköiden jakelu Kasvumallien kalibrointi Tarkkuuspaikannetun hakkuukonedatan käyttö puustotulkinnan ai-neistona (pilotointi) Satelliittikuvien käyttö muutosten seurannassa Laserkeilausaineiston raakadatan tilaamisen ja lataamisen kehit-täminen (MML:n latauspalvelu)	Metsäkeskus Kaukokartoitusta ja puustotulkintaa teke-vät yritykset Maanmittauslaitos / Paikkatietokeskus VTT Tutkimuslaitokset Metsäteho
Hakkuussa säästetyt luontokohteet ja suo-javyöhykkeet	Hakkuussa säästettyjen kohteiden aluerajausten toteutus Kaato -palvelussa - toteutustietojen toimittamisen suosituksen päivitys - prosessoinnin ja tietojen palautuksen muutokset Informaatio säästetyistä kohteista metsänomistajalle hakkuun jäl-keen (yhtenäiset käytännöt, aluerajausten siirto paikkatietona) Hakkuukonetiedot säästettyjen kohteiden tietojen tuotannossa Luonto- ja säästettyjä kohteita koskevien tietojen yhtenäistäminen (tietosisältö, esitystapa ja koodistot metsätietostandardissa)	Metsäkeskus Metsäteho Metsäyhtiöt MMM
Lajitiedot	Lajiesiintymätietojen saatavuuden ja luvituksen helpottaminen Toimialalle yhteinen ja ajantasainen lajiesiintymätietojen aineisto Toimijoiden ja viranomaisten välinen tietojen jakelun ja hallinnan toimintamalli	MMM ja YM Lajitietokeskus Metsähallitus Metsäteollisuus ry Metsäyhtiöt Metsäteho Metsäkeskus
Korjuukelpoisuus-luokitus ja maaston kantavuustiedot	Maaston staattisen kantavuusluokituksen kehittäminen	Tutkimuslaitokset Metsäteho Metsäkeskus
Maalaji- ja maaperä-tiedot	Maastoresoluutioltaan tarkempien maalaji- ja kivisyysaineistojen kehittäminen	GTK Tutkimuslaitokset
Moni-Indeksi -kartat	Moni-Indeksin validointi ja konseptitestaus Karttojen tuotteistamisen ja jatkuvan tuotannon malli	Metsäteho Metsäyhtiöt
Kaavatiedot	Yleis- ja asemakaavatietojen jakelun parantaminen (Ryhti -palvelun käyttö)	SYKE YM Metsäkeskus
Metsätuhojen seu-ranta-aineistot ja pal-velut	Metsätuhojen seuranta- ja tuhoriskien ennustepalveluiden rajapin-tojen ja integrointimahdollisuuden kehittäminen	Luonnonvarakeskus Metsäkeskus

Taulukko 5b. Tietojärjestelmien, sovellusten, menetelmien ja toimintamallien kehittämistarpeet.

Kehittämiskohde	Kehittämistarpeet	Vastuuorganisaatiot
Dynaaminen kanta- vuuden ennustami- nen	Sääolosuhteet huomioivan reaaliaikaisen maaperän kantavuusen- nusteen laskentapalvelun kehittäminen (Harvester Seasons) Palvelun integrointi korjuun toiminnanohjausjärjestelmiin	Ilmatieteen laitos Metsäteho Metsäyhtiöt Sovelluskehittäjät
Koneenkuljettajaa avustavat järjestelmät ja sovellukset	Korjuun ulkopuolelle jätettävien kohteiden hallinta työmaasuunnit- telussa ja metsäkoneiden karttajärjestelmissä – luontokohteet, arvokkaat elinympäristöt, lajiesiintymät – yhdenmukaiset käsittelyohjeet Karttamerkkien yhtenäistäminen ja metsätietostandardin koodisto- jen käyttö koneiden karttasovelluksissa Erikoismerkintäkooditietojen jakaminen hakkuukoneen mittalait- teen ja karttasovelluksen välillä Karttasovellusten käyttö erityiskohteiden tallentamisessa ja tieto- jen siirto (StanForD ogr-tiedosto tai muu tapa) Paikkatietoaineistojen integrointi korjuun ja metsänhoidon toimin- nanohjausjärjestelmiin ja karttasovelluksiin (API –rajapinnat)	Metsäkonevalmistajat Sovelluskehittäjät Metsäteho Metsäkeskus
Ajouraverkoston en- nakkosuunnittelu	Ajouraverkoston ennakkosuunnittelun (MoniURA) työkalun kehit- täminen, testaus ja tuotteistaminen Rajapinnat suunnittelusovelluksesta korjuun toiminnanohjausjär- jestelmiin ja hakkuukoneiden karttasovelluksiin	Metsäteho Metsäyhtiöt Puunkorjuun sovellus- kehittäjät Metsäkonevalmistajat
Ajouraverkoston laa- dunseuranta (AATU)	Automaattisen ajouraverkoston laadunseurannan (AATU) pilotointi ja käyttöönotto metsäyhtiöissä Toimintamalli ajouratunnusten sisällyttämiseksi korjuujäljen seu- rantaan ja palautteeksi korjuuyrittäjälle ja metsänomistajalle	Metsäteho Metsäyhtiöt Puunkorjuun sovellus- kehittäjät
Harvennusvoimak- kuuden ja jäävän puuston seurantame- netelmä	Harvennusvoimakkuuden seurantamenetelmien kehittäminen – työn aikainen seuranta kuljettajan tueksi sekä korjuun laadun omavalvontajärjestelmä – laskentamenetelmä yksinpuintulkitun ja malleilla muodostetun puustotiedon yhdistämiseksi hakkuukonetietoon Jäävän puuston estimointimenetelmän kehittäminen – hakkuukoneen mittaustietoihin perustuva menetelmä – hakkuukoneen mobiililaserkeilaus ja puukartan muodostus	Metsäkonevalmistajat Sovelluskehittäjät Metsäteho Metsäyhtiöt Tutkimuslaitokset
Metsänuudistamisen pienkuviointi	Kasvupaikan ja olosuhteiden mukainen metsänuudistamisen auto- maattinen pienkuviointi – hakkuukonetietojen ja kaukokartoituksesta saatavan kasvu- paikkatiedon yhdistäminen ja käyttö – Luken mikrokuviointialgoritmien parametrisointi ja testaus – pienkuviointia tukevien laskentamallien kehittäminen (vesakoi- tuminen, taimikkotuhoriskit, vesistövaikutukset) Pienkuviotietojen hallinta metsävaratiedoissa ja järjestelmissä	Metsäyhtiöt Sovelluskehittäjät Luonnonvarakeskus Metsäkeskus
Taimikon hoitotar- peen arvioinnin me- netelmät ja aineistot	Uusien kaukokartoitusmenetelmien käyttömahdollisuuksien selvit- täminen vesakoitumisriskin ja taimikon hoitotarpeen arvioinnissa – satelliittikuvat, drooni-ilmakuvat, suoratulkintamenetelmät	Metsäyhtiöt Sovelluskehittäjät Kaukokartoitusyrikyk- set
Säästöpuutyökalun jatkokehitys	Avoin laskentapalvelu, joka muodostaa säästöpuuryhmäehdotuk- set käyttäjän asettamien parametrien mukaan Ehdotusten tuottaminen valmiiksi metsävaratietoihin ja Metsään.fi -palveluun sekä ehdotusten päivitys toteutustiedon perusteella Rajapintapalveluiden kehittäminen integrointeja varten (valmiiden ehdotusten kysely tai säästöpuuryhmäehdotuksen teko)	Metsäteho Metsäkeskus Metsäyhtiöt Sovelluskehittäjät
Suojakaistatyökalu	Avoin laskentapalvelu vesistöjen suojakaistaehdotusten muodos- tamiseksi (aineistot, laskennan parametrit, vesistövaikutusmallit) Ehdotusten tuottaminen valmiiksi metsävaratietoihin ja Metsään.fi -palveluun sekä ehdotusten päivitys toteutustiedon perusteella Rajapintapalveluiden kehittäminen integrointeja varten (valmiiden ehdotusten kysely tai suojakaistaehdotuksen teko)	SYKE Tutkimuslaitokset Tapio Oy Metsäkeskus Metsäteho Metsäyhtiöt
Luontolaadun toden- taminen ja seuranta	Hakkuukonetiedon käyttö metsäyhtiön omassa luonnonhoidon seurannassa (säästettyjen kohteiden hakkuukuviointi, erikoismer- kintäkoodien implementointi korjuussa) Luonnonhoitotietojen jakaminen metsänomistajalle Toimintamalli luontolaatutietojen kokoamiseksi toimijoilta alueelli- seen seurantaan	Metsäyhtiöt Metsäteho Metsäkeskus / MMM Tapio Oy Metsäsertifiointijärjes- töt

4.2 Tietoaineistojen tuotanto ja pelisäännöt

Metsävara- ja puustotiedot ja kaukokartoitusaineistot

Metsäkeskuksen metsävara- ja luontotietojen tuotannossa siirrytään v. 2026 uuteen tiheämmän pistetiheyden laserkeilausaineiston käyttöön sekä osittaiseen yksinpuintulkintaan. Toimijoiden näkökulmasta jatkossa tärkeintä on kehittää edelleen metsävarakuvioiden sekä hilojen puusto-parametrien tarkkuutta kaikissa eri kehitysvaiheen metsissä; mm. puulajikohtaisissa määrätiedoissa ja keskitunnuksissa on tähän saakka ollut epätarkkuutta. Yksittäisten luontoarvoiltaan arvokkaiden puiden erottamisen ja niiden sisällyttämisen omana aineistonaan puustotietoihin nähdään hyödyttävän luonnonhoidon suunnittelua (mm. säästöpuutyökalu) ja käytännön toteutusta. Sijaintitarkat puutiedot ja niitä koskevat kuvaustiedot voidaan viedä standardisoiduin karttamerkkein kuvattuna Metsään.fi -palveluun ja toimijoiden sovelluksiin. Kuviokohtaiselle runkolukusarjatielölle olisi käyttöä mm. hakkuukertymien ennakkoarvioinnissa. Ajantasainen hila-aineisto, puustotulkinnassa muodostettavat mikrokuviot ja latvusrajatut yksiköt on myös nähty metsäyhtiöissä mielenkiintoisina uusina puukaupan, puunkorjuun ja metsien käytön suunnittelun tietoaineistoina. Niiden julkaisu ja jakelu koko Suomen alueelta olisi siten kannatettavaa.

Koska laserkeilauskierto tulee pitenemään, on huolehdittava kuvioiden ja hilojen ajantasaistuksesta. Tiedot hakkuista ja metsänhoitotoista tulee saada kaikilta toimijoilta kattavasti Metsäkeskuksen Kaato -palveluun ja edelleen metsävaratietojen päivitykseen. Kasvumallien tarkkuutta ja luotettavuutta pitää myös arvioida inventointikierron pidentyessä. Niiden kalibrintimenetelmiä esim. satelliittikuvien muutosseurannan ja hakkuukonedatan avulla olisi myös hyvä selvittää tutkimuksessa.

Hakkuussa säästetyt luontokohteet ja suojavyöhykkeet

Tiedot hakkuussa ja metsänhoitotoissa toimenpiteiden ulkopuolelle jätettyjen luontokohteiden ja suojavyöhykkeiden aluerajauksista ja kohteen tyypistä arvioitiin erityisen tärkeiksi kehityskoh-teiksi. Tietoja tarvitaan sekä yksittäisen hakkuu- tai metsänhoitotyökohteen luonnonhoidon ja laa-dunvalvonnan todentamiseksi, että laajemmin luonnonhoidon seurannassa ja raportoinnissa. Tie-dot pitäisi voida kuvata yhdenmukaisesti standardisoidulla tavalla ja sisällyttää tietorakenteiden kuvaukset, terminologia ja tarvittavat koodistot metsätietostandardiin.

Metsäkeskus on kehittänyt Kestotäsmä -hankkeessa säästettyjen kohteiden tunnistamisen mal-lin, jota voidaan käyttää hakkuissa säästettyjen säästöpuiden, säästöpuuryhmien ja vesistöjen suojakaistojen todentamiseen. Menetelmä perustuu latvusmallin, dronella kuvaamalla kerätyn tarkastustiedon ja metsänkäyttöilmoitusten tietojen käyttöön. Suojakaistojen tunnistamisessa me-netelmä käyttää hakkuualueiden rajauksia, latvusrajattuja puustoryhmiä sekä maastotietokannan vesistöjä. Tarkoituksena on integroida säästetyt kohteet metsävaratietoihin omana puustoluokka-naan. Ratkaisut ovat valmiita käyttöönottoon, ja tietojen tuotanto Metsäkeskuksen metsätietojär-jestelmään on tarkoitus aloittaa vuosina 2025–2026. Koska tietojen tuotannossa on tarkoitus käyt-tää laserkeilauksen latvusmallia, on se riippuvainen keilauksen syklistä. Ajantasaista aineistoa ei siten olisi mahdollista saada kaikilta alueilta vuosittain, mikä nähdään luonnonhoidon todentami-sen ja jatkuvan alueellisen seurannan kannalta puutteeksi.

Hakkuussa säästettyjen kohteiden tiedot voidaan muodostaa poistettujen puiden sijaintitiedon avulla hakkuukuviointimenetelmällä. Kuviointi voidaan tehdä metsäyhtiön järjestelmässä heti sen jälkeen, kun korjuulohko on päätetty ja hpr-tiedostot siirretty metsäyhtiöön tai se voitaisiin tehdä Metsäkeskuksen Kaato -palvelussa samalla periaatteella ja samoin lähtötiedoin kuin siinä nyt muodostetaan hakkuukuviot. Kaato -palvelusta säästetyt kohteet voitaisiin palauttaa metsäyhti-ölle. Säästettyjen kohteiden tietoa voitaisiin käyttää korjuunlaadun seurannassa sekä palautetie-tona metsänomistajalle. Hakkuukonetietojen toimittamisen Kaato -palveluun säästettyjen kohtei-den tietotuotantoa varten katsotaan kuitenkin edellyttävän metsänomistajan suostumuksen ko. tarkoitusta varten. Hakkuukoneen toteutustietojen toimittamiseksi Metsäkeskukseen on laadittu

Säästetyt kohteet, jatkokehitys (laajennettu hakkuukonetieto ja muut tietolähteet)

- Teko-pökkölöt
- Luontokohteet ja niiden suojavyöhykkeet - ml. havaitut lajesiintymät
- Suojatiheiköt
- Yksittäiset havaitut säästöpuut sekä pysty- ja maalahpuut
- Tuho-puut

Säästetyt kohteet (kaukokartoitus + muu paikkatieto + nykyinen Kaato –palvelun hakkuukonetiedon sisältö)

- Säästöpuu-ryhmät
- Vesistöjen suojavyöhykkeet
- Hakkuun ulkopuolelle jätetyt muut alueet

Tietojen tuotannon ja jakelun järjestelmien, sovellusten ja menetelmien kehitys

- Kaato –palvelun toiminnallisuuksien ja rajapintojen muutokset (mm. laajennettu tietosisältö, tarkkuuspaikannus)
- Kuvio- ja puustotietojen ajantasaistus ja toimenpide-ehdotusten muodostus Lähde -järjestelmässä
- Säästettyjen kohteiden jakelu ja integraatiot toimijoiden järjestelmiin, mm. API -kyselyrajapinnat
- Säästetyt kohteet Metsään.fi -palvelussa

Säästettyjen kohteiden yhtenäinen kuvaustapa ja tietojen standardisointi (terminologia ja käsitteet), Metsätietostandardi

Hakkuukoneen toteutustiedon toimittamisen pelisäännöt

- Nykyisen suosituksen päivitys mahdollistamaan hakkuukonetietojen laajennettu käyttö

Lajitiedot

Metsätehon raportti 276

Korjuukelpoisuusluokitus ja maaston kantavuustiedot

Metsäkeskuksen korjuukelpoisuusluokituskartat kuvaavat maaperän laskennallista kantavuutta staattisten olosuhteiden pohjalta 16x16 metrin hilana. Korjuukelpoisuus on laskettu kaukokartoitusaineiston (laserkeilauksen) ja maastotietokannan aineistojen perusteella ja se esitetään kantavuutena, joka on luokiteltu kartoissa kuuteen luokkaan sen mukaan, onko kyseessä kivennäisvai turvemaa ja onko maasto kantavuudeltaan sopivaa kesällä, talvella vai kelirikkoaikana korjattavaksi. Toimijoiden näkemyksen mukaan käytetty luokitus ohjaa puukauppaa ja korjuuta liiaksi vuodenaikaa painottavaksi, vaikka sää- ja olosuhteet olisivat sopivat myös luokituksesta poikkeavana aikana korjattavaksi. Luokitusta onkin esitetty muutettavaksi siten, että kantavuutta kuvattaisiin mieluummin eri tietolähteistä saatavien laskennallisten tekijöiden tuloksena numeerisena arvona. Luokitusta voitaisiin siten soveltaa paremmin dynaamisessa kantavuuden ennustamisessa. Korjuukelpoisuuden ja maaston kantavuuden laskentaperusteita tulisi siten tarkastella uudelleen ja muuttaa korjuukelpoisuuskarttojen luokitus numeeriseksi.

Maalaji- ja maaperätiedot

GTK:n maaperäaineistossa pohjamaana esitetään 1 metrin syvyydessä oleva maakerros ja pohjamaakuvion minimikoko on yleensä 2 hehtaaria. Pohjamaan päällä oleva 0,4–0,9 metrin paksuinen maakerros on kuvattu pintamaana ja sen minimikuviokoko on 4 hehtaaria. Näin ollen metsänuudistamisen suunnittelussa ja ohjauksessa tarvittavaa sijainniltaan riittävän tarkkaa tietoa pintamaalajista ja sen hienojakoisuudesta sekä maanpinnan kivisyydestä ei ole mahdollista saada maaperäaineistosta. Tieto olisi tarpeellista maanmuokkausmenetelmän valintaa ja kohteen koneistuskelpoisuutta arvioitaessa. Ongelma on jo aikaa sitten tiedostettu, mutta uusia menetelmiä tarkemman maalajitiedon tuottamiseksi ei ole näköpiirissä. Olisi kuitenkin arvioitava, onko kehittyneillä tarkan resoluution satelliittikuvilla tai pistetiheällä laserkeilausaineistolla mahdollista kuvata maaston pinnanmuotoja ainakin maanpinnan yläpuolella olevan kivisyyden arvioimiseksi. Kaukokartoituksella tulkittu maanpinnan kosteus yhdistettynä nykyiseen maaperä- ja kosteusindeksitietoon voisi myös mahdollistaa maalajin hienojakoisuuden tulkin.

Moni-Indeksi -kartat

Metsätehossa aloitetaan v. 2025 lopulla puunkorjuun ja luonnonhoidon suunnittelutyökalujen konseptitestaus (POC), jossa yhtenä tehtävänä on validoida Moni-indeksin arvoja kuviotasolla löytyneisiin monimuotoisuusindikaattoreihin. Moni-indeksin laskentaperiaatteet on aiemmassa hankkeessa määritetty, mutta mm. puustoindeksin painokerrointa on syytä vielä arvioida.

Kaavatiedot

Erityisesti asemakaavatietojen saatavuudessa vektorimuotoisina Syken Liiteri-palvelusta on todettu olevan ongelmia. Kaavatilannetta tulisi seurata esim. kunnan verkkosivuilta, jotta toimija voi varmistua sen ajantasaisuudesta. Tulevaisuudessa rakennetun ympäristön tiedot ovat saatavissa yhdestä yhteisestä Ryhti -järjestelmästä, jossa kaavatietojen kyselypalvelu tulee olemaan osa järjestelmää. Metsäalalla on tarpeen seurata kyselypalvelun kehitystilannetta ja antaa tarvittaessa siihen palautetta ja kehittämis ehdotuksia.

Metsätuhojen seuranta-aineistot ja palvelut

Luonnonvarakeskuksen ja Metsäkeskuksen metsätuhojen seuranta- ja riskiennustepalvelut ovat karttapalveluita, joista ei ole toistaiseksi voinut ladata paikkatietoja toimijoiden tietojärjestelmiin. Ehdotuksena on, että palveluihin kehitettäisiin rajapintapalvelut, joita käyttämällä voitaisiin tehdä alueellisia tai kuviokohtaisia kyselyitä havaituista tuhoista ja niiden riskeistä. Tuhojen, erityisesti kirjanpainajan ja muiden nopeasti syntyvien hyönteis- ja abioottisten tuhojen havainnointiin voi-

daan käyttää erilaisia kaukokartoitusaineistoja ja muutostulkinnan menetelmiä. Niiden tutkimukseen, pilotointiin ja havaintotietojen nopeaan jakamiseen ja jatkuvaan ylläpitoon on syytä myös laittaa kehityspanoksia.

4.3 Puunkorjuun suunnittelu, toiminnanohjaus ja laadun seuranta

Koneenkuljettajaa avustavat järjestelmät ja sovellukset

Kestotäsmä -hankkeessa ei varsinaisesti arvioitu koneenkuljettajia opastavien ja päätöksenteossa avustavien järjestelmien kehittämistarpeita. Niitä on selvitetty viimeisimmäksi IlmoStar -hankkeessa, jossa kehittämistavoitteet on kuvattu metsäkonetiedon ja -sensoreiden Tiekartta 2035 -visiossa. Hakkuutyössä avustavien järjestelmien kehittämiskohteina esitetään siinä mm. harvennusvoimakkuuden reaaliaikainen seuranta, huonolaatuisten ja sairaiden puiden sekä monimuotoisuudeltaan arvokkaiden puiden tunnistaminen. Työmaiden raivaamattomuus ja näkyvyys erityisesti huonoissa valaistusolosuhteissa kuormittavat kuljettajia fyysisesti ja kognitiivisesti, mihin kuljettajat toivovat avustavia sovelluksia. Teknologioina ja tietolähteinä järjestelmissä olisivat metsäkoneen tarkkuuspaikannus, puukohtainen ennakkotieto, puukartat ja metsän digitaalinen kaksonen, mobiililaserkeilaus tai muut sensorit sekä konenäköpohjaiset kuvantulkintamenetelmät. Täsmäpuunkorjuuta tukevia järjestelmiä tarvittaisiin mm. harvennuksissa poistettavien puiden valintaan ja korjuujäljen seurantaan kuljettajan omavalvonnan avuksi. Korjuutyön aikana tehtävä monimuotoisuuskohteiden tunnistaminen tai monimuotoisuusindikaattoreiden havainnointi ja automaattinen laskenta on luultavasti liian haasteellinen ja moniulotteinen kokonaisuus, jotta siihen olisi rakennettavissa kuljettajaa avustavia sovelluksia. Kuitenkin korjuulohkon paikkatiedon, puu- tai hilatason ennakkotiedon ja säästöpuuryhmäehdotusten avulla voitaisiin ehdottaa ja visualisoida kuljettajalle mahdollisia uusia luontokohteita, joita korjuun työmaakartoilla ei vielä ole. Jos hakkuukoneen mobiililaserkeilauksella ja puulajit tunnistamalla pystyttäisiin tuottamaan puukarttaa, voisi tietoa käyttää poistettavien ja arvokkaiden säästettävien puiden valinnassa kuljettajan tukena.

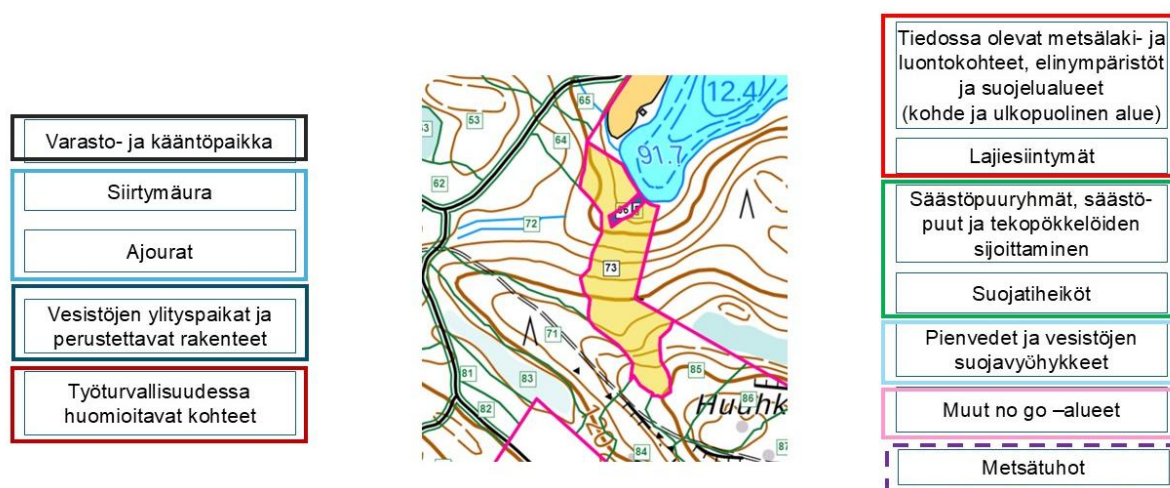
StanForD -standardin Suomen työryhmässä on keskusteltu siitä, miten työn aikana karttasovelluksissa esitettävät tiedot hallitaan parhaiten kuljettajan kannalta. Tällä hetkellä hakkuukoneen mittalaiteohjelmiston ja koneen ulkoisen karttasovelluksen välillä ei ole tietokantakyselyyn perustuvaa tiedonsiirtoa. Sellainen olisi tarpeen runkojen erikoismerkintätietojen siirtämiseksi kartalle: mm. tekopötkelöiden ja tuhorunkojen sijainnit ja rekisteröinnit olisi mahdollista toteuttaa tällä tavoin reaaliaikaisena tarvitsematta käyttää siinä hpr-tiedoston lukua. Konevalmistajien olisi mahdollistettava tätä varten karttasovellusten lukuoikeudet esim. StanForDin data-API -rajapintaa tai vastaavaa konemerkin sisäistä rajapintaa soveltaen. StanForD -standardissa on määritelty myös tiedonsiirto ogr-tiedostoa käyttäen korjuun aikana kuljettajan hakkuulaitetta ja tarkkuuspaikannusta käyttäen tallentamille ns. points of interest -kohdetiedoille, joita voivat olla esim. yksittäiset säästöpuut, havaitut maalahopuut, korjaamatta jätettävät tuulenkaadot, linnunpesät, lajiesiintymät, suojatiheiköt ja rajapyykit. Tiedoston rakenne vaatii vielä tarkentamista. Toiminnallisuutta ei ole vielä ilmeisesti mikään konevalmistaja toteuttanut tai ainakaan siitä ei ole saatu käyttökokemuksia.

Karttamerkkien standardisointi

Metsäkoneissa on käytössä yrittäjien toiminnanohjausjärjestelmien tai metsäyhtiöiden sovellusten lisäksi konevalmistajien karttasovellukset. Niissä esitettävät karttamerkinnot (symbolit, värit, alueiden viivoitukset tms.) ovat sovelluskohtaisia, ja ne voivat saman karttatiedon esittämisessä poiketa toisistaan. Konevalmistajien ohjelmistoissa karttamerkinnot voivat olla globaaleja, eikä niitä ole välttämättä sovitettu maakohtaisiin tarpeisiin ja käytäntöihin. Metsätietostandardiin met-sää koskevia karttamerkintöjä ei ole määritetty, mutta on esitetty niiden sisällyttämistä standardiin sen nykyiseen koodistomäärittelyyn perustuen. WoodForcessa on määritetty n. 100 erilaista karttamerkkiä, jotka perustuvat metsätietostandardin erityispiirteiden koodistoon.

Kehittämisehdotuksena on selvittää, miten hallitaan niiden karttamerkkien ja niihin liittyvien koodien välitys metsäkoneille, joita ei vielä ole mukana koneen kartta-aineistoissa tai jotka poikkeavat merkittävästi toisistaan joko merkityksen tai esitystavan osalta. Näitä ovat erityisesti korjuun ulkopuolelle jätettävät ja luonnonhoidon työkohteet, mm. erityyppiset monimuotoisuuskohteet, lajiesiintymät, säästöpuuryhmäehdotukset, suojavyöhykkeet, ajouraehdotukset ja työturvallisuuskohteet. Karttamerkkien ymmärrettävyys on keskeistä: merkkejä ei saa olla liikaa ja niiden pitää olla yksiselitteisiä ja havainnollisia käyttäjälle. Erityyppiset korjuun ulkopuolelle jätettävät no go -alueet voidaan hyvin kuvata yhdellä tai muutamalla karttamerkillä ja kohteen lisätiedoissa kuvata tarkemmin kohteen ominaisuuksia ja työohjeita. Tavoitteena on kuljettajien työn helpottaminen, karttasovellusten käytettävyyden parantaminen ja virhetilanteiden estäminen. Karttamerkintätietoja tarvitaan metsäkoneen karttaohjelmistossa myös tukemaan tarkkuuspaikannukseen perustuvia toimintoja. Ehdotus karttamerkkien ryhmittelyksi on kuvassa 10.

Karttamerkkejä joudutaan konvertoimaan järjestelmien välillä, koska mm. metsäyhtiöillä on omat karttamerkkikirjastonsa, joita voidaan käyttää sen muissa paikkatietojärjestelmissä. Karttamerkkien konversioiden tulisi perustua yhteiseen määrittelyyn, esimerkiksi metsätietostandardin koodistoon. Karttamerkin tyyppi (piste, viiva, alue) ja esitystapa (väri, symboli) tulisi myös yhtenäistää.



Kuva 10. Alustava ehdotus karttamerkkien ryhmittelyksi.

Ajouraverkoston ennakkosuunnittelun työkalu ja suunnitelmakarttojen vienti puunkorjuun sovelluksiin

Ajourasuunnittelun ja lähikuljetuksen toteutuksen tavoitetilana on, että hakkuukoneenkuljettaja saa jo ennen hakkuuta ehdotuksen kohteelle toteutettavasta ajouraverkostosta. Erityisesti ensiharvennuskohdeilla hyvin toteutetut ajouraverkostot ovat puunkorjuun laadun keskeinen tekijä. Kestotäsmä -hankkeen työpaketissa 2 on kehitetty pilottiversio automaattisesta ajouraverkoston laskentamenetelmä MoniURA:sta, jolla voidaan suunnitella ehdotus ensiharvennuskohteen koko ajouraverkostosta ennen korjuuta. Menetelmä tuottaa optimoidun ajouraehdotuksen huomioiden maaston korkeuden, korjuukelpoisuuden, luonnon monimuotoisuuspiirteiden ja puuston vaihtelun korjuukohteella. Korjuuolosuhteiden lisäksi harvennusalueen muoto, koko, ajotapa ja poistuman tiheyden säätely vaikuttavat ajouraverkoston rakenteeseen ja sijoittamiseen.

Menetelmän kehitystyötä jatketaan Metsätehossa ja tavoitteena on tuottaa operatiiviseen käyttöön soveltuva laskentatyökalu. Vaihtoehtoina on, että työkalu toteutetaan toimijoille avoimena laskentapalveluna tai että se integroidaan joko metsäyhtiöiden puunhankinnan järjestelmiin tai

korjuuyrittäjien toiminnanohjausjärjestelmiin (WoodForce ym.). Toimintamallina olisi, että leimikon suunnittelija tekee ajourasuunnittelun muun ennakko- tai työmaasuunnittelun yhteydessä ja ajouraehdotus siirretään karttatasona hakkuukoneen karttasovellukseen. Muutokset olosuhteissa tai korjuun toteutuksessa pitäisi kuitenkin ottaa huomioon, jolloin olisi mahdollistettava ajouraehdotuksen teko myös ns. lennosta. Rajapinnat ja tiedonsiirtotapa suunnitteluovelluksesta korjuun toiminnanohjausjärjestelmiin ja hakkuukoneiden karttasovelluksiin on määritettävä.

Puunkorjuun laadun omavalvonnan menetelmät ja aineistot

Korjuun laadunseurannassa ja talousmetsän luonnonhoidon todentamisessa tavoitteena on mahdollisimman pitkälle automatisoitu tiedontuotantoketju, jolla operaatioista saadaan kattavaa, objektiivista ja yhteismitallista tietoa. Omavalvonnan ja todentamisen menetelmissä on mahdollista yhdistää metsävaratietoa, kaukokartoituksella tuotettua puustotietoa sekä toiminnanohjauksen ja metsäkoneiden tietojärjestelmillä tuotettua tietoa. Metsäyhtiöissä korjuun laadun omavalvonnan, korjuutyön loppukatselmuksen ja muun raportoinnin käytännöt ja ohjeet sekä korjuuyrittäjien palvelusopimuksiin kuuluvat velvoitteet voivat vaihdella. Yrittäjän tehtäviin voi kuulua korjuu- ja luontolaadun mittauksia, jotka voitaisiin tulevaisuudessa korvata ainakin jäävän puuston ja säästöpuiden mittausten osalta hakkuukonetiedon ja muiden puustoa kuvaavien tietolähteiden käytöllä.

Metsätehossa on kehitetty menetelmä ja laskentapalvelu (SPAH), jolla hakkuukoneiden hpr-tiedostojen sijaintitietojen paikkatietoprosessoinnin avulla muodostetaan käsiteltyjen alueiden rajaukset, pinta-alat ja ajouraverkostot tunnuslukuineen. Hakkuukoneen tarkkuuspaikannus parantaa menetelmän luotettavuutta ja alueiden rajauksien tarkkuutta. Hakkuulaitteen sijaintien perusteella muodostetaan poistumapuukartta, jota käytetään aluerajauksiin ja ajourien muodostukseen sekä voidaan käyttää sellaisenaan muihin sovelluksiin. Menetelmän tuottamien käsittelyalueiden rajausten avulla voidaan mm. todentaa luontokohteiden ja vesistöjen suojavyöhykkeiden säilyminen. Runkotason toteumatiedon avulla voidaan estimoida ensiharvennuksilla jäävää puustoa tunnistamalla ajouralta kaadetut puut. Jäävän puuston estimointimenetelmän kehittämistä jatketaan Metsätehossa.

Ajouraverkostojen tuottaminen perustuu hakkuukoneen sijainteihin ja niistä muodostettaviin ajouraviivoihin ja niiden yhdistämiseen paikkatietoprosessoinnilla. Tunnuslukuina voidaan laskea ajouratiheys (m/ha), keskimääräinen uraväli sekä uravälijakauman keskihajonta ja moodi. SPAH -laskentamenetelmään perustuen on Metsätehossa kehitetty myös automaattinen ajouraverkoston laadunseurannan menetelmä (AATU). Sen tarkoituksena on tunnistaa automaattisesti sellaisia ensiharvennuskohteita, joille toteutettu ajouraverkosto mahdollisesti poikkeaa metsänhoidon suosituksista. Poikkeavia korjuukohteita haetaan ajouraverkostojen tunnuslukujen perusteella. Poikkeamien syiden tunnistuksessa käytetään avoimia paikkatietoaineistoja. Tehdyssä pilotoinnissa selittävinä tekijöinä olivat useimmin maaston korkeuserot sekä ojat. Myös mm. korjuukohteen aluerajauksen geometria eli muoto ja koko selittivät poikkeamia. Maasto-olosuhteet voivat rajoittaa merkittävästi ajourien sijoittamista kohteelle. Tällöin suosituksista poikkeava ajouraverkosto on perusteltavissa.

SPAH- ja AATU-menetelmät ovat pilotoitavissa ja otettavissa käyttöön metsäyhtiöiden puunkorjuun järjestelmissä. Selvitettävänä on myös erillisen laskentapalvelun toteutus. Kehittämistiekartalla tavoitteena on yhdenmukainen toimintamalli ajouratunnusten sisällyttämiseksi korjuujäljen seurantaan ja palautteeksi korjuuyrittäjälle ja siinä mahdollisesti tarvittavat raportointisovellukset tai -kanavat. Ajouraverkostotietojen toimittaminen myös metsänomistajalle olisi mahdollista, mikäli tiedoille nähdään käyttömahdollisuuksia metsävaratietojen ylläpidossa ja seuraavien toimenpiteiden suunnittelussa.

4.4 Metsänhoitotöiden suunnittelu, toiminnanohjaus ja laadun seuranta

Kasvupaikan ja olosuhteiden mukainen metsänuudistamisen pienkuviointi

Metsänuudistamisen suunnitteluun esitetään kehitettäväksi työkalu pienkuviointiin ja maanmuokkauksen suojavyöhykkeiden rajaamiseen. Tavoitteena on, että maanmuokkaus ja puulajivalinta voitaisiin suunnitella kuviotasoa tarkemman olosuhdetiedon perusteella ja että suunnittelussa otettaisiin nykyistä paremmin huomioon käsittelyn vaikutukset ja riskit vesistöihin sekä taimikon kehitykseen vaikuttavat tekijät. Tarkoituksena on käyttää kasvupaikkaa, boniteettiä, maaperää ja sen kosteuden vaihtelua, maastoa, monimuotoisuutta, eroosioherkkyyttä ja tuhoriskejä kuvaavia paikkatietoaineistoja. Hakkuukonetiedosta voidaan prosessoida aiemman puusukupolven eri puulajien kasvupaikat kuvaamaan boniteetin vaihtelua sekä juurikäävän esiintymispaikat. Hakkuukonetietoon voidaan yhdistää myös kaukokartoituksesta saatavaa kasvupaikkatietoa. Työkaluun voidaan myös yhdistää malleja taimikon kasvun ja taimikonhoitotarpeen ennakkointiin. Suunnittelualueen rajausta pitäisi voida tehdä metsikkökuvioon tai toteutuneeseen päätehakkuukuvioon perustuen. Aluerajaus voidaan muodostaa hakkuukoneen hpr-tiedoista tai saada Metsäkeskuksen Kaato -palvelusta palautuneesta kuviotiedosta. Haasteena on, että uudistamistapa valitaan ja taimitilaus tehdään yleensä jo puukaupan yhteydessä, jolloin hakkuun yhteydessä kertyvä tieto tulee myöhäisessä vaiheessa tai aikaikkuna on ainakin hyvin tiukka. Toimijoilla tulisi olla valmiutta uudenlaiseen toimintatapaan, joka ei olisi niin suoraviivainen kuin nykyään. Uudella toimintatavalla olisi vaikutusta myös taimituotantoon ja taimien saatavuuden varmistamiseen ja toisaalta siihen, että taimia ei tuotettaisi liikaa.

Toimintaperiaatteiltaan metsänuudistamisen suunnittelun työkalu voisi olla samankaltainen kuin säästöpuu- tai suojakaistatyökalu (ks. luku 4.5). Vaihtoehtoina ovat toimijoiden yhteiskäytössä oleva laskentapalvelu ja siihen tehtävät rajapintakyselyt tai työkalun integrointi toimijoiden metsätalouden suunnittelujärjestelmiin. Laskennan pitää olla ohjattavissa käyttäjän tekemillä asetuksilla ja siihen pitää olla mahdollista käyttää käyttäjän omia kuviotietoja. Työkalun tulisi tuottaa työmaakartta, joka on vietävissä toiminnanohjausjärjestelmiin. Siinä tulisi olla uudistusalueen pienkuvioinnin rajaukset, niiden olosuhdetiedot sekä käsittelyohjeet. Hankkeessa tuli esille myös tarve tutkia ja kehittää pienkuviointia ja olosuhteiden mukaisia suojavyöhykkeitä huomioivia laskentamalleja taimikon alkukehityksen, havupuutaimikoiden vesakoitumisen todennäköisyyden, taimikkotuho-riskien ja vesistövaikutusten ennustamiseen.

Luonnonvarakeskus on kehittänyt TyviTuho -hankkeessa kuusen juurikäävän vaivaaman metsikön uudistamisen mikrokuviointi- ja optimointimenetelmän. Se on toteutettu avoimena lähdekoodina ja on metsäalan toimijoiden avoimesti hyödynnettävissä. Tavoitteena on ollut, että juurikäävän esiintymispaikoista saataisiin tieto metsänomistajille ja että ne uudistettaisiin mahdollisuuksien mukaan muilla puulajeilla kuin kuusella. Menetelmän soveltaminen edellyttää, että hakkuukoneen hpr-tiedostojen puukohtaisista katkonta- ja sijaintitiedoista on muodostettu juurikäävän esiintymispaikat mikrokuvioiksi. Menetelmä antaa käyttäjälle uudistamissuunnitelmat erikseen talous- ja hiilensidontatuloksen suhteen, joten käyttäjä voi valita vaihtoehdoisen metsikön uudistamis- ja kasvatussuunnitelman. Mikrokuviointialgoritmi voitaisiin sisällyttää edellä kuvattuun työkaluun ja parametrisoida se käytännön suunnittelutarpeita tukevaksi.

Jos pienkuviointiin perustuva metsänuudistaminen yleistyy, on myös arvioitava, miten sitä tukeva tiedonhallinta järjestettäisiin metsävaratiedoissa, Metsään.fi- ja muissa palveluissa sekä toimijoiden tietojärjestelmissä. Varsinaisia metsävarakuviota ei pienkuvioista ole järkevää tehdä, sillä ne eivät ole pysyviä toimenpideyksiköitä, niiden koko voi jäädä liian pieneksi, eikä rajauskaan välttämättä ole selvä etenkin sekaviljelykohteilla. Toiminnanohjausjärjestelmistä olisi mahdollista saada pienkuviotiedot (rajat ja toteutustiedot) toimijan tietojärjestelmään, josta ne voitaisiin antaa karttamuotoisena metsänomistajalle. Mikäli löytyy toteuttamiskelpoinen tapa viedä pienkuvioita

koskevat tiedot varsinaisen metsikkökuvion lisätiedoiksi, niitä voitaisiin ylläpitää seuraavaan metsävaratietojen päivitysvaiheeseen asti tai metsänkäsittelyn historiatietoina pidemmänkin aikaa.

Taimikon hoitotarpeen arvioinnin menetelmät ja aineistot

Metsäkaksonen -hankkeessa tutkittua laser- ja ilmakuvapiirteiden ja maastokoealojen perusteella tehtävää suoratulkintamenetelmää varttuneen taimikon hoitotarpeen arviointiin tulisi jatkokehittää ja pilotoida. Laserkeilausinventoinnin pitkä kierto on kuitenkin käytännön soveltamisen kannalta rajoite, joten tulkinnessa käytettävien aineistojen pitäisi olla koko maasta jatkuvasti saatavia. Taimikoissa puuston kehitys on nopeaa ja hoitotyön optimaalisen ajankohdan määrittäminen voi olla epävarmaa, jos käytettävissä oleva tieto on vanhaa. Maastoresoluutioltaan tarkat satelliittikuvat yhdistettynä ilmakuviin sekä tekoälypohjaiset tulkintamenetelmät ovat mielenkiintoinen vaihtoehto, mikäli kuva-aineistojen hinnat eivät nouse liian korkeiksi laajamittaiseen käyttöön. Maastokoealojen tarve ja hankintatapa voivat myös olla yksi menetelmän pullonkaula.

Mikäli suoratulkintamenetelmä osoittautuu luotettavaksi ja kustannustehokkaaksi, se tulisi tuoteistaa joko kaikkien metsätalouden toimijoiden yhteiskäyttöiseksi palveluksi tai Metsäkeskuksen sisäiseksi sovellukseksi kuitenkin niin, että tulokset olisivat avoimesti käytettävissä. Toimenpiteiden suunnittelua ja taimikonhoitokohteiden valintaa ajatellen oleellista olisi, että hoitotarpeen ennuste saataisiin riittävän ajoissa ja se olisi tarkka kohteen rajauksen osalta. Hoitotarvekohteet pitäisi muodostaa erillisinä pienkuvioina irrallaan metsävarakuviosta. Metsään.fi -palveluun ne voitaisiin viedä omaksi karttasokseen vuosittaisen aineistopäivityksen yhteydessä. Kasvumallipohjaista taimikonhoidon toimenpide-ehdotusta voitaisiin uudella menetelmällä näin tarkentaa ja kohdentaa se kuviolla paremmin. Jos menetelmästä tuoteistetaan kaupallinen sovellus tai palvelu, sen käyttö voisi olla kyselyrajapintoihin perustuvaa, jossa hoitotarvekohteiden haku tehtäisiin käyttäjän antamaan aluerajaukseen perustuen ja mahdollisesti käyttäjän asetuksilla.

4.5 Luonnonhoidon toimenpiteiden suunnittelu ja seuranta

Säästöpuutyökalu

Säästöpuuryhmien ennakkosuunnitteluun tarvitaan jatkossa paikkatietopohjainen työkalu tai suunnittelupalvelu, jossa metsävaratietoja ja muita paikkatietoja (mm. moni-indeksikarttoja) käytetään leimikon suunnittelija tai metsänomistaja saa automaattisesti ehdotuksen säästöpuuryhmiä. Ehdotukset voitaisiin tuottaa valmiiksi metsävaratietoihin omaksi kohdeluokakseen ja siirtää ne Metsään.fi -palveluun. Säästöpuuryhmät ovat jatkossa osa säästettyjen kohteiden aineistoa, jolloin säästöpuuryhmien rajaukset päivittyisivät toteutustiedon mukaisiksi ja poistuisivat ehdotuksista. Säästöpuuryhmäehdotukset olisi tarkoitus sisällyttää korjuulohkon tietoihin omina pienkuvioinaan tai pistemäisenä tietona sekä viedä ne paikkatietoaineistona hakkuukoneen karttasovellukseen koneenkuljettajan nähtäväksi. Sovelluksessa voisi olla mahdollisuus tallentaa tieto jätettiinkö säästöpuuryhmä hakkaamatta tai mahdollisuus muuttaa ryhmän aluerajausta ja tallentaa jätettyjen säästöpuuiden lukumäärä puulajeittain.

ReTreeT -säästöpuutyökalun ensimmäinen versio testattiin Metsäkeskuksen, Helsingin yliopiston ja Metsätehon kesken vuosina 2020–2024 (Kesälä ym. 2025). Työkalua ei ole vielä tuoteistettu ja se vaatii jatkokehittämistä sekä testaamista. Kestotäsmä -hankkeen tietotarvekartoituksessa säästöpuutyökalun jatkokehitys ja laaja käyttöönotto nähtiinkin tärkeäksi kehittämiskohteeksi. Työkalun kehittämistä jatketaan Metsätehossa v. 2026 ja selvitetään sen implementoinnin ja tuoteistamisen vaihtoehtot. Siihen tulisi sisällyttää rajapintapalveluiden määrittelyt integrointeja varten. Mikäli päädytään toteuttamaan yksi yhteinen palvelu, toiminnallisuutena voisi olla säästöpuuryhmäehdotuksen teko käyttäjän tekemillä rajauksilla ja parametreilla tai valmiiksi tehtyjen ehdotusten kysely.

Suojakaistatyökalu

Metsälaki ei anna vesistöjen suojavyöhykkeille metrimääristä, kaikille samaa leveyttä. Sen sijaan laki edellyttää, että vesistöjen ja pienvesien ominaispiirteet säilytetään metsänkäsittelyssä. Metsälaki koskee vain erityisen tärkeitä elinympäristöjä, kuten purojen, lähteiden, norojen ja pienten lampien välittömiä lähiympäristöjä, ei kaikkia vesistöjä. Välittömän lähiympäristön rajausta täytyy tehdä tulkintasuosituksessa mainittua vähimmäisleveyttä laajemmaksi, kun kohteen metsälaissa mainittujen ominaispiirteiden säilyminen sitä vaatii. Pienvesikohteiden suojavyöhykkeiden leveyksistä ja metsänkäsittelystä määritetään myös PEFC- ja FSC-sertifioinneissa.

Suojakaistojen suunnitteluun ei ole ollut yleistä työkalua tai sovellusta. Kehittämisehdotuksiin onkin nostettu vaihtelevan levyisten suojavyöhykkeiden karttatasot tai niiden suunnitteluun käytettävän sovelluksen kehittäminen. Suojavyöhykkeet voitaisiin säästöpuuryhmäehdotusten tapaan sisällyttää korjuulohkon tietoihin omina alueinaan sekä viedä ne paikkatietoaineistona hakkuukoneen karttasovellukseen koneenkuljettajan nähtäväksi.

Luontolaadun todentaminen ja seuranta

Puunkorjuun luonnonhoidon toimien todentaminen ja seuranta metsäyhtiöissä on mahdollista toteuttaa hakkuukonetietoon ja korjuun omavalvonnan raportointiin perustuvana. Siinä voi olla mukana myös maastotarkastuksia, joita yhtiö tekee itse tai hankkii ne ostopalveluna ulkoiselta toimijalta. Hakkuukonekuviointimenetelmällä voidaan muodostaa heti korjuun päättymisen jälkeen hakatun alueen sekä korjuussa säästettyjen kohteiden rajat. Paikkatietoprosessoinnissa muodostuu pienialaisia kohteita, joilta puita ei ole syystä tai toisesta hakattu. Hakkuukonetiedosta ei suoraan voida päätellä minkä tyyppisestä kohteesta on kyse: se voi olla metsälaki- tai muu luontokohde, säästöpuuryhmä, vesistön suojavyöhyke, työturvallisuusriskikohde tai alue, jossa ei ole ollut mitään hakattavaa tai korjuuteknisistä syistä aluetta ei ole käsitelty. Säästetyn kohteen tyyppin tulkitsemiseksi tarvitaan siten muita paikkatietolähteitä, jotka metsäyhtiön tietojärjestelmissä yleisesti ovatkin olemassa. Tulkinnan paikkatietoprosessoinnissa kohteeseen yhdistetään tieto esimerkiksi no go -alueen tyyppistä tai hilamuotoisesta puustotiedosta. Tulkinta on siten pitkälle automatisoitavissa ja tuloksena syntyvät leimikko- tai lohkokohdaiset säästettyjen kohteiden tiedot voidaan viedä luontolaadun seuranta- ja raportointijärjestelmään. Koska menetelmä on kokonaisuudessaan monivaiheinen ja eri tietojärjestelmiä ja -lähteitä hyödyntävä, on se sovitettava jokaisen metsäyhtiön luontolaadun hallinnan toimintamalliin erikseen. Yhtä yleistä todentamiseen ja seurantaan käytettävää laskentapalvelua voi olla haasteellista rakentaa. Toimijakohtaisia ratkaisuja voidaan kuitenkin edistää ja tukea Metsäkeskuksen säästettyjen kohteiden tietojen tuotannolla ja niiden jakamisella metsätalouden toimijoille. Kehittämistavoitteena onkin Metsäkeskuksen Kaatopalvelun muutos säästettyjen kohteiden muodostusta varten ja hakkuukonetietojen laaja toimittaminen siihen.

Lahopuuston syntymistä edistävien toimenpiteiden osalta on mahdollista todentaa tekopötkkelöiden jättäminen käyttämällä siinä hakkuukoneen erikoismerkintäkoodia, jonka hakkuukoneenkuljettaja tallentaa tekemälleen tekopötkkelörungolle. Tekopötkkelömerkinnät on suunniteltu vietäväksi WoodForcessa karttanäkymään ja korjuun loppuraportointiin. Metsäyhtiön tietojärjestelmässä tekopötkkelötiedot voidaan purkaa hpr-tiedoista ja viedä niiden sijainti, puulaji ja kokotieto paikkatiedoksi. Tietoja voidaan yhdistää korjuussa jätettyjen säästöpuuiden tietoihin. Hakkuukoneen erikoismerkintäkoodeissa on varaus myös säästöpuu- tai säästöpuuryhmän omalle koodille. Koska yksittäistä säästöpuuta ei koneella käsitellä, ei sen erikoismerkinnän tallennus nykyisellä tavalla ole mahdollista. Säästöpuuryhmien rajauksessa erikoismerkintäkoodia voitaisiin kuitenkin käyttää merkitsemällä sillä yksi tai useampi säästöpuuryhmän ympäriltä kaadettu puu. Erikoismerkintäkoodien tallennus on jo nyt mahdollista hakkuukoneilla, mutta tietojen implementointia puunkorjuun järjestelmiin ei ole vielä tehty.

Kestotäsmä -hankkeessa on sivuttu myös luonnonhoitotietojen jakamista metsänomistajalle erityisesti tietojen käyttöoikeuksien ja jakamisen pelisääntöjen osalta. Samoin on käsitelty toimintamallia luontolaatutietojen kokoamiseksi toimijoilta alueelliseen metsäsertifiointin seurantaan. Metsäyhtiöt ovat arvioineet, että valtakunnallista luontolaadun seurantajärjestelmää ei tule rakentaa, mutta luontolaadun seurannassa mitattaville tunnuksille ja sitä kautta luontolaatutiedon yhtenäistämiseksi on tarvetta. Luontolaatutietojen jakaminen on mahdollista toteuttaa sopimuspohjaisesti ja siihen tarvitaan yhteisesti hyväksytyt periaatteet ja käytänteet.

Lähdekirjallisuus

Faitli T, Hyyppä E, Hyyti H, Hakala T, Kaartinen H, Kukko A, Muhojoki J, Hyyppä J (2024). Integration of a Mobile Laser Scanning System with a Forest Harvester for Accurate Localization and Tree Stem Measurements. *Remote Sens.* 16(17), 3292.

Hakala M, Riekkilä K, Ovaskainen H, Melkas T (2021). Hakkuukonetiedon hyödyntäminen kuviorajauksessa ja ajouratunnusten laskennassa. Metsätehon tuloskalvosarja 4/2021. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja-2021-04-Hakkuukonetiedon-hyodyntaminen-kuviorajauksessa.pdf>

Holmström E, Räsänen T, Höglund H, Honkaniemi J, Suvanto S, Hantula J, Piri T, Ahtikoski A, Lehtonen A, Heikkinen J, Rajala T, Riekkilä K, Sorsa J-A, Kokkonen J, Peltoniemi M (2024). Juurikäävän aiheuttaman tyvilahon riskikartoitus Suomessa ja täsmätorjunta metsikkötasolla (Tyvi-Tuho). Loppuraportti. Maa- ja metsätalousministeriö. [Loppuraportti+Juurikäävän+aiheuttaman+tyvituhon+riskikartoitus+Suomessa+ja+täsmätorjunta+metsikkötasolla+TYVITUHO+.PDF.pdf](https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2024/01/Loppuraportti+Juurikäävän+aiheuttaman+tyvituhon+riskikartoitus+Suomessa+ja+täsmätorjunta+metsikkötasolla+TYVITUHO+.PDF.pdf)

Holvoet J, Eichhorn M, Giannetti F, Kükenbrink D, Liang X, Mokros M, Novotný J, Pitkänen T, Puliti S, Skudnik M, Sterenczak K, Terryn L, Vega C, Torresan C (2025). Terrestrial and mobile laser scanning for national forest inventories: From theory to implementation. *Remote Sensing of Environment*. Volume 329.

Huikuri T (2024). Metsäammattilaisen pienvesiöopas. Tapion raportteja nro 77. <https://metsateho.fi/wp-content/uploads/2025/01/Metsaammattilaisen-pienvesiopa.pdf>

Hänninen H, Valonen M, Haltia E (2020). Metsänomistajat palveluiden käyttäjinä. Metsänomistaja 2020-tutkimuksen tuloksia. Luonnonvarakeskus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 63/2020.

Kangas J (2024) Metsäpalvelut metsänomistajille Suomessa: Nykytila ja kehittäminen. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2024:32. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-366-865-2>

Kärhä K, Kaartinen H, Backas J, Honkanen H, Hyyppä J, Hyyti H, Kankare V, Kinnunen V, Kukko A, Kymäläinen H, Laitinen J, Lopatin E, Pohjala J, Uro T, Vähä-Konka V, Väätäinen K (2025). Metsäkonetiedon ja -sensoreiden Tiekartta 2035 -visio. IlmoStar-hankkeen tulevaisuusraportti. Publications of the University of Eastern Finland, Reports and Studies in Science, Forestry and Technology, No 10

Lajiturva-hanke (2021). Uhanalaisten lajien turvaaminen metsätaloudessa. Tapion julkaisu. https://tapio.fi/wp-content/uploads/2021/08/Lajiturva_opas_2021.pdf

Malm M, Riekkilä K, Strandström M, Malinen J (2025). Moni-indeksi – Täsmämetsän- ja täsmäluonnonhoidon monimuotoisuusindeksointi puunkorjuun suunnittelun tueksi. Metsätehon tuloskalvosarja 10/2025. <https://www.metsateho.fi/moni-indeksi-tasmametsan-ja-tasmaluonnonhoidon-monimuotoisuusindeksointi-puunkorjuun-suunnittelun-tueksi-2/>

Melkas T, Riekkilä K, Sorsa J-A (2020). Automated Method for Delineating Harvested Stands Based on Harvester Location Data. *Remote Sensing*. 2020; 12(17):2754.

Mustola M., Melkas T., Riekkilä K. 2021. Hakkuukoneen tuottama toteumatieto monimuotoisuudelle arvokkaiden luontokohteiden säilymisen todentamisessa ja potentiaalisten kohteiden tunnistamisessa. Metsätehon tuloskalvosarja 6/2021. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja-2021-06-Hakkuukoneen-tuottama-toteumatieto-monimuotoisuudelle.pdf>

Riekkä K, Strandström M, Malinen J, Sorsa J-A (2023). Luontokohteiden säilymisen automaattinen todentaminen hakkuukonetiedosta. Metsätehon tulosalvosarja 3/2023. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja-2023-3-Luontokohteiden-tunnistuksen-automatisointi.pdf>

Seppälä P, Malinen J, Riekkä K, Ovaskainen H, Strandström M, Räsänen T, Poikela A, Sorsa J-A (2021). Metsätiedon palvelualusta puunkorjuun laadunhallinnassa ja talousmetsän luonnonhoidon todentamisessa. Metsäteho raportti 262. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Raportti-262-Metsätiedon-palvelualusta-puunkorjuun-laadunhallinnassa.pdf>

Sorsa J-A, Riekkä K, Malinen J (2025). Hakkuukonetietoihin perustuvien korjuun laadun laskentapalveluiden menetelmäkuvaukset: SPAH ja AATU. Metsätehon tulosalvosarja 15/2025. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja-15-2025-SPAH.pdf>

Ylä-Pöntinen J, Ovaskainen H, Tarvainen R, Riekkä K, Melkas T, Kärhä K, Malinen J (2025) Hakkuukoneen paikannuksen tarkkuus ja ajourapuuston hyödyntäminen lähtöpuuston määrittämisessä. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja-6-2025-Hakkuukoneen-paikannuksen-tarkkuus-.pdf>

Aineiston tunniste	Toimittaja tai jakelija	Aineiston nimi	Aineistoluokka	Aineiston tyyppi	Aineiston julkisuus	Hinnoittelu	Valmiusaste	Alueellinen kattavuus
SMK-1	Metsäkeskus	Metsävarakuviot	Metsävarat ja puusto	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SMK-4	Metsäkeskus	Hila-aineisto	Metsävarat ja puusto	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Vaihtelee alueittain
SMK-5	Metsäkeskus	Latvusmallit	Metsävarat ja puusto	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Vaihtelee vuosittain riippuen laserkeilauksesta
SMK-6	Metsäkeskus	Metsämaski	Metsävarat ja puusto	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SMK-7	Metsäkeskus	Puustomaski	Metsävarat ja puusto	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Manner-Suomi
SMK-11	Metsäkeskus	Inventointikoealat	Metsävarat ja puusto	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa inventointi-alueittain
SMK-12	Metsäkeskus	Kaukokartoituskoalat	Metsävarat ja puusto	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa inventointi-alueittain
SYKE-10	Suomen ympäristökeskus	Lehtojensuojeluohjelman inventointiaineisto	Metsävarat ja puusto	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SYKE-21	Suomen ympäristökeskus	Corine maanpeite 2018	Metsävarat ja puusto	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
Metsäyhtiö-11	Metsäteollisuus ry ja Sahateollisuus ry	HCV -aineisto	Metsävarat ja puusto	Paikkatietoaineisto	Rajoitettu	Ei kaupallinen	Valmis	Koko maa
SITOWISE-2	Sitowise Oy	Smartlas Metsähakkuiden ja myrskytuhojen seuranta	Metsävarat ja puusto	Paikkatietoaineisto	Kaupallinen	Maksullinen		
LUKE-5	Luonnonvarakeskus	MVMI-tulokset 2021	Metsävarat ja puusto	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SMK-32	Metsäkeskus	Kuolleet puut	Metsävarat ja puusto	Paikkatietoaineisto	Rajoitettu	Ei tiedossa	Valmistuu 2025	Ei tiedossa
SMK-35	Metsäkeskus	Kaato -palvelun hakkuukuviot	Metsävarat ja puusto	Paikkatietoaineisto	Rajoitettu	Maksuton	Valmis	Koko maa rajoitetusti
SMK-27	Metsäkeskus	Metsään.fi	Metsävarat ja puusto	Tietojärjestelmä tai sovellus (paikkatietoa)	Rajoitettu	Maksuton	Valmis	Koko maa
MMML-11	Maanmittauslaitos	Metsäkanta	Metsävarat ja puusto	Karttapalvelu (ei jaettava aineistoa)	Rajoitettu	Ei kaupallinen	Kehitysvaiheessa	Koko maa rajoitetusti
TAPIO-1	Tapio	Metsänhoidon suositukset	Metsävarat ja puusto	Muu	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
TAPIO-2	Tapio	Harvennusmallit	Metsävarat ja puusto	Muu	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SMK-2	Metsäkeskus	Elinympäristökuviot	Elinympäristö ja luonnonhoito	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Kunta- ja maakuntataso
SMK-3	Metsäkeskus	Säästetyt kohteet	Elinympäristö ja luonnonhoito	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Kehitysvaiheessa	
SYKE-7	Suomen ympäristökeskus	Luontotyypit: metsien erikoistyyppit	Elinympäristö ja luonnonhoito	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SYKE-8	Suomen ympäristökeskus	Luonnonmuistomerkit	Elinympäristö ja luonnonhoito	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SYKE-11	Suomen ympäristökeskus	Serpentiinikalliot ja -kivikot	Elinympäristö ja luonnonhoito	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SYKE-12	Suomen ympäristökeskus	Perinnebiotoopit	Elinympäristö ja luonnonhoito	Viranomaisaineisto	Ei julkinen	Maksuton	Valmis	Koko maa
SYKE-15	Suomen ympäristökeskus	Valtakunnallisesti arvokkaat tuuli- ja rantakerrostumat	Elinympäristö ja luonnonhoito	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa, pois lukien Ahvenanmaa ja rannikon tietön saaristo
SYKE-16	Suomen ympäristökeskus	Valtakunnallisesti arvokkaat moreenimuodostumat	Elinympäristö ja luonnonhoito	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa, pois lukien Ahvenanmaa, saaret ja luonnonsuojelualueet

Aineiston tunniste	Toimittaja tai jakelija	Aineiston nimi	Aineistoluokka	Aineiston tyyppi	Aineiston julkisuus	Hinnoittelu	Valmiusaste	Alueellinen kattavuus
SYKE-17	Suomen ympäristö-keskus	Valtakunnallisesti arvokkaat kivikot	Elinympäristö ja luonnonhoito	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa, pois lukien Ahvenanmaa ja rannikon tietön saaristo
SYKE-18	Suomen ympäristö-keskus	Valtakunnallisesti arvokkaat kallioalueet	Elinympäristö ja luonnonhoito	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Maakunnittain, ei kattava
SYKE-19	Suomen ympäristö-keskus	Valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet	Elinympäristö ja luonnonhoito	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SYKE-20	Suomen ympäristö-keskus	Kasvillisuuden rakenteellisuuden aineistot (FEO)	Elinympäristö ja luonnonhoito	Paikkatietoaineisto	Ei julkinen	Ei kaupallinen	Kesken	Kattaa muutaman laserkeilatun tuotantoalueen
SYKE-22	Suomen ympäristö-keskus	Potentiaalisen tulvametsän tai metsäluhdan esiintymistodennäköisyys 2023	Elinympäristö ja luonnonhoito	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SYKE-25	Suomen ympäristö-keskus	Monimuotoisuudelle tärkeät metsäalueet 2018 (Zonation)	Elinympäristö ja luonnonhoito	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa pl. Ahvenanmaa
SITOWISE-1	Sitowise Oy	Smartlas Metsien monimuotoisuusindeksi	Elinympäristö ja luonnonhoito	Paikkatietoaineisto	Kaupallinen	Maksullinen		
MUSEO-1	Museovirasto	Muinaisjäänneökset ja kulttuuriperintökohteet	Elinympäristö ja luonnonhoito	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Manner-Suomi
SYKE-34	Suomen ympäristö-keskus	Virtavesien lohikalakannat	Elinympäristö ja luonnonhoito	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
Metsäyhtiö-13	Metsäyhtiö tai muu puun ostaja	Metsäyhtiön elinympäristökuviot	Elinympäristö ja luonnonhoito	Paikkatietoaineisto	Yksityinen	Ei kaupallinen		
SMK-21	Metsäkeskus	Luonnonhoidon paikkatietoaineistot	Elinympäristö ja luonnonhoito	Karttapalvelu (ei jaettava aineistoa)	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SMK-22	Metsäkeskus	Säästöpuutyökalu	Elinympäristö ja luonnonhoito	Geoprosessointipalvelu	Ei käytettävissä tällä hetkellä	Maksuton	Kehitysvaiheessa	Aineistojen mukaan
SMK-23	Metsäkeskus	Suojakaistatyökalu	Elinympäristö ja luonnonhoito	Geoprosessointipalvelu	Avoin	Maksuton	Kehitystä ei ole aloitettu	Aineistojen mukaan
SMK-24	Metsäkeskus	Valuma-alueen määrittäytökalu	Elinympäristö ja luonnonhoito	Geoprosessointipalvelu	Avoin	Maksuton	Metsäkeskus lopettaa työkalun ylläpidon	Koko maa
SMK-34	Metsäkeskus	Jyrkänneviivat	Elinympäristö ja luonnonhoito	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Lähes valmis	Koko maa lukuunottamatta pohjoisinta Lappia
Metsäteho-3	Metsäteho	PEFC bufferit	Luonnonhoito	Paikkatietoaineisto	Rajoitettu	Ei kaupallinen	Valmis	Koko maa
SYKE-32	Suomen ympäristö-keskus	Metsätaloudelle herkat vesistöt	Luonnonhoito	Paikkatietoaineisto	Rajoitettu	Maksuton	Valmis	Koko maa
SYKE-33	Suomen ympäristö-keskus	Pienten virtavesien luonnontilan muuttuneisuus	Luonnonhoito	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
ELY-1	ELY-keskus	Ilmoitusalueet	Luonnonhoito	Viranomaisaineisto	Ei julkinen	Ei kaupallinen	Valmis	Koko maa
SYKE-2	Suomen ympäristö-keskus	Natura2000 alueet	Suojelualueet	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Manner-Suomi
SYKE-3	Suomen ympäristö-keskus	Luonnonsuojelu- ja erämaa-alueet	Suojelualueet	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SYKE-4	Suomen ympäristö-keskus	Maisemanhoitoalueet	Suojelualueet	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Perustetut alueet
SYKE-9	Suomen ympäristö-keskus	Luonnonsuojeluohjelma-alueet	Suojelualueet	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Manner-Suomi

Aineiston tunniste	Toimittaja tai jakelija	Aineiston nimi	Aineistoluokka	Aineiston tyyppi	Aineiston julkisuus	Hinnoittelu	Valmiusaste	Alueellinen kattavuus
SYKE-14	Suomen ympäristökeskus	Valtion muut suojelualueet	Suojelualueet	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SYKE-23	Suomen ympäristökeskus	Luonnonsuojelu yksityismailla	Suojelualueet	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
Metsäyhtiö-14	Metsäyhtiö tai muu puun ostaja	FSC:n metsätalouskäytön ulkopuolella olevat tai rajatun käytön alueet	Suojelualueet	Paikkatietoaineisto	Yksityinen	Ei kaupallinen		
LTK-1	Lajitietokeskus	Laji.fi -portaalin avoimet lajihavainnot	Lajitiedot	Paikkatietoaineisto	Rajoitettu	Maksuton	Kehitysvaiheessa	Koko maa
LTK-2	Lajitietokeskus	Laji.fi -portaalin sensitiiviset lajihavainnot	Lajitiedot	Viranomaisaineisto	Rajoitettu	Ei kaupallinen	Kehitysvaiheessa	Koko maa?
LTK-3	Lajitietokeskus	Liito-oravan elinympäristön ennustekartat	Lajitiedot	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa?
LTK-4	Lajitietokeskus	Otso-metsätalousrajaukset	Lajitiedot	Paikkatietoaineisto	Rajoitettu	Maksuton	Valmis	Koko maa? Vain yksityismaat
SMK-8	Metsäkeskus	Korjuukelpoisuus	Maasto, maaperä ja olosuhteet	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Manner-Suomi, vaihtelee keilausalueittain
MML-1	Maanmittauslaitos	Maastotietokanta	Maasto, maaperä ja olosuhteet	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
MML-5	Maanmittauslaitos	Korkeusmalli 2 m	Maasto, maaperä ja olosuhteet	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SYKE-5	Suomen ympäristökeskus	Ranta10	Maasto, maaperä ja olosuhteet	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SYKE-6	Suomen ympäristökeskus	Pohjavesialueet	Maasto, maaperä ja olosuhteet	Paikkatietoaineisto	Rajoitettu	Maksuton	Valmis	Koko maa
SYKE-24	Suomen ympäristökeskus	DTW kosteusindeksimosaiikit	Maasto, maaperä ja olosuhteet	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
GTK-1	Geologian tutkimuskeskus	Suotyyypit ja turvekankaat	Maasto, maaperä ja olosuhteet	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
GTK-2	Geologian tutkimuskeskus	Soiden ja turvemaiden ravinteisuustaso	Maasto, maaperä ja olosuhteet	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
GTK-3	Geologian tutkimuskeskus	Happamat sulfaattimaat	Maasto, maaperä ja olosuhteet	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
GTK-4	Geologian tutkimuskeskus	Maaperä 1:20 000/1:50 000	Maasto, maaperä ja olosuhteet	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Kattaa n. 37 % Suomen pinta-alasta
SYKE-26	Suomen ympäristökeskus	Valuma-aluejako	Maasto, maaperä ja olosuhteet	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SYKE-27	Suomen ympäristökeskus	Pohjaveden seurantapaikat	Maasto, maaperä ja olosuhteet	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SYKE-28	Suomen ympäristökeskus	Sademäärä (vesi.fi)	Maasto, maaperä ja olosuhteet	Karttapalvelu (ei jaettava aineistoa)	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SYKE-29	Suomen ympäristökeskus	Maankosteus (vesi.fi)	Maasto, maaperä ja olosuhteet	Karttapalvelu (ei jaettava aineistoa)	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SYKE-30	Suomen ympäristökeskus	Lumen syvyys (vesi.fi)	Maasto, maaperä ja olosuhteet	Karttapalvelu (ei jaettava aineistoa)	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SYKE-31	Suomen ympäristökeskus	Routa (vesi.fi)	Maasto, maaperä ja olosuhteet	Karttapalvelu (ei jaettava aineistoa)	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SMK-29	Metsäkeskus	RUSLE eroosiomalli	Maasto, maaperä ja olosuhteet	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa

Aineiston tunniste	Toimittaja tai jakelija	Aineiston nimi	Aineistoluokka	Aineiston tyyppi	Aineiston julkisuus	Hinnoittelu	Valmiusaste	Alueellinen kattavuus
SMK-30	Metsäkeskus	2 m - 10 m virtausverkko	Maasto, maaperä ja olosuhteet	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
MLL-10	Maanmittauslaitos	Maastokartta	Maasto, maaperä ja olosuhteet	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
IL-1	Ilmatieteen laitos	Harvester Seasons	Maasto, maaperä ja olosuhteet	Karttapalvelu (ei jaettava aineistoa)	Avoin	Maksuton	Kehitysvaiheessa	Koko maa
IL-2	Ilmatieteen laitos	Säähavainnot	Maasto, maaperä ja olosuhteet	Säähavaintoaineisto	Kaupallinen	Maksullinen	Valmis	Koko maa
Ruokavirasto-1	Ruokavirasto	Riistavahingot	Metsätuhot	Rekisteri	Rajoitettu	Maksuton	Ei tiedossa	Ei tiedossa
SMK-13	Metsäkeskus	Kirjanpajajärjestykset	Metsätuhot	Karttapalvelu (ei jaettava aineistoa)	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SMK-14	Metsäkeskus	Metsätuhohakkuut	Metsätuhot	Karttapalvelu (ei jaettava aineistoa)	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SMK-15	Metsäkeskus	Hirvieläinvahinkoarviot	Metsätuhot	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SMK-16	Metsäkeskus	Hirvieläinvahinkoraportit	Metsätuhot	Karttapalvelu (ei jaettava aineistoa)	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
LUKE-1	Luonnonvarakeskus	Kirjanpajajärjestykset	Metsätuhot	Karttapalvelu (ei jaettava aineistoa)	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
LUKE-2	Luonnonvarakeskus	Tuuliturvotus	Metsätuhot	Karttapalvelu (ei jaettava aineistoa)	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
LUKE-3	Luonnonvarakeskus	Lumiturvotus	Metsätuhot	Karttapalvelu (ei jaettava aineistoa)	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
LUKE-4	Luonnonvarakeskus	Kuusen lahoerot	Metsätuhot	Karttapalvelu (ei jaettava aineistoa)	Avoin	Maksuton	Valmis	Etelä-Suomi (kartan peittävyysalue)
SITOWISE-3	Sitowise Oy	Smartlas Metsien terveysriskien seuranta	Metsätuhot	Paikkatietoaineisto	Kaupallinen	Maksullinen		
MUU-1	Eri toimittajat	Ilmakuvat, droni	Kauko- ja lähikartoitus	Kaukokartoitusaineisto	Kaupallinen tai yksityinen	Maksullinen	Valmis	Kuvasuuren mukaan (yleensä pieni, esim. kuva)
MUU-2	Eri toimittajat	Ilmakuvat, muut alustat	Kauko- ja lähikartoitus	Kaukokartoitusaineisto	Julkinen, kaupallinen tai yksityinen	Maksuton, maksullinen	Valmis	Kuvasuuren mukaan
MUU-3	Eri toimittajat	Ortoilmakuvat	Kauko- ja lähikartoitus	Kaukokartoitusaineisto	Julkinen, kaupallinen tai yksityinen	Maksullinen	Valmis	Kuvasuuren mukaan
MUU-4	Eri toimittajat	Hyperspekttriaineistot	Kauko- ja lähikartoitus	Kaukokartoitusaineisto	Kaupallinen tai yksityinen	Maksullinen	Kehitysvaiheessa	Kuvasuuren mukaan (yleensä pieni, esim. kuva)
MUU-5	Eri toimittajat	Ilmalaserkeilaus, 5p	Kauko- ja lähikartoitus	Kaukokartoitusaineisto	Julkinen tai yksityinen	Maksuton, maksullinen	Valmis	Keilausalueen mukainen
MUU-6	Eri toimittajat	Ilmalaserkeilaus, 20p	Kauko- ja lähikartoitus	Kaukokartoitusaineisto	Julkinen tai yksityinen	Maksullinen	Valmis, soveltaminen tutkimusasteella	Keilausalueen mukainen
MUU-7	Eri toimittajat	Monikanavakeilaus	Kauko- ja lähikartoitus	Kaukokartoitusaineisto	Kaupallinen tai yksityinen	Maksullinen	Valmis, soveltaminen kehitysasteella	Kuvasuuren mukaan
MUU-8	Eri toimittajat	Maastolaserkeilaus	Kauko- ja lähikartoitus	Kaukokartoitusaineisto	Yksityinen	Maksullinen	Valmis, soveltaminen tutkimusasteella	Pieni, yleensä koeala tai kuva

Aineiston tunniste	Toimittaja tai jakelija	Aineiston nimi	Aineistoluokka	Aineiston tyyppi	Aineiston julkisuus	Hinnoittelu	Valmiusaste	Alueellinen kattavuus
MUU-9	Eri toimittajat	Optiset satelliittikuvat	Kauko- ja lähikartoitus	Kaukokartoitusaineisto	Kaupallinen tai julkinen	Maksuton, maksullinen	Valmis	Kuvasalueen mukaan
MUU-10	Eri toimittajat	Tutkasatelliittikuvat (SAR)	Kauko- ja lähikartoitus	Kaukokartoitusaineisto	Kaupallinen	Maksullinen	Valmis, soveltaminen tutkimusasteella	Kuvasalueen mukaan
MUU-11	Eri toimittajat	Hyperspektrisatelliitti-aineistot	Kauko- ja lähikartoitus	Kaukokartoitusaineisto	Kaupallinen	Maksullinen	Kehitysvaiheessa	Kuvasalueen mukaan
MML-6	Maanmittauslaitos	Laserkeilausaineisto 5 p ja harvennettu aineisto 0,5 p/m2	Kauko- ja lähikartoitus	Paikkatietoaineisto	Julkinen	Maksuton	Valmis	Kansallisen laserkeilausohjelman kuvausten mukaan tuotantoalueittain.
MML-7	Maanmittauslaitos	Ilma- ja ortokuvat	Kauko- ja lähikartoitus	Kaukokartoitusaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Kuvasalueen mukaan, koko maa eri vuosien kuvauksina
MML-3	Maanmittauslaitos	KTJ / Kiinteistörekisterikartta	Kiinteistöt ja infra	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
MML-9	Maanmittauslaitos	Kiinteistötietopalvelu	Kiinteistöt ja infra	Paikkatietoaineisto	Julkinen	Maksullinen	Valmis	Valtakunnallinen
MML-2	Maanmittauslaitos	KTJ / Lainhuuto- ja kiinnitysrekisteri	Kiinteistöt ja infra	Rekisteri	Julkinen	Kiinteistötunnus ilmainen, muut tiedot maksullisia	Tiedon tulee olla rekisterissä	Koko maa
MML-4	Maanmittauslaitos	Kiinteistörekisterin rajapyykit ja laatu	Kiinteistöt ja infra	Rekisteri	Avoin	Maksullinen	Valmis	Koko maa
Traficom-1	Traficom	Sijaintitietopalvelu / sijaintiselvityspyyntöjen vastausjärjestelmä	Kiinteistöt ja infra	Viranomaisaineisto	Rajoitettu	Ei tiedossa	Sijaintitietopalvelua ei toteuteta alkuperäisen mallin mukaisena. Palvelu on käytössä aikaisintaan v. 2028.	Ei tule olemaan alueellisesti kattava
MML-8	Maanmittauslaitos	Hallinnolliset aluejaot	Hallinnolliset tiedot	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SYKE-1A	Suomen ympäristökeskus	Asemakaavoitettu alue	Maankäyttö	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa pl. Ahvenanmaa
SYKE-1B	Suomen ympäristökeskus	Asemakaava	Maankäyttö	Paikkatietoaineisto	Julkinen	Ei tiedossa	Ei tiedossa	
SYKE-1C	Suomen ympäristökeskus / Lounais-tieto	Maakuntakaavat	Maankäyttö	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Vaihtelee alueittain
SYKE-1D	Suomen ympäristökeskus	Yleiskaavapalvelun yleiskaavat	Maankäyttö	Paikkatietoaineisto	Rajoitettu	Rajapintapalvelu on maksullinen	Valmis	Koko maa pl. Ahvenanmaa
SYKE-1E	Suomen ympäristökeskus	Ranta-alueiden kaava	Maankäyttö	Paikkatietoaineisto	Ei tiedossa	Ei tiedossa	Ei tiedossa	25 % rantaviivasta
Ruokavirasto-2	Ruokavirasto	Maatalousmaa 2024	Maankäyttö	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SYKE-13	Suomen ympäristökeskus	Valtion retkeilyalueet	Metsien monikäyttö	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
Metsähallitus-1	Metsähallitus	Retkikartta	Metsien monikäyttö	Karttapalvelu (ei jaettava aineistoa)	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa

Aineiston tunniste	Toimittaja tai jakelija	Aineiston nimi	Aineistoluokka	Aineiston tyyppi	Aineiston julkisuus	Hinnoittelu	Valmiusaste	Alueellinen kattavuus
SMK-33	Metsäkeskus	Yksityisteiden kuntotiedot	Tiestö	Karttapalvelu (ei jaettavaa aineistoa)	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SMK-9	Metsäkeskus	Metsänkäyttöilmoitukset	Suunnittelu ja toimenpiteet	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SMK-10	Metsäkeskus	Kemera-aineistot	Suunnittelu ja toimenpiteet	Paikkatietoaineisto	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SITOWISE-4	Sitowise Oy	Smartlas Metsänhoitotarpeet liian tiheissä metsissä	Suunnittelu ja toimenpiteet	Paikkatietoaineisto	Kaupallinen	Maksullinen		
TERRAMONITOR-1	Terramonitor Oy	VESA-indeksi	Suunnittelu ja toimenpiteet	Paikkatietoaineisto	Kaupallinen	Maksullinen	Valmis	Koko maa
Metsäteho-1	Metsäteho	Moni-Indeksi -kartat	Suunnittelu ja toimenpiteet	Paikkatietoaineisto	Ei päätöstä	Ei päätöstä	Suunnittelussa	Koko maa
Metsäteho-2	Metsäteho	KOME -kohteet	Suunnittelu ja toimenpiteet	Paikkatietoaineisto	Rajoitettu	Ei kaupallinen	Valmis	Koko maa
SMK-31	Metsäkeskus	Metka-aineistot	Suunnittelu ja toimenpiteet	Paikkatietoaineisto	Ei saatavilla	Maksuton	Kesken/Ei julkaistu	Koko maa
Metsäyhtiö-2	Metsäyhtiö, metsänhoitoyhdistys tai muu toimija	Metsäsuunnitelma	Suunnittelu ja toimenpiteet	Tietojärjestelmä tai sovellus (paikkatietoa)	Yksityinen	Kaupallinen	Valmis	Tilakohtainen
Risutec-1	Risutec Oy	ASTA-järjestelmä	Suunnittelu ja toimenpiteet	Tietojärjestelmä tai sovellus (paikkatietoa)	Yksityinen	Ei kaupallinen	Valmis	Työkohtainen
SMK-28	Metsäyhtiö tai muu puun ostaja toimittajana	Metsänkäyttöilmoitus ja siihen liitetty viranomaisohjeet	Suunnittelu ja toimenpiteet	Viranomaisaineisto	Rajoitettu	Ei kaupallinen	Valmis	Koko maa
SMK-17	Metsäkeskus	Metsätyöt kartalla	Suunnittelu ja toimenpiteet	Karttapalvelu (ei jaettavaa aineistoa)	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SMK-18	Metsäkeskus	Taimikon varhaishoitokohteet	Suunnittelu ja toimenpiteet	Karttapalvelu (ei jaettavaa aineistoa)	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SMK-19	Metsäkeskus	Energiapuukohdekeskittymät	Suunnittelu ja toimenpiteet	Karttapalvelu (ei jaettavaa aineistoa)	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SMK-20	Metsäkeskus	Turvemaan tuhkalannoituskohteet	Suunnittelu ja toimenpiteet	Karttapalvelu (ei jaettavaa aineistoa)	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SMK-25	Metsäkeskus	Suometsänhoito	Suunnittelu ja toimenpiteet	Karttapalvelu (ei jaettavaa aineistoa)	Avoin	Maksuton	Valmis	Koko maa
SMK-26	Metsäkeskus	Ojaston kunnostus suojuksien läheisyydessä	Suunnittelu ja toimenpiteet	Karttapalvelu (ei jaettavaa aineistoa)	Avoin	Maksuton	Valmis	Ei kattava
Metsäyhtiö-1	Metsäyhtiö tai muu puun ostaja	Puukauppasopimus	Suunnittelu ja toimenpiteet	Liiketoiminnan aineisto	Yksityinen	Ei kaupallinen	Valmis	
Metsäyhtiö-16	Metsäyhtiö, metsänhoitoyhdistys tai muu toimija	Metsänhoitotyön sopimus	Suunnittelu ja toimenpiteet	Liiketoiminnan aineisto	Yksityinen	Ei kaupallinen	Valmis	Työkohtainen
Metsäyhtiö-17	Metsäyhtiö tai muu puun ostaja	Puukaupan mittaustodistus	Suunnittelu ja toimenpiteet	Liiketoiminnan aineisto	Yksityinen	Ei kaupallinen	Valmis	Metsäyhtiön toimialue
Kone-1	Metsäkonevalmistaja	Puutavarakasojen sijainnit	Metsäkonetiedot	Tietojärjestelmä tai sovellus (paikkatietoa)	Yksityinen	Ei kaupallinen	Kehitysvaiheessa	Korjuulohko
Metsäyhtiö-12	Metsäyhtiö tai sen järjestelmätoimittaja	Korjuun ja koneellisten metsänhoitotöiden loppuraportointitiedot	Metsäkonetiedot	Tietojärjestelmä tai sovellus (paikkatietoa)	Yksityinen	Ei kaupallinen	Valmis	Työkohtainen
Metsäyhtiö-3	Metsäyhtiö tai muu puun ostaja	Hakkuukoneen mittaustiedot	Metsäkonetiedot	Liiketoiminnan aineisto	Yksityinen	Ei kaupallinen	Valmis	Metsäyhtiön toimialue
Metsäyhtiö-4	Metsäyhtiö tai muu puun ostaja	Kuormatraktorin kuljetustiedot	Metsäkonetiedot	Liiketoiminnan aineisto	Yksityinen	Ei kaupallinen	Valmis	Metsäyhtiön toimialue
Metsäyhtiö-5	Metsäyhtiö tai muu puun ostaja	Kaadettujen puiden sijaintitiedot	Metsäkonetiedot	Liiketoiminnan aineisto	Yksityinen	Ei kaupallinen	Valmis	Metsäyhtiön toimialue

Aineiston tunniste	Toimittaja tai jakelija	Aineiston nimi	Aineistoluokka	Aineiston tyyppi	Aineiston julkisuus	Hinnoittelu	Valmiusaste	Alueellinen kattavuus
Metsäyhtiö-6	Metsäyhtiö tai muu puun ostaja	Hakkuukoneen nauhoitus-tiedot	Metsäkonetiedot	Liiketoiminnan aineisto	Yksityinen	Ei kaupallinen	Valmis	Metsäyhtiön toimialue
Metsäyhtiö-7	Metsäyhtiö tai muu puun ostaja	Kuormatraktorin nauhoitus-tiedot	Metsäkonetiedot	Liiketoiminnan aineisto	Yksityinen	Ei kaupallinen	Valmis	Metsäyhtiön toimialue
Metsäyhtiö-8	Metsäyhtiö tai muu puun ostaja	Puiden erikoismerkinnät	Metsäkonetiedot	Liiketoiminnan aineisto	Yksityinen	Ei kaupallinen	Valmis (käyt-töönottovai-heessa)	Metsäyhtiön toimialue
Metsäyhtiö-9	Metsäyhtiö tai muu puun ostaja	Hakkuu- ja poistumakuviot	Metsäkonetiedot	Liiketoiminnan aineisto	Yksityinen	Ei kaupallinen	Kehitysvai-heessa	Metsäyhtiön toimialue
Metsäyhtiö-10	Metsäyhtiö tai muu puun ostaja	Ajouratiedot	Metsäkonetiedot	Liiketoiminnan aineisto	Yksityinen	Ei kaupallinen	Kehitysvai-heessa	Metsäyhtiön toimialue
Metsäyhtiö-15	Metsäyhtiö tai muu puun ostaja	Tyvilahotulkinta	Metsäkonetiedot	Liiketoiminnan aineisto	Yksityinen	Ei kaupallinen	Kehitysvai-heessa	Metsäyhtiön toimialue

Metsänuudistaminen							
Yleistä aineistoista ja menetelmistä	Drooni	Tällä hetkellä tarkoista drooniaineistoista pystytään visuaalisella tulkinnalla tuottamaan tarkkaa tietoa myös taimikoista. Tulevaisuudessa menetelmien kehittymisen ja aineistojen laadun parantumisen myötä voidaan visuaalisesta tulkinnasta siirtyä kohti automaattista tai koneavusteista tulkintaa. Menetelmät kuitenkin perustuvat siihen, että valitut kohteet käydään kuvaamassa droonilla erikseen.					
	Ilmakuva, ilmalaserkeilaus	Metsänuudistamisessa aineiston ajallinen resoluutio tulee olla korkea. Miehitetyillä ilma-aluksilla kerätty aineisto ei täytä tätä vaatimusta. Aineiston keruu esimerkiksi 5 vuoden välein ei vastaa metsänuudistamisen tietotarpeisiin kuin satunnaisesti. Pituusbonitointia voidaan tehdä pitemmän ajanjakson aikana ja täydentää boniteettikarttaa esimerkiksi kansallisen laserkeilausohjelman aikataulua seuraten. Huomioitavaa on, että 100 % kattavaa pituusboniteettikarttaa ei saada yhden tai edes kahden laserkeilauskierroksen aikana, koska menetelmä ei ole sovellettavissa taimikkovaiheessa oleville kohteille, avoaloille tai esimerkiksi yläharvennetuille kohteille.					
	Satelliittiaineisto	Satelliittiaineistojen hyödyntäminen perustuu ilma-aluksia parempaan temporaaliseen resoluutioon. Havaintoja on mahdollista saada maksuttomilta satelliittiaineistoilta useamman kerran vuodessa, jolloin voidaan paremmin hyödyntää myös aikasarja-analyysin menetelmiä. Maksuttomien satelliittiaineistojen spatiaalinen resoluutio ei ole riittävä yksittäisen puun tai edes puuryhmän tulkintaan vielä seuraavan kymmenen vuoden aikana. Säästöpuiden ja puuryhmien seurantaan tarvitaan kaupallisia satelliittiaineistoja, jolloin aineiston hinta asettaa rajoitteita kattavan seurannan toteuttamiseen.					
Nykytila				Visio 5 - 10 vuotta			
Toiminto	Tietotarve ja kehittämiskohde	Drooni	Ilmakuva, ilmalaserkeilaus	Satelliittiaineisto	Drooni	Ilmakuva, ilmalaserkeilaus	Satelliittiaineisto
Metsänuudistamisen suunnittelu: Kasvupaikan ja olosuhteiden mukainen uudistamispuulajin ja -menetelmän valinta	- uudistettavan puuston puulajit kuvion eri osissa - boniteetti, maalaji ja kivisyys - uudistusalan pienkuviointi, koneistutuskelpoisuus - vesitalousolosuhteet - vesakoitumisherkkyys - säästöpuuryhmät ja suojatiheiköt - elinympäristökuviot (mm. kosteikot) - olemassa oleva taimiaines	- Kuvion jakaminen tuotoskyvyn mukaan alikuvioihin käyttäen pituusbonitointia. Joko useamman ajankohdan 3D aineisto tai yhden ajankohdan 3D aineisto ja metsikön ikä. - Säästöpuiden ja säästöpuuryhmien automaattinen tunnistus - Suojatiheikköjen visuaalinen tulkinta - Tiettyjen elinympäristökuvioiden visuaalinen tulkinta - Olemassa olevan taimiaineksen visuaalinen tulkinta	- Kuvion jakaminen tuotoskyvyn mukaan alikuvioihin käyttäen pituusbonitointia. Joko useamman ajankohdan 3D aineisto tai yhden ajankohdan 3D aineisto ja metsikön ikä. - Säästöpuiden ja säästöpuuryhmien automaattinen tunnistus		- Tarkennetut boniteettimallit ja tarkemat ennusteet pitempien (ilmalaserkeilaus) aikasarjojen ansiosta. - Visuaalisesta tulkinnasta kohti koneavusteista tulkintaa	- Tarkennetut boniteettimallit ja tarkemat ennusteet pitempien (ilmalaserkeilaus) aikasarjojen ansiosta.	- Säästöpuiden ja säästöpuuryhmien automaattinen tunnistus
Metsänuudistamistuloksen ja laadun seuranta: Maanmuokkauksen ja metsänviljelyn laadunvalvonta	- muokattujen kohtien lukumäärä ja pinta-ala - viljelytiheys ja viljelypinta-ala - taimikon vakiintuminen ja uudistamistulos	- Visuaalinen tulkinta korkean resoluution drooni-ilmakuvilta			- Automaattinen uudistamistoimenpiteiden tulkinta. - Taimikon vakiintumisen ja uudistamistuloksen todentamisen automaattisesti.		
Varhaisperkaustarpeen arviointi ja laadun seuranta	- ennakoitu varhaisperkauksen tarve, pinta-ala ja ajankohta - varhaisperkauksen tulos (taimien lukumäärä) - taimien sijainti (puukartta)	- Varhaisperkaustarpeen automaattinen tai visuaalinen tulkinta ilmakuvilta. - Toteutuneen työn todentamisen ja taimien laskenta visuaalisella tulkinnalla.		- Vesakoitumisindeksi suuntaa-antavana arviona varhaisperkaustarpeesta	- Toteutuneen työn automaattinen tulkinta 3D aineistoilta. - Taimien sijainti puukarttana		- Varhaisperkaustarpeen arviointi satelliitti-aikasarjoista

Metsänkasvatus							
Yleistä aineistoista ja menetelmistä	Drooni	Tällä hetkellä tarkoista drooniaineistoista pystytään varttuneemmissa puustoissa tuottamaan puustotiedot automaattisesti ja taimikoissa visuaalisella tulkin- nalla. Toimenpiteiden tarkastus tehdään osittain visuaalisella ja osittain automaattitulkin- nalla. Myös joidenkin tuhojen tunnistus onnistuu joko visuaalisesti tai automaattisesti tarkoista lähtöaineistoista. Menetelmät soveltuvat tapahtuneen tuhon/toimenpiteen todentamiseen ja alueen rajaamiseen. Tulevaisuudessa tulkin- nallisuuden automatisointiastetta voidaan nostaa.					
	Ilmakuva, ilmalaserkeilaus	Metsänkasvatuksen tietotarpeissa miehitetyillä ilma-aluksilla kerätyn aineiston soveltuvuutta rajoittaa matala temporaalinen resoluutio. Erityisesti laserkei- lausaineisto soveltuu kuitenkin hyvin sellaisten aineistojen tai analyysien tekoon, jotka eivät muutu merkittävästi muutamassa vuodessa. Tällaisia ovat mm. maastomallin tuotanto, oijen tunnistaminen ja oijen kunnon analyysi sekä puuston pituuskasvun seuranta. Tuotetuilla tiedoilla voi olla merkittävä rooli met- sänkasvatuksen suunnittelussa ja kun kehitetään riskimalleja ja suunnitellaan, miten vältetään tulevaisuuden vahinkoja.					
	Satelliittiaineisto	Satelliittiaineistojen hyödyntäminen perustuu ilma-aluksia parempaan temporaaliseen resoluutioon. Havaintoja on mahdollista saada maksuttomilta satelliitti- aineistoilta useamman kerran vuodessa, jolloin voidaan paremmin hyödyntää myös aikasarja-analyysin menetelmiä. Maksuttomien satelliittiaineistojen spati- aalinen resoluutio on riittävä esimerkiksi kuolleiden puiden tunnistamiseen, kun kuolleet puut eivät ole yksittäisiä. Aikasarja-analyysit tarjoavat monia mah- dollisuuksia metsän terveydentilan ja metsätuhojen seurantaan. Erittäin korkean resoluution kaupalliset satelliittiaineistot mahdollistavat ainakin jossain määrin myös tehtyjen toimenpiteiden kohdennetun valvonnan.					
Toiminto	Tietotarve ja kehittä- miskohde	Drooni	Ilmakuva, ilmalaserkeilaus	Satelliittiaineisto	Visio 5 - 10 vuotta		
					Drooni	Ilmakuva, ilmalaserkeilaus	Satelliittiaineisto
Taimikonhoito ja nuo- ren metsän hoito: Hoitotarve ja ajoitus Taimikonhoitotyön laa- dun valvonta	- vesakon määrä ja si- jainti kuviolla - taimikon puustotiedot - suojatiheiköt - toimenpiteen todenta- minen ja käsitellyn alu- een kuviorajat	- Hoitotarve ja ajoitus puustotie- tojen automaattitulkin- nassa - Taimikonhoitotyön laadun osit- tain automaattinen tulkinta, NMH automaattitulkin- nassa	- Hoitotarve ja ajoit- us puustotietojen au- tomaattitulkin- nassa	- Vesakoitumisin- deksi	- Taimikonhoitotyön laadun tulkin- nallisuuden au- tomaattinen tulkin- nassa		- Toimenpidetarpeen todennäköisyyden ja toimenpiteen toteutu- misen automaattinen tulkin- nassa satelliitti- aika- sarjoista
Harvennukset: Ensiharvennuksen ajoit- us Ennakkoraivauksen tarve Harvennuskertymät Ajourien suunnittelu Jäävä puusto hakkuun jälkeen	- tarkat puuston määrä- ja keskitunnukset sekä laatu- ja hi- litasolla - harvennuksissa käsi- telty alue ja muodostu- neet ajourat - jäävän puuston tun- nukset	- Puustotiedot ennen ja jälkeen toimenpiteen puustotietojen au- tomaattitulkin- nassa - Käsittelyalueen visuaalinen ra- jaus - Ajourien visuaalinen tulkinta	- Puustotiedot ennen ja jälkeen toimenpi- teen (huom. ajalli- sesti rajallinen reso- luutio). - Arviota alemman latvuserroksen ti- heydestä voidaan käyttää ennako- raivaustarvetta indi- koivana tunnuksena.		- Käsittelyalueen au- tomaattinen raja- us - Ajourien automaatti- nen tulkinta	- Ajourien automaatti- nen tulkinta (huom. ajallisesti rajallinen resoluutio)	- Jäävän puuston tie- tojen päivitys (erityi- sesti liian voimak- kaiden harvennusten tunnistus) - Ajourien tunnistus tarkoilla satelliittiku- viltä
Lannoitus: Lannoitustarpeen arvi- ointi	- kasvun heikkenemi- sen tunnistaminen - potentiaaliset lannoit- uskohteet - lannoituksen vesistö- vaikutusten riski	- Kasvillisuusindeksit suuntaa- antavana tietona kasvillisuuden elinvoimasta	- Tarkka valuma- alueen maastomalli	- Kasvillisuusindeksit suuntaa- antavana tietona kasvillisuuden elinvoimasta	- Useamman ajan- kohdan 3D aineisto pituuskasvun seuran- taan (havaitaan ty- rehtynyt pituuskasvu)	- Useamman ajan- kohdan 3D aineisto pituuskasvun seuran- taan (havaitaan ty- rehtynyt pituuskasvu)	- Aikasarja-analyysiin perustuva seuranta

		Nykytila			Visio 5 - 10 vuotta		
Toiminto	Tietotarve ja kehittämiskohde	Drooni	Ilmakuva, ilmalaserkeilaus	Satelliittitietäminen	Drooni	Ilmakuva, ilmalaserkeilaus	Satelliittitietäminen
Metsänparannustyöt: Kunnostusohjelmien arviointi Ennallistettavat kohteet	- kunnostusohjelmien puustotiedot - kunnostusohjelmien olosuhteet - ojen sijainti ja kunto - topografia - vedenpinnan taso - ennallistettavien turve- maakohteiden valinta em. tekijöiden perusteella	- Puustotiedot automaattitulkinnalla - Visuaalinen tai puoli-automaattinen ojen tunnistus ja kunnan arviointi -Topografia	- Puustotiedot automaattitulkinnalla - Puoliautomaattinen ojen tunnistus ja automaattinen kunnan arviointi (vedenpinnan taso oja-analyysillä) -Topografia			- Automaattinen ojen tunnistus	-Vedenpinnan tason seuranta soiden ennallistamisessa
Metsätuhot: Tuhon ja sen asteen havaitseminen Tuhoalueen määrittäminen Tuhoriskin arviointi	- hirvieläintuhot - (myyrätuhot) - hyönteistuhot (kirjanpaina) - juurikäpää ja muut sienituhot - myrskytuhot ja tuulenkaadot - lumituhot - muut tuhot: kuivuus, metsäpalot, tulvat	- Kuolleen puun tunnistamiseen, puiden kaatumiseen tai katkeamiseen perustuva visuaalinen ja/tai automaattinen tulkinta tuhon jälkeen, pois lukien sienituhot, joita ei tunnisteta. - Tuhon aiheuttajaa ei aina tunnisteta.	- Kuolleen puun tunnistamiseen, puiden kaatumiseen tai katkeamiseen perustuva visuaalinen ja/tai automaattinen tulkinta tuhon jälkeen, pois lukien sienituhot ja myyrätuhot, joita ei tunnisteta. - Tuhon aiheuttajaa ei aina tunnisteta. - Tulvariskikartat	- Kuolleiden puiden tunnistamiseen perustuva hyönteistuhon havaitseminen. - Suurten tuhoalueiden kartoittaminen (myrsky, metsäpalo, hyönteistuhot). - Kasvillisuusindeksien käyttö suuntaa-antavana tietona kasvillisuuden elinvoimasta.	- Ennakoivat mallit ja riskimallit eri tuhoille	- Ennakoivat mallit ja riskimallit eri tuhoille	- Ennakoivat mallit ja riskimallit eri tuhoille

Puunkorjuu							
Yleistä aineistoista ja menetelmistä	Drooni	Tällä hetkellä tarkoista droonianeistoista pystytään useissa talousmetsän kohteissa varttuneemissa puustoissa tuottamaan puustotiedot automaattisesti puutasolla eli puukarttana. Vaarallisten maastonkohtien kartoitus, säästöpuiden sijoittelu, elinympäristörajaukset, suojavyöhykkeet voidaan tehdä suurelta osin perustuen aineistojen visuaaliseen tulkintaan. Tulevaisuudessa tulkinnan automatisointiastetta voidaan nostaa ja esimerkiksi automaattista puulajitulkintaa parantaa. Operatiivinen menetelmä lahoasteen määrittämiseen ilman maastotyötä ei ole realistista vielä seuraavan 10 vuoden aikana.					
	Ilmakuva, ilmalaserkeilaus	Jo nyt on menetelmiä, joilla voidaan tuottaa harhaton puustotieto ja esittää se puukarttamuodossa. Tarkkuus ei kaikilla kohteilla ole riittävä täsmäpuunkorjuun vaatimuksiin. Puustotulkinnan menetelmien ja aineistojen kehittyminen on nähtävissä ja uusia aineistoja ja menetelmiä on testattu MetsäKaksonen -hankkeessa. Tarkempi ja dynaamisempi olosuhdetieto voidaan tulevaisuudessa tuottaa kehittämällä kolmea osa-aluetta yhdessä: staattisen pohjatiedon tarkkuutta, satelliittianeistoihin perustuvaa ajantasaista tulkintaa ja edelliset tiedot ja säätiedot yhdistävää mallinnusta.					
	Satelliittianeisto	Tarkempi ja dynaamisempi olosuhdetieto voidaan tulevaisuudessa tuottaa kehittämällä kolmea osa-aluetta yhdessä: staattisen pohjatiedon tarkkuutta, satelliittianeistoihin perustuvaa ajantasaista tulkintaa ja edelliset tiedot ja säätiedot yhdistävää mallinnusta. Maaperän kosteuden ennustaminen tarkentuu tulevaisuudessa L-kaistan tutka-aineiston ansiosta.					
Toiminto	Tietotarve ja kehittämis-kohde	Drooni	Ilmakuva, ilmalaserkeilaus	Satelliittianeisto	Visio 5 - 10 vuotta		
					Drooni	Ilmakuva, ilmalaserkeilaus	Satelliittianeisto
Puuston ennakkotiedot: - puutavaralajikohtaiset hakkuukertymäennusteet - katkonnan ohjaus - ennakkoarvaustarve - harvennustavan ja -mallin valinta - sekapuustoisuuden lisäämisen paikat - lahon määrän ennakkoarviointi - muiden metsätuhojen huomiointi	-tarkat puuston määrä- ja keskitunnukset sekä laatu-tiedot kuvio- ja hylätasolla -poistettavien puiden valinta puukohtaisten tietojen perusteella (hakkuuautomaatiikka) -puustoennusteen kalibrointi hakkuun edetessä mittaus-tiedoilla -metsätuhosta tai sen riskistä aiheutuva hakkuualueen raja, tuulenkaadot	- Tarkat puustotiedot - Puukartta (valituilla koh-teilla) - Ennakkoarvaustarve	- Tarkat puustotiedot - Arvio ennakkoarvaus-tarpeesta			- Tarkkojen puustotie-tojen esitys puukartta-muodossa	
Hakkuuajankohdan ja -tavan valinta sekä käsittelyalueen raja: - korjuun tuottavuus ja laadunvarmistus	- maastovaurioriskin arviointi - maaston staattinen kanta-vuus pohjana dynaamisille ennusteille		- Staattinen korjuukel-poisuuskartta - Tarkkaan maastomal-liin perustuvat staattiset kosteusindeksit (TWI, DTW)	- Lähes ajantasainen pintamaan kosteusennuste karkealla tasolla (100 metrin pikseli-koko) - Staattisen korjuukel-poisuuskartan "dynaaminen tulkinta" ja ennuste		- Tarkennettu staattinen korjuukelpoisuus-kartta (maalajit huomi-oitu, malli päivitetty)	- Lähes ajantasai-nen pintamaan kos-teusennuste korke-alla spatiaalisella resoluutiolla (10-20 m) mahdollistaa parem-min kuvion sisäisen vaihtelun huomioimi-sen "dynaamisessa tulkinnassa" ja en-nusteissa
Korjuun ulkopuolelle jä-tettävien alueiden valinta ja rajaukset	- no-go -kohteet ja bufferit - mahdolliset luontokohteet ja muut rajoitetun metsätalouden alueet - vesistöjen suojavyöhykkeet - lahoppupotentiaali - työturvallisuutta vaaranta-vat maastonkohdat	- Aineistot vesistöjen suojavyöhykkeiden osin automaattiseen ja osin visuaaliseen tulkintaan perustuvaan rajaukseen - Pystylahoppuun määrä - Maastonkohtien automaattinen ja visuaalinen tulkinta	- Aineistot vesistöjen suojavyöhykkeiden osin automaattiseen ja osin visuaaliseen tulkintaan perustuvaan rajaukseen - Jyrkänteet		- Maalahoppuun tulkinta	- Pystylahoppuun määrä	

		Nykytila			Visio 5 - 10 vuotta		
Toiminto	Tietotarve ja kehittämis- kohde	Drooni	Ilmakuva, ilmalaserkeilaus	Satelliittitietä	Drooni	Ilmakuva, ilmalaserkeilaus	Satelliittitietä
Säästöpuuryhmien ja suojatiheiköiden ennak- kosuunnittelu	- säästöpuupotentiaali (puu- lajit, järeys, lahoppuujatkum- ym. - säästöpuuryhmien ja suo- jatiheiköiden rajausehdotuk- set	- Puuston järeys ja puulaji- ryhmä (mänty, kuusi, lehti- puu) puukartana, kuollut pystypyy ja maapuu osittain	- Puuston järeys ja puu- lajiryhmä (mänty, kuusi, lehtipuu) hila- tai latvus- tasolla, kuollut pystypyy	Kuolleiden puiden tun- nistaminen	- Haavan tunnis- tus	- Puuston järeys ja puulajiryhmä (mänty, kuusi, lehtipuu) hila- tai latvustasolla - Haavan tunnistus	Apuaineisto puulaji- tulkintaan parantaa esimerkiksi haavan tunnistamista
Vesitalous: - vesistövaikutusten mi- nimointi - hakkuutavan valinta turvemailla - ojitustoimenpiteiden suunnittelu	- suojavyöhykkeiden sijoitta- minen ja leveys - eroosioherkkyys - pohjaveden korkeus - pienvesi- ja suoelinympä- ristöt	- Tarkka maastomalli 3D ai- neistoista - Visuaalinen tulkinta	- Tarkka maastomalli		- Tulkinnan as- teittainen auto- matisointi		
Ajouraston ennakk- osuunnittelu: - korjuun tuottavuus ja laadunvarmistus - moni-indeksirasterit	- todennäköisimmin eri olo- suhteissa kantavimmat maastonkohdat kokoojau- rien sijoittelua varten - maaston staattinen kanta- vuus pohjana dynaamisille ennusteille - no-go -kohteet ja bufferit - lahoppuukohteet - työturvallisuutta vaaranta- vat maastonkohdat	Ks. edelliset	Ks. edelliset	Ks. edelliset	Ks. edelliset	Ks. edelliset	Ks. edelliset

Korjuun laadun seuranta							
Yleistä aineistoista ja menetelmistä	Drooni	Kaukokartoitusperusteinen valvonta perustuu toimenpiteen jälkeen tehtävään tarkastukseen. Tällä hetkellä drooniaineistoista voidaan tulkita osin automaattisesti ja osin visuaalisesti useita tunnuksia. Korjuun aikainen seuranta ei ole operatiiviseen käyttöön valmis. Jos se nähtäisiin tärkeäksi, se olisi teknisesti mahdollista kehittää seuraavan 5-10 vuoden aikana. Nykyinen kehityspolku ei kuitenkaan näytä siltä, että droonipohjainen near-real-time -järjestelmän kehittäminen korjuunaikaiseen seurantaan olisi korkealla prioriteetilla.					
	Ilmakuva, ilmalaserkeilaus	Korkean resoluution laserkeilaus- ja ilmakuva-aineistoista saataisiin tehtyä monet niistä tulkinnoista, jotka saadaan tehtyä drooniaineistoista. Temporaalinen resoluutio ei kuitenkaan sovellu tehtävään.					
	Satelliittiaineisto	Satelliittiaineiston käyttö soveltuu tehtyjen toimenpiteiden jälkikäteen tehtävään todentamiseen. Tehtävä vaatii kuitenkin kaupallisten erittäin korkean spatiaalisen erotuskyvyn satelliittiaineistoja.					
Toiminto	Tietotarve ja kehittämiskohde	Nykytila			Visio 5 - 10 vuotta		
		Drooni	Ilmakuva, ilmalaserkeilaus	Satelliittiaineisto	Drooni	Ilmakuva, ilmalaserkeilaus	Satelliittiaineisto
Harvennusvoimakkuuden seuranta: - poistettavien puiden valinta-automatiikka - kuljettajan päätöksenteon avustaminen ja työnaikainen seuranta - korjuun omavalvonta - metsälain valvonta - korjuun tuottavuuden seuranta	- harvennusvoimakkuuden työn-aikainen kohdentaminen (puusto, luontokohteet ym.) - harvennusvoimakkuuden seuranta ja jäävän puuston estimointi vyöhykkeittäin ja puolajieittain - poistetun puuston määrä, keskitunnukset ja laatutiedot - hilitiedon kalibrointi - ajouraston tunnusluvut ja ajourien paikatiedot	- Jäävän puuston määrä voidaan todentaa toimenpiteen jälkeen erillisellä aineiston keruulla. Samalla saadaan tuotettua ajouratieto.		- Voimakaiden harvennusten havaitseminen			- Tehtyjen harvennusten tunnistus - Ajourien tunnistus tarkoilta satelliittikuvilta
Korjuun omavalvonta: - hakkuussa käsitelty ja käsittelemättä jätetyt alueet	- hakkuukuviot (metsävaratietojen ylläpito) - säästöpuuryhmät ja suojatiheiköt - elinympäristökuviot - vesistöjen suojavyöhykkeet	- Käsitellyn alueen raja- ja suojavyöhykkeiden säilyminen voidaan todentaa toimenpiteen jälkeen erillisellä aineiston keruulla. Tulkinta on visuaalista. - Säästöpuuryhmien ja suojatiheikköjen osin automaattinen tulkinta.			- Käsitellyn alueen raja- ja suojavyöhykkeiden säilyminen voidaan todentaa toimenpiteen jälkeen erillisellä aineiston keruulla. Tulkin- nan automatisointi - Säästöpuuryhmien ja suojatiheikköjen automaattinen tulkinta.		- Suojavyöhykkeiden ja säästöpuuryhmien säilymisen todennus erittäin korkean resoluution satelliittikuvilta
Korjuun omavalvonta: - ajouraston tunnusluvut	- ajouratunnusten automaattinen määrittäminen	- Ajourien visuaalinen tulkinta	-Ajourien tulkinta temporaalisen resoluution puitteissa		- Ajourien automaattinen tulkinta		
Metsänparannustoimenpiteet: - metsävaratietojen ylläpito	- kunnostetut ojat ym. vesitalou- dessa huomioitavat kohteet	- Ojien kunnon visuaalisen tai osittain automaattinen tulkinta	Ojien kunnon automaattinen tulkinta temporaalisen resoluution puitteissa		- Ojien kunnon automaattinen tulkinta		

Talousmetsien luonnonhoito							
Yleistä aineistoista ja menetelmistä	Drooni	Drooniaineistot soveltuvat teknisesti tehtävään hyvin. Haasteita on kuitenkin tulkinnan automatisoinnissa.					
	Ilmakuva, ilmalaserkeilaus	Korkean resoluution laserkeilaus- ja ilmakuva-aineistoista saataisiin tehtyä monet niistä tulkinnoista, jotka saadaan tehtyä drooniaineistoista. Temporaalinen resoluutio ei ole riittävä tehtyjen toimenpiteiden todentamiseen.					
	Satelliittiaineisto	Satelliittiaineiston käyttö soveltuu tehtyjen toimenpiteiden jälkikäteen tehtävään todentamiseen. Tehtävä vaatii kuitenkin kaupallisten erittäin korkean spatiaalisen erotuskyvyn satelliittiaineistoja.					
		Nykytila			Visio 5 - 10 vuotta		
Toiminto	Tietotarve ja kehittämiskohde	Drooni	Ilmakuva, ilmalaserkeilaus	Satelliittiaineisto	Drooni	Ilmakuva, ilmalaserkeilaus	Satelliittiaineisto
Luonnonhoitotoimenpiteiden suunnittelu: - monimuotoisuudelle tärkeät rakennepiirteet - elinympäristöt	- puuston rakennepiirretiedot - lahoppuun määrä - vanhat järeät puut - lehtipuusekoitus - tiheiköt ja tiheät alikasvokset - olemassa olevat säästöpuuryhmät ja säästöpuut - elinympäristöt	- Rakennepiirteet - Pystylahoppuun määrä - Puulajiryhmät - Säästöpuiden ja säästöpuuryhmien tunnistus - Joidenkin elinympäristöjen tunnistus (visuaalinen tulkinta) - Maalahoppuun määrä joillain kohteilla	- Puuston rakennepiirteet - Olemassa olevat säästöpuuryhmät ja säästöpuut - Puulajiryhmät		- Vanhojen järeiden puiden automaattinen tunnistus - Haavan tunnistus automaattisesti	- Vanhojen järeiden puiden automaattinen tunnistus - Haavan tunnistus automaattisesti - Pystylahoppuun määrä	- Hyperspektriaineistojen hyödyntäminen puulajitulkinnassa
Luonnonhoitotoimenpiteiden todentaminen ja raportointi: - luonnonhoitotoimenpiteiden omavalvonta - luontolaatutietojen tuottaminen	- säästöpuuryhmien ja yksittäisten säästöpuiden säilyminen - määrä, pinta-ala, sijainti - elinympäristökuvioiden säilyminen hakkuussa - vesistöjen suojavyöhykkeiden säilyminen	- Kaikki joko automaattisesti tai visuaalisella tulkinnalla			- Tulkinnan asteittainen automatisointi		- Säästöpuuryhmien ja yksittäisten säästöpuiden säilyminen, elinympäristökuvioiden säilyminen ja vesistöjen suojavyöhykkeiden säilyminen erittäin korkean resoluution satelliittiaineistoilta