

Hakkuukonedata ja sen käyttö

Jotpa –koulutustilaisuus
MHY Pohjois-Savo
23.9.2024

Tapio Räsänen
Metsäteho Oy

Koulutustilaisuuden tavoitteet

- Koulutuksen tavoitteena on parantaa puunkorjuun operaatioiden kokonaistehokkuutta ja vuoropuhelua puunhankinnan ketjussa toimivien osapuolien välillä.
- Käydään keskustellen läpi korjuun valvontaa tukevaa käytännönläheistä teoriaa maastopäivää varten
 - hakkuukoneiden tietojärjestelmät
 - katkonnan ohjauksen perusteet
 - mittaustarkkuuden valvonta
- Lisäksi hakkuukonedatan lähitulevaisuuden hyödyntämisenäkymiä ja kehittämistarpeita



Aiheet

1. Hakkuukoneiden tietojärjestelmät ja toimintaympäristö
2. Metsäkoneiden StanForD 2010 -standardi
3. Katkonnin ohjauksen perusteet
4. Metsäkonetieto ja sen käyttömahdollisuudet

Visiomme

Kehitämme maailman
vastuullisimman ja
tehokkaimman puuhuollon!



HARVESTIA

PÖLKKY



KOSKISEN



KUHMO OY



UPM



storénsen



TORNATOR



METSÄHALLITUS



VERSOWOOD



Metsä



YKSITYISMETSÄTALOUDEN TYÖNANTAJAT -
PRIVATSKOGSBRUKETS ARBETSGIVARE R.Y.



Metsätehon painopistealueet sekä tutkimusteemat

Puuntuotanto



Puunkorjuu



Logistiikka



Tuottavuuden nostaminen

- Tiedolla johtaminen
- Päätöstukijärjestelmät ja tietoekosysteemit
- Autonomiset laitteet, robotiikka

Vastuullisuus

- Ekologinen kestävyys
- Työturvallisuus
- Fossiilittomat polttoaineet

Puuhuollon visio 2030

Yhdistämme dataa maailman parhaaksi metsävaratiedoksi

Ratkaisu löytyy osaamisesta

Monipuolisia työtehtäviä monimuotoiselle metsäammattikunnalle

Ratkaisuja muuttuvalla metsänomistajakunnalle



Kuvitus Jukka Pylväs

Metsäluonnon hoitoa moniin käyttö-tarkoituksiin

Täsmä-toimenpiteitä luonnonhoitoon

Hyvällä metsänhoidolla tehokasta hiilensidontaa

Uusiutuvista raaka-aineista kestäviä, monipuolisia lopputuotteita

Resurssi-tehokasta korjuuta ja metsien hoitoa

Tuemme vihreää siirtymää



puuhoolto.fi -oppimismateriaalit

Puuhoolto

METSÄTEHON OPAS - PUUHUOLLON
OPPIMISMATERIAALEJA
ITSEOPISKELUUN TAI KOULUTUKSEEN

Oppaan käyttöoikeudet

Puuhoolto.fi:n kautta pääset puuhoillon oppaisiin. Oppaita voi hyödyntää opetusmateriaalina. Huomaathan, että joidenkin oppaiden käyttö vaatii rekisteröitymisen oppaan käyttäjäksi. Sivuston ylläpidosta vastaa Metsäteho Oy.

Oppaiden tekstit on tarkoitettu erityisesti opetusmateriaaliksi tai itseopiskeluun. Materiaalin lainaamisen yhteydessä on mainittava oppaan nimi ja Puuhoolto.fi. Kunkin oppaan sivulla on merkittynä sen julkaisu- ja/tai viimeisin koko oppaan päivitysjankonta. Pieniä päivityksiä on saatettu tehdä myös tämän jälkeen.



Koneellinen puunkorjuu



WoodForce LogForce



Metsäkoneoppi



Mittausopas



Hakkuukoneen mittaustarokkuuden ylläpito



Pulpwood Online



Autokuljetusopas



Varastointiopas



Uitto



Työturvallisuusopas



Turvallisesti metsäalalla



Kohti työelämää



Korjuun suunnittelu



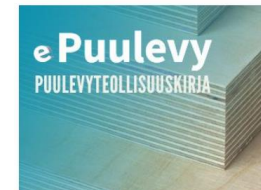
Metsänkäsittely ja linnusto



Metsäalan viestintäopas



Sahateollisuuskirja



Puulevyteollisuuskirja



Metsätieohjeisto



Tela-alustaisen kaivinkoneen peruskäyttö

1. Hakkuukoneiden tietojärjestelmät ja toimintaympäristö



Hakkuukonemittaus ja mobiili tiedonsiirto mullistivat puunhankinnan ohjauksen



- ⇒ hakkuukonemittaus puukaupan & urakointimaksujen perustaksi
- ⇒ perusta hankinnan ohjausjärjestelmille (mm. varastonhallinta & kuljetusten ohjaus)
- ⇒ runkojen katkonta sahojen puutilausten pohjalta

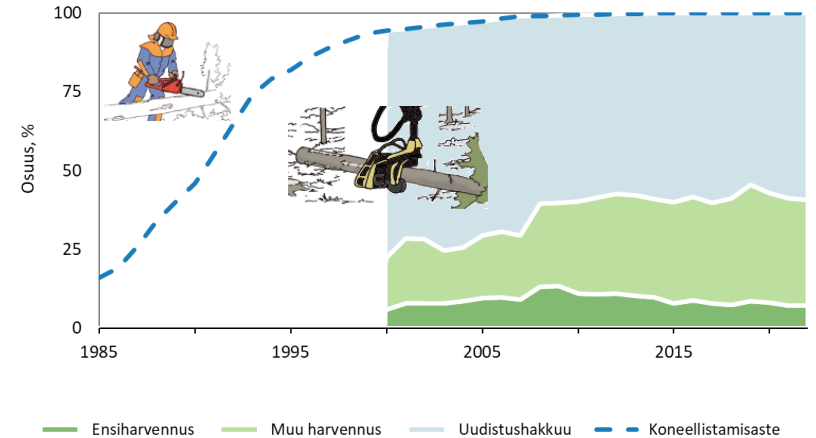
Vaikutuksia:

- Pystymittaus loppui, tienvarsimittaus väheni, organisaatiot uudistuivat
- => tuottavuus, resurssi- ja kustannustehokkuus & kilpailukyky paranivat

Hakkuukoneet datan tuottajina



Koneellistamisaste vuonna 2023: 100,0 %

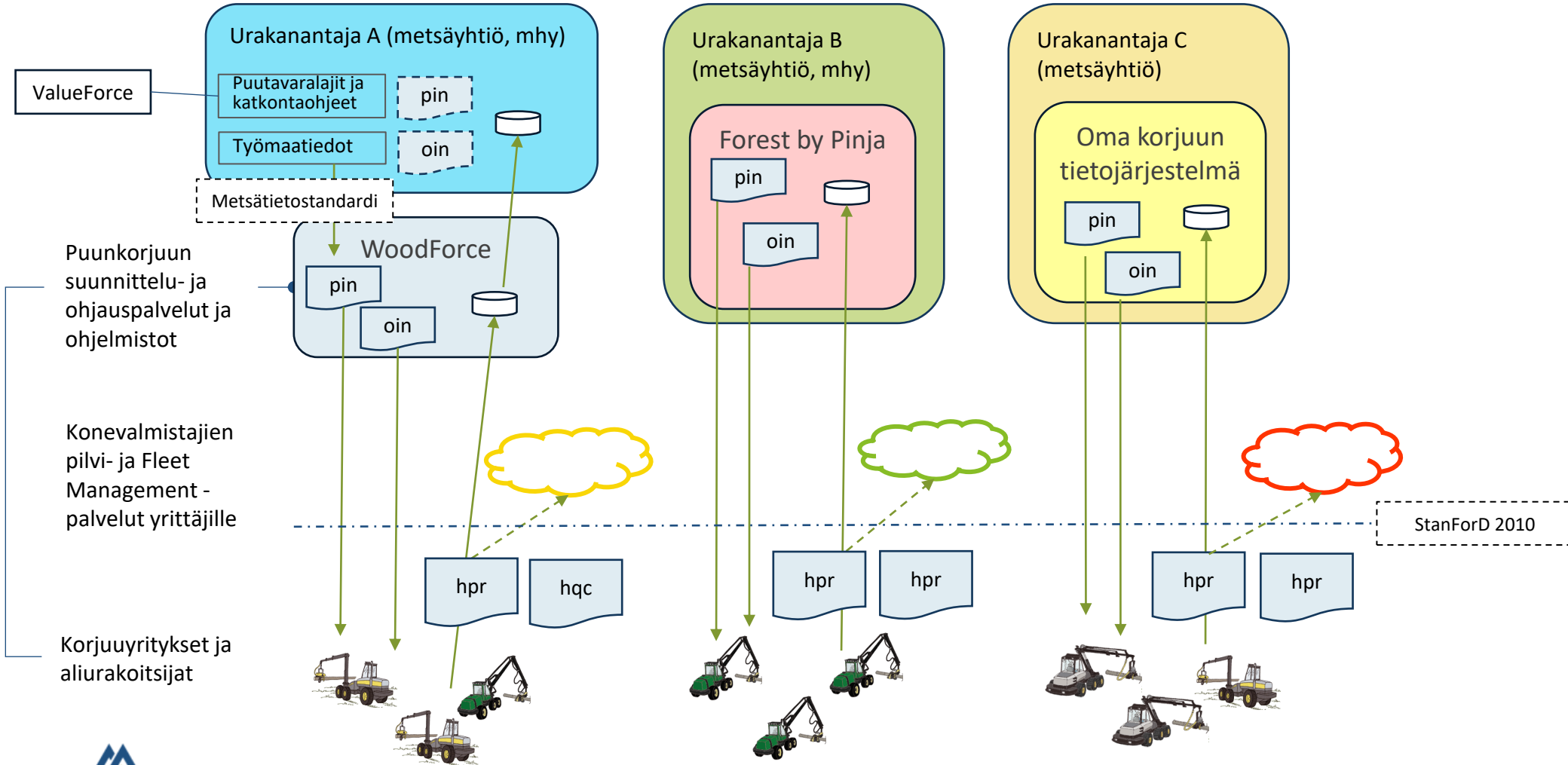


Hakkuukoneita töissä v. 2022 n. 1900 kpl

Kaikista kaadetuista puista mittaustietoa

- 400 – 500 milj. puuta / vuosi
- 1,2 milj. puuta / päivä
- n. 150 000 – 250 000 koko lohkon tuotantotiedot sisältävää hpr-tiedostoa / v
- n. 100 hpr-tiedostoa / kone / v

Puunkorjuun tietojärjestelmien yleiskuva



Puunkorjuun suunnittelu- ja ohjauspalvelut ja ohjelmistot

Konevalmistajien pilvi- ja Fleet Management -palvelut yrittäjille

Korjuuyritykset ja aliurakoitsijat

StanForD 2010



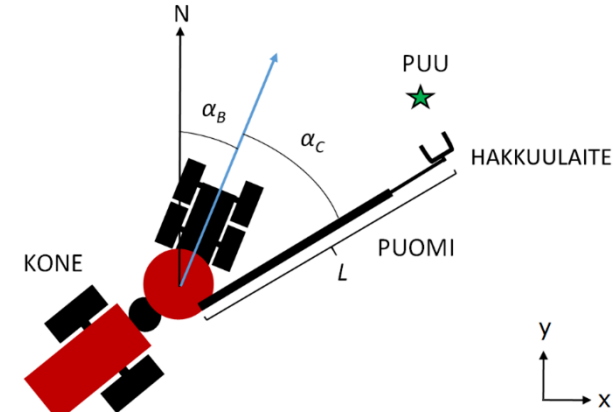
Hakkuukoneiden ohjausjärjestelmät ja sovellukset

- Ohjausjärjestelmät kattavat
 - koneen ja hakkuulaitteen ohjauksen
 - katkonta- ja mittausautomaatiikan
 - katkonnan ohjaustiedostojen hallinnan
 - tuotantotietojen tallennuksen ja raportoinnin
 - mittauksen tarkkuuden seurannan ja mittalaitteen virityksen (+ mittasakset ja niiden ohjelmistot)
 - tuotoksen ja polttoaineen kulutuksen seurannan
 - vikadiagnostiikan
 - työajan ja muut hallinnolliset raportoinnit
 - GNSS -satelliittipaikannuksen
 - tiedonsiirron
 - hakkuun tuotostiedostojen siirron kuormatraktorin karttasovellukseen
- Hakkuukoneiden ohjausjärjestelmät ovat tietokantapohjaisia: ohjaustietokoneiden tiedot tallennetaan tietokantoihin, joista ne voidaan siirtää raportointisovelluksiin.
- Varsinaisten ohjausjärjestelmien lisäksi koneissa on korjuun ja työmaiden hallinnan paikkatietopohjaiset ohjelmistot ja karttasovellukset
 - voivat olla urakanantajan tai kolmannen osapuolen ohjelmistoja



Hakkuukonedatan keskeiset elementit

- Mittaus- ja katkontatieto runko- ja pölkkykohtaisena (hpr)
 - mittaustarkkuuden jatkuva seuranta varmistaa datan laadun
- Kehittyvä GNSS -satelliittipaikannus
 - runkojen sijaintitietojen tallennus oltava koneissa päällä
 - puomin anturointiin perustuva tarkkuuspaikannus yleistyy koneissa
 - jatkossa puun tarkka sijainti hakkuulaitteen paikkaan perustuen
 - samoin puutavarakan paikannus mahdollistuu
 - paikannusdatan laatua kuvaavat metatiedot tulevat mukaan
 - Standardiin suunnitellaan mahdollisuutta hakkuulaitteen paikannuksella tallentaa myös paikkatietoja, joihin ei liity runko- tai pölkkytietoa (esim. luontokohteiden rajat, rajapyykit)
- Tehokas ja luotettava tiedonsiirto → data lähes reaaliaikaista
- Hakkuukonedatan prosessointi ja varastointi vastaanottavissa järjestelmissä

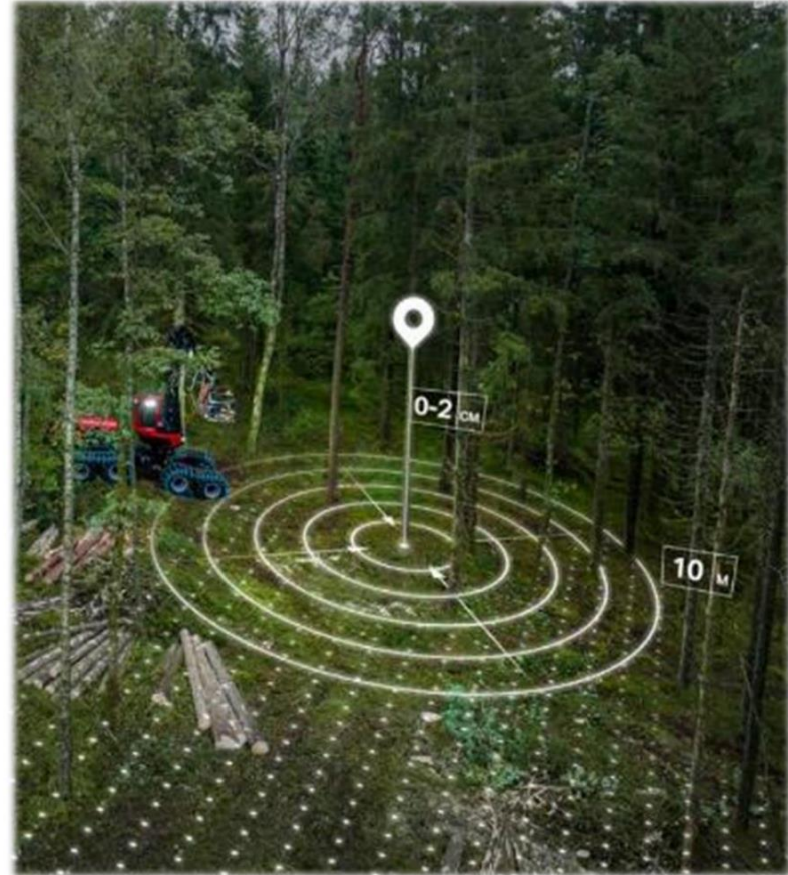


Precision: Rakenne ja toiminnot

Precision

Precision on uusi lisävaruste Komatsu Forest -koneille, joka yhdistää GNSS:n käytön RTK-korjaukseen sekä koneen geometrian ja antureiden kanssa, jotka määrittävät koneen ja pään/kouran sijainnin erittäin tarkasti.

- Uudet antennit, jotka yhdistävät signaalit kaikista olemassa olevista satelliittijärjestelmistä
- Kaksi antennia, ensimmäinen suunnalle ja toinen sijainnille
- Parantunut tarkkuus 5-10 metristä noin 10 senttimetriin korjauksella
- Parempi tarkkuus rajoihin ja ajouriin
- Tarkka sijainti jokaiselle sahatulle kappaleelle
- Reaaliaikainen visualisointi hakkuulaitteen ja nosturin sijainnille kuljettajaa avustavaksi järjestelmäksi
- Saatavana jälkiasennuksena sekä XT- että Xplorer koneille, ellei SmartCranea kuljettajanäkymä yksinkertaisempi

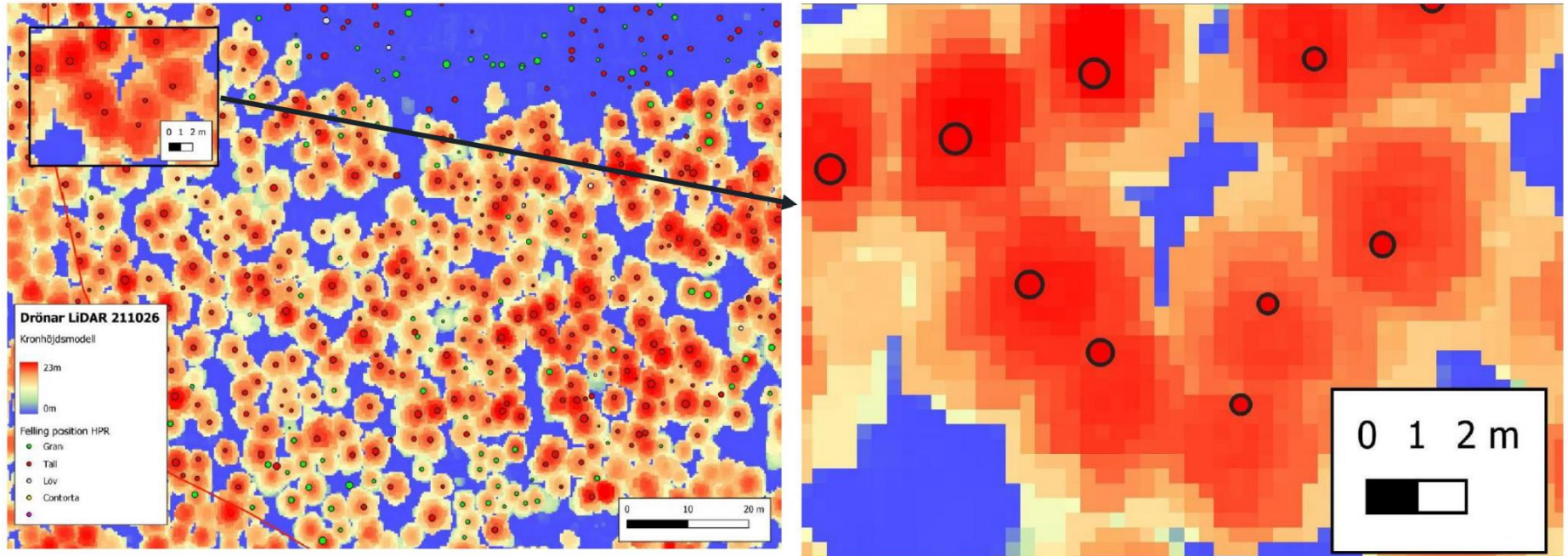


Esimerkki: Skannaus vastaan todellisuus

LiDAR-kuvien kerros puun latvojen korkeusmallista osoittaa Precision-järjestelmämme tarkkuuden.

- Kaadettu puu on lähellä kartoitettujen latvojen keskustaa.

Puun latvan korkeusmallissa on hyvä vastaavuus kaatosijainnin kanssa.

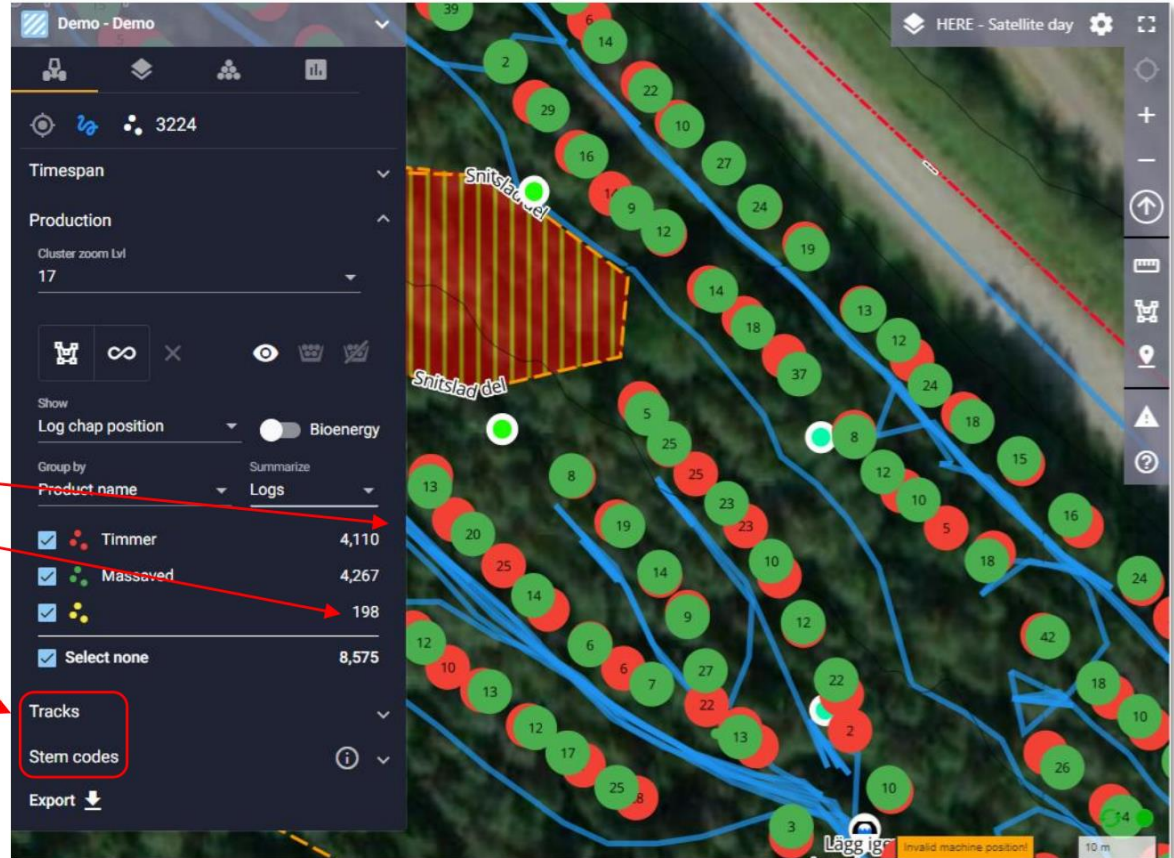


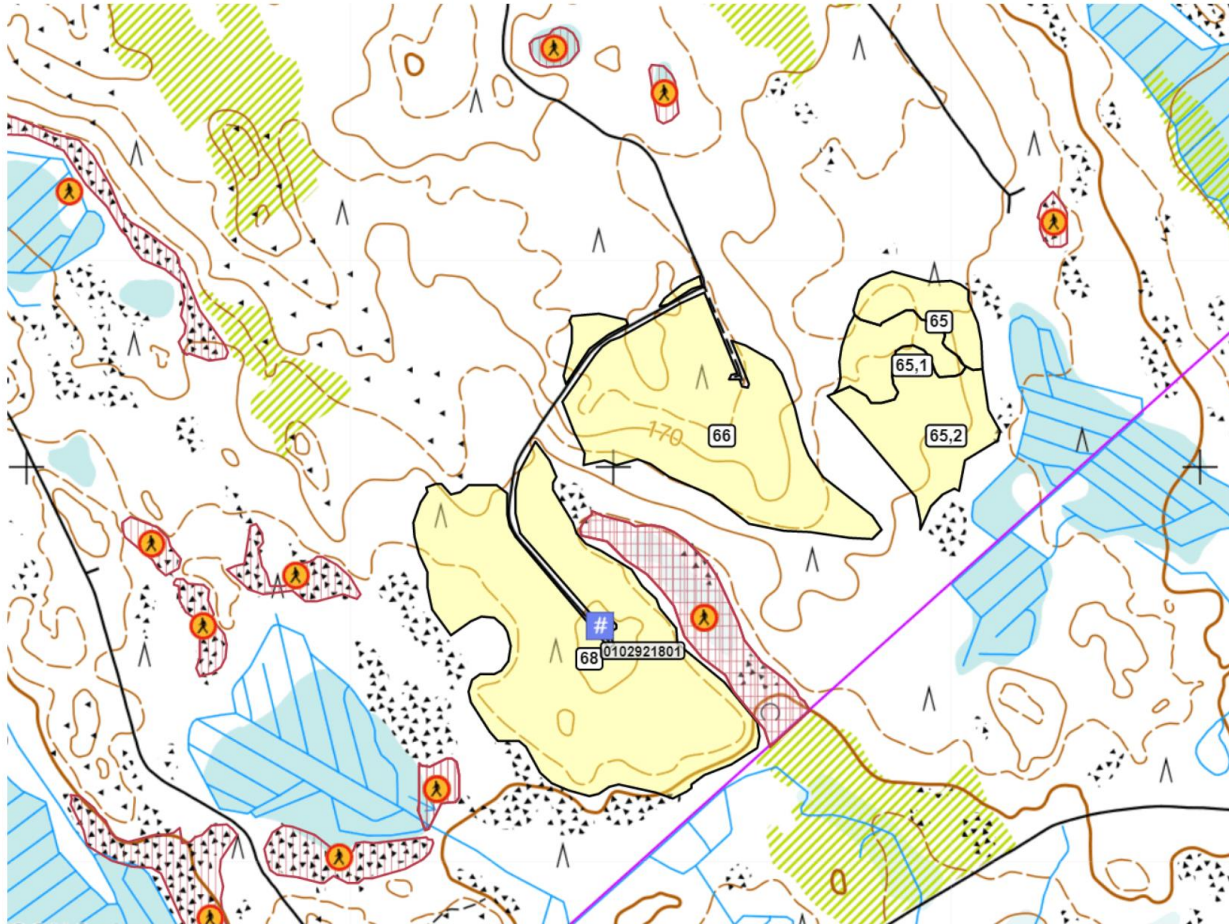
MaxiVision – puun vai kasan paikka?

Harvesterin tuotanto voidaan visualisoida ja valita. Suodatinvaihtoehtoja käyttämällä voidaan näyttää kaikkien tai valituiden puutavaralajien tilavuudet tai kappaleet

Visualisointi puutavaralajien mukaan

- Näytä kaikki tai valitut puutavaralajit
- Näkymä voi näyttää rungot tai tukit
- Lisää valintoja voidaan tehdä





WoodForce-järjestelmän korjuukohdekartassa hakkuualue on merkitty vaaleankeltaisella. Violetti neliö kuvaa varastopaikkaa ja alueet, joilla liikkuminen koneella on syystä tai toisesta rajoitettu on kuvattu punaisella viivoituksella tai ruudukolla.



Karttanäkymässä

- lohkojen rajat
- varastopaikat
- no go –alueet
- työturvallisuuteen vaikuttavat varottavat maastonkohdat
- maastokartta ja ilmakuva taustakarttoina



Leimikon suunnittelun työkalut ja kehittyneet karttatasot

Esimerkkinä TimberMatic Kartat -ohjelmisto



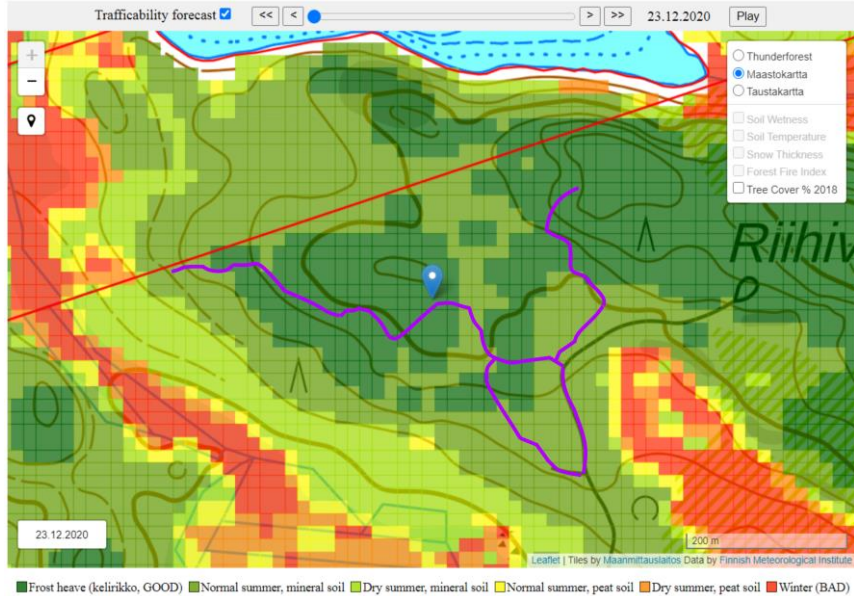
Kehittyneet karttatasot

- metsänkäyttöilmoitukset
- maastokartat
vinovalovarjostuksella
- ajokelpoisuuskartta
(kosteuskartta ja jyrkkien
rinteiden korostus)
- kulkukelpoisuus
- kostean ja kuivan ajankohdan
karttatasot
- näkyvyyskartta (leimikon
raivaustarve)
- harvennustarve
- harvennuskertymäarvio
- puuston pituus



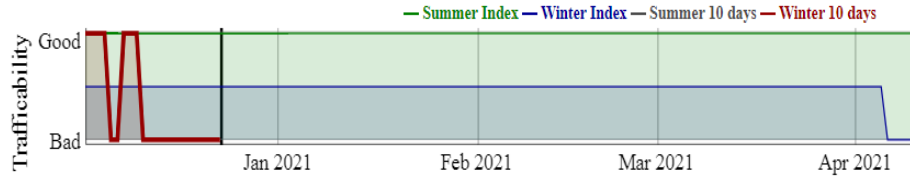
Kuva: John Deere

Korjuukelpoisuus – dynaaminen mallinnus



Taustakartta: Ilmatieteen laitos (2020)

63.12, 25.32



Dynaaminen ennuste korjuukelpoisuudelle

- Esimerkkikuvat Ilmatieteen laitoksen Harvester Seasons –palvelusta
- Kulkukelpoisuuden hyvä arvosana:
 - Kesäkorjuu: jos maaperän kosteusprosentti on pienempi kuin 40 %.
 - Talvikorjuu: jos lunta on yli 40 cm tai routaa 20 cm.



- Syöte Ajourakoneelle
- Kokoojaurien toteuman vertailu dynaamiseen korjuukelpoisuuteen

KORJUUKELPOISUUSKARTTA

Korjuukelpoisuusluokka

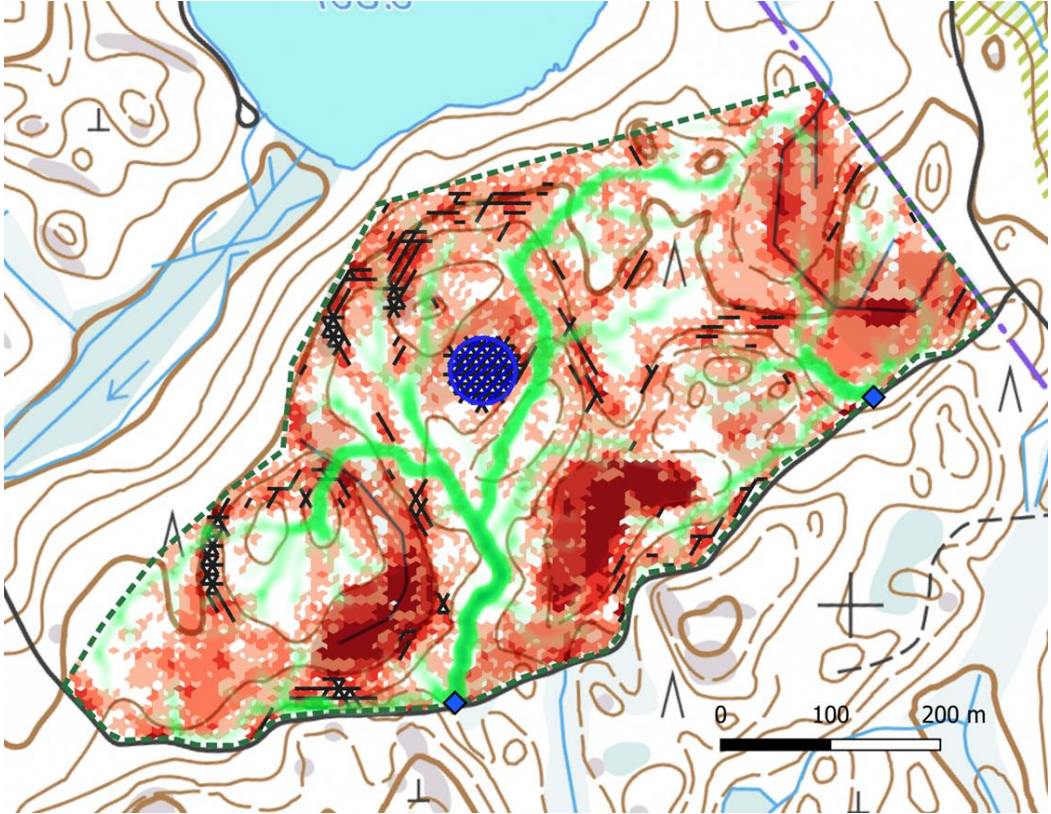
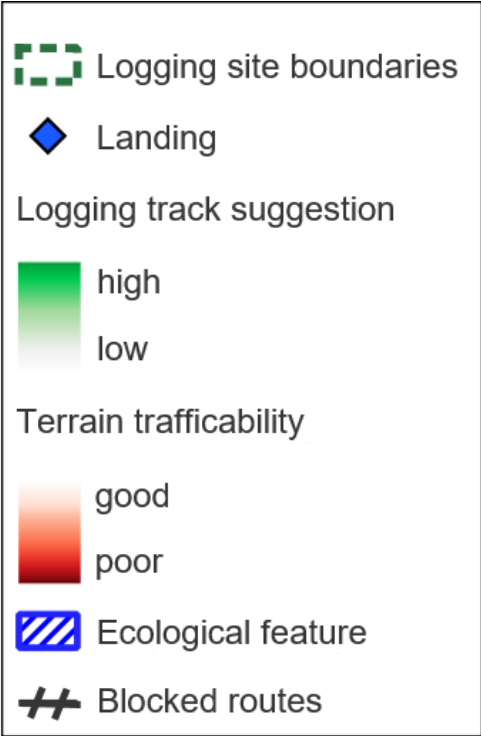
Kiv.maa / kelirikko	→
Kiv.maa / normaali kesä	→
Kiv.maa / kuiva kesä	→
Turvemaa / normaali kesä	→
Turvemaa / kuiva kesä	→
Kiv.&urvemaa / talvi	→

KORJUULOLOSUHDE-ENNUSTE

	Huono	Epävarma kesäkeli	Epävarma talvikeli	Hyvä kesäkeli	Hyvä talvikeli
Kiv.maa / kelirikko	→	→	→	→	→
Kiv.maa / normaali kesä	→	→	→	→	→
Kiv.maa / kuiva kesä	→	→	→	→	→
Turvemaa / normaali kesä	→	→	→	→	→
Turvemaa / kuiva kesä	→	→	→	→	→
Kiv.&urvemaa / talvi	→	→	→	→	→



Logging track planning tool for harvester operator



Nykyiset avustavat järjestelmät



+++

- Aptit (.apt, .pin)
- Kartat
- Kärkiohjaus
- Peruutuskamera
- Äänimerkit, varoitukset
- Pikakomennot, etäohjaus, koneen personointi, kopin pyöriminen, puomin sijoittelu, "mukavuudet"

- Äänimerkit, varoitukset
- Ilmoitukset - vian etsintä - korjaus
- Valot
- Internet-yhteys??



FOREST-HUMAN-MACHINE INTERPLAY



Lähde: Heli Kymäläinen, Itä-Suomen yliopisto

Muut työtä tukevat ja haittaavat tekijät

Tukevat / auttavat

- Itsenäinen ja
- sopivan haasteellinen työ
- Moderni kalusto
- Työyhteisö

Hidastavat / haittaavat

- Raportointivelvoitteet
- **Palautteen puute**
- Alikasvos
- Keli/sääolosuhteet
- Kantavuus
- Vireystila



FOREST-HUMAN-MACHINE INTERPLAY

12



Lähde: Heli Kymäläinen, Itä-Suomen yliopisto

Kuljettajien ehdotuksia tulevasta

(avoin kysymys)

- Harvennusavustin
- Tukin/pölkyn laadun avustin
- Ajouran leveyden kontrollointi
- Katkaisu muutoin kuin ketjulla
- Mittaus optiikalla tms. ei-koskettava järjestelmä
- Kärkiohjauksen jatkokehitys
- Hakkuupää hakeutuu autonomisesti oikealle pti-kasalle katkottaessa
- Puomin ja harvesteripään liikkeet automaattiset, sahan käyttö kuljettajalla
- Autopilotti – kone ajaa automaattisesti niitä ajouria, joita on jo kertaalleen ajettu



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND



FOREST-HUMAN-MACHINE INTERPLAY

13



Lähde: Heli Kymäläinen, Itä-Suomen yliopisto

2. Metsäkoneiden StanForD 2010 - standardi



Tietostandardit

Puukauppa



Korjuu



Kuljetus ja varastointi



Metsätietostandardi

- metsävaratiedot
 - kuvio- ja hilatiedot, erityispiirretiedot
 - ajantasaistus
- puukauppa
 - mm. Kootio.fi
- metsänomistajien sähköinen asiointi
- metsätöiden toiminnanohjaus
- puukaupan tilastointi

StanForD / StanForD 2010

- metsäkoneiden ohjaus
 - työmaa- ja paikkatiedot
 - puutavaralajit ja katkonnan ohjaus
 - metsäkuljetuksen toimitustavaralajit
- mittaus ja tuotannon raportointi
- mittaustarkkuuden seuranta
- tuottavuus- ja aikatiedot

papiNet

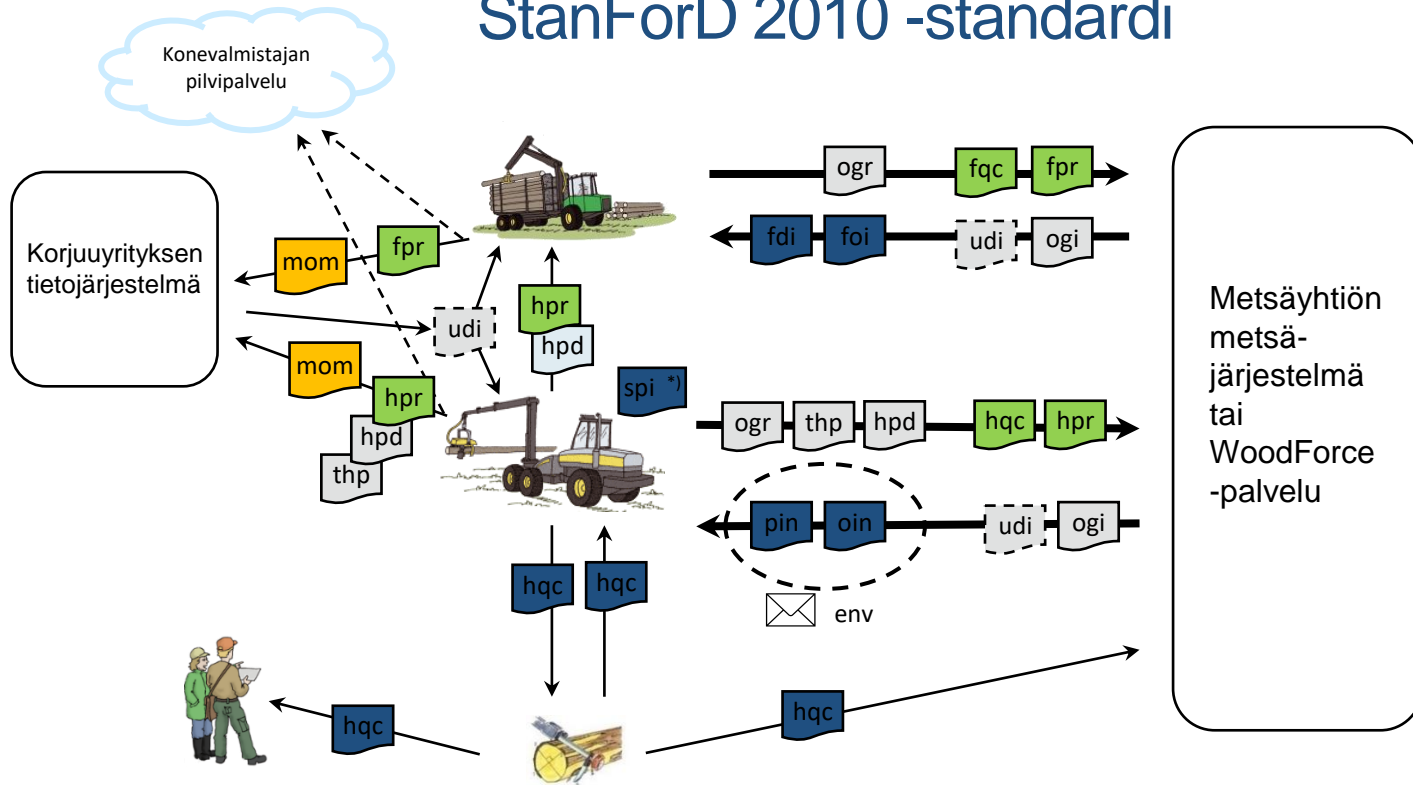
- kuljetus- ja toimitussuunnitelmat ja -ohjelmat
- logistiikan resurssitiedot
- kuljetusvälinetilaukset ja -varaukset
- kuljetustilaukset ja -ohjeet
 - myös muut ostopalvelut, esim. lastaus, haketus
- lastaus- ja purkuaikavaraukset
- kuljetus- ja lastaussanommat
 - kuormien ennakkotiedot, nippukaaviotiedot
- varastotiedot
 - tilannetiedot ja varastojen päivitykset
- kuljetusten tilannetiedot (status)
- vastaanottomittaukset
 - määrän ja laadun mittaukset, otannat
- sopimukset
- tuotetiedot
- laatuvalutteen ja reklamaatiot
- laskutus

StanForD- ja StanForD 2010 -tiedonsiirtostandardit

- Standardin tarkoituksena on yhtenäistää metsäkoneiden tiedonsiirto
 - tekninen standardi: käytettävät tiedostot, tietosisältö ja esitystapa määritetty ja kuvattu
 - puunkorjuun liiketoimintatiedot ovat standardin ulkopuolella
 - lisäksi koneissa käytetään erilaisia metsäyhtiöiden tai palveluntarjoajien omia ohjelmistoja ja sovelluksia, joissa voidaan käsitellä myös standardiin sisältyviä tiedostoja tai tietoja
- Kehitetty vuodesta 1987 lähtien
 - alun perin pohjoismaiden puunkorjuun tarpeisiin kehitetty, mutta on nykyisin jo globaali
 - konevalmistajien, metsäyhtiöiden ja muiden konetyön osapuolien yhteistä kehittämistä ja ylläpitotyötä
- StanForD 2010 on XML –perusteinen
 - XML:n yleisyys, teknologioita ja sovelluksia kehitetään vahvasti, ohjelmistovalmistajien tuki
 - StanForD 2010:n käyttö aloitettiin Suomessa v. 2017 WoodForce -palvelussa
 - vanhemman ns. StanForD Classic –standardin käyttö on nykyisin enää vähäistä (ei enää ylläpidetä)
 - uusien versioiden julkaisuaikatauluista päätetään StanForD –työryhmässä
 - seuraava versio 4.1 on sisällöltään hyväksytty ja konevalmistajilla testattavana



StanForD 2010 -standardi



*) Konevalmistajan hallinnoima pysyvälouenteinen sanoma



Sanoma käytössä vain korjuuryityksissä Suomessa



Sanoma ei yleisessä käytössä Suomessa

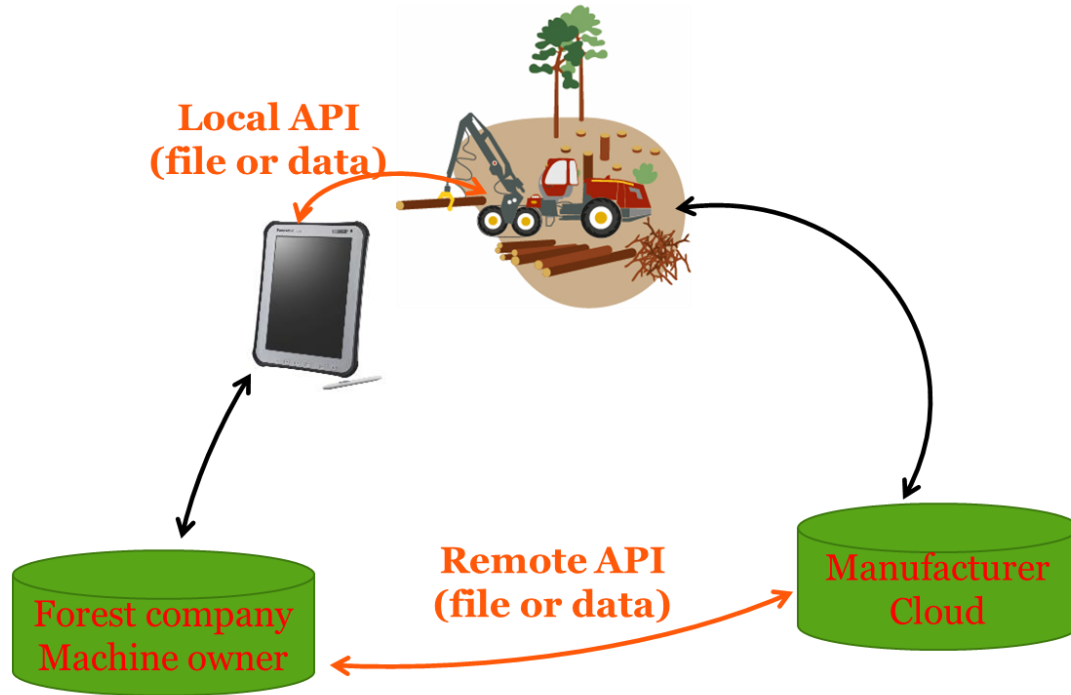


Sanoma ei vielä tuettuna ja käytössä metsäkoneiden järjestelmissä



StanForD 2010 -sanoma	Kuvaus	Yleisesti käytössä Suomessa
fpr (ForwardedProduction)	Metsäkuljetuksen tuotantotiedot	(x)
fdi (ForwardingDeliveryInstruction)	Metsäkuljetuksen puutavaralajien (toimituspuutavaralajien) tiedot	(x)
foi (ForwardingObjectInstruction)	Metsäkuljetuksen lohkon tiedot ja ohjeet	(x)
fqc (ForwardingQualityControl)	Kuormatraktorin kuormainvaa'an tarkastusmittaus- ja kalibrointitiedot	x
hpd (HarvestedDeltaProduction)	Hakkuun tuotantotiedot (rajoitettu tietosisältö)	
hpr (HarvestedProduction)	Hakkuun tuotantotiedot (runko- ja pölkkykohtaiset mittaustiedot)	x
hqc (HarvestingQualityControl)	Hakkuukoneen mittalaitteen tarkastusmittaus- ja kalibrointitiedot	x
ogi (ObjectGeographicalInstruction)	Lohkon paikkatiedot	
ogr (ObjectGeographicalReport)	Korjuussa tallennetut lohkon paikkatiedot	
oin (ObjectInstruction)	Hakkuun lohkon tiedot ja ohjeet	x
mom (OperationalMonitoring)	Metsäkoneen työaika- ja tuottavuustiedot	x
pin (ProductInstruction)	Puutavaralajin tiedot ja katkenta-asetukset	x
spi (SpeciesGroupInstruction)	Puulajin tiedot ja mittauksessa käytettävät parametrit	x
StanForD2010CodeList	Konemerkkikohtainen koodilista (käytetään mom:n tiedoissa)	
env (StanForD2010Envelope)	Kirjekuorisanoma, johon tiedonsiirron sanomat pakataan	x
thp (TotalHarvestedProduction)	Hakkuun yhteenlasketut tuotantotiedot (ei runko- ja pölkkykohtaisesti)	
udi (UserDefinedDataInstruction)	Vapaamuotoisen taulukon määrittelytiedot (tarkoitettu ensisijaisesti yrittäjäkohtaiseen korjuutietojen tallennukseen, mm. kulutetut materiaalit, laskutusperusteet ym.)	ei toistaiseksi toteutettu mittalaitteille

StanForD:iin on määritetty myös uusi API-rajapinta



Kaksi erilaista rajapintaa tavoitteena

1. File-API (tiedostorajapinta, local ja remote)
 - ensisijainen tavoite on koneen tietojärjestelmän ja ulkopuolisten sovellusten välisen tiedonsiirron ja tietoturvan parantaminen
2. Data-API
 - rajapinta konetietoja sisältäviin tietokantoihin (mm. konevalmistajien tarjoamat pilvipalvelut)
 - määrittelyvaiheessa tehdään ensin teknisten vaihtoehtojen kartoitus
 - varsinaisten rajapintamäärittelyiden aikataulu toistaiseksi auki

Runkojen erikoismerkintäkoodit ja niiden käyttö

- Hakkuukoneilla on mahdollista tehdä kaadettuun runkoon liittyvä erikoismerkintä, joka tallentuu hpr-tiedostoon (StemCode -elementti).
- Tarkoituksena on yhtenäiset toimintamallit ja käytännöt puunkorjuussa
 - Hakkuukoneen kuljettajien työn selkeyttäminen ja yhtenäinen ohjeistus
 - Korjuun laadun seurannan ja raportoinnin kehittäminen
 - Puuhuollon kestävyys- ja luonnonhoidon toimenpiteiden todentamismenetelmien ja raportoinnin kehittäminen
 - Tarkoituksena on myös luoda pohjaa hakkuukonetiedon laajempaan hyödyntämiseen ja pelisääntöjen määrittelyyn
- Koodit sisällytetään hakkuukoneiden mittalaitteilla pysyväisluonteiseen puulajien mittaussparametrien spi –tiedostoon.
- StemCoden tallennustavat ja mahdolliset käyttöliittymien ohjetekstit mittalaitteilla
 - Yhdelle rungolle voidaan tallentaa vain yksi StemCode –arvo StanForD:n versioissa 3.0 – 3.6.
 - Versiosta 4.0 alkaen on mahdollista tallentaa useampi koodi.
- Metsäyhtiöt päättävät itsenäisesti, mitkä erikoismerkintäkoodit niillä ovat käytössä ja miten niiden tallennuskäytännöt ohjeistetaan.
- Koodien vienti käytäntöön tapahtuu vaiheittain mittalaitteasennusten tai ohjelmistopäivitysten myötä.



Suositus Suomessa käytettäväksi StemCode –koodeiksi

Nro	Koodi	Kuvaus
1	Tekopökkelö	Rungosta on jätetty osa tekopökkelöksi
2	Säästöpuuryhmä	Säästöpuuryhmän ympäriltä kaadetut rungot merkitään
3	Suojatiheikkö	Suojatiheikön ympäriltä tai sisältä kaadettu puu, jolla merkitään suojatiheikön sijainti
4	Luonto- tai suojelukohde	Käsittelemättä jätettävän alueen (esim. avainbiotooppi, suojeltava alue tai muinaismuistokohde) ympäriltä kaadetut rungot merkitään
5	Muinaismuistokohde	Uuden käsittelemättä jätettävän muinaismuistokohteen sijainti tallennetaan merkitsemällä yksi tai useampi sen läheisyydestä tai kohteen sisältä kaadettu runko
6	Myrskytuho	Hakkuukoneella käsiteltävät myrskytuho- tai tuulenkaatorungot merkitään
7	Hyönteistuho	Runko, jonka puutavaran laatua hyönteistuho (esim. kirjanpainaja) on heikentänyt, tai joka kaadetaan tuhoalueen laajenemisen estämiseksi
8	Lahorunko	Juurikäävän tai muun lahonaiheuttajan infektoima runko



Nro	Koodi	Kuvaus
9	Latvakatko	Runko, jonka latva on katkennut ennen hakkuuta
10	Muu tuho	Runko, jossa muu tuhonaiheuttaja kuin hyönteiset on aiheuttanut runko- tai puuaineksen laatuvaurioita tai joka kaadetaan tuhoalueen laajenemisen estämiseksi
11	Poikkeava käsittely	Esim. kaksihaaraisen tai hyvin järeän rungon käsittely kahtena runkona
12	Korjuuvaurio	Korjuuvaurio
13	Ajoura	Leimikon rajauksen ulkopuolella tehty ajouran aukaisu tai muun vastaavan syyn takia kaadettu puu
14	Varastopaikka	Leimikon rajauksen ulkopuolella tehty varastopaikan aukaisu
15	Hakkuu suojeltavalta alueelta	Hakkuu vesistön suojavyöhykkeeltä, säästöpuuryhmästä, suojeltavalta tai muuten käsittelemättä jätettävältä alueelta
16	Muu	Muu syy

3. Katkonnin ohjauksen perusteet

- Puunhankinta ja katkonta osana metsäteollisuuden tuotantoa

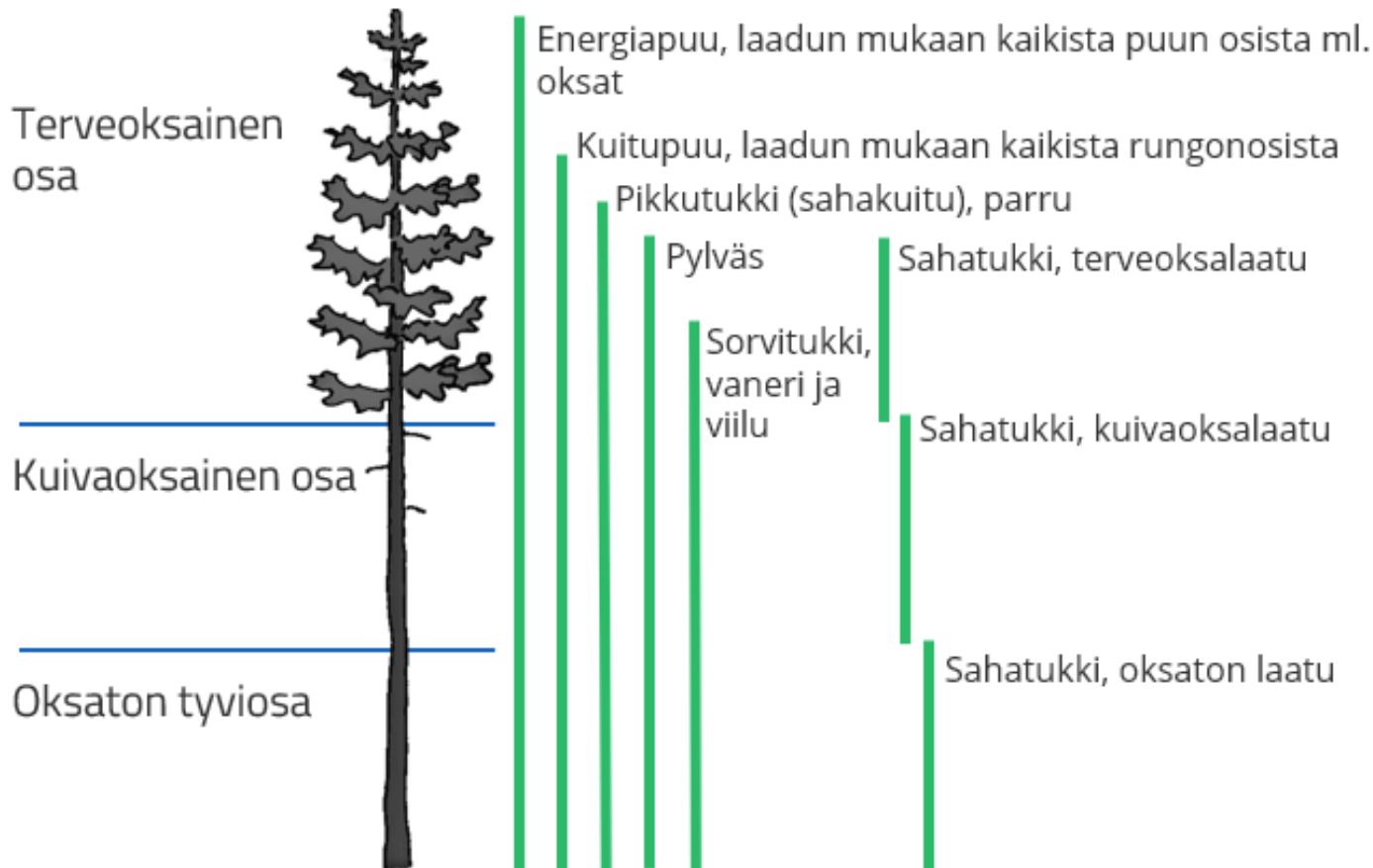
Puutavaralajien laatuvaatimuksista

- Jokaisella metsäyhtiöllä on omat tehdas-, asiakas- tai tuotekohtaisista toimitustarpeista johdetut puutavaralajinsa ja niiden mukaiset mitta- ja laatuvaatimukset.
- Vaatimukseen sisältyvät muun muassa eri puutavaralajien
 - minimiläpimitat
 - tyven maksimiläpimitat
 - sallitut pituudet (ml. apupituudet)
 - katkontatarkkuus (esim. -2 ...+4 cm)
 - sallitut laatuviat, kuten
 - eri oksaisuusluokkien maksimiläpimitat
 - sallittu ja maksimilenkous, mutkat
 - laho, sinivika, toukanreiät
 - tekniset viat ja sydänhalkeamat
 - vierasaineet, joita ei sallita
- Lisäksi puutavaralajeja voi määritellä esimerkiksi niiden käyttömuodon (esim. pylväät) tai muiden tekijöiden perusteella (esim. joukkokäsitelty kuitupuu, pystykarsittu puu).



Laadun vaikutus katkontaan

- Laho
 - Pehmeää lahoa ei sallita mekaaniseen jalostukseen käytettävissä laaduissa
- Lenkous, mutkat ja monivääryys
- Oksaisuus
 - Eri puutavaralajeilla on rungon ulkoisen oksaisuuden suhteen erilaiset laatuvaatimukset.
 - Ulospäin näkyvä oksaisuus indikoi puun sisäistä oksaisuutta
- Muita tekijöitä
 - haaraisuus ja monilatvaisuus
 - lyly
 - rungon epämuodostumat



Katkonnan ohjauksen periaatteet 1

- Katkonta on tehtaiden raaka-ainehuollon olennainen osa ja puunjalostuksen ensimmäinen tuotannollinen vaihe
 - puutavaran määrien ja laadun hallintaa
 - osto → korjuu (hakkuu ja lähikuljetus) → kuljetus → varastointi → tuotanto
 - tuotantosuunnitelmat määrittävät puutavaralajien dimensiokohtaiset toimitustarpeet
 - tuote- ja asiakaskohtaiset vaatimukset lähtökohtana
 - tavoitteena ohjata pölkkyjakaumia dynaamisesti kulloistenkin tehdaskohtaisten tarpeiden mukaisesti
 - eri tehtaiden toimitustarpeiden yhteensovitus korjuun suunnittelussa ja katkonnan ohjauksessa
 - toimitukset omille laitoksille vs. vieraslaitoksille
- Puukaupan ja korjuun välillä voi olla ajallista viivettä, jolloin katkontaa pitää voida ohjata tilanteen mukaisesti puukaupassa sovittujen mittojen rajoissa
 - puukaupallisen mittauksen ja katkonnan eriyttäminen keinona
 - runko-, rungonosa- tai järeysrunkohinnoittelu



Katkonnan ohjauksen periaatteet 2

- Hakkuukoneissa katkontaa ohjataan puutavaralajikohtaisilla taulukoilla ja asetuksilla
 - ohjaustiedot välitetään hakkuukoneen mittalaitteohjelmistoon pin-tiedostoissa
 - toimintaperiaatteet ovat kaikilla metsäkonemerkeillä samat
 - arvotaulukot: perushinta ja dimensiokohtaiset (läpimitta ja pituus) arvot
 - käytetään myös nimityksiä arvomatriisi, hintalista ja hintamatriisi
 - yleisesti käytetään suhteellisia arvoja
 - tiettyjen pituus- ja läpimittayhdistelmien katkonta voi olla kiellettyä, mikä ilmaistaan taulukon arvoilla
 - kehitystavoitteena jalostusarvoperusteiset arvotaulukot ja niiden muodostamisen perusteet
 - dimensiokohtaiset pituusjakaumatavoitetaulukot (jakauma-apteeraus)
 - määrärajataulukot mm. erikoistoimituksia varten
 - jatkossa käytetään myös apumittojen teon rajoittamiseksi
 - lisäksi erilliset asetukset mm. katkontaikkunoiden määrityksiin, kuitupuun vapaakatkontaan ym.
- Katkonnan ohjaustiedot ja pin-tiedostot ovat sisältönsä puolesta yritys- ja tuotantolaitoskohtaista liiketoimintakriittistä tietoa
 - ohjauksessa käytettävät arvot voivat olla nopeasti ja usein muuttuvia



Arvotaulukko (= arvomatriisi, hintalista ja hintamatriisi)

- Arvot voivat olla valuuttaperusteisia tai suhteellisia.
- Kullekin arvotaulukolle määritetään ns. perushinta, jolla eri puutavaralajien arvot suhteutetaan toisiinsa.
- Perushinnat eivät voi olla päällekkäisiä.

Kuusitukki

esimerkkitaulukko

Pituus	312	370	430	460	490	520	550	580	610
Läpimitta									
150	0	0	0	0	250	0	0	0	0
160	160	180	240	265	265	267	267	266	268
170	140	180	220	230	240	233	233	237	237
180	0	170	210	220	230	222	220	217	220
200	0	170	210	220	230	222	220	217	220
220	0	0	210	220	222	222	220	217	220
240	0	0	210	220	222	222	220	217	220
260	0	0	210	220	222	222	220	217	220
280	0	0	210	220	222	222	220	217	220
300	0	0	210	220	222	222	220	217	220
320	0	0	210	220	222	222	220	217	220
340	0	0	210	220	222	222	220	217	220



Jakaumataulukko on puutavaralajeittainen arvotaulukon läpimitta- ja pituusluokkia vastaava taulukko, jossa asetetaan katkontaa ohjaavat pituusjakaumatavoitteet.

- Arvot merkitään prosentteina tai promilleina.

Jakaumatavoitteet voidaan asettaa

1. kaikkien dimensioiden (lpm- ja pituusluokat) suhteellisina tavoiteosuuksina
2. kunkin läpimittaluokan sisäisinä jakaumatavoitteina

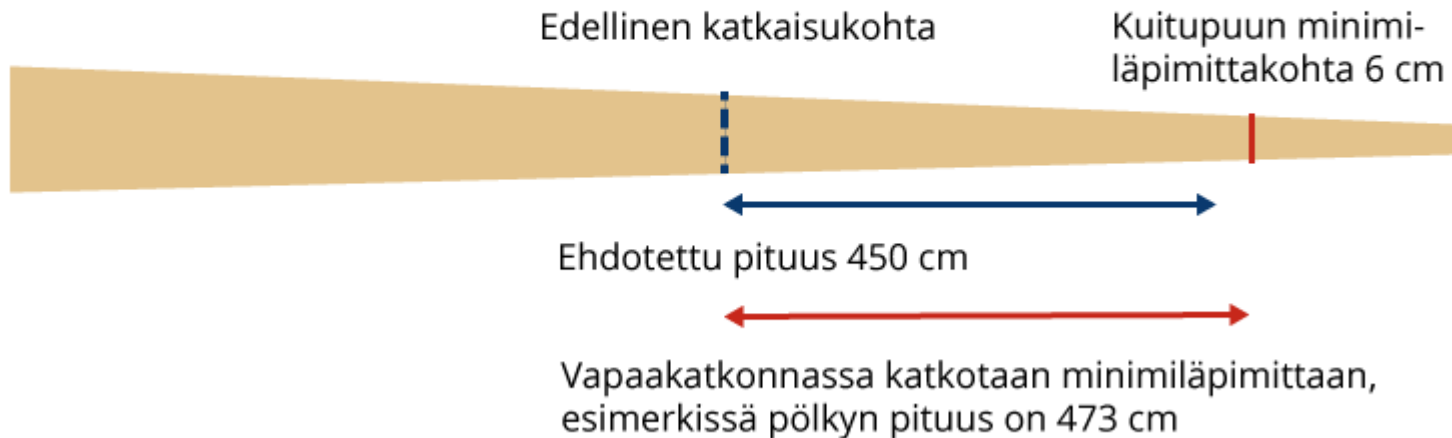
Kuusitukki

esimerkkitaulukko

Pituus	312	370	430	460	490	520	550	580	610	Summa
Läpimitta										
150	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
160	0	1	5	9	40	18	12	5	10	100
170	0	1	5	9	40	18	12	5	10	100
180	0	1	5	9	40	18	12	5	10	100
200	0	1	5	9	40	18	12	5	10	100
220	0	0	14	22	19	12	15	8	10	100
240	0	0	14	19	19	15	15	8	10	100
260	0	0	12	18	18	16	18	8	10	100
280	0	0	12	17	20	15	18	8	10	100
300	0	0	15	15	15	18	17	10	10	100
320	0	0	18	12	13	17	20	10	10	100
340	0	0	10	10	26	17	17	10	10	100



Vapaakatkonta



- Kuitupuu voidaan katkoa määrämittäisenä (hiomopuu) tai vapaapituuisena.
- Jotta rungon viimeinen kappale voidaan hyödyntää minimiläpimittaan asti, käytetään vapaakatkontaa
 - pölkyn pituuden sallitaan vaihtelevan
 - puutavarakappaleen pituuden ei tarvitse noudattaa annettuja pituusluokkia ja arvotaulukon asetuksia.

Sahaus- eli katkontaikkuna

Katkontaikkuna [-1 cm, +3 cm]

Pölkyn sallittu pituus 489 - 493 cm



Pölkyn ohjeellinen pituus 490 cm

Katkonnan ohjauksen periaatteet 3

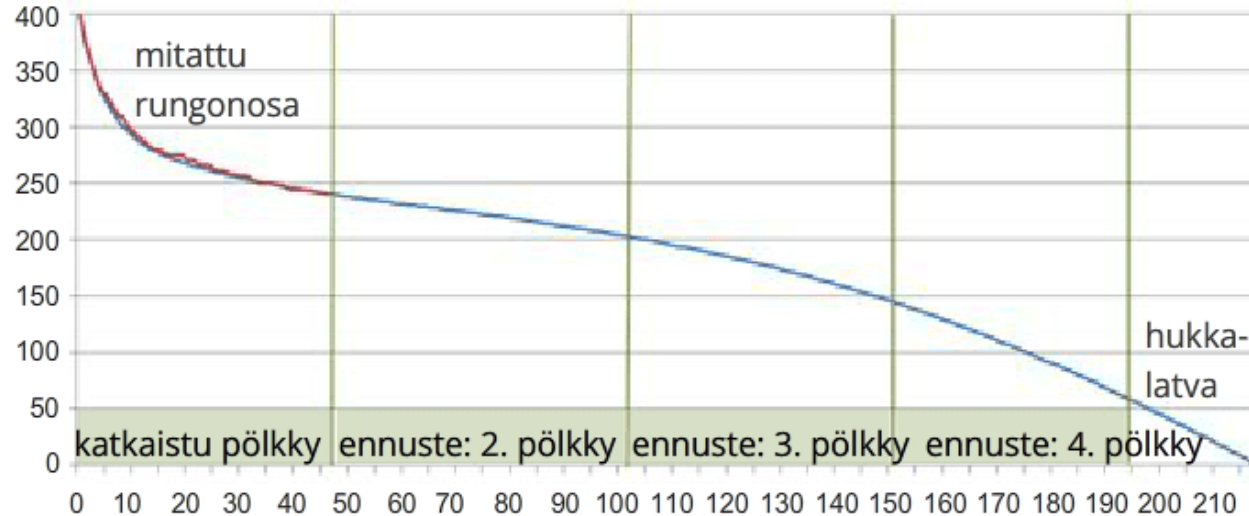
- Katkosta-automatiikan käyttö
 - rungon arvon optimointi katkosta ohjaavana tekijänä
 - arvotaulukot ja niiden säätörajat jakaumatavoitteen saavuttamiseksi
 - runkomuodon ennustaminen ja katkostaehdotukset
 - mittaustarkeus vaikuttaa myös ennusteeseen ja katkoston onnistumiseen
- Laadun huomiointi katkostonassa
 - kuljettajan tehtävänä ulkoisten laatuennustusten huomiointi ja katkosta päätökset niiden mukaan
 - mm. männyn laatuavilla automaattikatkosta ei käytetä parhaan laadun varmistamiseksi
 - ”varman päälle” katkosta ja vaaalaatuavisuuden riskin välttäminen voi pienentää tukkiosuutta tarpeettomasti
 - mm. tyvilaho ja lenkous vaikeasti arvioitavia tunnuksia
 - tavoitteina kamera- ja aistinteknologiaan perustuvien menetelmien kehittäminen laatuennustusten havainnoimiseksi ja ennustamiseksi
 - kuljettajan katkosta päätöksen tukeminen
 - laatumallien sisällyttäminen katkosta-automatiikkaan



Runkoennuste

esimerkkikuva

läpimitta, mm



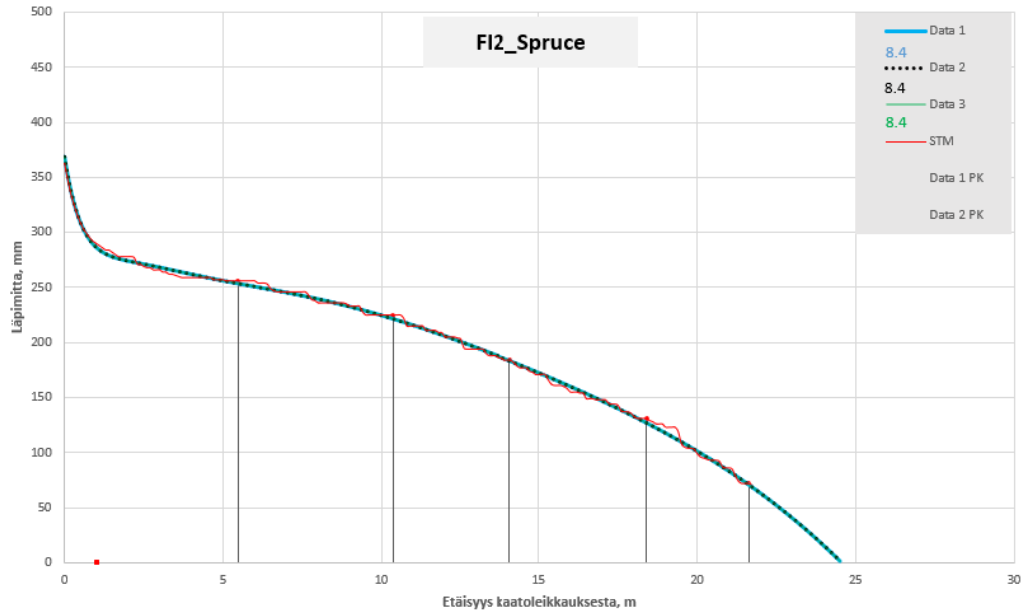
etäisyys kaatoleikkauksesta, dm

Hakkuussa syntyvät yleensä laatusyyn vuoksi lyhyiksi katkaistut ja metsään jätettävät kappaleet ovat ns.

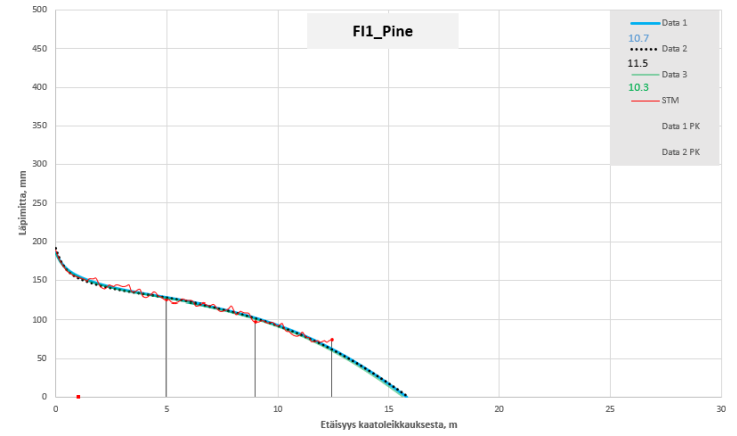
rekisteröimättömiä kappaleita.
(lumpit tai leikot)

- Sahatut ja pituudeltaan yli 10 cm mittaiset kappaleet ja niiden tilavuudet tallennetaan mittalaitteella erilliseen rekisteröimättömien kappaleiden taulukkoon ja ne esitetään myös mittaustulosteissa.
- Alle 10 cm pituisia kappaleita ei yleisesti rekisteröidä.

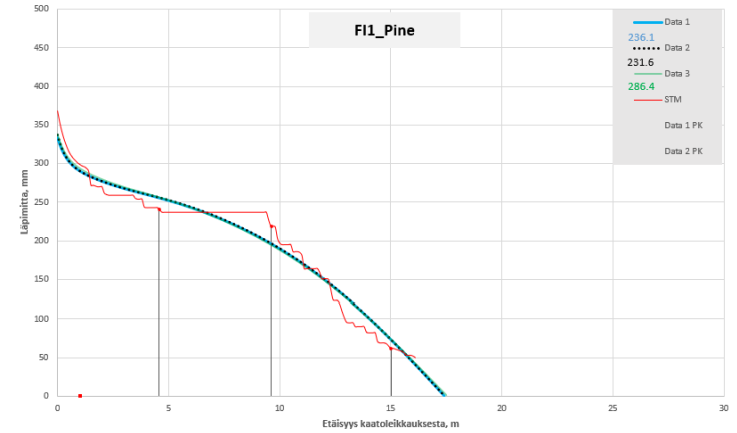
Normaali runko



Kasvania läpimittoja



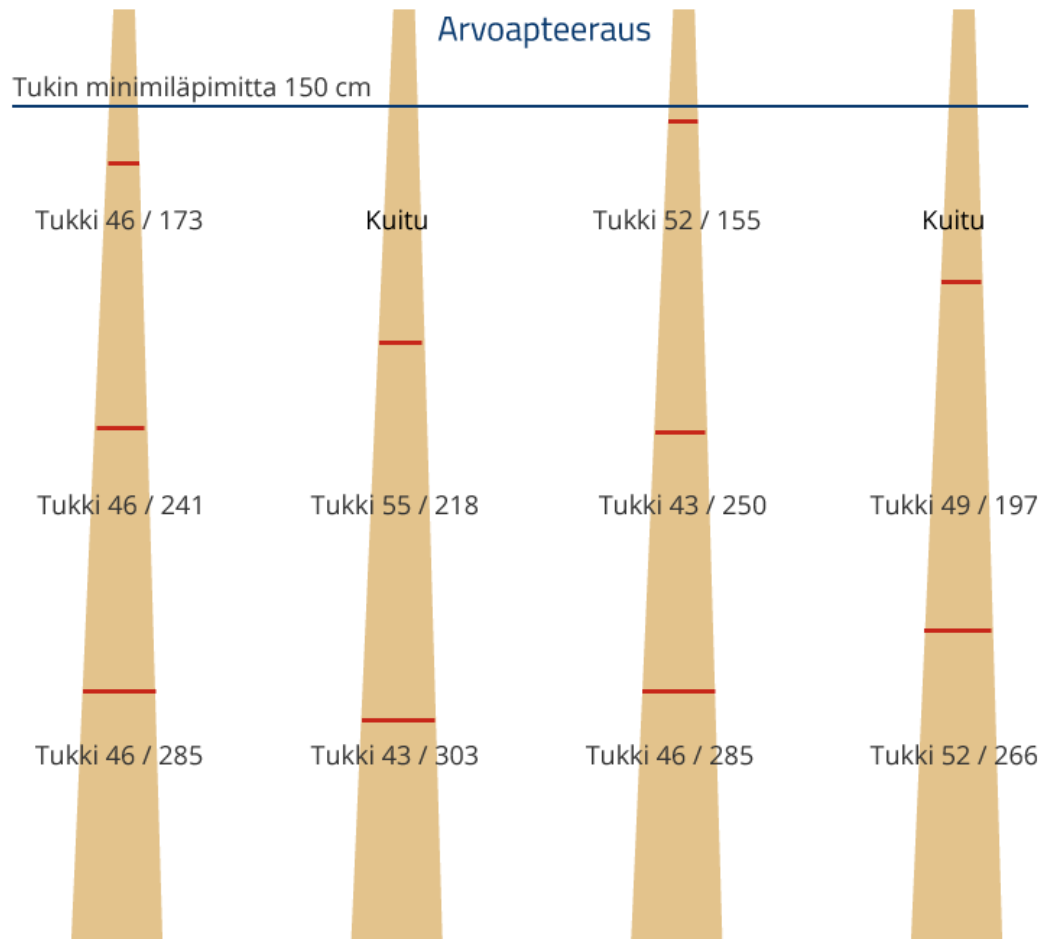
Vakiona pysyviä läpimitta-alueita





Kuva: Ponsse Oyj





Tukki 46 / 241

Tukki 55 / 218

Tukki 43 / 250

Tukki 49 / 197

Tukki 46 / 285

Tukki 43 / 303

Tukki 46 / 285

Tukki 52 / 266

Arvoapteerauksessa valitaan tämä arvokkain katkontayhdistelmä.



Esimerkki männyn laatuapteerauksesta, oletuslaatu Q1

PUUTAVARALAJI					RUNGONOSA, JOSTA KATKONTA SALLITTU	HINTA	LATVALÄPIMITTA
	Q1	Q2	Q3	Q4			
Erikoistukki	*				tyvi	300	200 – 500
Pylväs	*	*			tukkiosa	270	200 – 500
Sahatukki	*	*	*		tukkiosa	230	150 – 500
Pikkutukki	*	*	*		tukkiosa	150	120 – 160
Kuitu	*	*	*	*	kaikki	80	60 – 650

Laatuluokat: Q1, Q2, Q3, Q4

- **Rungonosalaatuapteeraus** tarkoittaa, että puutavaralajeittain määritetään mistä laadusta saa katkoa ko. puutavaralajia
 - esim. arvokkainta tukkilajia katkotaan vain tyveltä ja kuitua voidaan katkoa kaikista rungonosista
- Kuljettaja ilmoittaa koneelle käsiteltävän rungon puulajin sekä aloituslaadun tai rungonosan laadun laatuapteenäimillä.
- Laatuapteerauksessa kuljettaja voi merkitä rungolle laaturajat, esimerkiksi kuivaoksarajan, jonka mukaan katkontaa voidaan ohjata.



Lahon havaitseminen katkonnassa

- Kokenut koneenkuljettaja tunnistaa alkua pidemmälle edenneen lahon yleensä hyvin.
- Tyven katkontaan vaikuttavat runkoviati (esim. lenkous ja mutkat) tai muut tuhoista tai korjuuolosuhteista aiheutuneet tekijät voivat aiheuttaa epävarmuutta lahorunkojen tunnistukseen.

Pehmeä laho sydänpuussa



Pieni laholaikku



Terve



Katkonnan seuranta

- Katkontatavoitteiden toteutumista, katkonnan tarkkuutta ja puutavaran laatua seurataan puun vastaanoton yhteydessä
 - erityisesti pituuskatkontaa seurataan sahojen vastaanotossa
- Seuranta tehdään myös hakkuukoneiden omavalvontana tai otantana tarkastusmittausten yhteydessä
 - pituuden ja läpimitan mittaustarkkuutta seurataan satunnaisten ja kuljettajan valitsemien näyterunkojen avulla
- Katkonnan onnistumista voidaan mitata puutavaralajeittain jakauma-asteella
 - kaikkien pituus- ja läpimittaluokkien suhteellinen toteutuma tavoitteeseen nähden
 - seuranta koneittain tai usean koneen yhdistelmänä toimituskohteittain pidemmän ajanjakson ajan
 - ei leimikkokohtaisesti (puuston laatu yksittäisillä kohteilla vaihtelee)



Puutavaralajeittainen pituusjakauman toteutumisen seuranta

$$Jakauma - aste = 1 - \frac{\sum |Tavoite - toteutunut|}{2}$$

Jakauma-aste voidaan laskea

- konekohtaisesti
- usean koneen yhdistelmänä

Tavoite

Vaikka erot usein tasoittuvatkin yhdistettäessä useampien koneiden pölkkyjakaumat, on yksittäisen koneen katkonnan seuraamisella ja ohjaamisella merkitystä kokonaispölkkyjakauman hallinnan kannalta.

Toteuma

TAVOITEJAKAUMA, %

Pituus	312	370	430	460	490	520	550	580	610	Summa
Läpimitta										
150	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
160	0	1	5	9	40	18	12	5	10	100
170	0	1	5	9	40	18	12	5	10	100
180	0	1	5	9	40	18	12	5	10	100
200	0	1	5	9	40	18	12	5	10	100
220	0	0	14	22	19	12	15	8	10	100
240	0	0	14	19	19	15	15	8	10	100
260	0	0	12	18	18	16	18	8	10	100
280	0	0	12	17	20	15	18	8	10	100
300	0	0	15	15	15	18	17	10	10	100
320	0	0	18	12	13	17	20	10	10	100
340	0	0	10	10	26	17	17	10	10	100

ERO, %-YKS.

Pituus	312	370	430	460	490	520	550	580	610
Läpimitta									
150	0	0	0	0	0	0	0	0	0
160	0	2	4	1	2	0	-2	0	-6
170	0	2	3	1	0	-1	0	-1	-5
180	0	1	1	2	1	1	-1	-1	-5
200	0	1	2	0	1	1	-1	-1	-3
220	0	0	2	1	0	0	-1	0	-2
240	0	0	0	1	1	-1	0	0	-1
260	0	0	1	-1	1	2	-1	-1	-1
280	0	0	1	2	0	1	-2	0	-1
300	0	0	1	4	-1	0	0	-3	-2
320	0	0	5	3	4	-2	-5	-2	-3
340	0	0	3	3	5	-1	-1	-5	-3



- Katkonnan seurannassa pitäisi ottaa puuston laadun ja järeyden vaihtelu huomioon
 - mm. järeästä rungonosasta katkotut kuitupölkyt ja leikot
 - kuljettajakohtaiset vaihtelut laadun huomioinnissa
 - pelkästään keskijäreyden ja tukki-%:n tarkastelu ei ole riittävää
- Katkonnan seuranta voidaan tehdä puukauppaosapuolten keskinäisen sopimuksen mukaisesti hakkuukonetiedostoihin perustuen (hpr)
 - pölkyn ptl, pituus, latvalpm, tilavuus, katkaisusyy
 - jos pölkkyluokkakohtaisia katkontatuloksia halutaan antaa myyjälle, tiedot pitää laskea erikseen

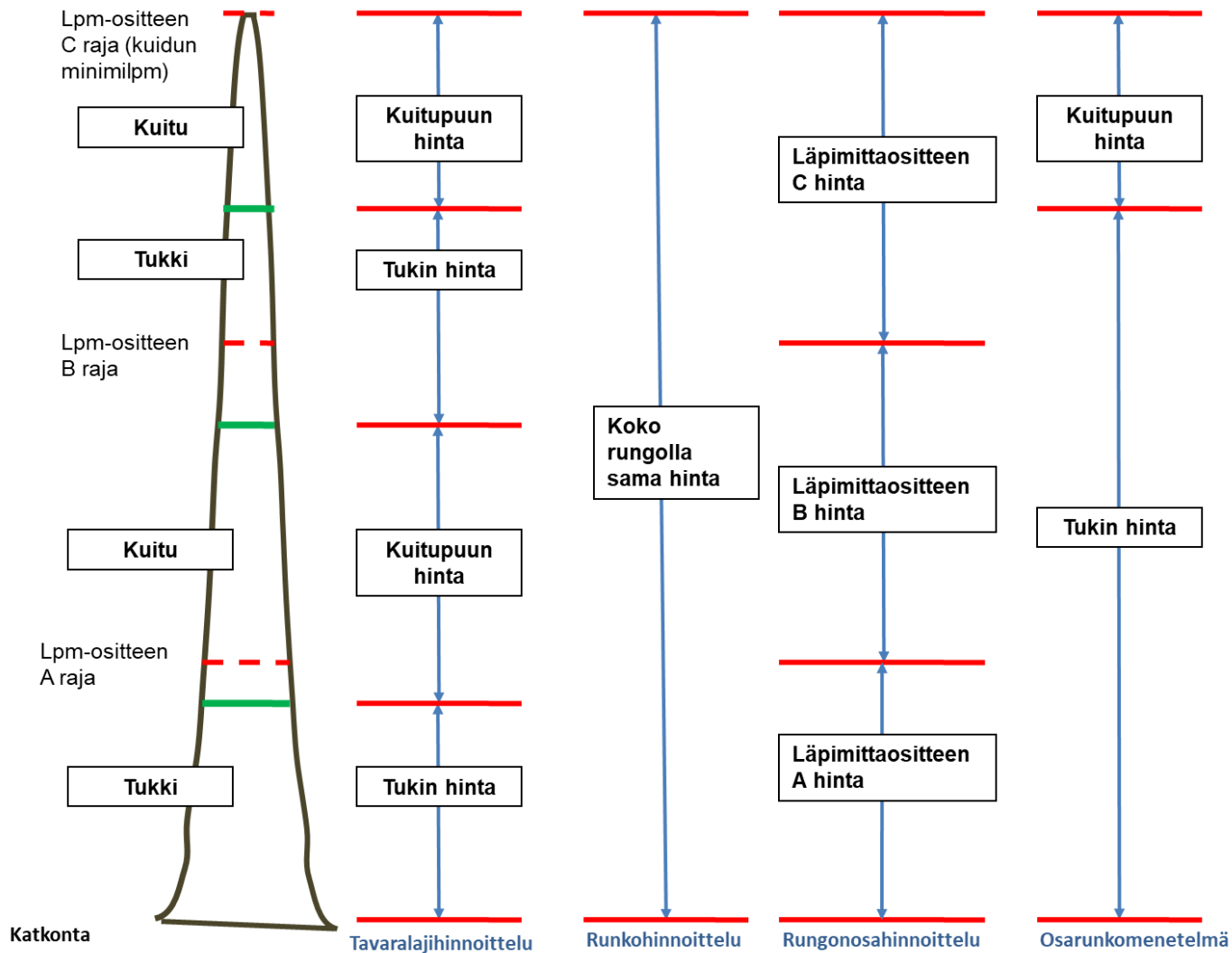


Katkonta puukaupparjousten vertailussa

- Vaihtoehdot katkonnan vertailemiseksi puukaupassa
 1. Myyjällä käytettävissään katkonnan simulointityökalu ostotarjousten vertailuun
 - välineen pitää tukea eri hinnoittelumenetelmiä
 - ostajien puutavaralajikohtaiset mitat ja hinnat voidaan välittää puukaupparjouksen yhteydessä puukauppasanomastandardin mukaisessa tiedostossa
 2. Ostaja tekee katkonnan simuloinnin ostotarjouksen lisätiedoksi
 - puutavaralajien määrätiedot tarkentuvat, kun ne perustuvat simuloituun katkontaan
 - eri hinnoittelumenetelmien mukaiset tarjoukset voidaan tehdä
- Leimikon puuston ennakkotiedot lähtökohtana molemmissa vaihtoehdoissa
 - leimikon puujoukko on pystyttävä kuvaamaan siinä muodossa, että sille voidaan tehdä runkokohtainen katkonnan simulointi
 - puujoukon muodostus malleilla kuvion puulajikohtaisista keskitunnuksista
 - kehittämistavoitteena puulajikohtaiset runkolukusarjat, jotka ovat muodostettavissa metsävaratietojärjestelmien tiedoista tai suoraan kaukokartoitusdatasta
 - mikrokuvio- tai hilapohjainen data, josta korjuukohde muodostetaan tilanteen mukaisesti
 - puuston laadun kuvaamisen menetelmät
 - puuston laatu tekijänä leimikoiden tyypittelyssä
 - alueelliset ja leimikkotyypikohtaiset karkeat kokemusperäiset tai tutkimukseen perustuvat mallit



Hinnoittelu- vaihtoehdot



Rungonosahinnoittelun periaate

Rungonosahinnoittelu

- Hinta riippumaton katkonnasta tai laadusta
- Runkomuoto ja tilavuus poimittavissa hakkuukoneen stm-tiedoista

- Rungonosa +7cm

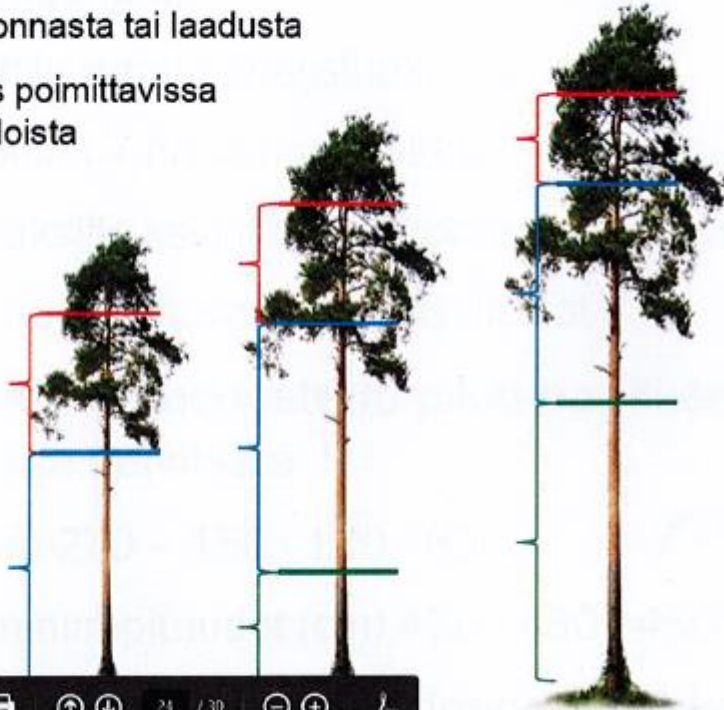
✓ Hinta 12 €/m³

- Rungonosa +15cm

✓ Hinta 52 €/m³

- Rungonosa +26cm

✓ Hinta 62 €/m³



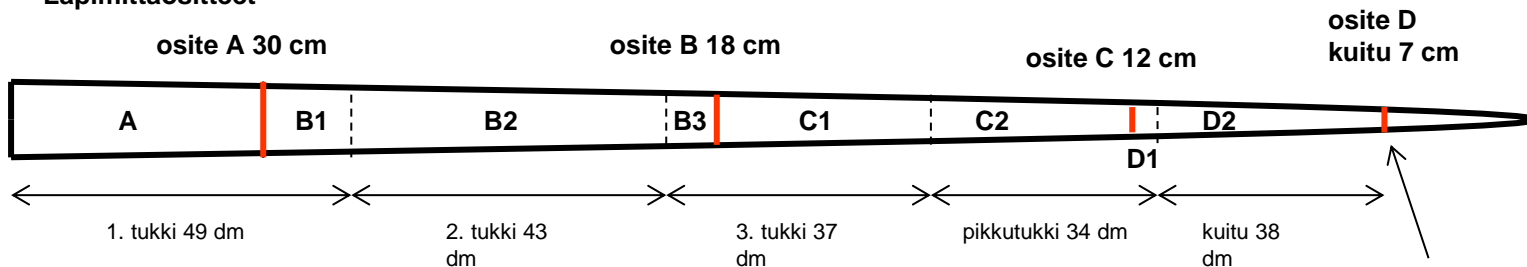
METLA

Läpimittaositteet ja tilavuuksien laskenta

Usean läpimittaositteen tapaus

osite	A	B	C	D (kuitu)
rajalpm	30 cm	18 cm	12 cm	7 cm (kuidun minimi)
minimipituus	43 dm	37 dm	30 dm	25 dm
hinta	100	80	60	40

Läpimittaositteet



tilavuuden laskenta todellisen latvaläpimitan mukaan

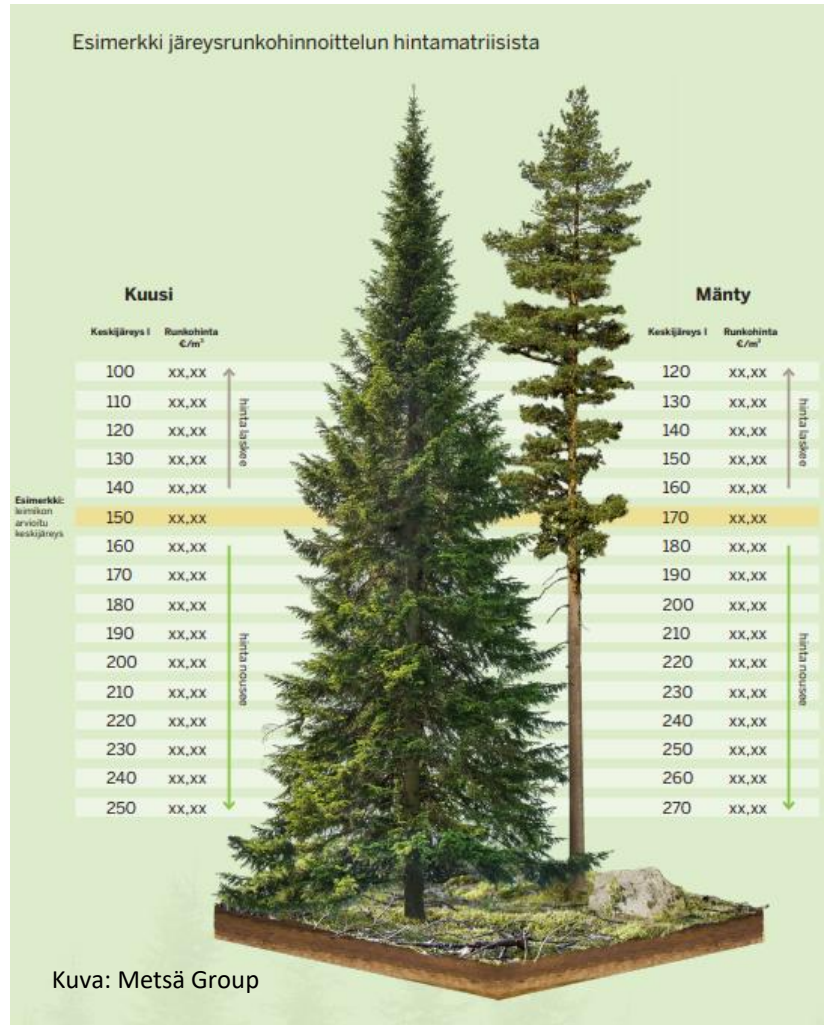
Tilavuuden laskenta pölkyille

1. tukki	A + B1
2. tukki	B2
3. tukki	B3 + C1
pikkutukki	C2 + D1
kuitu	D2

- läpimittaositteelle voidaan antaa minimipituus (= pienin sallittu katkontapituus)
- ostajalla laaturiski
 - järeässä lpm-ositteessa esiintyvät viat



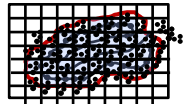
Järeysrunkohinnoittelu (Metsä Group)



- Harvennuksissa sovellettava järeYTEEN perustuva runkohinnoittelu
 - koko rungolle sama kuutiohinta
- Hinta määrittöy harvennettavan puuston todellisen puulajeittaisen keskijäreYTEEN mukaan korjuun jälkeen
 - runkohinta-arviot tehdään etukäteen puukauppaa varten
 - keskijäreYTEENluokittaiset runkohinnat
 - lopullinen runkohinta määrittyy hakkuukonemittauksella mitatun poistetun puuston järeYTEEN perusteella
 - olennaista on poistettavien puiden laatu ja järeYTEEN
- Katkonta vapaasti

Kehittyvä katkonnän ohjaus

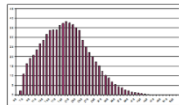
Simuloinnin lähtötiedot yhtiöiden metsä-järjestelmistä korjuukohteittain



Korjuukohteen perustiedot



Puuston keskitunnukset puulajeittain



Runkolukusarjat

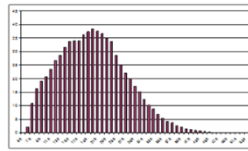
Simuloitavan puujoukon muodostus

Parametriset kokojakaumamallit

Ei-parametriset datalähtöiset menetelmät (mm. k-MSN)

Simuloinnin puujoukko valintana runkopankki-tietovarastosta

Läpimitta- ja pituusjakaumat



Runkoprofiilit



Puujoukot StanForD 2010 hpr -muotoon



Runkojen laatuositteet (oksarajakorkeudet ja vikaisuudet)

Yhtiökohtaiset tai yleiset tietovarastot palvelussa

Puun laatumallit

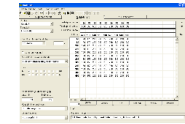
Runkopankki (hakkukoneen tuotantotiedot)



Puun laatu-tietopankki (mm. tukki-röntgen- ja tukki-mitta)



Katkonnän ohjaustiedostojen (pin) muodostus



Simulointi

Tyyppileimikointi

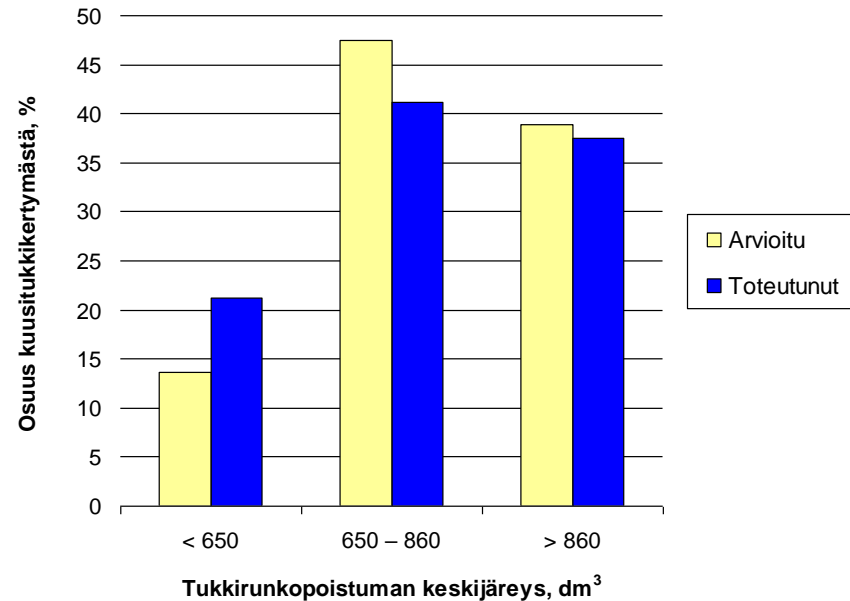
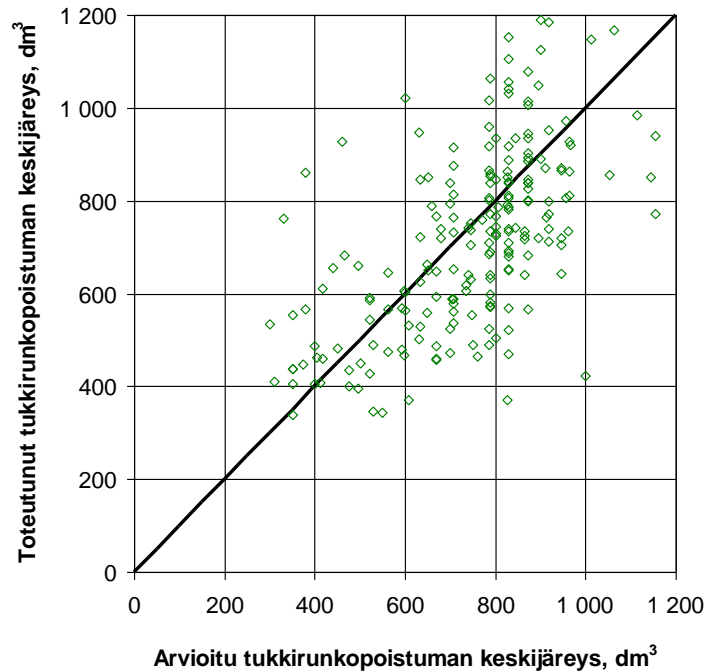
- Leimikoita voidaan luokitella, tyyptellä esimerkiksi seuraavilla leimikolla ja sen puustoa kuvaavilla muuttujilla:
 - ✓ Sijainti / maantiede
 - ✓ Kasvupaikkaluokka
 - ✓ Ikä
 - ✓ Hakkuutapa
 - ✓ Puulaji & -suhteet
 - ✓ Poistuman keskijäreys
 - ✓ Poistuman keskipituus
 - ✓ Laatu (esim. laho, oksaisuus).
- Myös sahan tuoteportfolio voi olla yksi tyyppileimikointiperuste.

Metsätehon tulokalvosarja 6/2015



Arvioidut ja toteutuneet poistuman keskijäretydet

Arvioitu järeystieto ei kaikilta osin tarkkaa!



Metsätehon tulokalvosarja 6/2015

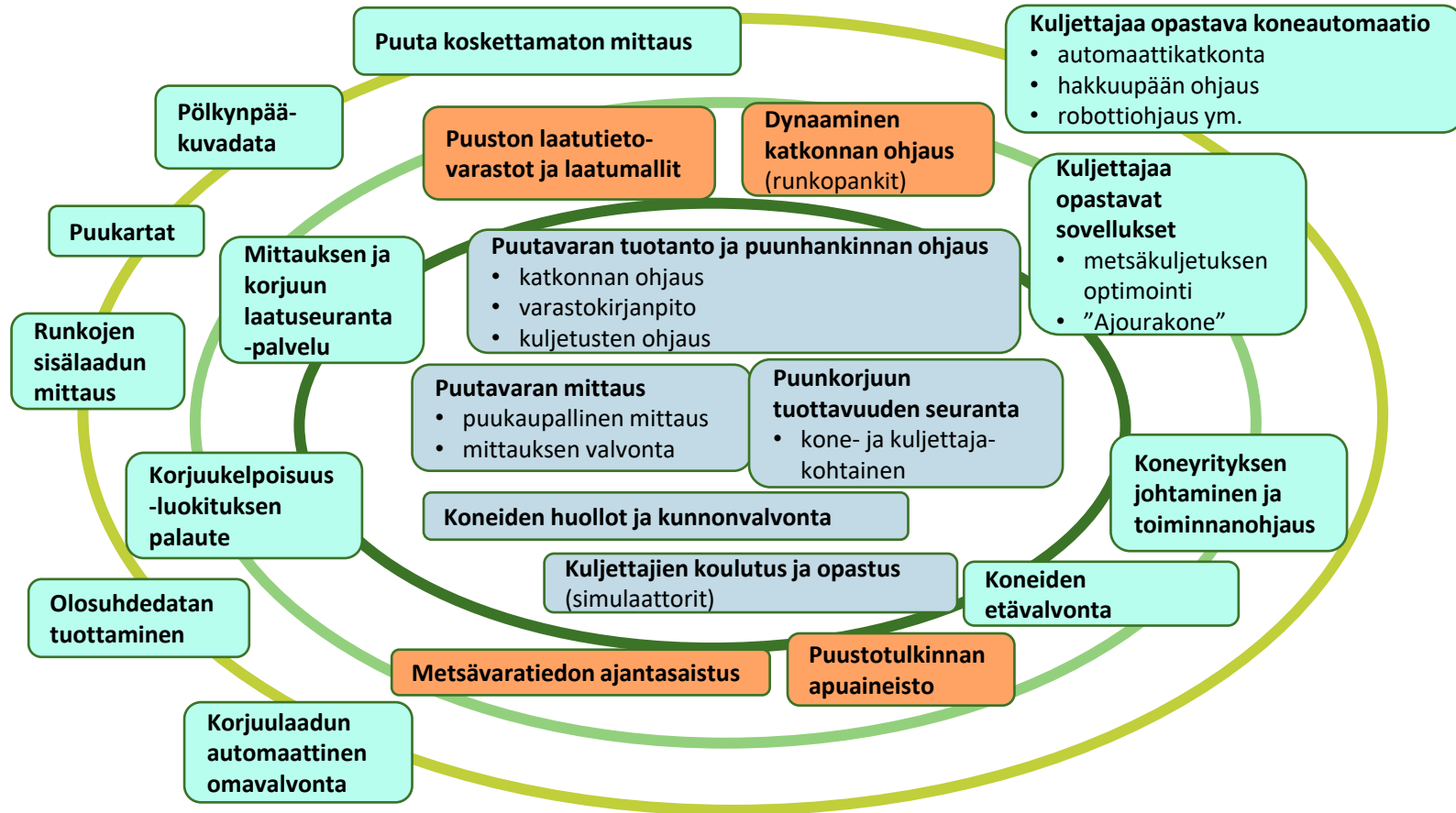


4. Metsäkonetieto ja sen käyttömahdollisuudet



Metsäkonetieto avaa paljon mahdollisuuksia

- Sisäkehällä nykyiset käytötapaukset, ulompana kokeilu- ja ideointivaiheessa olevat uudet mahdollisuudet



Lähde: Metsäkonetiedon omistusta, käyttöä ja käsittelyä koskevat periaatteet –suositus. Metsäteho (toim.) 2017.



Hakkuukonetiedon laajan hyödyntämisen edellytykset

- StanForD 2010 -standardi mahdollistaa yhtenäisen tietosisällön
 - runko- ja pölkkykohtainen mittaustieto ja tuotannon raportointi
 - tarkkuuspaikannus yleistyy ja mahdollistaa uudenlaisen paikkatiedon tuottamisen
 - koneet tuottavat hakkuista puukohtaista sijaintitarkkaa mitattua dataa
- Metsäyhtiöissä on vaihtelevat valmiudet hankkia, käsitellä ja hyödyntää hakkuukonetietoa
 - datan varastointi joko alkuperäisenä tai prosessoituna jatkokäyttötarpeiden mukaiseksi
 - esim. eri koneiden tai eriaikaisten hpr-tiedostojen yhdistäminen lohko-kohtaisiksi tiedoiksi
 - hakkuukonedatan hyödyntämisen konseptit ja sovellukset vielä aloitusvaiheessa
- Konevalmistajien tuotekehitys ja palvelut
 - paikannusjärjestelmiä on kehitetty korjuutyön ohjauksen ja seurannan tarpeisiin
 - kuljettajaa avustavien järjestelmien kehittäminen
 - pilvipalvelut ja niihin perustuvat sovellukset yrittäjille mm. konetyön tuottavuuden seurantaan



Metsäkonetiedon pelisäännöt

- **Metsäkonetiedon omistusta, käyttöä ja käsittelyä koskevat periaatteet –suositus** julkaistu 16.10.2017
- Suositus määrittelee yhteiset pelisäännöt tietojen omistusta, käyttöä ja käyttöoikeuksien luovutusta koskien tavoitteena, että osapuolet tuntevat oikeutensa ja velvollisuutensa ja että tietojen hallinnalle ja käytölle on olemassa yhtenäiset toimintamallit ja periaatteet.
- Suosituksen tarkoituksena on edistää metsäkonetietoon perustuvien sovellusten rakentamista ja palvelujen tuottamista alan toimijoita varten.
- Suosituksen sisältöä arvioidaan työryhmässä vuosittain tai sitä mukaa kun uusia tietolajeja tai tiedon tuottamisen menetelmiä otetaan yleiseen käyttöön.



Metsäkonetiedon omistus- ja käyttöoikeudet

• Omistusoikeus

- Oikeus käyttää tietoa ja määrätä tiedon käytöstä kaikilta osin. Joidenkin tietoryhmien osalta omistusoikeus on molemmilla puunkorjuun ja metsänhoitotöiden sopimusosapuolilla. Oikeus kuuluu kummallekin sopimusosapuolelle itsenäisesti erikseen, ellei muuta ole sovittu.

• Käyttöoikeus

- Oikeus käyttää tietoa toimeksiannon edellyttämässä tarkoituksessa ja laajuudessa sekä oman liiketoiminnan kehittämisessä, mutta ei myöntää käyttöoikeuksia, eikä siirtää tai luovuttaa tietoja muille toimijoille.

• Rajattu käyttöoikeus

- Oikeus käyttää tietoa rajattuun käyttötarkoitukseen tiedon omistajan kanssa tehdyn sopimuksen perusteella. Ei oikeutta myöntää käyttöoikeuksia eikä siirtää tai luovuttaa tietoja muille toimijoille.

Oikeudet määritelty

- Konetyypeittäin ja tietolajeittain
 - metsäkoneiden tiedonsiirtostandardin (StanForD 2010) tiedostotyypit ryhmiteltynä
 - standardisoimattomat ja potentiaaliset uudet metsäkoneilla tuotettavat tiedot
- Toimijoittain
 1. Metsäkonetyön sopimusosapuolet
 - urakanantajat
 - puunkorjuu- ja metsänhoitopalveluyritykset
 2. Kone- ja mittalaittevalmistajat
 3. Muut palveluntarjoajat ja tiedon käyttäjät
- Hakkuukoneen mittaustiedostot (hpr ja stm)
 - Omistusoikeus urakanantajilla
 - Käyttöoikeus koneyrityksillä
 - Rajattu käyttöoikeus
 - mahdollista, kun sopimus omistusoikeuden haltijan kanssa on tehty

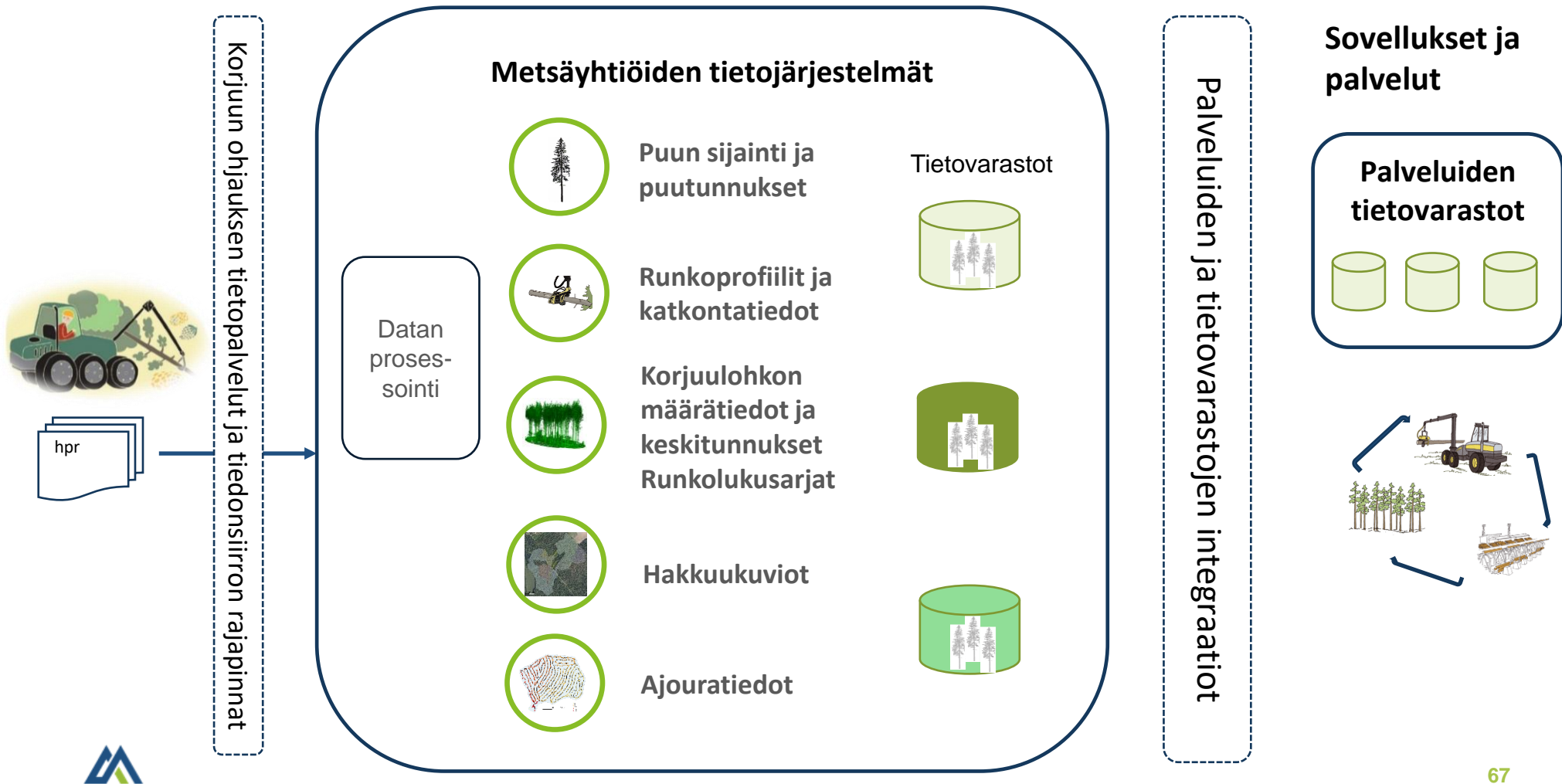


Metsäkoneiden ympäristöstään keräämän datan omistajuus ja käyttö jatkossa huomioitavaksi pelisääntöjen tarkastelussa

- Metsäkoneiden ”ympäristödata”
 - Jäävän puuston mittaustiedot
 - Puukartat
 - Ajouraverkoston kuvaavat tunnusluvut
 - Korjuun laadun todentamiseksi kerättävä data (mm. kuvadata)
 - Puunkorjuun kestävyuden ja luonnonhoidon todentamiseksi muodostettavat tiedot ja niitä varten kerättävät havainnot ja paikkatieto
 - Maaston kulkukelpoisuus- ja olosuhdedata
- Data voi olla metsäkoneen instrumenteilla kerättyä raakadataa tai ulkopuolisessa järjestelmässä tai palvelussa muodostettua
 - datan yhdistäminen muihin tietolähteisiin
 - esim. laskenta voi olla niin raskasta, että sitä ei voi / kannata tehdä metsäkoneessa

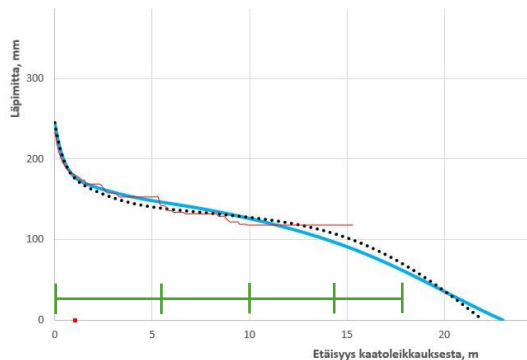


Hakkuukonetiedon hallinnan visio



Mitä tietoa voidaan tuottaa runkokohtaisesta mittausdatasta?

Runkoprofiilit ja katkontatiedot



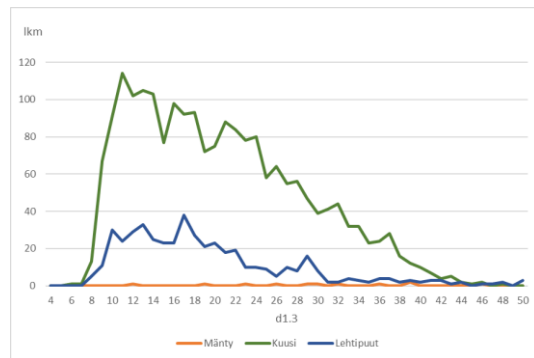
- runkumuoto ja kapeneminen
- latvusrajat
- pakkokatkaisut ja poikkeava katkonta
→ puun laatu (mm. tyvilaho)



**Puuston
laatumallit**



Runkolukusarjat



Hakkuualueen poistetun puuston keskitunnukset, mm.

- keskiläpimitta ja -järeys
- korkeus ja käyttöosan pituus
- tukkiosuus



Korjuun suunnittelu ja ohjaus

Oston ohjaus

Lohkon puustotietojen tarkennus

Puutavaralajit ja katkontan ohjaus

- Tyypileimikointi, vastinleimikot ja katkontan simulointi

Puiden sijainti

Puukohtaiset mittaus-tiedot, koordinaatit ja erikoismerkintäkoodit



Hakkuualue, puukartat ja ajourat

- hakkuukuvion rajat
- pinta-alat
- mikrokuvointi
- ajourien sijainti



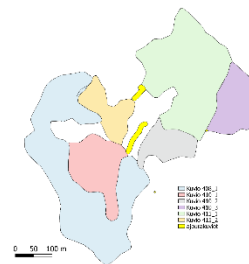
Korjuulaadun seuranta ja kestävyden todentaminen

- Hakkuussa käsittelemättä jätetyt alueet
- Harvennuspoistuma
- Ajouraston sijainti ja tunnusluvut
- Säästöpuut



Metsävara-tietojen ajantasaistus

- Kaato

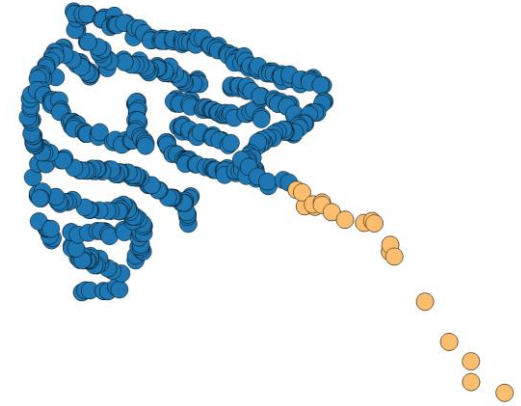


Kaukokar-toituksen maasto-referenssi

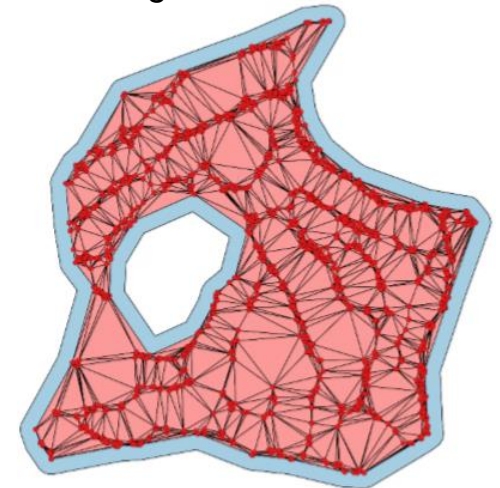
Hakkuukonekuviointi

- Hakkuukoneet tallentavat jatkuvasti toimintansa ohessa tietoa StanForD -standardin mukaisesti
 - HPR-tiedostossa runkokohtaiset tiedot ml. hakkuukoneen sijainti
- Metsätehon hakkuukonekuviointi on geoprosointi-menettelmä, joka tuottaa hakkuilla toteutuneet käsittelyalueiden rajaukset hakkuukoneen sijaintitiedosta
- Menetelmä tuottaa kuvioden ulkoreunojen lisäksi käsittelemättömiä alueita kuvioden sisälle

Algoritmi I

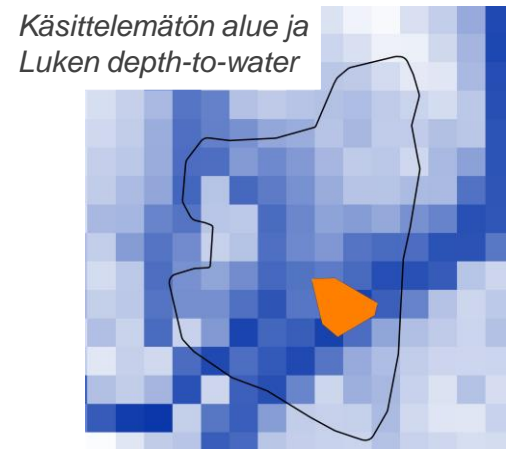
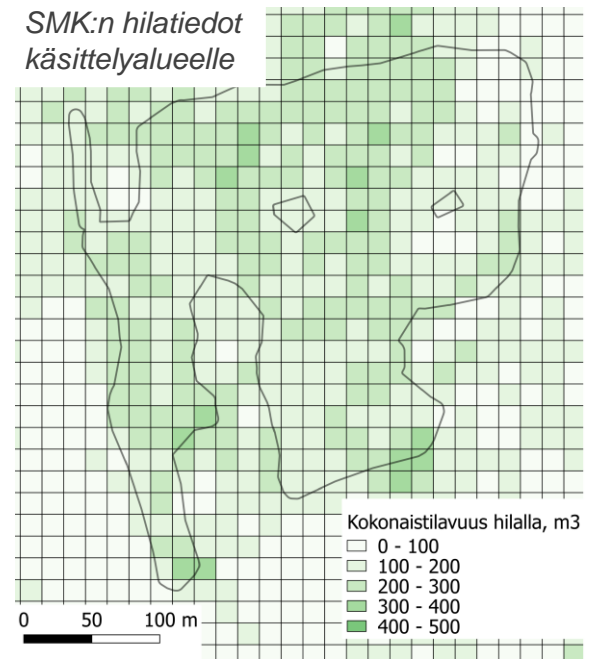


Algoritmi II

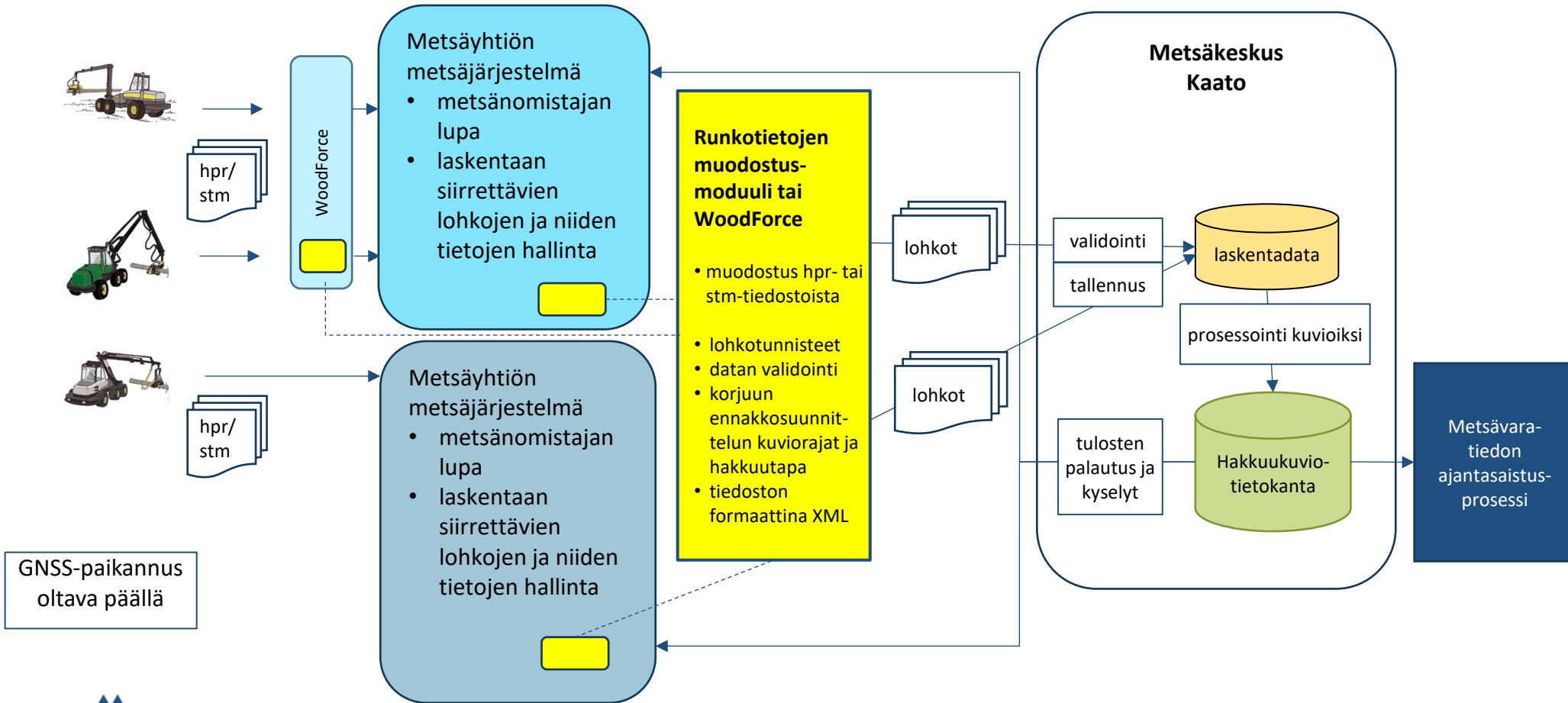


Hakkuukonekuvioinnin käyttökohteita

- KAATO-palvelu: Suomen metsäkeskuksen kuviomuotoisten metsävaratietojen ajantasaistus
 - tietojen siirrolle oltava metsänomistajan suostumus
- Puunkorjuun laaturaportointiin uusia mahdollisuuksia, mm.
 - Kuvion yleistiedot (mm. korjuukelpoisuusluokitus, kasvupaikat)
 - Jäävä puusto
 - Luontokohteiden säilymisen todentaminen ja muut ominaisuudet
- Rajoitteita
 - hakkuukoneen sijainti vs. hakatun rungon sijainti
 - hakkuukoneen paikannusepätkarkkuus

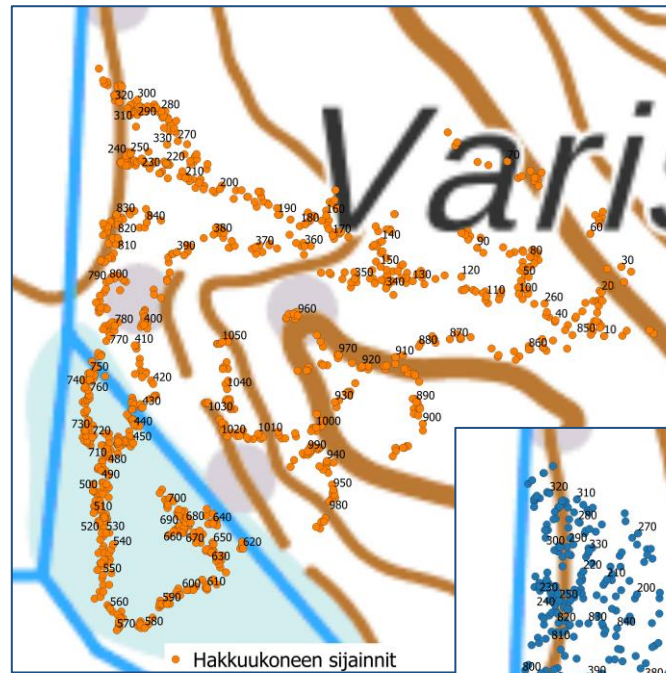


Hakkuukuvioinnissa tarvittavien tietojen koostaminen ja toimitus Metsäkeskuksen Kaato -laskentapalveluun



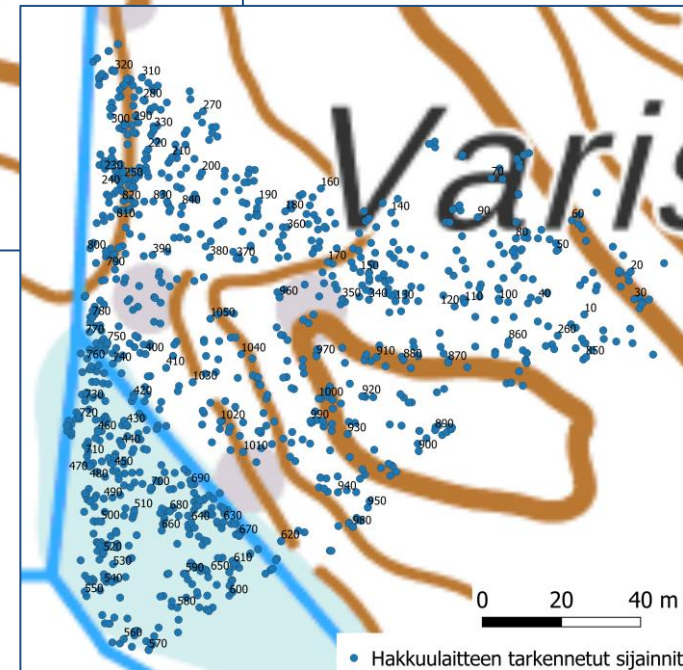
Poistumapuukartta

- Metsätehon laskentamenetelmä:
hakkuulaitteen tarkennetut sijainnit
→ Poistumapuukartta
- Runkokohtaiset sijainnit jakautuvat
hakkuukohteelle tasaisemmin
 - Hakkuukoneen ja -laitteen sijainnin
mittaustarkkuus määrittää, kuinka
hyvin poistumapuukartan sijainnit
vastaavat todenmukaista
tilajärjestystä



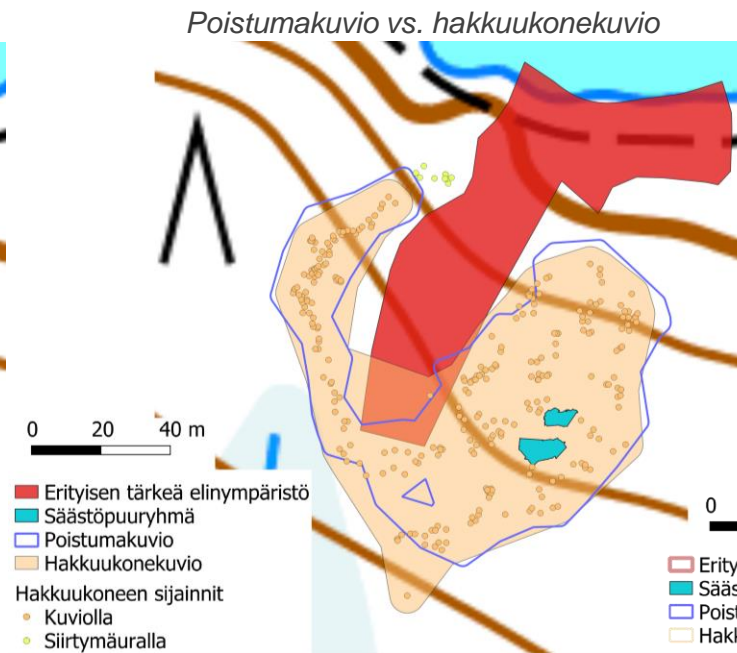
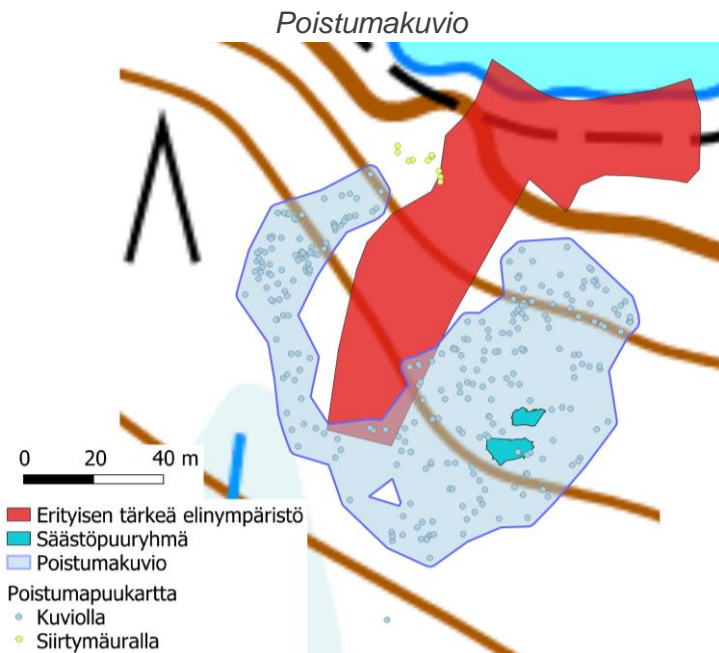
*Hakkuukoneen sijainnit
ryhmittyvät ajourille.*

*Hakkuulaitteen tarkennetut
sijainnit jakautuvat
hakkuualueelle tasaisemmin.*

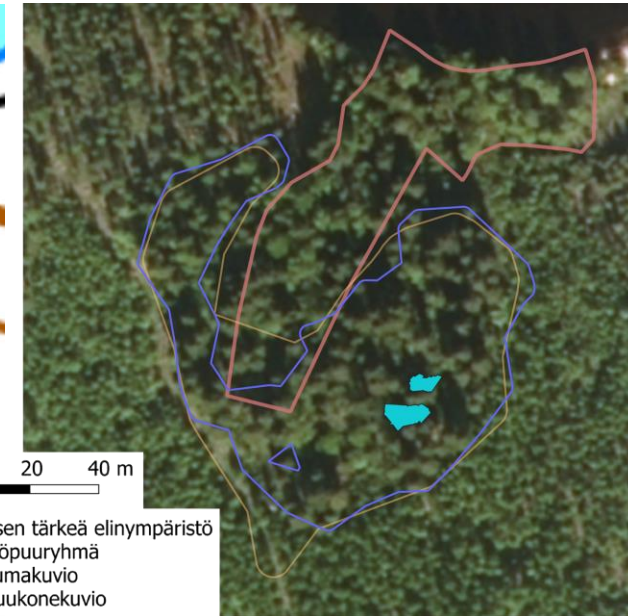


Esimerkki: erityisen tärkeä elinympäristö

- Päätehakkuun poistumakuviot rajautuu hakkuukonekuviota tarkemmin erityisen tärkeään elinympäristöön
 - Myös erityisen tärkeiden elinympäristöjen rajauksissa voi olla epätarkkuutta sekä ennakkotiedoissa että maastossa määritettynä



Kuviot ilmakuvalla; erityinen elinympäristö hahmottuu myös puustosta



Peruskartta ja ilmakuva

© Maanmittauslaitos.

Erityisen tärkeät elinympäristöt © Suomen metsäkeskus.

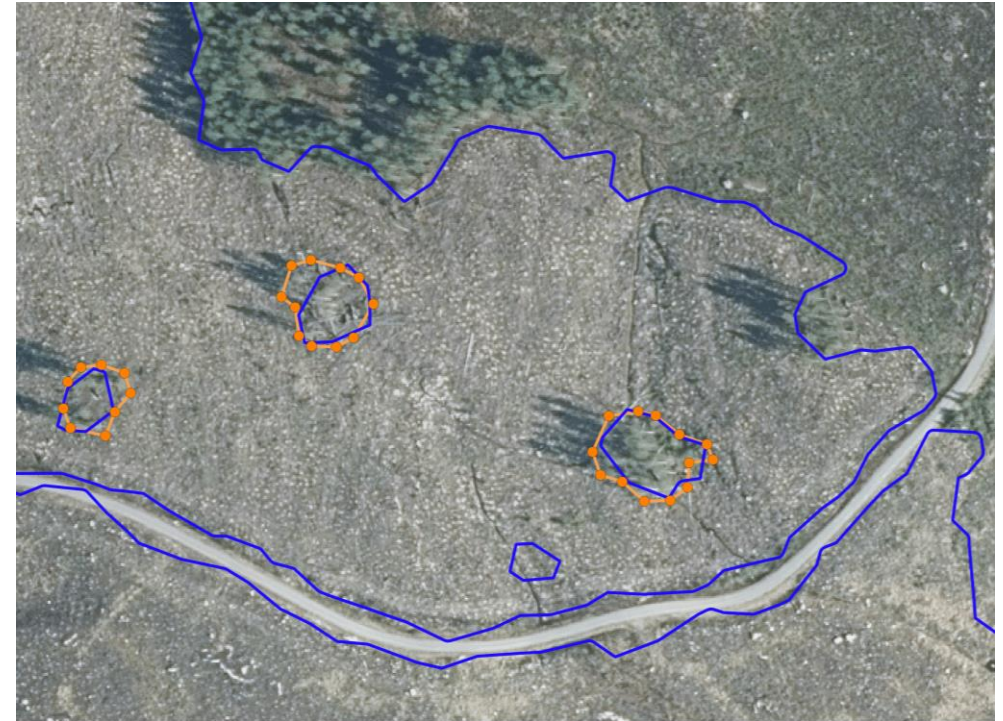
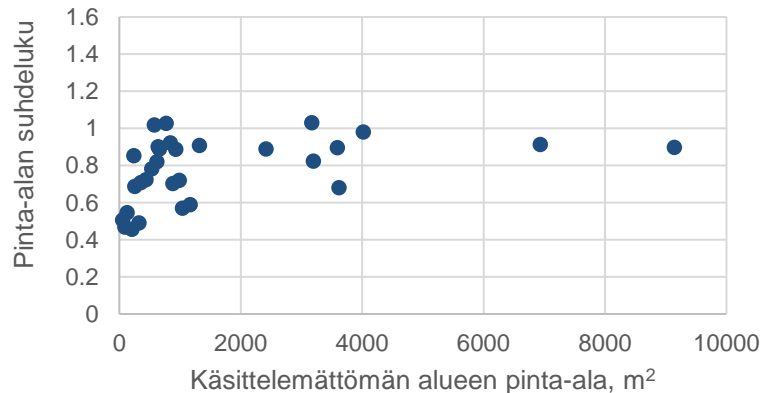


Esimerkki: säästöpuuryhmät

Säästöpuuryhmien erotustarkkuus poistumakuviosta merkittävästi parempi

- Kyetään erottamaan yli 200 m² säästöpuuryhmiä (n. 10 runkoa)
- Yli 600 m² säästöpuuryhmät erotetaan käytännössä kaikki (alueen läpimitta n. 25 m)

Käsittlemättömien alueiden pinta-alan vastaavuus

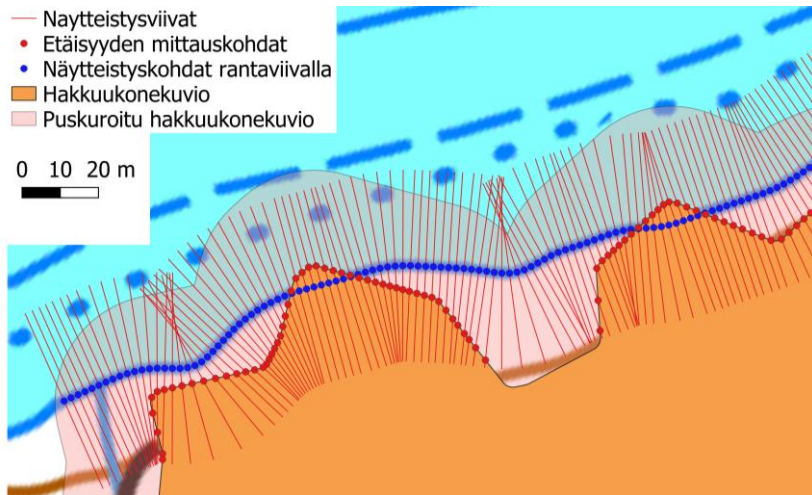


0 20 40 m
□ Poistumakuvio
● Maastokartoitettu sijainti
— Maastokartoitettu kuvioraja



Esimerkki: vesistöjen suojavyöhykkeet

- Suojavyöhykkeiden leveyden laskennallinen määrittäminen onnistuu hakkuukonetiedosta
 - Lisäaineistona maastotietokanta
- Poistumakuviointi tarkentaa kuviorajoja

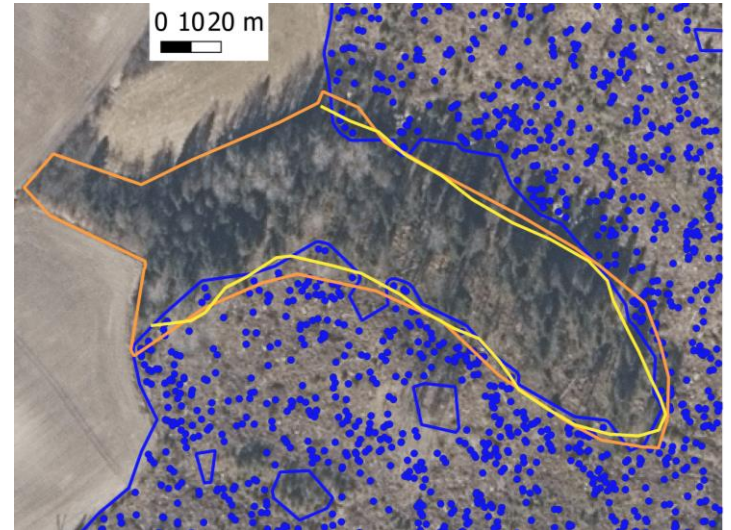


- Näytteistetty rantaviiva
- Hakkuulaitteen tarkennettu sijainti
- Poistumakuviointi
- Hakkuukonekuvio

Luontokohteiden säilymisen automaattinen todentaminen

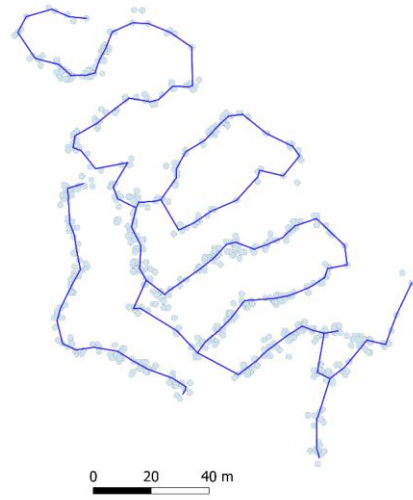
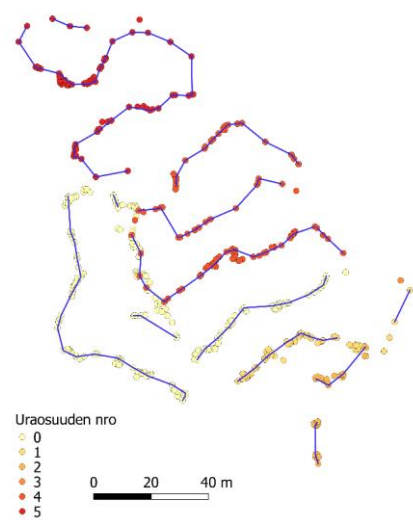
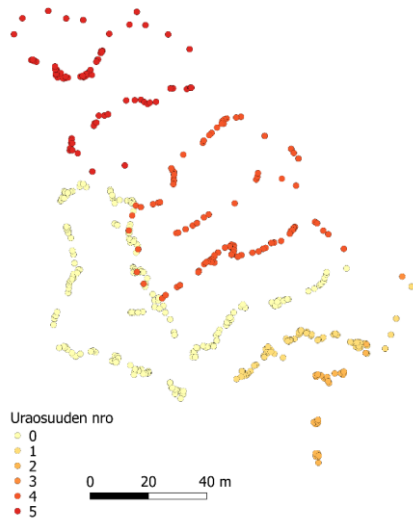
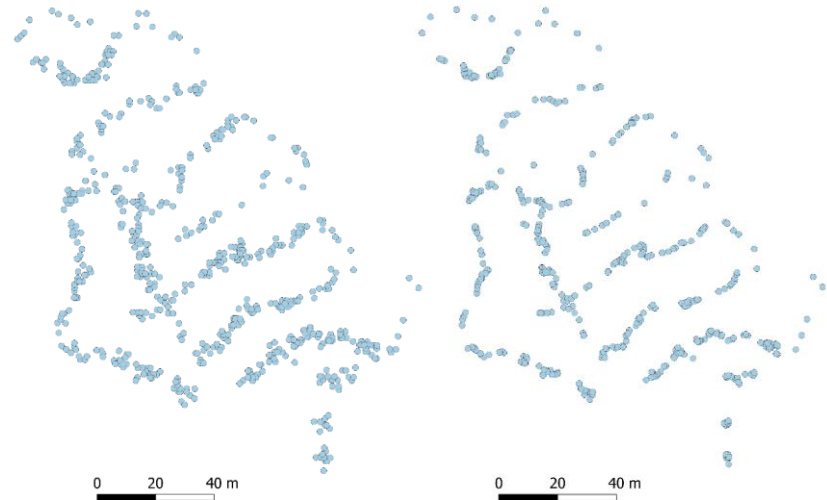
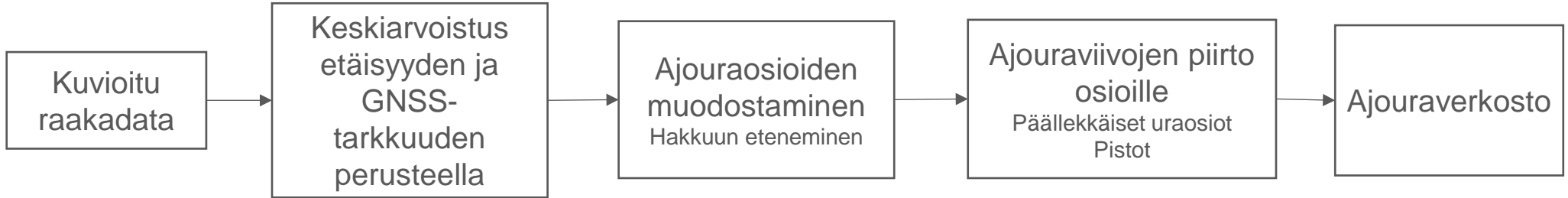
- Tarkemmat käsittely- sekä käsittelemättömien alueiden rajaukset mahdollistavat ennalta tunnettujen luontokohteiden säilymisen todentamisen
- Todentamisprosessi voidaan automatisoida, koska aineistot ovat käytettävissä vektorimuotoisina
 - Automaattisen todennuksen perusteena esim. leikkaavan pinta-alan osuus

- Maastokartoitettu luontokohteen reuna
- Poistumapuukartta
- Poistumakuviot
- Erityisen tärkeä elinympäristö



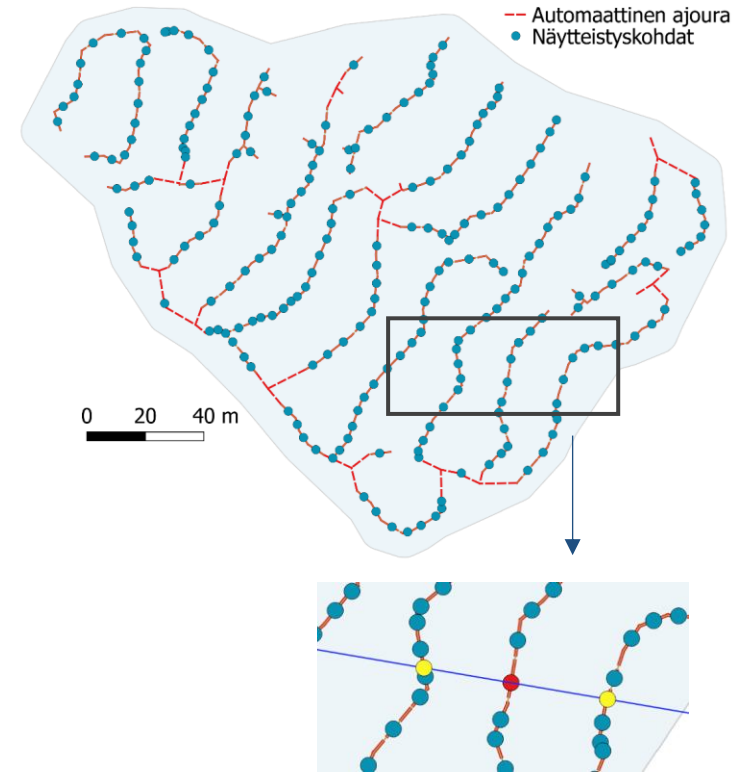
Pienveden läheisen luontokohteen pinta-alasta 13 % on poistumakuviolla. Luontokohteen reunoilta on hakattu muutamia yksittäisiä runkoja. Ilmakuvat © Maanmittauslaitos

Ajouraverkoston tuottaminen



Ajouratunnukset

- Ajouratiheys eli uran kokonaispituus, m/ha
- Ajouran pinta-ala, % kuvion pinta-alasta
 - Käytetään oletusleveyttä 4,5 m
- Keskimääräinen ajouraväli, m
 - Näytteistetään koko ajouraverkosto ajouraviivoittain
 - Jätetään risteyskohdat huomiotta, koska ne eivät edusta todellista ajouraväliä
 - Määritetään kohtisuora etäisyys, jolta löydetään viereinen ajoura
 - Uravälisarvoista saadaan jakauma, jolle lasketaan tilastolliset tunnuks



Ylhäällä: ajouravälin laskennan
näytteistyskohdat
Alhaalla: esimerkki viereisten urien
määrittämisestä tarkastelupisteelle

Jäävän puuston tunnuksien estimointi hakkuukone- ja kaukokartoitustiedon avulla

Runkokohtaiset hakkuukonetiedot (HPR)



ObjectID = 101
 StemID = 1234
 SpeciesGroupID = 02
 Diameters = [470,453,437,425,...]

Hilatiedot



Tietopalvelualusta

- *Runkokäyränsovitus*

Kuvion poistumatilavuudet puulajeittain (ml. kannot ja latvat)

Kuviolle jäävä puusto

Tietopalvelualusta

- *Hilatietojen kasvunlaskenta*
- *Hilatietojen yleistys hakkuukonekuviolle*

Kuvion puusto ennen hakkuuta

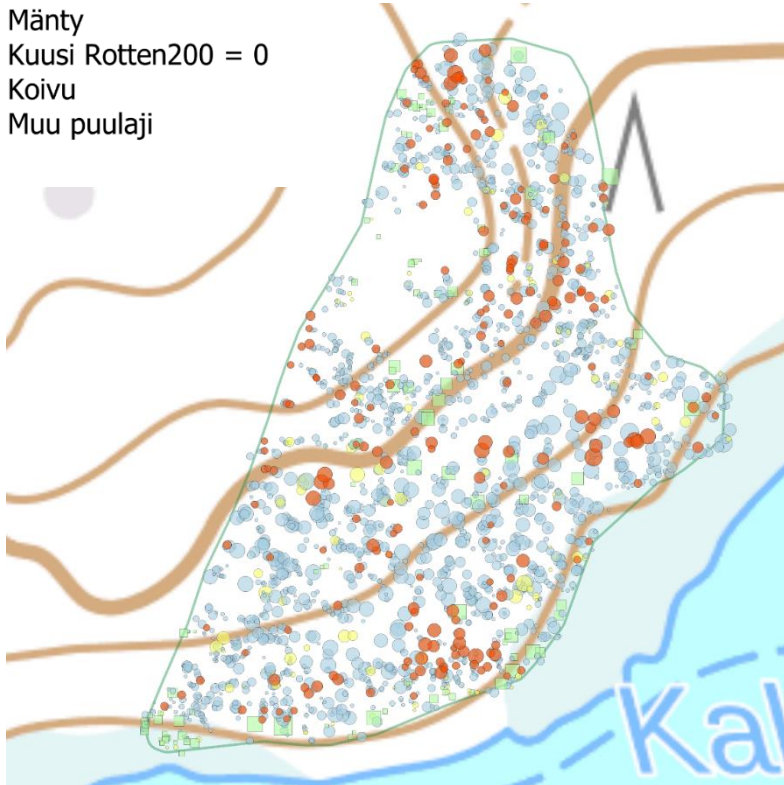
Jäävä puusto puulajeittain	Mänty	Kuusi	Lehtipuu	Kaikki
Runkoluku, kpl	402	2343	2583	5328
Runkoluku, kpl/ha	54	317	350	721
Osuus, %	8	44	48	
Tilavuus, m3/ha	28,0	59,2	24,7	111,8
Tilavuus, m3/kuvio	207,3	437,2	182,4	826,8
Pohjapinta-ala, m2/ha	3,9	6,4	3,2	13,5
Pohjapinta-ala, m2/kuvio	28,3	47,0	24,0	99,4



Kuusen tyvilahon esiintyminen hakkuukohteella (TyviTuho –hanke)

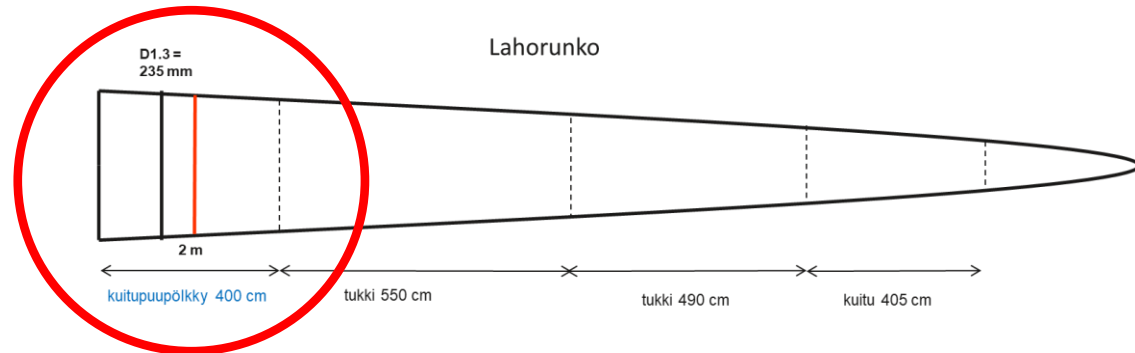
Rungot

- Kuusi Rotten200 = 1
- Mänty
- Kuusi Rotten200 = 0
- Koivu
- ▲ Muu puulaji

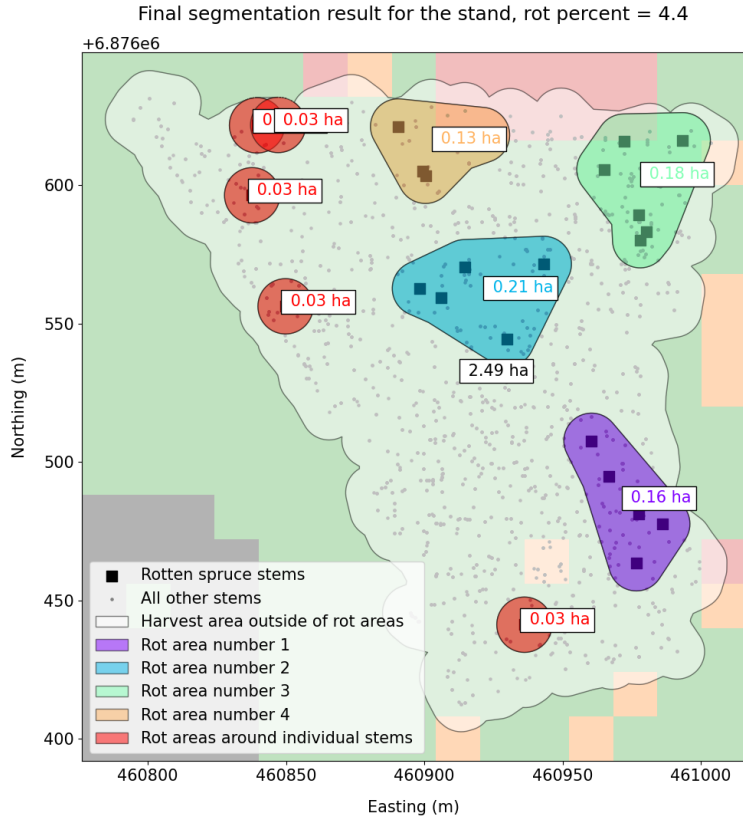


Lahorungon tulkintamenetelmä

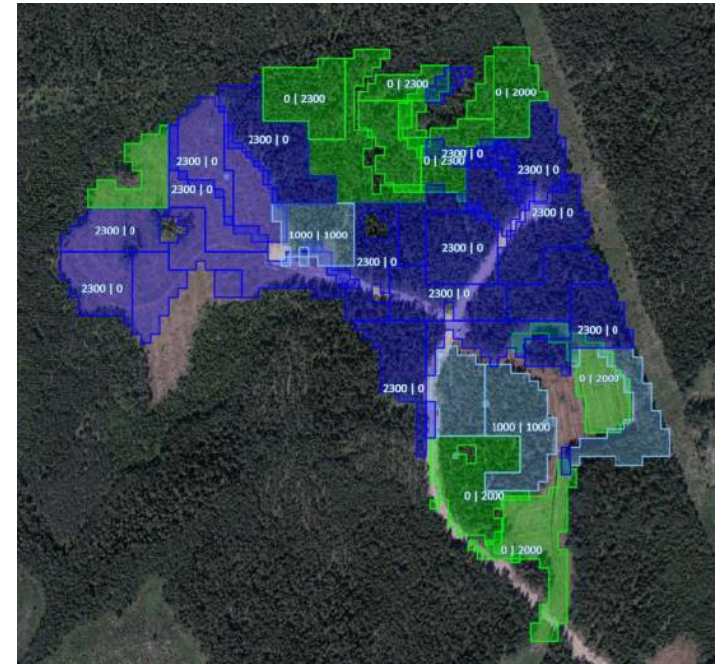
1. Tunnistetaan tukkikokoiset rungot mittausdatan perusteella
2. Tutkitaan onko tyveltä katkottu 2 m:n matkalta muuta puutavaralajia kuin tukkia
3. Kolme eri variaatioita menetelmästä
4. Lahorungon erikoismerkintäkoodia voidaan hyödyntää jatkossa



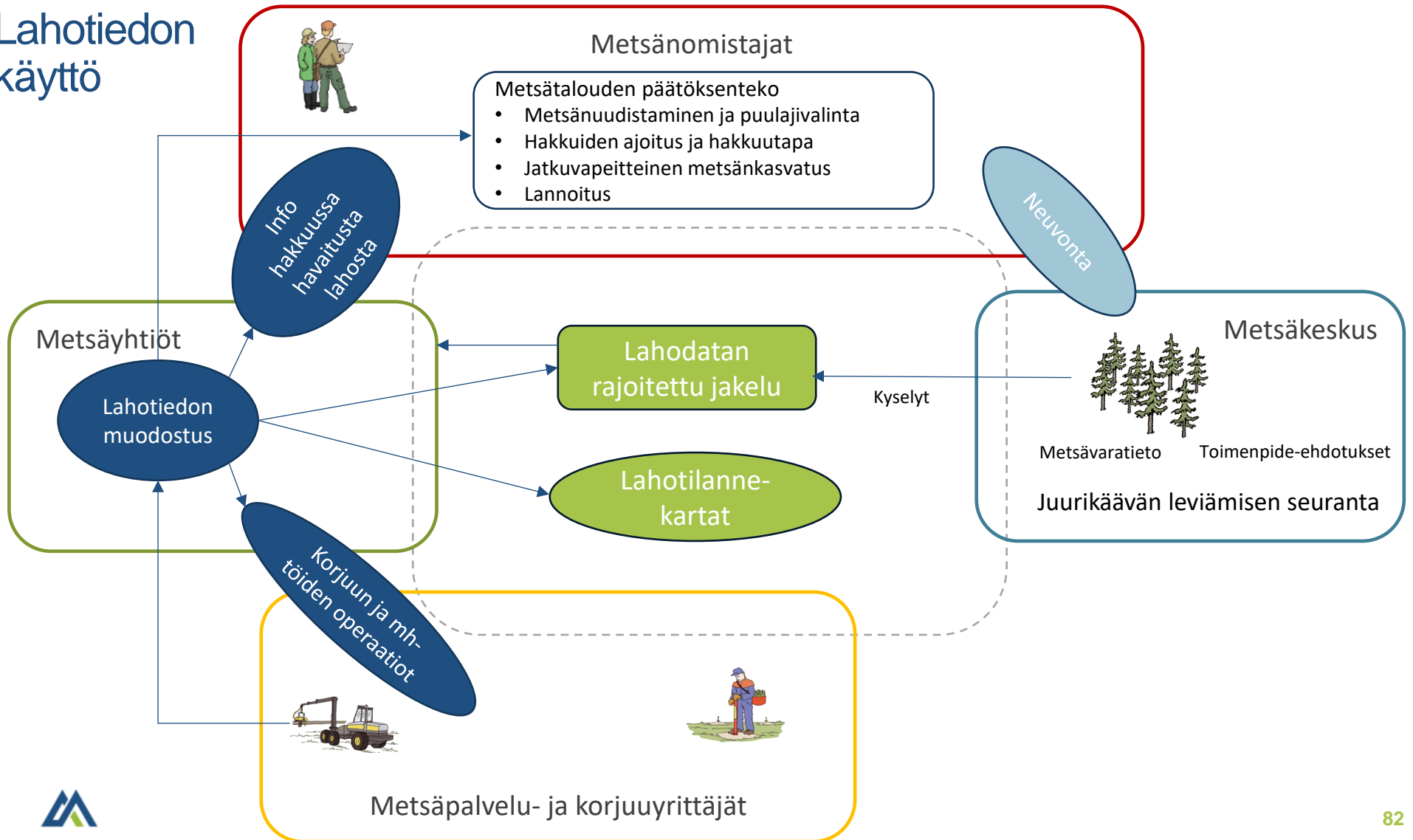
Uudistettavan metsikön lahoalueet



Metsikön mikrokuvioiden kasvupotentiaali metsänuudistamisen puulajivalintaan



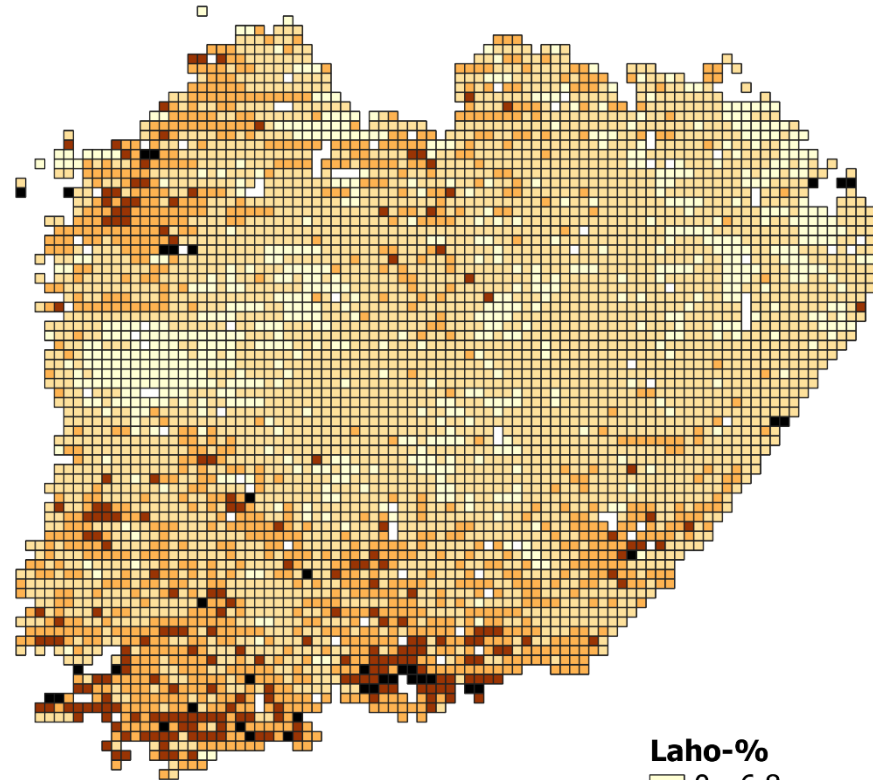
Lahotiedon käyttö



Hilakartta

- Rotten200WithSawlog
- Hilaruutuina UTM-10 -karttalehtijako, 6 km x 6 km
- Pääte- ja myöhemmät harvennushakkuut
- Kaikki hakkuuvuodet 2019 - 2022
- Vain hilaruudut, joissa on yli 500 kuusitukkirunkoa

Tyvilahojen kuusitukkirunkojen osuus
2019-2022



Laho-%

0 - 6,8

6,8 - 13,5

13,5 - 20,3

20,3 - 27,9

27,9 - 40,6





Metsäteho

LUOMASSA MAHDOLLISUUKSIA

tapio.rasanen@metsateho.fi