



Euroopan unionin
rahoittama
NextGenerationEU



Maa- ja metsätalousministeriö



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

Metsäkonetiedon ja -sensoreiden Tiekartta 2035 -visio

Kalle Kärhä, Itä-Suomen yliopisto

IlmoStar-hankkeen loppuwebinaari

18.11.2025, Teams

UEF// University of Eastern Finland



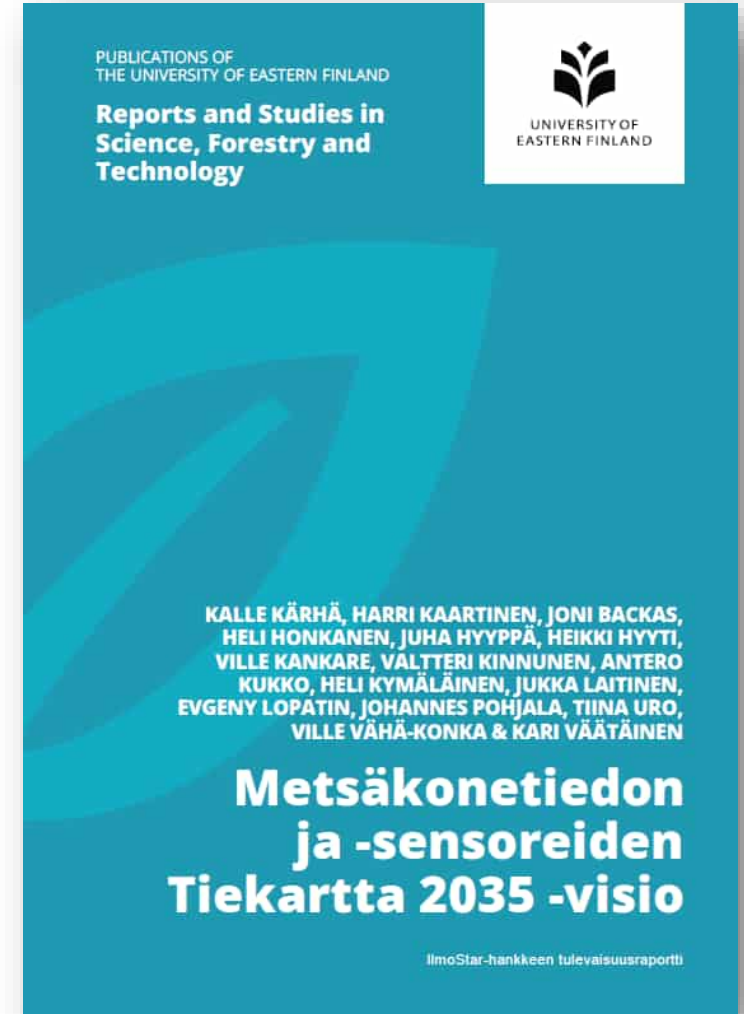
Tiekartta 2035 -visio



Metsäkonetiedon ja -sensoreiden Tiekartta 2035 -visio. IlmoStar-hankkeen tulevaisuusraportti

Kalle Kärhä, Harri Kaartinen, Joni Backas, Heli Honkanen, Juha Hyypä, Heikki Hyyti, Ville Kankare, Valtteri Kinnunen, Antero Kukko, Heli Kymäläinen, Jukka Laitinen, Evgeny Lopatin, Johannes Pohjala, Tiina Uro, Ville Vähä-Konka & Kari Väätäinen

Publications of the University of Eastern Finland, Reports and Studies in Science, Forestry and Technology 10/2025. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-61-5717-7>





Tiekarttatyön tavoitteet



- Tiekartta on IlmoStar-hankkeen läpileikkaava **synteesi** metsäkonetiedon ja -sensoreiden **tuloksista, mahdollisuuksista, riskeistä ja uusista ideoista**
- Tavoitteena oli tehdä **listaus teknologioista**, jotka voidaan ottaa **käyttöön nopeasti**, ja toisaalta innovaatioista, jotka **vaativat vielä TKI-työtä** ennen kuin konsepti on vietävissä operatiiviseen tuotantokäyttöön
- Tiekarttaan laadittiin **toteutus suunnitelma** Tiekartta 2035 -Vision saavuttamiseksi
- Tiekartan ratkaisusta ja innovaatioista tehtiin **kustannus-hyötyanalyysit**.





Tiekartta 2035 -visio- julkaisun sisältö

 Euroopan unionin
rahoittama
NextGenerationEU

 Nappaa
hiilestä
kiinni
MAANKÄYTTÖSEKTÖRIIN
ILMASTORATKAISUT

ABSTRACT.....	9
TIIVISTELMÄ.....	12
Esipuhe.....	14
1 Tiekarttatyön tausta.....	15
2 Nykytila.....	16
2.1 Etukäteistieto.....	16
2.1.1 Kaukokartoitusaineistot.....	16
2.1.2 Kartta-aineistot.....	17
2.2 Metsäkonetieto.....	19
2.2.1 StanForD 2010 -pohjainen tieto.....	19
2.2.2 Paikannustarkkuus.....	20
2.2.3 CAN-väylätieto.....	20
2.3 Metsäkonesensoritieto.....	21
2.3.1 Metsäkoneen sensorit.....	21
2.3.2 Laserkeilain.....	21
2.3.3 Koneäkö.....	22
2.4 Datan omistajuus ja käyttö.....	22
3 Teknologiset mahdollisuudet, haasteet ja riskit.....	24
3.1 Käyttäjätarpeet.....	24
3.2 Etukäteistieto.....	26
3.2.1 Kaukokartoitusaineistot.....	26
3.2.2 Kartta-aineistot.....	33
3.3 Metsäkonetieto.....	33
3.3.1 StanForD 2010 -pohjainen tieto.....	33
3.3.2 Paikannustarkkuus.....	34
3.3.3 Koneen dataväylät.....	34
3.3.4 Muut teknologiat.....	35
3.4 Metsäkonesensoritieto.....	36
3.4.1 Metsäkonesensorit.....	36
3.4.2 Laserkeilain.....	37
3.4.3 Koneäkö.....	39
3.4.4 Muut teknologiat.....	40
3.5 Datan omistajuus ja käyttö.....	40
4 Visio 2035.....	42
5 Tiekartta.....	44
5.1 Toteutussuunnitelma.....	44
5.2 Kustannus-hyötyanalyysit.....	48
5.3 Riskit.....	48
6 Lähteet.....	51

Visio 2035



Visio 2035 (1/5)



- **Tarkka metsävaratieto**
- **Etukäteistieto**
 - Valtakunnallisilla **ilmalaserkeilaus-ohjelmat & droonet** ja muut ilma-alukset; tieto puustosta ja maaperästä
- **Tekoälykehitys**
- Metsän **digitaaliset kaksoet** mahdollistavat metsäkonetyön suunnittelu.



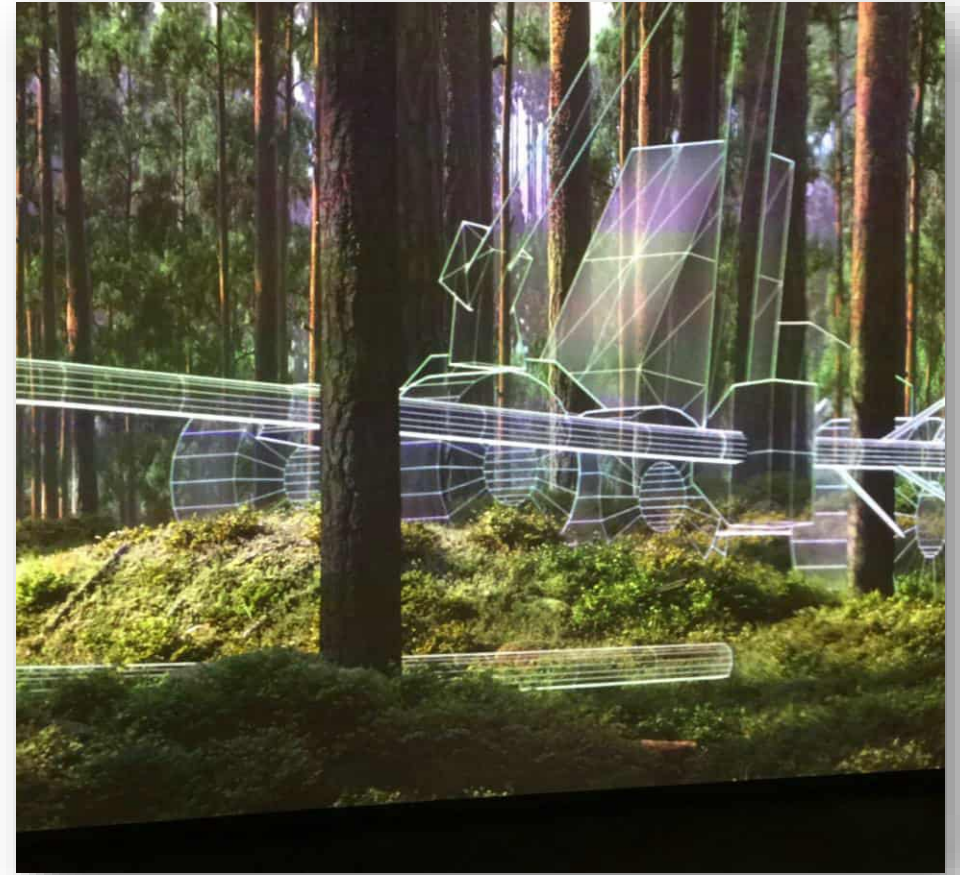


Visio 2035 (2/5)

 Euroopan unionin
rahoittama
NextGenerationEU

 Nappaa
hiilestä
kiinni
MAANKÄYTTÖSEKTORIN
ILMASTORATKAISUT

- Koneen ja puomin pään tarkkuus-
paikannus
- **Metsäkonesensorit**, jotka perustuvat
laser- ja konenäköpohjaisiin teknologioihin
ja joilla voidaan **rikastaa koneisiin
lähetettyä etukäteistietoa**, ovat alkaneet
yleistyä, mutta eivät ole vielä käytössä
kaikissa metsäkoneissa
- Etukäteistietoa rikastetaan **myös**
reaaliaikaisesti puunkorjuuoperaation
aikana tuotetulla metsäkonetiedolla.



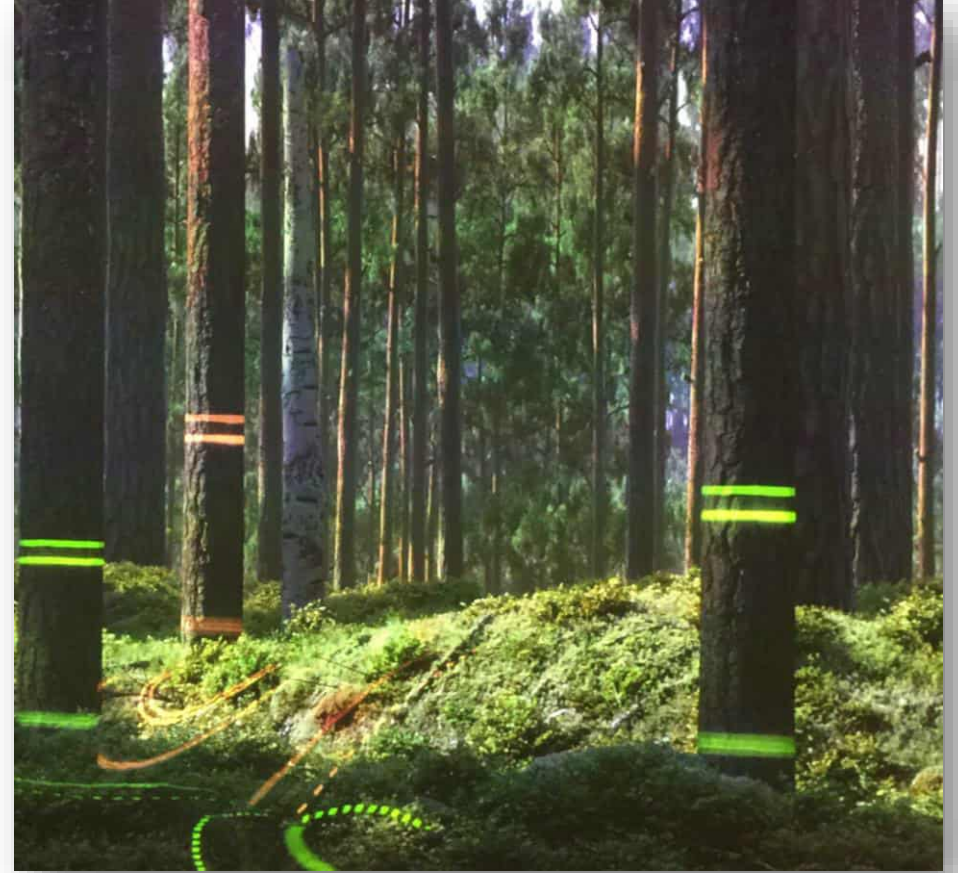


Visio 2035 (3/5)

 Euroopan unionin
rahoittama
NextGenerationEU

 Nappaa
hiilestä
kiinni
MAANKÄYTTÖSEKTORIN
ILMASTORATKAISUT

- **Koneenkuljettajaa opastavia, automatisoituja järjestelmiä**
 - Esim. ajouraverkoston rakentaminen, harvennusvoimakkuuden reaaliaikainen seuranta, huonolaatuisten ja sairaiden puiden tunnistaminen, arvokkaiden puiden säilyttäminen ja kuormatraktori-kuormien muodostaminen lähes täysin automatisoitu
- **Koneenkuljettaja prosessinvalvoja.**





Visio 2035 (4/5)

 Euroopan unionin
rahoittama
NextGenerationEU

 Nappaa
hiilestä
kiinni
MAANKÄYTTÖSEKTÖRIIN
MAASTORAPKAUS

- **Laadusta raportoidaan läpinäkyvästi** metsänomistajalle ja viranomaisille, jotka eivät suorita enää itse lainkaan valtakunnallisia maastoinventointeja
- **Maastotieto tuotetaan automaattisesti** puunkorjuu- ja metsänhoito-operaatioiden yhteydessä **yksittäisen puun tarkkuudella**
- Puunhankintaketjussa metsäoperaatioiden jälkeen tieto korjatusta puusta siirtyy ehyenä tehtaalle asti mahdollistaen **puuraaka-aineen seurattavuuden hyödyntämisen.**





Visio 2035 (5/5)

 Euroopan unionin
rahoittama
NextGenerationEU

 Nappaa
hiilestä
kiinni
MAANKÄYTTÖSEKTORIN
ILMASTORAPAKAUDUT

- **Pelisäännöt** metsäkone- ja -sensoritiedon omistajuudelle ja käytölle on **päivitetty**
- Metsäkone- ja -sensori**dataa kerätään, jaetaan ja hyödynnetään aktiivisesti** laadittujen suositusten mukaisesti Suomessa vuonna 2035.



Toimenpidesuunnitelma



Toimenpidesuunnitelma metsäkone- ja -sensoritiedon vision toteuttamiseksi (1/5)

Alue	Toimenpide	Tavoite vuonna 2035	Vastuullinen toimija	Tärkeys	Toteutettavuus
Monimuotoisuus-indikaattorit	Indikaattoreiden priorisointi	Suomessa yhdet, valtakunnalliset indikaattorit monimuotoisuuden mittaamiseen ja seurantaan	Suomen metsäkeskus, Metsänomistajat, Metsäyhtiöt, Metsäkonekoneyrittäjät, Metsäkonevalmistajat	1	1
	Indikaattoreiden tavoitearvojen asettaminen	Tavoitearvot määritetty	Suomen metsäkeskus, Metsänomistajat, Metsäyhtiöt, Metsäkonekoneyrittäjät, Metsäkonevalmistajat	1	1
		Kaikki toimijat sitoutuneet saavuttamaan tavoitetasot	Metsänomistajat, Metsäyhtiöt, Metsäkonekoneyrittäjät, Metsäkonevalmistajat	1	1

Tärkeys: 1=Tärkein, ..., 4=Vähiten tärkeä; Toteutettavuus: **1=Helpoin**, ..., **4= Vaikein (vaati runsaasti TKI-työtä)**.



Toimenpidesuunnitelma metsäkone- ja -sensoritiedon vision toteuttamiseksi (2/5)

Alue	Toimenpide	Tavoite vuonna 2035	Vastuullinen toimija	Tärkeys	Toteutettavuus
Teknologian kehittäminen ja tutkiminen	Tarkkuuspaikan- nuksen parantaminen	Kaikkien metsäkoneiden ja niiden puomin pää tarkkuuspaikannettu	Metsäkonevalmistajat	1	2
	Sensoriteknologian tuottaman tiedon yhdistäminen ja prosessointi	Metsäkoneissa metsää mittaava laserkeilain ja/tai kamera	Metsäkonevalmistajat, Tutkimus	2	3
	Laskentatehon nostaminen metsäkoneissa	Metsäkoneissa riittävästi laskentatehoa reaaliaikaiseen laskentaan	Metsäkonevalmistajat	1	2
	Tiedon visualisointi koneenkuljettajalle	Tiedon esittäminen kuljettajalle siten, että se auttaa kuljettajaa	Metsäkonevalmistajat, Metsäyhtiöt, Metsäkoneyrittäjät, Tutkimus	2	3
	Tietomäärittelyt uudelle tiedolle	Tieto standardoitu (StanForD 2010)	Metsäteho Oy	1	1
	Kuljettajaa opastavien järjestelmien kehittäminen	Kuljettajaa avustavia sovelluksia useita käytössä metsäkoneissa	Metsäkonevalmistajat, Metsäyhtiöt, Metsäkoneyrittäjät, Tutkimus	2	3



Toimenpidesuunnitelma metsäkone- ja -sensoritiedon vision toteuttamiseksi (3/5)

Alue	Toimenpide	Tavoite vuonna 2035	Vastuullinen toimija	Tärkeys	Toteutettavuus
Datan omistajuus ja käyttö	Datan pelisääntö-suositukset päivitetty ja sovittu	Uudelle, potentiaaliselle tiedolle (esim. MLS-keilaimella tuotettu puukartta) olemassa pelisäännöt	Metsäteho Oy, Suomen metsäkeskus, Metsäyhtiöt, Metsäkonekoneyrittäjät, Metsäkonevalmistajat, Metsänomistajat	1	2
		Kaikki toimijat sitoutuneet pelisääntöihin	Metsänomistajat, Metsäyhtiöt, Metsäkonekoneyrittäjät, Metsäkonevalmistajat	1	2

Tärkeys: 1=Tärkein, ..., 4=Vähiten tärkeä; Toteutettavuus: **1=Helpoin**, ..., **4= Vaikein (vaati runsaasti TKI-työtä)**.



Toimenpidesuunnitelma metsäkone- ja -sensoritiedon vision toteuttamiseksi (4/5)

Alue	Toimenpide	Tavoite vuonna 2035	Vastuullinen toimija	Tärkeys	Toteutettavuus
Investoinnit	Investoinnit tarkkaan metsävaratietoon (erit. puuston laatu ja maaperä)	Suomalaisilla toimijoilla maailman parhain metsävaratieto käytössä	Suomen metsäkeskus , Metsänomistajat, Metsäyhtiöt, Metsäkoneyrittäjät, Metsäkonevalmistajat	1	2
	Investoinnit uuteen puunkorjuukalustoon	Kerättyä ja jalostettua metsävaratietoa käytetään metsäoperaatioissa ja palautustieto toimitetaan koneista	Metsäkoneyrittäjät , Metsäyhtiöt , Metsänomistajat , Metsäkonevalmistajat, Tutkimus	2	3
	Raportoinnin kehittäminen	Puunkorjuutyön laadusta ja monimuotoisuuden tilasta raportoidaan läpinäkyvästi hakkuun jälkeen	Metsäyhtiöt , Metsäkoneyrittäjät, Metsänomistajat, Metsäkonevalmistajat, Tutkimus	1	3

Tärkeys: 1=Tärkein, ..., 4=Vähiten tärkeä; Toteutettavuus: 1=Helpoin, ..., 4= Vaikein (vaati runsaasti TKI-työtä).



Toimenpidesuunnitelma metsäkone- ja -sensoritiedon vision toteuttamiseksi (5/5)

Alue	Toimenpide	Tavoite vuonna 2035	Vastuullinen toimija	Tärkeys	Toteutettavuus
Osaamisen varmistaminen	Koneenkuljettajien kouluttaminen uuden teknologian hyödyntämiseen	Suomalaisilla metsäkoneenkuljettajilla hyvät valmiudet käyttää uusinta metsäkonetietoa ja sensortechnologiaa koneissa	Metsäkoneyrittäjät , Metsäkonevalmistajat, Metsäkoneoppilaitokset	2	2

Tärkeys: 1=Tärkein, ..., 4=Vähiten tärkeä; Toteutettavuus: **1=Helpoin**, ..., **4= Vaikein (vaati runsaasti TKI-työtä)**.



Teknologioiden hyödynnettävyyden taso



Nopeasti tuotantokäyttöön metsäkoneissa

- Puomin pään tarkkuuspaikannus
- Reunalaskenta ja metsäkoneiden tietokoneiden laskentateho
- StanForD 2010 -pohjaiset metsäkonetiedostot

Vaatii tulevina vuosina merkittävää TKI-työtä

- Metsäkonesensorit
- Tiedon siirto metsäkoneisiin ja -koneista
- Tiedon visualisointi koneen-kuljettajalle
- Kuljettajaa opastavat järjestelmät



Visio 2035 & Riskit

 Euroopan unionin
rahoittama
NextGenerationEU

 Nappaa
hiilestä
kiinni
MAANKÄYTTÖSEKTORIN
KILPAILUKAAPIT

- **Aikataulu**
 - 10 vuotta on lyhyt aika
- Teknologiset, taloudelliset, toiminnalliset, ympäristö- ja turvallisuusriskit
- Kaikkien toimijoiden **sitoutuminen**
- Riittävät panostukset & **resurssit**





**Euroopan unionin
rahoittama**

NextGenerationEU



Maa- ja metsätalousministeriö



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

Kiitos!

kalle.karha@uef.fi
uef.fi

