



# **Puustotietojen keruun tekniset vaihtoehdot, kustannustehokkuus ja tarkkuus**

Janne Uuttera

Metsätehon seminaari 8.5.2007  
Metsävaratietojärjestelmien tulevaisuus

## Tausta

- Tietojohtamisen välineissä, kuten metsävaratietojärjestelmissä, vain luotettavaan lähtötietoon perustuvat laskennat ja niiden analyysit ovat käyttökelpoisia
- Päätöksenteon tukena on oltava luotettavaa, ajantasaista ja alueeseen kohdistettua tietoa
- Lähtötiedon tarkkuus takaa myös sen, että määrävälein tehtävät päivityslaskennat ovat luotettavia
- Tiedon hankinta- ja hallintamenetelmät tulee kunkin toimijan sovittaa omiin tarpeisiinsa; turhia tai päätöstukea ajatellen tarpeettoman tarkkoja tietoja ei kannata kerätä ja käsitellä.
- Metsikkökuvioajatteluun perustuvassa metsäsuunnittelussa kannattaa ottaa käyttöön nykyistä tarkempia tiedonhankintamenetelmiä

## Tausta

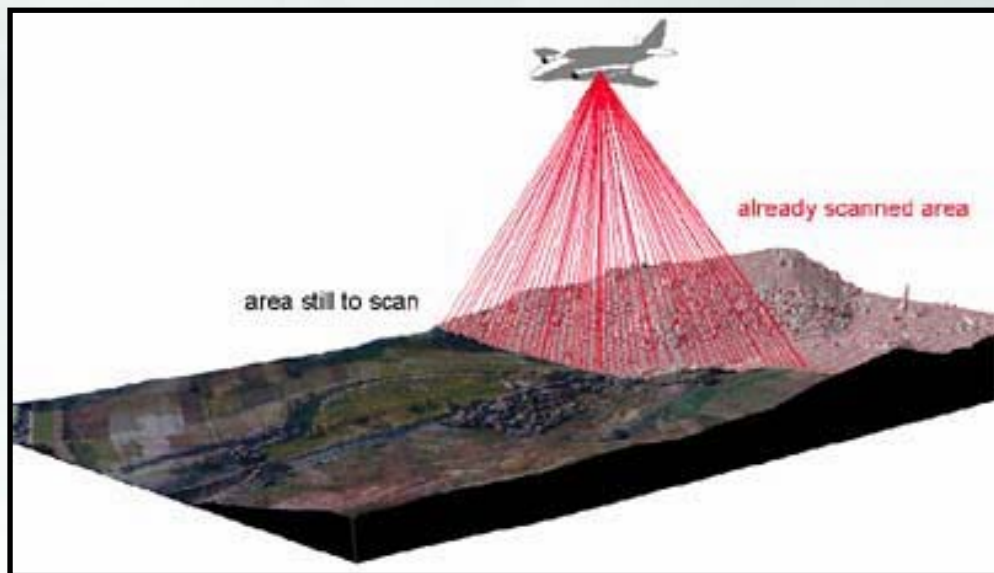
- Perinteinen maastoinventointi on työvoimavaltainen ja kallis tiedonkeruumenetelmä
- Kustannussäästöjä on saatavissa soveltamalla moderneja kaukokartoitustekniikoita
- Perinteisiä materiaalivaihtoehtoja:
  - Perinteiset luonnonvarasatelliittikuvat
  - Korkean resoluution satelliittikuvat
  - Satelliittitutkakuvat
  - Numeeriset ilmakuvat
  - Hyperspektrometrikuvat
- Tulkinnan luotettavuus ei ole riittänyt metsäsuunnittelun tarpeisiin

## Kaukokartoitusmenetelmät

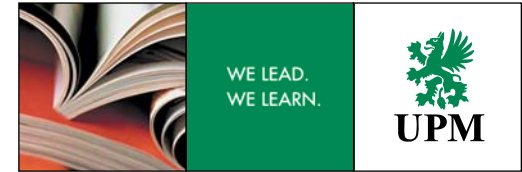
- 2000-luvulla on kehitetty menetelmiä perustuen lehtokoneesta tai helikopterista ”kuvattuun” laserkeilainaineistoon (laserscanning, LiDaR (light detection and ranging))
- Kehitystyötä ovat tehneet laajalla rintamalla Pohjoismaissa tutkimuslaitokset, palveluntuottajat ja tiedon loppukäyttäjät
- Tulkintatulosten luotettavuudessa on tutkimuksissa saavutettu läpimurto

# Laserkeilaus

- Aktiivinen mittaus
- Mittaa aikaa signaalin palautumiseen
- Tuottaa suoraan geometrista tietoa: pisteparvi



# Laserkeilaus



© Copyright 2005, Optech Incorporated. All rights reserved.

# Laserkeilaus

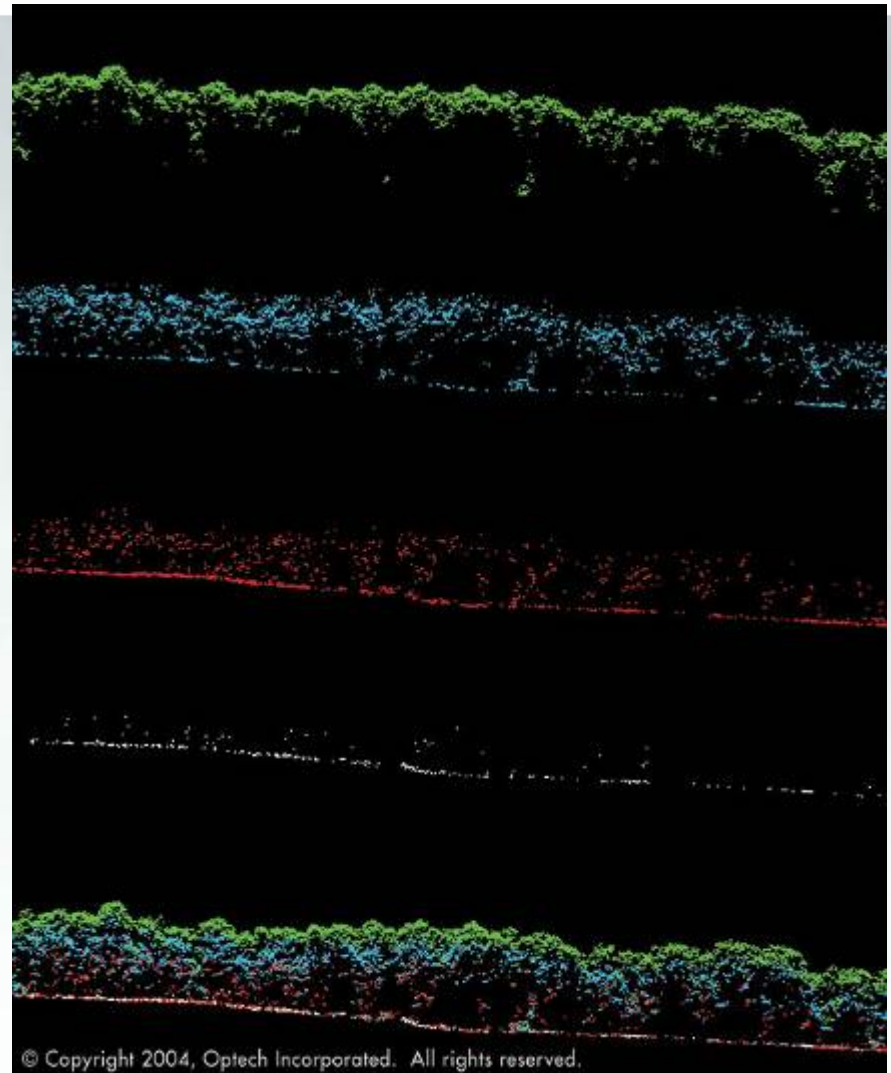
First Returns →

Second Returns →

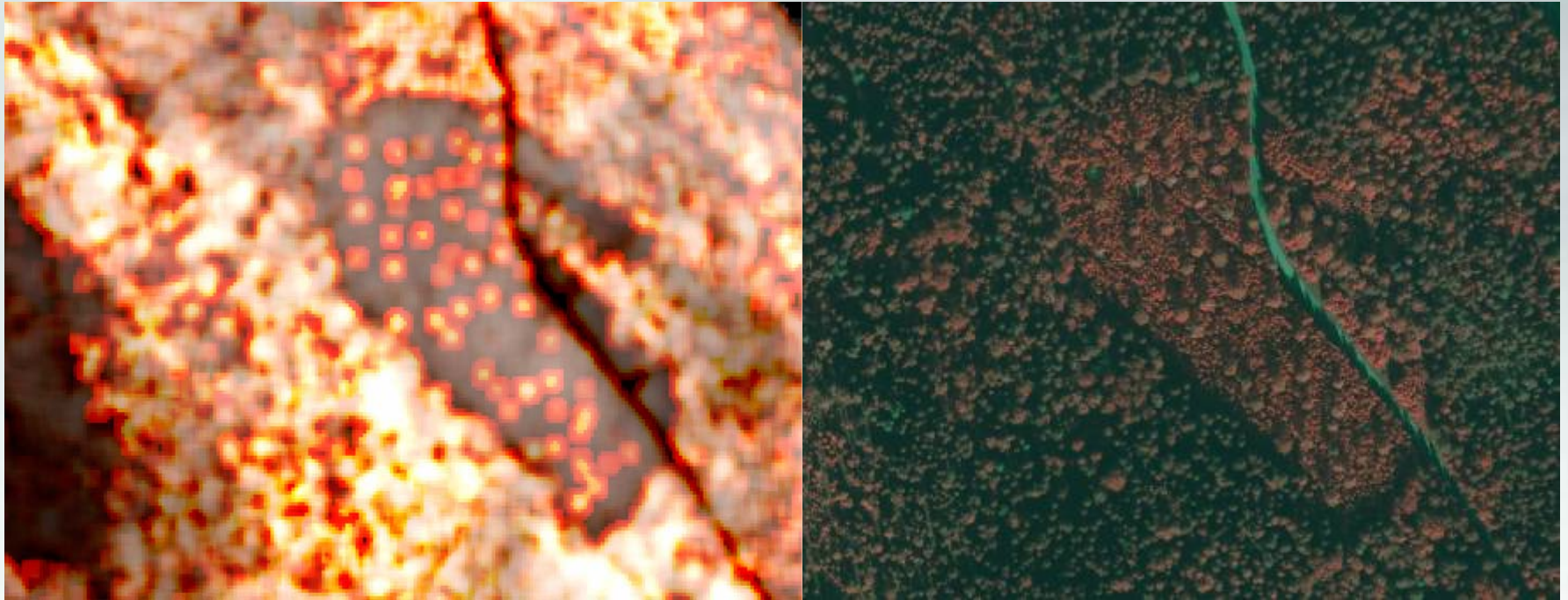
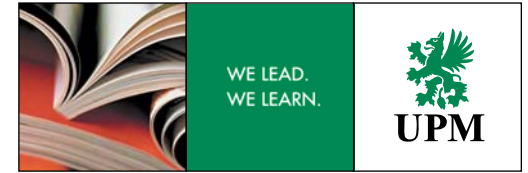
Third Returns →

Last Returns →

All Returns →



# Laserkeilaus



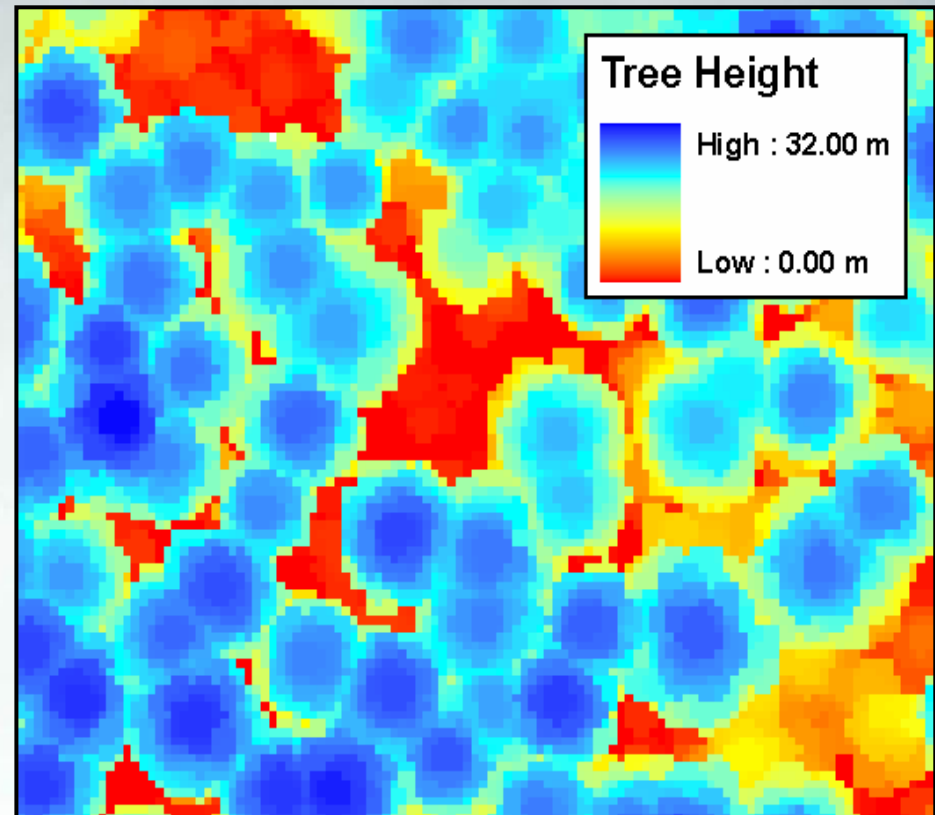


## Keilausaineiston tulkinta

- yksinpuin-menetelmät
  - pistetiheys  $> 5$  havaintoa/m<sup>2</sup>
  - vähän koealoja
- aluepohjaiset menetelmät
  - pistetiheys 0.5 – 1 havaintoa/m<sup>2</sup>
  - paljon koealoja

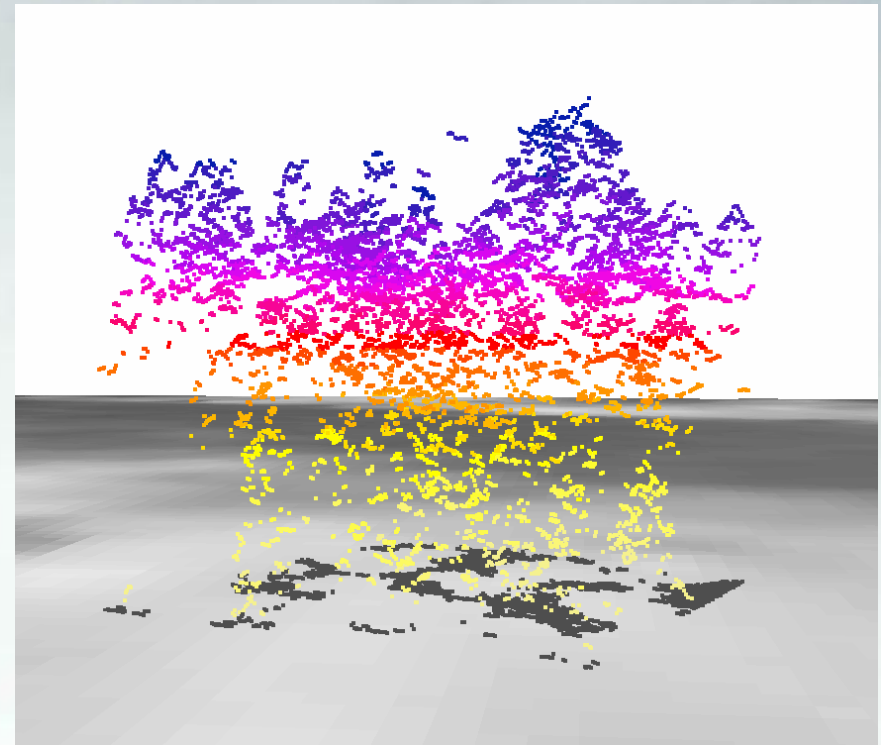
# Yksinpuintulkinta

- Korkeushavainnoista muodostetaan ns. pintamalli
- Yksittäisten puiden automaattinen rajaus
- Yksittäisen puun pituus ja latvuksen koko ennustavat puun läpimittaa
- Latvuksen muodolla voidaan ennustaa puulajia
- Metsikkö koostetaan yksittäisistä puista



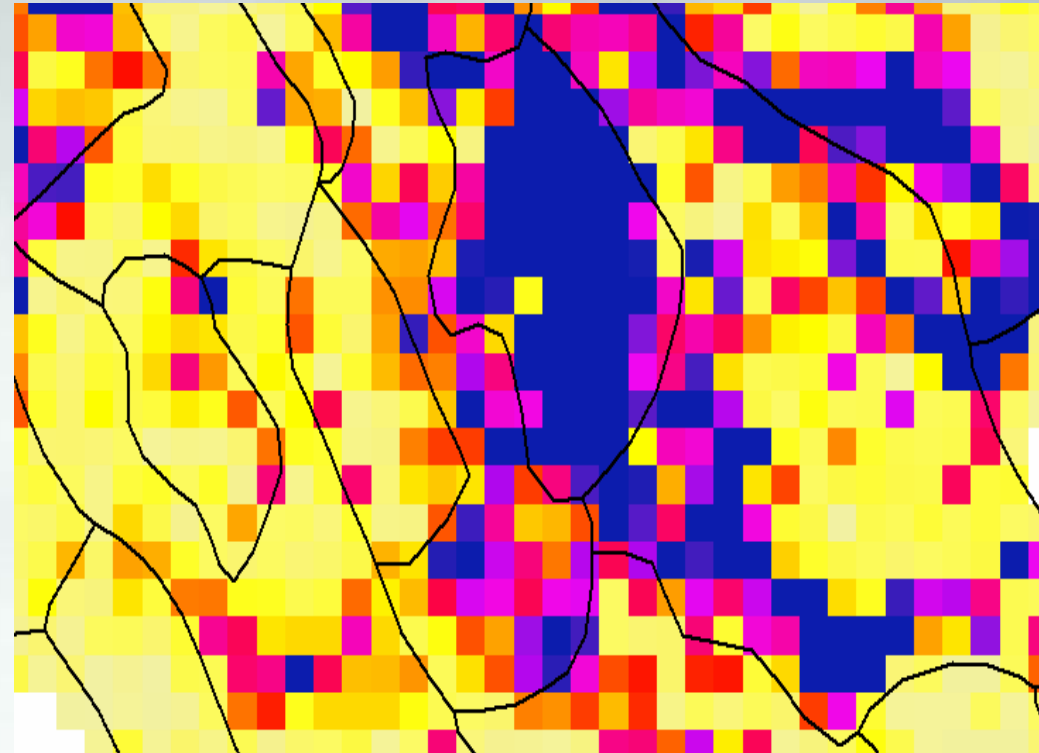
# Aluepohjainen menetelmä

- Korkeushavainnot ennustavat suoraan metsikkötunnuksia tulkintayksikkötasolla (koeala, hila, mikrokuvio tai metsikkö)
- regressiomallinnus tai ei-parametriset menetelmät
- Jakaumamuodolla voidaan ennustaa puulajia
- Mallinnuksen tukena koeala-aineisto
- Tulokset yleistetään operatiivisille alueille paikkatieto-operaatioilla



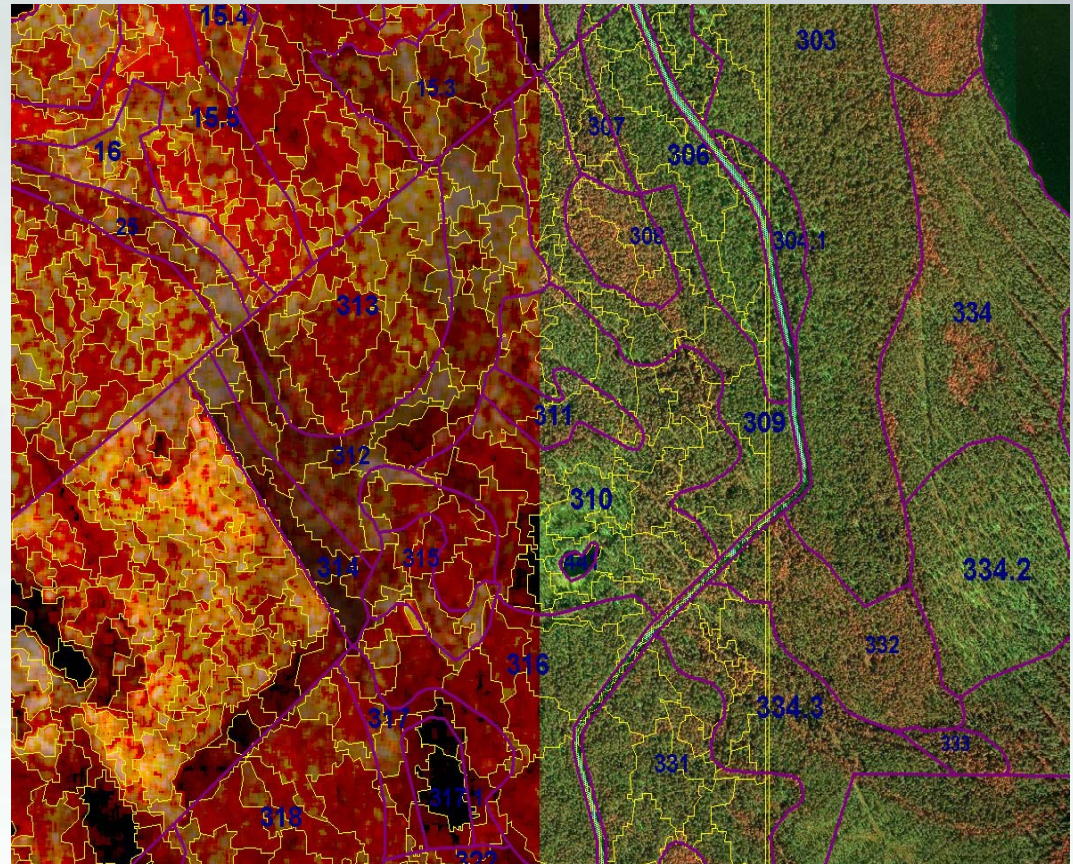
# Aluepohjainen menetelmä

- Grid-pohjaisessa menetelmässä puustotiedot ennustetaan systemaattiselle hilalle, esim. 15-20 metrin solukoko
- Kuviotiedot koostetaan laskennallisesti kuvion sisällä olevien solujen tiedoista



# Aluepohjainen menetelmä

- Mikrokuvio-pohjaisessa menetelmässä tulkintayksikkö on ilmakuvalta tai LiDaR-aineistosta muodostettu mikrokuvio
- Tulkintatuloksen yleistys vastaa hilapohjaista menetelmää



# Puulajeittaiset tulokset

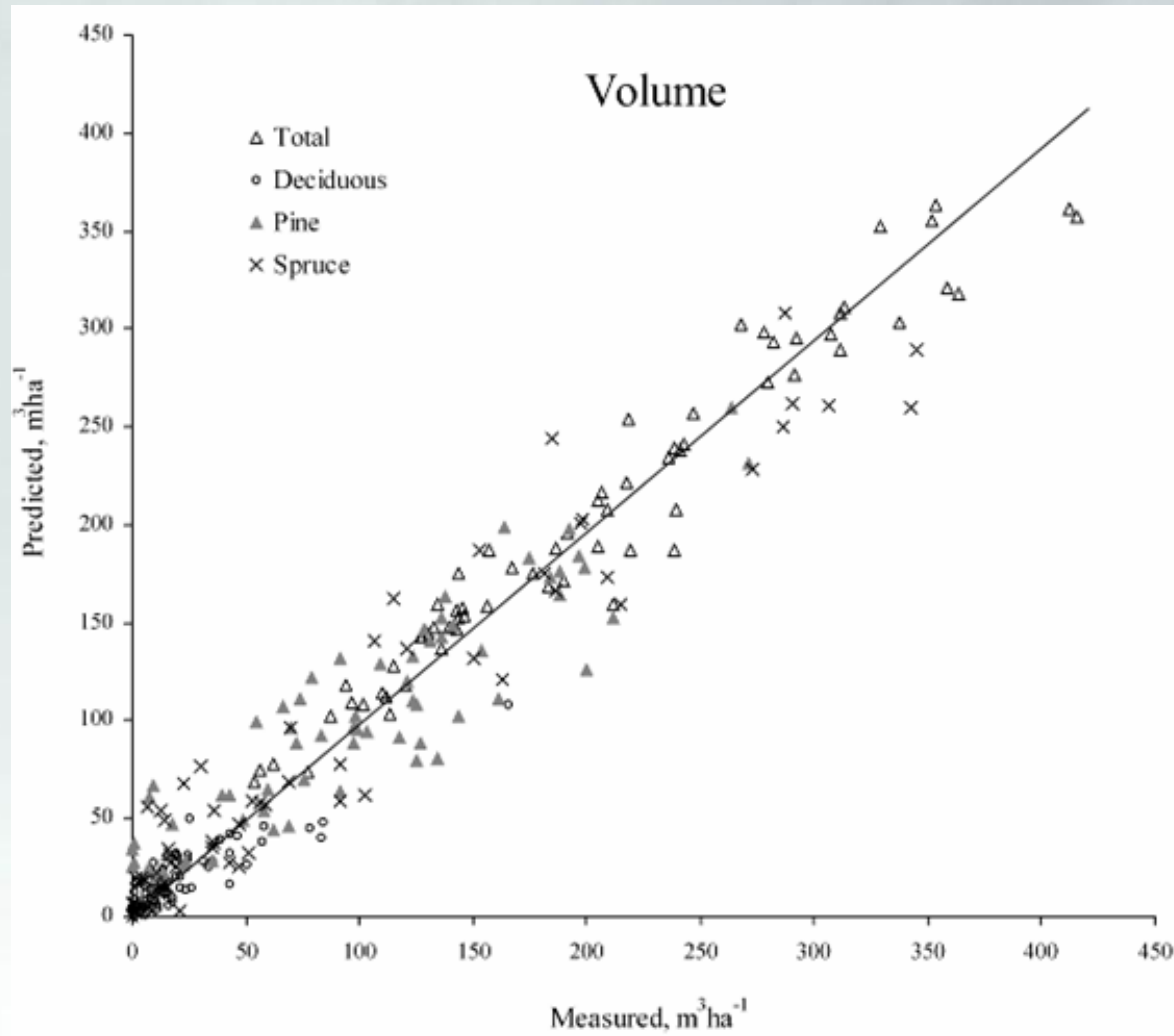
- Puustotiedot halutaan puulajeittain
- Tarvitaan toistaiseksi ilmakuvan informaatio mallinnuksen tueksi (sävyarvot, tekstuuritunnukset)
- ilmakuvien sävyvaihtelut
  - kalibrointi
  - heikentää eri maantieteelliseltä alueelta tai eri ajankohtana kerätyn opetusaineiston käyttöä



# Operatiiviset menetelmät

- Kokonaispuuston tiedot
  - Lidar-aineisto ja regressiomallinnus
  - mahdollistaa eri ajankohtina kerätyn koealapankin käytön
- Puulajeittaiset tiedot
  - laserkeilainaineiston ja numeerisen ilmakehävaikeusaineiston yhdistelmä ja ei-parametriset estimointimenetelmät
  - vaatii tuekseen paikallisen maastoreferenssiaineiston
- Inventoitava alue voi olla suuri (min. 30 000 ha)
- Yksinpuintulkintamenetelmät eivät vielä operatiivisia

# Luotettavuus





# Luotettavuus\*

Menetelmä	Vtot	Vma	Vku	Vlp	G	N	Dgm	Hgm
Solmu	15-40	30-60	30-60	60-100	15-25	40-50	10-15	10-15
Laserkeilain + ilmakuva	<10	25-45	25-45	60-100	<10	15-30	<10	<10

\* Testeihin ja tutkimuksiin perustuva kuviokohtaisen RMSE%:n vaihtelu eri menetelmillä kehitysluokissa 02, 03 ja 04

# Haasteita

- Puulajitulkinta
- Operatiiviset tulkintaprosessit
  - tarkkuus ei samaa luokkaa kuin tutkimushankkeissa
- Metsikön perustiedot
  - Otettava annettuina vanhasta maastoinventoinnista
- Luontokohteet
  - Otettava annettuna, ainakin 1/3 löytymättä
- Metsänparannustyöt
  - tarvetta ei voida määrittää
- Taimikkokuviot
  - mahdollista saada keskipituustieto
  - hoitotarpeen määrittäminen kuvatulkinalla epävarmaa
- Monijaksoiset metsät
  - alikasvoksesta ei luotettavaa tietoa

# Kustannustehokkuus

## Aineistokustannukset:

- Kaukokartoitusaineisto
  - Harvapulssinen laserkeilausaineisto (< 1 €/ha)
  - Digitaalisella ilmakuvauuskameralla otettu ilmakekuva (0,1 €)
  - Satelliittikuva ilmakuvakalibrointia varten
- Referenssiaineisto
  - n. 500 kpl tarkasti paikannettuja maastokoealoja
- Tulkinta ja tiedonsiirrot ? €/ha
- Tavoite < 5 €/ha ?

**Kiitos!**