



TAPIO 

Metsien kasvun ennustaminen nyt ja tulevaisuudessa

Voimmeko ottaa oppia
naapurimailta?

Elise Penttala ja Henry Schneider

Keskeisiä käsitteitä

- **Boniteetti:** Kasvupaikan puuntuotoskyky, ilmaistaan yleensä runkopuun keskikasvuna ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{v}$) läpi kiertoajan tilanteessa, jossa metsää on hoidettu suurinta mahdollista tuotosta tavoitellen.
- **Kasvupaikkaluokitus:** Tapa eritellä eri puuntuotoskykyjä luokkamuuttujana, Suomessa kasvuennusteiden tuottamisen pohjana.
- **Pituusboniteetti:** Metsikön valtapituus määrätyllä indeksi-ikäällä. Epäsuora tapa mitata puuntuotoskykyä. Jatkuva muuttuva, joka on perinteisesti johdettu pituuden ja iän perusteella, mutta enenevässä määrin myös pituuden muutoksen avulla.
- **Laserkeilaus:** Kaukokartoitusmenetelmä, jossa metsikön rakenteita ja puiden pituuksia saadaan määritettyä lähetettyjen laserpulssien kaiuista muodostuvan pistepilven perusteella.
- **Latvusmalli:** Laserkeilauspistepilven tai ilmakuviin avulla muodostettava korkeusmalli puiden latvuksista. Kutsutaan myös lyhenteellä CHM (=Canopy Height Model).

Miten Suomessa tuotetaan kasvuennusteet nyt?

- Metsiköiden kasvua ennustetaan malleilla, joiden keskeisinä muuttujina ovat muun muassa puuston koko, kasvupaikka ja lämpösumma
- Kasvumallit perustuvat laajaan maastomittausaineistosta tehtyihin havaintoihin
- Erityisesti kasvupaikkatyyppi vaikuttaa kasvuennusteeseen ja luokkamuuttujana se keskiarvoistaa saman luokan sisällä kasvua
- Metsävaratiedon keruu pohjautuu enenevässä määrin kaukokartoitukseen, jonka avulla kasvupaikkaluokkia ei voi suoraan havaita
- Avoimessa metsävaratiedossa kuvioiden kasvupaikkaluokkatieto perustuu suurilta osin vanhaan kuvioittaisella arvioinnilla tuotettuun aineistoon

Kasvupaikka	Tilavuuskasvu
Lehto	10,5 m ³ /ha/v
Lehtomainen kangas	9,9 m ³ /ha/v
Tuore kangas	7,7 m ³ /ha/v
Kuivahko kangas	6,1 m ³ /ha/v
Kuiva kangas	4,3 m ³ /ha/v

MOTTI –kasvumalleilla tuotettu arvio vuotuisesta tilavuuskasvusta Pirkanmaalaisessa nuoren kasvatusmetsän kuusikossa

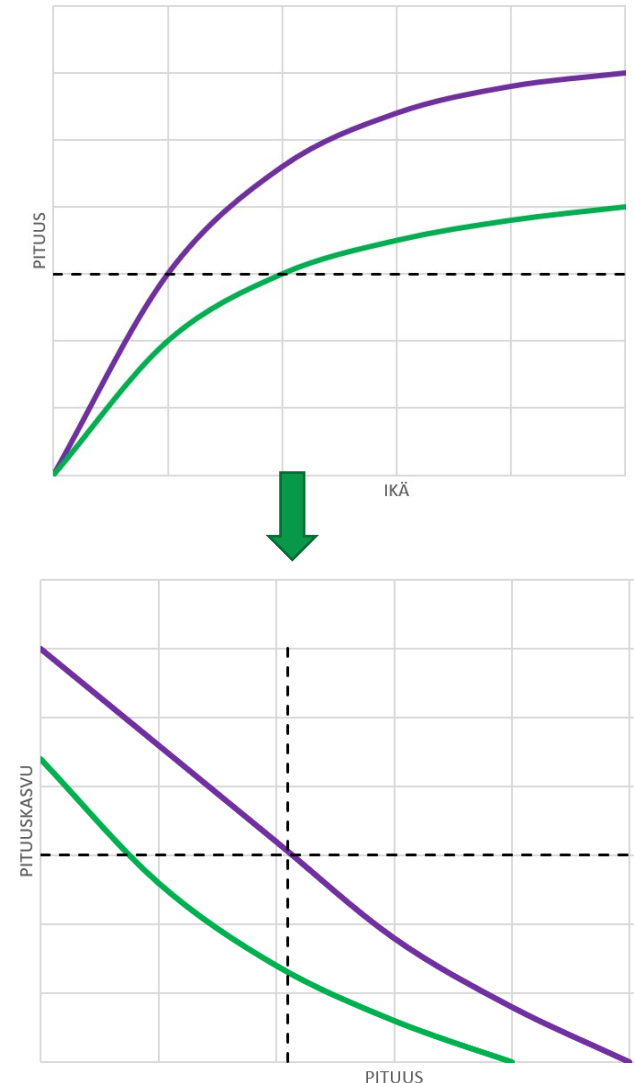
Asiantuntijoiden näkemyksiä kasvuennusteiden kehittämistä

- Kasvupaikkaluokitusta pidetään hyvänä tapana ilmaista puuntuotoskykyä, koska se on Suomen metsäalalla tuttu, helposti viestittävä ja omaa vankan ja vanhan pohja myös esimerkiksi tutkimuksessa
- Vaikka kasvupaikkaluokitukselta ei tule pyrkiä eroon, sen rinnalle olisi hyvä tuoda toinen tapa, jolla kasvuennusteet voisi vaihdella kuvion sisällä
 - Pituusbonitointi olisi hyvä menetelmä, mieluummin pituusboniteetit pitäisi saada muunnettua kasvupaikkaluokiksi
- Pituusbonitointi on monelle suomalaiselle metsäalan asiantuntijalle käsitteenä tuttu, mutta käytännössä vain harva on käyttänyt menetelmää
- Jos kasvuennusteita alettaisiin johtamaan useamman ajankohdan laserkeilauksen välisen pituuden muutoksen avulla, samalla syntyvästä pituusmuutostilasta saisi muitakin tärkeitä hyötyjä irti kuin kasvuennusteet

Kirjallisuuskatsaus: pituusbonitointi ja useamman ajankohdan laserkeilausaineiston hyödyntäminen

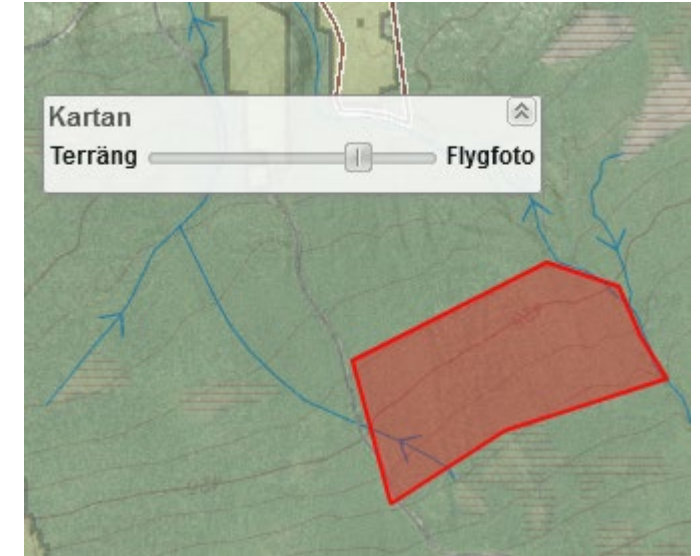
- Pituusbonitoinnin hyviä puolia ovat sen objektiivisuus ja kvantitatiivisuus
- Menetelmän käyttöön liittyy kuitenkin rajoituksia (Gustavsen 1980)
 - Valtapituuden vaihtelu ei saisi olla liian suuri.
 - Pääpuulajin osuuden pitäisi olla vähintään 60 prosenttia.
 - Ojitetut ja lannoitetut metsiköt voivat aiheuttaa virheitä, koska niitä ei ole mallien laadinta-aineistossa.
 - Nuorten metsiköiden (alle 30-vuotiaat) bonitointi on epätarkkaa
- Pituusboniteetin johtamista kasvupaikkaluokiksi on tutkittu, mutta täyttä vastaavuutta näiden kahden eri bonitointimenetelmän välillä ei ole löytynyt
 - Pituusboniteetti voi olla eri saman kasvupaikkaluokan sisällä ja samaa pituusboniteettia voi esiintyä ainakin ravinteisuudeltaan viereisissä kasvupaikkaluokissa

- Kun laserkeilaus alkoi yleistyä 2010 aikoihin, tutkittiin pituusboniteetin johtamista kaukokartoitetun pituuden ja iän perusteella
 - Kaukokartoituksella tuotettu ikätieto on epäluotettavaa, joten menetelmällä ei saatu luotettavia tuloksia
- Viime vuosina monessa paikassa on ehditty tehdä useampi laserkeilaus, joiden välissä on kulunut muutamia vuosia
 - Laserkeilauksella saadut pituustiedot ovat luotettavia, joten pituuden ja pituuden muutokseen perustuva pituusboniteetin määrittäminen toimii selkeästi yhden ajankohdan laserkeilaukseen pohjautuvaa paremmin
- Vaikka kaukokartoitukseen pohjautuvassa pituusboniteetin määrittämisessä on vielä epävarmuustekijöitä, joissain tutkimuksissa todetaan arvojen olevan jo kuvioittaisella arvioinnilla tehtäviä määrittämiä tarkempia
- Useamman ajankohdan laserkeilaus-aineistoa on hyödynnetty tutkimuksissa myös muun muassa lumituhojen kartoittamiseen, biomassan kasvun arviointiin, yksittäisten puiden kasvun mittaamiseen ja menneiden hakkuutoimenpiteiden luokitteluun



Kasvuennusteiden tuottaminen Ruotsissa

- Pituusbonitointiin perustuva kasvupaikkaindeksi (kpi) on vakiintunut kasvuennusteiden laadinnassa. Rinnalla käytetään nuorissa metsissä vuosikasvuun perustuvaa ”erotusmenetelmää” ja, jos kumpaakaan ei voida soveltaa, kasvupaikan ominaisuuksiin perustuvaa menetelmää.
- SLU kehittänyt menetelmän, jossa kahden eri ajankohdan kk-aineiston perusteella lasketaan kpi. Validointiin käytettiin VMI:n kertakoealoja. Menetelmä olemassa männylle ja kuuselle.
- Tuloksia pidetään riittävän tarkkoina operatiiviseen käyttöön.
- Pituuskasvukarttoja on julkaistu SKS:n verkkosivuilla.
- Myös Dianthus Ab kehittää kasvun arviointia kk-aineiston perusteella. Kehitystyö keskittyy muun muassa kuviotason kasvun ennusteiden tarkkuuden parantamiseen.
- Dianthus oli kiinnostunut hankkeestamme ja mahdollisesta yhteistyöstä.



Virkesförråd vid laserskanningstillfälle 2 (2018-2024)

Virkesförråd, m³sk/ha..... 126.7

Virkesförråd, m³sk/ha på produktiv skogsmark*.....128.3

Virkesförråd vid laserskanningstillfälle 1 (2008-2016)

Virkesförråd m³sk/ha..... 74.6

Virkesförråd m³sk/ha på produktiv skogsmark*.....75.6

Beräknad faktiskt tillväxt mellan laserskanning 1 och 2**

Årlig höjdtillväxt, m.....0.18

Antal tillväxtsåsonger, år..... 10

Kasvuennusteiden tuottaminen Latviassa

- Valtion metsät inventoidaan perinteisellä maastotyöllä 20 v välein, muuten toimenpidepäivityksillä
- Kaikista metsistä (ml. yksityismetsät) julkaistaan avointa kk-perusteista dataa
- Kasvupaikkaluokitus perustuu Suomen järjestelmää muistuttavaan metsätyypijärjestelmään. Lisäksi luokitus ottaa huomioon vesitalouden ja maaperän.
- Kasvuennusteet perustuvat pituusboniteettiin. Tietty metsätyyppi rinnastetaan suoraan tiettyyn pituusboniteettiin. Vastaavuutta pidetään käytännössä huonona, muun muassa ilmastonmuutoksen takia.
- Kasvun arviointia kaukokartoitustiedon perusteella on meneillään tutkimuksia Latvian metsäntutkimuslaitoksessa. Tuloksia ei ollut käytettävissä haastattelussa.

Kasvuennusteiden tuottaminen Virossa

- Kuten Latviassakin, Virossa on käytössä rinnakkain metsätyyppijärjestelmä ja pituusboniteetti, jota käytetään kasvuennusteissa. Jos ikä > 15 vuotta, pituusboniteetti lasketaan (korkeus/ikä). Jos < 15 vuotta, inventoija arvioi.
- Valtion maat inventoidaan kattavalla maastotyöllä. Kaukokartoitusaineistoa on kattavasti saatavilla, mutta sitä käytetään ”pelkästään tukena maastotyössä”.
- Virossa ei ole kokeiltu kasvun arviointia kahden eri ajankohdan kk-aineistoon perustuen. Arvioitiin kuitenkin, että kehitystyö voi lähteä lähiaikoina liikkeelle.