



# Mallinnuksesta potkua metsätalouden vesistövaikutusten vähentämiseen

Freshabit Life IP –hankkeen loppuseminaari

15.9.2022

Antti Leinonen

Tohtorikoulutettava, UEF, metsäekosysteemimallinnus



Maa- ja metsätalousministeriö  
Jord- och skogsbruksministeriet  
Ministry of Agriculture and Forestry



Metsäkeskus



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND



[www.metsa.fi/freshabit](http://www.metsa.fi/freshabit)  
[#freshabit](#) [#vesiperintö](#)



# Sisältö

- Mitä mallintaminen on ja miksi sitä tehdään
- Tiedon tarpeen mittakaavat ja eri tasot
  
- Esimerkkejä
  - Uomatietieto
  - Suosimulaattori
  - RUSLE2015 ja DTW-kosteusindeksi
  - NutSpaFHy

# Mitä mallintaminen on ja miksi sitä tehdään

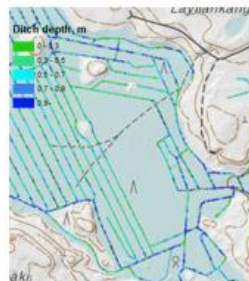
- Suomen metsäkeskuksen tavoite hankkeessa: Toteuttaa toimia, jotka vähentävät metsätalouden ravinne- ja kiintoainekuormitusta vesistöihin ja siten vaikuttavat myönteisesti vesien tilaan
    - I. Laaditaan valuma-aluekokohtaisia vesiensuojelusuunnitelmia ja toteutetaan niiden sisältämät vesiensuojelutoimet
    - II. **Kehitetään metsätalouden hyviä käytänteitä ja työkaluja, joita hyödyntämällä tulevaisuuden metsäkäsittely kuormittaa vesistöjä nykyistä vähemmän = pysyviä tuloksia koko Suomen alueella**
  - Malli = systeemin ominaisuuden, ilmiön tai prosessin kuvaaminen matemaattisesti tai muuten loogisesti
  - Fyysistä maailmaa kuvaavat mallit & Ihmisen käyttäytymistä kuvaavat mallit
  - Mallintaminen ja simulointi
    - Tuotetaan mallin (mallien) avulla tietoa = **ennusteita** kuvattavan systeemin ominaisuuksista tietyllä ajanhetkellä tai hetkillä
  - Mallin valintaan vaikuttaa se, mitä tietoa ennusteen tulee sisältää eli mitä tietoa tarvitaan
  - Määriteltävä kuka ja missä yhteydessä tietoa käyttää
    - Esim. **viranomainen**, maanomistaja, hakkuun suunnittelija, hakkuukoneen kuljettaja,
  - Tiedon käytön mittakaava
    - Esim. **Oulujoen valuma-alue**, **3.jv valuma-alue**, **pienveden valuma-alue**, metsikkökuvio, metsikkökuvion osa
  - Mallinnuskysymykset:
    - Missä?
      - Mitkä ovat ne Oulujoen valuma-alueen osavaluma-alueet, jotka ovat erityisen herkkiä metsätalouden kuormalle?
      - Mitkä ovat ne metsikkökuviot, joiden käsittelyllä vaikutetaan eniten lähivesistöjen tilaan?
    - Miten?
      - Mitkä ovat tehokkaimmat tietylle valuma-alueelle soveltuvat vesiensuojelukeinot?
      - Kuinka vaihtelevan levyinen suojavyöhyke tulisi rajata?
    - Milloin?
      - Tehostetaanko vesiensuojelua pintavesien virtausreiteille rakennettavilla vesiensuojelurakenteilla (pintavalutuskentät, koste ikot jne.)
- vai
- riittääkö että, vesiensuojelu huomioidaan normaalin metsänkäsittelyn yhteydessä niihin liittyvillä vesiensuojelukeinoilla.

# Tiedon eri tasot

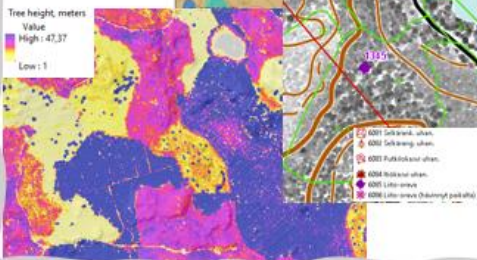
- Metsäkeskuksen tulee tuottaa päätöksentekoa tukevaa tietoa, joka ohjaa metsien kestävään käyttöön
  - Tiedon tulee mahdollistaa talouden ja ympäristövaikutusten tasapuolisen huomioimisen päätöksentekotilanteissa

## Fyysistä ympäristöä kuvaava tieto

- Esim. ojan kunto, maalaji, puuston pituus, tilavuus, puulajit, suojellut eliölajit, ja elinympäristöt jne.

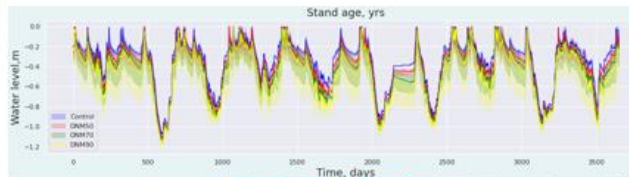


Maps

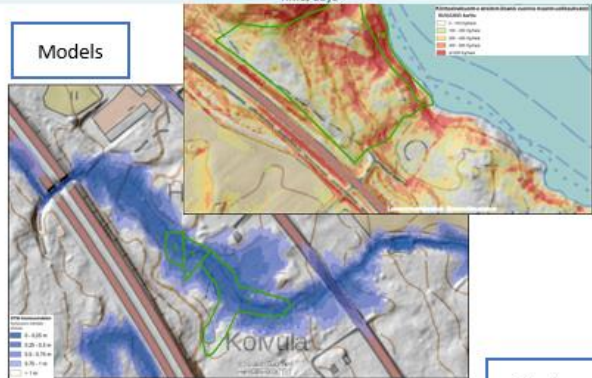


## Fyysisessä ympäristössä tapahtuvia muutoksia aiheuttavien prosessien kuvaaminen

- Mahdollistaa tulevaisuuden ennakoimisen, vrt. edellinen
- Esim. pohjaveden pinnan vaihtelu metsikkökuviolla, eroosio maanmuokkauksen jälkeen, maaperän kosteusolosuhdetta kuvaava indeksi jne.

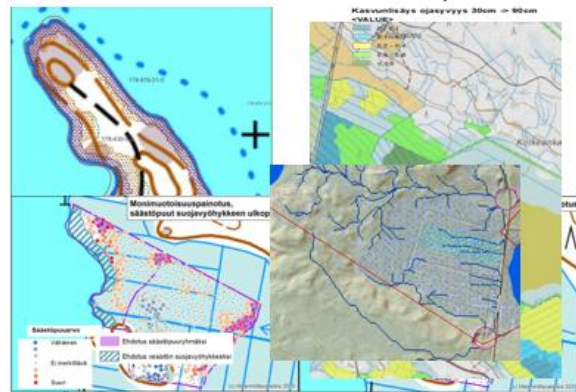


Models



Tools

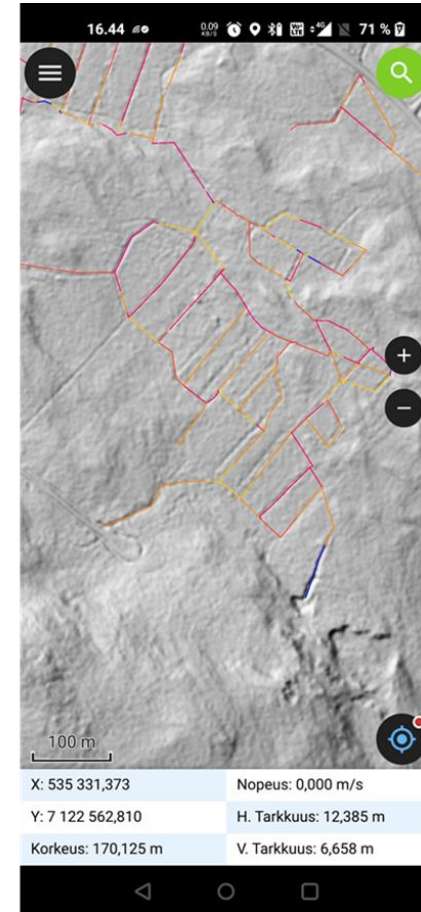
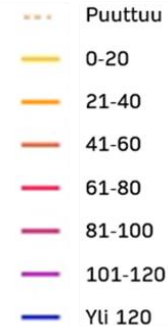
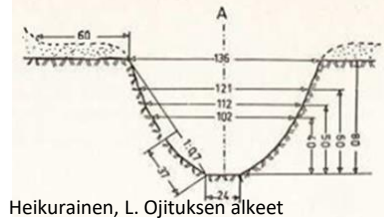
- Tavoitteena tunnistaa päätöksentekotilanteessa tarpeellinen ja käyttökelpoinen tieto
- Eri asioita kuvaava numeerinen tieto yhdistetään päätöksentekijän arvoihin
- Mahdollistetaan eri metsänkäyttövaihtoehtojen tarkoituksenmukainen vertailu tuottamalla eri vaihtoehtojen taloudelliset tulokset ja ympäristövaikutukset näkyviksi
- Toteutuksen tiekartta, kuinka valittuun tulokseen päästään
- Esim. parhaat säästöpuuryhmien paikat, vaihtelevan levyiset suoja-ryhmykerajaukset, jatkuvaan kasvatukseen soveltuvat kuviot, ojen kunnostamisesta ja/tai tuhkalannoituksesta saatavan kasvunlisäyksen arvo





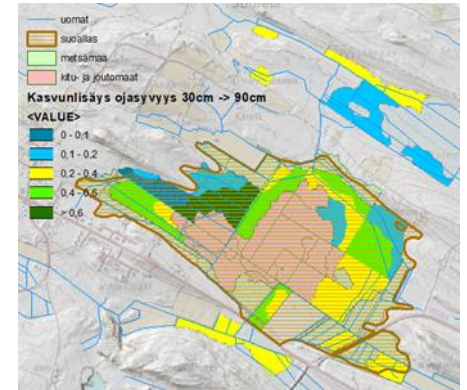
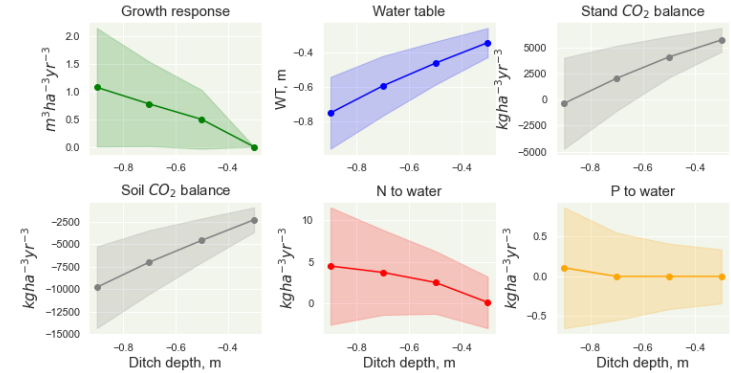
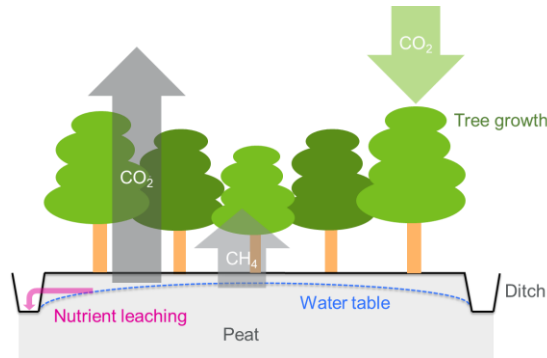
# Entistä parempi uomatieto

- Tarkempaa tietoa fyysisestä maailmasta
- Uomien kunnan luokittelu laser-keilaus aineistoon perusten
  - HYTKY-projekti
- Uumien tunnistaminen ja sijainnin tarkentaminen Vesi-laser-projektissa
- Maanmittauslaitoksen maastotietokannan vesielementin päivittäminen
- Koneoppimismallit, esim:
  - Lidberg, W., Paul, S., Westphal, F., Richter, K., Lavesson, N., Melniks, R., Ivanovich, J., Ciessielski, M., Leinonen, A., & Ågren, A. 2022. Mapping drainage ditches in forested landscapes using deep learning and aerial laser scanning. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. Under review.
- Ominaisuustiedon laajentaminen uomille



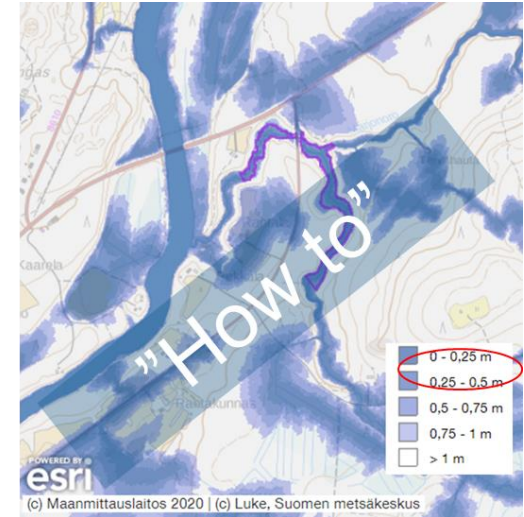
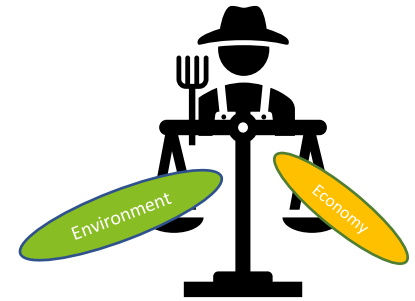
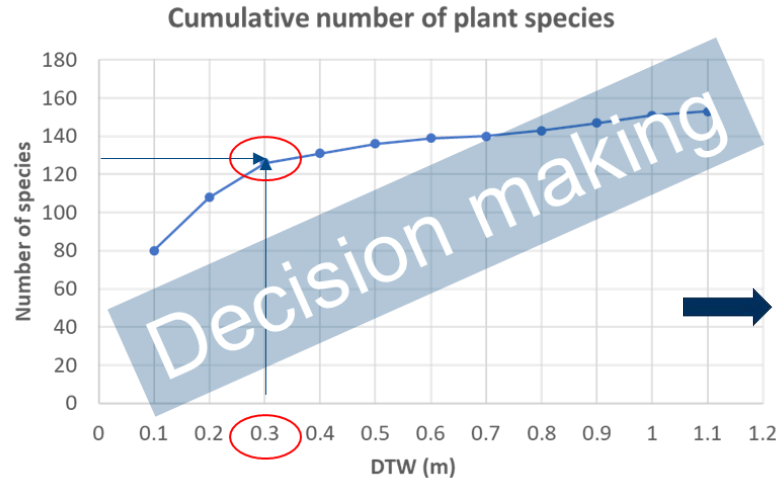
# Uomatietoa tarvitaan suometsien täsmähoidon suunnittelussa

- Suometsien hoito edellyttää eri ekosysteemipalveluiden samanaikaista huomioimista, joihin liittyy synergioita ja trade-off:ja
- Jokainen suokuvio on erilainen puustoltaan, kasvillisuudeltaan, kuivatustilaltaan, turpeen ominaisuuksiltaan, hydrologialtaan ja biogeokemiallisilta ominaisuuksiltaan
- Tavoitteena tunnistaa tasapainoinen hoitoketju, joka huomioi eri ekosysteemipalvelut



# Mallinnuksella eväitä täsmämetsänhoitoon

- Tarkkaa tietoa fyysisestä maailmasta sekä työkaluja analysoida eri metsänkäsittelyvaihtoehtojen vaikutuksia
- Sen metsänkäsittelyn toteuttamistavan tunnistaminen, joka toteuttaa samanaikaisesti parhaiten monimuotoisuuden-, ilmaston, ja vesiensuojelun sekä taloudelliset tavoitteet **käytännön tasolla**
- **Konkreettiset "kuinka toteutan" -ohjeet**
  - Esimerkki, kuinka rajaa vaihtelevan levyisen suojavyöhykkeen puron varteen, joka maksimoi sen ekologisen arvon
- Yhdistelmä tieteellisillä menetelmillä tuotettuja **vaikutusarvioita**, jotka **huomioidaan arvojen ohjaamina päätöksenteossa**



Mykrä, H., Annala, M., Hilli, A., Hotanen, J-P., Hokajärvi, R., Jokikokko, P., Karttunen, K., Kesälä, M., Kuoppala, M., Leinonen, A., Marttila, M., Meriö, L-J., Piirainen, S., Porvari, P., Salmivaara, A. & Vaso, A. GIS-based planning of buffer zones for protection of streams and their riparian forests. 2022. Forest ecology and management. Under review.

# NutSpaFHy

- Hajautettu, prosessipohjainen malli, joka sisältää hydrologian sekä tärkeimmät ravinteiden huuhtoutumiseen liittyvät prosessien kuvauksen (TN ja TP)
- Ravinnevaraston muutos 16x16 hilalla, ravinnevirta pinta- ja pohjaveteen juuristokerroksesta kuukauden aika-askelilla
- Kalibroitu pienten valuma-alueiden mittausdatan avulla, parametrisoitu tunnuksella, jotka selittävät parhaiten mitattua TN ja TP kuormaa
- Mahdollisuus vertailla erilaisten metsäkäsittelyvaihtoehtojen ravinnehuuhtoumia erilaisissa sääolosuhteissa
- Mallinnukset Puruvedellä Freshabit -hankkeessa

Hakkuupinta-alan osuus valuma-alueen pinta-alasta-% 2017-2022

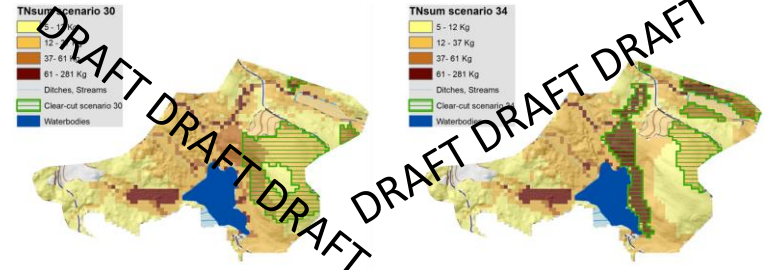
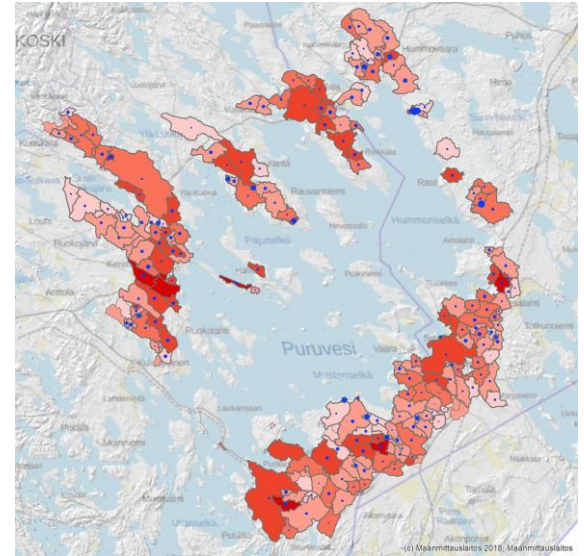
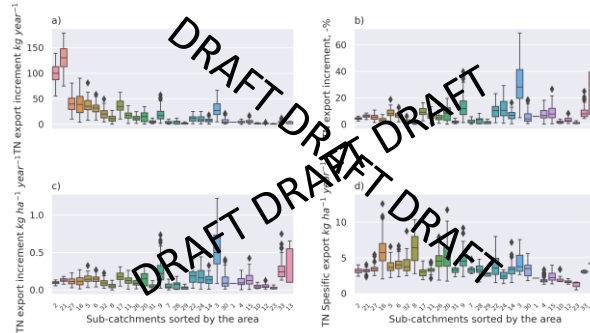
osuus\_PA

- 1
- 5
- 10

Päivittäisten fosforikuormien summa 2017-2022

P\_sum

- 0,25 - 0,45 Kg/ha
- 0,45 - 0,6 Kg/ha
- 0,6 - 0,75 Kg/ha
- 0,75 - 0,9 Kg/ha
- 0,9 - 1,1 Kg/ha



Lauren, A., Guan, M., Salmivaara, A., Leinonen, A., Palviainen, M., & Launiainen, S. 2021. NutSpaFHy—A Distributed Nutrient Balance Model to Predict Nutrient Export from Managed Boreal Headwater Catchments. *Forests*, 12(6), 808–. <https://doi.org/10.3390/f12060808>

Leinonen, A., Lauren, A., Salmivaara, A., Palviainen, P & Finer, L. 2022. Identifying Nutrient Export Hotspots Using Spatially Distributed Process Model in Boreal Forested Catchments Managed by Clear-Cuts. Manuscript



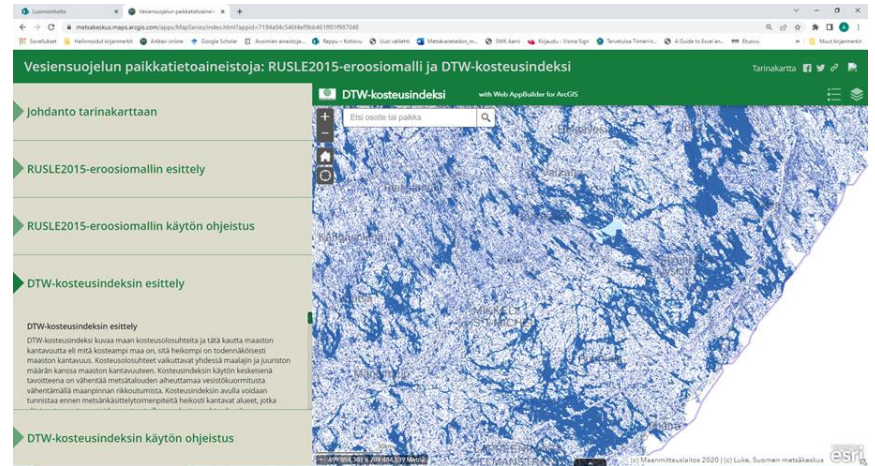
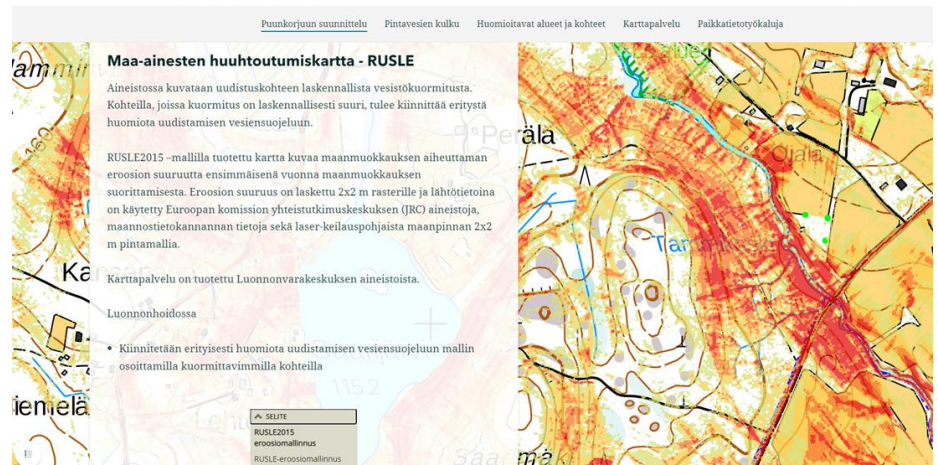
# Mallien jalkautus

- Yksistään Freshabit Life IP -hankkeen nimissä:
- 28 koulutustapahtumaa metsäammattilaisille, jossa tavoitteena on ollut tukea paikkatiedon käyttöönottoa
- 828 osallistujaa webinaareissa tai maastoretkillä
- Metsäkeskus.fi sivustolla:
  - [Luonnonhoidon paikkatietoaineistot \(arcgis.com\)](#)
  - [Rusle2015 ja kosteusindeksi käytön ohjeistus](#)



Field Maps –sovellus, mobiilisti maastoon

- [Ohje käyttöön ottoon Metsäkeskuksen verkkosivuilla](#)



# Missä mennään mallinnuksissa

Vaihe 1: Tarkkaa ja ajantasaista metsiä koskevaa tietoa laajasti käytettävissä

- Laser-keilaus -pohjaiset kaukokartoitusaineistot ja niistä johdetut sovellukset

Vaihe 2: Käytettävissä tietoa, joka kuvaa fyysisessä maailmassa muutoksia aiheuttavia prosesseja

- Paljon mallinnukseen liittyvää kehitystyötä, joka tuottaa käytännön toiminnassa käyttökelpoista tietoa
- Valmiudet hyödyntää tämänkaltaista tietoa ovat hyvät

Vaihe 3: Käytännön päätöksenteossa hyödynnetään laajasti uutta tietoa

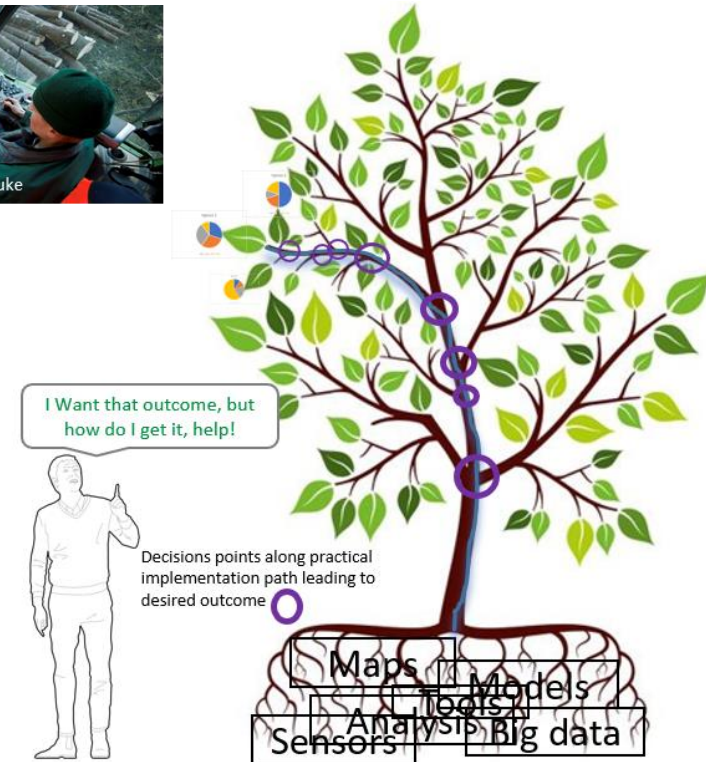
- Heterogeeninen joukko, jonka valmiudet omaksua tietoa vaihtelevat
- Koska päätöksen teko on aina viime kädessä arvopohjaista, on numeerisen tiedon yhdistäminen prosessiin haasteellista

Arvojen osuuden ja merkityksen esille tuominen metsien käyttöä koskevilla päätöksillä

- Ei ole olemassa kaikkien tekijöiden huomioimisen kannalta absoluuttista optimia vaan kysymys on siitä miten tavoitte asetetaan eli mitä tavoitteen asettelussa halutaan huomioida ja miten eri asioita painottaa



Picture: E. Oksanen/Luke



# Euroopan Unionin lajit ja luontotyypit kiittävät huomioistanne!

Lisätietoja: [antti.leinonen@metsakeskus.fi](mailto:antti.leinonen@metsakeskus.fi)  
+358 40 841 5790



[www.metsa.fi/freshabit](http://www.metsa.fi/freshabit)  
[#freshabit](#) [#vesiperintö](#)

