

# Tulevaisuutta mallintaen

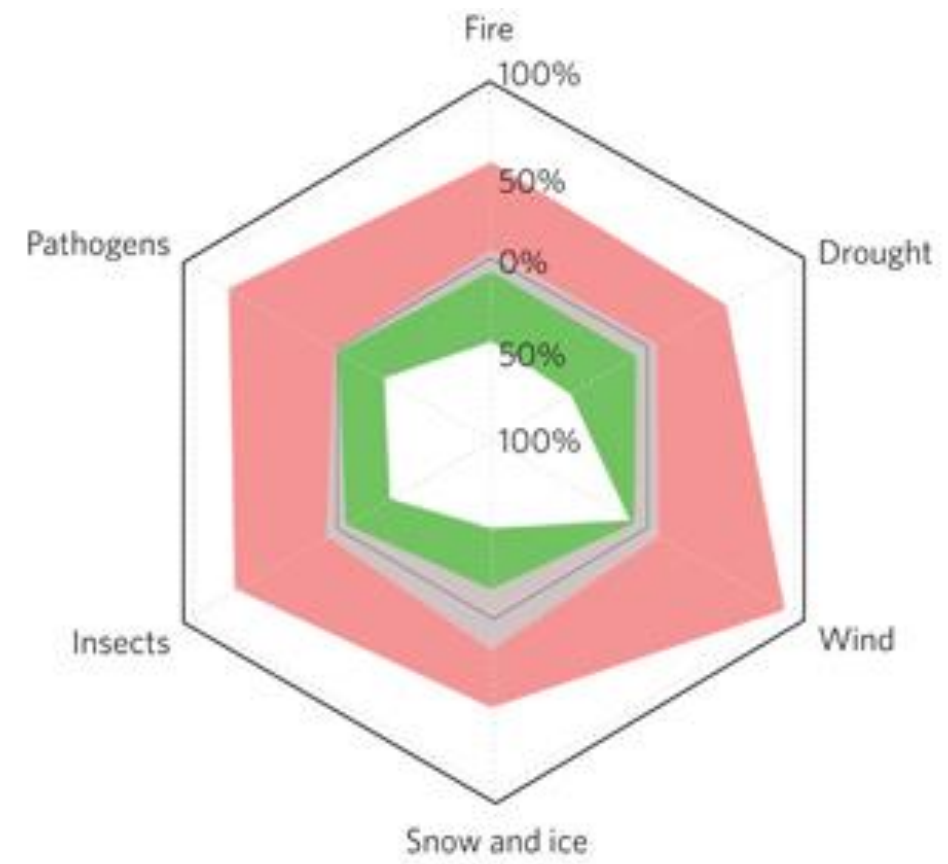
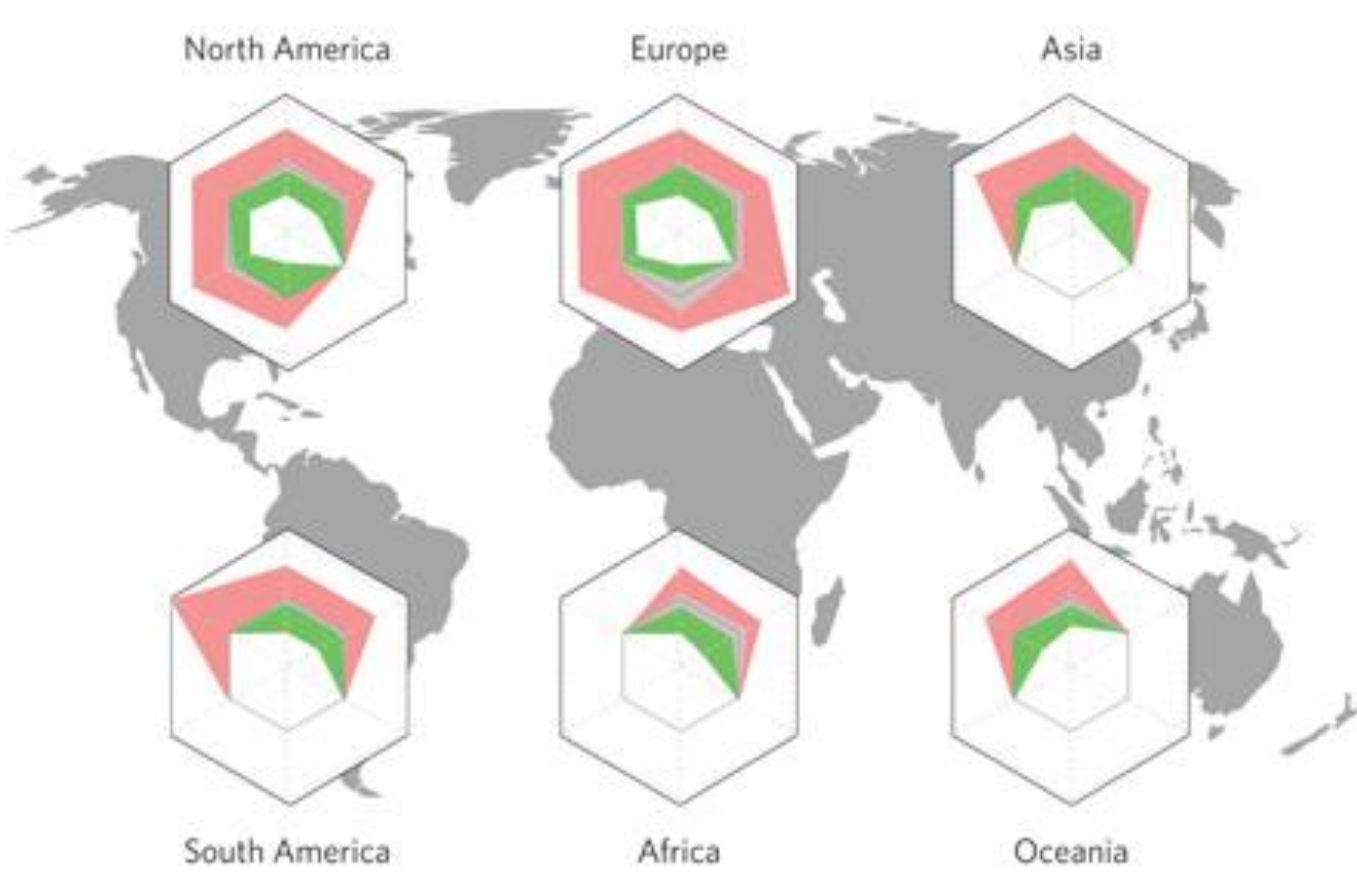
Juha Honkaniemi

Metsätuhovarautumissuunnitelma  
lausunnoille –webinaari 27.10.2025





# **Puustotuhoriskit kasvavat ilmaston muuttuessa**



| Tuhoaiheuttaja                             | Kustannus, miljoonaa euroa  |
|--------------------------------------------|-----------------------------|
| Kuusenjuurikäätäjä, suorat kustannukset    | 51,0 <sup>a)</sup>          |
| Kuusenjuurikäätäjä, epäsuorat kustannukset | 0,23                        |
| Männynjuurikäätäjä                         | 0,47–4,40 <sup>b)</sup>     |
| Tervasroso                                 | 3,50 <sup>a)</sup>          |
| Kirjanpainaaja                             | 4,58–11,89                  |
| Tukkimiehentäi                             | 0,78–29,08 <sup>c)</sup>    |
| Mäntypistiäiset                            | 2,78 <sup>a)</sup>          |
| Myyrät                                     | 0,70–5,80 <sup>d)</sup>     |
| Hirvieläimet, pääasiassa hirvi             | 6,57–24,26 <sup>e)</sup>    |
| Tuulituhot                                 | 8,78–13,16 <sup>a),f)</sup> |
| Lumituhot                                  | 2,13–2,69 <sup>g)</sup>     |
| <b>YHTEENSÄ</b>                            | <b>81,52–148,79</b>         |



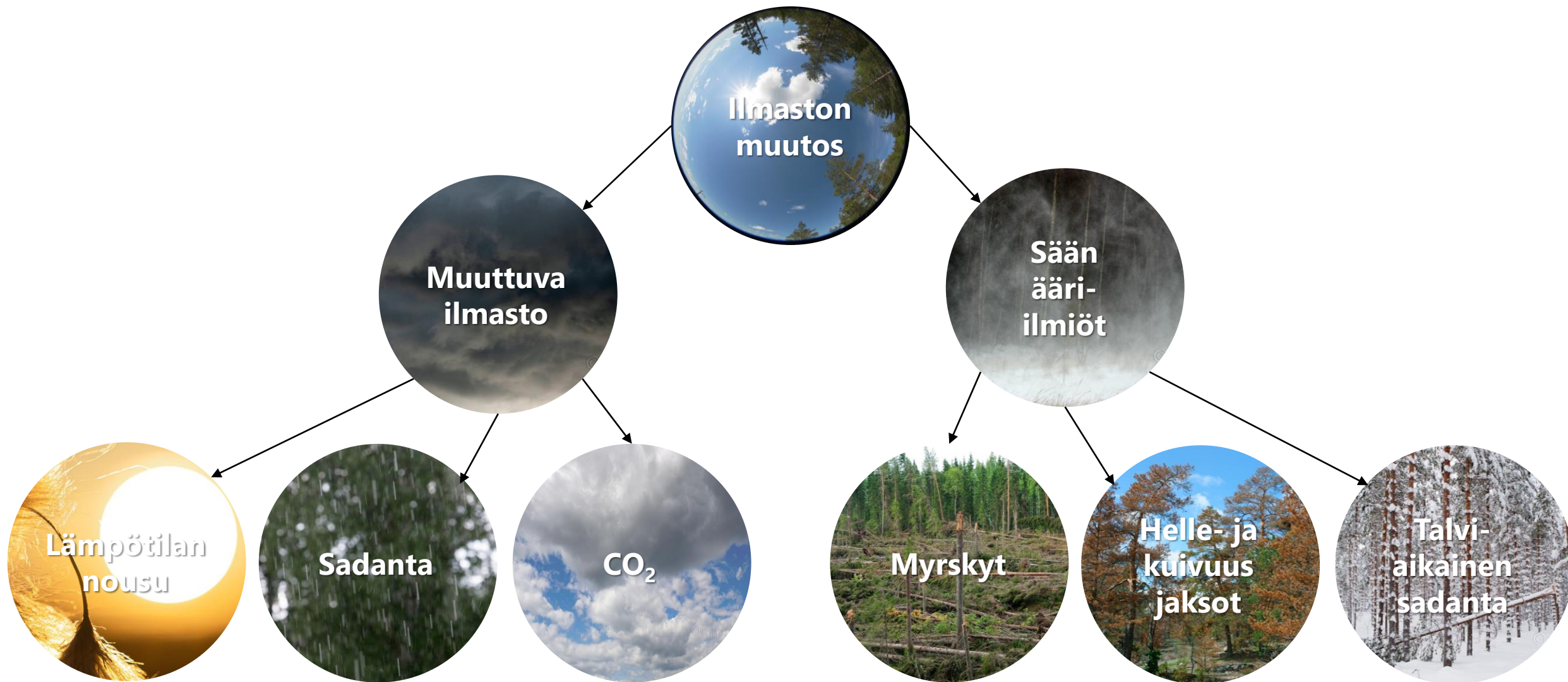
Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 46/2023

### Metsätuhojen kokonaisvaltainen arviointi

METKOKA-hankkeen loppuraportti

Jarkko Haanpää, Anssi Ahlén, Juhana Mononen, Osmo Huuhtala,  
Mikko Härkönen, Juhana Kattari, Matti Kuitila, Kari T. Korhonen,  
Andreas Lindén, Jussi Lintunen, Jaana Luoma, Juhana Matala,  
Markus Medla, Ari Nikkila, Mikko Peltola, Taina Pii,  
Tapio Räsänen, Juhana-Sanna Sorri, Markus Strandström,  
Jussi Uusivuori ja Taina Yliöja

# Ilmastonmuutos ja sään ääri-ilmiöt – miten ne näkyvät metsissä?



# Muuttuvan ilmaston vaikutukset metsiin

- + **Lämpötilan nousu** → puulajirunsaus, edellytykset sekametsille, puiden kasvu
- + **CO<sub>2</sub> nousu** → puiden kasvu
- - **Lämpötilan nousu** → bioottiset tuhonaiheuttajat, erityisesti hyönteiset hyötyvät lämpötilan noususta
- - **Sadannan muutokset, kuivuus** → metsäpalot, puiden kuivuusstressi
- - **Sadannan muutokset, talviaikainen sadanta** → roudan puute, lumivauriot, eroosio, tulvat



# Muuttuva ilmasto tuo mukanaan sään ääri-ilmiöt

- **Myrskyt** Ennusteissa ei merkittävää muutosta myrskyissä, mutta roudan puute, muuttuva puulajisto ja myrskyjen ajankohdat vaikuttavat myrskytuhoihin
- **Kuivuus** Merkittävä stressitekijä puille ja aiheuttaa kuolleisuutta. Altistaa puut bioottisille tuhonaiheuttajille (esim. etelänversosurma ja okakaarnakuoriainen männyllä)
- **Lumi** Lisääntyvä talviaikainen sadanta lisää lumituhoja tulevana vuosikymmeninä. Yhdessä talvimyrskyjen ja roudattomuuden kanssa merkittävä tekijä.





# iLand: the individual-based forest landscape and disturbance model

iland-model.org

© Luke

## Ilmastoskenaariot

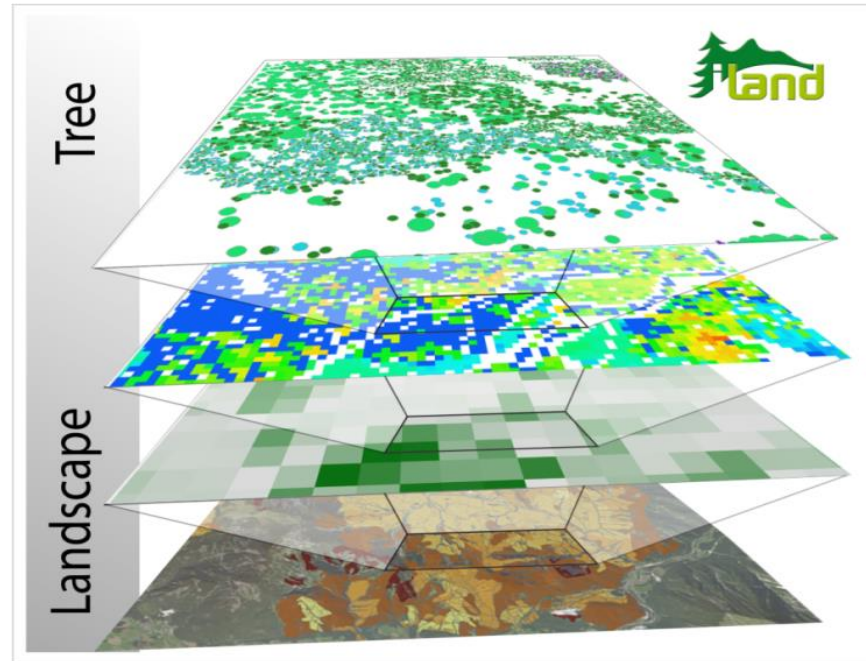


### Metsänhoito

Joustavat metsänhoidon vaihtoehdot yksittäin puin korjuusta avohakkuisiin. Kuviokohtaiset toimenpiteet.



Rammer & Seidl (2015)



**Puutason prosessit**  
kilpailu, kasvu, kuolleisuus

**Kuviotason prosessit**  
tuotos, ympäristövasteet

**Maisematason prosessit**  
häiriöt, siementen leviäminen

## Puustotuhot

Häiriömoduuli

**Tuuli**

Seidl et al. (2014a)



Häiriömoduuli

**Kirjanpainaja**

Seidl & Rammer (2017)



Häiriömoduuli

**Metsäpalot**

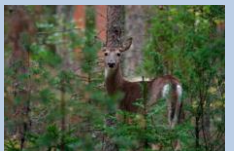
Seidl et al. (2014b)



Häiriömoduuli

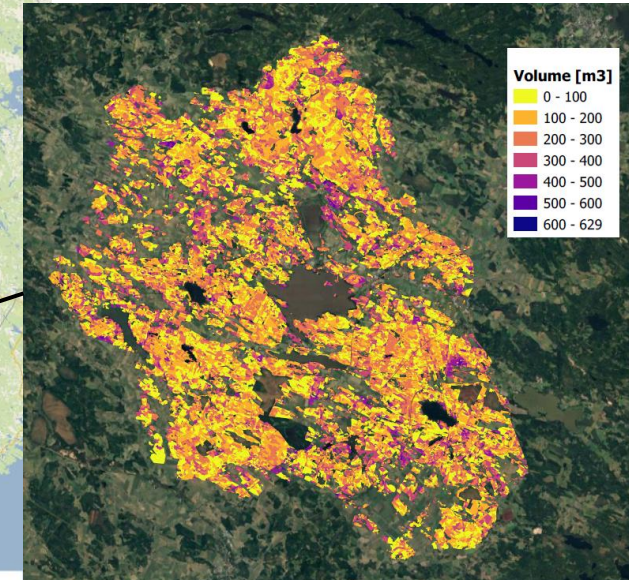
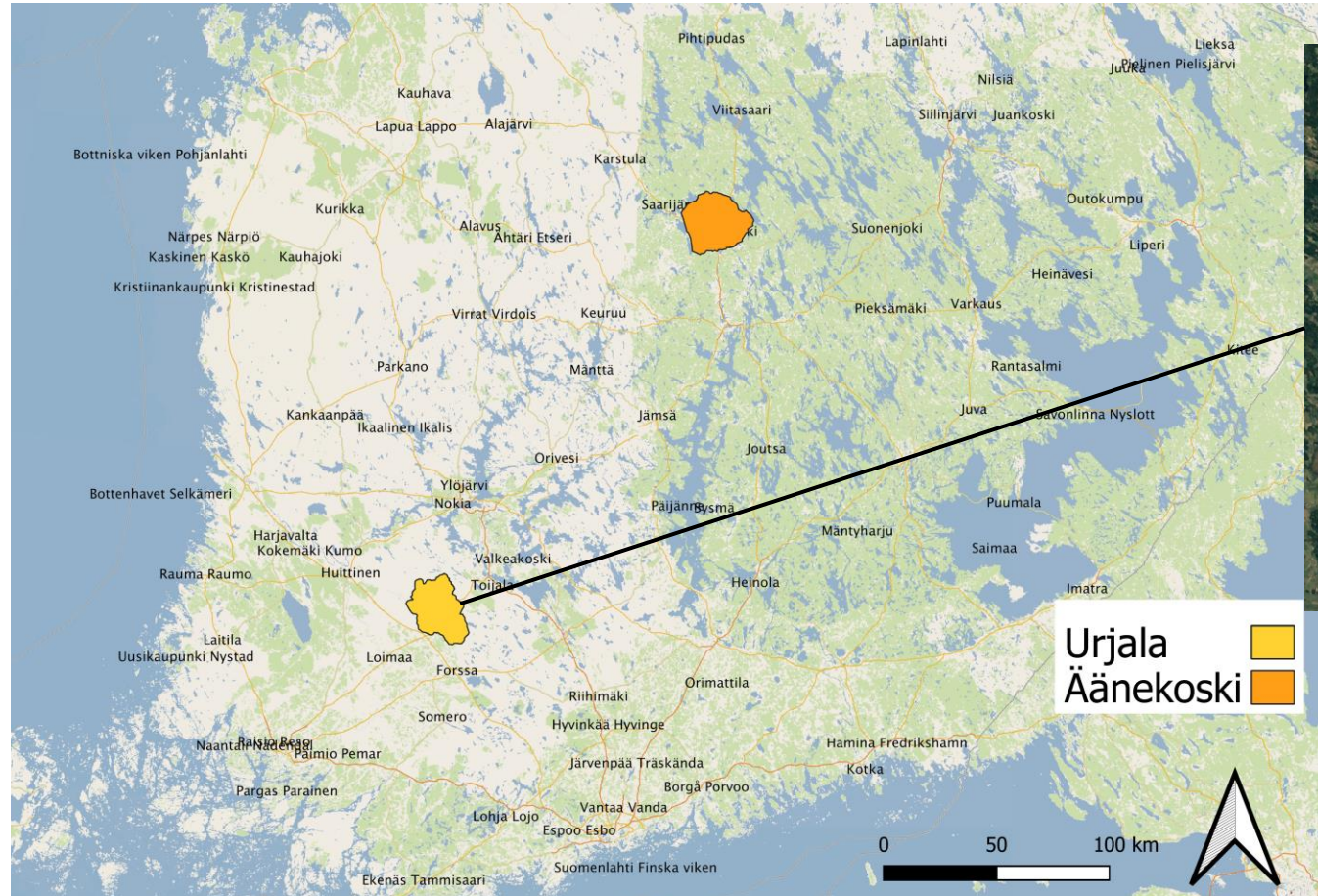
**Bioottinen**

Honkaniemi et al. (2021)



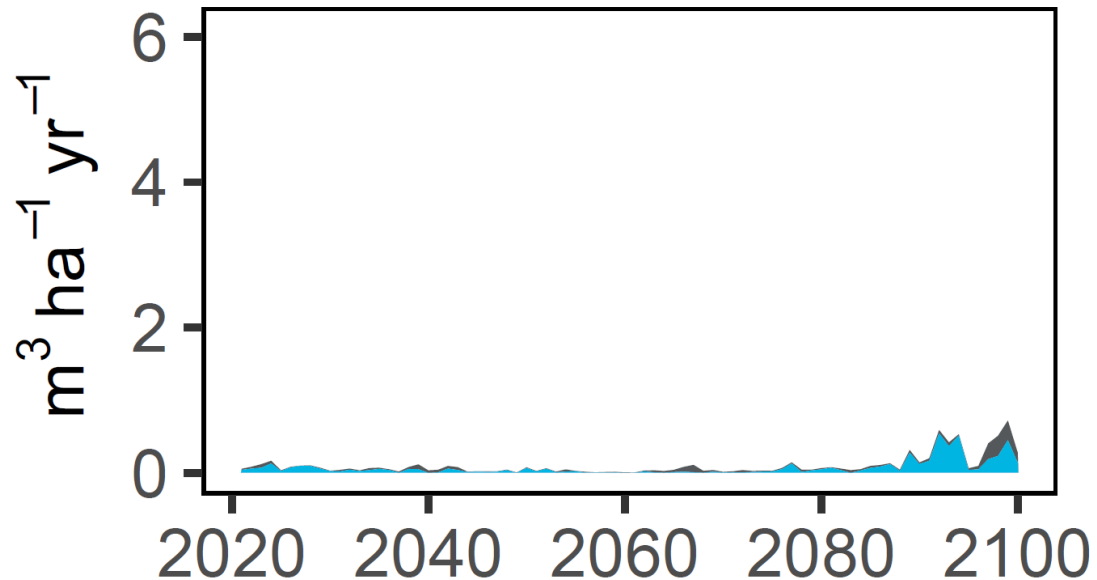
# Tutkimusalueet simulaatiomallinnusta varten

- Maisematasolla simuloidaan hankkeen erilaiset skenaariot ottaen huomioon erityisesti metsätuhoriskit
- Tuloksissa esimerkit Urjalaan, mutta Äänekosken tulokset samansuuntaiset

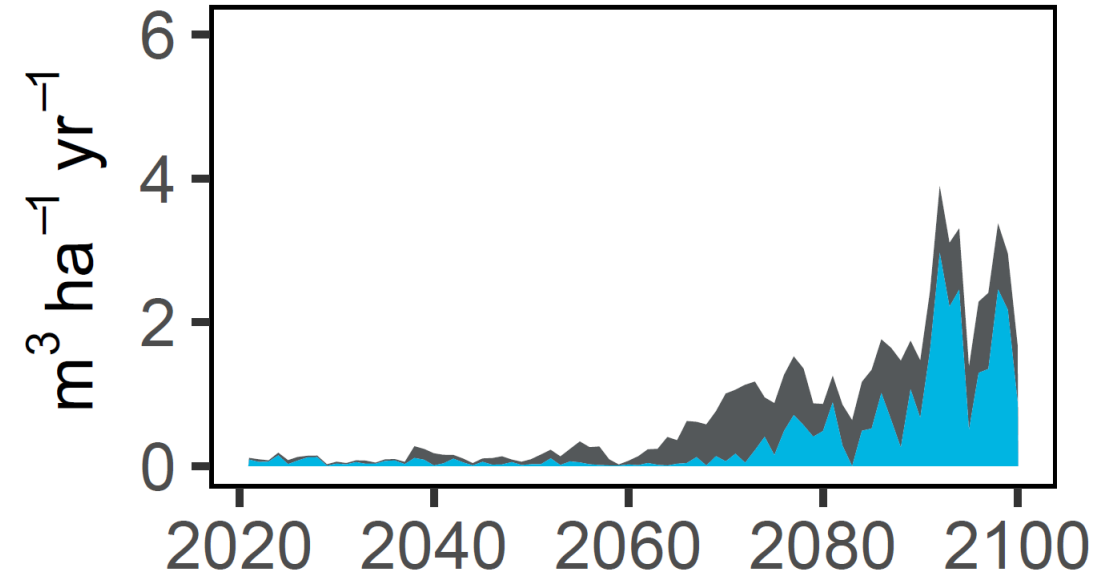


# Tuuli- ja kirjanpainajatuhot lisääntyvät ilmastonmuutoksen voimistuessa

Maltillinen ilmastonmuutos



Voimakas ilmastonmuutos



Kirjanpainaja

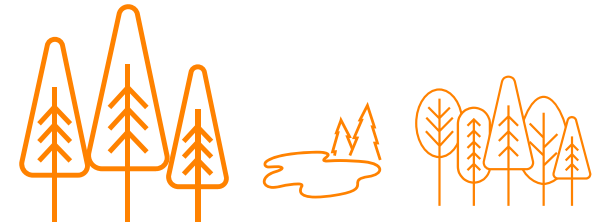


Tuuli

# Käsittelyvaihtoehdot muuttuvassa ilmastossa

| Käsittely | Kiertoaika   | Suojeluala              | Lehtipuuosuus         | Jatkuvapeitteinen |
|-----------|--------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|
| BAU       | 60-90 vuotta | ei                      | ei lisätty            | ei                |
| MIT1      | +10%         | 15% , vanhat metsät     | ei lisätty            | 5 % OMT           |
| MIT2      | +10%         | 30 % , vanhat metsät    | ei lisätty            | 5 % OMT           |
| MIT3      | +30%         | 15 % , vanhat metsät    | ei lisätty            | 5 % OMT           |
| MIT4      | +30%         | 30 % , vanhat metsät    | ei lisätty            | 5 % OMT           |
| ADA1      | -10%         | 15 % , yhteinäinen alue | 50 % kuusta korvattu  | ei                |
| ADA2      | -10%         | 15 % , yhteinäinen alue | 100 % kuusta korvattu | ei                |
| ADA3      | -30%         | 15 % , yhteinäinen alue | 50 % kuusta korvattu  | ei                |
| ADA4      | -30%         | 15 % , yhteinäinen alue | 100 % kuusta korvattu | ei                |

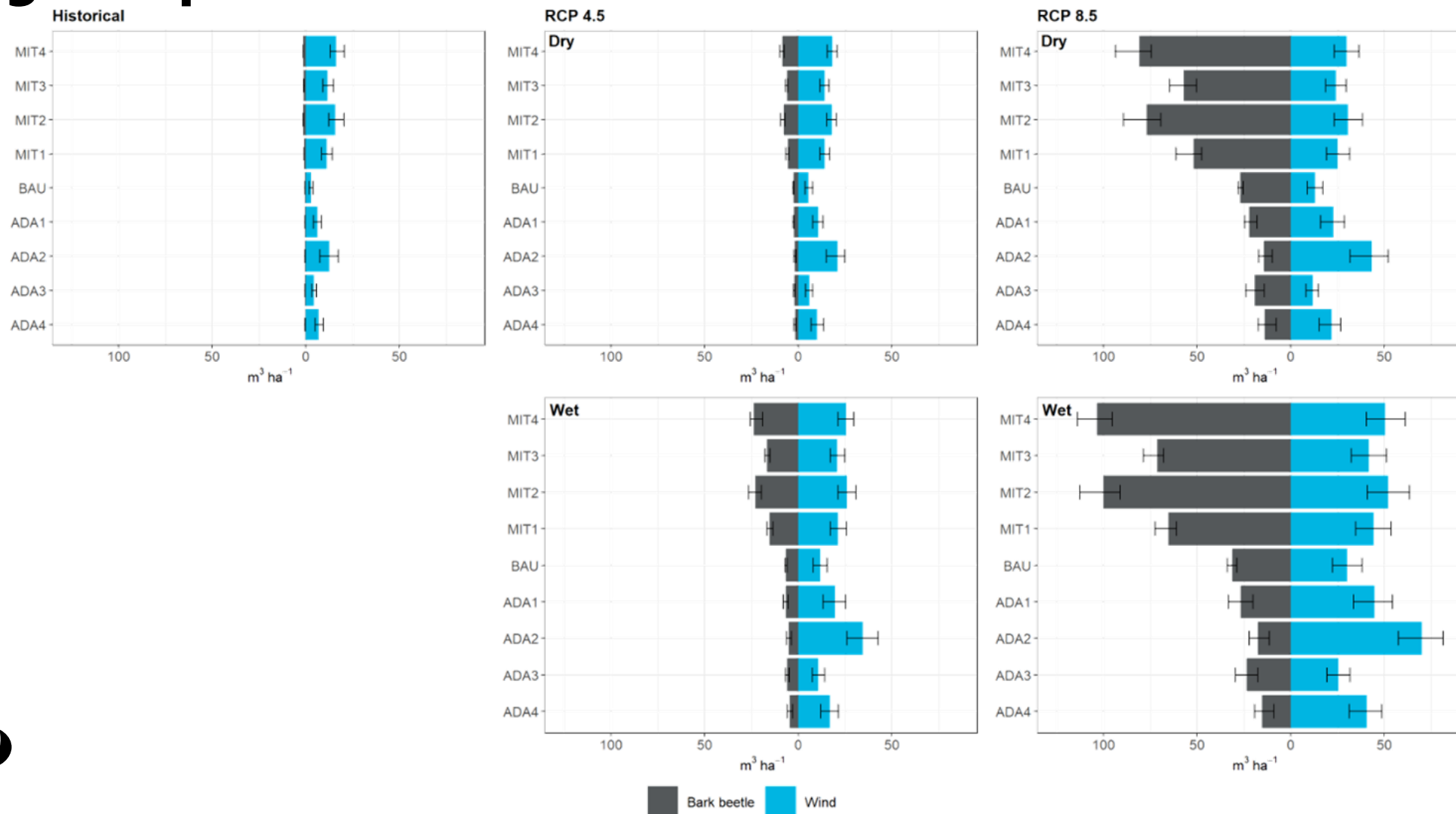
4x Mitigaatio



4x Adaptaatio

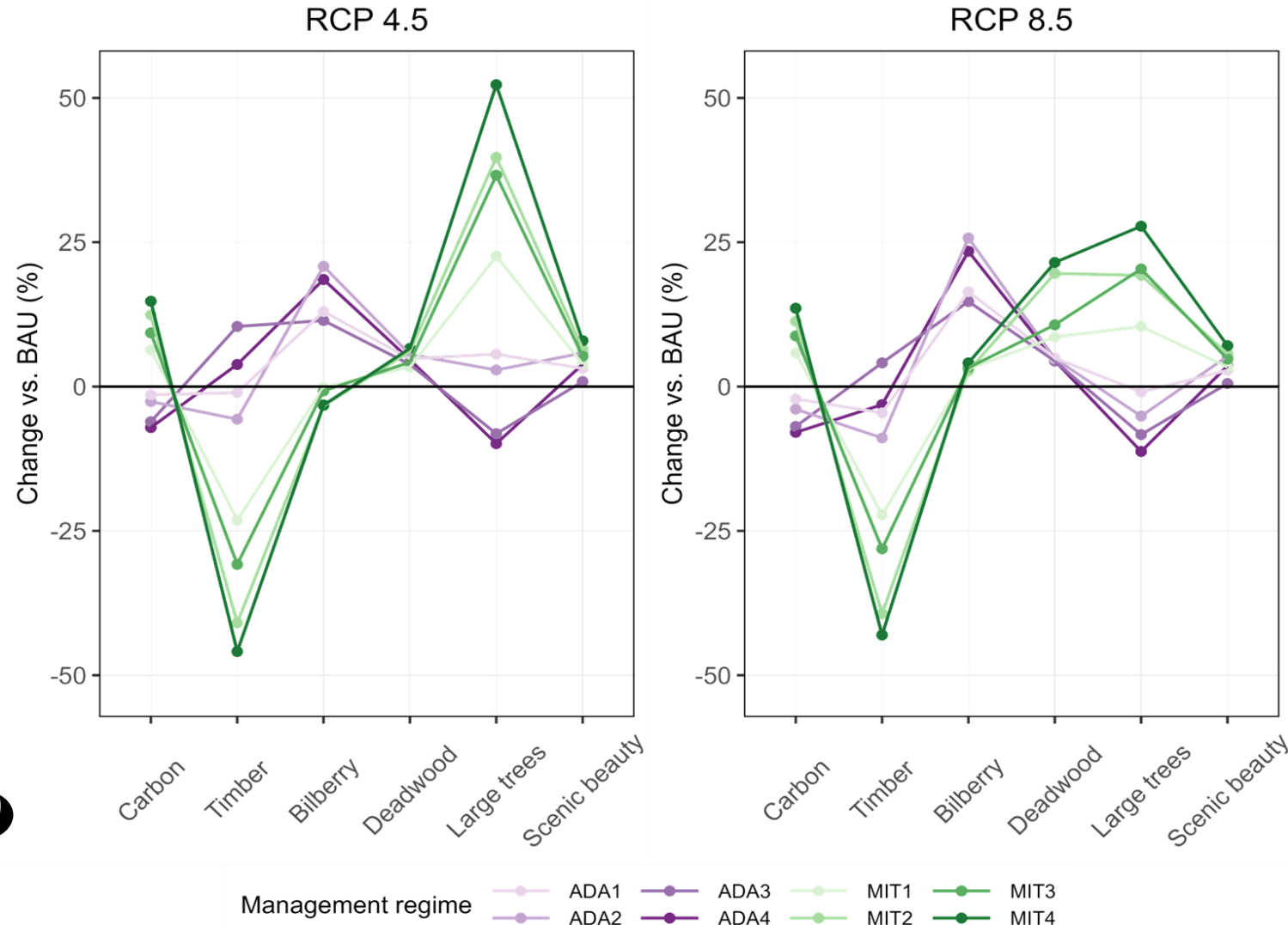


# Kirjanpainajatuhojen riskit kasvavat, erityisesti mitigaatiopolulla



# Ilmastomuutos ja metsänhoidon valinnat vaikuttavat ekosysteemipalveluihin ja monimuotoisuuteen

Muutos verrattuna BAU, keskiarvo 80 vuotta



- Mitigaatio kasvattaa hiilivarastoja, lahoppuun määrää ja isokokoisia puita
- Adaptaatio kasvattaa hakkuita ja mustikkasatoja sekä lahoppuun määrää
  - Osassa käsittelyistä hakkuut pienemmät kuin BAU.
  - Mustikan mallinnus koivuvaltaisissa metsissä epävarmaa

# Tulevaisuuden tuhot; kuinka varautua huomioiden erilaiset riskit

1. Tuhoriskit kasvavat ilmaston muuttuessa, mutta vaihtelevat puulajeittain ja kasvupaikoittain – **Oikea puulaji oikealle kasvupaikalle**
2. Sekametsät ja monimuotoisuus vähentävät tuhoriskejä – **Ei kaikkia munia samaan koriin**
3. Metsänhoito riskit huomioiden vaatii huolellisen suunnittelun ja aktiivisen otteen tuhojen seurantaan – **Arvioi, suunnittele, toimi**



# Kiitos!



luke.fi