

# Tsõõriklaud

## Ku pallo massva' mahekängä'?

Kogukonnafestivali "Mina tean, kust tuleb minu toit" mahekäraajate ettevalmistusseminar

9. märtsil 2023 Rõuge rahvamajas

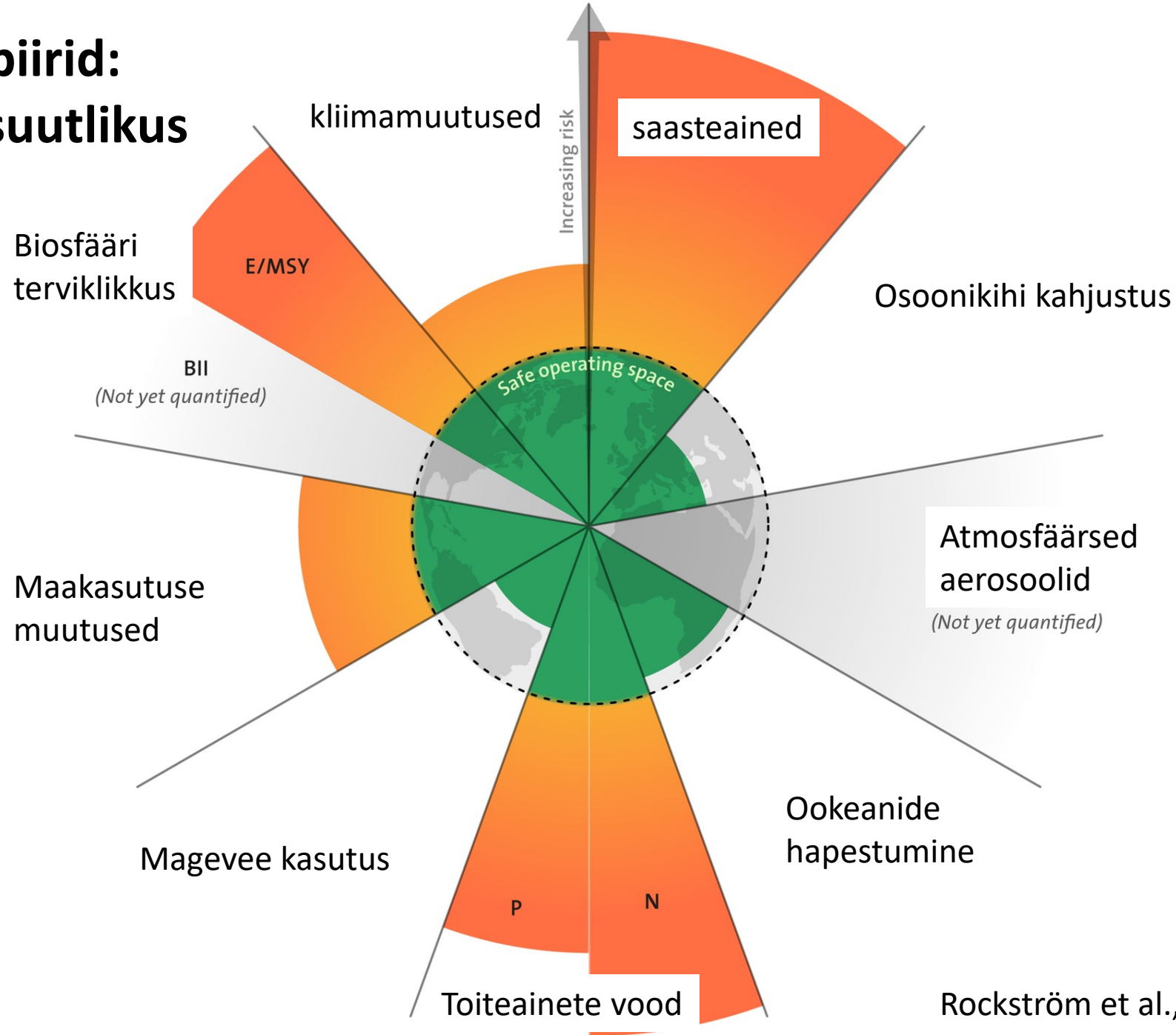
Tanel Vahter PhD

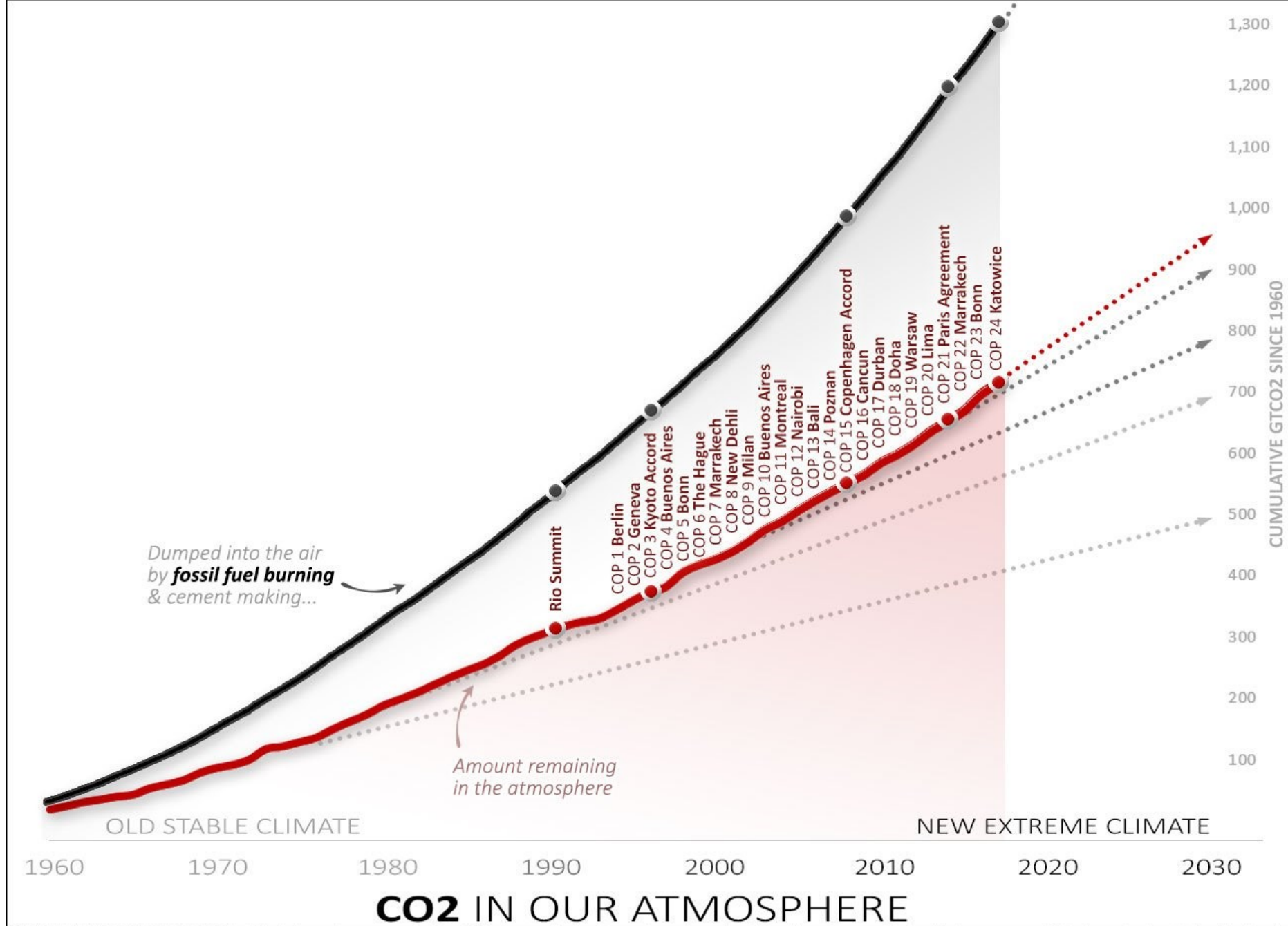
*Mullaökoloogia teadur*

Tartu Ülikool

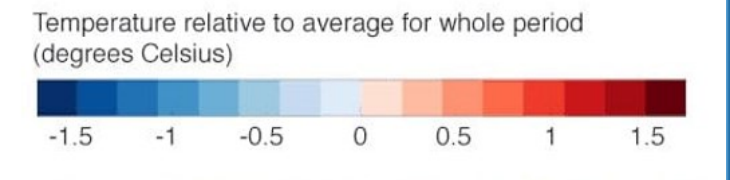
[tanel.vahter@ut.ee](mailto:tanel.vahter@ut.ee)

# Planetaarsed piirid: Inimese jätkusuutlikus

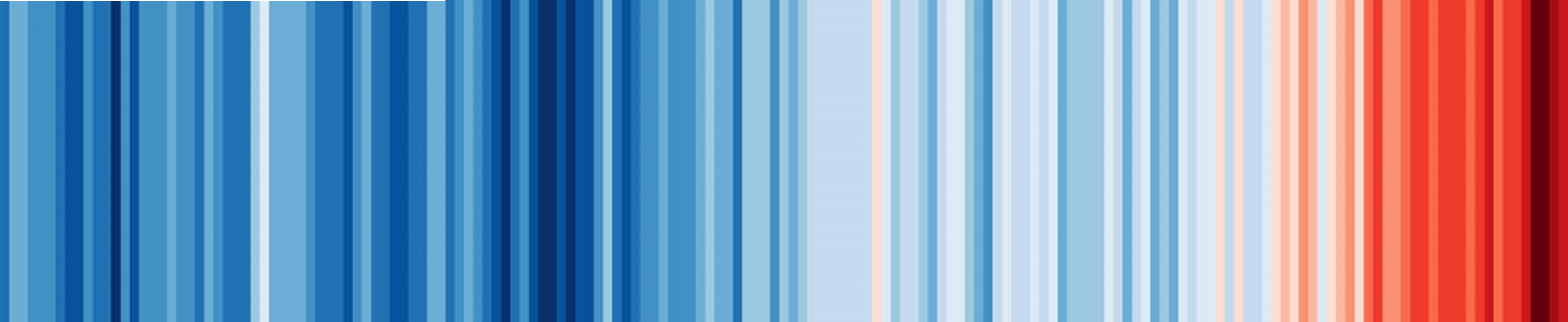




CUMULATIVE CO2 SINCE 1960 -- Black line shows cumulative CO2 dumped into atmosphere from fossil fuel burning and industrial processes. Data from Boden, T. A., Marland, G., and Andres, R. J.: Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO2 Emissions, Oak Ridge National Laboratory, U.S. 2017. Red line shows cumulative increase in CO2 in the atmosphere since 1960. Data from NOAA ESRL at [www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/](http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/). Part-per-million (ppm) values converted via 7.81 GtCO2/ppm. Dotted lines show decade averages continued out to 2030. Chart by Barry Saxifrage at NationanalObserver.com and VisualCarbon.org. Dec 2018.

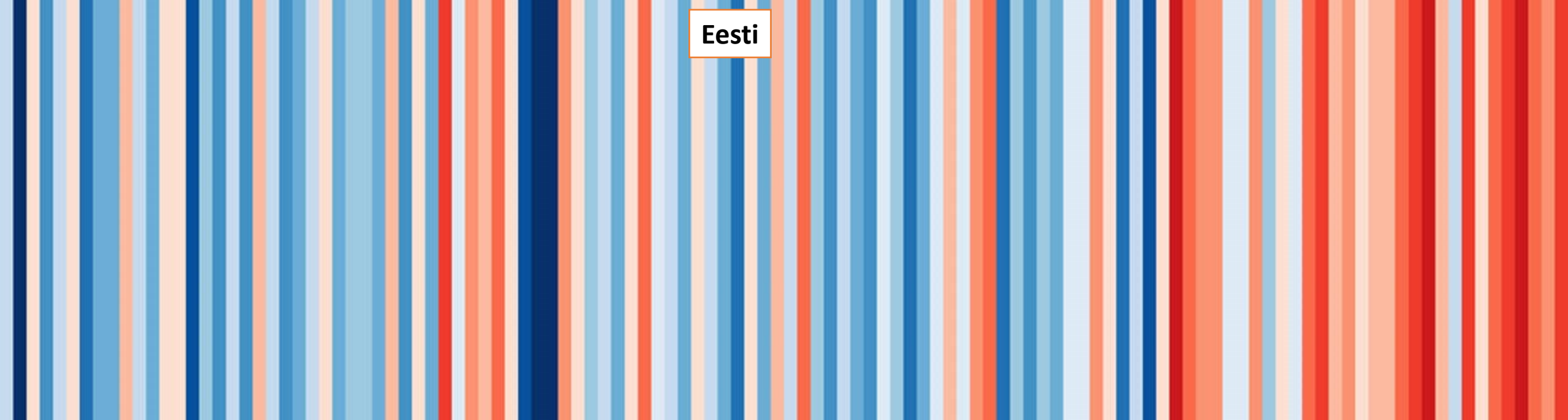


**Maailm**



1905   1920   1940   1960   1980   2000   2018

**Eesti**

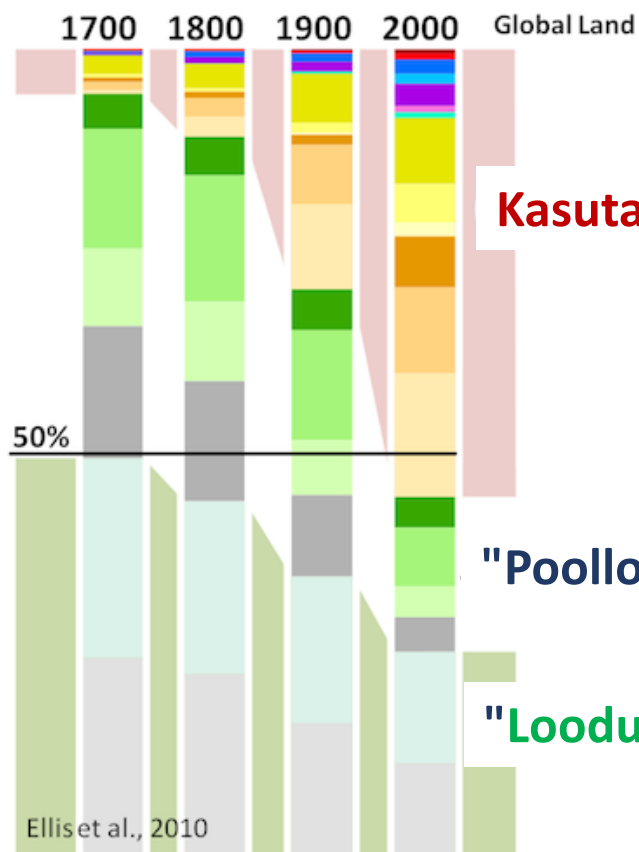


# Me elame antropotseenis

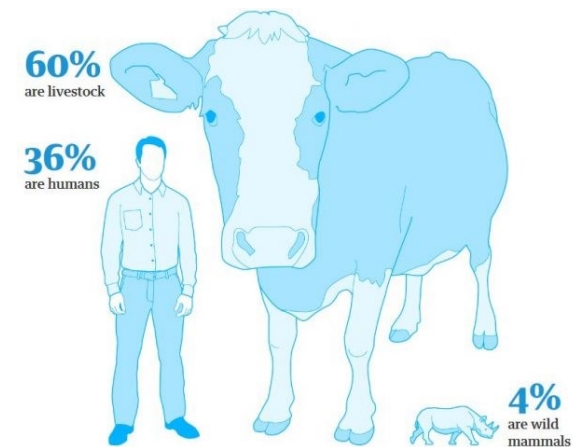
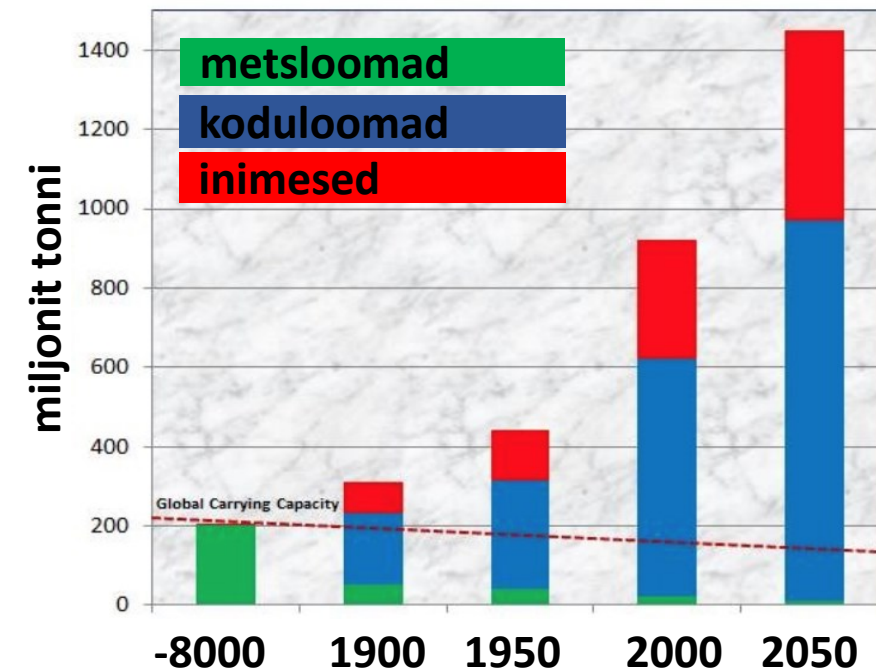
Globaalselt:

75% maismast inimese poolt muudetud

66% avamerest inimese poolt muudetud



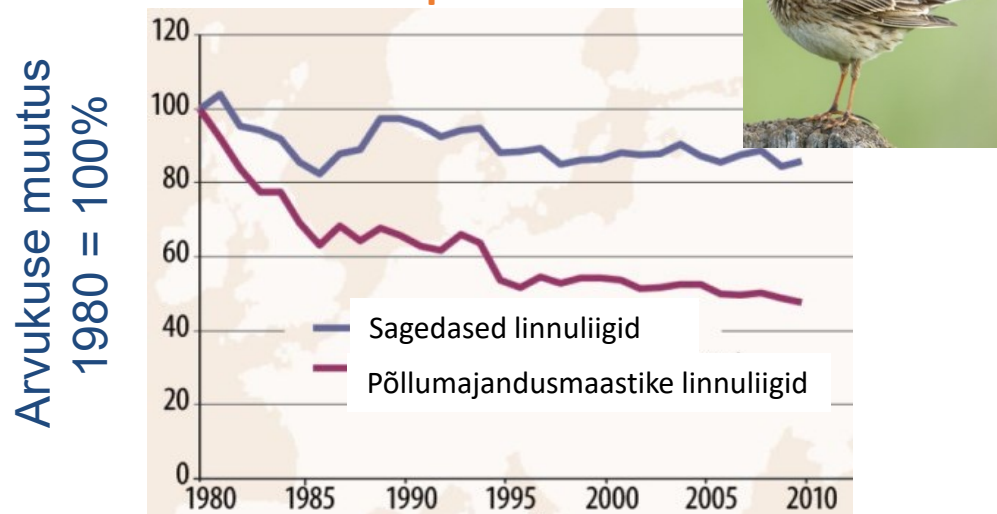
## Maismaaselgroogsete biomass



# ELURIKKUSE SEISUND

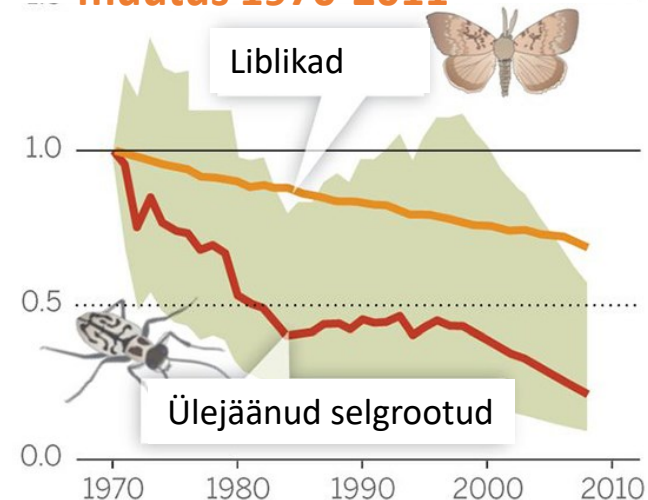
- Massiivsed muutused putukate ja lindude arvukuses viimaste kümnendite jooksul
- Loomad reageerivad maastikum muutustele kiiremini kui taimed
- Tavalised liigid

**Lindude arvukuse muutus Euroopas 1980-2011**



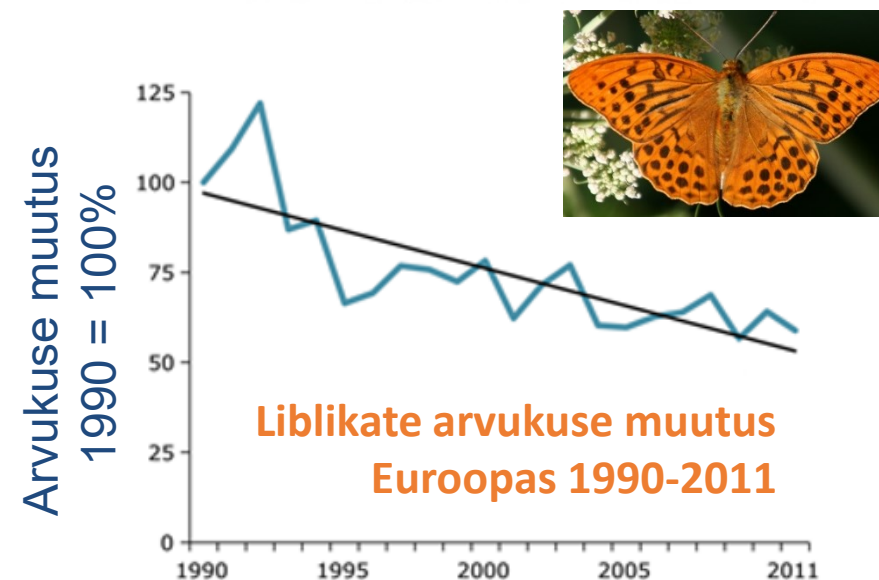
Aasta

**Globaalne putukate arvukuse muutus 1970-2011**

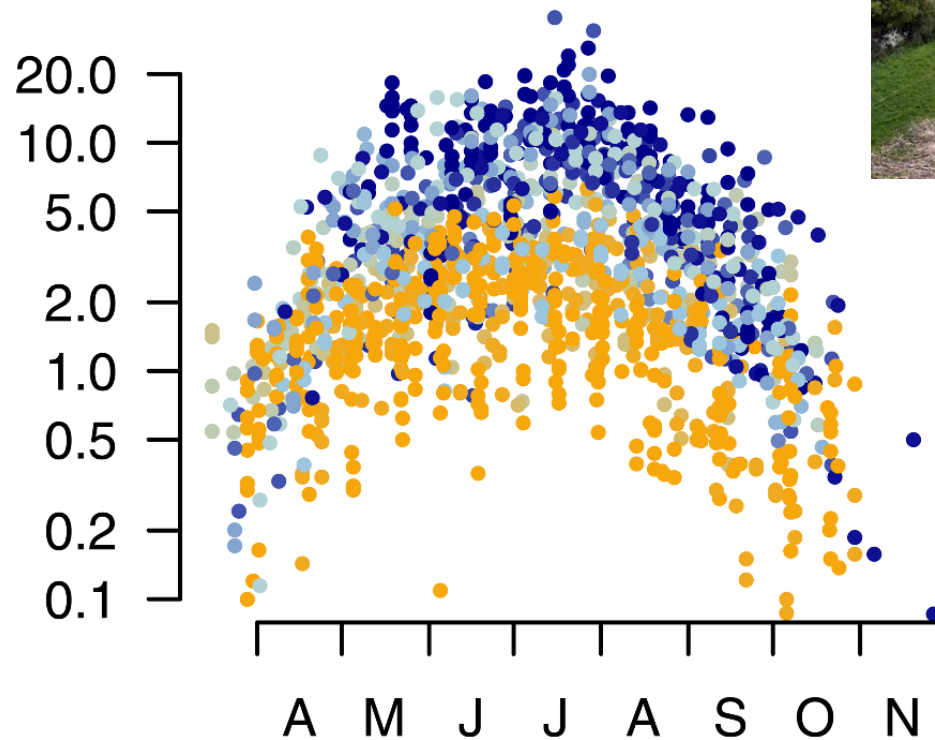
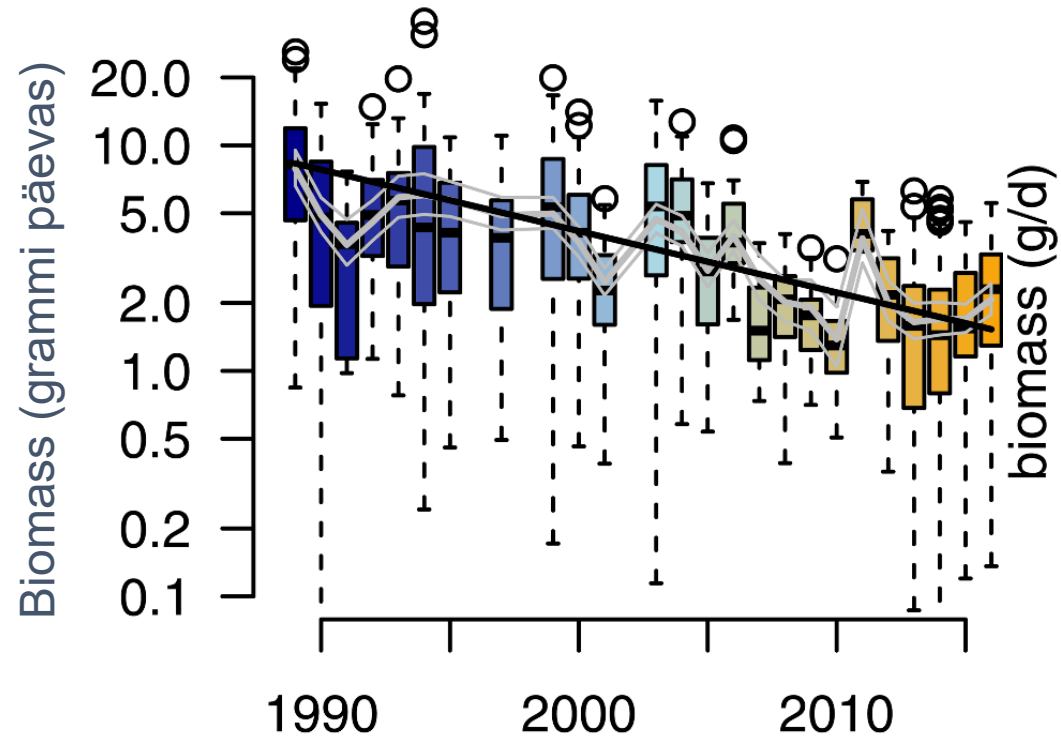


Aasta

**Liblikate arvukuse muutus Euroopas 1990-2011**



- "Insect armageddon" Saksamaal
- Looduskaitsealad üksi ei suuda tagada elurikkuse säilimist



**27 aastaga on Saksamaa looduskaitsealad kaotanud enam kui 75 % lendavatest putukatest**

Hallmann et al. 2017 More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. PLOS ONE. / Vogel, G. Where have all the insects gone? *Science* 10.05.2017

# Varasemad (~1950–2000) ja praegused (~2001–2017) trendid elurikkuse seisundis Euroopas

		PAST					PRESENT				
		WE	CE	EE	CA	ECA	WE	CE	EE	CA	ECA
TERRESTRIAL	Agroecosystems	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↕	↕	↘
	Alpine and subalpine systems	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
	Boreal peatlands	↘	•	↘	•	↘	↘	•	↘	•	↘
	Deserts	↘	•	↘	↘	↘	↘	•	↘	↘	↘
	Forest-steppe, steppe and other southern peatlands	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
	Mediterranean forests and scrubs	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
	Permafrost peatlands	→	•	→	•	→	↘	•	↘	•	↘
	Snow and ice-dominated systems	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
	Subterranean habitats	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
	Temperate and boreal forests and woodlands	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
	Temperate grasslands	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↕	↕	↕
	Temperate peatlands	↘	↘	↘	•	↘	→	→	→	•	→
	Tropical and subtropical dry and humid forests	↘	↘	↘	↘	↘	↕	↕	↕	↕	↕
	Tundra	↘	•	↘	•	↘	↘	•	↘	•	↘
	Urban ecosystems	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘

↗ Strong and consistent increase in indicator    
 ↘ Strong and consistent decrease in indicator    
 → Stable indicator    
 Confidence level: ↗ Well established, → Established but incomplete/unresolved, ↘ Inconclusive

↗ Moderate and consistent increase in indicator    
 ↘ Moderate and consistent decrease in indicator    
 ↕ Variable trend in indicator    
 • Not applicable



# Trendid looduse hüvede pakkumises 1960-2016

		WE	CE	EE	CA	ECA
REGULATING NATURE'S CONTRIBUTIONS TO PEOPLE	Habitat maintenance	↘	↘	↘	□	↘
	Pollination	↘	↘	↘	□	↘
	Regulation of air quality	↕	↗	↗	↕	↗
	Regulation of climate	↗	↕	↗	↕	↕
	Regulation of ocean acidification	□	□	□	□	↕
	Regulation of freshwater quantity	↘	↕	↘	↘	↘
	Regulation of freshwater quality	↘	↘	↘	□	↘
	Formation and protection of soils	↘	↘	↘	↘	↘
	Regulation of coastal and fluvial floods	↕	↘	↘	↕	↘
	Regulation of organisms (removal of carcasses)	↗	↕	↗	↗	↗
MATERIAL NATURE'S CONTRIBUTIONS TO PEOPLE	Food	↗	↗	↗	↗	↗
	Biomass-based fuels	↗	→	→	□	↗
	Materials (wood and cotton)	→	→	→	→	→
NON-MATERIAL NATURE'S CONTRIBUTIONS TO PEOPLE	Learning derived from indigenous and local knowledge	↘	↘	↘	↘	↘
	Physical and psychological experiences	↕	↘	↘	□	↕
	Supporting identities	□	□	□	□	↕

↗ Increase     
 → Stable     
 □ Lack of evidence     
 Confidence level:
 

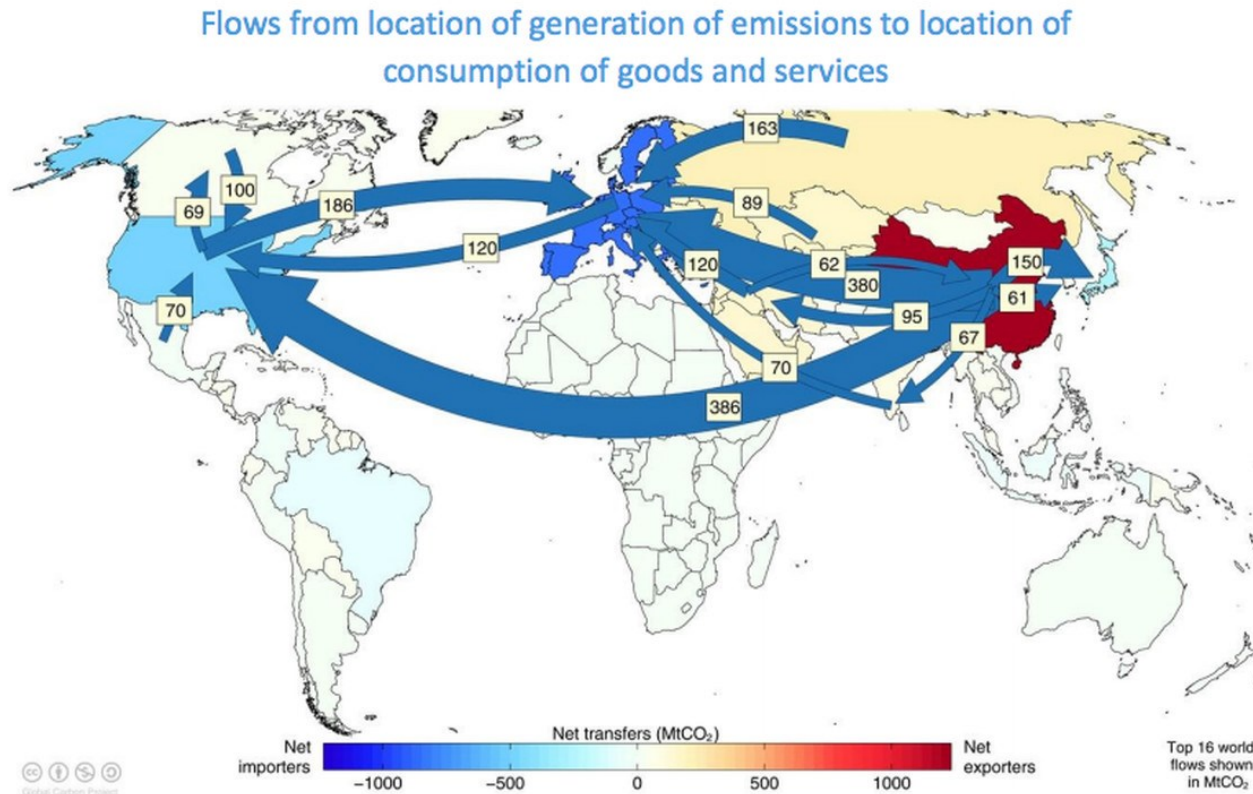
- ➔ Well established
- ➔ Established but incomplete/unresolved
- ➔ Inconclusive

↘ Decrease     
 ↕ Variable

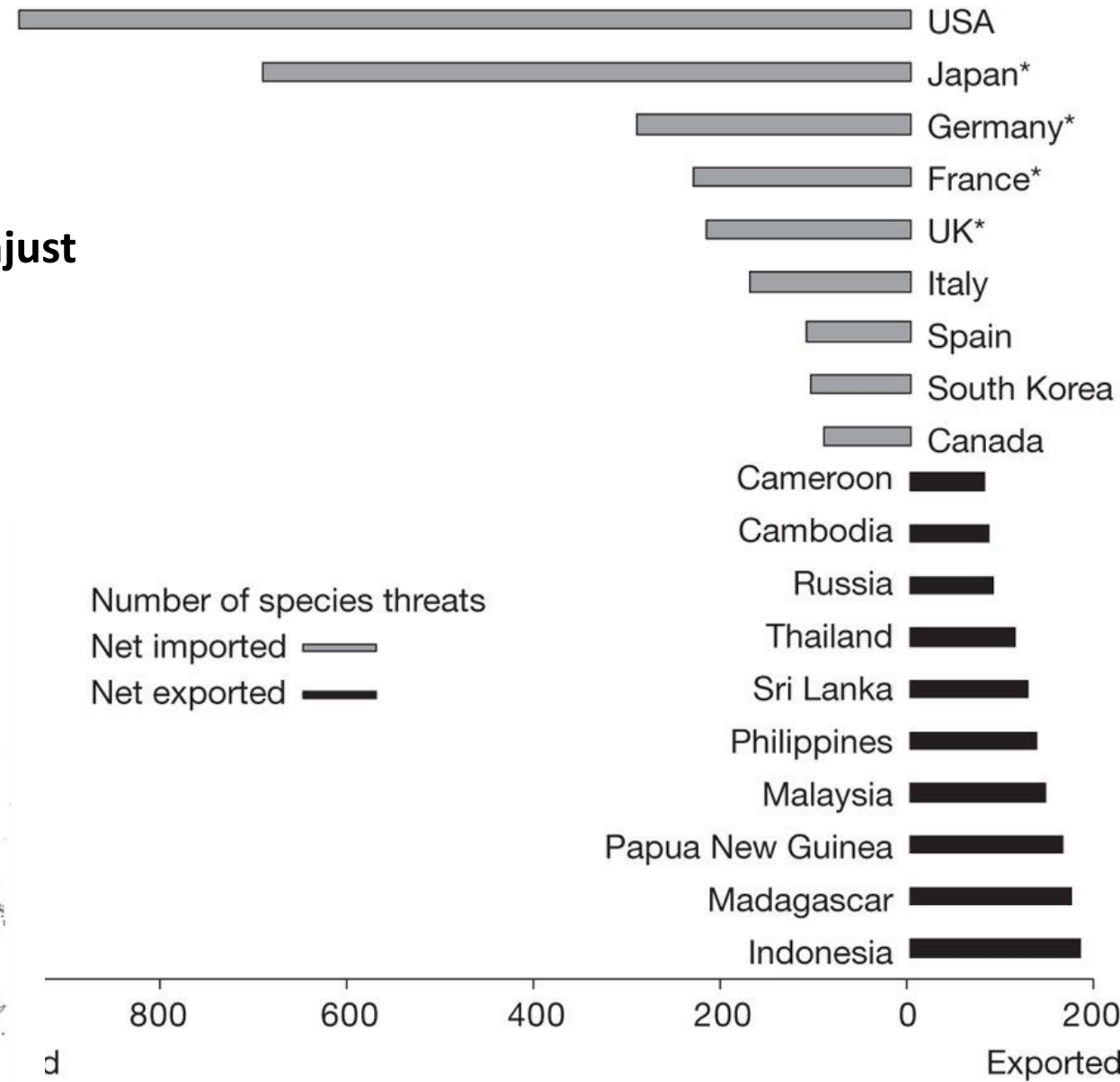
**Varustavad hüved (toit, biomass) on maksimeeritud reguleerivate ja mittemateriaalsete hüvede arvelt.**

# Looduskahju import

Läbi tarbimisvalikute teevad rikkamad riigid suure osa oma looduskahjust mujal maailmas – kas ka mina?



Values for 2011. EU is treated as one region. Units: MtCO<sub>2</sub>  
Source: [Peters et al 2012](#)

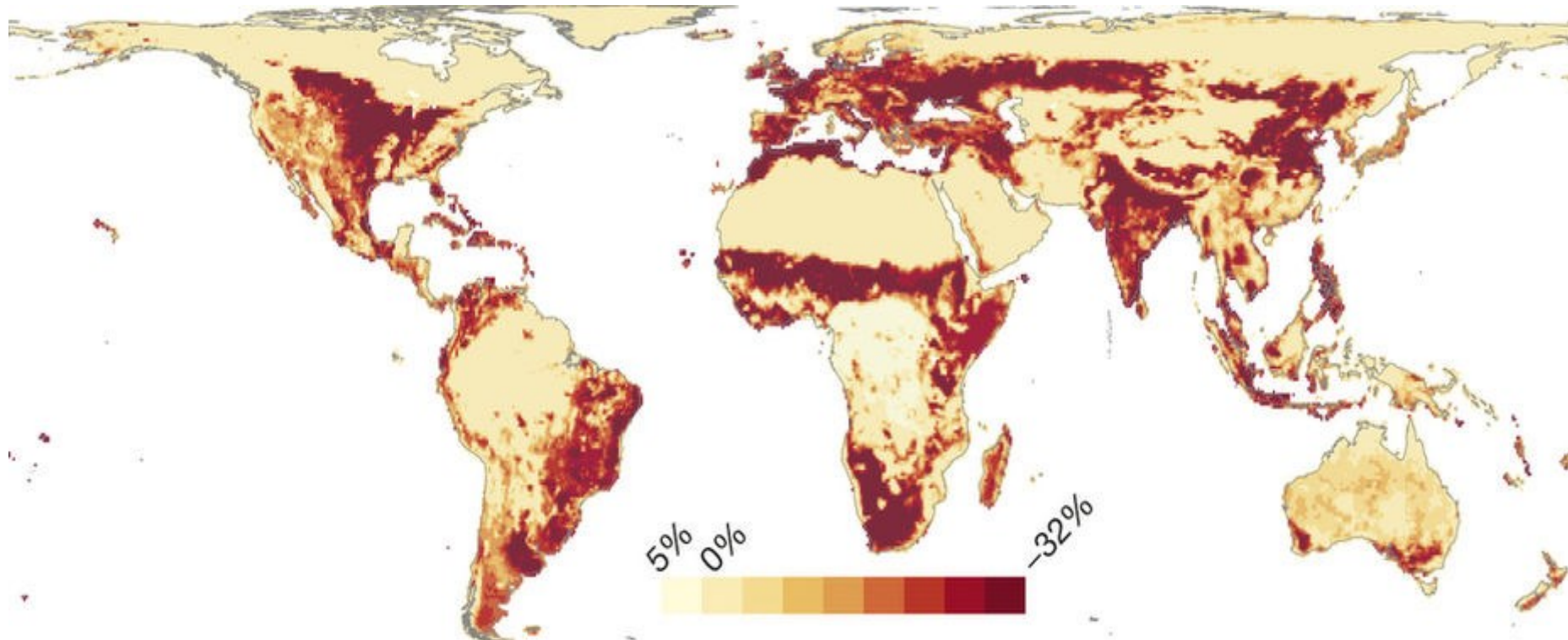


Lenzen et al., Nature 2012

# Maakasutuse mõju elurikkusele

---

- Globaalne ja lokaalne elurikkuse kadu
- Kiired muutused seotud põllumajanduse intensiivistumise ja rahvastiku kasvuga



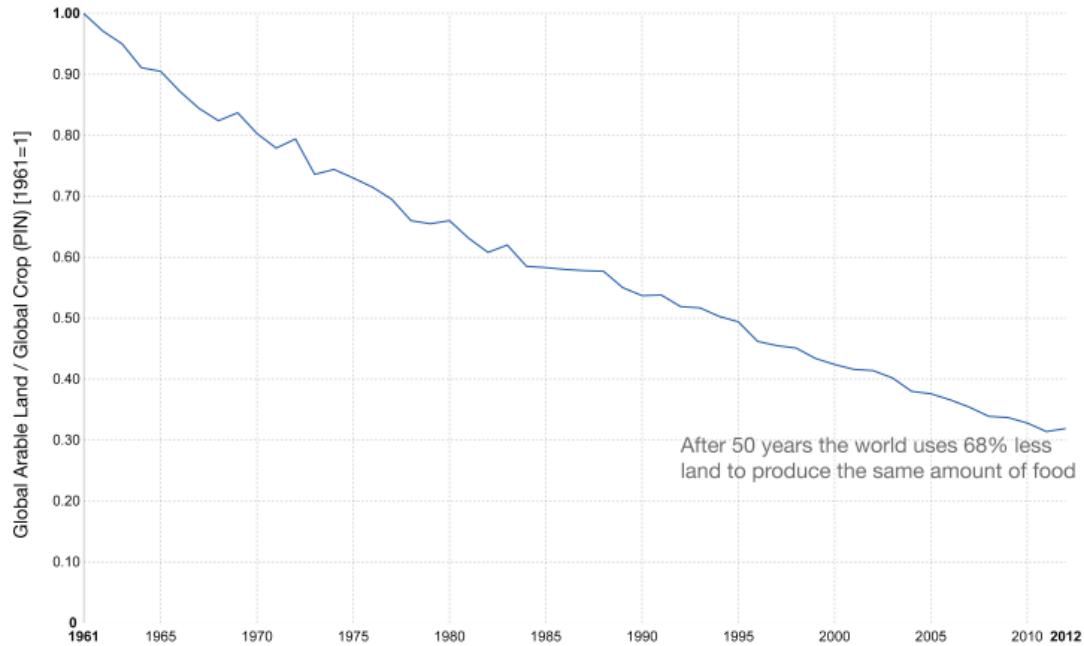
Liikide arvu muutus 1500-2000

# Toidutootmine on muutunud järjest efektiivsemaks

## Ühe ühiku toidu tootmiseks kuluv pindala

Our World in Data

Arable land needed to produce a fixed quantity of crop products [change since 1961] – By Max Roser  
To measure the fixed quantity of agricultural products the agricultural production index (PIN) is used. This is the sum of agricultural commodities produced (after deductions of quantities used as seed and feed). It is weighted by commodity prices.



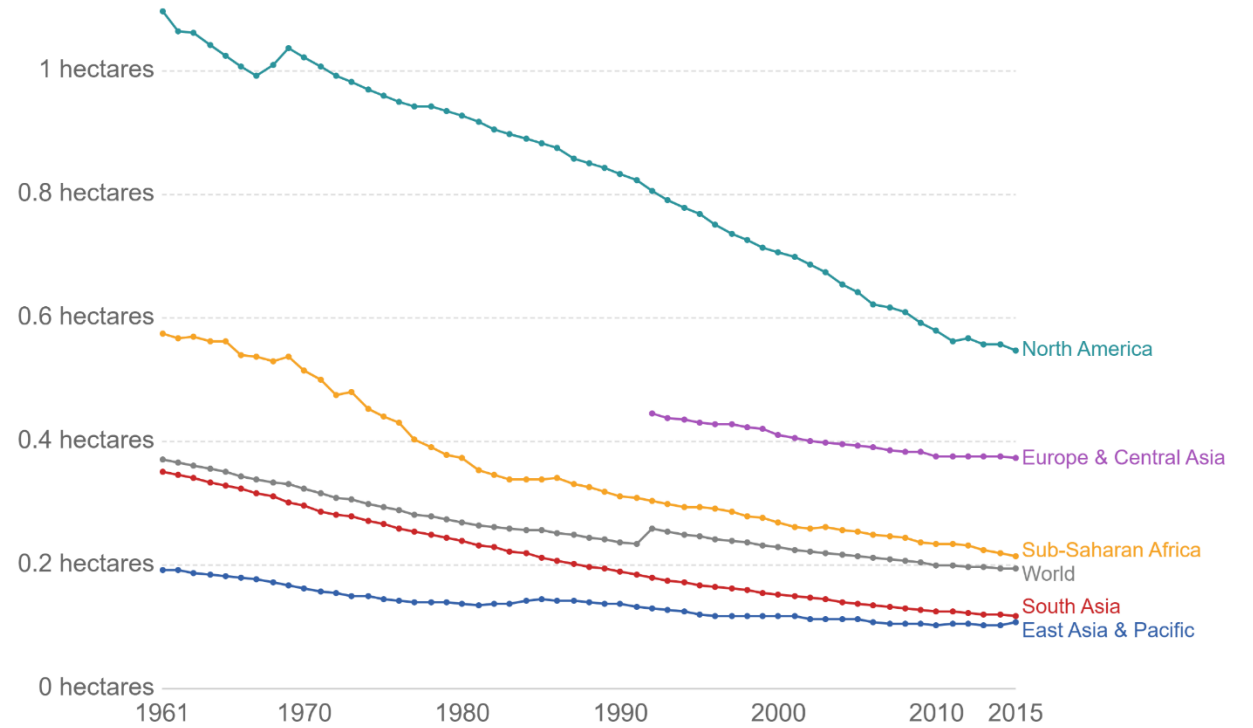
Data source: FAO.  
The interactive data visualization is available at [OurWorldInData.org](http://OurWorldInData.org). There you find the raw data and more visualizations on this topic.  
Licensed under CC-BY-SA by the author Max Roser.

## Maailmas oleva põllumaa hulk inimese kohta

### Arable land use per person

Arable land is defined by the FAO as land under temporary crops, temporary meadows for mowing or for pasture, land under market or kitchen gardens, and land temporarily fallow. It is measured in hectares per person.

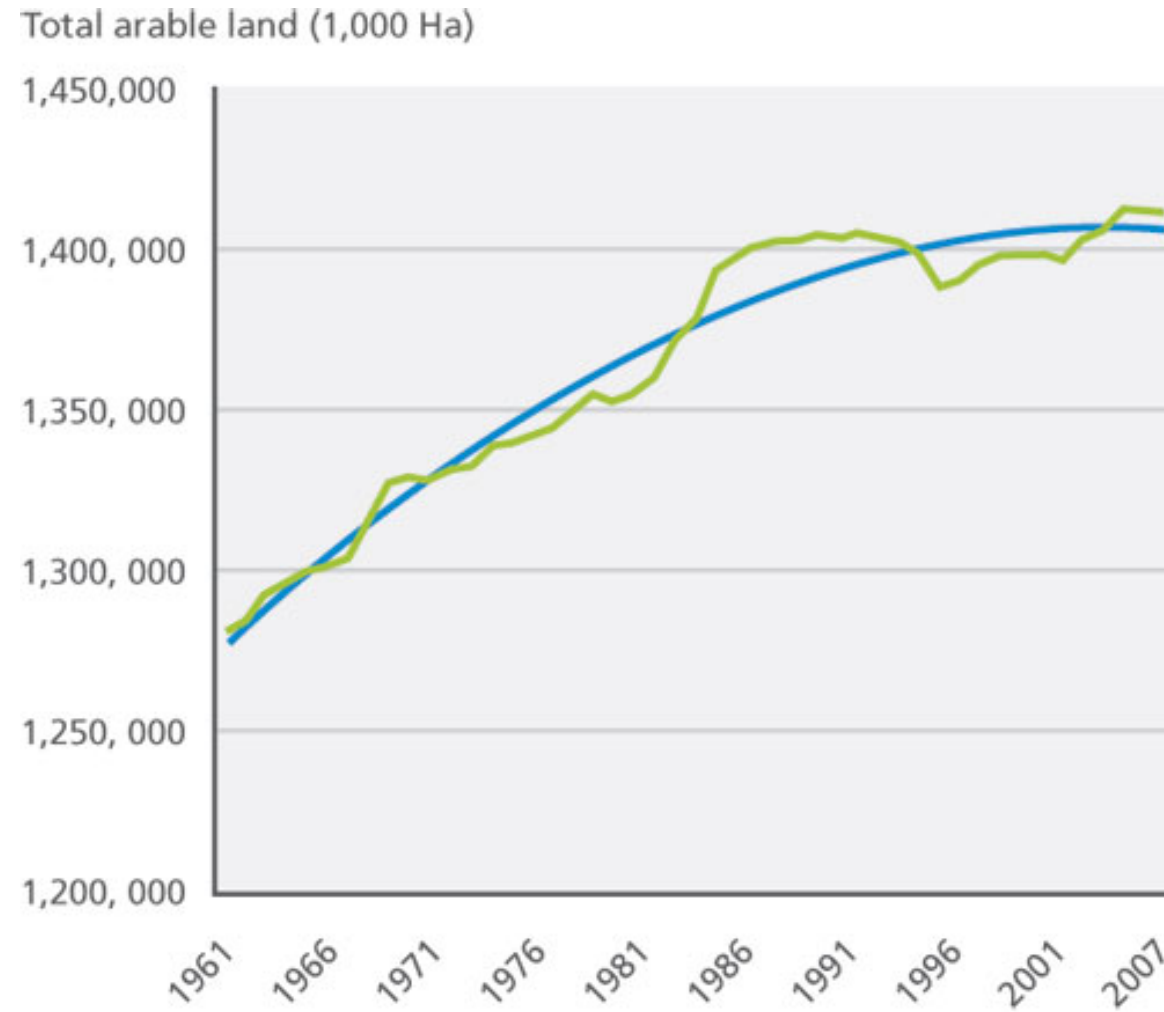
Our World in Data



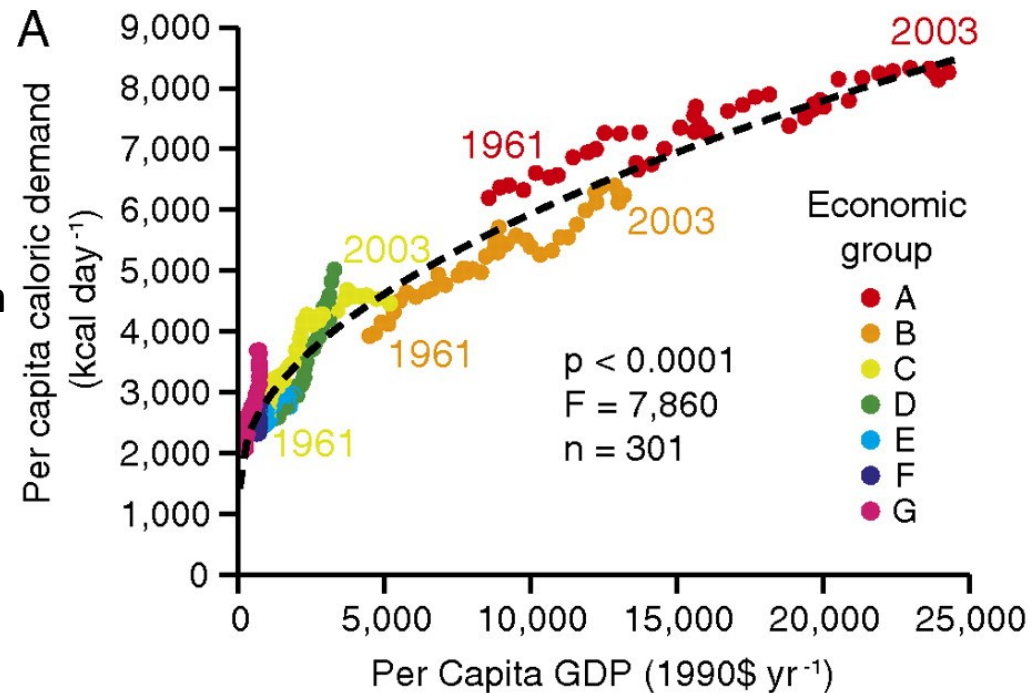
Source: World Bank

OurWorldInData.org/land-use • CC BY

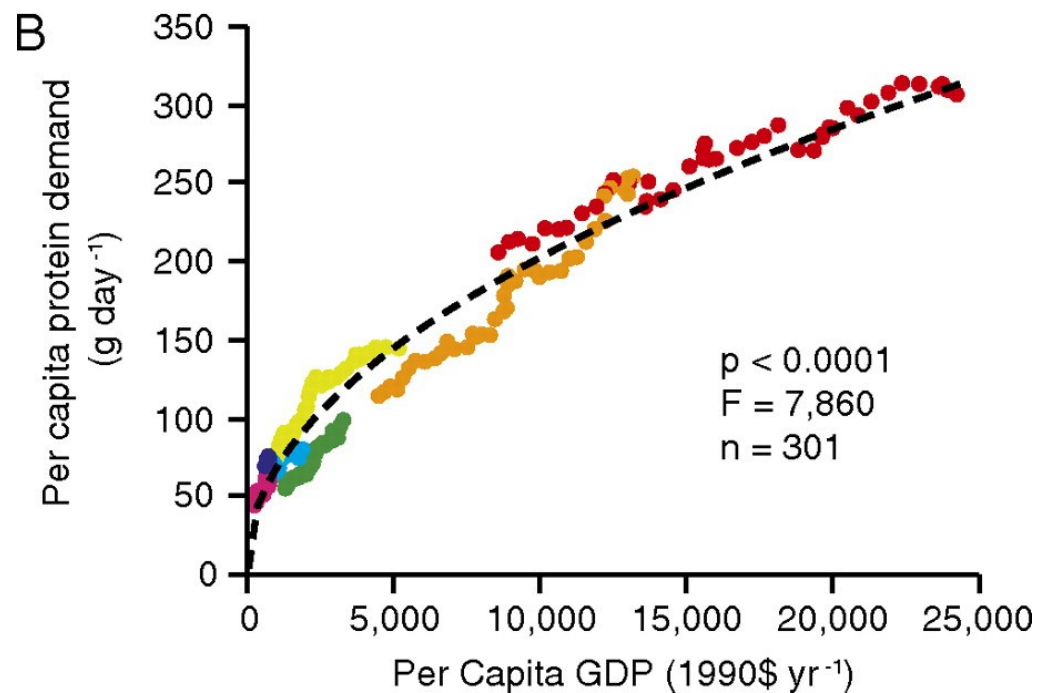
# Põllumaa pindala on sellest hoolimata seni suurenenud



**Nõudlus kaloreite  
järele kasvab sissetulekutega**



**Rikkamad inimesed  
tahavad rohkem liha! (?)**



62% EL-s toodetud viljast läheb loomadele söödaks

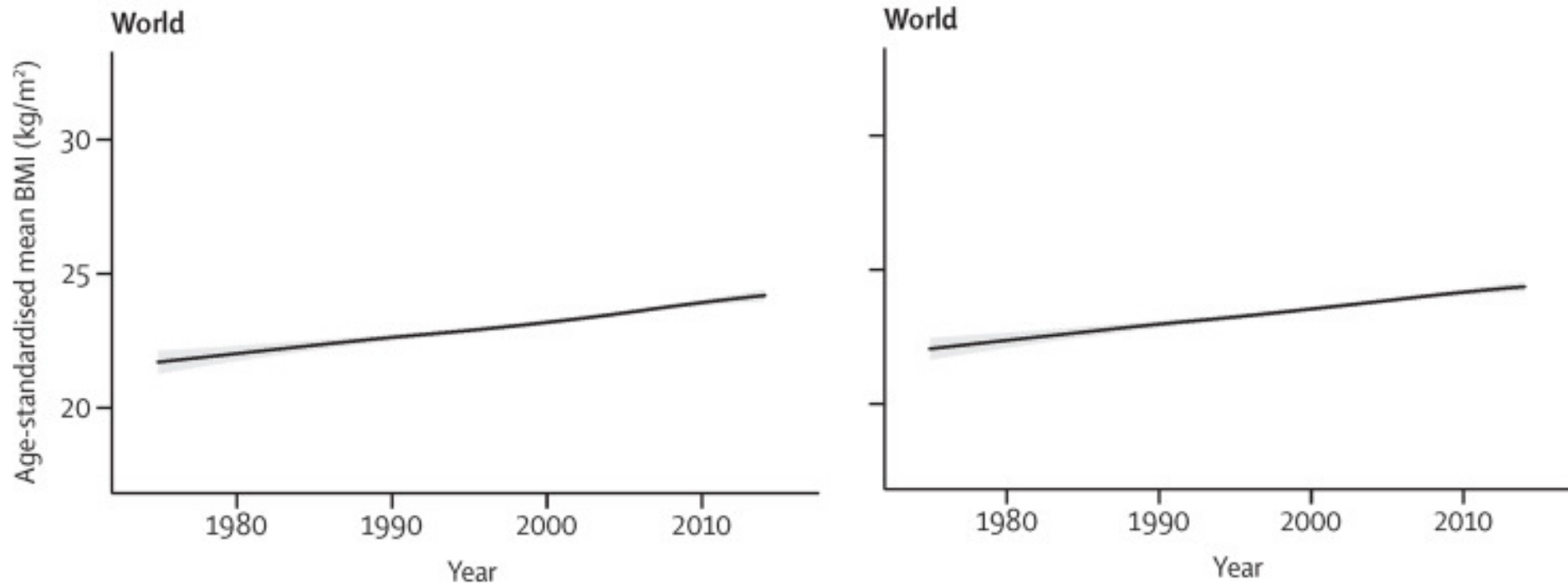
12% EL-s toodetud viljast läheb biokütusteks ja tööstusesse

23% EL-s toodetud viljast läheb inимtarbimiseks, sellest omakorda 20% viskame minema

**Suurem osa toodetud viljast kulub loomade ja autode toitmisele**

## Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19·2 million participants

NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC) <sup>†</sup> • [Show footnotes](#)



**Figure 1** Trends in age-standardised mean BMI by sex and region



# Seega:

- Oleme olnud *väga* edukad toidu tootmisel
- See ei ole toonud kaasa „rohkem ruumi loodusele“
- Globaalsed kokkulepped ei ole realiseerunud
- Looduse mittemateriaalsed hüved inimestele on vähenenud ja vähenevad

## Küsimused aruteluks:

- Kas Eesti peaks pingutama, et olla eesrindlik rohe/kliima/elurikkuse pöördel?
- Kas me teame kust tuleb meie toit ning mis on selle keskkonnamõju?
- Kas efektiivsusega saavutatud odav toit on päriselt odav?

# Mis on liigirikkus ja miks see hea on?



**Liigirikkus tagab funktsioonide paljususe – töö saab kiirem ja kvaliteetsem**

# Mis on ohtrus (biomass) ja miks see hea on?



VS  
Liigirikkus on sama



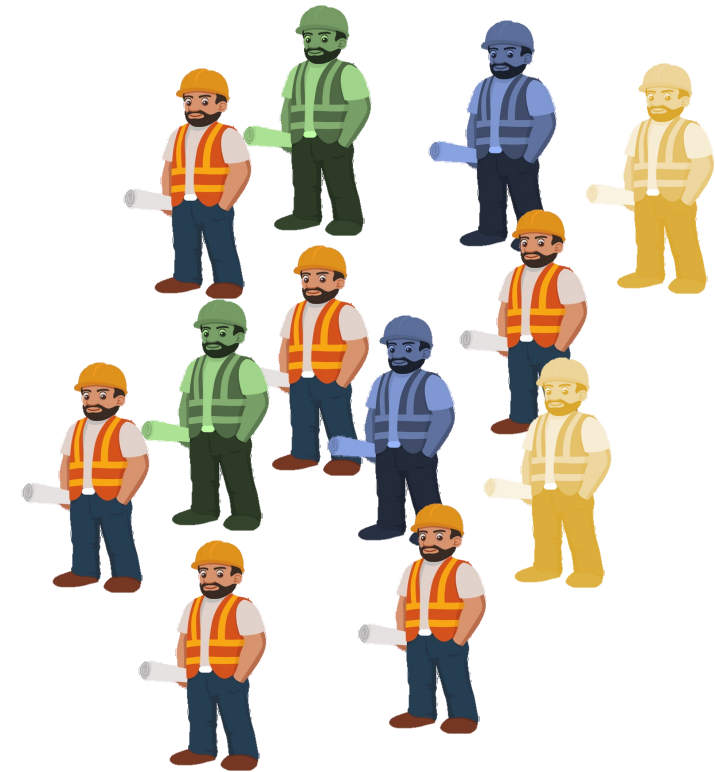
**Kõrgema ohtruse juures on töö kiirem**  
**Lisandub konkurents!**  
**Lisandub vastupanuvõime häiringutele!**

# Mis on mitmekesisus ja miks see hea on?



VS

Liigirikkus on sama  
Ohtrus on erinev



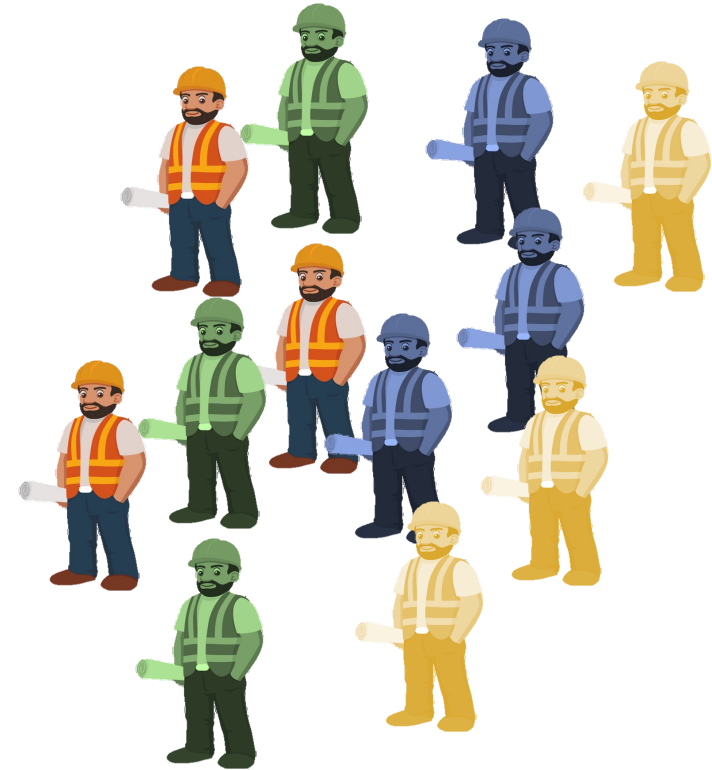
Kõrgem mitmekesisus

# Mis on mitmekesisus ja miks see hea on?



VS

Liigirikkus on sama  
Ohtrus on sama

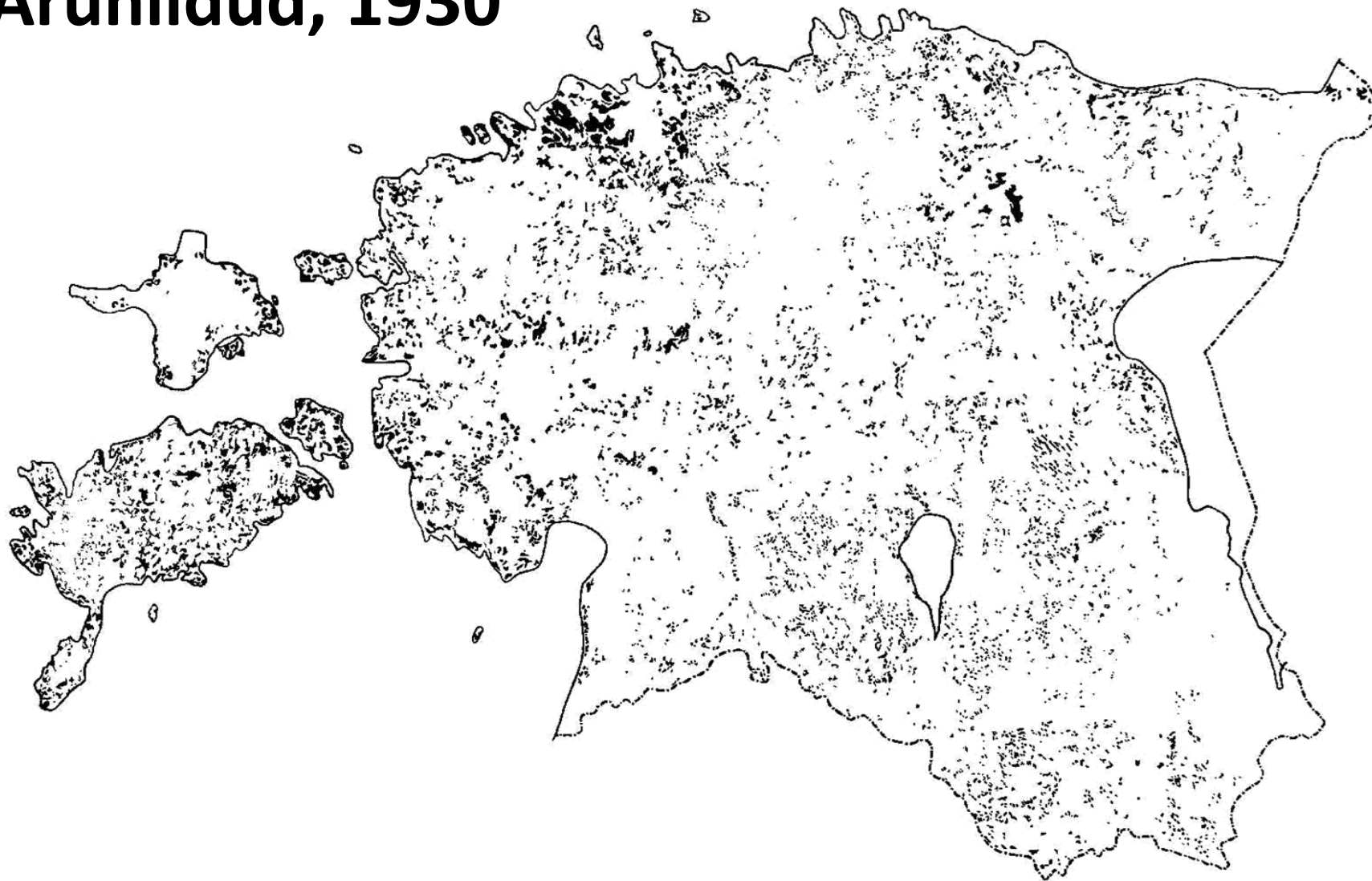


Kõrgem mitmekesisus

**liigirikkus + ohtrus + tasakaal = mitmekesisus**

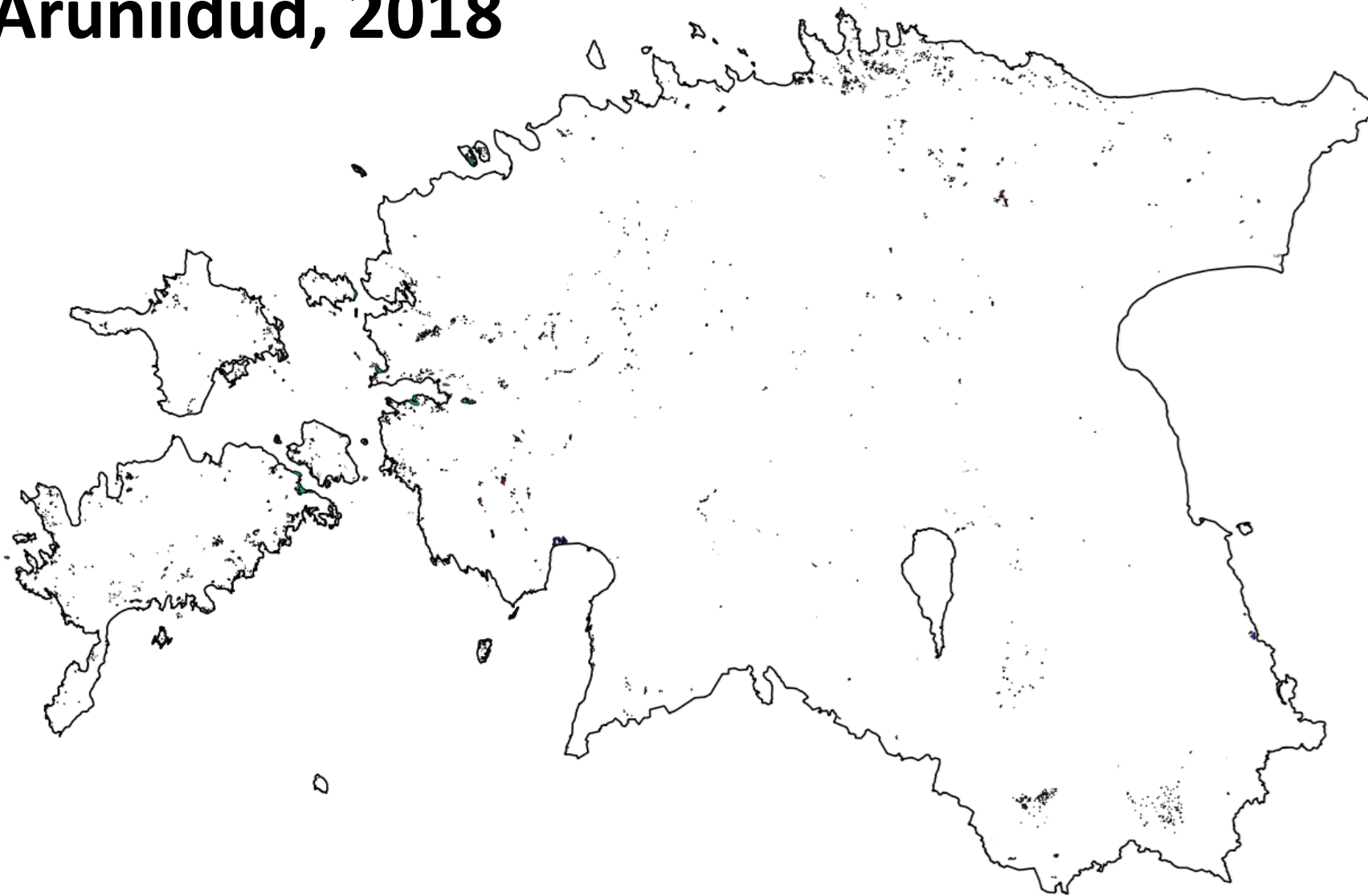
**ehk: töö kiirem ja kvaliteetsem, esineb konkurents ja kui keegi haigestub, ei jää töö tegemata!**

# Aruniidud, 1930



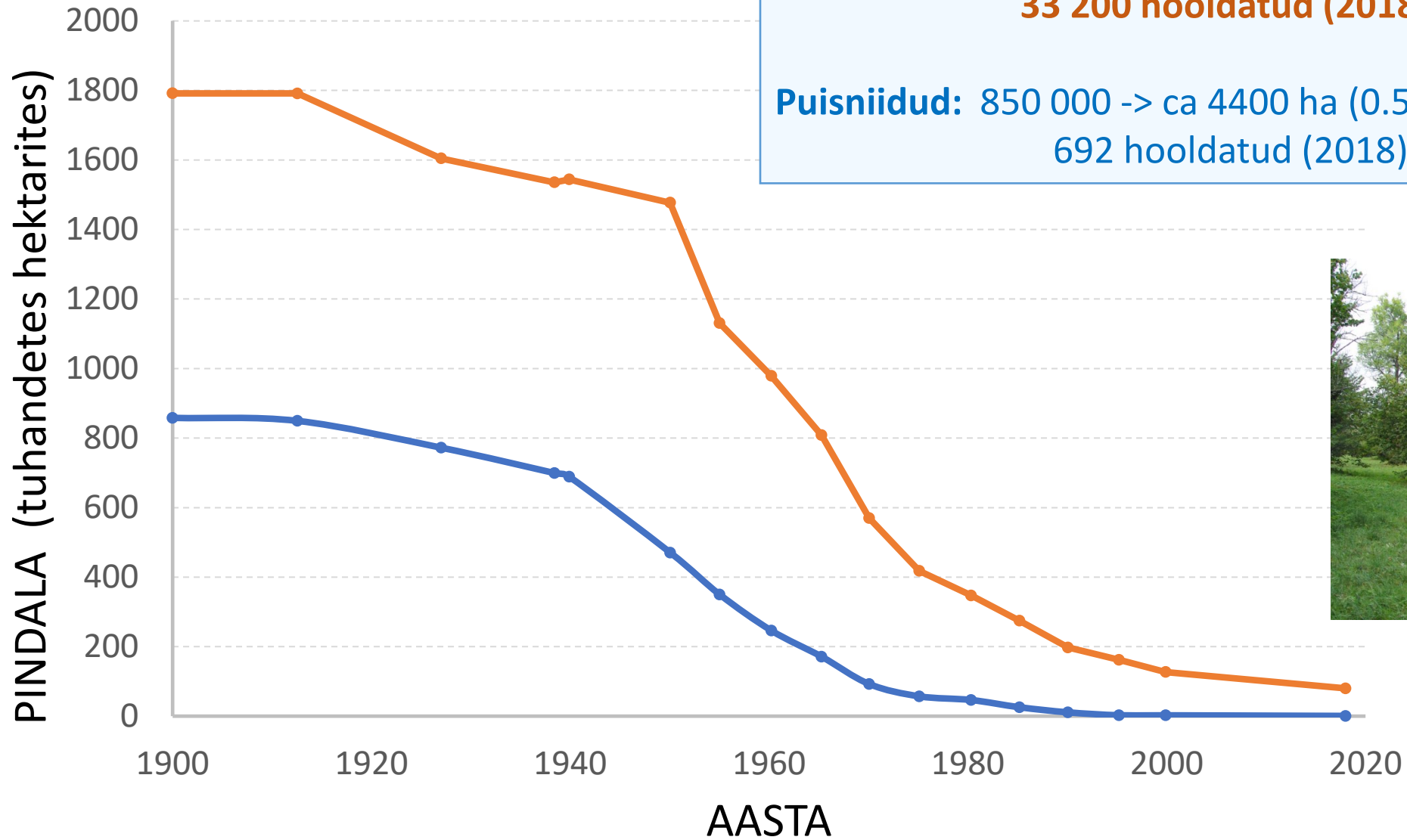
0 100 km

# Aruniidud, 2018



0 100 km

## Eesti niidud aastatel 1880 - 2018



**Kõik niidud 1 800 000 -> ca 80 000 ha (4%)  
33 200 hooldatud (2018)**

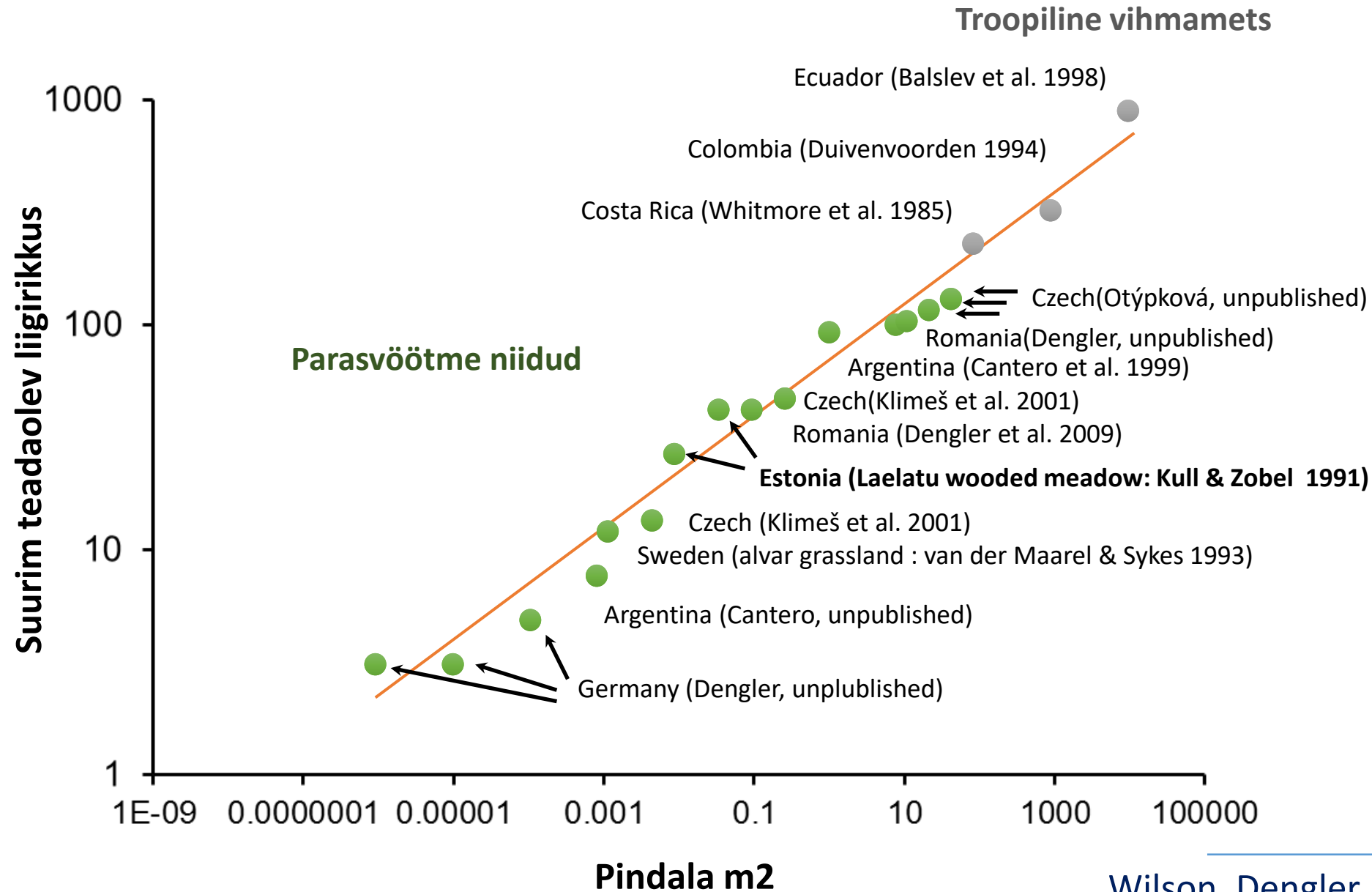
**Puisniidud: 850 000 -> ca 4400 ha (0.5%)  
692 hooldatud (2018)**





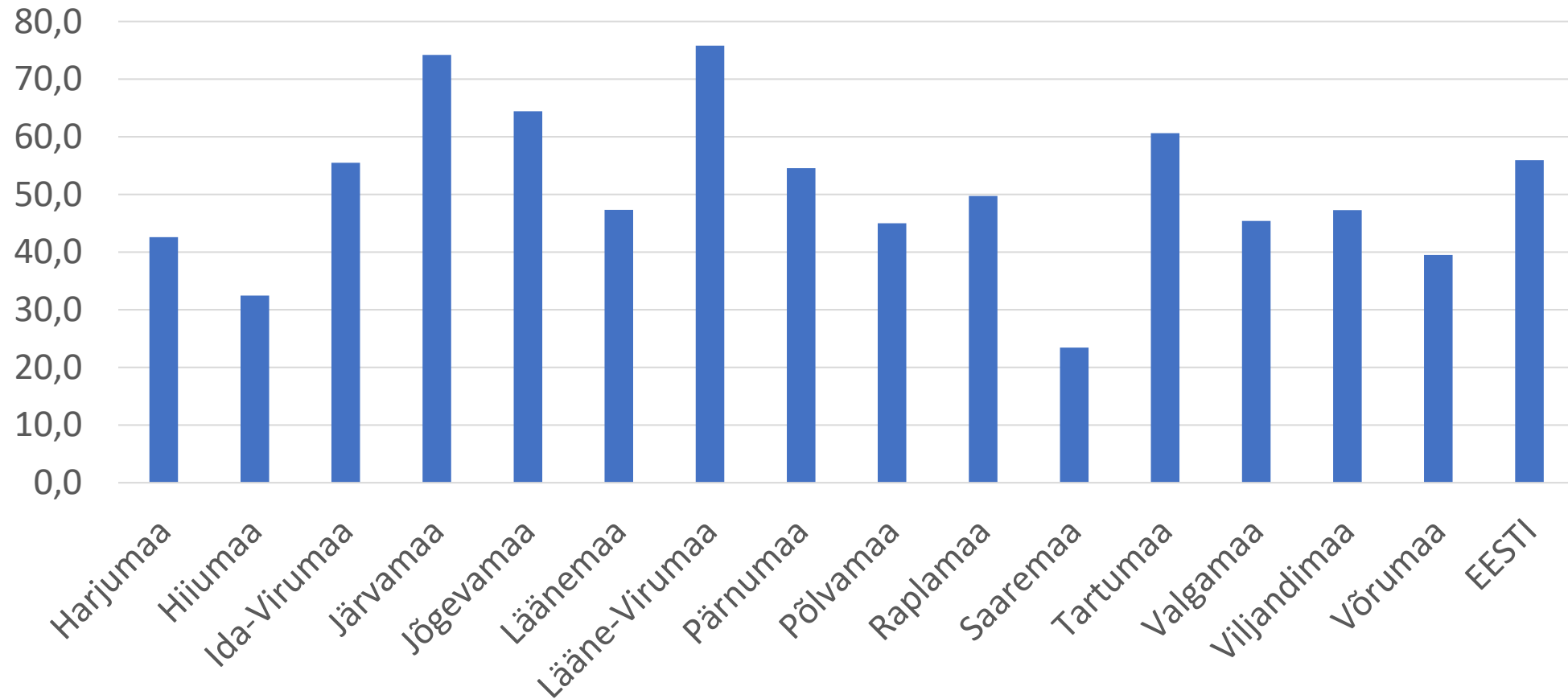
2/3 Eesti taimeliikidest elab avatud niitudel

## Maailmarekordid taimede liigirikkuses

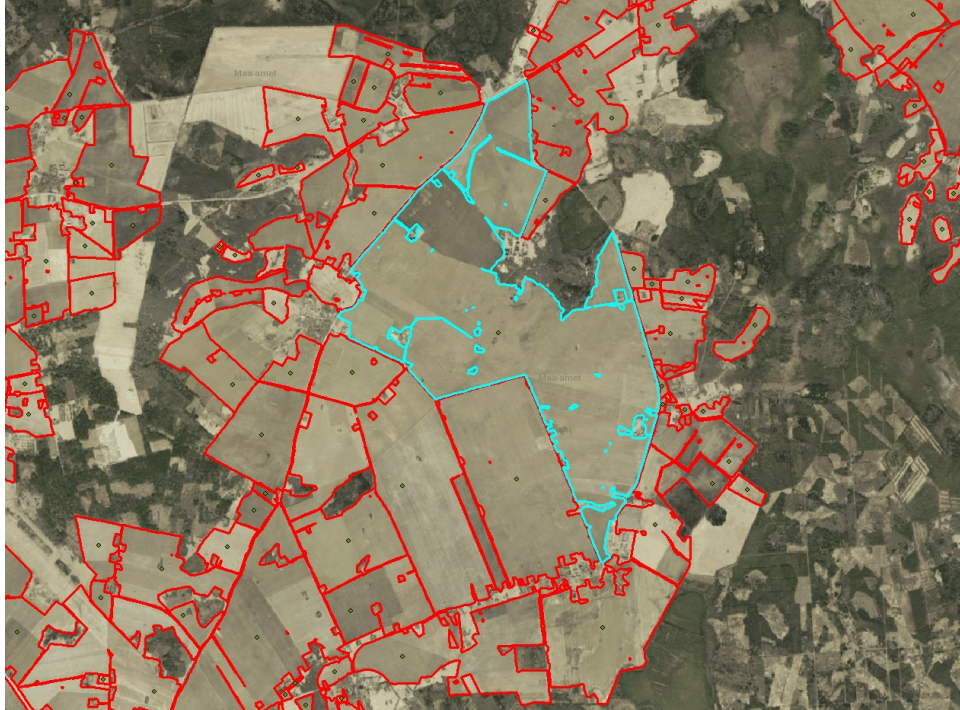


# Maastike lihtsustumine Eestis

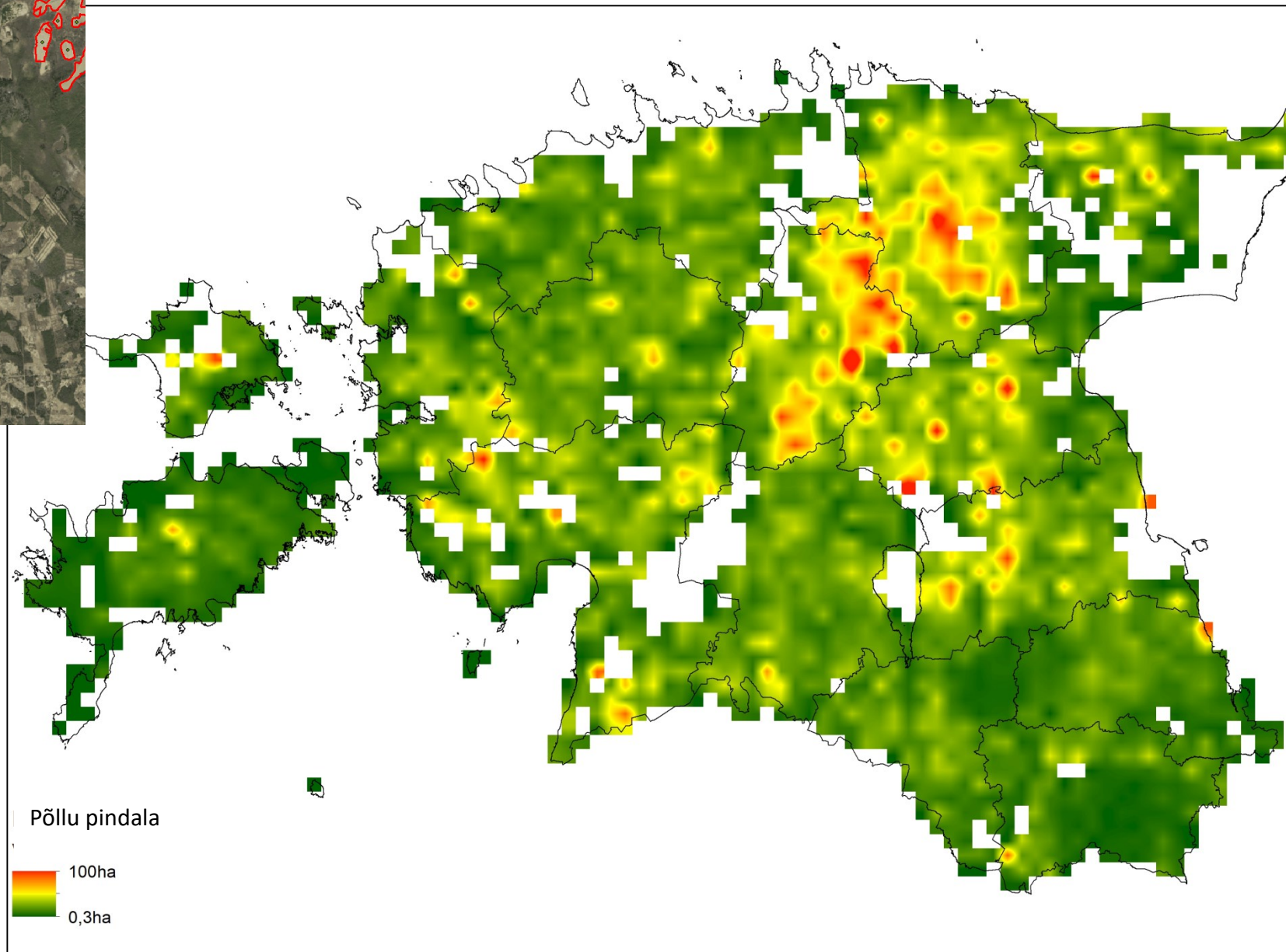
% põllumaa pindalast, mis on kaetud 30 hektarist suuremate põldudega



Punastes ruutudes on keskmine „põllu“ pindala ca 100 hektarit



Eesti rekord „põld“ (sinisega) – 788 ha  
Järvamaa



# Seega:

- Peamine oht elurikkusele Eestis lähtub maakasutuse muutustest
- Selle üheks veduriks on muutunud põllumajandusmaa kasutus ja intensiivsus
- Tulemuseks on lihtsustunud ja intensiivsemalt kasutatud maastikud, vähem elupaiku meie looduslikule elurikkusele = väiksem vastupanuvõime

## Küsimused aruteluks:

- Kellele on elurikkus põllumajandusmaastikes oluline?
- Kuidas majandada ja planeerida ühisvara (maastikud)?
- Kes maksab?

# Sissejuhatuseks mullateemasse

- Muld on põllumajandustootmise kõige tähtsam vara
- Pinnasest saab muld tänu elusorganismidele
- Kõik mis toimub põllul mõjutab ümbritsevat, kõik mis toimub ümbruses mõjutab põldu
- Eestis ei ole (veel) mullakaitseseadust – pea kogu vastutus lasub mulla kasutajal, suunamine toetustega
- Mulla elurikkust mõjutavaid tegureid me (enamasti) teame, tegelik seisund on aga suuresti teadmata
- Seni pole põhjust arvata, et see oleks kardinaalselt teistsugune kui lähiriikides

# Mullaelustiku moodustavad organismid

## **Makrofauna**

Vihmaussid

Sipelgad

Mardikad

Jmt..

## **Mesofauna**

Hooghännalised

Lestad

Valgeliimuklased

Nematoodid

Seened

## **Mikroelustik**

Vetikad

Keriloomad

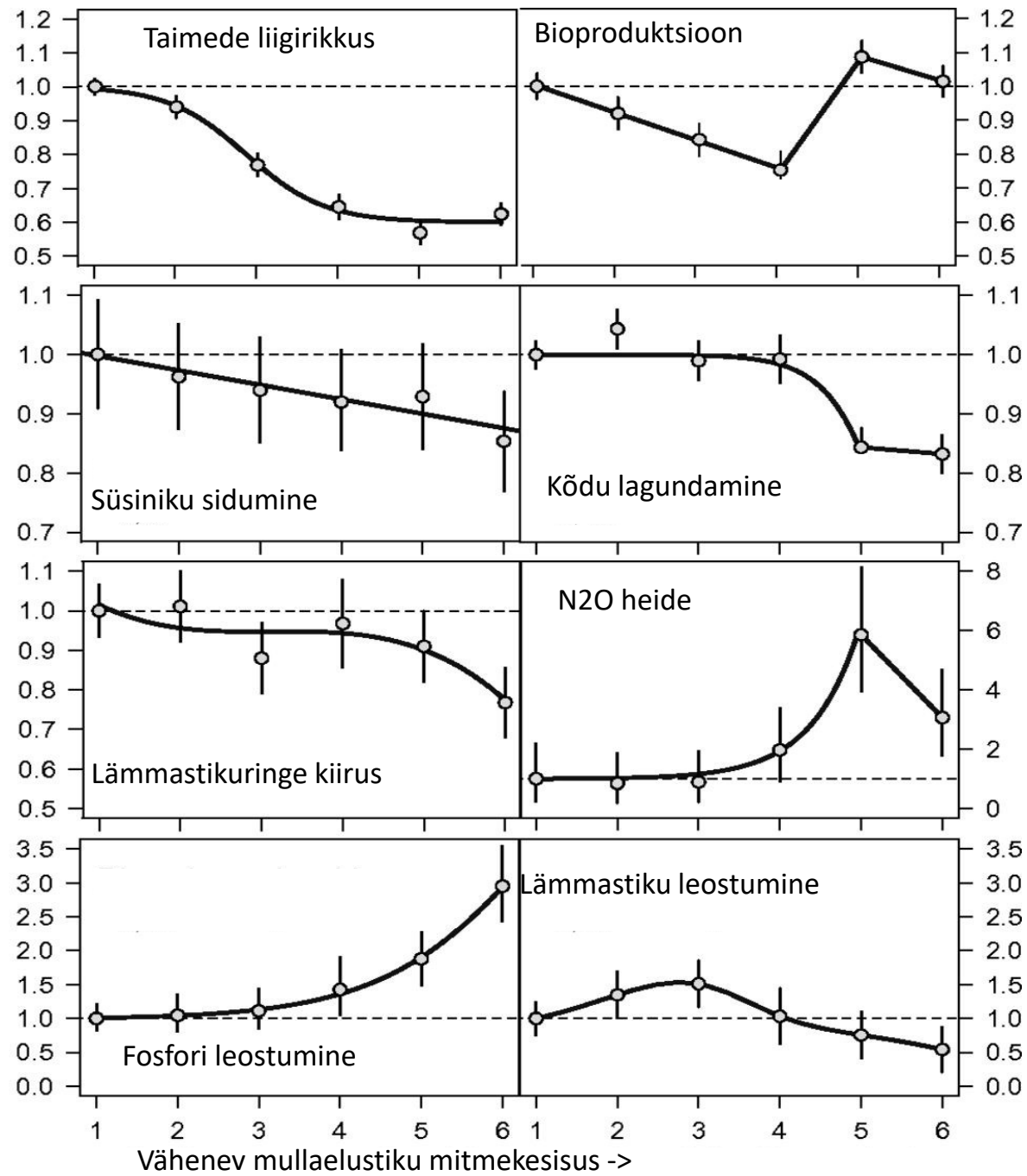
Algloomad

Bakterid

Viirused\*



Proportsionaalne muutus pakutavas hüves

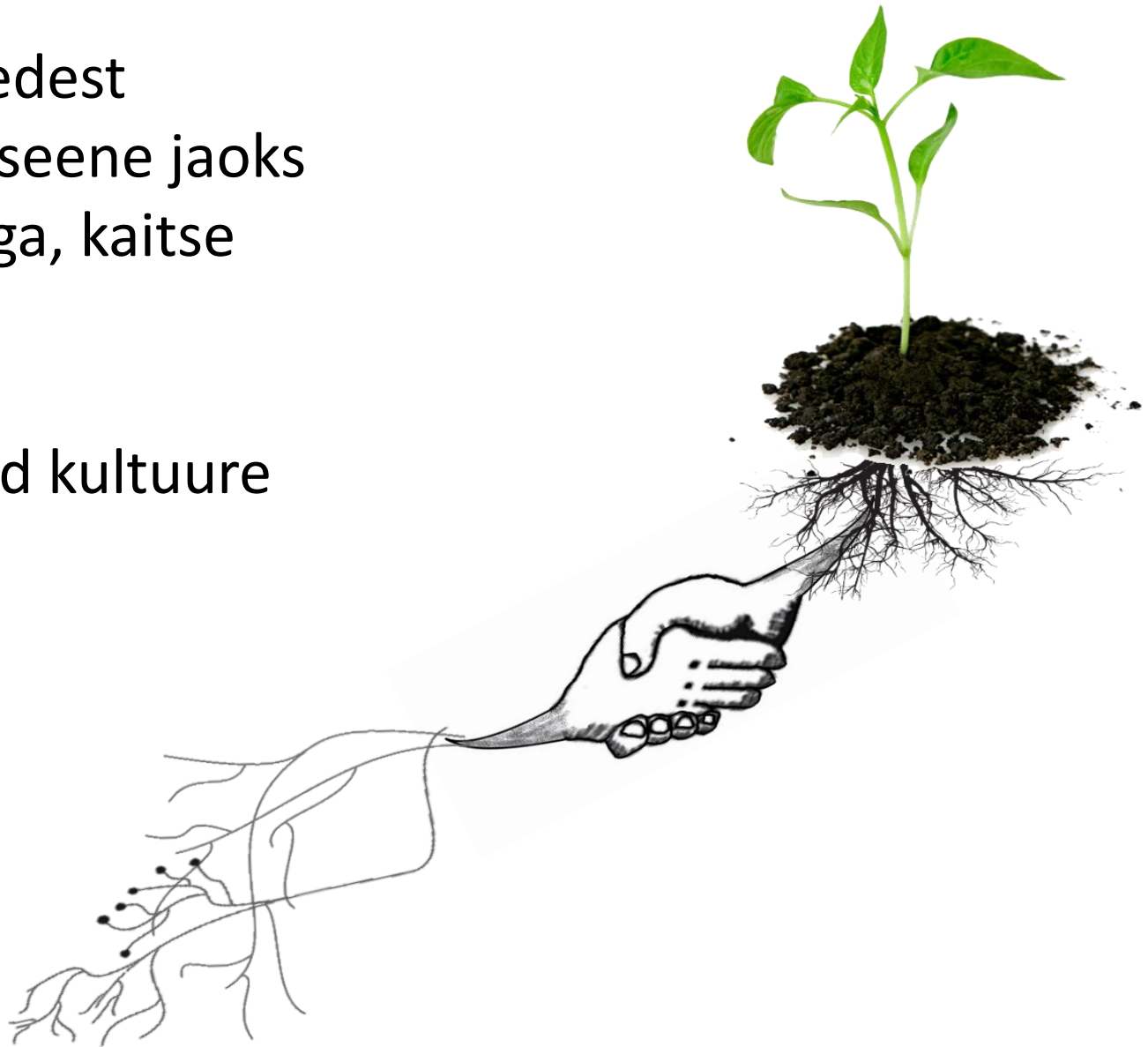


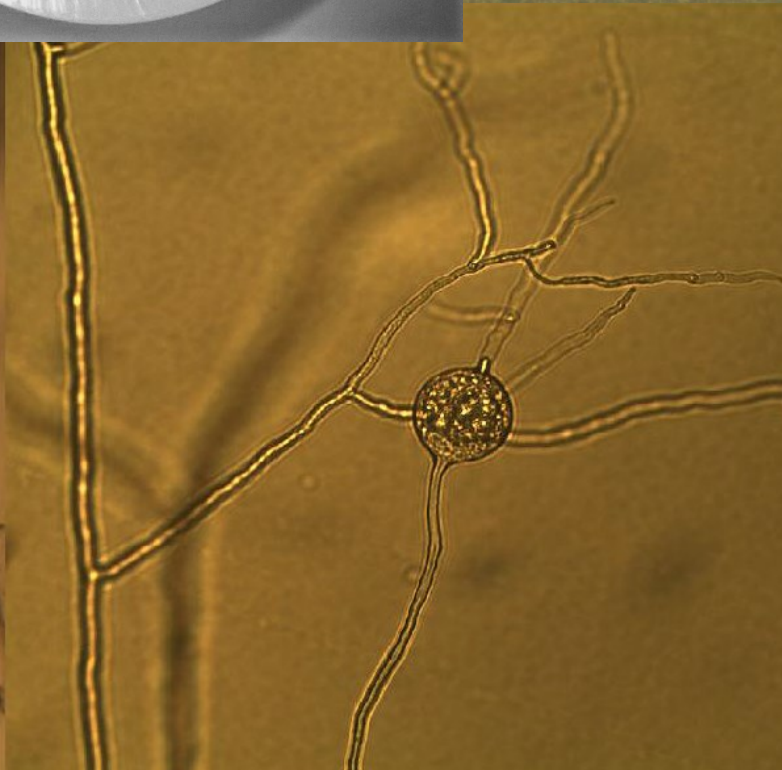
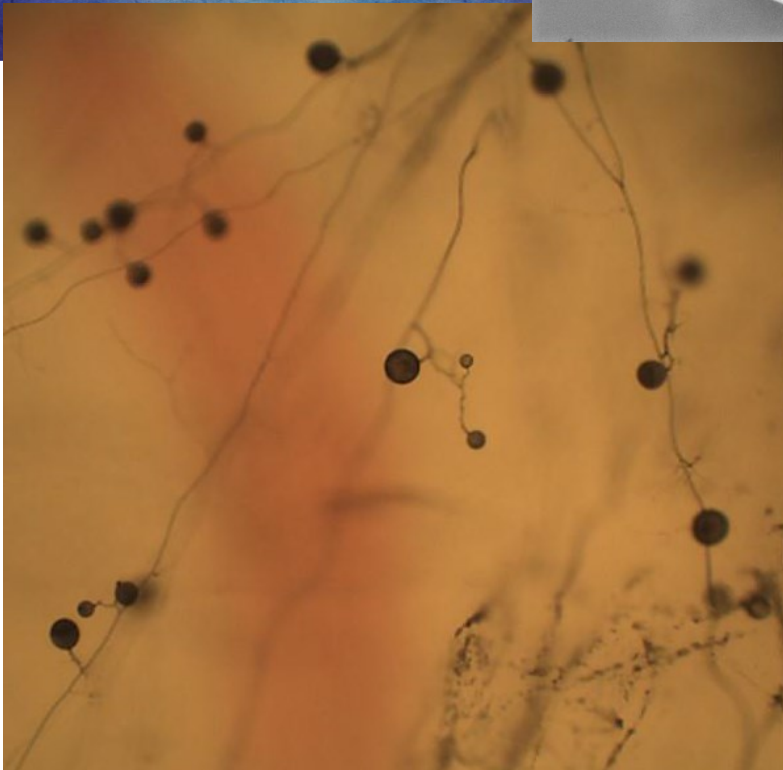
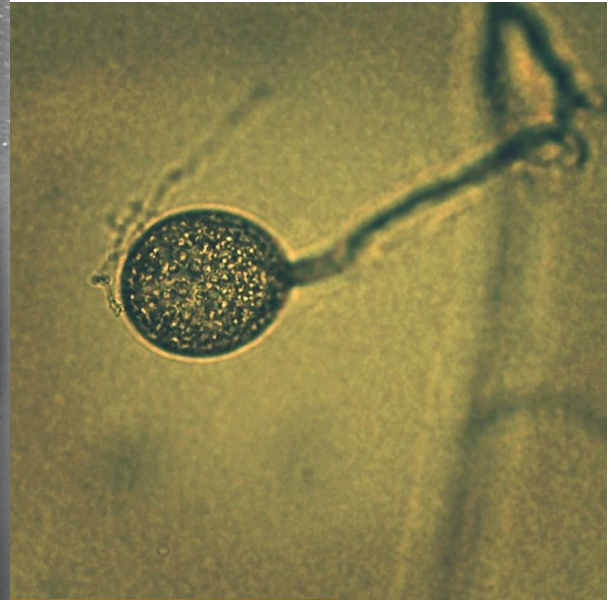
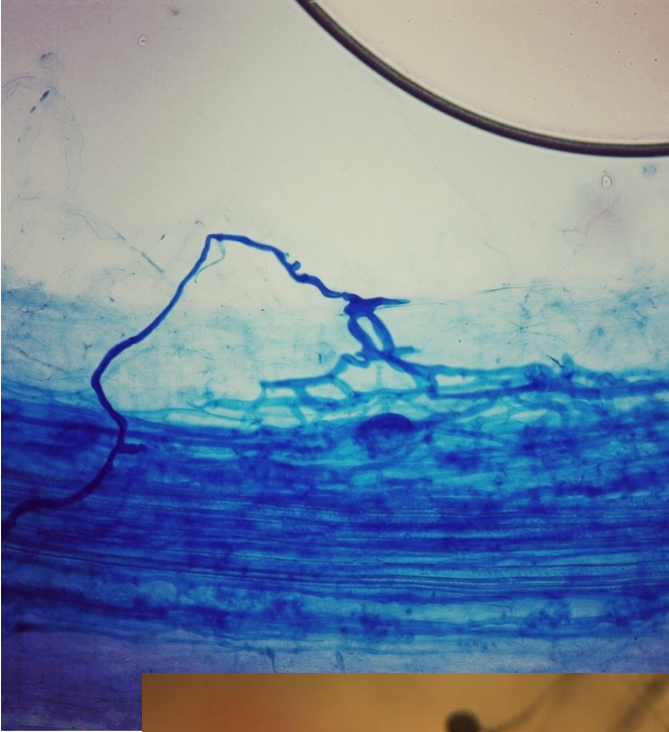
Bender et al., 2016



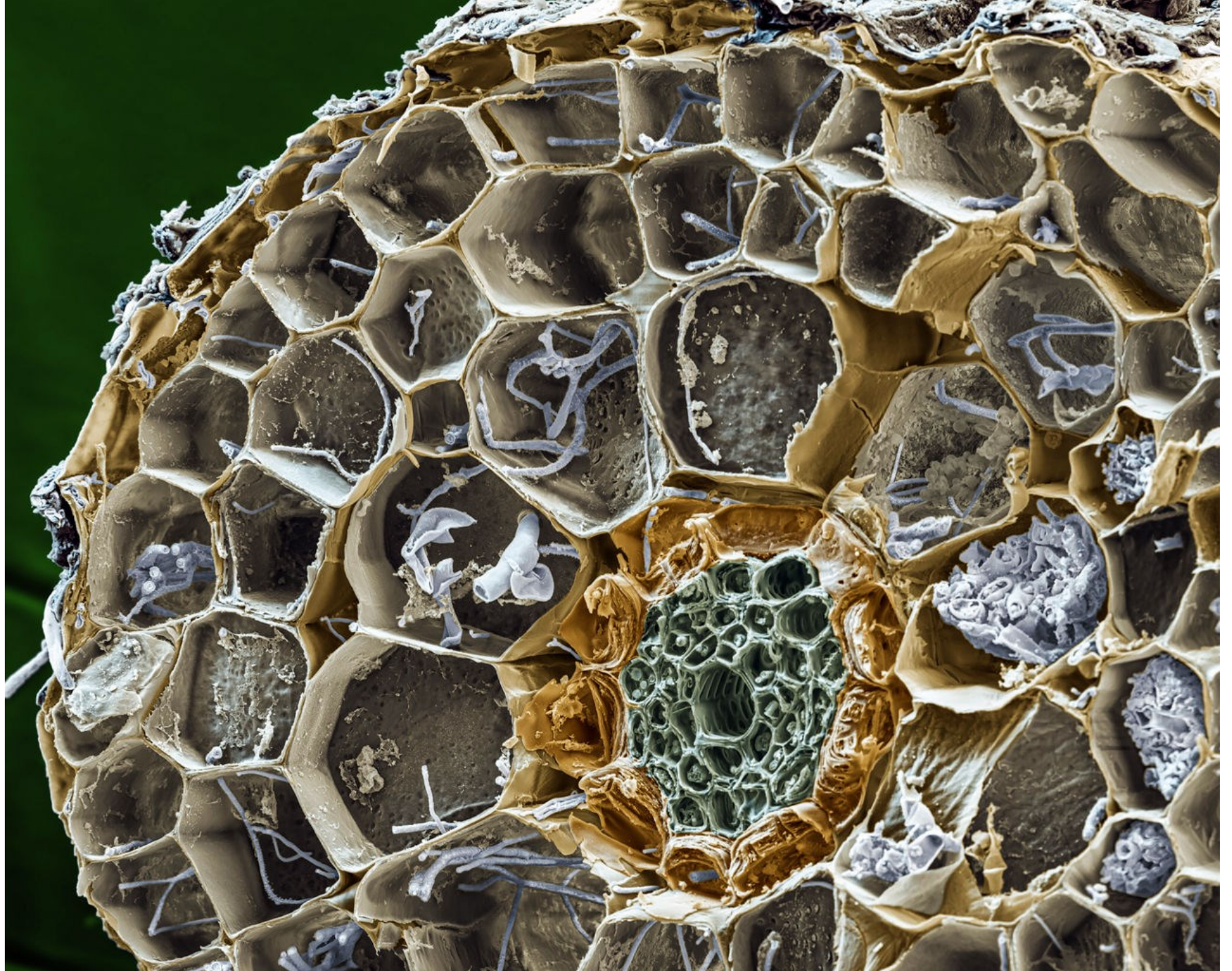
## Taimede sümbioos krohmseentega - mükoriisa

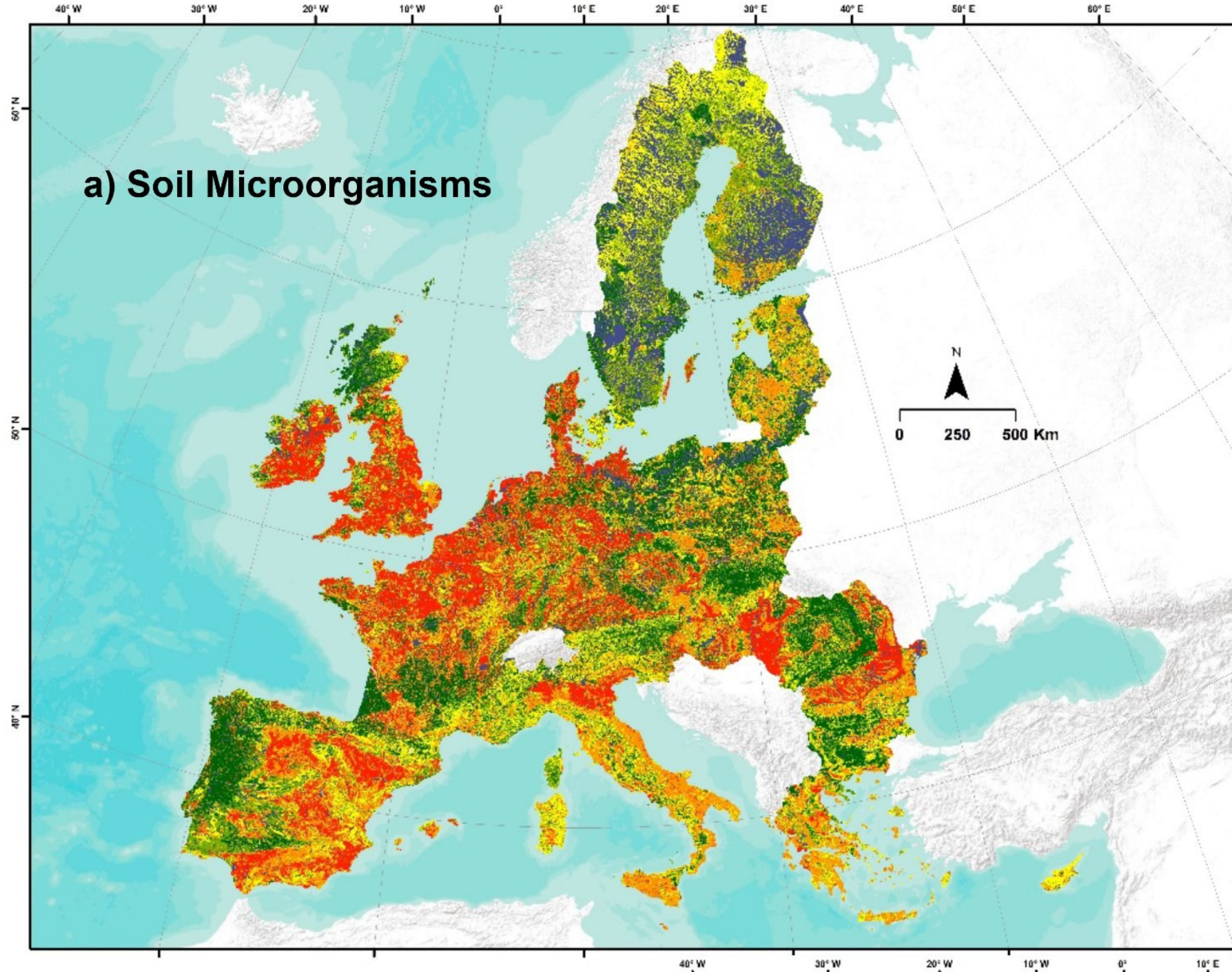
- 80% kõigist maismaataimedest
- Möödapääsmatu kooselu seene jaoks
- Toiteainete vahetus taimega, kaitse stressi eest
- ~ 400 liiki krohmseeni
- Enamik Eestis kasvatatavaid kultuure on mükoriissed!





Fotod:  
T.Vahter



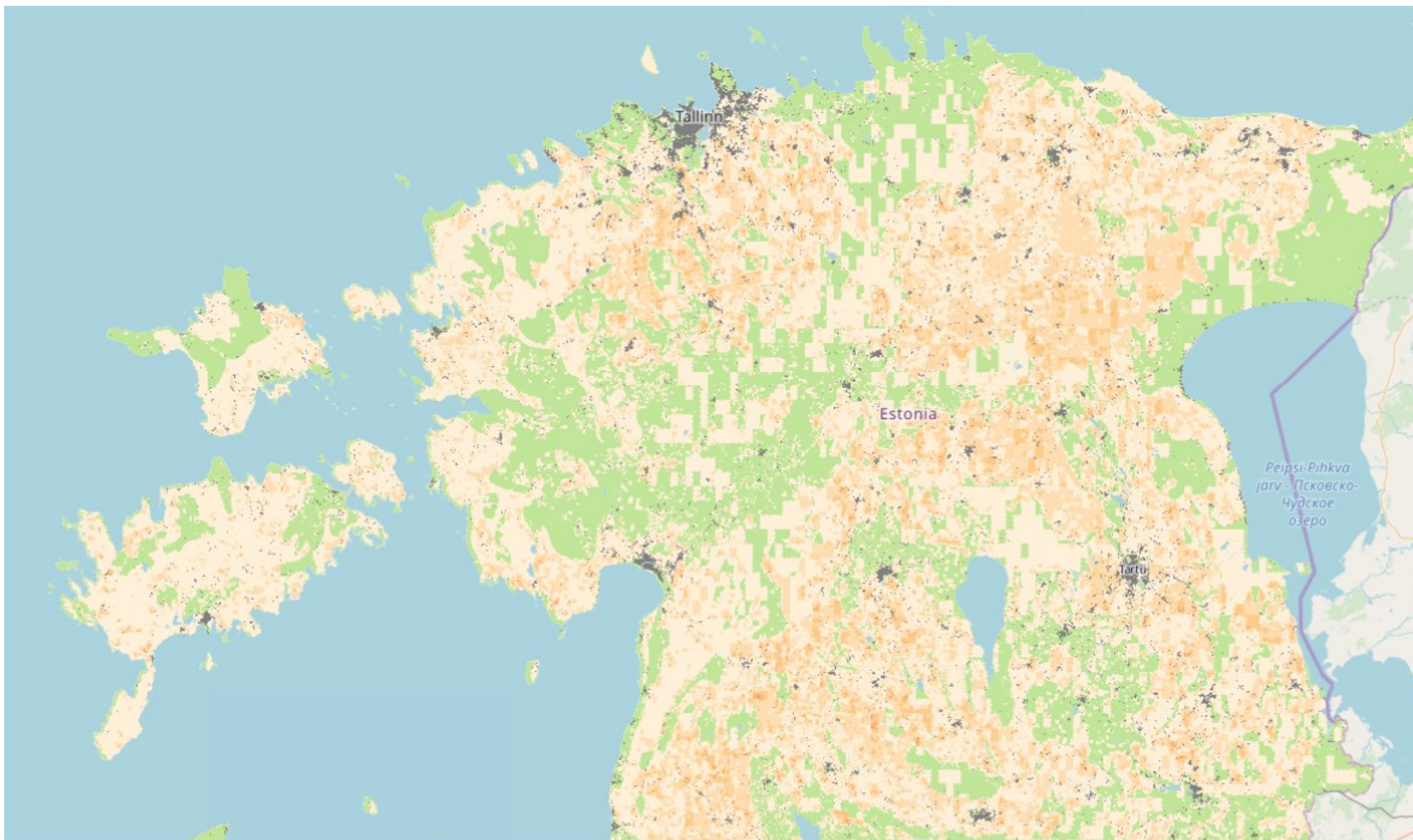


**a) Soil Microorganisms**

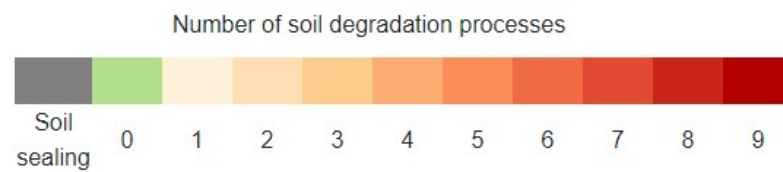
- Riski tase**
- Madal**
  - Madal-mõõdukas**
  - Mõõdukas**
  - Kõrge**
  - Väga kõrge**

EU Soil Atlas, 2015

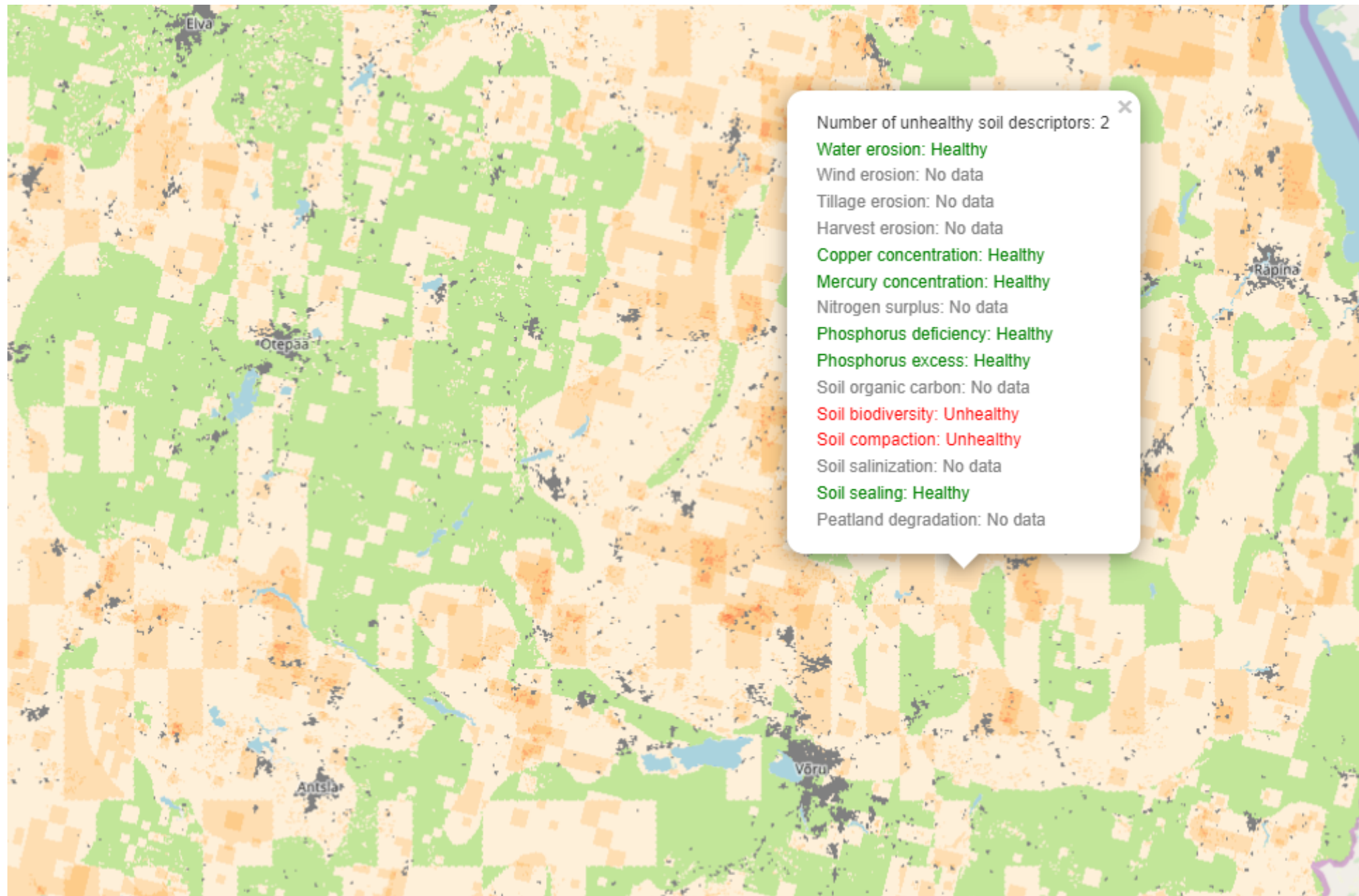
**Põhineb riskimudelil**



flet | © OpenStreetMap contributors | Disclaimer



**Jälle mudel!**  
**EU SOIL OBSERVATORY**  
**EUSO Soil Health Dashboard**



# Mullaelustikku mõjutavad tegurid põllumajanduses – mida ütleb teadus?

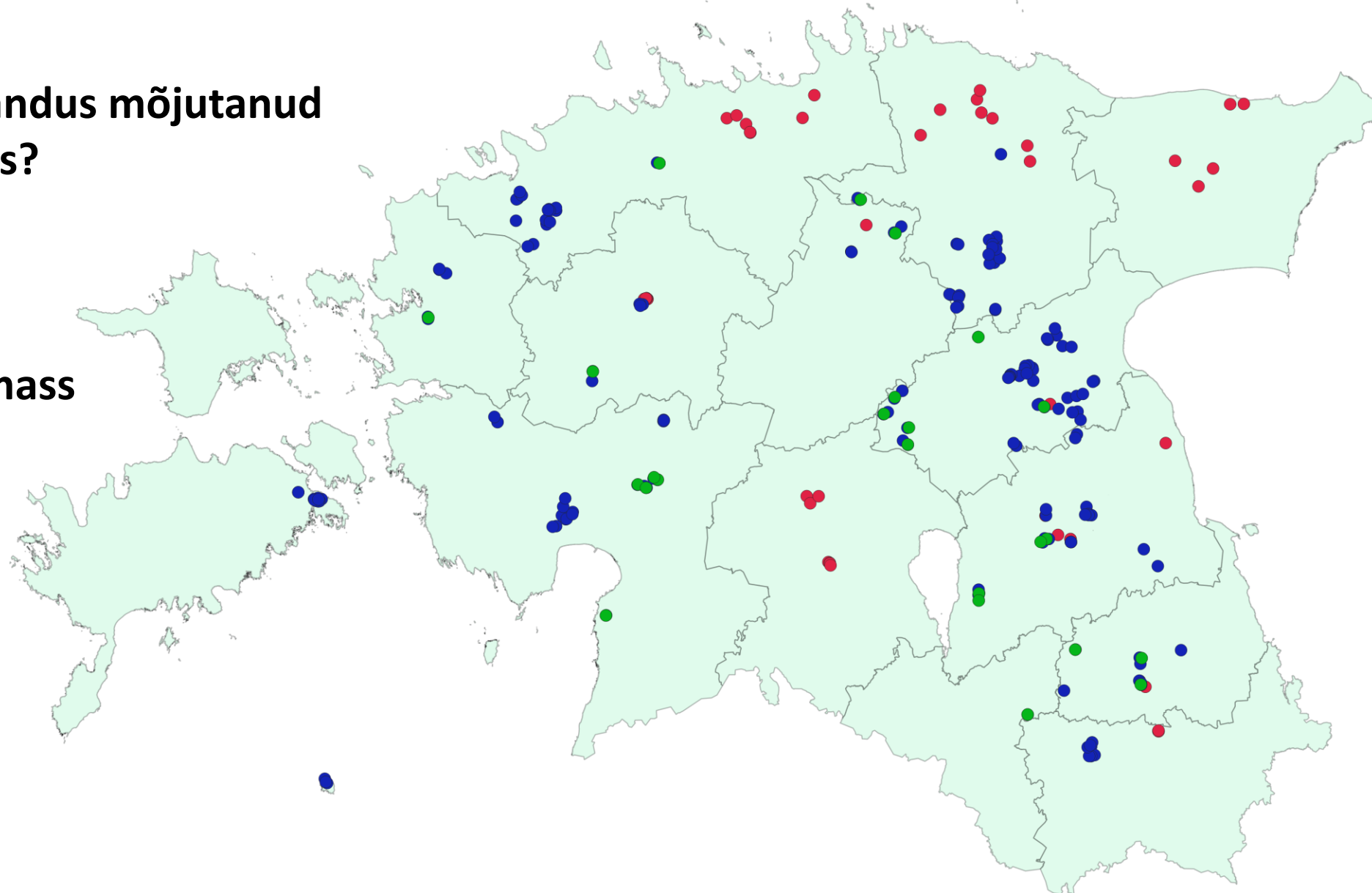
- Taimkate: mitmekesisus, püsivus
- Väetamine: mineraalsed vs orgaanilised
- Mullaharimine: soodustab kiiret toiteaineteringi
- Taimekaitse: kas/mida kasutatakse ja kui tihedalt
- Maastik: levimispiirangud, elupaigad
- Erosioon: ka mullaelustikku on võimalik minema kanda!
- Tihenemine: tihenemist soodustab ka vaene mullaelustik

**Uuring:  
kuidas on põllumajandus mõjutanud  
mullaelustikku Eestis?**

**293 uuringuala**

**\*Mullaseened**

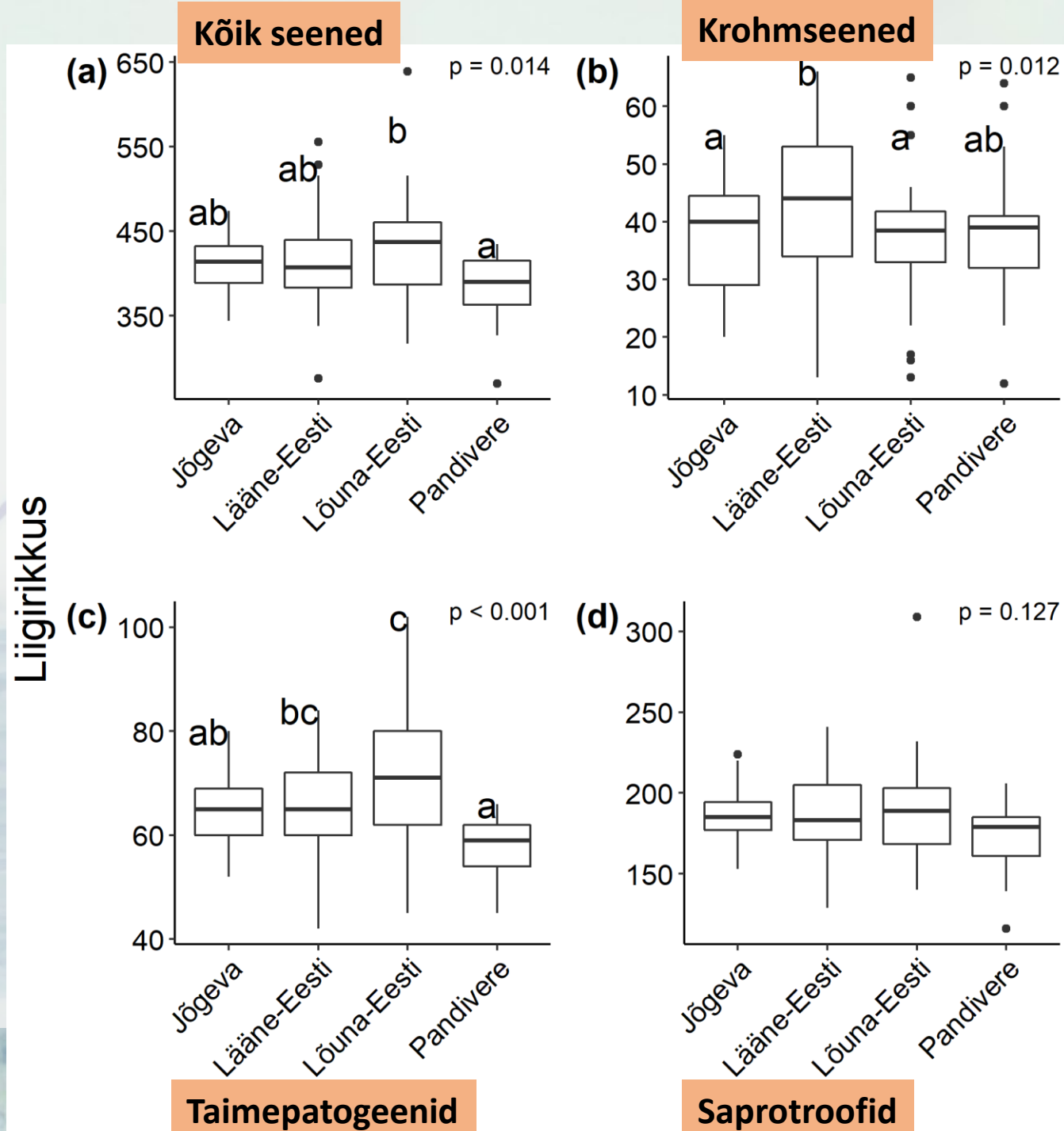
**\*Mikroelustiku biomass**



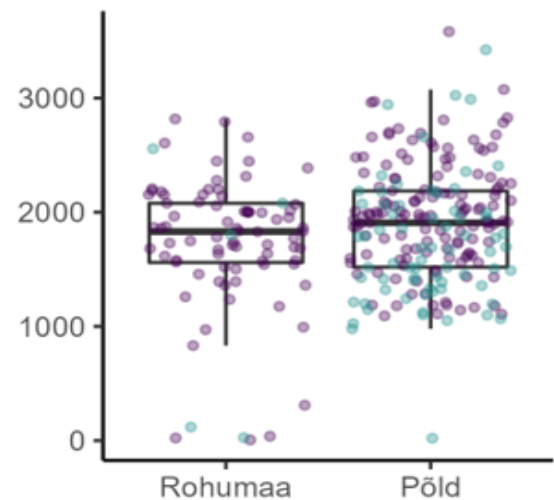


# Tulemused

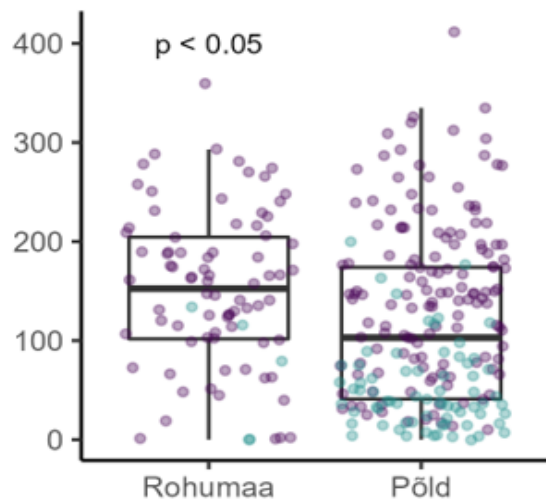
- Kokku leiti 3119 seeneliiki
- Kaks uut krohmseeneliiki
- Liigirikkamad on Lääne- ja Lõuna-Eesti põllumullad
- Jõgeva ja Pandivere piirkonnas tootmine intensiivsem *pindala/taimkaitse/maastikud*



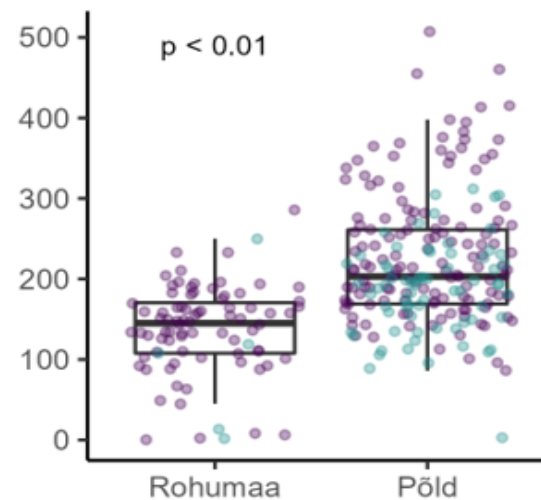
Kõik seened



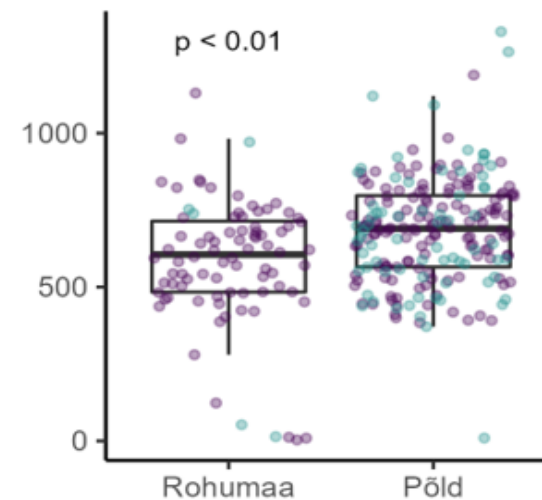
AM seened



Taimepatogeenid

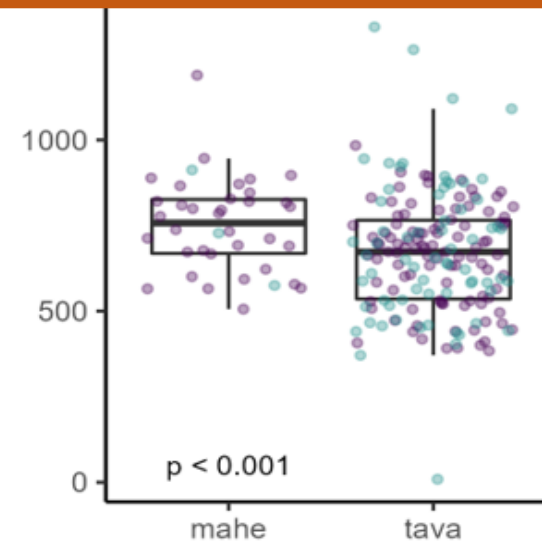
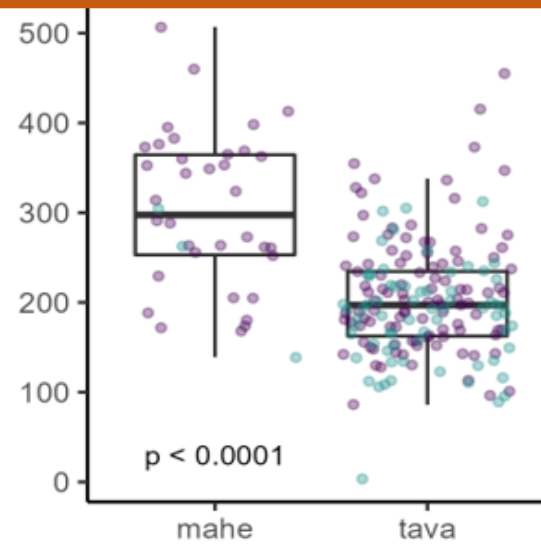
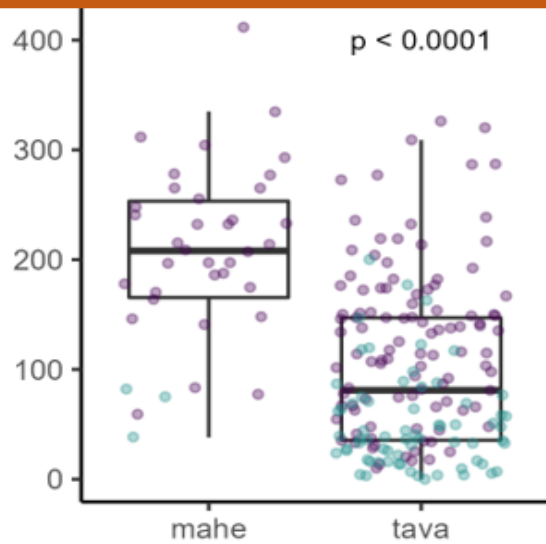
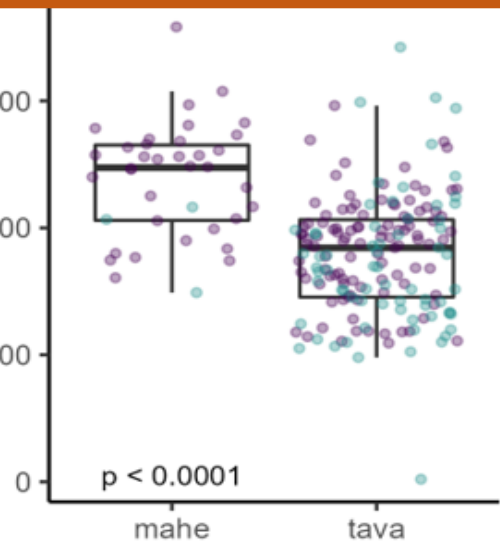


Saprotroofid

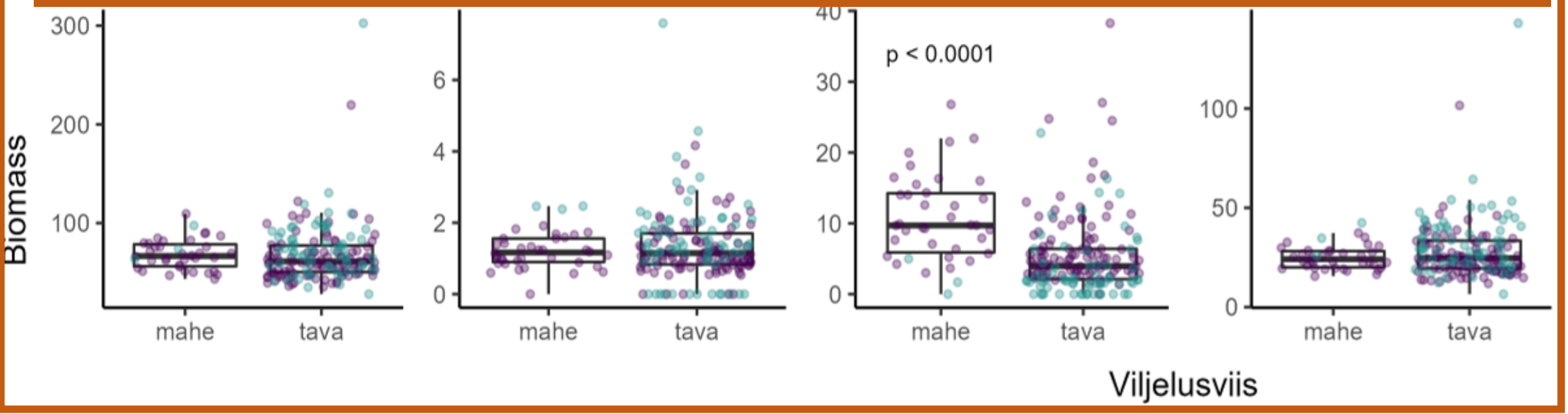
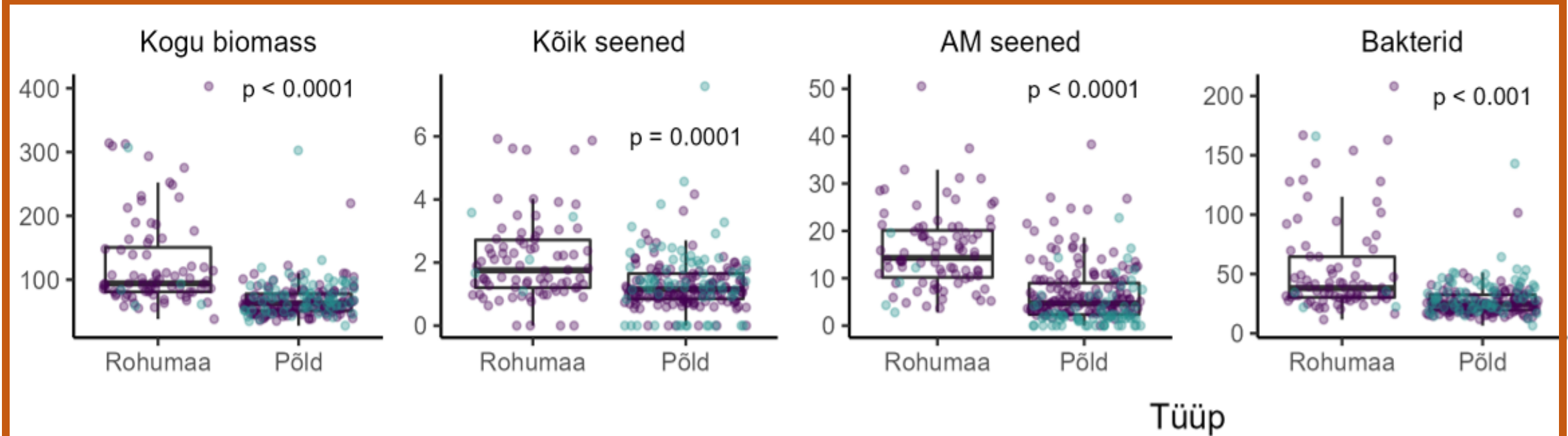


Tüüp

Liigirikkus [ITS liigihüpoteeside arv]



Viljelusviis



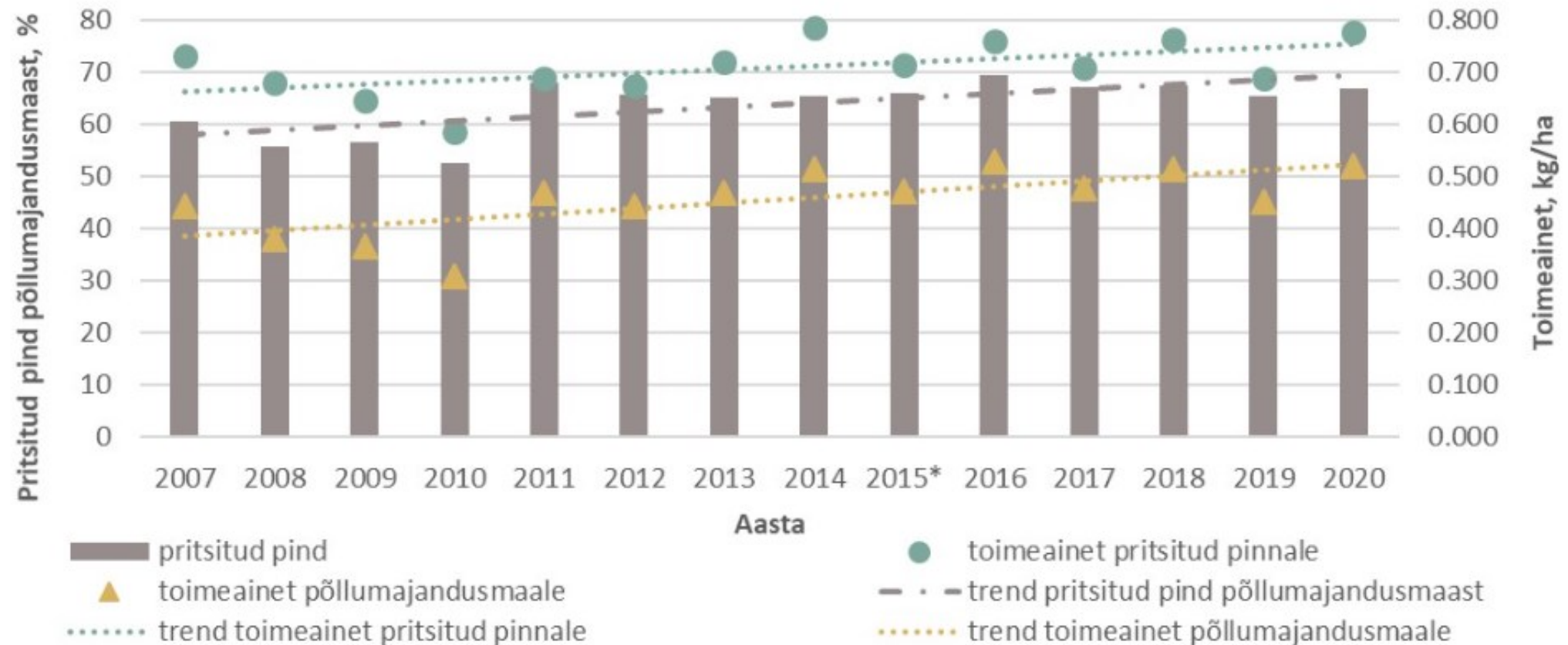
## See tähendab:

- Maheviljeluse praktikad on positiivsed mulla elurikkusele
- Tavaviljelus vähendab mulla elurikkust, kuid mitte biomassi
- Tõenäoline järeldus – funktsioonid on kaetud, kuid „turvavõrk“ jääb järjest hõredamaks
- Heitlikumad ajad on veel ees

# Pestitsiidide kasutus

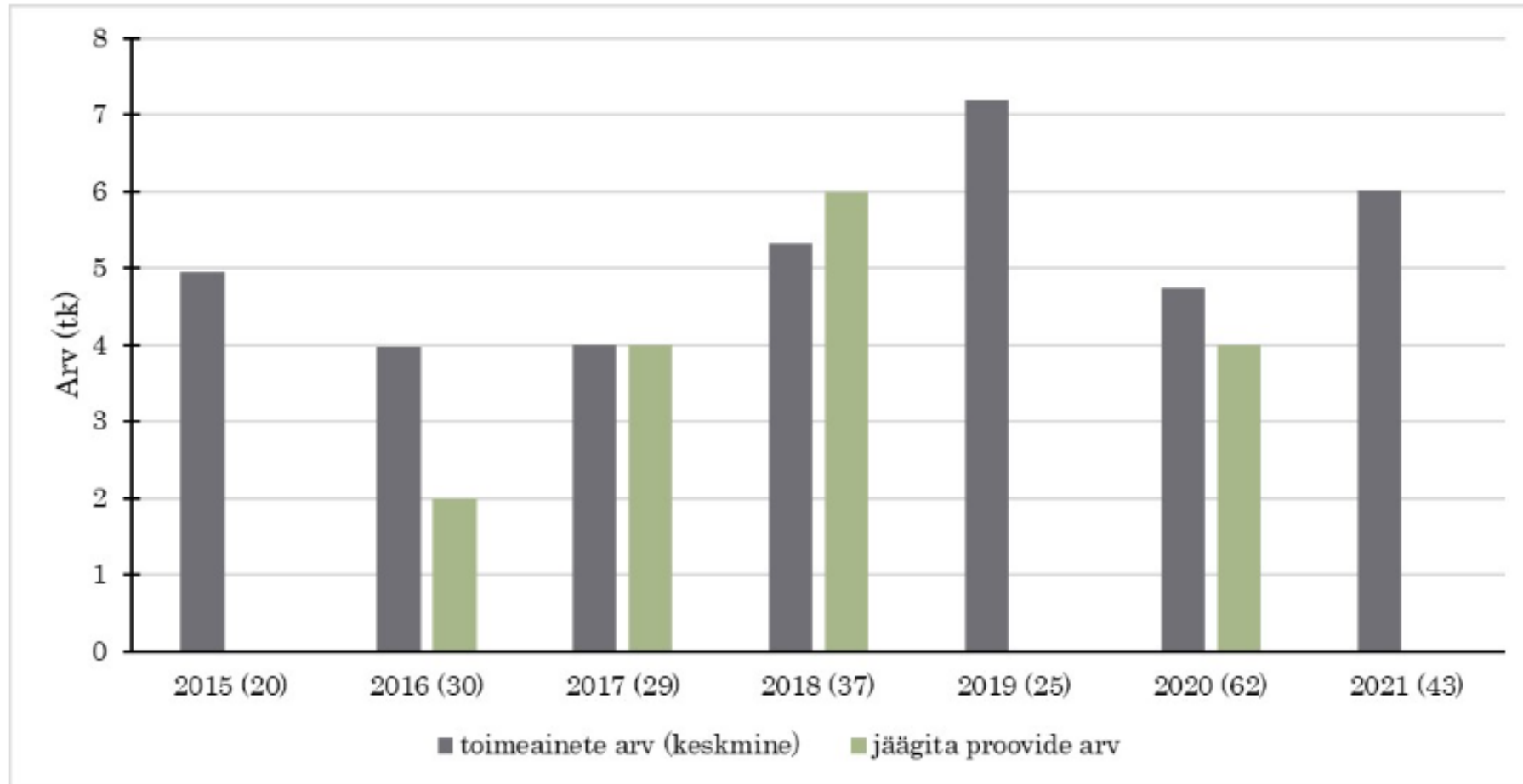
PMK seireuuring 2007-2020

Joonis 1. Pestitsiidide kasutuskoormus seirettevõtete keskmisena aastatel 2007-2020



## Pestitsiidide jäägid mullas

## PMK seireuring



Joonis 2. Keskmine TKV toimeainete jääkide ja jälgede arv proovides ja jäägita proovide arv perioodil 2015–2021. Sulgudes on esitatud erinevate uuringutega raames kokku kogutud proovide arv.

# Pestitsiidid 2016-2019



## Põhjavesi

Slaid: Ülle Leisk EKUK

	leitud	üle 0,1 µg/l
Kloridasoon-desfenüül (Metaboliit-B)	76	41
AMPA	9	5
Glüfosaat	9	4
Tritosulfuron	11	2
Propikonasool	2	2
Metasakloor	4	1
Bentasoon	4	1
Kloridasoon	3	1
Dimeteenamiid-P	2	1
MCPA	2	1
dikloroprop-P	1	1
klopüraliid	1	1
Boskaliid	9	0
Tebukonasool	5	0
Prometriin	5	0
1,2,4-Triklorobenseen	3	0
dimetakloor	3	0

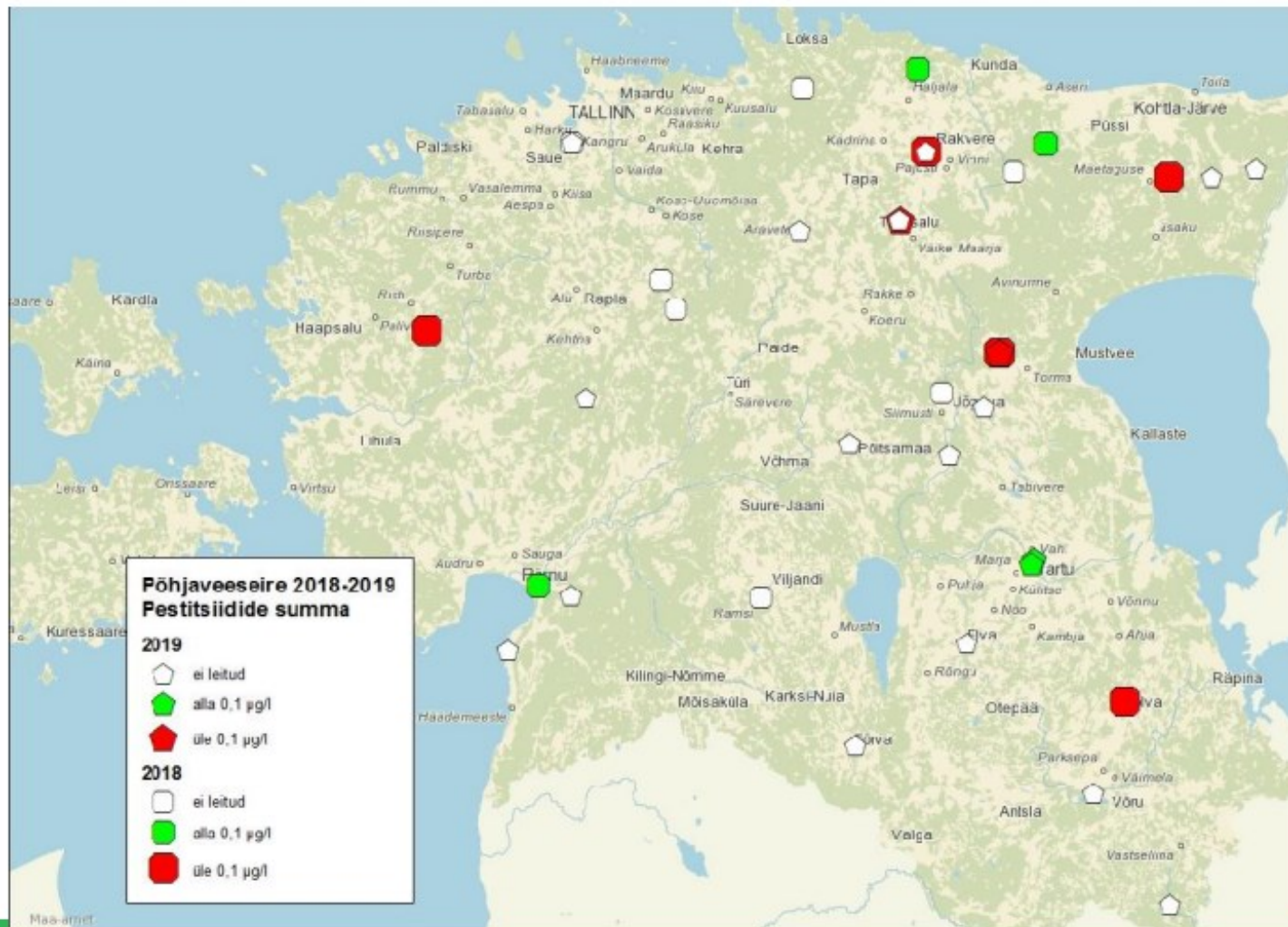
# Põhjaveeseire 2018-2019

35 kaevu, leiti kümme pestitsiidi, kuuel korral üle 0,1 µg/l



Põhjavesi

Slaid: Ülle Leisk EKUK

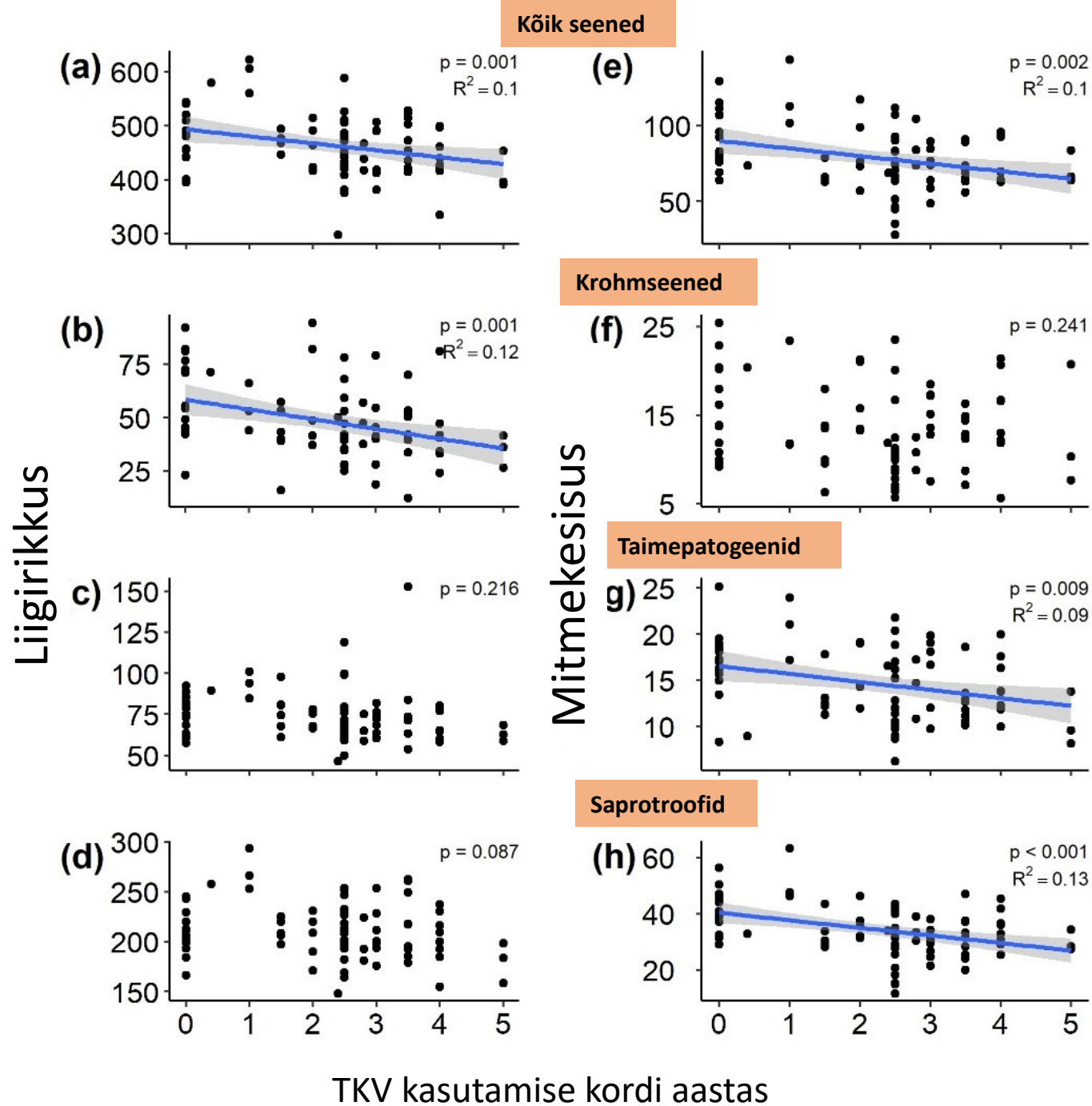


Ettevõtte Maailma Arengu  
P19 - Maailmalaenu  
P19 - Maailmalaenu  
P19 - Maailmalaenu



# Taimkaitsevahendite kasutamise sagedus

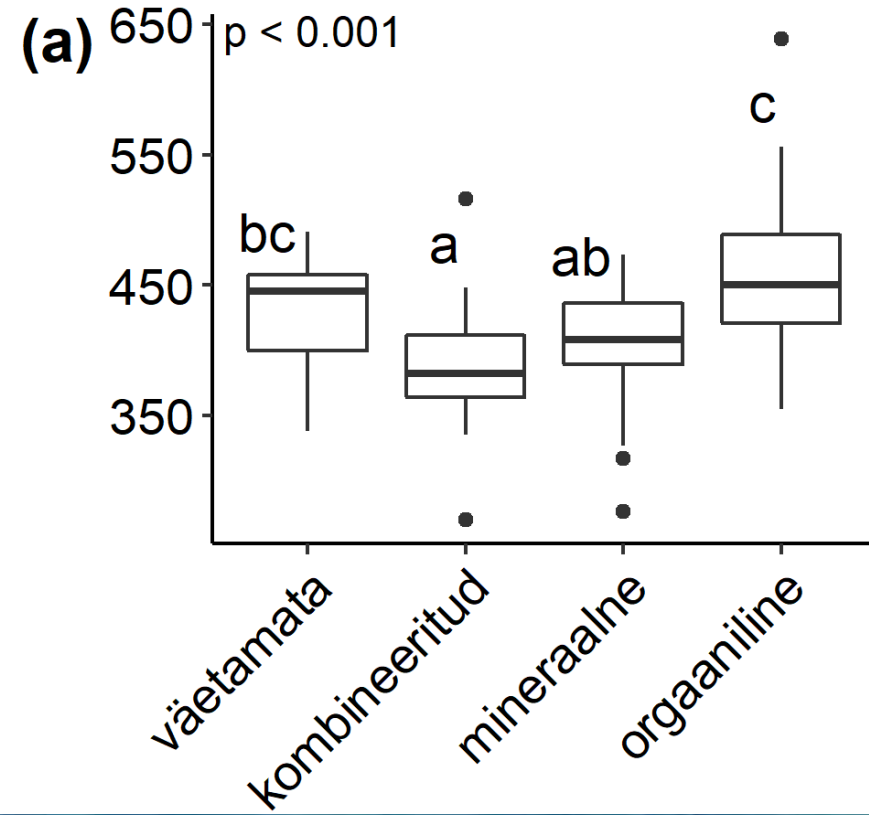
- Küsisime, mitu korda aastas keskmiselt TKV kasutatakse, viimase 5a põhjal
- TKV kasutamine vähendab mullas elavate seente elurikkust
- Seejuures teadmata milliseid vahendeid kasutatakse
- Iga kord loeb!



# Väetised

- Seente elurikkusele on soodsaimad orgaanilised väetised
- On trend, et kombineeritud väetamine on seente liigirikkusele ebasobivaim

Kõik seemed



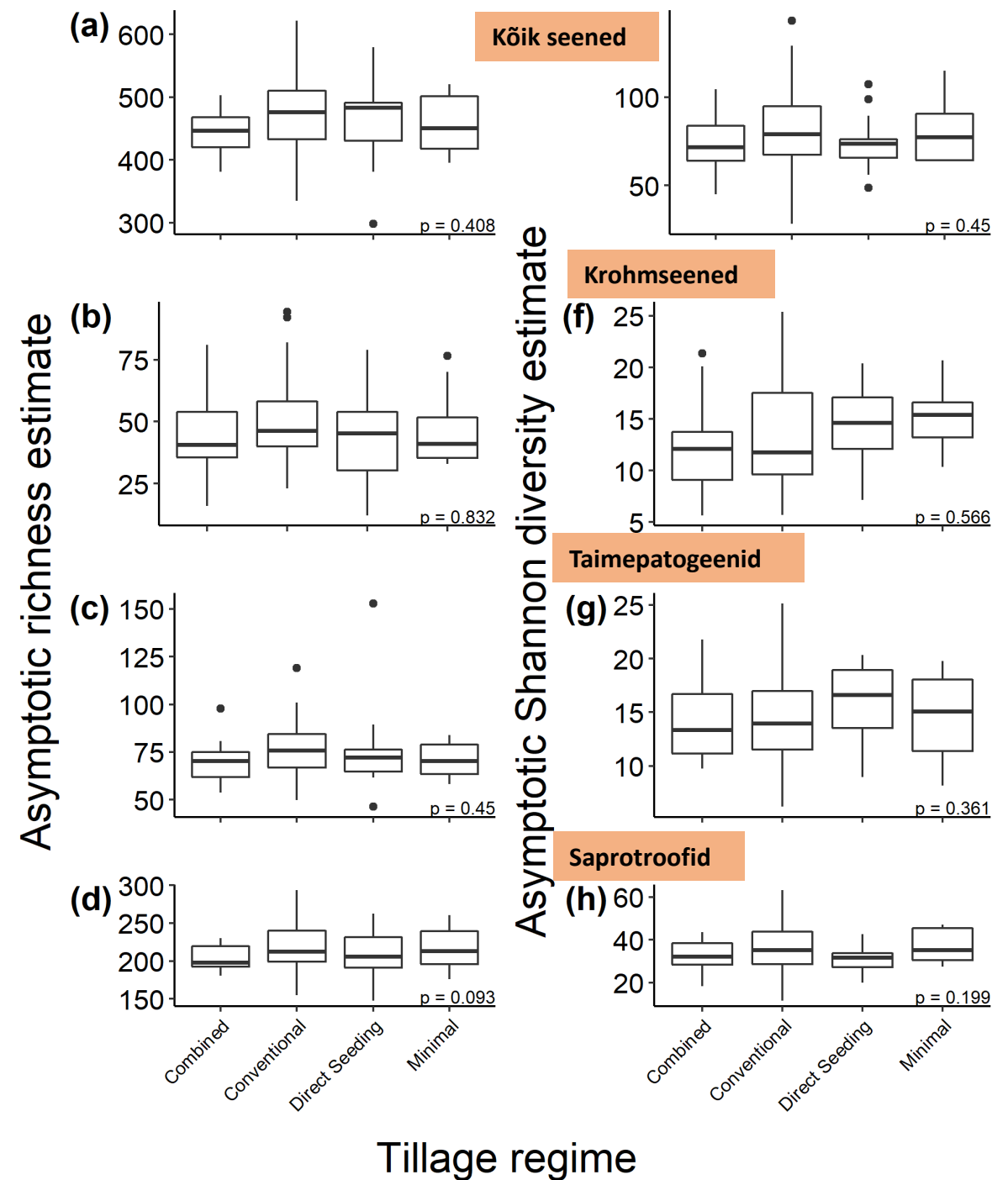
# Loomade roll põllumajandusmaastikes

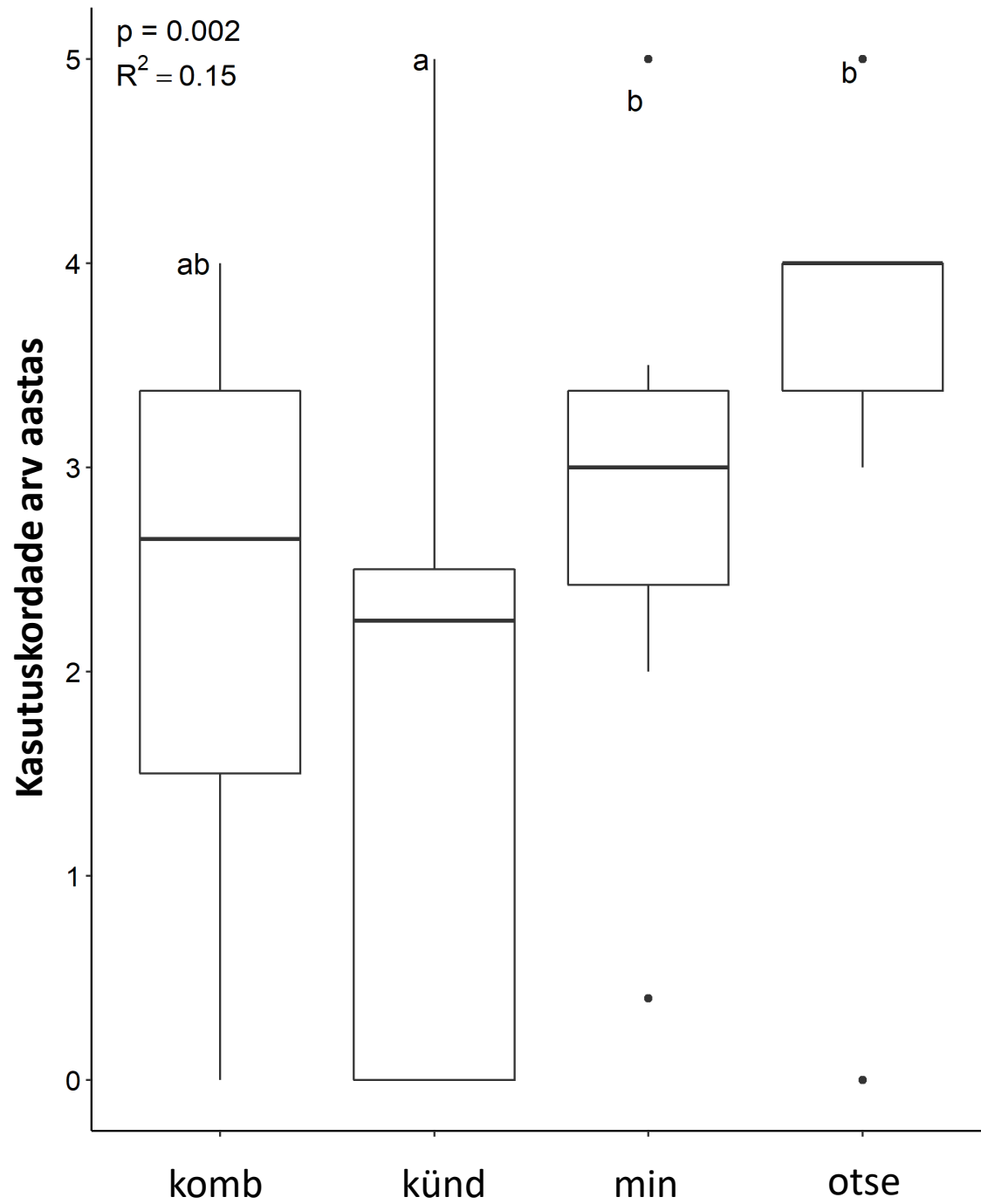
Efektiivsus = spetsialiseerumine?



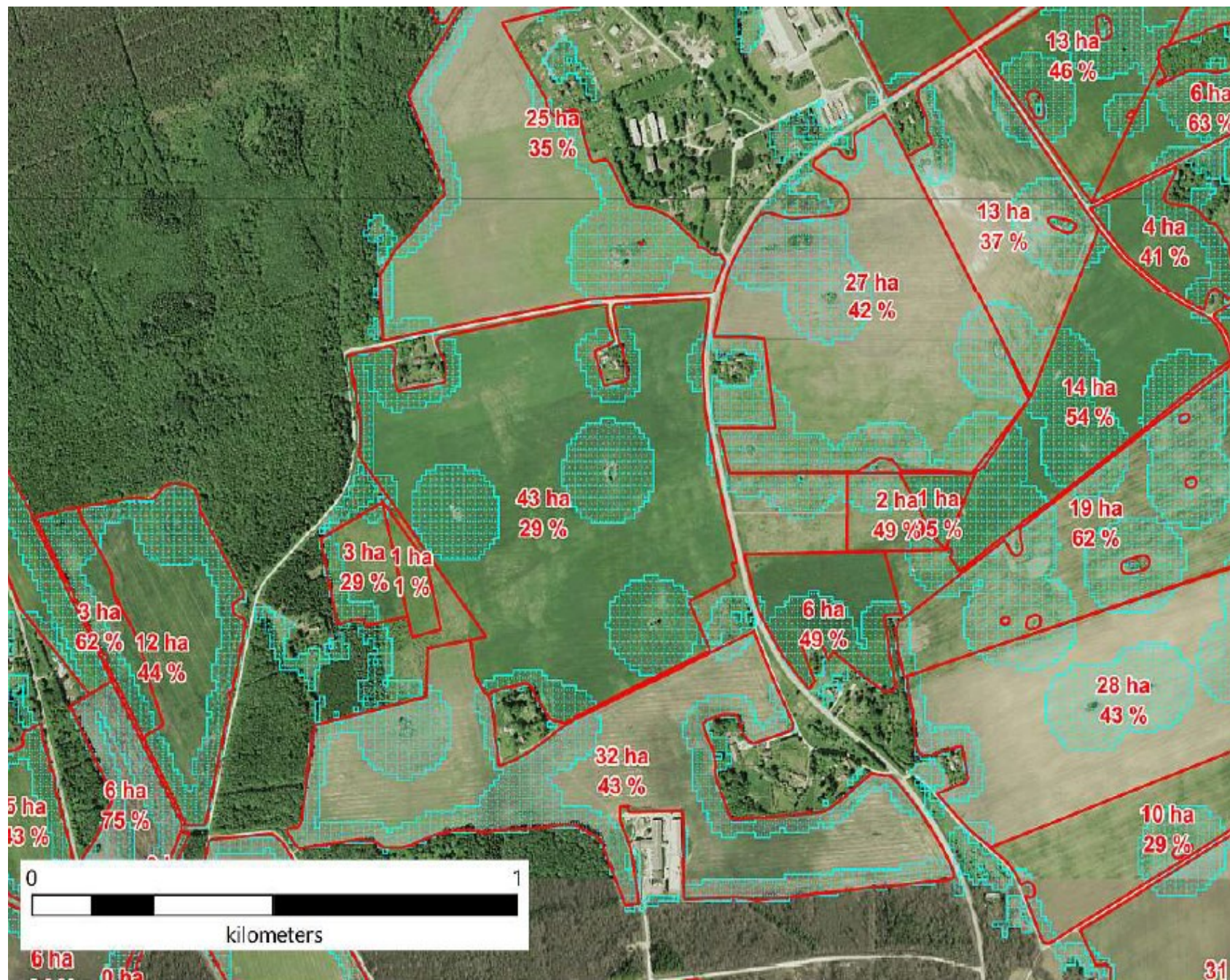
# Mullaharimine

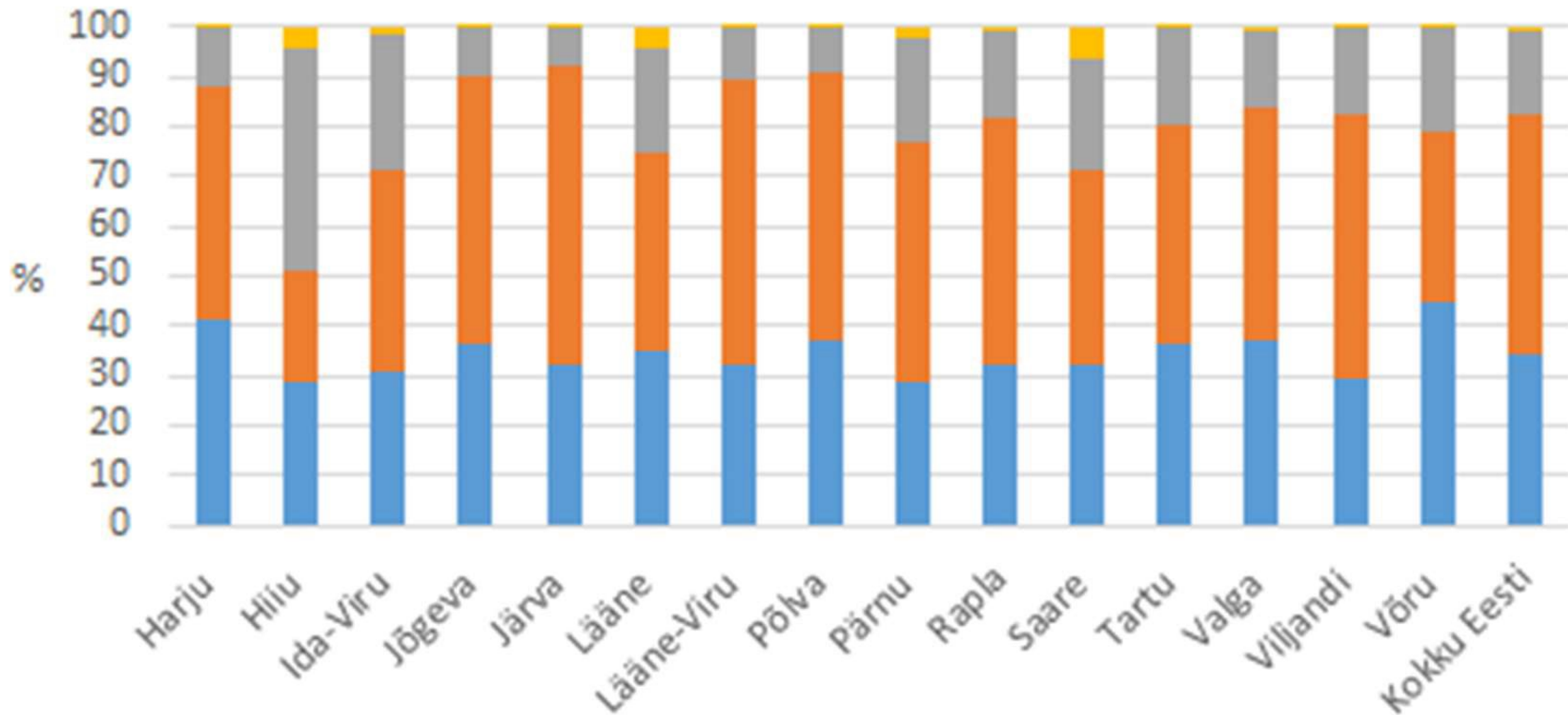
- Künnipõhine, minimeeritud, otsekülv, kombineeritud
- Kaitsval mullaharimisel ei olnud olulist positiivset mõju mulla seentele
- Kaitsev mullaharimine tähendab enamasti ka rohkem taimekaitsevahendeid





# Maastikud





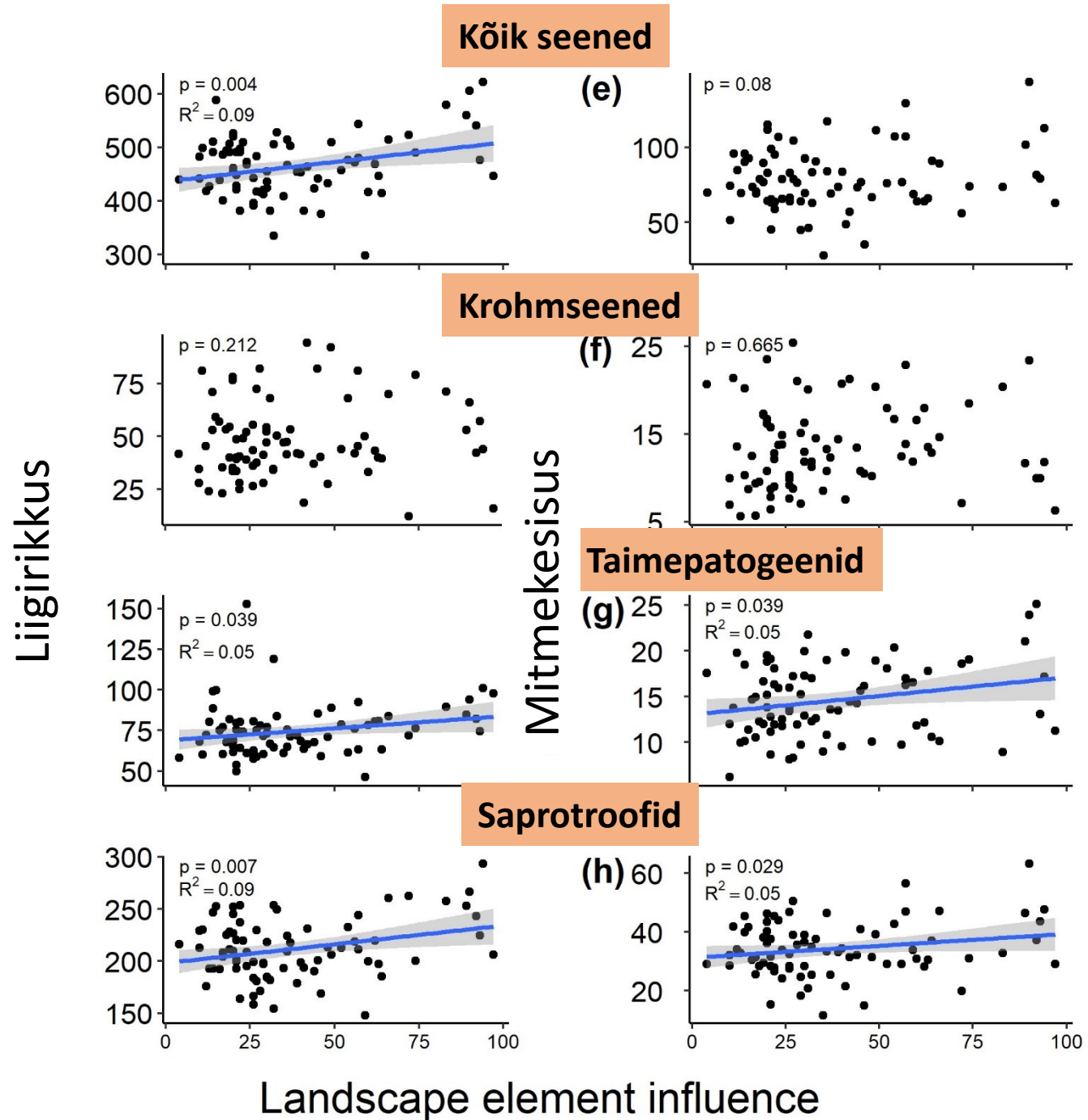
**PM-maa seisundiklassid**

**Kas maastik tagab elurikkuse ja selle hüved?**

■ 0-3=D ■ 4-6=C ■ 7-9=B ■ 10-12=A

# Maastikuelementide mõju mullaelustikule

- Kasutasime loodusliku kahjuritõrje ÖS teenuse kaardikihti
- Mitu % põllust on kaetud maastikuelementide mõjualaga
- Mida suurem %, seda suurem on mullaseente elurikkus



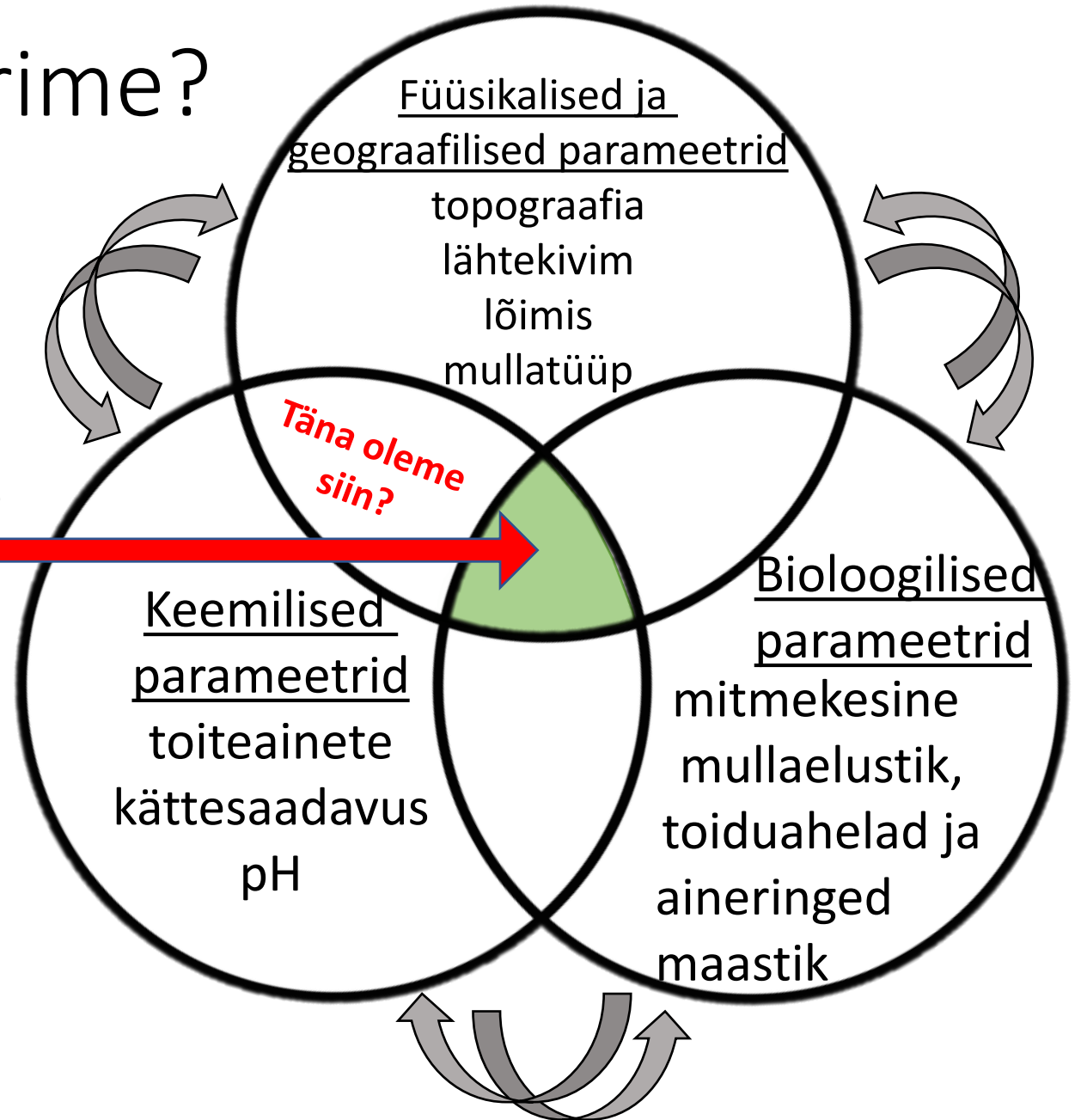


# Mis on mullaviljakus?

## Kuidas me seda defineerime?

**Pikaajaline mullaviljakus,  
süsinikuvaru säilimine/kasv  
ja jätkusuutlik majandamine  
elab siin**

**Kuidas sinna jõuame?**



# Universaalsed võtted, mis toetavad elurikkust ja soodustavad mullaviljakust

- Talvine taimkate, vahekultuurid
- Mitmekesine **külvikord** (sh mitmekesised lühiajalised rohumaad)
- **Orgaanilised väetised** (sh haljasväetised)
- **Taimekaitse teadlik ja säästlik kasutamine\***
- Mullahäiringu vähendamine\*
- Mitmekesisust ja organismide liikumist soodustavad põlluservad
- Mitmekesised maastikud! Niidud põllumajandusmaastikes
- Mida rohkem neid võtteid samaaegselt rakendada, seda suurem kasu
- Esimene käik võiks olla alati majandamisvõte, mitte uus preparaat

# Seega:

- Trendid (mulla) elurikkuses on meil samad kui igal pool mujal, erineb lähtepunkt
- Intensiivseks suurtootmiseks vähemsobivad piirkonnad on elurikkamad
- Mulla elurikkuse seisukohast **maheviljelus töötab**
- Tihti tegemist lõivsuhetega, nii tehnoloogiliselt kui majanduslikult
- Elurikas majandamine on keerulisem, nüansirohkem, pingutust nõudvam

## Küsimused aruteluks:

- Kas maheviljeluse kontseptsioon on *valmis* või arenemas?
- Kuidas soodustada positiivsete praktikate kasutamist oma kodukohas?
- Kas turu roll võiks olla suurem või väiksem? Kuidas mõjutada?
- Kas info ärgitab muutustele?

## Elurikkus kaob kaks korda – päriselt ja siis mälestustes



Tsavo, Keenia 1950ndad