

Ökosüsteemide tulevikuproгноos ja taastamine

Asko Lõhmus



**Kuidas olla edukas
muutuvas kliimas?**



KESKKONNAAMET



KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM

Sisuplaan

1. Keskkonnaproгноosid ja –visioonid: mis neis erilist?
2. Kuidas me Eesti ökosüsteemide tulevikku prognoosime?
3. Looduse kaitse ja taastamine ebamäärasuse tingimustes



**Kuidas olla edukas
muutuvas kliimas?**



KESKKONNAAMET



KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM

KAitsealade TUleviku- Stsenaariumid



Töörühm (2021-2024)

Asko Lõhmus

Ants Kaasik

Triin Kaasiku

Raido Kont

Piret Lõhmus

Eliisa Pass

Maarja Vaikre

2030 2035

Kliimastsenaariumid

Looduse
seisund 2022

Ökosüsteemide autogenees

Maakasutuse ja LK otsused

Looduse
seisund 2050



Kuidas olla edukas muutuvas kliimas?



KESKKONNAAMET



KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM



Volume 152 September 2023 ISSN 0016-3287

3.0

FUTURES

The journal of policy, planning and futures studies

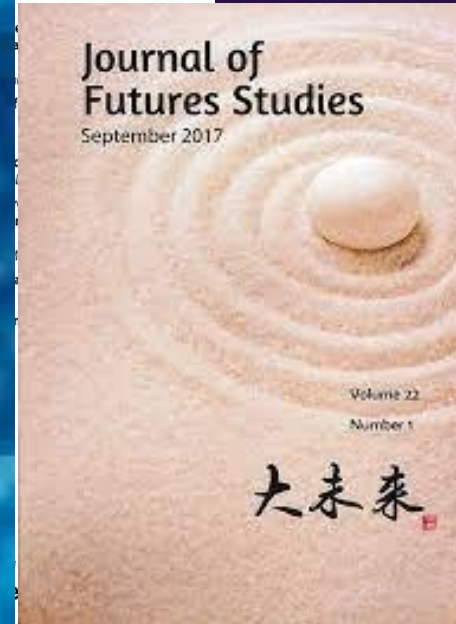


volume 56 issue 4, August 2023 ISSN 0024-6301

LRP

long range planning

International Journal of Strategic Management



Kuidas olla edukas muutavas kliimas?



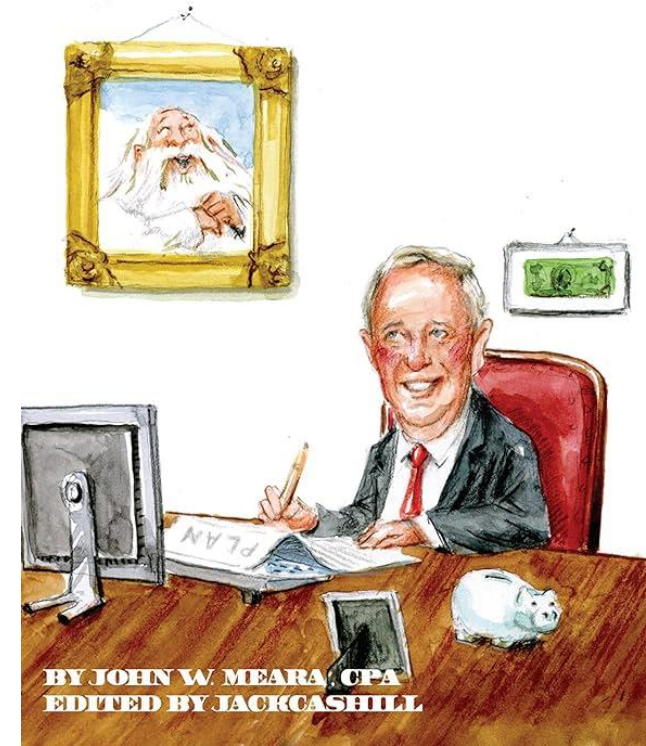
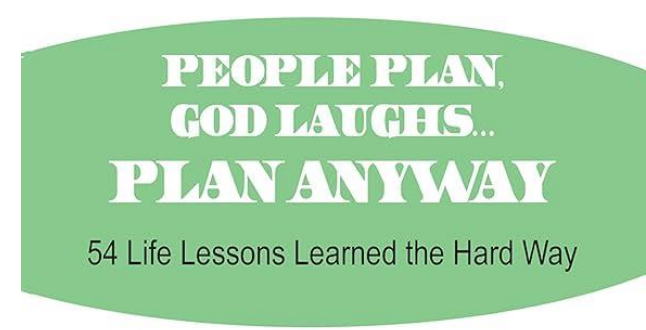
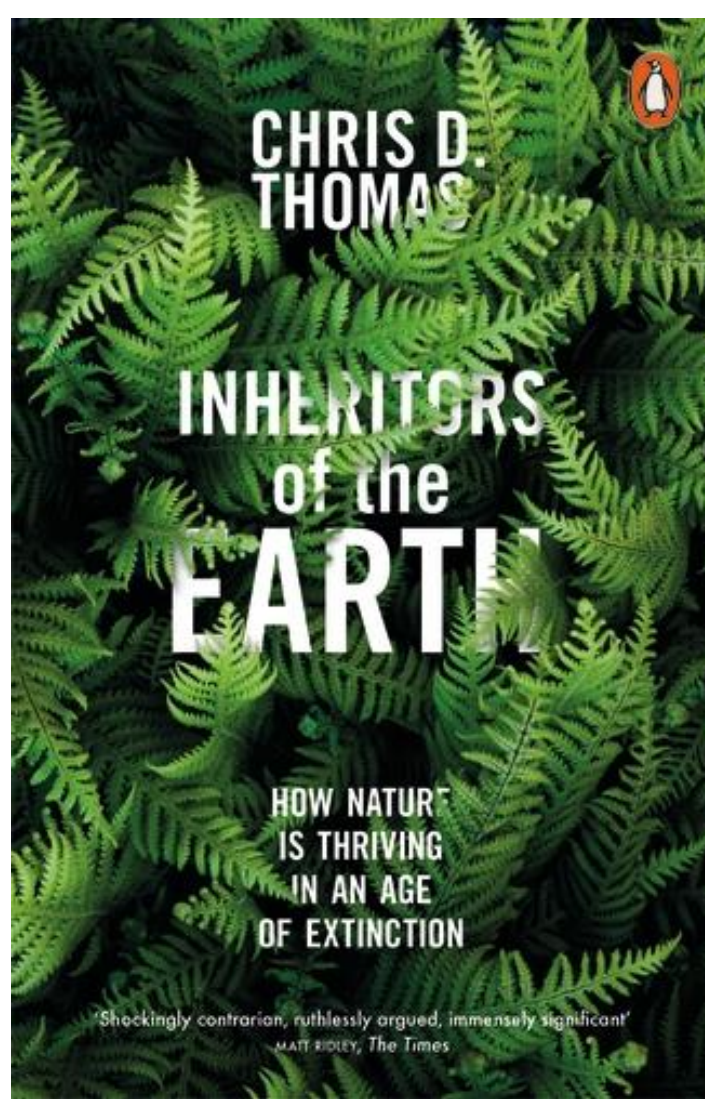
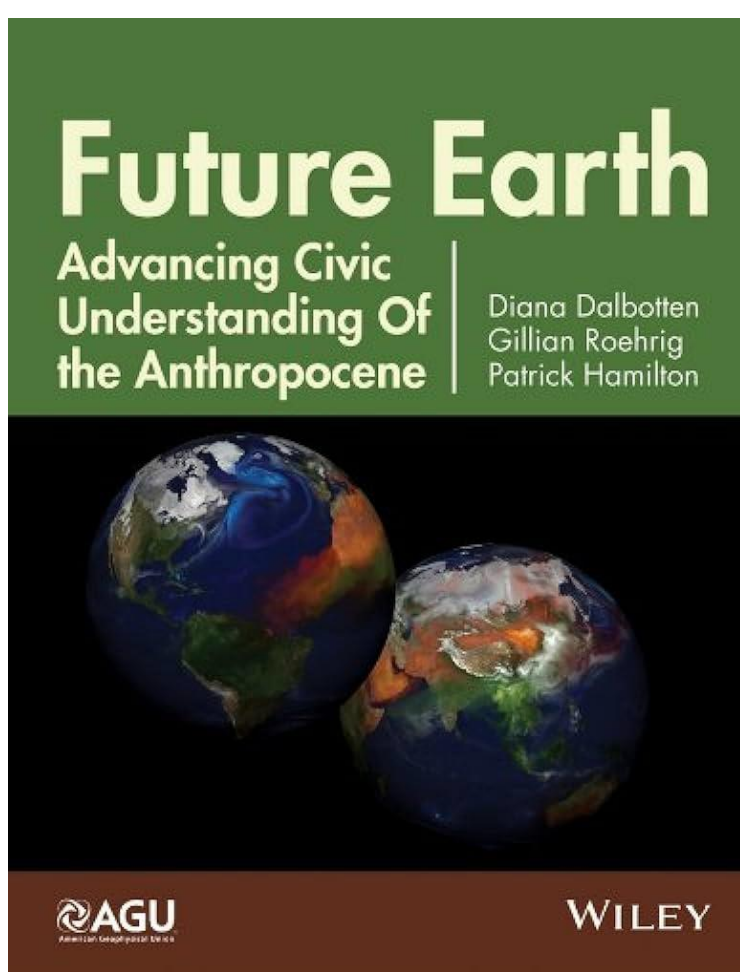
KESKKONNAAMET



KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM



Kuidas olla edukas muutavas kliimas?



KESKKONNAAMET



KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM

Tuleviku-uuringute eripärad

1. Faktideks **lähteseisund** ja **nüüdisseosed**
2. Kontekstiks **stsenaarium** (tervik-ettekujutus)
3. Tulevikuproгноosi informatiivsus suureneb ajas, kuid asjakohasus väheneb, **määramatus** suureneb ja detailid hägustuvad. Otsime praktilist **ajaraami**.



Kuidas olla edukas
muutuvas kliimas?



KESKKONNAAMET



KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM

Tänane leht > Arvamus

Tellijale

Mihkel Mutt: ükskord tuleb kliimakatastroof niikuinii

Kuula 7:59



Mihkel Mutt
30. september 2019, 19:00

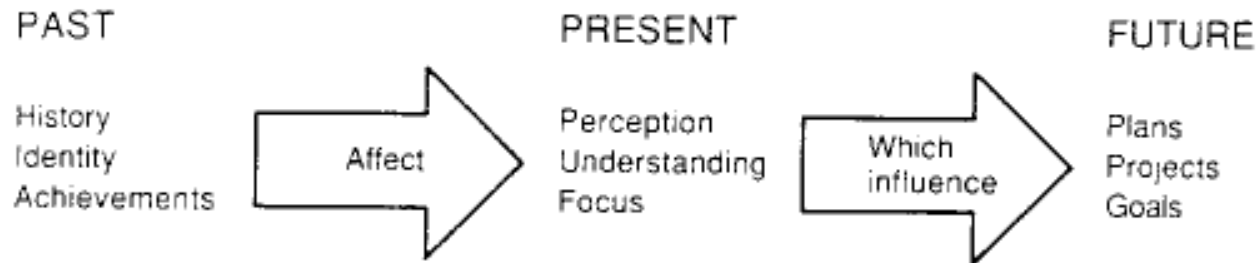


Miks tegeleda tulevikuproгноosidega?

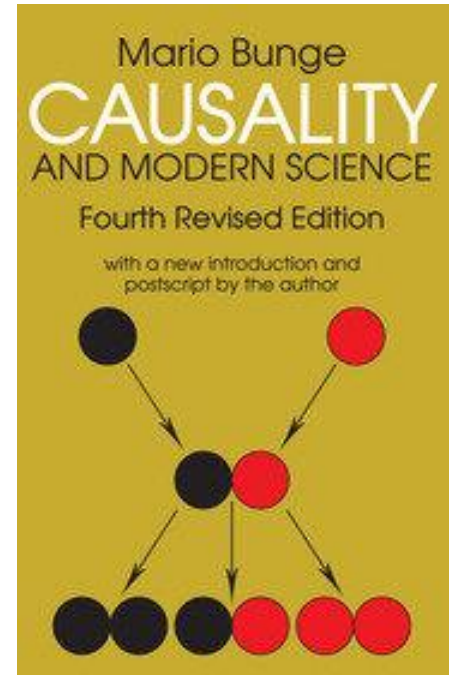
Humanitaari vaade: *eetiline eesmärk, vastutus*

Reaalteadlase
vaade:
põhjuslikkus

Connections between past, present & future



Slaughter 1994 *Futures*



**Kuidas olla edukas
muutuvas kliimas?**



KESKKONNAAMET



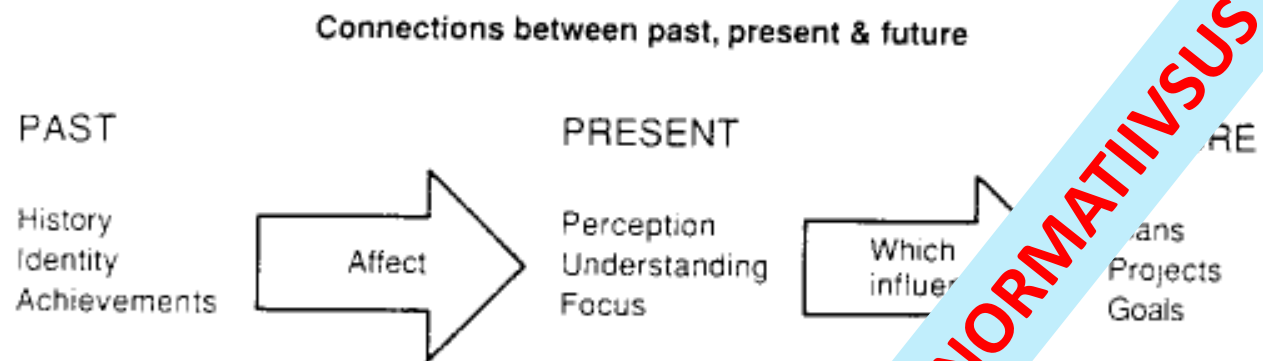
KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM

Miks tegeleda tulevikuproгноosidega?

Humanitaari vaade: *eetiline eesmärk, vastutus*

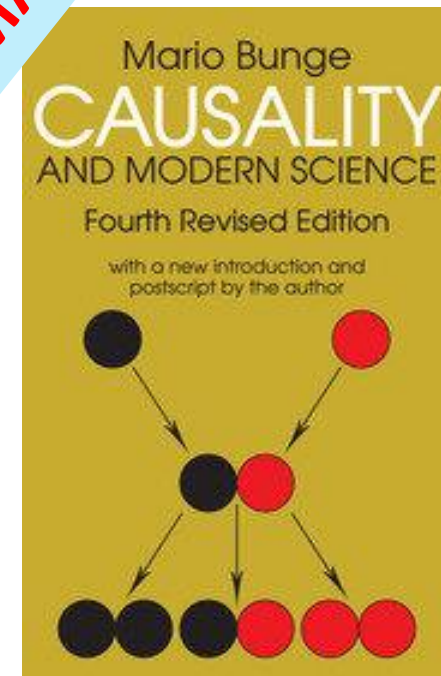


NORMATIIVSUS

Slaughter 1994 *Futures*

Reaalteadlase
vaade:
põhjuslikkus

VÕIMALIKKUS



TÕENÄOSUS



**Kuidas olla edukas
muutuvas kliimas?**



KESKKONNAMESIT

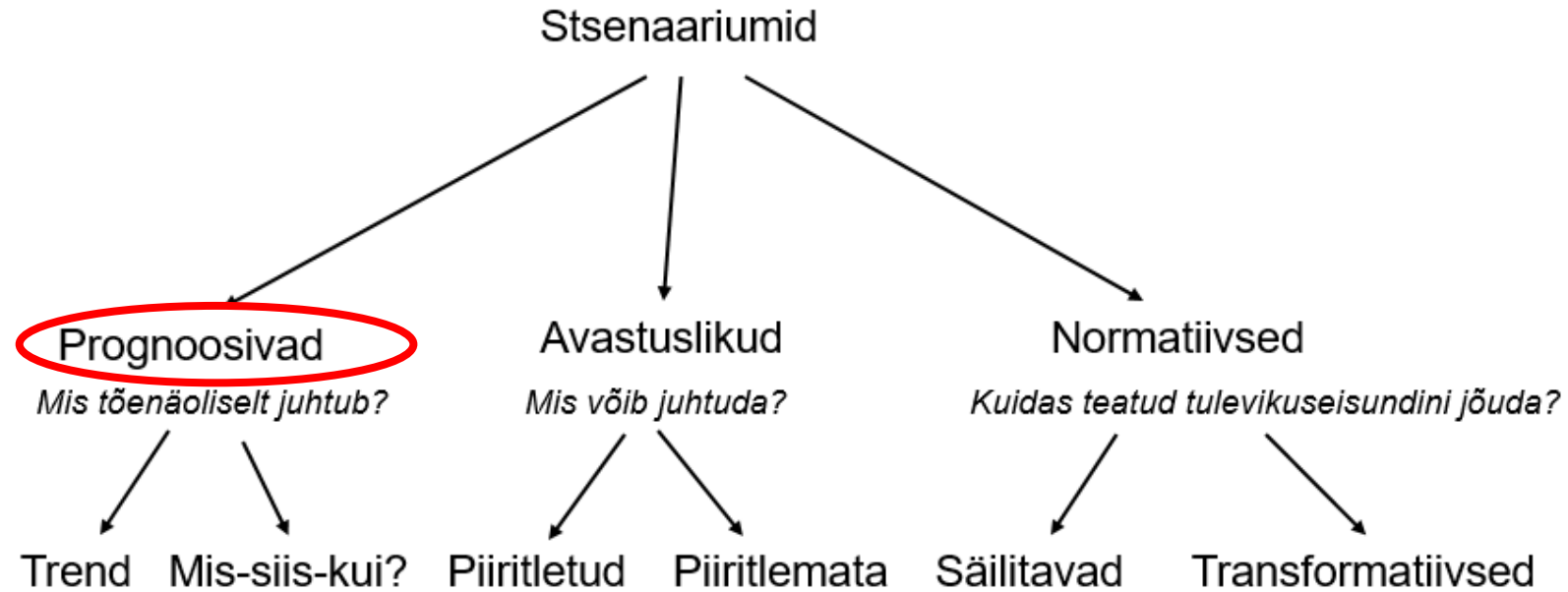


KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM

Tulevikustsenaariumide tüübid



Probleemipõhised

Lahenduspõhised

Börjeson jt 2006 *Futures*
Maier jt. 2016 *Environ. Softw. Modell.*



**Kuidas olla edukas
muutuvas kliimas?**



KESKKONNAAMET



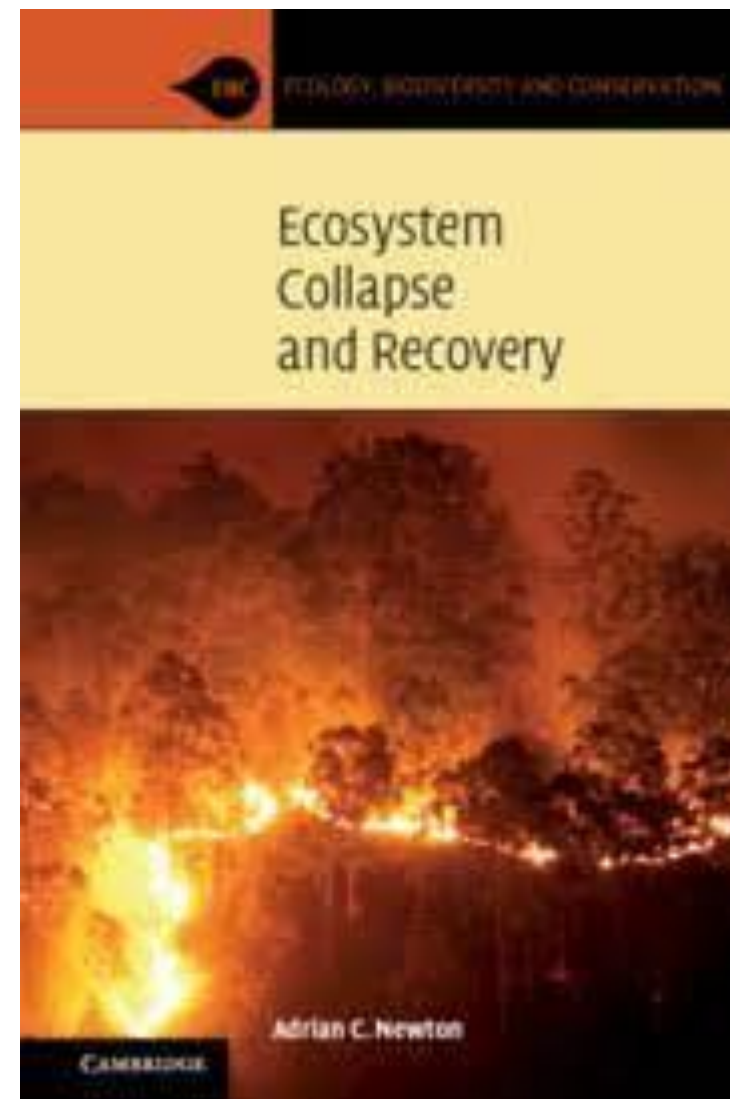
KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM

Ökosüsteemide „alkeemia“?

- Looduse määratu mitmekesisus ei tähenda, et *igasugused* ökosüsteemid on võimalikud, eriti kui need peaksid kestlikult hõlmama inimkonda
- **Millised ökosüsteemid on võimalikud ja tõenäolised? Millised toetavad inimkonda?**
 - lähteseisundid
 - piirtingimused
 - muutumisvõime



**Kuidas olla edukas
muutuvas kliimas?**



KESKKONNAAMET



KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM

Ökosüsteemide tulevikuprognosis

Küsimused ökoloogile:

- millised **ökoloogilised tingimused** on (mõistlikul määral) prognoositavad?
- milliseid **asjaolusid** me selleks teadma peame?

VIEWPOINT

Ecological Forecasts: An Emerging Imperative

James S. Clark,^{1*} Steven R. Carpenter,² Mary Barber,³ Scott Collins,⁴ Andy Dobson,⁵ Jonathan A. Foley,⁶ David M. Lodge,⁷ Mercedes Pascual,⁸ Roger Pielke Jr.,⁹ William Pizer,¹⁰ Cathy Pringle,¹¹ Walter V. Reid,¹² Kenneth A. Rose,¹³ Osvaldo Sala,¹⁴ William H. Schlesinger,¹⁵ Diana H. Wall,¹⁶ David Wear¹⁷

Clark jt 2001 *Science*



Kuidas olla edukas muutavas kliimas?

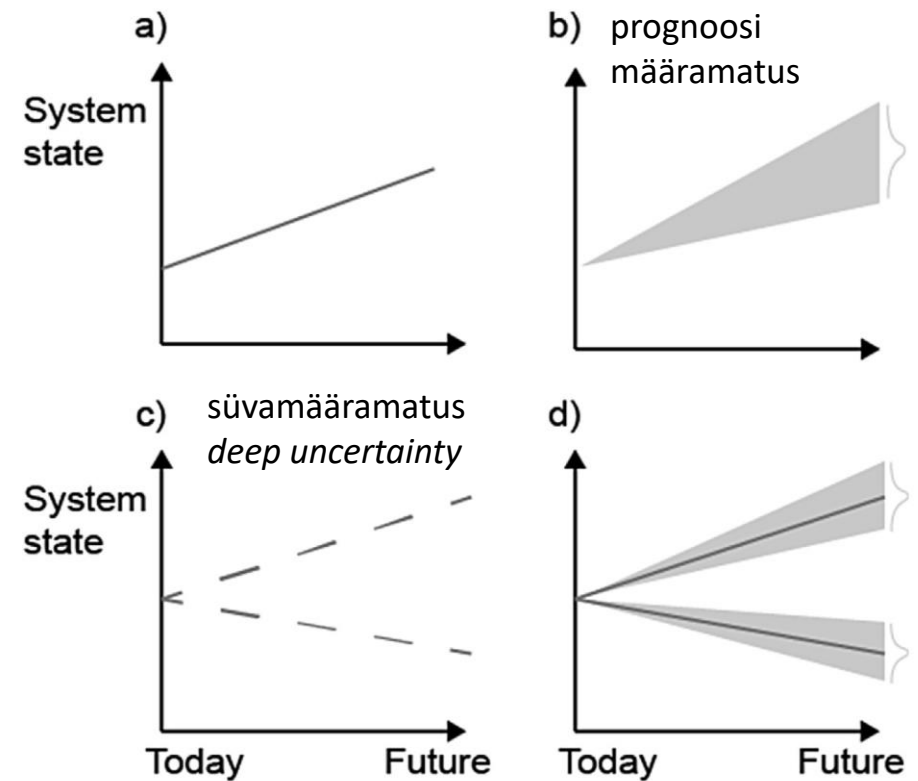


Fig. 1. Estimates of future system states according to different complementary paradigms for modelling the future: a) anticipating the future based on best available knowledge, b) quantifying future uncertainty, c) exploring multiple plausible futures, d) combining the three paradigms to address different sources of uncertainty within a problem. (Adapted from Mejia-Giraldo and McCalley (2014)).

Maier jt 2016 *Environ. Modell. Softw.*



KESKKONNAAMET



KESKKONNAAGENTUUR

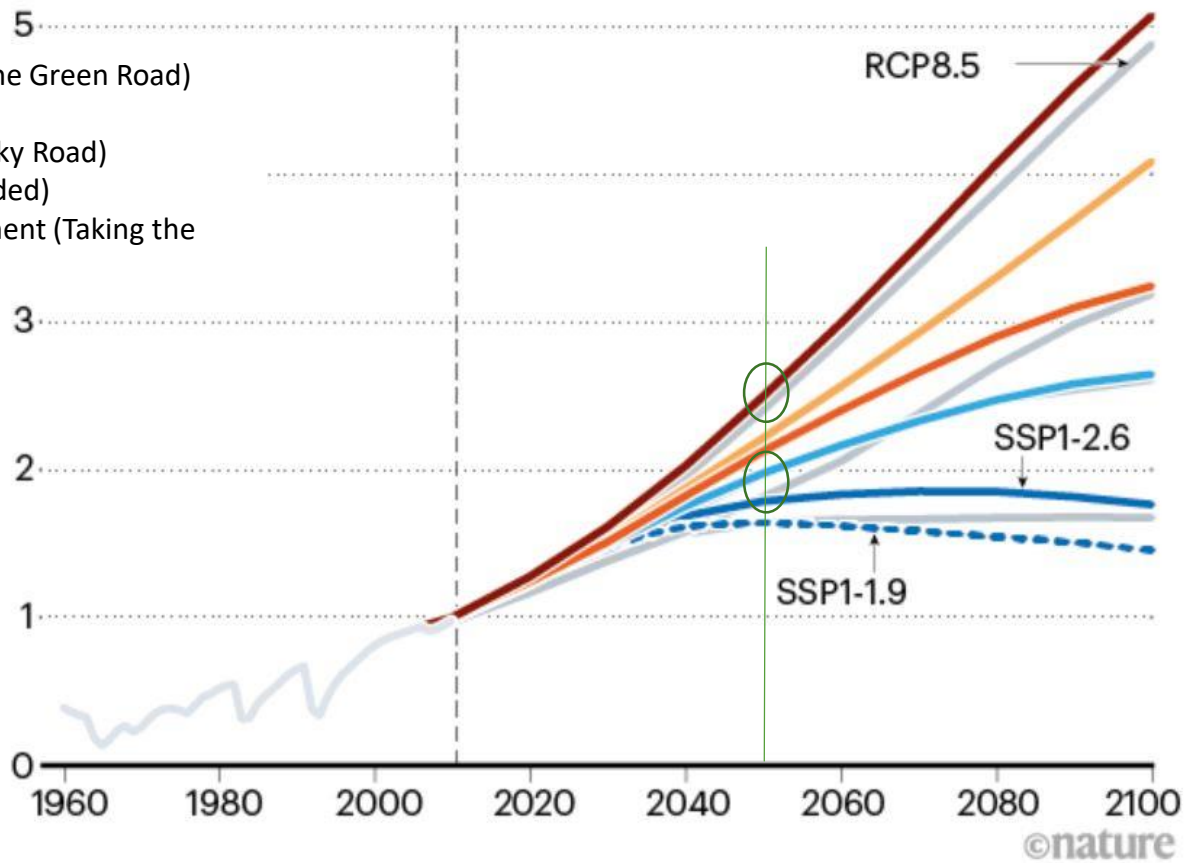


KLIIMAMINISTEERIUM

IPCC aruandes seotud RCP-dega



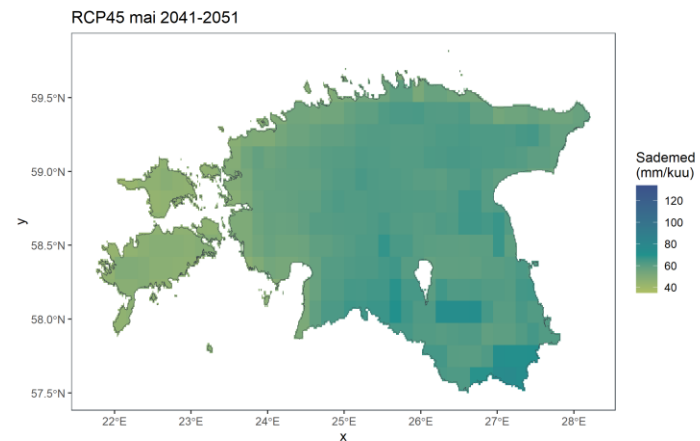
Temperature Increase (°C)



- SSP1: Sustainability (Taking the Green Road)
- SSP2: Middle of the Road
- SSP3: Regional Rivalry (A Rocky Road)
- SSP4: Inequality (A Road divided)
- SSP5: Fossil-fueled Development (Taking the Highway)

<https://www.nature.com/articles/d41586-020-01125-x>

Maikuu sademed 2041-2051 (RCP4.5).



CORDEX prognoos



Kuidas olla edukas muutavas kliimas?



KESKKONNAAMET



KESKKONNAAGENTUUR

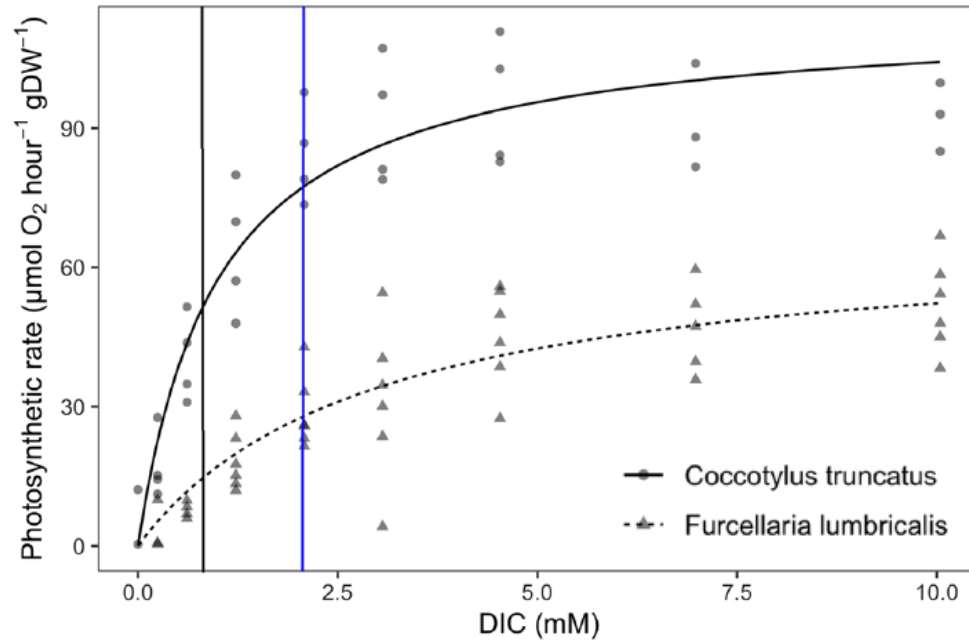


KLIIMAMINISTEERIUM

Kaitsealade
Tuleviku-
Stsenariumid



Protsessikiirused, üleminekutõenäosused



Pajusalu et al. 2020 *J Appl Phycol*

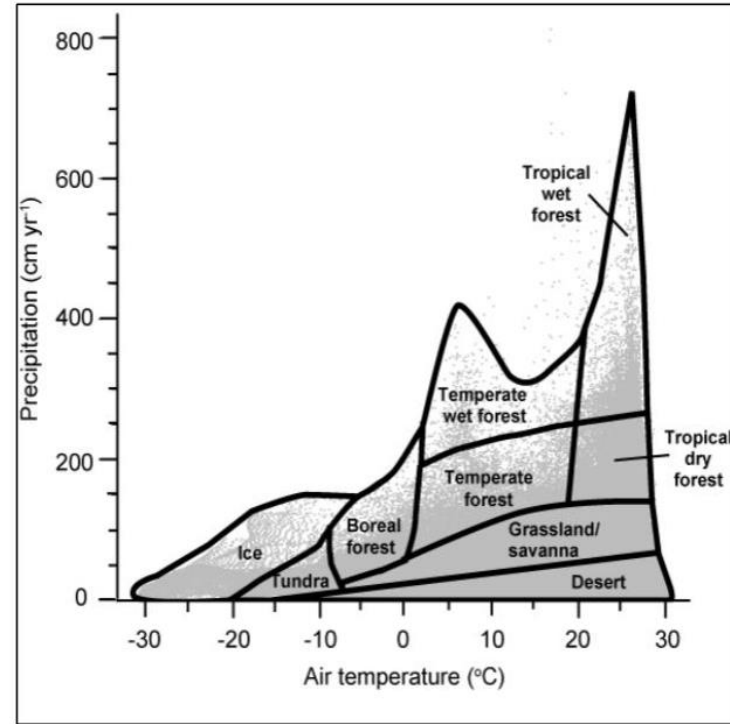


Figure 3.1. Distribution of the world's biomes (general categories of ecosystems) with respect to mean annual temperature and total annual precipitation (Chapin and others, 2011; used with permission). Gray dots show the temperature-precipitation regime of all terrestrial locations (excluding Antarctica) at 18.5 km resolution (data from New and others 2002).

Staudinger et al. 2012. Impacts of climate change on biodiversity, ecosystems, and ecosystem services. US Global Change Research Program



Kuidas olla edukas muutvas kliimas?



KESKKONNAAMET

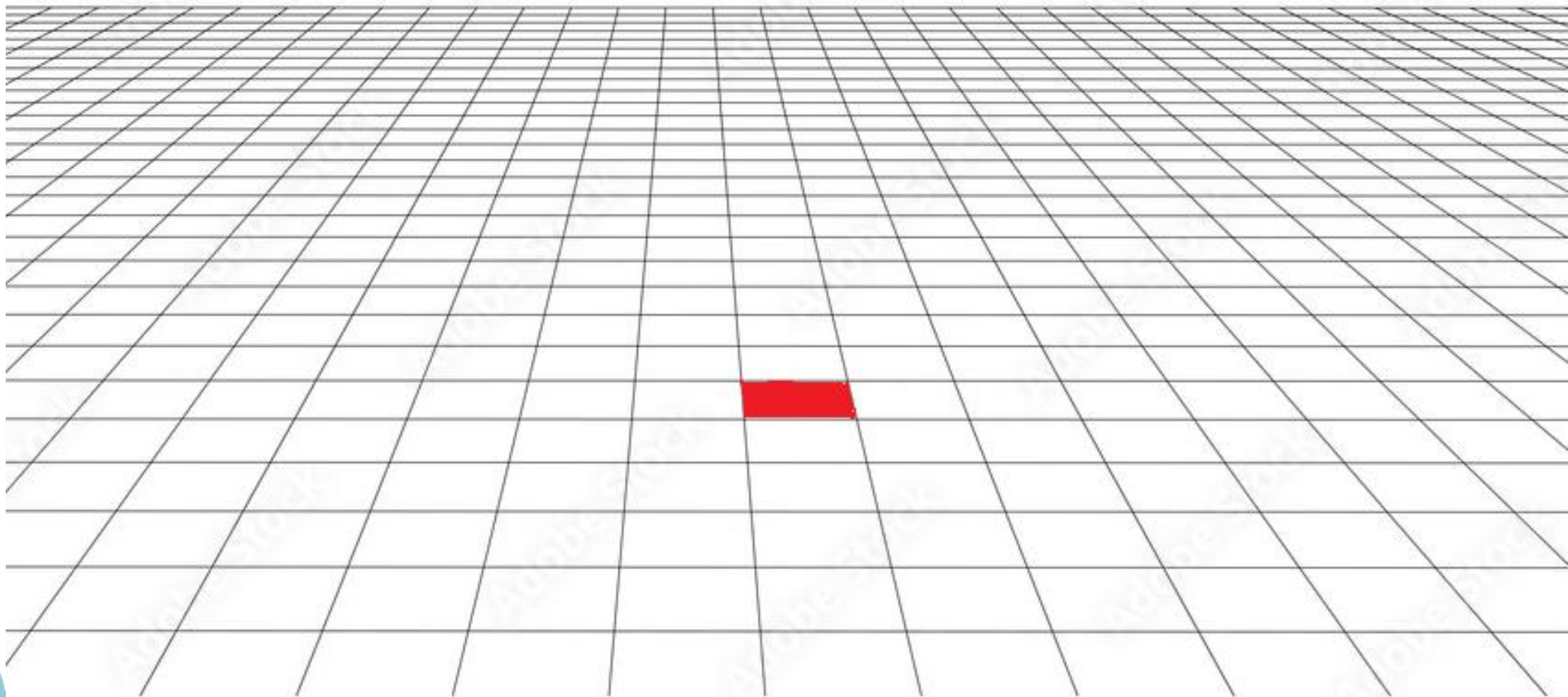


KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM

Reaalses ruumis



**Kuidas olla edukas
muutuvas kliimas?**



KESKKONNAAMET

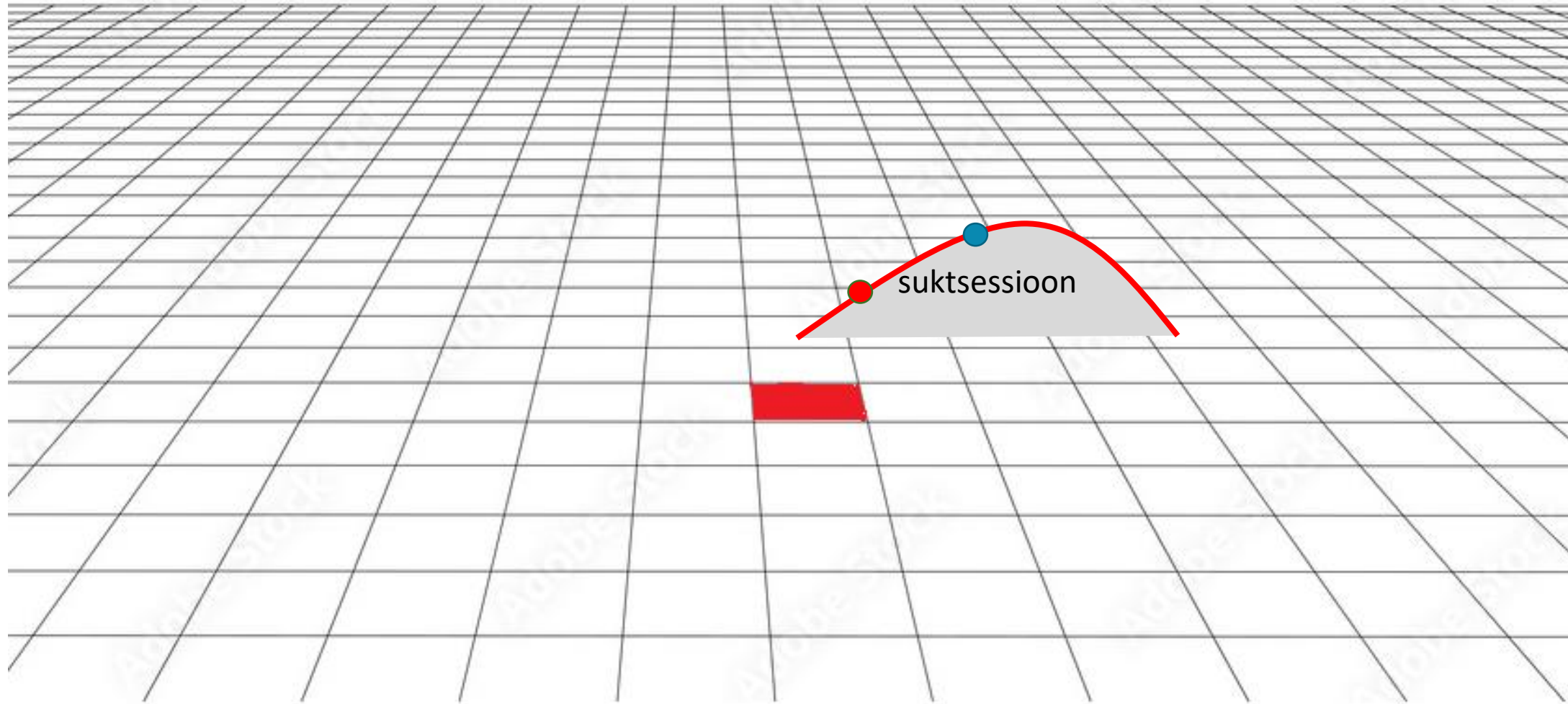


KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM

Reaalses ruumis



**Kuidas olla edukas
muutuvas kliimas?**



KESKKONNAAMET

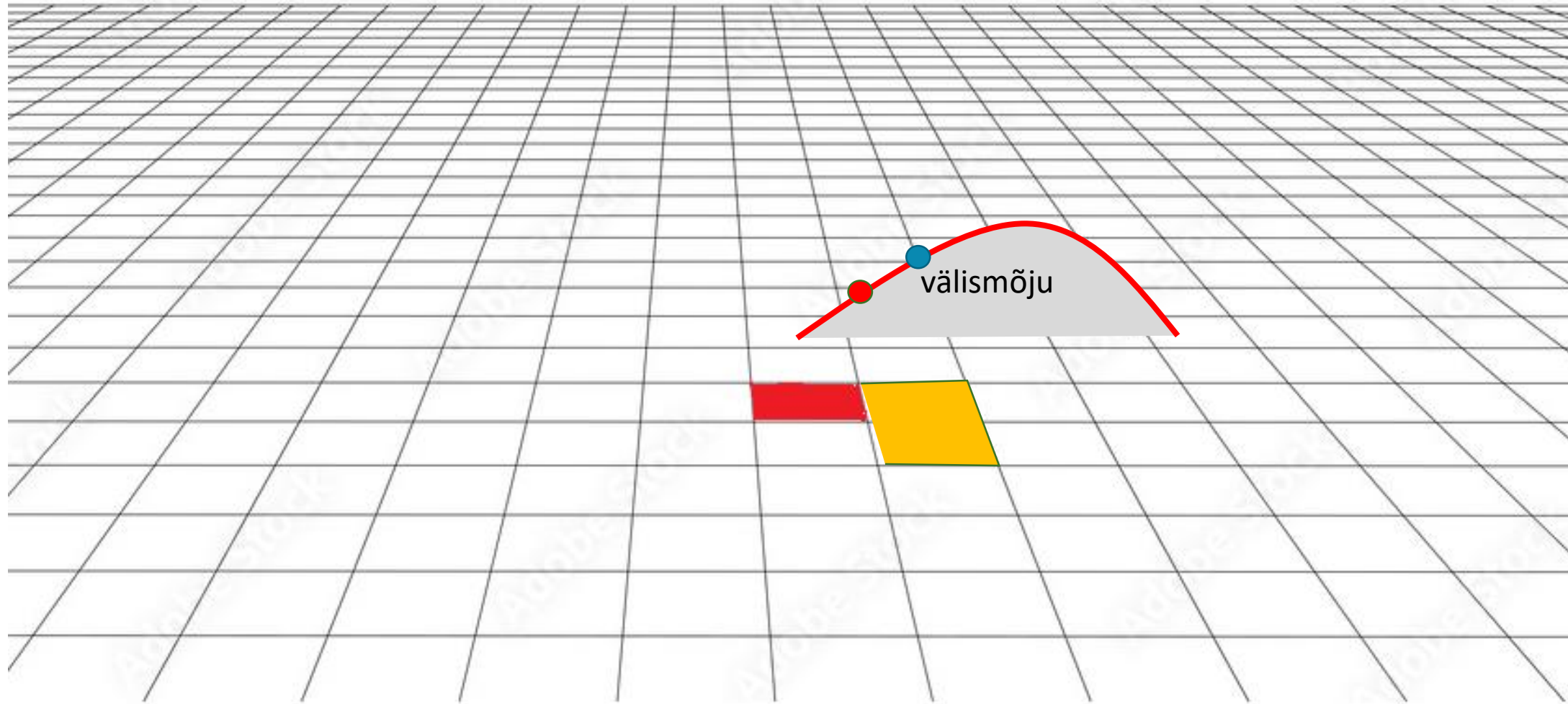


KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM

Reaalses ruumis



**Kuidas olla edukas
muutuvas kliimas?**



KESKKONNAAMET

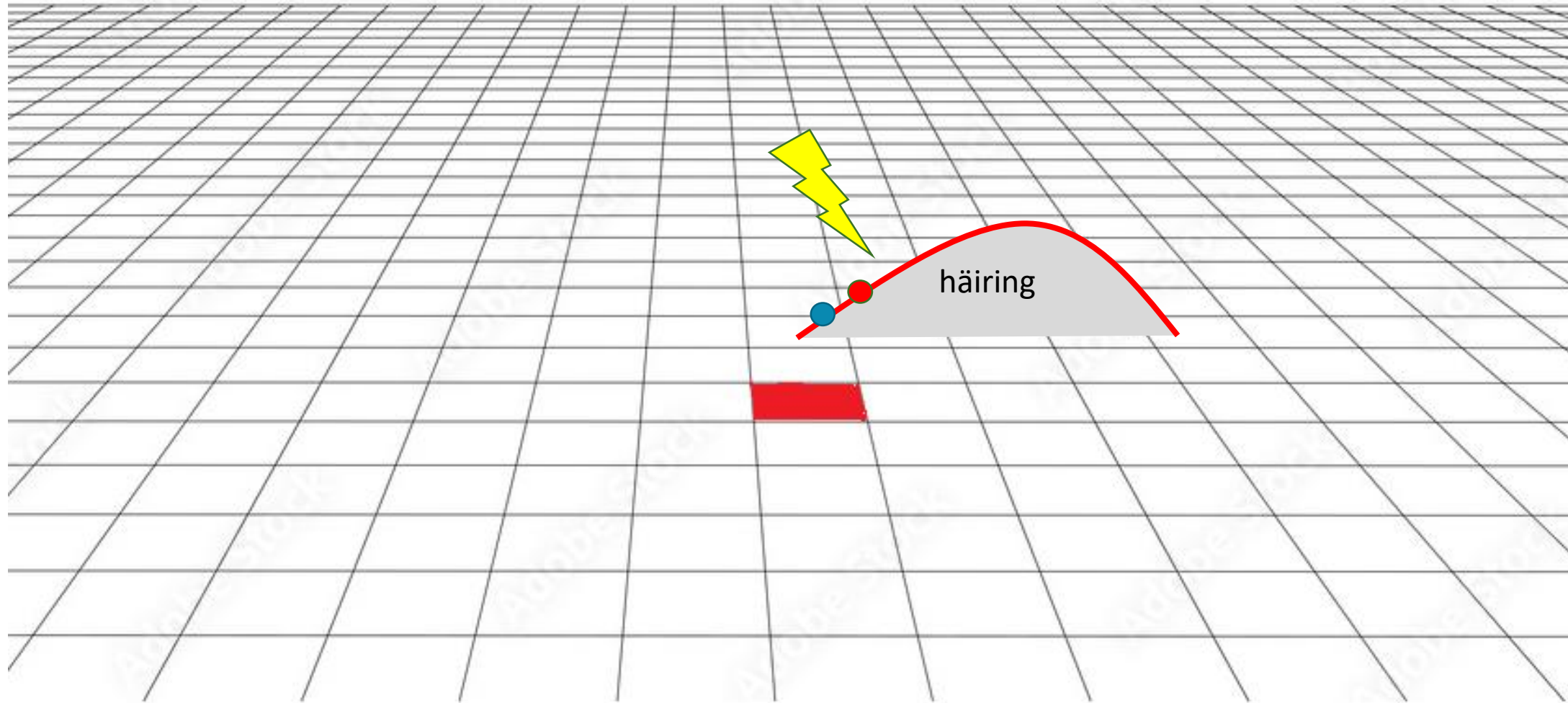


KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM

Reaalses ruumis



**Kuidas olla edukas
muutuvas kliimas?**



KESKKONNAAMET



KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM

KATUS prognoosimudelite osad

- lähteseisund
- **asjaoludest** olenevad *mõjukad* protsessid
- ... ja mõjukad sündmused
- mõjukad taustaprotsessid (foonitrendid)
- komponentide vahelised tagasisidemehhanismid
- ruumiline varieeruvus

kliimamõju

Kaitsealade
Tuleviku-
Stsenaariumid



Kuidas olla edukas muutuvas kliimas?



KESKKONNAAMET



KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM

Puistute piirid
(GIS)



Puistu kirjeldus



Puistu
majandamisrežiim



Kinnistute piirid,
omaniku tüübid,
kaitserežiimid



Stsenaariumid



Väljund:
„metsaregister“
aastal x



Lageraie
toimumine

Puistu vanuse ja
koosseisu muutus



Metsade simulatsioonimudel

Kaasik jt, *PLoS ONE* in review



Kuidas olla edukas muutuvas kliimas?



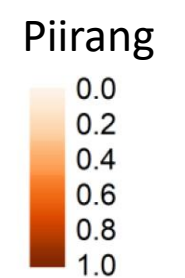
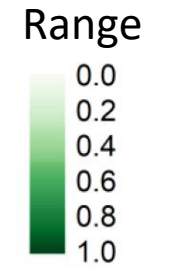
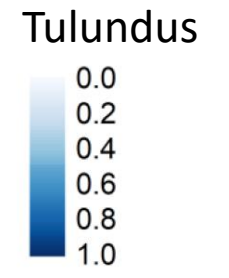
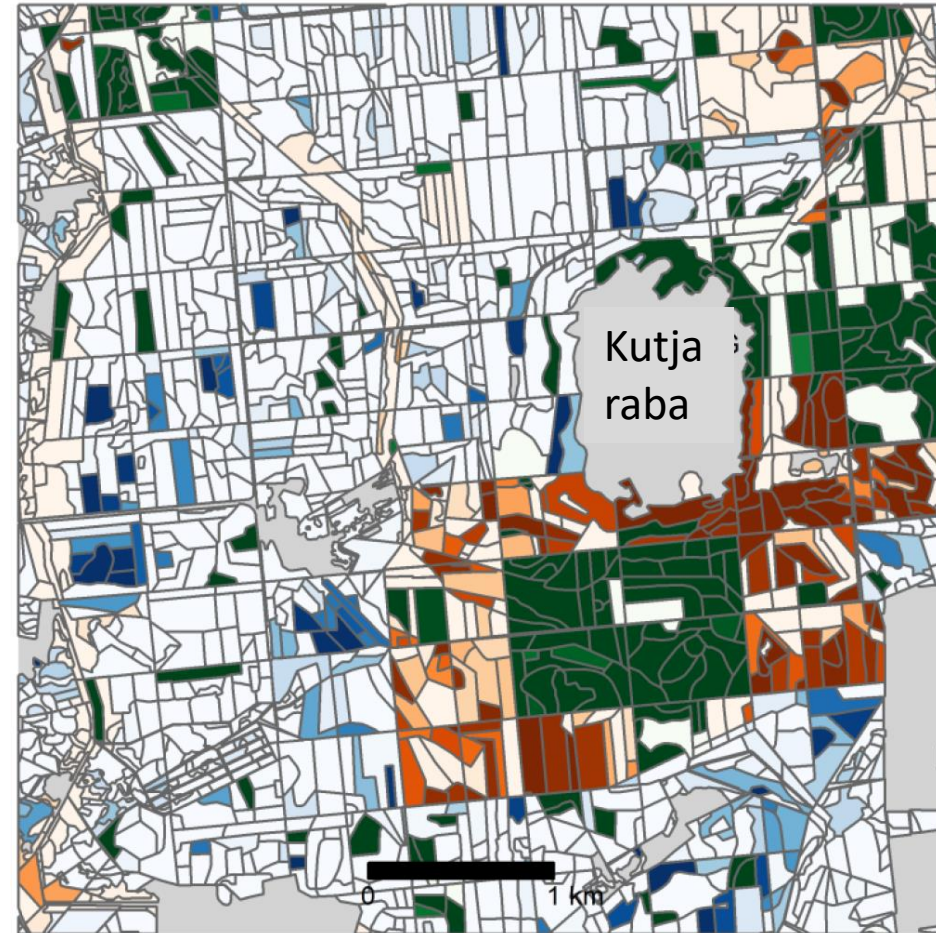
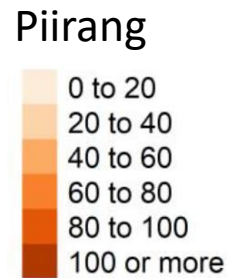
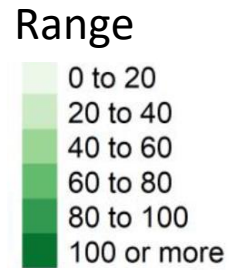
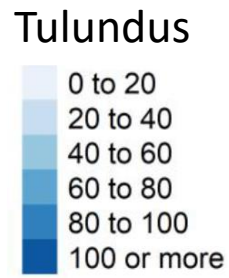
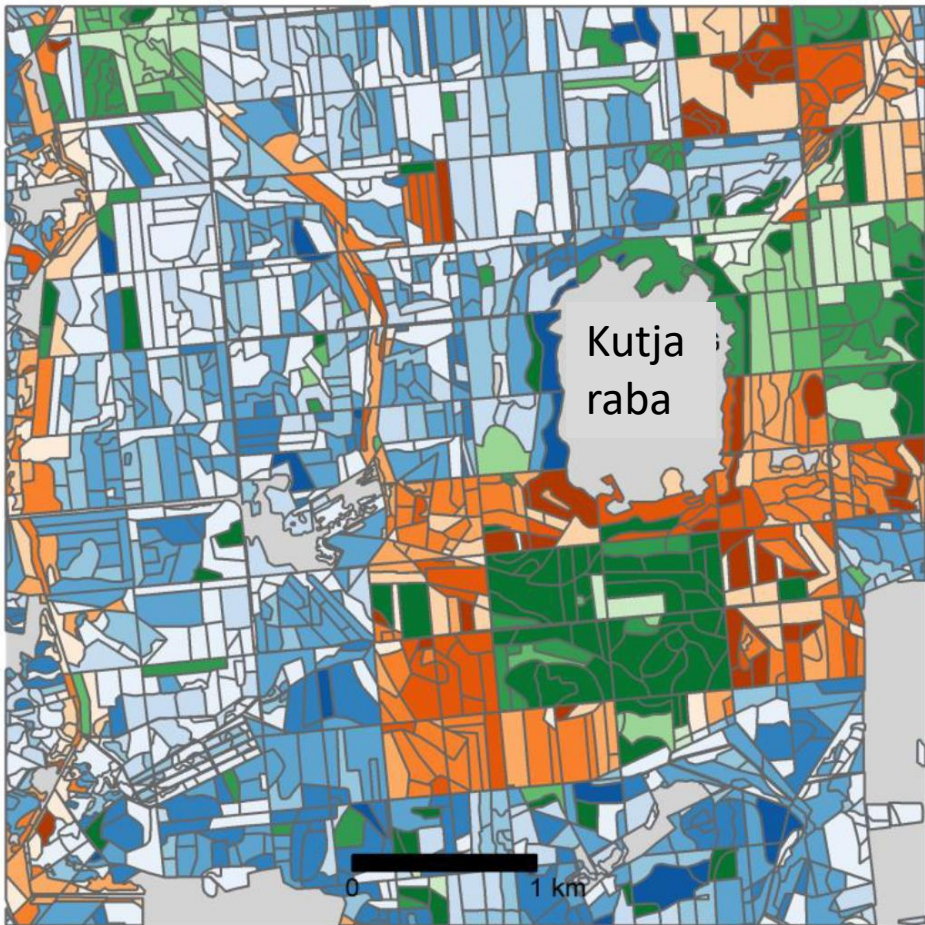
KESKKONNAAMET



KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM



Näide: vanuselisest struktuurist 2022 kuni 80-aastaste puistute tõenäosuseni 2050

Kaasik jt, *PLoS ONE* in review



**Kuidas olla edukas
muutuvas kliimas?**



KESKKONNAAMET

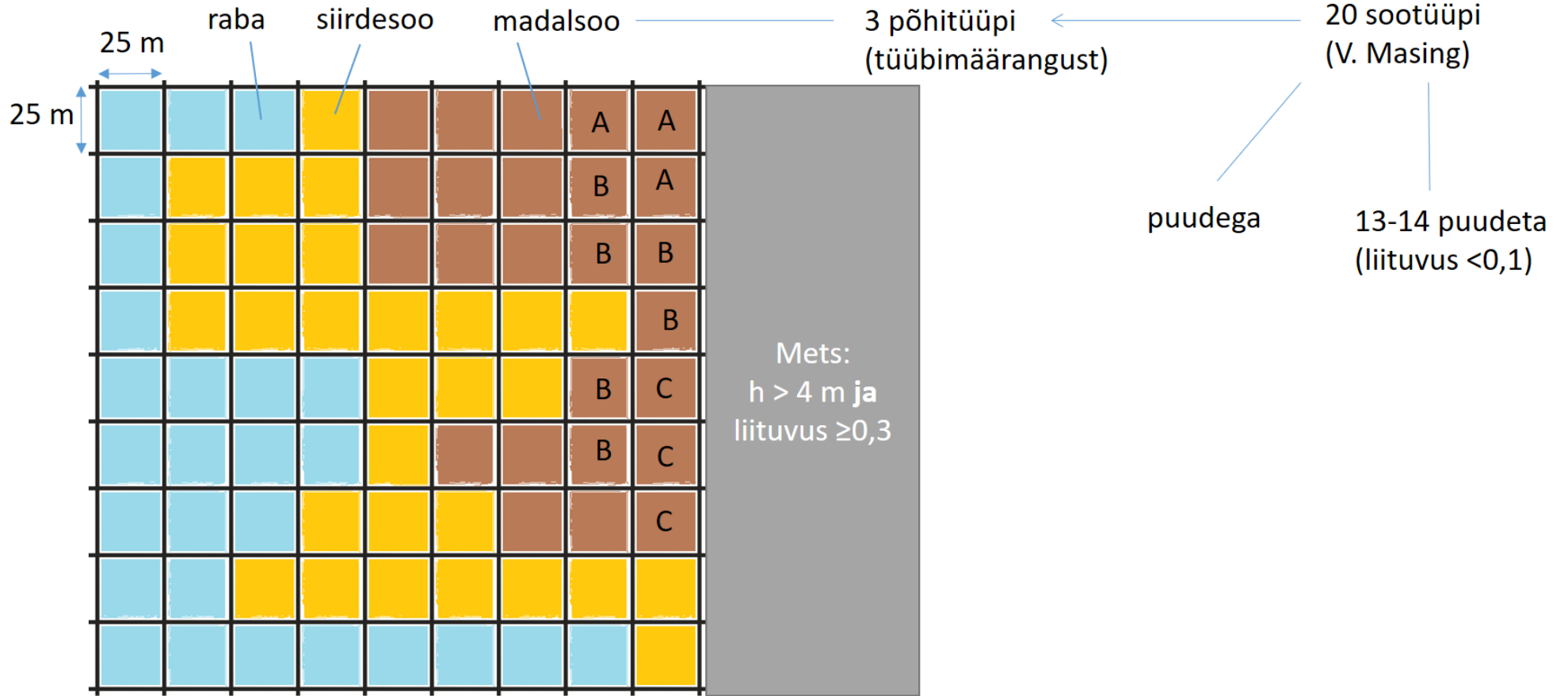


KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM

Soode simulatsioonimudel



Kuidas olla edukas muutuvast kliimas?



KESKKONNAAMET

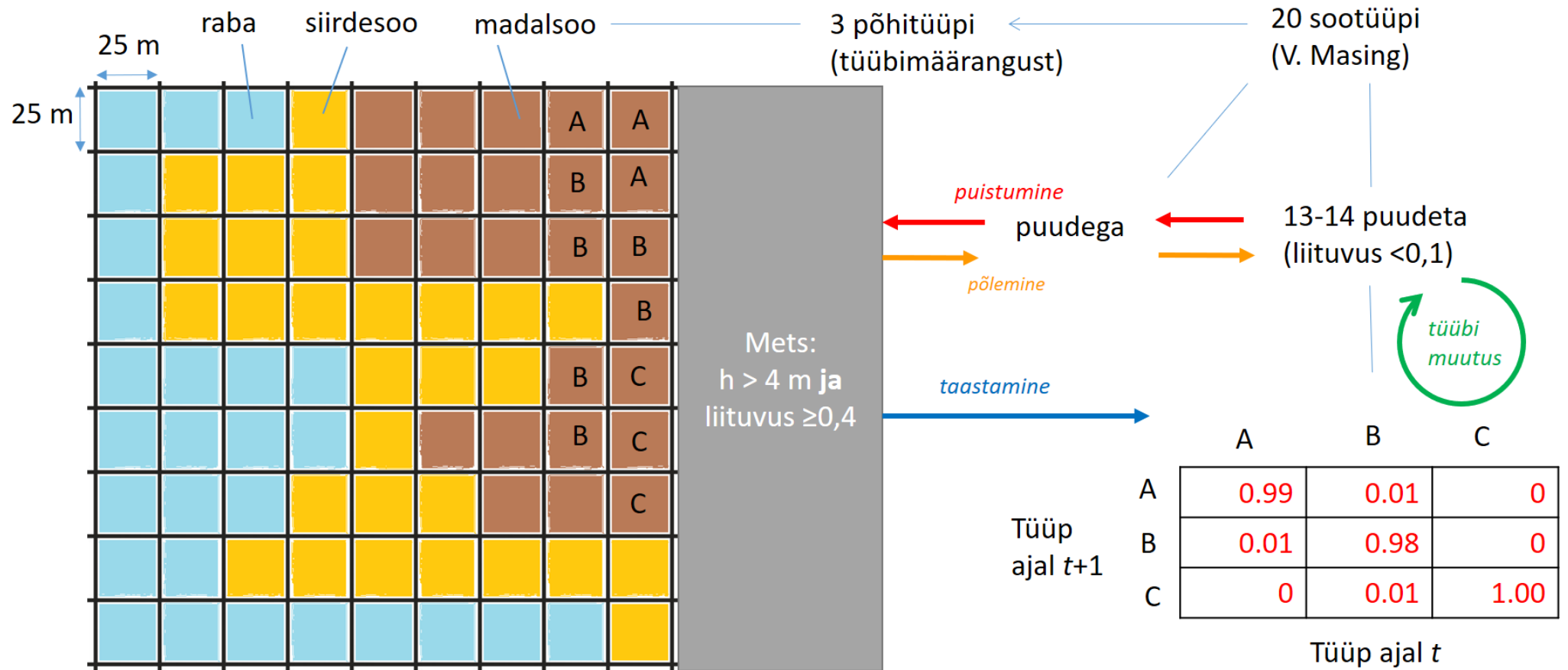


KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM

Soode simulatsioonimudel



Kuidas olla edukas muutuvast kliimas?



KESKKONNAAMET

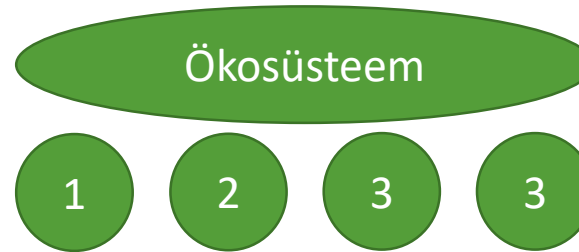
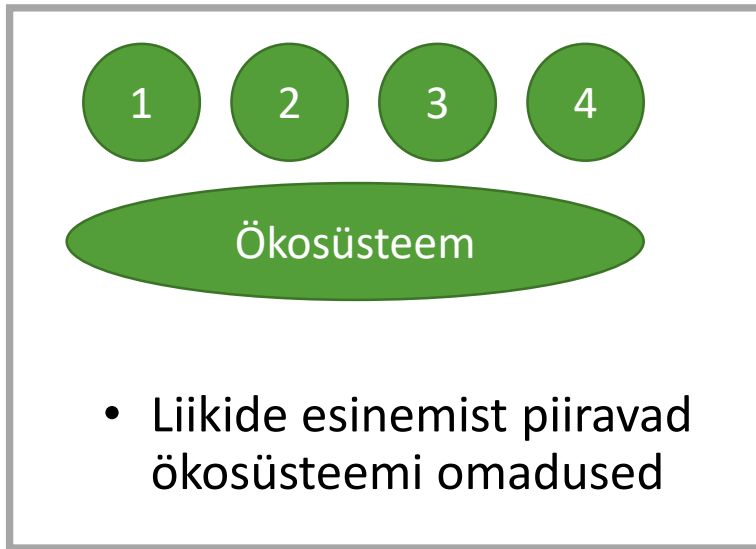


KESKKONNAAGENTUUR

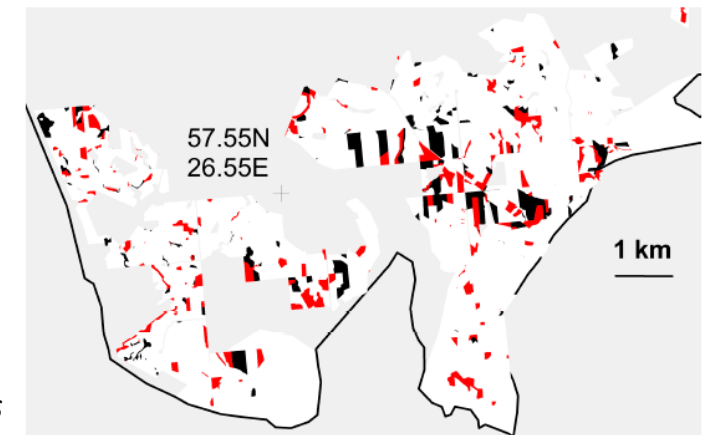


KLIIMAMINISTEERIUM

KATUS: liigid modelleeritavate tingimuste valiku alusena



- Ökosüsteemi muutus muudab liikide kooslusi



Lõhmus jt 2020 *Forests*



**Kuidas olla edukas
muutuvas kliimas?**



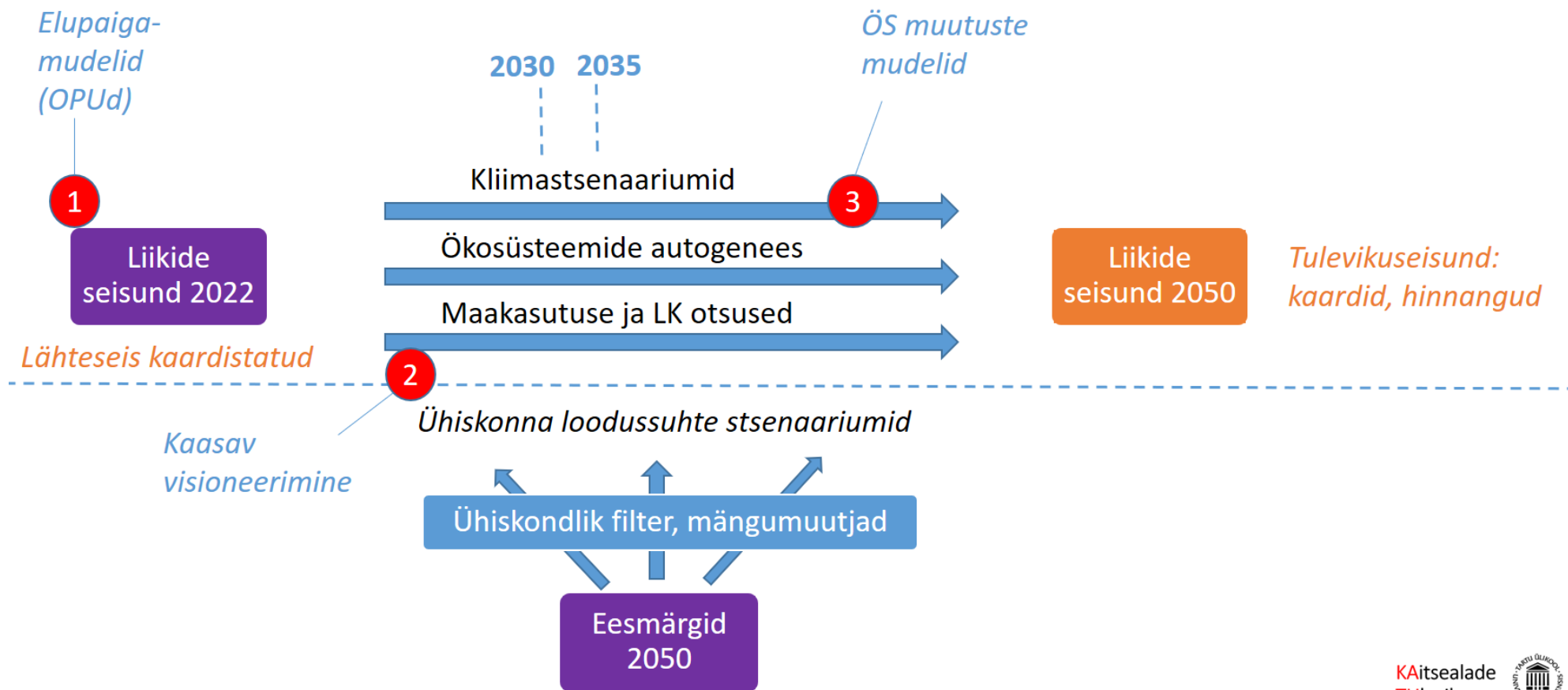
KESKKONNAAMET




KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM



Kaitsealade
Tuleviku-
Stsenaariumid




Kuidas olla edukas muutavas kliimas?



KESKKONNAAMET

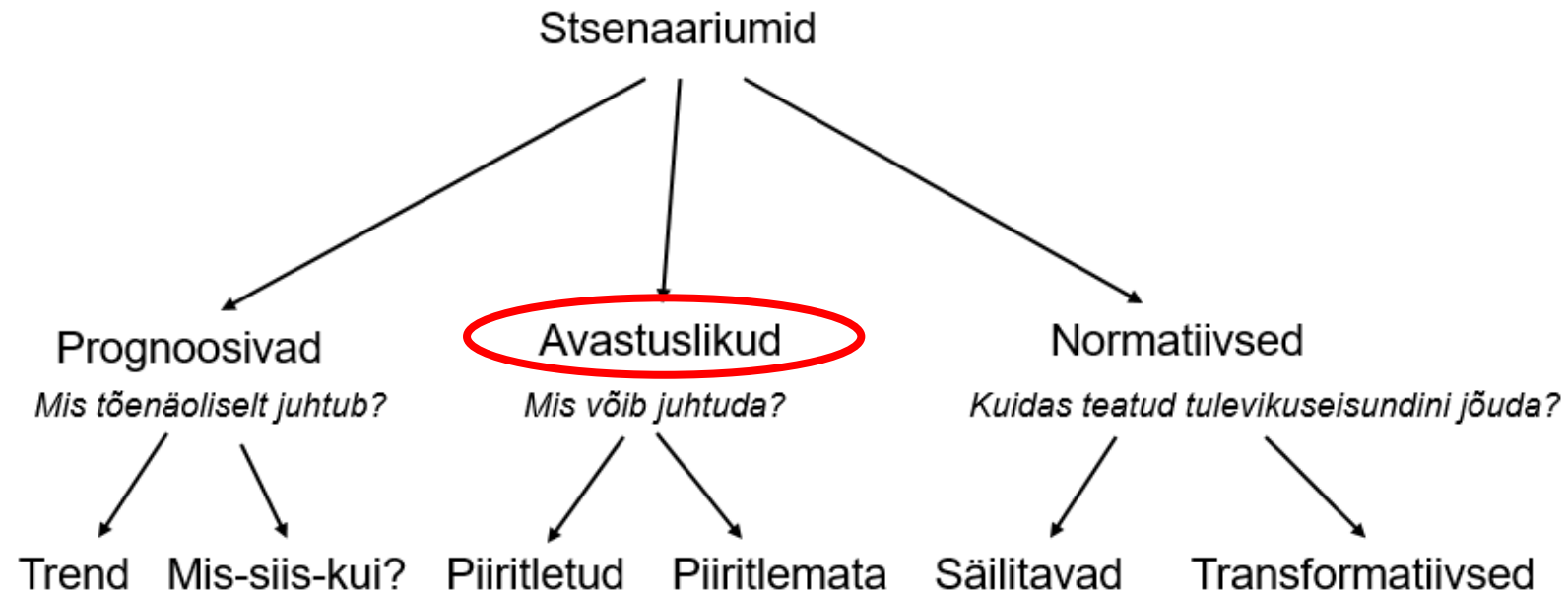


KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM

Sotsiaalmajanduslikud stsenaariumid



Probleemipõhised

Lahenduspõhised

Börjeson jt 2006 *Futures*
Maier jt. 2016 *Environ. Softw. Modell.*



**Kuidas olla edukas
muutuvas kliimas?**



KESKKONNAAMET



KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM

Tulevikuvisioonid on tähtsad

- *visioneerimine*: loominguline terviklik planeerimisetapp
 - oluline suure määramatusega kohanemisprotsessides
 - erineb prognoosist ja riskianalüüsist
- seovad suure hulga **keerulist** infot (sh. väärtusi)
- võimaldavad **hinnanguid** ja seega ühiskondlikku kokkulepet, millega kaasneb terve komplekt eesmärke ja rakendusi
- järelikul võivad muuta maailma

Robert Costanza (s. 1950)



<http://www.ecologyandsociety.org/vol4/iss1/art5>



**Kuidas olla edukas
muutuvas kliimas?**



KESKKONNAAMET



KESKKONNAAGENTUUR



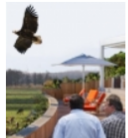
KLIIMAMINISTEERIUM

Nature Outlook project



PERSPECTIVES ON THE FUTURE OF NATURE IN EUROPE: IMPACTS AND COMBINATIONS

Report



Perspectives on the future of nature in Europe: storylines and visualisations

The occurrence of many species in the EU is expected to decline further, making it difficult to achieve the 2050 policy vision. The Nature Outlook study elaborates four perspectives on the future of nature, in search for new approaches to this persistent problem. This...

12-04-2017 | Publication | Topic: [Nature, landscapes and biodiversity](#)



Strengthening cultural identity
People consider nature and the landscape part of their local and regional communities.



Allowing nature to find its way
People feel strongly about the value of nature, providing it enough space and time to evolve.



Going with the economic flow
Nature serves lifestyles (production-oriented), leaving management to businesses and citizens.



Working with nature
Aiming for long-term preservation of natural processes and delivery of services to people.

<https://www.pbl.nl/en>



Kuidas olla edukas muutavas kliimas?



KESKKONNAAMET



KESKKONNAAGENTUUR



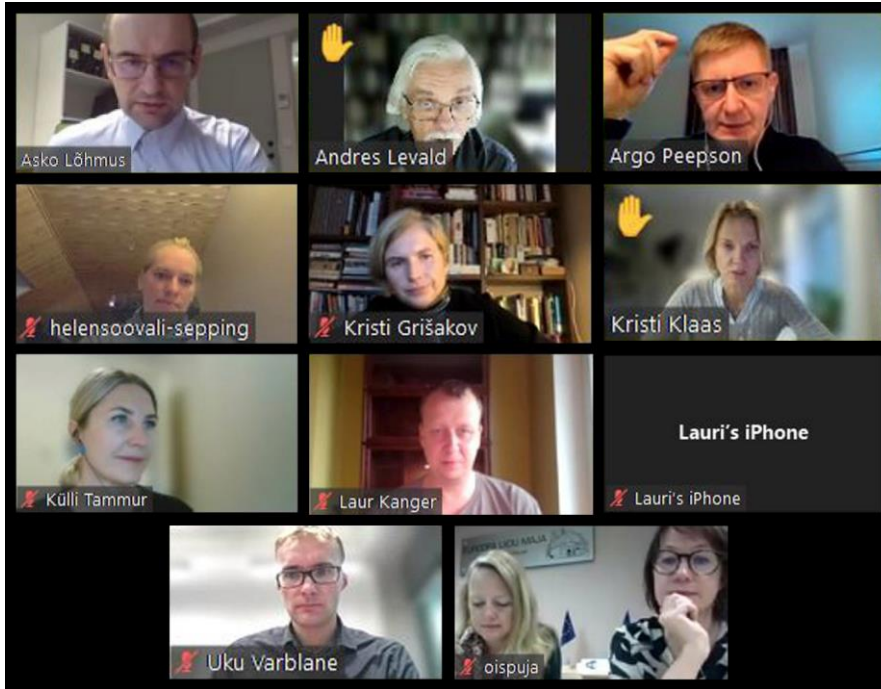
KLIIMAMINISTEERIUM

Loodussuhe 2050: stsenaariumid

- sisend 3 küsimusest keskkonnavisionääridele

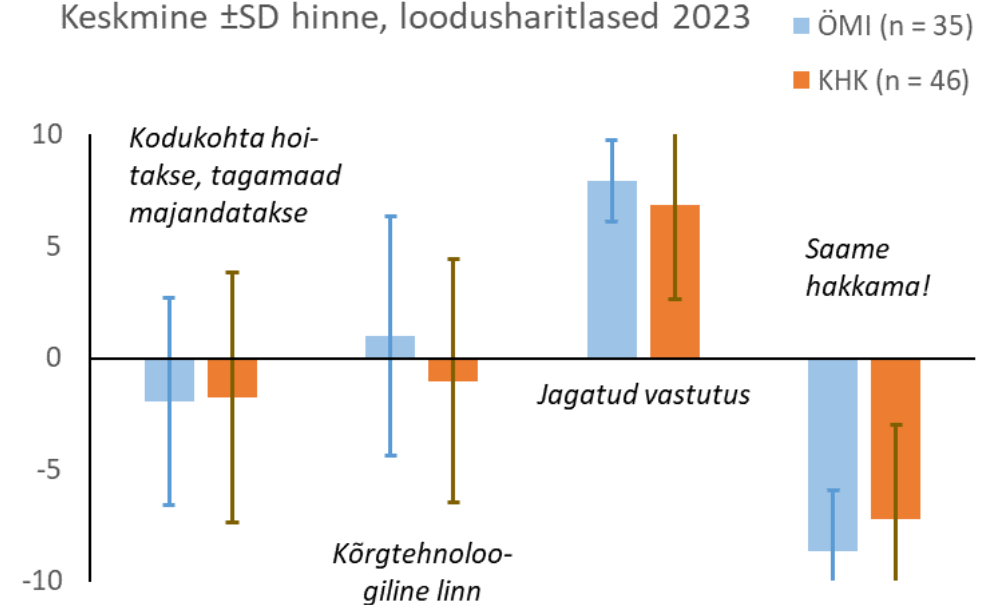
21.10.2022

* *suhe* hõlmab nii tarbimissuhteid (ressursid, loodushüved), õiguslik-poliitilist-instituutsionaalset regulatsiooni kui ka inimeste kultuurilist suhet.
stsenaarium = suhtetervik



WWW

Keskmine \pm SD hinne, loodusharitlased 2023



Kuidas olla edukas muutavas kliimas?



KESKKONNAAMET



KESKKONNAAGENTUUR



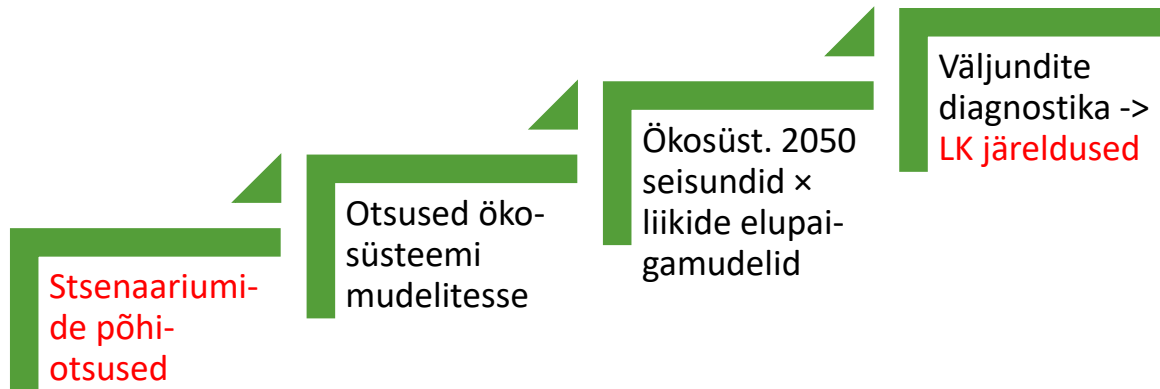
KLIIMAMINISTEERIUM

Kaitsealade
 Tuleviku-
 Stsenaariumid



KATUS töövoog, talv 2023/2024

- inimsisend alguses ja lõpus



50 „esinduslikku“ liiki
×
2-5 milj. ruumiüksust
×
3 (28) aastat
×
50 kordust („jooksu“)
×
8 stsenaariumi
×
5 põhiotsust
↓
n järeldust?

Kaitsealade
Tuleviku-
Stsenaariumid



Kuidas olla edukas muutavas kliimas?



KESKKONNAAMET



KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Environmental Management

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jenvman



Review

Restoration dilemmas between future ecosystem and current species values: The concept and a practical approach in Estonian mires

Liina Remm^{a,*}, Asko Lõhmus^a, Eerik Leibak^b, Marko Kohv^c, Jüri-Ott Salm^b, Piret Lõhmus^d, Raul Rosenvald^c, Kadri Runnel^{a,f}, Kai Vellak^d, Riinu Rannap^a

Ecological Engineering 192 (2023) 106968



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Environmental Management

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jenvman



Research article

Short-term responses of the soil microbiome and its environment indicate an uncertain future of restored peatland forests

Kadri Runnel^{*}, Heidi Tamm, Marko Kohv, Mari Pent, Kai Vellak, Jaanis Lodjak, Asko Lõhmus

Institute of Ecology and Earth Sciences, University of Tartu, J. Liivi 2, 50409, Tartu, Estonia



Contents lists available at ScienceDirect

Ecological Engineering

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecoleng



Bernes et al. *Environ Evid* (2015) 4:25
DOI 10.1186/s13750-015-0050-7

Environmental Evidence

Overview Articles

Just a Ditch in Forest? Reconsidering Draining in the Context of Sustainable Forest Management

ASKO LÕHMUS, LIINA REMM, AND RIINU RANNAP

Creating ditches to drain forests to improve timber production is often overlooked as an ecosystem modifier; the practice is commonplace and not easy to see, and it changes the ecosystem slowly. However, a closer look reveals a complex of feedback-regulated, largely indirect, and wide-ranging impacts of the changed hydrology on biodiversity. Our synthesis of those fragmentarily studied impacts highlights a frequent formation of unprecedented biotic assemblages with unclear long-term prospects and consequences for the ecosystem functioning. We present a context-dependent framework to support harmonizing the ditching practices with sustainable forest management—a challenging but scientifically exciting task that requires novel approaches to landscape planning, silviculture, and wetland restoration.

Keywords: applied ecology, biodiversity, ecosystem engineering, forestry, wetlands

Open Access



SYSTEMATIC MAP

What is the impact of active management on biodiversity in boreal and temperate forests set aside for conservation or restoration? A systematic map

Claes Bernes^{1*}, Bengt Gunnar Jonsson², Kaisa Junninen³, Asko Lõhmus⁴, Ellen Macdonald⁵, Jörg Müller⁶ and Jennie Sandström²



Kuidas olla edukas muutavas kliimas?



KESKKONNAAMET



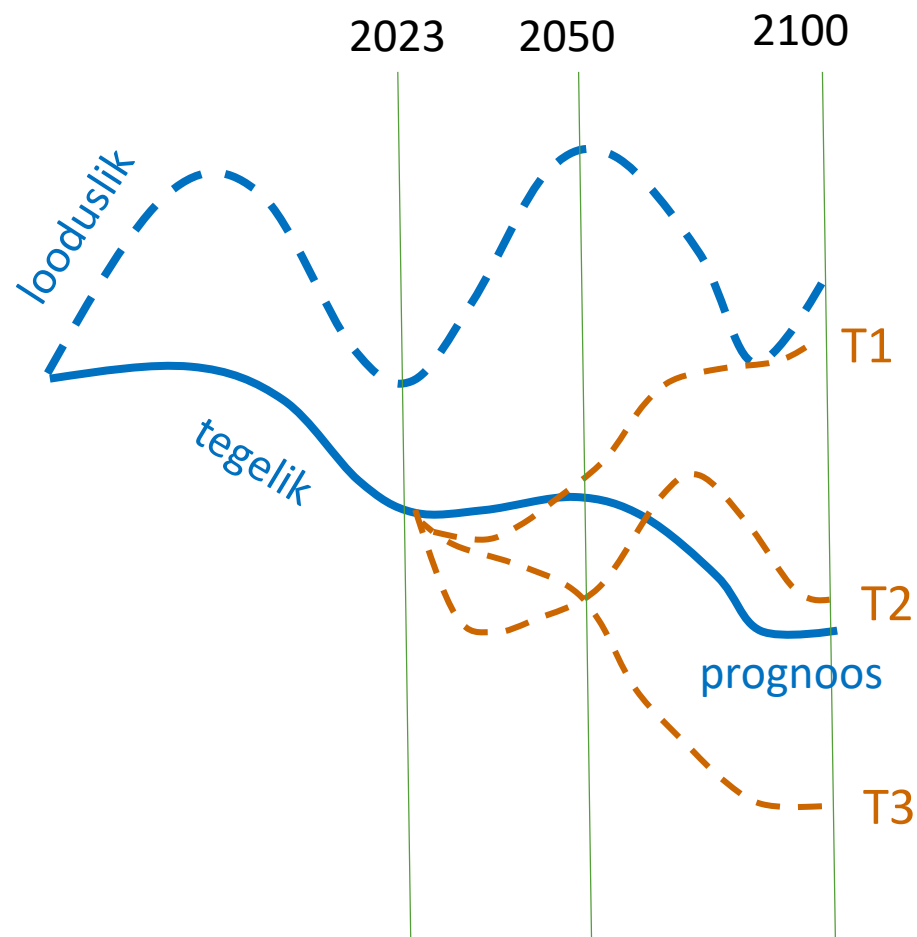
KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM

Ökoloogilise taastamise prognoos

- lisandub **taastumistrajektoori** ebamäärasus
 - sh hooldusmeetmete kestlikkus
- võrrelda tuleks alternatiivseid prognoose
 - pärandkooslustes keeruline
- sotsiaalmajanduslikud aspektid
 - alternatiivne investering
 - püsikulud
 - sotsiaal-kultuuriline mõju



**Kuidas olla edukas
muutuvas kliimas?**



KESKKONNAAMET



KESKKONNAAGENTUUR

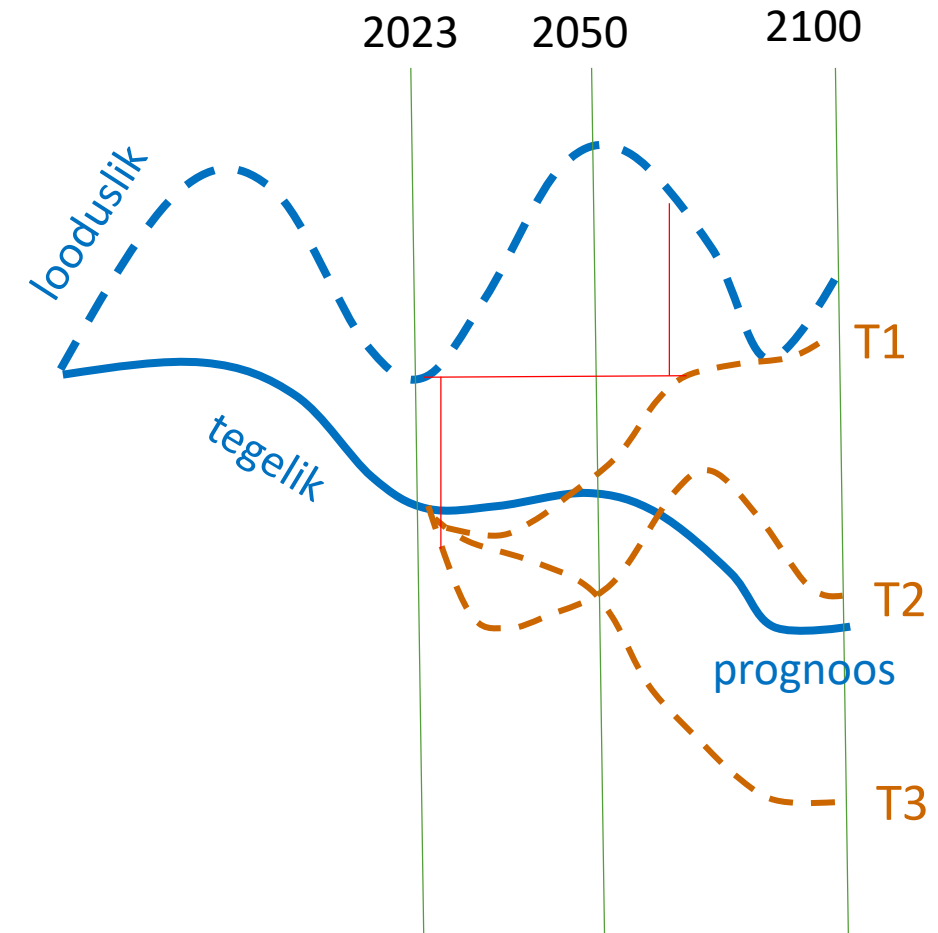


KLIIMAMINISTEERIUM

Taastunud – misasi?
„taastatud“ ≠ taastunud ≠ looduslik

Ökoloogilise taastamise prognoos

- lisandub **taastumistrajektoori** ebamäärasus
 - sh hooldusmeetmete kestlikkus
- võrrelda tuleks alternatiivseid prognoose
 - pärandkooslustes keeruline
- sotsiaalmajanduslikud aspektid
 - alternatiivne investering
 - püsikulud
 - sotsiaal-kultuuriline mõju



Kuidas olla edukas
muutuvas kliimas?



KESKKONNAAMET



KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM

Määramatus ja ettevaatusprintsiiip?



**Kuidas olla edukas
muutuvas kliimas?**



KESKKONNAAMET



KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM

Taastada tulevikku?

	Soovitav	Tõenäoline	Halvim
Majandades	M1	M2	M3
Kaitstes		K2	
Taastades	T1	T2	T3

Tulu vs. keskkonnakulu

Hüved 1 vs. maa alternatiivkulu

Hüved 2 vs taastamiskulu + alternatiivkulu



**Kuidas olla edukas
muutuvas kliimas?**



KESKKONNAAMET



KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM

Kokkuvõte

- Ökosüsteemide tulevikuprognosis põhineb:
 - nende dünaamika ja välismõjude tugevatel põhjuslikel seostel
 - seoste mõõdetud väärtustel (parameetritel)
 - terviklikel sotsiaalmajanduslikel tulevikuvisionidel
 - informatiivsetel väljundtunnustel
- KATUS annab Eesti looduse kohta esmased mudelid ja arvprognosisid
- Prognoosi määramatus ja ettevaatusprintsip on ka ökol. taastamise kriteeriumid



**Kuidas olla edukas
muutuvas kliimas?**



KESKKONNAAMET



KESKKONNAAGENTUUR



KLIIMAMINISTEERIUM