



Metsamajandamise mõjude leevendamine

Jaan Liira

Ökoloogia ja maateaduste instituut
Tartu Ülikool

26 märts 2026

1



Mets

Mets on ökosüsteem, mis koosneb metsamaast, sellel kasvavast taimestikust ja seal elunevast loomastikust.

(Metsaseadus 2006, § 3)

Mets on ökosüsteem, mis koosneb metsamaast ja sealsest elustikust

(Uue seaduse eelnõu juuli 2024)

ökosüsteem = keskkond * elustik

2



Mets



3



Mets(amaa)



4



Mets



Ida-Austraalia

5



Mets

Kogemus



Kesk-Rootsi

6



Metsa ja puistu struktuur

Metsa struktuur –

- puude ja teiste taimede liigiline koosseis ja kolmemõõtmeline paigutus
- keskkonda loovad tingimused: muld, pinnavormid, veekogud

Puistu koosseis – puuliikide osakaaluline jaotus täisprotsentides rinnete kaupa (tagavara alusel, puude arvu põhjal, võrade liituse põhjal)

Metsa (sh puistu) struktuur koosneb struktuurielementidest, mis pakuvad mikroelupaiku erinevatele elurikkuse esindajatele.

(PEFC ST tööühm)

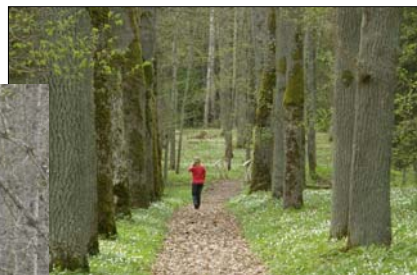
7



Teised puudega alad

Korratu ja korralise seaduga puistud väljaspool metsamaad

Pargid ja alleed



8



Puistu struktuur

Kujundamine ja kujunemine



Tallinna
Bot.aed

9



Teised puudega alad

Kujundamine ja kujunemine - ohter järelkasv/alusmets



Konguta

Elistvere

10



Majandamise mõjud

Korratu ja korralise hooldusega puistud

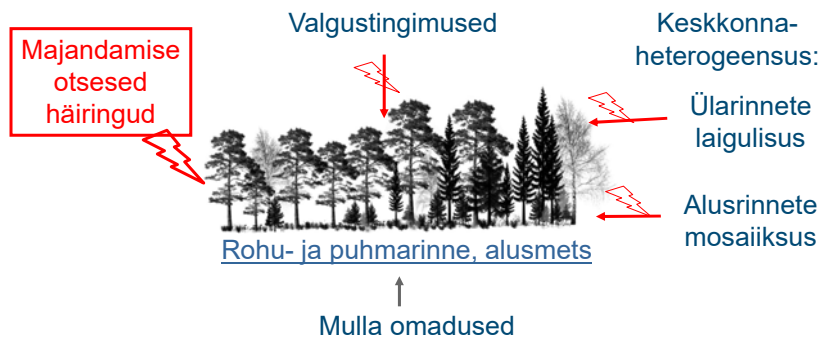


11



(Säästliku) Metsamajandamise mõjud

Mõjud on otsesed ja kaudsed

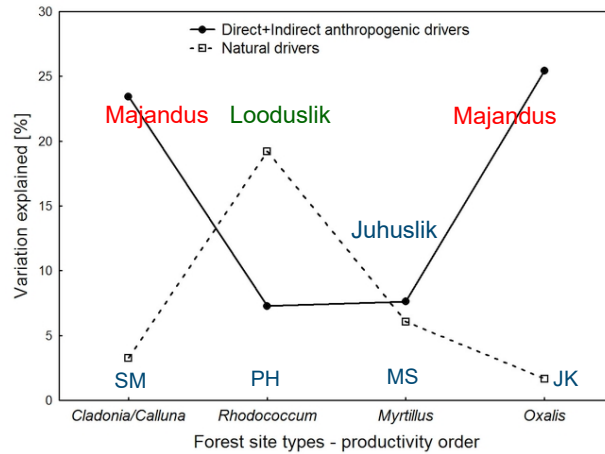


12



Faktorite olulisus

Borealse metsa rohu- ja puhmarinde koosseis - gradiendid



(Kohv et al. 2013)

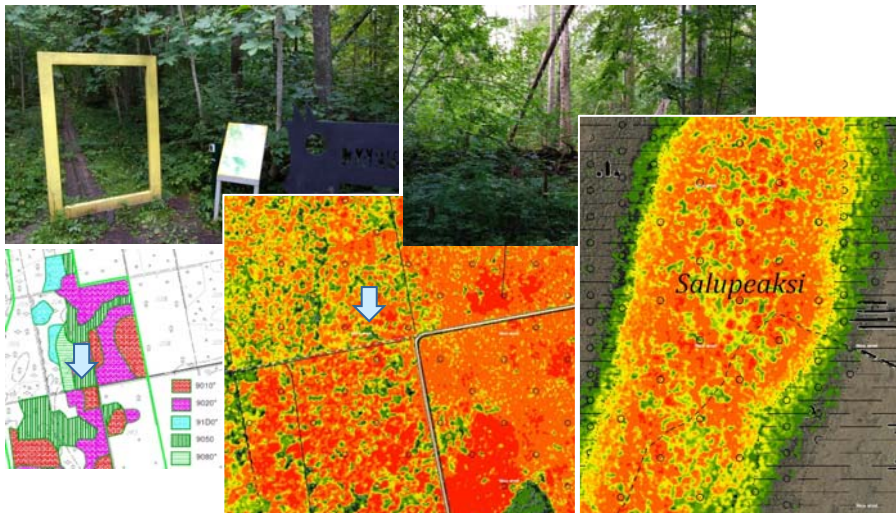
<http://dx.doi.org/10.1139/cjfr-2013-0030>

13



Looduslik – häilud puistus

Loomulik kujunemine – Järvelja, Nigula peaksi jt



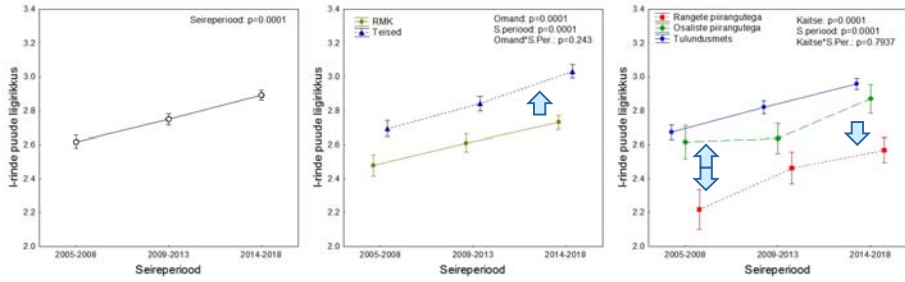
14



Puistu struktuur - liike

Puuliike I-rindes (SMI prooviaala r=10m)

I-rinde puude liikide arv, kus esimene rinne on kirjeldatud.



(Liira, 2020; KAUR/SMI)

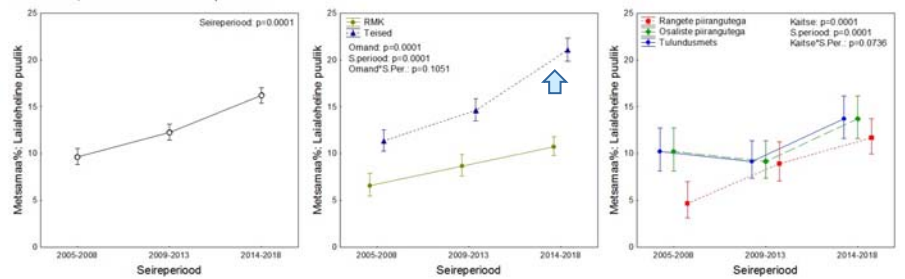
15



Puistu struktuur - koosseis

Laialeheliste puude esinemissagedus (I-rinne)

Metsamaa%, kus kasvab laialehelisi puuliike.



(Liira, 2020; KAUR/SMI)

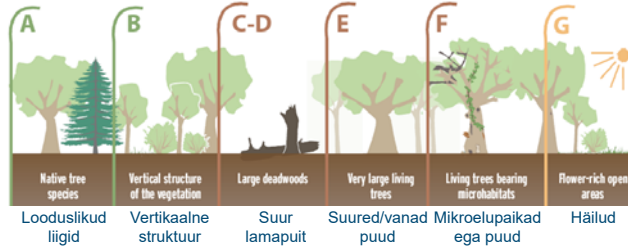
16



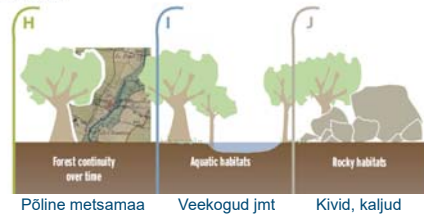
Struktuurid

Metsa struktuurse potentsiaali hindamine (IBP)

7 factors related to stand and forest management



3 factors related to the context



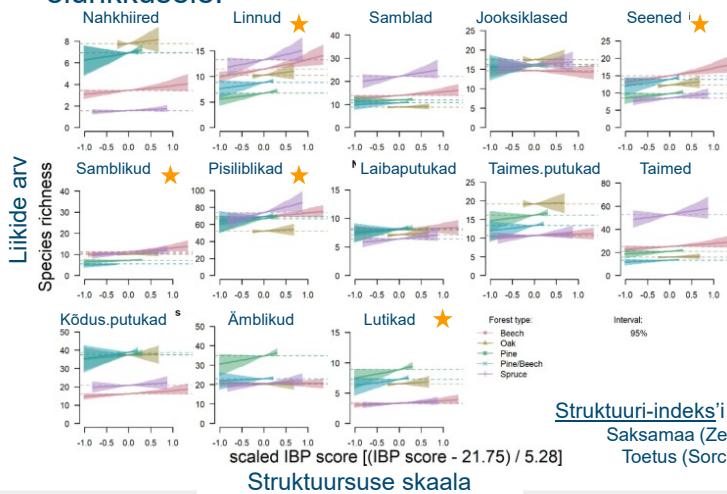
(Emberger jt 2023)

17



Metsa struktuursuse tähtsus

Struktuurne mitmekesisus on vaid võimalus andmine elurikkusele!

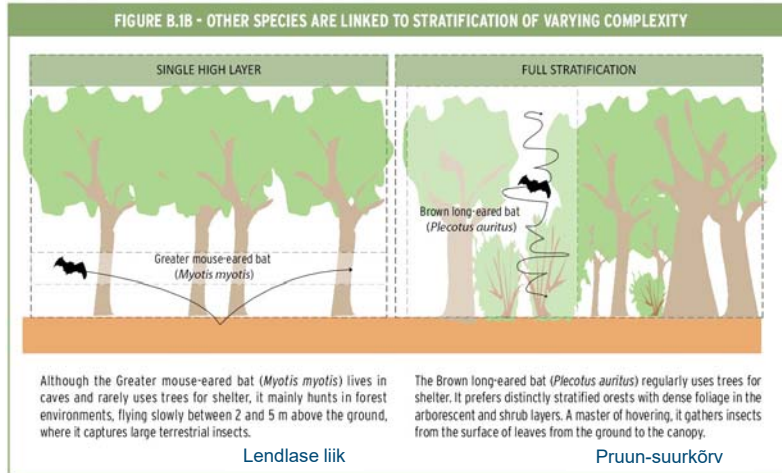


18



Puistu struktuuride vajadus

Igal liigil on oma käitumisstrateegia

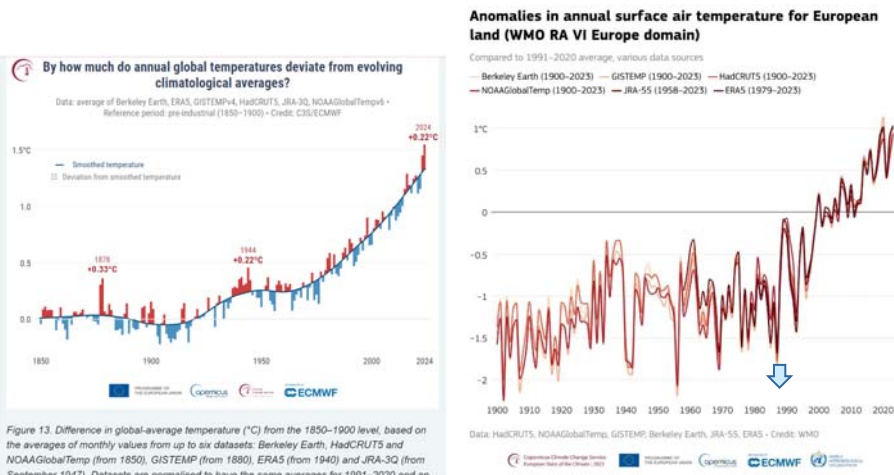


(Emberger jt 2023)

19

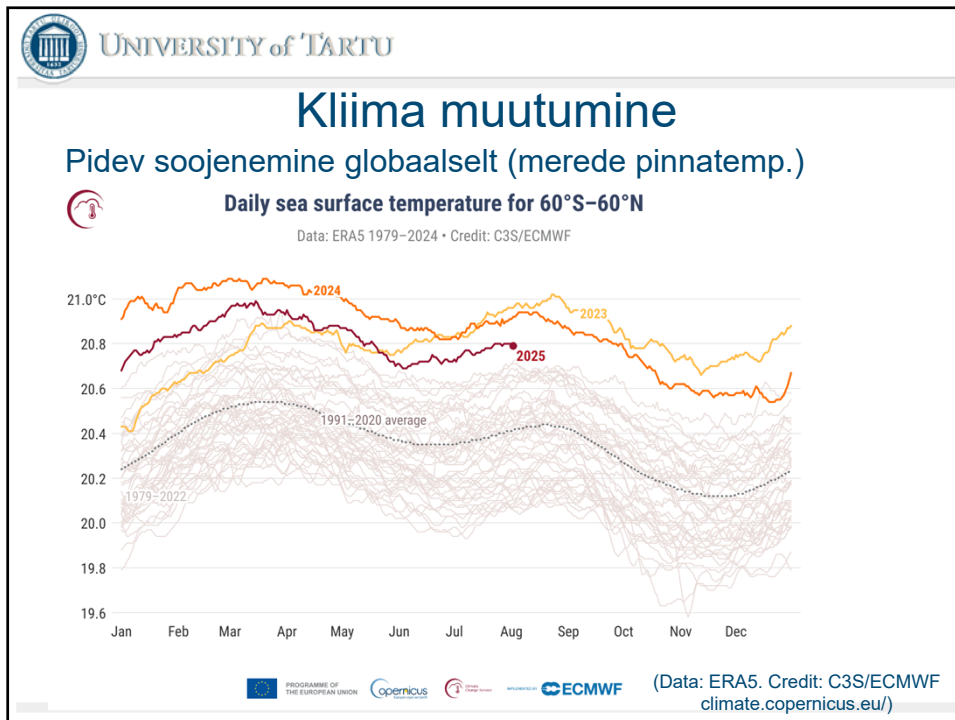


Pikaajalised kliimamuutused

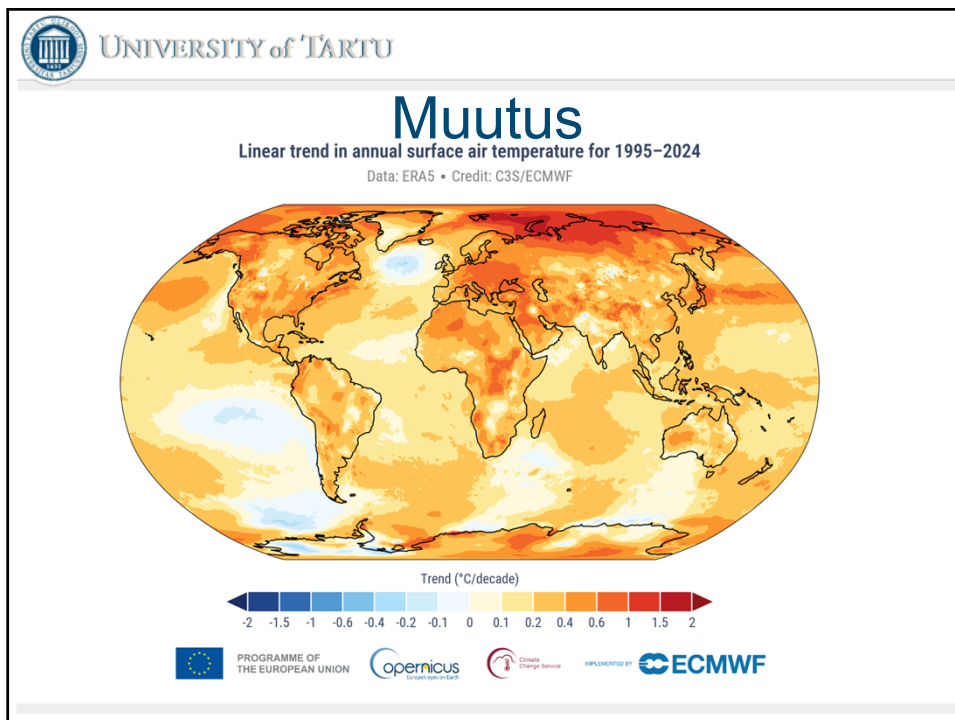


(Copernicus: Data: ERA5. Credit: C3S/ECMWF)

20



21



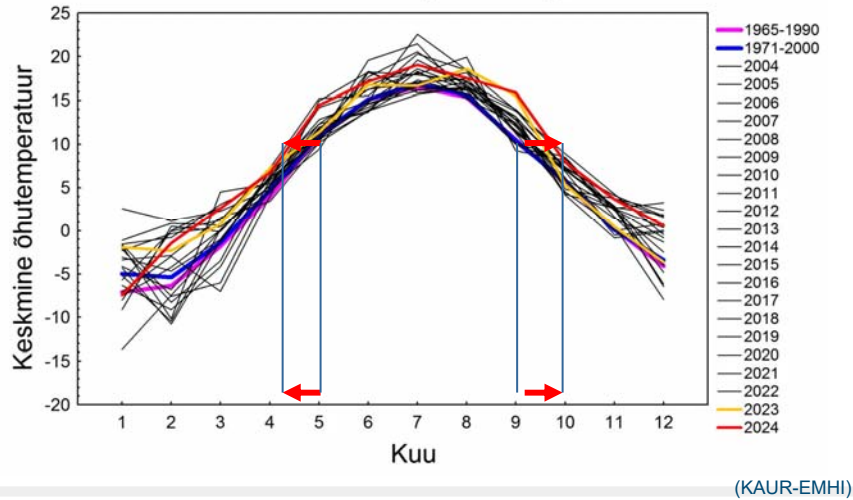
22



Kliima muutumine

Aga Eesti?

Tartu-Tõravere 1965-1990, 1971-2000; 2004-2024



23



Kliima muutus Eestis

Vegetatsiooniperiood algab varem ja kestab kauem, kuid muutus on regiooniti erinev

Tabel 1. Vegetatsiooniperioodi ja aktiivse taimekasvuperioodi algus ja kestus (päevades) perioodi 1965-2018 keskmisena ja nende näitajate muutus trendi järgi päevades

JAAM	Periood õhutemperatuuriga püsivalt üle 5 °C				Periood õhutemperatuuriga püsivalt üle 10 °C			
	Algus	Muut	Kestus	Muut	Algus	Muut	Kestus	Muut
Võru	12.04	-19*	189	+20*	4.05	-15*	140	+24*
Tartu	13.04	-20*	189	+20*	5.05	-16*	139	+25*
Viljandi	15.04	-18*	189	+14	6.05	-12*	138	+22*
Türi	18.04	-12*	185	+11*	9.05	-13*	135	+22*
Nigula	19.04	-15*	189	+19*	14.05	-13*	132	+22*
Jõgeva	20.04	-14*	182	+18*	11.05	-13*	133	+23
Kihnu	20.04	-13*	199	+29*	13.05	-14*	141	+27*
Tallinn	21.04	-16*	188	+24*	16.05	-13*	131	+22*
Kuusiku	21.04	-11*	183	+10	14.05	-15*	131	+24*
Jõhvi	22.04	-8*	179	+15*	15.05	-9	129	+20*
Ristna	27.04	-11	195	+23*	26.05	-7	129	+19*

+ tähistab nihet hilisemaks kuupäevaks või pikemaks perioodiks, - varasemaks kuupäevaks;

*tähistab statistiliselt olulist muutust ($p < 0,05$)

(Saue 2020)

24

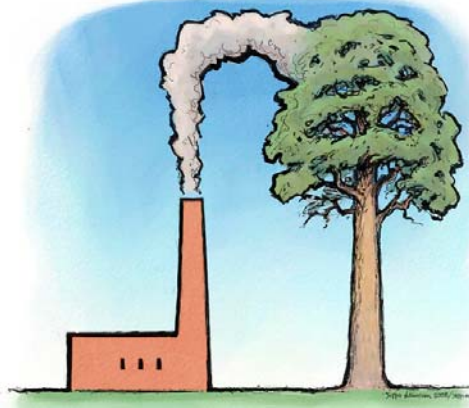
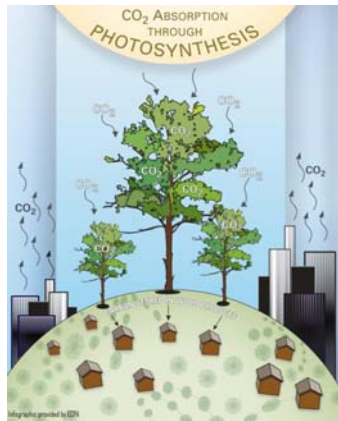


Moodne ökohüve – C-sidumine



Reguleeriv

Kliimamets – kohalikku või globaalset kliimat kujundav mets



25



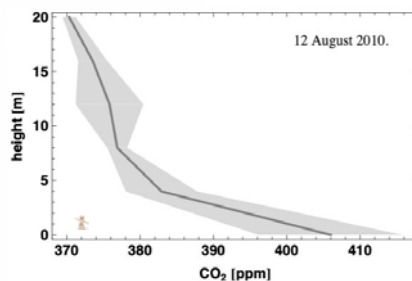
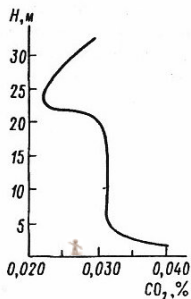
Ökohüved – reguleeriv



CO₂



Karuteene?



(Lungerod 1932, põõgimets)

(Noe jt 2012, Järvelja)

Рис. 3.19. Вертикальное распределение CO₂ в буковом лесу; сентябрь, день (по: Лундегорд, 1932).

26



Ökoloogiline sidusus - aeg ja ruum

Ökoloogiline ajalis-ruumiline sidusus –

- ökosüsteemi maastikuline struktuur (eraldise kuju)
- struktuurielementide ruumiline ühendatus (naabrus ja koridorid)
- nende ajaline järjepidevus (uus, üleminekuline, põline),
- eeldades (!), et need toetavad liikide levimist, isendite liikumist, omavahelisest kontakteerumist (otseselt või vahendajate kaudu) ja/või liikide püsimist alal

(PEFC ST tööühm)

27

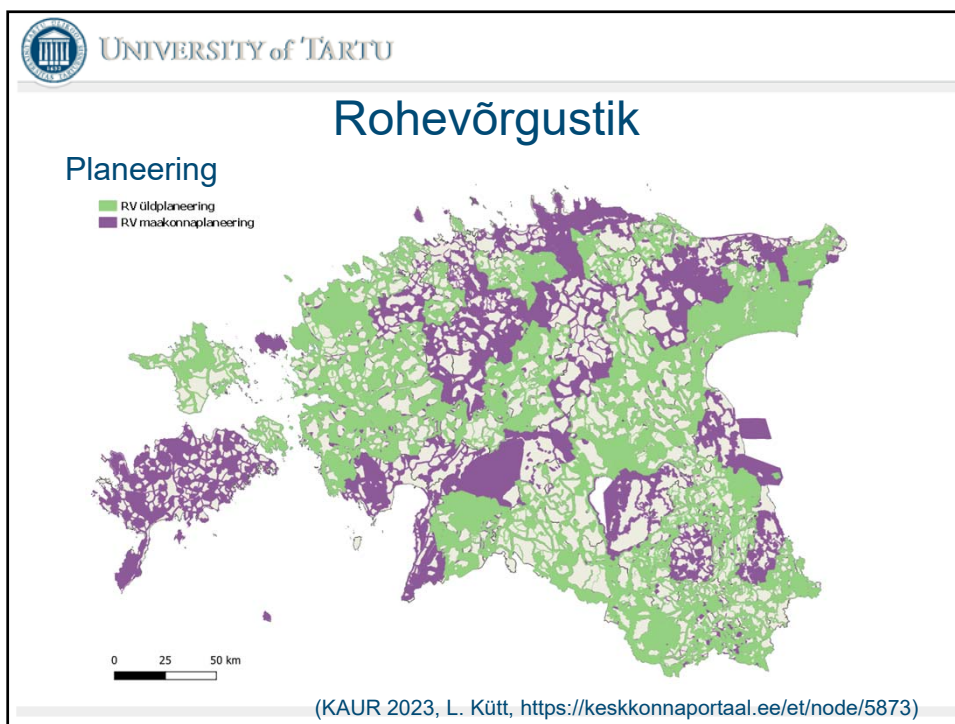


Säilinud elupaikade isoleeritus

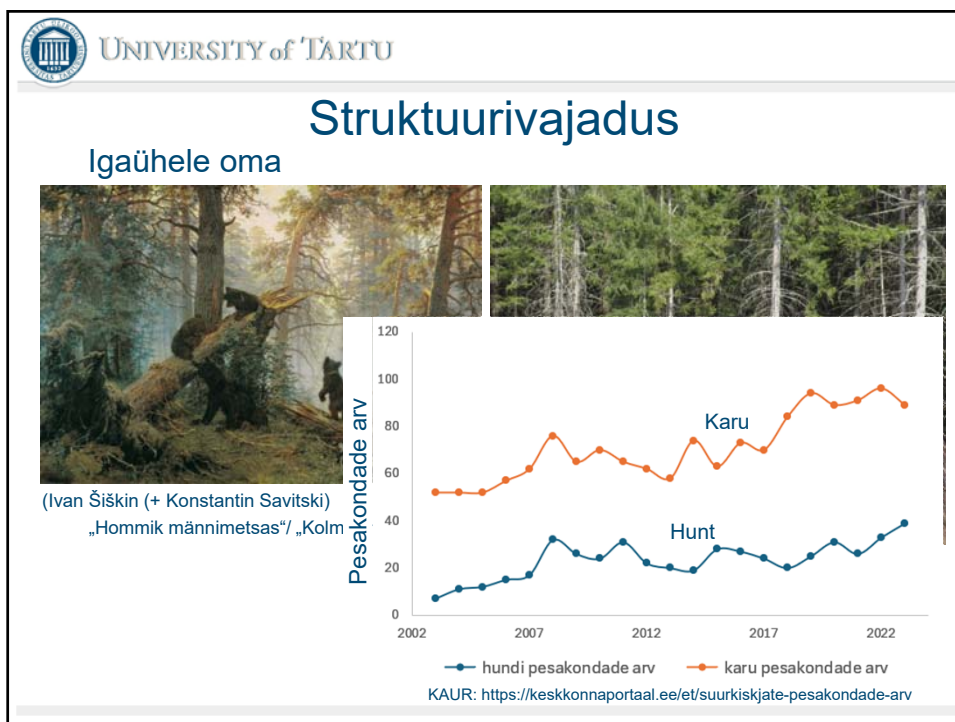


E. Senkevits

28



29



30

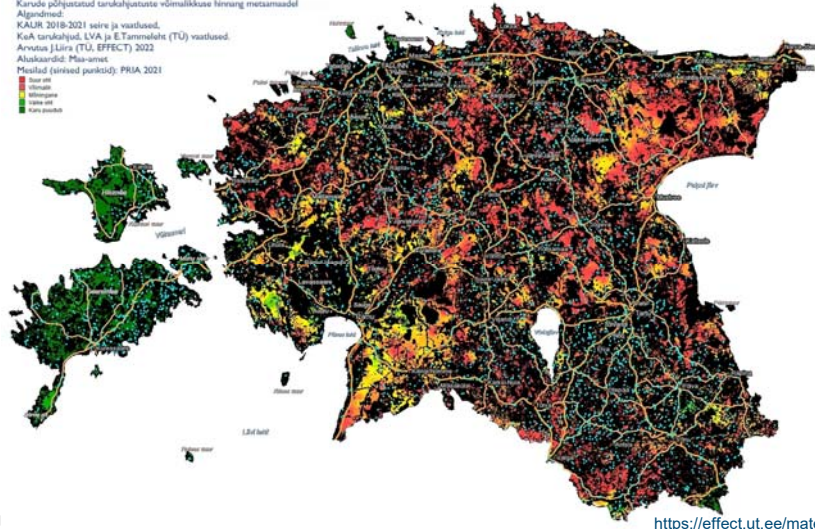


Muutus vaatamata majandamisele

Karukahju oht

Karude põhjatatud turskahvatute võimalikkuse hõreang metsamaadel
Algoritm: KALIN 2018-2021 seire ja vastused, KoA turskahjud, LVA ja E Tammelahe (TU) vastused, Arvutus J. Liira (TU, EFFECT) 2022
Allikaandid: Plan-arces
Metsad (sirised punktid): PRIA 2021

- Must: puu
- Valge: turskahjud
- Kollane: kõrge oht
- Oranž: keskmine oht
- Must: madal oht



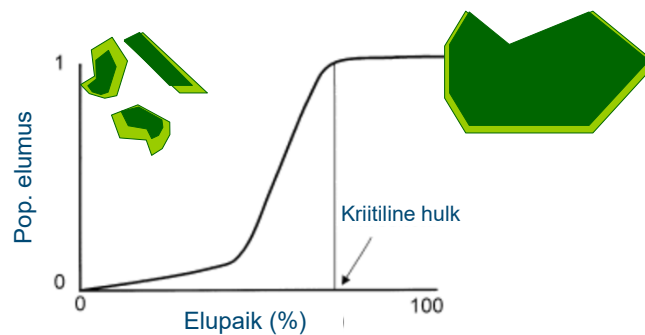
<https://effect.ut.ee/materjale>

31



Elupaiga pindala

Biotoobi killustumine



(Fahrig, 2003, Yiming & Wilcove, 2005)

32

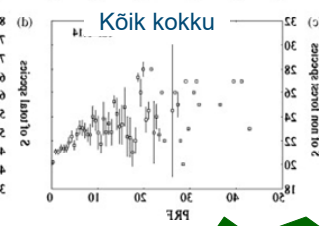
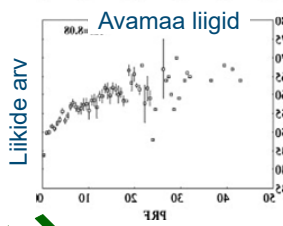
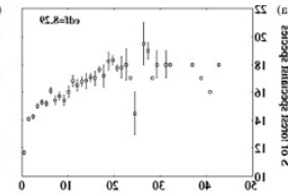
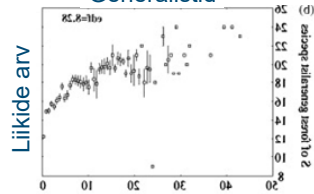
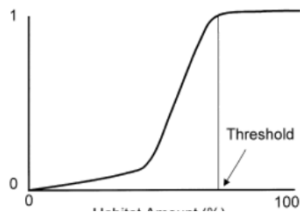


Elupaiga pindala

Biotoobi killustumine (puittaimed)

Generalistid

Metsa-spetsialistid



(de Albuquerque jt 2010)

33

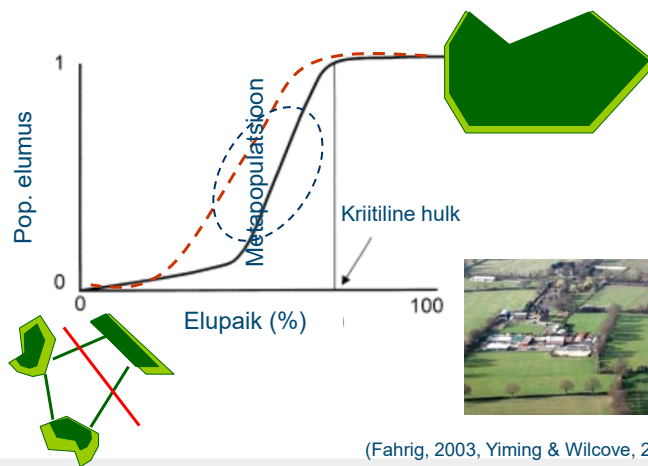


Ruumiline sidusus

Biotoobi laigud ja koridorid

Laik-koridor-maatriks maastikumudel (Opdam 1990; Forman 1995, Fahrig 2003)

Koridor sh ka astmekivid

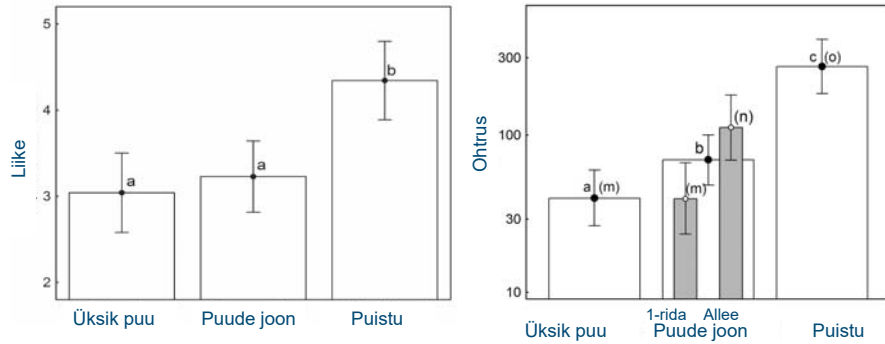


(Fahrig, 2003, Yiming & Wilcove, 2005)

34

Puistu suuruse toimivus

Vanad alleed toetavad nahkhiiri



(Kalda et al. 2014, 2015)

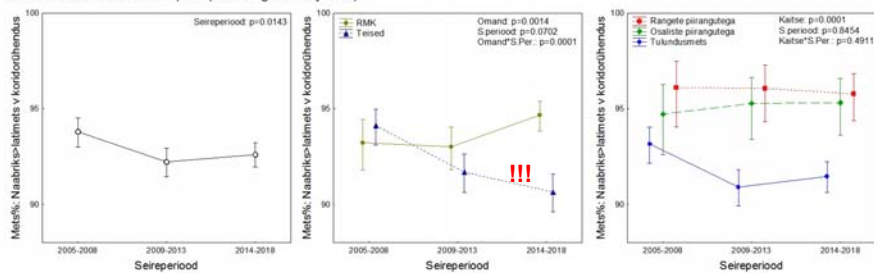
<http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2014.08.028>
<http://dx.doi.org/10.1007/s10531-014-0811-6>

35

Ruumiline sidusus

Naabriks vähemalt latimets või koridor-struktuurid

Metsa%, mille valdavaks naabruseks on vähemalt latimetsa arengujärgus mets või siis ökoloogiline (vähemalt 10m laiune) pulskoridor. NB! Hinnang on arvatud väiksema osavali pealt (maakategooria M ja MM).



(Liira, 2020; KAUR/SMI)

36



Ajaline sidusus

Põline metsamaa – maa, mis on järjepidevalt olnud metsamaa vähemalt alates 19. sajandi lõpust (nt Vene verstastel topokaartidel)

(PEFC ST tööühm)

Vastand – esimese raieringi mets

Allikad: Maa-amet XGIS-rakendused,
sh MaaeluGIS
+ Ajalooarhiivid

37



Põline metsamaa - kaardid

Vene üheverstane topokaart – põlisuse aluseks (PEFC)



(Eesti Maa-amet)

38



Ajalooline järjepidevus / Põlisus

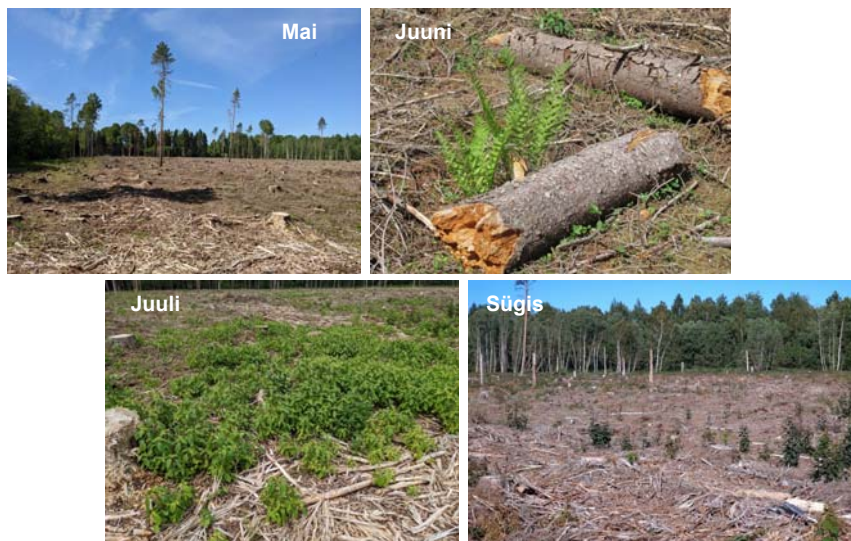
Uudismets



39



Ajalooline järjepidevus / Põlisus



40



Ajalooline järjepidevus / Põlisus

Uudismets



Verstakaart



41



Puistu struktuur ja ajalugu

Põlisel alal tiheda puistu taastumine pidurdab teiste elurühmade edenemist



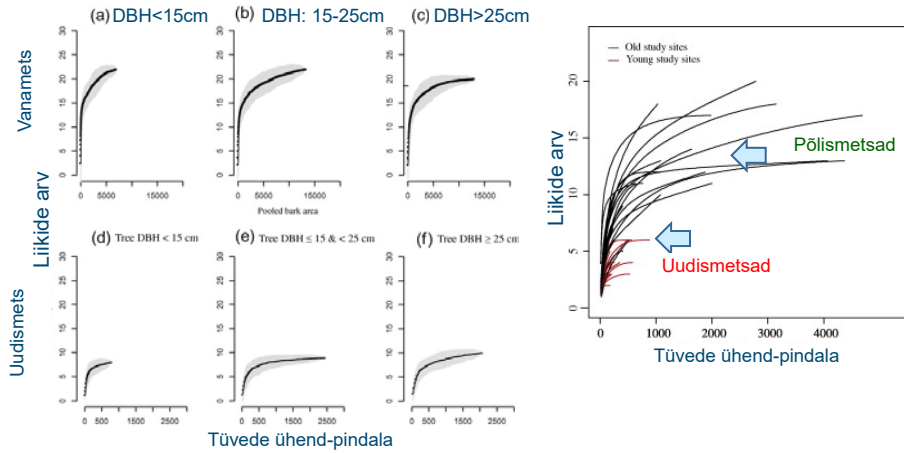
Jänese kapsa (*Oxalis acetosella*) genetid e "isendid" põlisel metsamaal peale puistu hooldamata taastumist
Kärgandi, Välgli skv 2023

42



Metsa(maa) põlisus

Uudismetsades oli vähem *Lobarion*-rühma samblikke kui põlismetsades



(Schei et al. 2013)

43



Puistu struktuur

Kujundamine ja kujunemine



44



Puistu struktuur

Kujundamine ja kujunemine



Nuisamblik



Rooste-varjusamblik



45

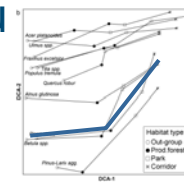


Puistu struktuur ja ajalugu

Asendus-substraadid



Korpsamblik (*Xantoria parietina*), pruunsamblik (*Melanohalea exasperatula*), vagu-lapiksamblik (*Parmelia sulcata*), hallsamblik (*Hypogymnia physodes*), rosettsambliku liigid (*Phycia stellaris*, *P. tenella*, *P. adscendens*)



(Tartu 2022)

46

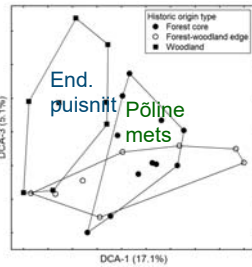
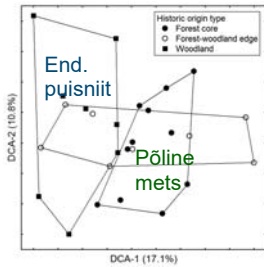


Olemus

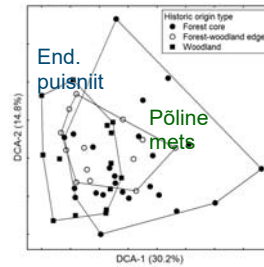
Puisniitude kujunemine salumetsadeks jääb poolikuks



Rohurinne



Samblad

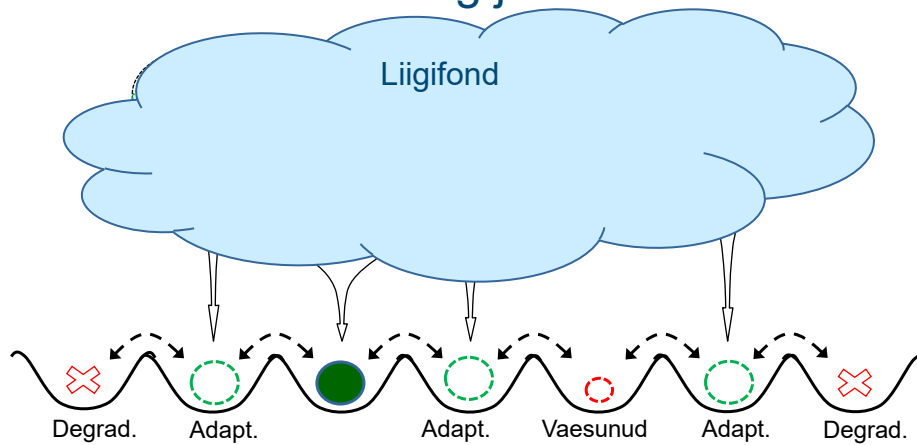


(Palo jt 2013)

47



Koosluse areng ja kohanemine



Sõltub liikide kättesaadavusest ja nende ökoloogiliste nišside laiustest

(Zobel 1992, Suija & Liira 2017)

48



Leevendusmeetmed

Puistu/eraldise skaalas

Säilik-struktuurid

Serva-struktuurid

Ajaloolise järjepidevusega arvestamine – pärandmets vs uu(di)smets

Puistu/Maastiku skaalas

Ökohüvede-põhine sünergia teiste naaber-biotoopidega

Mosaik-ökosüsteem

49



Koridorid

Säilikute ribad – laius!?



50



Säilik-struktuurid

Ajaloolised puu-vanurid ja pärand-struktuurid



51



Säilik-struktuurid

Ajaloolised puu-vanurid ja kõdupuit, mikroelupaigad puul



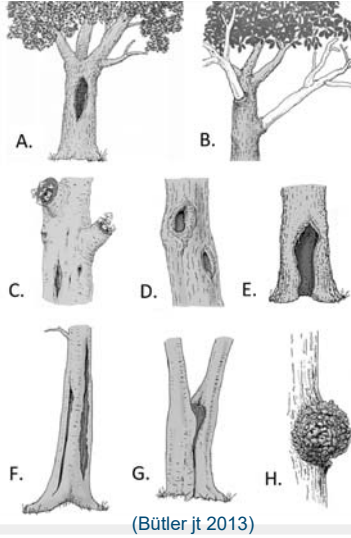
(Scotland TCV Citizen Science 2017)

52



(Vana) Puu on metsa elurikkuse aluseks

Õõnsused



53



Puistu (mikro)struktuur

Rähnid – pesaõõnsus – puiduseentele tähtis mikroelupaik

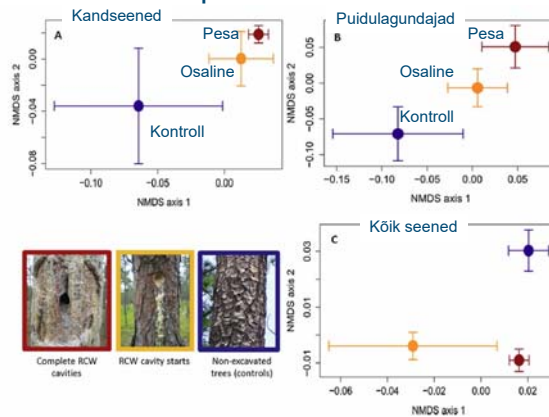


Fig 2 – NMDS plots for fungal communities found in completed RCW cavities (red), RCW cavity starts (yellow), and non-excavated (control) trees (blue). The central dots represent the means of the points on the two NMDS axes, the bars represent one standard error from the mean along both axes. (A) NMDS plot for ITS1F and ITS4b-21, Basidiomycota only, stress = 0.0062, two dimensions, 200 iterations. (B) NMDS plot for the subset of putative wood decay taxa identified with ITS1F and ITS4b-21. Stress = 0.0013, two dimensions, 200 iterations. (C) NMDS plot for ITS1F and ITS4, which includes Ascomycota and Basidiomycota, with singletons removed, stress = 0.0989, two dimensions, 200 iterations.

(Jusino jt 2015)

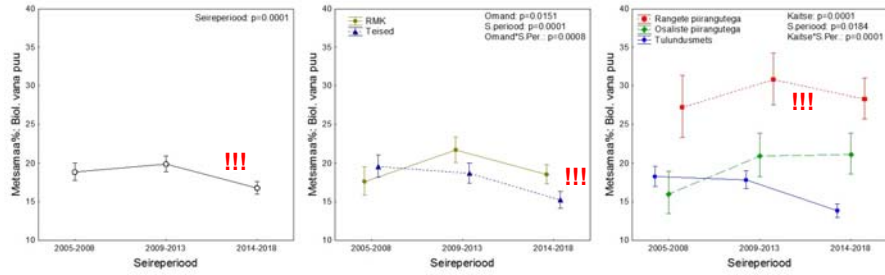
54



Puistu struktuur

Bioloogiliselt vanad puud

Metsamaa%, kus kasvab bioloogiliselt vanu puid.



(Lira, 2020; KAUR/SMI)

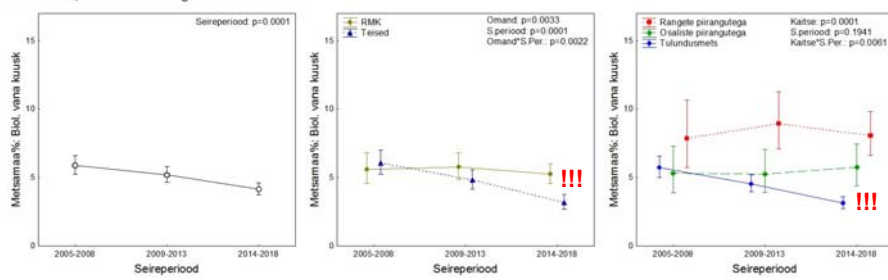
55



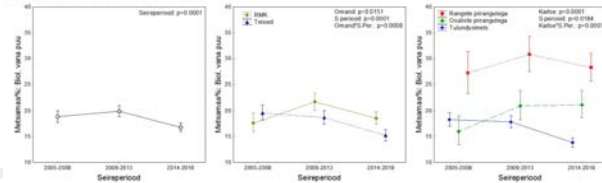
Puistu struktuur

Bioloogiliselt vanad puud: kuusk

Metsamaa%, kus leidub bioloogiliselt vana kuuske.



Metsamaa%, kus kasvab bioloogiliselt vanu puid.



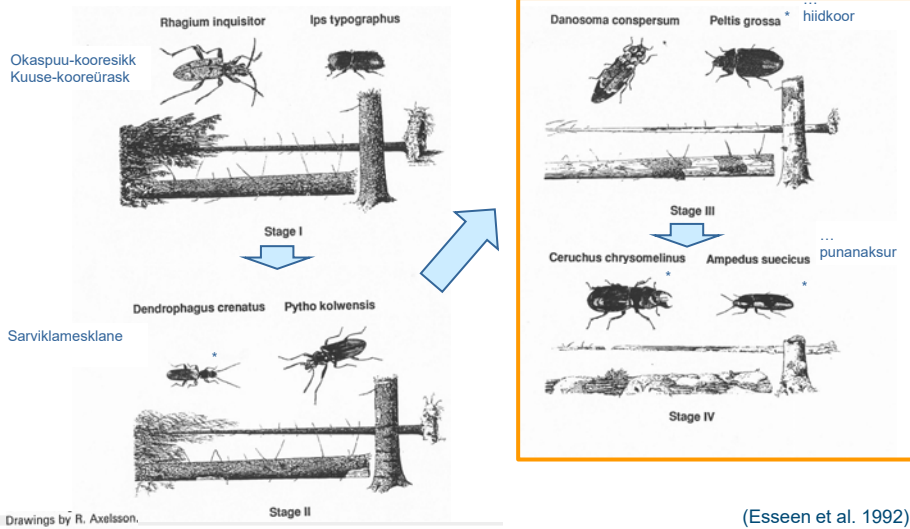
(Lira, 2020; KAUR/SMI)

56



Surnud puit

Elustiku suktseioon – kuuse lamapuit (Rootsi)



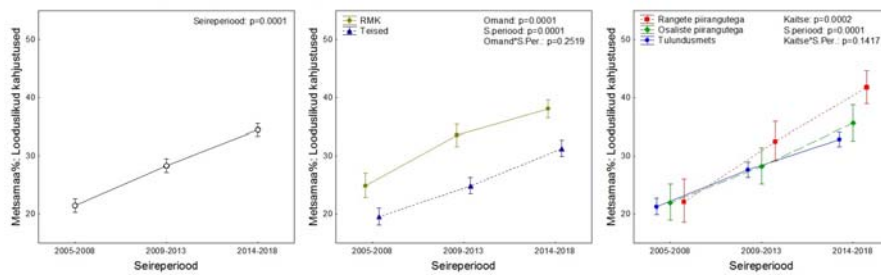
57



Puistu struktuur - häiringud

Looduslike kahjustuste esinemissagedus (SMI)

Metsamaa%, kus leidub mingitki tüüpi looduslike kahjustusi.



(Liira, 2020; KAUR/SMI)

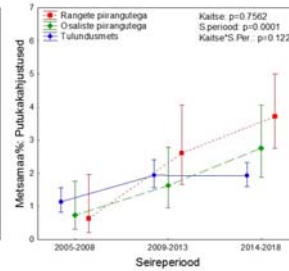
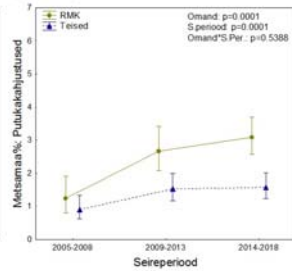
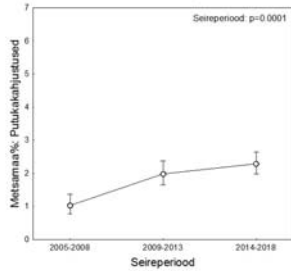
58



Puistu struktuuri häire

Putukkahjustuste esinemissagedus (SMI)

Metsamaa%, kus leidub säilinud ja/või eemaldamata putukkahjustusi.



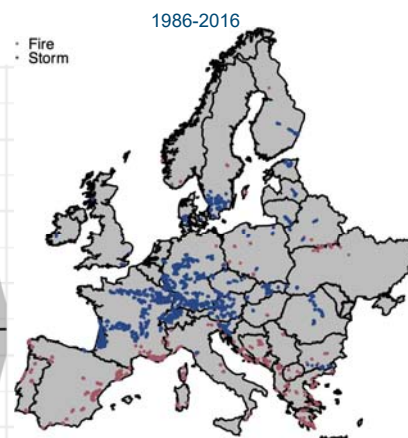
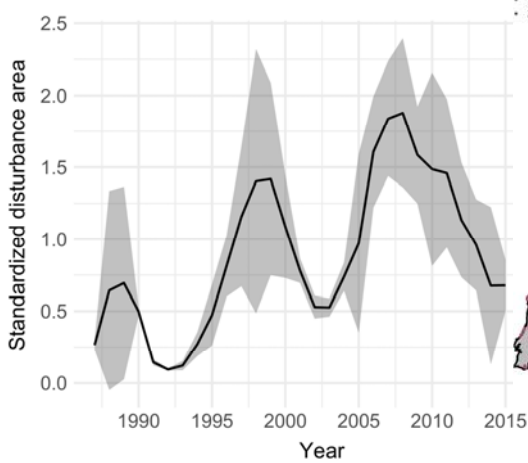
(Liira, 2020; KAUR/SMI)

59



Häired - ajaline ja ruumiline muster

Häiringute aktiivsuse "lainetus"



(Senf & Seidl 2021)

60



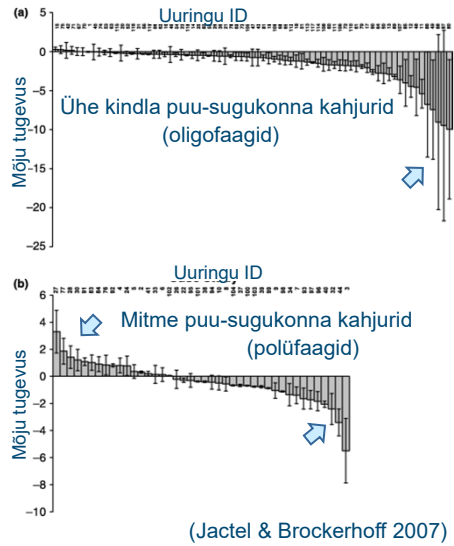
Puude liigirikkus

Puistu kahjuresistentsus

Liigirikkus kui varje spetsialist-kahjurite eest, ...

...aga generalist-kahjurite puhul on mõju nii ja naa

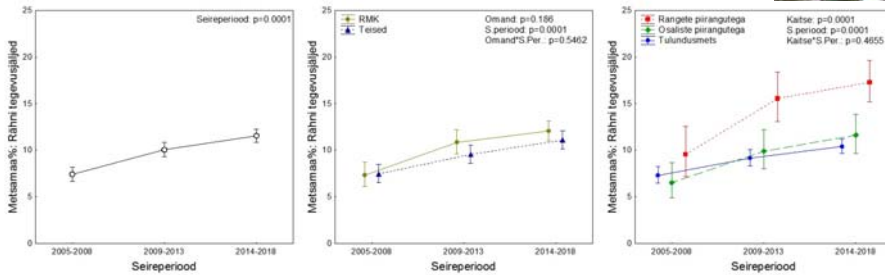
Toime selgem, kui naaberpuud on erinevate omadustega



Puistu struktuur

Rähnide esinemissagedus

Metsamaa%, kus leidub rähnide tegevusjälgi.





Puistu struktuur

Lamapuit



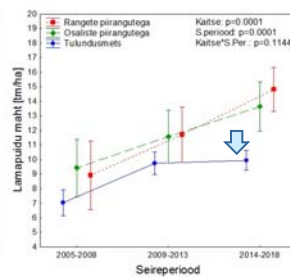
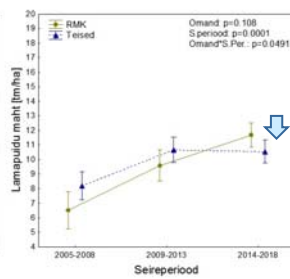
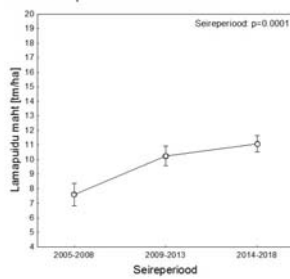
63



Puistu struktuur

Lamapuidu maht (SMI)

Surnud lamapuidu maht metsamaal.



Korallnarmik

Pässik

(Liira, 2020; KAUR/SMI)

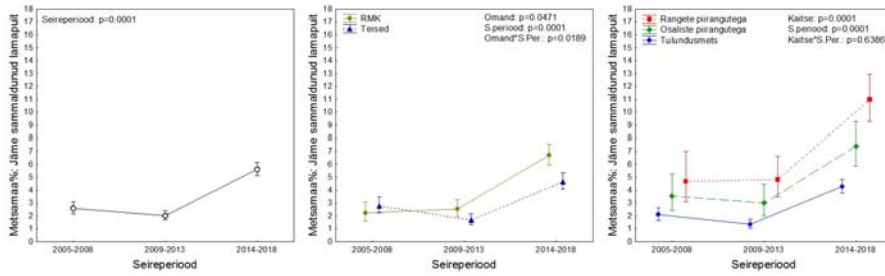
64



Puistu struktuur

Sammaldunud tüvede esinemissagedus

Metsamaa%, kus leidub samblaga kaetud jämedat lamapuitu.



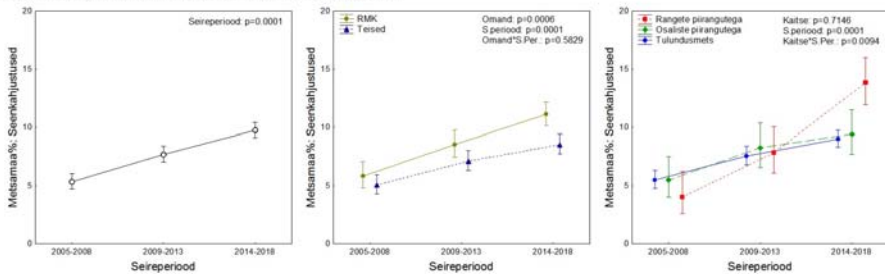
(Liira, 2020; KAUR/SMI)



Puistu struktuuri häire

Seenkahjustuste esinemissagedus

Metsamaa%, kus leidub säilinud ja/või eemaldamata seenkahjustusi.



(Liira, 2020; KAUR/SMI)



Puistu struktuur

Vanapuit - Rähnid



67



Säilik-struktuurid

Tüekad

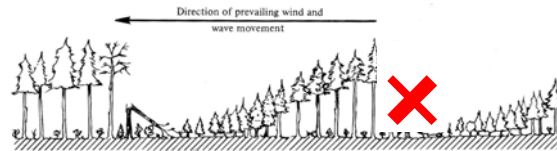


68



Raie vs looduslik häire

Laigu-/häil-dünaamika – säilik-struktuurid!



69



Struktuuride säilitamine

Aegjärgkne raie? – Järjepidevus?!



2006

2017

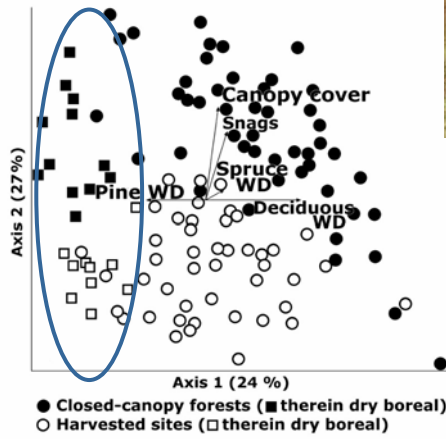
2020

70



Häilu ja lageraie erisus metsast

Vanapuitu söövad putukad



- Metsad vs raiealad
- Kkt-gradient (NB! Palu)
- Vanametsas ja maj.metsas liigid üldiselt samad

> Jäta lankidele puitu vedelema

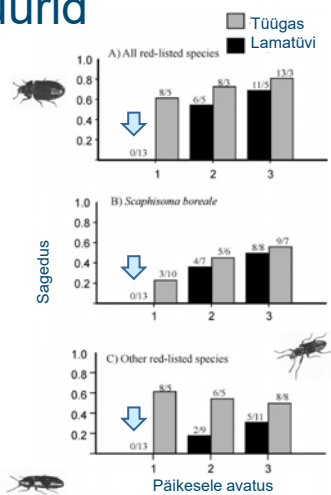
(Kraut et al. 2016)

71



Säilik-struktuurid

Tööde ajal - struktuuride jätmine



Päikeseline surnud puit on puiduputukate erisoo (tüügastel suurem tugiväärtus)

(Sverdrup & Thygeson 2002, Schroeder jt 2006)

72



Struktuurid

Kujundamine ja kujunemine: tüügastamine



vs



73



Noorendik

Jäänukmaterjal

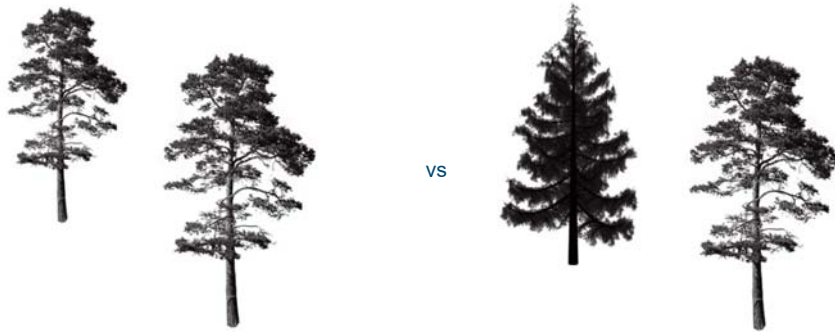


74



Struktuuride säilitamine

Säilikpuud



75



Säilikud

Aega rõhutavad puu-vanurid



Sulgjas õhik (LK III kat)
(*Neckera pennata*)

Haava tardsamblik (LK III kat)
(*Leptogium saturninum*)

Lasiobelonium corticale (PR, <10 leiu)

F: Kaatri Pärnel, Plufof

76



Säilikud

Aega rõhutavad puu-vanurid



Korbasõõrik (*Radula complanata*)

77



Säilik-struktuurid

Säilik-struktuurid ei ole igavesed, seega on vaja leida jätku



Sulgjas õhik

78



Säilik-struktuurid

Märka tegelast ja temale vajalikku struktuuri



Sulgjas õhik, kopsusamblik

79



Pealetükkivad kaaslased

Lasila puisniit



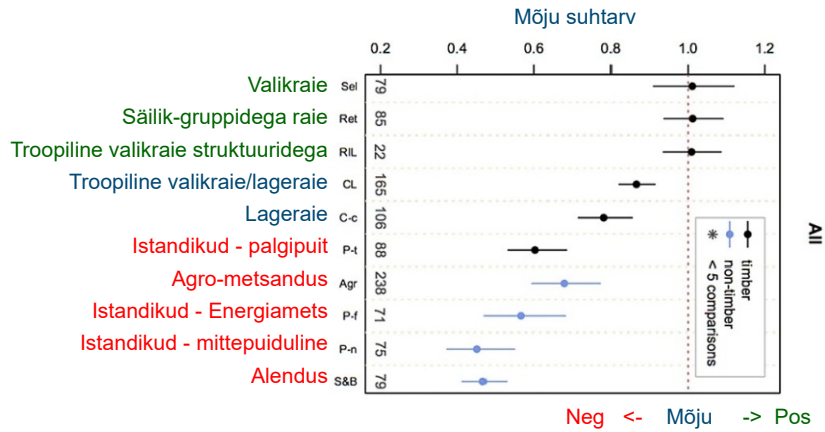
Hooldamata ala

80



Metsamajandamise valikud

Tööde ajal struktuuride jätmine – Kõik taks.grupid



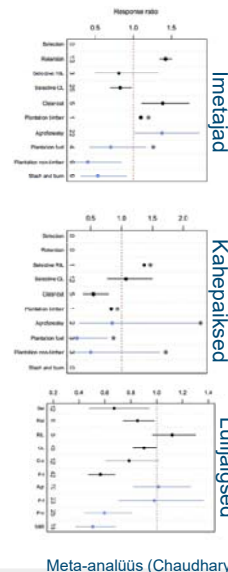
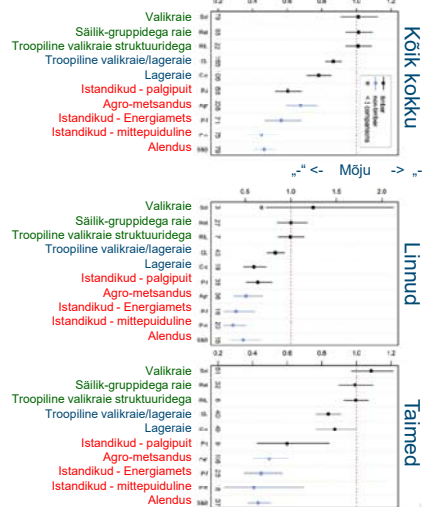
Meta-analüüs (Chaudhary jt 2016)

81



Metsamajandamise valikud

Tööde ajal - struktuuride jätmine

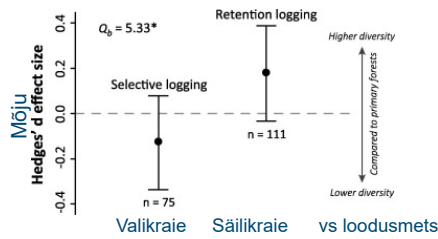


Meta-analüüs (Chaudhary jt 2016)

82

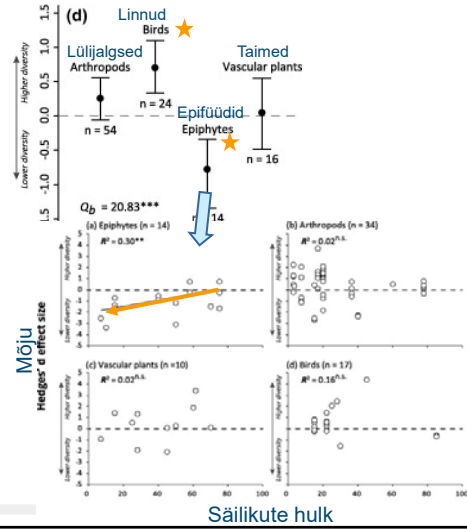
Metsamajandamise valikud

Valik- ja säilokraie selge neg. mõju puudub. Aga



Meta-analüüs (Mori jt 2014)

Säilokraie vs Loodusmets

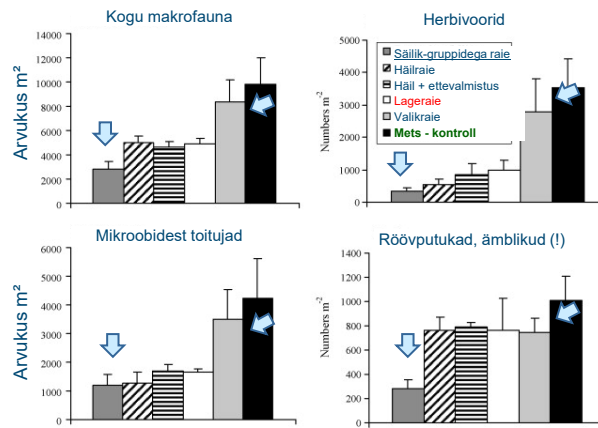


83

Metsamajandamise valikud

Mullaelustik (lüljalgsed) olid säiliktukkades kõige harvemad.

Valikraie oli kontrollile kõige sarnasem



Soome metsad, 10a (lagedale kuusekultuur) pärast töötlust (Siira-Pietikäinen & Haimi 2009)

84



Säilik-struktuurid

Varasemast funktsionaalsemad ja mitmekesisemad
Säilike liigirikkad grupid, kõvalehtpuud, sodi ja alusmets!



85



Struktuuride säilitamine

Säilikpuud



vs



86



Struktuuride säilitamine

Grupid

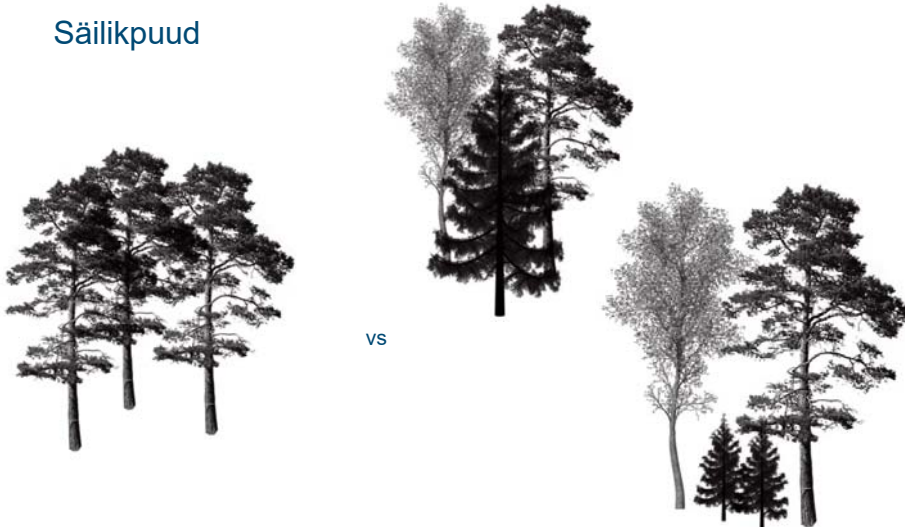


87



Struktuuride säilitamine

Säilikpuud



88



Struktuuride säilitamine

Säilikud (grupis)



89

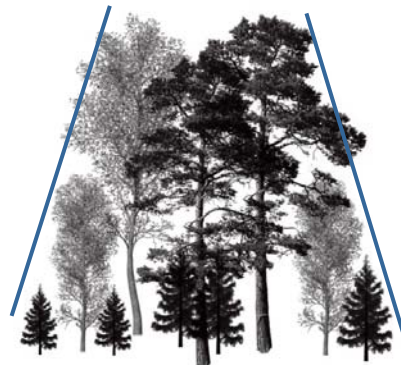


Ökosüsteemi säilitamine

Säilikpuud vs säilikgrupid



vs



90



Ökosüsteemi säilitamine

Säilikgrupid



91



Ökosüsteemi säilitamine

Säilikgrupp



92



Sidususe toetamine

Säilikgrupi asukoha valik



93



Säilikgrupi asukoht

Säilikgrupp



94



Dünaamika

Säilikgrupi säilimine



Kuuskede jt püsimine säilikgrupis

Suuremas grupis edukam
Tuulepealne suremus

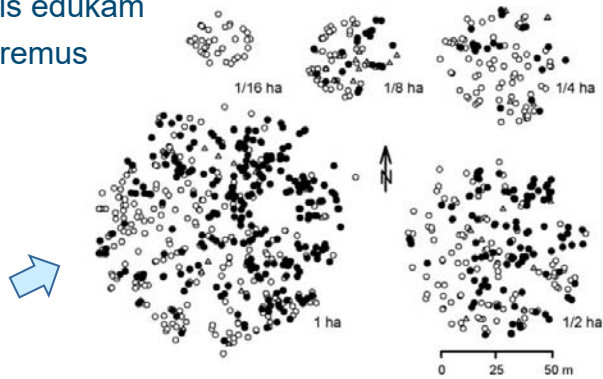


Fig. 2. Mapped locations of trees (dbh \geq 10 cm) in 2004 in fragments, showing the location of healthy trees (black circles; vigor classes 3 and 4), dying trees (grey triangles; vigor class 2), and trees that have died since 1986 (open circles; including fallen trees).

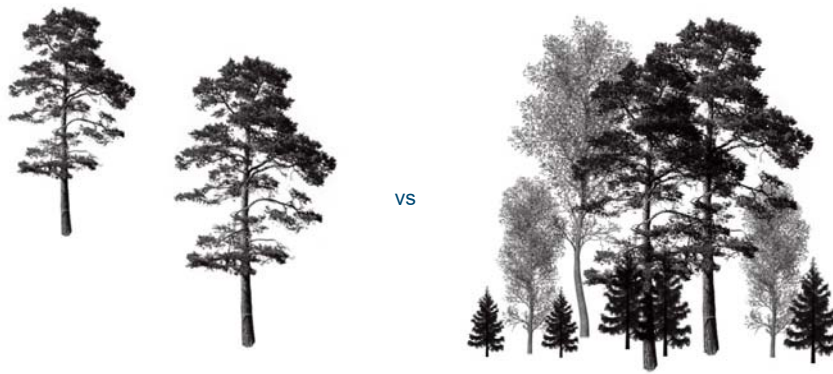
Rootsi kuusemets
(Jönsson jt 2007)

Opt min grupp 26 puud -1 ha?
(Hämäläinen jt 2016, Steventon jt 2011, Urgenson et al., 2013)



Sidususe toetamine

Säilikpuud



97



Puistu struktuur

Uudismets ja noor mets – hakka varakult märkama ja kujundama!



98



Puistu struktuur

Uudismets ja noor mets – hakka varakult kujundama!



99



Struktuurid

Struktuuride jätmine/loomine

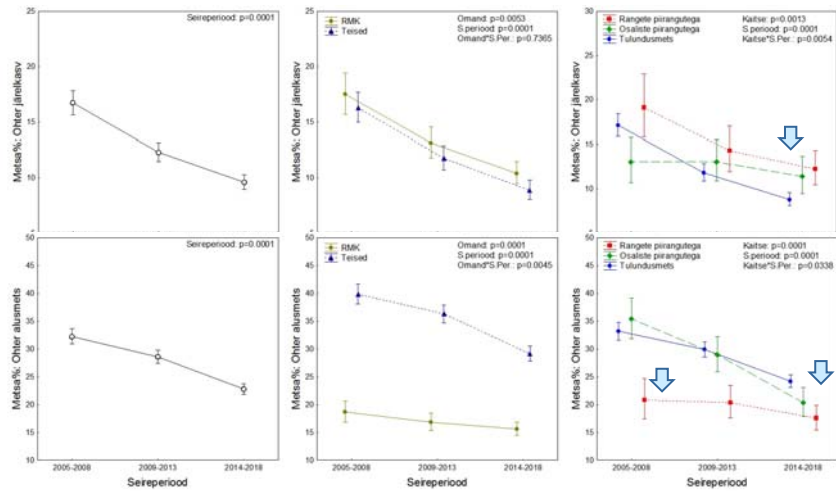


100



Puistu struktuur

Ohter järelkasv ja tihedus (SMI)



(Liira, 2020; KAUR/SMI)

101



Säilikgrupi planeerimine

Erilised puud

Vanad puud, endised säilikud,

Mitmeliigilised grupid

Alusmetsa erisused

Maapinna erisused: niiske lohk, põndak, suurem kivi

? - Häilud

? - Endised avamaapuud

Grupid ja säilikud metsatee lähedale,
teise metsa varju

102



Säiliktukk

Metsise eri



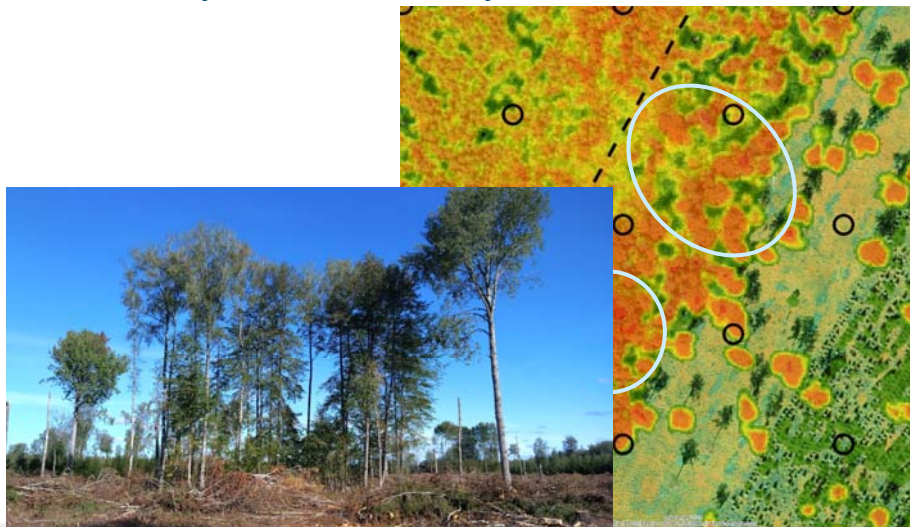
Teet Kivisilla
(Luu)

103



Ökosüsteemi säilitamine

Märkama ja hakka varakult kujundama!

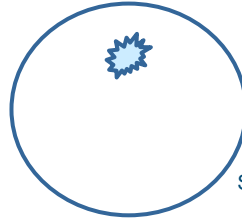
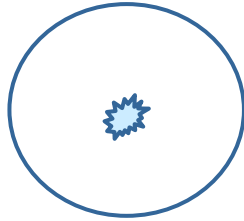


104

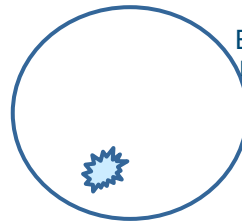


Tööde planeerimine

Säilikgrupp



Varjestamine:
Samblikega kuusk,
kivi



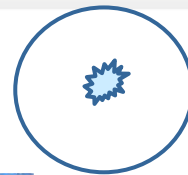
Esile toomine:
Lehtpuu, põõsad

105



Tööde planeerimine

Säilikgrupp



106



Emotsionaalne ja märgiline struktuur

Elurikkust toetavad erilised puud! – jäta puhver!



107



Emotsionaalne ja märgiline struktuur

Pärand või lihtsalt lahedad puud – vähemalt märgilised!



108



Märgilised struktuurid

Tööde ajal – liigisäiliku ja talle vajalike struktuuride jätmine



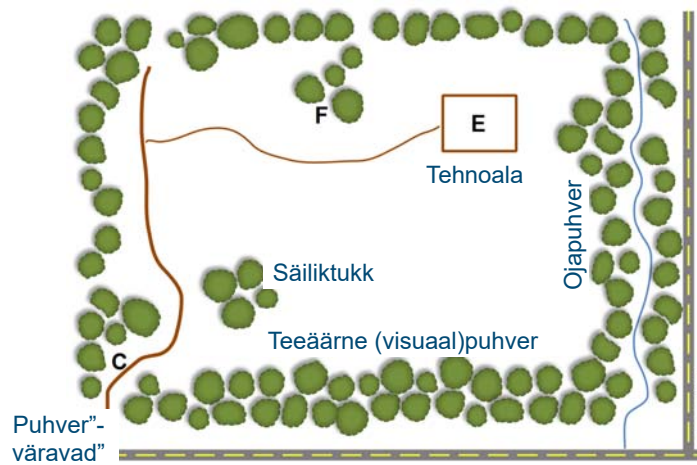
Kivi-imar

109



(Lage)Raie liigendamise

Ökoloogiline ja visuaalne optimeerimine



SFA Silviculture metoodikate käsiraamat
(<https://www.sfasilviculture.com/index.php/textbook>)

110



Servad

Puhverservad – servasäilikud, vääris(leht)puud



111



Raie leevendus servades

Säilikpuud servades

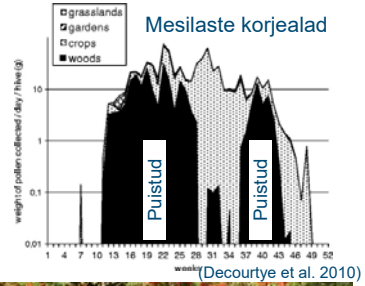


112



Servapuhvrid

Varustav hüve - õied, marjad



113



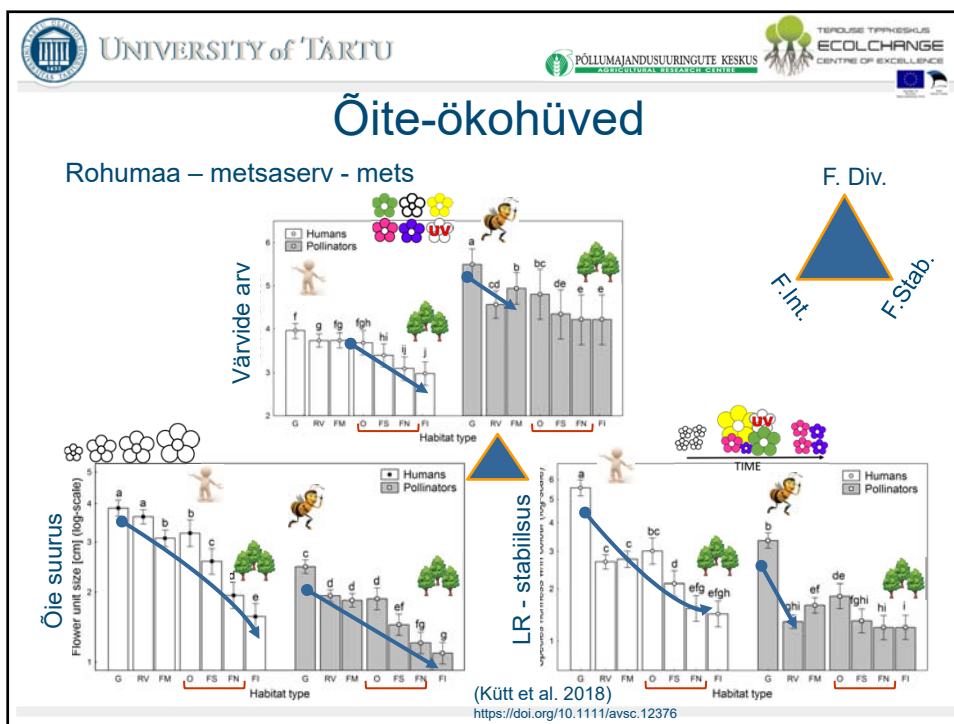
Servad

Puhverservad, tolmeldajate tugi

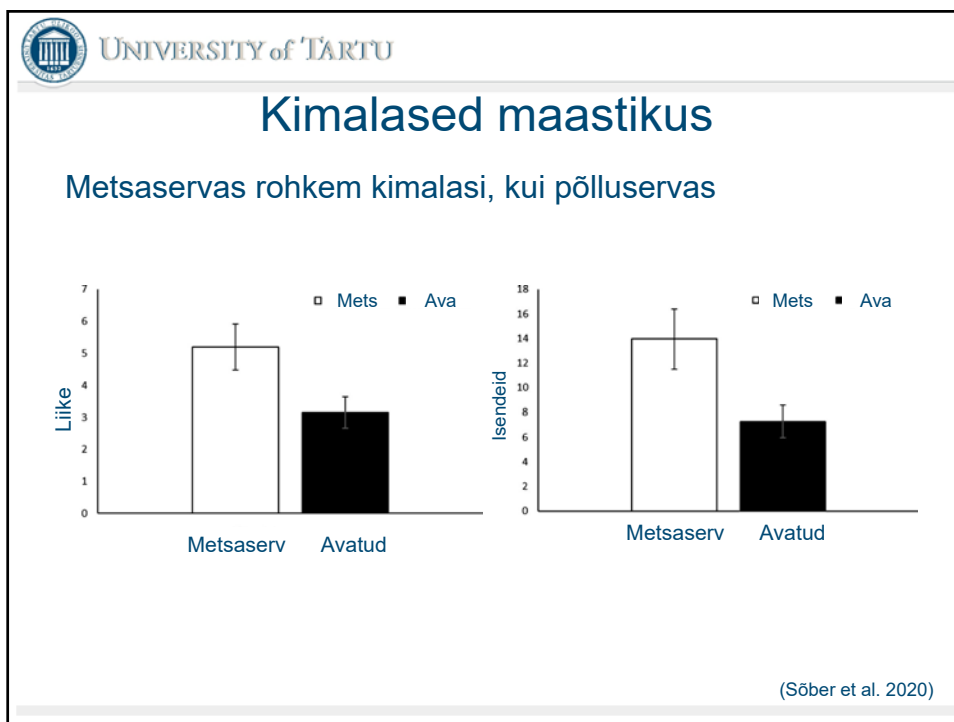


Toomingas (Jõgeva)

114



115



116



Puhverriba

Puhvrid: servad, kulissraie



117



Servad

Puhverservad



118



Puhverriba

Puhverservad – kaitse välise ees (nt taimekaitse põldudelt)



119



Puhverriba

Puhver-servad (kulissraie) – naabermetsa kaitsmine



120



Puhverriba

Puhver-servad (kulissraie) – naabermetsa kaitsmine

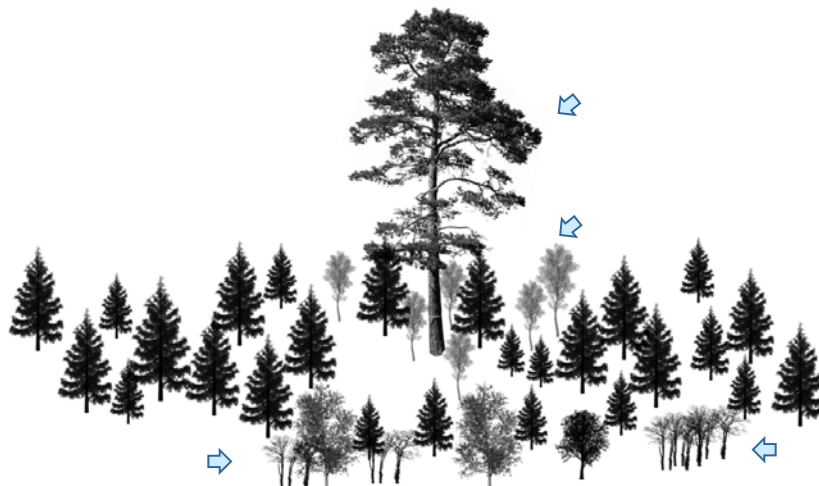


121



Puistu struktuur

Noorendik – hakka varakult kujundama!



122



Mikroelupaigad

Säiliku naabrusmõju lokaliseerimine



123



Noor puistu

Noor mets – märka looduse toetamise võimalust



124



Raiesmikud

Vähem ettevalmistamist, rohkem õisi



125



Raiesmikud

Vähem ettevalmistamist, rohkem õisi



126



Noor puistu

Noor mets – märka looduse toetamise võimalust



127



Noor puistu

Noor mets – märka looduse toetamise võimalust



128



Noorendik

Droon



Teet Kivisilla
(Luua)

129



Noorendik

Koosseisu suunamine



Saar



Sarapuu & haab

130



Noores puistus

Säilikute elujõu tagamine



Tamm vs sarapuu (Laelatu)



131



Raiesmike tulevik

Kasulikud võõrliigid sobival ajal



S. canadensis *S. xiederederi* *S. vitgaurea*

132



Ettevaatus võõrliikidega

Võõrliigid metsas
ja teeservades



133



Kokkuvõte

Elurikkusele kriitilised aspektid on

- aeg (põlisus)
- struktuurid
- ühendus

Märka

Jäta struktuure!
(Tekita)



Ökoraie algab juba noores metsas
ja küpseva metsa ettevalmistamisel!

134



Tänu!

Kontakt:
Jaan Liira
jaan.liira@ut.ee / 5240798
Tartu Ülikool

www:
sisu.ut.ee/metsandus