



Metsamajandamise leevendamine

Jaan Liira

Ökoloogia ja maateaduste instituut
Tartu Ülikool

12 dets 2024



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



Mets



Mets(amaa)





Mets



Ida-Austraalia



Teised puudega alad

Mets vs

Istandik – ala mittemetsamaal, kus puid ja põõsaid kasvatatakse regulaarse seaduga ning majandatakse intensiivselt ühevanuselistena. (PEFC ST tööühm ja metsaseadus)





Teised puudega alad

Korratu ja korralise seaduga puistud väljaspool metsamaad

Pargid ja alleed

(Luu)



Teised puudega alad

Korratu ja korralise seaduga puistud väljaspool metsamaad

Pargid ja alleed



Jõgeva mõisapark



Teised puudega alad

Korratu ja korralise seaduga puistud väljaspool metsamaad



Laelatu puisniit



Teised puudega alad

Kujundamine ja kujunemine - ohter järelkasv/alusmets



Konguta

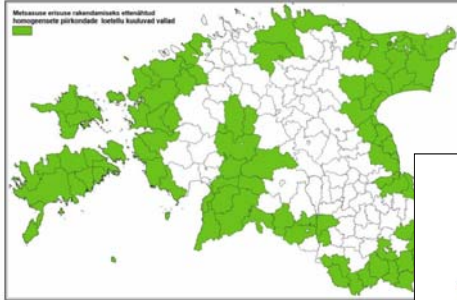


Elistvere



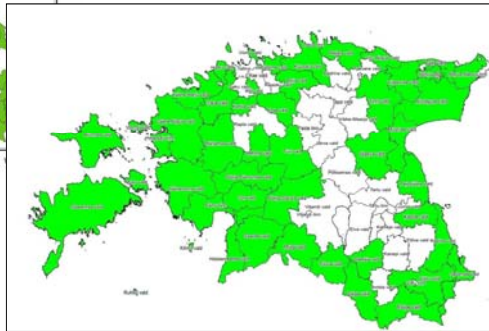
Metsasus

Metsaerisus põllumajanduse jaoks



Joonis 24. Metsasuse erisuse rakendamiseks ette nähtud homogeenne põllumajanduse ja metsa arendamisala (rohelisega)

2015-2017
vs
2018-2020

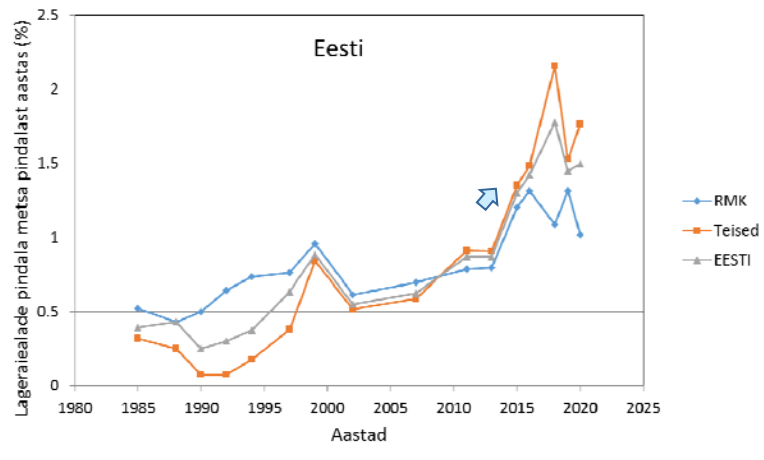


(Maaeluarengukava; MeM/RegMin)



Raiesurve Eestis - kaugseire

U. Petersoni hinnang raieetele satelliitpiltide põhjal



(Peterson & Liira 2023)



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)

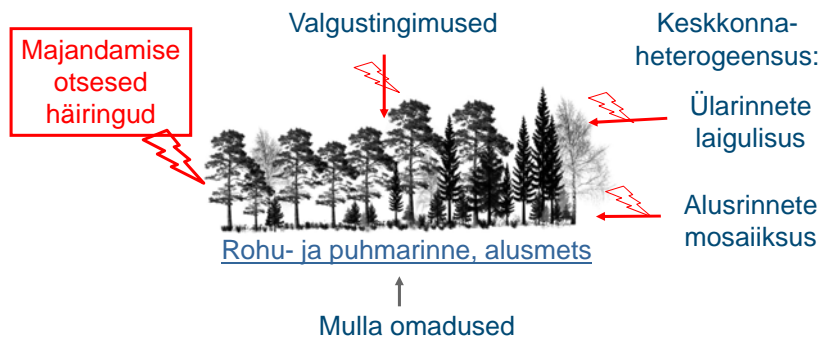
Metsa (sh puistu) struktuur koosneb struktuurielementidest, mis pakuvad mikroelupaiku erinevatele elurikkuse esindajatele.

(PEFC ST tööühm)



(Säästliku) Metsamajandamise mõjud

Mõjud on otsesed ja kaudsed





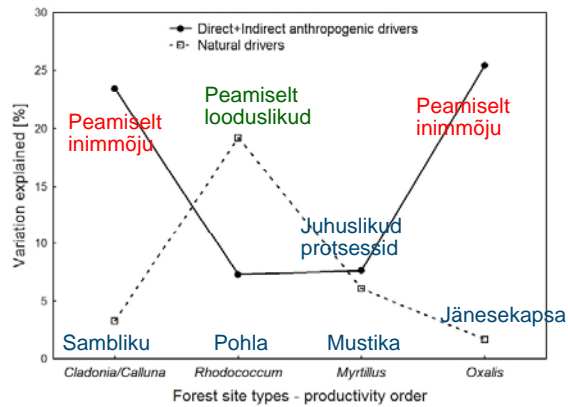
Puistu struktuur

Kujundamine ja kujunemine



Keskkond või häire

Rohu- ja puhmarinde koosseis boreaalses metsas
Tegurite tähtsuse muutub piki produktiivsusgradienti!



(Kohv et al. 2013)

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



Puistu struktuur

Kujundamine ja kujunemine



Luke

Kopsusamblik



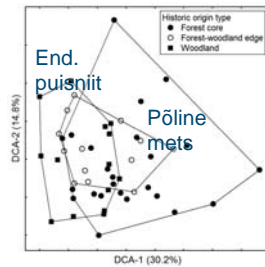
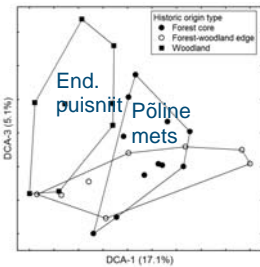
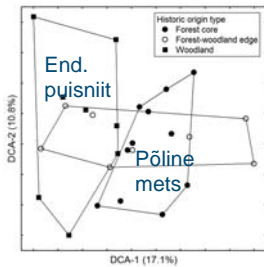
Olemus

Puisniitude kujunemine salumetsadeks jääb poolikuks



Rohurinne

Samblad



(Palo jt 2013)



Puistu struktuur

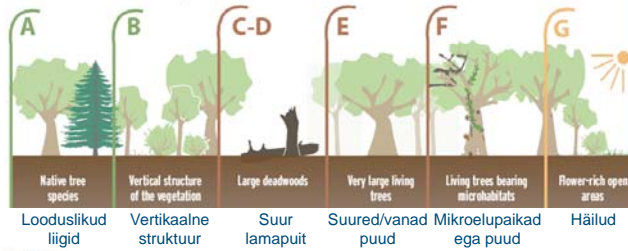
Kujundamine ja kujunemine



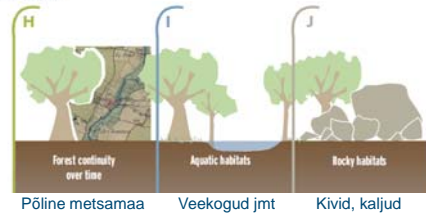
Struktuurid

Metsa struktuurse potentsiaali hindamine (IBP)

7 factors related to stand and forest management



3 factors related to the context

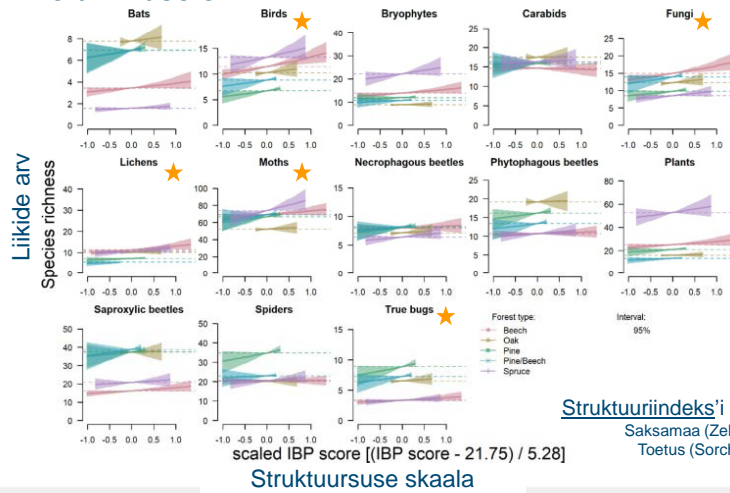


(Emberger jt 2023)



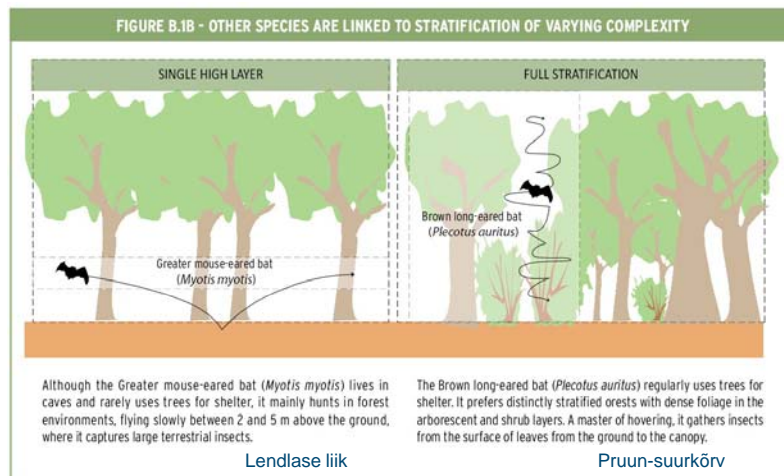
Metsa struktuursuse tähtsus

Struktuurne mitmekesisus on vaid võimalus andmine elurikkusele!



Puistu struktuurivajadus

Igal liigil on oma strateegia

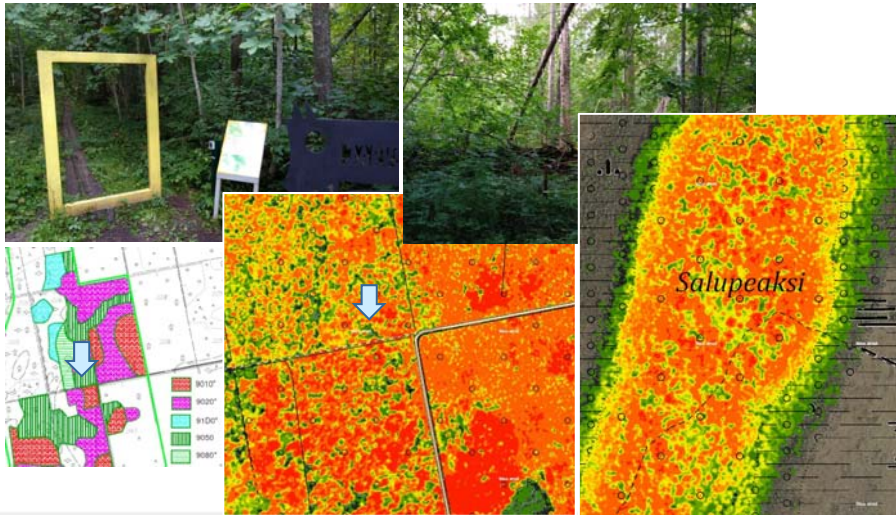


(Emberger jt 2023)



Looduslik – häilud puistus

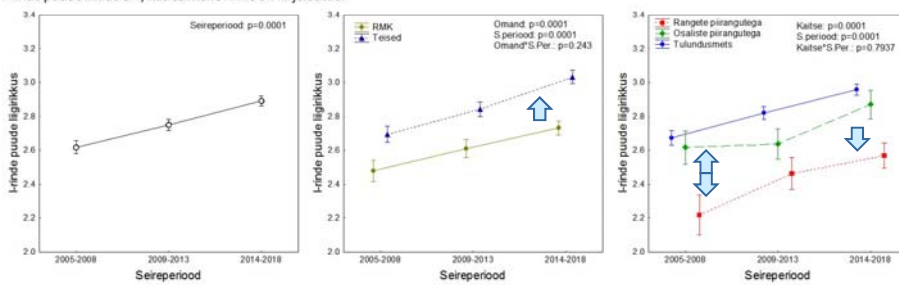
Loomulik kujunemine – Järveloja, Nigula peaksi jt



Puistu struktuur - liike

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

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



(Liira, 2020; KAUR/SMI)



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

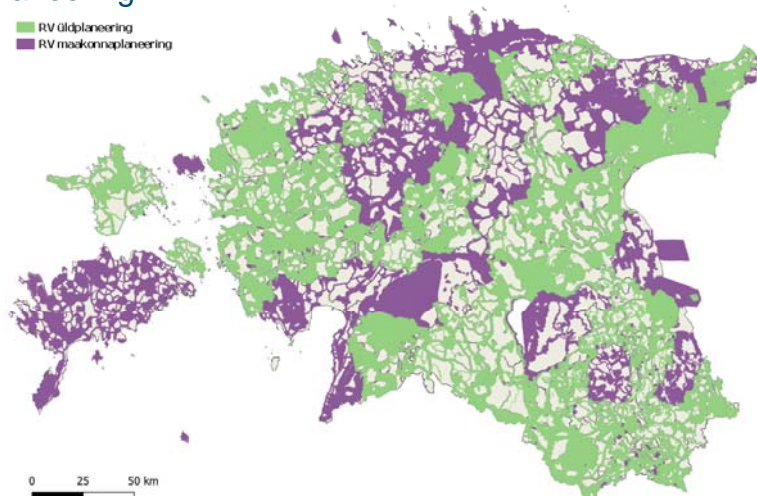
(PEFC ST tööühm)



Rohevõrgustik

Planeering

- RV üldplaneering
- RV maakonnaplaneering

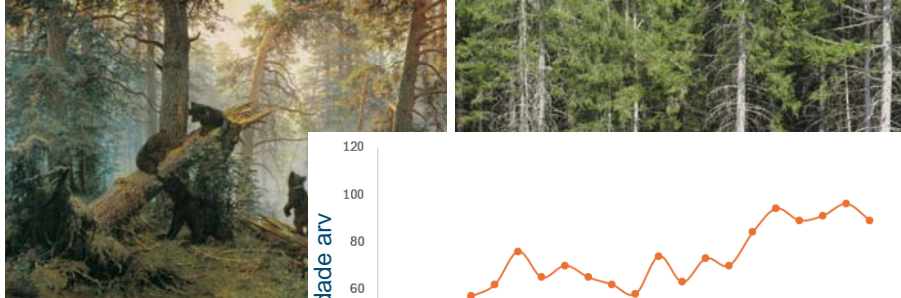


(KAUR 2023, L.Kütt, <https://keskkonnaportaal.ee/et/node/5873>)

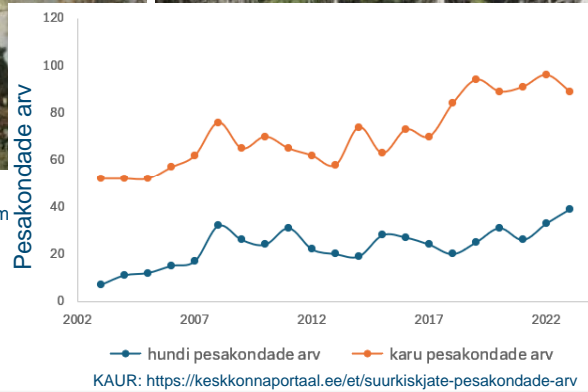


Struktuurivajadus

Igäühele oma



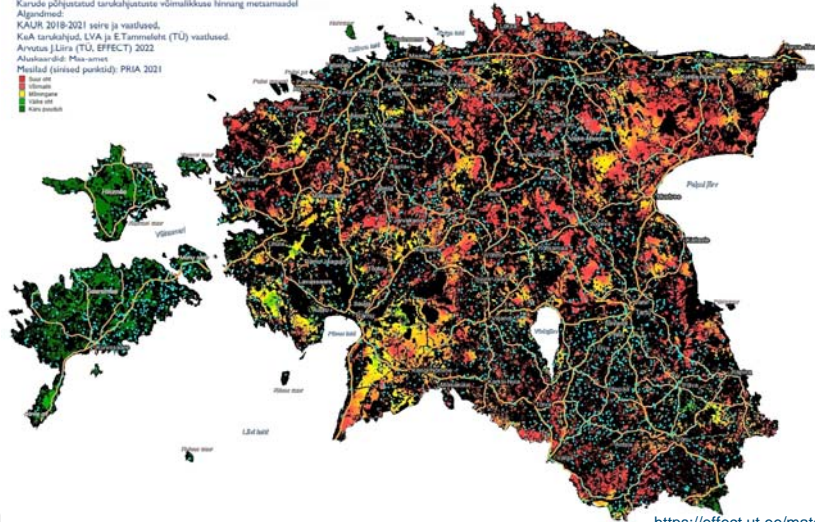
(Ivan Šiškin (+ Konstantin Savitski)
„Hommik männimetsas“/ „Kolm



Muutus vaatamata majandamisele

Karukahju oht

Karude põhjatatud tarukajutuste võimalikkuse hinnang metsamaadel
 Algoritm: KAUR 2018-2021 seire ja vaatlused, KõA tarukajutud, LVA ja E Tammalohu (TU) vaatlused, Arvutus J. Liira (TU, EFFECT) 2022
 Alustandardid: Maa-ameti Meilid (sinsed punktid): PKJA 2021

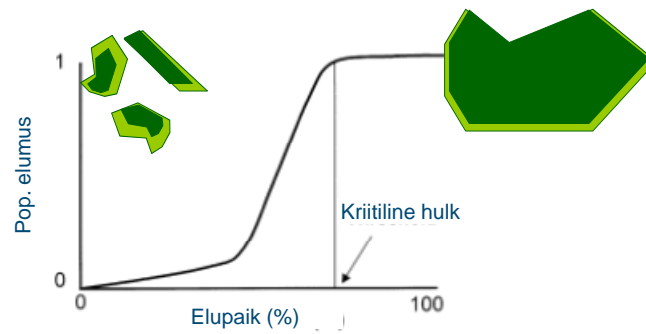


<https://effect.ut.ee/materjale>



Elupaiga pindala

Biotoobi killustumine

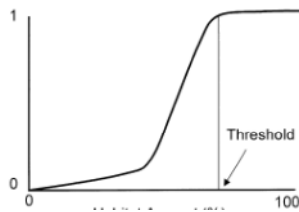


(Fahrig, 2003, Yiming & Wilcove, 2005)

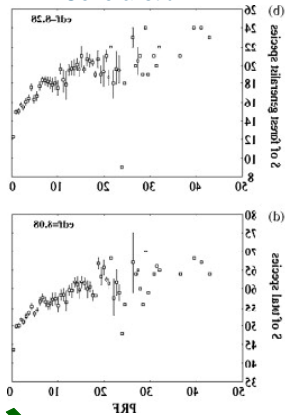


Elupaiga pindala

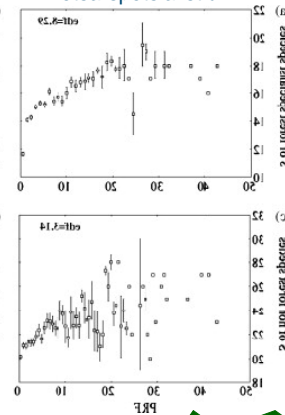
Biotoobi killustumine (puittaimed)



Generalistid



Metsa-spetsialistid



(de Albuquerque jt 2010)

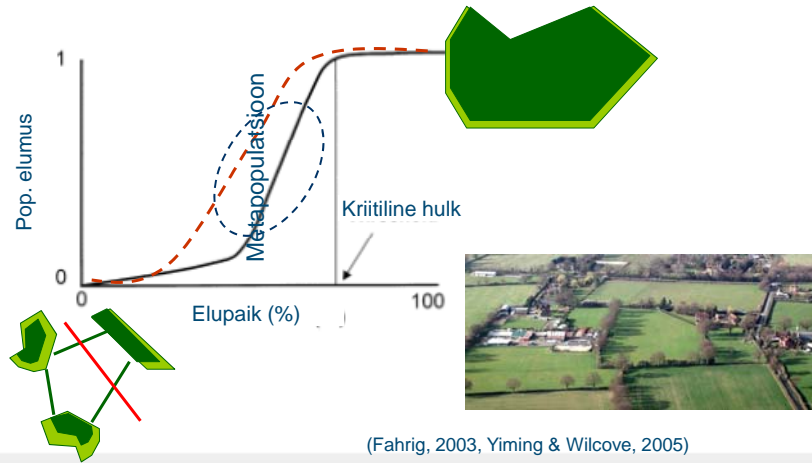


Ruumiline sidusus

Biotoobi laigud ja koridorid

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

Koridor sh ka astmekivid



Puhverriba, koridor

Servapuhvid -> koridorid, pagulad





Koridorid

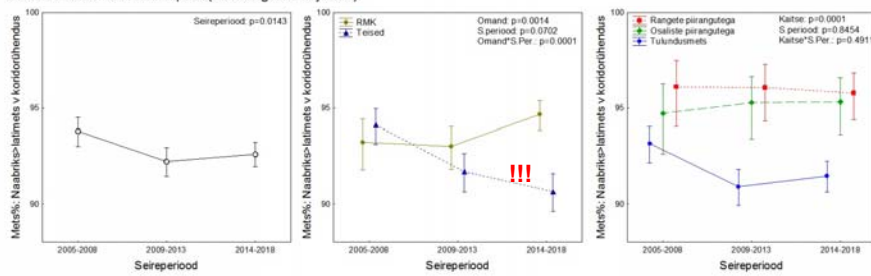
Säilikuteribad – laius!?



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 arvatatud väiksema osavali pealt (maakategooria M ja MM).

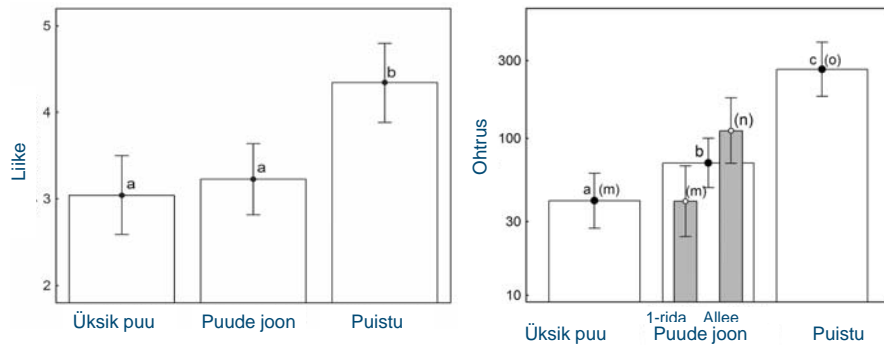


(Liira, 2020; KAUR/SMI)



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>



Ajaline sidusus

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

(PEFC ST tööühm)

Vastand – esimese raieringi mets

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



Ajalooline järjepidevus / Põlisus

Uudismets



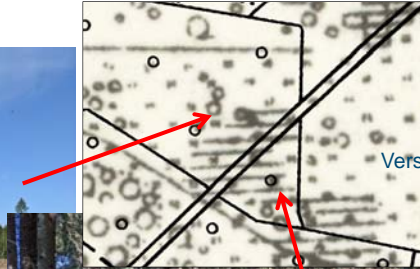
Ajalooline järjepidevus / Põlisus





Ajalooline järjepidevus / Põlisus

Uudismets



Verstakaart



Põline metsamaa - kaardid

Vene üheverstane topokaart – põlisuse aluseks (PEFC)



(Eesti Maa-amet)



Põline metsamaa - kaardid

Järjepidevuse kinnitamiseks võib kasutada hilisemaid kaarte ja fotosid

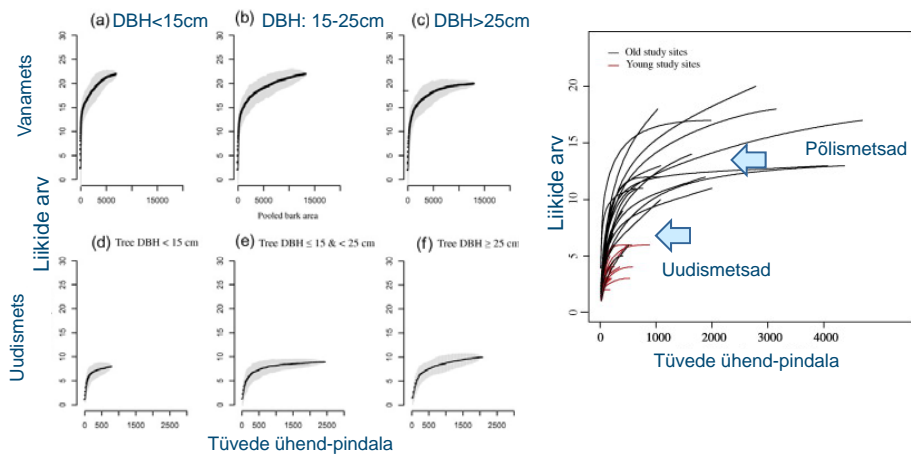


(Eesti Maa-amet)



Metsa(maa) põlisus

Uudismetsades oli vähem *Lobarion*-rühma samblikke kui põlismetsades

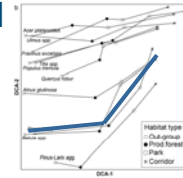


(Schei et al. 2013)



Puistu struktuur ja ajalugu

Asendus-substraadid



Korpsamblik (*Xantoria parietina*), pruuns vagu-lapiksamblik (*Parmelia sulcata*), hõõrossetsambliku liigid (*Physcia stellaris*, *P....*)



Puistu struktuur ja ajalugu

Põlisel alal tiheda puistu taastumine pidurdab teiste elurühmade edenemist



Jänese kapsa (*Oxalis acetosella*) genetiid e "isendid" põlisel metsamaal peale puistu hooldamata taastumist Kärğandi, Välg skv 2023



Mets - emotsioon

Geneetiline mitmekesisus



Jänsekapsas



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



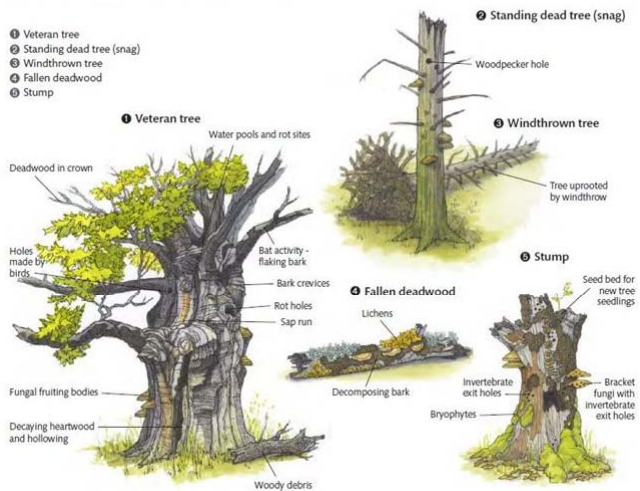
Säilik-struktuurid

Ajaloolised puu-vanurid ja pärand-struktuurid



Säilik-struktuurid

Ajaloolised puu-vanurid ja kõdupuit



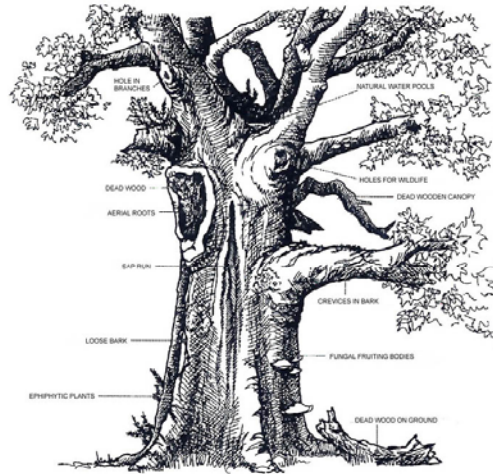
(Scotland TCV Citizen Science 2017)



Puu on metsa edifikaator

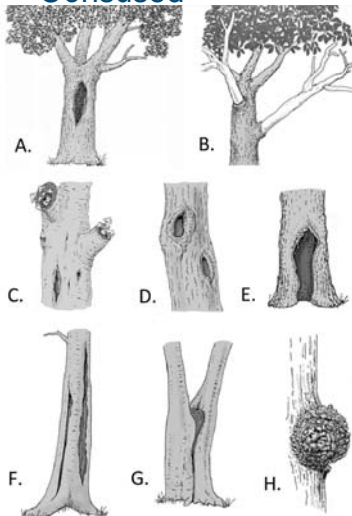
(Mikro)elupaigad vanal puul

Diagram to show the features characteristic of a veteran tree



(Vana) Puu on metsa elurikkuse aluseks

Õõnsused



(Bütler jt 2013)





Puistu (mikro)struktuur

Rähnid – pesaõõnsus – puiduseentele tähtis mikroelupaik

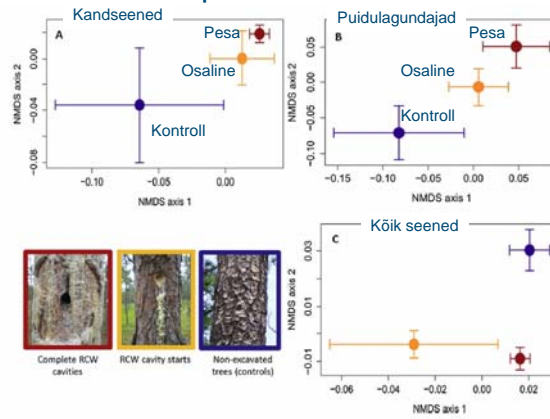


Fig 2 – NMDS plots for fungal communities found in completed RCW cavities (red), RCW cavity starts (yellow), and non-excavated (control) trees (blue). The central dots represent the means of the points on the two NMDS axes, the bars represent one standard error from the mean along both axes. (A) NMDS 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.

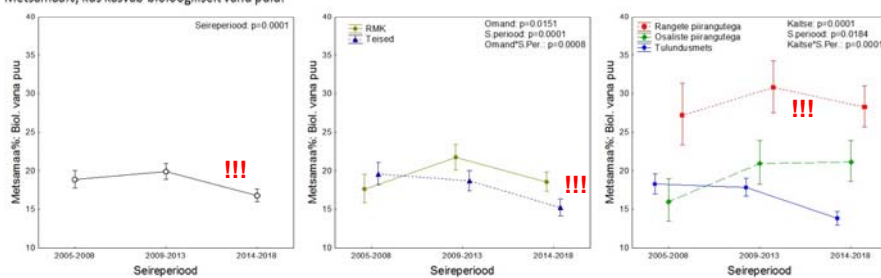
(Jusino jt 2015)



Puistu struktuur

Bioloogiliselt vanad puud

Metsamaa%, kus kasvab bioloogiliselt vanu puid.



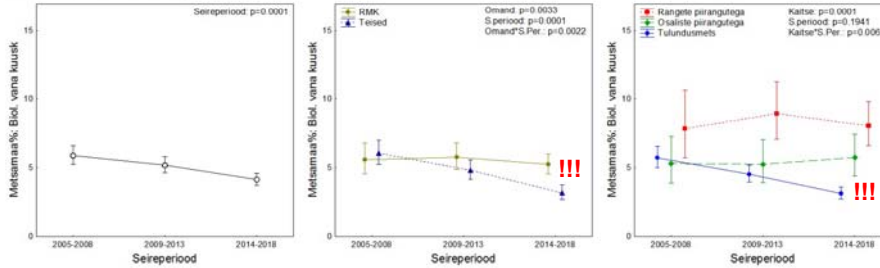
(Liira, 2020; KAUR/SMI)



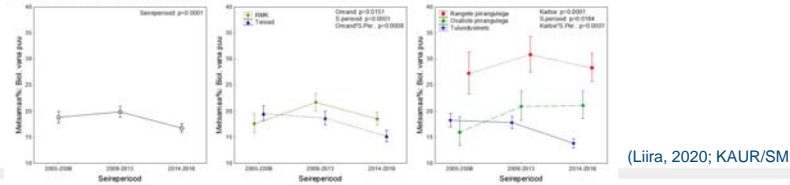
Puistu struktuur

Bioloogiliselt vanad puud: kuusk

Metsamaa%, kus leidub bioloogiliselt vana kuuske.



Metsamaa%, kus kasvab bioloogiliselt vanu puud.

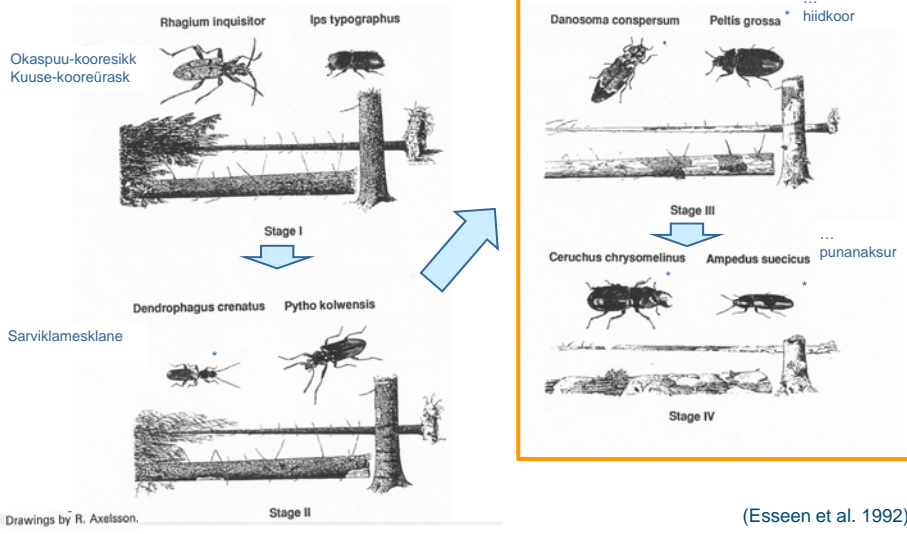


(Lira, 2020; KAUR/SMI)



Surnud puit

Elustiku suksession – kuuse lamapuit (Rootsi)

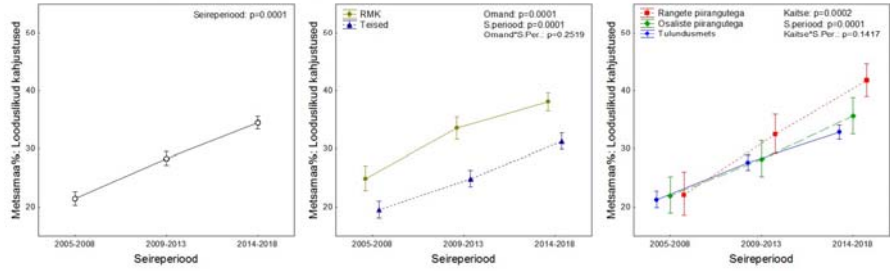




Puistu struktuur - häiringud

Looduslike kahjustuste esinemissagedus (SMI)

Metsamaa%, kus leidub mingitki tüüpi looduslike kahjustusi.



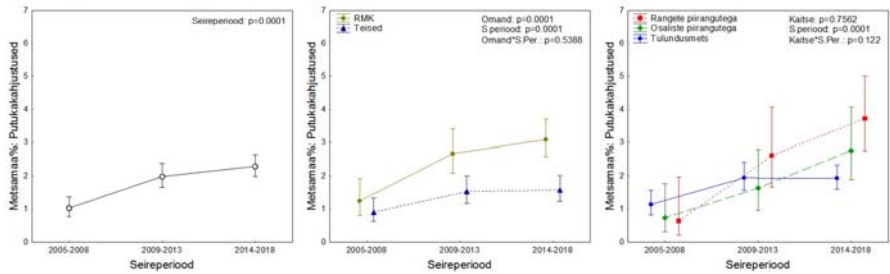
(Liira, 2020; KAUR/SMI)



Puistu struktuuri häire

Putukkahjustuste esinemissagedus (SMI)

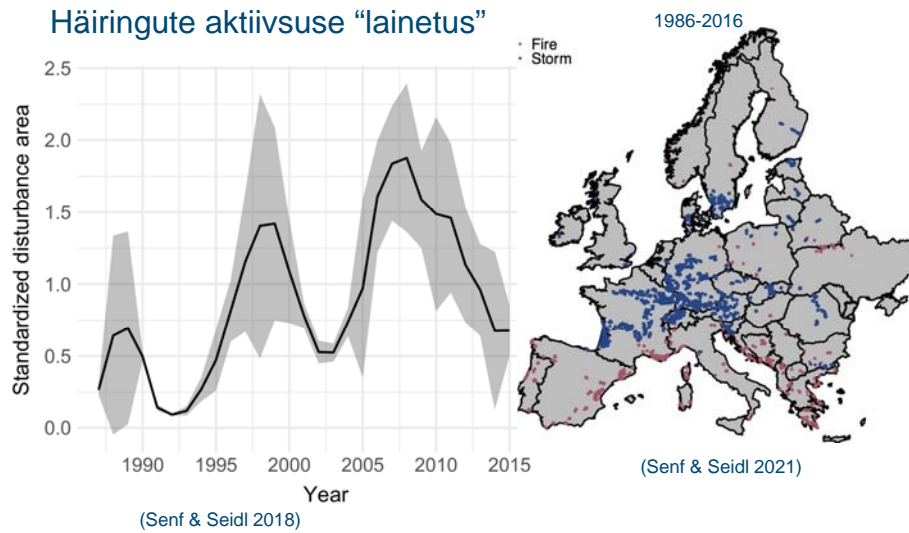
Metsamaa%, kus leidub säilinud ja/või eemaldamata putukkahjustusi.



(Liira, 2020; KAUR/SMI)



Häired - ajaline ja ruumiline muster



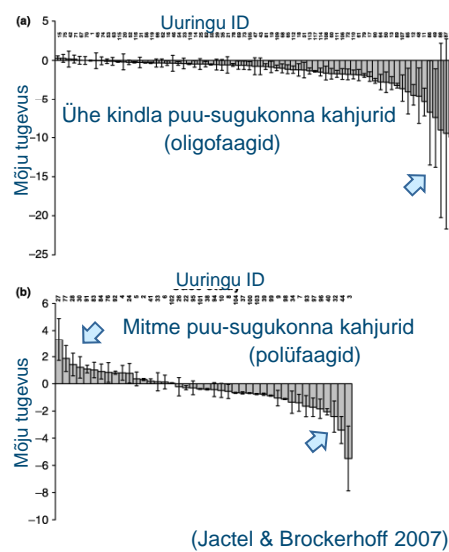
Puude liigirikkus

Puistu kahjuresistentsus

Liigirikkus kui varje spetsialist-kahjurite eest, ...

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

Toime selgem, kui naaberpuud on erinevate omadustega

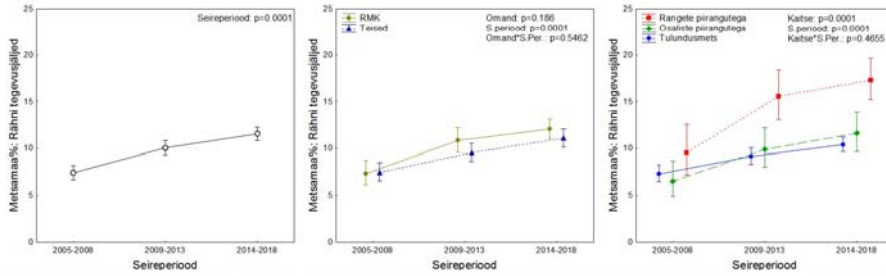




Puistu struktuur

Rähnide esinemissagedus

Metsamaa%, kus leidub rähnide tegevusjälgi.



(Liira, 2020; KAUR/SMI)



Puistu struktuur

Lamapuit

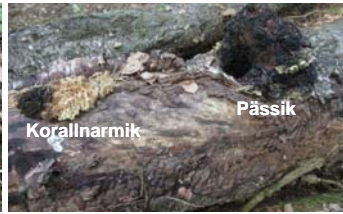
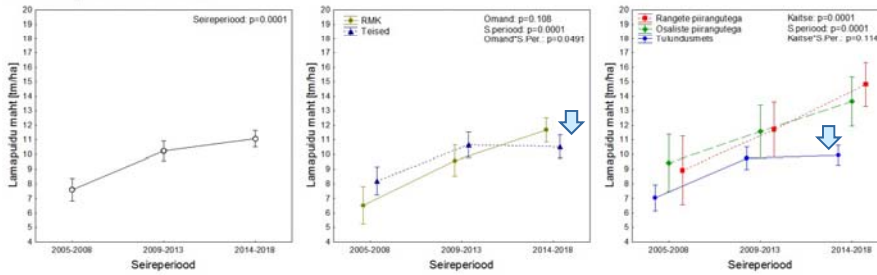




Puistu struktuur

Lamapuidu maht (SMI)

Surnud lamapuidu maht metsamaal.



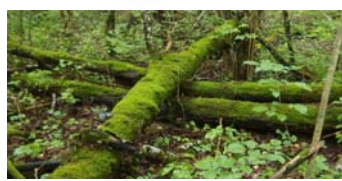
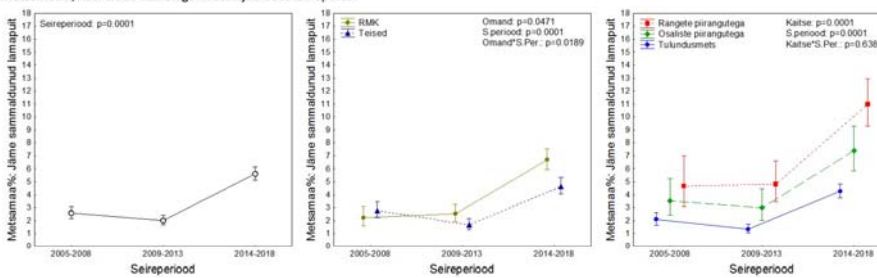
(Liira, 2020; KAUR/SMI)



Puistu struktuur

Sammaldunud tüvede esinemissagedus

Metsamaa%, kus leidub sambлага kaetud jämedat lamapuitu.



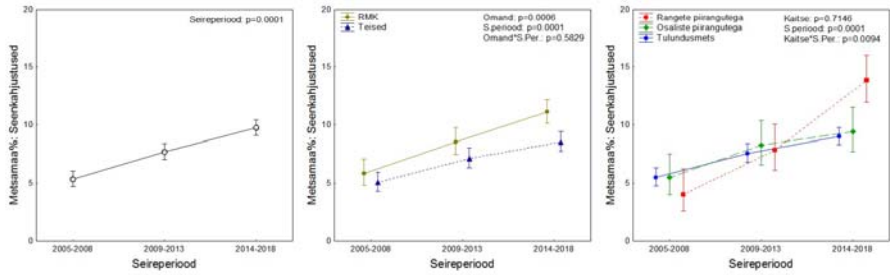
(Liira, 2020; KAUR/SMI)



Puistu struktuuri häire

Seenkahjustuste esinemissagedus

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



(Liira, 2020; KAUR/SMI)



Puistu struktuur

Vanapuit - Rähnid





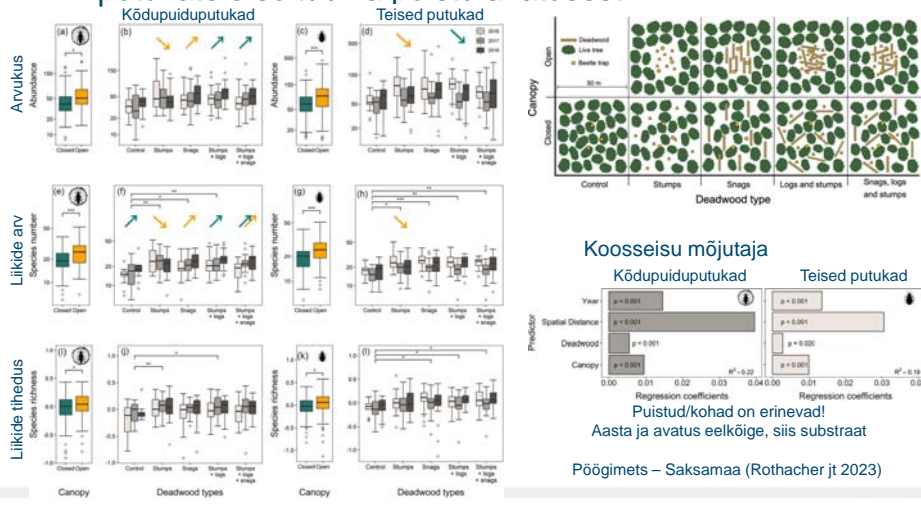
Säilik-struktuurid

Tüükad



Säilik-struktuurid ja avatus

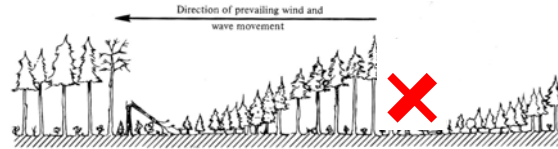
Surnud puidu mikroelupaikadega mõju kõdupuidu putukatele sõltub ka puistu avatusest.





Raie vs looduslik häire

Laigu-/häil-dünaamika – säilik-struktuurid!



Struktuuride säilitamine

Aegjärene raie? – Järjepidevus?!



2006



2017



2020



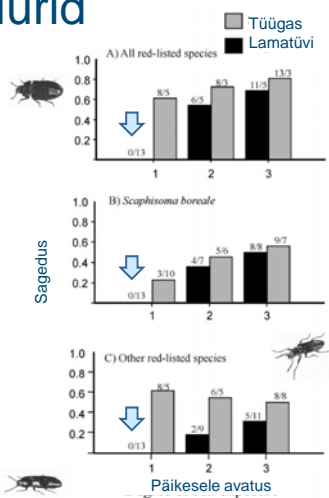
Struktuurid

Kujundamine ja kujunemine: tüügastamine



Säilik-struktuurid

Tööde ajal - struktuuride jätmine



Päikeseline surnud puit on puiduputukate erisoov (tüügastel suurem tugiväärtus)

(Sverdrup & Thygeson 2002, Schroeder jt 2006)



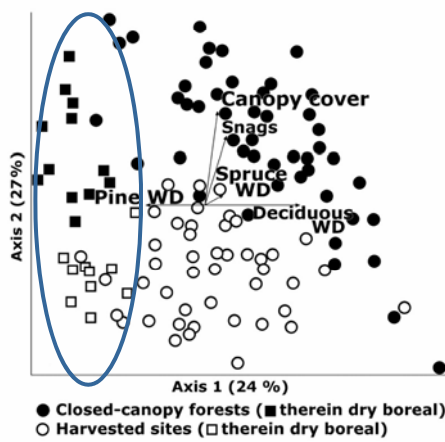
Noorendik

Jäänukmaterjal



Häilu ja lageraie erisus metsast

Vanapuitu söövad putukad



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

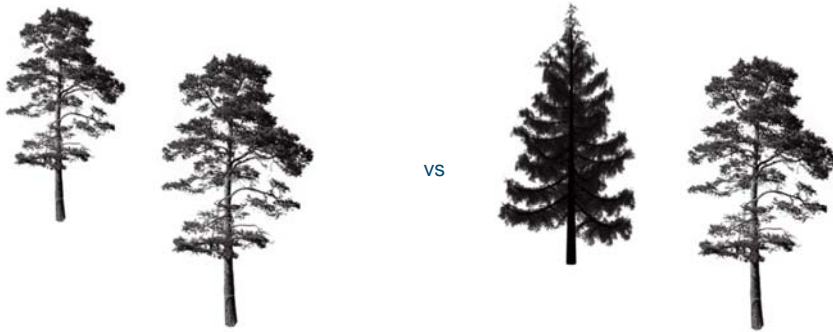
> Jäta lankidele puitu vedelema

(Kraut et al. 2016)



Struktuuride säilitamine

Säilikpuud



Säilikud

Aega rõhutavad puu-vanurid



F: Kaatri Pärnel, Plufof



Säilikud

Aega rõhutavad puu-vanurid



Korbasõõrik (*Radula complanata*)



Säilik-struktuurid

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



Sulgas õhik



Säilik-struktuurid

Märka tegelast ja temale vajalikku struktuuri



Epifüütide kadumine

Kultuuris on palju vähem puudega seotud liike



Austraalia
kuiv vihmamets



Säilikpuude mõju

Troopilistel säilikpuudel sureb enamus epifüütseid taimi

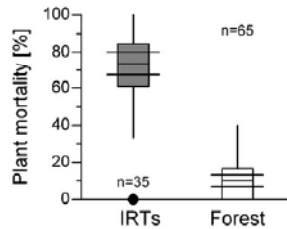


Fig. 1. Rates of epiphyte mortality per phorophyte during the first three years after isolation of remnant trees (IRTs) in a clearing and in undisturbed forest. Phorophytes affected by wind-throw are excluded. Outside values (lower quartile plus 1.5 interquartile range) are shown as black dots, notches (95% confidence intervals [median ± 1.58 interquartile range/sqrt n]) as wide horizontal lines.

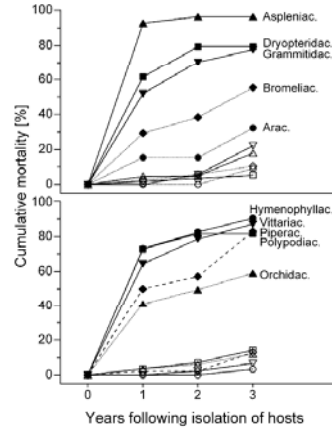


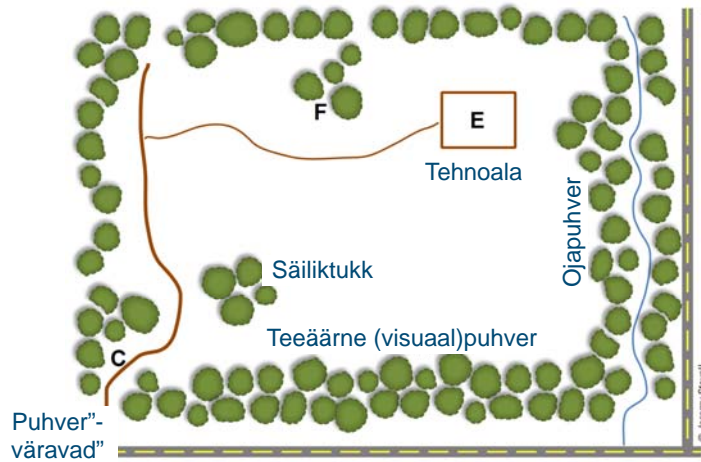
Fig. 2. Cumulative epiphyte mortality over the course of three years after forest clearance. Filled symbols: isolated remnant trees; open symbols: forest; solid lines: ferns; dashed lines: dicots; stippled lines: monocots. Taxa are divided alphabetically between panels.

Ekvadori mägi-toopika
(Werner jt 2011)



(Lage)Raie liigendamine

Ökoloogiline ja visuaalne optimeerimine

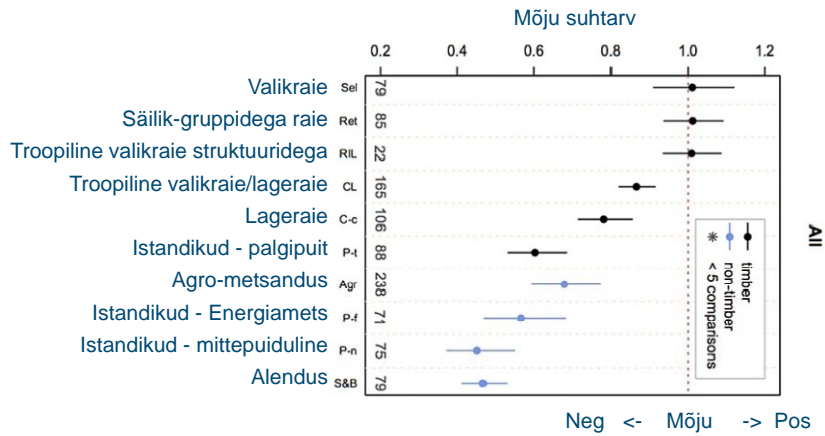


SFA Silviculture metoodikate käsiraamat
(<https://www.sfasilviculture.com/index.php/textbook>)



Metsamajandamise valikud

Tööde ajal - struktuuride jätmine – Kõik taks.grupid

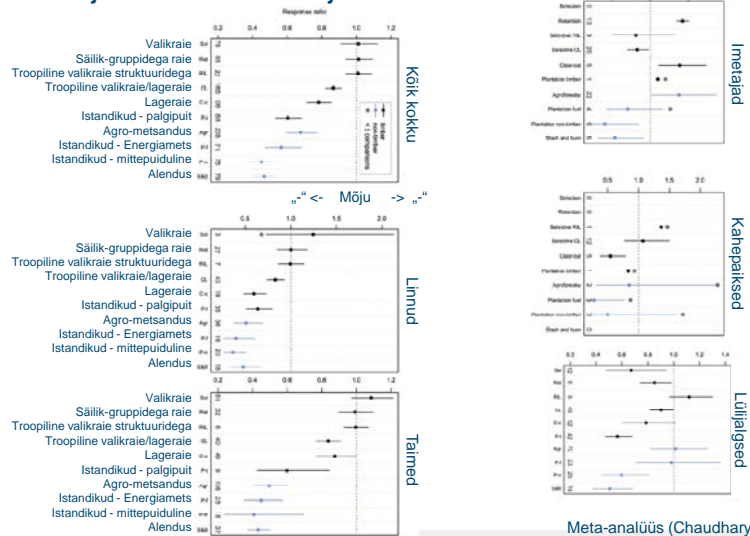


Meta-analüüs (Chaudhary jt 2016)



Metsamajandamise valikud

Tööde ajal - struktuuride jätmine

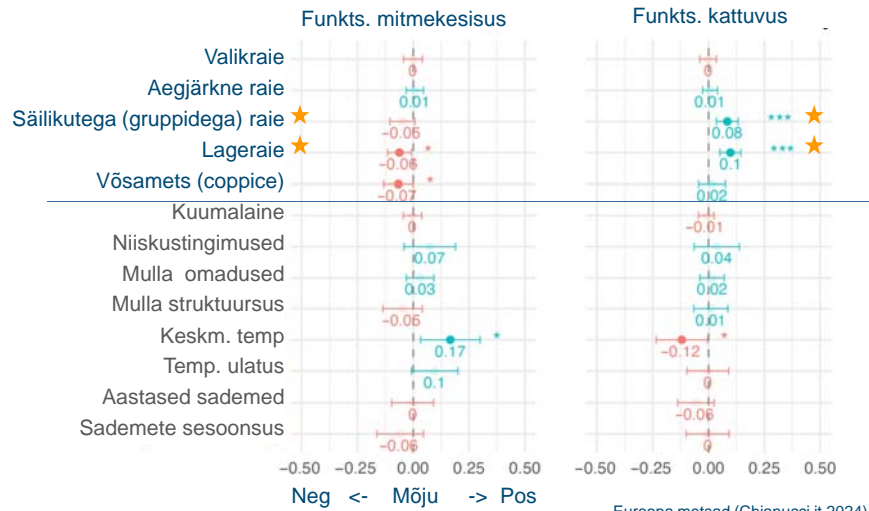


Meta-analüüs (Chaudhary jt 2016)



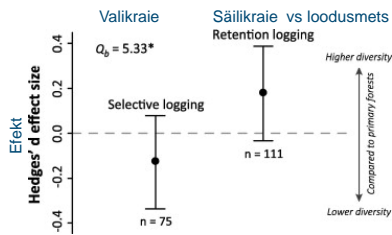
Metsamajandamise valikud

Rohurinde funktsionaalne mitmekesisus (3 tunnust)

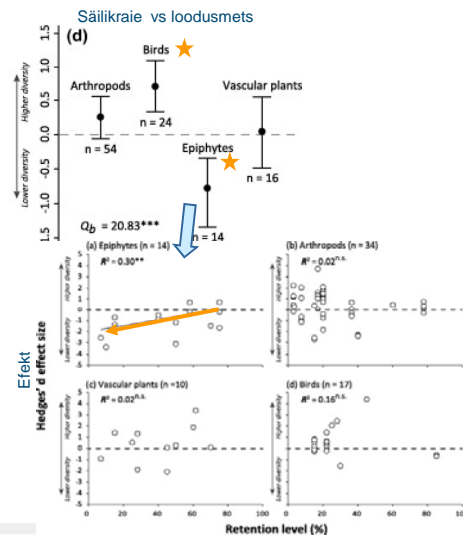


Metsamajandamise valikud

Valik- ja säilokraie selge neg. mõju puudub. Aga ...



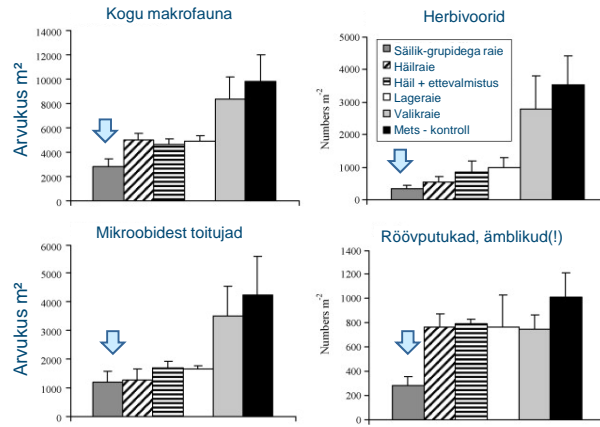
Meta-analüüs (Mori jt 2014)





Metsamajandamise valikud

Mulla- ja taimeelustik (lüljalgsed) olid säilituskades kõige harvemad. Valikraie oli kontrollile kõige sarnasem

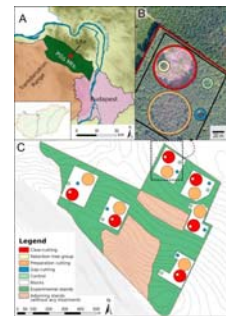
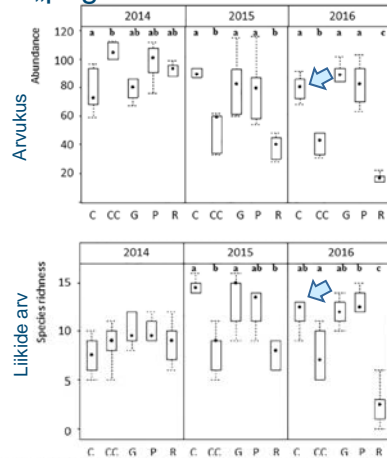


Soome metsad, 10a (lagedale kuusekultuur) pärast töötlust (Siira-Pietikäinen & Haimi 2009)



Metsamajandamise valikud

Vihmaussid „põgenesid“ säilituskast?!



- C – kontroll-mets
- CC – lageraie
- G – häilraie (d 20m)
- P – 30% „ettevalmistusraie“
- R – säilikrühm, d=20m, 8-12 puud

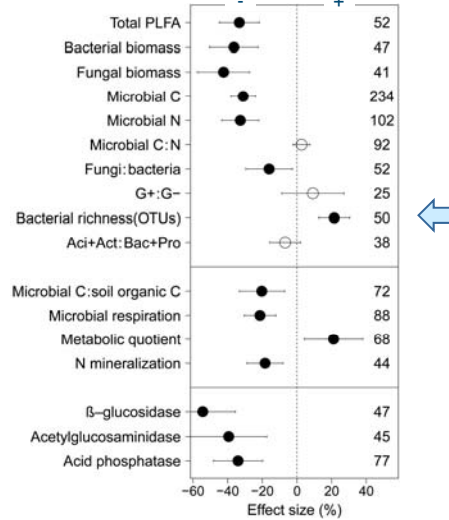
Fig. 2. Boxplot of abundance (individuals per m²) and species richness of earthworms in the treatments (X axis categories) and years (panels). Data are the medians. Boxes are interquartile range and whiskers are ranges without outliers. Abbreviation of the treatments are C – control, CC – clear-cutting, G – gap-cutting, P – preparation-cutting, and R – retention tree group. Significant differences found on multiple comparisons in different treatments within a year are marked by letters. Regarding to species richness, there was no significant treatment effect in 2014.

Ungari tammikud mägedes (Boros jt 2019)



Metsamajandamise valikud

Mets -> Istandik
 Muutus mullas:
 - mullaelustik
 - mikrobiom nõrgeneb,
 liigirikkus suureneb



(Wang jt 2021, meta-analüüs)



Säilik-struktuurid

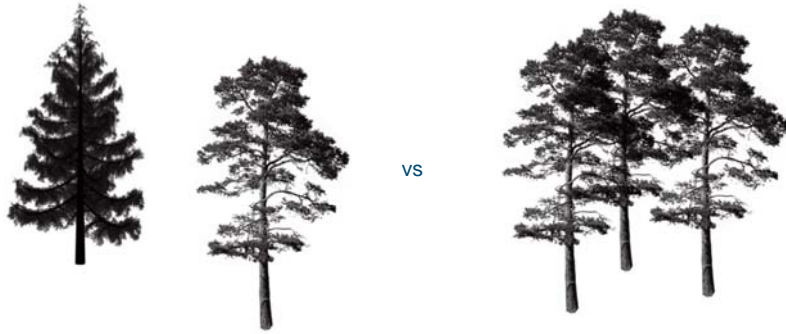
Varasemast funktsionaalsemad ja mitmekesisemad
 Säilikute liigirikkad grupid, kõvalehtpuud, sodi ja alusmets!





Struktuuride säilitamine

Säilikpuud



Struktuuride säilitamine

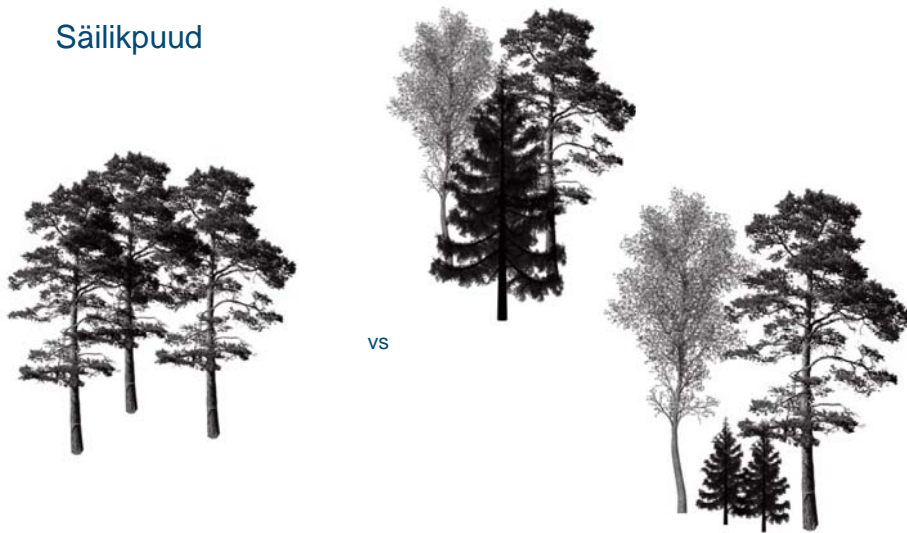
Grupid





Struktuuride säilitamine

Säilikpuud



Struktuuride säilitamine

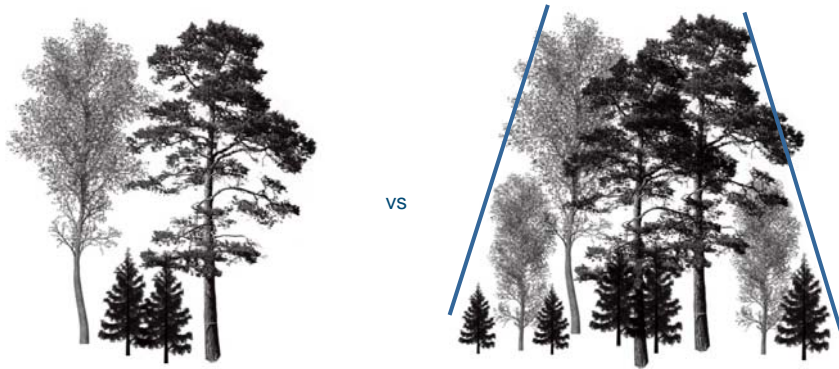
Säilikud (grupis)





Ökosüsteemi säilitamine

Säilikpuud vs säilikgrupid



Ökosüsteemi säilitamine

Säilikgrupid





Ökosüsteemi säilitamine

Säilikgrupid



Ökosüsteemi säilitamine

Säilikgrupid





UNIVERSITY of TARTU

Ökosüsteemi säilitamine

Säilikgrupp



UNIVERSITY of TARTU

Sidususe toetamine

Säilikgrupi asukoha valik

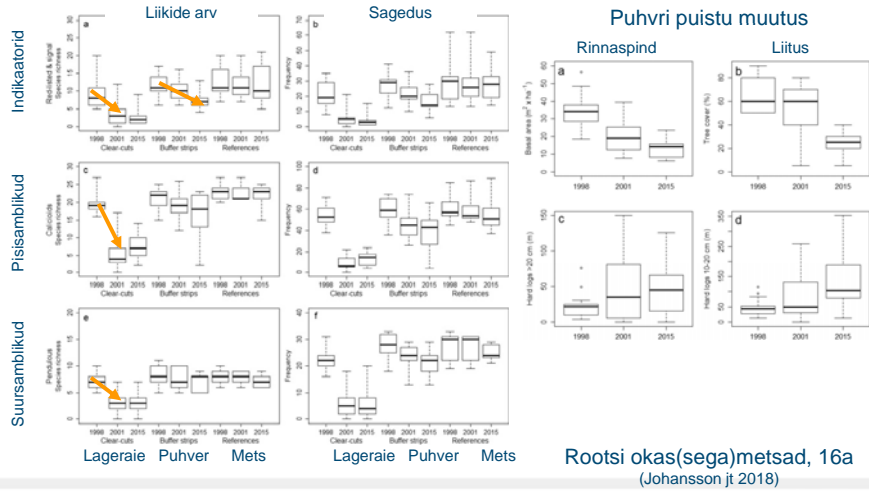




Samblike suremus – lageraie vs puhverriba

Epifüütsed samblikud surid lageraie puudel 2a'ga.

Puhverribas enamus säilis.



Dünaamika

Säilikgrupi säilimine





Kuuskede jt püsimine säilikgrupis

Suuremas grupis edukam

Tuulepealne suremus

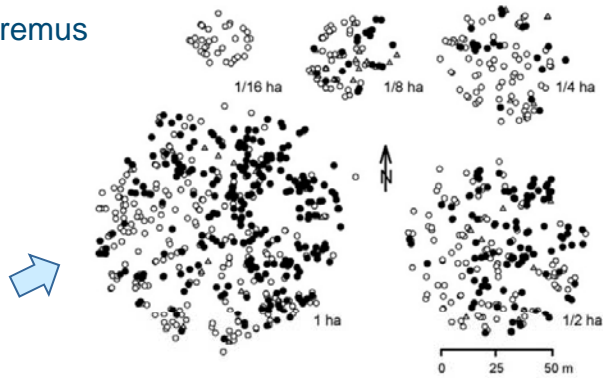


Fig. 2. Mapped locations of trees (dbh ≥ 10 cm) in 2004 in fragments, showing the location of healthy trees (black circles; vigor classes 3 and 4), dying trees (grey triangles; vigor class 2), and trees that have died since 1986 (open circles; including fallen trees).

Rootsi kuusemets
(Jönsson jt 2007)

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



Puude püsimine säilikuna

Mänd ja lehtpuu – jämedam püsib. Kuusk vastupidi!

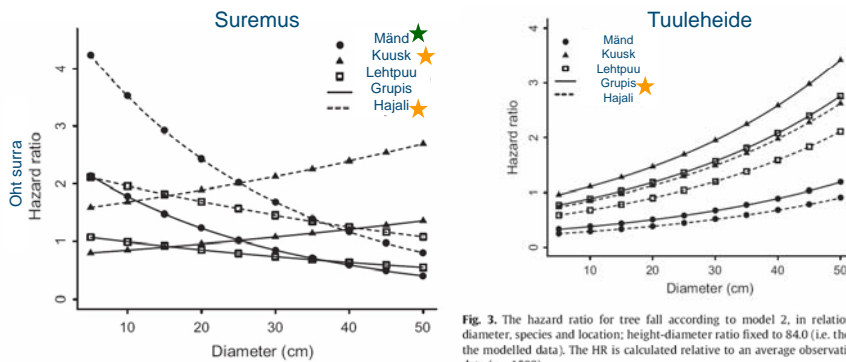


Fig. 2. The hazard ratio for tree mortality on unburned sites according to model 1, in relation to tree diameter, species and location. The HR is calculated relative to an average observation in the data (n = 1743).

Fig. 3. The hazard ratio for tree fall according to model 2, in relation to tree diameter, species and location; height-diameter ratio fixed to 84.0 (i.e. the mean of the modelled data). The HR is calculated relative to an average observation in the data (n = 1503).

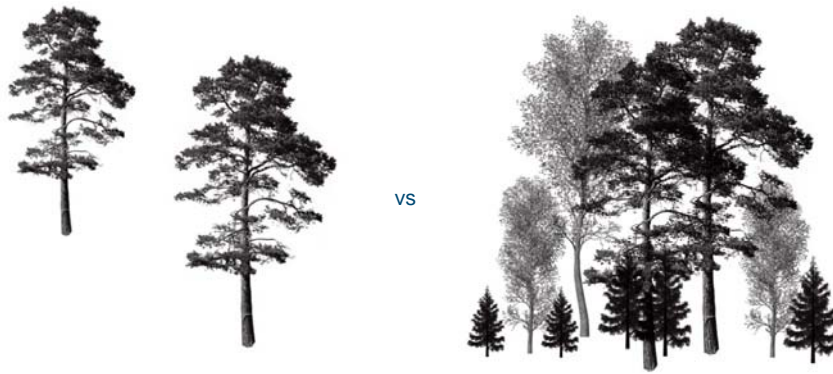
Soome metsad
(Hämäläinen jt 2016)

NB! Teistes uuringutes grupis väiksem tuulekahju
(Lavoie et al., 2012; Urgenson et al., 2013)



Sidususe toetamine

Säilikuud



Puistu struktuur

Uudismets ja noor mets – hakka varakult märkama ja kujundama!





Puistu struktuur

Uudismets ja noor mets – hakka varakult kujundama!



Struktuurid

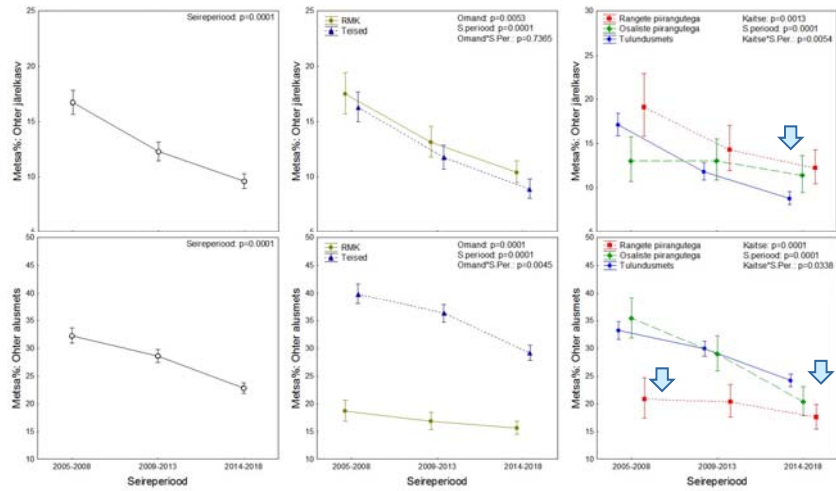
Struktuuride jätmine/loomine





Puistu struktuur

Ohter järelkasv ja tihe alusmets (SMI)



(Liira, 2020; KAUR/SMI)



Säilikgrupi planeerimine

Erilised puud

Vanad puud, endised säilikud,

Mitmeliigilised grupid

Alusmetsa erisused

Maapinna erisused: niiske lohk, põndak, suurem kivi

? - Häilud

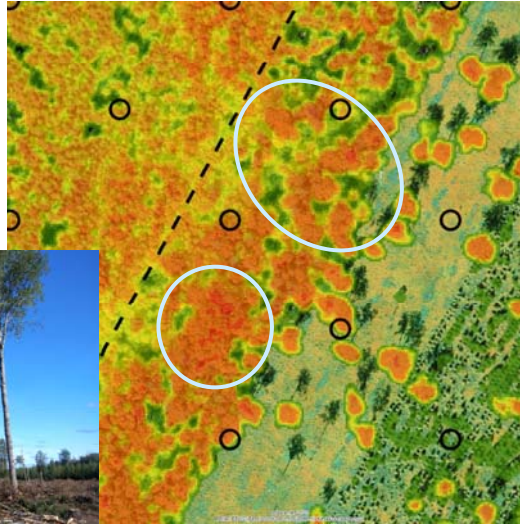
? - Endised avamaapuud

Grupid ja säilikud metsatee lähedale,
teise metsa varju



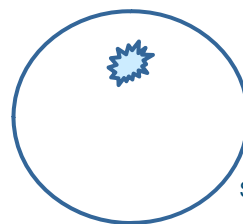
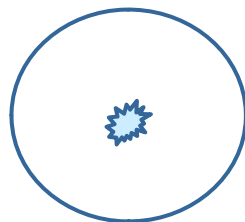
Ökosüsteemi säilitamine

Märkama ja hakka varakult kujundama!

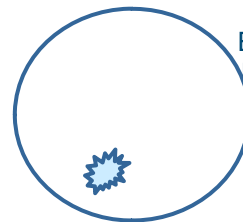


Tööde planeerimine

Säilikgrupp



Varjestamine:
Samblikega kuusk,
kivi



Esile toomine:
Lehtpuu, põõsad



Säiliktukk

Metsise eri



Teet Kivisilla
(Luua)



Emotsionaalne ja märgiline struktuur

Elurikkust toetavad erilised puud!





UNIVERSITY of TARTU

Emotsionaalne ja märgiline struktuur

Pärand või lihtsalt lahedad puud – vähemalt märgilised!



UNIVERSITY of TARTU

Emotsionaalne ja märgiline struktuur

Lihtsalt lahedad puud – märgilised!





Märgilised struktuurid

Tööde ajal – liigisäiliku ja talle vajalike struktuuride jätmine



Kivi-imar



Struktuurid

Struktuuride loomine?!





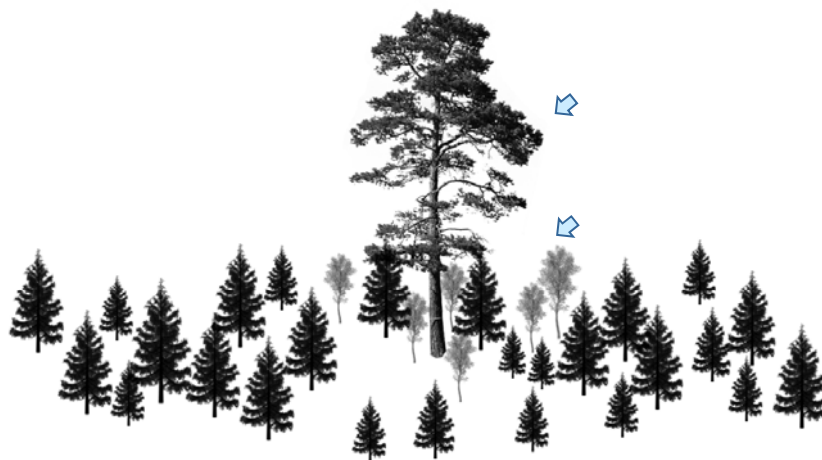
Mikroelupaigad

Märjad lohud



Puistu struktuur

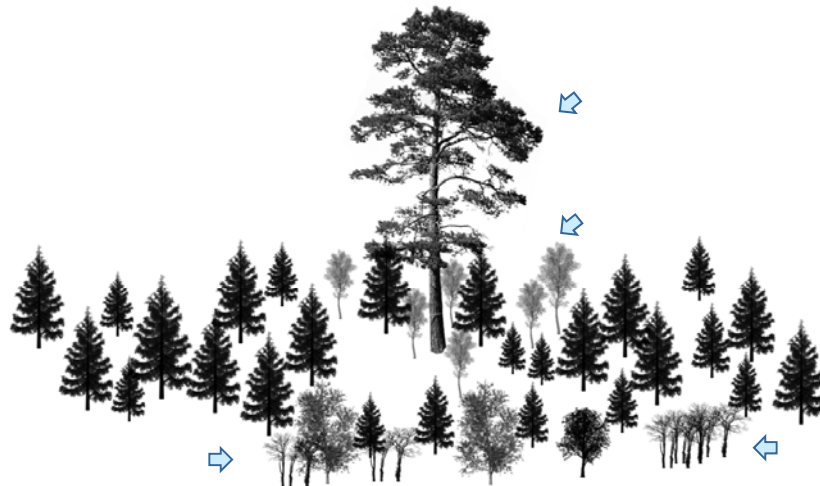
Noorendik – hakka varakult kujundama!





Puistu struktuur

Noorendik – hakka varakult kujundama!



Mikroelupaigad

Säiliku naabrusmõju lokaliseerimine





Noor puistu

Noor mets – märka looduse toetamise võimalust



Noor puistu

Noor mets – märka looduse toetamise võimalust





Noorendik

Koosseisu mitmekesistamine



Noorendik

Droon



Teet Kivisilla
(Luua)



Noorendik

Koosseisu suunamine



Noores puistus

Säilikute elujõu tagamine





Pealetükkivad kaaslased

Lasila puisniit



Hooldamata ala



Puhverriba

Puhvrid: servad, kulissraie





Servad

Puhverservad



Toomingas (Jõgeva)



Servad

Puhverservad





Servad

Puhverservad – servasäilikud, vääris(leht)puud



Servad

Puhverservad – servasäilikud, vääris(leht)puud





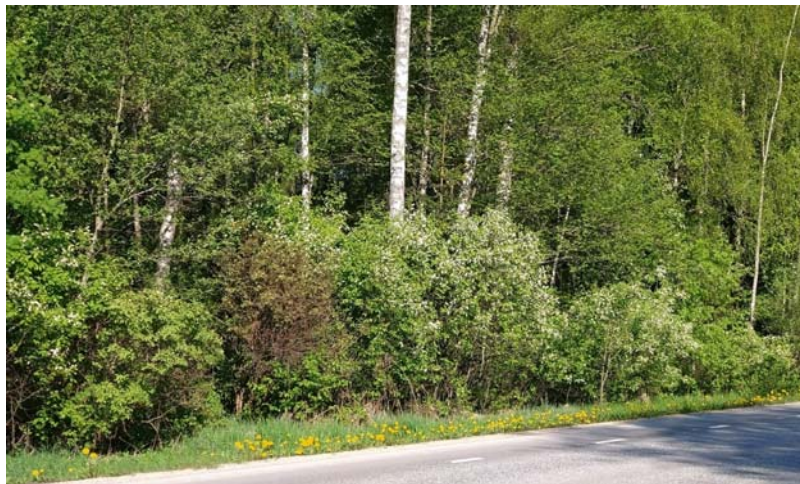
Puhverriba

Puhver-servad (kulissraie), koridorid



Servad

Puhverservad – tuugi avaalade loodusele



Toomingas, punane leeder, pihlakas



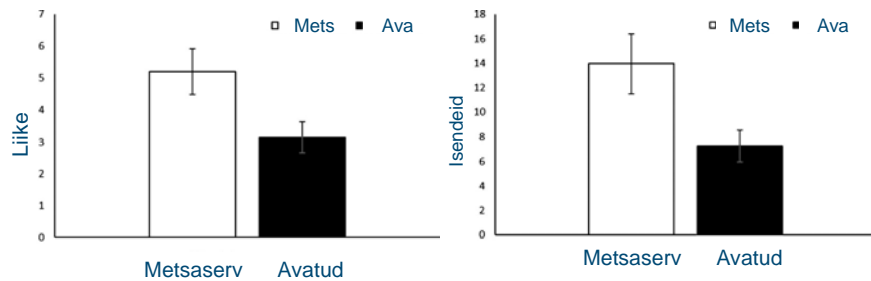
Servapuhvid

Varustav hüve - õied, marjad



Kimalased maastikus

Metsaservas rohkem kimalasi, kui põlluservas



(Söber et al. 2020)



Puhverriba

Puhverservad – kaitse välise ees (nt taimekaitse põldudelt)



Servad

Puhverservad – Ohutus? (aga 10a pärast?)





Kokkuvõte

Elurikkusele kriitilised aspektid on

- aeg (põlisus)
- struktuurid
- ühendus



Märka

Jäta struktuure!

(Tekita)

Ökoraie algab juba noores metsas
ja küpseva metsa ettevalmistamisel!



Tänu!

Kontakt:

Jaan Liira

jaan.liira@ut.ee / 5240798

Tartu Ülikool



www:
sisu.ut.ee/metsandus