

Erirakenteishakkuiden voimakkuuden vaikutus aluskasvillisuuden rakenteeseen korpikohteilla

Laudatureseminaari 30.9.2019
Joni Haapakoski





Sisältö


- Johdanto
- Tutkimuksen tavoitteet
- Aineistot ja menetelmät
- Tulokset
- Tulosten tarkastelu
- Johtopäätökset

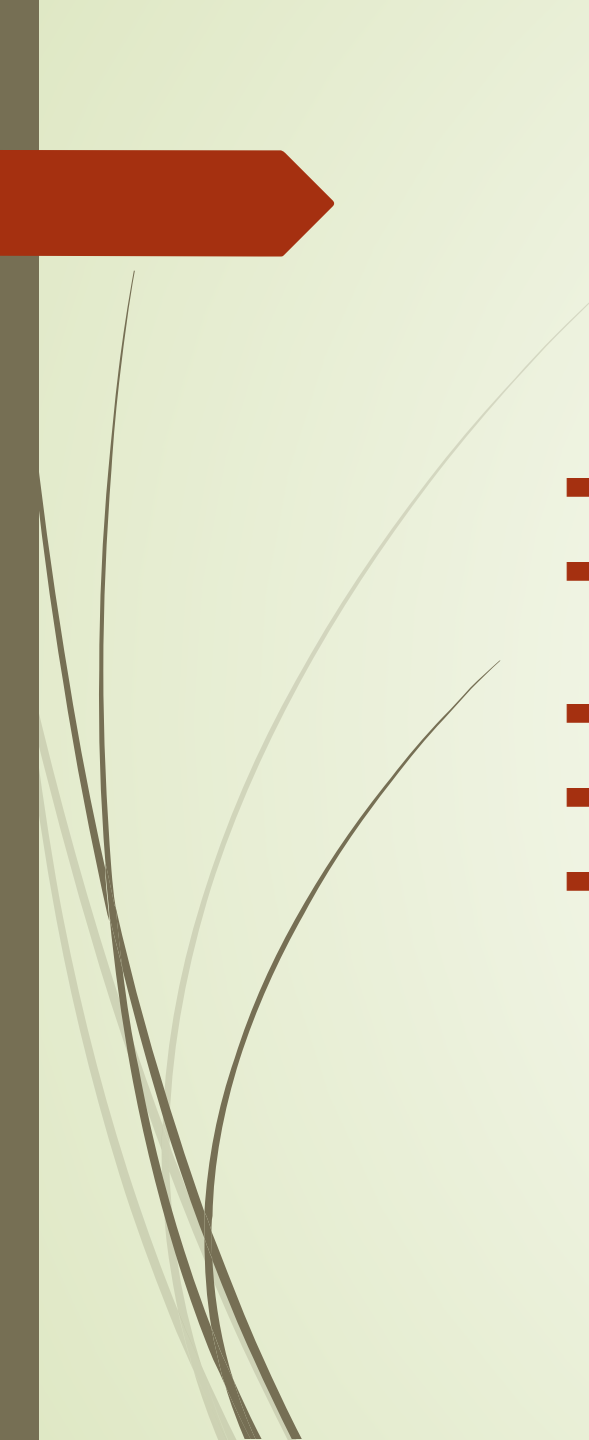



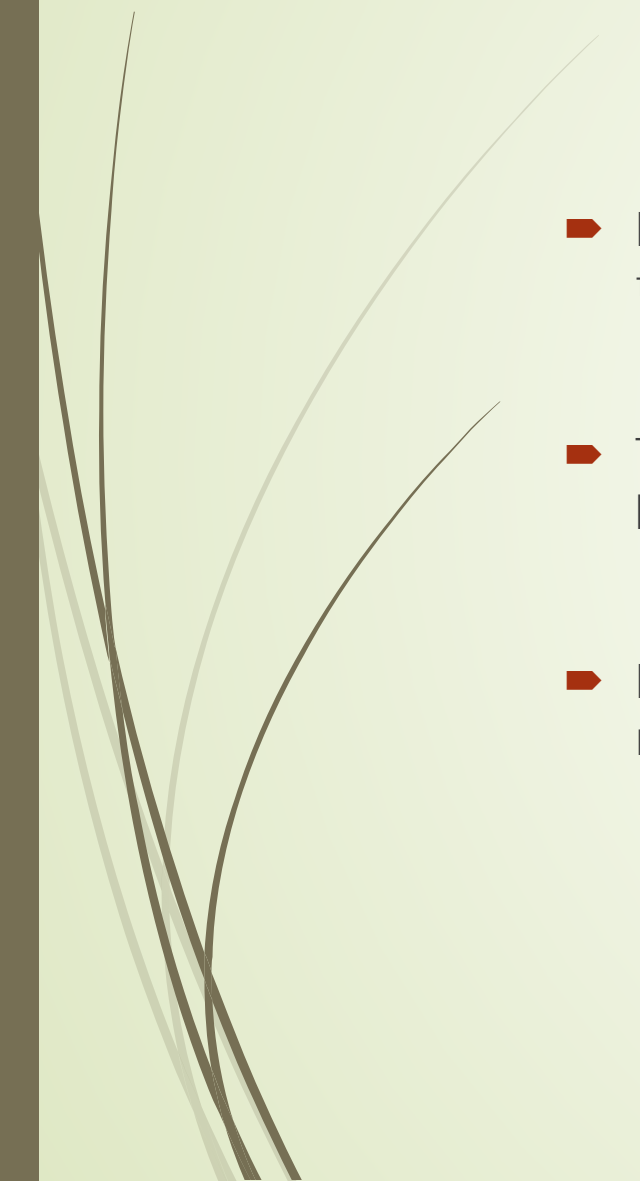
Johdanto

- ▶ Avohakkuiden käyttöön perustuvan metsätalouden haitalliset vaikutukset ovat herättäneet kiinnostusta uusiin metsänhoitomenetelmiin.
- ▶ Vuoden 2014 metsälain uudistus mahdollisti metsien monipuolisemman käsittelyn
- ▶ Jatkovapeitteinen metsänkasvatus on nähty hyvänä vaihtoehtona avohakkuiden käyttöön perustuvalle metsänkasvatukselle erityisesti turvemailla

- 
- 
- ▶ Jatkuvapeitteisen metsänkasvatuksen soveltuvuus turvemaille liittyy muun muassa avohakkuiden turvemaille aiheuttamaan suurempaan ympäristökuormaan sekä ojien kunnostuksesta ja ravinnetalouden hoidosta johtuviin kustannuksiin
 - ▶ Puuston haihdutus > kunnostusojituksen tarve?
 - ▶ Yleisesti ottaen turvemaat uudistuvat hyvin luontaisesti
 - ▶ Kasvillisuussukcession vaikutus
 - ▶ Maanmuokkauksen ja heinäntorjunnan tarve?
 - ▶ Usein valmiiksi erirakenteisia

- 
- ▶ Avohakkuut vaikuttavat myös aluskasvillisuuden rakenteeseen
 - ▶ Borealisessa metsäekosysteemissä aluskasvillisuudella on merkittävä rooli sekä metsikön uudistumisen ja tuottavuuden, että ravinteiden kierron kannalta
 - ▶ Hakkuun voimakkuus, tapa, ajankohta
 - ▶ Kohteen ominaispiirteet

- 
- Kasvillisuuden kokonaispeittävyys laskenut 1950-luvulta selvästi
 - Avohakkuisiin perustuvan metsätalouden seurauksena Suomen metsien ikäluokkajakauma on vähitellen tasoittunut ja metsät ovat tihentyneet
 - Myöhäisen sukessiovaiheen lajit erityisesti kärsineet
 - Pioneerilajit yleistyneet
 - Kivennäismailla poiminta- ja pienaukkohakkuita käyttämällä muutokset aluskasvillisuudessa vähäisempiä ja palautuvuus nopeampaa (Vanha-Majamaa ym. 2017)

- 
- 
- ▶ Eriolaisten hakkuutapojen vaikutuksia aluskasvillisuuden rakenteeseen on tutkittu kivennäismailla
 - ▶ Turvemailta vähemmän tutkimusta ja se keskittynyt avohakkuita seuraavan kasvillisuussukcession alkuvaiheisiin
 - ▶ Eirakenteishakkuiden vaikutuksia aluskasvillisuuteen ei ole turvemaiden metsissä aiemmin tutkittu



Tutkimuksen tavoitteet



1. Selvittää kasvillisuudessa lyhyellä aikavälillä tapahtuneita muutoksia metsikön peitteisyyden säilyttävien erirakenteishakkuiden jälkeen korpikohteilla, jotka kuuluvat Luonnonvarakeskuksen SOMPA-hankkeeseen
2. Mallintaa turvemaiden kasvilajien vasteita koeala- ja puustotunnuksiin, erityisesti puuston pohjapinta-alaan valtakunnan metsien inventointiaineiston pohjalta.
3. Testata VMI-aineiston avulla laadittujen mallien soveltuvuutta selittämään SOMPA-hankkeen kohteilla tapahtuneita kasvillisuusmuutoksia



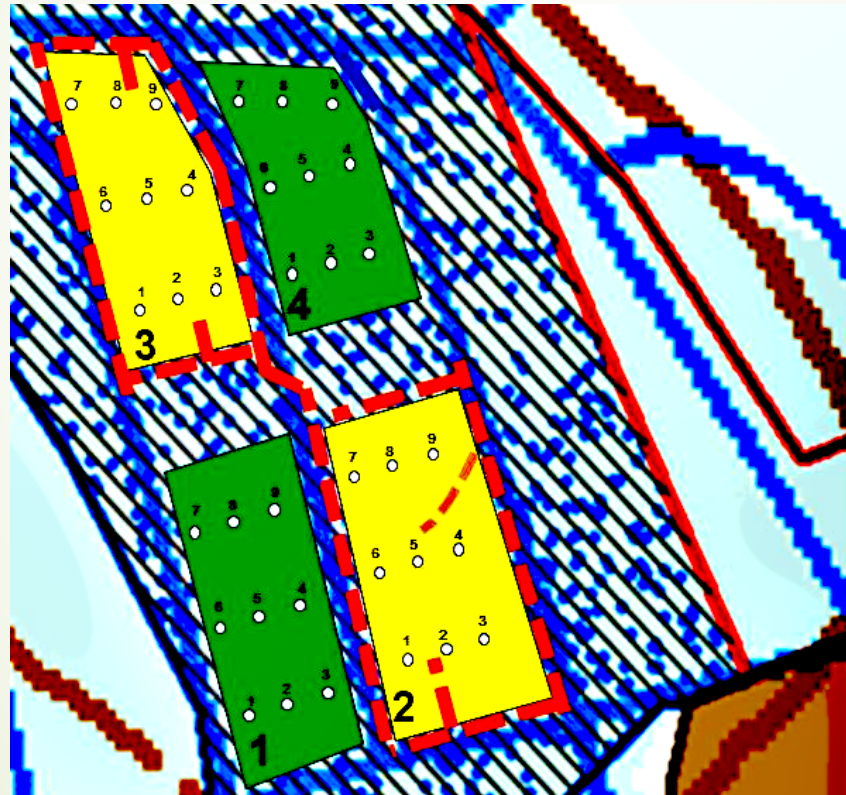
Aineisto ja menetelmät



SOMPA-hankkeen kasvillisuusaineistot

- 
- 
- ▶ 3 kohdetta: Multia Havusuo, Heinävesi Rouvanlehto, Juuka Vaarajoki
 - ▶ Eirakenteisuuteen tähtäävä yläharvennustyyppinen väljennyslakku kahdella eri voimakkuudella
 - ▶ Jäävän puuston pohjapinta-ala 12-13 m²/ha ja 17 m²/ha
 - ▶ Koealoja yhteensä 16, joista jokaisella 15 kasvillisuusruutua
 - ▶ Kasvillisuus inventoitu kohteilla 2016 ja 2018
 - ▶ Turvekangastyyppiltään koealat ovat pääosin mustikkaturvekankaita (Mtkg1) ja ruohoturvekankaita (Rhtkg1)

Multia Havusuo



Multia Havusuo



Kontrolli

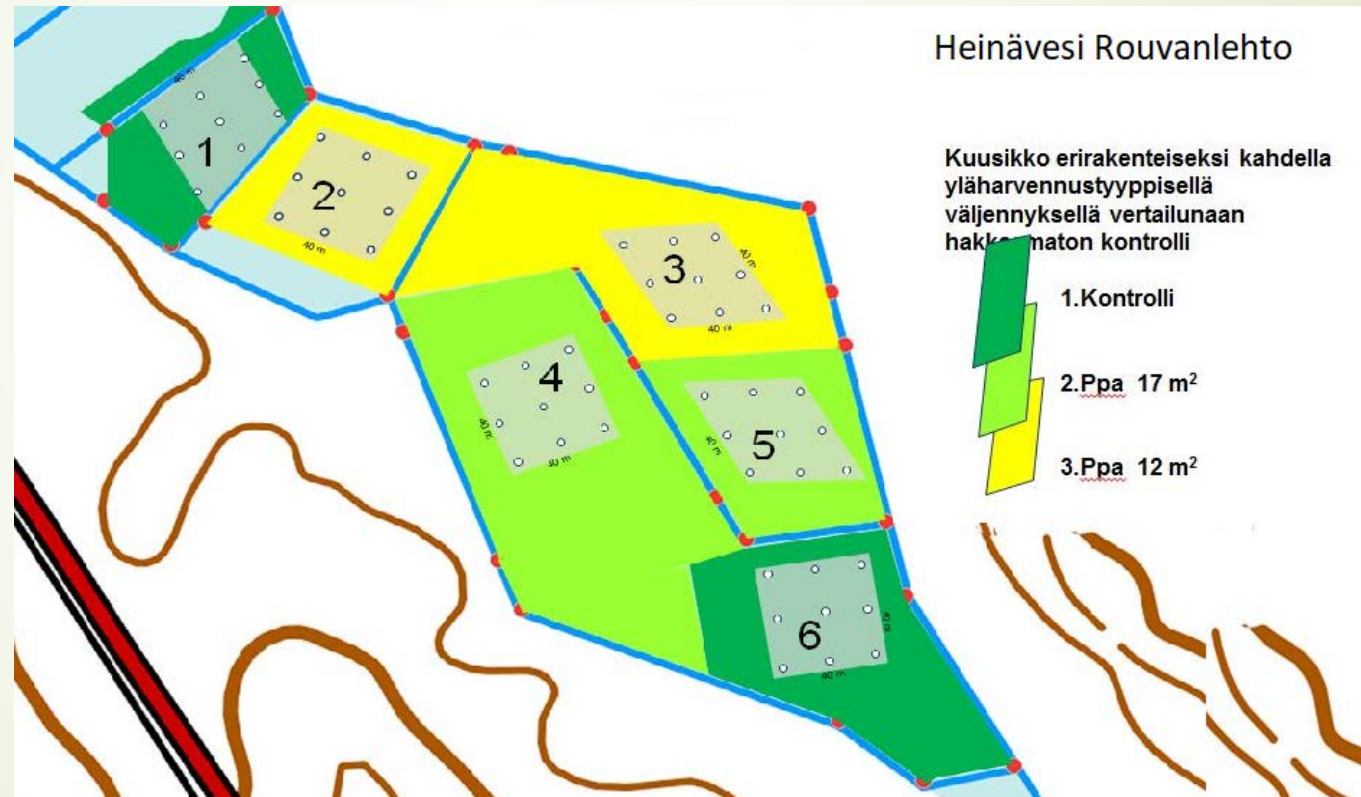
ruutu 1 ppa 25 m²
ruutu 4 ppa 28 m²



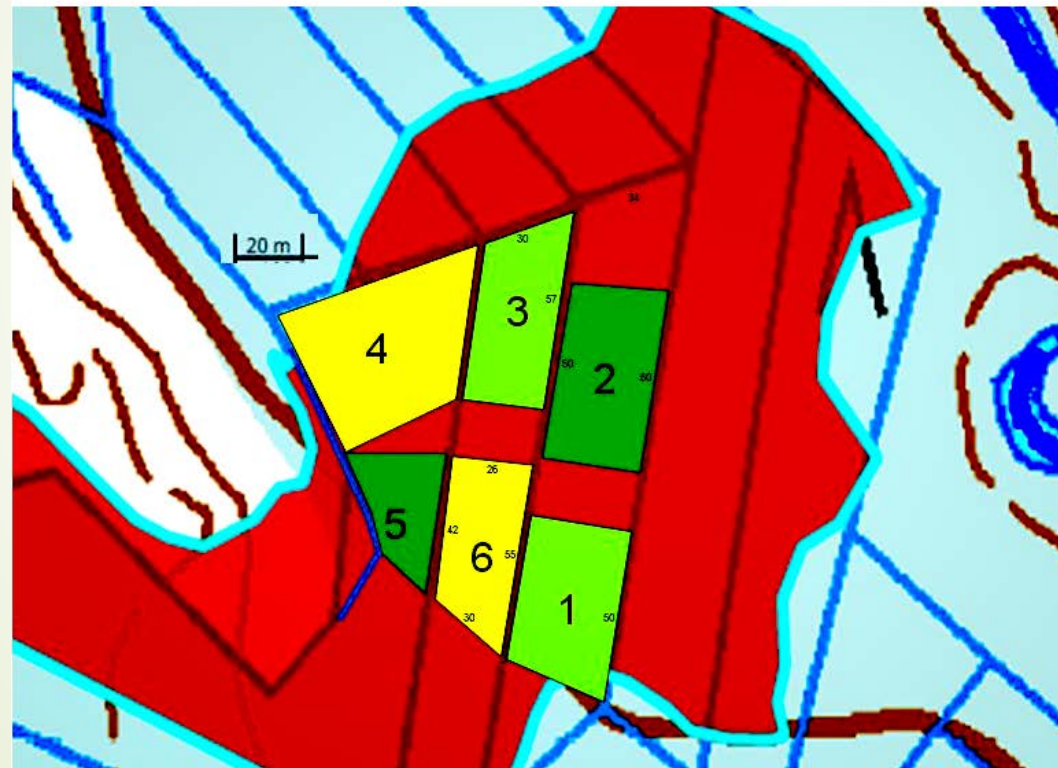
Hakkuu (21.3.2016)

ruutu 2 ppa 29 m² → 13 m²
ruutu 3 ppa 31 m² → 13 m²

Heinävesi Rouvanlehto



Juuka Vaarajoki



Juuka, Vaarajoki

Kuusikko erirakenteiseksi kahdella
yläharvennustyyppisellä
väljennyksellä vertailunaan
hakkaamaton kontrolli

1. Kontrolli
2. Ppa 17 m²
3. Ppa 12 m²



SOMPA-aineiston tilastollinen analysointi

- ▶ Kaksisuuntainen parittaisten otosten t-testi
- ▶ Kohteiden kontrollikoealat sekä vastaavilla voimakkuuksilla käsitellyt koealat yhdistettiin
 - ▶ Pienen otoskoon takia testit tehtiin myös logaritmuunnetulla aineistolla
 - ▶ Testit lajiryhmäkohtaisesti
- ▶ Lisäksi testit koealoittain lajikohtaisesti ja lajiryhmäkohtaisesti
 - ▶ Varvut, heinät ja sarat, ruohot, rahkasammalet, lehtisammalet, puut ja pensaat
 - ▶ Suurempi otoskoko (n=15), joten vain alkuperäistä aineistoa käytettiin
- ▶ Kiinnostaville lajeille vielä testit siten, että kohteet on yhdistetty
 - ▶ Mustikka, puolukka, metsätähti, käenkaali, metsäalvejuuri, pallosara, seinäsammal, metsäkerrossammal, kangaskynsisammal, suikerosammalet, suonihuopasammal, kuusen taimet
 - ▶ Näille lajeille myös vastemallit



Peittävyysmallinnus VMI-aineiston avulla

- ▶ Vastemallien rakentamisen aineistona käytettiin Valtakunnan metsien inventoinnin yhteydessä vuosina 1985-86 kerättyä kasvillisuus- ja koealatunnusaineistoa.
- ▶ Mallintaminen tehtiin käyttäen yleistettyjä lineaarisia malleja (GLM = Generalized linear models) R-ohjelmointiympäristössä
- ▶ Vastemuuttujana kasvilajin prosentuaalinen keskipeittävyys
- ▶ Mustikan ja puolukan peittävyysmallien selittäjiksi valittiin niillä loogisesti käyttäytyvät, tilastollisesti merkitsevät kasvupaikkaa ja puustoa kuvaavat tunnuksset



GLM:n kaava on muotoa:

$$g(\mu_i) = \beta_0 + \beta_1 \text{Kasvupaikka}_i + \beta_2 \text{Ojitustilanne}_i + \beta_3 \text{Keskilpm}_i + \beta_4 \text{PPA}_i + \beta_5 \text{PPA}_i^2 + \beta_6 \text{Lepu\%}_i + \beta_7 \text{Kasvupaikka}_i : \text{PPA}_i = \eta_i \quad (1)$$

missä $g(\)$ on linkkifunktio, joka määrittää selitettävän muuttujan suhteen lineaariseen malliin. Kaavassa μ_i on selitettävä muuttuja eli kasvilajin havaittu peittävyys koealalla i , β on tuntematon parametri, joka liittyy ko. selittävään muuttujaan, ja η lineaarinen ennustin.

- ▀ Quasipoisson virhejakauma ja log-linkki



Mustikan ja puolukan peittävyysmallien testaus SOMPA-kohteilla

- ▶ VMI-aineistoon sovitettujen mustikan ja puolukan peittävyysmallien toimintaa arvioitiin SOMPA-hankkeessa mitattujen peittävyyksien avulla
- ▶ Ruohoturvekankaiden ja mustikkaturvekankaiden koealoille erikseen
 - ▶ Mustikka ja puolukka

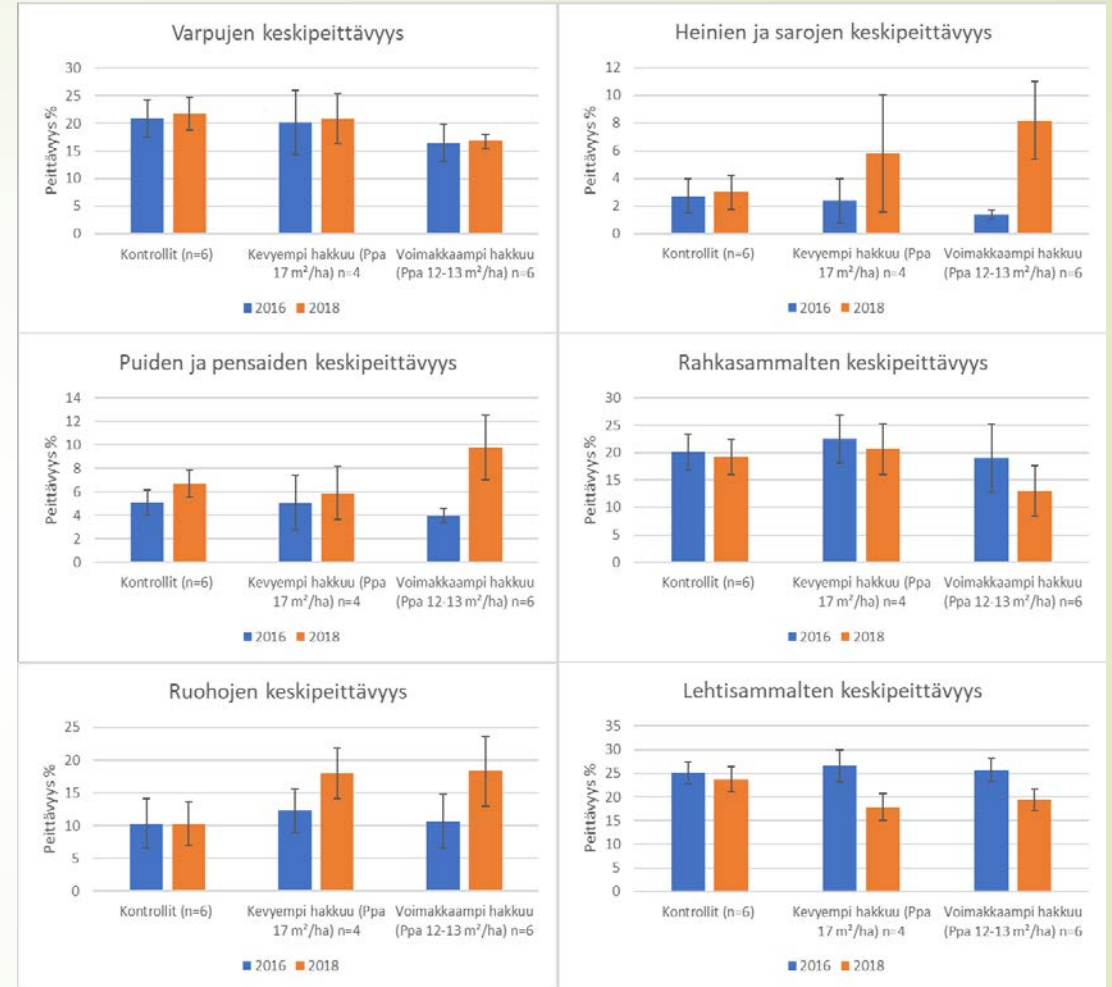


Tulokset

Peittävyysmuutokset lajiryhmittäin

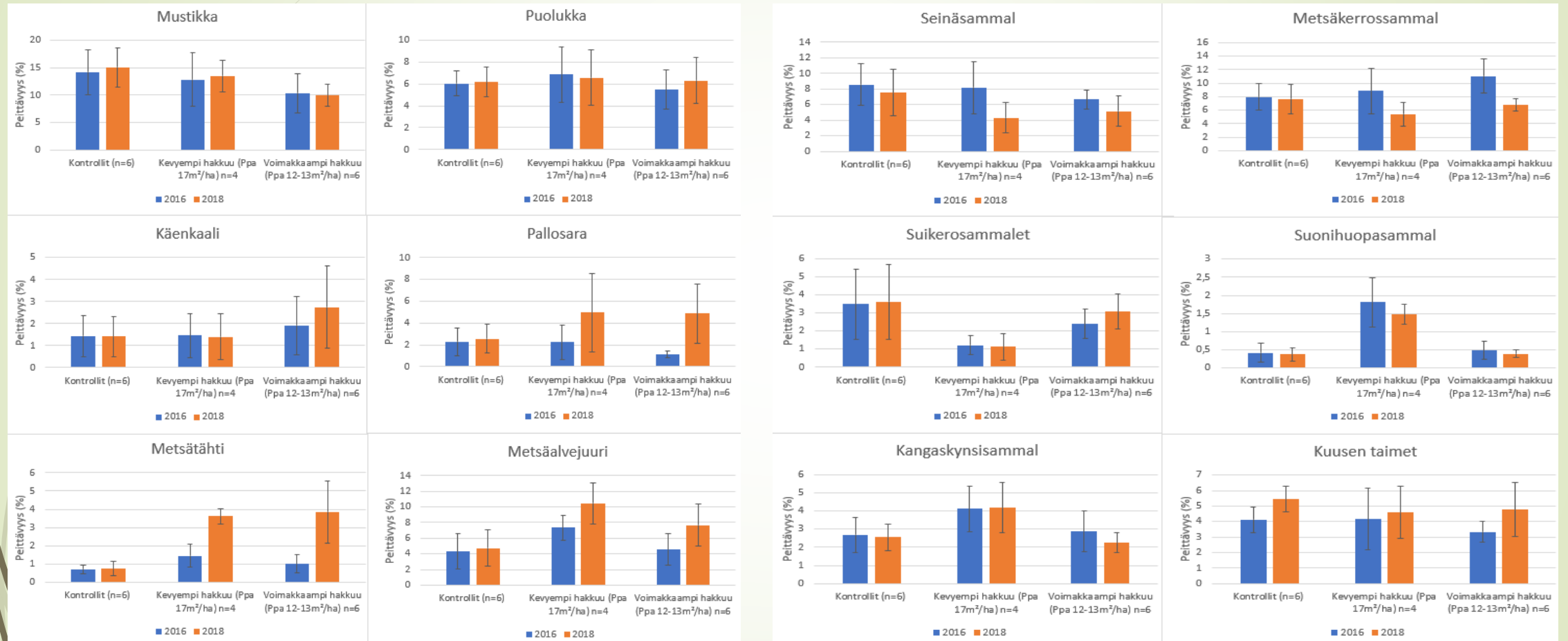
Tilastollisesti merkitsevät muutokset
($p < 0,05$)

- Kontrollit
 - Heinät ja sarat
 - Puut ja pensaat
- Kevyempi käsittely
 - Heinät ja sarat
 - Ruohot
- Voimakkaampi käsittely
 - Heinät ja sarat
 - Ruohot
 - Puut ja pensaat
- Sammalten peittävyysmuutokset eivät merkitseviä



Kuva 4. Lajiryhmäkohtaiset keskipeittävyudet, sekä keskiarvon keskivirheet vuosina 2016 ja 2018

Lajikohtaiset peittävyysmuutokset



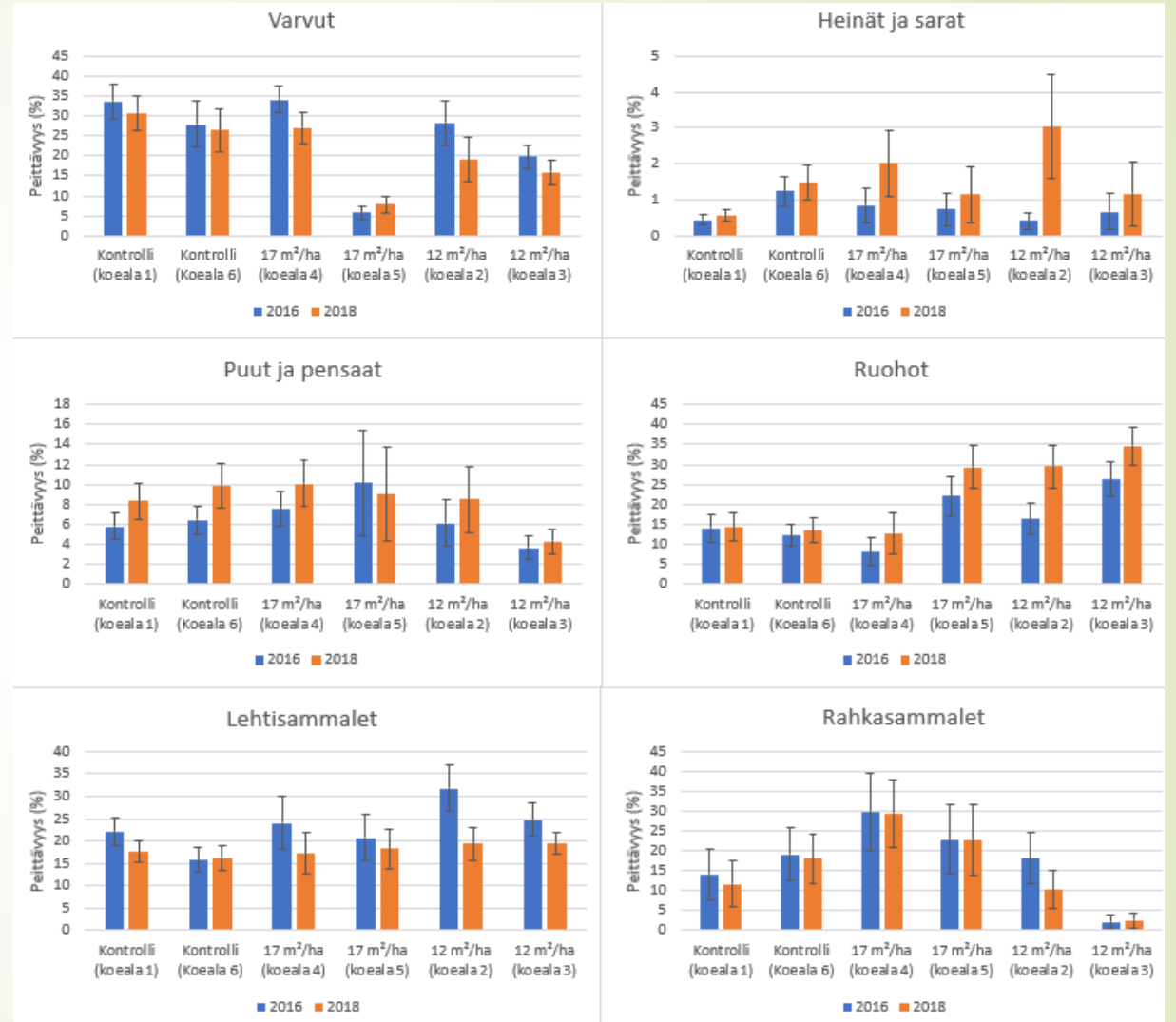
Kuva 5. Mustikan, puolukan, käenkaalin, pallosaran, metsätähden sekä metsäälvejuuren keskepeittävyysmuutokset, sekä keskiarvon keskivirheet vuosina 2016 ja 2018.

Kuva 6. Sammallajien sekä kuusen taimien keskepeittävyysmuutokset, sekä keskiarvon keskivirheet vuosina 2016 ja 2018

Koealoittaiset lajiryhmäkohtaiset peittävyysmuutokset

Merkitsevät muutokset ($p < 0,05$)

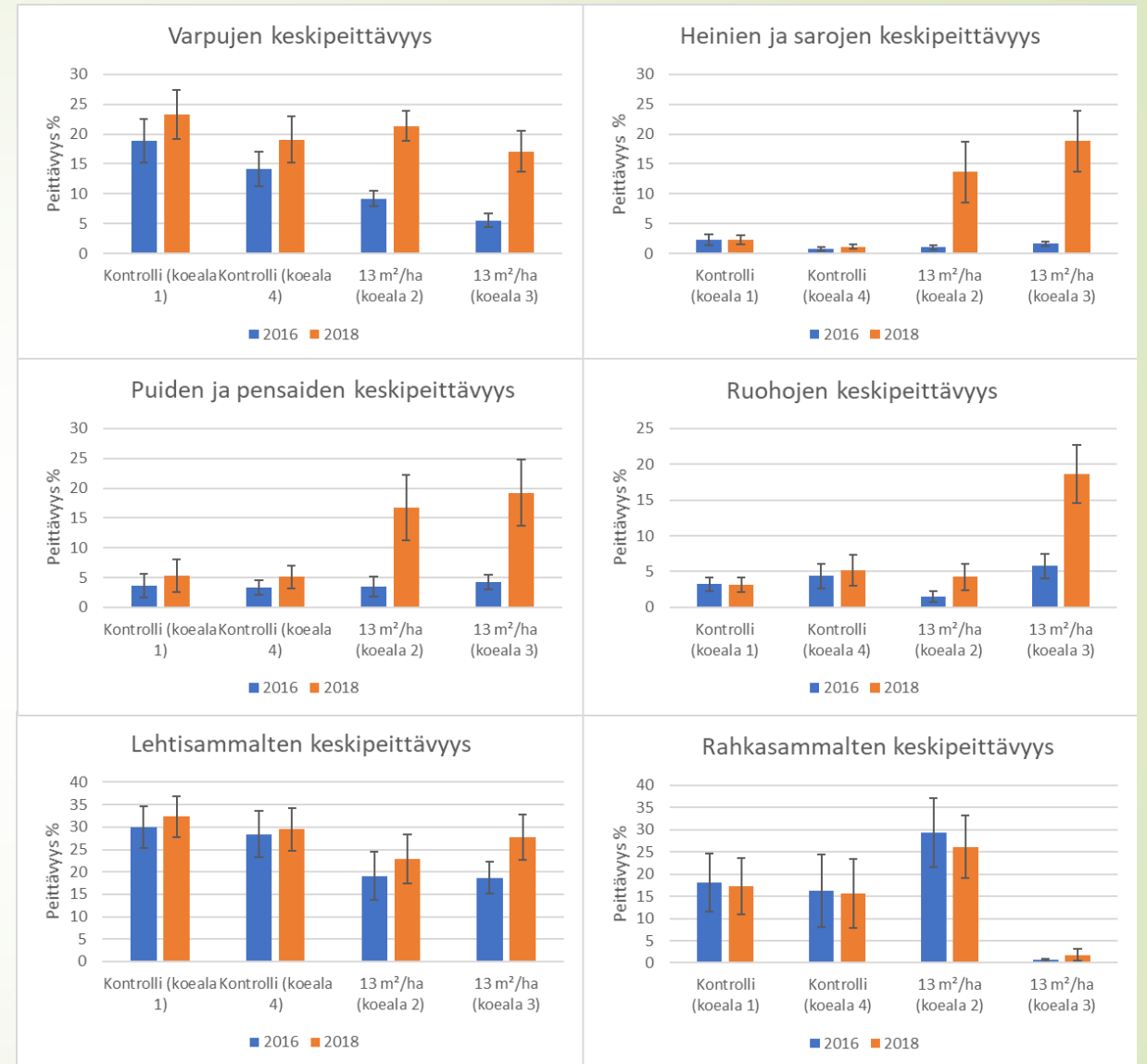
- Kontrollit (koealat 1 ja 6)
 - Lehtisammalet (1)
 - Puut ja pensaat (1 ja 6)
 - Rahkasammalet (1)
- Kevyempi käsittely (koealat 4 ja 5)
 - Varvut (4 ja 5)
 - Ruohot (5)
- Voimakkaampi käsittely (koealat 2 ja 3)
 - Varvut (2 ja 3)
 - Lehtisammalet (2)
 - Rahkasammalet (2)
 - Ruohot (2 ja 3)



Kuva 7. Koealakohtaiset lajiryhmien keskipeittävyudet sekä keskiarvon keskivirheet Heinäveden Rouvanlehdossa ennen hakkuuta ja hakkuun jälkeen.

Tilastollisesti merkitsevät muutokset ($p < 0,05$)

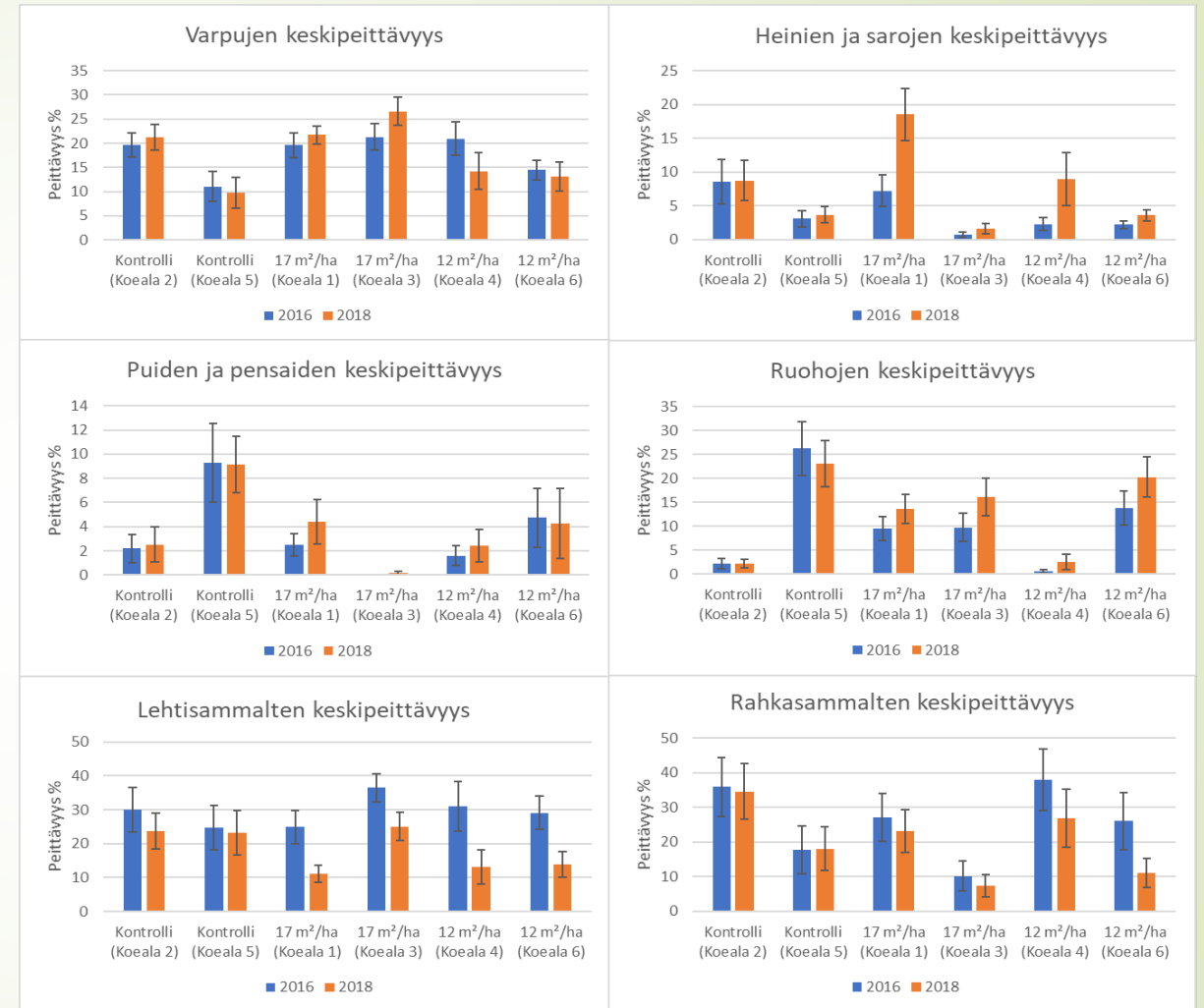
- Kontrollit (koealat 1 ja 4)
 - Varvut (1 ja 4)
 - Heinät ja sarat (4)
 - Lehtisammalet (1)
 - Puut ja pensaat (4)
- Voimakkaampi käsittely (koealat 2 ja 3)
 - Varvut (2 ja 3)
 - Heinät ja sarat (2 ja 3)
 - Lehtisammalet (3)
 - Puut ja pensaat (2 ja 3)
 - Ruohot (2 ja 3)
- Selvempi muutos käsitellyillä koealoilla



Kuva 8. Koealakohtaiset lajiryhmien keskipeittävyudet sekä keskiarvon keskiarvot Multian Havusuolla ennen hakkuuta ja hakkuun jälkeen

Tilastollisesti merkitsevät muutokset ($p < 0,05$)

- Kontrollit (koealat 2 ja 5)
 - Varvut (5)
 - Heinät ja sarat (5)
 - Lehtisammalet (2)
- Kevyempi käsittely (koealat 1 ja 3)
 - Varvut (3)
 - Heinät ja sarat (1)
 - Lehtisammalet (1 ja 3)
 - Rahkasammalet (1 ja 3)
 - Ruohot (1 ja 3)
- Voimakkaampi käsittely (koealat 4 ja 6)
 - Lehtisammalet (4 ja 6)
 - Ruohot (6)



Kuva 9. Koealakohtaiset lajiryhmien keskipeittävyyydet sekä keskiarvon keskivirheet Juan Vaarajoella ennen hakkuuta ja hakkuun jälkeen

- Heinien ja sarojen peittävyys kasvoi kaikilla kohteilla sekä kontroleilla, että käsitellyillä koealoilla
- Rahkasammalten peittävyys taas laski
- Lehtisammalten peittävyys kasvoi Multian koealoilla, mutta Juuassa ja Heinävedellä se aleni
- Varpujen osalta Heinävedellä ja Juuassa pääosin laskua, mutta Multian kohteella kasvua

Taulukko 2. Peittävyyksissä kohteittain tapahtuneiden keskimääräisten muutosten suunta kontrollikoealoilla ja käsitellyillä koealoilla

	Heinävesi	Multia	Juuka
Varvut			
Kontrollit	↓	↑	↑
Kevyempi käsittely	↓	-	↑
Voimakkaampi käsittely	↓	↑	↓
Heinät ja sarat			
Kontrollit	↑	↑	↑
Kevyempi käsittely	↑	-	↑
Voimakkaampi käsittely	↑	↑	↑
Puut ja pensaat			
Kontrollit	↑	↑	↑
Kevyempi käsittely	↑	-	↑
Voimakkaampi käsittely	↑	↑	↑
Ruohot			
Kontrollit	↑	↑	↓
Kevyempi käsittely	↑	-	↑
Voimakkaampi käsittely	↑	↑	↑
Lehtisammalet			
Kontrollit	↓	↑	↓
Kevyempi käsittely	↓	-	↓
Voimakkaampi käsittely	↓	↑	↓
Rahkasammalet			
Kontrollit	↓	↓	↓
Kevyempi käsittely	↓	-	↓
Voimakkaampi käsittely	↓	↓	↓

Muutokset lajimäärissä

- 2016 kohteilla 67 lajia ja 2018 68 lajia
- Virpajärvellä, hiirenporrasta ja kangasmaitikkaa ei havaittu vuonna 2018
- Uusina lajeina vuonna 2018 havaittiin peltopillike, ojanukkasammal, metsätähtimö sekä rauduskoivu

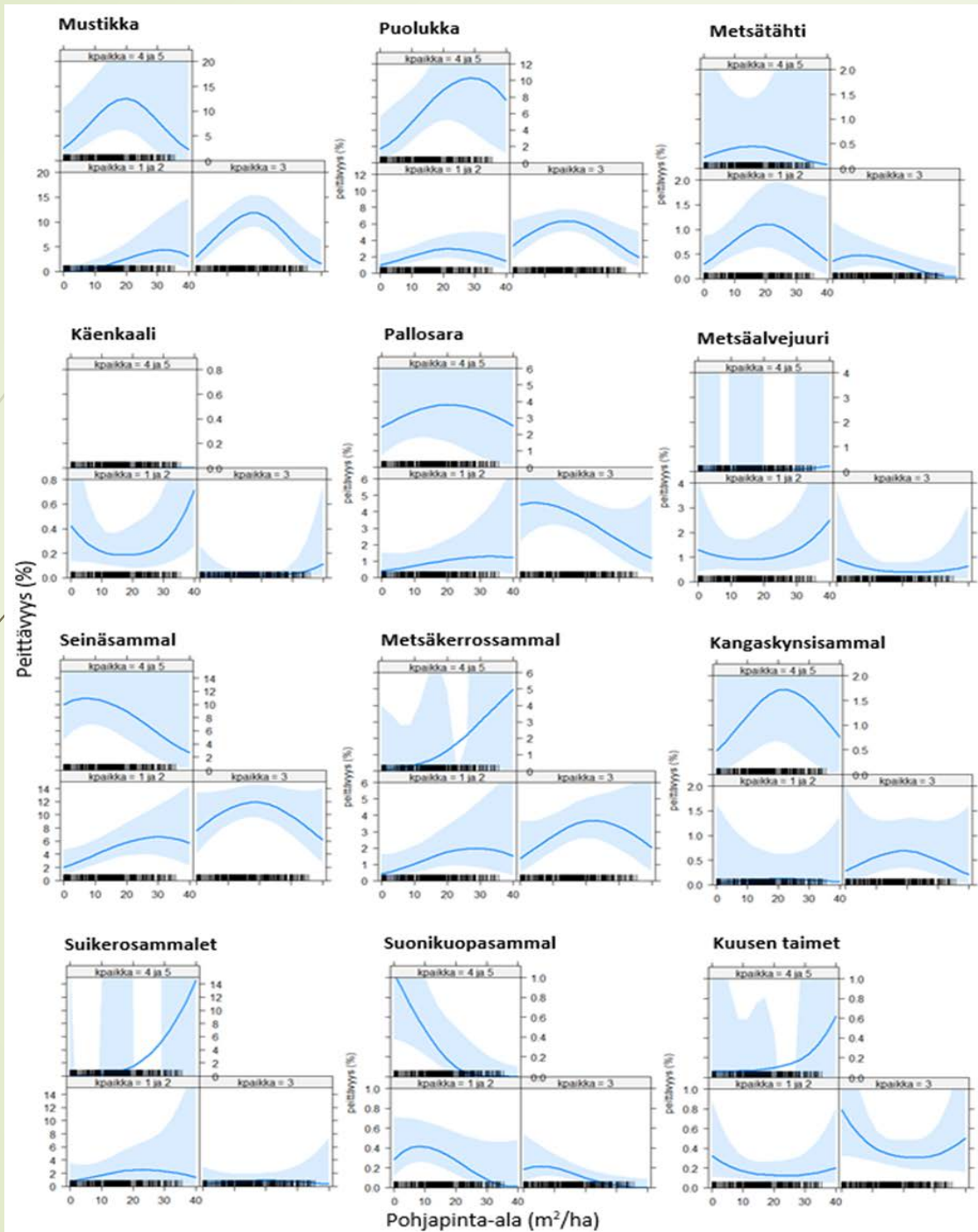
Taulukko 3. Koealakohtaiset sekä yhdistetyt lajimäärät sekä niissä tapahtuneet muutokset

Heinävesi	Lajimäärä 2016	Lajimäärä 2018	Muutos
Koeala 1	28,00	28,00	+1
Koeala 2	30,00	36,00	+6
Koeala 3	29,00	30,00	+1
Koeala 4	33,00	39,00	+6
Koeala 5	31,00	31,00	0
Koeala 6	28,00	29,00	+1
Kontrollit (Ka.)	28,00	28,50	+0,50
Kevyempi käsittely (Ka.)	32,00	35,00	+3
Voimakkaampi Käsittely (Ka.)	29,50	33,00	+3,50
Multia	Lajimäärä 2016	Lajimäärä 2018	Muutos
Koeala 1	23,00	21,00	-2
Koeala 2	24,00	29,00	+5
Koeala 3	26,00	28,00	+2
Koeala 4	27,00	26,00	-1
Kontrollit (Ka.)	25,00	23,50	-1,50
Voimakkaampi Käsittely (Ka.)	25,00	28,50	+3,50
Juuka	Lajimäärä 2016	Lajimäärä 2018	Muutos
Koeala 1	25,00	21,00	-4
Koeala 2	22,00	23,00	+1
Koeala 3	25,00	27,00	+2
Koeala 4	27,00	27,00	0
Koeala 5	35,00	35,00	0
Koeala 6	28,00	26,00	-2
Kontrollit (Ka.)	28,50	29,00	+0,50
Kevyempi käsittely (Ka.)	25,00	24,00	-1
Voimakkaampi Käsittely (Ka.)	27,50	26,50	-1
Kohteet yhdistettynä	Lajimäärä 2016	Lajimäärä 2018	Muutos
Kontrollit	27,17	27,00	-0,17
Kevyempi käsittely	28,50	29,50	+1
Voimakkaampi Käsittely	27,33	29,33	+2

Vastemallit

Taulukko 3. Peittävyysmallien selittäjien merkitsevyys (p-arvot) sekä tilastollisesti merkitsevien vaikutusten suunta (sininen=negatiivinen ja punainen=positiivinen). Luokkamuuttujien yhteisvaikutusta kuvaavan F-testin p-arvot on kursivilla (tilastollisesti merkitsevät p-arvot on lihavoitu).

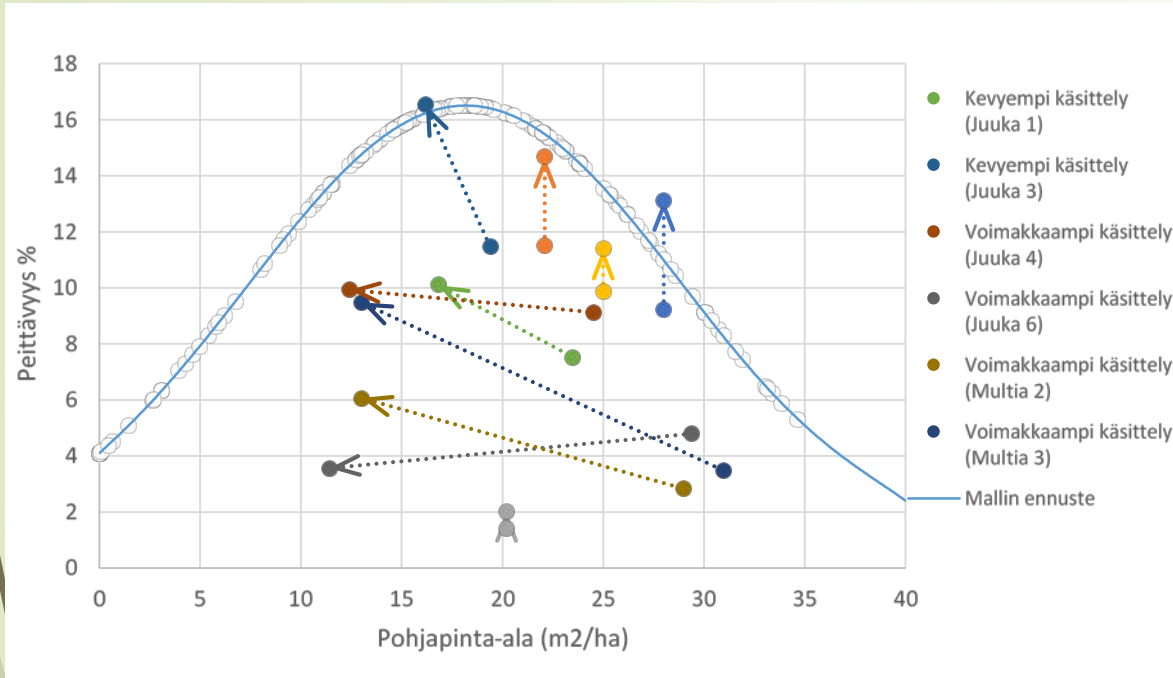
Selittäjä	Vacc myrt	Vacc vitis	Trie euro	Oxal acet	Carex glob	Dryo cart	Pleu schr	Hylo sple	Dicr poly	Brac spp.	Aula palu	Picea abies
Vakio (β_0)	0,055	0,801	0,197	0,253	0,382	0,107	0,009	0,693	0,410	0,820	0,012	0,076
Kasvupaikka (β_1) (ref=ruohoinen)	0,000	0,010	0,921	0,012	0,000	0,508	0,001	0,048	0,332	0,356	0,007	0,079
mustikkainen	0,001	0,004	0,786	0,018	0,000	0,636	0,002	0,072	0,277	0,457	0,369	0,092
puolukkainen	0,007	0,396	0,815	0,996	0,031	0,501	0,003	0,381	0,204	0,306	0,009	0,392
Ojitustilanne (β_2) (ref=turvekagas)	0,622	0,037	0,003	0,079	0,432	0,001	0,005	0,040	0,000	0,251	0,018	0,000
ojittamaton suo	0,305	0,053	0,002	0,175	0,193	0,024	0,289	0,249	0,001	0,170	0,242	0,001
ojikko	0,721	0,353	0,343	0,421	0,137	0,077	0,054	0,193	0,056	0,324	0,312	0,038
muuttuma	0,772	0,679	0,016	0,234	0,307	0,003	0,168	0,259	0,005	0,888	0,018	0,023
Keskilpm, cm (β_3)	0,615	0,134	0,850	0,002	0,241	0,384	0,233	0,717	0,037	0,290	0,096	0,016
PPA, m ² /ha (β_4)	0,001	0,013	0,029	0,148	0,215	0,399	0,025	0,059	0,324	0,224	0,231	0,107
PPA ² , m ² /ha (β_5)	0,002	0,013	0,033	0,042	0,368	0,159	0,075	0,120	0,218	0,314	0,088	0,112
Lepu%, % (β_6)	0,012	0,746	0,160	0,002	0,023	0,778	0,000	0,022	0,005	0,341	0,309	0,111
Kasvupaikka:PPA (β_7) (ref=ruohoinen*PPA)	0,044	0,212	0,171	0,823	0,176	0,714	0,142	0,499	0,928	0,540	0,099	0,744
mustikkainen*PPA	0,018	0,264	0,066	0,537	0,078	0,425	0,117	0,478	0,817	0,826	0,479	0,987
puolukkainen*PPA	0,130	0,491	0,674	1,000	0,602	0,919	0,080	0,470	0,993	0,343	0,047	0,469



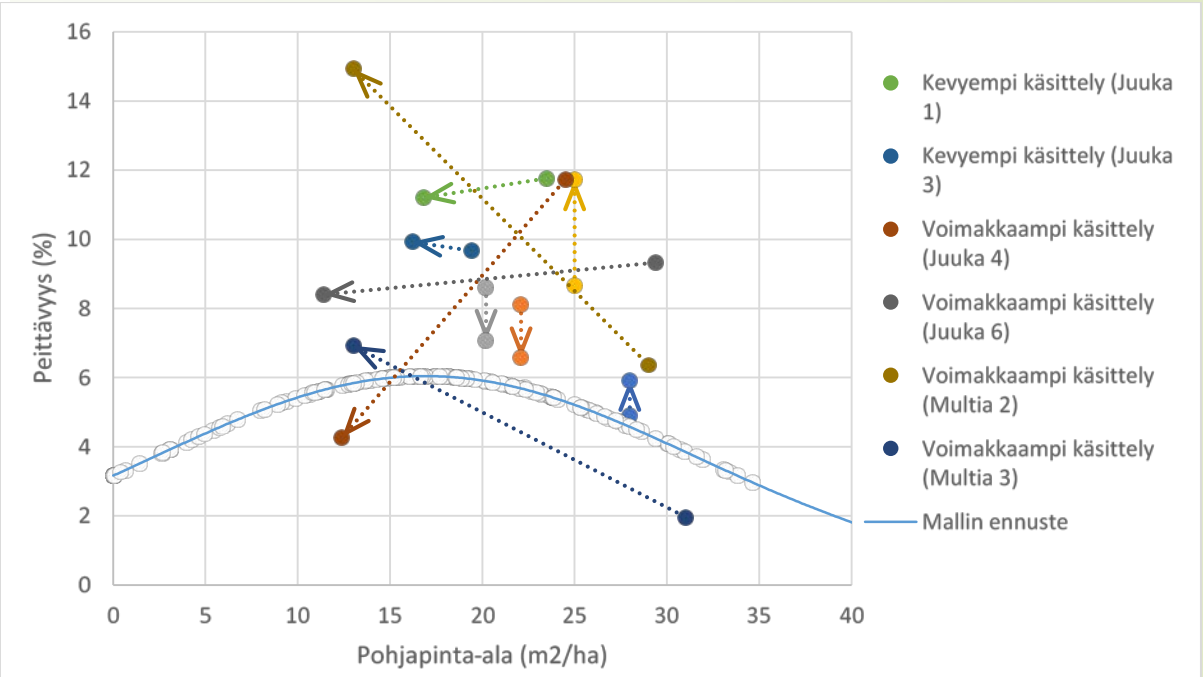
Kuva 10. Mallien kasvupaikoittaiset peittävyysennusteet pohjapinta-alan suhteen sekä 95% luottamusvälit, kun muut selittäjät saavat keskimääräisen arvonsa. (1 ja 2 = ruohoinen, 3 = mustikkainen, 4 ja 5 = puolukkainen).

Mallien testaus SOMPA-hankkeen aineistoon

Mustikkaturvekankaat

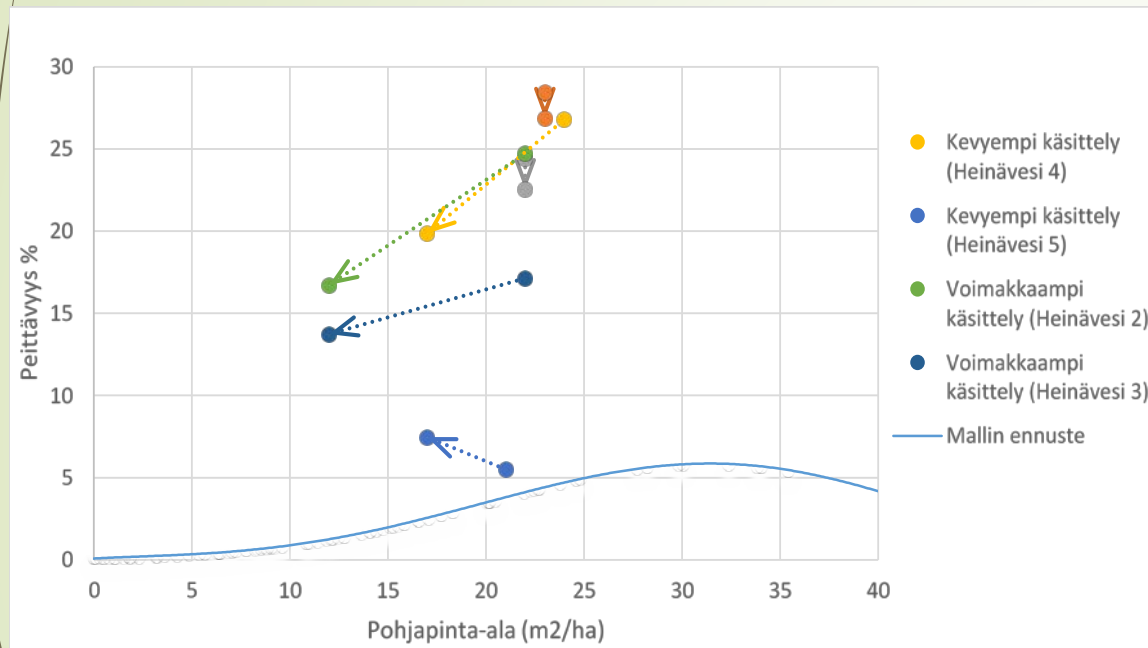


Kuva 11. Mustikan peittävyyshavainnot SOMPA-hankkeen mustikkaturvekankaiden koealoilta sekä mallin ennuste

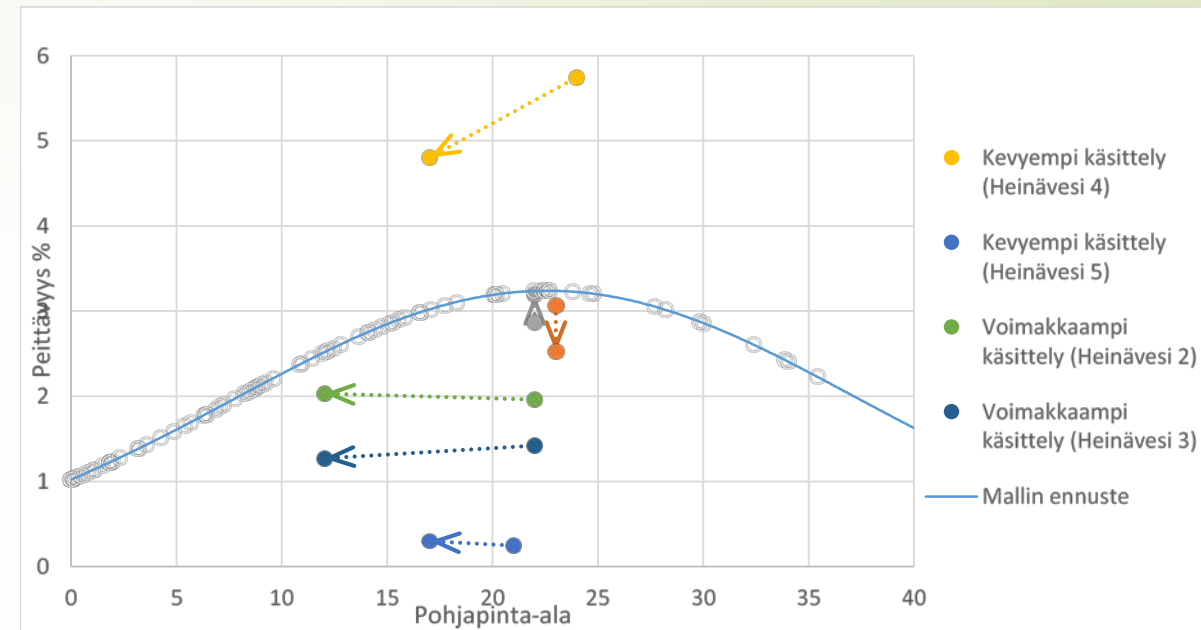


Kuva 12. Puolukkahavainnot SOMPA-hankkeen mustikkaturvekankaiden koealoilta sekä mallin ennuste

Ruohoturvekankaat



Kuva 13. Mustikka peittävyyshavainnot SOMPA-hankkeen ruohoturvekankaiden koaloilta sekä mallin ennuste



Kuva 14. Puolukan peittävyyshavainnot SOMPA-hankkeen ruohoturvekankaiden koaloilta sekä mallin ennuste



Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Peittävyysmuutokset

- Selkein muutos heinien ja sarojen sekä ruohojen peittävyiden kasvu
 - Paljon valosta hyötyviä pioneerilajeja
 - Tässä pallosara, metsätähti ja metsäalvejuuri
- Sammalten peittävyys laski myös kontrollikoealoilla (lajiryhmittäinen tarkastelu), mutta lievemmin
 - Myöhäisen sukessiovaiheen lajeja, jotka eivät siedä suoraa auringonvaloa
 - Yksittäisillä lajeilla kuitenkin myös peittävyiden kasvua
 - Suikerosammalet
 - Kangaskynsisammal
- Mustikan ja puolukan peittävyksissä ei kovin suuria muutoksia keskimäärin
 - Mustikan peittävyys kasvoi kevyemmin käsitellyillä koealoilla ja puolukan voimakkaammin käsitellyillä koealoilla
 - Mustikan peittävydessä havaittu lähes lineaarinen peittävyiden lasku hakkuun voimakkuuden kasvaessa (Vanha-Majamaa ym. 2017, Bergstedt ym. 2001)
 - Toisaalta havaittu hyötyvän harvennushakkuista (Miina ym. 2009, Tonteri ym. 2016)
 - Maavarsiyhteyksien katkeaminen maanmuokkauksen yhteydessä





Muutokset lajimäärissä


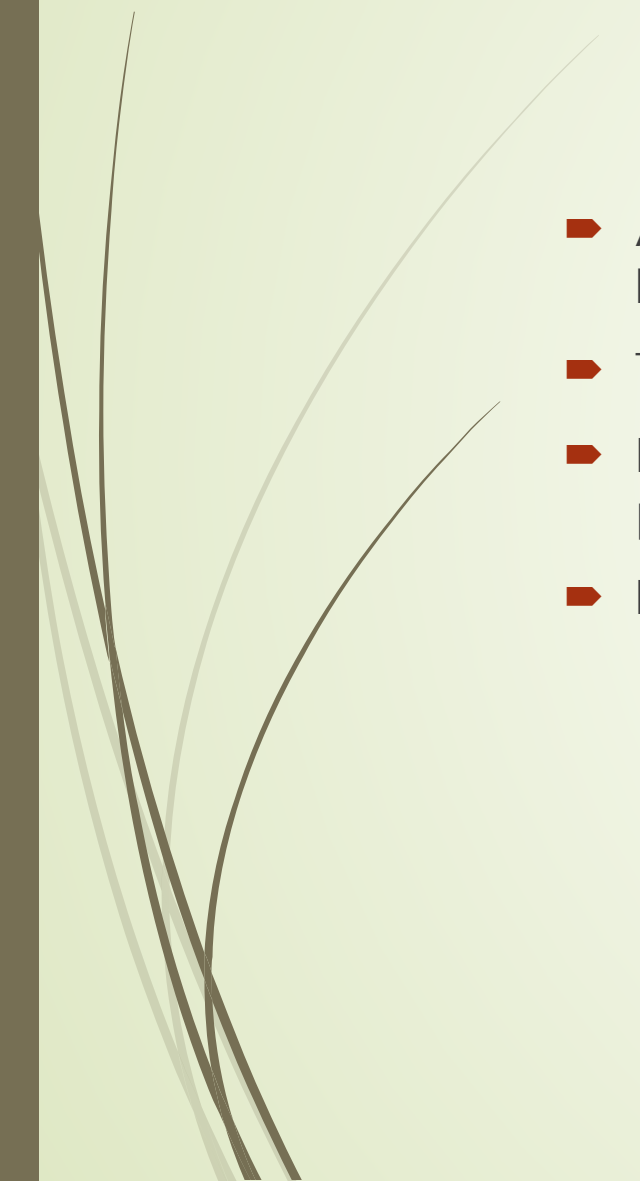
- ▶ Muutokset eivät suuria, mutta selvin muutos kuitenkin voimakkaammin käsitellyillä koealoilla
- ▶ Uusina lajeina yksittäisille koealoille ilmestyneet heinät ja sarat sekä ruohot olivat pääosin pioneerilajeja
- ▶ Hävinneiden lajien peittävydet alun perinkin alhaisia tai niitä esiintyi vain yksittäisillä kasvillisuusruuduilla.
 - ▶ Ajourien ja hakkuutähteiden vaikutus
 - ▶ Ympäristötekijöistä johtuva vuosien välinen vaihtelu putkilokasvien peittävyyksissä


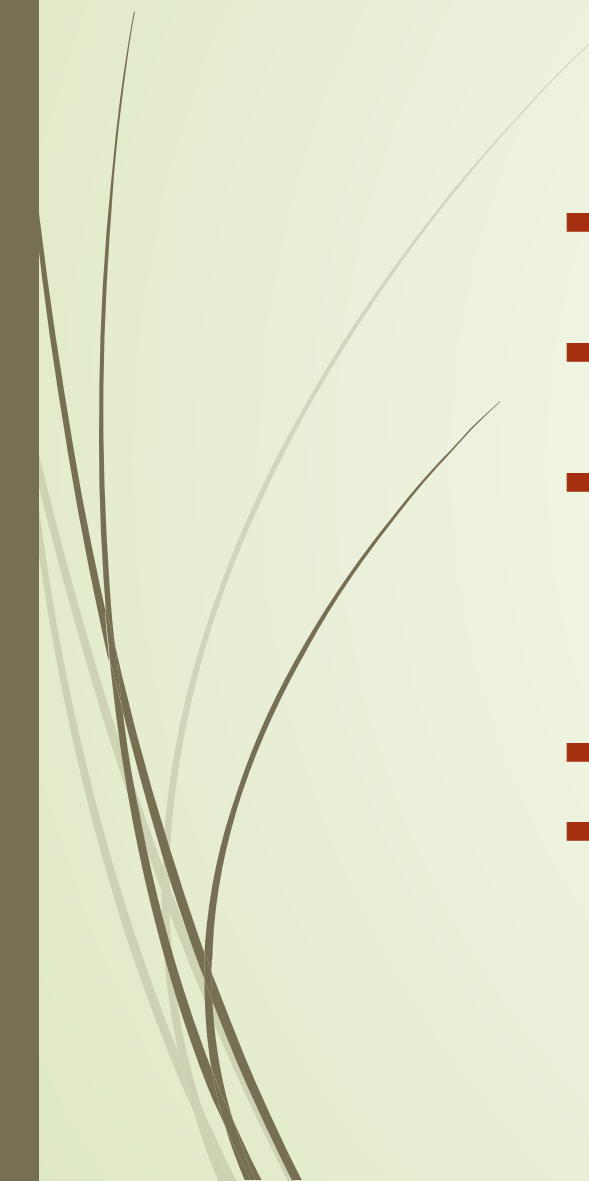


Kasvillisuuden peittävyysmallit

- ▶ Selittäjät valittu mustikan ja puolukan peittävyysaineistojen pohjalta
 - ▶ Pienehkö otoskoko erityisesti puolukkaisuustason koealoilla
 - ▶ Pääosin tulokset vastaavat aiempia tuloksia
- 

- 
- Kasvupaikkatyypillä ja pohjapinta-alalla havaittu aiemmin samankaltainen vaikutus mustikan peittävyysasteen kuin tässäkin
 - Korkein peittävyys mustikkaisilla ja seuraavaksi puolukkaisilla kasvupaikoilla
 - Viljavimmilla paikoilla kärsii ruohojen ja heinien kilpailusta
 - Peittävyys alkaa kasvaa myöhemmin kuin muilla kasvupaikoilla metsikön varjoisuuden lisääntyessä
 - Tässä optimipohjapinta-ala hieman alhaisempi kuin Miinan ym. (2009) tutkimuksessa
 - Lehtipuuosuuden negatiivinen vaikutus samanlainen kuin aiemmin havaittu
 - Aiemmin havaittu suurin peittävyys mäntyvaltaisilla koealoilla

- 
- 
- Aiemmin havaittu korkeimmat puolukan peittävyudet puolukkaisilla kasvupaikoilla (Ihalainen ym. 2003, Turtiainen ym. 2013)
 - Tässä korkein peittävyys kuitenkin mustikkaisilla paikoilla
 - Pohjapinta-alan noustessa peittävyys kuitenkin kasvaa puolukkaisilla paikoilla korkeammaksi tämänkin tutkimuksen mukaan.
 - Lehtipuuosuuden negatiivinen vaikutus samanlainen kuin aiemmin havaittu


- 
- 
- ▶ Käenkaalta runsaasti suurilla pohjapinta-aloilla, mutta esiintyy myös avoimilla paikoilla
 - ▶ Pallosaran runsaus mustikkaisilla paikoilla selittyy kasvupaikkatyyppien yhdistämisellä
 - ▶ Kuusen taimien peittävyttä selittää keskiläpimitta, mutta ei pohjapinta-ala
 - ▶ Taimia syntyy järeisiin harvapuustosiin metsiin
 - ▶ Lehtipuuosuus ei tässä vaikuttanut, vaikka sen tiedetäänkin edistävän kuusen taimettumista
 - ▶ Lehtipuuosuuden kasvu alentaa sammalten peittävyttä
 - ▶ Suikerosammalilla ja suonihuopasammalella paljon vaihtelua kasvupaikoissa sekä esiintyvyydessä vuosien välillä

Peittävyysmallien testaus SOMPA-aineistossa

- Muutosten suunta pääosin sama, mutta peittävyiden tasoissa eroja
- Lehtipuuosuus oletettu testattaessa nolaksi
 - Lehtipuuosuuden kasvu laskisi mustikan ja puolukan peittävyiden ennustekäyrää > mustikan ennuste mustikkaturvekankailla paranisi ja ruohoturvekankailla huononisi, puolukalla päinvastoin
- Keskiläpimittana käytettiin mallinnusaineiston keskiarvoa
- Hakkuusta kuluneesta ajasta ei tietoa
- Lyhyt aikaväli > ajourien ja hakkutähdekasojen vaikutus

Johtopäätökset

- ▶ Erirakenteishakkuiden vaikutukset turvemaileda näyttävät samansuuntaisilta kuin avohakkuidenkin vaikutukset, mutta vaikutuksen voimakkuus on selvästi lievempi
- ▶ Erirakenteishakkuista kärsii erityisesti sammaleet, kun taas heinät ja ruohot hyötyvät. Myös mustikka ja puolukka saattavat hyötyä niistä, jos käsittelyn voimakkuus on sopiva.
- ▶ Pidempiaikaisista vaikutuksista ei voida vielä sanoa paljoakaan
- ▶ Ei voi vertailla suoraviivaisesti kivennäismaiden tuloksiin eikä myöskään avohakkuita seuraavaan kehitykseen

- 
- ▶ Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää arvioitaessa eri hakkuutapojen vaikutuksia aluskasvillisuuden kehitykseen ja edelleen esimerkiksi metsän uudistumiseen, kasvuun ja kehitykseen
 - ▶ Antaa myös alustavaa tietoa sopivasta hakkuun voimakkuudesta, jos tavoitteena esimerkiksi mustikan säästäminen
 - ▶ Pidempiaikaista seurantaan tarvitaan!

Kirjallisuus

- Hamberg, L., Hotanen, J.-P., Nousiainen, H., Nieminen, T.M & Ukonmaanaho, L. 2019. Recovery of understorey vegetation after stem-only and whole-tree harvesting in drained peatland forests. *Forest Ecology and Management* 442 124-134.
- Hotanen, J.-P. 2001. *Carex globularis*, Pallosara. Teoksessa: Reinikainen, A., Mäkipää, R., Vanha-Majamaa, I. & Hotanen, J.-P. (toim.). 2001. Kasvit muuttuvassa metsäluonossa. Jyväskylä. s. 164-165.
- Hotanen, J.-P., Kokko, A., Mäkelä, K. 2018. Metsäojitetut suot. Julkaisussa: Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). Suomen luontotyyppejen uhanalaisuus 2018. Luontotyyppejen punainen kirja. Osa 1 – tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristö 5/2018.
- Hökkä H., Repola J. 2018. Pienaukkohakkuun uudistumistulos Pohjois-Suomen korpikuusikossa 10 vuoden kuluttua hakkuusta. *Metsätieteen aikakauskirja vuosikerta 2018* artikkeli id 7808. <https://doi.org/10.14214/ma.7808>
- Miina, J., Hotanen, J.-P. & Salo, K. 2009. Modelling the abundance and temporal variation in the production of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) in Finnish mineral soil forests. *Silva Fennica* 43, 577-593
- Moilanen, M., Ferm, A. & Issakainen, J. 1995. Kuusen- ja koivuntaimien alkukehitys korven uudistamisaloilla. *Folia Forestalia – Metsätieteen aikakauskirja* 1995(2): 115
- Nieminen M., Sarkkola S., Laurén A. (2017). Impacts of forest harvesting on nutrient, sediment and dissolved organic carbon exports from drained peatlands: a literature review, synthesis and suggestions for the future. *Forest Ecology and Management* 392: 13–20.
- Nieminen M, Hökkä H, Laiho R, Juutinen A, Ahtikoski A, Pearson M, Kojola S, Sarkkola S, Launiainen S, Valkonen S, Penttilä T, Lohila A, Saarinen M, Haahti K, Mäkipää R, Miettinen J, Ollikainen M. 2018. Could continuous cover forestry be an economically and environmentally feasible management option on drained boreal peatlands? *Forest Ecology Management* 424:78–84
- Ojanen P, Minkkinen K, Alm J & Penttilä T. 2010. Soil-atmosphere CO₂, CH₄ and N₂O fluxes in boreal forestry-drained peat-lands. *Forest Ecology and Management* 260:
- Päivänen, J. 1999. Tree stand structure on pristine peatlands and its change after forest drainage. *International Peat Journal* 9:66-72
- Saarinen, M. 2013. Männyn kylvö ja luontainen taimettuminen vanhoilla ojitusalueilla – turvemaiden uudistamisen erityispiirteitä. *Dissertationes Forestales* 164. 64 s. <http://www.metla.fi/dissertationes/df164.htm>
- Tonteri, T., Salemaa, M., Rautio, P., Hallikainen, V., Korpela, L., Merilä, P. 2016. Forest management regulates temporal change in the cover of boreal plant species. *Forest Ecology and Management* 381, 115–124
- [Turtiainen M., Miina J., Salo K., Hotanen J.-P.](#) (2013). Empirical prediction models for the coverage and yields of cowberry in Finland. *Silva Fennica* vol. 47 no. 3 article id 1005. <https://doi.org/10.14214/sf.1005>
- Vanha-Majamaa, I. & Reinikainen, A. 2001. Muuttuvan maankäytön vaikutus kasvillisuuteen. Teoksessa: Reinikainen, A., Mäkipää, R., Vanha-Majamaa, I. & Hotanen, J.-P. (toim.). 2001. Kasvit muuttuvassa metsäluonossa. Jyväskylä. s. 302-316.
- Vanha-Majamaa, I., Shorohova, E., Kushnevskaya, H., Jalonen, J. 2017. Resilience of understorey vegetation after variable retention felling in boreal Norway spruce forest – A tenyear-perspective. *Forest ecology and management* 393, 12-228.



KIITOS