

# Tervasrosoon vaikuttavat tekijät

## - mallinnustarkastelu

Ville Hallikainen



Kuva: Risto Jalakanen

© Luonnonvarakeskus

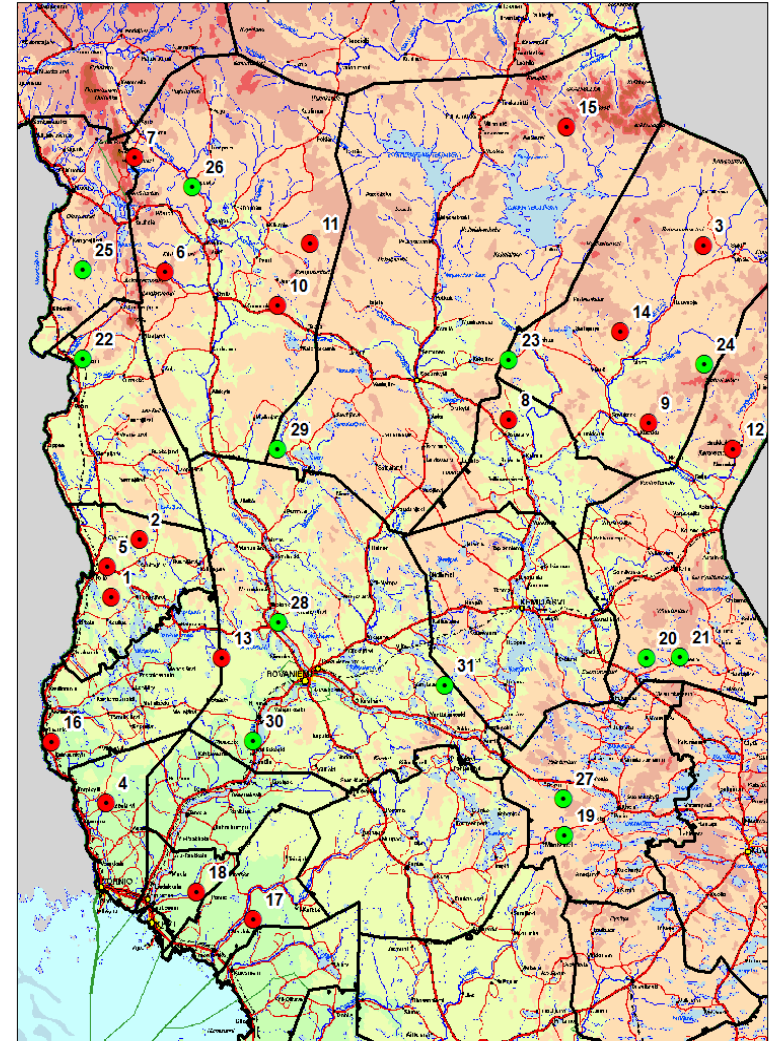
# Tutkimuskysymykset

- Mitkä luonnossa vallitsevat ekologiset ja metsänhoidolliset ym. tekijät vaikuttavat tervasrosan iskeytymiseen, kun asiaa tarkastellaan:
  - 1) Metsikkötasolla (esim. uudistamismenetelmä, korkeus mpy...)
  - 2) Metsikön sisällä (rehevyys, puulajisuhteet...)
- Jotta useiden samanaikaisesti ja toisiinsa vaikuttavien tekijöiden vaikutuksista voidaan saada käsitystä, tarvitaan mallinnustarkastelua
- Voiko malleilla ennustaa tervasrosan iskeytymistä?

# Tutkimusaineisto

- Tutkimusaineiston keruun ja otannan ongelmana on tervasserosein “harvinaisuus”. Rosein metsiköiden osuus on toistaiseksi aika pieni.
- Metsiköiden otannan perustana VMI-11, joka alkoi 2009.
- Otettiin ensiksi 16 metsikköä (kaikki tavoitettavat), joissa tervasserosein oli havittu (punainen), lopuista 13 metsikön otos (ei havittu tervasserosein VMI 11, vihreä)
- Erilainen otantasuhde, ennusteet laskettiin erikseen kummallekin osajoukolle (toinen mahdollisuus olisi ollut painotus)
- Metsiköihin linjoittainen koealainventointi 2014, koealojen määrä riippui metsikön koosta

Tervasserosein pun.lohkot ja vihreät terveet lohkot



# Datan kuvailu 1

Muuttuja	Minimi		Maksimi		Keskiarvo		K.h.	Mediaani		p
	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	kyllä	ei	kyllä	
Infektio havaittu VMI 11										
Metsikkötason muuttujat										
Keskimääräinen lämpösumma, 1961 - 1990 (d,d.)	698	663	940	967	787	789	103	790	756	0.861
Korkeus (m.p.y)	84	53	290	311	229	206	75	247	228	0.273
Kalsium maassa, ppm	1730	1500	6010	4780	2765	2706	890	2190	2610	0.776
Aika SFI-11 inventoinnista	2.0	2.0	5.0	5.0	4.5	4.1	1.0	5.0	4.0	0.178
Koealatason muuttujat (hehtaariohtaiseksi: *100)										
Mäntyjä kpl	0	0	33	27	7.0	7.7	5.2	6.0	6.0	0.480
Infektoituneita mäntyjä, kpl	0	0	2	5	0.1	0.5	1.1	0	0	0.127
Mäntyjen ikä (vuosia, koealat, joilla mäntyä)	5	5	60	47	19.5	17.1	10.9	19	12	0.514
Mäntyjen pituus (dm, koealat, joilla mäntyä)	2	2	103	122	39.4	35.4	33.0	40	13	0.668
Mäntyjen pituuskasvu (5 years) (dm, koealat, joilla mäntyä)	2	2	31	30	14.9	11.1	7.3	16	9	0.335
Kuusia kpl	0	0	6	7	0.5	0.9	1.4	0	0	0.358
Koivuja kpl	0	0	10	10	1.1	1.1	2.1	0	0	0.729

## Datan kuvailu 2

### Luokitettujen muuttujien jakauma, % ja kpl (), khii-neliötestin p-arvo

Alkuperäinen puulaji (ennen uudistamista)	Mänty- valtainen	Kuusi- valtainen	Sekametsä	p
Ei (13 metsikköä)	54 (7)	31 (4)	15 (2)	0.059
Kyllä (16 metsikköä)	69 (11)	0 (0)	31 (5)	
Hakkuutapa	Avohakku u	Siemenpuu -hakkuu	Muu	
Ei (13 metsikköä)	77 (10)	15 (2)	8 (1)	0.296
Kyllä (16 metsikköä)	63 (10)	37 (6)	0 (0)	
Uudistamismenetelmä	Kylvö	Istutus	Luontainen	
Ei (13 metsikköä)	23 (3)	62 (8)	15 (2)	0.494
Kyllä (16 metsikköä)	38 (6)	37 (6)	25 (4)	

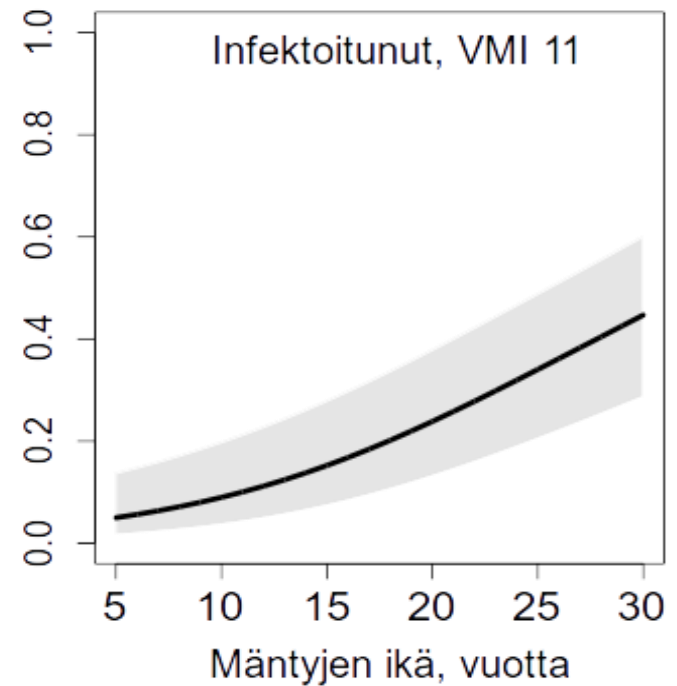
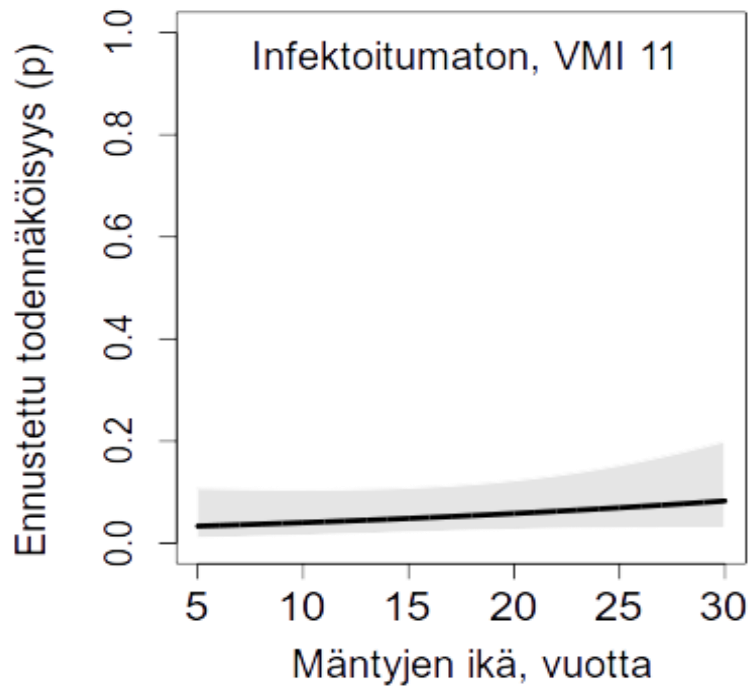
# Mallinnus

- Mallinnettiin kahta asiaa: 1) **Esiintyykö koealan puissa infektiota ?** ja 2) **Kuinka monta puuta koealoilla on infektoitunut? (myös ne koealat mukana, joilla ei ole infektoituneita puuta)**
- Ongelmana mallinnuksessa on jakaumien vinous: infektoituneet koealat vähemmistössä ja mikäli koeala on infektoitunut, puista ei kovin moni ollut infektoitunut
- Aineisto on hierarkkinen: koealat metsikön sisällä metsiköstä riippuvia havaintoja → ns. Sekamallien käyttö
- **Mallit: 1) logistinen malli, metsikkö satunnaistekijänä ja 2) negatiivisen binomijakauman malli, jossa huomioidaan nollahavaintojen suuri määrä ja jossa metsikkö on satunnaistekijänä**

## Malleihin seuloutuneet muuttujat (merkitsevät selittäjät)

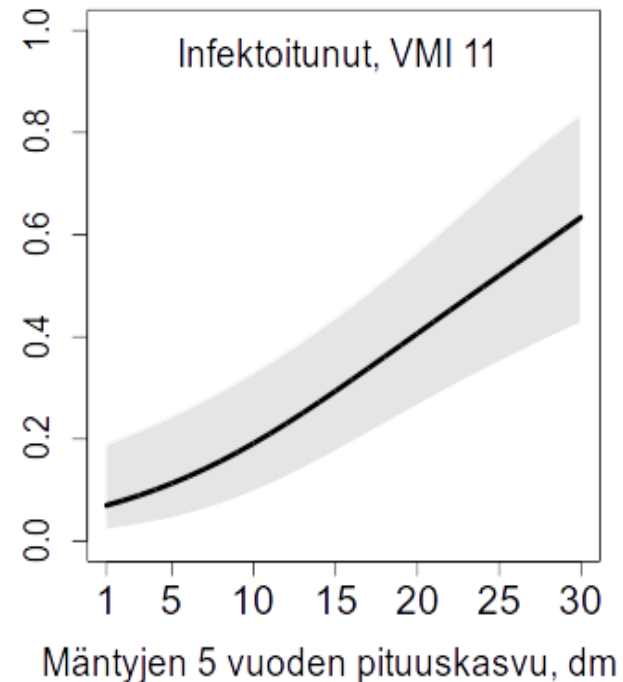
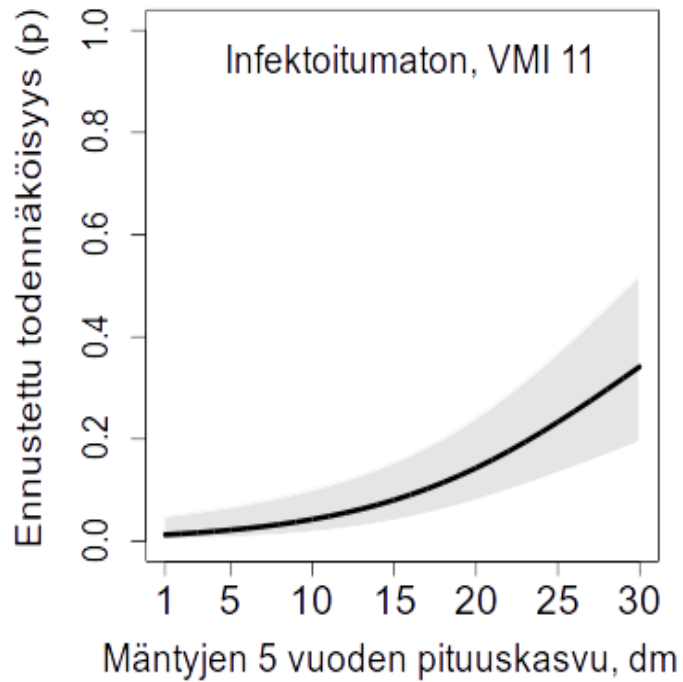
- Roson esiintyminen koealalla (on tai ei): Infektiostatus VMI-11, Kasvupaikan rehevyys, Mäntyjen ikä, Koivujen osuus runkoluvusta, Mäntyjen viiden vuoden pituuskasvu, Mäntyjen kappalemäärä koealalla sekä yhdysvaikutukset: **Infektiostatus \* Mäntyjen ikä ja Infektiostatus \* Mäntyjen viiden vuoden pituuskasvu**
- Rosoisten mäntyjen kappalemäärä: Infektiostatus VMI-11, Kasvupaikan rehevyys, Männyn ikä, Mäntyjen kappalemäärä koealalla sekä Uudistamismenetelmä (onko syntynyt viljellen vai luontaisesti)

# Tuloksia, esiintymisen koealalla, iän vaikutus



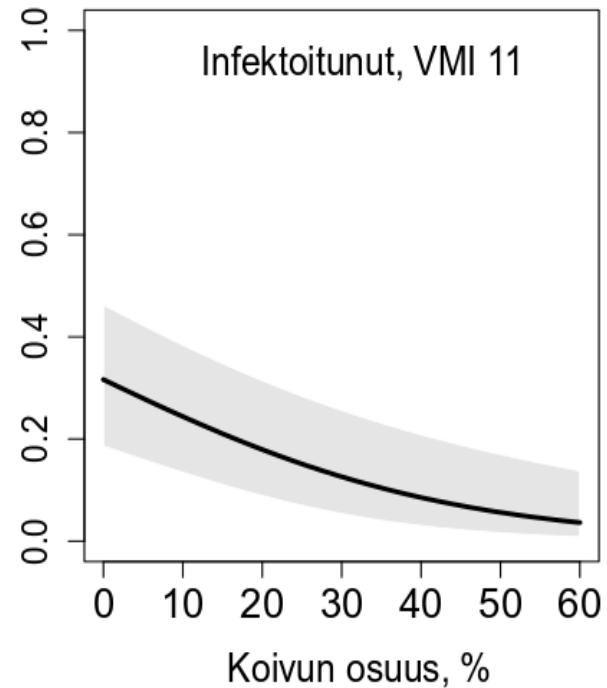
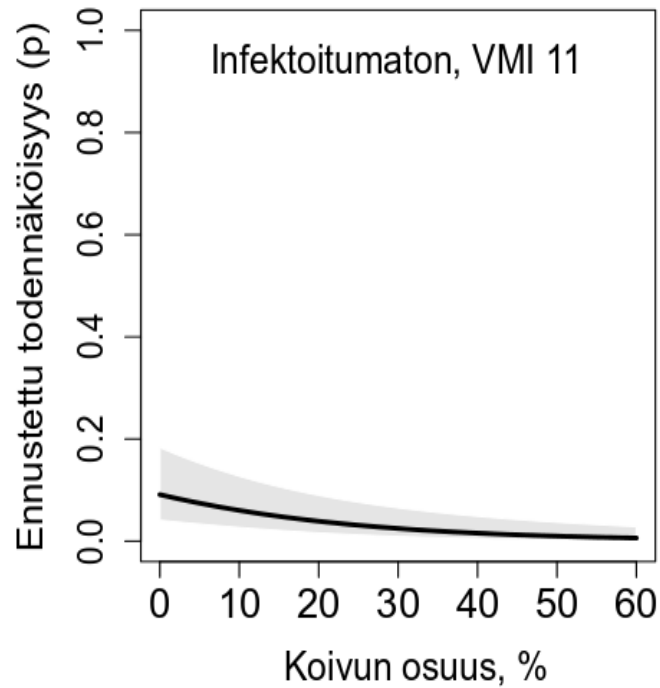


# Tuloksia: esiintymisen koealalla, pituuskasvun vaikutus



# Tuloksia, esiintymisen koealoilla, koivun osuuden vaikutus

c)



# Tuloksia, esiintyminen koealoilla, kasvupaikan rehevyyden vaikutus

- Tuoreen kankaan ja sitä parempien kasvupaikkojen koealoilla oli infektoitumattomissa metsiköissä (VMI-11) noin 14-kertainen ja infektoituneissa metsiköissä noin 10-kertainen todennäköisyys olla tervasroson saastuttamia
- **Infektoitumattomat** (VMI-11): kuivahko ja karumpi 0.73 % todennäköisyys, tuore ja rehevämpi 10.6 % todennäköisyys
- **Infektoituneet** (VMI-11): kuivahko ja karumpi 4.4 % todennäköisyys, tuore ja rehevämpi 42.3 % todennäköisyys

# Ennuste: sairaat kpl ha<sup>-1</sup>, infektoitumattomat metsiköt

Männyn ikä, v	Ennuste, kpl	95 %, alaraja	95 %, yläraja
<b>Infektoitumaton VMI 11</b>			
<b>Kuivat ja kuivahkot kankaat, luontaisesti uudistuneet</b>			
5	0	0	2
15	0	0	4
30	0	0	11
<b>Kuivat ja kuivahkot kankaat, avohakkuu ja viljely</b>			
5	3	0	15
15	5	1	27
30	11	2	74
<b>Tuoreet kankaat, luontaisesti uudistuneet</b>			
5	1	0	11
15	1	0	20
30	3	0	57
<b>Tuoreet kankaat, avohakkuu ja viljely</b>			
5	18	4	78
15	30	7	136
30	69	13	375

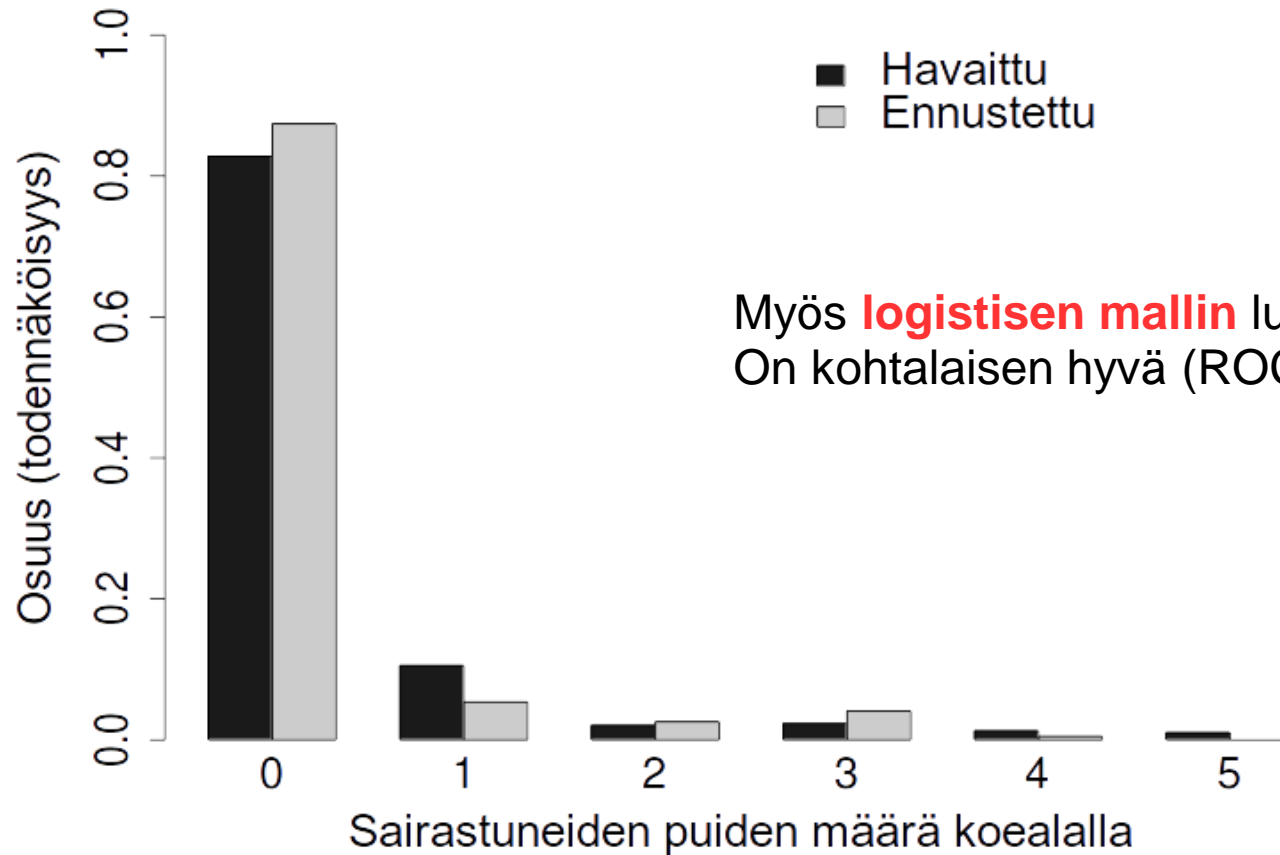
Runko-  
luku  
1000  
runkoa  
ha<sup>-1</sup>

# Ennuste: sairaat kpl ha<sup>-1</sup>, infektoituneet metsiköt

Männyn ikä, v	Ennuste, kpl	95 %, alaraja	95 %, yläraja
<b>Infektoitumaton VMI 11</b>			
<b>Kuivat ja kuivahkot kankaat, luontaisesti uudistuneet</b>			
5	1	0	17
15	1	0	34
30	3	0	102
<b>Kuivat ja kuivahkot kankaat, avohakkuu ja viljely</b>			
5	16	3	109
15	28	4	220
30	65	6	696
<b>Tuoreet kankaat, luontaisesti uudistuneet</b>			
5	4	0	80
15	8	0	162
30	17	1	499
<b>Tuoreet kankaat, avohakkuu ja viljely</b>			
5	107	20	569
15	184	30	> 1000
30	419	48	> 1000

Runko-  
luku  
1000  
runkoa  
ha<sup>-1</sup>

# Tervasrosoisten puiden kappalemäärämallin toimivuus, havaitut ja ennustetut osuudet



Myös **logistisen mallin** luokitusasteho  
On kohtalaisen hyvä (ROC 92 %)

# Päätelmät

- Noin 4 vuoden aikana tervasrosoa on ilmestynyt metsiin, joissa sitä ei esiintynyt (VMI-11). Tauti etenee vähittäin riippuen kasvupaikasta, puuston iän kehityksestä jne
- Selittävien muuttujien vaikutus on samankaltaista infektoituneissa (VMI-11) metsiköissä, mutta vaikutukset näyttäytyvät voimakkaammin
- Suurin uhka: rehevät männylle viljellyt kasvupaikat
- Koivun ja muun lehtipuun sekoitus mäntytaimikoissa voi jonkun verran ehkäistä tervasrosoa
- Tautitodennäköisyys kasvaa voimakkaasti taimikon ikääntyessä ja myös paikoilla, missä pituuskasvu on hyvää
- Maitikan (väli-isäntä) läsnäololla koealoilla ei tässä tutkimuksessa havaittu vaikutusta
- Tuloksia pitää tulkita havaintoaineistosta laskettuna tapaustutkimuksena, malleja pitäisi testata riippumattomissa aineistoissa yleistettävyyden parantamiseksi

