

# Riskianalyysi energiapuun korjuun vaikutuksista puuntuotoskykyyn

Antti Wall

Metla/Kannuksen yksikkö

Kansainvälisten kenttäkokeiden tulokset:

1. Kokopuun korjuun vaikutukset kasvupaikan ominaisuuksiin
2. Kokopuun korjuun vaikutukset puuston ravinnetilaan
3. Kokopuun korjuun vaikutukset puuston kasvuun
4. Päätelmät



Euroopan unioni  
Euroopan sosiaalirahasto



maaseuturahasto



JOSEK  
Joensuun Seudun Kehittämisyhtiö Oy

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2007-2013

# Metsätalouden vaikutusten arvioinnin kriteerit puuntuotannon näkökulmasta

(R. Worrell & A. Hampson 1997; D. Grigal 2000)

- Vaikutuksen voimakkuus
- Vaikutuksen esiintymisen todennäköisyys
- Vaikutuksen kesto
- Vaikutuksen pinta-alallinen laajuus
- Ekonomiset ja biologiset seurannaisvaikutukset

# **Riskianalyysi: Vika- ja vaikutusanalyysi (Failure Mode and Effects Analysis, FMEA)**

Analyyttinen toiminnanohjauksen menetelmä, jossa:

- Tunnistetaan virhemahdollisuudet ja niiden syyt
- Arvioidaan virhetoiminnoista johtuvat seuraukset
- Estetään virheet priorisoimalla korjaavat toimenpiteet

Riskin määrittelee vastaukset kysymyksiin:

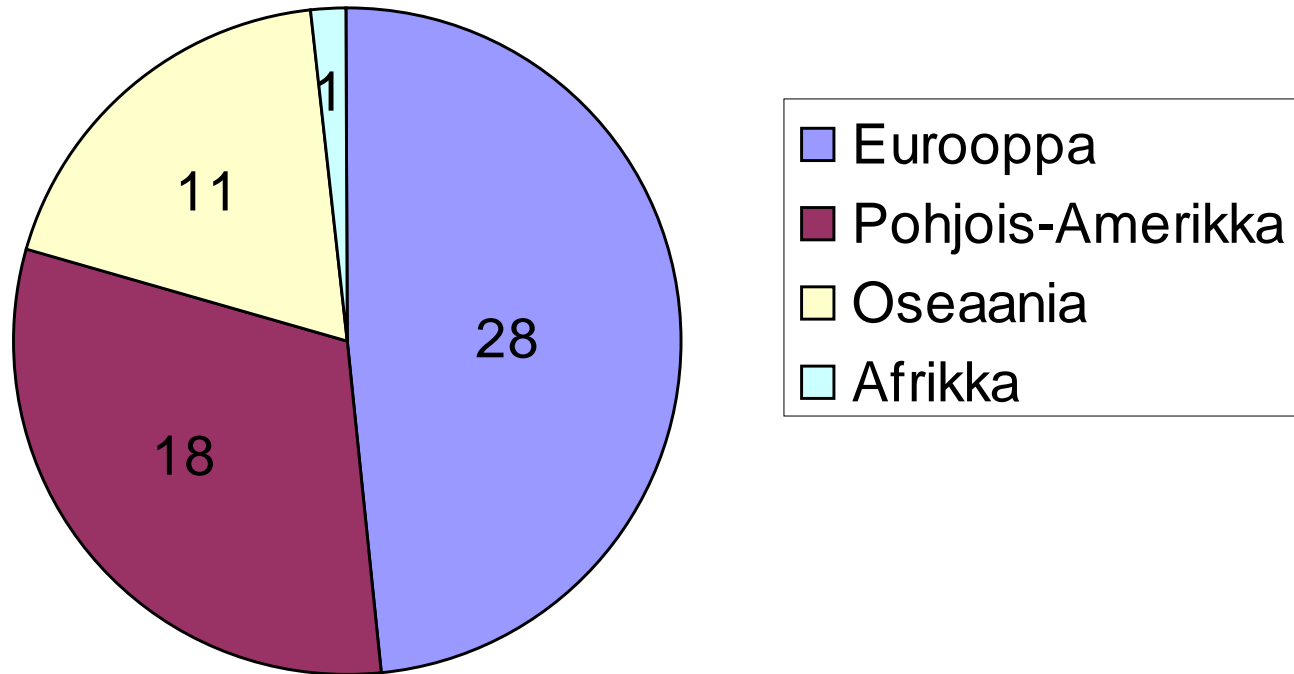
- Mitä voi tapahtua?
- Kuinka todennäköistä se on?
- Mitkä ovat sen seuraukset?

# Aineistona kansainvälinen kirjallisuustarkastelu

Tiedeartikkeleiden joukosta valittiin kriteerit täyttävät julkaisut:

- i) Koe perustettu järjestettynä kenttäkokeena
- ii) Käsittelyinä kokopuun korjuu ja ainespuun korjuu
- iii) Puuntuotoskyvyn indikaattorina käytettiin maan ominaisuuksia tai puuston ominaisuuksia

**Tutkimusten kokonaismäärä oli 58, joissa yhteensä 227 kenttäkoetta**



# Puuntuotoskyvyn indikaattorissa ilmenneen muutoksen esiintymistiheys

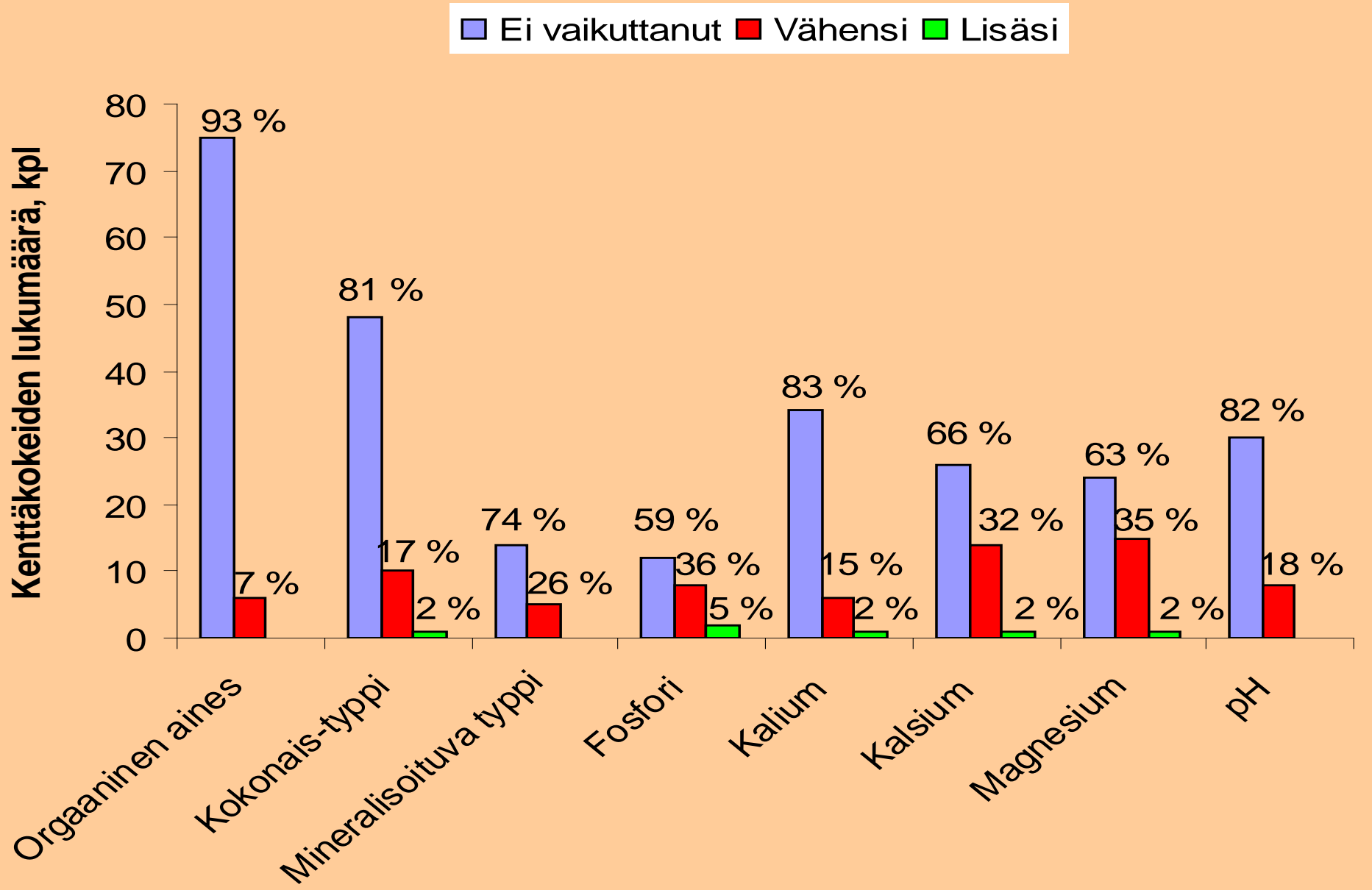
Tilastollisesti merkitsevän **negatiivisen eron** esiintymistiheys puuntuotoskyvyn indikaattorissa kokopuun korjuun ja ainespuun korjuun välillä

Luokitus 1: Esiintymistiheys <10%

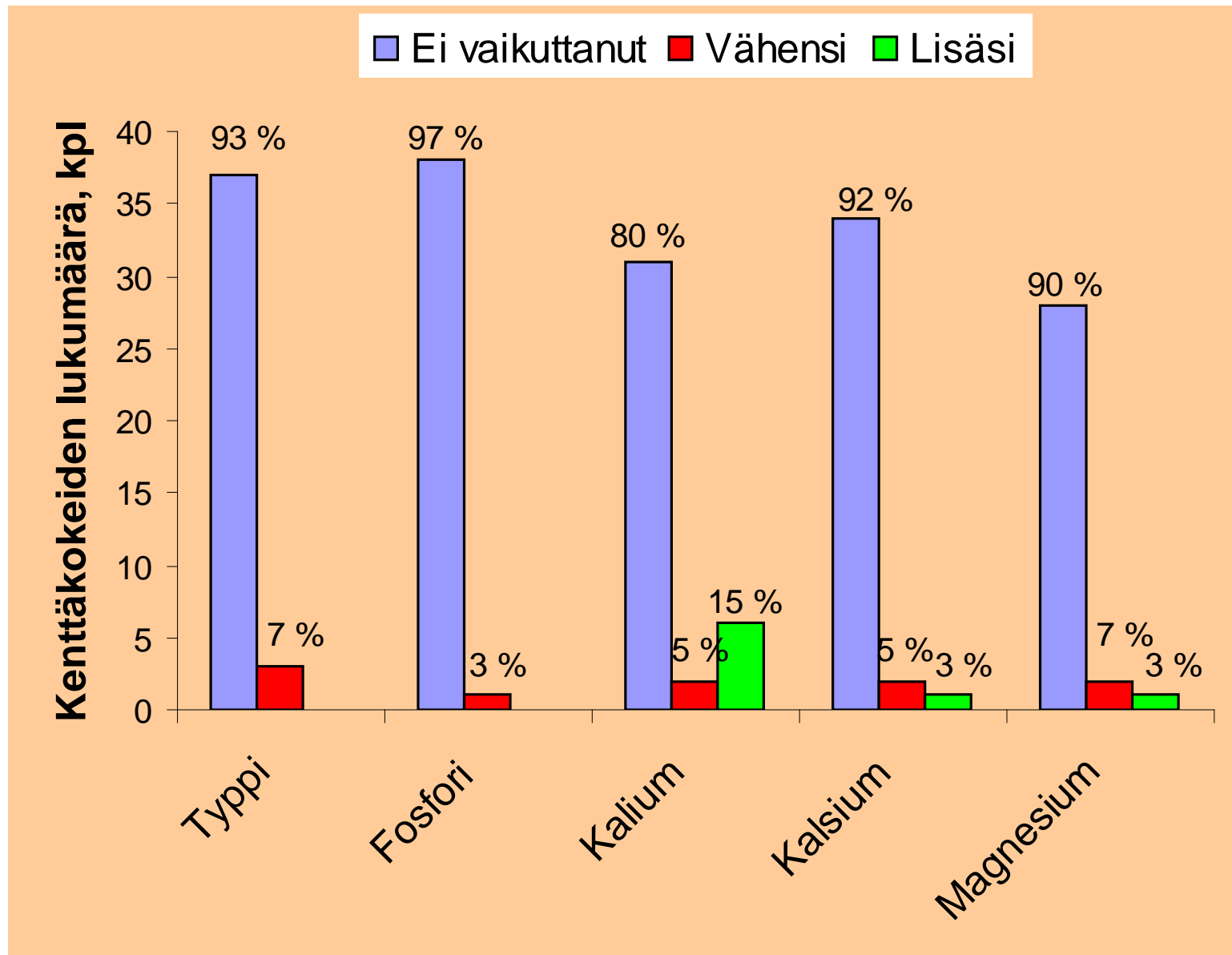
Luokitus 2: Esiintymistiheys 10-30%

Luokitus 3: Esiintymistiheys >30%

# Kokopuun korjuun vaikutusten esiintymistiheys maan ominaisuuksissa



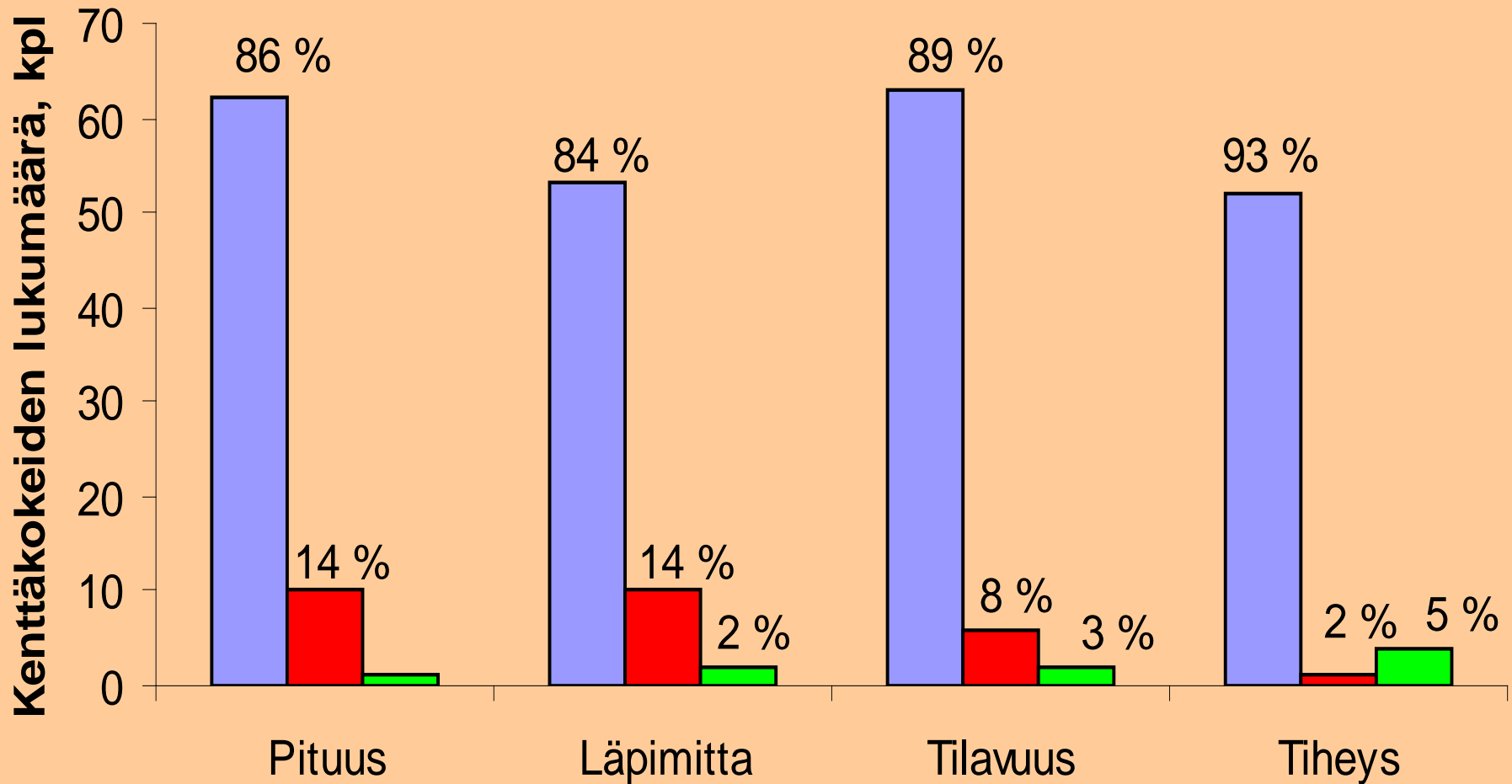
# Kokopuun korjuun vaikutusten esiintymistiheys puuston ravinnetilaan



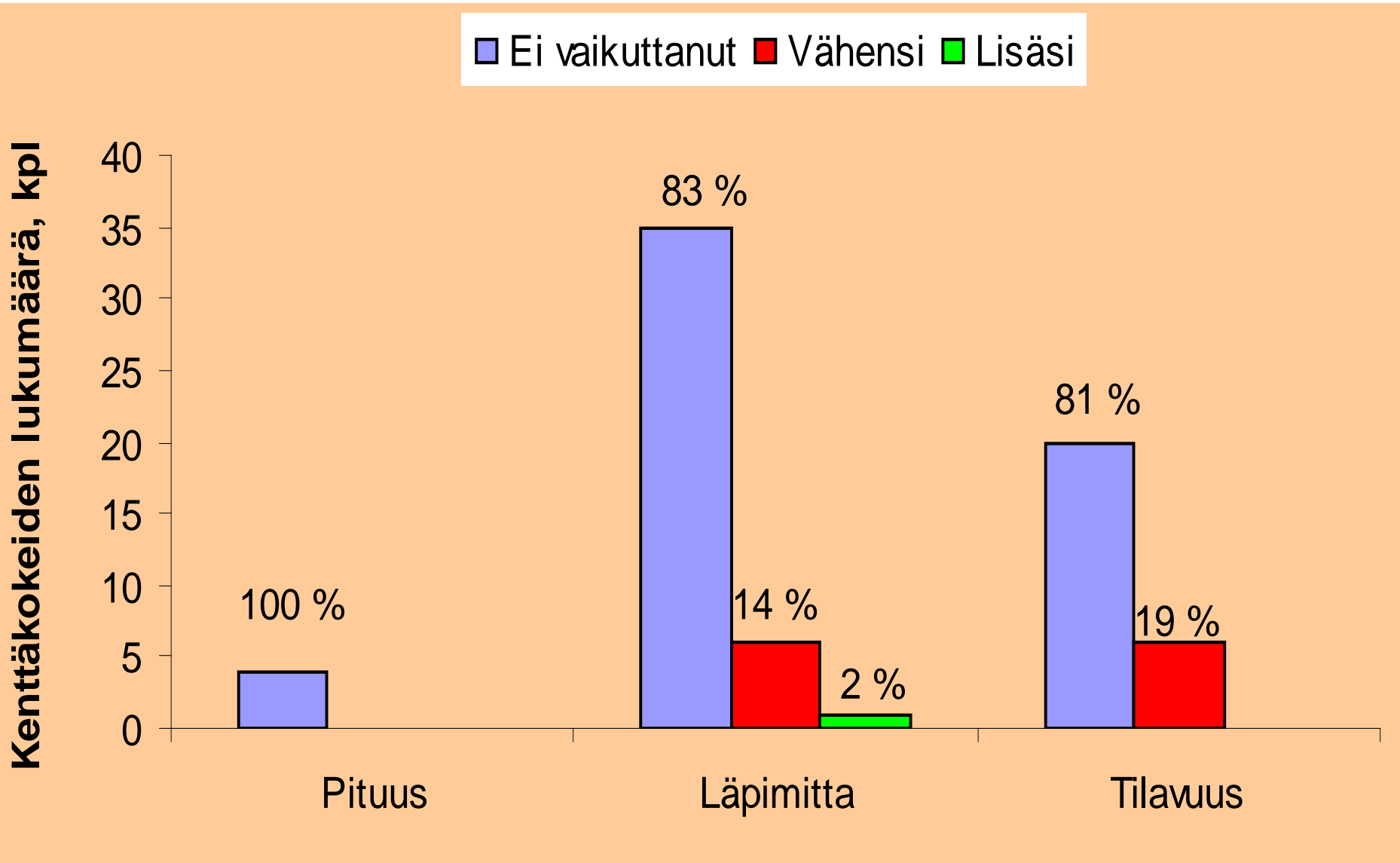


# Kokopuun korjuun vaikutusten esiintymistiheys puuston kasvussa uudistushakkuissa

■ Ei vaikuttanut ■ Vähensi ■ Lisäsi



# Kokopuun korjuun vaikutusten esiintymistiheys puuston kasvussa harvennushakkuissa



# Puuntuotoskyvyn indikaattorissa ilmenneen muutoksen suuruus

Keskimääräinen tilastollisesti merkitsevä **negatiivinen ero** puuntuotoskyvyn indikaattorissa kokopuun korjuun (KK) ja ainespuun korjuun (AK) välillä  
(havaintoyksikkö on kenttäkoe puulajeittain ja ikäkausittain)

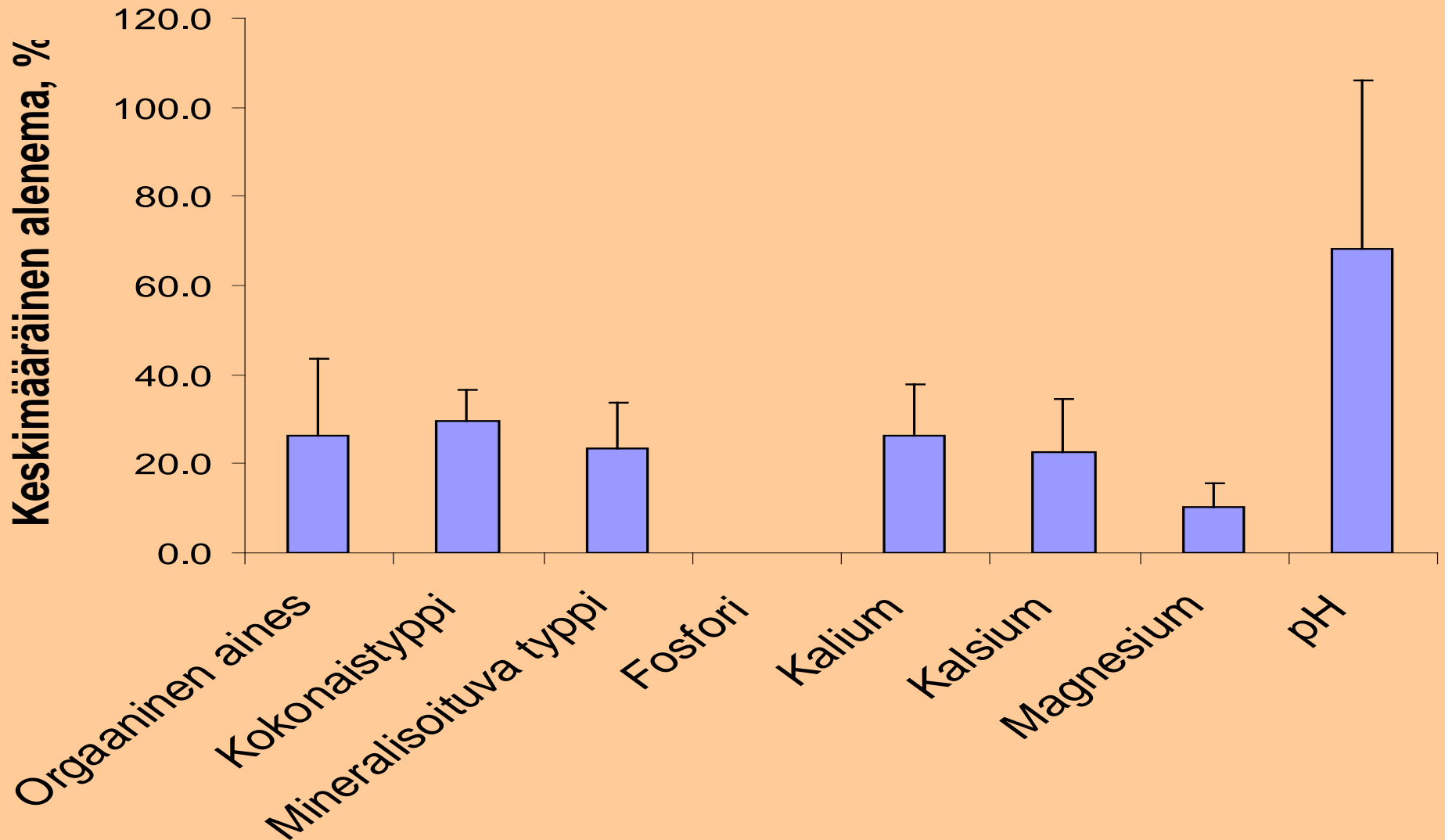
$$\text{Merkitys, \%} = (\text{AK} - \text{KK}) / \text{AK} \quad 100$$

Luokitus 1: Merkitys <15%

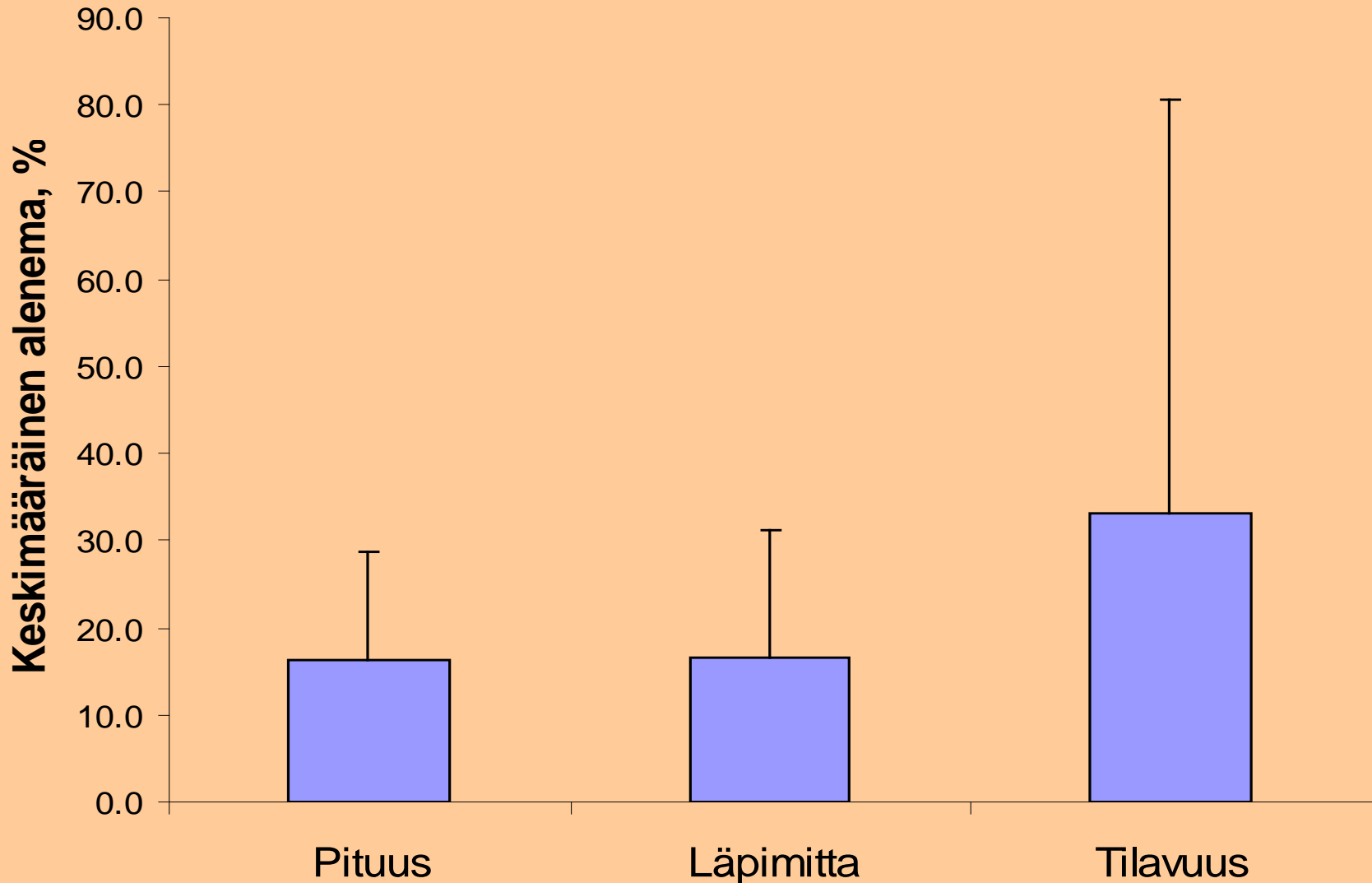
Luokitus 2: Merkitys 15-30%

Luokitus 3: Merkitys >30%

# Maan ominaisuuksissa (puuntuotoskyvyn indikaattorit) ilmenneen muutoksen keskimääräinen suuruus



# Puuston ominaisuuksissa (puuntuotoskyvyn indikaattorit) ilmeneen muutoksen keskimääräinen suuruus



# Energiapuun korjuun riskianalyysi

	Esiintymistiheys		Voimakkuus		Riskitaso
	Keskiarvo,%	Luokitus	Keskiarvo, %	Luokitus	
Org. aines	7	1	26 (17)	2	2
Kokonais N	17	2	30 (7)	2	4
N min	26	2	23 (10)	2	4
Fosfori	36	3	na		na
Kalium	15	2	26 (12)	2	4
<b>Kalsium</b>	34	3	23 (12)	2	6
Magnesium	37	3	10 (5)	1	3
<b>pH</b>	21	2	68 (38)	3	6
Pituus	13	2	16 (12)	2	4
Läpimitta	15	2	17 (14)	2	4
<b>Tilavuus</b>	11	2	33 (47)	3	6

# Päätelmät

Hyväksyttävien todisteiden pitkäaikaiselle puuntuotoskyvyn muuttumiselle täytyy täyttää seuraavat kriteerit:

- i) muutokset puuston kasvussa ovat oltava yhdistettävissä muutokseen kasvupaikan ominaisuuksissa
- ii) puuston kasvumittauksien pitää olla riittävän pitkäaikaisia

Suorat todisteet puuttuvat, jotta voitaisiin esittää yleisesti pätevät puunkorjuun vaikutukset maan ravinteisuuteen ja puuston kasvuun

# Tutkimusten perusteella voidaan päätellä:

- ✓ Energiapuun korjuu ei yleensä vaaranna kasvupaikan lyhytaikaista puuntuotoskykyä.
- ✓ Kuitenkin energiapuun korjuun voi johtaa pienempään ja toisaalta suurempaan puuston kasvuun verrattuna runkopuun korjuuseen vaikkakin vain harvoin (kun hakkuutähteen levitetty tasaisesti)
- **Suurin riskitaso:** Maan kalsium, happamuus ja puuston tilavuus



# Energiapuun korjuun puuntuotoskyvylle aiheuttaman riskin hallinnan vaihtoehdot:

- 1) Riskin poistaminen lopettamalla energiapuun korjuu
- 2) Riskin hyväksyminen osana energiapuun korjuukustannuksia
- 3) Riskin pienentäminen kehittämällä korjuutekniikkaa, joka vaikuttaa kasvupaikalle jäävän biomassan määrään laatuun ja tilajakaumaan tai tekemällä kompensatiolannoitus

# Varovaisuusperiaate energiapuun korjuun puuntuotannollisen kestävyuden turvaajana

- Vältetään korjaamasta kaikkia hakkuutähteitä (30 %:a hakkuutähteistä jää yleensä korjaamatta teknisistä syistä)
- Suometsissä kaliumin ja fosforin puutoksesta kärsivät metsiköt on syytä jättää energiapuun korjuun ulkopuolelle (jos ei PK-lannoitusta)
- Energiapuun korjuu tehdään vain kerran puuston kiertoaikana