

Suometsien puunkorjuun ratkaisu koostuu useista osista

Matti Sirén/Luonnonvarakeskus

Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi 26.11.2018

Metsätieteen päivä, 1

© Luonnonvarakeskus



Puuston tilavuus ja kasvu metsämaan soilla

VMI10

		Soiden osuus metsämaasta
Ala	4,9 milj. ha	24 %
Tilavuus	480 milj. m ³	22 %
Kasvu	23 milj. m ³ /v	23 %

	Kokonais-tilavuus soilla, milj. m ³	Osuus metsämaan tilavuudesta, %	Tukkitilavuus soilla, milj. m ³	Osuus metsämaan tukki-tilavuudesta, %
Mänty	242	23	51	16
Kuusi	111	17	36	13
Rauduskoivu	7	7	1	6
Hieskoivu	111	43	4	36
Muu lehtipuu	8	11	1	10
Yhteensä	478	22	93	15

Lähde: Antti Ihalainen/Luke

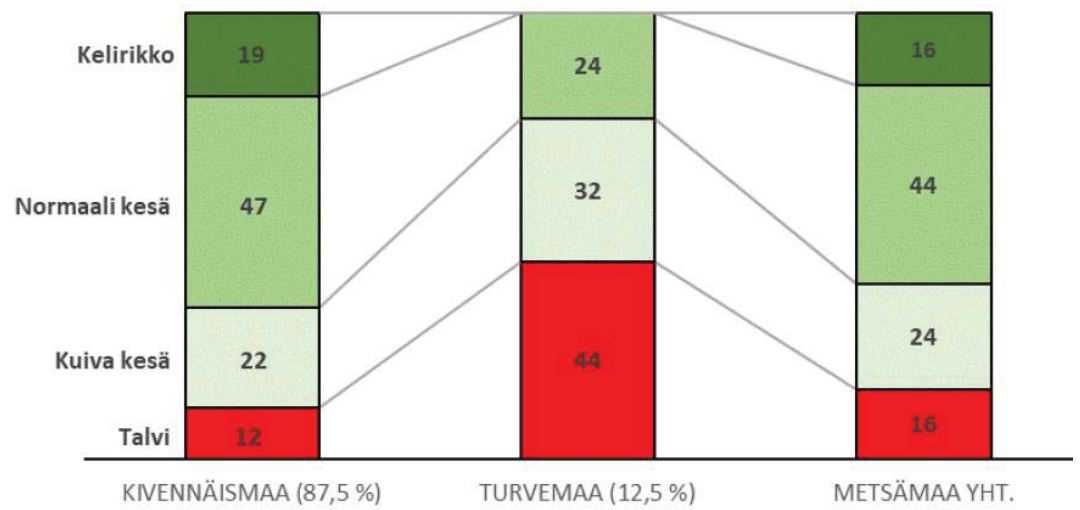
© Luonnonvarakeskus

Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi/Sirén



Merkittävä osuus tutkimus- ja kehitystoiminnasta tähtää korjuun kausivaihtelun vähentämiseen

Metsämaan korjuukelpoisuus, E-S

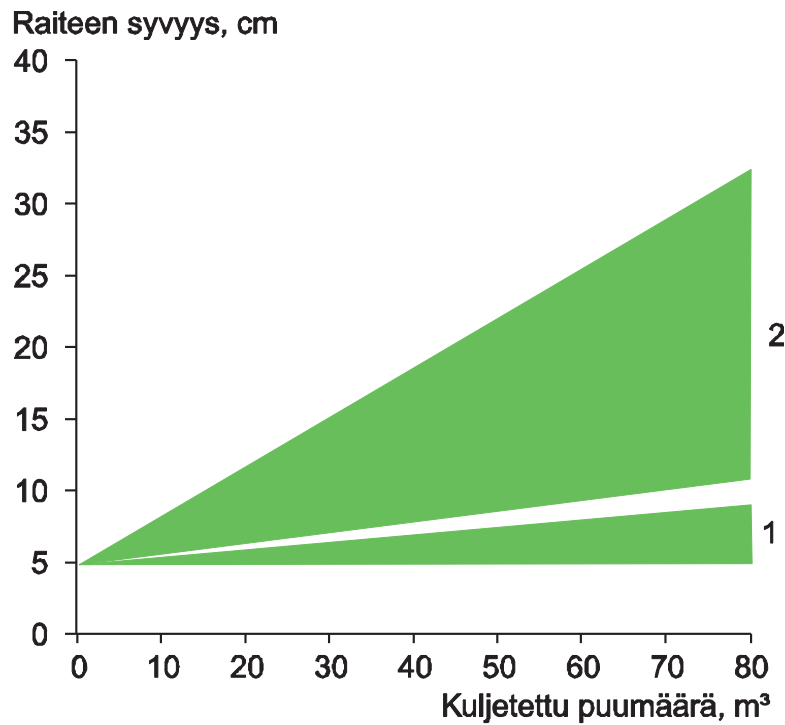


Suometsissä monia asia vaikuttaa ajouraston suunnitteluun



Lähde: Vanhatalo ym. 2014. Metsänhoidon suositukset suometsien hoitoon, työopas

Pitkä kehityspolku on kuljettu. 1980- ja 1990-luvuilla paljon konevertailuja raiteenmuodostuksesta. Koneiden raiteenmuodostuksessa ja toimintakyvyssä oli suuria eroja (telamaasturit = 1, pyörätraktorit = 2)



Pintapaineesta on haettu kantavuuden ”mittaria”

- Yksinkertaisimmillaan laskenta perustuu mitattuun kosketuspinnan alaan ja sille kohdistuvaan kuormaan
- Paine= voima jaettuna pinta-alalla
- Renkaalle osa kohdistuva metsäkoneen painosta jaettuna renkaan ja maanpinnan kosketusalalla
- Asia ei kuitenkaan ole näin yksiselitteinen



Pienistä telakoneista on etsitty ratkaisua – pieni kone, pieni kuorma ja vähänkin pidempi kuljetusmatka ovat vaikea yhtälö



Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi/Siren

© Luonnonvarakeskus



Samoin pienistä kuormatraktoreista ja leveistä teloista jo 1980-luvun puolivälissä. Teloihin on myös haettu lisää kantopintaa erilaisin ratkaisuin



Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi/Siren

© Luonnonvarakeskus



Kumiteloja ja ”mokkasiineja” on kokeiltu moneen otteeseen



Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi/Siren

© Luonnonvarakeskus



**... mutta törmätty kestävyteen kannokoissa ja kivikoissa.
Näin kävi myös Lars Bruunin Bruun Twoo Kompaktille**



Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi/Siren

© Luonnonvarakeskus



Lisää kantopintaa voidaan hakea erilaisin tavoin



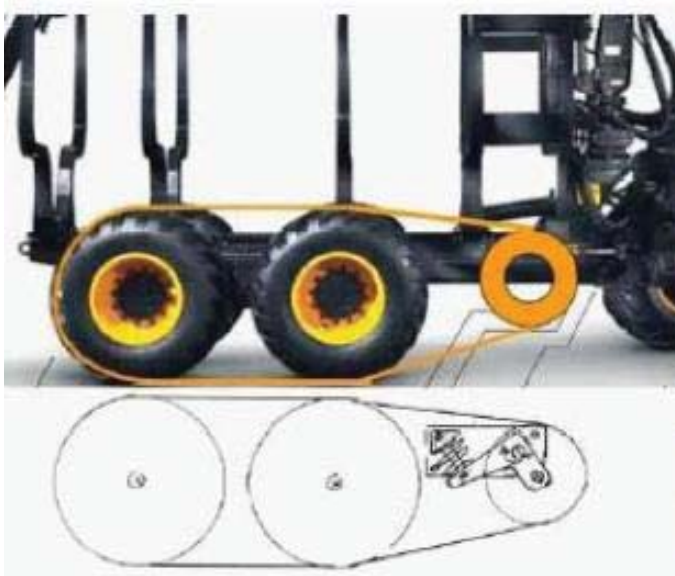
Lähde: Tore Högnäs/Metsähallitus

Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi/Siren

© Luonnonvarakeskus



Apupyöräratkaisu ideasta toteutukseen (idea Tore Högnäs - toteutus Ponsse Oyj)



Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi/Siren

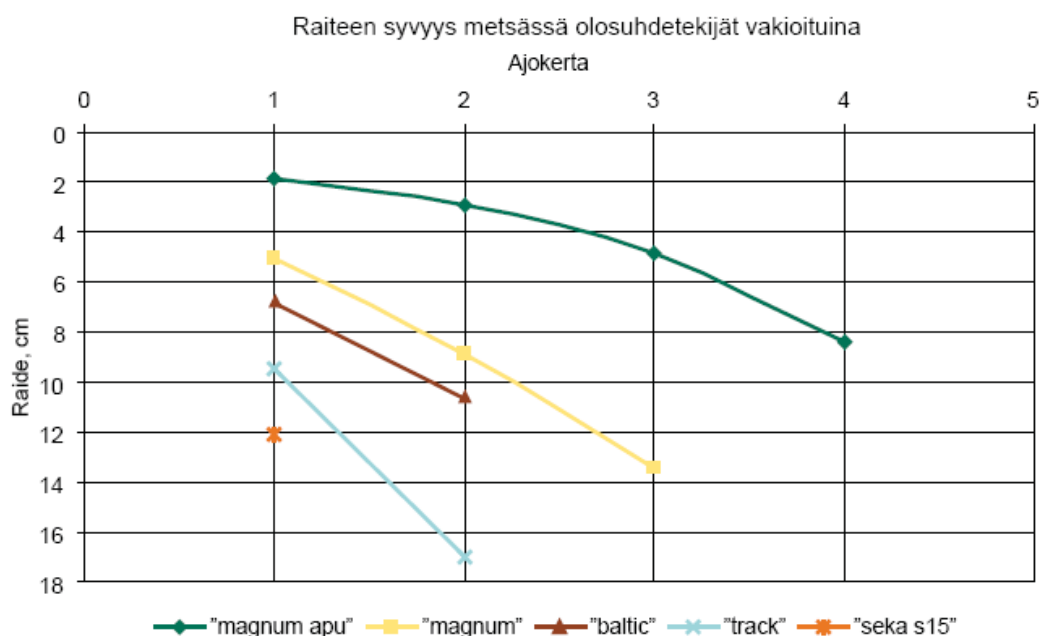
© Luonnonvarakeskus



Konekalusto järehtynyt – mutta samalla koneet ja varustelu kehittyneet

- Reilut parikymmentä vuotta sitten tavoitteena koneiden keveys. Tavoitetila 10 m ulottuvuus, 10 tonnin omapaino ja 10 tonnin kantavuus
- Metsäkoneissa järehtymiskehitys, jolle on olemassa selkeitä syitä (Rieppo 2001):
 - kestävyysvaatimukset
 - ylikuormitukseen varautuminen
 - metsäkuljetuksessa haetaan taloudellista kannattavuutta suurilla kuormilla
- Onko metsäkuljetuskalusto kehittänyt turvemaiden korjuuta ajatellen huonoon suuntaan ?

Varustelu vaikuttaa raiteenmuodostukseen ja selviytymiskykyyn. Koneet ovat myös kehittyneet



Myös hakkuukoneen varustelu on tärkeää – hakkuukoneen painumat antavat huonon lähtökohdan metsäkuljetukselle



Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi/Siren

© Luonnonvarakeskus



Viime vuosina kaivukonetelojen käyttö lisääntynyt voimakkaasti



Kuva: Koneosapalvelu



Kuva: Jari Ala-Ilomäki

Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi/Siren

© Luonnonvarakeskus



Kumitelojen hyvät ominaisuudet kiinnostavat ja materiaalit kehittyvät – miten käy tällä kertaa?



- 1 | föraren i den banddrivna skotaren
- utsätts för cirka **17 procent**
- **mindre av de skadliga helkroppsvibrationerna**
- **och kan köra dubbelt**
- **så fort på Skogforsks vibrationsbana**
- än en konventionell hjulskotare.
- 2 | **spårdjupen minskar med 90**
- **procent jämfört med en hjulgående**
- **skotare och 70-80 procent jämfört**
- **med en skotare försedd med bärande**
- **band på hjulen.**
- 3 | **Bränsleförbrukningen minskade**
- **vid jämförande studier.**
- 4 | **Bättre framkomlighet, bättre**
- **backtagningsförmåga och ökad**
- **körhastighet i snö, både spårad och**
- **ospårad.**

Lähde: Skogforsk Vision | 2 | 2016 | 29

© Luonnonvarakeskus



Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi/Siren



OnTrack-projekti; Ponsse/Prinoth

Kuva: Ponsse Oyj

Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi/Siren

© Luonnonvarakeskus



Kriittisiin kohtiin löytyy ratkaisuja – soveltuvuus operatiiviseen toimintaan?



Ecowood-projekti



Ecowood-projekti



Hoffdins



USDA Forest Service

Kalvo: Tore Högnäs/Metsähallitus

Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi/Siren

© Luonnonvarakeskus



Korjuun laatua seurataan ja verrataan Hyvän metsänhoidon suosituksiin ja lakirajoihin

Arvosana	Pohjapinta-ala/runkoluku	Ajoura-väli	Ajoura-leveys	Puustovauriot	Maastovauriot	Kokonais-arvostelu
Hyvä	Harvennustyylin mukainen	19 m tai enemmän	Alle 46 dm (turvemailla tai erittäin kivisillä mailla alle 51 dm)	Enintään 5 %	Enintään 5 % (turvemailla enintään 10 %)	Kaikki tunnuksset hyviä
Huomautettavaa	Suosituksiuden ylärajaa tiheämpi tai alarajaa harvempi Suosituksiutta 2m ² tiheämpi tai suositustiheyttä harvempi lakirajaan asti	Alle 19 m	Yli 46 dm (turvemailla yli 51 dm tai erittäin kivisillä mailla)	Yli 5 %	Yli 5 % (turvemailla yli 10 %)	Huomautettava yhdessä tai useammassa tunnuksessa
Virheellinen	Alle lakirajan	-	-	Yli 15 %	Yli 20 % (turvemailla 25 %)	Puuston tiheys alle lakirajan tai puustovaurioita liikaa tai maastovaurioita liikaa

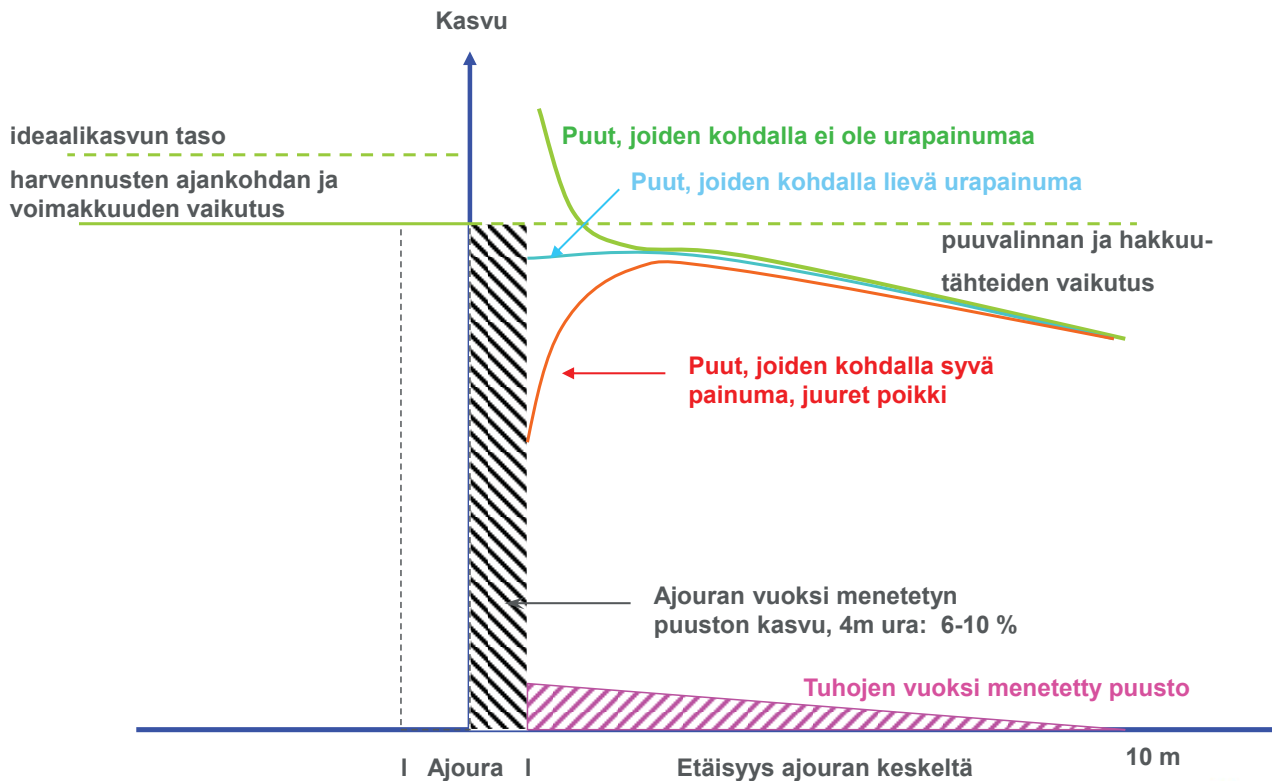
Ajourapainuma: kivennäismaat 10 cm, turvemaat 20 cm

<https://www.metsakeskus.fi/julkaisut/metsakeskuksen-maastotarkastusohje-2016> Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi/Siren

© Luonnonvarakeskus



Teoreettinen malli puunkorjuun vaikutuksista puuston kasvuun



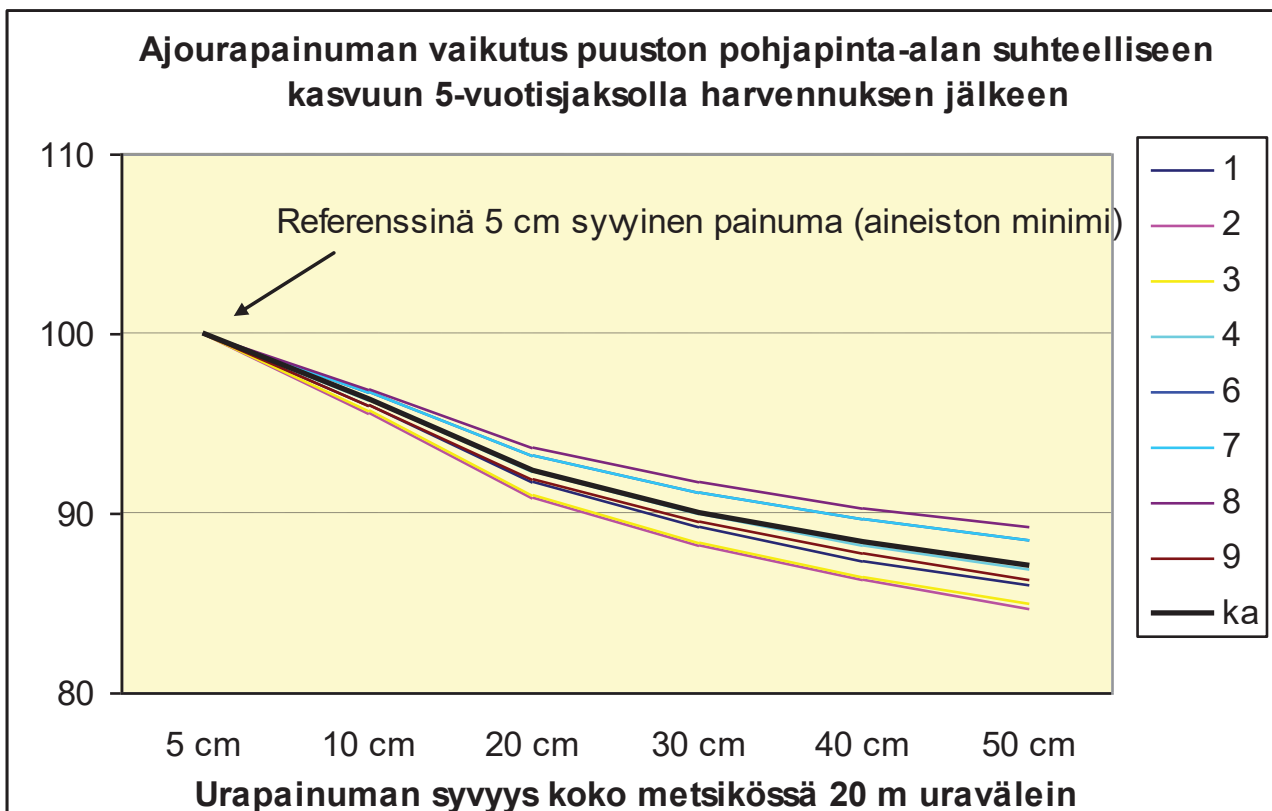
Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi/Siren

Kalvo: Pentti Niemistö

© Luonnonvarakeskus



Laskelma: Urapainuman aiheuttama kasvutappio puustotasolla, tutkimusmetsiköt 1-9



Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi/Siren

Kalvo: Pentti Niemistö/Luke

© Luonnonvarakeskus



Korjuujäljen taloudellisten vaikutusten ohella keskiössä on toiminnan yleinen hyväksyttävyys



Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi/Siren

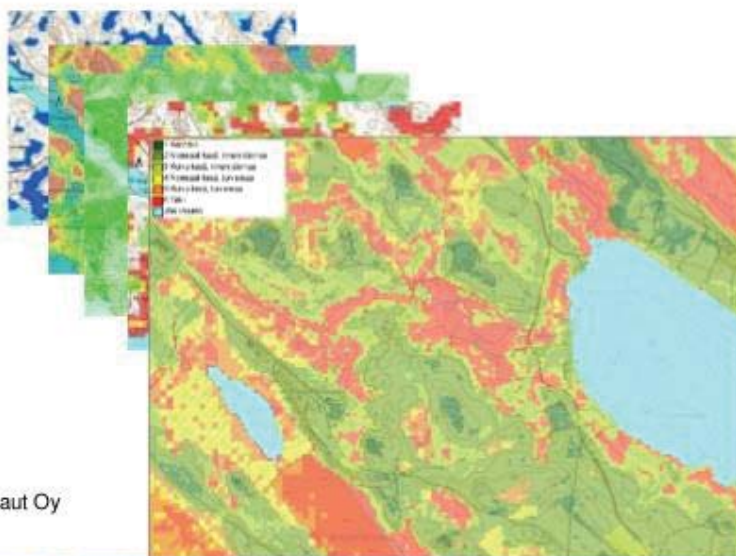
© Luonnonvarakeskus



Staattinen korjuukelpoisuus

Pysyvät/hitaasti muuttuvat olosuhtediedot

- Laserdata (ALS)
 - › Puuston määrä
 - › Maanpinnan korkeusmalli
 - › Ojien kuivavara
- Maastotietokanta
 - › Suo/kangas
- Aineiston jakelu, Suomen metsäkeskus
- Karttojen tuottaminen, Arbonaut Oy

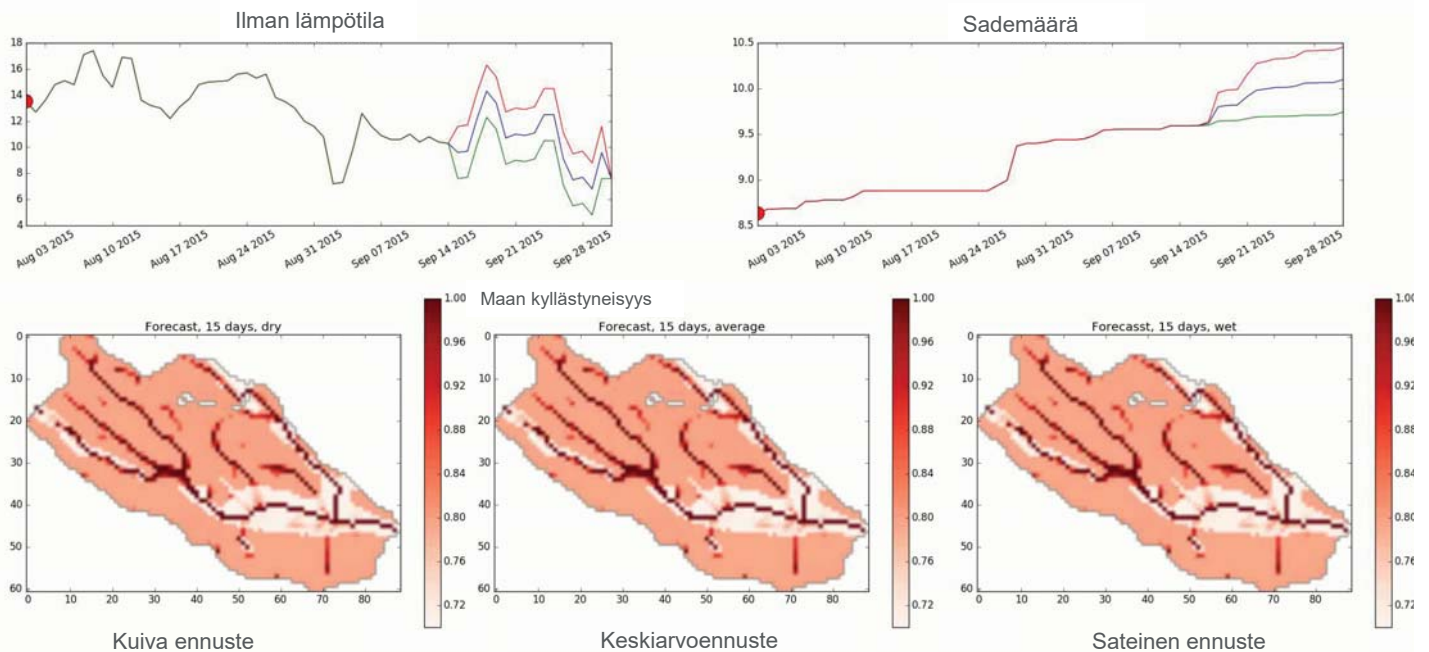


Kalvo: Suomen metsäkeskus



SpatHy – kosteuden kehitys ja sääennusteen vaikutus

SpatHy results. Catchment : 3, date: 2015-08-01



Lähde: Launiainen, Salmivaara ja Laurén 2017

Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi/Siren

© Luonnonvarakeskus



Ajouraverkon suunnittelun tukivälineitä - BestWay (Skogforsk), Suomessa Ajourakone



Linkki Skogforskin videoon: <https://www.luke.fi/efforte/2017/04/06/challenges-succeed-driving-traceless/>

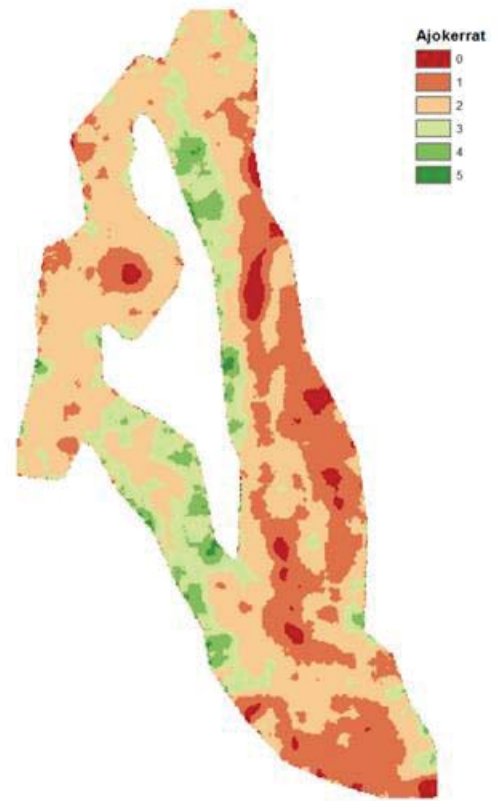
Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi/Siren

© Luonnonvarakeskus



Kantavuusennustekartta

- Laskennallinen ennuste maksimaalisesta ajokertojen määrästä kohteella
- Kohtalainen tai suuri merkitys (ka 3,7)
- Hakkuun lisäksi tieto tarpeellinen metsäkuljetukseen
- ”Kesäkorjuuseen hyvä tieto, tietää minne mennä, peruskartta kertoo että on suota, muttei kerro millaista suota”
- 63 % kuljettajista piti vähintään merkittävänä tietona ennen hakkuuta kesäkorjuun turvamaakohteilla



Kalvo: Harri Lindeman/Luke

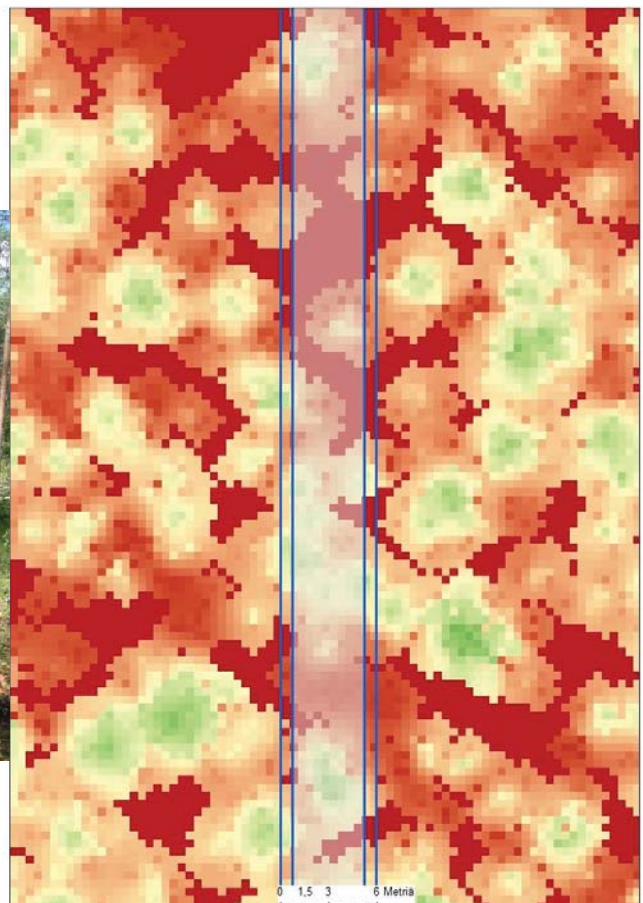
Lindeman ym. 2013

Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi/Siren

© Luonnonvarakeskus

Luke
LUONNONVARAKESKUS

Uran leventäminen voi olla toimiva ratkaisu raskaasti kuormitetuille urille



Kalvo: Harri Lindeman/Luke

Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi/Siren

© Luonnonvarakeskus

Luke
LUONNONVARAKESKUS

Metsänkäsittelyn vaikutukset turvemailla - mitä ongelmia?

- Turvemaiden käytöstä suurempi kuormitus ilmakehään ja vesistöihin kuin kivennäismailta
- Parhaat metsämaamme, runsasravinteiset, tuottoisat turvemaat:
 - menettävät maaperän hiiltä koko ajan, sitä enemmän, mitä syvemmällä vedenpinnan taso on
 - uudistamisvaiheessa, kun vedenpinta nousee lähelle maanpintaa, päästävät vesiin suuret määrät hiiltä ja ravinteita, mm. fosforia; kuormat moninkertaisia kangasmaihin verrattuina
- Myös heikkotuottoisemmilta turvemailta pääsee uudistamisvaiheessa vesiin hiiltä ja fosforia
- Kunnostusojitusten aiheuttama fosforikuorma on n. 50%, ja kiintoainekuorma > 90% koko metsätalouden kuormituksesta

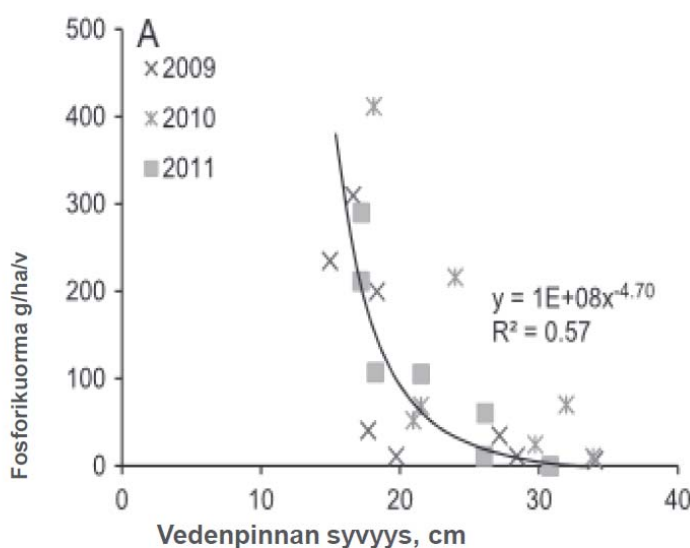
Kalvo: Laiho & Sarkkola/Luke

© Luonnonvarakeskus



Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi/Siren

Vedenpinnan nousu lisää huuhtoumaa



- ➔ P-kuorman lisä: n. 1,5 kg/ha (3 v. aikana hakkuun jälkeen)
- ➔ Orgaanisen hiilen lisä: 200-400 kg/ha (3 v. aikana hakkuun jälkeen)

Kalvo: Laiho & Sarkkola/Luke

© Luonnonvarakeskus



Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi/Siren

Jatkuvapeitteisen metsänkasvatuksen edut ja haitat

- jos selvittää ilman kunnostusojituksia, uudistushakkuita ja maanmuokkauksia -

- Mahdollisia hyötyjä:
 - Pienempi ravinnekuormitus
 - Pienemmät kasvihuonekaasupäästöt
 - Kustannussäästöt (kunnostusojitukset ja uudistamiskulut jäävät pois)
- Mahdollisia haittoja:
 - Kalliimpi puunkorjuu ja pienemmät kokonaiskertymät
 - Uudistumistulos ja taimen varhaiskehitys ja niiden vaikutus metsikön jatkokäsittelyihin ja edelleen tulovirtaan
 - Lahottajasienten leviämisen hallinta

Oleellista, että vedenpinta ei liian korkealla eikä liian syvällä

Kalvo: Laiho & Sarkkola/Luke

Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi/Siren

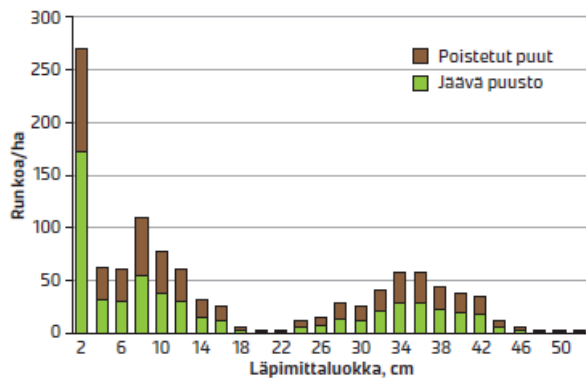
© Luonnonvarakeskus



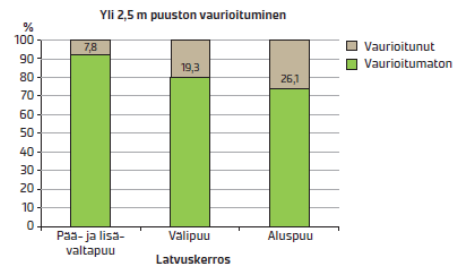
Poimintahakkuissa jäävällä puustolla suuri vaurioitumisriski. Tuloksia Timonrannan kokeesta 2013 (Luke & MetsäGroup)

Kasvatuskelpoisia taimia (0,5 – 2,5 m) ennen hakkuuta 1415 kpl/ha, joista korjuussa tuhoutui 42,4 % ja vaurioitui lievemmin 4,7 %. Kehityskelpoisia taimia jäi 763 kpl/ha.

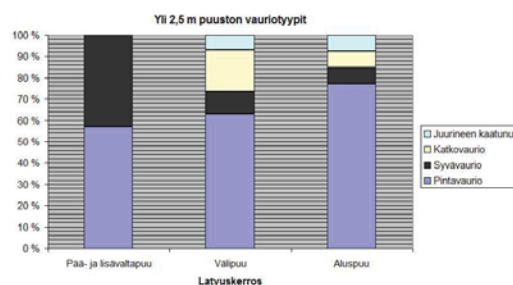
Kasvatuskelpoisten alikasvostaimien vauriot			
	Keskimäärin (%)	Keskiahajonta	Vaihteluväli
Taimia uralla	17,8	16,0	0 - 62,5
Uralla vaurioituneet	4,8	12,0	0 - 50,0
Uralla tuhoutuneet	69,6	37,8	0 - 100,0
Palstalla vaurioituneet	4,5	5,4	0 - 20,0
Palstalla tuhoutuneet	34,1	23,2	0 - 100,0



Poimintahakkuuleimikon runkolukusarja (puiden pituus > 2,5 m) ennen hakkuuta ja hakkuun jälkeen. Pienten puiden poistuma sisältää ajourin alle jääneet ja korjuussa kokonaan tuhoutuneet puut.



Vaurioituneiden puiden osuudet latvuserroksittain (VMI-luokitus).



Metsätieteen päivä, metsäteknologiaklubi/Siren

© Luonnonvarakeskus

