

**Kuinka metsäpuiden taimet
menestyvät muuttuvassa
ilmastossa?**

**Luken stressitestikentän ja
Ilmastotaimet-hankkeen
avoimet ovet 11.6.2024**

**Minna Kivimäenpää, Johanna
Riikonen, Katri Himanen**



**Euroopan unionin
osarahoittama**



Pohjois-Savon liitto



Luke lyhyesti

85

M€
Valtion
budjetti-
rahoitus

151

M€
Kokonais-
rahoitus

66

M€
Ulkopuolinen
rahoitus

1334

työntekijää

648

Tutkijaa

639

Asiantuntijaa*

47

Tutkimusprofessoria



Naisia
52 %



Miehiä
48 %

*palveluryhmien ja tutkimusinfrastruktuurien työntekijät sekä johtajat

Visio

Hyvinvointia ja
kestävää
tulevaisuutta
uusiutuvista
luonnonvaroista.

Missio

Tuotamme
tutkimuksella
arvoa ja ratkaisuja
asiakkaillemme –
vastaamme
haasteisiin lähellä
ja globaalisti.



Luvut päivitetty: 31.12.2023

22

toimipaikkaa

Pääkonttorimme sijaitsee Helsingissä, Viikissä.
Toimimme 12 kampuksella yliopistojen,
tutkimuslaitosten ja ammattikorkeakoulujen kanssa.



Toimipaikat

Helsinki
Jokioinen
Joensuu
Oulu
Jyväskylä
Kokkola
Kuopio (Maaninka)
Paltamo
Rovaniemi
Savonlinna
Seinäjoki
Turku



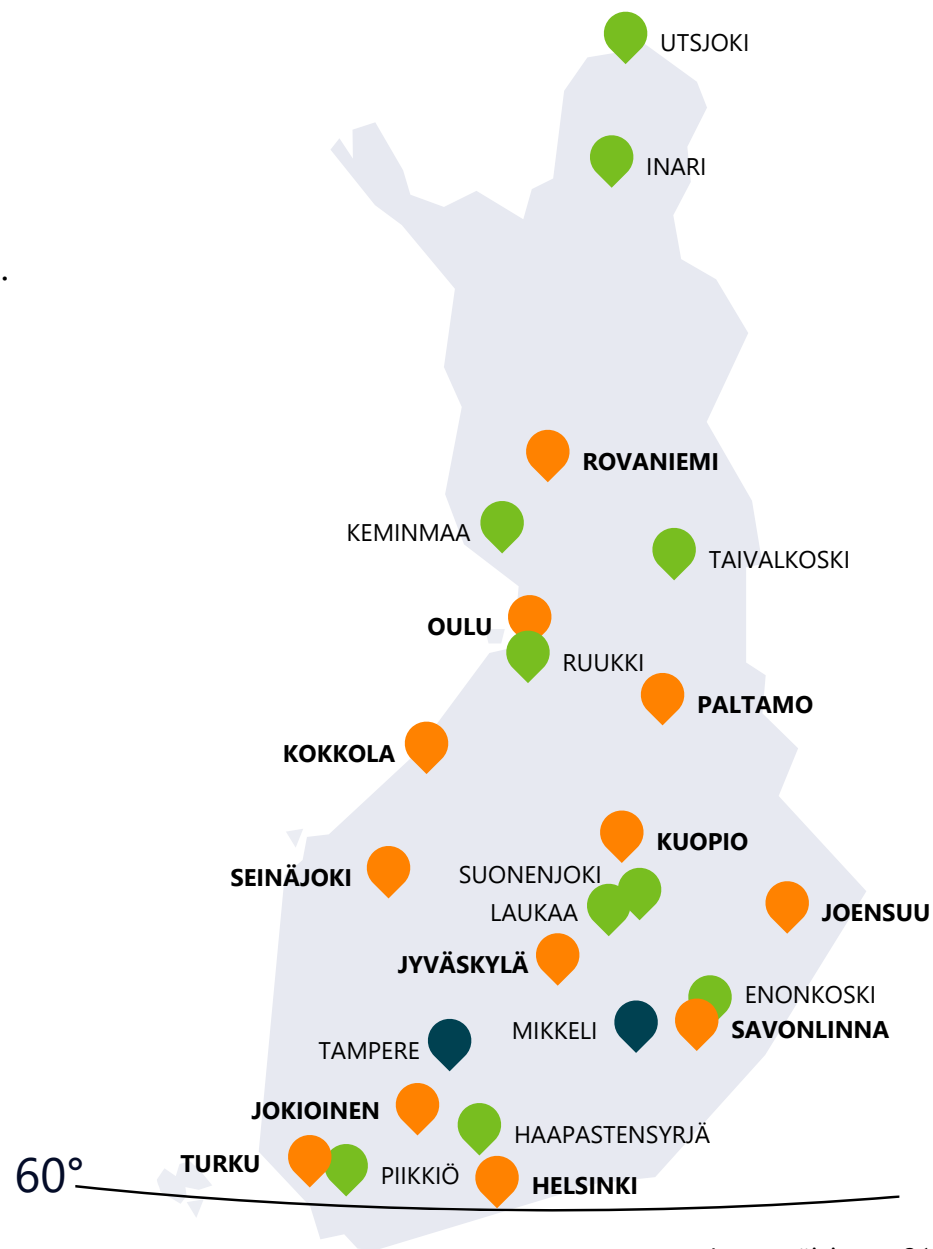
Koetoimintapaikat

Enonkoski
Haapastensyrjä (Loppi)
Inari
Keminmaa
Laukaa
Piikkiö (Kaarina)
Ruukki (Siikajoki)
Suonenjoki
Taivalkoski
Utsjoki



Tutkimus- yhteistyöpaikat

Mikkeli
Tampere





Kuva: Esko Oksa

Metsänviljelyn koetoiminta-asema perustettu 1968

Tutkimus keskittyy jalostetun metsänviljelyaineiston tuotannon tutkimukseen:

- Siemenviljelysten tuotanto
- Paakkutaimituotanto
- Kasvien terveys taimituotannossa ja istutuksen jälkeen
- Metsänviljelyn digitalisaatio ja kustannustehokkuus

Lisäksi tutkitaan puutarhakasvien, erityisesti mansikan ja vadelman tuotantoa

1 vuoden ympäri lämmitettävä kasvihuone

4 kausimuovihuonetta

Kaupallisen mittakaavan

täyttölaitteisto

Pakkasvarasto

Stressitestikenttä

Siementutkimusalusta

Kattavat esikäsittelytilat

Käynnissä olevaa tutkimusta

Uudet kasvualustat metsätaimituotannossa ja tunneliviljelyssä

Puulajivalikoiman monipuolistaminen metsänhoidossa

Rauduskoivun viljelyn lisääminen

Taimikonhoidon vaikutus hiilitaseeseen

Taimien stressinkestävyyden testaaminen

Kemiallisia kasvinsuojeluaineita korvaavat menetelmät



Ilmastokestävät ja hiiltä sitovat puuntaimet (Ilmastotaimet) 2023–2025

Rahoitusinstrumentti: Uudistuva ja
osaava Suomi 2021–2027 (EAKR)

Toimintalinja: Hiilineutraali Suomi

Erityistavoite: Ilmastonmuutokseen
sopeutumisen, riskien ehkäisemisen ja
katastrofivalmiuden ja -palautuvuuden
edistäminen



Euroopan unionin
osarahoittama



Pohjois-Savon liitto



Ilmastotaimet

Lähtökohta:

Tulevaisuuden metsien hiilinielujen ja -varastojen säilyttäminen ja vahvistaminen

Keinot:

Metsänuudistamisessa käytettävä taimiaines sitoo tehokkaasti hiiltä sekä maanpäällisiin että maanalaisiin osiin ja kestää ilmastostressiä

Kasvuturpeen korvaaminen muilla raaka-aineilla (turpeennoston suuret kasvihuonekaasupäästöt)

Puulaji: Kuusi

- valtalaji metsänistutuksessa, myös Pohjois-Savossa
- kuusentaimien haasteet hiilensidonnassa ja menestymisessä muuttuvassa ilmastossa (kuivuus, pakkasvauriot, lämpeneminen)



Tavoite:

Selvittää ilmastonmuutoksen vaikutukset metsänviljelytaimien hiilensidontaan, kasvuun ja ilmastokestävyyteen hyödyntäen uutta stressitestauskenttää, jossa voidaan kontrolloida lämpötilaa ja rajatussa määrin maan kosteutta.

Haasteet:

Aiempi tieto kuusentaimien ilmastovasteista on suppeaa, koska tieto peräisin yhtä siemenalkuperää olevilla taimilla tehdyistä tutkimuksista.

Lämpenemisen ja maaperän kosteuden yhteisvaikutuksia kuusentaimien menestymiseen ei ole tutkittu.



Tavoitteet:

Selvittää turvetta korvaavien kasvualustojen vaikutus kuusentaimien laatuun ja -saantoon taimitarhamittakaavassa.

Selvittää turvetta korvaavien kasvualustojen vaikutus istutuksenjälkeiseen maastomenestykseen muuttuvassa ilmastossa.

Haasteet:

Paakkutaimien kasvatukseen on testattu turvetta kokonaan tai osittain korvaavia kasvualustoja pilottimittakaavassa. Niiden käyttökelpoisuus tuotantomittakaavassa ja vaikutus taimisaantoon ei tiedossa.

Vaikka löytyisikin turvetta korvaavia kasvualustoja, joissa taimet kasvavat hyvin, ei tiedetä, selviävätkö taimet istutuksen jälkeen maastossa ja miten ilmastonmuutos vaikuttaa niihin.



Suonenjoen stressitestauskenttä

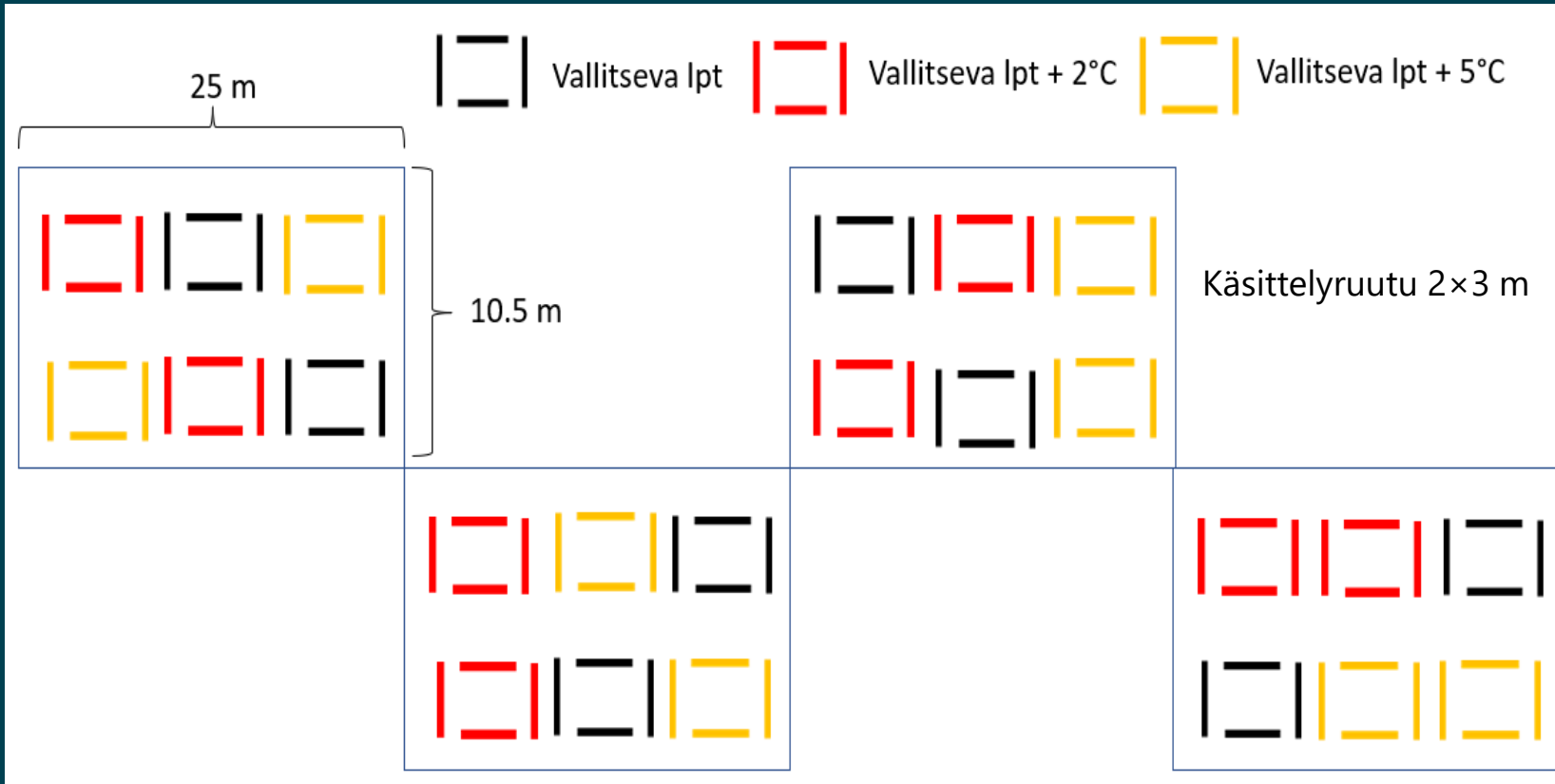
- Perustettu puuntaimien ja muiden kasvien ilmastonmuutosvasteiden (lämpeneminen, muutokset sadannassa) kokeelliseen tutkimiseen
- Rahoitus Suomen Akatemian FIRI-rahoitus (2016, 2020, 2021), Luke, (UEF 2020)
- Valmistui 2023, kehitetään edelleen



Kuva: Esko Oksa/Luke



Stressitestauskentän käsittelykaavio



6 käsittelyä, toistettu 4 kertaa:

Vallitseva lämpötila ja sadanta

Vallitseva lämpötila ja lisäkastelu

+2 °C ja vallitseva sadanta

+2 °C ja lisäkastelu

+5 °C ja vallitseva sadanta

+5 °C ja lisäkastelu

Suonenjoen stressitestauskenttä

Lämmitys- ja kastelukäsittelyt

- Maanpäällinen lämmitys infrapuna-lämmittimillä, maanalainen lämmityskaapeleiden avulla
- Kastelu tihkukastelusysteemillä

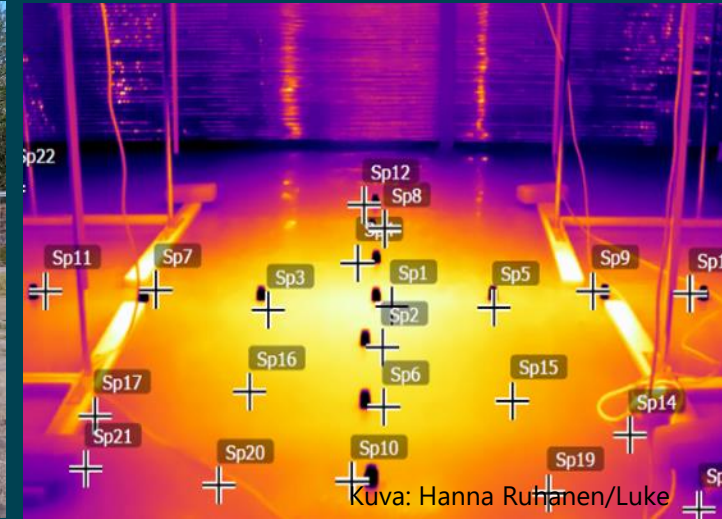
Seurattavat muuttujat:

- Ilman lämpötila ja RH
- Maaperän lämpötila, kosteus, johtokyky – 15 cm syvyys (mittauksia myös eri syvyyksissä)

IR-lämmittimet telineissään IR-lämmittimien testaus sisähallissa



Kuva: Minna Kivimäenpää/Luke



Kuva: Hanna Ruhanen/Luke



Maalämmityskaapeleiden asennus



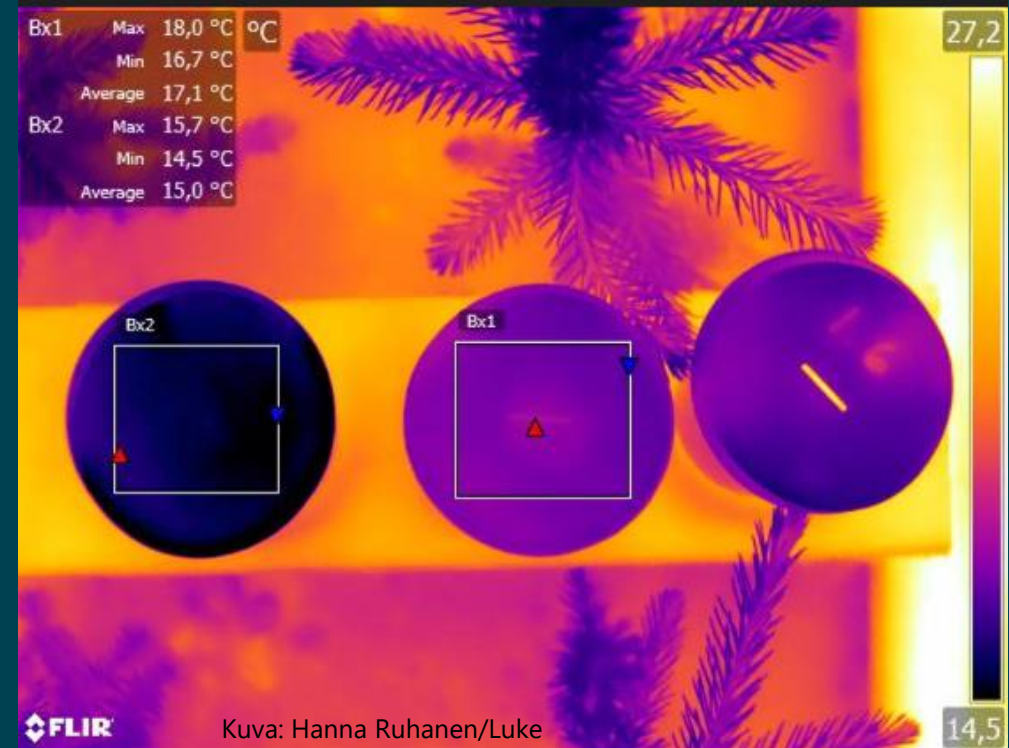
Kuva: Hanna Ruhanen/Luke

Tihkukastelusysteemi ennen asennusta

Suonenjoen stressitestauskenttä

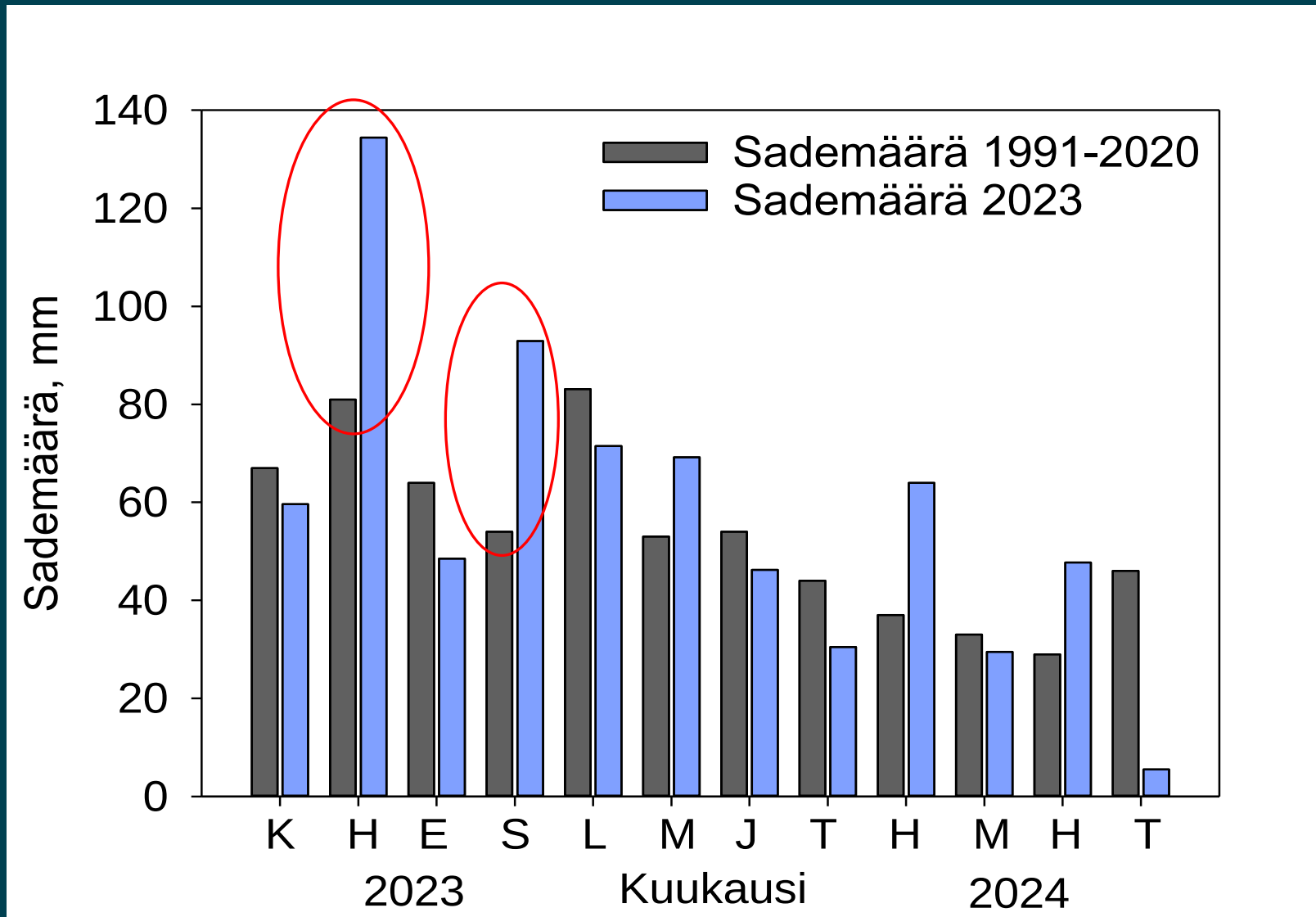
Käsittelyjen lämpötilavaikutukset 2023:

	Päivä		Yö	
	+2°C	+5°C	+2°C	+5°C
Ilman lämpötilaero	0	0	0.1	0.5
Maan lämpötilaero	2.4	5.5	2.6	6.1
Neulasten lämpötilaero	0.9	1.3		



Lämpökameramittaus IR-lämmittimien alle sijoitetuista kuivista ja kosteista suodatinpapereista neulasten lämpötilan arvioimiseksi.

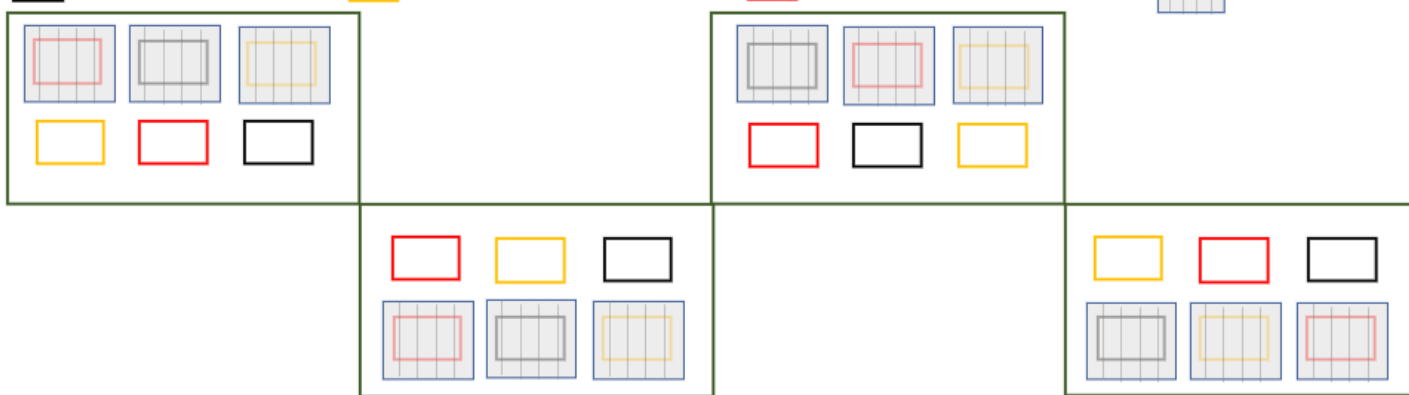
Sademäärä kokeen aikana verrattuna pitkän ajan keskiarvoon



Stressitestauskentälle asennetaan automaattiset sadesuojat 2025



 = ambient temperature  = ambient temperature + 2°C  = ambient temperature + 5 °C  = rain cover



Metsänviljelytaimien hiilensidonta ja ilmastokestävyys stressitutkimuskentällä

Kentälle istutettiin 1 v. kuusentaimia kesäkuun alussa 2023

- 11 taimierää
- taimet neljältä eri taimitarhalta
- eri siemenviljelmiltä, Suonenjoki käyttöalueella
- sama paakkukoko
- pakkasvarastoidut taimet

Käsittelyt:

lämpötilat: vallitseva, +2 C, +5C

sadanta: vallitseva, lisääntynyt

Tavoite: yleistettävämpää tietoa metsänviljelyssä käytettävien kuusentaimien ilmastokestävyydestä



Euroopan unionin
osarahoittama



Pohjois-Savon liitto



Hiilensidonta

Hiilensidonnan mekanismit:

- Lämpenemisellä ei vaikutusta fotosynteesiin
- Lämpeneminen lisäsi maahengitystä

→ ilmaston lämmetessä taimen hiilitase heikkenee

-Taimet otettiin ylös toukokuussa 2024 → hiilen sitoutuminen eri kasvinosiin selviää myöhemmin



Fotosynteesimittaus

CO₂ otto kasvin sisään



Maahengitysmittaus

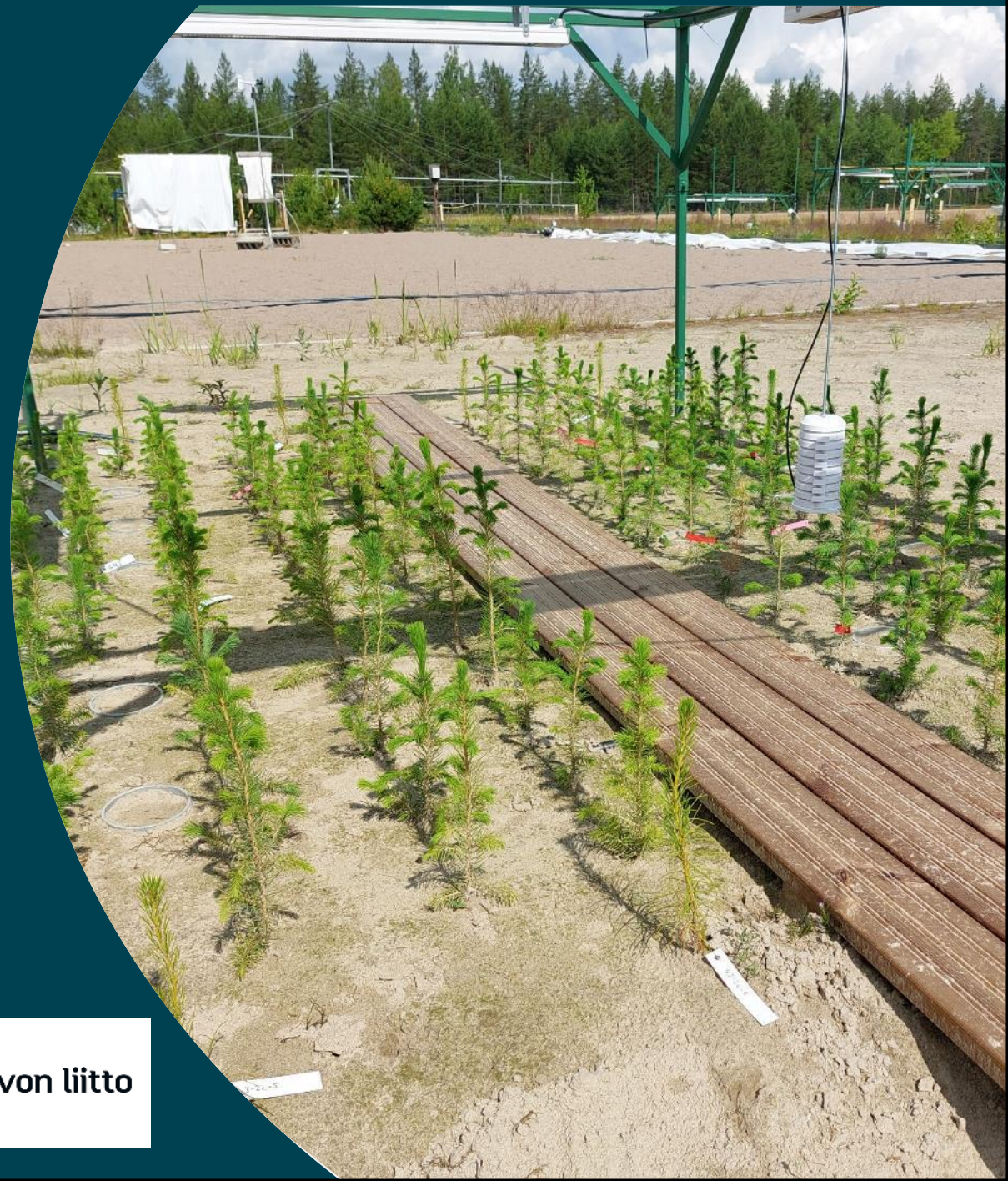
CO₂ vapautuminen maaperästä (juuret, mykorritsat, mikrobit)

Verson kasvu

- Vuosikasvun pituus
- Tyviläpimitta

11 taimierästä

- 5 hyötty lämpenemisestä
- 1 hyötty vain alemmasta lämpötilakohotuksesta
- 5 ei vaikutusta
- Taimierällä on vaikutusta!
- Huom! Lämpenemisen lisäys kasvuun näkyi pääasiassa vallitsevassa sadannassa



Ilmastokestävyys

Kasvukausi 2023:

Hyönteisvioletuksia ja sienitautien oireita vähän, taimikuolleisuus erittäin vähäistä – käsittelyillä ei vaikutusta

Keväällä 2024:

Kasvuunlähtö, taimien kunto ja neulasten väri huonoin käsittelyssä vallitseva lämpötila ja lisääntynyt sadanta

Lämpeneminen lisäsi taimien vihreyttä ja kasvatti kasvuunlähdön todennäköisyyttä päätesilmusta

→ Lämpeneminen parantaa taimien elinvoimaisuutta istutusta seuraavana keväänä

Lämpenemisen ja sadannan vaikutusta pääversion kasvuunlähtöön seurattiin laboratoriotestissä



Taimikasvatus turvetta korvaavissa kasvualustoissa

Vaikutuksia kuusentaimien kasvuun ja taimisaantoon



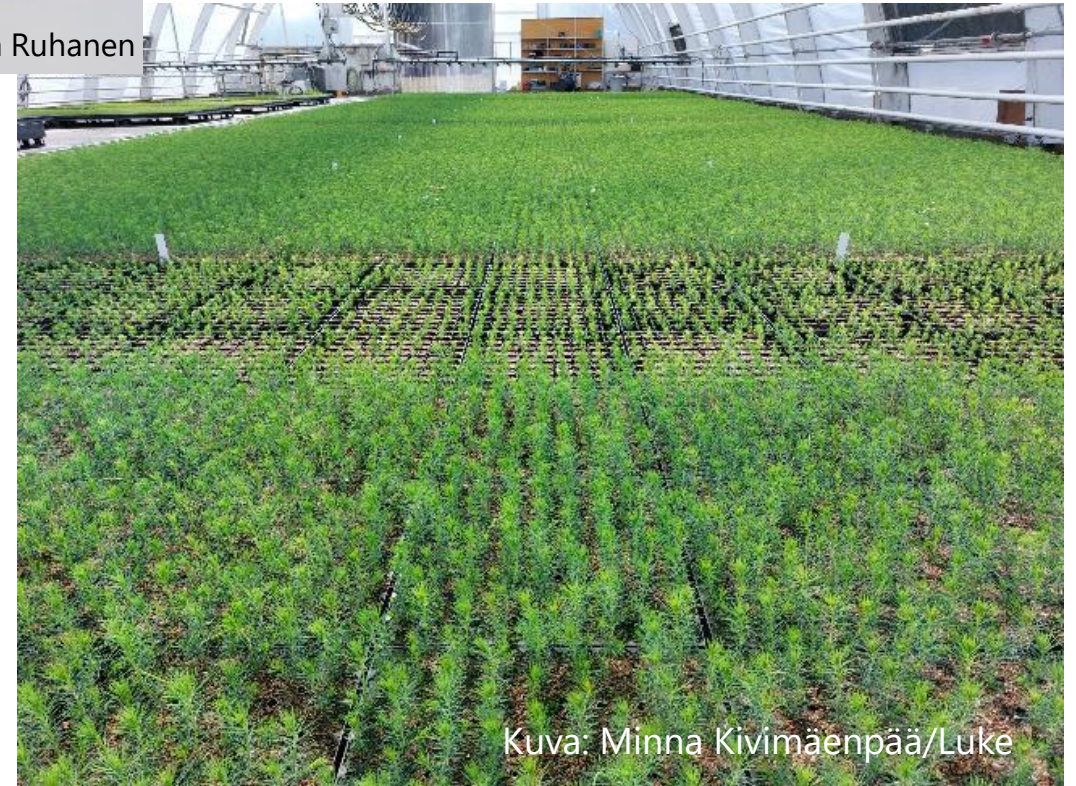
**Euroopan unionin
osarahoittama**



Pohjois-Savon liitto



← Kokeessa käytettyjä kasvualustamateriaaleja

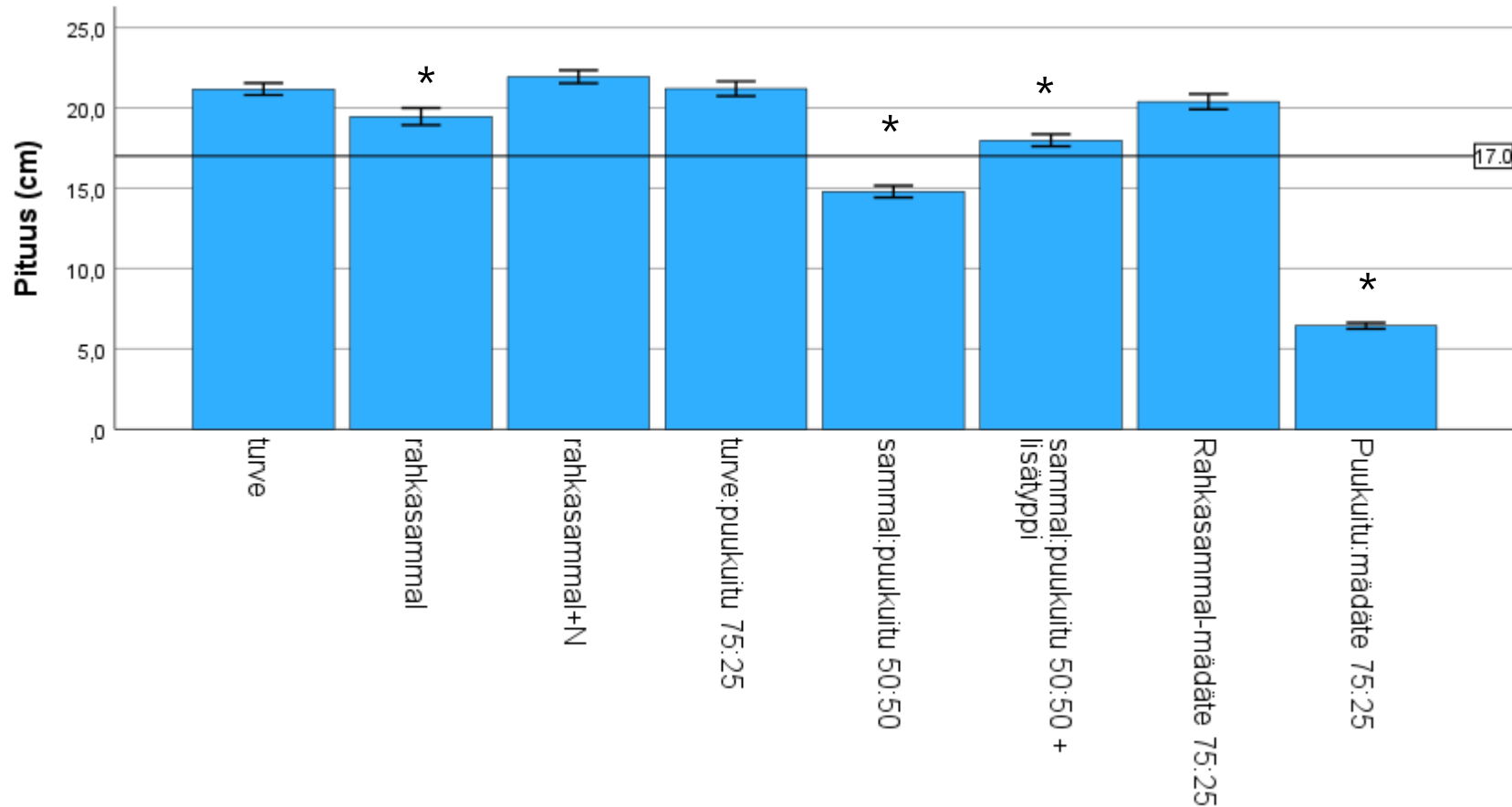


Taimet kasvatettiin muovikasvihuoneella.
Kylvö 2.–4.5.2023
Varastointi pakkasvarastossa ja ulkona

Siementen alkuperä: SV113. Siemenerä
EY/FIN T03-21-0508

Kennosto PL-81F (kasvatustiheys 549
kpl/m²)

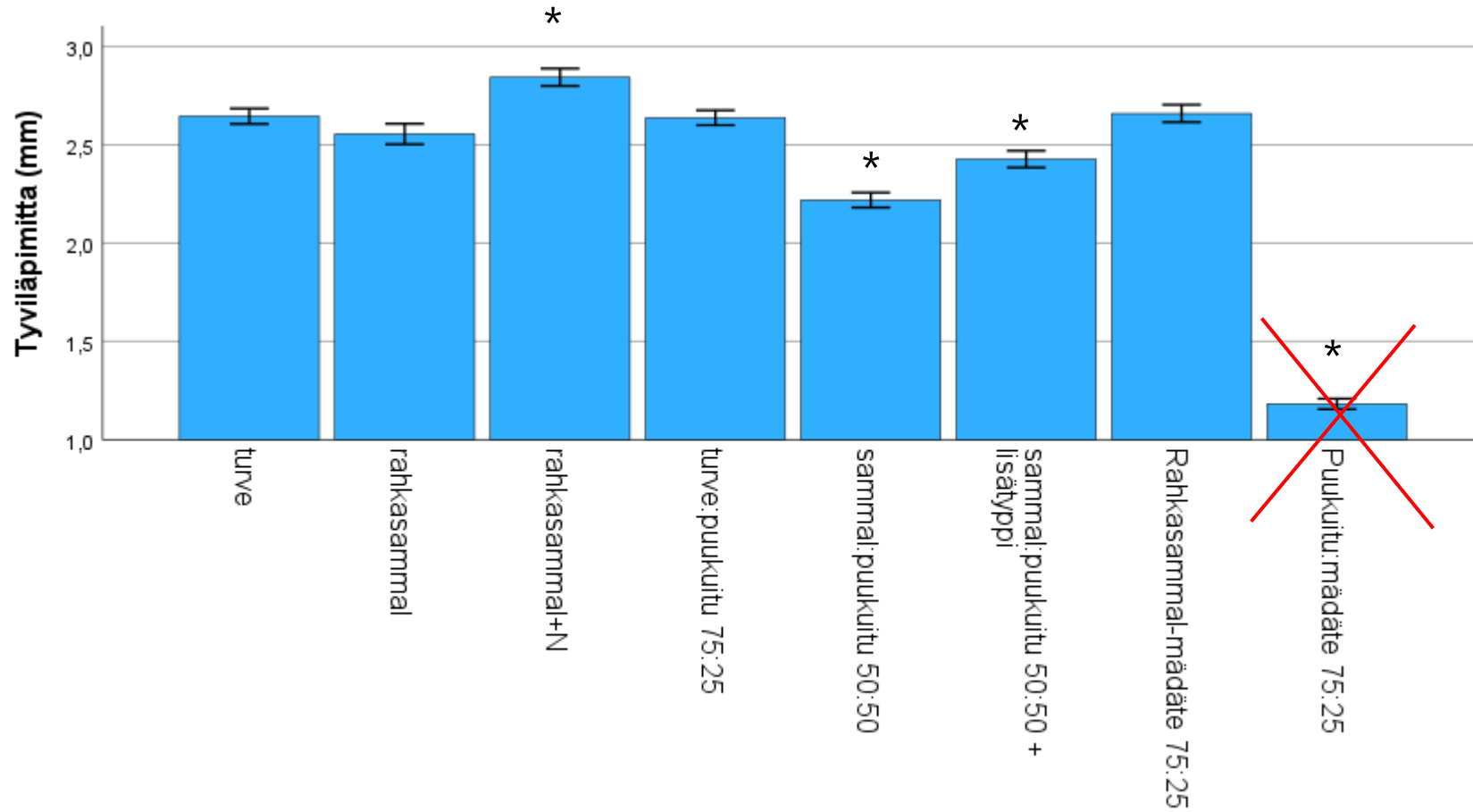




Error bars: +/- 1 SE

Tavoitepituus käytetyssä kasvatustiheydessä 17 cm (enimmäispituus 27 cm)
Rikala 2012

Kasvualustat
sammal:puukuitu 50:50 ja
puukuitu:mädatejäännös
75:25 jäävät liian lyhyiksi



Error bars: +/- 1 SE

Tyviläpimitta ennustaa
juuriston tilavuutta

Ulkokentällä talvehtineet taimet

Kasvualusta	Taimisaanto %	Itämättömät (%)	Lyhyet (%)	Väri- tai rakennevika (%)	Juuristo ei sido paakkua (%)
Turve	82	6	2	7	1
Rahkasammal	78	4	3	8	3
Rahkasammal+lisätyppi	81	7	2	5	1
Turve:puukuitu 75:25	81	6	3	6	4
Sammal:puukuitu 50:50	83	4	7 *	3*	2
Sammal:puukuitu 50:50 + lisätyppi	77	6	6 *	5	1
Rahkasammal:karjanlannan määdätejäännös 75:25	82	7	4 *	4	1

Kasvualustalla ei vaikutusta taimisaantoon.

Hylkäysperusteena taimien lyhyys (< 60 % taimierän keskipituudesta) yleisempää sammal-puukuituseoksissa ja sammal-mädätejäännösseoksissa



Stressitestikentälle istutettiin 4.6.2024 seuraavissa kasvualustoissa kasvatettuja taimia:

Turve (kontrolli)

Rahkasammal

Rahkasammal + lisätyppi

Turve : puukuitu 75 : 25

Sammal : puukuitu 50:50 + lisätyppi

Rahkasammal : karjanlannan mädätejäännös 75 : 25

Kasvualustojen vaikutusta taimien alkuvaiheen maastomenestykseen muuttuvassa ilmastossa seurataan seuraavin menetelmin:

Kasvu, biomassan kertyminen eri kasvinosiin, klorofyllin fluoresenssi, hyperspektrikuvaus, visuaaliset oireet