

Metsäpuun taimien kasvatusta vaihtoehtoisissa kasvualueissa: tuloksia ja johtopäätöksiä

Jaana Luoranen, Hanna Ruhanen, Minna
Kivimäenpää

Rauduskoivun kestävä kasvatusta Suomessa – KOIVU



Euroopan unionin
osarahoittama



Pohjois-Savon liitto

Kuva Jaana Luoranen



Turvetta osin tai kokonaan korvaavien kasvualustojen testaus

- Suonenjoen tutkimustaimitarhalla on lukuisissa hankkeissa viimeisten vuosien aikana testattu erilaisia turvetta osin tai kokonaan korvaavia kasvualustoja. Vuosina 2024-2025 testausta on tehty havupuiden osalta *Uudet kasvualustat* ja koivun taimien osalta *Rauduskoivun kestävä kasvatus Suomessa* – hankkeissa
- Tavoitteena on ollut
 - vertailla eri kasvualustoja oikeassa taimituotantoympäristössä
 - pyrkiä löytämään potentiaalisia vaihtoehtoja korvaamaan osin tai kokonaan turvetta metsäpuuntaimien kasvatuksessa
 - varmistaa, että kasvualustat toimivat koko taimituotanto- ja istutusketjun ajan ja taimet menestyvät maastossa hyvin.
- Taimikasvatuksen osalta tavoitteena on ollut selvittää, kuinka vaihtoehtoiset kasvualustat vaikuttavat
 - kennostojen täyttöön ja kylvöön täyttö- ja kylvölinjastolla.
 - taimien kasvatusrutiineihin
 - taimien kasvurytmiin
 - istutuskelpoisten taimien määriin (taimisaanto) sekä saantoa mahdollisesti alentaviin tekijöihin.

Taimikasvatuksissa Suonenjoella käytetyt kasvualustat 2024-2025

Koodi		Sekoitesuhde	Selite	Tuote	2024 kasvualustat
T		P100	turve (ctrl)	Novarbo Forestry Peat BF3L	Novarbo metsätaimiturve BF3L 6M3 W
S	+N	M100	sammal (ctrl2)	Novarbo Mossgrow	Novarbo 100 % suobiomassa: <25mm, Ca 2kg+lann.0,8 kg/m³
SM		M75D25	sammal+mädäte	Kekkilä Moss + Digestate	Kekkilän Moss 75%, tuoremädäte 25% (sekoitus Suonenjoella)
ST		M60P40	sammal+turve	Kekkilä Peat + Moss	Kekkilä (sis. hienonjakoisempaa sammalta vrt M100)
TSP	+N	P50M25W25	turve+sammal+puukuitu	Kekkilä Ecoboost 08	Kekkilä C-turve 50%, sammal 25%, puukuitu 25%; 0-8 mm
Koodi			Selite	Tuote	2025 kasvualustat
T		P100	turve (ctrl; nopealiukoinen N)	Kekkilä Forest Plant Mix 420	Metsätaimiturve FPM 420 W F6 R8039; 4-20 mm
T6		P100	Turve (hidasliukoinen N)	Kekkilä Forest Plant Mix 420	Metsätaimiturve FPM 420 W F6 R8039; 4-20 mm
TS	+N	P40M60	turve+sammal	Kekkilä Peat + Moss mixture	B-turve 40%, sammal 60%; 2-8 mm
TP	+N	P75W25	turve+puukuitu	Kekkilä FPM Fiberboost Turbo F1 W RA824	B-turve 75%, puukuitu 25%; 4-20 mm
TSP	+N	P50M25W25	turve+sammal+puukuitu	Kekkilä Ecoboost Turbo F1 W RA826	Kekkilä C-turve 50%, sammal 25%, puukuitu 25%; 0-8 mm

P = Peat, M = Moss, D = karjanlannan mädäte, W = puukuitu



**Euroopan unionin
osarahoittama**



Pohjois-Savon liitto

Rauduskoivun kestävä kasvatus Suomessa – KOIVU

Taustatiedot PL81F-kennostoissa kasvatetuille taimierille

Puulaji	siementunnus	Alkuperä	Kylvöpäivä	Itävyys*, %	Kylvetty taimimäärä	Kylvetty määrä/kasvualusta
Mänty 1 v	EY/FIN T03-22-0200	SV434	6.5.2024	99 / 87	43 740	4 374
Mänty 1 v	EY/FIN T03-23-0201	SV434	19.5.2025	99 / 91,5	23 328	5 832
Kuusi 1,5 v	EY/FIN T03-19-0403	SV113	10.6.2024	98 / -	21 870	4 374
Kuusi 1 v	EY/FIN M29-14-0023	SV235	29.4.2024	98 / -	29 160	5 832
Kuusi 1 v	EY/FIN T03-21-0508	SV113	29.4.2025	97 / 98	23 328	5 832
Kesäkoivu	EY/FIN M29-18-0002	SV460	30.4.2024	- /78	16 038	4 374
Kesäkoivu	EY/FIN M29-19-0001	SV460	5.5.2025	92/76,25	23 328	5 832
Kevätkoivu	EY/FIN M29-18-0002	SV460	11.6.2024	- /78	21 870	4 374

* Siementoimittajan ilmoittama 21 vrk itävyys /
Suonenjoella siemenlaboratoriossa testattu itävyys

Taimet kasvatettiin keskipaakkuissa (PL81F kennosto; 81 paakkua/kennosto, paakun tilavuus 85 cm³, 549 tainta/m²
Kohokasvatukseen käytetyissä suuralustoissa oli 18 taimikennostoa



**Euroopan unionin
osarahoittama**



Pohjois-Savon liitto

Rauduskoivun kestävä kasvatus Suomessa – KOIVU

Vaihtoehtoisten kasvualustojen roskaisuus ja kennostojen riittävän täyttöasteen saavuttaminen ongelmia vuoden 2024 kokeissa

Määritykset

Kasvatuskennostojen

Täytön laatua arvioitiin silmävaraisilla luokituksilla 10 kennostosta/kasvualusta

- Kennostojen täyttöaste:
 - 1 hyvä tasainen täyttö
 - 2 >9 kpl paakuista hieman vajaita
 - 3 paakuista 9-39 kpl (10-49%) selvästi vajaita
 - 4 paakuista yli 40 kpl (50%) selvästi vajaita
- Kasvualustan roskaisuus:
 - 1 roskea tai kokkareita ei näy
 - 2 muutamia roskea/kokkareita
 - 3 paljon roskea tai kokkareita näkyvissä

Täyttöluokka

Kasvualustoista erityisesti TSP kennostot jäivät hieman tai selvästi vajaiksi täytön jälkeen. S ja SM alustoilla 40 % kennostoista oli hieman vajaita. Turpeella ja ST kasvualustalla kaikkien tarkistettujen kennostojen täyttöaste oli arvioitu hyväksi.

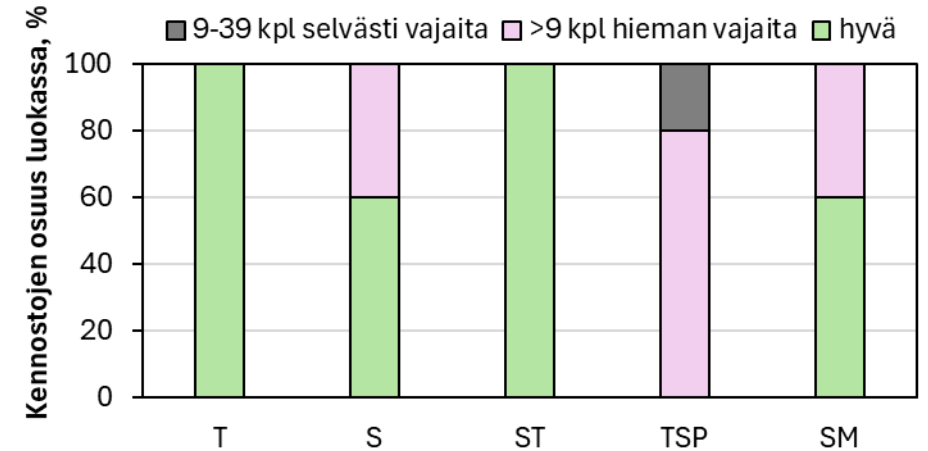
Täyttöasteen vaikutuksia männyn taimien kasvuun eri kasvualustoilla testattiin erillisessä kokeessa. Tulosten perusteella liian löyhä tai tiivis täyttäminen heikentää taimien kasvua. Tarkemmin täyttöastekokeen tuloksista löytyy Uudet kasvialustat hankkeen sivuilla olevasta erillisestä raportista <https://www.luke.fi/fi/projektit/udkat>

Roskaisuus

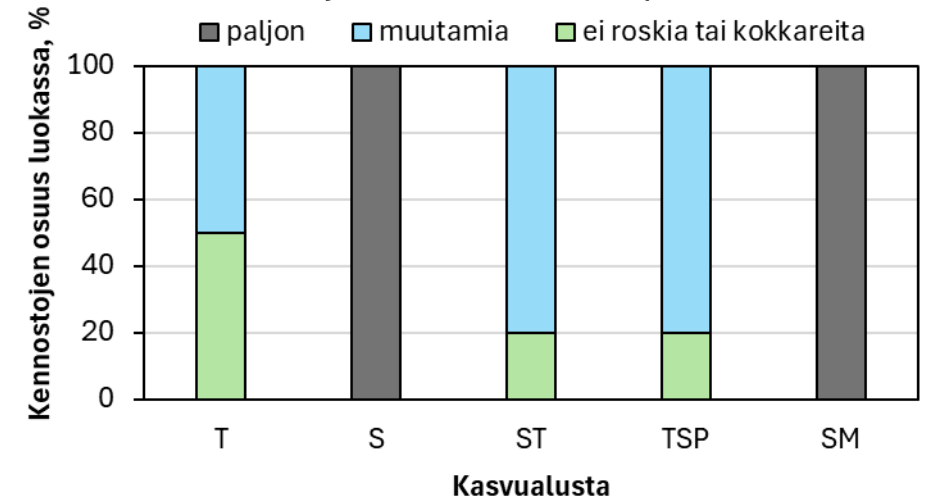
S ja SM alustoilla kasvualustojen pinnassa oli juuria, muita roskea ja kasvialusta kokkareita paljon. ST ja TSP alustat eivät roskaisuuden ja kasvialustakokkareiden osalta eronneet turpeesta.

Kuvissa esitetään prosentuaaliset osuudet eri täyttöluokkiin kuuluville kennostoille ja kennostojen pinnan roskaisuus eri kasvialustoilla. Eri luokkiin kuuluvien osuudet on testattu khii² testillä. Kasvialustojen tilastollisia eroja ei ole kuvissa esitetty.

Kasvialustojen täyttöluokka; khii² p<0,001



Kasvialustojen roskaisuus; khii² p<0,001



Kasvualustojen kosteus ja johtokyvyt täytön jälkeen 2024

Mittaukset

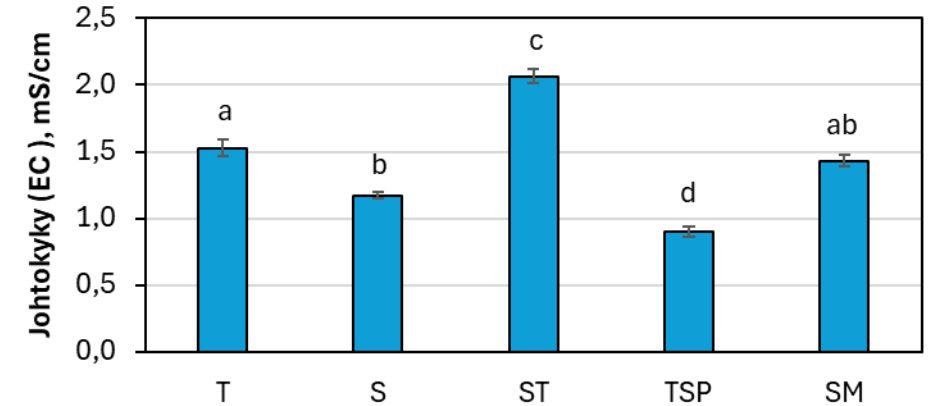
10 kennostosta mitattiin täytön ja läpikastelun jälkeen kosteus ja johtokyky kahdesta paakusta.

Kosteus ja johtokyky

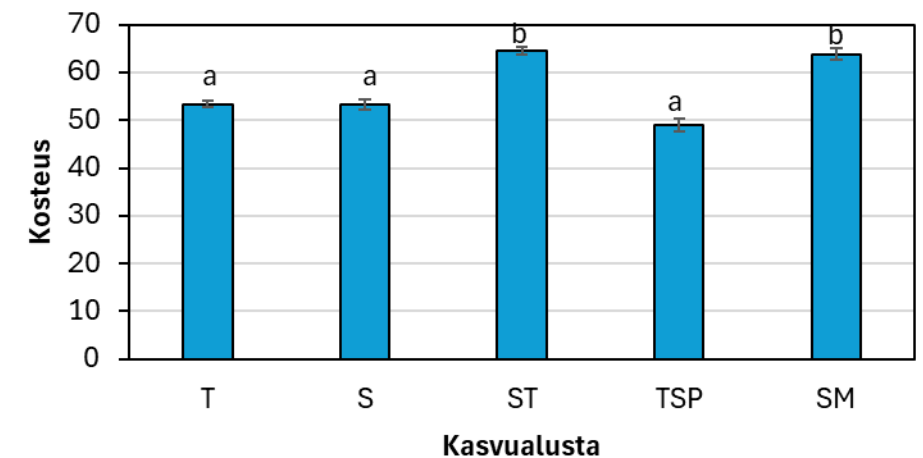
Kasvualustojen välillä oli eroja niiden alkutilanteen johtokyvyissä ja kosteuksissa. ST alustalla oli muita korkeampi johtokyky ja ne olivat kosteampia. S ja TSP alustojen johtokyvyt olivat muita kasvualustoja alhaisemmat, mutta kosteudeltaan ne olivat turpeen kanssa samanlaisia. SM alustalla johtokyky oli turpeen kaltainen, mutta paakut olivat kosteampia. Mitattujen kennostojen ja paakkujen välillä oli kuitenkin suurta vaihtelua ja sekamallissa niiden aiheuttama vaihtelu kasvualustojen sisällä oli tilastollisesti merkitsevää.

Kasvualustojen väliset erot on otettava huomioon lannoituksen aloituksessa, sillä optimaalinen aloitusajankohta vaihtelee kasvualustan mukaan..

Kasvualustojen johtokyky täyttövaiheessa



Kasvualustojen kosteus täyttövaiheessa



TSP kasvualustalla täytetyt paakut pienimpiä ja kevyimpiä

Mittaukset

Täyttövaiheessa 10 kennoston massat punnittiin kuivina ja läpikastelun jälkeen. Lisäksi mitattiin 9 kennosta/kennosto kasvualusta vajaan eli kasvualustan yläreunan etäisyys kennoston yläreunasta.

Lokakuussa loppumittausten yhteydessä mitattiin neljän suuralustan kahdesta kennosta/suuralusta 15 taimipaakun korkeus, yhteensä mitattuja paakkuja oli 180. Lisäksi jokainen kennosto (12 kpl) punnittiin.

Erot kasvualustojen välillä testattiin Kruskal-Wallis testillä ja parittaiset vertailut Bonferronin menetelmällä.

Paakun tilavuus

Kennostojen täytön jälkeen, kun kasvualustat oli läpikasteltuja upottamalla ne yöksi veteen, TSP alustalla paakkujen tilavuus oli selvästi pienempi kuin muilla alustoilla. SM alustalla tilavuus oli samanlainen kuin turpeella, mutta muita kasvualustoja suurempi. Kasvukauden lopussa SM alustan paakut olivat tilavuudeltaan turpeen kanssa samanlaisia. S ja ST alustojen paakut olivat 2 ja 3 cm³ suurempia kuin turvepaakut ja TSP alustan 5 cm³ pienempiä. Alkutilanteeseen verrattuna muiden kasvualustojen paakkujen tilavuus oli pienentynyt, mutta TSP alustan suurentunut 7 cm³.

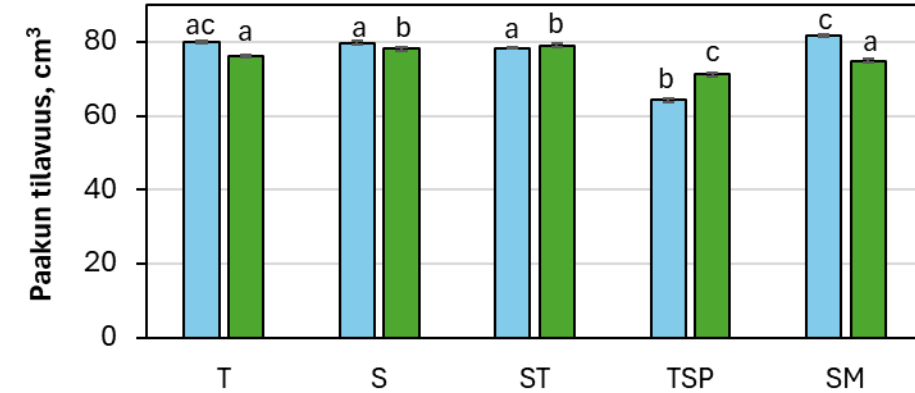
Kennostojen massat

Täyttövaiheessa S ja SM kasvualustat olivat painavimpia. Yön yli tehdyn läpikastelun jälkeen ST ja SM alustoilla täytetyt kennostot olivat turvetta painavampia ja TSP kennostot kevyimpiä. TSP:n poikkeavuutta selittänee se, että kasvualustan puukuitu ei ehtinyt imeä itseensä vettä yön yli tehdyssä upotuskastelussa. Kasvukauden mittaan puukuidut turposivat vedestä (tilavuuden kasvu) ja erot muihin kasvualustoihin kennostojen massoissa pienenivät. Ne olivat edelleen kuitenkin kevyempiä kuin turvekennostot johtuen todennäköisesti täytön vajauksesta alussa.

Yläkuvassa esitetään yhden PL81F-paakun keskimääräinen tilavuus heti täytön jälkeen ja kasvukauden lopussa. Täytön jälkeen tilavuus on laskettu mitattua kasvualustan vajaan ja kasvukauden lopussa paakun korkeutta käyttäen. Alakuvassa esitetään kasvualustoilla täytettyjen kennostojen massat täytön jälkeen, kun kasvualustat olivat kuivia, yön yli tehdyn upotuskastelun (läpikastelu) jälkeen sekä kasvukauden lopussa hyvin kasteluilla kennostoilla. Kasvukauden lopun massat sisältävät myös taimien massan ja kaikki lukemat itse kennoston massan. Kasvukauden lopun lukemat molemmissa kuvissa on 1-vuotiaille kuusen taimille (männyn taimilla lukemat lähes identtisiä). Kruskal-Wallis testissä Bonferronin menetelmän parivertailun antamat tilastolliset erot eri kasvualustojen välillä on merkitty pylväiden päihin eri kirjaimin.

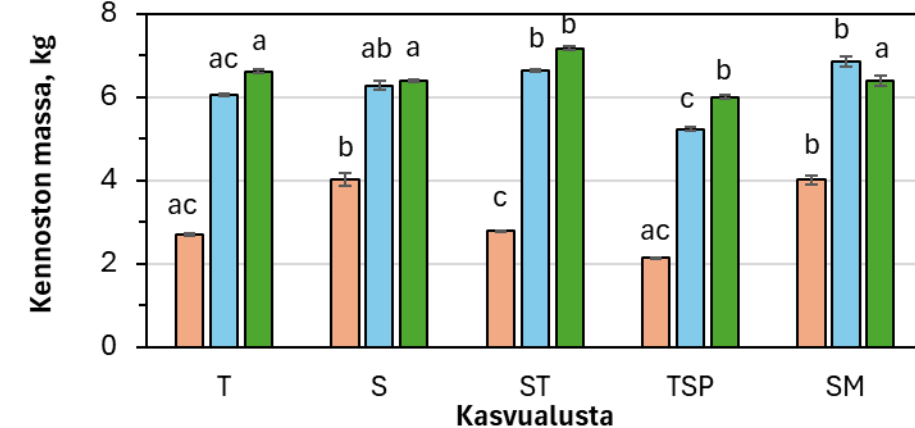
Yhden paakun tilavuus kasvulauden alussa ja lopussa kuusen taimilla

■ Läpikastelun jälkeen alussa; p<0,001 ■ kasteluna syksyllä; p<0,001



Kennostojen massat täyttövaiheessa ja kasvukauden lopussa 2024

■ kuiva kasvialusta; p<0,001 ■ läpikasteltu; p<0,001 ■ syksy p<0,001



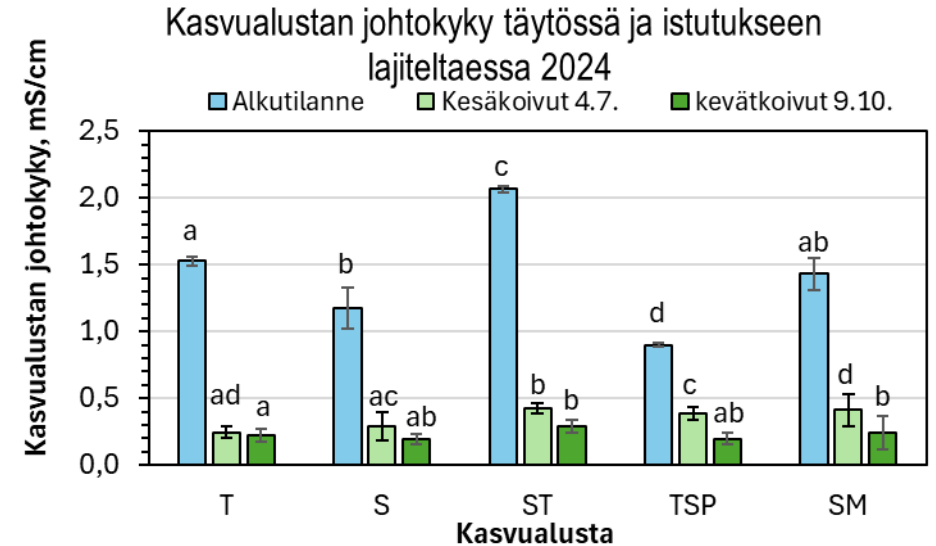
Juuripaakkujen johtokyvyt koivun taimilla täytön jälkeen ja istutukseen lajiteltaessa

Kesäkoivut (mitattu 4.7.2024)

- Kesäkoivuilla johtokykyjen vaihtelu paakkujen välillä oli varsin suurta S ja SM alustoilla. Turpeeseen verrattuna johtokyvyt olivat korkeammat ST ja TSP alustoilla.

Kevätkoivut (mitattu 9.10.2024)

- Kasvualustan johtokyvyt olivat sammal-turve (ST) alustalla muita kasvualustoja korkeampia. Myös sammal-mädäte (SM) alustalla johtokyky oli turvetta korkeampi ja sillä paakkujen välinen johtokykyvaihtelu oli suurta.



Kuvassa yksittäisistä paakuista mitattujen johtokykyjen erot eri kasvualustoilla täyttövaiheessa keväällä (kesäkoivut) ja lajiteltaessa kesän 2024 ja kevään 2025 istutuksiin meneviä taimia. Alkutilanteen ja kesäkoivujen tilastollinen testaus tehty Kruskal-Wallis testillä ja Bonferronin menetelmän parivertailun antamat tilastolliset erot eri kasvualustojen välillä on merkitty pylväiden päihin eri kirjaimin. Kevätkoivuille käytetty SPSS:n Mixed analyysiä, jossa satunnaistekijöinä kasvualustan sisällä suuralusta ja kennosto, parivertailut tehty Sidak-menetelmällä.

Kasvualustojen peruslannoitukset erosivat

Kasvukaudella 2024 pelkkää sammalta (S) ja puukuitua (TSP) sisältäville kasvualustoille sekoitettiin kasvualustoihin lisätyppeä ennen kennostojen täyttöö.

Kasvukaudella 2025 turpeen osalta yleisesti käytetylle nopealiukoista typpeä sisältävälle kasvualustalle verrokkina oli turve, johon oli sekoitettu hidasliukoista typpeä. TSP alustalle oli annettu lisätyppeä.

Peruslannoitus				
2024 Kasvualustojen peruslannoitteet, mg/taimi				
Kasvualusta	N	P	K	Huomautukset
Turve (T)	12,0	6,4	19,2	1 v mä, 1 v ku, 1,5 v ku, kesäkoivu
Turve (T)	13,6	3,4	14,5	kevätkoivu
S	33,1	3,8	12,7	Lisätyppeä (Kekkilä kukkasipuliravinne N 38)
ST	12,5	7,0	15,7	
TSP	33,7	4,6	10,3	Lisätyppeä (Kekkilä kukkasipuliravinne N 38)
SM	9,2	4,9	14,7	75 % turpeen ravinteista
2025				
				1 v mä, 1 v ku, kesäkoivu, kaikki kasvualustat
Kasvualusta	N	P	K	Huomautukset
Turve (T)	12,0	6,4	19,2	nopealiukoinen tyyppi
Turve (T6)	Määrät eivät ole tiedossa			hidasliukoinen tyyppi
ST				
TSP				Lisätyppeä (Kekkilä kukkasipuliravinne N 38)
TP				

Hoitolannoitukset

Lannoitusta ohjattiin viikoittain tehdyin johtokykymittauksin.

Kasvukaudella 2024

- S ja ST alustan taimia lannoitettiin muita vähemmän ja harvemmin
- TSP ja SM alustojen taimia lannoitettiin useammin ja ne saivat ravinteita enemmän kuin muut taimet
- Kevätkoivuja ja 1,5 vuotiaiksi kasvatettavia kuusia ei lannoitettu.
- Kesäkoivuista TSP alustan taimet tarvitsivat eniten lannoitusta. Turvetta (T) ei lannoitettu.

Kasvukaudella 2025

- 1,5-v kuusia lannoitettiin usein. Muita enemmän ravinteita saivat TSP ja erityisesti SM taimet.
- Kuusella ja männyllä TSP ja TP alustojen taimet saivat ylimääräisen typpilannoituksen.
- Kesäkoivuista TSP ja TP alustojen taimia lannoitettiin kolmesti ennen istutusta. Muiden kasvualustojen taimia ei lannoitettu.

2024	Kastelulannoitteena annetut ravinteet, mg/taimi			
1-V KUUSI	N	P	K	Lannoituskerrat
Turve (T)	16,0	18,2	29,1	17
S	10,0	16,8	24,8	14
ST	6,0	15,9	21,9	12
TSP	16,0	16,4	27,0	16
SM	18,0	18,7	30,6	18
1-V MÄNTY				
Turve (T)	13,0	15,7	24,8	14
S	5,0	13,9	18,9	10
ST	7,0	14,3	20,4	11
TSP	13,0	13,9	22,6	13
SM	13,0	15,7	24,8	14
1,5-V KUUSET	Ei kastelulannoitusta			
KESÄKOIVUT				
Turve (T)	0,0	0,0	0,0	0
S	2,0	0,1	0,0	1
ST	2,0	0,1	0,0	1
TSP	12,0	0,6	0,1	6
SM	2,0	0,1	0,0	0
KEVÄTKOIVUT	Ei kastelulannoitusta			

2025	Kastelulannoitteena annetut ravinteet, mg/taimi			
1-V KUUSI	N	P	K	Lannoituskerrat
Turve (T)	22,0	6,8	18,0	13
Turve (T6)	22,0	6,8	18,0	13
ST	22,0	6,8	18,0	13
TSP	25,3	6,8	18,0	15
TP	23,9	6,8	18,0	14
1-V MÄNTY				
Turve (T)	22,0	6,8	22,9	12
Turve (T6)	22,0	6,8	22,9	12
ST	22,0	6,8	22,9	12
TSP	25,3	6,8	25,9	15
TP	23,9	6,8	22,9	14
1,5-V KUUSET				
Turve (T)	30,1	8,7	23,9	17
S	30,1	8,7	23,9	17
ST	30,1	8,7	23,9	17
TSP	31,9	8,7	23,9	17
SM	33,3	8,7	23,9	18
KESÄKOIVUT				
Turve (T)	0	0	0	0
Turve (T6)	0	0	0	0
ST	0	0	0	0
TSP	3,3	0,75	2,4	3
TP	3,3	0,75	2,4	3



Euroopan unionin
osarahoittama



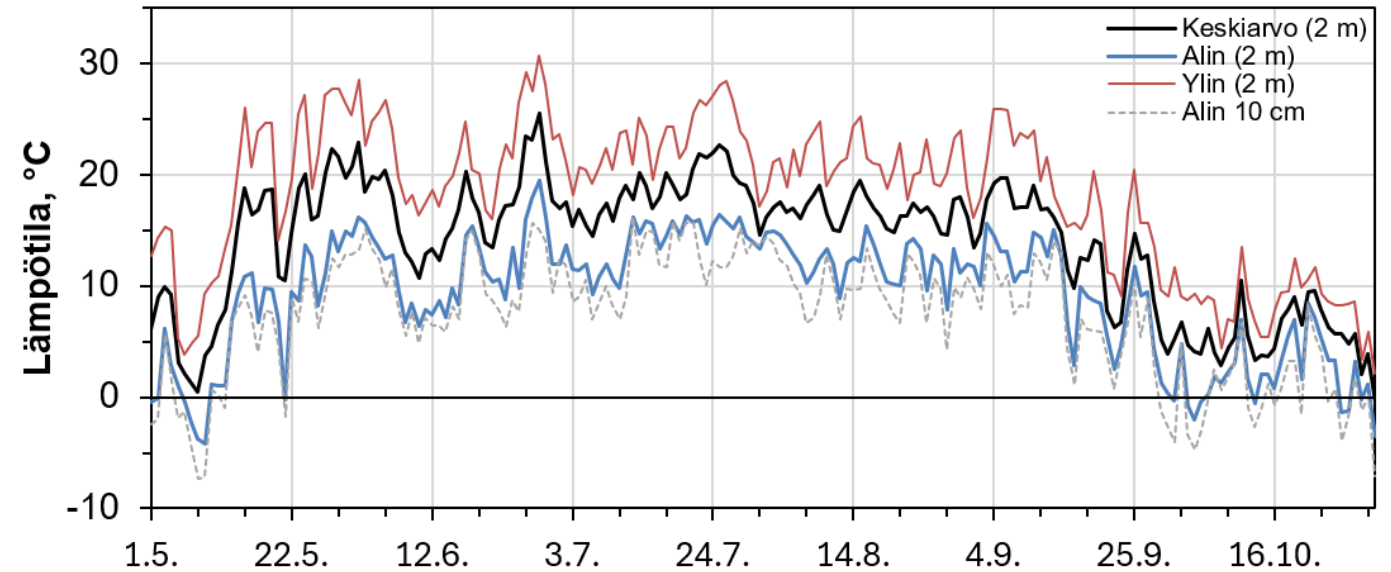
Pohjois-Savon liitto

Rauduskoivun kestävä kasvatus Suomessa – KOIVU

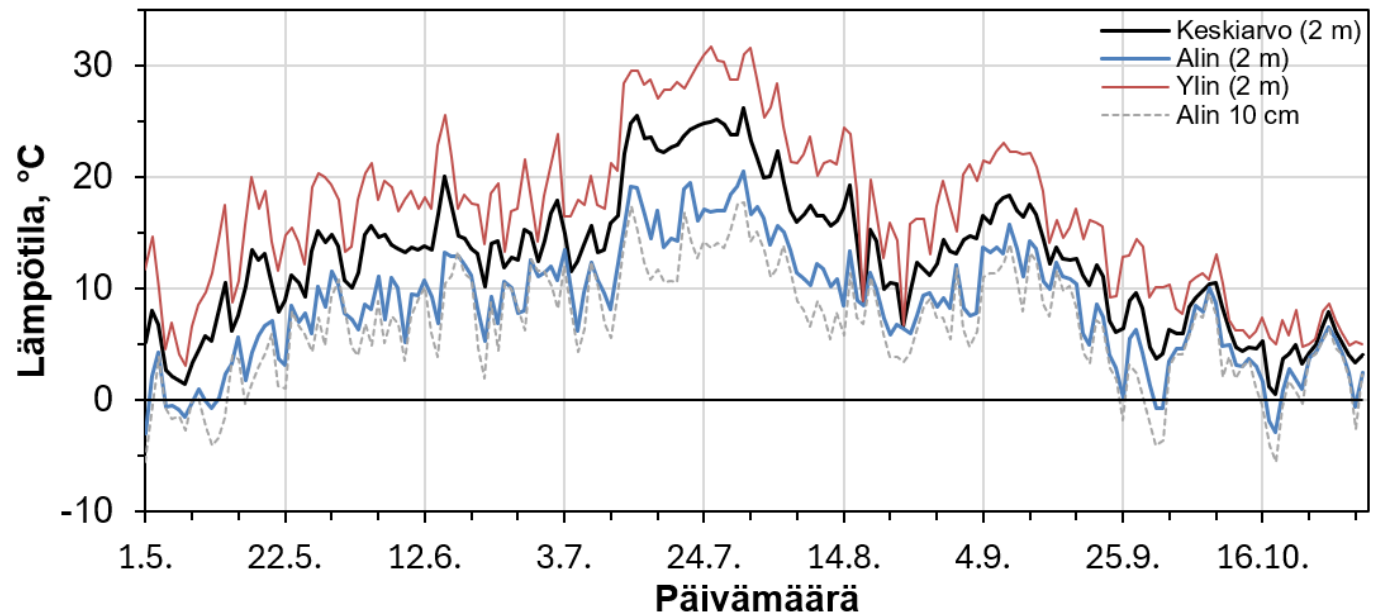
Kasvukausien 2024 ja 2025 lämpötilat Suonenjoen tutkimustaimitarhan sääasemalla

- Kasvukaudella 2024 oli kylmä jakso, jolloin oli yöpakkasia, heti huhtikuun lopulla tehtyjen kylvöjen jälkeen. Niiden jälkeen tuli pitkä lämmin jakso, jolloin päivällä oli hellelämpötiloja. Myös kesäkuun lopulla ja syyskuun alussa oli poikkeuksellisen lämpimät jaksot.
- Kasvukaudella 2025 touko- ja kesäkuu olivat suhteellisen normaaleja lämpötiloiltaan, mutta heinä-elokuussa oli poikkeuksellisen pitkä hellejakso.

Kasvukauden 2024 vuorokausilämpötilat



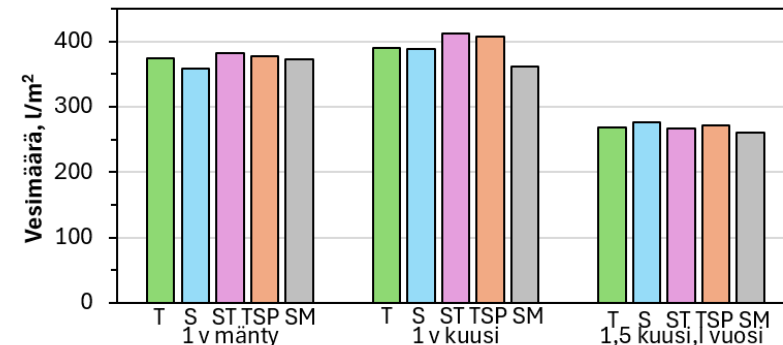
Kasvukauden 2025 vuorokausilämpötilat



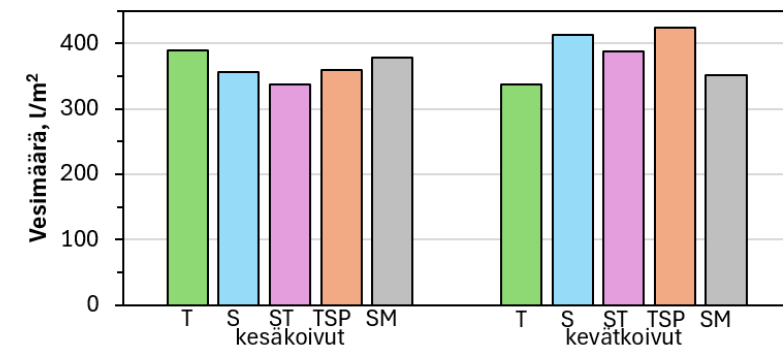
Taimien kastelu

- Kuusen ja männyn 1-vuotiailla taimilla seurattiin tarkemmin taimien kastelua. Vuoden 2024 osalta lukemat ovat osin arvioita, mutta vuoden 2025 osalta kastelukirjanpito oli tarkempaa ja esimerkiksi letkulla tehtyt reunojen kastelut on pystytty laskemaan tarkemmin.
- Vuonna 2024
 - 1-vuotiaita kuusen taimia kasteltiin enemmän kuin männyn taimia.
 - Männyllä S ja kuusella SM kasvualustan taimet tarvitsivat vähiten kastelua. Kuusella eniten kastelua tarvitsivat ST ja TSP alustojen taimet.
 - 1,5-vuotiaiden kuusten ensimmäisen vuoden valtaosin muovihuoneessa toteutetussa kasvatuksessa kastelua tarvittiin vähemmän. Suuria eroja kasvualustojen välillä kastelumäärissä ei ollut. Hieman enemmän vettä saivat S ja TSP alustoilla kasvatetut taimet.
 - Kesäkoivuilla S, ST ja TSP alustoilla taimet saivat vähemmän vettä kuin T ja SM alustoilla. Kevätkoivuilla tilanne oli päinvastainen, eli S, ST ja TSP alustoilla taimia kasteltiin enemmän.
- Vuonna 2025
 - Männyn ja kuusen kastelumäärät olivat suurin piirtein samanlaisia.
 - TSP ja TP alustoja piti kastella hieman muita enemmän ja männyllä myös ST alustan taimet tarvitsivat vettä enemmän.

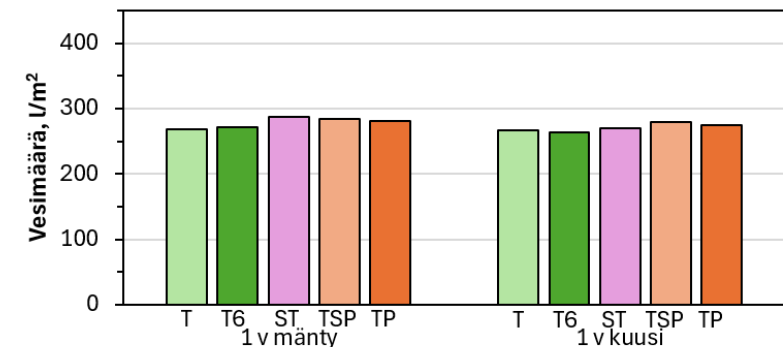
Havupuiden kastelumäärät 2024



Koivujen kasvumäärät 2024



1-vuotiaiden havupuiden kastelumäärät 2025



Taimierä

Ylimmässä kuvassa on vuoden 2024 taimikasvatuksen 1-vuotiaiden männyn ja kuusen sekä 1,5-vuotiaiden kuusten ensimmäisen kasvukauden, keskimmaisessa vuoden 2024 kesä- ja kevätkoivujen sekä alimmassa kuvassa vuoden 2025 1-vuotiaiden kuusen ja männyn taimien kasteluvien määrä neliömetrille koko kasvukauden ajalle laskettuna.

Rikkojen määrä ja kitkemiseen käytetty aika vaihteli kasvualustojen välillä

- 2025 **puukuitua** sisältävillä kasvualustoilla (TP ja TSP) rikkoja oli huomattavan paljon enemmän turpeeseen verrattuna
- Vuoden 2024 saantomäärityksen yhteydessä todettiin, että
 - Männyn taimilla SM alustalla oli enemmän rikkoja kuin T ja S alustoilla. Osuus oli pieni, vain 0,7 %, mutta ero oli tilastollisesti merkitsevä, kun muissa alustoissa ei rikkoja ollut.
 - SM alustoilla oli paksuin kerros sammalta, myös kanervaa ja sieniä havaittiin, paakut olivat ilmavan oloisia ja hajosivat helpohkosti (kirjallinen kommentti lajittelijoilta).

Kitkentä 7.6.2025

kitkemiseen käytetty aika

rikkojen painot

T6	4min 58 s	0,492 g
T6	12 min 58s	3,248 g
ST	5 min 14 s	1,067 g
TP	27 min 52 s	15,188 g
TSP	15 min 1 s	11,505 g

Taimien kasvu ja kasvatuksen tasaisuus eri kasvualustoilla

Taimimittaukset

- Taimien kasvurytmiä seurattiin kasvukauden aikana
 - orastumista kaikista taimieristä (havupuilla 21 vrk, koivulla 7, 14 ja 21 vrk)
 - Taimien pituuskasvua ja silmuuntumista kaikista eristä lukuun ottamatta kesäkoivuja mittaamalla samojen, merkattujen taimien pituus kevätkylvöjen taimilla kesäkuun puolivälistä kahden ja heinäkuun puolivälistä eteenpäin viikon välein. Kesäkylvöjen (kevätkoivut ja 1,5-v kuusten ensimmäinen vuosi) mittaukset aloitettiin elokuun alussa. Samoista taimista havainnoitiin mittauksen yhteydessä myös silmun muodostuminen.
- Kaikki kasvatetut taimierät mitattiin kasvatuksen loppuessa taimitarhalla joko syksyllä ennen pakkausta tai kesä- ja syysistutuksissa juuri ennen istutusta.
- Mittauksissa mitattiin satunnaisesti arvotuista arkeista
 - systemaattisella otannalla taimien pituus ja läpimitta (Otanta: 15 taimea/kennosto, 3 kennostoa/suuralusta, 4 suuralustaa = 180 tainta/kasvualusta). Myöhemmin nimitys lajittelutaimet.
 - pituusmittaustaimista otettiin arvotut taimet (2 tainta/kennosto, yht. 24 tainta/kasvualusta) taimien eri osien kuivamassojen määrittämistä varten. Myöhemmin käytetään termiä biomassataimet.
 - laskettiin istutuskelpoisten taimien määrä (taimisaanto)
 - määritettiin kaikki saantoa alentaneet syyt



Lisämittauksia koivuilla

Lajittelumittausten ja pituusseurannan lisäksi kevätkoivuista 2024 määritettiin

- Määritettiin otannalla kaikkien kasvualustojen taimista (2 tainta/kennosto, 10 kennostoa, yhteensä 20 tainta/kasvualusta) lehdistä klorofylli, flavonolit ja antosyaanit sekä laskennallinen typpitase (NBI) Dualex-mittarilla 18.8.2024.
- Lehtilaikullisten taimien määrät otannalla 6 kennostosta/kasvualusta 28.8.2024 laskemalla kaikkista kennoston taimista laikullisten taimien määrät.



Tulosten laskenta ja tilastolliset analyysit

Laskenta

- Laskennassa
 - Määritettiin kullekin taimierälle keskipituudet ja läpimitat.
 - Keskipituuksia verrattiin Risto Rikalan Metsäpuiden paakkutaimien kasvatusoppaasta löytyviin kokosuosituksiin (s. 175). Kokosuositukset on laitettu tuloskuviin vihreillä laatikoilla ja tavoitekeskipituudet katkoviivoin.
 - Kasvatusten tasaisuuden arviointia varten laskettiin variaatiokertoimet sekä pituudelle että läpimitalle.
 - Määritettiin keskimääräiset kuivamassat rangalle, neulasille (lehdille kesäkoivuilla) ja juurille.
 - Kasvunpäättymisen jokaiselle taimelle määritettiin interpoloimalla mittausdataan pituus mittauskertojen välissä jokaiselle päivälle ja määrittämällä siitä päivämäärä, jolloin 95% kunkin taimen loppupituudesta oli saavutettu.

Tilastolliset analyysit

- Kasvualustojen eroja testattiin tekemällä tilastolliset analyysit SPSS:n
 - Mixed analyysillä käyttämällä suuralustaa (lohko) satunnaistekijänä ja kasvualustaa kiinteänä tekijänä saantotaimien pituuksille ja läpimitoille
 - ANOVA testiä kuivamassa-aineistolle ja koivun lehtien Dualex-mittausdataalle
 - Saantomääritysten prosenttiosuuksille Kruskal-Wallis testillä
- Kasvunpäättymisen ja silmuuntuminen määritettiin estimoimalla jokaiselle taimierälle ja kasvualustalle SAS:n NLMIXED analyysillä päivämäärät, jolloin 50 tai 95 % taimierän taimista oli päättänyt kasvunsa tai niissä oli silmin havaittava kärkisilmu. Eri kasvualustojen päivämääriä verrattiin parittaisena vertailuna deltamenetelmällä ja Waldin testillä. 95 % päivämäärä on yleisesti käytetty määritelmä kasvun päättymiselle. 50 % päivämäärä kerrotaan tässä, jotta nähdään kehityksen eroja kasvualustojen välillä.

Koivun orastuminen eri kasvualustoilla 2024

Määritykset

- Kullekin kylvöerälle (puulajille) laskettiin pituusmittausseurantaan arvotuista kennostoista (2/suuralusta, 4 suuralustaa) orastuneiden siementen määrät.
- Koivuerille määritykset tehtiin 7, 14 ja 21 vuorokauden kuluttua kylvöstä.
- Vuorokausikohtaiset orastumiset analysoitiin Kruskal-Wallis testillä ja parittaiset vertailut Bonferronin menetelmällä. Kuvissa tilastolliset erot on esitetty eri kirjaimin pylväiden päissä.

Tulokset

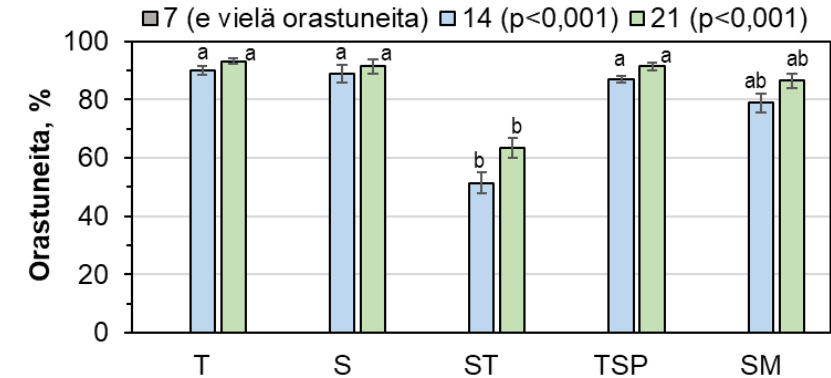
Kesäkoivut:

- Huhtikuun lopulla kylvetyillä koivuilla 7 vuorokauden jälkeen ei havaittu yhtään orastunutta siementä.
- T, S ja TSP alustoilla yli 85 % siemenistä oli orastunut 14 vuorokaudessa ja 21 vuorokauden laskentaan mennessä 3-4 % lisää siemenistä orastui. Näillä kasvualustoilla lopullinen orastuminen oli 91-93 %.
- SM alustalla orastuminen eri eronnut tilastollisesti edellisistä, mutta 14 vuorokauden jälkeen orastuneita siemeniä oli 79 %, ja lopullisessa orastumisessa jäätii 86 %:iin.
- ST alustalla orastuminen oli muita heikompaa. 14:ssä vain 51 % ja loppulaskennassa 64 % siemenistä oli orastunut.

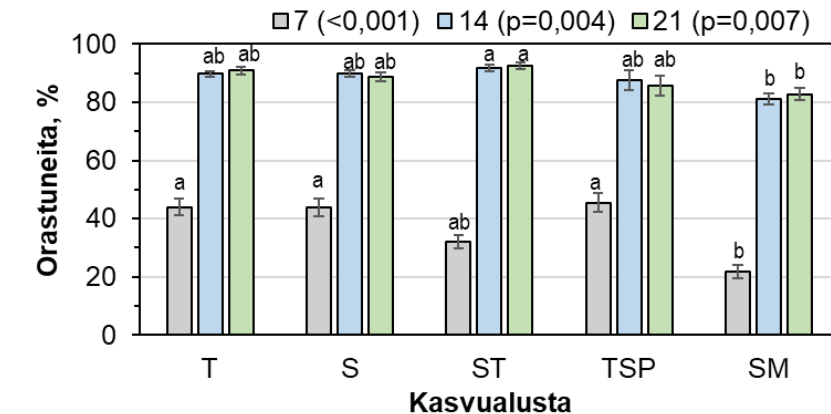
Kevätkoivut:

- Kesäkuussa kylvetyillä koivuilla jo 7 vuorokauden jälkeen 22-46 % oli orastunut, vähiten SM alustalla.
- Lähes kaikki orastuminen oli tapahtunut 14 vuorokaudessa ja noin 90 % siemenistä oli orastunut muilla kasvualustoilla paitsi SM alustalla, jolla jäätii 83 %:iin.

Kesäkoivujen orastuminen 2024



Kevätkoivujen orastuminen 2024



21 vuorokauden orastuminen eri kasvualustoilla 2024

Määrytykset

- Kullekin kylvöerälle (puulajille) laskettiin pituusmittausseurantaan arvotuista kennostoista (2/suuralusta, 4 suuralustaa) orastuneiden siementen määrät.
- Koivuerille määrytykset tehtiin 7, 14 ja 21 vuorokauden kuluttua kylvöstä, havupuille 21 vrk jälkeen.
- Vuorokausikohtaiset orastumiset analysoitiin Kruskal-Wallis testillä ja parittaiset vertailut Bonferronin menetelmällä. Taulukossa turpeesta tilastollisesti merkitsevästi ($p \leq 0,05$) eroavat kasvualustat on merkitty keltaisella korostuksella.

Tulokset

Havupuut

- 1-vuotiaalla männyllä orastuminen oli 73-86 % ja Kruskal-Wallis testin osoitti tilastollista eroa, mutta parittaisessa vertailussa eroja kasvualustojen välillä ei havaittu.
- 1-vuotiaalla kuusella orastuneita siemeniä oli 79-94 % eikä eroja turpeeseen havaittu.
- 1,5-vuotiaalla kuusella orastuneita siemeniä oli >90 % muilla alustoilla paitsi SM alustalla. Sillä itävyys oli jäi 85 %:iin.

Koivu

- Kesäkoivuilla >90 % orastumiseen päästiin T, S ja TSP alustoilla, SM alustalla jäätiin 86 ja ST alustalla vain 63 %:iin.
- Kevätkoivuilla noin 90 % orastumiseen päästiin T, S, ja ST alustoilla, TSP ja SM alustoilla jäätiin sen alle. Turpeesta ei eronnut mikään muista kasvualustoista. Ero ST ja SM alustan välillä oli tilastollisesti merkitsevä.

21 vuorokauden orastuminen					
	1 v mänty	1 v kuusi	1,5 v kuusi	Kesäkoivu	Kevätkoivu
T	85	90	97	93	91
S	83	90	94	91	89
ST	73	79	95	64	92
TSP	67	91	92	91	86
SM	86	94	85	86	83
p-arvo	0,041	0,602	0,020	0,007	<0,001

Johtopäätöksiä

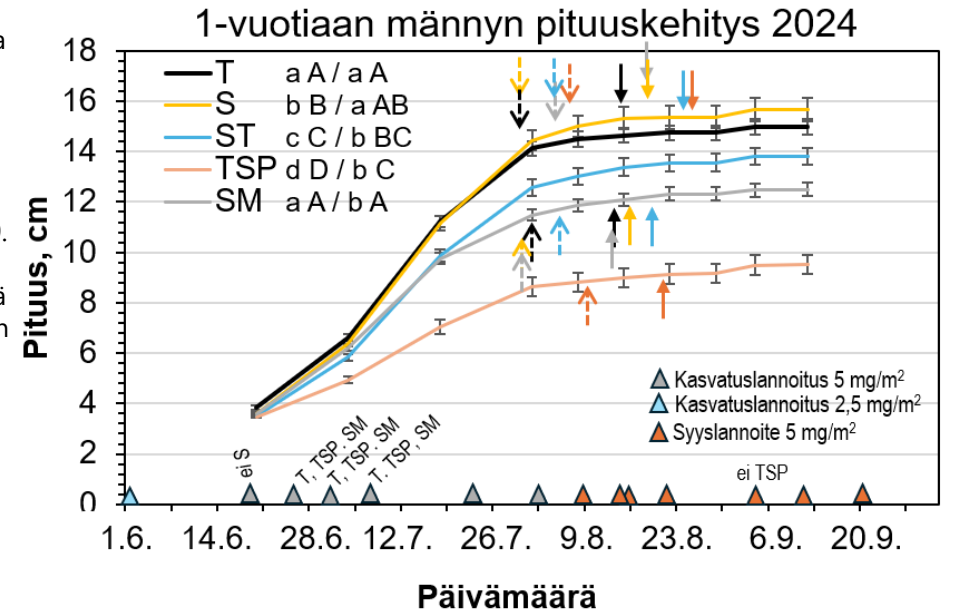
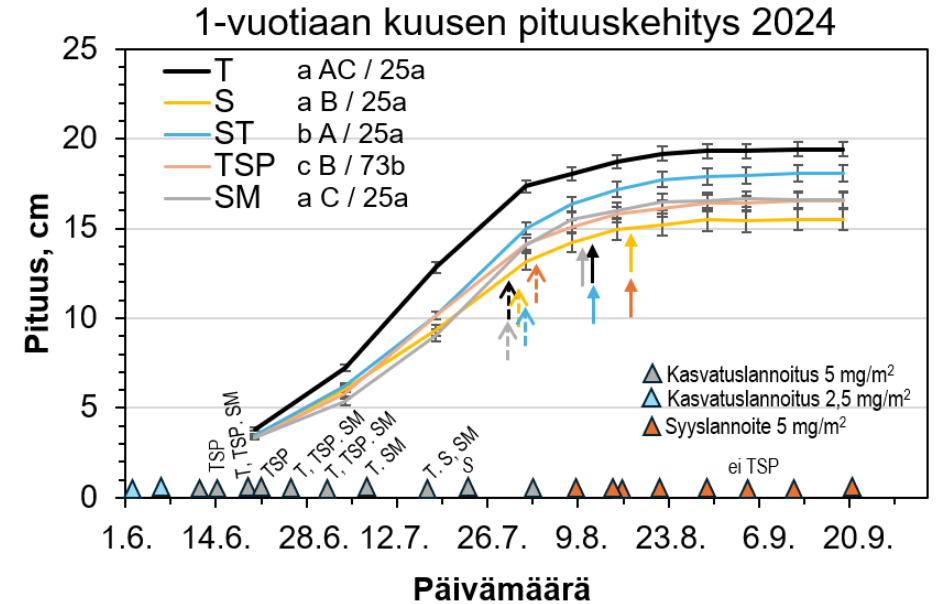
- Mikään kasvualustoista ei selvästi vaikuttanut siementen orastumiseen.
- Kevään kylvöissä (1-v havupuut ja kesäkoivut) haasteita oli ST alustalla, jossa orastuminen oli kaikilla puulajeilla alhaisinta. Syy oli todennäköisesti se, että kasvualustan hienojakoisuutta ei huomioitu idätyksessä, eikä kastelua harvennettu liiallisen kosteuden välttämiseksi.
- Kesäkuun kylvöissä (1,5 v kuusi ja kevätkoivut) idätysvaiheen kastelu ST alustallekin oli opittu paremmin ja itävyys parani ja orastuneita siemeniä havaittiin eniten. Kesäkuussa haasteita aiheutti SM alusta, jolla molemmilla puulajeilla orastuminen oli alhaisinta. Syynä alhaiseen itävyyteen voi olla mädätteen laadun muuttuminen täyttöjen välissä, sillä samaa, huhtikuussa biokaasulaitokselta tuotua mädätettä käytettiin molemmilla kylvökerroilla.



1-vuotiaiden havupuun taimien kasvu, kasvunpäättyminen ja silmuuntuminen 2024

- Turpeessa (T) kasvatetut taimet kasvoivat sekä kuusella että männyllä koko kasvukauden nopeammin kuin muilla kasvualustoilla kasvaneet taimet. Männyllä sammal (S) alustalla kasvu vastasi turpeessa kasvaneiden kasvua, mutta sammal-mädäte (SM) alustalla kasvu oli hidasta.
 - Kasvueroja selittää osin se, että TSP ja S-alustoille kennostojen täyttövaiheessa oli lisätty hidasliukoista typpeä, kun muilla alustoilla tyyppi oli nopealiukoisessa muodossa. Osin eroja voi selittää kasvatuslannoituksen erot.
- Molemmilla puulajeilla TSP alustalla pituuskasvun päättyminen viivästyi turpeeseen verrattuna. Kuusella S-alustalla taimien välillä oli suurta vaihtelua kasvun päättymisessä, sillä 50 %:ssa taimia kasvu päättyi samaan aikaan kuin turpeessa, mutta 95 % taimista oli päättänyt kasvunsa selvästi myöhemmin. Männyllä vastaavaa eroa S ja T alustojen välillä ei havaittu. ST alustalla männyn kasvu päättyi turpeessa kasvaneita taimia myöhemmin. Kuusella ero oli vähäinen.
- Kuusella silmin erottuvia silmuja kehittyi hitaasti. Viimeiseen havainnointikertaan mennessä 25.9. TSP alustalla 73 %:lla taimista oli kärkisilmut, muilla alustoilla vain 25 %:lla.
- Männyllä 50 % silmuista oli havaittavissa ST, TSP ja SM alustoilla turvetta myöhemmin ja 95 %:ssa myöhästynyt silmuuntuminen näkyi ST ja TSP alustoilla.

Yläkuvassa on 1-vuotiaiden kuusen taimien pituuskehitys kasvukaudella 2024 ja alakuvassa männyn taimien. Kasvualustat on kuvattu erivärisin viivoin ja pystyjanat kuvaavat keskiarvon keskivirhettä kaikille mitatuille taimille mittauspäivinä. Ylöspäin olevat nuolet katkoviivoin avoimella nuolella osoittavat päivämääriä, jolloin kunkin kasvualustan taimista 50 % oli päättänyt kasvunsa ja yhtenäiset nuolet värillisellä kolmiolla päivämääriä, jolloin 95 % taimierän taimista oli lopettanut kasvunsa. Vastaavasti alaspäin osoittavat nuolet kuvaavat päivämääriä, jolloin 50 ja 95 % taimista eri kasvualustoilla oli silmin erottuvat kärkisilmut. Nuolien värit vastaavat kasvukäyrien värejä eri kasvualustoille. Pienet kirjaimet kasvualustaa kuvaavien viivasymbolien vieressä kertovat tilastolliset erot 50 % ja isot kirjaimet 95 % päivämäärissä. Kauttaviivan vasemmalla puolella on kirjaimet kasvunpäättymiselle ja oikealla silmuuntumiselle. Kauttaviivan oikealla puolella olevat lukemat kertovat silmin erottuneiden kärkisilmujen osuudet 25.9. mittauskerralla. Syksyllä 2024 kaikissa kuusentaimissa ei ollut silmuja 25.9., eikä silmuuntumispäivämäärien estimoiminen ollut mahdollista. Vaaka-akselin yläpuolella olevat eri väriset kolmiot osoittavat lannoitusten ajankohtia. Värit kuvaavat erilaisia lannoituksia.

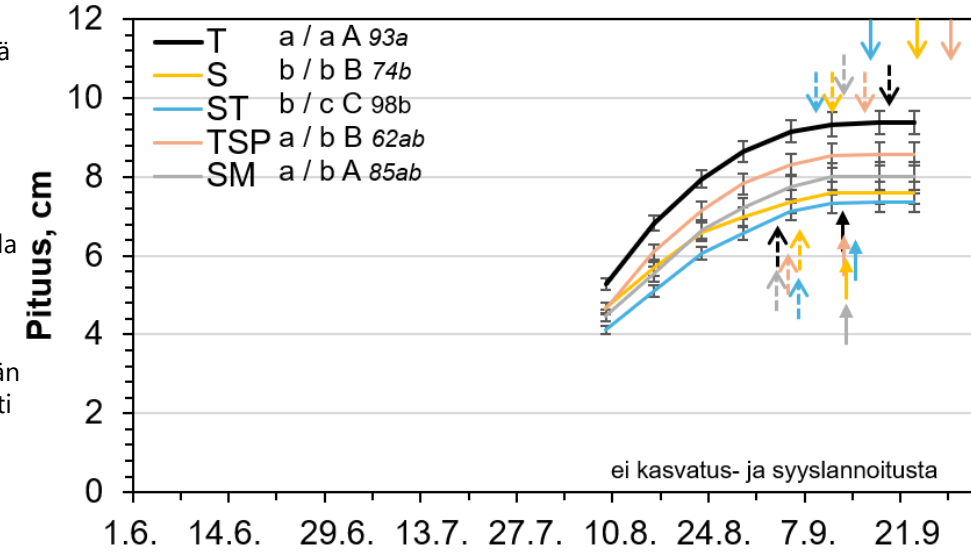


1,5-vuotiaat kuuset: kasvu, kasvunpäättyminen ja silmuuntuminen ensimmäisenä ja toisena kasvatusvuotena

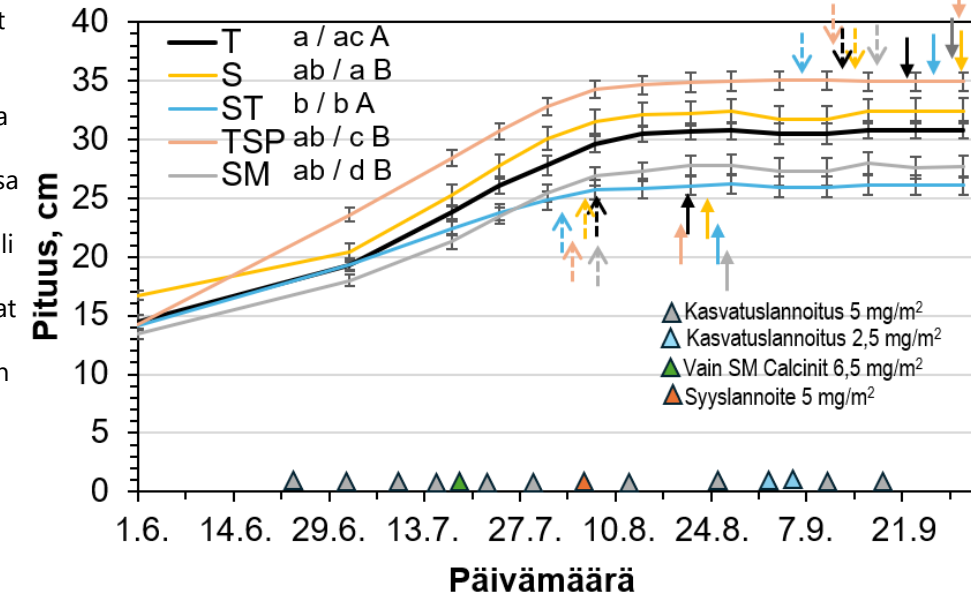
- 1,5-vuotiaiden kuusten kasvatusta aloitettiin kesäkuussa 2024 ja kasvatuksessa käytettiin samoja kasvualustoja kuin vuoden 2024 1-vuotiaiden kuusten kasvatuksessa.
- 1-vuotiaiden kuusten tapaan turpeessa (T) 1,5-vuotiaiksi kasvatetut taimet kasvoivat ensimmäisenä kasvatusvuonna nopeammin kuin muilla kasvualustoilla kasvaneet taimet. Ero selittyy ainakin osin TSP ja S-alustoille kennostojen täyttövaiheessa lisätyn typen liukoisuuseroista. Pituuskasvun päättymisessä erot olivat vähäisiä (50 %) tai niitä ei ollut (95 % taimista päättänyt kasvunsa). Turpeessa kasvaneiden taimien silmuuntuminen alkoi myöhemmin kuin muilla kasvualustoilla. ST alustalla silmuuntuminen oli nopeinta.
- Toisena kasvatusvuotena S ja TSP alustoilla taimet kasvoivat turvetta nopeammin ST ja SM alustoilla hitaammin. Pituuskasvun päättyminen (50 % taimista päättänyt kasvun) ja silmuuntuminen (50 % taimista silmuuntunut) alkoi ST alustalla turpeesta kasvanneita taimia aiemmin. 95 % kasvunpäättymispäivämäärissä ei ollut eroja kasvualustojen välillä. Sen sijaan SM ja ST alustoilla 95 %:iin taimista silmut kehittyivät turpeesta kasvanneita myöhemmin.
- Toisena vuotena ST alustalla kasvaneista taimista 7 %:lla ja SM alustalla 2 %:lla oli jälkikasvu, mikä selittää pienen notkahduksen kasvukäyrissä ja epävarmuuden (suuremman estimaatin keskivirheen) kasvu- ja silmuuntumispäivämäärissä. Erot jälkikasvussa eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä.

Kuvissa on 1,5-vuotiaiksi kasvatettujen kuusen taimien pituuskehitys ensimmäisenä (yläkuva; vuosi 2024) ja toisena (alakuva; vuosi 2025) kasvatusvuotena. Kasvualustat on kuvattu erivärisin viivoin ja pystyjanat kuvaavat keskiarvon keskivirhettä kaikille mitatuille taimille mittauspäivinä. Ylöspäin olevat nuolet katkoviivoin avoimella nuolella osoittavat päivämääriä, jolloin kunkin kasvualustan taimista 50 % oli päättänyt kasvunsa ja yhtenäiset nuolet värillisellä kolmiolla päivämääriä, jolloin 95 % taimien taimista oli lopettanut kasvunsa. Vastaavasti alaspäin osoittavat nuolet kuvaavat päivämääriä, jolloin 50 ja 95 % taimista eri kasvualustoilla oli silmin erottuvat kärkisilmut. Nuolien värit vastaavat kasvukäyrien värejä eri kasvualustoille. Pienet kirjaimet kasvualustaa kuvaavien viivasymbolien vieressä kertovat tilastolliset erot 50 % ja isot kirjaimet 95 % päivämäärissä. Kauttaviivan vasemmalla puolella on kirjaimet kasvunpäättymiselle ja oikealla silmuuntumiselle. Syksyllä 2024 silmun kehittyminen oli hidasta, eikä kaikissa taimissa ei ollut silmuja 25.9. ja 95 % silmuuntumispäivämäärien estimoiminen oli epäluotettavaa varsinkin T ja SM alustoilla. Kauttaviivan oikealla puolella olevat lukemat kertovat silmin erottuneiden kärkisilmujen osuudet 25.9. mittauksella. Vaaka-akselin yläpuolella olevat eri väriset kolmiot osoittavat lannoitusten ajankohtia. Värit kuvaavat erilaisia lannoituksia.

1,5-vuotiaan kuusen pituuskehitys 1. vuosi

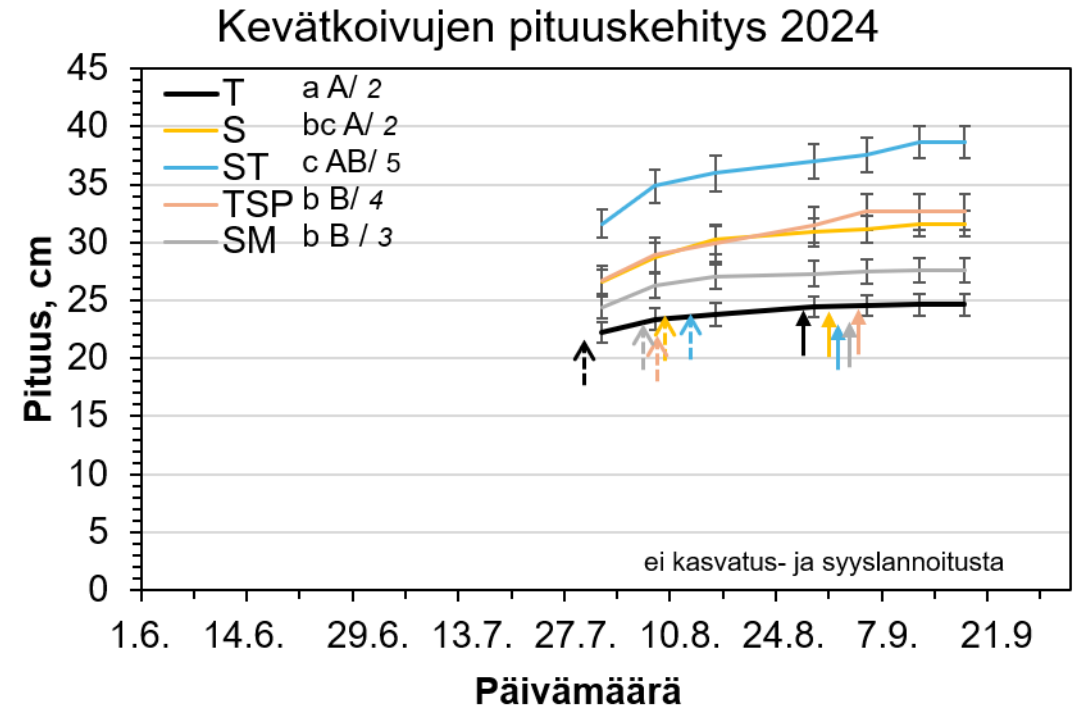


1,5-vuotiaan kuusen pituuskehitys 2. vuosi



Kevätkoivujen taimien kasvu, kasvunpäättymisen ja silmuuntuminen 2024

- Koivun taimien pituusseuranta kesäkuussa 2024 kylvetyille taimille aloitettiin vasta elokuun alussa. Tarkoituksena ei ollut niinkään seurata pituuskehitystä, vaan määrittää kasvunpäättymisen ja silmuuntumisen ajankohdat. Syyskesä ja syyskuu 2024 olivat hyvin lämpimiä ja vielä syyskuussa oli pitkä hellejakso.
- Koivujen pituuskehitys poikkesi suuresti havupuiden vastaavissa kasvualustoissa kasvatetuista taimista. Kun havupuilla vuoden 2024 kasvualustoista turpeessa taimet kasvoivat nopeimmin ja eniten, koivulla turpeessa kasvu oli vähäisintä.
- Turpeessa 50 % taimista oli lopettanut jo kasvunsa, siis saavuttanut 95 % loppupituudestaan, mittausten alkaessa. Muilla kasvualustoilla kasvu jatkui pidempään. SM ja TSP alustoilla kaikkien taimien pituuskasvu (95 %) päättyi selvästi turpeessa kasvaneita myöhemmin. Näillä alustoilla kasvualustaan sitoutuneet ravinteet todennäköisesti vapautuivat lämpimänä syksynä ja koivut hyödynsivät niitä jatkaen kasvuaan. Lämpimän syksyn vaikutus pituuskasvuun näkyy erityisesti ST ja TSP ja jonkin verran SM alustoilla, joilla oli uutta kasvua selvästi vielä syyskuussa. S, ST ja TSP kasvualustoja kasteltiin kasvukauden 2024 T ja SM alustoja enemmän.
- Koivuille ei lämpimän syksyn takia muodostunut syyskuun aikana selviä kärkisilmuja. 25.9. tehdyssä pituusmittauksessa vain 2-5 %:ssa taimista oli jonkinlainen silmuksi tulkittava havaittavissa.

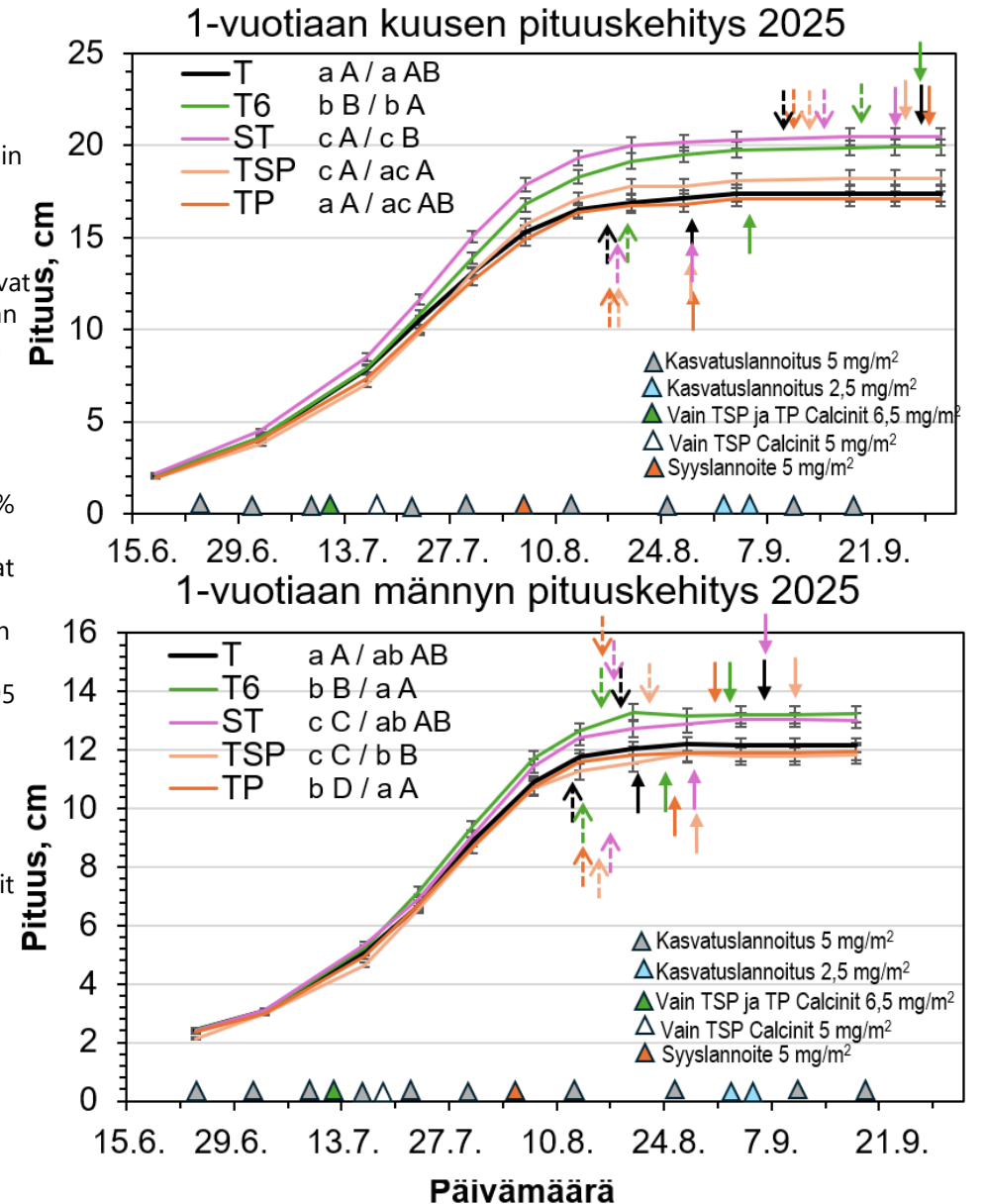


Kuvassa on kesäkuussa 2024 kylvettyjen koivuntaimien pituuskehitys elokuun alusta alkaen kasvukaudella 2024. Kasvualustat on kuvattu erivärisin viivoin ja pystyjanat kuvaavat keskiarvon keskivirhettä kaikille mitatuille taimille mittauspäivinä. Ylöspäin olevat nuolet katkoviivoin avoimella nuolella osoittavat päivämääriä, jolloin kunkin kasvualustan taimista 50 % oli päättänyt kasvunsa ja yhtenäiset nuolet värillisellä kolmiolla päivämääriä, jolloin 95 % taimierän taimista oli lopettanut kasvunsa. Nuolien värit vastaavat kasvukäyrien värejä eri kasvualustoille. Pienet kirjaimet kasvualustaa kuvaavien viivasymbolien vieressä kertovat tilastolliset erot 50 % ja isot kirjaimet 95 % päivämääriä. Kauttaviivan vasemmalla puolella on kirjaimet kasvunpäättymiselle ja oikealla 25.9. havaittujen kärkisilmujen osuudet.

1-vuotiaiden havupuun taimien kasvu, kasvunpäättyminen ja silmuuntuminen 2025

- Hidasliukoista tyyppiä peruslannoitteessa saaneet T6 taimet kasvoivat nopealiukoista tyyppiä peruslannoitteena saaneita T-taimia nopeammin ja niiden pituuskasvu päättyi myöhemmin. Kuusella silmuuntuminen alkoi niillä myös myöhemmin (50 %:n päivämäärä), mutta eteni nopeammin, sillä 95 % silmuuntumispäivä oli turpeen kanssa sama. Männyllä T6 taimien silmuuntuminen ei eronnut T-taimista.
- Myös ST alustalla taimet kasvoivat nopeasti, mutta kasvun päättymisessä erot olivat kuusella pieniä tilastollisesta erosta huolimatta. Männyllä ST-taimien kasvu päättyi selvästi T-taimia myöhemmin. Myös ST:llä kuusen silmuuntuminen alkoi turvetta hitaammin, mutta eteni nopeasti. Männyllä ei eroja ollut.
- TSP ja TP alustoilla taimien pituuskasvu molemmilla puulajeilla vastasi turpeessa kasvaneiden kehitystä. Pituuskasvu päättyi näillä alustoilla kasvaneilla taimilla selvästi turpeessa (T) kasvaneita myöhemmin (95 % päivämäärä). Silmuuntuminen ei eronnut kuusella turpeesta, mutta tapahtui männyllä turvetta myöhemmin.

Yläkuvassa on 1-vuotiaiden kuusen ja alakuvassa männyn taimien pituuskehitys kasvukaudella 2025. Kasvualustat on kuvattu erivärisin viivoin ja pystyjanat kuvaavat keskiarvon keskivirhettä kaikille mitatuille taimille mittauspäivinä. Ylöspäin olevat nuolet katkoviivoin avoimella nuolella osoittavat päivämääriä, jolloin kunkin kasvualustan taimista 50 % oli päättänyt kasvunsa ja yhtenäiset nuolet värillisellä kolmiolla päivämääriä, jolloin 95 % taimierän taimista oli lopettanut kasvunsa. Vastaavasti alaspäin osoittavat nuolet kuvaavat päivämääriä, jolloin 50 ja 95 % taimista eri kasvualustoilla oli silmin erottuvat silmut. Nuolien värit vastaavat kasvukäyrien värejä eri kasvualustoille. Pienet kirjaimet kasvualustaa kuvaavien viivasymbolien vieressä kertovat tilastolliset erot 50 % ja isot kirjaimet 95 % päivämäärissä. Kauttaviivan vasemmalla puolella on kirjaimet kasvunpäättymiselle ja oikealla silmuuntumiselle. Vaaka-akselin yläpuolella olevat eri väriset kolmiot osoittavat lannoitusten ajankohtia. Värit kuvaavat erilaisia lannoituksia.



Johtopäätöksiä kasvusta ja kasvunpäättymisestä

- Kasvualustojen peruslannoitteiden määrät ja typen muoto (nopea- tai hidasliukoinen) vaikuttavat taimien kasvun ajoittumiseen.
- Myös taimien hoitolannoituksella ja sen ajoittumisella oli vaikutusta kasvuun ja sen päättymiseen: 2025 kasvatuksessa puukuitua sisältäville alustoille annettiin lisätyppeä kiihkeimmän kasvun vaiheessa, jolloin taimien kasvu vastasi turvetta ilman kovin suurta vaikutusta kasvunpäättymiseen.
- Vuosien välisiä eroja tarkasteltaessa on huomioitava, että kasvukaudet olivat kasvuolosuhteiltaan hyvin erilaiset. Molemmat olivat keskikesällä lämpimiä, mutta 2025 syyskuu ei ollut helteinen.
- Kasvualustojen lannoituksen ja kastelun optimoinnilla voidaan vaikuttaa kasvuun ja sen päättymiseen.

Taimien koko

Taimierän taimien koko määritettiin kahdella erillisellä mittauksella istutukseen menevien taimien lajittelun yhteydessä

Lajittelutaimet

- Suurempaan otokseen perustuvalla mittauksella määritettiin kunkin kasvualustan kasvatuksen tasaisuutta ja taimierän taimien keskimääräiset pituudet ja tyviläpimitat.
- Lajittelun yhteydessä mitattiin pituus ja tyviläpimitta systemaattisesti 15 taimesta kolmesta kultakin suuralustalta arvotusta kennostosta. Yhteensä mitattavia taimia tuli 180 jokaiselta kasvualustalta kultakin puulajilta ja kasvatuserältä.

Biomassataimet

- Pienemmällä otoksella määritettiin istutukseen menevien taimien biomassoja eli määritettiin näytetaimista neulasten (kesäkoivuilla lehtien), rangan sekä juuriston kuivamassat. Näistä samoista taimista mitattiin myös pituudet ja läpimitat, jotta biomassoja voitiin verrata niihin.
- Jokaisesta lajittelutaimien mittaukseen arvotusta 12 kennostosta arvottiin lajittelumittaustaimista 2 istutuskelpoista tainta biomassataimiksi, siis yhteensä 24 tainta jokaiselta kasvualustalta kustakin kasvatuserästä.

Seuraavissa dioissa esitetään puulajeittain ensin suurempaan lajittelutaimien mittaukseen perustuvat taimierien kasvatuksen tasaisuutta kuvaavat tulokset ja niiden perään toisella dialla istutuskelpoisten taimien biomassoja ja kokoa kuvaavat tulokset. Koska näissä mittauksissa mitattujen taimien määrät eroavat, tulokset voivat hieman erota näiden kahden dian välillä.

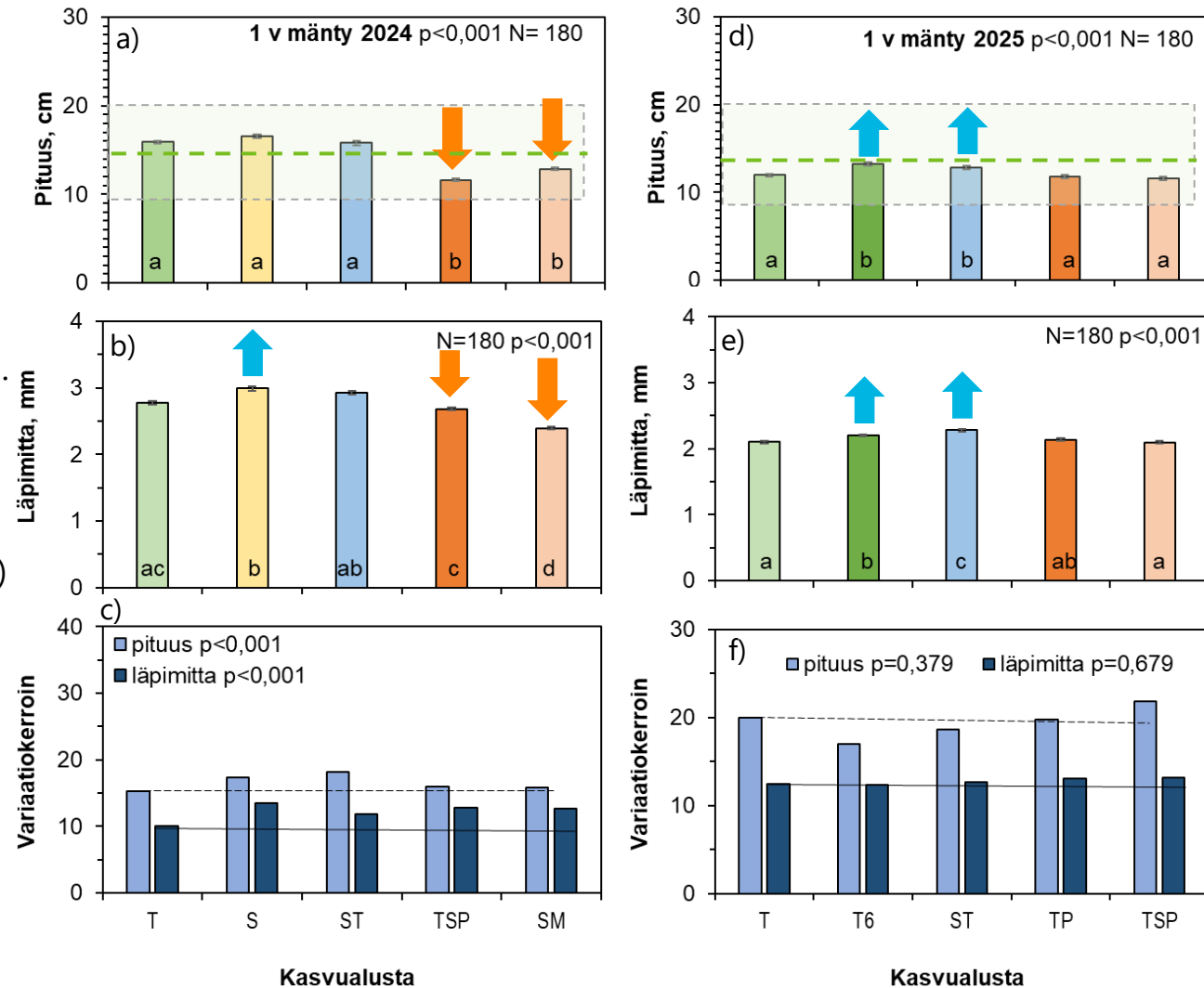
Männyntaimien loppupituus ja läpimitta lajittelussa

Vuonna 2024

- TSP ja SM kasvualustoilla taimet jäivät lyhyemmiksi ja ohuemmiksi kuin turpeessa kasvaneet taimet.
- Kaikissa kasvualustoissa taimien keskipituus ylitti suositusten alarajan (vihreän alueen alareuna), TSP ja SM alustoilla taimierän keskipituus jäi alle tavoitepituuden (vihreä katkoviiva).
- Eri kasvualustoilla taimien pituusvaihtelut olivat maltillisia ja lähellä turpeen vaihtelua (variaatiokerroin). Vaihtoehtoisissa kasvualustoissa läpimitan vaihtelu oli hieman turvetta suurempaa.

Vuonna 2025

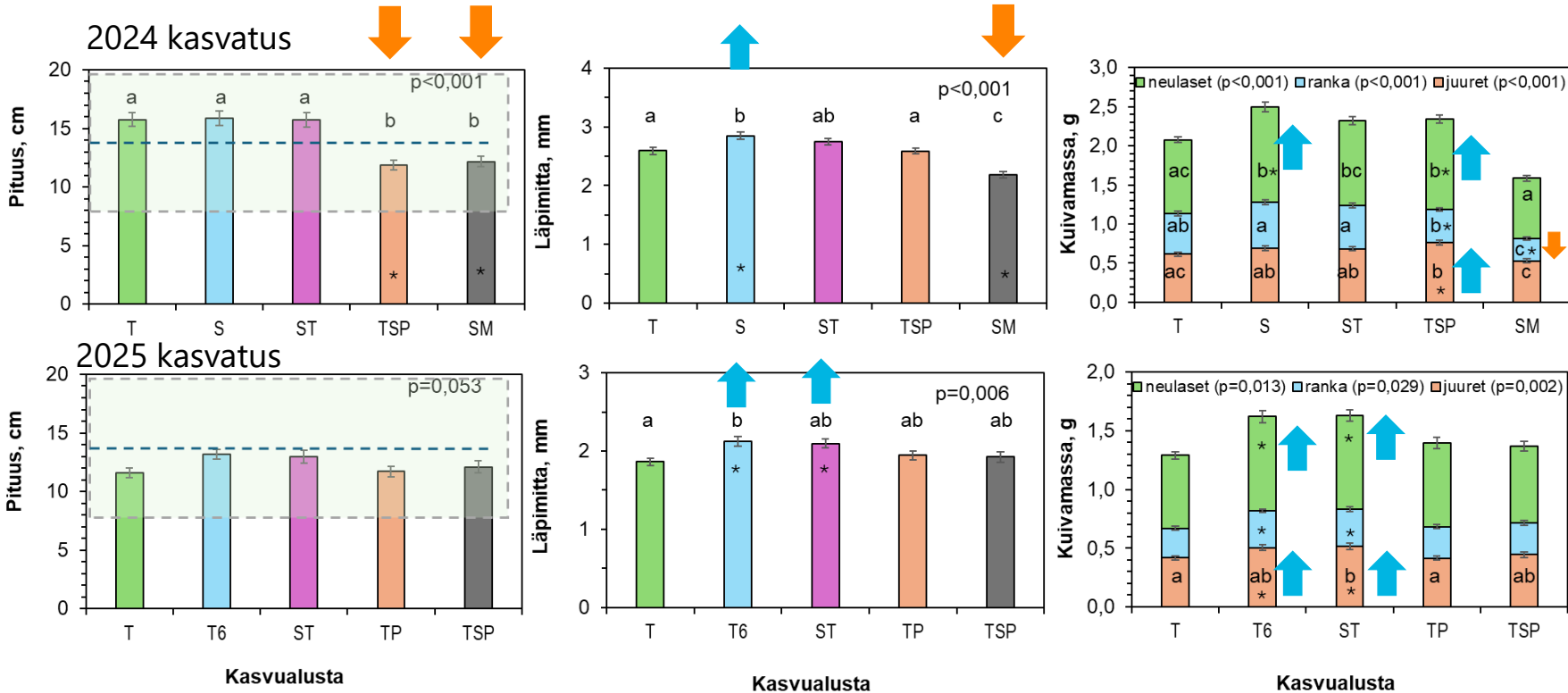
- Hidasliukoista tyypeä sisältäneessä turpeessa (T6) ja ST-kasvualustalla kasvaneet taimet olivat hieman pidempiä ja paksumpia kuin nopealiukoista tyypeä sisältäneessä turpeessa (T) kasvaneet.
- Kaikilla kasvualustoilla keskipituudet ylittivät alarajan, mutta vain pisimmät, T6 ja ST alustoilla kasvaneet taimet saavuttivat tavoitekeskipituuden.
- Variaatiokertoimien perusteella vaihtelu pituudessa oli kaikilla kasvualustoilla suurempaa kuin vuonna 2024. Kasvualustojen välillä ei ollut suuria eroja variaatiokertoimissa (kuva f).



Lajittelun yhteydessä mitattujen 180 taimen keskimääräiset pituudet ja tyviläpimitat männyn taimilla vuoden 2024 (vasemmalla) ja 2025 (oikealla) taimikasvatuksissa. Kahden ylimmän rivin kuvissa p-arvot on MIXED analyysistä, variaatiokerroin kuvassa p-arvot kertovat varianssien erilaisuudesta Levenen testin mukaan. Eri kirjaimet pylväiden alaosissa ilmaisevat tilastollisesti merkitseviä eroja Bonferronin menetelmällä tehdyssä parittaisessa vertailussa MIXED analyysissä. Nuolilla on korostettu eroja turpeeseen: ↑ ilmaisee eroa turpeesta ylös- ja ↓ alaspäin.

Männyn 1-vuotiaiden taimien koko syksyllä biomassataimilla

Vuoden 2024 kasvatus



- Turpeeseen verrattuna TSP kasvialustalla kasvatetut taimet olivat lyhyempiä ja rangan kuivamassaltaan pienempiä. Tyviläpimassa ei ollut eroa ja ne olivat tanakampia (ei kuvaa) kuin muiden käsittelyiden taimet. Niillä oli myös juuristoa ja neulasmassaa enemmän kuin turpeessa kasvatetuilla taimilla. Verso-juuri-suhde oli myös pienempi eli suhteessa versoon juuristoa oli enemmän (ei kuvaa).
- SM kasvialustalla kasvatetut taimet olivat lyhyitä ja ohuempia kuin muiden kasvialustojen taimet. Niiden rangat olivat myös kuivamassaltaan pienempiä kuin turpeessa kasvatetut. Verso-juuri-suhde oli turvetta pienempi eli niillä oli suhteessa versoon enemmän juuristoa, mikä on hyvä asia.
- Sammal (S) alustalla taimet olivat paksumpia ja neulasmassaltaan suurempia kuin turpeessa kasvatetut taimet.

Vuoden 2025 kasvatus

Lajittelun yhteydessä otettujen 24 taimen otantaan perustuvat taimien pituudet, tyviläpimitat ja kuivamassat kasvukauden 2024 (yläkuvat) ja 2025 (alakuvat) taimikasvatuksissa. Kasvialustojen eroja testattiin SPSS UNIANOVA-analyysillä (p-arvot kuvissa), ja sen jälkeen kasvialustojen keskinäiset tilastolliset erot Bonferronin parivertailulla (kirjaimet kuvissa) sekä erot turpeeseen (T) myös Dunnetin'n testillä (kuvissa * kertoo eron olevan merkitsevä, kun $p \leq 0,05$). Turpeesta (T) ylöspäin eroavat kasvialusta on merkitty kuviin ↑ ja turvetta pienemmät ↓.

- Taimien pituuksissa, tanakkuuksissa tai versokuorisuhteissa ei ollut eroja kasvialustojen välillä.
- Hidasliukoista typpeä sisältävissä T6 ja ST kasvialustoissa kasvatetut taimet olivat paksumpia ja kaikkien kasvin osien osalta suurempia kuin turpeessa (T) kasvatetut taimet. TP ja TSP eivät eronneet turpeesta (T) kasvatetuista taimista.



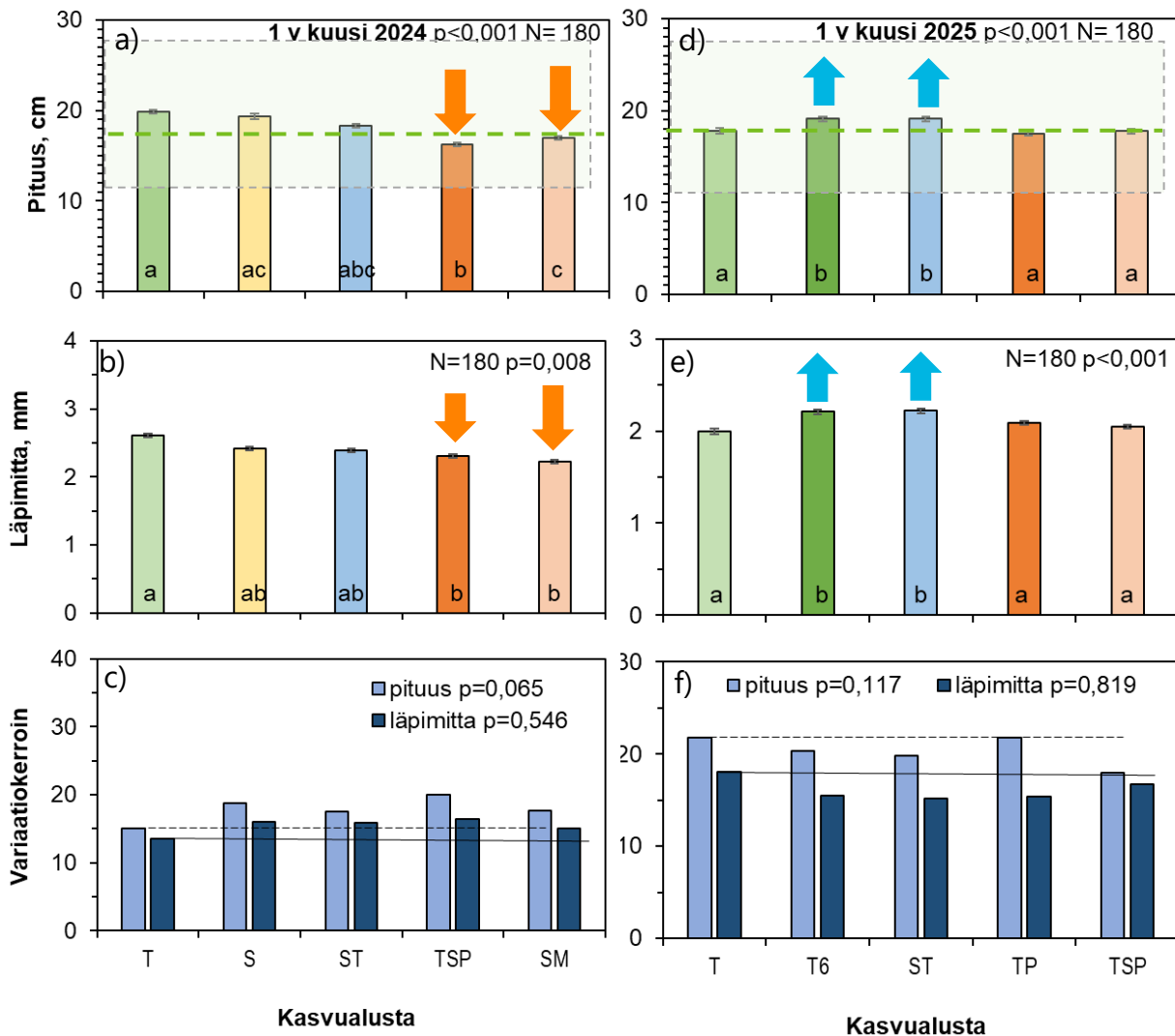
**Euroopan unionin
osarahoittama**



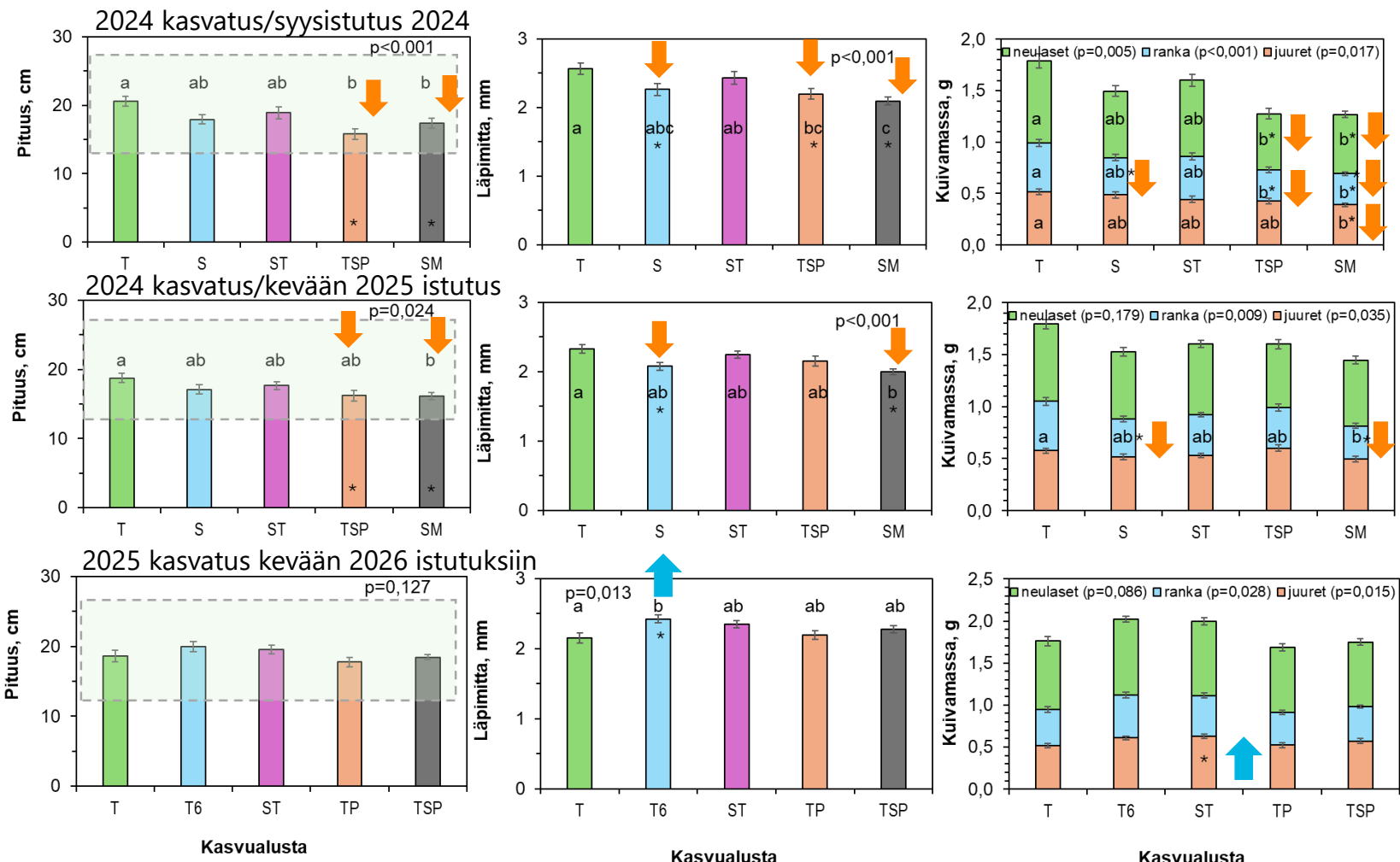
Pohjois-Savon liitto

1-vuotiaiden kuusentaimien pituus ja läpimitta lajittelussa

- Vuonna 2024
 - TSP ja SM kasvualustoilla taimet jäivät lyhyemmiksi ja ohuemmiksi kuin turpeessa kasvaneet taimet.
 - Kaikissa kasvualustoissa taimien keskipituus oli lähellä kokosuositusten tavoitepituutta (kuvassa a vihreä katkoviiva)
 - Turpeessa kasvaneisiin verrattuna muiden kasvualustojen taimilla pituusvaihtelu oli suurempaa niin pituudessa kuin läpimitassakin (variaatiokerroin).
- Vuonna 2025
 - Hidasliukoista tyyppiä sisältäneessä turpeessa (T6) ja ST-kasvualustalla kasvaneet taimet olivat hieman pidempiä ja paksumpia kuin nopealiukoista tyyppiä sisältäneessä turpeessa (T) kasvaneet.
 - Kaikilla kasvualustoilla keskipituudet saavuttivat tavoitekeskipituuden.
 - Vaihtelu pituudessa oli kaikilla kasvualustoilla suurempaa kuin vuonna 2024. Kasvualustojen välillä ei kuitenkaan ollut suuria eroja variaatiokertoimissa. Turpeessa (T) kasvaneiden taimien pituusvaihtelu oli jopa suurempaa kuin T6, ST ja TSP alustoilla kasvaneilla kuusen taimilla.



Kuusen 1-vuotiaiden biomassataimien koko



Taimilajittelussa otettujen kuivamassanäytteiden tulosten perusteella

Vuoden 2024 kasvatus

- Turpeessa kasvatettuihin taimiin verrattuna SM kasvualustalla kasvatetut taimet olivat lyhyempiä, ohuempia ja rangaltaan pienempiä niin syysistutuksessa (ylimmät kuvat) kuin lajiteltaessa taimia kevään 2025 istutuksiin (keskimmäiset kuvat). Syyskuun alussa taimien juuristo ja neulasmassa olivat turvetta alhaisempia, mutta loppusyksyllä eroja ei enää havaittu. Tanakkuus tai verso-juurisuhde eivät eronneet turpeesta.
- TSP alustalla taimet olivat turpeessa kasvaneita lyhyempiä. Vielä syyskuun alussa TSP taimet olivat turpeessa kasvaneita ohuempia ja rangan ja neulasten kuivamassat olivat pienempiä, mutta loppusyksyllä eroja ei enää havaittu. Verso-juuri-suhteeltaan (ei kuvaa) TSP taimet olivat parempia eli niillä oli enemmän juuristoa suhteessa versoon molempina ajankohtina.
- Sammal (S) alustalla kasvatetut taimet olivat turpeessa kasvaneita ohuempia ja rangaltaan pienempiä molempina ajankohtina, mutta muuten ei tilastollisesti merkitseviä eroja havaittu.

Vuoden 2025 kasvatus

- Taimien pituuksissa kasvualustojen välillä ei ollut eroja.
- Läpimitaltaan hidasliukoista ravinnetta sisältäneellä kasvualustalla (T6) taimet olivat paksumpia, mutta muiden tunnusten osalta turpeen kanssa samanlaisia.
- ST alustalla kasvaneilla taimilla juurten kuivamassa oli turpeessa kasvaneita suurempi, mutta muita eroja turpeeseen ei havaittu.

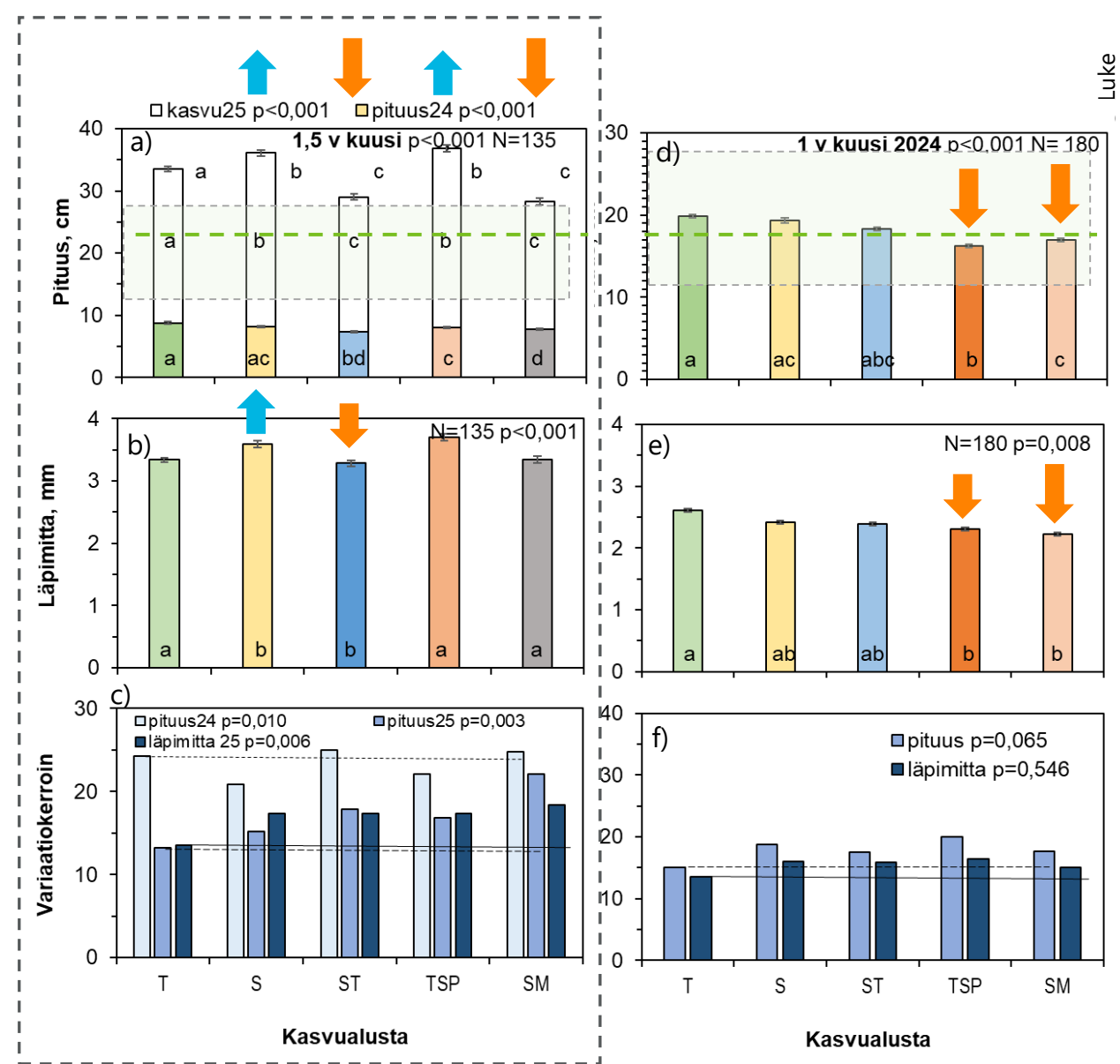
Kasvualustojen eroja testattiin SPSS UNIANOVA-analyysillä (p-arvot kuvissa), ja sen jälkeen kasvualustojen keskinäiset tilastolliset erot Bonferronin parivertailulla (kirjaimet kuvissa) sekä erot turpeeseen (T) myös Dunnetin'n testillä (kuvissa * kertoo eron olevan merkitsevä, kun $p \leq 0,05$). Turpeesta ylöspäin eroavat kasvualusta on merkitty kuviin ja turvetta pienemmät .

Juurten kuivamassamäärittelyssä arvot eivät kuvaa kokonaisjuurimäärää, koska paljon juuria oli kasvanut ulos paakuista ja ne katkesivat kennostoista pois otettaessa

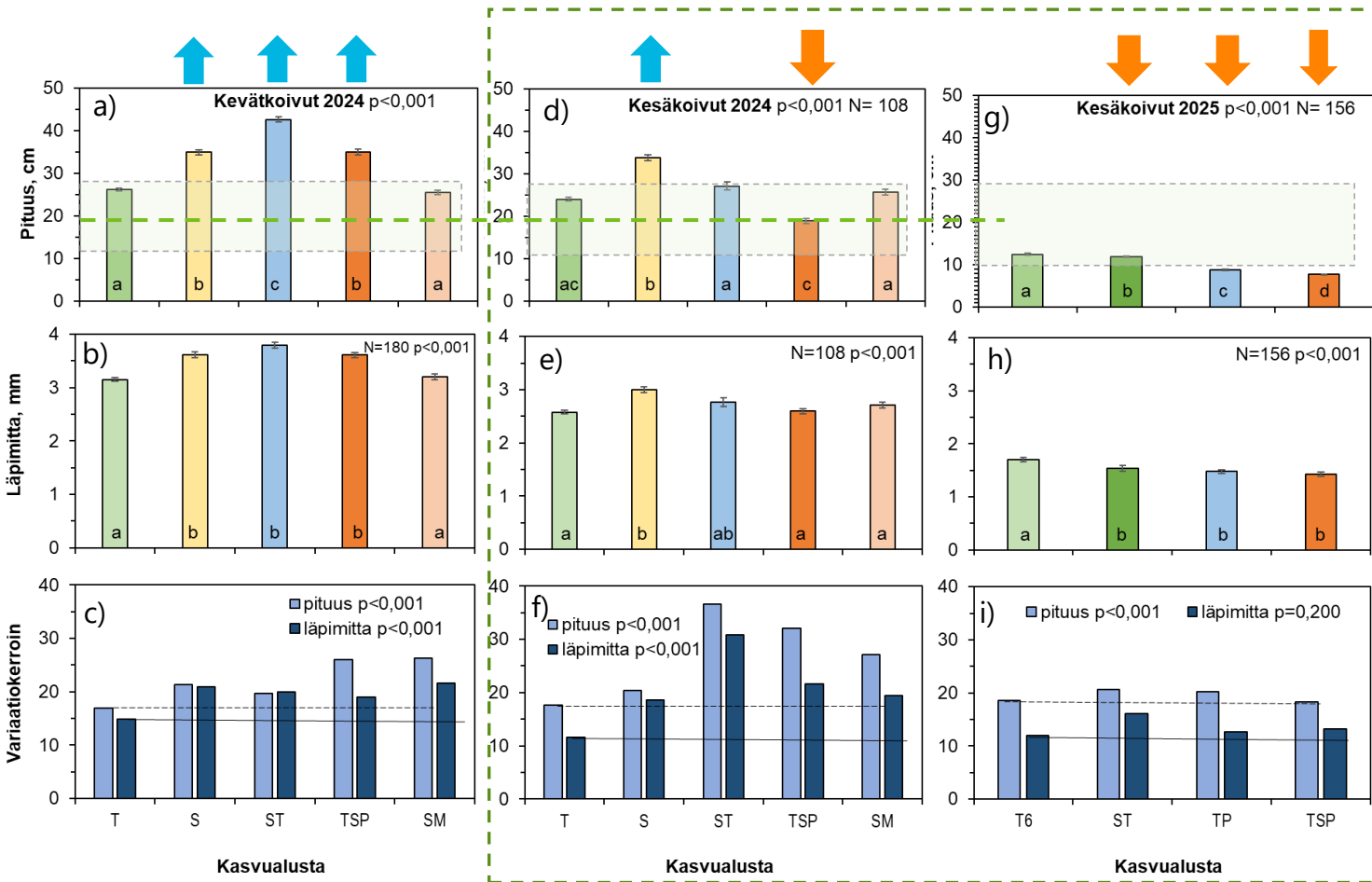
1,5-vuotiaat kuusen taimet lajitelussa

Toisen kasvukauden lopun (lokakuu 2025) mittauksissa

- ST ja SM kasvualustoilla taimet jäivät lyhyemmiksi ja ST alustalla ohuemmiksi kuin turpeessa kasvaneet taimet. S ja TSP alustoilla taimet kasvoivat turpeessa kasvaneita pidemmiksi.
- Kaikissa kasvualustoissa taimien keskipituudet ylittivät selvästi 2-vuotiaiden kuusen taimien tavoitepituuden (vihreä katkoviiva) ja ylittivät jopa kokosuositusten ylärajan (vihreän alueen yläreuna).
- Ensimmäisen kasvatusvuoden lopussa taimien pituuksissa oli huomattavaa vaihtelua kaikilla kasvualustoilla (variaatiokerroin pituus24).
- Turpeessa kasvaneisiin verrattuna muiden kasvualustojen taimilla pituusvaihtelu oli suurempaa niin pituudessa kuin läpimitassakin (variaatiokerroin).
- Kuivamassamäärityksiä taimille ei tehty, koska taimierän kaikki taimet olivat ylisuuria paakunkokoon ja kasvatustiheyteen nähden eivätkä siten olleet istutuskelpoisia. Taimille ei tehty pituuskasvun pysäyttävää lyhytpäiväkäsittelyä, koska haluttiin seurata kasvualustojen vaikutusta taimien kasvunpäättymiseen ja silmuuntumiseen.
- Vertailu 1-vuotiaiden kasvatuksiin samoilla alustoilla
 - S ja TSP alustoilla taimet kasvoivat toisena vuonna selvästi enemmän kuin turpeessa.
 - Loppupituuksien vaihtelu oli selvästi suurempaa 1,5 v kuusilla verrattuna 1-vuotiaisiin kuusiin.



Koivuntaimien koko lajittelussa



Kahden ylimmän rivin kuvissa p-arvot on MIXED analyysistä, variaatiokerroin kuvassa p-arvot kertoo varianssin erilaisuudesta Levenen testin mukaan. Eri kirjaimet pylväiden alaosissa ilmaisevat tilastollisesti merkitsevistä eroista Bonferronin menetelmällä tehdyssä parittaisessa vertailussa MIXED analyysissä. Nuolilla on korostettu eroja turpeeseen: ilmaisee eroa turpeesta ylös- ja alaspäin.

Kevätkoivut 2024

- S, ST ja TSP kasvualustoilla taimet olivat selvästi pidempiä ja paksumpia kuin turpeessa kasvaneet taimet.
- Turpeessa ja SM alustoilla taimien keskipituus oli lähellä suositusten ylärajaa (vihreän alueen yläreuna).
- S, ST ja TSP alustoilla taimet olivat ylipitkiä suhteessa käytettyyn paakun kokoon ja kasvatustiheyteen.
- Turpeessa kasvaneisiin verrattuna muiden kasvualustojen taimilla pituusvaihtelu oli suurempaa niin pituudessa kuin läpimitassakin (variaatiokerroin). Suurinta pituusvaihtelu oli TSP ja SM alustoilla.

Kesäkoivut

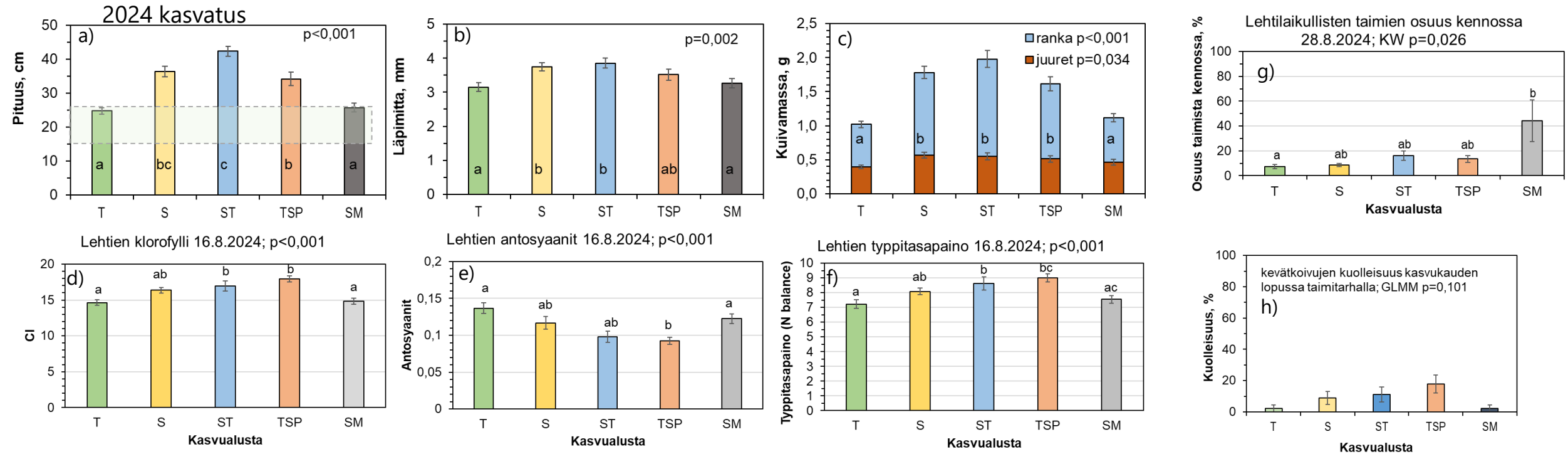
Vuonna 2024

- S alustalla taimet olivat pidempiä ja paksumpia kuin turpeessa kasvaneet ja TSP alustalla taimet olivat turvetta lyhyempiä.
- Taimien kokovaihtelu oli suurta ST, TSP ja SM alustoilla ja selvästi suurempaa kuin turpeella.

Vuonna 2025

- taimet olivat suunniteltuna istutusajankohtana pieniä ja kokosuositusten alarajalla, TP ja TSP alustoilla alla alarajan.
- Taimien pituusvaihtelu oli vain hieman suurempaa ST ja TP alustoilla verrattuna turpeeseen.

Kevätkoivujen biomassataimien koko ja lehtien tilanne syksyllä 2024

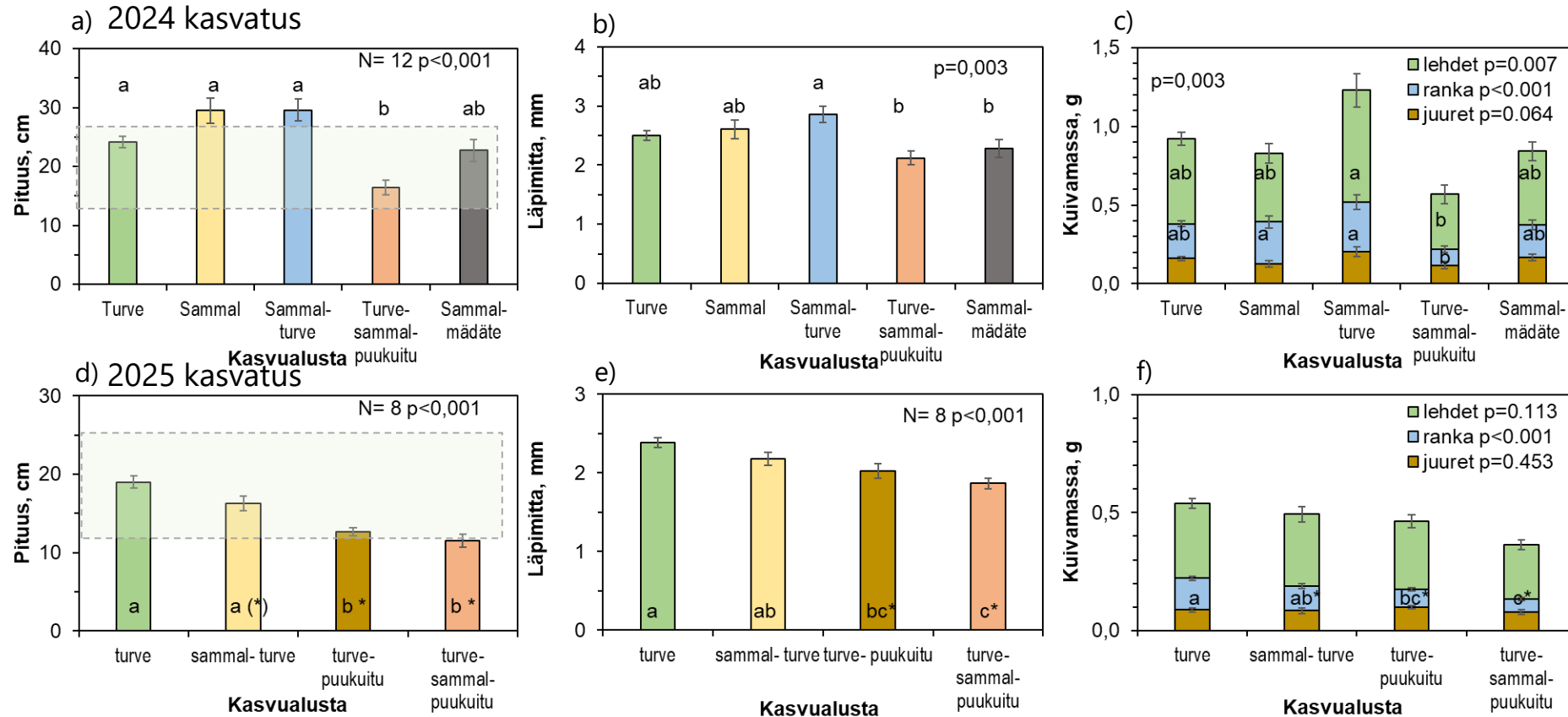


- Ongelmaksi kasvukaudella 2024 muodostui sammal (S), sammal-turve (ST) ja turve-sammal-puukuitu (TSP) alustoilla kasvatettujen taimien nopea kasvu ja suuri koko kasvukauden lopussa.
- S, ST ja TSP alustoilla elokuun puolivälissä mitattujen lehtien klorofylli ja typpitasapaino olivat turpeessa kasvaneita taimia korkeampia -> taimilla oli enemmän ravinteita saatavilla -> hyvä version kasvu.

- S, ST ja TSP alustoilla oli kuolleisuutta, joskaan ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä turpeeseen ja SM-alustoilla kasvaneisiin
 - Pääsyy kuolleisuuteen on kuivuus. Kookkaat taimet olisivat tarvinneet elo-syyskuun helteillä runsaammin kastelua.
- Sammal-mädäte (SM)- seoksessa kasvatetuilla taimilla oli elokuun lopulla muissa kasvualustoissa kasvatettuja taimia enemmän lehtiä, joissa oli laikkuja.

Rauduskoivun kestävä kasvatus Suomessa – KOIVU

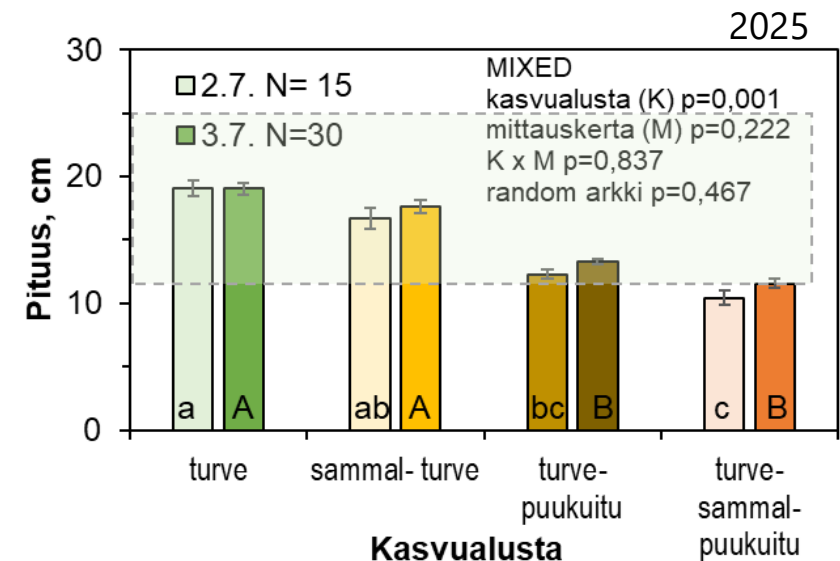
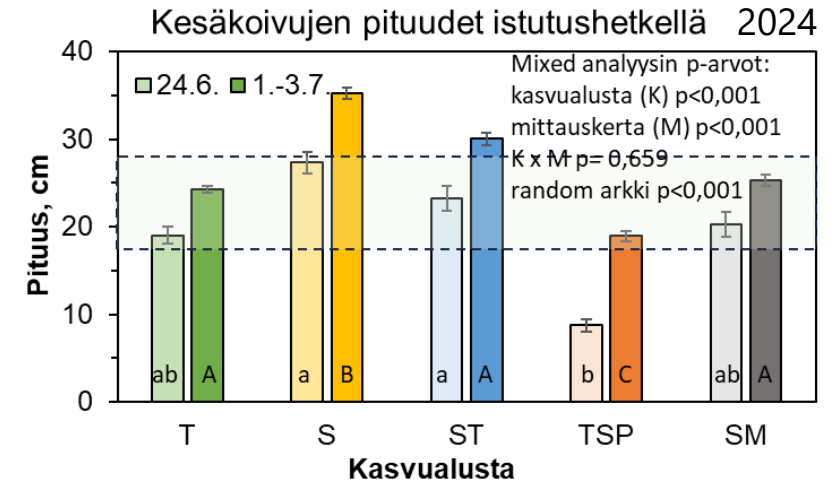
Kesäkoivujen biomassataimet: kasvualusta vaikutti istutuskelpoisuuden saavuttamisen ajankohtaan



- Turpeeseen verrattuna puukuitua sisältävissä kasvualustoissa taimet olivat kasvaneet kesäistutuksen aloitukseen mennessä vähemmän molempina vuosina.
- Sammalta sisältäneiden kasvualustojen taimet olivat kooltaan turpeessa kasvaneiden kokoisia. Näillä alustoilla taimien koon vaihtelu oli kuitenkin turpeessa kasvaneita suurempaa (kuvissa keskiarvon keskivirhettä kuvaavat janat pylväiden päissä pidempiä).
- Kasvualustalla ei vaikutusta juuristojen kokoon.

Kasvualustojen välillä eroja kasvurytmissä – voi vaikuttaa esimerkiksi kesäkoivujen kasvatukseen ajoitukseen

- Keskikesällä taimien kasvu on nopeaa ja oikean kokoisten taimien saaminen istutukseen poikkeaa turpeesta.
 - 2024 Sammal-alustoilla taimet kasvoivat viikossa yliptikiksi
 - puukuitua sisältävillä alustoilla kasvu oli hitaampaa ja kun muilla alustoilla taimet olivat jo istutuskelpoisia, turve-sammal-puukuitu- (TSP) alustalla taimet olivat vuonna 2024 istutettavissa viikkoa myöhemmin.
 - 2025 puukuitu-alustoilla taimet olivat turvetta ja turve-sammal-alustaa pienempiä ja juuri istutuskelpoisuuden alarajalla.
 - Sopivalla ja oikea-aikaisella lannoituksella voidaan todennäköisesti vaikuttaa koivujen kasvunopeuteen ja istutuskoon saavuttamisaikaan eri kasvualustoilla.



Taimisaanto ja siihen vaikuttaneet tekijät

Taimisaannot eli istutuskelpoisten taimien määrät eri kasvualustoilla Suonenjoen taimikasvatuksissa 2024-2025

- Vuoden 2024 taimikasvatuksessa opittiin eri kasvualustojen taimien kastelusta ja lannoituksesta, ja noita oppeja hyödyntämällä saannot turvetta korvaavissa kasvualustoissa saatiin vuonna 2025 turpeen tasolle.
- Kasvatusajan, kastelun ja lannoituksen optimointi kullekin kasvualustalle on tärkeää!

	1 v mänty 2024	1 v mänty 2025	1 v kuusi 2024	1 v kuusi 2025	1,5 v kuusi*	Kevätkoivu 2024	Kesäkoivu 2024	Kesäkoivu 2025
T	81	90	83	85	88	74	84	75
T6		89		84				
S	71		71		81	58	70	
ST	70	88	82	83	53	35	52	77
TP		91		86				81
TSP	59	86	77	81	83	54	69	82
SM	68		77		79	61	64	
<i>p-arvo</i>	<0,001	0,062	0,604	0,018	<0,001	<0,001	<0,001	0,294

* Kylvöt 2024, kasvatus jatkui 2025, Saantoon vaikutti enemmän vuoden 2024 kasvatustoimet
Keltaisella merkityt kasvualustat eroavat Kruskal-Wallis testin mukaan turpeesta



Euroopan unionin
osarahoittama



Pohjois-Savon liitto

Rauduskoivun kestävä kasvatus Suomessa – KOIVU

Tärkein yksittäinen saantoa alentava tekijä: siementen itäminen

- Kasvualustalla ei ollut suurta vaikutusta saantovaiheessa määritettyyn itämiseen, mutta eri kasvualustat vaativat erilaista kastelua alkuvaiheessa
- Vuonna 2024 sammal-turpeessa (ST) oli alhaisempia itävyyksiä (vuoteen 2025 opittu kastelut)

	1 v mänty 2024	1 v mänty 2025	1 v kuusi 2024	1 v kuusi 2025	1,5 v kuusi*	Kevätkoivu 2024	Kesäkoivu 2024	Kesäkoivu 2025
T	85	95	92	92	93	87	92	94
T6		94		90				
S	83		92		93	84	91	
ST	77	94	87	92	91	79	85	95
TP		95		94				95
TSP	75	92	93	90	93	79	91	94
SM	87		93		88	81	92	
p-arvo	<0,001	0,010	0,142	0,018	0,040	0,001	<0,001	0,408

* Kylvöt 2024, kasvatus jatkui 2025, Saantoon vaikutti enemmän vuoden 2024 kasvatustoimet
Keltaisella merkityt kasvualustat eroavat Kruskal-Wallis testin mukaan turpeesta



Euroopan unionin
osarahoittama

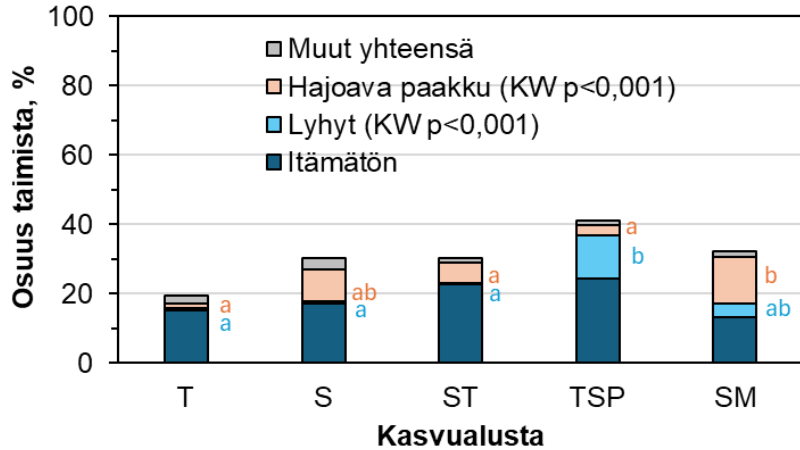


Pohjois-Savon liitto

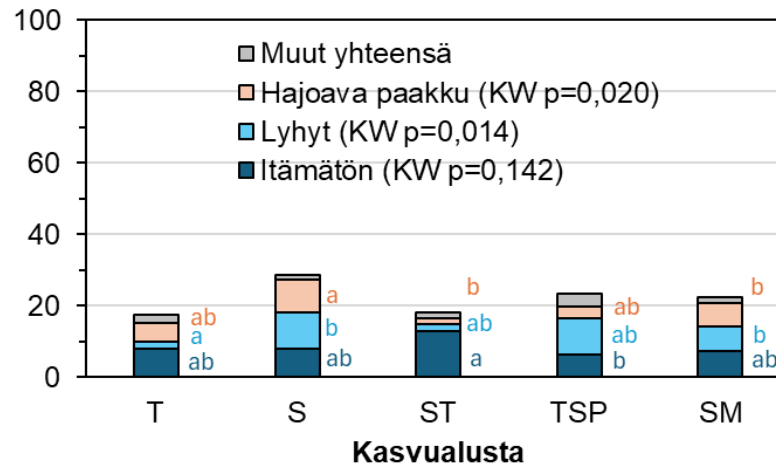
Rauduskoivun kestävä kasvatus Suomessa – KOIVU

Taimisaannon alanemisen syyt havupuilla

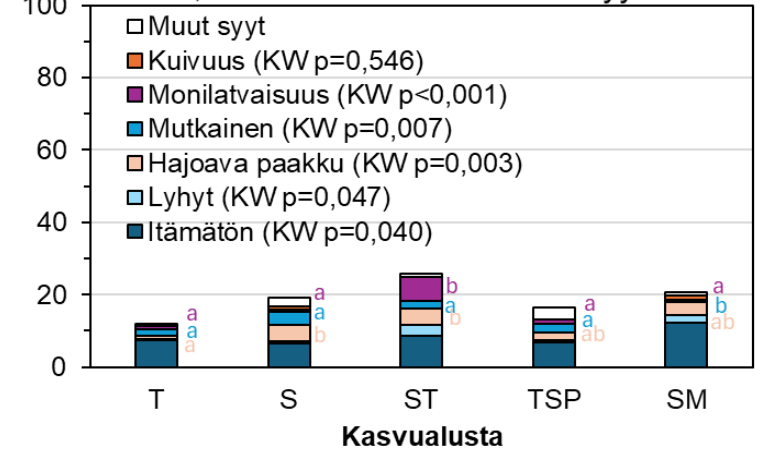
Mänty 1-v 2024: Saannon alenemisen syyt



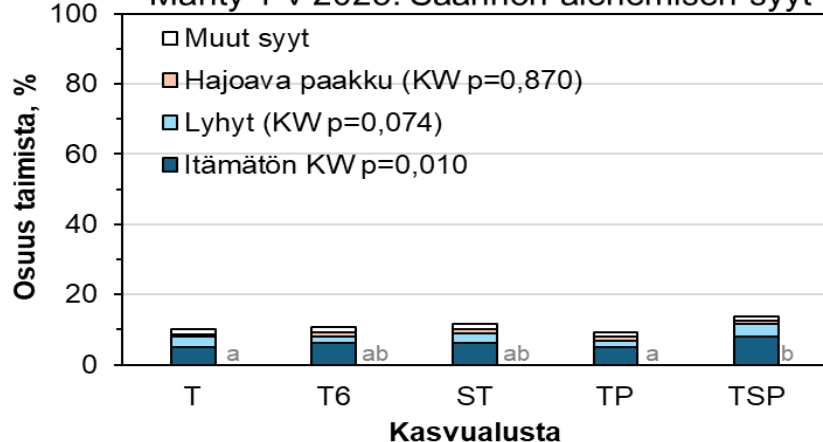
Kuusi 1-v 2024: Saannon alenemisen syyt



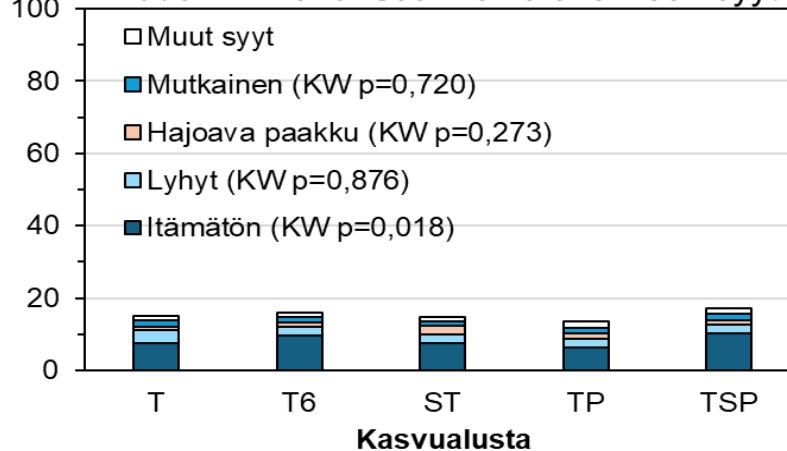
Kuusi 1,5-v: Saannon alenemisen syyt



Mänty 1-v 2025: Saannon alenemisen syyt



Kuusi 1-v 2025: Saannon alenemisen syyt



- 2024 kasvatuksissa paakun hajoaminen ja taimien pienuus huonon itämisen jälkeen olivat tärkeimmät saantoa alentaneet syyt vaihtoehtoisilla kasvualustoilla
- 2025 opittu täyttämään kennostot ja tekemään kasvatustoimenpiteet kasvialustakohtaisesti, joten saannot paranivat



Euroopan unionin
osarahoittama

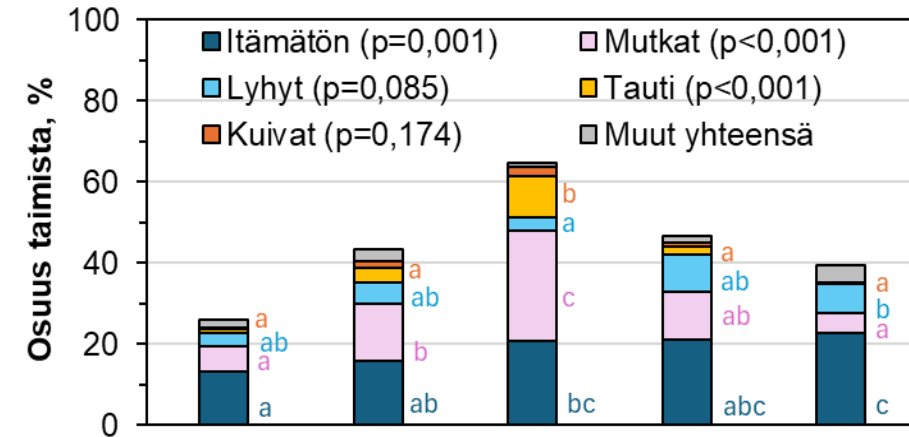


Pohjois-Savon liitto

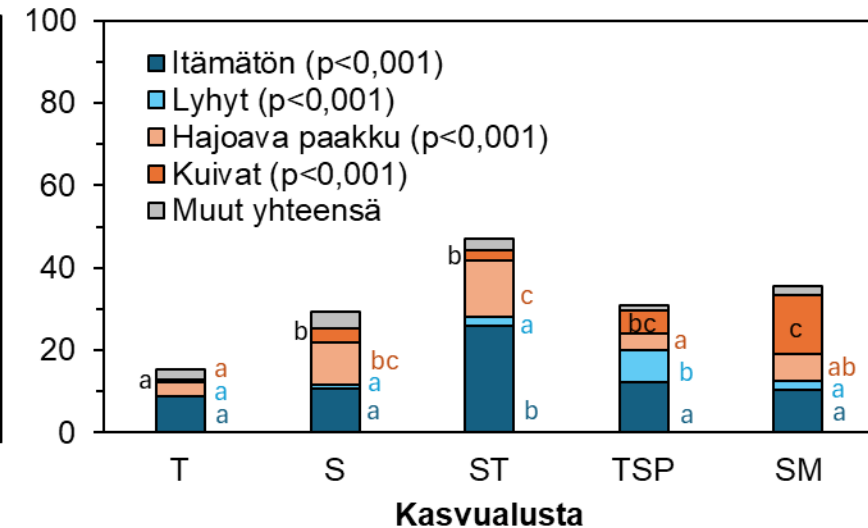
Taimisaannon alenemisen syyt koivulla

- Paakun hajoaminen
 - Kesäkoivuilla merkittävä saantoa alentava syy
 - Kevätkoivuilla kasvatusaika niin pitkä, että juuristot ehtivät sitoa paakun
- Kuivuminen helteellä
 - 2024 kastelu oli puutteellista kesäkoivuilla ja juuripaakut kuivuivat helteellä nopeasti. Taimia jouduttiin hylkäämään kuivumisen takia kaikilla vaihtoehtoisilla alustoilla, erityisesti sammal-mädäte (SM)-alustalla
- Mutkaisuus ja laikkutauti
 - Kevätkoivujen kasvatus 2024 oli ajoitettu turpeen mukaan – muilla alustoilla taimet kasvoivat osin liikaa
 - Kennostojen reunoissa mutkaisuutta etenkin sammal (S) ja sammal-turve (ST) alustoilla.
 - Todennäköisesti liiallinen pituus lisäsi myös laikkutautisten taimien määriä sammal-turve (ST) alustalla

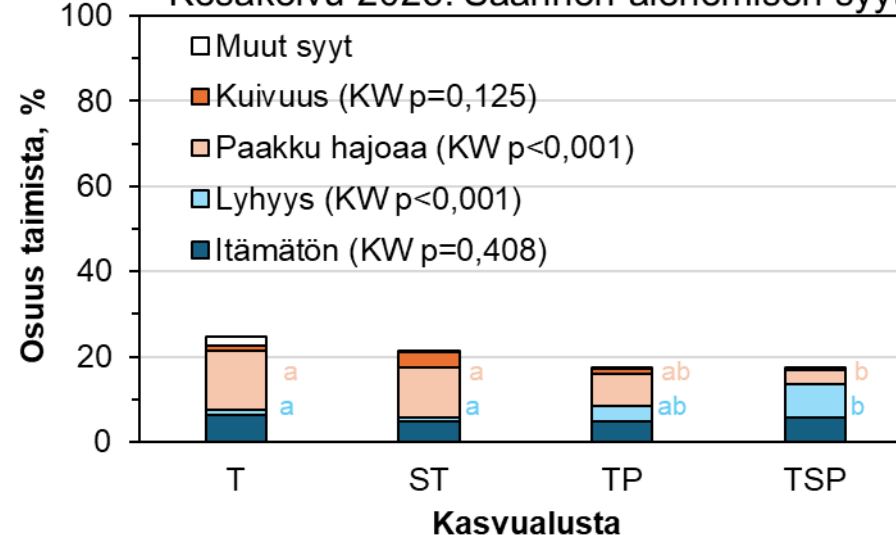
Kevätkoivu 2024: Saannon alenemisen syyt



Kesäkoivu 2024: Saannon alenemisen syyt



Kesäkoivu 2025: Saannon alenemisen syyt



Rauduskoivun kestävä kasvatus Suomessa – KOIVU

Kasvatuskokeilu kaupallisella taimitarhalla kasvukaudella 2024

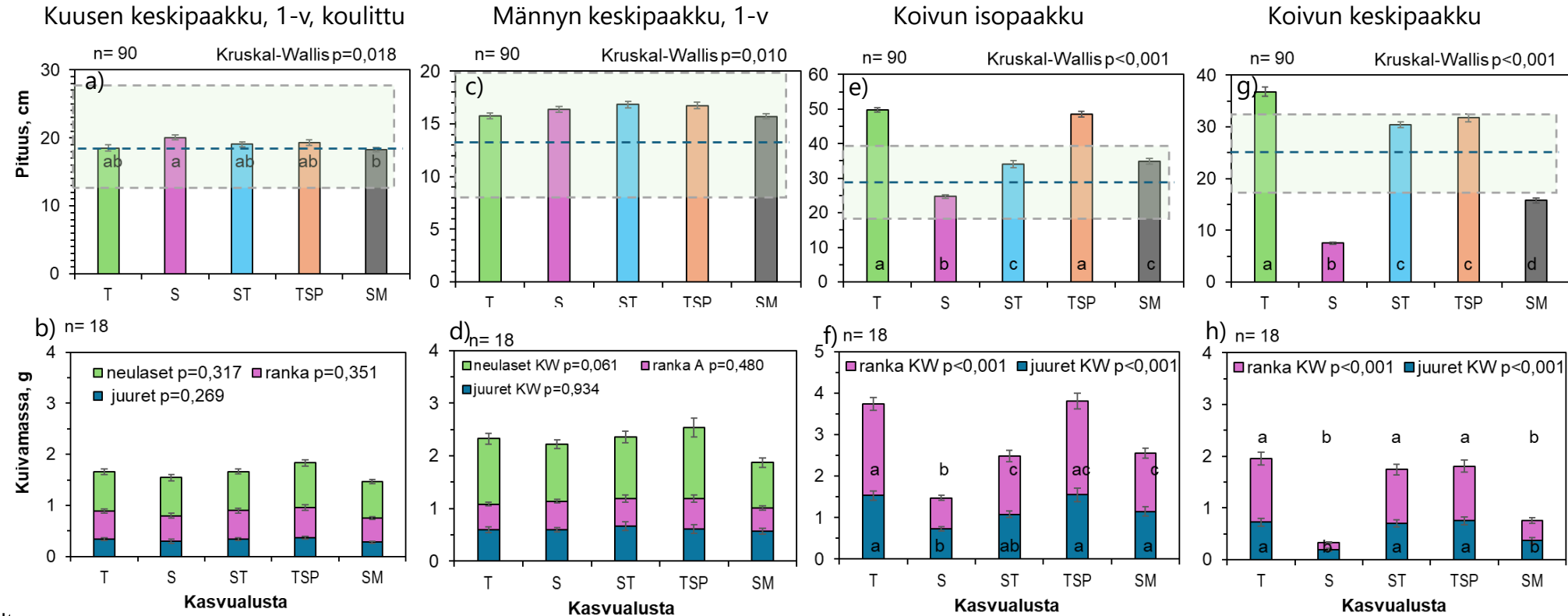
Kasvukaudella 2024 eri kasvualustoja kokeiltiin kaupallisella metsätaimitarhalla ja taimien kokoa ja saantoa määritettiin sekä Luken että taimitarhan toimesta.

Havupuun taimet oli kylvetty huhtikuun puolivälissä ja koulittu kesäkuussa. Koivut oli kylvetty toukokuussa ja koulittu kesäkuussa. Koulintamateriaalissa kasvualustana oli turve, koulinnassa käytettiin turpeen (T) lisäksi, sammalta (S), sammal-turvetta (ST), turve-sammal-puukuitua (TSP) sekä sammal-mädäte (SM) seosta. Käytetyt kasvualustat olivat samoja, joita vuonna 2024 käytettiin Suonenjoen tutkimustaimitarhalla.

Kunkin kasvualustan taimet oli sijoitettu kasvatuspöytien päähän, eri kasvualustojen taimet peräkkäin.

Taimia kasvatettiin turvekasvualustassa kasvatettujen taimien kastelu- ja lannoitusohjelmilla.

Taimierien koko kaupallisen taimitarhan eri kasvualustojen kasvatuskokeilussa 2024



- Kuusen ja männyn taimilla eri taimien kanssa eri kasvualustojen välinä kasvukauden lopussa juurikaan ollut eroja (a-d). Kaikilla kasvualustoilla taimet olivat Rikalan kokosuositusten mukaisia (vihreät laatikot kuvissa a, c).
- Männyn ja kuusen taimilla havaintojen mukaan erityisesti sammal-turve (ST) ja turve-sammal-puukuitu (TSP) alustoilla juuret kasvoivat voimakkaasti paakuista ulos ja taimien irrottaminen paakuista oli vaikeaa.
- Koivun molemmilla taimilla taimien koko ja isojen paakkujen turve-sammal-puukuitu (TSP) -alustalla kasvaneita taimia pienemmiksi (e-h). Rikalan kokosuosituksiin verrattuna tosin turpeessa kasvaneet olivat jopa liian kookkaita (kuvat e, g).
- Alle Rikalan kokosuositusten jäivät keskipaakkutaimista sammal (S) ja sammal-mädäte (SM) alustoilla kasvatetut taimet (kuva g).



**Euroopan unionin
osarahoittama**



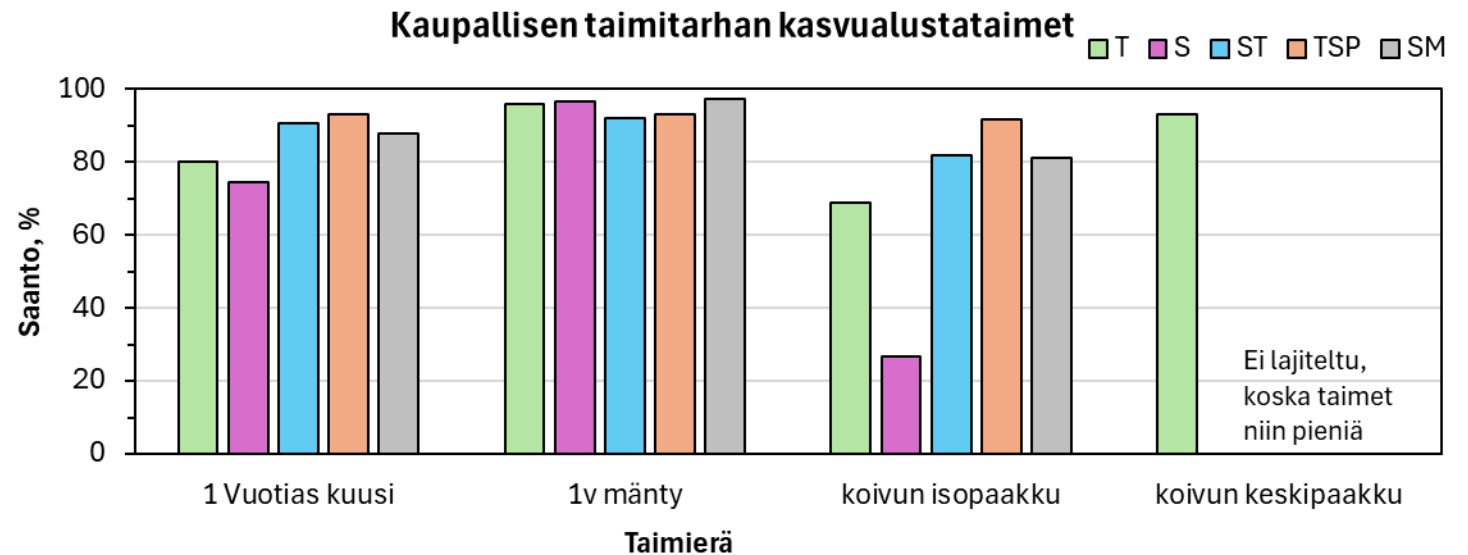
Pohjois-Savon liitto

Rauduskoivun kestävä kasvatus Suomessa – KOIVU

Taimisaanto kaupallisen taimitarhan eri kasvualustojen kasvatuskokeilussa 2024

Eri kasvualustojen taimia oli useammassa kennostossa jokaiselta puulajilta. Kennostot oli sijoitettu muun taimikasvatuksen päätyihin, eri kasvualustoja hieman eri alueiden päädyissä. Taimikasvatus hoidettiin normaalin taimikasvatuksen mukaisesti.

- Taimisaannot vaihtelivat taimierittäin ja kaikille puulajeille sopivien johtopäätösten tekeminen vaikeaa.
- Männyllä kaikki vaihtoehtoiset kasvualusta toimivat yhtä hyvin kuin turve. Kuusella ja isossa paakussa kasvatetuilla koivuilla saannot olivat osalla jopa turvetta parempia.
- Haastavin kasvatettava on koivu: keskipaakuissa muissa kuin turpeessa kasvatetut taimet oli niin lyhyitä, että lajittelu ei kannattanut ja isoissa paakuissakin sammal (S) alustalla saanto jäi alhaiseksi.



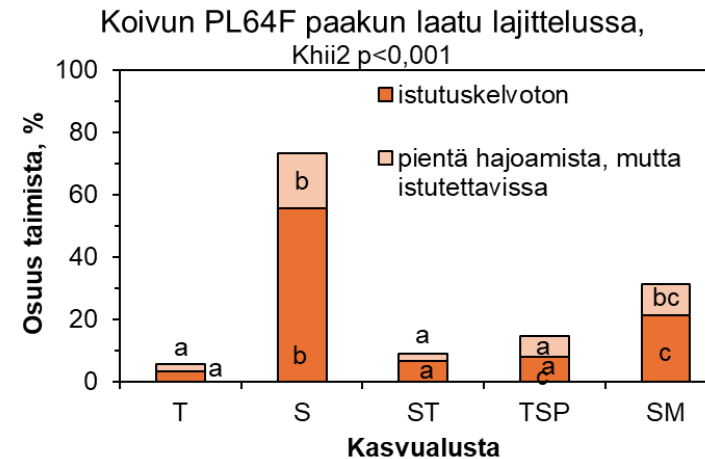
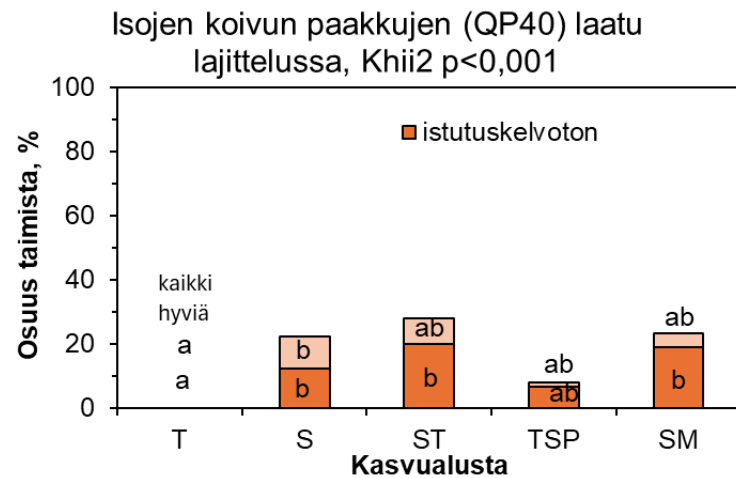
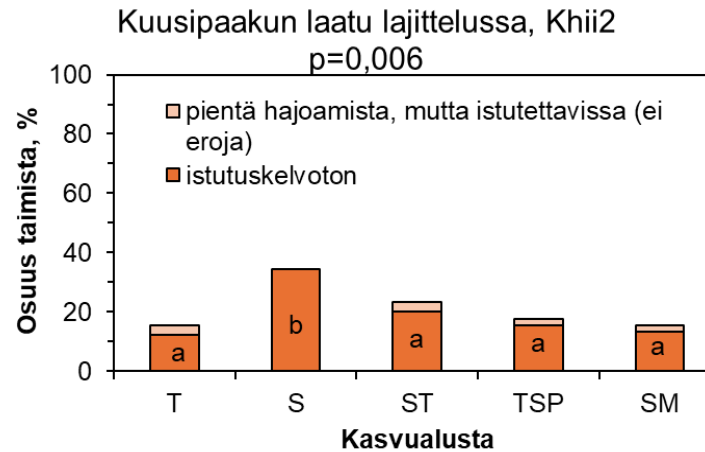
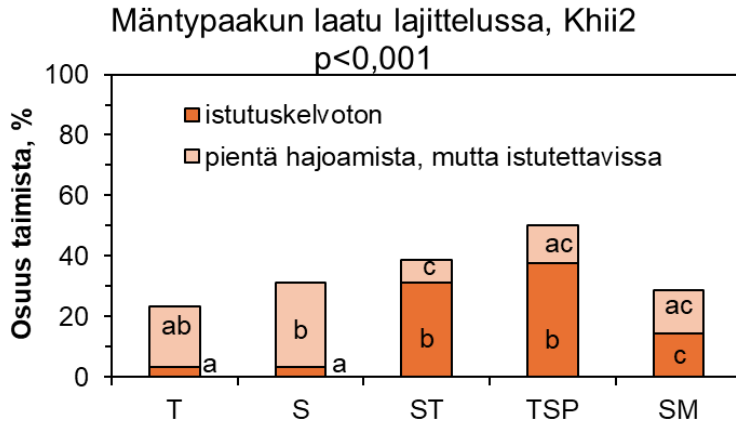
**Euroopan unionin
osarahoittama**



Pohjois-Savon liitto

Rauduskoivun kestävä kasvatus Suomessa – KOIVU

Taimierien istutuskelpoisuus kaupallisen taimitarhan eri kasvualustojen kasvatuskokeilussa 2024



- Suurin syy taimien hylkäämiseen oli paakun hajoaminen
- Turpeeseen verrattuna mikään yksittäinen kasvualusta ei ollut kaikilla taimierillä selvästi huonompi. Esim. sammal toimi männyllä, mutta ei muilla puulajeilla. Erityisen huono tulos oli PL64F koivun taimilla (taimien pienuus)



Euroopan unionin
osarahoittama



Pohjois-Savon liitto

Rauduskoivun kestävä kasvatusta Suomessa – KOIVU

Yhteenvetoa tuloksista

Kasvualustojen vaikutus taimikasvatukseen

- Turvetta korvaavat kasvualustat (sammal, puukuitu, mädäte ja seokset) soveltuvat pääosin taimikasvatukseen, mutta vaativat kasvualustakohtaista optimointia.
- Turve ja sammal–turve (ST) täyttyivät kennostojen täytössä hyvin, TSP (turve+sammal+puukuitu) kennostot jäivät usein vajaaksi ja se oli myös kevyin
- Kasvualustoissa on eroja kosteudessa ja ravinteisuudessa → vaikuttaa lannoituksen ja kastelun tarpeeseen

Orastuminen:

- Kun sopiva kastelu opittiin, orastuminen oli pääosin hyvää kaikilla alustoilla
- ST oli heikko kevätkylvöissä (liiallinen kosteus), SM heikompi kesäkylvöissä

Taimien kasvussa eroja:

- SM ja TSP → usein pienempiä taimia (2024)
- S, ST ja osittain TSP → voimakas kasvu, erityisesti koivulla

Vaikutukset metsätaimien taimisaantoon

- 2024 vaihtoehtoisilla alustoilla usein turvetta heikompi
- 2025 kastelu ja lannoitus eri kasvualustoille optimoiden paransi saannot pääosin turpeen tasolla
- Tärkeimmät saantoa heikentäneet tekijät:
 - Heikko orastuminen (erityisesti ST alkuvaiheessa)
 - Paakun hajoaminen (erityisesti kesäkoivulla)
 - Kuivuminen ja liian vähäinen kastelu (erityisesti koivulla)

Käytännön haasteet:

- Puukuitualustoilla enemmän rikkakasveja
- Kasvurytmi poikkeaa → taimien kasvatuksen ajoitus (istutuskelpoisuuden saavuttamisajankohta) voi poiketa turpeesta
- Kasvurytmin muutokset voivat vaikuttaa taimien talveentumiseen (tarvitaan lisäselvityksiä)

Johtopäätöksiä taimikasvatuksesta eri kasvualustoilla

- Puulajien välillä on eroja niiden reagoinnissa eri kasvualustoihin: koivu havupuita haastavampi
 - Pieni siemen
 - Nopea kasvu
 - Suuri koko ja vedentarve
 - Kesäkoivulla tavoite koko saavutettava istutusajankohtaan
- Kehittämistyön edetessä taimikasvatuksen kasvatusrutiineja parannettiin eri kasvualustoille ja taimierille
 - Tämä näkyi parempina saantoina vuonna 2025
 - Jatkossa tarvitaan edelleen kasvatuksen ja lannoituksen optimointia – tätä jatketaan VARMATAIMI-hankkeessa
 - Lannoitteiden laatu ja määrä
 - Lannoituksen ajoittaminen
 - Kennostojen täytön optimointi
- Kasvualustatuottajat kehittelevät uusia alustoja uusista materiaaleista ja uusilla materiaalien käsittelytavoilla, joten testausta tarvitaan senkin vuoksi.

Keskeiset johtopäätökset

- Yksikään vaihtoehtoinen kasvualusta ei ole selvästi toimimaton
- Kasvatus on alustakohtaista (kastelu, lannoitus, ajoitus ratkaisevat)
- Turpeen korvaaminen on mahdollista, mutta vaatii prosessien, erityisesti lannoituksen ja kastelun hienosäätöä

Hankkeiden rahoitukseen ovat Luken lisäksi osallistuneet:

Uudet kasvualustat hanke



**Euroopan unionin
osarahoittama**



Pohjois-Savon liitto

Rauduskoivun kestävä kasvatust Suomessa



storaenso



Metsä



UPM



KOSKISEN



TORNATOR



SIEMEN FORELIA

Lukessa kasvatuksia ja mittauksia on ollut tekemässä myös

Johanna Riikonen
Minna Kivimäenpää
Katri Himanen
Juhani Salonen
Sirpa Kolehmainen
Suvi Jalokoski
Saija Stranius
Liisa Kauppinen
Sami Tiitta
Raimo Jaatinen
Aleksi Sirkka

Kiitos!



luke.fi



Mellana Plant



**Kekkilä
BVB**



LALLEMAND PLANT CARE

