

Kuusikuitupuun ja koivuvaneritukkien laadun säilyttäminen

- **Johtoryhmä**

- **Aapeli Hyppölä** **Koskitukki Oy**
- **Matti Kärkkäinen** **Joensuun yliopisto**
- **Pertti Lipponen** **Stora Enso Metsä**
- **Juhani Lukkari** **Metsäliitto Osuuskunta**
- **Seppo Paananen** **UPM Metsä**
- **Harri Rumpunen** **Metsäteollisuus ry**
- **Olof Thesslund** **Tehdasmittaus Oy**

- **Rahoittajat**

- **Koskitukki Oy, Metsäliitto Osuuskunta, UPM-Kymmene Oyj, Stora Enso Oyj, Metsäteollisuus ry**

- **Kumppanit**

- **KCL, Metla, Finnforest, Koskisen Oy, Myllykoski Paper, UPM-Kymmene Oyj**

Projektin tavoite ja tehdyt raportit

- **Tavoite**
 - Löytää käyttökelpoisia laadun säilyttämismenetelmiä lopputalvesta ja alkukevästä hakatulle ja kesän aikana käyttöön otettavalle kuusikuitupuulle ja koivuvaneritukille
- **Raportit**
 - Metsätehon raportti nro 165: ”Kuusikuitupuun ja koivuvaneritukkien laadun säilyttäminen”

Kuusihiomopuun laadun säilyttäminen

- **Puun tulee olla riittävän kosteaa – kuidutuksessa saadaan pitempiä kuituja. Kuiva puu kuoriutuu huonosti ja siihen voi tulla sienten aiheuttamaa värivikaa.**
- **Puun tulee olla vaaleaa – massan valkaisu on kallista. Talviaikainen puu on vaaleaa. Huono kuoriutuminen vähentää vaaleutta - 1% kuorta = 2–4 yksikköä vaaleudessa.**
- **Pitkäaikaisessa vesivarastoinnissa tai kastelussa kuoren tanniini voi värjätä puuainetta. Tanniiniväri on vaikeaa poistaa valkaisussa.**

Kuusihiomopuun laadun säilyttäminen – tutkitut vaihtoehdot

- **Kastelu – haihdunnan korvaava kastelu, kesto: huhti - syyskuu**
- **Vähähappinen varastointi – hapen korvaaminen hiilidioksidilla, kesto: huhti – syyskuu**
- **Kuorella peittäminen – hapen korvaaminen hiilidioksidilla, kesto: kesä – syyskuu**
- **Kylmävarastointi – yksi ja kaksi kesää kestänyt varastointi**

Tuloksia: kastelu - kuusihiomopuu

- **Kosteus:** Puuaineen kosteus lisääntyi kastelun aikana
- **Vaaleus:** Paras vaaleus oli kuoritulla puulla. Talvikaatoisen puun vaaleus oli parempi kuin toukokuussa kaadetun, ero oli suurin alkukesällä.
- **Värimuutokset:** Puuaineeseen ei tullut sinistymää. Kuorelliseen puuhun tuli vähän tummumaa kuoren alle.
- **Johtopäätös:** Toteutettu kastelu sai puun säilymään jalostuskelpoisena kosteuden ja värin suhteen.
- **Mietittävää:** Kuoritun puun hyvä vaaleus kastelussa!

Tuloksia: vähähappinen varastointi - kuusihiomopuu

- **Kosteus:** Alkukosteus säilyi varastoinnin ajan
- **Vaaleus:** Alentui 6 yksikköä
- **Puuainemuutokset:** Tummumaa kuoren alla, lahoa vioittuneen kuoren alla
- **Johtopäätös:** Toteutettu menetelmä ei soveltunut kuusihiomopuun varastointiin.
- **Mietittävää:** Luontaisesti syntyvän vähähappisen tilan hyödyntäminen.



Tuloksia: kuorella peittäminen - kuusihiomopuu

- **Kosteus:** Puu kuivui varastoinnin aikana
- **Vaaleus:** Tummumaa kuoren alla
- **Puuainemuutokset:** Pölkkyjen päissä oli lahoa 0,5 – 1,0 metrin matkalla. Sinistymää ei ollut.
- **Johtopäätös:** Toteutettu menetelmä ei soveltunut kuusikuitupuun varastointiin.
- **Mietittävää:** Mitä aikainen aloitus ja viileys vaikuttaisivat?



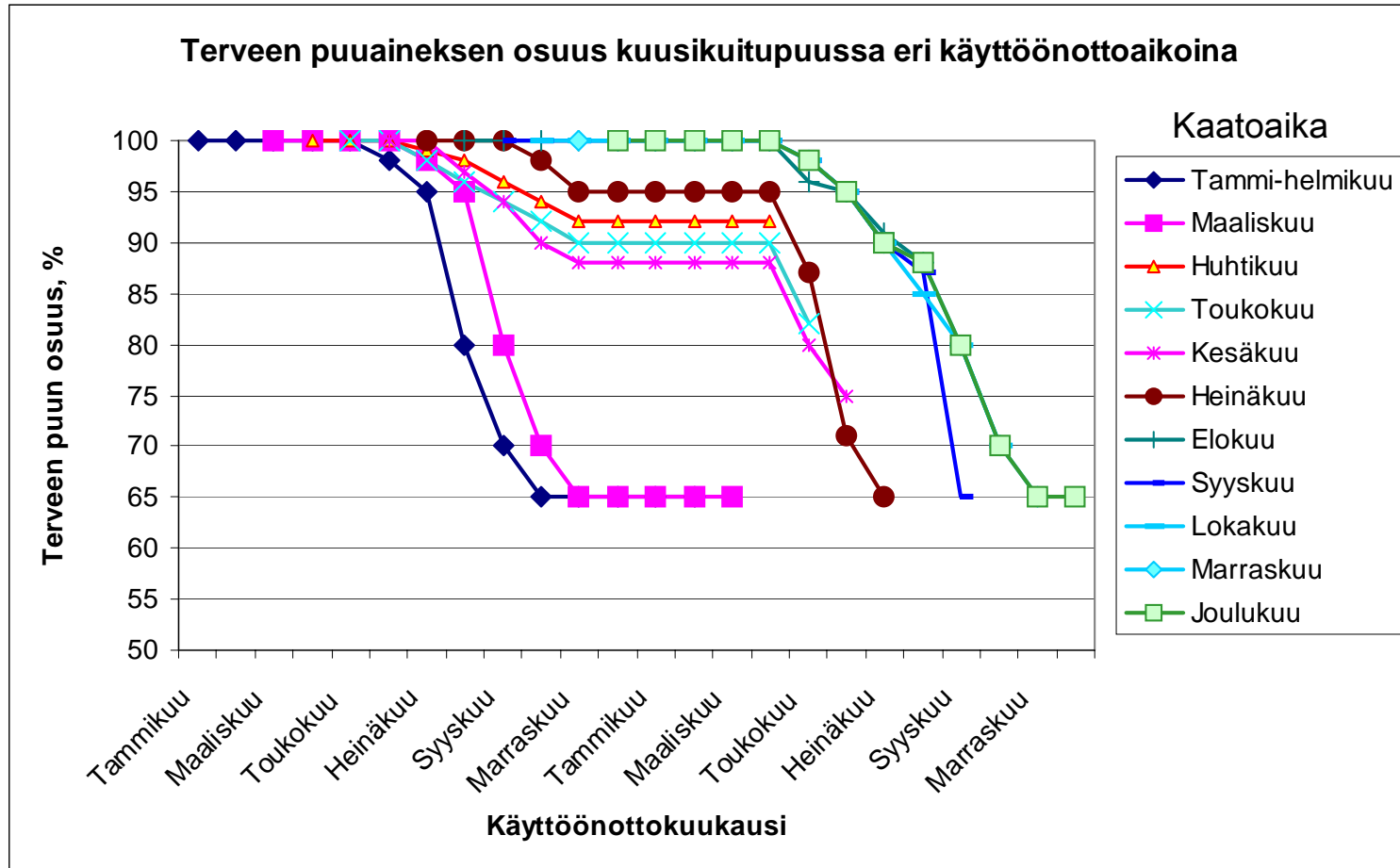
Tuloksia: kylmävarastointi - kuusihiomopuu

- **Kosteus:** Säilyi kylmävarastoinnin ajan lähes muuttumattomana
- **Vaaleus:** Puu säilyi kelvollisen vaaleana. Ei merkittäviä vaaleusmuutoksia varastointiajan pidentyessä (2 kesää)
- **Puuainemuutokset:** Ei merkittäviä puuainemuutoksia
- **Johtopäätös:** Kylmävarastointi on hyvä menetelmä kuusikuitupuun laadun säilyttämiseen.

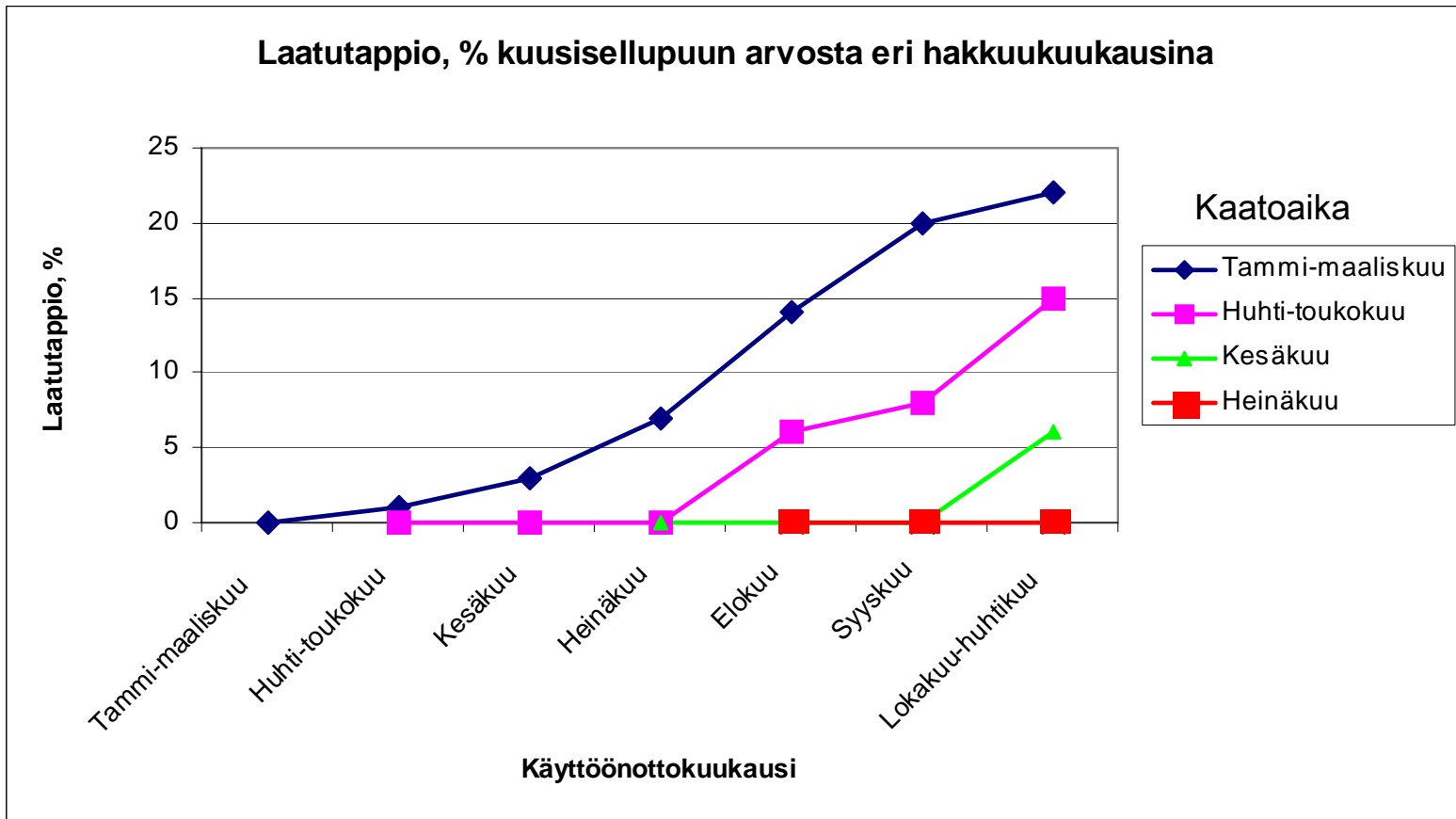
Yhdistelmä tuloksista: kuusihiomopuun varastointimenetelmät

- **Kastelu – Toimiva menetelmä. Kastelun toteutustapa vaikuttaa tulokseen.**
- **Vähähappinen varastointi – Ei säilytä laatua riittävän hyvin. Tarvitaan menetelmäkehitystä.**
- **Kuorella peittäminen – Ei toiminut kokeilussa muodossa. Tarvitaan menetelmäkehitystä.**
- **Kaadon ajoitus – Kaadon ajankohta vaikuttaa puun vaaleuteen.**

Lahon kehitys kuusikuitupuussa



Kuusisellupuun varastoinnin laatutappio



Kuusihiomopuun kokonaistaloudellisesti edullinen varastointi

Puutavaralaji	Kuusi-hiomokuitupuu	
Käyttöönottoaika	Hakkuuaika	
	Tammi-maaliskuu	Huhti-kesäkuu
Tammi-maaliskuu		
Huhti-toukokuu		
Kesäkuu	Kastelu ?	
Heinäkuu	Kastelu, kylmävarasto	Kastelu
Elokuu	Kastelu, kylmävarasto	Kastelu
Syyskuu	Kastelu, kylmävarasto	Kastelu
Lokakuu-huhtikuu	Kylmävarasto	

Kuusisellupuun kokonaistaloudellisesti edullinen varastointi

Käyttöönottoaika	Hakkuuaika
	Tammi-maaliskuu
Tammi-maaliskuu	
Huhti-toukokuu	
Kesäkuu	Uitto
Heinäkuu	Kastelu, uitto
Elokuu	Vesivarasto, kastelu, kylmävarasto, uitto
Syyskuu	Vesivarasto, kastelu, kylmävarasto, uitto
Lokakuu-huhtikuu	Kastelu, kylmävarasto

Koivuvaneritukkien laadun säilyttäminen

- **Sienet pystyvät aloittamaan toimintansa kaatotuoreen puun kosteudessa**
- **Kesäaikaisessa varastoinnissa tukkien päihin tulee ruskeaa värivikaa**
- **Värivikaa seuraa nopeasti laho**
- **Tukkien kuivuminen aiheuttaa halkeamia päihin ja pintakerrokseen**

Koivuvaneritukkien laadun säilyttäminen – tutkitut vaihtoehdot

- **Tukkien päiden käsittely – tarkoitus estää hapen pääsy puun sisäosiin**
- **Vähähappinen varastointi – hapen korvaaminen hiilidioksidilla, kesto: huhti – syyskuu**
- **Kuorella peittäminen – hapen korvaaminen hiilidioksidilla, kesto: kesä – syyskuu**
- **Kastelu – kosteuden lisääminen**
- **Kylmävarastointi – kosteuden ja viileyden säilyttäminen**

Tuloksia: tukkien päiden käsittely parafiinilla

- **Kosteus ja värivika viilussa: Ei merkittäviä eroja käsiteltyjen ja käsittelemättömien välillä**
- **Laho viilussa: Alkukesällä ei lahoa. Loppukesällä käsitellyissä tukeissa oli lahoa vähemmän kuin käsittelemättömissä.**
- **Johtopäätökset: Käsittely ei estänyt värivikaa, mutta vähensi lahoa ja tukkien päiden halkeilua.**
- **Mietittävää: Mikä aiheuttaa värivian ja voidaanko se estää ”oikealla” käsittelyaineella?**

Tuloksia: vähähappinen varastointi - koivuvaneritukit

- **Kosteus: Kosteus lisääntyi varastoinnin aikana**
- **Värivika viilussa: Värivikaa oli tukkien päissä**
- **Laho viilussa: Lahoja oli syksyllä vähän. Vähiten saman kaatoerän puista.**
- **Johtopäätökset: Värivika ei estynyt. Laho syntyminen hidastui.**
- **Mietittävää: Lisäisikö viileys vähähappisuuden vaikutuksia?**



Tuloksia: kuorella peittäminen - koivuvaneritukit

- **Kosteus: Kuorella peittäminen esti halkeamat**
- **Värivika ja laho viilussa: Värivika ja laho lisääntyivät kuoren alla. Poikkeus: Kuoren alla kastelussa ollut erä säilytti laadun melko hyvin.**
- **Johtopäätökset: Kuorella peittäminen huononsi laatua, poikkeuksena kasteltu erä.**
- **Mietittävää: Toimiiko menetelmä erilaisella toteutuksella ja ajoituksella?**



Tuloksia: kylmävarastointi - koivuvaneritukit

- **Kosteus: Kosteus säilyy varastoinnin aikana**
- **Värivika viilussa: Värivika harvinaista ja jos, niin vähäistä**
- **Laho viilussa: Varastoinnin aikana ei tullut lahoa**
- **Johtopäätökset: Toimiva laadun säilytysmenetelmä. Ongelma rajallinen varastojen tekoaika.**

- **Mietittävää: Miten kylmävarastokautta voitaisiin jatkaa Etelä-Suomessa?**

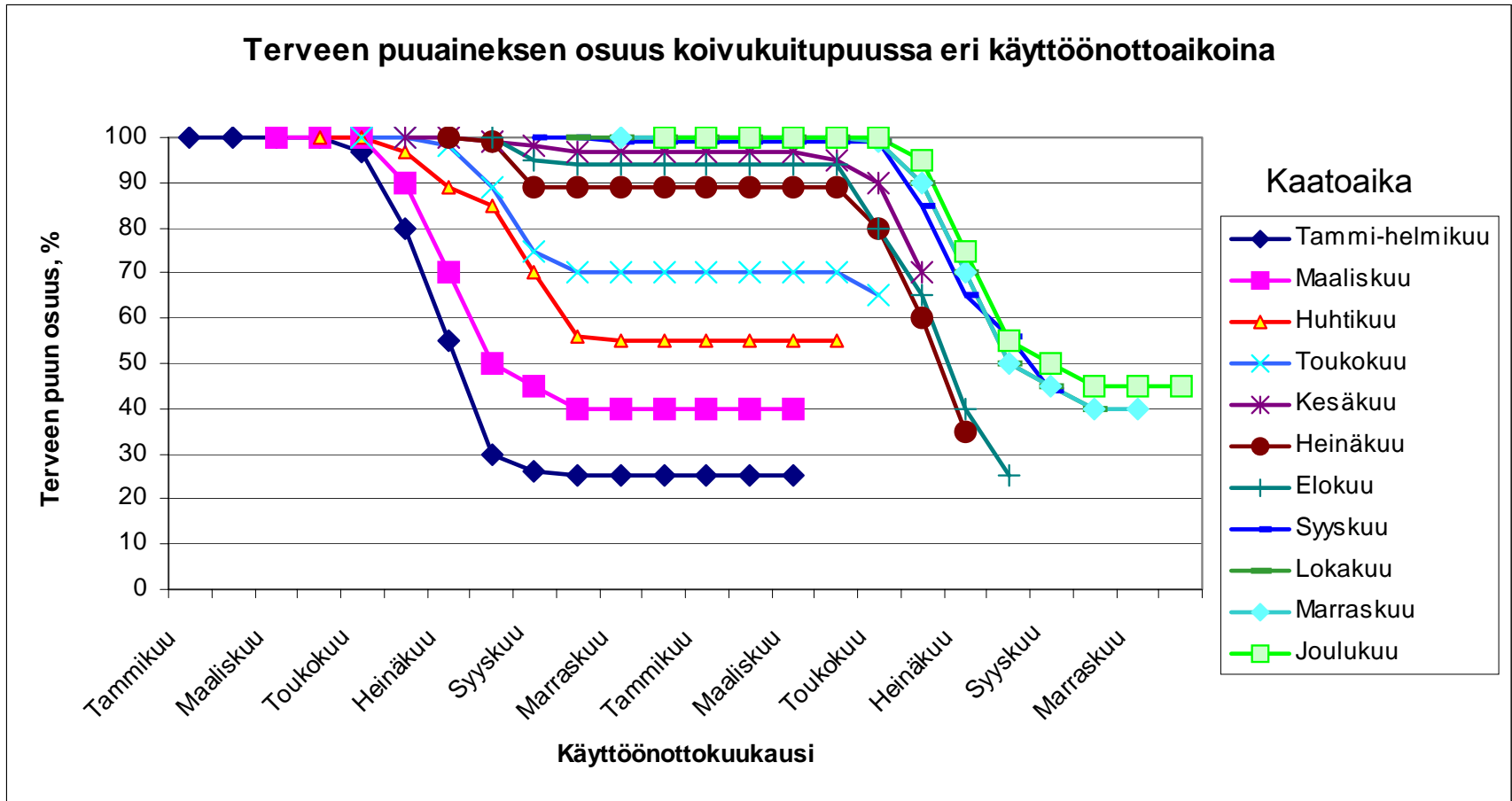
Tuloksia: kastelu - koivuvaneritukit

- **Kosteus:** Puuaineen kosteus lisääntyy kastelun aikana
- **Värivika:** Tukkien päihin tuli värivikaa. Kasteluv veden laatu ja määrä vaikutti tulokseen
- **Laho:** Laho ei ollut tai oli runsaasti kasteluv veden laadusta ja määrästä riippuen
- **Johtopäätökset:** Kastelu estää halkeamia sekä voi vähentää värivikaa ja estää lahon. Huonolaatuinen vesi voi toisaalta aiheuttaa suuria laatumenetyksiä.
- **Mietittävää:** kastelun ” oikea” toteutus – veden määrä ja laatu

Yhdistelmä tuloksista: koivuvaneritukkien varastointimenetelmät

- **Tukkien päiden parafiinikäsittely – Lahon määrä väheni, ei vaikutusta värivikaan**
- **Vähähappinen varastointi - Lahon määrä väheni, ei vaikutusta värivikaan**
- **Kuorella peittäminen – Huononsi puun laatua. Kuorella peitetyn kasan kastelu vähensi värivikaa ja lahoa.**
- **Kastelu –Säilytti tai huononsi laatua kasteluveden laadusta ja määrästä riippuen**
- **Kylmävarastointi – Torjui lahon ja pääosin värivian. Toimiva menetelmä**
- **Johtopäätös: Nykyiset varastointimenetelmät eivät takaa laadun säilymistä kesällä varastoitavalle puulle.**

Lahon kehitys koivussa



Koivuvaneritukkien laatumuutokset ja niiden estäminen varastoinnissa

- **Kuivumisvauriot: Halkeamia varastoinnissa, estettävissä kosteuden säilyttämisellä**
- **Väriasiat: Päistä lähtevää, estettävissä kylmävarastoinnilla, vähennettävissä kastelulla**
- **Laho: Päistä lähtevää, estettävissä kylmävarastoinnilla, vähennettävissä kastelulla ja vähähappisella varastoinnilla**
- **Kaatoajankohta: Talvella kaadettu puu säilyy paremmin kuin keväällä kaadettu.**