

# Koivun mekaaninen jalostus ja puutuotteiden käyttö

Erkki Verkasalo

Dendrologian Seura ry.  
Koivuseminaari, Tieteiden  
talo, Helsinki, 29.11.2024



**PUHTIA**



Pohjois-Karjalan  
MAAKUNTALIITTO



Euroopan unionin  
osarahoittama

# **Mekaaninen jalostus = PUUTUOTETEOLLISUUS**

**VANERITEOLLISUUS JA JATKOJALOSTUS**

**VIILUTEOLLISUUS: sorvattu ja leikattu viilu**

**SAHATAVARAN VALMISTUS JA JALOSTEET**

**-> HUONEKALUT JA KALUSTEET**

**-> RAKENNUSTUOTTEET JA TUOTEOSAT**

**-> ERIKOISPUUSEPÄNTUOTTEET**

# Vaneri- ja viiluteollisuus

**Koivuvaneritehtaat ovat suuria, pääasiassa suurten yritysten tuotantoyksiköitä, vuosikapasiteetti 30 000 – 150 000 m<sup>3</sup> vaneria - 6 tehdasta: UPM Plywood 2, MetsäWood 2, Koskisen Oy 1, Riga Wood Finland Oy 1**

**Käyttö / tuoteryhmät (tärkeimmät):**

1. Kulkuneuvoteollisuus: kuorma-autojen, perävaunujen, bussien ja konttien lattiat ja seinät
2. Laivanrakennus: risteilyalusten hytit ja sisusteet, LNG-tankkereiden eristekerrokset, pienen kokoluokan erikoissovellukset
3. Rakentaminen ja pakkaukset: rakennelevyt, betonivalumuotit, sisääkustiikkalevyt, tuulivoimaloiden siivet, lentokonerakenteet, suuret pakkauslaatikot ja kehikot, pilarien ja palkkien komponentit
4. Esteettinen käyttö: koti- ja toimistohuonekalut ja kalusteet (myös taivutettuna), lattiamateriaalit ja parketit, sisustuslevyt, monipuolinen koristekäyttö

**Viilutehtaat ovat pieniä erikoistuneita yksiköitä, osaksi suurissa yrityksissä ja osaksi perheyriksissä, vuosikapasiteetti 3000-10000 m<sup>3</sup> (joillakin tehtailla: 500-1500 m<sup>3</sup>) – 3 tehdasta: Mahogany Oy, Koskisen Oy, Hollolan Viilu ja Laminaatti Oy**

**Käyttö / tuoteryhmät:**

1. Pääasiassa pintamateriaaliksi esteettisiin kohteisiin: huonekalut ja kalusteet, seinälevyt, ovet, sisäkatot, vaativat sisustustuotteet
2. Lentokoneet, veneet
3. Avain-, käynti- ja asiointikortit
4. Muut erikoistuotteet: lamput, lelut, pienoismallit, muotopuristeet, liikelahjat, urheiluvälineet, asetukit



# Vaneri- ja viiluteollisuus

## Tyypillisiä vaneritukkeja



## Vanerin tuotantolinja



## Viilun sorvaus



## Viilun leikkaus

# Vaneri- ja viiluteollisuus

## Perusvaneri



## Vaneri- ja viilujalosteita



**Koivun etuja: jäykkyys, lujuus, kovuus, taipuisuus (höyrytettynä), pinnoitettavuus, pintakäsiteltävyys, työstettävyys, ympäristöystävällisyys. Heikkouksia: kosteuden- sään- ja lahonkesto, liika vaaleus (?)**



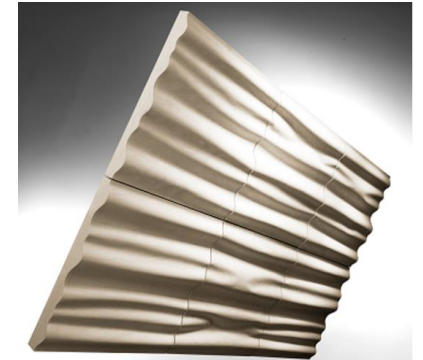
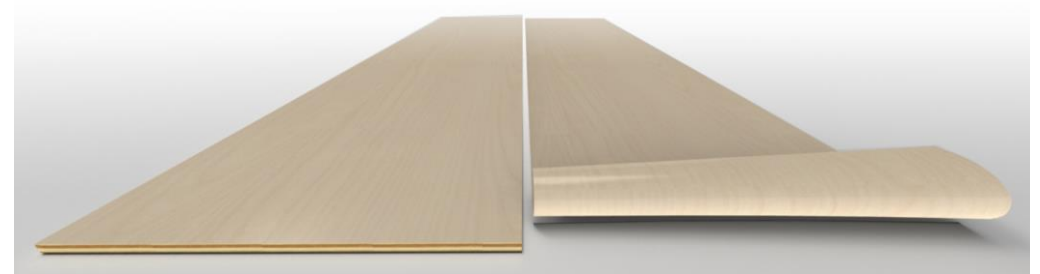
# Viiluteollisuus

## Viilutukkeja



**Koivun etuja: keveys, kestävyys, taipuisuus, työstettävyys, ympäristöystävällisyys, kierrätettävyys. Heikkoudet samat kuin vanereilla.**

## Viilu ja ohutviiluvaneri



# Visa- ja loimukoivu



Birch veneers, rotary cut



Curly birch veneer, rotary cut



Flame birch veneer, rotary cut





# Sahaus ja tuotteet

Koivusahat pieniä pk-yrityksiä ja tuotanto hajanaista vaneritehtaisiin verrattuna – 3 teollisen mittaluokan yritystä: Haka-Wood Oy suurin, lisäksi paikallissahojen verkostoja vetureina Niemen tehtaas ja Vitra AG Finland = Artek Oy + Korhonen huonekalutehdas, lisäksi esim. Fiskarsin Laaturuu Oy piensaha ja terminaali, JR-Forest saha ja Sahayrittäjät ry:n jäsenyrityksiä.

Tuotantolaitokset erikoistuneita tuotesegmentin, markkina-alueen ja tuotantoteknologian mukaan. Pienillä sahoilla läpisahaus sirkkelillä tai vannesahalla, isoimmilla nelisahaus joko veistosahalla tai vanne-pyörosahalla.

Nykyisin sahataan vain järeää yli 17 – 20 cm:n tukkia, myös lyhyinä 3,1-3,4 metrin pölkkyyinä (Haka-Wood). Pikkutukin kaupallista sahausta oli vuosituhanne vaihteen molemmin puolin huonekaluliimalevyjen materiaaliksi (IKEA-vetoisesti).

Päätuotteet – koivu ei ole hyvä rakennus- tai pakkauspuu joten menee lähes kokonaan sisäkäyttöön: Huonekalut ja sisäkalusteet, lattialaudat ja parketit, portaas ja kynnykset, pilarien ja palkkien komponentit (esim. I-palkit), sisustuslistat ja paneelit – monet tuotteet myös lämpö- ja puristuskäsiteltyinä.



# Sahatavara ja jalosteet

**Tyypillisiä läpisaheita**



**Lattialautoja**



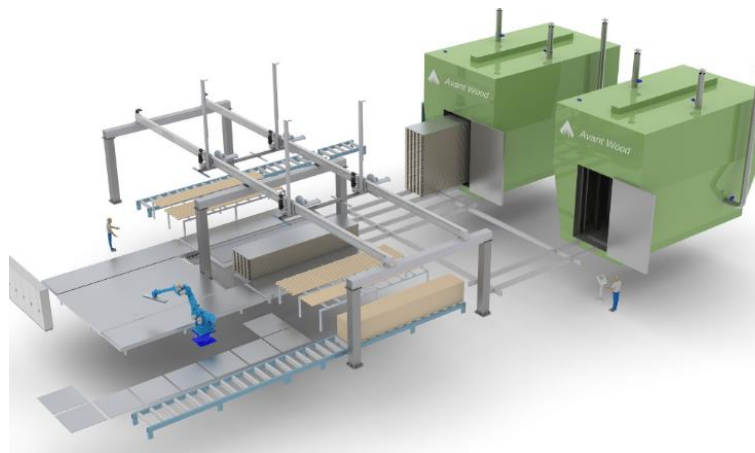
**Lämpökäsitelty**



**Saheiden lajittelua**



**Lämpö- ja puristuskäsittely**



Wood Stains for Birch



# Jatkojalosteet





# Jatkojalosteet



TIANJIN ZHIYI METAL PRODUCTS CO., LTD

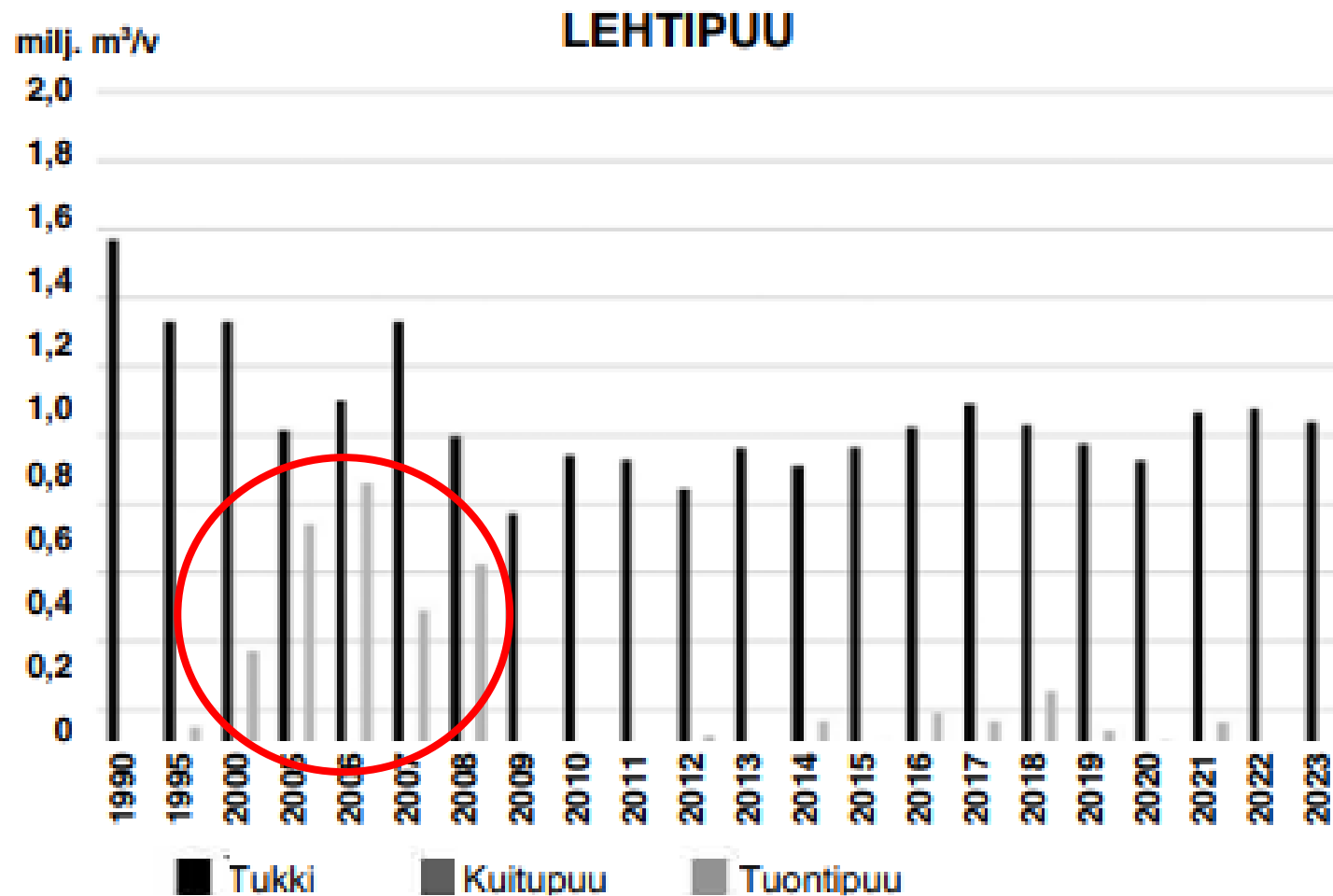




# Lehtipuut Suomen metsätilastoissa 2023, ml. koivut

|                                               | HAVUPUUT – LEHTIPUUT<br>(KOIVU) | KAIKKI               |
|-----------------------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| <b>Puusto, Mm3</b>                            | 2046 - 504 (420)                | 2,550                |
| <b>Kasvu, Mm3/v.</b>                          | 80,5 – 23,1 (19,1)              | 103,6                |
| <b>Suurin hakkuukertymä 2019-2028, Mm3/v.</b> | 65,1 – 14,7                     | 79,8                 |
| - Tukit                                       | * 2,4                           |                      |
| - Kuitupuu                                    | * 10,2                          |                      |
| - Energiapuu (runkopuu)                       | * 2,1                           |                      |
| <b>Kokonaispostuma, Mm3</b>                   | 64,8 – 22,0                     | 86,8                 |
| <b>Kotimaan hakkuut, Mm3</b>                  | 57,6 – 15,1                     | 72,7                 |
| - Tukit                                       | * 26,4 – 1,2                    | * 27,6               |
| - Kuitupuu                                    | * 11,4 – 8,3                    | * 19,7               |
| - Energiapuu (runkopuu)                       | * 5,5 – 5,7                     | * 11,2               |
| <b>Teollisuuspuun käyttö, Mm3</b>             | 52,3 – 7,9                      | 61,2                 |
| - Tukit                                       | * 22,8 (tuonti 0,03) – 1,0      | * 23,8 (tuonti 0,03) |
| - Kuitupuu                                    | * 28,5 – 8,2                    | * 36,7 (tuonti 2,6)  |
| - Hake ja sahanpuru                           | * N.A.                          | * 9,2 (tuonti 0,7)   |
| <b>Energiapuun käyttö, Mm3</b>                | N.A.                            | 22,5                 |
| - Metsähake                                   |                                 | *11,0                |
| - Teollisuuden sivutuotteet                   |                                 | *10,1                |
| - Pelletit ja briketit                        |                                 | *0,3                 |
| - Kierrätyspuu                                |                                 | *1,1                 |

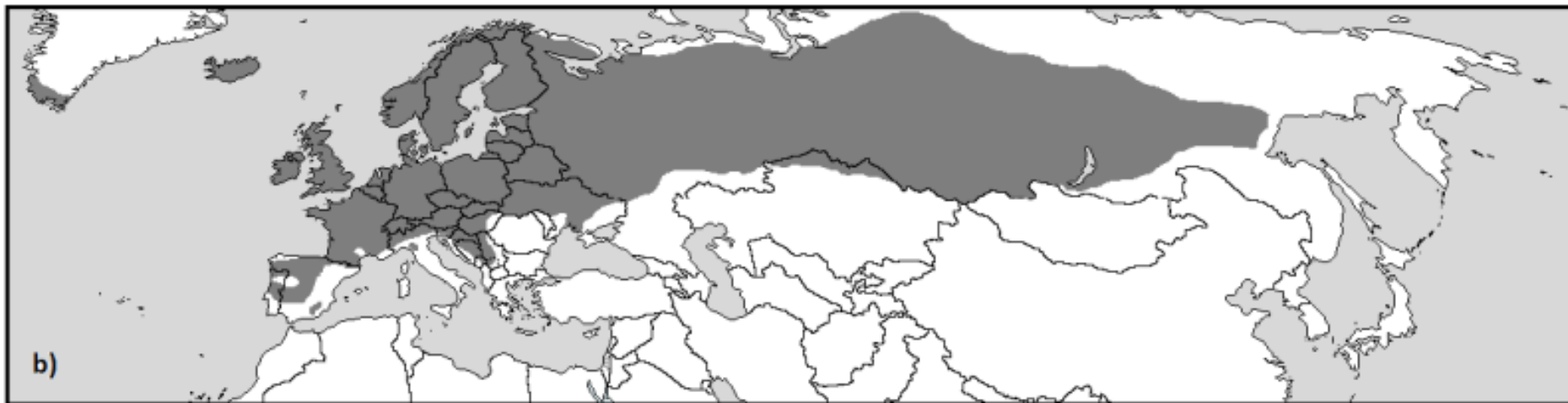
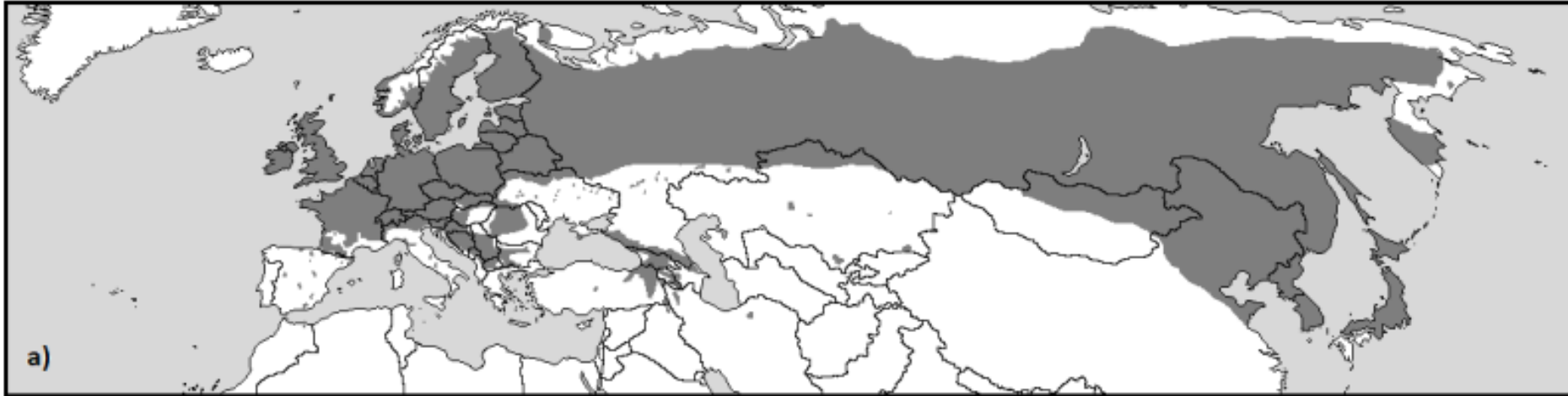
# Lehtipuun käyttö Suomen puutuoteteollisuudessa



Koivun osuus lehtipuun käytöstä yli 95 %, vaneriteollisuudessa lähes 100 % ja sahateollisuudessa yli 80 % (luvut arvioita) !



# Rauduskoivu (a) ja Hieskoivu (b) – luontainen levinneisyys Euraasiassa / Héloïse Dubois et al., Forestry (2020)

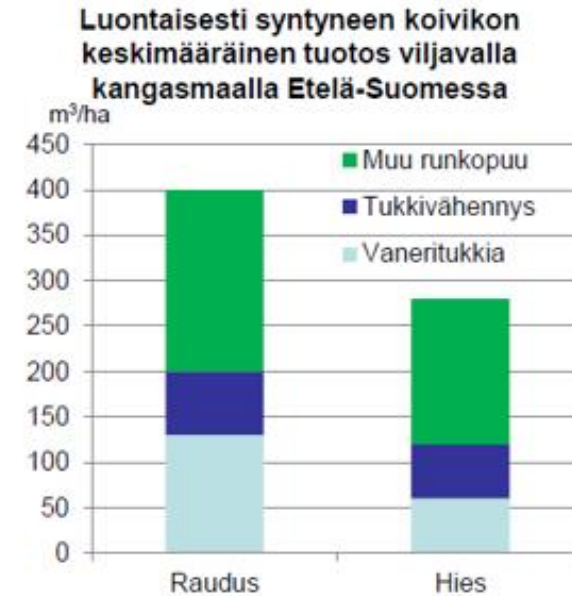


# Rauduskoivu ja hieskoivu ovat kaksi eri puulajia!

1. Kasvupaikkavaatimukset: Raudus viljavilla kivennäis- ja peltomailla, hies turvemailla ja keskiviljavilla kivennäis- ja peltomailla (vähemmän vaatelias)
2. Uudistumistapa: Molemmat luontaisesti, hies erityisesti vesasyntyisesti – raudusta kannattaa istuttaa (jalostushyöty)
3. Kasvu ja tuotos: Raudus selvästi parempikasvuinen ja rappeutuminen alkaa vanhempana (biologinen ikä), runko suurempi ja solakampi, vähemmän vikoja
4. Kasvatustapa: Raudus reagoi paremmin harvennuksiin kuin hies, harvennetaan useammin (2-3 krt. vs. 1-2 krt.) ja kiertoaika voi olla pidempi (60-70 v. vs. 40-50 v.) Istutusraudus nopeasti tukkipuuksi (45-50 v.), hies yleensä kuitu- ja energiapuuksi.
5. Genetiikka: Rauduksella enemmän luontaista vaihtelua kasvussa, osin myös laadussa - täten enemmän jalostuspotentiaalia
6. Erikoismuodot: Rauduksella arvokkaita erikoispiirteitä, kuten visa- ja loimukoivu

# Raudus- ja hieskoivun luontaiset laatuero

- Rauduskoivut kasvavat järeämmiksi ja suuremmiksi – syynä puulaji sinänsä, mutta myös kasvupaikka, joka on rauduksella keskimäärin parempi. Mutkaisuuden lisäksi hieskoivulla esiintyy enemmän pehmeää lahoa sekä paksuja tai lahoja oksia.
- Puuaineen tiheyden ja muiden ominaisuuksien osalta koivulajit eivät toisistaan juurikaan poikkea.
- Viljavalla kivennäismaalla hieskoivu tuottaa tukkikokoista puuta noin 60 % rauduksen tuotoksesta. VMI:n mukaan tukkivähennys Etelä-Suomessa on rauduksella 30-40 % ja hieksellä noin 50 % (kuusi 15 ja mänty 20).



**HUOM! RAUDUS- JA HIESKOIVUA EI EROTELLA PUUNHANKINNASSA, TEHTAILLA TAI MUISSA KÄYTTÖPISTEISSÄ. LAJITTELU TAPAHTUU JÄREYDEN JA LAADUN MUKAAN.**



# Hies- ja rauduskoivikot päätehakkuuvaiheessa / Erkki Verkasalo, MT 717 (1997)



Verraten laadukas hieskoivikko, ruohoturvekangas (Tuusula)



Metla/Erkki Oksanen

Huippulaatuinen istutettu rauduskoivikko, lehtomainen kangas (Säynätsalo)



Kaskimaalle syntynyt järeä, melko normaalilaatuinen rauduskoivikko, lehtomainen kangas (Kontiolahti)

## Huom!

1. Järvi-Suomen vaneritehtaiden koivutukeista on lähes puolet päätelty olevan hieskoivua, joten tukkia siitäkin on kasvanut.
2. Myös Venäjän lähialueilta hankitusta koivutukista on ollut yllättävän suuri osuus hieskoivua (Arponen 2007)

# Hies- ja rauduskoivutukit päätehakkuista / Erkki Verkasalo, MT 717 (1997)



# Hies- ja rauduskoivun hakkuukertymä / Erkki Verkasalo, MT 717 (1997)

**Taulukko 16.** Keskimääräiset puutavaralajien kertymät ja rungon keskikoko päätehakkuuvaiheen hieskoivikoissa eri kasvupaikoilla Pohjanmaalla, 600 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua hehtaarilla (Verkasalo 1997b).

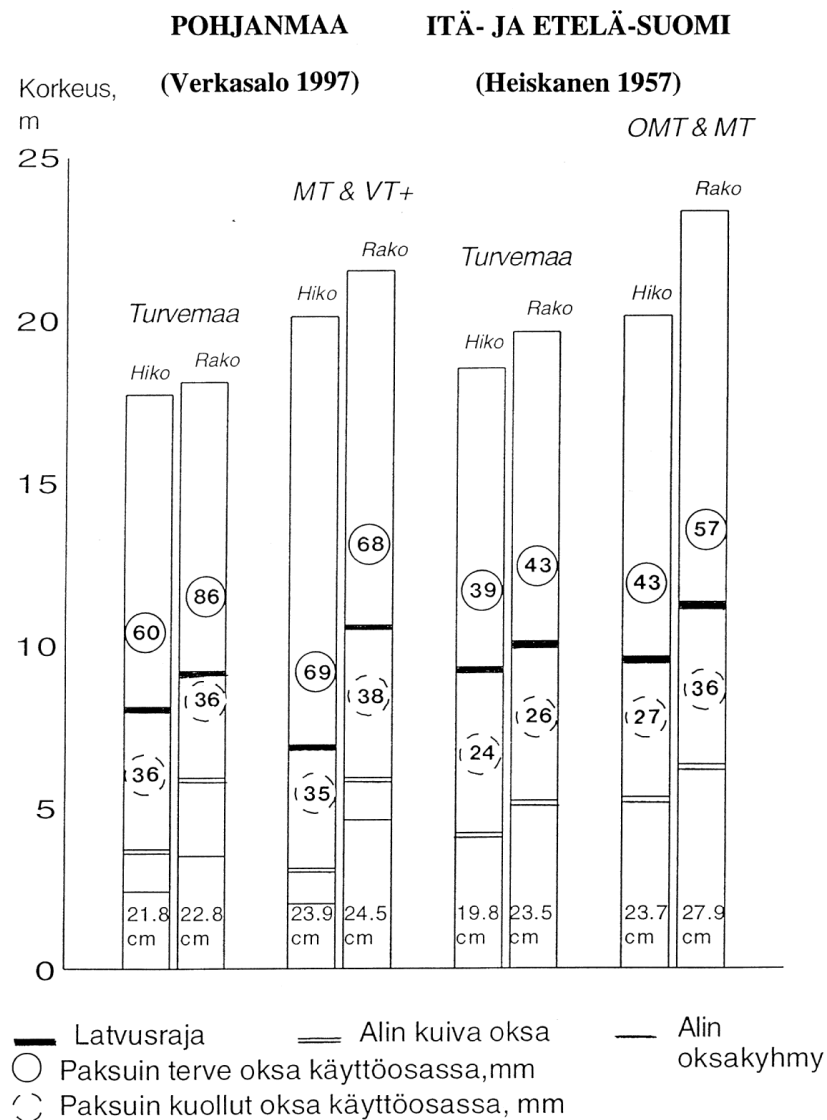
| Kasvupaikkaluokka              | Vaneritukki        |    | Kuitupuu           |    | Yhteensä<br>m <sup>3</sup> /ha | Keskirunko<br>dm <sup>3</sup> |
|--------------------------------|--------------------|----|--------------------|----|--------------------------------|-------------------------------|
|                                | m <sup>3</sup> /ha | %  | m <sup>3</sup> /ha | %  |                                |                               |
| Ruohoinen turvemaa             | 26                 | 18 | 112                | 82 | 138                            | 230                           |
| Mustikka-suursarainen turvemaa | 15                 | 11 | 113                | 89 | 128                            | 210                           |
| Puolukka-piensarainen turvemaa | 9                  | 8  | 73                 | 92 | 82                             | 137                           |
| Tuore kangas (MT)              | 141                | 57 | 107                | 43 | 248                            | 413                           |
| Kuivahko kangas (VT+)          | 22                 | 16 | 98                 | 84 | 120                            | 200                           |

**Taulukko 17.** Keskimääräiset puutavaralajien kertymät ja rungon keskikoko päätehakkuuvaiheen raudus- ja hieskoivuvaltaisissa metsiköissä eri maaluokissa Pohjanmaalla, 600 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua hehtaarilla (Verkasalo 1997b).

| Kasvupaikkaluokka                          | Vaneritukki        |    | Kuitupuu           |    | Yhteensä<br>m <sup>3</sup> /ha | Keskirunko<br>dm <sup>3</sup> |
|--------------------------------------------|--------------------|----|--------------------|----|--------------------------------|-------------------------------|
|                                            | m <sup>3</sup> /ha | %  | m <sup>3</sup> /ha | %  |                                |                               |
| Kivennäismaa (MT, VT+),<br>raudusvaltainen | 99                 | 38 | 122                | 62 | 221                            | 368                           |
| Kivennäismaa (MT, VT+),<br>hiesvaltainen   | 64                 | 31 | 101                | 69 | 165                            | 275                           |
| Turvemaa, hiesvaltainen                    | 17                 | 22 | 100                | 78 | 117                            | 195                           |



# Hies- ja rauduskoivu vaneripuuna / Erkki Verkasalo, MT 717 (1997)

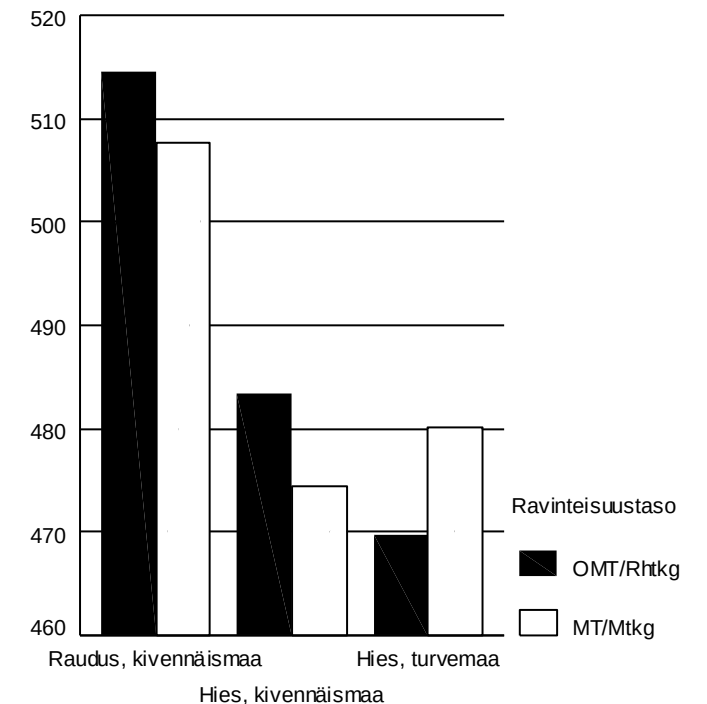


# Hies- ja rauduskoivun puuaine / Henrik Heräjärvi, MT871 (2002)

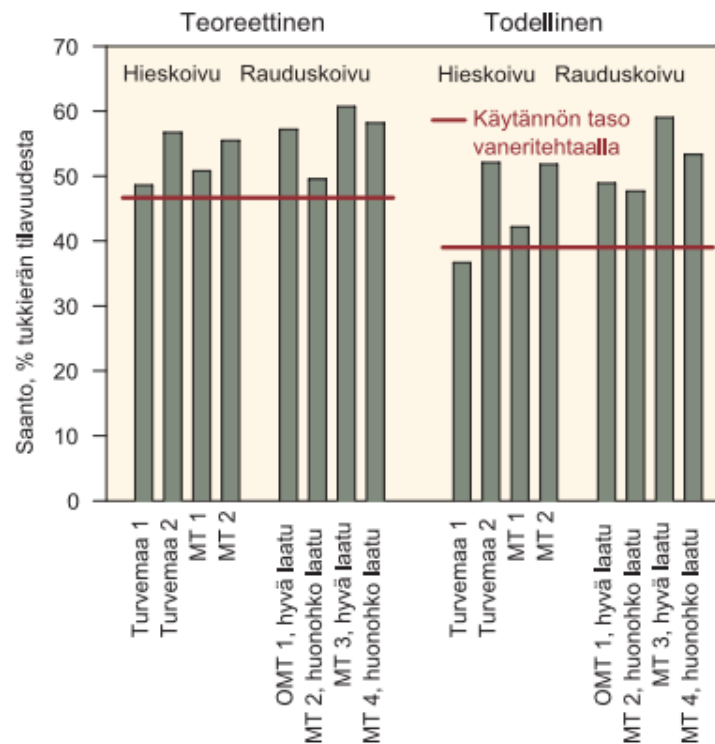
**Taulukko 1. Virheettömän runkopuun kuivatuoretiheyden ja eräiden mekaanisten ominaisuuksien keskiarvot ja –hajonnat järeissä kivennäismaiden (OMT, MT) raudus- ja hieskoivuissa sekä turvemaiden (Rhtkg, Mtkg) hieskoivuissa (Heräjärvi 2004a,b).**

|                       | Kuivatuoretiheys<br>kg/m <sup>3</sup> | Taivutuskimmokerroin<br>GPa | Taivutusmurtolujuus<br>MPa | Brinell kovuus<br>MPa |
|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------|
|                       | Keskiarvo (keskihajonta)              |                             |                            |                       |
| Raudus, kivennäismaat | 511,9 (41,5)                          | 14,5 (2,1)                  | 113,9 (14,7)               | 23,4 (4,4)            |
| Hies, kivennäismaat   | 478,0 (30,8)                          | 13,3 (2,1)                  | 104,7 (14,6)               | 20,3 (3,8)            |
| Hies, turvemaat       | 491,9 (39,5)                          | 13,0 (1,6)                  | 103,0 (13,0)               | 21,7 (4,3)            |

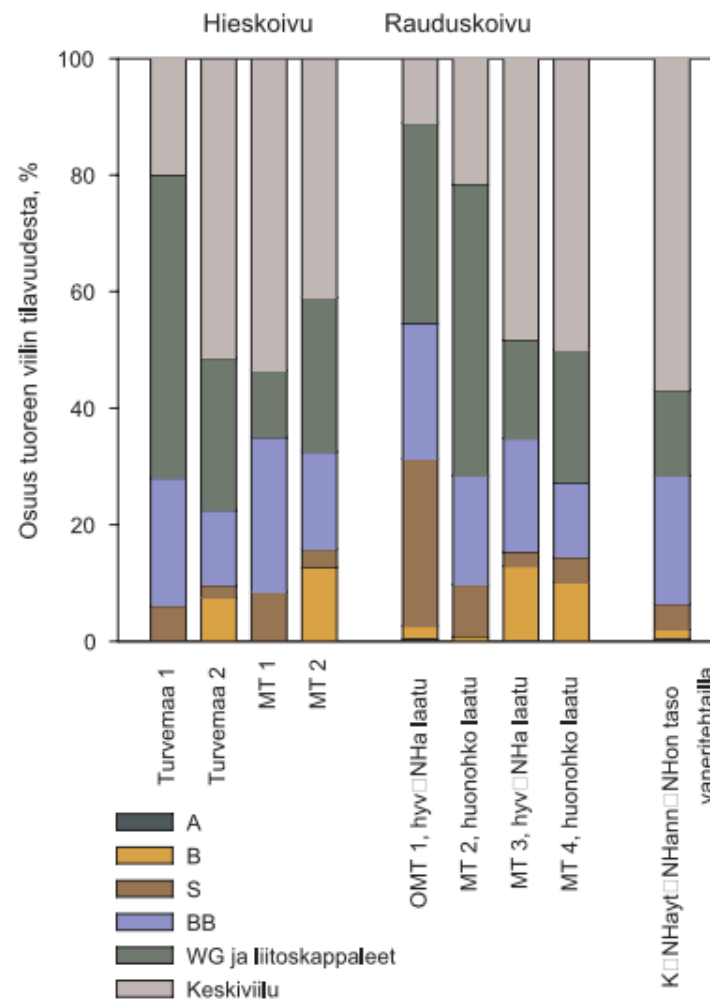
Puuaineen kuivatuoretiheyden vaihtelu ravinteisuustason mukaan kivennäismaiden (OMT, MT) raudus- (N=1423) ja hieskoivunäytteissä (N=1292) sekä turvemaiden (Rhtkg, Mtkg) hieskoivunäytteissä (N=771) (Heräjärvi 2004a,b).



# Hies- ja rauduskoivu vaneriviiluna / Erkki Verkasalo, MT 947 (2006)



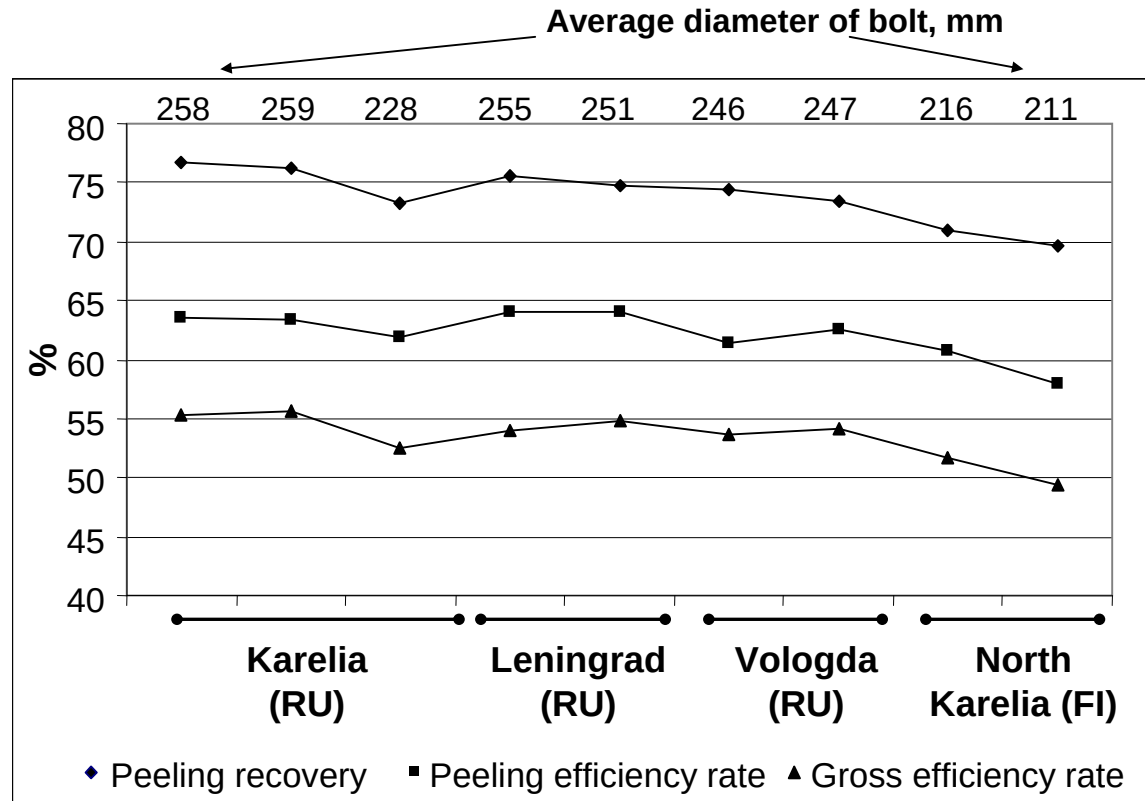
**Kuva 22.** Tuoreen viilun teoreettinen ja todellinen tilavuussaanto tukkien kuorellisesta tilavuudesta ruohoisten turvemaiden hieskoivuleimikoiden ja MT-OMT kivennäismaiden hies- ja rauduskoivuleimikoiden vaneritukkien koesorvaustutkimuksissa (Verkasalo 1987, 1990).



**Kuva 23.** Tuoreen viilun laatuluokkajakaumat turvemaiden hieskoivuleimikoiden ja MT-OMT kivennäismaiden hies- ja rauduskoivuleimikoiden vaneritukkien koesorvaustutkimuksissa (Verkasalo 1987, 1990).



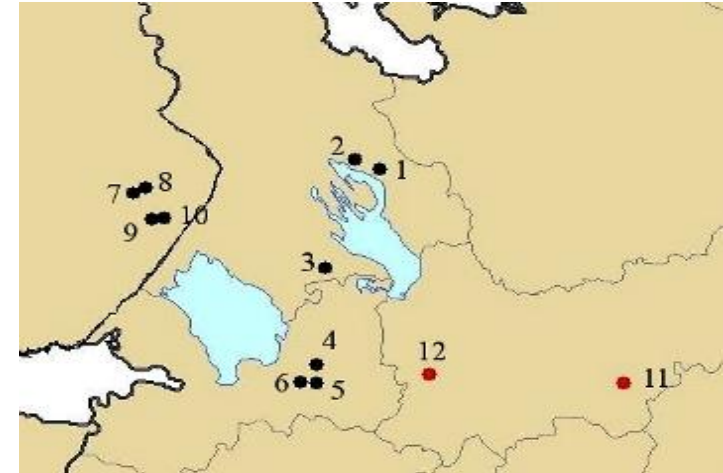
# Itä-Suomen istutusrauduskoivu vs. Venäjän tuontikoivu / Juha Arponen, pro gradu (2007)



**Peeling recovery:** Volumetric proportion of wet veneers of the volume of debarked, trimmed bolt

**Peeling efficiency rate:** Volumetric proportion of wet veneers of the volume of unbarked log

**Gross efficiency rate:** Volumetric proportion of dried and trimmed veneers of the volume of unbarked log

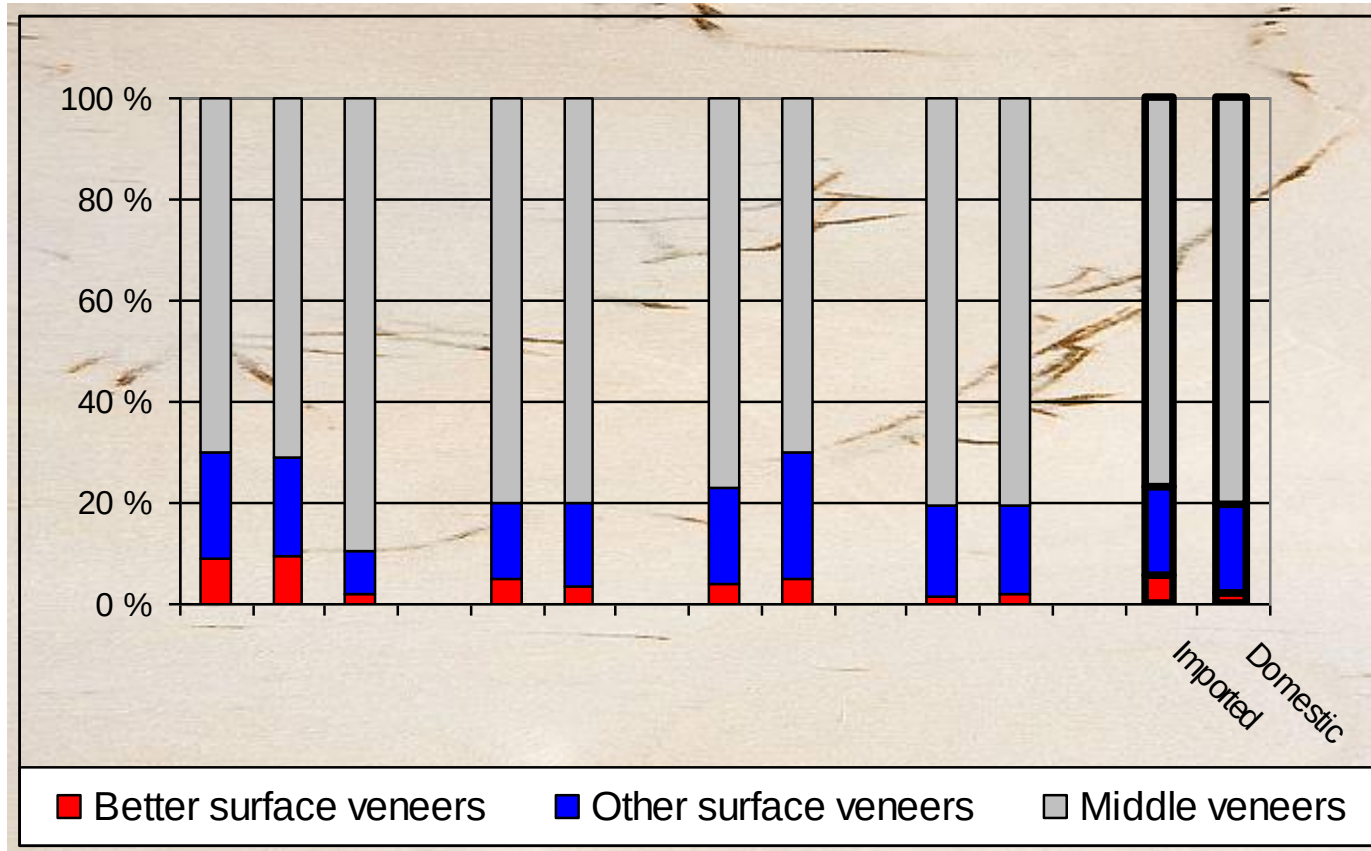


Koemetsiköt: Istutusrauduskoivu/ Pohjois-Karjala, Tuontikoivu / Koillis-Venäjä

**Keskisaannot kuorellisesta koivusta suomalaisilla vaneritehtailla, joissa moderni teknologia käytössä**

- Märkää viilua pölkyistä 70 %
- Märkää viilua tukeista 60 %
- Kuivaa viilua tukeista 55 %
- Perusvaneria tukeista 40-45 %

# Itä-Suomen istutusrauduskoivu vs. Venäjän tuontikoivu / Juha Arponen, pro gradu (2007)



**Viilujen laatujaumat: 7 venäläistä tuontikoivuerää ja 2 itä-suomalaista istutusrauduskoivuerää (=metsikköä)**

# Rauduskoivun uudistaminen / Pentti Niemistö, Metla/Luke

## Kasvupaikan valinta

- Viljavat kangasmaat, OMT, MT+
- Hieta- ja hiekkamoreenit parhaita, myös hietapellot hyviä
- Rinteisyys on +
- Turvemaata ja hyvin hienojakoinen maa ei käy rauduskoivulle, paksumultaisella kasvu on hyvä, mutta laatu huono

## Uudistamismenetelmä

### Istutus

- + Nopea kehitys ohi aran taimivaiheen
- + Tasainen taimikko > luont. karsiutuminen
- + Jalostuksen hyödyt
- Arka hirvi- ja myyrätuhoille
- Huono oksaisuuslaatu

### Luontainen (tai kylvö)

- + Tiheä taimikko > ohuet oksat
- + Sekapuusto > vähemmän ruskotäpliä
- Hidas kehitys ja epätasainen taimikko
- Jalostuksen hyödyt jäävät käyttämättä



# Rauduskoivun laatukasvatus – periaatteet / Pentti Niemistö, Metla/Luke

## Edellytykset

- rauduskoivu (Etelä- ja Keski-Suomen sisämaa)
- viljavat ja ilmavat moreenikankaat (tai hieno hiekka/karkea hieta)
- ei hirvituhoalttiilla alueella, ei myyrähuippujen edellä

## Kasvatus

- Laatukasvatusketjut

## Sadonkorjuu

- kasvatetaan järeäksi - ei yli 40 cm
- vältetään hakkuuta keväällä ja alkukesällä (väriviat, halkeamat)
- manuaalinen hakkuu tai katkonta?
- nopeasti tehtaalle, lumivarasto tai vesivarasto + kastelu

# Rauduskoivun laatukasvatusketjut – vaihtoehtoiset tavoitteet / Pentti Niemistö, Metla/Luke

**Ketju 1** Hyvä sorviviilulaatu ja kohtuullinen sahatavaralaatu – ilman pystykarsintaa

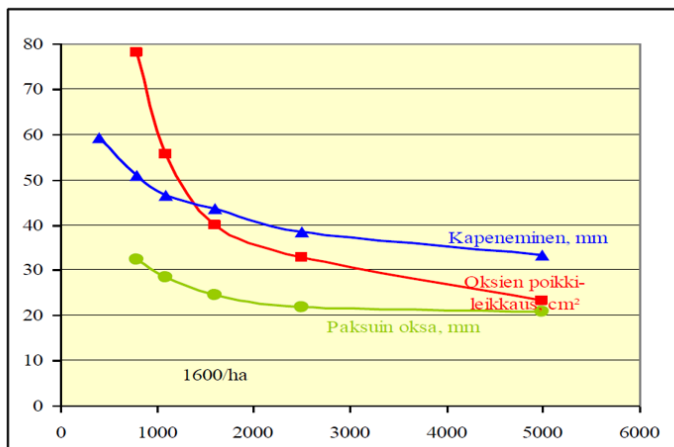
**Ketju 2** Erinomainen sorviviilu- ja sahatavaralaatu

**Ketju 3** Erikoistyvien kasvatus puhtaissa koivikoissa – korkealaatuiseksi viiluksi tai puusepänpuuksi

**Ketju 4** Erikoistyvien kasvatus sekametsissä – korkealaatuiseksi viiluksi tai puusepänpuuksi

# Rauduskoivun laatukasvatus - erityispiirteitä / Pentti Niemistö, Metla/Luke

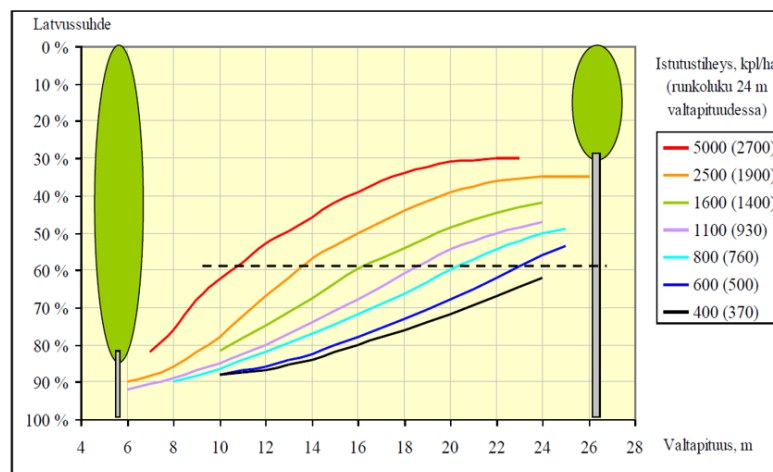
Istutustaimikon tiheyssuositus on 1600 kpl/ha (2,5 m välein), erittäin viljavilla kasvupaikoilla 2000/ha, istutuskoivun laatu ei näytä oleellisesti hyötävän suuremmasta tiheydestä



Ruskotäpläkärpäsen toukka ja syömäjäljet



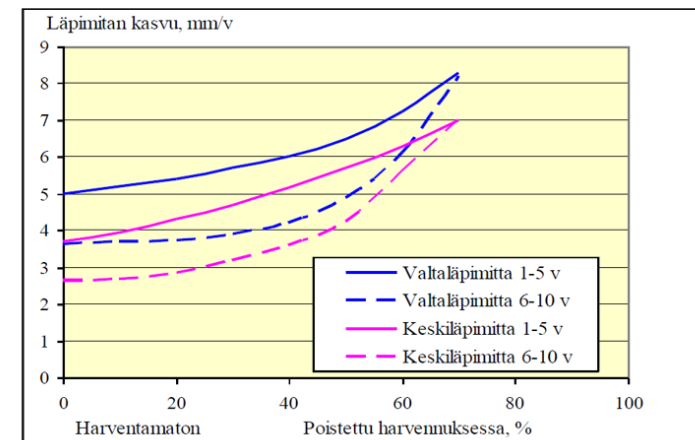
Rauduskoivun latvukset supistuvat nopeasti



Tikanjäljet pintapuussa



Rauduskoivikon harvennus järeyttää myös suurimpia valtapuita, paksut lustot eivät heikennä puun laatua



Parhaat laatukoivut kasvavat hoidetuissa sekametsissä?

- taimivaiheen voituksia vähän
- oksaisuus vähäisempi + luontainen karsiutuminen
- ruskotäplää vähemmän





# Rauduskoivun laatukasvatus - yhteenveto / Pentti Niemistö, Metla/Luke

- Olennaisinta taimikon tasaisuus, myöhemmin puuston riittävä harvuus ja puiden laatuvalinta: oksat ja oksista aiheutuvat väriviat alentavat laatua eniten
- Karsimatta normaali hyvä laatu saavutetaan koivikon ensiharvennukseen mennessä tiheydessä 1600/ha, suurempi tiheys eli max. 2000/ha tarvitaan erityisen viljavilla mailla – laatu ei hyödy olennaisesti suuremmasta tiheydestä
- Voimakas ensiharvennus (700 kpl/ha) laatu huomioiden, toisessa harvennuksessa n. 15 vuoden kuluttua voidaan poistaa heikompilaatuisia tukkipuita
- Laatukoivikko kasvatetaan järeäksi, harvassa ja riittävän pitkään (järeät tyvitukit, terveoksaïset latvatukit)
- Oikea-aikaisella ja huolellisella pystykarsinnalla, yhdistettynä riittävään kasvutilaan ja voimakkaaseen harvennukseen saadaan lisää laatua – rauduskoivun karsiminen on puulajeistamme kannattavinta!

# Koivupuun laadun säilyttäminen - erityispiirteitä

**Korjuu-, hakkuu- ja käsittelyvauriot estettävä**



**Tukkien lumivarastointi säilyttää laadun tehokkaasti**



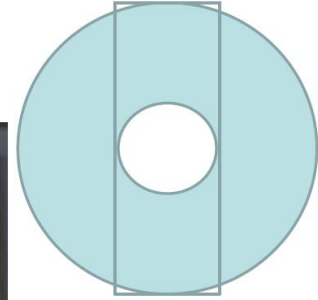
**Värivikojen ja varastolahon eteneminen 2. kesän aikana**



**Hyönteisvial ja pystylaho**



**Puhtaan koivupuun saanto riippuu huonolaatuisen "sydänpuun" läpimitasta ja rungon järeydestä**



# Kiitos mielenkiinnosta



Erkki Verkasalo  
Sähköp. [erkki.verkasalo@luke.fi](mailto:erkki.verkasalo@luke.fi)  
Puh. +358 50 391 3020