

PUUN LAADUN SÄILYTTÄMINEN



PUUN LAADUN SÄILYTTÄMINEN -OPAS

Oppaan on laatinut työryhmä

Juhani Lukkari (pj.)	Osuuskunta Metsäliitto
Aapeli Hyppölä	Koskitukki Oy
Matti Kärkkäinen	Joensuun yliopisto
Pertti Lipponen	Stora Enso Metsä
Markku Mäkelä	Metsäteho Oy
Seppo Paananen	UPM-Kymmene Metsä
Harri Rumpunen	Metsäteollisuus ry
Olof Thesslund	Metsäliitto-Yhtymän Tehdasmittaus Oy

Ulkoasu	T:mi Eerikki Soininen
Valokuvat	Metsäteho Oy
Paino	Käpylä Print Oy

© Metsäteho Oy
Helsinki 2004

ISBN 951-673-185-6

Tämän oppaan painamisessa käytetyt paperit, painovärit ja tuotantoprosessi ovat ympäristöystävällisiä.

SISÄLTÖ

Alkusanat	2
1 Käsitteitä	3
2 Puuainemuutokset	4
3 Puuainemuutosten merkitys	5
3.1 Sahaus ja viilutus	5
3.2 Mekaaninen kuidutus	5
3.3 Sellun valmistus	5
4 Lahotyypit	6
4.1 Kasvuaikainen laho	6
4.2 Varastolaho	9
5 Varastointitarve	11
6 Kuitupuu	12
6.1 Puuainemuutokset	12
6.2 Varastointivaihtoehtoja	14
6.2.1 Uitto ja vesivarastointi	14
6.2.2 Kastelu	14
6.2.3 Kylmävarastointi	15
6.2.4 Vähähappiset olosuhteet	16
6.3 Yhteenveto kuitupuun varastoinnista	16
7 Havusahatukit	17
7.1 Puuainemuutokset	17
7.1.1 Hyönteisten aiheuttamat vauriot	17
7.1.2 Kesäaikainen pitkä varastointi	18
7.2 Varastointivaihtoehtoja	18
7.2.1 Kastelu	18
7.2.2 Vesivarastointi	18
7.2.3 Kylmävarastointi	18
7.3 Yhteenveto havusahatukkien varastoinnista	19
8 Koivutukit	20
8.1 Puuainemuutokset	20
8.2 Varastointivaihtoehtoja	22
8.2.1 Kylmävarastointi	22
8.2.2 Kastelu	22
8.2.3 Vesivarastointi	22
8.3 Yhteenveto koivutukkien varastoinnista	23
9 Kantokäsittely	24

ALKUSANAT

Oppaassa esitettävät tiedot perustuvat pitkälti Metsätehossa useiden vuosien aikana tehtyjen tutkimusten tuloksiin. Mukana hankkeiden toteutuksessa ovat olleet mm. Metsäntutkimuslaitos, KCL (Oy Keskuslaboratorio Ab), UPM-Kymmene Pulp Center, Lännen Laboratoriot Oy, Finncore Oy, Metsä-Rauma Oy, Myllykoski Paper Oy, Sunila Oy, Metsäliitto-Yhtymän Tehdasmittaus Oy, Koskisen Oy, Koskitukki Oy, Metsäliitto Osuuskunta, Stora Enso Metsä ja UPM-Kymmene Oy.

Opas kuuluu osana ”Puun laadun säilyttäminen” -tietopakettiin, johon oppaan lisäksi kuuluvat sähköiset kalvosarjat. Kalvosarjoina ovat valittavissa osiot puun laatumuutosten taloudellisesta merkityksestä sekä puutavaralajeista ja varastointitavoista. Puutavaralajeittaiset osiot ovat:

- mäntykuitupuu
- koivukuitupuu
- kuusisellupuu
- kuusihomopuu
- havutukit
- koivutukit
- puutavaralajeittainen vertailu.

Puun laadun säilyttämisen menetelmät ovat:

- kylmävarastointi
- kastelu
- vesivarastointi.

Kalvosarjat ovat saatavissa Metsätehon verkkosivuilta (www.metsateho.fi → Tuotteet → Oppaat ja esitteet → Raaka-aineen ominaisuudet ja hyödyntäminen → Puun laadun säilyttäminen -opas).

Toivomme, että tämän oppaan ja syventävien kalvosarjojen avulla löydät käytäntöön sovellettavaa tietoa puun ominaisuuksista, säilymisestä ja varastointitavoista.

1 KÄSITTEITÄ

Laho puu - tervettä puuta tummempaa tai vaalempaa puuainesta, jossa puusolukko on alkanut hajota lahottajasienten aineenvaihdunnan seurauksena. Lahoamisen edetessä puun tilavuuspaino laskee ja kuituominaisuudet heikkenevät, sellun saanto pienenee ja valkaisu vaikeutuu.

Sinistäjäsieni - yleisnimitys sienille, jotka saavat aikaan tumman, yleensä sinertävän värinmuutoksen havupuissa. Sinistäjäsieni käyttää puusolujen helposti hajoavia aineita ravinnokseen, mutta ei yleensä tuhoa soluseinämiä, joten puun lujuusominaisuudet eivät muutu.

Sinistyminen, sinistymä - sinistäjäsiienten aiheuttama värivika puussa.

Värivika - yleisnimitys erilaisille puun värinmuutoksille. Värivika on useimmiten sienten aiheuttamaa, mutta myös entsyymireaktiot ja bakteerit voivat aiheuttaa puun värjäytymistä.

Lahottajasieni, lahottaja - yleisnimitys elävää tai kuollutta puuta hajottaville sienille.

Kova laho - lahoa puuta, jonka kovuus ei vielä poikkea oleellisesti terveestä puusta. Lujuusominaisuudet ovat kuitenkin heikentyneet.

Pehmeä laho - lahoa puuta, jossa lahottajasienten hajotustoiminta on edennyt niin pitkälle, että puuainesta on menetetty kiinteytensä ja sen rakenne on alkanut hajota.

Ruskolahottaja - lahottajasieni, joka hajottaa puun selluloosan ja hemiselluloosan, mutta jättää jäljelle ligniinin (ruskolaho).

Valkolahottaja - lahottajasieni, joka pystyy hajottamaan valikoivasti ligniiniä. Valkolahottajat voivat aiheuttaa joko vaaleaa valkolahoa tai ruskehtavaa korroosiolahoa. Valkolaho on yleistä koivulla, korroosiolaho kuusella.

Korroosiolaho - korroosiolahon aiheuttajat hajottavat alkuvaiheessa sekä ligniiniä että selluloosaa, jolloin puu yleensä ruskettuu lievästi. Lahoamisen edetessä puuhun ilmestyy vaaleampia täpliä seurauksena tehokkaasta ligniinin hajotuksesta. Kun ligniini on täysin hajonnut, jatkuu myös selluloosan hajotus.

Armeerausmassa - havupuumassa, joka antaa paperille lujuutta: hyvä ajettavuus paperitai painokoneella.

Opasiteetti - paperin läpinäkyvyyden mitta; läpinäkyvättömällä paperilla on korkea opasiteetti.

2 PUUAINEMUUTOKSET

Sienet aiheuttavat useimmat puuainemuutokset sekä kasvaville puille että hakatulle puutavaralle. Harmittomimpia sieniä puuaineen laadun kannalta ovat hakatussa puutavarassa esiintyvät *homesienet*. Ne muodostavat rihmas-toja puun ulkopinnalle ja katkaisukohtiin. Runsaat homesieniesiintymät voi-vat olla työterveysriski puiden käsittelijöille.

Värivikaa aiheuttavat sienet ovat hakatun puutavaran ongelma. Ne eivät yleensä tuhoa soluseinämiä, eivätkä näin ollen heikennä puuaineen rakennet-ta. Värivika alentaa laatua lähinnä saha- ja vaneritukeissa sekä kuusihiomopuussa.

Lahottajasienet hajottavat puuainetta, kuituja tai muita puun rakenneosia siten, ettei puu aina kelpaa aiottuun käyttökohteeseen. Lahoaminen vaikeut-taa myös tuotantoprosessia sekä heikentää lopputuotteiden ominaisuuksia ja laatua. Lahottajasieniä on kahdenlaisia: valkolahottajia, joiden lahotustyö al-kaa ligniinistä sekä ruskolahottajia, jotka aloittavat lahotustyön selluloosasta ja hemiselluloosasta.

3 PUUAINEMUUTOSTEN MERKITYS

Puuainemuutosten merkitykseen eri jalostusmuodoissa vaikuttaa jalostusaste. Mitä vähemmän puuainetta käsitellään, sitä vähemmän se sietää puuainemuutoksia.

3.1 SAHAUS JA VIILUTUS

Sahauksessa ja viilutuksessa kaikki viat väriviasta lähtien vaikuttavat jalostustulokseen. Laho tekee raaka-aineesta käyttökelvottoman.

3.2 MEKAANINEN KUIDUTUS

Mekaanisessa kuidutuksessa puuraaka-aine muutetaan lähes kokonaan mekaaniseksi massaksi, jolloin puussa olevat viat siirtyvät massaan. Väriviat ja tummumat huonontavat massan vaaleutta, kun taas laho lyhentää kuitujen pituutta. Liiallinen puuaineen kuivuminen vaikeuttaa kuorimista, jolloin vaaleutta huonontavaa kuorta jää helposti massaan. Kuivuneesta puusta saadaan tummempaa massaa kuin tuoreesta, ja lisäksi massan veto- ja repäisylujuus heikkenevät.

3.3 SELLUN VALMISTUS

Sellun valmistuksessa puuaineesta erotetaan kemiallisesti sellukuidut muista aineosista. Sellun saanto on alle puolet käytetyn raaka-aineen kuivapainosta. Sellunkeitossa puun solukon ligniinit liukenevat keittokemikaalien vaikutuksesta ja jäljelle jäävät selluloosakuidut. Värivikaa aiheuttavat, solujen sisällä olevat sienirihmastot eivät vaikuta tuotteen laatuun. Yleensä saatava massa valkaistaan, jolloin myös ylimääräinen väri poistuu. Laho katkoo sellukuituja, mikä heikentää lopputuotteen laatua. Pitkälle edennyt laho pienentää myös saantoa.

4 LAHOTYYPIT

4.1 KASVUAIKAINEN LAHO

Kasvuikäinen laho on maanlaajuinen ongelma. Lahon aiheuttajat vaihtelevat alueittain. *Juurikääpä* on Etelä- ja Keski-Suomen pahin kuusen kasvuikäinen lahottaja. Sen on arvioitu aiheuttavan 80 % kuusen tyvilahosta. Juurikääpä nousee kuusessa tyvestä ylöspäin saavuttaen vähitellen suurimman osan rungosta. Juurikäävän aiheuttamassa lahossa kuuseen tulee ensin pinta- ja sydänpuun rajalle värivika (kuva 1), joka vähitellen valtaa koko sydänpuuosan muuttuen ensin kovaksi ja sittemmin pehmeäksi lahoksi (kuva 2). Sama sieni aiheuttaa mänyille tyvitervastautia.



Kuva 1. Violetinvärinen rengas on ensimmäinen merkki juurikäävästä.



Kuva 2. Juurikäävän aiheuttamaa kovaa ja pehmeää lahoa.

Toinen kasvuaikana puiden keskiosaa lahottava sieni on mesisieni. Se esiintyy vanhoissa, usein huonokuntoisissa puissa. Mesisieni aiheuttaa ns. pönttölahon, jolloin kaikki sydänpuuaines lahoaa tyviosan keskeltä (kuva 3). Mesisieni nousee harvoin metriä korkeammalle rungossa.



Kuva 3. Mesisieni aiheuttaa myöhemmin tummareunaisen onkalon.

Kasvuaikana korjuu- tai muista vaurioista puuhun tunkeutuvat lahottajasienet aiheuttavat lahoa (kuva 4). Yleisin vauriolahon aiheuttaja on verinahakkasieni. Juurikäpä ei tule puuhun runkovaurioista. Vauriolahon tuntee parhaiten siitä, että se on epäsymmetrisesti samalla puolella runkoa kuin vaurio.



Kuva 4. Runkovauriosta alkanut verinahakkalaho.

Kasvuaikaista lahoa sisältävä puu ei sovellu sahaukseen eikä mekaanisen massan raaka-aineeksi. Sellun kannalta laho puu muuttaa jalostusarvoa – pitkäkuituisen pintapuun määrä kasvaa (terve pintaosa), mutta kokonaiskuitusaanto pienenee (laho sydänpuuosa). Hyvää juurikäpääpuussa on isokoisten kuusipölkkyjen pintakerrosten pitkiä ehjiä sellukuituja sisältävät osat. Huonoa on pitkälle edenneen lahon aiheuttama sydänpuuosan sellukuitujen rakenteen pilkkoutuminen. Mesisienen lahottamissa puissa tummareunaiset onkalot saavat pölkyt näyttämään huonommilta, mitä ne ovat, kun otetaan huomioon vian pieni tilavuus.

Kasvuaikaista lahoa sisältävien puiden toimittamista jalostukseen ei yleensä pidetä kiireellisenä laadun säilyttämisen kannalta. Uhkana kuitenkin on, että pintakerrokseen tulee varastolahoa (kuva 5), joka katkoo selluteollisuudelle arvokkaat pitkät sellukuidut. Siksi on tärkeää, että kasvuaikaistakin lahoa sisältävät puut toimitetaan jalostukseen ennen varastolahon iskemistä.



Kuva 5. Juurikäävän keskeltä lahottaman pölkyn reunoille on tullut varastolahoa.

4.2 VARASTOLAHO

Varastolaho on hakattuun puutavaraan hakkuun ja käytön välillä tullut sienien aiheuttama laho. Lämpötilan ja puun kosteuden ollessa sopiva sieni-itiöt itävät ja sienirihmastot tunkeutuvat puuhun. Tapahtuma on yleensä monivaiheinen, jossa ensimmäisenä iskevät värivikaa aiheuttavat sienet luovat elintilan ja olosuhteet myöhemmin tuleville lahottajille.

Havupuilla varastoinnista aiheutuvat muutokset näkyvät ensin laikkuina pintapuussa (kuvat 6 ja 7). Mänyllä esimerkiksi *sinistymä* voi kesäaikaan näkyä jo parin viikon kuluttua hakkuusta. Sydänpuuhun varastolaho ei yleensä iske. Havupuiden puun pitää kuivua jonkin verran, jotta muutosten käynnistyminen on mahdollista.



Kuva 6.
Varastolahoa
mänyssä.



Kuva 7.
Varastolahoa
kuusessa.



Koivussa varastolaho etenee nopeasti päiden kautta koko pölkkyyn (kuva 8). Lahon etenemistä koivussa edesauttaa pölkkyjen päistä nopeasti alkava ruskea, yleensä bakteerien aiheuttama värivika. Koivun kaatoaikainen kosteus on sopiva sieni-itiöiden toiminnan välittömään alkamiseen.

Varastolaho aiheuttavat sienet ovat erilaisia havu- ja lehtipuilla. Yksi havupuiden yleisimpiä lahottajia on juurikäävän torjumiseksi tehtävässä kanto-käsittelyssä käytettävä *harmaaorvaka*. Kanto-käsittely nopeuttaa ja edistää jonkin verran lahon alkamista tyvipölkkyissä. Käytännön merkitystä tällä on lähinnä kauan varastoitavassa harvennuksien mäntykuitupuussa.

Varastolaho sisältävä puu ei sovellu sahatteellisuuden raaka-aineeksi. Koivuvanerin valmistukseen vähän lahoa sisältävää puuta voidaan käyttää, mutta tällöin menetetään osa tukkien päiden raaka-aineesta. Mekaaniseen kuidutukseen (hioke/hierre) varastolahon voittama puu ei sovellu kuivumisen, rikkoutuneen kuiturakenteen ja vaaleuden huonontumisen vuoksi.

Varastolaho sisältävä puu ohjataan perinteisesti sellun valmistukseen. Myös sellun raaka-aineena se on tervettä puuta huonompaa, koska varastolaho on pilkkonut parhaita kuituja sisältävää pintapuuta. Pitkälle edennyt laho aiheuttaa myös saantomenetyksiä. Varastolaho on selvästi haitallisempi kuin kasvuaiikainen laho, koska pinnasta päin etenevä laho pilaa nopeasti suuren puumäärän.

5 VARASTOINTITARVE

Puutavaralajin varastointitarpeeseen vaikuttavat kiertonopeus sekä kausittaisten hakkuu- ja käyttömäärien suhde. Eri puutavaralajien varaston keskimääräisissä kiertonopeuksissa on eroja:

- sahatukit, varaston kierto on yli 20 kertaa vuodessa
- koivuvaneritukit, 6–12 kertaa vuodessa
- mäntykuitupuu, 4–6 kertaa vuodessa
- kuusikuitupuu, 12 kertaa vuodessa
- koivukuitupuu, 4–6 kertaa vuodessa.

Koska varastoidusta puusta pääosa on kuitupuuta, on käytännön hyödyntämisen kannalta tärkeätä ottaa huomioon kuitupuiden puuainemuutokset varastoinnin aikana. Sahatukeilla, jotka ovat hakkuiden ajoituksen määrääviä puutavaralajeja, ei yleensä ole pitkäaikaista varastointitarvetta. Koivuvaneritukkien varastointitarve vaihtelee kausittain ja laitoksittain.

6 KUITUPUU

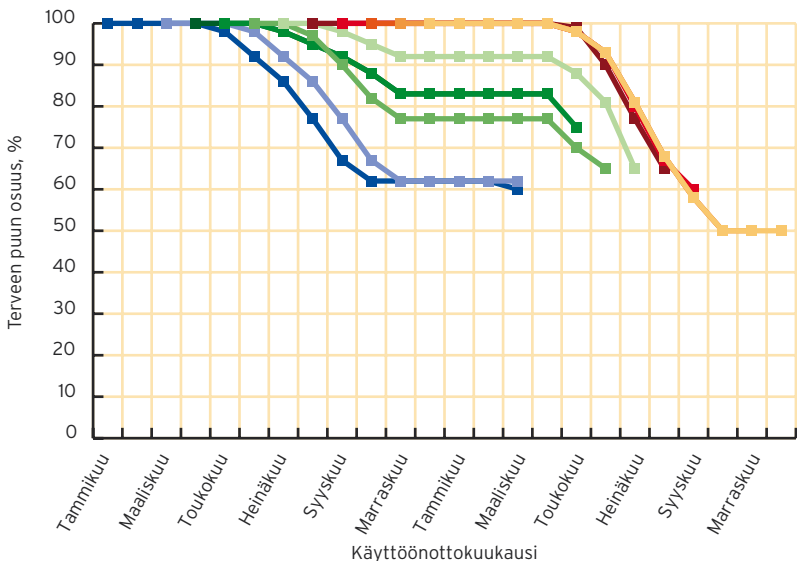
6.1 PUUAINEMUUTOKSET

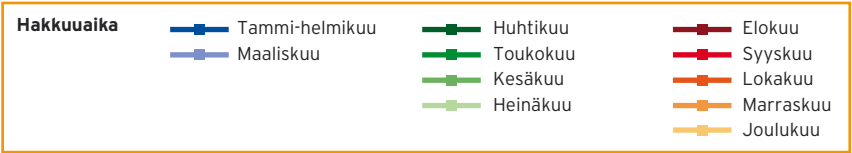
Puun laadun säilymistä voidaan parantaa erityisiä varastointimenetelmiä käyttämällä ja kehittämällä. Valintatilanteessa tulee tehdä kokonaistaloudellinen tarkastelu, jossa otetaan huomioon varastointimenetelmien käyttämisen kustannukset sekä paremmasta puun laadun säilymisestä tuleva hyöty.

Puuainemuutokset tienvarsivarastossa säilytettävässä kuitupuussa ovat Etelä-Suomessa olleet huomattavia (kuva 9).

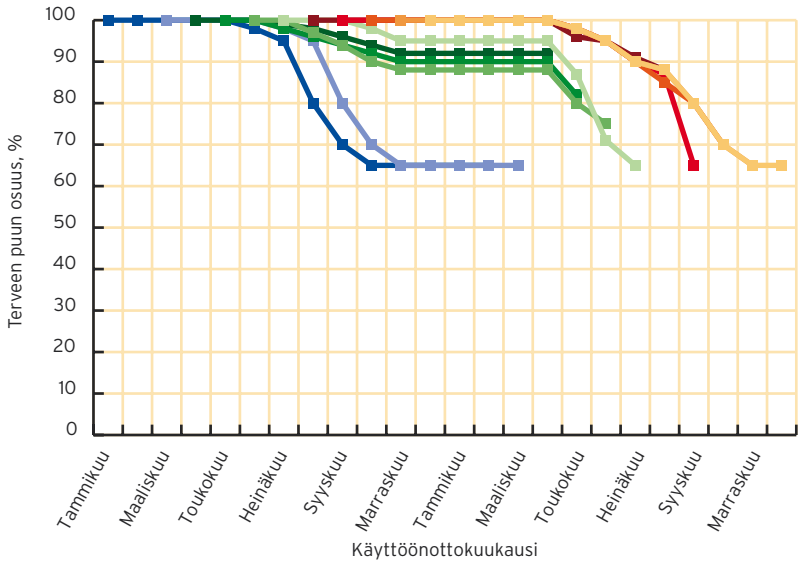
Kuva 9. Terveen puuaineksen osuus kuitupuussa eri käyttöönottoaikoina ja puulajeilla. Terveellä puulla tarkoitetaan kuiturakenteeltaan muuttumatonta puunosaa eli se sisältää täysin muuttumattoman osan lisäksi myös värvikaisen puun.

Mäntykuitupuun

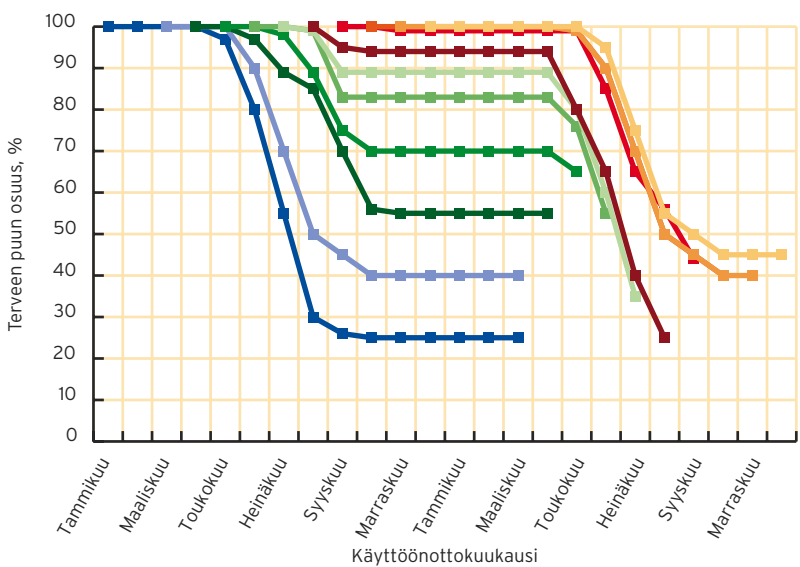




Kuusikuitupuu



Koivukuitupuu



Puuainemuutosten nopeus ja määrät ovat koivulla suurempia kuin havupuilla. Männyn muutokset ovat kuusta nopeampia ja suurempia.

Männyn ja koivun muutokset ovat selvästi suurimmat pölkkyjen päissä. Tämä on otettava huomioon, kun puun laatua yritetään selvittää pölkyn päistä tehtävin havainnoin. Kuusen muutokset tapahtuvat yleensä saman syvyydinä koko pölkyn pituudella.

6.2 VARASTOINTIVAIHTOEHTOJA

Vesivarastointi ja kastelu ovat perinteisiä menetelmiä. Uudempi, jo vakiintunut menetelmä on kylmävarastointi. Viime aikoina on kehitetty erilaisia kylmävarastointitekniikoita sekä alettu selvittää vähähappisuuteen perustuvaa laadun säilyttävää varastointimenetelmää.

6.2.1 Uitto ja vesivarastointi

Uitto ja siihen liittyvä vesivarastointi ovat vanhimpia sekä huokeimpia laadun säilyttävistä varastointimenetelmistä. Uittoa käytetään eniten mänty- ja kuusikuutupuun kuljetuksessa.

Puuainemuutosten estämiseksi puuta kuivatetaan ennen uittoa vain sen verran, että nippu pysyy pinnalla tarvittavan ajan. Kuivattamisvaiheessa havupuiden kosteus laskee helposti sen verran, että sieni-itiöt pystyvät aloittamaan toimintansa. Näin veteen laitettavissa puissa saattaa olla värivikaa. Veden pinnan yläpuolella puut ovat alttiita alkaneiden muutosten jatkumiselle. Suuri kosteusero veden alla ja pinnalla olevissa pölkkyissä voi aiheuttaa ongelmia hiomokuusen kuorinnassa ja hionnassa.

Vesivarastoissa olevien puiden puuaine alkaa tummua kesäkuussa vesien lämmitessä. Tavoiteltavaa on käyttää kuusihiomopuu viimeistään heinäkuun alussa, jotta massan vaaleus säilyy hyvänä. Tehtaille autolla tai rautateitse kuljetetun puun laittaminen vesivarastoon aiheuttaa purkamisesta ja kuorimisesta johtuvia lisäkustannuksia. Vedessä varastoitavan puun säilytyksessä ovat samat tai suuremmat laadun säilymisongelmat kuin uittopuulla, mikäli varastointiaika osuu lämpimän veden aikaan.

6.2.2 Kastelu

Kastelu on yleinen varastointitapa hiomopuulla. Tavoite on kosteuden ja vaaleuden säilyttäminen.

Kastelu ei ole kuitenkaan ongelmaton varastointitapa puuainemuutosten kannalta. Kosteus saadaan kastelussa säilymään riittävänä jalostusprosesseja ajatellen. Liian vähäisessä kastelussa puuaineen kosteus alenee, jolloin sinistäjäsienet voivat aloittaa toimintansa. Liian pitkäaikainen kastelu tai suuri kasteluveden määrä lisäävät havupuilla tanniinivärjäytymisen riskiä. Tanniinivärjäytyminen on haitta erityisesti mekaanisen massan valmistukseen käytettävälle kuuselle, sillä tanniiniväriä on vaikea saada pois valkaisussa.

Käytettävän kasteluveden määrä vaikuttaa puun laadun säilymiseen. Määrän lisäksi veden laatu on tärkeää kastelun onnistumiseksi. Alhainen veden lämpötila estää tanniinivärjäytymistä. Veden epäpuhtaudet vaikuttavat laadun säilymiseen. On mahdollista, että likainen vesi saa aikaan puun laadun huonontumisen kastelun aikana. Kasteluveden kierrätys lisää bakteerien määrää vedessä ja mahdollistaa niiden aiheuttamat puuainemuutokset.

Suurissa kasteluvarastoissa olevaa puuta tulee kierrättää. Talvella hakattu puu säilyttää kasteluvarastoissa laatunsa paremmin kuin keväällä nila-aikana hakattu. Siten keväällä ja alkukesällä hakattu puu tulee toimittaa suoraan jalostukseen ja säilyttää talvella kaadettu puu kasteluvarastoissa. Talvikaa-toisen puun vaihtoa tuoreeseen kasteltavaan puuhun tulisi tehdä keskikesäs-tä alkaen.

6.2.3 Kylmävarastointi

Kylmävarastointi on yleisesti käytössä alkutalvella hakatun kuusihiomopuun laadun säilyttämisessä. Kylmävarastoissa saadaan säilymään hiomopuilta vaadittava kosteus ja talvella kaadetun puun hyvä vaaleus aina loppukesään asti.

Kylmävaraston sijainti ja koko vaikuttavat varastoinnin onnistumiseen ja syntyviin kustannuksiin. Periaatteessa mitä suurempi varasto on, sitä alhaisemmat ovat varastoinnin kustannukset varastoitavaa puukuutiometriä kohti. Toisaalta suuren varaston purkaminen kestää kauan ja vaatii tarkan suunnitelun purkamisen aikana tapahtuvien puuainemuutosten estämiseksi.

Varaston sijainti vaikuttaa sekä toteutukseen että mahdollisiin ylimääräisiin siirtokustannuksiin. Ihanteellinen paikka olisi tehdasalueella aivan käyttöpaikan lähellä oleva varjoisa, tuulilta suojassa oleva asfalttipäällysteinen alue. Etua on myös sijainnista satamassa tai rautatieaseman ratapihan välit-tömässä läheisyydessä. Vettä tarvitaan lunta tykitetessä 60–90 m³ tunnissa kylmävarastopaikan välittömästä läheisyydestä.

Kylmävarastoinnissa puista tehdään aumamainen suuri varastokasa. Puiden päälle laitetaan yleensä samoista puista erillinen päällyskerros, joka peittää pinojen välit. Puuauaman päälle laitetaan lunta joko lumettamalla tai keräämällä se ympäristöstä. Lumen päälle ajetaan yleisimmin purukerros, mutta myös kuorta voidaan käyttää. Lumen ja purun väliin voidaan laittaa harsoa tai käytettyä viiraa. Sen tärkein tehtävä on estää purun putoaminen pinojen väliin lumen sulaessa ja sitä kautta aukkojen syntyminen. Harsolla ja viiralla on vaikutusta myös kosteuden säilymiseen varastoitavassa puutavarassa.

Kylmävarastointi on varmin käytettävissä oleva menetelmä puun laadun säilyttämiseksi. Rajallinen käyttöaika rajoittaa menetelmän käyttöä. Käytännös-sä vain joulukuun ja maaliskuun alun välisenä aikana hakattua puuta voidaan kylmävarastoida. Ennen joulukuuta puuta ei yleensä riitä varastointiin, ja maaliskuussa kaadettua puuta ei ainakaan Etelä-Suomessa ehditä varmuudella toi-mittaa varastoihin ennen lumetuksen kannalta varman talven loppumista.

6.2.4 Vähähappiset olosuhteet

Kylmävarastointikauden jälkeen maalais-toukokuussa hakataan kuusikuitupuuta (ja koivuvaneritukkeja) runsaasti käyttöä enemmän. Tälle puulle voidaan jossain määrin käyttää kasteluvarastointia, mutta tulisi löytää myös vaihtoehtoinen puuaineen laadun säilyttävä varastointitapa.

Puuaineen laatumuutoksia aiheuttavat sienet ja bakteerit, samoin kuin elintarvikkeissakin. Elintarvikkeiden säilymistä parantamaan käytetään mm. suojakaasuja. Sama tekniikka saattaisi toimia myös puuaineessa tapahtuvien muutosten estämisessä.

Elintarvikealalla käytetään suojakaasuina hiilidioksidia tai typpeä tai niiden yhdistelmää. Olennaista on, että happi saadaan syrjäytetyksi käytetyillä suojakaasuilla. Kokeet varastoidun puun laadun säilyttämiseksi suojakaasun avulla eivät onnistuneet. On kuitenkin viitteitä siitä, että liittämällä käytettyyn tekniikkaan viileys, suojakaasu saattaisi auttaa puuaineen laadun säilymisessä.

6.3 YHTEENVETO KUITUPUUN VARASTOINNISTA

Aikaisin talvella kaadetulle **kuusihiomopuulle** (sisältää hierrepuun) on olemassa toimiva, laadun hyvin säilyttävä varastointimuoto – kylmävarastointi. Loppupalvella ja keväällä hakatulle hiomopuulle voidaan tietyissä määrin käyttää kastelua, mutta käytettävissä tulisi olla myös vaihtoehtoinen menetelmä. **Havusellupuuta** olisi taloudellisesti edullista suojata kastelulla, vesivarastoinnilla ja jopa kylmävarastoinnilla. Suuret varastointimäärät eivät kuitenkaan käytännössä tee mahdolliseksi menetelmien laajaa käyttöä. **Koivukuitupuun** säilyttäminen on sellupuista ongelmallisinta. Ilman laadun säilyttävää varastointia koivuun tulee melkoisesti sellunkeittotulokseen vaikuttavaa lahhoa. Kylmävarastointi säilyttää puun laadun parhaiten, mutta käyttökelpoisin käytännön menetelmä on kuitenkin kastelu.

7 HAVUSAHATUKIT

7.1 PUUAINEMUUTOKSET

Kotimaasta hankitun puun korjuu ajoitetaan pitkälti sahatukkien ehdoilla, jolloin sahatukeilla ei ole samansuuruisia varastointiongelmia kuin sellunkeittoon käytettävällä kuitupuulla. Toisaalta silloin, kun sahatukkia varastoidaan keväällä tai kesällä, niissä tapahtuvat muutokset ovat nopeita ja aiheuttavat suuria taloudellisia menetyksiä. Tyypillisimmillään varastoinnin aikana syntyvät sahatukkien laatumuutokset tapahtuvat sahojen kesälomien aikana varastoon jääneille suojaamattomille tukeille. Viime vuosina sahatukkien tuonti on lisännyt varastointitarvetta.

Yleisimmin sahatukkien laatua muuttavat kaarnakuoriaisten ja muiden hyönteisten aiheuttamat viat sekä niin hakkuusta kuin metsäkuljetuksestakin aiheutuneet tukkien korjuuvauriot: karsimateriaalien, syöttö- ja mittarullien tekemät jäljet ja kuoriutumaiset.

7.1.1 Hyönteisten aiheuttamat vauriot

Hyönteisillä on parveiluaika loppupalvella tai keväällä. Kuorelliseen puuhun iskeytyvät mm. erilaiset kaarnakuoriaiset, sarvijäärät, kärsäkkäät ja pystynävertäjät. Männyllä tavallisimmat ovat pysty- ja vaakanävertäjät, tähtikirjaajat, okakaarnakuoriaiset, pikakirjoittajat ja sarvijaakot. Kuudessa yleisimmät hyönteistuhojen aiheuttajat ovat kuusen tähtikirjaajat, kirjanpainajat ja kuusijäärät. Lisäksi tikaskuoriainen voi iskeytyä sekä mäntyyn että kuuseen.

Hyönteiset munivat hakattujen havutukkien kuoren alle. Kuoren alla toukat vähitellen kehittyvät tehden käytäviä puun ja kuoren väliin, joskus myös itse puuaineeseen. Hyönteiset vievät kuoren alle mennessään puun sisälle sinistäjäsiementen itiöitä, joita toukat myöhemmin liikkuaan vielä levittävät. Tästä aiheutuu alkukesällä sahatukeissa havaittava sinistyminen. Olennaista alkukesän sinistymälle on, että se sijaitsee ehjän kuoren alla, ei kuoriutuneissa kohdissa tai syöttöruullien rikkomissa kohdissa.

Hyönteisten aiheuttamia vaurioita voidaan torjua kuljettamalla hakattu puu keväällä mahdollisimman nopeasti pois tienvarsivarastoista. Jos se ei ole mahdollista, vahinkoja voidaan vähentää säilyttämällä tukit suurissa korkeis-

sa pinoissa. Hyönteiset iskevät vain päällyskerroksen tukkeihin, joiden määrä tällaisissa varastoissa on suhteellisen pieni. Torjunta-aineiden käyttö metsävarastojen suojaamiseksi on kiellettyä ympäristönsuojelun vuoksi.

7.1.2 Kesäaikainen pitkä varastointi

Kesäaikaisessa varastoinnissa havusahatukkeihin tulee sinistymää ja kuivumishalkeamia tukkien päihin. Keski- ja loppukesän aikana havutukkeihin tuleva sinistymä on pääosin ilmaveinistä eli ilmassa olevat itiöt pääsevät puuhun kohdista, joista kuori on poissa tai vioittunut. Myös alkava kova laho on mahdollista.

7.2 VARASTOINTIVAIHTOEHTOJA

Käytettäviä suojauskeinoja laatumuutosten estämiseen sahatukeilla ovat kastelu, lyhytaikainen vesivarastointi sekä poikkeustapauksessa kylmävarastointi.

7.2.1 Kastelu

Kastelu on tyypillisin sahatukkien suojausmenetelmä. Se toteutetaan yleensä sahan varastossa. Kastelulla puun kosteus saadaan säilymään, jopa lisääntymään. Tämä estää sinistymäsienten toiminnan alkamisen sekä kuivumishalkeamat. Pitkäaikainen runsas kastelu saattaa aiheuttaa bakteerien aikaansaamia permeabiliteettivaurioita, jotka näkyvät muuta osaa tummempina kohtina kuultovärjätystä sahatavarassa. Kuoren tanniinin aiheuttamaa värivikaa saattaa tulla aivan tukkien pintakerrokseen. Sillä ei ole sahatukeille olennaista merkitystä, koska tummemmat kohdat sijaitsevat yleensä hakkeeksi menevissä osissa.

7.2.2 Vesivarastointi

Vesivarastoinnissa havutukkeja ei voida säilyttää pitkään. Mäntytukkien turvallinen säilytysaika on enintään 4 viikkoa ja kuusitukkien 6 viikkoa, kun veden lämpötila on yli 15 astetta. Kauemmin kesäaikaisessa lämpimässä vedessä varastoituihin tukkeihin tulee permeabiliteettivaurioita. Lisäksi myöhemmässä käsittelyssä kuoren irtoamisesta saattaa aiheutua ongelmia kuljettimien tukkeutumien ja valokennojen peittymisen vuoksi. Tukkien vesivarastoinnissa tulee huolehtia siitä, etteivät pinnan yläpuolella olevat puut tai puun osat pääse kuivumaan ja siten altistumaan sinistymäsienten aiheuttamille värvioille.

7.2.3 Kylmävarastointi

Havusahatukkien kylmävarastointi säilyttää puun laadun varsin hyvin. Se soveltuu kuitenkin vain sellaisille talvikaatoisille erille, jotka tiedetään käytettävän loppukesällä tai syksyllä. Havusahatukkien kylmävarastoinnissa varastoitujen puiden käyttöönotto on erilaista kuin hiomopuiden. Koska sahatukit lajitellaan ja sahataan kokoluokittain, osa kylmävarastoista puretuista tukeis-

ta joudutaan säilyttämään suojaamattomana pitkään ennen sahausta. Tällöin tukkeihin on mahdollista tulla ainakin homeita, mutta myös värimuutoksia.

7.3 YHTEENVETO HAVUSAHATUKKIEN VARASTOINNISTA

Havusahatukkien varastointi ei yleensä aiheuta ongelmia. Talvikaatoisille tukkeille on pitkäaikaiseen varastointiin käytettävissä kylmävarastointi. Lyhyeen kesäaikaiseen varastointiin voidaan käyttää kasteluvastointia. Katkottujen tukkien varastointia hyönteisten parveiluaikana on syytä varoa.

8 KOIVUTUKIT

8.1 PUUAINEMUUTOKSET

Koivutukeilla on selvästi havutukkeja suurempi varastointitarve. Koivutukkeja kertyy pääsääntöisesti muiden puulajien hakkuiden yhteydessä. Siten hakkuut ja käyttö on vaikea sovittaa yhteen.

Koivu on puulajeistamme herkin laatumuutoksille. Laatumuutokset koivun puuaineessa tapahtuvat pölkkyjen päiden kautta. On erittäin harvinaista, että pölkyn pinnan kautta tulee puuainekseen värivikaa tai lahoa. Koivupölkkyjen päähän värivika (kuva 10) tulee hyvin nopeasti. Sen aiheuttajaa ei varmuudella tiedetä, mutta todennäköinen syy on hartsien hapettuminen ja/tai bakteerien toiminta. Värivian aiheuttaja muokkaa puuainesta otolliseksi nopeasti perässä seuraavalle laholle. Laho alkaa koivussa huomattavasti nopeammin kuin havupuissa.

Kuva 10. Värivikaa viilussa.



Toinen koivutukeille varastoinnin aikana syntyvä vika on kuivumishalkeamat. Viilun sorvauksessa tukkien päissä olevat halkeamat vaikeuttavat pölkkyjen kiinnitystä sorvikaroihin sekä aiheuttavat halkeamia viilumaton reunoihin. Haitallisempia ovat tukkien pintaan syntyvät kuivumishalkeamat (kuva 11). Ne aiheuttavat koko viilumaton levyisiä halkeamia, jolloin kaikkea tätä viilua ei voida käyttää vanerin valmistukseen.

Kuva 11. Halkeamia viilussa.



Koivutukkien laadun havainnoiminen on vaikeaa. Tukkien päitä katselemalla puuainees näyttää yleensä muuttumattomalta tai siinä on vähäisiä muutoksia. Varsinaiset muutokset näkyvät vasta, kun tukin päästä sahataan kiekko.

Koivutukkien laatu muutosten kokonaistaloudellinen merkitys korostuu, koska hyvälaatuisesta koivutukista on jatkuvasti puutetta. Kesäaikana tapahtuvat puuainemuutokset vähentävät hyvälaatuisen puun määrää. Vaneritehtailla voi olla kausia, jolloin tiettyjä hyviä laatuja ei pystytä valmistamaan, koska sorvatun koivuviilun varastointia ei ainakaan toistaiseksi tehdä.

Lisäongelman koivutukkien laadun säilyttämiseen tuo runsas tuontipuu. Tuontikoivutukit hakataan talvella ja toimitetaan tehtaalle talven ja kevään aikana. Näiden tukkien käyttö ajoittuu tällöin suurimmalta osin kesään ja syksyyn.

8.2 VARASTOINTIVAIHTOEHTOJA

Koivutukkien laadun säilyttämistä on kehitetty, mutta toistaiseksi ainoa kohdallaisen varman laadun säilyttämistapa on kylmävarastointi. Yleisesti ovat käytössä myös kastelu ja vesivarastointi. Ei ole tiedossa sellaista menetelmää, jolla kylmävarastojen valmistuttua varastoitava talvi- tai kevätkaatoinen koivutukki saataisiin varmuudella säilyttämään laatunsa.

8.2.1 Kylmävarastointi

Kylmävarastoinnin ongelmana on varastojen tekoajan lyhyys. Vain ennen maaliskuun alkupuolta hakattavat tukit ehtivät varmuudella varastoihin. Kylmävarastoidut koivutukit säilyttävät laatunsa lähes muuttumattomana. Pientä värivikaa saattaa kuitenkin syntyä aivan tukkien päihin.

Koivutukkien kylmävarastojen tekemistä vaikeuttavat tukkien suuri puituusvaihtelu ja tukkien mutkaisuus. Koivutukkikasoja ei saada yhtä tiiviiksi kuin havupuukat. Sen vuoksi lumi monesti putoaa tukkien välisiin onkaloihin varastoinnin loppupuolella.

8.2.2 Kastelu

Koivutukkien kastelua on pitkään käytetty puun laadun säilyttämismenetelmänä. Kastellun koivutukin laadun säilyminen on vaihdellut käytännössä melkoisesti: värivika on joko pystytty estämään lähes kokonaan tai ääripäänä on ollut värivian ja jopa lahon runsas tunkeutuminen tukkien päihin.

Kastelussa on tärkeää veden laatu ja määrä. Kastelun tarkoitus on korvata kosteuden haihtuminen puusta. Samalla vesi huuhtoo ainakin osittain pois tukkeihin tulleet sienitiöt. Tukkeihin saattaa sen sijaan tulla bakteereja kasteluvedestä. Veden laadulla on suuri vaikutus kastelutulokseen. Tavoitteena on kylmä tai viileä puhdas vesi. Jos vesi sisältää runsaasti ravinteita, se voi muodostaa tukkien pinnalle kasvualustan kaikenlaisille bakteereille ja sienille. Kastelun toteutustapa on siis tärkeää lopputuloksen kannalta.

8.2.3 Vesivarastointi

Vesivarastointi on vanhimpia koivutukkien säilytysmuotoja. Sillä säilytetään ja jopa lisätään puiden kosteutta sekä pyritään vähentämään värivikaa. Joskus kosteuden säilyttäminen onnistuu niin hyvin, että pitempiäaikaisen varastoinnin aikana osa varastoitavasta puusta uppoaa. Siksi koivutukit laitetaan vesivarastoon nippuina, mahdollisesti muuta puulajia olevien ”korkkipuiden” kanssa. Tämä vähentää uppoamisia ja helpottaa uponneiden puiden löytämistä ja nostamista.

Vesivarastossa olevien koivutukkinippujen pintaosien puita pitäisi kastella, jotta ne eivät pääse kuivumaan. Koivunipuissa ei tosin ole monia pinnalla olevia puita.

Vesivarastossa olevien puiden laadun säilymiseen vaikuttavat veden läm-

pötilä ja puhtaus. Mitä lämpimämpää vesi on, sitä nopeammin ja helpommin muutokset käynnistyvät. Vesivarastointipaikat ovat olleet samassa käytössä mahdollisesti vuosikymmeniä. Näin veteen on muodostunut edellisten vuosien varastoinneista bakteerikanta, joka nopeuttaa värinmuutoksia.

8.3 YHTEENVETO KOIVUTUKKIEN VARASTOINNISTA

Kylmävarastointi säilyttää koivutukkien laadun. Kastelu vähentää laatumuutoksia, muttei miten tahansa toteutettuna. Vesivarastointi ehkäisee kuivumis- ja lahoamisongelmat sekä tietyin varauksin vähentää värinmuutoksia. Koska koivussa puuainemuutokset tapahtuvat tukkien päistä alkaen, voidaan laatumuutosten määrää vähentää hakkaamalla tukit mahdollisimman pitkiksi.

9 KANTOKÄSITTELY

Puutavarassa kesäaikana tapahtuvia mahdollisia muutoksia mietittäessä on hyvä tietää kantokäsittelyaineen vaikutukset. Kantokäsittelyainetta ruiskutetaan puun kaatovaiheessa kantaan, mutta osa aineesta menee myös tyvitukin päähän. Kantokäsittelyaineena käytetään yleisesti Rotstop-nimistä ainetta, joka koostuu harmaaorvakkasienen itiöistä. Harmaaorvakkasieni on yleisimpiä havupuiden varastolahon aiheuttajia.

Kun kaadon yhteydessä kaadettavan puun tyveen ruiskutetaan runsaasti lahottajasienen itiöitä, ne lähtevät suotuisissa oloissa kasvamaan tavanomaisista nopeammin. Tukkien tavanomaisella kesäkorjuurytmillä ei ongelmaa ehdi syntyä ennen sahausta, ja itiöt kuolevat sahatavaran keinollisessa kuivauksessa. Jos kuitenkin kantokäsittelyt havutukit joutuvat pitkään odottamaan sahausta tai sahatavaraa ei kuivata keinollisesti, saattaa havutukeille aiheutua tavanomaista suurempia laatumuutoksia (kuva 12). Kantokäsittelyaineesta saattaa muodostua ongelma harvennusmäntyjen (suurin osa tyvipölkkyjä) pitkäaikaisessa varastoinnissa.



Kuva 12. Kantokäsittelyaineen aiheuttamia värinmuutoksia.

ISBN 951-673-185-6