

# TALVIKAATOISEN KUUSIKUUITUPUUN KYLÄÄVARASTOINTI

- **Projektiryhmä**
  - **Markku Mäkelä, Olavi Pennanen, Heikki Alanne, Jouko Örn ja Sirkka Keskinen**
- **Rahoittajat**
  - **A. Ahlström Osakeyhtiö, Koskitukki Oy, Metsähallitus, Metsäliitto Osuuskunta, Stora Enso Oyj, UPM-Kymmene Oyj, Vapo Timber Oy ja Yksityismetsätalouden Työnantajat r.y.**
- **Kumppanit**
  - **Oy Keskuslaboratorio Ab, Metla**

# Projektin tavoite ja tehdyt raportit

- **Tavoite**
  - **Selvittää kehittämismielessä kylmävarastointimenetelmiä**
  - **Selvittää kuusihomopuun laadun säilyminen erilaisissa kylmävarastointimenetelmissä**
- **Raportit**
  - **Raportti 107: ”Talvikaatoisen kuusikuitupuun kylmävarastointi”**

## Tausta

- **Puun hankinta ja käyttö eivät ole tasapainossa eri kausina**
  - Talvella hakataan enemmän kuusikuitupuuta kuin käytetään
  - Kesälomien jälkeen hakkuut painottuvat tukkivaltaisiin kohteisiin, joista kertyy vähän kuusikuitupuuta
- **Tuontipuu on huonosti hallittavissa**
- **Talvikaatonen puu ei säilytä hiomopuun laatua kesäaikana ilman erityistoimenpiteitä**
- **Kylmävarastointi on eräs laadunsäilytyskeino**
  - Otettu käyttöön 1990-luvun alkupuolella
  - Nykyinen käyttö Suomessa useita satojatuhansia kuutiometrejä

# Kylmävarastot

- **”Perinteinen kylmävarasto” – aumamuotoisen varaston päälle laitetaan tykki- tai luonnonlunta, joka sitten peitetään sahanpurulla**
- **Peittomateriaalina käytetään kuorta, toteutus muuten sama kuin edellä**
- **Pinot jäädytetään vedellä. Suojapuita käytetään kuusien sivuilla (mäk) ja päällä (kok)**
- **Pinot jäädytetään ympäriltä lingotulla lumella, toteutus muuten sama kuin edellä**
- **Kokeilumenetelmä: varasto peitetään tykkilumella ja päälle levitetään folio-patjoja**

## Tulokset – varastointi (1/3)

- **Peittäminen lumella ja purulla on käytetyin menetelmä**
  - **Edut ovat:**
    - **Puru on yleensä helppo levittää**
    - **Puru voidaan käyttää uudestaan. Käytetyn purun käyttö tosin lisää kiviaineksen määrää purun seassa.**
  - **Haittoja ovat:**
    - **Tekovaiheessa tarvitaan pakkasia**
    - **Puru voi olla hankala levittää**
    - **Puru pölyää ja sen poistaminen pölkyistä on vaikeaa.**
    - **Puru voi aiheuttaa ongelmia tehtaan vesikierrossa**
  - **Kun lumen ja purun välissä käytetään suojapeitettä,**
    - **purun talteenotto on helpompaa**
    - **puru ei tartu pölkyihin ja kulkeudu prosessiin**

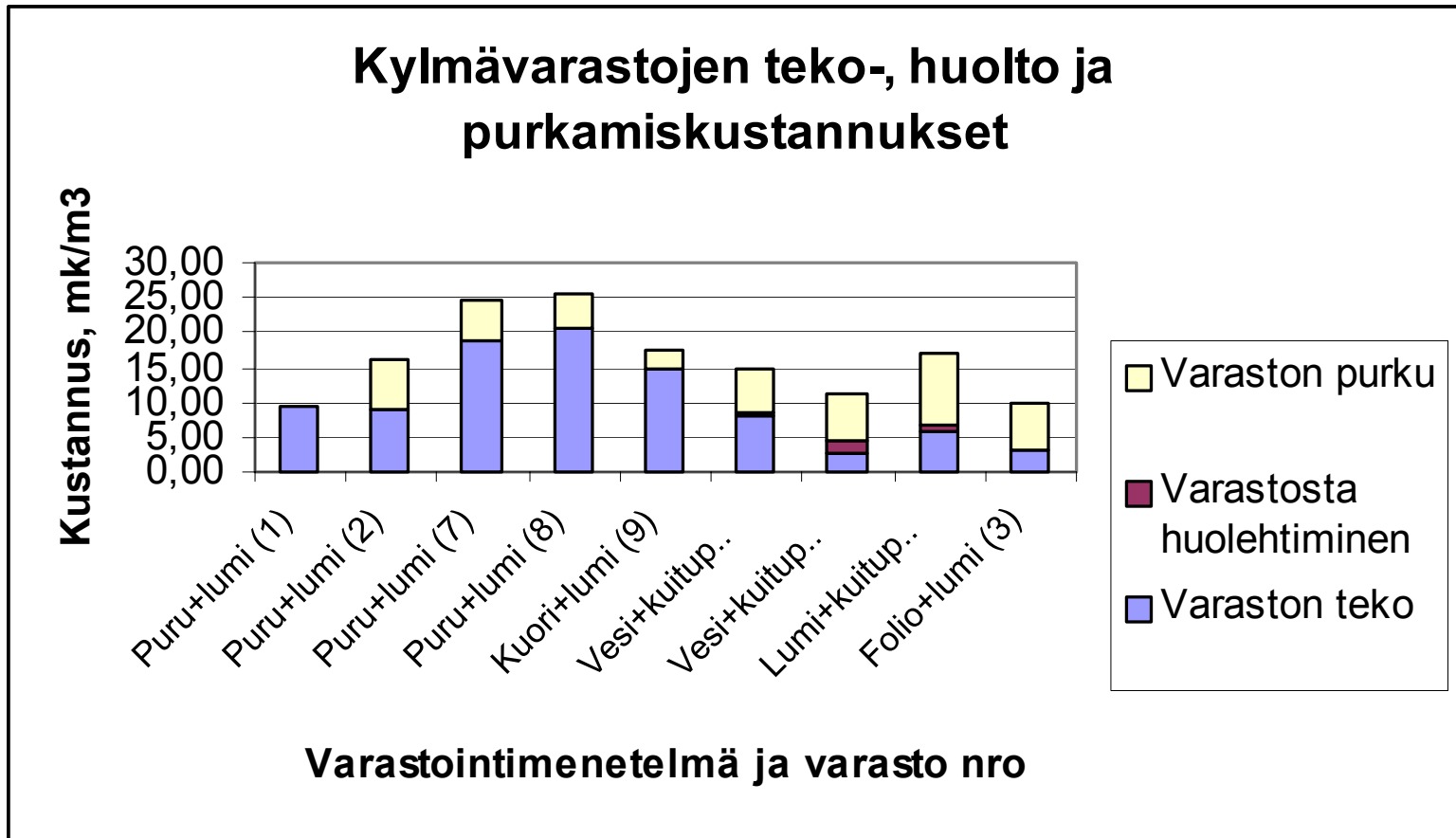
## Tulokset – varastointi (2/3)

- **Kuorta purun asemasta käytettäessä, ovat etuina**
  - pölyämättömyys
  - kuorta ei kulkeudu pölkkyjen mukana varastopaikalta prosessiin
  - kuorenpalat muodostavat osittain kantavan kerroksen, jolloin kuori ei lumen sulettua putoa pinojen väliin yhtä helposti kuin puru
- **Foliopatjoja käytettäessä**
  - peittäminen patjoilla on työläs ihmistyövaltainen työvaihe
  - purkaminen on hankalaa ja patjat repeytyvät helposti niitä poistettaessa
  - patjat ovat käytännössä kertakäyttöisiä
- **Vedellä jäädytys-menetelmän** etu on riippumattomuus lumetustyöstä ja tiukasta aikataulusta

## Tulokset – varastointi (3/3)

- **Tärkeää menetelmästä riippumatta oli, että yrittäjät ovat tunnollisia ja osaavia sekä puiden ladonta on tiivistä**
- **Varasto tulee sijoittaa kaikkina vuodenaikoina hyvin kantavalle paikalle, mieluiten asfalttikentälle**
- **Kylmävarasto tulee sijoittaa siten, että sulamisvedet voidaan johtaa pois varaston luota**

## Kustannukset (1/2)



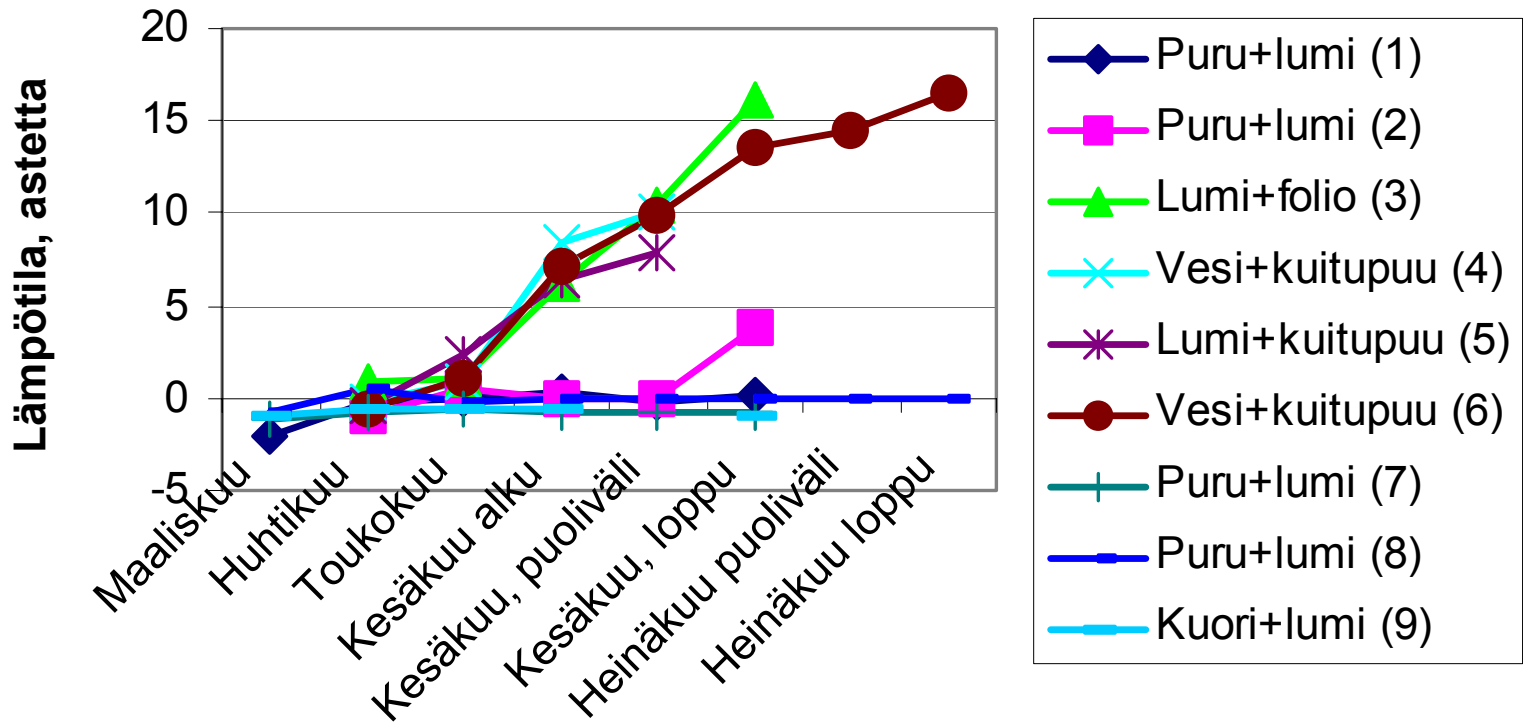


## Kustannukset (2/2)

- **Kylmävarastokustannuksiin vaikuttaa**
  - toteutusmenetelmä
  - varaston koko
  - toteutuspaikka ja sijainti kuljetusketjussa
- **Kokonaiskustannukset olivat 13 – 35 mk/m<sup>3</sup>, foliopatjamenetelmässä 65 markkaa.**
- **Varsinaiset tekokustannukset (kuva) olivat 9,20 – 25,50 mk/m<sup>3</sup>**
- **Toteutusmenetelmät eivät ole vielä vakiintuneet. Tottuminen tulee alentamaan kustannuksia.**
- **Puun käyttöönottoaika on syytä ottaa huomioon kylmävarastoinnin toteutuksessa. Tällöin vältetään liian kalliilta tai riittämättömiltä toteutusratkaisuilta.**

# Lämpötila (1/2)

## Kylmävarastokasojen lämpötilat



## Lämpötila (2/2)

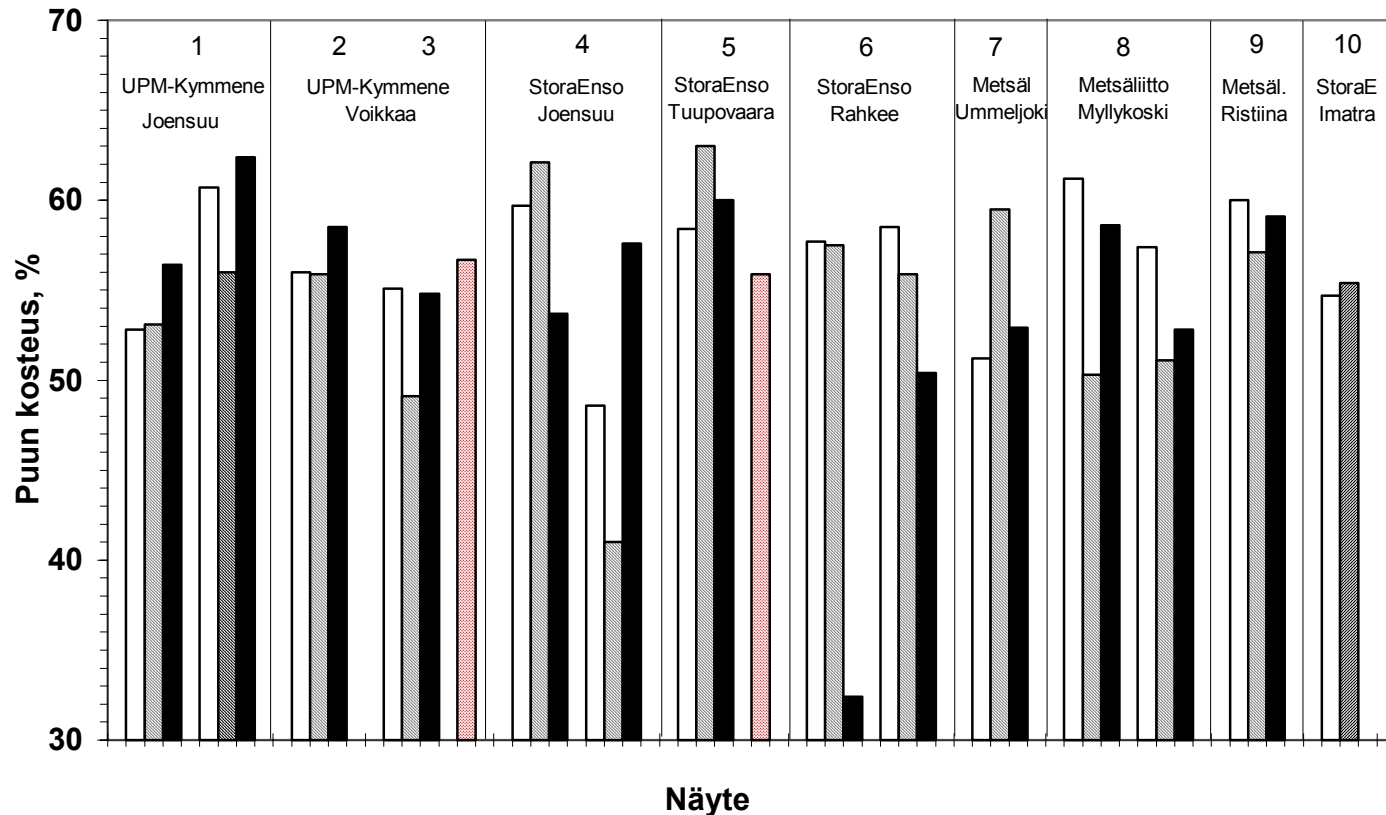
- **Lämpötilat säilyivät varaston tekomenetelmästä riippumatta lähes vakioina toukokuun puolenväliin asti**
- **Varaston tekotavan vaikutus alkoi näkyä selvästi toukokuun lopun jälkeen**
- **Saman kasan eri osissa eivät lämpötilat vaihdelleet merkittävästi**
- **Lumella ja purulla tai kuorella peitettyjen varastojen sisälämpötilat säilyivät nollan tienoilla purkamiseen asti**
- **Vedellä jäädytettyjen kasojen lämpötilat alkoivat nousta selvästi toukokuussa, saavuttaen lopulta lähes vallinneen ulkolämpötilan**

## Kosteus (1/2)

- **Mekaaniset massojen raaka-aineet eivät saa kuivua, koska tällöin massanvalmistuskustannukset nousevat ja massojen lujuudet alenevat.**
- **Kosteudella on suurin vaikutus puuaineen muutoksiin**
- **Muutokset puuaineessa alkavat kosteuden laskiessa alle 45 %:iin**
- **Puun kosteus kaatohetkellä estää home-, sinistäjä- tai lahottajasienten kasvun**
- **Talvikaatoisen kuusikuitupuun kosteus on 55 - 60 %.**

**Tässä tutkimuksessa kosteudet säilyivät kaikissa varastointitavoissa varsin korkeina**

## Kosteus (2/2)

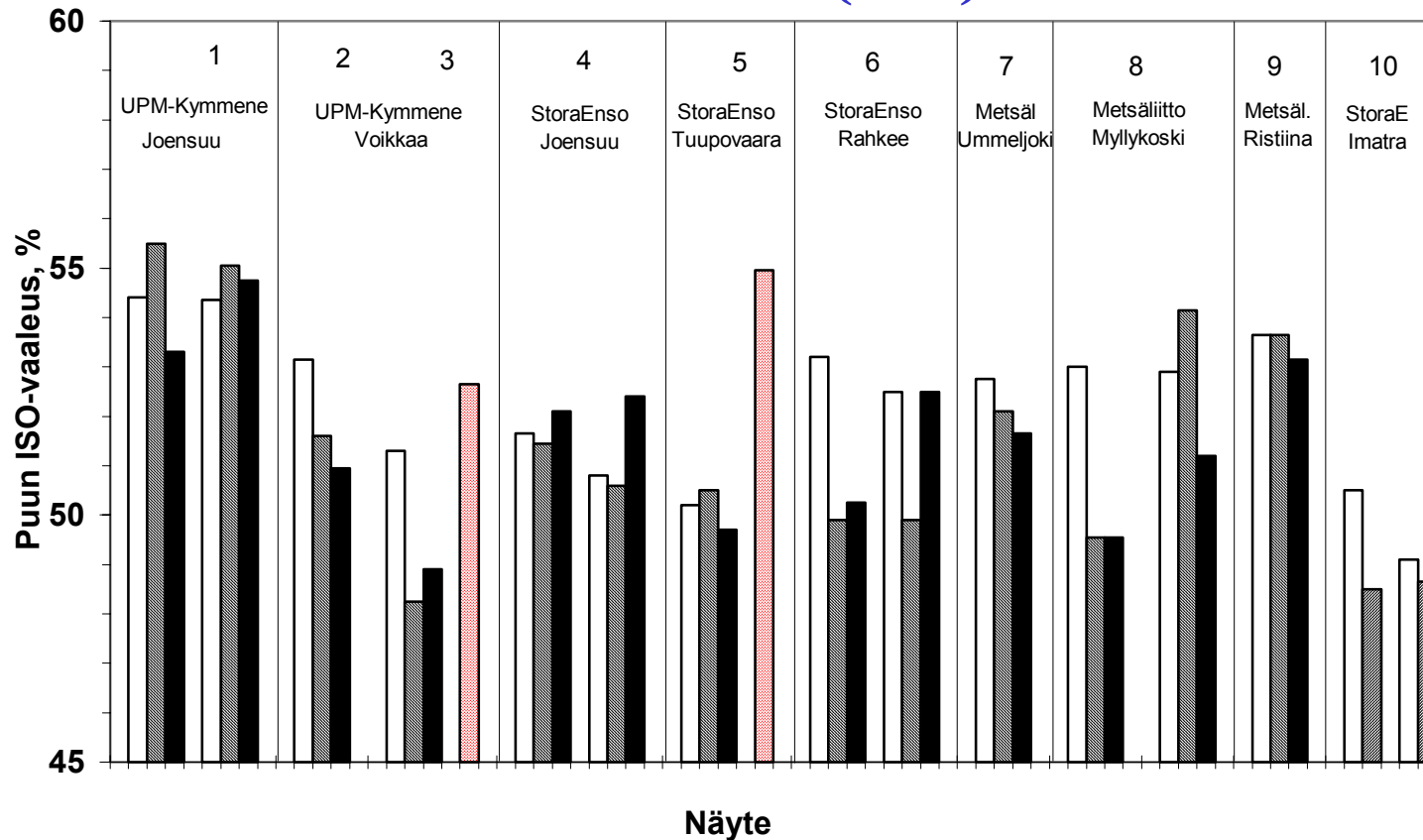


Kiekoista määritetty puun kosteus varastopinoittain. Kunkin näytteen kosteudet ovat pylväittäin järjestyksessä pinon alaosa (valkoinen), keskiosa (raidallinen) ja yläosa (musta).

## Vaaleus (1/2)

- **Puun vaaleus mitattiin käyttäen SCAN-test menetelmää**
- **Mittaus tehdään jauhetusta puusta valmistetusta puristeesta. Tulosta ei voi suoraan verrata vastaavien mekaanisten massojen (GW, PGW, TMP) vaaleuteen, vaan se on lukuarvoltaan selvästi näitä pienempi**
- **Varastopinoista mitattu puun keskimääräisen vaaleuden vaihteluväli oli 5 yksikköä (49 - 54 %). Pinojen sisäinen vaihtelu oli enimmillään 3 yksikköä**
- **Pinojen eri osien välillä ei esiintynyt merkittäviä vaaleuseroja**
- **Pinojen/varastointitapojen välillä oli pienehköjä vaaleuseroja, vesivarastoidut puut olivat tummimmat**
- **Parhaimmat vaaleudet saatiin alkukesän vertailunäytteelle ja lumella peitetylle puulle**
- **Vaaleus ei merkittävästi alentunut varastointiajan pidentyessä**

## Vaaleus (2/2)



Kiekoista määritetty puun vaaleus varastopinoittain. Kunkin näytteen kosteudet ovat pylväittäin järjestyksessä pinon alaosa (valkoinen), keskiosa (raidallinen) ja yläosa (musta).

## Kylmävarastoinnin taloudellinen merkitys

- **Kylmävarastoinnilla pystytään säilyttämään puun vaaleustaso ja välttämään valkaisun lisäkustannuksilta**
- **Kustannussäästöä saadaan myös kuusikuitupuun riittävydestä. Mikäli kuusikuitupuun kylmävarastoinnilla pystytään välttämään tukkipuun käyttö kuidutukseen loppukesästä, on kustannussäästö ilmeinen. Tukin ja kuidun tehdashinnassa ero on noin 100 mk/m<sup>3</sup>.**



## Tulosten yhteenveto

- **Aineisto oli varsin suppea**
- **Puun vaaleushavainnot vastaavat teollisuuden havaintoja kylmävarastoidun puun käytöstä**
- **Kylmävarastointi oli tulosten mukaan toimiva, kuusikuitupuun laadun säilyttävä ja kustannuksiltaan suhteellisen edullinen talvikaatoisen puun varastointimenetelmä**

## Tietoja kylmävarastoista (1/3)

- **1. UPM-Kymmene, Joensuu (kuusikuitupuu)**
  - Pinojen päälle kasattiin luonnonlunta 60 -75 cm ja sen päälle purua 35 cm
  - Kasan koko oli 9 000 m<sup>3</sup>
  - Varaston tekoaika oli 1.1. -16.2.2000, ja purkamisaika 1.7 - 20.7.2000
- **2. UPM-Kymmene, Voikkaa (kuusikuitupuu)**
  - Pinojen päälle tykitettiin lunta 30 cm ja sen päälle levitettiin purua 25 cm
  - Kasan koko oli 30 000 m<sup>3</sup>
  - Varaston teko aloitettiin 1.1.2000, ja purkamisaika oli 10.7 - 6.8.2000
- **3. UPM-Kymmene, Voikkaa (kuusikuitupuu)**
  - Pinojen päälle tykitettiin lunta 30 cm ja päälle levitettiin Ecovilla-patjoja (paksuus 10cm)
  - Kasan koko oli 2 000 m<sup>3</sup>
  - Varaston teko aloitettiin 1.1.2000, ja purkaminen alkoi 4.7.2000

## Tietoja kylmävarastoista (2/3)

- **4. Stora Enso, Joensuu**
  - Kuusikuitupinojen ympärille tehtiin suojapinot mäntykuitupuusta ja päälle laitettiin 0,5 - 1,2 metrin kerros koivukuitupuuta. Pinot jäädytettiin tekovaiheessa vedellä.
  - Kasan koko oli 18 500 m<sup>3</sup>
  - Varaston tekoaika oli 15.12.1999 -7.4 2000, ja purkamisaika 27.6. -26.7.2000
- **5. Stora Enso, Tuupovaara**
  - Pinojen väliin ja päälle lingottiin luonnonlunta. Kuusipinojen ympärille tehtiin suojapinot mäntykuitupuusta ja pinojen päälle laitettiin 0,5 -1,0 metrin kerros koivukuitupuuta.
  - Kasan koko oli 5 700 m<sup>3</sup>
  - Varaston tekoaika oli 1. 1 -19.4 2000, ja purkamisaika 26.6. -7.7.2000
- **6. Stora Enso, Rahkee**
  - Kuusikuitupinon ympärille tehtiin suojapinot mäntykuitupuusta ja päälle laitettiin 0,5 -2,0 metrin kerros koivukuitupuuta. Pinot jäädytettiin tekovaiheessa vedellä.
  - Kasan koko oli 13 700 m<sup>3</sup>
  - Varaston tekoaika oli 3.1 -14.4.2000, ja purkamisaika oli 26.7 -18.8.2000

## Tietoja kylmävarastoista (3/3)

- **7. Metsäliitto, Ummeljoki**
  - Pinojen päälle tykitettiin lunta 40 cm ja sen päälle levitettiin purua 30 cm. Osa purusta oli edellisen vuoden pinosta.
  - Kasan koko oli 9 800 m<sup>3</sup>
  - Varaston teko aloitettiin 22.2.2000, ja purkamisaika oli 4.8.2000
- **8. Metsäliitto, Myllykoski**
  - Pinojen päälle tykitettiin lunta 40 cm ja sen päälle levitettiin suojapeite (viira) estämään lumen ja purun valumista rakoihin. Tämän päälle levitettiin purua 30 cm.
  - Kasan koko oli 17 700 m<sup>3</sup>
  - Varaston teko alkoi 2.3.2000 ja varaston purkaminen alkoi 21.8.2000
- **9. Metsäliitto, Ristiina**
  - Pinojen päälle tykitettiin lunta 40 cm ja sen päälle levitettiin kuorta 30 cm
  - Kasan koko oli 9 000 m<sup>3</sup>
  - Varaston teko alkoi 1.3.2000, ja purkaminen 13.7.2000