

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Kirjasto

Ari Fern ja Jyrki Hytönen

SÄILYTYKSEN VAIKUTUS KOSTEUSNÄYTTEESEEN PUUN
KUIVAMASSAN MÄÄRITYKSESSÄ

Abstract:

Effect of sample storage in determination of tree dry mass

Kannus 1984

**Metsäntutkimuslaitos
Kannuksen tutkimusasema
Valtakatu 18
69100 Kannus
puh. 968-71161**

**Forest Research Institute
Kannus Research Station
Valtakatu 18
SF-69100 Kannus
Finland**

M E T S Ä N T U T K I M U S L A I T O K S E N
T I E D O N A N T O J A 1 3 2
KANNUKSEN TUTKIMUSASEMA

SÄILYTYKSEN VAIKUTUS KOSTEUSNÄYTTEESEEN
PUUN KUIVAMASSAN MÄÄRITYKSESSÄ
Effect of sample storage in determination
of tree dry mass

Ari Ferm ja Jyrki Hytönen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ. ABSTRACT.....	2
1. JOHDANTO.....	4
2. AINEISTO JA KOEJÄRJESTELY.....	5
3. TULOKSET.....	6
4. TULOSTEN TARKASTELU.....	12
KIRJALLISUUS.....	16

Kannus 1984

ISBN 951-40-0980-0

ISSn 0358-4283

TIIVISTELMÄ. ABSTRACT

FERM, A. & HYTÖNEN, J. 1984. Säilytyksen vaikutus kosteusnäytteeseen puun kuivamassan määrittämisessä. Abstract: Effect of sample storage in determination of tree dry mass. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 132:1-16.

Vesipajun (*Salix 'Aquatica'*, kloonit V 769) ja hieskoivun (*Betula pubescens*) kosteusnäytteiden säilytysajan pituuden, varastointipaikan lämpötilan sekä varastointitavan vaikutusta näytteiden kosteuteen tutkittiin kahden kuukauden ajan laboratoriokokeessa. Säilytystapoja oli neljä: a) kylmä ja muovipussi, b) kylmä ja avoin laatikko, c) lämmin ja muovipussi sekä d) lämmin ja avoin laatikko.

Pajunäytteiden kosteussuhteiden alkuarvot olivat 180:n ja 230:n välillä, kun koivulla ne vastaavasti olivat 85-100 %. Avoimessa laatikossa näytteistä haihtui kosteutta nopeasti, lämpimässä nopeammin kuin kylmässä. Jo yhdessä vuorikaudessa koivu- ja pajunäytteet menettivät massastaan 4,0-10,7 %, mikä oli tilastollisesti erittäin merkitsevää. Sen sijaan tiiviissä muovipusseissa säilytetyt näytteet kuivuivat hyvin vähän koko tarkastelujakson aikana, nytkin kylmässä vähemmän kuin lämpimässä. Kahden kuukauden säilytyksen jälkeen näytteiden massa oli alentunut muovipusseissakin: lämpimässä 8,0-9,0 % ja kylmässä 2,5-3,0 %. Koivukiekot kuivuivat nopeammin kuin pajunäytteet. Osoittautui, että mitä kauemmin näytteitä joudutaan säilyttämään - tiiviisti suljetuissa muovipusseissakin - sitä tärkeämpää on riittävän alhainen lämpötila. Lopuksi tarkastellaan erilaisia virhemahdollisuuksia, joita puun tuore- ja kuivamassamäärittämisessä laboratoriotyövaiheessa voi ilmetä.

- - - - -

The effect of the type and duration of storage and the storage temperature of samples of willow (*Salix 'Aquatica'*, clone V 769) and birch (*Betula pubescens*), on the moisture content of samples taken for determining moisture content was determined during a period of two months in a laboratory experiment. Four storage techniques were used: a) in a plastic bag in a cold place, b) in an open box in a cold place, c) in a plastic bag in a warm place, and d) in an open box in a warm place.

The initial moisture contents of the willow samples were between 180 and 230%, and of the birch samples 85-100%. Moisture was lost rapidly from samples kept in an open box, the rate of moisture loss being greater

when the boxes were kept in a warm place than in a cold one. The birch and willow samples lost as much as 4.0-10.7% of their mass (a statistically highly significant result) in a single day. On the other hand, samples kept in closed plastic bags lost only a very small amount of their mass throughout the course of the experiment. Those samples kept in a cold place lost even less mass (after two months' storage) than those in a warm place: 8.0-9.0% in a warm place and 2.5-3.0% in a cold place. The birch discs dried out faster than the willow samples. The results of this experiment show that the longer samples have to be stored - even in tightly sealed plastic bags - the more important it is to use a low storage temperature. The end of the report includes a summary of the type of errors and mistakes which can occur in the laboratory when carrying out fresh and dry mass determinations on wood samples.

1. JOHDANTO

Puun massan mittaaminen on lisääntynyt etenkin kokopuun korjuuseen ja puun käyttöön energialähteenä osoitetun kiinnostuksen vuoksi. Puun tuoremassa ei ole kovin informatiivinen tunnus jo pelkästään puissa ilmenevän kosteuden vuodenaikaisvaihtelun ja jopa vuorokautisvaihtelun vuoksi. Toisaalta taas kuivamassan määrittäminen saattaa olla hyvin ongelmallista.

Perinteisesti runkokuun kuivamassa on määritetty ottamalla kosteusnäytteeksi kiekkoja määrävälein tyvi-leikkauksesta alkaen. Eräiden puulajien, kuten koivun runkokuun kuivamassa voidaan määrittää riittäväällä tarkkuudella ottamalla kosteusnäyte rinnankorkeudelta (Auclair ja Metayer 1980, Björklund ja Ferm 1982).

Kun kosteusnäytteet suljetaan muovipusseihin laboratoriokäsittelyä varten, pussimateriaalin höyrynpitävydestä, varastointiajan olosuhteista ja kestosta sekä kosteusmäärityksen suorittamistavasta riippuen menetetään kosteutta enemmän tai vähemmän (Björklund ja Ferm emt.). Kosteusnäytteiden otto, säilytys maastossa, kuljetus ja säilytys kylmätiloissa ennen varsinaista kosteuden määrittystä saattaa viedä useita vuorokausia. Mikäli näytteitä ei heti suljeta tiiviisiin muovipusseihin virheet kosteuden määrittämisessä yhä lisääntyvät. Edellä mainittujen tekijöiden kvantitatiivista arviointia ei liene tehty. Kirjallisuushaussa, joka tehtiin yhdysvaltalaisista, englantilaisista ja suomalaisista tietokannoista, ei löytynyt asiaan liittyviä tutkimuksia.

Kannuksen tutkimusasemalla tehtiin pienellä koivuaineistolla esitutkimus, joka osoitti tiiviissä muovipusseissakin säilytettyjen kosteusnäytteiden kuivuvan kuukauden kestäneessä kylmähuonesäilytyksessä. Tämän

vuoksi päätettiin tarkentaa ja kvantifioida tulosta jatkuvalla näytteiden kosteus seurannalla.

Kokeessa tutkittiin vesipajun (Salix 'Aquatica', kloonin V 769) ja hieskoivun (Betula pubescens) kosteusnäytteiden varastointiajan pituuden, varastointipaikan (lämpötila) sekä varastointitavan vaikutusta näytteiden kosteuden muutokseen.

Laboratoriomittauksista huolehti Kaisa Jaakola, aineiston käsittelyssä avustivat Seppo Vihanta ja Arto Ketola. Puhtaaksi kirjoituksen teki Keijo Polet. Selvityksen ovat lukeneet professorit Olli Uusvaara ja Eero Paavilainen. Kiitämme lämpimästi kaikkia työssä avustaneita henkilöitä.

2. AINEISTO JA KOEJÄRJESTELY

Erilaisia säilytystapoja oli neljä: a) kylmä (huone) ja muovipussi, b) kylmä (huone) ja avoin laatikko, c) lämmin (huone) ja muovipussi sekä d) lämmin (huone) ja avoin laatikko. Jokaisessa käsittelyssä oli paju ja hieskoivu kymmenen kertaa toistettuna. Koivunäytteet olivat noin viisi cm paksuja ja kolme cm pitkiä pienikokoisista koivuista sahattuja kiekkoja. Jokainen pajunäyte koostui kahdesta keskimäärin 182,4 cm (s = 13,1) pitkästä ja tyviläpimitaltaan 10,5 mm (s = 1,0) paksusta vesasta. Vesat katkottiin säilytystä varten lyhyemmiksi pätkiksi.

Kosteusnäytteet otettiin joulukuussa 1982, minkä jälkeen ne kuljetettiin välittömästi laboratorioon tuoremassan määrittämistä varten. Heti tämän jälkeen osa koejäsenistä suljettiin huolellisesti Minigrip-muovipusseihin, osa laitettiin avoimiin foliolaatikoihin ja kaikki näytteet sijoitettiin säilytyspaikkoihinsa.

Näytteet punnittiin tarkkuusvaa'alla päivittäin kahden viikon ajan ja sen jälkeen kerran viikossa kahden kuukauden pituisen säilytysajan loppuun asti. Suljettuja

muovipusseja ei välillä avattu, vaan näytteet punnittiin pusseineen. Varastointipaikan lämpötilaa sekä varastoitavassa materiaalissa tapahtuvia muutoksia seurattiin. Huoneen lämpötila oli keskimäärin 22°C ($s = 1,0^{\circ}\text{C}$) ja kylmähuoneen $9,9^{\circ}\text{C}$ ($s = 1,3^{\circ}\text{C}$), joten kylmähuoneen sijasta voitaisiin paremminkin puhua viileästä huoneesta. Lisäksi kylmähuoneen tuuletus oli heikohko. Viimeisessä mittauksessa helmikuussa 1983 määritettiin muovipusseihin mahdollisesti kertyneen tiivistyneen vesihöyryn määrä ja kuivattiin näytteet lämpökaapissa 105°C lämpötilassa kahden vuorokauden ajan kuivamassan määrittämistä varten. Kuorta ja puuainesta ei erotettu toisistaan.

Aineistosta laskettiin kunkin mittauspäivän keskimääräinen kosteussuhde ja kosteus käsittelyittäin. Kuivumisen tilastollista merkitsevyyttä tutkittiin riippuvien otosten t-testillä, jolla etsittiin se säilytysaika, jolloin kosteuden väheneminen oli ensimmäisen kerran tilastollisesti merkitsevää. Toistettujen mitausten varianssianalyysillä verrattiin massan alenemista eri käsittelyissä toisiinsa, etsittiin säilytysaikojen, -tapojen, -lämpötilojen ja puulajien välisiä eroja sekä näiden ja säilytysajan mahdollisia yhdysvaikutuksia (esim. Winer 1971).

3. TULOKSET

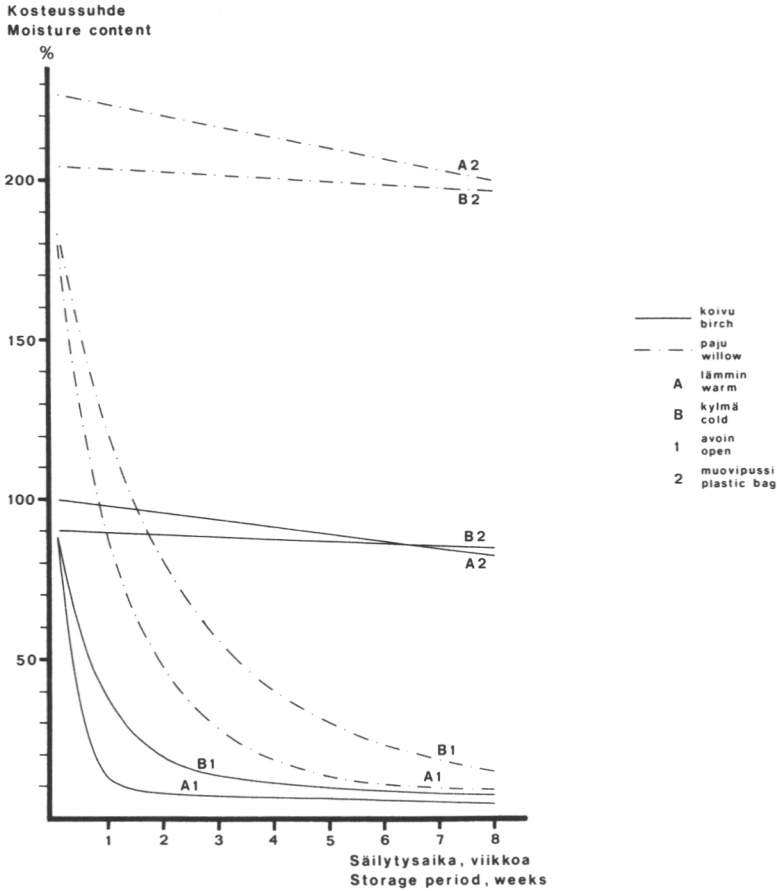
Yksivuotisten pajujen kosteussuhde oli kokeen alussa huomattavan korkea ja paljon suurempi kuin koivujen. Pajunäytteiden kosteussuhteen arvot olivat 180 %:n ja 230 %:n välillä, kun koivulla ne vastaavasti olivat 85-100 %. Näytteiden kosteus taas oli pajuilla keskimäärin 66,4 % ja koivuilla 47,2 %.

Säilytyksen aikana elävässä koemateriaalissa tapahtui myös silminnähtäviä muutoksia. Muovipusseissa säilytetyt pajuat alkoivat juurtua toisen ja kolmannen säi-

lytysviikon välillä. Lisäksi pajuvesojen päät muuttuivat. Huoneilmassa ja muovipusseissa säilytettyihin koivu- ja pajunäytteisiin ilmestyi jonkin verran hometta.

Kokeen aikana näytteiden kosteussuhde eri käsitellyissä muuttui kuvassa 1 esitetyllä tavalla. Avoimessa laatikossa säilytetyt näytteet menettivät kosteuttaan nopeasti, huoneilmassa nopeammin kuin kylmähuoneessa. Sen sijaan tiiviissä muovipusseissa säilytetyt näytteet kuivuivat hyvin vähän koko tarkastelujakson ajan: nytkin huoneilmassa säilytetyt näytteet hieman enemmän kuin kylmähuoneessa säilytetyt. - Mainittakoon, että muovipusseihin tiivistynyt vesihöyryn massa oli suurimmillaan 1,5 % näytteen alkuperäisestä vesimäärästä.

Avoimessa laatikossa, sekä kylmässä että lämpimässä, oli näytteiden tuoremassa alentunut alkuperäiseen arvoon verrattuna jo vuorokauden säilytyksen jälkeen kummallakin puulajilla tilastollisesti erittäin merkittävästi ($p < 0,001$) (taulukko 1). Alkuperäisestä massasta tämä alentuminen merkitsi 4,0-10,7 %. Jos kuiva-ainemäärityksessä tehtäisiin mainitunlainen virhe näytteiden tuoremassasta, merkitsisi se 1,0-6,0 %:n yliarviota kuivamassalle, mikäli näytteiden todellinen kosteus olisi 50 %. Yliarvio olisi pienempi kosteammille näytteille ja suurempi kuivemmille näytteille.



Kuva 1. Koivu- ja pajunäytteiden kosteussuhde säilytyksen aikana.
Fig. 1. Moisture content of birch and willow samples during storage.

Taulukko 1. Kosteusnäytteiden massan alenemisen tilastollinen testaus säilytysajan suhteen. Suluissa massan aleneminen, % alkuarvosta.

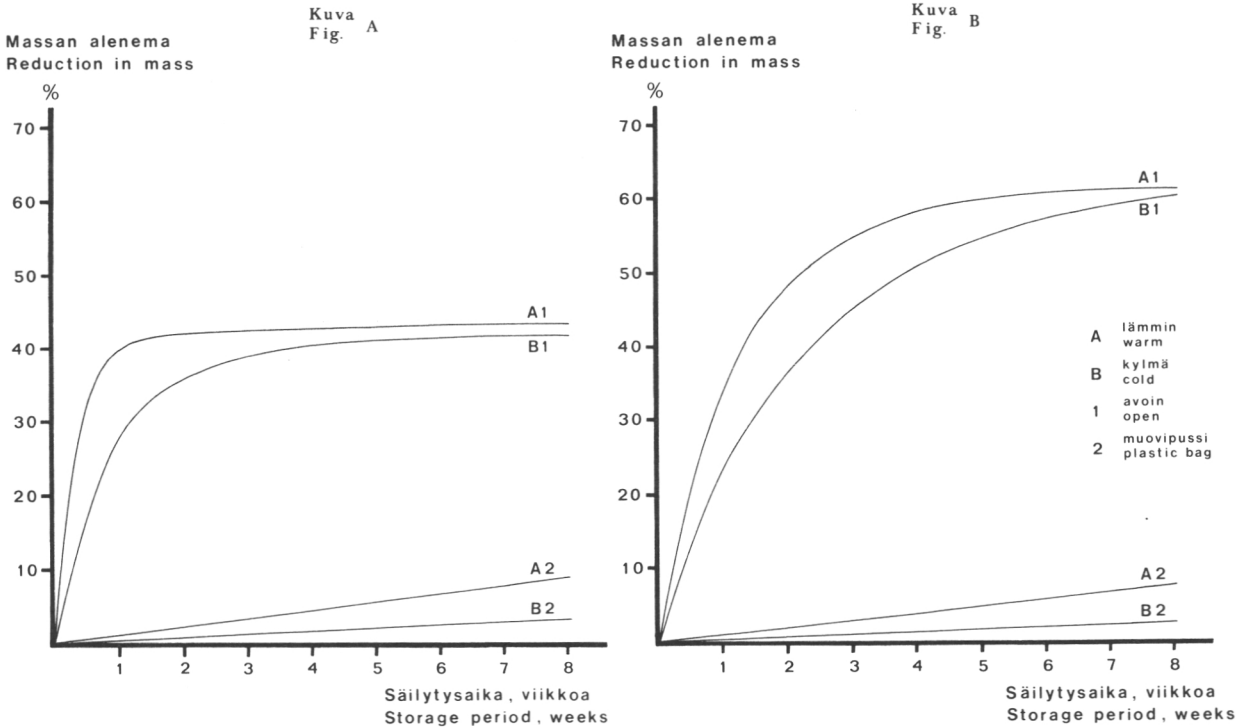
Table 1. Statistical significance of the reduction in mass of the samples with respect to storage period. Reduction in mass, % of initial value, given in parentheses.

Säilytystapa Storage method	Säilytyslämpötila Storage temperature	Puulaji Tree species	Säilytysaika, vrk Storage period, d						
			1	2	3	4	5	6	7
Avoin Open	Lämmin Warm	Paju Willow	(6,4)***						
		Koivu Birch	(10,7)***						
	Kylmä Cold	Paju Willow	(4,9)***						
		Koivu Birch	(4,6)***						
Muovipussi Plastic bag	Lämmin Warm	Paju Willow	(0,2)*	(0,2)**	(0,4)***				
		Koivu Birch	(0,1)*	(0,2)***					
	Kylmä Cold	Paju Willow	(0,1)*			(0,3)***			
		Koivu Birch					(0,3)*	(0,4)**	(0,5)***

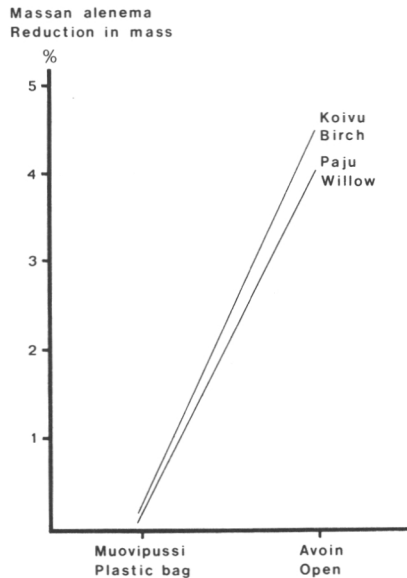
Muovipusseissa näytteet menettivät kosteuttaan hyvin hitaasti, vaikka tuoremassat erosivat tilastollisesti erittäin merkitsevästi huoneilmassa koivulla ja toisena sekä kylmähuoneessa seitsemäntenä säilytyspäivänä (taulukko 1). Pajulla vastaava tilanne oli kolmantena ja neljäntenä päivänä. Tilastollinen erittäin merkitsevä ero tuoremassoissa vastasi suurimmillaankin vain 0,5 %:n massan alenemista näytteen alkupainosta. Vastaava virhe tuoremassamäärityksessä aiheuttaisi näytteessä, jonka todellinen kosteus on 50 %, vain 0,25 %:n virhearvion kuiva-ainepitoisuuteen.

Näytekappaleiden massan muuttuminen, eli haihtumisesta aiheutuva veden vähenemisnopeus oli aluksi lineaarista ja säilytystavasta sekä lämpötilasta riippuvaa (kuva 2). Pussissa säilytetyissä näytteissä haihtuminen oli myöhemminkin lineaarista: kahden kuukauden säilytyksen jälkeen oli massa alentunut huoneilmassa koivulla 9,0 % ja pajulla 8,0 % sekä kylmähuoneessa koivulla 3,0 % ja pajulla 2,5 %.

Tarkasteltaessa kolmisuuntaisella varianssianalyysillä puulajin, lämpötilan ja säilytystavan vaikutusta sekä näiden yhdysvaikutuksia näytteiden massan vähenemiseen yhden vuorokauden jälkeen, havaittiin kaikkien edellä mainittujen tekijöiden olevan merkitseviä ($p < 0,01$). Suurin oli säilytystavan ja sen jälkeen lämpötilan vaikutus. Puulajin vaikutusta testattiin tarkemmin kaksisuuntaisella varianssianalyysillä, mikä vaikutus oli ainakin säilytyksen alkuajan melkein merkitsevä ($p < 0,027$). Vesi haihtui koivusta nopeammin kuin pajusta. Avoin säilytystapa vielä korosti puulajien välistä eroa (kuva 3). Myös puulajin ja lämpötilan yhdysvaikutus oli melkein merkitsevä ($p < 0,020$).



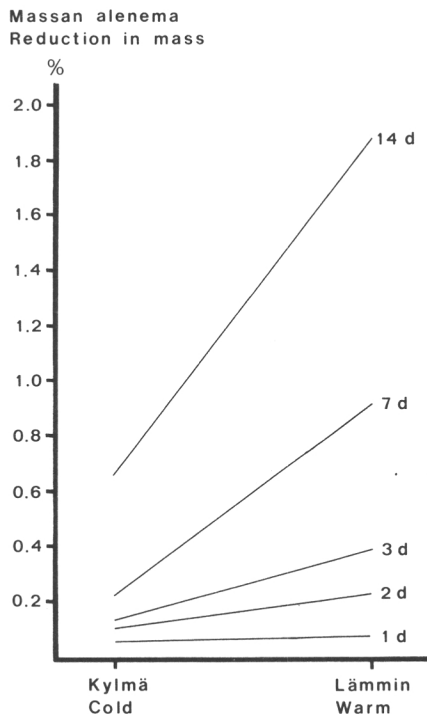
Kuva 2. Haihtumisesta aiheutuva massan aleneminen (% alkuarvos-
ta) säilytyksen aikana. A = koivu ja B = paju.
Fig. 2. Reduction in mass during storage as a result of evapora-
tion. A = birch and B = willow.



Kuva 3. Kylmähuoneessa säilytetyjen kosteusnäytteiden massan
aleneminen (% alkuarvosta) yhden vuorokauden säilytyksen
jälkeen sekä puulajin ja säilytystavan välinen yhdysvai-
kutuksen (p < 0,046).
Fig. 3. Decrease in mass (% of initial value) of samples after storage in a
cold place for one day, and the combined effect of tree species and
storage technique (p < 0.046).

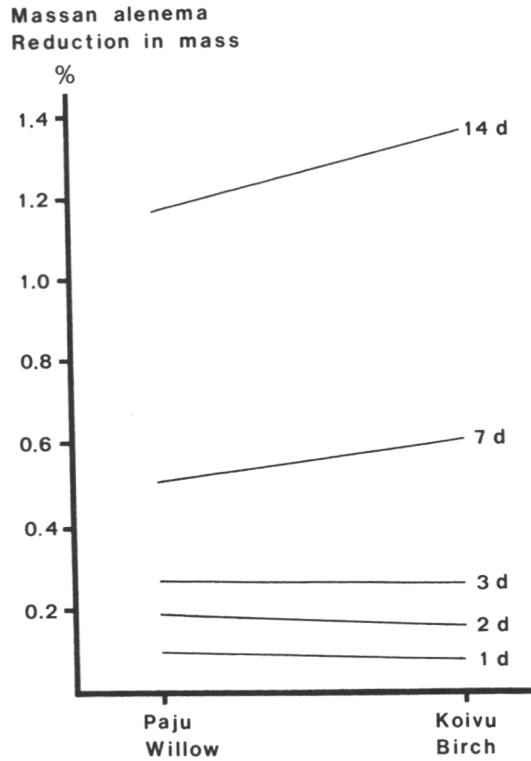
Säilytysajan (koefaktori) ja lämpötilan sekä puulajin (ristikkäisfaktorit) ja näiden yhdysvaikutusten merkitystä kosteuden vähenemiseen selvitettiin tarkemmin, kun säilytystapana oli selvästi paras menetelmä, tiiviisti suljettu muovipussi. Kahden viikon säilytysaikana lämpötilan ja säilytysajan vaikutus oli erittäin merkitsevä ($p < 0,001$). Yhdysvaikutuksista ajan ja lämpötilan välinen oli selvin ja erittäin merkitsevä ($p < 0,001$) (kuva 4).

Säilytysajan ja puulajin välinen yhdysvaikutuskin oli melkein merkitsevä ($p < 0,030$). Yhdysvaikutus on esitetty kuvassa 5. Aluksi paju- ja koivunäytteiden veden haihtumisessa ei ollut eroja ja koivusta näytti haihtuvan kosteutta jopa vähemmän. Noin viikon säilytyksen jälkeen koivu menetti kosteuttaan pajua enemmän, joskin absoluuttiset erot puulajien välillä olivat pieniä.



Kuva 4. Muovipusseissa säilytettyjen näytteiden massan aleneminen (% alkuarvosta) säilytysajan ja -lämpötilan yhdysvaikutuksena esitettynä ($p < 0,001$).

Fig. 4. Decrease in mass (% of initial value) of samples stored in plastic bags presented as the combined effect of storage period and storage temperature ($p < 0.001$).



Kuva 5. Muovipusseissa säilytettyjen näytteiden massan aleneminen (% alkuarvosta) puulajin ja säilytysajan yhdysvaikutuksena esitettynä ($p < 0,030$).

Fig 5. Decrease in mass (% of initial value) of samples stored in plastic bags presented as the combined effect of tree species and storage period ($p < 0.030$).

4. TULOSTEN TARKASTELU

Kokeessa esimerkkipuulajeina käytetyt hieskoivu ja vesipaju edustanevat puuvartisten kasvien kosteusvaihtelun äärilaitoja: toisella on alhainen kosteussuhde ja toisella korkea kosteussuhde. Pajun kosteussuhde oli noin kaksinkertainen koivuun verrattuna.

Avoimessa tilassa, huoneenlämmössä ja kylmähuoneessa säilytetyt koivun ja pajun kosteusnäytteet menettivät yhdessä vuorokaudessa massastaan 4,0-10,7 %, mikä oli tilastollisesti erittäin merkitsevää. Esimerkiksi 10 % virhe tuoremassamäärityksessä aiheuttaisi 3,3-6,6 %:n virheen kuivamassamäärityksessä, mikäli näytteen todellinen kosteus olisi 40-70 %. Virhe on siis sitä suurempi mitä alhaisempi on todellinen kosteus.

Myös muovipusseissa säilytetyt näytteet menettivät painoan säilytyksen aikana. Kaikissa tapauksissa massan menetys oli tilastollisesti erittäin merkitsevää viimeistään viikon sisällä, joskin absoluuttiset arvot olivat pieniä. Kuitenkin kahden kuukauden säilytys kokeen olosuhteissa aiheuttaisi koivulle huoneilmasäilytyksessä 5,0 %:n ja kylmähuoneessa 1,5 %:n virheen kuivamassamäärityksessä, mikäli näytteiden todellinen kosteus olisi 50 %. Pajulla vastaavat arvot olisivat 4,4 % ja 1,0 %, mikäli näytteiden todellinen kosteus olisi 60 %.

Haihtuminen oli aluksi nopeaa, koivulla nopeampaa kuin pajulla. Ensin haihtui irrallinen vesi soluista ja sen jälkeen solujen seinämiin ja väleihin sitoutunut vesi. Mahdollisesti koivusta haihtui sitoutunutta vettä helpommin kuin pajusta. Koivukiekoissa oli haihduttavaa pintaa suhteessa tilavuuteen huomattavasti enemmän kuin pajuissa. Vesi haihtuu kiekkoista ja pölkyistä etupäässä syiden suunnassa. Koska näytteissä oli kuori, tällainen haihtuminen korostui.

Säilytyslämpötilan merkitys korostui selvästi säilytysajan pidentyessä. Osoittautui, että mitä kauemmin näytteitä joudutaan säilyttämään - tiiviisti suljetuissa muovipusseissakin - sitä tärkeämpää on riittävän alhainen lämpötila. Kokeessa "kylmähuoneen" lämpötila oli liian korkea, joten epäselväksi jäi lähellä $\pm 0^{\circ}\text{C}$ tai

alle sen olevien lämpötilojen vaikutus säilytykseen. Tuntuukin siltä, että kosteusnäytteet tulisi säilyttää suljetuissa muovipusseissa, mieluummin alle $\pm 0^{\circ}\text{C}$:n lämpötiloissa.

Koejärjestelyistä aiheutuvista virheistä, joiden suuruutta ei tunneta, mainittakoon, että muovipussien läpäisevyydestä ei ole tietoa. Sen voisi kuitenkin olettaa olevan vähäinen. Lisäksi ilman suhteellisen kosteuden vaikutusta ei kokeessa selvitetty.

Tuoremassasta ei useinkaan olla niin kiinnostuneita kuin kuivasta massasta. Ongelmaa ei lienekään, jos pyritään vain kuivamassan määrittämiseen ja näytteeksi otetaan koekappale kokonaisuudessaan, esim. pajunvesa runkoinen, oksineen ja lehtineen (ongelmana voi olla kuitenkin kuiva-ainepitoisuuden väheneminen, ks. myöhemmin). Mutta jos kuiva-ainemääritys on tehtävä puun rungosta, vaikka pieniläpimittaisestakin, se vaatii jo kuiva- ja tuoremassan suhteen selvittämistä pienehköistä näytekiekoista.

Kuivamassan määrittäminen on tietenkin mahdollisista esimerkiksi kuiva-tuoretiheyttä apuna käyttäen, jolloin tilavuus tulee uutena suurena kuvaan mukaan. Tämä lisää mittauksia sekä virhemahdollisuuksia etenkin tilavuusmäärittämisessä, mutta informaation määrä lisääntyy jopa enemmän. Kuiva-tuoretiheys voidaan myös mitata epäsuorasti, mutta vain puun pintaosasta, esimerkiksi ns. Pilodyn-laitteella.

Kokeessa seurattiin kosteusnäytteissä tapahtuvia muutoksia ajan suhteen. Massan alenemisen oletettiin johtuvan veden haihtumisesta. Kuitenkin on mahdollista, että näytteet menettivät painoaan hengityksestä aiheutuvan kuiva-aineen vähenemisen vuoksi. Tätä ilmensivät jo koemateriaalissa tapahtuneet silmännähtävät muutokset: mustuminen, homehtuminen ja pajuilla juurten muodostuminen.

Pajun puu- ja kuoriosia huomattavasti vilkkaammin hengittävien lehtien kuivamassa väheni eräässä kokeessa viisipäiväisen muovipussissa säilyttämisen jälkeen peräti 10 % (Nilsson 1983), minkä oletettiin johtuvan pimeähengityksestä ja siten vaihtelevan säilytyslämpötilan mukaan. Kasvinäytteiden kuivattaminen itsestään esim. huoneenlämmössä ei ole suositeltavaa (Huttunen ja Laine 1981) mainitun hengityksestä johtuvan kuiva-ainehäviön vuoksi. Varsinkin hyvin kosteiden kasvinäytteiden hengitys voi olla runsasta. Lisäksi haavat, leikkauspinnat, katkominen yms. lisäävät sellaisia pintoja, joista haihtuminen ja hengitys on nopeampaa kuin esim. kuoren päällystämiltä pinnoilta.

Myös absoluuttisen kuivan massan määrityksessä voi olla ongelmia, kuten Kärkkäinen (1977) on valaissut. Kuivatuksen lämpötila, tuuletus ja kesto vaihtelevat. Muun muassa liian korkeissa lämpötiloissa puuaine alkaa haptua ja sen massa vähetä. Puukappaleissa saattaa lisäksi olla muita haihtuvia komponentteja kuin vettä ja näiden poistumisesta voi syntyä epävarmuutta.

Puun kosteuden ja sitä kautta kuiva-ainepitoisuuden määrittäminen vaatii huolellisuutta ja nopeutta. Silti virheitä voi syntyä. Kosteusnäytteiden otto, kuljetus ja säilytys sekä analysointi on vain osa puiden tai metsikön kuivamassan määritysketjua, jossa tapahtuvien virheiden suuruus on paljolti vielä selvittämättä.

KIRJALLISUUS

- AUCLAIR, D. & METAYER, S. 1980. Methodologie de l'évaluation de la biomasse aérienne sur pied et de la production en biomasse des taillis. Summary. Acta Ecologica Ecol. Applic. 1(4):357-377.
- BJÖRKLUND, T. & FERM, A. 1982. Pienikokoisen koi-vun ja harmaalepän biomassassa ja tekniset ominaisuudet. Abstract: Biomass and technical properties of small-sized birch and grey alder. Folia For. 500:1-37.
- HUTTUNEN, S. & LAINE, K. 1981. Ekologisen mittaus-tekniikan kurssi. Oulun yliopiston kasvi-tieteen laitoksen monisteita No 13:1-108.
- KÄRKKÄINEN, M. 1977. Puu. Sen rakenne ja ominaisuu-det. Helsinki. 442 s.
- NILSSON, L-O. 1983. Methods of preserving leaf sampl-es between defoliation and laboratory invest-igations. ESO. Sveriges Lantbruksuniversitet. Technical Report No 31:1-21.
- WINER, B.J. 1971. Statistical principles in experi-mental design. McGraw-Hill. New York. 907 s.

**METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA -SARJASSA
KANNUKSEN TUTKIMUSASEMALTA ILMESTYNYT:**

**N:o 98 Jyrki Hytönen. Vaaka- ja pystyistutuksen vertailua pajunkasvatuksessa.
Abstract: Comparison of horizontal and vertical planting of willow cuttings. 1983.**

N:o 120 Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 15.9.1983.

Kannus 1984
ISBN 951-40-0980-0
ISSn 0358-4283