

PUUTUOTTEIDEN VARASTOINNIN MERKITYS ARVOKETJUSSA

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Prosessi- ja materiaalitekniikka
Puutekniikka
Syksy 2018
Lassi-Petteri Kukkonen

Tiivistelmä

Tekijä Kukkonen, Lassi-Petteri	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika Syksy2018
	Sivumäärä 38	
Työn nimi Puutuotteiden varastoinnin merkitys arvoketjussa		
Tutkinto Insinööri (AMK), prosessi- ja materiaalitekniikka		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia kosteuskäyttäytymistä varastointiolosuhteissa. Työ tehtiin toimeksiantona Puumerkki Oy:lle.</p> <p>Teoriaosuudessa käsitellään varastoinnin teoriaa, varastonohjausteoriaa sekä puun kosteusteoriaa.</p> <p>Tutkimusosuudessa selvitetään, onko raaka-aineiden laatu sillä tasolla, mitä toimittajilta vaaditaan. Työssä selvitetään, onko tavaran laatu sovittua muun muassa kosteuden, paketoinnin sekä pintojen laadun kannalta. Tutkimusosuudessa selvitetään myös puun kosteuskäyttäytymistä varastointiprosessin aikana sekä onko kosteusarvot standardien mukaisia ja mitä tulisi muuttaa tulevaisuudessa.</p> <p>Puutavaran osalta kosteudet olivat oletettua paremmat sekä pinnat olivat laadullisesti hyviä. Sisäverhouslaudat olivat ainoat, joiden arvot olivat lähellä maksimia. Vanerin kosteusarvot olivat hieman koholla, ohjesääntöihin verraten.</p> <p>Sisäverhouslautojen kosteus saataisiin tasattua, siirtämällä ne sisähalleihin. Tällöin kosteus ei heittelisi vuodenajan mukaan, jolloin ei syntyisi niin paljon kieroutumista ja lautojen tummumista. Vanerien osalta kosteutta saataisiin tasattua parantamalla koneellista ilmanvaihtoa.</p>		
Asiasanat Kosteuskäyttäytyminen, varastonohjausteoria, varastointiteoria.		

Abstract

Author(s) Kukkonen, Lassi-Petteri	Type of publication Bachelor's thesis	Published Autumn 2018
	Number of pages 38	
Title of publication Title The importance of storing in the value chain of wood products		
Name of Degree Bachelor's Degree in Process and Materials Engineering		
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to study the moisture behavior of wood in warehouse conditions. The thesis was commissioned by Puumerkki Oy.</p> <p>The theoretical part deals with the theory of storage, inventory control and moisture.</p> <p>The aim of the actual research section was to investigate whether the quality of the products was what had been agreed on with the suppliers, for example from the points of view of moisture, packaging and surface quality. The moisture behavior of wood in the storing process was also studied, and also whether moisture was within the given values and is there something that should be changed in the future.</p> <p>With regard to moisture, the timber was better than expected, and the surfaces were of good quality. Interior cladding boards were the only ones with values close to the maximum. The moisture values of the plywood were slightly elevated, as compared to the regulations. The moisture of the interior cladding boards could be made more even, by moving them to the inside of warehouse. In this case, moisture would not change so much according to the season, so there would not be so much warping and darkening of the wood. For plywood, more even moisture would be achieved by improving ventilation.</p>		
Keywords moisture behavior, inventory control, storage theory		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	PUUMERKKI OY	2
3	VARASTOINTI.....	8
3.1	Varastointiteoriaa.....	8
3.2	Varastoinnin syyt	9
3.3	Varastotyytit.....	11
4	VARASTONOHJAUS.....	13
4.1	Varastonohjausteoriaa	13
4.2	Varastonohjausmenetelmät	14
4.2.1	ABC-analyysi	14
4.2.2	Kaksivaiheinen ABC-analyysi	15
4.2.3	XYZ-analyysi	15
4.2.4	FIFO- ja LIFO-periaate	15
5	TUTKIMUSOSUUS.....	16
5.1	Kosteuksien tutkiminen yrityksessä	16
6	PUUTAVARAN KOSTEUSKÄYTTÄYTYMISEN TEORIAA	17
6.1	Sahatavara	17
6.2	Sahatavaran kosteuskäyttäytyminen varastolla	19
6.3	Ulko- ja sisäverhous, sekä lattialaudat	23
6.4	Paneelien ja lattialautojen kosteuskäyttäytyminen varastolla	25
6.5	Vaneri	29
6.6	Vanerien kosteuskäyttäytyminen varastolla	31
6.7	LVL.....	35
6.8	YHTEENVETO	37
	LÄHTEET	39
	LIITTEET	40

1 JOHDANTO

Työn tavoitteena on Puumerkki Oy:n toimeksiantona tutkia puutuotteiden varastoinnin merkitystä arvoketjussa.

Työssä on tarkoitus aluksi tutustua yrityksen nykytilaan, kuinka tavaran vastaanotto tapahtuu, mistä tavara saapuu yritykselle, kuinka usein tavaraa saapuu ja mikä on tuotteiden läpimenoaika. Lisäksi yritystä kiinnostaa, ovatko tuotteet laadultaan sitä luokkaa, mitä on ulkopuolisen yrityksen kanssa sovittu, eli pitävätkö kosteusprosentit paikkaansa, onko kuljetuksessa moitittavaa ja ovatko pinnat laadullisesti hyviä. Lisäksi selvitetään, miten varastointi yrityksessä hoidetaan tällä hetkellä, onko varastointiolot tuotteille otollisia, onko säävaihteluissa kuinka suurta haittaa tuotteelle ja sitä kautta yrityksen tuotolle sekä imagolle.

Varsinaisessa tutkimustyössä tullaan ottamaan selvää, kuinka puutuotteet, kuten sahatarava ja levyt, käyttäytyvät edellä mainituissa prosesseissa, yritystä kiinnostaa erityisesti puutuotteiden kosteuskäyttäytyminen prosessin eri vaiheissa ja se onko tällä suurta vaikutusta tavaran laatuun ja kuinka tätä voitaisiin rajoittaa.

2 PUUMERKKI OY

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Puumerkki Oy. Puumerkki Oy on Suomessa ja Baltiassa toimiva puutuotteiden tukkumyymälä. Yritys palvelee rakennusliikkeitä, jälleenmyyjä ja teollisuutta. Yritys toimii vain yritysmarkkinoilla, eli Puumerkki ei myy tuotteitaan yksityishenkilöille suoraan, vaan yksityishenkilön pitää kääntyä jonkin toisen yrityksen puoleen, jonka kanssa kauppa tehdään. Yleensä ulkopuolisena yrityksenä toimii toinen rakennustavaraliike. (Puumerkki 2018.)

Yrityksen historia alkaa jo 1950-luvulla, jolloin perustettiin Pitkäpuu Oy ja Pohjoiskarjalan Ovi ja Vaneri Oy. Nämä yritykset toimivat 1990-luvun alkuun asti erillisinä toimijoina. 1992 Enso-Gutzeit Oy:n tuli molempien yritysten omistaja, ja tämän yritysfuusioitumisen kautta perustettiin Puumerkki Oy. Yhtiö kasvoi tämän jälkeen Suomenlaajuiseksi, perustaen lukuisia toimipaikkoja ympäri Suomea, sekä aloitti myös toimintansa Baltiassa perustamalla toimipisteet Viroon ja Latviaan. Myöhemmin 1990-luvulla Puumerkki Oy:n omistajaksi tuli - Suomalais-Ruotsalainen metsäteollisuusyritys Stora Enso. Stora Enso omisti yrityksen aina vuoteen 2017 saakka. Vuonna 2017 Stora Enso myi Puumerkki Oy:n Ruotsalaiselle sijoitusyhtiö Mimir Invest AB:lle. (Puuinfo Oy 2013.)

Puumerkki Oy:llä on tällä hetkellä 11 toimipaikkaa ympäri Suomea. Toimipaikkoja löytyy Oulusta, Tampereelta, Kuopiosta, Turusta, Porista, Jyväskylästä, Mikkelistä, Keravalta, Joensuusta sekä Honkalahdelta. Yritys työllistää tällä hetkellä noin 135 vakituista työntekijä. Lisäksi kausityöntekijöitä, lähinnä kesäisin, 10 - 20 henkilöä. (Puumerkki 2018.)

Puumerkin tuotteet voidaan jakaa karkeasti kolmeen kategoriaan. Ensimmäisenä ovat sahatavara. Sahatavaraa on yrityksellä kymmeniä eri laatuja, pituuksia sekä dimensioita. Sahatavara on tuote, jota yrityksellä liikkuu eniten, sekä sahatavaraa käyttäviä asiakkaita yrityksellä on eniten. Asiakkaat koostuvat teollisista käyttäjistä, rakennusliikkeistä ja rakennustarvikemyymälöistä.

Ensimmäiseen kategoriaan kuuluu tavallinen sahatavara, runkotavara, ulkoverhouslaudat ja -paneelit, liimapuut, LVL, sekä erinäiset kyllästetyt tuotteet.

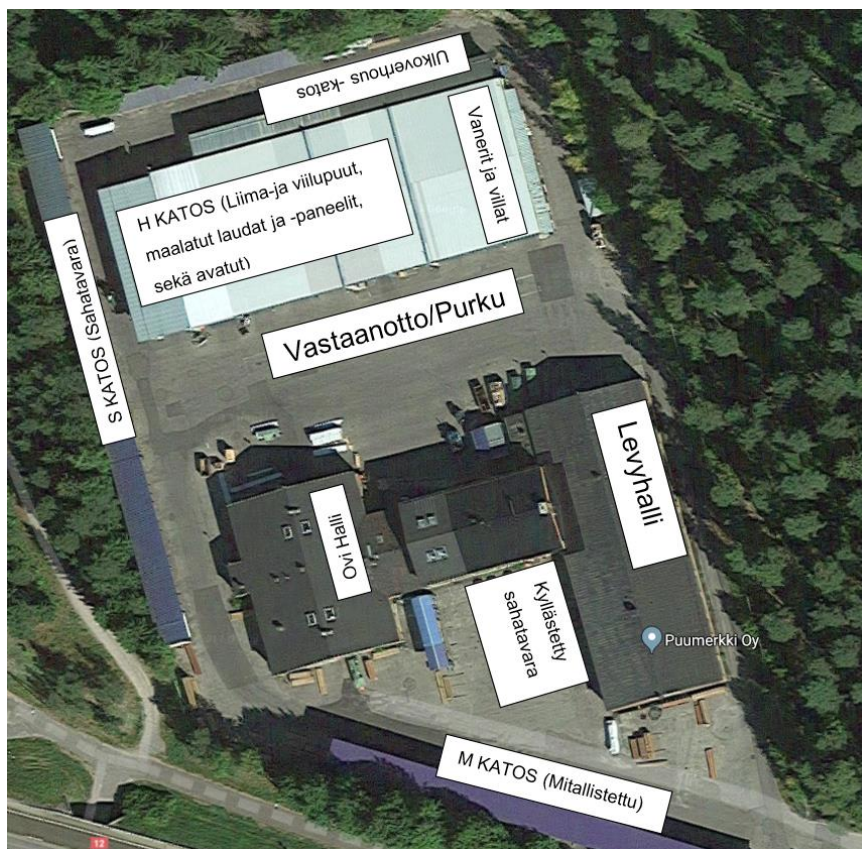
Toisena on puu- ja kuitulevyt. Tämä on toiseksi suurin ryhmä. Asiakkaina toimivat suurimmaksi osaksi keittiövalmistajat, huonekaluteollisuus, betonivaluja tekevät rakennusyhtiöt sekä remontointiyritykset. Puu- ja kuitulevytuotteita käytetään huomattavasti enemmän raaka-aineena teollisuudessa, kuin suoranaisesti rakentamisessa, verraten sahatavaraan.

Kolmantena on ovet, listat, ikkunat, eristeet ja muut palvelutuotteet. Näiden määrä puuta ja levyä, huomattavasti pienempi. Puumerkki Lahti toimii ovien keskusvarastona muille toimipisteille. Tämän vuoksi ovien määrä Lahden varastotoiminnoissa on keskimääräistä merkityksellisempi. Ovitoimituksia Lahdesta tehdään niin muille Puumerkin toimipisteille, kuin suoraan asiakkaille ympäri Suomea.

Lahdessa toiminta on jakaantunut kahteen fyysiseen lokaatioon. Osoitteessa Hämeenlinnantie 59 sijaitsee Puumerkki Oy - Lahden varasto ja myyntikonttori on sijoitettu osoitteeseen Askonkatu 10. (Puumerkki 2018.)

Hämeenlinnantien terminaalissa työskentelee tällä hetkellä viisi henkilöä. Yksi henkilö hoi-
taa puutavaran keräilyn ja pihatoiminnot, yksi levyhallin ja yksi ovipuolen varastotoiminnot. Lahden Terminaali toimii tukkukaupan lisäksi myös varastona omille toimipisteille määriteltujen erikoislevytuotteiden ja ovien osalta. (Puumerkki 2018.)

Tavaran vastaanotto Lahden terminaalissa tapahtuu keskellä pihaa merkityillä purkupai-
koilla (kuva 1). Purkualueelle mahtuu yleensä 2 - 3 purettavaa rekkaa samanaikaisesti. Purkualueelta purettavat tavarat viedään yleensä suoraan sahatavarakatokseen, jos ky-
seisessä katoksessa on tilaa. Tavarat voidaan myös väliaikaisesti purkaa purkualueen
viereen, josta ne siirretään myöhemmin omille paikoilleen katoksiin.



KUVA 1. Puumerkin terminaalin varastopaikat (Google)



KUVA 2. H-katos

Täydet puutavaraniiput varastoidaan yleensä M-katokseen tai S-katokseen, josta ne siirretään H-katokseen, kun paketit avataan. Ovitavarat ja listat siirretään yleensä ovihalliin, paitsi jos kyseessä on esimerkiksi ulko-ovet, voidaan ne varastoida myös H katokseen. Levytavarat varastoidaan Levyhalliin sekä H katokseen.



KUVA 3. H katoksen ulkoverhoustuotteet



KUVA 4. S- Katos ja H-katoksen pääty

Varastoista M- ja S-katokset suojaavat puutavaraa heikoiten. Katokseen mahtuu 3 - 4 riviä puutavaraa peräkkäin ja noin 4 - 5 pakettia päällekkäin, pakettien koosta riippuen. Ensimmäinen rivi ei ole juuri lainkaan suojassa esimerkiksi sateelta, ellei sade tule pystysuorassa. Esimerkiksi tuulisella ja sateisella säällä vesi kastelee usein ensimmäisen rivin paketit. Toki nämä ovat tehtaalla suojattu muovihupuin, jolloin veden ei tulisi päästä paketin sisään, mikäli pakkaus on ehjä. H-katoksessa on hieman parempi tilanne. Katoksessa on tavarahyllyjä n. 8-10 per puoli ja hyllypaikkoja per hylly on n. 4 - 5. Halli on pitkittäissuunnassa, jolloin hyllyt ovat pitkällä sivulla ja sisäänkäynti on toisella lyhyellä sivulla. Tällä tavoin paketit jotka ovat hyllypaikoilla 2 - 10 ovat suojalta esimerkiksi sateelta, kun taas rivillä yksi olevat niput saattavat pakettien päistä kastua, jos tehtaan muovitus on puutteellinen.



KUVA 5. M-katos

Tietysti hallin tavarat ovat alttiita kosteudelle, koska kyseessä on lämmittämätön ulkovarasto, mutta paketit ovat paremmin suojassa säältä, kuten sateelta ja lumelta, kuin S-tai M-katoksen tavarat.

Levyhalli ja ovihalli ovat lämmitettyjä sisähalleja, joihin säätö- ja ilmastointilaitteet ja esimerkiksi ilman kosteus vaihtelut vaikuttavat heikoiten. Tietysti varsinkin kesäaikaan hallin ovia pidetään usein pitkiäkin aikoja auki, koska ovesta kuljetaan monta kertaa päivässä ja tämän takia halutaan säästää vaivaa ja aikaa. Tällöin tietysti kosteusolot hieman muuttuvat, mutta pääsääntöisesti hallin ilmankosteus on hallittua.



KUVA 6. Levyhalli

Puumerkki Oy:llä Lahden terminaalissa on varastopaikkojen osalta sikäli hyvätilanne, että lähes kaikille paketeille löytyy katettu alueensa, tietysti vuodenajasta riippuen. Syksy ja talvikuukausina, kun kauppa hiljentyy, on varastossa jopa tyhjiä paikkoja, mutta kesäisin, kun tavaraa tarvitaan paljon suuremmat määrät, joudutaan osa paketeista sijoittamaan ulkopuolelle, mutta tämä osuus on hyvin pieni.

Varaston kierto pyritään hoitamaan FIFO- periaatteen mukaisesti aina kun se on vain aikataulullisesti tai dimensioittain mahdollista, eli vanhin tavara/ensimmäiseksi varastoon tullut tavara ensimmäisenä ulos varastosta. Pakettien ikäjakaumaan on alettu kiinnittää huomiota enemmän lähiaikoina. Joskus heikosti kiertävillä tuotteilla voi paketin ikä olla jopa vuodesta kahteen.

Yritys on panostanut tuotteiden kieronopeuksien seurantaan. Yrityksessä hyödynnetään keräilyssä tietokoneita, joista myyjät ja trukkikuskit näkevät halutun tavaran määrän, saapumispäivän, pakettinumeron ja ohjelma kertoo pakettien varastoiän. Näin keräilyssä saadaan helposti selville, mikä paketti tulee ensimmäisenä saada FIFO- periaatteen mukaan pois varastosta.

Yrityksellä ei varsinaisesti ole varsinaista paikkaa valmiille keräyksille, vaan yleensä valmiit paketit jätetään pihalle lähelle purkualuetta. Tämä ei useimmissa tapauksissa ole ongelma, koska usein asiakas noutaa paketin vuorokauden tai kahden sisällä. On olemassa toki poikkeuksiakin jolloin valmiit tilaukset saattavat seistä pihalla jopa kuukauden. Tällöin kasvaa riski siitä, että tuotteen laatu kärsii, jolla taas voi olla negatiivinen vaikutus yritysimagoon ja mahdollisesti yrityksen tulokseen. Tähän pitäisi saada parannus, esimerkiksi samalle paikalle katettu alue, jonne ei tuoda muuta kuin valmiit tilaukset.

3 VARASTOINTI

3.1 Varastointiteoriaa

Termillä varasto voidaan tarkoittaa useita eri asioita. Varastosta puhuttaessa voidaan tarkoittaa varastorakennusta, varastointitiloja tai tavaraa, esimerkiksi valmiita tuotteita tai raaka-aineita joita tarvitaan tuotteen valmistukseen. Tuotteista ja raaka-aineista voidaan myös käyttää myös nimitystä vaihto-omaisuus. (Salmivuori 2010,10.; Logistiikan Maailma 2017)

Varastoon sekä varastointiin liittyviä toimintoja on nähtävissä lähes kaikessa tuotannollisissa ja kaupallisissa toiminnoissa, yrityksestä tai sen toimialasta riippumatta. Myös palveluja tuotteinaan kauppaavat yritykset hyödyntävät varastoja. Esimerkiksi siivouspalvelua harjoittava yritys tarvitsee varastoja työvälineidensä säilyttämiseen. (Hokkanen & Virtanen 2013, 9.)

Keskeisin periaate varastoinnissa on, että toimitusketjun kaikissa eri vaiheissa tulisi varasto pitää mahdollisimman pienenä, kuitenkin aiheuttamatta ongelmia yrityksen tuotolle tai imagolle. Varastojen minimointi johtuu siitä, että varastointi syö yrityksen pääomaa, joka olisi kannattavampaa vapauttaa muuhun tarpeeseen, esimerkiksi laiteinvestointeihin. (Logistiikan Maailma 2017a.)

3.2 Varastoinnin syyt

Miksi tavaraa siis varastoidaan? Usein puhuttaessa varastosta nähdään se yritykselle vain lisäkustannuksien tuojana eikä niinkään lisäarvon tuottajana. Tästä huolimatta varastointi on usein välttämätöntä, sekä oikein ja hyvin suunniteltuna se myös tuottaa mahdollisesti lisäarvoa yritykselle. (Logistiikan Maailma 2017a.)

Vaikka ohjeistetaan, että varastoja tulisi välttää, lisäkustannuksien johdosta, on se yleensä välttämätön toimi liiketoiminnassa. Yrityksellä on monia eri syitä varastointiin ja varastojen ylläpitämiseen.

Varastoinnin syitä ovat muun muassa:

- asiakaspalvelu, saatavuuden turvaaminen
- luottamuksen puute toimittajaan
- tilaus-toimituskustannusten minimointi; kokonaiskustannukset voivat olla pienemmät suurella tilauserällä.
- raaka-aineen vaikea saatavuus tiettyinä vuodenaikoina
- taloudelliset tuotantoerät
- tuotannon välivarastot
- tuontitavaran tuontitullien maksun lykkääminen välivarastoimalla tavaraa tullivarastossa
- raaka-ainehintojen mahdollinen korotuspaine.

Asiakaspalvelusyistä pidettävät varastot pyritään optimoimaan, tuntemalla asiakaspalvelutarpeet. Yrityksen sekä yrityksen asiakkaiden tulisi ymmärtää, ettei kaikkia tuotteita ole koko ajan sataprosenttisesti saatavilla, vaan yrityksen on löydettävä tavarat, joita menee eniten tai tavarat joita asiakkaat useimmiten tarvitsevat ja keskityttävä näiden varastossa pitämiseen. (Logistiikan Maailma 2017.)

Varastojen pitäminen toimittajan epäluotettavuuden takia on hieman huono syy yrityksen kannalta ylläpitää varastoja, koska yrityksen tulisi etsiä itselle sopivampi toimittaja, jos toinen yritys on toimituksissaan epäluotettava. (Logistiikan Maailma 2017.)

Kokonaiskustannusten minimoinnissa, ostamalla suuret määrät tiettyä tuotetta varastoon, on hyvä ottaa huomioon, että kyseessä on tuote, jolle on kysyntää ja joka saadaan nopeasti myös myytyä, ettei tuote jää vuosiksi varastoon. (Logistiikan Maailma 2017.)

Raaka-aineiden saannin kausiluonteisuus. Tämä on tuttua esimerkiksi puuteollisuudessa, yrityksissä, jotka jatkokäsittelevät tukkeja. Esimerkiksi kevät talvella on metsään todella hankala päästä työkoneilla, jolloin toimitukset voivat viivästyä, jollei yritys ole panostanut varastointiin. (Logistiikan Maailma 2017.)

Taloudelliset tuotantoerät varastoinnin syynä on myös ymmärrettävää. Joskus asiakas ei tarvitse tuotetta kuin pienen määrän, mutta valmistajayritykselle on taloudellisesti kannattavampaa valmistaa kyseistä tuotetta suuri määrä ja jättää se varastoon odottamaan kysyntää. Tässä on vain varmistettava, ettei kyseessä ole uniikki, juuri tietylle yritykselle räätälöity tuote, koska muuten ostajaa on hieman hankalampi löytää. (Logistiikan Maailma 2017.)

Tuotannon välivarastoja muodostuu, kun tuotanto ei toimi imuohjautuvasti, vaan tuotannon eri vaiheiden välille kertyy eri valmiusvaiheissa olevia tuotteita odottamaan eri valmistusvaiheita. Tuotannon välivarastot voidaan poistaa noudattamalla imuohjautuvuusperiaatetta, mikäli se on vain mahdollista. Jos tuotantovaiheet tehdään samalla laitteella/laitteistolla, joka vaatii tuotantovaiheiden välillä asetuksia, ei silloin imuohjautuvuusperiaatetta voida hyödyntää. (Logistiikan Maailma 2017.)

Raaka-aineiden hintojen odotettavissa oleva korotus on merkittävä varastotasojen nostava tekijä. Tässä tapauksessa on kuitenkin laskettava tarkkaan, tuleeko kyseinen tuote loppuksen lopuksi halvemmaksi, jos ostetaan suuria määriä varastoon, varsinkin jos on kyseessä tuote/raaka-aine, jolle ei ole niin suurta kysyntää tai raaka-aine jota ei tarvita paljon yrityksen tuotannossa. (Logistiikan Maailma 2017.)

3.3 Varastotyypit

Toimitusketjun eri vaiheisiin sekä eri tarpeisiin tarvitaan erilaisia varastoja. Varastotyyppejä ja luokittelumenetelmiä on lukuisia erilaisia. Varastot voidaan luokitella esimerkiksi niiden toiminnan ja tarpeen mukaisesti.

Näitä ovat:

- perus-/käyttö-/kierto-/eräkokovarasto
- varmuusvarasto
- puskurivarasto
- prosessivarasto
- kausivarasto.

Perus-/käyttö-/kierto-/eräkokovarastolla tarkoitetaan varastoa, jolla tyydytetään täydennysvälin aikainen keskimääräinen tai ennakoitu kysyntä. Varmuusvarastolla varmistetaan saatavuus, jos tuotteen kysyntä on vaihtelevaa, mikäli yritys haluaa välttyä puutetilalta. Puskurivarastolla tarkoitetaan varastoa, joka on tehty silmällä pitäen mahdollisia täydennystoimitus viivästymisiä tai raaka-aineiden heikkoa saatavuutta. Prosessivarastolla tarkoitetaan kuljetuksessa, tuotannossa tai jakelussa olevaa varastoa. Kausivarastoinnin avulla tuotanto pyritään pitämään mahdollisimman tasaisena, vaikka sen kysyntä on kausiluonteista. (Logistiikan Maailma 2017.)

Varastot voidaan myös luokitella varastotyyppien mukaan seuraavasti:

- ulkovarasto
- lämmittämätön varasto
- lämminvarasto
- kylmävarasto
- pakastevarasto.

Ulkovarastolla tarkoitetaan katettua tai kattamatonta aluetta. Tähän varastoidut tuotteet eivät saa huonontua säämuutoksien aiheuttamista kosteus- ja lämpötilanvaihteluista.

Lämmittämättömiä varastoja käytetään tavaroille, jotka eivät kestä niin hyvin kosteusmuutoksia, mutta kestävät lämpötilan vaihteluja. Tietysti kosteusvaihteluista esiintyy myös tämän kaltaisissa varastoissa, mutta ne eivät ole niin huomattavia, kuin ulkovarastossa.

Lämpimät varastot on tarkoitettu tuotteille, jotka eivät kestä juuri yhtään lämpötilan tai kosteuden vaihtelua. Tämä varastotyyppi on huomattavasti kalliimpi kuin edellä mainitut rakentamis- ja ylläpitokustannuksien kannalta, siksi on hyvä ottaa selvää, että varastoitavat tuotteet tätä juuri tarvitsevat. Kylmävarastot on tarkoitettu tuotteille, jotka eivät säily lämpimässä, mutta eivät myöskään saa jäätyä.

Pakastevarastoissa säilytetään pitkäaikaisesti säilytettäviä pilaantuvia, jäätymistä kestäviä tuotteita. Pakastevarastossa säilytyslämpötila on -18 astetta. Pakastevarastossa säilöttäviä tuotteita ovat yleensä monet elintarvikkeet ja lääkkeet.

4 VARASTONOHJAUS

4.1 Varastonohjausteoriaa

Varastonohjaus ja sen seuranta sai alkunsa Toyotan autotehtailla, niiden käyttämän just-in-time ajattelutavan myötä. JIT- ajattelussa pyrittiin kaiken turhan karsimiseen ja varastojen pienentämiseen. Tämä johti yrityksen huomion siirtymisen varastojen toiminnan pienentämiseen ja kehittämiseen. (Tikka 2016, 51.)

Kuten aiemmin jo mainittiin, varasto voi koostua raaka-aineista, puolivalmisteista, kesken-eräisestä työstä ja valmist tuotteista. Toimitusketjuun kuuluvista keskeneräisistä varastoista ei ole kenellekään hyötyä, eikä se yleensä, harvoja poikkeuksia lukuun ottamatta, tuota tuotteelle lisäarvoa vaan aiheuttaa turhia lisäkustannuksia. Tähän ongelmaan pyritään varastonohjauksella vaikuttamaan. (Hokkanen & Virtanen 2013, 200.)

Varastonohjauksella tarkoitetaan toimintaa, jonka tarkoituksena on tasapainottaa kustannusten, toimintakyvyn ja laadun siten, että saadaan tuotteelle paras mahdollinen lisäarvo sekä asiakkaan että yrityksen näkökulmasta (Kuva 7). Toiminnassa tietysti pyritään saamaan aikaan mahdollisimman alhainen kustannustaso. On kuitenkin hyvä ottaa huomioon, että toimitusvarmuus ei heikkene alhaisesta kustannustasosta johtuen, vaan on asiakkaan odotusten mukainen. Jotta edelliset seikat pystytään varmistamaan, on toiminnan laadun oltava korkealla tasolla. Näin edellä mainittujen tekijöiden summa takaa asiakkaalle lisäarvon jota hän toivoo ja josta hän on valmis maksamaan. Korkeasta lisäarvosta johtuen tuotteiden kysyntä lisääntyy ja tämän johdosta yrityksen kilpailuetu paranee. (Hokkanen & Virtanen 2013, 201.)



KUVA 7. Varastonohjauksen tuoman lisäarvon rakenne (Hokkanen & Virtanen 2013, 201.)

4.2 Varastonohjausmenetelmät

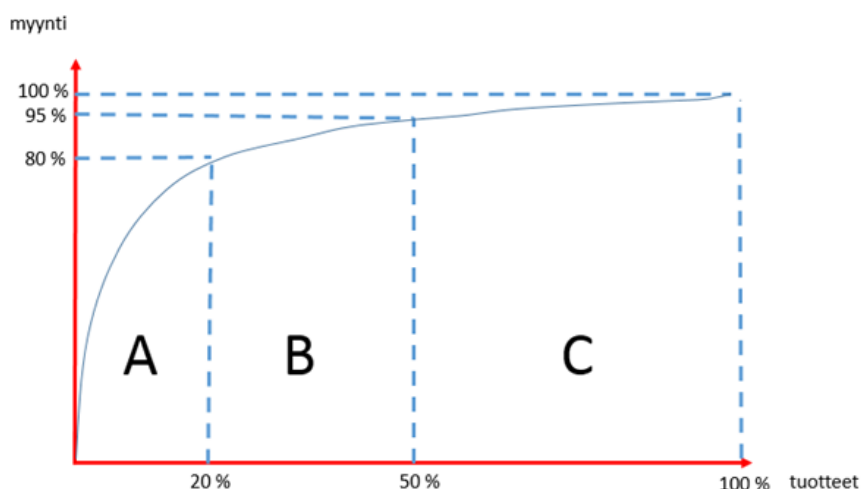
4.2.1 ABC-analyysi

ABC-analyysi on varastoinnissa käytetty tapa luokitella nimikkeitä. Analyysi perustuu vuotuisen myyntimäärän seuraamiseen eri nimikkeiden kohdalla. (Hokkanen, 2013.)

Varastonohjauksessa ABC-analyysiä käytetään selkeyttämään ja mahdollisesti myös pienentämään varastoa, jotta varastointikustannuksia saataisiin pienennettyä.

Analyysillä myös pyritään saamaan selvyys, miten varastonohjausta tulee kehittää ja mitkä ovat yrityksen taloudellisesti tärkeimmät tuotteet joiden ohjaukseen keskittyä. Analyysin avulla voidaan myös löytää nimikkeitä, jotka eivät liiku juuri lainkaan ja aiheuttavat vain turhia lisäkustannuksia yritykselle. (Hokkanen, 2013.)

ABC-analyysissä varastonimikkeet jaetaan ryhmiin, joita valvotaan ja ohjataan eri tavoin. Ensimmäiseen A-ryhmään valitaan nimikkeet, jotka ovat kalleimmat, liiketoiminnan kannalta tärkeät tai erityistä valvontaa vaativat tuotteet. Tämä tuoteryhmä kattaa myös usein 80% myynnistä. B-ryhmään valitaan tuotteet, joilla on merkittävä osuus yrityksen myynnin kannalta täydentävänä roolina. Tähän ryhmään kuuluvat myös nimikkeet jotka eivät vaadi niin suurta ohjausta/seuranta. Tämän ryhmän tuotteet kattavat noin 15% myynnistä. C-ryhmään kuuluvat loput tuotteet. Näiden nimikkeiden ohjaukseen ja seurantaan ei tarvitse uhrata juurikaan aikaa, mutta ovat kuitenkin nimikkeitä, jotka tuovat yritykselle enemmän tuottoa, kuin kuluja. ABC Analyysiin voidaan myös lisätä lisää ryhmiä, jos koetaan se tarpeelliseksi. Käytössä on esimerkiksi viiden ryhmän jaottelu jossa viimeinen, eli E-ryhmään kuuluu tuotteet joita ei ole myyty lainkaan. On kuitenkin hyvä muistaa, että ABC-analyysin tarkoituksena on mahdollisimman yksinkertainen ja selkeä luokittelu.



KUVA 8. ABC- Analyysin Pareto kuvaaja. (Logistiikan Maailma 2017.)

4.2.2 Kaksivaiheinen ABC-analyysi

ABC:n sijasta käytetään myös joskus kaksivaiheista ABC-analyysia. Tähän turvaudutaan silloin, jos tavallinen ABC määrittäminen koetaan liian yksinkertaiseksi yrityksen tuotekirjoon tai nimikkeiden tarjoamaan tuottoon nähden. Kaksivaiheisessa analyysissa voidaan tarkentaa ryhmittelyä alaryhmillä, esim. Aa, Ab, Ac. Kaksivaiheisen ABC- analyysin avulla voidaan määrittää nimikkeitä useammankin kuin yhden kriteerin mukaan, esimerkiksi tarkastellaan nimikkeiden luokittelua myyntivolyymien ja myyntikatteen kannalta. (Logistiikan Maailma 2017.)

Tämä luokittelu tapa on hyvä esimerkiksi puutavaran myynnissä, esimerkkinä tavallisen raakalaudan myyntimäärät ovat todella suuria, mutta kate täysin olematon. Tällöin analyysilla saadaan selville, että kyseinen nimike ei sittenkään ole yrityksen myyntivaltti ja rahassampo, vaikka tavallinen ABC- Analyysi myyntimäärän tai kiertonopeuden perusteella olisi antanut ymmärtää.

4.2.3 XYZ-analyysi

XYZ-analyysin periaate on sama kuin ABC- analyysissa, jaottelu päätös ryhmien välillä tehdään vain tällä kertaa logististen kustannusten perusteella. X-ryhmään kuuluvat nimikkeet, jotka aiheuttavat 50 % kaikkien varastonimikkeiden logistiikkakustannuksista, Y-ryhmään nimikkeet jotka aiheuttavat 30% kaikista kustannuksista ja Z-ryhmään tuotteet jotka aiheuttavat 20% kaikista kustannuksista. (Logistiikan Maailma 2017.)

4.2.4 FIFO- ja LIFO-periaate

Yksinkertaisuudessaan FIFO periaate on toimintaa, jossa ensimmäisenä tullut tavara pyritään saamaan ensimmäisenä ulos. Tämä on tärkeää erityisesti sen takia, että varastoon ei jää turhaan roikkumaan vanhaa tavaraa, joka voisi kärsiä varastoinnista ja pilaantua laadullisesti.

LIFO periaate taas tarkoittaa, että viimeiseksi varastopaikalle saatu tuote käytetään ensimmäiseksi. Tämä periaate on mahdollinen vain pilaantumattomille tuotteille tai erittäin nopean varastonkierron omaaville tuotteille (Logistiikan Maailma 2017.)

5 TUTKIMUSOSUUS

5.1 Kosteuksien tutkiminen yrityksessä

Varsinainen tutkimus osuudessa keskitytään Puutavaran lähtökosteuksiin, sekä niiden muuttumiseen varastoinnin aikana. Yritystä kiinnostaa erityisesti vajaasärmä tuotteet, koska kyseisten tuotteiden kosteuksissa on yleisesti eniten heittoja ja tämän lisäksi näitä tuotteita usein varastoidaan taivasalla eritoten toimittajien päässä. Kyseiset tuotteet muodostavat myös asiakasmääräisesti, sekä tuloksellisesti suuren osan yrityksen asiakaskunnasta ja kaupasta.

Yritystä kiinnostaa myös ulko- sekä sisäverhouslautojen kosteuskäyttäytyminen, sekä erikoiskuivan lattialaudan kosteuskäyttäytyminen. Näistä huomio kiinnittyy erityisesti sisäverhouslautoihin ja erikoiskuivaan lattialautoihin, Koska verhoustuotteissa reklamaation riski on suurin, johtuen tuotteiden jäämisestä näkyviin loppukäytössä. Verhoustuotteissa myös varastoinnin oikeellisuus, kierto, sekä loppuasiakkaan oma toiminta ovat kaikki kriittisiä hyvän lopputuloksen kannalta.

Kolmas ryhmä, joista kosteuksia halutaan selvittää, on LVL ja vanerit. Tässä tuotteryhmässä ei suurta kosteusheittoa ole yleensä ollut, eivätkä kyseiset tuotteet useimmiten aiheuta reklamaatioita tai huonoa palautetta, mutta otamme ne mukaan tutkimukseen, koska yritystä kiinnostaa selvittää kyseisten tuotteiden kosteuskäyttäytyminen varastolla

Kosteuksien mittaaminen aloitetaan sisätiloihin varastoiduista tavaroista. Kyseisten tavaroiden kosteuksissa ei pitäisi olla suuriakaan vaihteluita, koska ne on sijoiteltu suojaan kosteudelta ja säävaihteluilta. Näiden jälkeen on vuorossa ulkotavarat, kun sääolot ovat otollisemmat mittausten tekemiselle, koska talviaikaan ei kosteusmittari anna todellista kosteutta, ilmankosteuden ollessa hyvin pientä.

Mittauksia suoritetaan noin kahden-kolmen viikon välein. Osasta sahatavaraa emme voi suorittaa tietyille paketeille pitempää seurantaa, koska kyseisten tavaroiden läpimenoaika on yleensä suhteellisen lyhyt. Mutta toteutamme näiden osalta mittauksen, vertailemalla eri aikoihin tulleita paketteja joita vielä löytyy varastossa.

Kosteudet mitataan puutavaroista Testo 606-2 kosteusmittarilla. Testo 606-2 mittarilla voidaan mitata kosteuksia puusta ja rakennusmateriaaleista. Kyseinen mittari mittaa mitattavan tavarankosteuden lisäksi myös ilmankosteuden, sekä ilmanlämpötilan.

6 PUUTAVARAN KOSTEUSKÄYTTÄYTYMISEN TEORIAA

6.1 Sahatavara

Sahatavara on yleisimmin puusta valmistettu ja käytetty materiaali. Sahatavaraa sahataan melkeinpä niin monissa eri dimensioissa kuin on asiakkailta tarvetta. Tässä työssä keskitymmekin vain yleisimpiin mittoihin, jotka liikkuvat yrityksessä parhaiten.

Näitä ovat vajaasärmäisen sahatavaran osalta (PL/VL), 32X100, 25X100, 22X100, 24X48. Näitä käytetään yleensä koolauksissa, väliaikaisina- ja pysyvinä tukirakenteina, verhouslautoina paikoissa jotka eivät jää näkyviin. Mitallistetusta ja lujuusluokitellusta sahatavara (C24) mitattaviksi dimensioiksi valitsimme 48x98, 48x148, 48x198. Yleisimmin mitallistettua käytetään tukirakenteina seinissä ja lattioissa, kantaviin rakenteisiin.

Puu hygroskooppisena materiaalina pystyy imemään vettä itseensä, niin kasvuvaiheessa, kuin myös kaadettuna ja sahatavaraksi sahattuna. Vedellä/kosteudella on kolme mahdollisuutta päästä puun sisälle, nesteenä kapillaarisesti soluonteloiden kautta, höyrynä soluonteloiden kautta sekä molekylaarisena diffuusiona soluseinämän kautta.

Puun kosteudella tarkoitetaan puussa olevan veden massan ja vedettömän puuaineksen massan välistä suhdetta. Vasta kaadetulla tämä pitoisuus on yleensä 40-100% luokkaa, mutta sahatussa ja oikein kuivatussa puussa pitoisuuden tulisi pysyä 8-25% välissä puutavarasta ja käyttökohteesta riippuen.

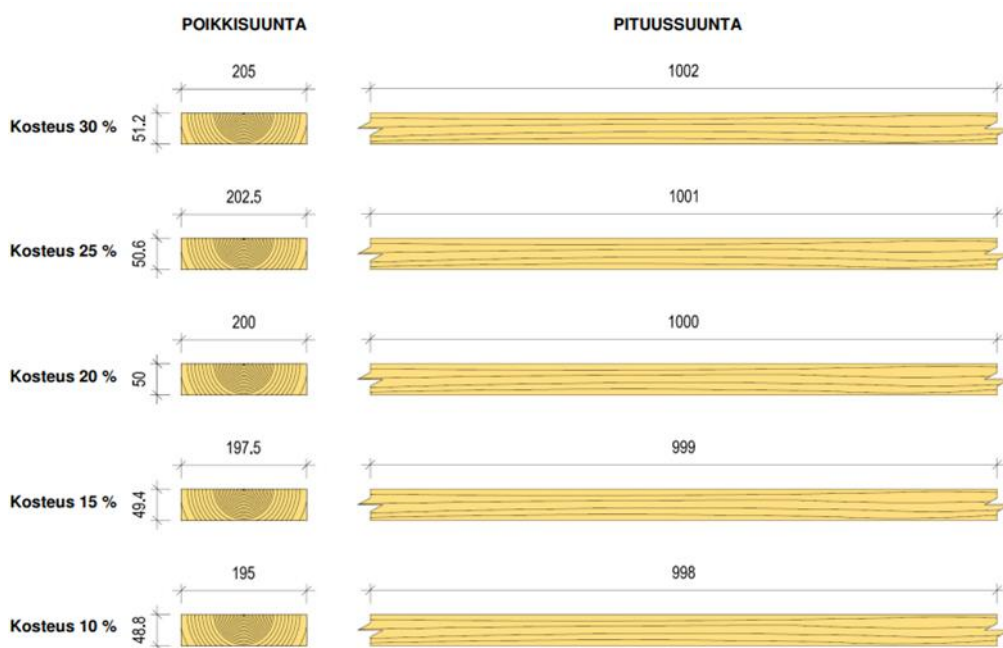
Käyttökohte	Kosteuspitoisuus
Runko	< 24 %
Ulkoverhous	< 18 %
Sisäverhous	< 16 %
Lattiaverhous	< 10 %

KUVA 9. Suositeltuja kosteuspitoisuuksia eri käyttökohteisiin. (Puutavaraopas 2017.)

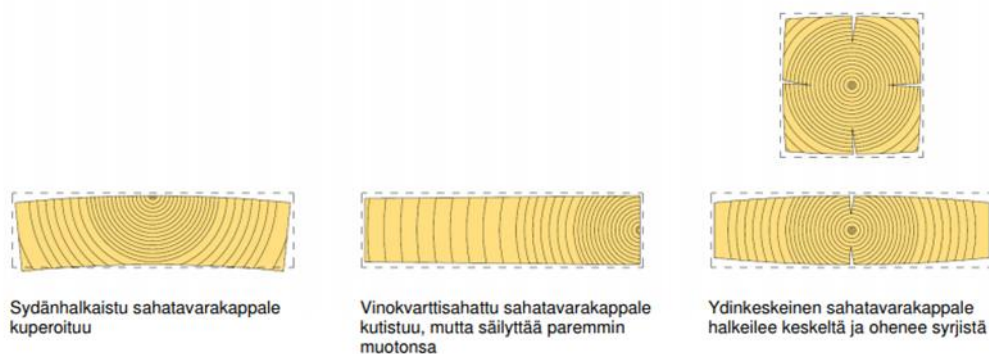
Puu alkaa kuivuessaan kutistua, kun sen kosteus vähenee alle kyllästymispisteen, eli pisteen jossa soluseinämät ovat vedellä kyllästetyt, mutta soluonteloissa ei esiinny vapaata vettä. Vastaavasti puun kastuessa laajeneminen loppuu kyllästymispisteessä.

Kuivuessaan puu laajenee ja kutistuu eritavoin vuosirenkaiden säteen ja tangentin sekä syiden suunnassa, tätä voidaan kutsua myös anisotropiaksi. Kun puu kutistuu täysin mä-

rästä absoluuttisen kuivaksi, on kutistuminen tangentin suunnassa keskimäärin 8 %, säteen suunnassa noin 4 % ja syiden suunnassa vain 0,2 - 0,4 %. Pituus suunnassa puun eläminen ei ole huomattavaa.



KUVA 10. Kosteuspitoisuuksien vaikutus puun dimensioihin. (Puutavaraopas)

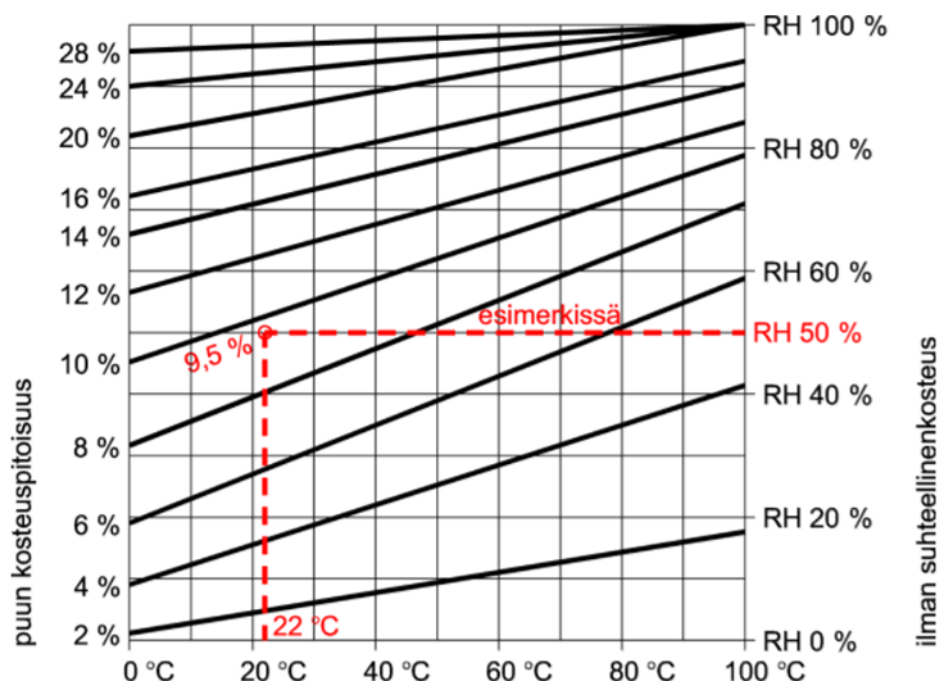


KUVA 11. Puun kuivumisesta aiheutuneita muodonmuutoksia (Puutavaraopas 2017.)

Kosteuseläminen aiheuttaa esimerkiksi rakennuksen rungon painumista, joka on otettava huomioon rakentamisessa. Lisäksi puun suuri kutistuminen tangentin suunnassa aiheuttaa suurikokoisen puutavaran halkeilua. On myös hyvä huomioida, että puu on lujimmillaan kuivattuna.

Jos puun kosteus pysyy pitkiä aikoja yli 20 %, alkaa puu homehtua muutamassa kuukaudessa. Tällöin ilman suhteellisen kosteuden tulee olla yli 80 %. Jos ilmankosteus nousee yli 90 %, pitkiksi ajoiksi alkaa puu lahota. Puun homehtumiselle ja lahoamiselle on kuitenkin

kin myös ehtona, että ilman lämpötila pysyy yli 0 asteen ja 40 asteen välissä. Alle 0 asteen lämpötilassa ei home pysty kasvamaan, vaikka ilman suhteellinen kosteus olisikin yli 80%. Home ei ole puulle haitallista, koska se ei pysty tunkeutumaan puun pintaa syvemmälle, joten home ei vaikuta lujuusteknisiin ominaisuuksiin. Ainoa haittapuoli, mikä homeesta syntyy, on ihmisille aiheutuvat hengitystie sairaudet. (Puuinfo 2018)



KUVA 12. Puutavaran kosteuspitoisuuden riippuvuus lämpötilasta ja ilman suhteellisesta kosteudesta (Puuinfo 2018)

6.2 Sahatavaran kosteuskäyttäytyminen varastolla

Työssä tutkittava sahatavara koostui pääsääntöisesti perustuotteista, joita liikkuu varastolla eniten asiakkaille. Kyseisten laatuojen läpimenoaika oli siis suhteellisen nopeaa, joten ne eivät altistuneet kosteudelle pitkiä aikoja putkeen.

Koska läpimenoaika oli suhteellisen lyhyt, eikä osaa paketeista voitu valjastaa pelkästään tutkimuskäyttöön niin, että olisimme voineet suorittaa pitkänajanmittausta yhdestä paketista, toteutettiin kosteuksien mittausta, ottamalla kosteudet eri aikoihin saapuneista paketeista. Mittauksia siis tehtiin juuri saapuneista paketeista ja tämän jälkeen aina 30,60,90 ja 120 päivää varastolla seisoineita paketteja. Näin saimme mitattua kosteusarvot, josta

saimme selville, miten varaston olosuhteet vaikuttavat ajallisesti kosteuksiin. Yli 120 päivän paketteja emme ottaneet mukaan, koska läpimenoaika oli yleensä sen verran lyhyt, ettei yli 120 päivän paketteja ollut, kuin satunnaisesti saatavilla.

TAULUKKO 1. 32x100 kosteudet

	32x100 PL/VL				
	0	30	60	90	120
8.touko	14,8	15,2	16,6	18,3	19,5
22.touko		15,3	16,0	18,1	19,5
11.kesä	15,3	14,9	15,2	16,9	17,2
4.heinä		14,7	15,7	15,9	16,4
27.heinä	13,9	14,7	15,4	16,2	16,6
13.elo		14,8	16,2	16,2	17,2
5.syys	14,7	14,5	15,5	16,7	17,8
21.syys		14,9	16,2	18,0	18,7

TAULUKKO 2. 25x100 kosteudet

	25X100 PL/VL				
	0	30	60	90	120
8.touko	15,4	15,9	17,5	18,2	19,0
22.touko		16,0	16,7	17,7	18,5
11.kesä	16,0	15,4	15,8	16,4	17,6
4.heinä		14,2	14,9	15,7	16,2
27.heinä	14,1	13,4	14,4	14,9	16,9
13.elo		13,8	14,5	16,0	16,1
5.syys	14,5	14,5	15,2	16,4	17,9
21.syys		15,5	16,2	17,3	18,5

TAULUKKO 3. 22x100 kosteudet.

	22X100 PL/VL				
	0	30	60	90	120
8.touko	15,0	15,6	16	17,1	19,6
22.touko		15,2	16	16,4	19,8
11.kesä	15,0	14,6	15,0	15,7	17,6
4.heinä		13,8	14,4	15,0	16,1
27.heinä	14,4	13,8	14,0	14,5	16,1
13.elo		14,0	14,3	15,1	16,7
5.syys	14,2	14,0	14,7	15,4	17,4
21.syys		14,6	15,4	16,8	17,7

TAULUKKO 4. 24x48 kosteudet.

24x48 PL/VL					
	0	30	60	90	120
8.touko	16,0	15,7	17,1	18,4	19,3
22.touko		15,2	16,4	17,6	18,5
11.kesä	15,7	14,6	15,6	15,9	16,2
4.heinä		14,5	14,5	15,6	15,5
27.heinä	15,0	14,4	14,8	15,4	16,1
13.elo		14,5	15,0	15,6	16,0
5.syys	14,7	14,9	15,1	16,3	17,7
21.syys		15,2	16,7	17,2	18,8

TAULUKKO 5. 48x48 kosteudet.

48x48					
	0	30pv	60	90	120
8.touko	15,0	15,6	16,4	17,2	18,8
22.touko		15,1	15,8	16,8	19,0
11.kesä	15,2	14,8	15,5	16,6	17,4
4.heinä		14,8	15,0	16,3	16,4
27.heinä	14,5	14,4	14,8	16,0	16,1
13.elo		14,0	14,9	16,2	16,3
5.syys	14,8	14,5	15,1	16,4	17,6
21.syys		14,5	15,6	16,6	18,3

TAULUKKO 6. 48x98 kosteudet.

48x98					
	0	30	60	90	120
8.touko	14,5	14,9	15,4	16,7	17,7
22.touko		14,5	15,7	16,2	17,4
11.kesä	15,1	14,1	15,4	16,2	16,9
4.heinä		14,0	15,2	15,7	16,6
27.heinä	14,7	14,1	14,9	15,5	16,1
13.elo		14,3	15,1	15,6	16,5
5.syys	14,4	14,8	15,1	15,9	17,1
21.syys		15,5	15,5	16,0	17,1

TAULUKKO 7. 48x148 kosteudet.

48x148					
		30	60	90	120
8.touko	15,0	15,1	16,3	16,9	17,5
22.touko		15	16,0	16,5	17,2
11.kesä	15,0	14,9	15,3	15,7	16,2
4.heinä		14,8	15,4	15,7	15,9
27.heinä	14,7	14,6	14,8	15,3	16,0
13.elo		14,1	15	15,5	15,8
5.syys	14,6	14,1	14,8	15,7	16,4
21.syys		15,5	15,6	15,9	16,3

TAULUKKO 8. 48x198 kosteudet.

48x198					
	0	30	60	90	120
8.touko	14,8	15,1	15,4	16	17,0
22.touko		14,8	15,1	15,8	16,5
11.kesä	14,4	14,8	15	15,4	16,0
4.heinä		14,2	15,1	15,4	15,7
27.heinä	14,4	14,9	15,5	15,7	15,7
13.elo		14,2	15,1	15,4	15,8
5.syys	15,2	14,9	15,5	15,7	16,1
21.syys		15,5	15,5	16	16,3

Vajaasärmäisen osalta kosteudet olivat hyvin oletettuja. Standardeissa määritetään sahatavarakkeelle ohjeeksi, että sen kosteuden tulisi pysyä alle 24 %. Työssä mitatut paketit olivat kaikki varastoituna sateelta suojassa ulkokatoksessa, mutta vaikka otin mielenkiinnosta vertailuun paketit, jotka olivat varastoituna taivasalle ilman tehtaan paketoitua, en päässyt kosteuksien mittauksessa lähellekään 24 %. Tuon rajan ylittäminen vaatisi, että paketteja säilöittäisiin ulkona, ilman minkäänlaista suojaa pitkiä aikoja. (ks. liitteet 1-5.)

Sahalta tullessa kosteus oli keskiarvollisesti 14-16 % luokkaa. Tästä kun tarkastellaan varastointiajan vaikutusta paketteihin, on selvää ja oletettavaakin, että kosteudet hieman lisääntyvät, koska paketteja siirretään edestakaisin varastolla, ja joskus paketit voidaan joutua varastoimaan taivasalla. Suurta muutos ei tosin enää ollut 90-120 päivän välissä, vaan suurimmat kosteusmuutokset tapahtuivat yleensä paketin saapumisesta noin 1-2kk, jonka jälkeen kosteus tasaantui ympäröiviin olosuhteisiin.

Lujuusluokiteltujen kosteusarvoissa päästiin myös suositusten määrittelemän rajan sisään. Lujuusluokitellun kohdalla kosteusvaihtelu ei ollut kovin suurta. Puutavaran paksuudesta johtuen puun kosteusprosentti aleni paljon hitaammin, kuin ohuemmassa sahatavarassa, kun tutkitaan puun varastointi aikoja. Tämä ei ole huono asia, koska lujuusluokitellun käyttökohteissa tarvitaan tasalaatuista ja suoraa puuainesta. Kun kosteus poistuu puusta hitaasti, ei puuhun synny niin paljon jännitettä, eikä tätä kautta kieroutumista tai halkeilua. (ks. liitteet 6-8.)

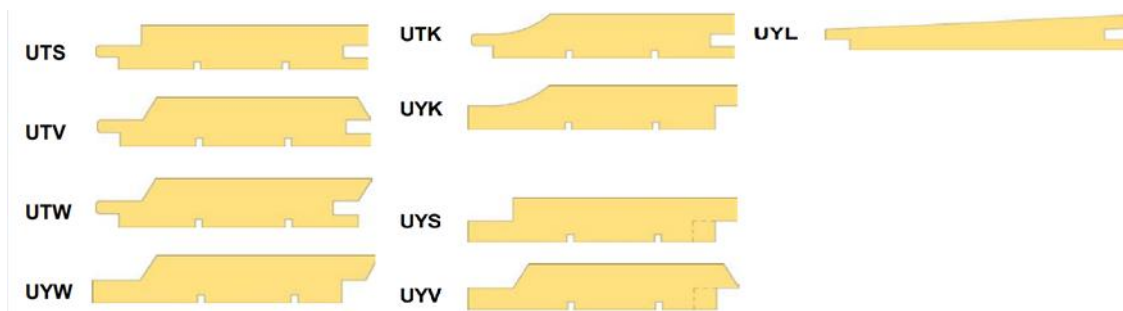
Kosteus tavoite toteutui siis kaikkien osalta. Keskiarvoissa jäätiin paljonkin alle ohjesäännön. Tämä on erittäin hyvä asia. Koska puuta myydään yrityksestä moniin erilaisiin tarpeisiin, on myytävän sahatavaran hyvä olla tasalaatuista ja standardien mukaista.

Kosteuksissa suurimmat vaihtelut tapahtuivat alkukeväästä ja alkusyksystä. Kesällä taas kosteus pysyi lähes samana, varastointiajasta riippumatta, johtuen hyvin kuivasta ajanjaksosta. Odotin kuitenkin, että kesäkuukausina olisi kosteuspitoisuus laskenut hieman enemmän, koska oli pitkiä aikoja hyvinkin kuivaa. Tosin jos muovihuputus olisi poistettu olisi kosteus voinutkin alentua paljon paremmin.

Jos tutkimusta oltaisiin jatkettu pidemmälle syksyyn ja/tai mittausajanjakso olisi säiden osalta ollut huonompi, oltaisiin voitu havaita kosteuden nousua yli 20%, joka olisi johtanut siihen, että sahatavaran pintaan olisi alkanut syntyä homekasvustoa ja sinistymistä.

6.3 Ulko- ja sisäverhous, sekä lattialaudat

Ulko- ja sisäverhouslaudat valmistetaan kuusi- tai mäntysahatavarasta höyläämällä oikeaan mittaan ja profiiliin. Yleisimmät profiilit joita rakentamisessa käytetään ovat UTV, STV, STP. Näiden lisäksi on olemassa kymmenittäin eri profiileja, osa myös sellaisia joita ei edes enää valmisteta yleisesti.



KUVA 12. Ulkoverhouslautojen yleisimpiä profiileja (puuinfo)

Ulkoverhouslautojen paksuudeksi suositellaan käyttämään 23-28 mm. Tällöin kosteuseläminen ei vaikuta puutavaraan niin paljon, kuin ohuempiin, eikä puu ala halkeilla yhtä helposti. Leveydeltään rakentamisessa suositetaan 95mm, 120mm, 145 mm paneeleja. Myös leveämpiä paneeleja on mahdollista saada ja käyttää, mutta edellä mainitut ovat rakentamisessa yleisimpiä dimensioita.

Sisäverhouslaudoissa suosituimmat leveydet ja profiilit ovat samat, kuin ulkoverhouksissa. Paksuutena käytetään yleisimmin 10-14mm. Sisäpaneelit sijoitetaan yleensä lämmitettyihin sisätiloihin, jossa ne ovat kosteudelta suojattuna, tällöin kosteuseläminen ei ole niin voimakasta, eikä paksuuden tarvitse olla niin suurta, näin saadaan myös tehtyä keveämpiä rakenteita.

Lattialaudat ovat yleisesti höylättyä kuusta tai mäntyä. Standardi dimensiot ovat paksuudeltaan 28mm ja leveydeltään 95mm, 120mm ja 145 mm. Lattialaudoissa pintapuoli on siileäksi höylätty, mutta pohjapuoli on usein jätetty karkeaksi höylätyksi. Lattialaudat höylätään yleensä siten, että sydänpuoli tulee käyttölappeeksi.

Paneelit ja lattialaudat käyttäytyvät samalla tavalla, kuin tavallinenkin sahatavara, jota jo aikaisemmin käsiteltiin. Paneeleissa ja lattialaudoissa olevat ponttaukset kuitenkin tuovat lisäongelmia kosteuselämisensä suhteen.

Ulkopaneeleissa suositellaan kosteuden pysymistä alle 18 %. Tämä tietysti vaihtelee paljon, koska ulkopaneelit joutuvat suurienkin säävaihteluiden armoille

Sisäpaneeleissa suositellaan kosteuspitoisuudeksi alle 16 %. Käyttökohteesta riippuen voi kosteus asennettuna vaihdella alle 10 % jopa yli 16 %, jolloin paneeli turpoaa ja kutistuu, mikä voi aiheuttaa halkeilua, sekä paneelien pontista löystymistä. Sisäpaneelit tulisikin antaa olla n. kaksi viikkoa tilassa johon ne tullaan asentamaan. Tällöin minimoidaan kosteuselämisen aiheuttamat vahingot.

Lattialaudoille suositellaan alle 10 % kosteutta. Myös lattialaudat ovat arka kosteuseläimelle. Kosteuden muutokset voi aiheuttaa sen, että asennetun lattian saumat alkavat paisua. Lattialaudoissakin suositellaan, että kyseisen sahatavaran kosteuden annetaan tasoittua tulevaan asennuskohteeseen sopivaksi.

6.4 Paneelien ja lattialautojen kosteuskäyttäytyminen varastolla

Sisäverhouspaneelien mittauksen aloitin myös jo talvikautena. Yllätyksenä tuli, että yrityksessä sisäverhouspaneeleita varastoidaan ulkokatoksissa. Tämä on ymmärrettävää, koska sisävaraston varastopaikat ovat rajalliset, joten on pakko tehdä kompromisseja. Paneelien ulkovarastointi ei ole sinänsä paras vaihtoehto, ottaen huomioon, että kosteus jossa ne ovat varastoitu tulee suurella todennäköisyydellä eroamaan paljonkin asennettavan tilan kosteudesta. Tosin on hyvä huomioida, että paneeleja suositellaan varastoimaan n. viikon tai kaksiviikkoa asennettavassa tilassa tai varastotilan tulisi olla olosuhteiltaan ja kosteudeltaan mahdollisimman lähellä asennettavan tilan olosuhteita. Tällöin saadaan tasatua mahdollista kosteuspoikkeamaa ja täten vähennetään kieroutumista, kokomuutoksia ja halkeilua asennettuna.

TAULUKKO 9. Sisäpaneeli14x95 kosteudet.

Sisäpaneeli 14x95				
15.helmi	22.helmi	1.maalis	15.maalis	22.maalis
13,2	13,1	13	12,8	12,5
22.maalis	29.maalis	12.huhti	26.huhti	10.touko
13	12,5	13,5	13,9	14,3
22.touko	11.kesä	4.heinä	27.heinä	13.elo
14,0	13,5	12,8	12,7	12,5
5.syys	21.syys			
12,8	12,3			

TAULUKKO 10. Sisäpaneeli14x120 kosteudet

Sisäpaneeli 14x120				
15.helmi	22.helmi	1.maalis	15.maa- lis	22.maa- lis
12,5	14,7	14,3	13,7	12,8
22.maa- lis	29.maa- lis	12.huhti	26.huhti	10.touko
12,3	13,4	13,6	13,7	13,9
22.touko	11.kesä	4.heinä	27.heinä	13.elo
13,4	13,0	12,6	12,8	12,8
5.syys	21.syys			
13,4	13,6			

Kuitenkin, kun kosteusarvoista huomataan, ei ulkovarastointi niin suuresti vaikuttanutkaan sisäpaneelien kosteuteen. Kosteudet ovat hieman koholla, verraten jos niitä varastoitaisiin sisähallissa, mutta puhutaan hyvin pienestä muutoksesta. (ks. liitteet 15-16.)

Suurin syy kosteuden pienuuteen uskon, että johtuu paneelien toimittajasta ja heidän käyttämästä pakkaustavasta. Toimittajat ovat pakanneet paneelit ensin kiristevanteella n. 5 kpl paneelinipuiksi, lisäksi nämä ovat vielä suojattu kiristekalvolla, sekä valmis nippu on vielä paketoitu pakkausmuovilla ja kiristetty vanteella yhteen. Erityisesti kiristekalvo pitää kosteuden pois paneelinipuista hyvin. Lisäksi, kun viiden kappaleen niput on kiristetty vielä vanteella, ei suurta kieroutumista pääse tapahtumaan. Tämän takia paneelit myydään suurimmaksi osaksi viiden kappaleen nippuina, koska jos ko. paketteja alettaisiin avata, olisi hävikki paljon suurempaa.

Standardeissa annetaan ohjeeksi, että kosteuden tulisi olla alle 16%. Sisäpaneelien osalta kosteuspitoisuus oli paljon lähempänä standardien määrittämää maksimia, kuin sahatavaran osalta, mutta silti pysyttiin ohjearvojen alapuolella. Huolestuttavaa kosteuksissa oli niiden suuret vaihtelut. Mittauksista käy ilmi, että jo kahdenviikon sisällä saattoi kosteus vaihdella jopa 2%. Tämä voi aiheuttaa puun halkeilua ja sisäisiä jännitteitä, joita tulisi välttää.

Lattialaudoista tässä työssä tutkimme erikoiskuiviallattialautoja. Nämä ovat tarkoitettu kohteisiin, jossa ilmankosteus pysyy suhteellisen samana ympäri vuoden ja jotka ovat ympäri vuoden lämmitettyjä tiloja, eli lähinnä

TAULUKKO 11. Lattialauta 28x95 kosteudet.

Lattialauta 28x95				
15.helmi	22.helmi	1.maalis	15.maalis	22.maalis
9,9	10,0	9,8	10,2	9,9
22.maalis	2.huhti	12.huhti	26.huhti	10.touko
10,0	9,9	10,0	10,0	10,0
22.touko	11.kesä	4.heinä	27.heinä	13.elo
10,2	10	10,0	10,0	10,4
5.syys	21.syys			
9,9	10,0			

TAULUKKO 12. Lattialauta 28x145 kosteudet.

Lattia- lauta 28x145				
15.helmi	22.helmi	1.maalis	15.maalis	22.maalis
10,1	10,1	9,9	10,2	9,8
22.maalis	2.huhti	12.huhti	26.huhti	10.touko
9,9	10,0	9,9	10,0	10,3
22.touko	11.kesä	4.heinä	27.heinä	13.elo
9,9	10,2	10,0	10,0	10,0
5.syys	21.syys			
9,9	9,9			

Lattialautojen kosteus varastolla oli erittäin hyvä. Lattialautojen mittaus aloitettiin jo talvella ja jatkettiin ympäri vuoden aina syksyyn saakka. Kosteusarvoista huomataan, ettei lattialautojen kosteus juuri muuttunut mittausajanjakson aikana, vaan pysyi $10 \pm 0,4\%$ molemmien puolin. Kosteus oli siis juuri se mikä lattialautoille on standardeissa määritetty. (ks. liitteet 9-10.)

Kuten kosteuspitoisuuksista huomataan, tila jossa lattialautoja säilytetään, on erittäin optimaalinen varastopaikka kyseisille tuotteille. Kosteus pysyi ajankohdasta riippumatta tasaisen, eikä suurempaa heittoa ollut. Tila on lämmitetty halli, joka edistää kosteuden pysymistä tasaisen, sekä kyseisen hallin ovi pysyy suurimman osan ajasta suljettuna, jolloin vaihtelua sisäilmaan ei synny.

Tietysti saman lailla, kuin sisäpaneelienkin kohdalla on loppukäyttäjää hyvä opastaa ja neuvoa säilömään tavaroita tulevassa tilassa, tai samankaltaisissa olosuhteiden omaavassa tilassa, ennen asennusta, jotta mahdolliset vikaisuudet voidaan välttää.

TAULUKKO 13. HS/PM 20X120 kosteudet.

	20x120 HS/PM				
	0	30	60	90	120
8.touko	14,1	14,4	15,7	16,5	16,5
22.touko		14,6	15,6	16,4	16,7
11.kesä		14,4	14,3	15,7	15,8
4.heinä	13,5	13,5	13,7	14,8	14,0
27.heinä		13,2	13,7	13,9	14,4
13.elo		13,6	13,5	13,9	14,8
5.syys	13,9	14,3	14,8	15,1	15,2
21.syys		14,6	14,5	14,9	15,5

TAULUKKO 14. HS/PM 20X95 kosteudet.

	20x95 HS/PM				
	0	30	60	90	120
8.touko	14,6	14,4	15	14,8	15,7
22.touko		14,4	14,8	15,2	15,9
11.kesä		14,1	14,6	15,2	15,7
4.heinä	13,7	13,9	13,7	14,1	14,5
27.heinä		13,6	13,5	13,9	14,3
13.elo		13,4	13,8	13,9	14,4
5.syys	14,5	13,9	14,7	14,3	14,8
21.syys		14,2	14,2	14,7	15

TAULUKKO 15. UTV/PM 20X120 kosteudet.

	20x120UTV/PM				
	0	30	60	90	120
8.touko	14,0	14,3	14,1	15,8	16,5
22.touko		14,3	14,8	16,4	16,0
11.kesä		14,0	14,4	15,6	15,6
4.heinä	13,7	14	13,5	14,2	14,3
27.heinä		13,8	13,8	14,0	14,3
13.elo		13,5	13,8	14,3	14,5
5.syys	14,2	14,3	14,6	15,5	15,4
21.syys		13,8	14	15,6	15,9

TAULUKKO 16. UTV/PM 20X95 kosteudet.

	20x95 UTV/PM				
	0	30	60	90	120
8.touko	13,3	13,6	14,1	15,5	16,4
22.touko		14,6	14,9	15,5	16,5
11.kesä		14,4	14,5	15,4	16,1
4.heinä	14,3	13,5	13,5	14,1	14,5
27.heinä		13,3	13,6	13,8	14,2
13.elo		13,3	13,7	13,7	14,4
5.syys	13,9	13,5	13,7	14,2	14,8
21.syys		13,2	14	14	14,9

Kuten taulukosta näkee, olivat ulkoverhouslautojen kosteudet n. 13-15 % luokkaa, eikä suurempia vaihteluja ollut havaittavissa. Suosituksissa ohjearvoksi määritettiin, että ulkoverhouslautojen kosteus tulisi pysyä alle 18 %, ja tämä toteutui, vaikka lähellä suositusten maksimia käytiinkin. (ks. liitteet 17-20.)

Ulkoverhouslautojen kosteudet olivat hyvin tasaisia. Kosteus pysyi n. 2 %sisällä koko mitausajanjakson ajan. Kosteuksien tasaisuuteen voi syynä olla maalattu pinta, joka ei niin tehokkaasti päästä kosteutta läpi puun pintaan. Laadunkannalta on hyvä tilanne, ettei kosteus sahaa edestakaisin, tällöin puuhun ei synny niin paljon sisäistä jännitettä, joka alkaisi käyristää tai halkeiluttaa sahatavaraa.

6.5 Vaneri

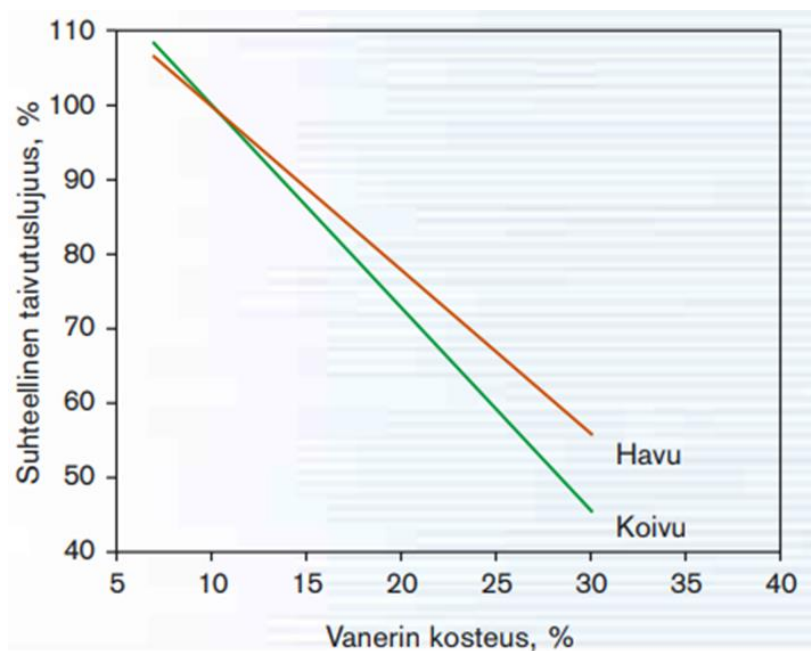
Vaneri valmistetaan ohuista viiluista, jotka ristiin liimataan päällekkäin. Tämän vakiorakenteen lisäksi on olemassa useita erikoisvanereita, joissa viilujen suuntaus ei noudata normaalia, eli ristiinliimausta. Koivu- ja kuusiviilujen paksuus on yleensä 1,4 mm luokkaa ja paksuviilujen viilunpaksuus on 2,0-3,2 mm. (Metsäteollisuus ry.)

Suomalaisia vakiovanereita on neljää erilaista. Koivuvaneri, joka valmistetaan käyttäen koivuviilua. Combivaneri, jonka pintaviilu ja sen alla oleva viilu on koivuviilusta valmistettu, mutta sisimmät kerrokset ovat vuorotellen koivu- ja havuviilusta ladottua. Peilikuvacombivaneri, jossa pintaviilut ovat koivua, mutta sisemmät ovat vuorotellen koivu- ja havuviiluja. Havuvaneri, jonka valmistuksessa käytetään ainoastaan havupuista saatuja viiluja. (Metsäteollisuus ry.)

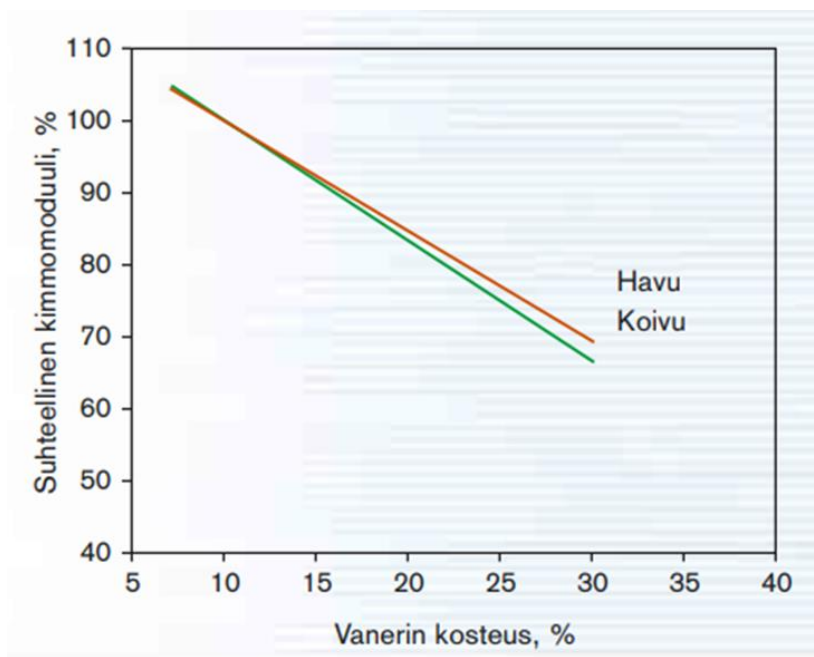
Vaneria usein myös pinnoitetaan. Eri pinnoitteilla saadaan parannettua vanerin ominaisuuksia halutulla tavalla. Pinnoitteina käytetään:

- Fenolifilmiä, jonka avulla levyt saadaan kestävämmän kulutusta, kosteutta, kemikaaleja, hyönteisiä ja sienikasvustoa.
- Maalauskalvopintaiset, jossa vanerin pintaan on kuumapuristettu fenolihartsin maalaus pohjakalvo. Tämän on tarkoitus aikaansaada sileä, kestävä maalaus pohja, joka vähentää maalintarvetta ja ehkäisee maalipinnan halkeilua.
- Melamiinifilmipintaiset, jotka on päällystetty melamiinihartsilla. Näiden tarkoituksena on parantaa levyn ulkonäköä ja hygieenisyyttä.

Vanerin kosteudeksi standardien mukaan, tehtaalta toimitettuna on vanerin kosteuden oltava 7-12 %. Vanerin kosteuden ollessa välillä 10-12 % on sen lujuusominaisuudet parhaimmillaan. Kun kosteus kasvaa alkaa vanerin lujuusominaisuudet heikentyä. Vanerin lujuusominaisuudet kuitenkin palautuvat normaaliksi, kun kosteus palautuu normaaliksi, eli 10-12 %. (Metsäteollisuus ry.)



KUVA 13. Vanerin taivutuslujuuden kosteusrippuvuus. (Metsäteollisuus ry.)



KUVA 14. Kimmomoduulin kosteusriippuvuus. (Metsäteollisuus ry.)

Kuten myös muiden puupohjaisten tuotteiden tavoin, myös vaneri on hygroskooppinen materiaali ja tämän johdosta sen mitat muuttuvat kosteuden muuttuessa. Tämä kasvu on kosteuden kasvaessa yhden prosenttiyksikön pintaviilun syiden suuntaan ja niitä vastaan kohtisuoraan 0,015 %. Paksuusturpoama on keskimäärin 0,3-0,4 % vanerin kosteuden kasvaessa prosenttiyksikön. (Metsäteollisuus ry.)

6.6 Vanerien kosteuskäyttäytyminen varastolla

Vanereita säilöttiin varastolla ulko- ja sisävarastoissa. Täydet avaamattomat paketit säilöttiin ulko-varastoissa, joissa ne olivat kyllä alttiita kosteudelle ja ilmaston vaihteluille, mutta olivat silti suoralta sateelta suojassa katoksessa. Lämpö vaihtelut olivat talvi aikaan muutamasta pakkasasteesta muutamaan plus asteeseen ja kesäkaudella +5-+15c. Avatut paketit säilöttiin lämmitetyssä hallissa, jonka lämpövaihtelut olivat +9-+15 C välillä.

Mittaaminen aloitettiin levyjen osalta jo tammikuussa. Mittaukset suoritettiin sekä ulkona-, että sisällä varastoiduista levynipuista. Ulkona varastoitujen levynippujen arvojen oikeellisuudesta voidaan varsinkin tammi- ja helmikuun osalta suhtautua varauksella, koska tuona ajanjaksona, ilma oli reippaasti pakkasen puolella, jolloin myös ilman kosteus on pienempi. Mittauksia otettiin viisi kappaletta. Levynipun ylä-,keski- ja alaosa, sekä myöskin pintaan nähden kohtisuoraan levyn pinnasta. Näistä saatiin laskettua keskiarvo, jota käytettiin levyn kosteuden arvoksi.

Lähtöarvoksi vanerien kosteudelle sain 10.8-11,2 %. Otin arvot neljästä eri levykuormasta, toukokuun-kesäkuun välisenä aikana. Ajankohta valittiin sen takia, ettei talven pakkaset päässeet vääristämään tuloksia. Nämä ovat siis suoraan tehtaalta tulleita paketteja, jotka ovat kiristemuovilla päällystettyjä. Tavarantoimittajina näille levyille olivat UPM Oy ja Metsäwood, jotka ovat Puumerkille suurimpia kotimaisia vanerin toimittajia.

TAULUKKO 17. Havuvaneri (Sisävarasto) kosteudet.

Havu Vaneri 12mm Sisätiloissa				
Alkuk. 11,4% 11,4% 10,7%11,1%				
21.tammi	31.tammi	8.helmi	15.helmi	22.helmi
11,8	12,3	17,9	13,5	12,9
1.maalis	15.maalis	22.maalis	29.maalis	12.huhti
12,6	12,1	12,1	11,2	11,6
26.huhti	10.touko	22.touko	11.kesä	4.heinä
11,6	12,0	12,2	12	11,8
27.heinä	13.elo	5.syys	21.syys	
11,9	12,2	12,0	12,5	

TAULUKKO 18. Havuvaneri (Ulkovarasto) kosteudet.

Havuvaneri 12mm Ulkovarasto				
21.tammi	31.tammi	8.helmi	15.helmi	22.helmi
20,3	15,7	12,2	11,8	13,8
1.maalis	15.maalis	22.maalis	29.maalis	12.huhti
11,4	16	15,7	13,9	14,1
26.huhti	10.touko	22.touko	11.kesä	4.heinä
14,3	13,5	12,7	13,3	13,7
27.heinä	13.elo	5.syys	21.syys	
13,9	14,2	14,2	14,8	

TAULUKKO 19. Koivuvaneri (Ulkovarasto) kosteudet.

Koivuvaneri 12mm Ulkovarasto				
21.tammi	31.tammi	8.helmi	15.helmi	22.helmi
18,3	16,7	13,2	10,5	11,8
1.maalis	15.maalis	22.maalis	29.maalis	12.huhti
12,1	14	16,7	14,3	13,1
26.huhti	10.touko	22.touko	11.kesä	4.heinä
14,5	14,5	13,7	12,8	12,7
27.heinä	13.elo	5.syys	21.syys	
13,3	14,0	13,8	13,7	

TAULUKKO 20. Koivuvaneri (Sisävarasto) kosteudet.

Koivuvaneri 12mm sisätiloissa				
Alkuk. 10,8% 11,4% 11,0%10,6%				
21.tammi	31.tammi	8.helmi	15.helmi	22.helmi
14,3	16,1	14,2	15,3	13,4
1.maalis	15.maalis	22.maalis	29.maalis	12.huhti
12,6	14,1	16	13,9	14
26.huhti	10.touko	22.touko	11.kesä	4.heinä
13,9	13,3	13,9	14,7	13,7
27.heinä	13.elo	5.syys	21.syys	
13,6	14	13,1	14,2	

Kuten taulukoista näemme, sisätiloissa havuvanerin kosteus sisätiloissa vaihteli n. 11.8% jopa 14,8%, pysyen kuitenkin pääsääntöisesti n.12-13% luokassa. Tämä on aika suurtakin vaihtelua, ottaen huomioon, että vanereita säilytetään aina samalla varastopaikalla ja lämmitetyssä sisähallissa. Levyn paksuusturpoamaksi saadaan 0,14-0,18mm. Pituuden ja leveyden muutokseksi taas saadaan 0,007mm (ks. liite 11.)

Havuvanereiden kosteudet ulkovarastossa vaihtelivat 11,4%:sta, jopa 20,3%:iin. Keskimäärin kosteus pysyi kuitenkin n.14-15% tienoilla. Tulokset eivät sinänsä yllätä, ja jos levyjä ei olisi suojattu kiristemuovilla, voisivat kosteudet olla paljon suurempia, jos muov ei olisi estänyt kosteuden pääsyä paketteihin. Silti kun otetaan huomioon, että kosteus oli parhaimmassa tapauksessa 11,4% ja pahimmassa tapauksessa 20,3%, on levyn kosteus-

eläminen ollut suurta. Jos lasketaan mahdolliset mittavirheet levyille tässä pahimmassa tilanteessa, jossa kosteus on vaihdellut melkein 9%. Levyn paksuusturpoamaksi saadaan 0,41-0,54mm. Pituuden ja leveyden muutokseksi taas saadaan 0,021mm. (ks. liite 12.)

Koivuvanerin kosteudet sisätiloissa vaihtelivat 13,1%:sta jopa 16,1%:iin. Pääsääntöisesti kosteus% asettui n.13-14% alueelle. Koivuvanerin kosteus% vaihtelu oli siis hieman suurempaa havuvanereihin nähden, vaikka varasto paikka oli hyvin lähellä havuvanereita. Levyn paksuusturpoamaksi saadaan 0,14-0,18mm. Pituuden ja leveyden muutokseksi taas saadaan 0,007mm. (ks. liite 13.)

Koivuvanerin kosteudet ulko-varastossa vaihtelivat 10,5%:sta 18,3%:iin. keskiarvollisesti kosteus% asettui n.14-15% alueelle. Levyn paksuusturpoamaksi saadaan 0,36-0,48mm. Pituuden ja leveyden muutokseksi taas saadaan 0,018mm, kun verrataan suurinta ja pienintä arvoa. (ks. liite 14.)

Vanerien kosteus varastolla oli jonkin verran koholla, sillä ohjesääntö sanoo, että kosteuden tulisi pysyä maksimissaan 12%. Havuvanereiden kohdalla päästiinkin lähelle tätä, mutta koivuvanerin kosteus sisävarastossa on todella suurta. Mittapoikkeamissa ei suurta heittoa ollut, ottaen huomioon, että käyttökohteet joihin tutkittavaa vaneria käytetään eivät yleensä vaadi niin suurta tarkkuutta. On kuitenkin hyvä muistaa, että lujuustekniset ominaisuudet heikkenevät vanerin kosteuden kasvaessa. Esimerkiksi havuvanereiden tapauksessa on suhteellinen kimmomoduuli laskenut jo n. 15%, kun vanerien kosteus on kasvanut n.9%

Pääsääntöisesti vanerien kosteudet eivät olleet sillä tasolla, mikä niiden pitäisi olla. Tähän tulisi jatkossa keksiä ratkaisu. Todennäköisesti myös hallin muun levytavarankosteudet ovat samalla tavoin koholla, ja joukossa on myös kosteudelle hyvin paljon herkempää levytavaraa, joka voi tuottaa jatkossa rahallisia, sekä yrityksen imagollisia ongelmia.

6.7 LVL

LVL, eli laminated veneer lumber on valmistettu 3mm kuusiviiluista. Pääsääntöisesti LVL valmistetaan liimaamalla viilut pitkittäin yhteen, mutta myös poikkeustapauksia löytyy, joissa viilut on ladottu vanerin tapaan ristikkäin, jolloin saadaan parempia lujuusominaisuuksia palkille. LVL:ssä käytetyt viilut ovat yleensä hiomattomia ja paikkaamattomia, koska usein LVL käytetään tukirakenteina ja sijoitetaan paikkoihin, jossa ei tuotteen ulkonäöstä ole väliä. LVL voidaan myös valmistaa, että pintaviilut paikataan ja höylätään, jolloin ne ovat edustavamman näköisiä ja voidaan käyttää esimerkiksi sisustuksen osana rakennuksissa ja rakenteissa.

Tällä hetkellä LVL puutavaraa valmistaa Suomessa Stora Enso ja Metsä Wood Oy. LVL:n toimituskosteudeksi luvataan 8-10%. Kosteuspitoisuus tietysti muuttuu jatkuvasti ympäröivän ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden muutoksista. LVL – käsikirjassa käyttöluokka 1, eli lämmitetyt sisätilat, suositellaan kosteuden pysyvän 6-10% välissä ja käyttöluokka 2, eli katettu ja hyvin tuuletettu ulkotila, sen tulisi pysyä 10-16% välissä.

Samalla tavalla, kuin tavallinenkin puutavara, LVL:n dimensiot muuttuvat, sen kastuessa ja kuivuesssa. Dimensioiden muutosten laajuus riippuu syiden suunnasta.

Kerto-tuotteiden kosteuspitoisuudesta johtuva dimension muutoskerroin ΔL lasketaan kaavalla, missä $\Delta \omega$ on kosteuspitoisuuden muutos [%], αH dimension muutoskerroin ja L dimensio [mm]. (Metsä Wood 2018)

$$\Delta L = \Delta \omega \cdot \alpha H \cdot L \quad (1)$$

	Kerto-S Kerto-T	Kerto-Q Kerto-Qp
Paksuus	0.0024	0.0024
Leveys	0.0032	0.0003 ¹⁾
Pituus	0.0001	0.0001

KUVA 15. Muutoskerroimet. (Stora Enso 2018)

LVL:n dimensioiden muutokset ovat kuitenkin suhteellisen vähäisiä, vaikka puun kosteus muuttuu. LVL palkit käsitellään myös tehtaalla valmiiksi suoja-aineella, joka hylkii vettä. Tämä on tosin vain varastoinnin ja kuljetuksen ajaksi tarkoitettu, ja se suositellaan uusimaan vuoden välein, mikäli käyttökohteen sääolot sen vaativat. (Stora Enso 2018)

TAULUKKO 20 LVL 39X66 kosteudet.

		LVL 39X66					
Lähtökosteus 13,8							
8.touko	15,5	15,8	15,5	16,1	16,0		15,8
22.touko	15,5	16,0	15,9	14,5	15,2		15,4
11.kesä	14,6	14,8	15,2	16,2	16,1		15,4
4.heinä	14,0	14,0	13,6	14,4	14,8		14,2
27.heinä	13,4	14,7	13,9	13,8	14,2		14,0
13.elo	14,0	14,0	13,5	13,1	13,0		13,5
5.syys	13,9	14,5	15,2	14,0	14,2		14,4
21.syys	16,2	14,3	14,7	15,2	15,0		15,1

Varastolla LVL:n kosteudet olivat jonkin verran koholla, verraten, että toimittaja on luvannut toimitettavalle tavaralle kosteuden olevan 10 % luokkaa. Varastolla LVL varastoitii ulkohallissa. Toimittaja antaa kosteus maksimiksi katetussa ja hyvin tuuletetussa ulkotilassa ohjeen, että LVL:n tulisi pysyä 10-16 % välissä, jonka sisäpuolella arvot pysyvätkin. (ks. liite 21.)

6.8 YHTEENEVETO

Tutkimusta aloittaessa oletin, että kosteus ongelmat liittyisivät lähinnä sisäverhoustuotteisiin, sekä vajaasärmäiseen- ja lujuuslajiteltuun sahatavaraan. Kuitenkin mittaustuloksista huomataan sahatavaran, eli vajaasärmäisten ja lujuuslajiteltujen osalta ei varastoinnissa ollut moitittavaa sahojen, eikä yrityksen varastoinnin osalta. Myös sahatavaran pinnat olivat laadullisesti hyviä. Saapuvissa tavaroissa ei esiintynyt hometta tai sinistymiä. Tavarat saapuivat suosituksiin verraten turhankin kuivattuina. Tämä voi olla myös huonopuoli, jos kosteus alenee liikaa, voi tavarassa esiintyä muodonmuutoksia ja halkeilua. Varastollakaan kosteudet eivät nousseet yli 20%. On hyvä ottaa kuitenkin huomioon, että mittaukset aloitettiin keväällä ja lopetettiin kesän lopussa. Lisäksi kyseinen ajanjakso oli historiallisen hyvä säiden osalta. Jos sääolot olisivat olleet normaalimmat, tai ajanjakso olisi kohdistunut syksyyn ja alkutalveen, olisi voitu päästää mittaustuloksissa paljon lähemmäksi standardeja.

Ulkooverhouslautojen, sisäverhouslautojen ja lattialautojen osalta kosteudet olivat myös sallituissa arvoissa. Näissä päästiin kuitenkin lähemmäksi standardien määrittämää maksimia mutta ei ylitetty niitä. Sisäverhouspaneelien osalta voisi varastointia parantaa siirtämällä ne sisähalliin mikäli vain tilallisesti mahdollista. Tällöin ne olisi jo valmiiksi lähempänä asennettavan tilan kosteutta. Lisäksi kosteusprosentti pysyisi tasaisempana ympäri vuoden, jolloin mittapoikkeamia ja käyristymistä ei tapahtuisi niin paljon. Syksyn aikana osassa sisäverhouspaneeleissa, erityisesti vanhemmissa paketeissa alkoi esiintyä hieman sinistymistä ja harmautta, mutta hyvin vähäisinä määrinä. Tämäkin tosin vain, jos paketti säilöttiin maa tasossa, jolloin maakosteus pääsi tunkeutumaan pakettiin helpommin. Tämäkin tosin voitaisiin estää, mikäli sisävarastosta löytyisi tilaa sisäpaneeleille.

Vanerien osalta mittauksissa ilmennyt kosteusprosentti oli jonkin verran liian korkea standardeihin verraten. Tämä oli ongelma erityisesti sisähallissa säilöttävän tavarän osalta. Nykyisille asiakkaille ei kosteus ole ollut ongelma, mutta asiaan pitäisi silti puuttua, jotta voisimme tarjota asiakkaille tasalaatuista ja standardien mukaista levytavaraa. On hyvä ottaa myös huomioon, että hallissa säilötään myös mm. MDF, lastulevy, sekä laminaattituotteita, jotka ovat hyvin arvokkaampia hinnaltaan ja herkempiä kosteudelle. Tämän takia tulisi hallissa mielestäni tehdä pidemmän ajan seuranta ja löytää ratkaisuja, esimerkiksi koneellista ilmanvaihtoa parantamalla, jotta kosteus saataisiin pysymään standardien määrittelemän rajan sisällä.

LVL tavarán kohdalla kosteudet eivät olleet huolestuttavia. Arvot olivat hyvin lähellä toimittajan antamaa maksimia arvoa, mutta ei ylittänyt sitä. Nämä arvot tosin koskivat LVL:n asennusta katettuun ja hyvin tuulettuun ulkotilaan. Sisätiloihin kosteus on liian suuri. On kuitenkin hyvä muistaa, ettei LVL ole niin arka kosteudelle ja siitä syntyville mittapoikkeamille tai tavarán kieroutumiselle rakenteestaan johtuen.

LÄHTEET

J.Tikka. 2016. Logistiikan perusteet. Book on demand, Helsinki 2016

Logistiikan Maailma 2017a. Huolinta ja terminaalit. Varastointi. Viitattu 4.12.2017

<http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastoi>

Puuinfo Oy 2013. <https://www.puuinfo.fi/tiedote/vuoden-puutavarakauppias-timo-kokkonen-puumerkist%C3%A4>

Puuinfo 2018 . Kosteusteknisiä ominaisuuksia. Viitattu 17.1.2018 <http://www.puuinfo.fi/puutieto/puu-materiaalina/kosteusteknisi%C3%A4-ominaisuuksia>

Puuinfo Oy. Puutavaraopas. Viitattu 6.2.2018. https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/Puutavaraopas_luonnos_LOW_sivuttain.pdf

Puumerkki 2018. http://www.puumerkki.fi/tietoa_meista

S.Hokkanen ja S.Virtanen. 2013. Varastonhoitajan käsikirja. Tallinna Raamattutrukikoda, Tallinna 2013.

Stora Enso 2018. LVL by Stora Enso Tekninen esite. Viitattu 6.2.2018 <http://assets.storaenso.com/se/buildingandliving/ProductServicesDocuments/LVL%20technical%20manual%20FI%20250817%20light.pdf> bal/Tools/MaterialArchive/MaterialArchive/Kerto-kasikirja-lvl-Kosteuselaminen.pdf

<https://www.metsawood.com/glo> SALMIVUORI, JYRKI. 2010. Vaihto-omaisuuden hallinta pk-yrityksessä. WS Bookwell oy, Jyväskylä.

Metsä Wood 2018. Kerto käsikirja. Viitattu 6.2.2018. METSÄTEOLLISUUS RY 2005. Vanerikäsikirja. Viitattu 6.2.2018. <https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/Vanerik%C3%A4sikirja.pdf>

LIITTEET

LIITE 1. 32x100 PL/VL Kosteudet

		32X100 PL/VL Kosteudet						
Päivää saapumisesta	8.touko							Keskiarvo
	30	14,6	15	15,3	15,8	15,1		15,16
	60	17	15,9	16,8	16,5	17		16,64
	90	19,3	18,2	17,8	17,9	18,3		18,3
	120	19,4	19,4	19	19,8	20,1		19,54
	22.touko							
	30	15,3	15,3	15,2	15,1	15,5		15,28
	60	16,3	15,4	16,5	15,8	16		16
	90	18,1	17,7	17,5	18	19,1		18,08
	120	19,3	19,2	19,9	20	19,2		19,52
	11.kesä							
	30	14,8	14,6	15,1	15,2	14,8		14,9
	60	14,9	14,3	15,4	15,8	15,5		15,18
	90	17,9	16,1	17,3	16,6	16,8		16,94
	120	17,3	17,6	17	16,3	17,8		17,2
	4.heinä							
	30	15,2	14,8	14,3	14,3	14,8		14,68
	60	15,9	15,8	15,5	15,8	15,7		15,74
	90	17,1	15,3	16,3	16	14,9		15,92
	120	16,6	15,8	16,7	16	17		16,42
	27.heinä							
	30	14,9	14,1	14,8	14,5	15,1		14,68
	60	15,1	15,8	15,7	15,3	15,3		15,44
	90	16,5	16,3	16,3	15,5	16,6		16,24
	120	16,2	17,1	16	16,5	17,3		16,62
	13.elo							
	30	15,3	15	14,3	14,7	14,5		14,76
	60	16,2	15,9	16,6	16,8	15,7		16,24
	90	16,5	16,7	15,9	16,1	15,8		16,2
	120	16,4	17,7	17,3	17,7	17		17,22
	5.syys							
	30	14,4	14,3	15	14,3	14,4		14,48
	60	16,1	15,4	15,2	15,2	15,6		15,5
	90	18,2	16	17,7	15,7	16,1		16,74
	120	18	18,1	17,6	17,7	17,7		17,82
	21.syys							
	30	15,4	15,1	14,8	14,1	15,3		14,94
	60	16,4	16,2	15,7	16,8	16		16,22
	90	17,9	18,2	18,1	17,9	18		18,02
	120	18,7	18,5	19,1	18,8	18,6		18,74

LIITE 2. 25x100 PL/VL Kosteudet

		25x100 PL/VL Kosteudet					
Päivää saapumisesta	8.touko						
30		16,2	15,9	15,8	16,4	15,4	15,94
60		17,6	17,4	18,1	16,7	17,5	17,46
90		17,8	18,5	18,3	18,1	18,4	18,22
120		18,5	18,9	19,2	19,5	18,9	19
	22.touko						
30		15,8	15,5	16,5	16,3	16,1	16,04
60		16,4	16,5	16,8	16,7	17,2	16,72
90		18,2	16,9	17,6	18,1	17,7	17,7
120		19	18,2	18,1	18,6	18,5	18,48
	11.kesä	15,2	14,8	15,8	15,8	15,5	15,42
30		16,2	15,8	15,5	15,7	15,9	15,82
60		16,8	16,5	16,6	16,4	15,9	16,44
90		17,3	17,9	17,5	17,4	18,1	17,64
120							
	4.heinä						
30		14	13,9	13,8	14,6	14,5	14,16
60		15,2	14,8	15	14,6	14,8	14,88
90		15,4	16,1	15,7	16	15,5	15,74
120		16,8	15,9	16,1	16,1	16,3	16,24
	27.heinä						
30		13,3	13,1	13,5	13,3	13,6	13,36
60		14,5	14,1	14	14,5	14,8	14,38
90		15,1	15,1	15,4	14,9	13,8	14,86
120		17,2	16,6	16,6	17	17,2	16,92
	13.elo						
30		14,1	13,8	13,9	13,5	13,7	13,8
60		14,1	14,8	14,6	14,1	14,7	14,46
90		15,8	16,2	16,4	15,5	16	15,98
120		16,4	15,8	16,2	16	16,3	16,14
	5.syys						
30		14,2	14,3	14,4	14,9	14,5	14,46
60		15	15,3	15,6	14,7	15,3	15,18
90		17,1	16,5	16,3	15,9	16,3	16,42
120		18,2	17,8	17,8	17,5	18,2	17,9
	21.syys						
30		15,4	15,5	15,5	16	15,1	15,5
60		16,5	16,3	15,9	15,9	16,3	16,18
90		17,8	17,4	17,6	16,9	17	17,34
120		19,2	18,5	18,1	17,9	18,6	18,46

LIITE 3. 22x100 PL/VL Kosteudet

			22x100 PL/VL					
Päivää saapumisesta		8.touko						
	30		13,7	13,6	13,1	14,1	13,4	13,58
	60		14,6	13,8	13,6	14,2	13,9	14,02
	90		15,5	14,6	14,9	15,2	15,2	15,08
	120		17,2	15,1	15	15,4	15,1	15,56
		22.touko						
	30		13,4	13	13,5	12,7	13,3	13,18
	60		14,2	14,3	13,6	13,9	14	14
	90		15,6	15,1	15,1	14,9	14,7	15,08
	120		17,1	16,7	16,5	17	15,7	16,6
		11.kesä	13,1	12,8	13,7	13,1	12,6	13,06
	30		12,7	12,9	13,6	13,7	14	13,38
	60		13,9	13,9	15	14,5	14,3	14,32
	90		16,1	16	14,5	14,1	14,6	15,06
	120							
		4.heinä						
	30		13	13	13	13,9	13,4	13,26
	60		13,7	13,5	13,1	13,8	13,8	13,58
	90		14,9	15,4	15,5	14,7	15,3	15,16
	120		15,8	16,1	14,9	15,5	15,4	15,54
		27.heinä						
	30		13,6	13,3	13	13,4	12,6	13,18
	60		14,3	13,1	13,4	13,1	13,4	13,46
	90		13,8	14	14,2	13,8	13,6	13,88
	120		14,3	14,3	14,7	14,6	14,1	14,4
		13.elo						
	30		13,3	13,2	13,3	13,5	13,4	13,34
	60		13,9	14	13,6	13,5	14,1	13,82
	90		14,2	14,4	13,8	13,9	14,1	14,08
	120		14,4	14,6	15,6	16	14,4	15
		5.syys						
	30		13,8	13,4	14,3	13,5	13,7	13,74
	60		14,5	14,4	13,9	14,5	14,8	14,42
	90		15,2	16,5	14,8	14,5	15,1	15,22
	120		17,2	15,5	15,8	14,7	15,4	15,72
		21.syys						
	30		14,2	13,8	13,4	13	13,9	13,66
	60		14,5	14,5	14,4	13,9	14,6	14,38
	90		14,3	15,6	14,8	14,5	15,1	14,86
	120		16,3	16,1	15,5	15,8	14,7	15,68

LIITE 4. 24x48 PL/VL Kosteudet

			24X48 PL/VL					
Päivää saapumisesta		8.touko						
	30		13,6	14,3	14,2	13,9	14,1	14,02
	60		14,4	14,3	14,8	14,4	14,4	14,46
	90		14,9	14,7	15,6	15	15	15,04
	120		15,2	15,1	15,5	15,5	16,1	15,48
		22.touko						
	30		13,1	13,3	13	13,1	13,1	13,12
	60		13,5	13,2	13,8	14,3	14,3	13,82
	90		14,1	14	14,5	14,4	14,3	14,26
	120		14,9	14,7	15	14,8	15,1	14,9
		11.kesä	12,8	12,9	13	13,4	12,9	13
	30		13,2	13,1	13,2	13,5	13,8	13,36
	60		13,2	13,9	13,9	13,9	14,4	13,86
	90		15,2	14,6	14,5	15,1	15,2	14,92
	120							
		4.heinä						
	30		12,8	13,3	13	12,9	13	13
	60		13,6	14,4	14,1	13,7	13,9	13,94
	90		14,2	14,6	13,9	14,1	14	14,16
	120		14,5	14,5	15,2	14,7	14,5	14,68
		27.heinä						
	30		13,6	14,4	13,3	13	12,9	13,44
	60		14,3	14,1	13,7	13,9	13,4	13,88
	90		14,6	13,9	14,1	13,8	13,6	14
	120		14,6	14,3	14,3	14,3	14,1	14,32
		13.elo						
	30		14,1	13,4	13,3	13,8	13,8	13,68
	60		14,4	14,3	13,9	14,5	14,6	14,34
	90		14,7	13,8	14,4	14	14,8	14,34
	120		16	14,6	14,4	15,6	14,4	15
		5.syys						
	30		13,4	13,3	14,4	14,3	13,9	13,86
	60		14,5	14,7	13,8	13,8	14,8	14,32
	90		15,2	16,5	14,6	14,4	15,6	15,26
	120		17,2	15,5	16,1	15,5	15,8	16,02
		21.syys						
	30		14,2	14,5	13,4	13,2	13,7	13,8
	60		15,2	15	13,8	14,5	14,1	14,52
	90		14,6	15,2	15,3	15	15,2	15,06
	120		16,3	16,1	16,1	16	15,8	16,06

LIITE 5. 48x48 ST Kosteudet

			48X48 ST				
Päivää saapumisesta	8.touko						
	30	14,1	14,5	14	14,9	14,2	14,34
	60	14,8	14,5	14,4	14,4	14,8	14,58
	90	14,9	15	15,6	15,2	15,4	15,22
	120	16	15,6	15,3	14,8	16,1	15,56
	22.touko						
	30	15,1	14,2	14,2	14	14,4	14,38
	60	14,7	14,5	14,6	14,7	13,9	14,48
	90	16,2	14,9	15,5	14,9	15,9	15,48
	120	15,5	15,2	16,2	16	15,7	15,72
	11.kesä	13,8	13,9	13,9	14,2	14	13,96
	30	14,5	14,4	14,5	13,9	14,4	14,34
	60	15,8	14,1	14	14,7	14,6	14,64
	90	16,2	15,8	15,2	15,2	15,1	15,5
	120						
	4.heinä						
	30	12,9	13,3	13	13,5	13,9	13,32
	60	14,4	14,2	14,1	13,5	13,9	14,02
	90	15,2	14,3	14	14,6	14	14,42
	120	15,2	14,6	15,2	14,7	14,5	14,84
	27.heinä						
	30	12,5	13	12,2	12,9	12,9	12,7
	60	12,2	12,5	12,4	12,8	12,8	12,54
	90	13,2	12,7	12,8	13,5	13,6	13,16
	120	14	14,3	13,7	14,5	13,5	14
	13.elo						
	30	14,1	12,5	13	12,2	12,9	12,94
	60	13,3	13	13,5	12,8	12,7	13,06
	90	13,9	13,4	14	14	13,4	13,74
	120	14	13,8	14	13,5	13,6	13,78
	5.syys						
	30	13,2	12,7	12,8	14,3	13,9	13,38
	60	14,5	14,5	14,4	14,5	14,8	14,54
	90	15,2	15,8	14,1	14	15,6	14,94
	120	17,2	15,2	14,6	15,2	15,8	15,6
	21.syys						
	30	14,2	14,2	14	13,2	13,7	13,86
	60	14,4	14,5	13,9	14,5	14,1	14,28
	90	14,1	14	14,7	15	15,2	14,6
	120	15,8	15,2	15,2	16	15,8	15,6

LIITE 6. 48x98 C-24 Kosteudet

			48X98 C-24					
Päivää saapumisesta		8.touko						
	30		15,3	15,5	14,8	15	15,4	15,2
	60		15,5	15,4	15,5	15,5	15,3	15,44
	90		15,5	15,7	16	15,6	15,5	15,66
	120		16,3	15,9	16,2	16	16,5	16,18
		22.touko						
	30		15	15,3	14,9	15,2	15,6	15,2
	60		15,7	15,3	15,5	16,2	15,7	15,68
	90		16,2	15,6	15,5	16,3	16	15,92
	120		16,4	15,9	16,2	16,2	15,7	16,08
		11.kesä	14,8	15,6	15	14,9	15,8	15,22
	30		16,3	15,2	15,3	15	15,1	15,38
	60		16,1	15,8	15,8	15,5	15	15,64
	90		16,2	16	15,7	16,4	16,8	16,22
	120							
		4.heinä						
	30		14,7	15,3	15,1	14,9	15,4	15,08
	60		15,2	14,9	15,2	15	15,6	15,18
	90		15	15,7	15,5	15,7	15,9	15,56
	120		16,2	15,5	15,2	15,3	15,8	15,6
		27.heinä						
	30		15	14,7	14,5	14,1	15,1	14,68
	60		15,2	14,9	14,7	15	14,5	14,86
	90		15,3	15,5	15,1	15,7	16	15,52
	120		16,2	15,7	15,7	15,6	15,5	15,74
		13.elo						
	30		14,7	14,7	15	14,5	15	14,78
	60		15	15,3	14,8	14,8	15,5	15,08
	90		15,6	15,6	15,9	16	15,1	15,64
	120		16,3	16	15,4	15,6	15,7	15,8
		5.syys						
	30		14,8	14,3	14,7	15,2	14,9	14,78
	60		15,5	14,8	15	15,3	15,1	15,14
	90		15,4	15,8	16	15,9	16,4	15,9
	120		16	15,8	16,5	15,9	16,2	16,08
		21.syys						
	30		15,5	14,8	14,8	14,8	15,6	15,1
	60		14,7	15	14,5	16	16	15,24
	90		15,9	16,4	15,8	15	15,2	15,66
	120		15,9	16,2	15,8	16	15,8	15,94

LIITE 7. 48x148 C-24 Kosteudet

			48x148 C-24				
Päivää saapumisesta	8.touko						
30		15,5	15,3	15	14,8	15	15,12
60		16	15,7	15,5	15,1	15,6	15,58
90		15,8	16,3	15,9	15,8	16,2	16
120		16,3	16,1	16,2	16	16,5	16,22
	22.touko						
30		15,1	15,3	15,2	14,4	15,1	15,02
60		15,5	15,3	15,5	16,2	15,9	15,68
90		16,2	16	15,7	15,7	16,3	15,98
120		16,5	16	16,3	16,1	15,9	16,16
	11.kesä	14,5	15,3	14,7	14,9	15,1	14,9
30		15,2	15,2	15	15,5	15,4	15,26
60		16	15,8	15,5	15,3	15,9	15,7
90		16,2	16	16	16,4	15,9	16,1
120							
	4.heinä						
30		15,3	14,7	14,5	14,7	14,9	14,82
60		16,1	14,9	15,6	15,4	15,1	15,42
90		15,5	15,7	15,1	16,2	15,8	15,66
120		16,2	16,2	15,8	15,7	15,8	15,94
	27.heinä						
30		14,1	14,7	14,7	15,1	14,5	14,62
60		15,1	14,7	15	14,9	14,5	14,84
90		15,3	15,5	15,1	15,3	15,1	15,26
120		14,9	16,2	15,4	16	15,5	15,6
	13.elo						
30		13,8	13,9	14,2	14,5	14,3	14,14
60		15	15	14,8	14,8	15,3	14,98
90		15,7	15,2	15,7	15,5	15,3	15,48
120		15,8	15,4	15,7	15,1	15,8	15,56
	5.syys						
30		13,8	14,2	14,4	13,9	14	14,06
60		14,5	15	14,8	14,8	15,1	14,84
90		15,5	15,7	15,5	15,3	16,4	15,68
120		16	15,8	15,7	15,1	15,8	15,68
	21.syys						
30		15,5	15,5	15,3	15,5	15,6	15,48
60		15,6	15,4	15,1	16	16	15,62
90		15,9	16,4	15,8	15,7	15,8	15,92
120		15,9	16,2	16,2	15,8	15,8	15,98

LIITE 8. 48x198 C-24 Kosteudet

		48X198 C-24					
Päivää saapumisesta	8.touko						
30		15,1	15,3	15,3	15,5	15	15,24
60		15,7	15,5	15,3	16	15,9	15,68
90		16,1	16,3	15,9	15,8	16,2	16,06
120		16,3	16,3	16,5	15,9	16,5	16,3
	22.touko						
30		15,2	15,5	15	14,9	15	15,12
60		15,2	15,3	15,1	16,2	15,8	15,52
90		16	16,1	15,9	15,7	16,3	16
120		16,5	16,3	16,1	16,1	16,3	16,26
	11.kesä	15	14,9	15,3	15,1	15,4	15,14
30		16,3	15,5	15	14,9	15,3	15,4
60		16,4	16,2	16	15,7	15,9	16,04
90		15,9	16,2	16,5	16,4	16,2	16,24
120							
	4.heinä						
30		14,5	14,9	15	14,7	15,1	14,84
60		15,5	15	14,9	15,3	15	15,14
90		16	15,6	16	15,7	15,9	15,84
120		16,1	16,1	16,3	16,3	15,8	16,12
	27.heinä						
30		14,1	15	14,9	15,3	14,5	14,76
60		15	14,7	15,1	15,3	15,1	15,04
90		15,5	15,9	15,4	15,3	15,1	15,44
120		15,2	16,2	15,8	16	15,5	15,74
	13.elo						
30		14	14	14,4	14,5	14,3	14,24
60		15,1	15	15	14,8	15,4	15,06
90		15,5	15,3	15,5	15,7	15	15,4
120		16	15,4	15,9	15,6	15,8	15,74
	5.syys						
30		13,8	15,5	15,3	16	14	14,92
60		14,5	16,3	15,9	15,8	15,1	15,52
90		15,5	15,7	15,5	15,3	16,4	15,68
120		16	15,8	15,7	15,1	15,8	15,68
	21.syys						
30		15,5	15,5	15,3	15,5	15,6	15,48
60		15,6	15,4	15,3	15,1	16,2	15,52
90		15,9	16,4	16,1	15,9	15,7	16
120		16,3	16,2	16,2	16,7	16	16,28

LIITE 9. Lattialauta 28x95 Kosteudet

	Lattialauta 28x95					
15.helmi	9,9	9,8	9,9	9,8	10,1	9,9
22.helmi	10,3	9,9	9,9	10	10	10,02
1.maalis	9,8	9,7	10	9,9	9,8	9,84
15.maalis	10,4	10,1	10,1	10,2	10	10,16
22.maalis	10	9,7	9,9	9,9	9,8	9,86
2.huhti	9,9	10,1	10	9,9	10	9,98
12.huhti	10	9,9	10	9,8	9,8	9,9
26.huhti	9,6	10,2	10,1	10,1	9,8	9,96
10.touko	10,2	9,8	9,9	10	10,1	10
22.touko	10,5	10,3	9,8	10,1	10,2	10,18
11.kesä	9,9	9,8	9,9	9,9	9,9	9,88
4.heinä	9,9	9,9	9,9	10	10,1	9,96
27.heinä	9,9	9,9	10	9,9	9,8	9,9
13.elo	10,6	10,2	10,4	10,2	10,5	10,38
5.syys	9,6	10,2	10,1	9,9	9,9	9,94
21.syys	10,1	10,1	10	10	9,9	10,02

LIITE 10. Lattialauta 28x145 Kosteudet

	Lattialauta 28x145					
15.helmi	10,5	10,2	9,9	10	10,1	10,14
22.helmi	10	10,3	10,1	10	10	10,08
1.maalis	9,8	9,9	10,1	10	9,8	9,92
15.maalis	10,4	10	10,3	10,1	10	10,16
22.maalis	9,8	9,8	9,9	9,9	9,8	9,84
2.huhti	9,9	9,9	10	9,9	10	9,94
12.huhti	10	9,9	9,8	10,2	9,8	9,94
26.huhti	9,6	9,9	10,2	9,8	9,8	9,86
10.touko	10,2	10,5	10,7	10	10,1	10,3
22.touko	9,6	9,9	9,8	10,1	9,9	9,86
11.kesä	10,9	9,8	10,3	9,9	10,3	10,24
4.heinä	9,9	9,9	10	10,2	9,8	9,96
27.heinä	9,6	10,2	10,1	9,9	10,1	9,98
13.elo	10,1	10,1	10	10	9,9	10,02
5.syys	9,9	9,9	10	9,9	9,8	9,9
21.syys	9,8	10,2	10,1	9,8	9,8	9,94

LIITE 11. Havuvaneri 12 mm sisätiloissa Kosteudet

	Havu Vaneri 12 mm sisätiloissa				Keskiarvo	
21.tammi	11,9	12,3	10,8	12,5	11,4	11,8
31.tammi	11,7	11,4	13,1	13,2	12	12,3
8.helmi	17	18	17,7	18,4	18,5	17,9
15.helmi	14	12,4	13,4	13,5	14,2	13,5
22.helmi	12,5	13,1	11,8	13,6	13,5	12,9
1.maalis	12,2	13,5	12,8	12	12,5	12,6
15.maalis	11,4	11,5	12,3	12,5	12,8	12,1
22.maalis	11,4	11,5	12,3	12,8	12,3	12,1
29.maalis	11,2	11,3	10,9	11,3	11,1	11,2
12.huhti	11,8	12,3	13,1	12,9	11,3	12,3
26.huhti	11,1	11,6	11,5	11,6	12	11,6
10.touko	12	12,1	12	12,3	11,8	12,0
22.touko	11,2	12,6	13	12,1	11,9	12,2
11.kesä	11,8	11	12,3	12,2	12,5	12,0
4.heinä	12,2	11,2	11,7	12,1	12	11,8
27.huhti	11,8	11,8	12,1	11,9	12	11,9
13.elo	12,2	12,5	12	11,7	12,5	12,2
5.syys	11,6	11,9	12,3	11,9	12,2	12,0
21.syys	12,6	12,8	13	12,1	12,1	12,5

LIITE 12. Havuvaneri 12 mm ulkovarasto Kosteudet

	Havu Vaneri 12 mm Ulkovarasto				Keskiarvo	
21.tammi	20	20,6	19,1	21,5	20,3	20,3
31.tammi	15,5	16,3	16	15,8	15,1	15,7
8.helmi	13,3	11,6	11,5	13	11,7	12,2
15.helmi	11,4	12,1	11,5	12	11,9	11,8
22.helmi	13,3	13,8	14,4	14,4	13	13,8
1.maalis	10,5	12,3	11,6	11,2	11,5	11,4
15.maalis	16,2	15,8	16	16	16,1	16,0
22.maalis	15,6	16	15,2	16	15,8	15,7
29.maalis	14,4	13,7	14	13,3	14	13,9
12.huhti	14	13,7	14,3	14,1	14,5	14,1
26.huhti	14,3	14,8	13,8	14,2	14,5	14,3
10.touko	13,6	13,5	13,5	13,7	13,3	13,5
22.touko	14,3	10,4	11,2	13,7	13,7	12,7
11.kesä	13,7	13,78	11,4	13,7	14	13,3
4.heinä	13,6	14,3	13,5	13,8	13,3	13,7
27.huhti	13,6	14	13,7	14,3	13,7	13,9
13.elo	14,3	14,3	14,8	13,8	13,7	14,2
5.syys	13,7	15	13,9	14	14,5	14,2
21.syys	15,5	14,3	15,8	14,2	14	14,8

LIITE 13. Koivuvaneri 12 mm sisätiloissa Kosteudet

	Koivuvaneri 12mm sisätiloissa					Keskiarvo
21.tammi	13,8	14	13,9	14,9	14,7	14,3
31.tammi	16	15,8	16,5	16	16,4	16,1
8.helmi	14,1	14,7	14,9	14,6	12,8	14,2
15.helmi	15	15,1	15,9	15,3	15,2	15,3
22.helmi	13	12,8	13,5	13,3	14,4	13,4
1.maalis	12,6	12,5	12,5	12,2	13,1	12,6
15.maalis	13	14,6	15	14,6	13,5	14,1
22.maalis	16,2	15,7	15,9	16	15,9	15,9
29.maalis	14,1	13,7	13,9	13,7	14	13,9
12.huhti	13,9	13,9	13,7	14,1	14,1	13,9
26.huhti	13,4	14	14,1	13,9	14,1	13,9
10.touko	13	13,2	13,8	13,2	13,3	13,3
22.touko	13	14,6	13,7	13,9	14,1	13,9
11.kesä	16,2	15,7	13,9	13,7	14,1	14,7
4.heinä	14,1	13,7	13,9	13,2	13,8	13,7
27.huhti	13,2	13,8	13,2	13,9	13,7	13,6
13.elo	14,6	13,7	13,9	13,7	14,1	14,0
5.syys	12,5	12,5	13,2	13,3	13,9	13,1
21.syys	14,6	15	13,9	14,1	13,2	14,2

LIITE 14. Koivuvaneri 12 mm ulkovarasto Kosteudet

	Koivuvaneri 12mm Ulkovarastossa					Keskiarvo
21.tammi	19,2	18,8	17,9	18,8	16,8	18,3
31.tammi	16	17,2	16,9	15,4	18,1	16,7
8.helmi	12,7	14,7	13,3	13,1	12,2	13,2
15.helmi	10,2	10,8	11,3	10,3	9,8	10,5
22.helmi	10,8	12	12,3	12,8	10,9	11,8
1.maalis	12,6	12,5	12,5	12,1	11	12,1
15.maalis	12,7	14,5	15	14,5	13,5	14,0
22.maalis	16,4	15,9	16,2	16,9	18,2	16,7
29.maalis	14,1	15,2	13,9	13,9	14,2	14,3
12.huhti	12,3	12,8	13,5	13,2	13,8	13,1
26.huhti	13	15,1	13,7	16,6	14,1	14,5
10.touko	17,2	13,5	13	14,2	14,8	14,5
22.touko	13	14,4	13,7	13,3	14,1	13,7
11.kesä	13,2	13	12,8	13,1	11,9	12,8
4.heinä	11,8	13,8	12,4	13,2	12,1	12,7
27.huhti	14,2	13,9	13,2	12,2	13,1	13,3
13.elo	14,4	15,5	13,3	13,4	13,5	14,0
5.syys	12,5	15,3	13,2	13,6	14,2	13,8
21.syys	14,6	14,1	12,8	14,1	13	13,7

LIITE 15. Sisäpaneeli 14x120 Kosteudet

		Sisäpaneelit 14x120				Keskiarvo
8.helmi	12,6	13,5	12,3	12,2	12,1	12,5
15.helmi	15,3	13,5	15,6	14,3	14,8	14,7
22.helmi	15,2	15,0	14,0	13,7	13,5	14,3
1.maalis	13,9	13,9	13,0	13,9	13,6	13,7
15.maalis	13,0	13,0	12,5	12,7	12,8	12,8
22.maalis	12,5	11,3	12,5	13,0	12,4	12,3
29.maalis	13,7	14,4	13,2	13,0	12,6	13,4
12.huhti	13,5	13,2	14,8	12,9	13,6	13,6
26.huhti	13,4	14,1	14,0	13,4	13,5	13,7
10.touko	13,3	14,0	13,8	14,0	14,2	13,9
22.touko	13,6	14,0	13,2	13,0	13,2	13,4
11.kesä	13,8	12,5	13,0	12,4	13,4	13,0
4.heinä	12,8	12,5	12,8	12,2	12,8	12,6
27.huhti	12,7	12,5	12,3	12,6	14,0	12,8
13.elo	13,0	12,6	12,8	13,0	12,8	12,8
5.syys	13,3	12,8	13,7	13,9	13,5	13,4
21.syys	13,2	14,1	13,6	12,9	14,0	13,6

LIITE 16. Sisäpaneeli 14x95 Kosteudet

		Sisäpaneelit 14x95				Keskiarvo
8.helmi	12,7	12,8	15,0	13,3	12,0	13,2
15.helmi	12,1	12,7	15,0	13,0	12,8	13,1
22.helmi	13,5	12,6	16,2	15,5	13,9	14,3
1.maalis	14,0	12,2	13,7	13,5	11,8	13,0
15.maalis	12,5	11,3	13,6	14,0	12,8	12,8
22.maalis	13,2	11,7	12,2	12,7	12,8	12,5
29.maalis	13,0	12,6	13,5	12,6	13,2	13,0
12.huhti	12,6	12,7	12,6	12,0	12,6	12,5
26.huhti	13,1	13,9	13,2	14,3	15,1	13,9
10.touko	13,9	13,3	14,5	15,5	14,3	14,3
22.touko	13,0	14,5	13,0	14,5	14,9	14,0
11.kesä	13,9	13,0	13,6	12,6	14,2	13,5
4.heinä	12,7	12,6	12,9	12,9	12,7	12,8
27.huhti	12,6	12,2	13,1	12,0	13,6	12,7
13.elo	12,5	12,9	13,0	11,9	12,4	12,5
5.syys	12,4	13,2	12,4	12,8	13,4	12,8
21.syys	12,6	11,8	12,8	12,5	11,6	12,3

LIITE 17. HS/PM 20x120 Kosteudet

	20X120 HS					
8.touko						
	15,2	13,5	14	14,5	14,9	14,42
	14,7	16,3	15,5	15,8	16	15,66
	15,9	15,8	16,7	17,2	17	16,52
	16,6	16,3	17,7	15,9	16,2	16,54
22.touko						
	14,5	15	14,5	14,9	14	14,58
	16,3	16	14,6	15,7	15,2	15,56
	17	17	16	16,5	15,6	16,42
	16,8	16	16,6	17,4	16,5	16,66
11.kesä						
	13,6	14,4	14,8	14,8	14,2	14,36
	14,7	13,5	14,2	14	14,9	14,26
	15	16	15,8	15,9	15,6	15,66
	16,1	15,9	15,3	15,5	16,4	15,84
4.heinä						
	13,6	14	13,2	13,2	13,4	13,48
	13,5	13,9	13,8	13,6	13,5	13,66
	14,5	15,3	14,2	14,4	15,5	14,78
	13,9	13,9	14,2	13,9	14,1	14
27.heinä						
	13,2	13	13,2	13,5	13,3	13,24
	14	13,7	14,2	13,2	13,6	13,74
	14	14	13,8	14	13,9	13,94
	15,2	14,5	14	14	14,1	14,36
13.elo						
	13,6	13,7	13,6	13,3	14	13,64
	13	13,2	14	13,6	13,5	13,46
	14	14	14,1	13,6	13,8	13,9
	14,2	14,9	14,9	15,2	14,8	14,8
5.syys						
	14,2	13,8	14	14,9	14,5	14,28
	15	14,4	15,2	14,6	15	14,84
	15,2	15,4	14,7	14,8	15,5	15,12
	15,5	15,1	14,9	15,3	15,3	15,22
21.syys						
	15,3	14,4	14,6	14,2	14,5	14,6
	14	14,7	14,7	14,7	14,3	14,48
	15,2	15	15,3	14,7	14,2	14,88
	14,4	16,1	15,8	15,1	16,3	15,54

LIITE 18. HS/PM 20x95 Kosteudet

	20X95 HS						
8.touko							
	14,5	14	13,9	14,3	15,2		14,38
	15,5	15	14,4	14,8	15,1		14,96
	14,2	14,6	15,3	14,8	14,9		14,76
	15,5	15,5	15,4	16,2	15,9		15,7
22.touko							
	15,1	15	14,2	14	13,9		14,44
	14,4	14,5	14,9	15,2	15		14,8
	15	14,8	15,6	15,1	15,3		15,16
	16,5	16,1	15,5	16	15,6		15,94
11.kesä							
	14	13,8	14,4	14,5	14		14,14
	13,9	14,9	14,5	14,8	15		14,62
	15,2	15,2	14,7	14,3	16,4		15,16
	14,9	16,6	16	15,5	15,3		15,66
4.heinä							
	13,8	14,1	13,8	13,5	14,4		13,92
	12,9	13,9	13,9	13,7	14,3		13,74
	14,2	13,9	14,8	13,4	14		14,06
	15,1	14,2	14,2	14,6	14,2		14,46
27.heinä							
	11,2	10,8	11	11	9,6		10,72
	9,9	10,4	11,3	11,1	10,9		10,72
	12,3	11,6	11,6	10,9	11,9		11,66
	11,6	11,2	11,9	11,3	12,7		11,74
13.elo							
	13,2	13	13,8	14,1	13		13,42
	14,1	14,1	13,3	13,5	14		13,8
	14,1	14,1	13,5	13,8	14,2		13,94
	14,5	13,8	13,8	14,9	14,9		14,38
5.syys							
	14	13,9	13,7	14,5	13,5		13,92
	15,2	15	15	14,4	14,1		14,74
	14	14,5	14,5	13,8	14,7		14,3
	15,1	15	15	14,6	14,5		14,84
21.syys							
	14	13,3	14,9	14,5	14,1		14,16
	14,8	13,9	14,4	14,1	13,8		14,2
	15,1	15,1	14,5	14,1	14,5		14,66
	15	14,1	14,1	16,2	15,8		15,04

LIITE 19. UTV/PM 20x120 Kosteudet

	20X120 UTV					
8.touko						
	15,1	13,9	13,9	14,2	14,2	14,26
	13,9	13,6	14,4	14,8	14	14,14
	15,6	15,9	15,7	16,1	15,8	15,82
	16,8	16,3	16	16,5	16,7	16,46
22.touko						
	14	13,2	14,8	14,5	15	14,3
	15,2	14,7	14,7	14	15,6	14,84
	16,5	17,2	15,8	16	16,5	16,4
	16	15,8	15,8	16	16,5	16,02
11.kesä						
	14	14	13,9	14,5	13,5	13,98
	14	14,9	14,4	14,6	13,9	14,36
	15,7	15,8	15,8	16	14,9	15,64
	14,9	15,2	16,3	15,9	15,7	15,6
4.heinä						
	13,3	13,5	14,2	15,2	13,7	13,98
	13,2	13,1	14	13,8	13,6	13,54
	14	13,8	14,8	14,5	14	14,22
	15,1	13,9	13,9	14,5	14,1	14,3
27.heinä						
	14	14	14,1	13,8	13,2	13,82
	14,5	13,3	14	13,5	13,7	13,8
	14	14,9	13,8	13,8	13,4	13,98
	14,2	15,1	14,5	14,2	13,7	14,34
13.elo						
	13,3	13	14	13,5	13,7	13,5
	14	13,6	14	14,1	13,5	13,84
	13,9	14,2	14,9	14,1	14,5	14,32
	14,5	14	15,2	14,6	14,4	14,54
5.syys						
	14,1	14,1	14,5	15	13,9	14,32
	14,9	14,4	15,2	14,7	14	14,64
	15,5	14,9	15,9	14,8	16,3	15,48
	15,3	16,5	15,1	15,5	14,8	15,44
21.syys						
	14	14	14	13,6	13,3	13,78
	14,8	13,3	14	14,1	13,8	14
	14,9	14,9	16,4	15,9	16,1	15,64
	15,5	16,1	16,1	15,9	15,7	15,86

LIITE 20. UTV/PM 20x95 Kosteudet

		20X95 UTV					
8.touko							
	13,3	13,2	13,8	14,3	13,5		13,62
	13,7	15	14,8	13,9	13,3		14,14
	15,5	14,3	15,5	16,5	15,8		15,52
	15,8	16,8	16	16,7	16,5		16,36
22.touko							
	15,1	14,2	13,5	15,5	14,8		14,62
	15	15,1	15	14,6	15		14,94
	15,1	16	16,3	14,5	15,8		15,54
	15,5	17,3	15,7	17	16,8		16,46
11.kesä							
	14	15,2	14,5	14,5	13,9		14,42
	15,2	15	14,1	14	14		14,46
	14,9	14,8	14,8	16,6	16,1		15,44
	17,2	16,1	16	15,3	16		16,12
4.heinä							
	13,9	13	13,5	13,5	13,8		13,54
	13	13	13,5	14	14,5		13,6
	13,8	14,5	13,7	14,6	14,1		14,14
27.heinä							
	13	13	13,5	13,8	13		13,26
	14,1	13,5	14	13,1	13,5		13,64
	13,7	13,1	14,2	14	14		13,8
	15,2	15,1	13,6	14	13,3		14,24
13.elo							
	13,1	13,1	13,5	14	13		13,34
	13,3	13,3	14,1	13,8	14		13,7
	14,1	14,1	13	13,4	14		13,72
	15,2	14,8	14,7	13,8	13,5		14,4
5.syys							
	13,9	13,1	13,4	14	13,3		13,54
	13,8	13,8	14,2	13,4	13,1		13,66
	14,2	14,8	13,5	13,9	14,8		14,24
	14,3	16	14,2	14,5	14,8		14,76
21.syys							
	13,1	13,1	13,4	13,5	13		13,22
	15,2	14,5	13,7	13,3	13,3		14
	15,8	13,1	13	13,9	14		13,96
	15,3	15	14,8	14,6	15		14,94

LIITE 21. LVL 39X66 Kosteudet

		LVL 39X66					
Lähtökosteus 13,8							
8.touko	15,5	15,8	15,5	16,1	16,0		15,8
22.touko	15,5	16,0	15,9	14,5	15,2		15,4
11.kesä	14,6	14,8	15,2	16,2	16,1		15,4
4.heinä	14,0	14,0	13,6	14,4	14,8		14,2
27.heinä	13,4	14,7	13,9	13,8	14,2		14,0
13.elo	14,0	14,0	13,5	13,1	13,0		13,5
5.syys	13,9	14,5	15,2	14,0	14,2		14,4
21.syys	16,2	14,3	14,7	15,2	15,0		15,1