



PUUMATERIAALIEN VARASTOINNIN VAIKUTUS RAKENTAMISEN LAATUUN

Opinnäytetyö

Hannu Savolainen

**Rakennustekniikan koulutusohjelma
Turvallisuustekniikka**

SAVONIA- AMMATTIKORKEAKOULU TEKNIikka KUOPIO		
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma		
Tekijä Hannu Savolainen		
Työn nimi Puumateriaalien varastoinnin vaikutus rakentamisen laatuun		
Työn laji	Päiväys	Sivumäärä
Insinöörityö	22.3.2011	42+4
Työn valvoja	Yrityksen yhdyshenkilö	
yliopettaja, Jorma Saarijärvi	projektipäällikkö, FT Teija Meklin	
Yritys Kuopion Innovation Oy		
Tiivistelmä		
<p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli selvittää puumateriaalien käsittelyn ja varastoinnin vaikutuksia rakentamisen laatuun. Työ toteutettiin kehitysyhteistyönä Savon ammatti- ja aikuisopiston sekä Kuopio Innovation Oy:n koordinoiman asumisen terveellisyys- ja turvallisuushankkeen (TERTU) toimesta. Saatujen tulosten perusteella oli tarkoitus tehdä ohjeet, miten voidaan oikeanlaisella puumateriaalien käsittelyllä parantaa rakentamisen laatua.</p> <p>Aluksi selvitettiin puumateriaalien fysikaalisia ominaisuuksia, kosteuden kestävyyttä sekä mahdollisia kosteuden aiheuttamia haittavaikutuksia. Lisäksi selvitettiin puumateriaalin kosteus- ja homevaurioita ja niiden terveydellisiä vaikutuksia. Työssä perehdyttiin yleisiin työmaalla tapahtuviin materiaalien käsittelytapoihin ja varastointiin sekä niistä aiheutuviin ongelmiin.</p> <p>Työstä saatujen tulosten perusteella muutettiin materiaalien käsittely- ja varastointitapoja Savon ammatti- ja aikuisopiston omalla rakennustyömaalla. Uusien ohjeiden myötä saavutettiin merkittäviä tuloksia jotka näkyivät vähentyneenä materiaalimenekkinä, työmaan siisteytenä ja kohteessa päästiin laadukkaampaan lopputulokseen. Tutkimuksen perusteella todettiin, että työmaalle järjestetty suunnitelmallinen puumateriaalin varastointi ja sen huolellinen käsittely parantaa oleellisesti rakentamisen laatua.</p>		
Avainsanat puumateriaalit, laatu, kosteus, varastointi		
Luottamuksellisuus julkinen		

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme

Construction Engineering

Author

Hannu Savolainen

Title of Project

The building materials using in the building sorting

Type of Project

Final Project

Date

22.3.2011

Pages

42+4

Academic Supervisor

Mr Jorma Saarijärvi, Senior Lecturer

Company Supervisor

Ms Teija Meklin, Doctor of Philosophy

Company

Kuopio Innovation Oy

Abstract

The aim of this final project was to study the effects of the handling and storage of wood materials on the quality of a building. The work was carried out as a development co-operation between Savo Vocational College and the project for a healthy and safe living called TERTU, co-ordinated by the Kuopio Innovation Oy. The objective was also make instructions for how the quality of a building can be improved with a correct handling of wood materials.

First, the physical properties of wood materials, the permanence of the moisture and the possible injurious effects caused by the moisture were analysed. Then, the moisture damages and mould damages of wood material and their health effects were investigated. In the work the general handling and storage of materials taking place on the site and problems caused by them were studied.

Based on the obtained results, the handling of the wood materials as well as their storage systems were changed on Savo Vocational College's own building site. Along with the new instructions, significant results in the form of diminished material consumption and tidiness of the site were achieved. In addition, a more high-quality final result was achieved in the location. As a result of the study it was stated that a systematic storage of wood materials and their careful handling essentially improve the quality of building.

Keywords

wood materials, sort, moisture, stocking

Confidentiality

public

Alkusanat

Aineiston tekeminen yhteistyössä Kuopion Innovation Oy:n kanssa on ollut haastavaa, mutta mielenkiintoista. Toimin pilottihankkeessa työmaan vastaavana työnjohtajana osallistuen rakentamisen johtamiseen, selvitysten tekemiseen ja erilaisten näytteiden ottamiseen. Kohteissa käytettiin erilaisia tutkimuslaitteita ja rakenteisiin asennettiin lisäksi mittausensoreita. Tutkimuslaitteille rakensimme ullakoille erillisen tutkimuhuoneen. Tämä toi vaihtelua työmaan arkeen ja sain myös paljon uutta kokemusta siitä, miten erilaiset materiaalit toimivat erilaisissa olosuhteissa. Lopputyöni aiheen valinta löytyi tämän tutkimushankkeen aikana.

Tutkimushankkeen kautta sain arvokasta kokemusta siitä, miten erilaiset materiaalit tulee varastoida ja suojata, jotta ne olisivat käyttökelpoisia. Oli yllättävää huomata miten herkkiä materiaalit ovat liialliselle kosteudelle. Olemme tämän tutkimushankkeen aikana hankkineet omille rakennustyömaille kunnolliset varastointitilat.

Kiitän ohjaajaani Jorma Saarijärveä saamistani palautteista, koska niiden avulla sain tehdä tämän työn valmiiksi. Aiheen valintani oli onnistunut ja sen kautta opin paljon uusia arvokkaita asioita. Palaute on ollut hyvää ja olen saanut sen kautta uutta mietittävää rakentamisen monimutkaisuudesta.

Kiitokset myös työn teettäjälle Teija Meklinille, jolta olen saanut erityisen arvokasta ja uutta tietoa sellaiselta tieteen alalta, joka on ollut minulle aika tuntematonta. Sen myötä olen oppinut ymmärtämään, kuinka tärkeää on rakennusaikainen kosteuden hallinta.

Kuopio 30.1.2011

Hannu Savolainen

1. JOHDANTO	7
1.1 Työn taustaa	8
1.2 Työn tavoitteet ja rajaus.....	8
2. PUUMATERIAALIEN YLEISET OMINAISUUDET	9
2.1 Puun kosteuskäyttäytyminen	10
2.2 Puun lujuusominaisuudet.....	11
2.3 Muut fysikaaliset ominaisuudet	12
3. PUUMATERIAALIEN KOSTEUS- JA HOMEVAURIOT	13
3.1 Mikrobit	13
3.2 Kosteuden vaikutus puuhun.....	13
3.3 Puun laho.....	14
3.4 Puun lahottajasienet	15
3.5 Kosteus- ja homevaurioiden vaikutus puun lujuuteen	17
3.5.1 Vaikutus liitoksiin.....	18
3.5.2 Vaikutus muotoon ja ulkonäköön	18
3.6 Kosteus- ja homevaurioiden terveydelliset haitat.....	18
3.7 PUUMATERIAALIEN KÄSITTELYN AIHEUTTAMAT ONGELMAT	20
4. PUUMATERIAALIEN KULJETUS, VASTAANOTTO JA VÄLIVARASTOINTI	23
4.1 Kuljetuskalusto.....	23
4.2 Tilaukset	25
4.3 Toimitus ja kuorman vastaanotto	26
4.4 Siirrot työmaalla	28
4.5 Pakkaukset	29
4.6 Välivarastoinnit.....	30
5. KÄYTETTÄVISSÄ OLEVAT OHJEET.....	31
5.1 Tilausohjeet	31
5.2 Kuljetus ja varastointi.....	32

6. TÄYDENNETYT OHJEET	33
6.1 Tilaukset	33
6.2 Toimittajat	34
6.3 Kuljetukset	35
6.4 Kuorman purkaminen ja vastaanotto	36
6.5 Varastointi.....	37
6.6 Muistilista	39
7. YHTEENVETO.....	40
Lähteet.....	41
Liitteet	42

1. JOHDANTO

Rakennusten kosteus- ja homevaurioita voidaan aiheuttaa jo rakennusvaiheessa huolimattomalla rakennusmateriaalien käsittelyllä. Vääränlainen materiaalien käsittely rakennusvaiheessa voi johtaa rakennuksen ennen aikaiseen korjaukseen. Tyypillisiä virheitä ovat mm. riittämätön materiaalin suojaus rakennusvaiheessa ja sen seurauksena rakenteisiin käytetään kastuneita ja pilaantuneita materiaaleja. Virheitä aiheutuu myös vääränlaisten materiaalien käytöstä. Rakennustyömaan olosuhteet ovat vaativia ja erityisesti pohjoisen ilmastonvaihtelut tekevät materiaalien käsittelyn haasteelliseksi. Rakennustyömaalle otetaan materiaaleja suurina erinä ja niitä siirrellään useasti työvaiheiden aikana ja silloin usein suojaus jää puutteelliseksi tai se jää kokonaan tekemättä. Varastointiin järjestetyt tilat ja alueet ovat usein liian pieniä, kosteita ja likaisia. Runkotyövaiheessa käytetään erilaisia materiaaleja, jotka usein sekoittuvat käyttäessä ja ne vaurioituvat ennen käyttöä. Keskeneräisten rakenteiden suojaaminen voi olla puutteellista, jolloin käyttöön otetut materiaalit voivat jäädä työkohteeseen jopa useiksi päiviksi odottamaan käyttöä, jolloin ne ovat alttiina liialliselle kosteudelle.

Rakennusmateriaalien kuljetusten oikeanlainen ajoittaminen työmaalle on erityisen tärkeää. Työmaalle tulevat kuljetukset voivat ajoittua illalle ja tehdastoimitukset jopa viikonlopuille, mutta toimituserän vastaanotto työmaalla on varmistettava. Materiaalierät tulee tarkastaa työmaalla, jolloin varmistetaan materiaalien laatu jo ennen varastointia. Materiaaleja voidaan varastoida toimittajien varastoissa väärällä tavalla, mistä johtuen ne eivät välttämättä täytä laatuvaatimuksia, joten kaikki materiaalierät tulee tarkastaa vastaanotto tilanteessa.

Rakennusmateriaalien työmaa-aikaisessa käsittelyssä pääpaino on materiaalien suojauksessa sateelta, jäätymiseltä ja likaantumiselta. Suomessa voi vuodessa olla keskimäärin 100 sadepäivää eikä rakennusmateriaalien pakkauksia ole suunniteltu pitkäaikaiseen varastointiin. Rakennusmateriaalien suojauksen tarkoitus on estää materiaalien ominaisuuksien muuttuminen, rikkoontuminen, ulkonäkövirheiden syntyminen sekä niiden kostuminen ja terveyshaittoja aiheuttavien mikrobikasvustojen syntyminen. Pitkäaikainen materiaalien varastointi vaatii huolellisen suunnittelun, jossa tulee ottaa huomioon oikeanlainen varastointi riittävällä ja toimivalla kalustolla. Liian pitkäaikaista varastointia tulee välttää, koska on aina olemassa riski että materiaalit pilaantuvat työmaalla.

1.1 Työn taustaa

Lähtökohtana työlle on ollut tutkimus- ja kehitysyhteistyö kahdessa Savon ammatti- ja aikuisopiston (SAKKY) oppilastyönä toteuttamassa rakennuskohteessa. Yhteistyötä on toteutettu Kuopio Innovation Oy:n koordinoiman asumisen terveellisyys ja turvallisuus – hankkeen (TERTU) toimesta. Hanketta ovat rahoittaneet Pohjois-Savon liitto, Kuopion kaupunki ja yrityskumppanit. Hankkeen tutkimuskumppaneita ovat Itä-Suomen yliopisto, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Ilmatieteen laitoksen Kuopion yksikkö sekä Savonia-ammattikorkeakoulu.

1.2 Työn tavoitteet ja rajaus

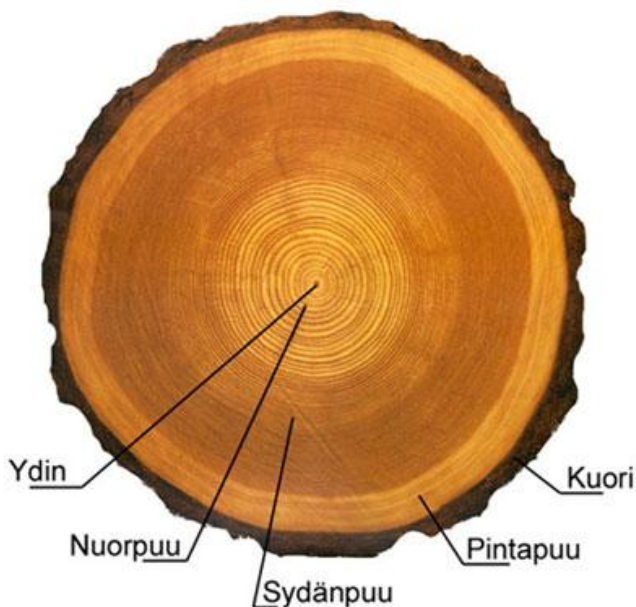
Työn tavoitteena on tutkia rakennusmateriaalien kuljetukseen sekä työmailla tapahtuvaan vastaanottoon, varastointiin ja käsittelyyn liittyvää, mm. materiaalitoimittajien antamaa ohjeistusta. Tavoitteena on myös arvioida varastoinnin vaikutusta rakennusmateriaalien mikrobikasvuun sekä täydentää työmaalla tapahtuvaan materiaalihankintoihin (ajankohta), materiaalin vastaanottoon, materiaalien käsittelyyn ja varastointiin liittyvää ohjeistusta. Työ rajataan käsittämään rakentamisessa käytettäviä puutuotteita. Lisäksi selvitetään materiaalien kuljetukset työmaalle, materiaalien vastaanottaminen, säilytys ja varastointitapojen vaikutuksia rakentamisen laatuun, miten materiaaleja tulisi käsitellä työmaalla vastaanotto tilanteesta materiaalien välivarastointiin jotta onnistutaan välttämään mahdolliset kosteuden aiheuttamat laatuvirheet. Lisäksi selvitetään rakennusmateriaalien kosteus- ja fyysikaalista herkkyyttä.

Osa aiheeseen liittyvistä selvityksistä on saatu TERTU- hankkeessa tehdyistä tutkimustuloksista. Tutkimukseen liittyi puumateriaaleista otettuja näytteitä ja samalla selvitettiin miten kyseiset materiaalit oli varastoitu työmaalla ja kuinka kauan varastointi oli kestänyt. Materiaaleista otettuja näytteitä analysoitiin Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksella. Saadut tulokset on esitetty liitteessä 1. Työmaalla kirjattiin, miten puumateriaalien varastointi oli järjestetty. Kirjaus on liitteessä 2.

Tämä työ tehdään pääasiassa rakennustyömaalta tehtyjen havaintojen perusteella. Aineistona käytetään työmailta otettuja valokuvia, miten yleisesti puumateriaaleja käsitellään työmailla. Tutkimuksessa käytetyt valokuvat on otettu useilta pientalotyömailta sekä Savon koulutuskuntayhtymän omilta rakennustyömailta.

2. PUUMATERIAALIEN YLEISET OMINAISUUDET

Puun rungon pääkerrokset muodostuvat ydinosasta joka pääasiassa koostuu tärkkelyksestä ja ydinosan tarkoitus on varastoida ravintoa seuraavaa vuosikasvainta ja oksistoa varten. Puurungon alaosassa ydin on kuollut. Ydinpuun päällä on 10- 15 vuosirenkaan vahvuinen nuorpuu, joka sisältää aina oksia ja puuainesta on altis halkeiluun. Laadullisesti tämä on rungon heikoin osa. Sydänpuu on kuollutta puuainesta, joka toimii kantavana pilarina elävälle pintapuulle. Monissa puulajeissa sydänpuu on tummempaa kuin pintapuuta ja on yleensä rungon arvokkain osa. Puun iän myötä sydänpuun osuus lisääntyy. Pintapuuta eli mantoa on elävää puuainesta, jossa vesi ja ravinteet siirtyvät juurista latvuksiin. Vaaleissa puulajeissa kuten kuusessa, koivussa ja haavassa sydänpuun ja pintapuun raja tuskin erottuu. Puun soluseinämät ovat jäykkiä. Puuvartisilla kasveilla soluseinämien lujuutta lisää niiden soluseinämien puutumisen. Soluseinien runkoaineena on selluloosa, täyteaineena hemiselluloosa ja ligniini. Puulle on nimenomaan tyypillistä, että se sisältää ligniiniä. (Puuproffa) (kuva 1).

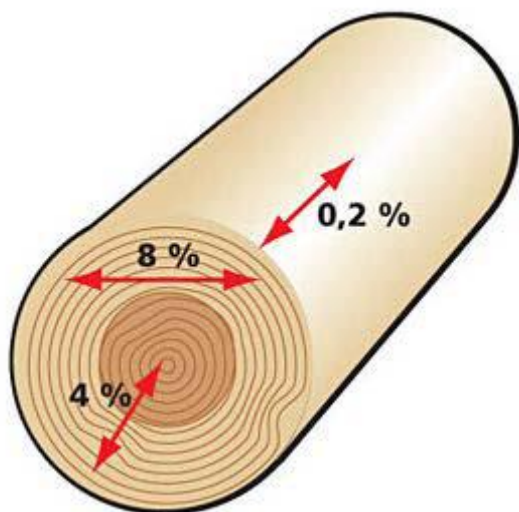


Kuva 1: Puun rungon pääkerrokset. (Puuproffa)

2.1 Puun kosteuskäyttäytyminen

Puu sisältää normaalioloissa aina vettä. Osa vedestä on puussa irtonaisena ja osa soluseinämiin sidottuna. Tuoreen puun kosteus vaihtelee yleensä 80 - 200 %:iin puun kuivapainosta. Puun kuivuessa haihtuu ensin soluonteloissa oleva vapaa vesi ja vasta sen jälkeen soluseinämiin sitoutunut vesi. Kosteustilaa, jossa soluonteloissa oleva vesi on haihtunut, mutta soluseinämät sisältävät vielä maksimimäärän vettä, kutsutaan puunsyiden kyllästymispisteeksi. Männyllä ja kuusella se on noin 30 %. Puun kuivuessa alle 20 % kosteuspitoisuuden, on se yleensä turvassa lahottajasieniltä, homeilta ja muilta biologisilta tuholaisilta. Kun puun kosteuspitoisuus laskee vielä tästä, poistuu soluseinämiä kosteutta, jolloin puu kutistuu mutta samalla puun lujuusominaisuudet paranevat. Puu pyrkii aina asettumaan ympäröivää ilmakehän kosteutta vastaavaan tasapainokosteuteen. (Varkemaa 1991, 7)

Puulle on ominaista kosteuden aiheuttama kutistuminen ja turpoaminen. Puun pitkittäis-suuntainen kosteuseläminen on vähäistä, mutta poikittainen kosteuseläminen voi olla voimakasta ja se on huomioitava puun jalostuksessa. Mänty ja kuusi kutistuvat vuosirenkään suunnassa 8 %, säteen suunnassa 4 % ja pituuden suunnassa vain 0,2 % puun kuivuessa 30 %:n kosteudesta 10 %:n kosteuteen. (kuva 2)



Kuva 2: Kutistuma puun kuivuessa kosteasta (30 %) täysin kuivaksi (Tekniikka & Talous).

2.2 Puun lujuusominaisuudet

Puun lujuudella tarkoitetaan sen ominaisuutta vastustaa ulkoisia voimia, jotka pyrkivät muuttamaan sen muotoa tai kokoa. Voiman suuruudesta riippuen muodonmuutos on pysyvää tai palautuu osittain takaisin tai kokonaan. (RIL 164)

Veto puusyiden suuntaan

Vetolujuudella puusuiden suuntaan tarkoitetaan puun kykyä vastustaa syiden suuntaista vetoa. Tämä on suhteellisen suuri muihin lujuuksiin verrattuna. Syiden suuntainen vetolujuus on 10- 20 kertaa suurempi verrattuna lujuteen kohtisuoraan syitä vastaan.

Veto kohtisuoraan puusyitä vastaan

Vetolujuudella kohtisuoraan puusyitä vastaan tarkoitetaan puun kykyä vastustaa syitä vastaan kohtisuoraa vetoa. Tämä vaikutus aiheuttaa halkeamia puussa ja tällaisia rakenteita pyritään välttämään.

Puristus puusyiden suuntaan

Puunsyitä kohtisuoraan vaikuttavat puristusvoimat ovat syihin nähden poikittaisia. Kohdistuora puristuslujuus on riippuvainen siitä, miten puristava voima kohdistuu pintaan. Voima voi kohdistua osalle pintaa joko kisko- tai leimapuristuksena tai koko pinnalle kokonaispuristuksena.

Taivutus

Taivutuslujuudella tarkoitetaan kappaleen kykyä vastustaa sen pituussuuntaan vastaa kohtisuoraan vaikuttavaa voimaa, joka pyrkii muuttamaan kappaleen kaarevaksi. Tämä lujuus on yhdistelmä kappaleen koveralla puolella olevasta puristuslujuudesta ja kuperalla puolella olevasta vetolujuudesta. Virheettömän puun taivutuslujuus on yhtä suuri kuin vetolujuus ja syiden suunnassa suoraan verrannollinen puun tiheyteen.

Leikkauslujuus

Leikkauslujuudella tarkoitetaan puun kykyä vastustaa puunsyiden suuntaan vaikuttavaa voimaa, joka pyrkii leikkaamaan sivuittain puun pinnasta osan irti. Tämä on puun heikoimpia ljujuuksia.

Kulutuksenkestävyys

Puun kovuus kuvaa yleensä samalla puun kulutuksen kestävyttä. Kovuutta mitataan mm. Brinell- kovuudella. Menetelmässä puun kovuus mitataan teräskuulan puuhun jättämän jäljen perusteella, kun kuulaan kohdistuu määrätyn suuruinen voima. Kotimaiset puulajit jakautuvat erittäin pehmeisiin - ja koviin puulajeihin.

2.3 Muut fysikaaliset ominaisuudet

Lämpölaajeneminen

Lämpö laajentaa myös puuta, mutta laajeneminen lämpötilan kohotessa on hyvin vähäistä. Käytännössä sillä ei ole merkitystä.

Lämmönjohtavuus

Lämmön johtumisella tarkoitetaan lämmön siirtymistä ainetta pitkin ilman, että aine itse liikkuu. Aineen lämmönjohtavuus on se lämpömäärä, joka aikayksikössä siirtyy ainetta pitkin pituusyksikköä ja yhden asteen lämpötilaeroa kohden kahden tunnetun pinnan välillä.

Kuivalla puulla on huokoisena aineena huono lämmönjohtavuus. Tämä merkitsee sitä, että puu on hyvä lämmöneriste. Sekä kuusella että männyllä normaalin lämmönjohtavuus on noin kolminkertainen mineraalivillaan verrattuna. Lämmönjohtavuuteen vaikuttavat puun kosteus ja tiheys. Kun puun kosteus kasvaa prosenttiin, lämmönjohtokyky kasvaa 2,7 %.(Rakentajain kalenteri 2008, 66).

Sähkönjohtavuus

Kuivalla puulla on huono sähkönjohtavuus, joten puu eristää sähköä. Mitä kosteampaa puu on, sitä enemmän se johtaa sähköä. Puunsyiden kyllästymispisteessä (30 % kosteus) puulla on lähes sama sähkönjohtavuus kuin vedellä.

Äänenjohtavuus

Puu johtaa pituussuunnassa ääntä paremmin kuin poikittaissuunnassa. Tilavuuspainoltaan puu on kevyt materiaali, joten sen ääneneristysominaisuudet ovat kuitenkin huonot. Sen sijaan äänenvaimennusominaisuudet ovat kohtalaiset.

3. PUUMATERIAALIEN KOSTEUS- JA HOMEVAURIOT

3.1 Mikrobit

Mikrobit ovat vain tuhannesosien kokoisia pieneliöitä. Näitä organismeja, kuten leviä, bakteereja, homeita, hiivoja ja viruksia esiintyy kaikkialla, koska niillä on kyky sopeutua uusiin erilaisiin olosuhteisiin. Rakennusten kosteusvaurioiden yhteydessä mikrobeilla tarkoitetaan bakteereja, maaperäbakteereihin kuuluvia aktinomykettejä eli sädesieniä sekä home- ja lahottajasieniä.

Mikrobien kasvun edellytyksenä on kosteus, lämpö ja ravinteet. Mikrobit tarvitsevat kasvaakseen hiiltä, typpeä, rikkiä ja fosforia sekä vähän muita ravinteita ja niitä onkin useissa rakennusmateriaaleissa. Mikrobit pystyvät säätelemään muiden organismien kasvua ja tällä tavalla varmistavat itselleen elin tilaa. Ne voivat muuttaa kasvualustan pH:ta tai tuottaa muille organismeille myrkyllisiä yhdisteitä eli toksineja. Homekasvua säätelee käytännössä vain rakenne pintojen kosteus.

Mikrobien esiintyminen erilaisilla kosteusvaurioituneilla materiaaleilla vaihtelee hyvin paljon. Esiintymiseen vaikuttaa mm. materiaalien ominaisuudet ja aika, jonka materiaali on ollut kosteudelle alttiina. Tutkimuksen mukaan suurimpia mikrobipitoisuuksia on todettu puu- ja paperipohjaisilla materiaaleilla, mutta myös mineraalieristeet, keraamiset tuotteet, maalit ja liimat tarjoavat hyvän alustan mikrobikasvulle. (Asumisterveysopas 2011).

3.2 Kosteuden vaikutus puuhun

Puun ominaislujuus on sellaisenaan hyvä, jopa erinomainen. Sen huokosrakenne antaa sille myös lämpöä eristäviä ominaisuuksia. Puun kosteustekniset ominaisuudet ovat puun käytön kannalta sekä positiivisia että negatiivisia. Puun ”kosteuskapasiteettia” eli kykyä ottaa ja luovuttaa kosteutta ilmasta on suhteellisen vähän hyödynnetty rakenteiden kosteustieteessä ja sen merkitys rakenteiden toimivuudelle tunnetaan toistaiseksi huonosti. Puun kosteuselämistä on pidetty negatiivisena, koska se aiheuttaa puun muodonmuutok-

sia ja sitä kautta puun ja pinnoitteiden halkeilua. Toisaalta puun kostuminen on myös edellytys puun biologiselle vioittumiselle.

Puu on materiaalina herkkä liialliselle kosteudelle ja sen vaikutukselle. Se, miten nopeasti kosteus alkaa vaikuttaa puumateriaaliin, on riippuvainen ilman lämpötilasta ja ilman suhteellisesta kosteudesta. Lahoaminen voi alkaa, kun lämpötila on yli 0°C ja puun kosteus on noin 20 % sen kuivapainosta (Kaila 1997). Liiallisen kosteuden vaikutuksesta puutavarassa alkaa tapahtua muodonmuutosta ja mikrobit voivat alkaa kasvaa materiaalin pinnalla. Nämä muutokset näkyvät puutavaran pinnalla tummentumana ja sinistymänä. Puutavara alkaa turvota ja sen pinta alkaa pehmetä. Liian pitkään sateessa ollut puutavara on hyvin vetinen ja puutavarassa oleva liiallinen vesi tekee siitä painavan. Liimatuissa palkeissa ja kertopuupalkeissa kosteus aiheuttaa hyvin voimakasta turpoamista, koska materiaali on tehdasvalmisteista ja on ollut valmistusprosessissa hyvin kuivaa. Kosteus heikentää liimauksen lujuutta ja alentaa palkkien ja pilareiden lujuusominaisuutta. Puun kastumisen myötä ensimmäisenä puumateriaalille ilmestyvät ensin sinistäjä sienet, home ja bakteerit. Sinistäjä sienien vaikutuksen myötä puun kostumisherkkyys lisääntyy. Mäntypuu on erityisen herkkä sinistymiselle. Kun kosteutta on runsaasti, myös lahottajasienet kasvavat puulla. Ne hajottavat puun ainesosia selluloosaa, hemiselluloosaa ja ligniiniä ravinnokseen. Lahottajasienet ”syövät” puumateriaalia ja siten heikentävät puun lujuusominaisuuksia. (Puurakenteet RIL106)

Käytännössä puu vioittuu tai lahoaa usein vain paikallisesti ja vaurio keskittyy usein tiettyihin kohtiin rakennetta. Kriittiset kohdat, kuten liitoskohdat, jatkokset ja saumat ovat usein sekä lahon keskittymisen että sen vaikutuksen kannalta kriittisiä. Mahdollisesti vian syntyminen riippuu sekä itse puumateriaalista että rakenteesta ja sen yksityiskohdista. (Asumisterveysopas 2011). Tämä vaikeuttaa puun luontaisen lahonkestävyyden hyödyntämistä, koska toistaiseksi lahonkestävyyttä ei osata ennustaa rungosta tai sahatavara kappaleesta. Puun kestävyys voidaan vaikuttaa myös valmistusprosessien, esim. kuljetuksen, kuivauksen ja varastoinnin kautta. Puun luontainen kestävyys biologisia vaurioita, kuten homeita ja lahoa vastaan on geneettisesti määräytynyt ja vaihtelee suuresti puulajien, yksilöiden ja rungon eri osien välillä. Puun kestävyys luokitellaan useimmiten sydänpuun lahonkestävyyden mukaan, mutta kestävyys vaihtelee eri vaurion aiheuttajia vastaan. Pinta-puun kestävyys on useimmilla lajeilla sydänpuuta heikompi.

3.3 Puun laho

Laholla tarkoitetaan lahottajasienien kemiallisesti tai fysikaalisesti vaurioittamaa puuta. Lahon merkkejä ovat muutokset värissä, lujuudessa ja tiheydessä. Laho on puun sisäinen sienien aiheuttama vaurio, jota voi esiintyä sekä pystypuissa, varastoidussa puussa että

puurakenteissa. Lahottajasienet ovat yleisimpiä puuta tuhoavia eliöitä. Lahottajasienten vaikutuksesta puun muoto, väri ja koostumus muuttuvat suuresti. Puussa tapahtuvien muutosten vuoksi puun lujuusominaisuudet kärsivät, jopa erittäin voimakkaasti. Lahoamisen edellytyksenä lahottajasienet vaativat kasvaakseen sopivan lämpötilan ja sopivan puun kosteuden. Kosteus on lahottajasienten tärkein ehto. Lahoaminen ei käynnisty kuivassa puussa. Lahoaminen on lahottajasienten toiminnan seurausta. Lahottajasienet käyttävät puuta ravintonaan ja samalla hajottavat sitä. Rakennuksissa toimivia lahottajasieniä on tavattu noin 200 eri lajia. Näistä kuitenkin vain muutamat ovat yleisiä ja aiheuttavat suuren osan vahingoista. Tutkituista lahovaurionäyhteistä noin 50 % oli lattiasienten, noin 14 % kellarisienten ja noin 9 % laakakäävän aiheuttamia muiden sienilajien aiheuttamien vaurioiden osuuden ollessa alle 2 % kullakin sienellä. Vaikka sienet periaatteessa toimivat samalla tavalla eli hajottavat puuta ravinnokseen, on puussa tapahtuvien muutosten perusteella tunnistettavissa kolme erilaista lahotyyppiä. (Kaila 1997, 306)

3.4 Puun lahottajasienet

Puurakenteiden kannalta ongelmallisimpia organismeja ovat lahottajasienet, joiden aiheuttama vaurio kohdistuu suoraan puun rakennekomponentteihin. Katkolahottajasienet ovat usein sukua home- ja sinistäjäsieneille, ja pahoin sinistyneessä puussa saattaakin olla katkolahoa. Runsasta katkolahoa on lähinnä maa- ja vesikosketuksissa olevassa märässä puussa. Katkolahossa puun solun seinissä tapahtuu syöpymistä, eikä puun ulkonäkö olennaisesti muutu katkolahossa. Vasta kun laho on edennyt pitkälle ja puu kuivuu, siinä on havaittavissa värinmuutoksia ja halkeilua. (Kaila 1997,307).

Lattiasieni

Lattiasieni on vaarallisin rakennusten lahottaja. Sen vaarallisuus johtuu siitä, että se tulee toimeen vähäisellä kosteudella. Jos rakennuksessa on umpinaisia tiloja, joissa ilman suhteellinen kosteus on korkea, se riittää lattiasienen kasvun alkuun pääsemiselle. Lattiasieni muodostaa harmaita rihmastojäänteitä, joiden avulla se voi levitä pitkiäkin matkoja, myös sille ravinnoksi kelpaamattomien rakennusosien, kuten betonin yli. Sen rihmastojäänteet ovat kuivina hauraita. Usein se muodostaa esim. seinän ja laudoituksen väliin harmaita rihmastomattoja. Lattiasieni on voimakas ja nopea lahottaja. Sen itiöemä on epämääräisen muotoinen alustanmyötäinen, reunoiltaan pumpulimaisen valkea, keskiosa on verkkomaisesti rypistynyt, ruosteenruskean itiöpölyn peittämä. Lattiasieni lahottaa useimmiten vanhempia rakennuksia, joissa rakennustavasta johtuen on umpinaisia, kosteutta säilyttäviä kohtia. (Kaila 1997,307)

Kellarisieni

Kellarisieni on toinen yleinen rakennuslahottaja. Se on myös nopeakasvuinen lahottaja. Sen itiöemä on ohuempi kuin lattiasienen, nystermäpintainen, päältä tavallisesti vihertävän ruskea. Tämän sienen saattaa tavata ulkorakenteissakin, kuten maan kanssa kosketuksessa olevan puun alapinnalla tai muussa riittävän kosteassa paikassa. Kellarisieni tarvitsee enemmän kosteutta kuin lattiasieni, eikä se voi levitä kuivaan puuhun. Sitä voi esiintyä uusissakin rakenteissa, jos niihin on jäänyt rakennusaikana kosteutta. Kosteat täytteet, betonivalun kosteuttamat ovenkarmit tai muut kosteat puunosat ovat usein kellarisienen aiheuttaman lahon lähtökohtia.

Laakakääpä

Kaikille laakakääpälajeille on tyypillistä puhtaanvalkea rihmasto, joka usein peittää huomattavasti puualustan ja saattaa tulla useiden millimetrin paksuiseksi. Myös itiöemät ovat valkeat, vanhempana joskus puunväriset. Itiöemät ovat useimmiten nahkamaisen litteitä ja tiukasti alustaa vasten painautuneita, mutta joskus myös paksuhkoja ja paksun pillikerroksen peittämiä. Kosteassa tilassa rihmastosta lähtee viuhkamaisesti haaroittuvia valkeita jänteitä. Rihmastomatot ja jänteet pysyvät kuivuttuaankin joustavina. Jänteitä pitkin sieni voi kuljettaa vettä lyhyitä matkoja esim. kuivien tiilipintojen ylitse, mutta se ei pysty kuitenkaan lattiasienen tavoin levittäytymään kuiviin rakenteisiin.

Laakakääpä lahottaa sekä havu- että lehtipuuta. Sieni aiheuttaa ruskolahoja, joka ulkonäöltään voi muistuttaa lattiasienen luoja. Laakakääpä tarvitsee hyvin runsaasti kosteutta. Sen jatkuvan kasvun edellytyksenä on, että puun kosteus pysyy 35 - 40 %:ssa. Kuitenkin sieni kestää hyvin kosteuden vaihtelua. Puun kuivussa rihmaston kasvu pysähtyy, mutta sieni säilyy hengissä kuivassa puussa useita vuosia ja voi jatkaa kasvuaan aina, kun kosteus nousee riittäväksi.

Ruskolaho

Yleisin rakennuksissa vaikuttava lahotyyppi on kutistumis- eli ruskolaho. Ruskolahoja aiheuttavat ruskosienet, jotka hajottavat pelkästään puun selluloosaa ja hemiselluloosaa, jolloin jäljelle jää ruskehtava ligniini. Lahoamisen edetessä puu pehmenee, kutistuu, haurastuu, halkeilee ja muuttuu ruskeaksi. Kuivumisen yhteydessä ruskolahon vaivaama puu kutistuu voimakkaasti myös pituussuuntaan ja halkeilee tällöin hiiltynyttä puuta muistuttavaksi kuutioiksi. Puun lujuus heikkenee nopeasti jo lahon alkuvaiheessa ja lopulta puu murenee hienoksi ruskeaksi jauheeksi. Tämä ruskosientien aiheuttama lahoamistyyppi esiintyy

pääasiassa havupuissa, koska ruskosienten käyttämä hemiselluloosa on erilaista lehti- ja havupuissa. [www.ouka.fi/pora/tietopankki/lahot.htm]

Valkolahoh

Valkolahoa aiheuttavat useat eri sienilajit ja nimenomaan monet lehtipuulahottajat. Valkolahottajat hajottavat sekä selluloosaa että ligniiniä samoin kuin joitakin hemiselluloosalajeja. Lahoavapuu säilyy homogeenisenä ja siinä tapahtuu näkyviä muodonmuutoksia vain vähäisessä määrässä; alkuvaiheessa lahoa on vaikea havaita, mutta pitkälle lahonnut puu muuttuu vaaleammaksi, kuitumaiseksi massaksi. Lahoava puu vaalenee, kevenee, pehmenee ja halkeilee usein vuosirenkaita pitkin nopeammin kuin muualla puuaineessa. Puu hajoaa vähitellen tullen yhä huokoisemmaksi. Vähitellen vaaleat laikut syöpyvät koloiksi ja puu muuttuu reikäiseksi.

Katkolahoh

Katkolahoa esiintyy kyllästämättömässä havu- ja lehtipuutavarassa. Katkolahoa esiintyy sekä makean, että suolaisen veden kanssa kosketuksissa olevaan puutavaraan. Kyllästysaineetkaan eivät välttämättä estä katkolahon vaikutusta. Katkolahottajat tulevat toimeen vähemmällä hapella kuin muut sienet. Katkolahottajien luokittelu valko- tai ruskolahottajaksi on vaikeaa, koska ne kuitenkin hajottavat puun selluloosaa, ne ovat tyypiltään lähempänä ruskolahottajia. Katkolahoh ei muodosta puun pinnalle näkyvää rihmastoaa. Katkolahoinen puu on pehmeää sekä solujen lahoamisessa tapahtuvien muutosten että katkolahon yhteydessä esiintyvän kosteuspitoisuuden vuoksi. Puun väri muuttuu harmaaksi katkolahon vaikutuksesta. Katkolahon vaikutuksesta puun lujuus heikkenee jo varhaisessa vaiheessa lahon leviämisessä, mutta puun kovuus heikkenee vasta erittäin voimakkaan lahoamisen jälkeen. Pinnan alta puu näyttää terveeltä, mutta kun sitä kohtisuorasti kuormitetaan, se katkeaa lähes suoraviivaisesti. Rasituksen alaisena katkolahottajien turmelema puu saattaa äkillisesti murtua tai katketa poikkisyyhyyn. Murtopinta muistuttaa katkaistun porkkanan murtopintaa.

3.5 Kosteus- ja homevaurioiden vaikutus puun lujuuteen

Soluseinämiin tunkeutunut vesi irrottaa seinämän kerroksia toisistaan, joten solun rakenne löyhtyy. Lujuuden vähentyminen on suoraan verrannollinen puun kosteuden lisääntymiseen, mutta vain tiettyyn rajaan, soluseinämiiden kyllästyspisteeseen saakka. Kosteuden lisääntyessä lujuus alenee aluksi voimakkaasti eli kosteuden kaksinkertaistuessa lujuus putoaa lähes puoleen. Äkillinen käänne tapahtuu noin 30 % kosteudessa; silloin puun soluseinämät ovat täyttyneet vedellä ja liikavesi alkaa kertyä soluonteloihin. Tämä ei vaikuta

enää seinämien lujuuteen mutta itse rakennetta se kuitenkin heikentää painon lisääntymisen kautta. Kosteuden vaikutuksesta puun puristuslujuus muuttuu eniten taivutuslujuuteen ja syynsuuntaiseen vetolujuuteen nähden. Puun leikkauslujuudessa ei tapahdu suuria muutoksia. Puun syiden suuntainen

kimmomoduuli muuttuu suhteellisen vähän mutta syitä vastaan kohtisuora jäykkyys muuttuu paljon. (Puurakenteet RIL 106)

3.5.1 Vaikutus liitoksiin

Kun puu on imenyt itseensä mahdollisimman paljon vettä, on sen tilavuus suurimmillaan ja lujuusominaisuudet heikoimmillaan. Kosteus vaikuttaa puuliitosten ominaisuuksiin monilla eri tavoilla. Kosteus heikentää liitosten lujuutta ja jäykkyyttä. Kosteuden vaikutuksesta liitosten geometria muuttuu. Puun kuivuessa sen tilavuus pienenee, jolloin puuosien väliin tulee rakoja mikä taas heikentää liitosten toimintaa. Tällöin liitosten lujuus pienenee ja siirtymät suurenevat. Mekaanisten liitosten lujuus heikkenee puun kuivumisen myötä, koska liitoksessa tapahtuu kutistumista ja silloin liitoksen pitävyys alenee. Näin ollen kosteuden vaihtelut ovat tässä suhteessa epäedullisia.

3.5.2 Vaikutus muotoon ja ulkonäköön

Kosteuden vaikutuksesta muuttaa puu myös muotoaan. Soluseinämiin tunkeutuva vesi turvottaa puuta ja samalla pehmentää sitä heikommaksi. Vesi toimii laakerina soluseinämien kerroksissa, jolloin ne pääsevät toisiinsa nähden hieman liikkumaan. Märkä puu pyrkii taipumaan ja sen taipunut muoto jähmettyy paikoilleen. Märkään taipuneeseen puuhun jää kuitenkin jännityksiä, joten jos puu kastuu uudelleen, se oikenee jonkin verran itseltään. Kun kastunut puutavara kuivatetaan uudelleen, niin kuivumisen myötä puutavaraan tulee halkeamia. Tästä käyttäytymisestä on rakentajalle suurta haittaa, sillä mekanismi toimii myös toisin päin. Liiallisen kosteuden myötä puun pinnalla olevat mikrobit tummentavat puun ja mikrobit ja sienet tuottavat ilmaan epäpuhtauksia (itiöt, aineenvaihduntatuotteet, toksiinit), jotka heikentävät sisäilman laatua.

3.6 Kosteus- ja homevaurioiden terveydelliset haitat

Kosteus- ja homevaurioituneessa rakennuksessa oleskelevilla tyypillisimpiä ja yleisimpiä oireita ovat erilaiset epäspesifiset ärsytysoireet ja yleisoireet kuten päänsärky, väsymys ja kuumeilu. Pitkittyessään altistus voi johtaa toistuviin hengitystieinfektioihin ja tulehduskier-teeseen, johon lääkehoito auttaa huonosti. Oirekuvaan saattaa tulla astma- ja allergiaoireita, kuten allergista nuhaa, silmä- ja iho-oireita. Vakavien yleisoireiden, neurologisten oirei-

den, kudosis- ja elinvaurioiden ja autoimmuunitautien ilmaantuminen liittyy usein altistumiseen mikrobitoroksiineille. Vakavia terveyshaittoja edeltää usein vuosikausia, jopa 10- 15 vuotta jatkunut altistuminen. (Home ja terveys 2010).

Ärsytysoireet ja yleisoireet

Sisäilman epäpuhtauksien aiheuttamia yleisimpiä ärsytysoireita ovat nenän tukkoisuus ja nuha, äänen pettäminen tai käheytyminen, kurkun limaisuus ja kurkkukipu, yskä ja limanousu keuhkoista, silmien ärsytys ja vetistys sekä ihon kutina, kuivuminen ja punoitus avoimilla ihoalueilla, kuten kasvoissa, kaulalla ja käsien selkäpuolella. Kaikkia näitä oireita voi esiintyä myös muista syistä, mutta oireilu, joka liittyy tiettyssä rakennuksessa oleskeluun ja häviää tai lievittyy muualla, voi viitata homevaurioon. Oireiden perusteella ei voida varmuudella päätellä oireiden aiheuttajaa, ts. kemialliset epäpuhtaudet voivat aiheuttaa samoja oireita kuin mikrobialttius tai kuituallistus. Tiedyt oireet ovat selvästi harvinaisempia ja liittyvät selvemmin mikrobialttistukseen. Tällaisia oireita ovat nenäverenvuoto, voimakas kasvojen tai korvalehtien turpoaminen, hengityskipu, vilunväreet tai kuumeilu, joka ei liity vilustumissairauteen ja häviää muualla. Muita yleisoireita, jotka liittyvät homevaurioihin, ovat väsymys, päänsärky ja keskittymisvaikeudet.

Infektiosairaudet

Hengitysinfektiot ovat useimmiten virusten ja bakteerien aiheuttamia. Sisäilmaongelmat eivät yleensä aiheuta hengitystieinfektioita, mutta huono sisäilman laatu voi myötävaikuttaa infektiosairauksien puhkeamiseen. Epidemiologisissa tutkimuksissa on osoitettu, että sekä lapsilla että aikuisilla kosteusvauriorakennuksessa asuminen tai oleskelu aiheuttaa infektiosairauksien lisääntymisen. Kun altistuminen loppuu, myös infektioiden yleisyys palaa tavanomaiselle tasolle. Lapsilla tavalliset nuhakuumeet ja korvatulehdukset sekä keuhkoputkentulehdukset yleistyvät. Aikuisilla yleistyvät korvatulehdusten sijaan poskionteloiden tulehdukset. Hometaloissa altistuvilla infektiot ovat monesti pitkäkestoisia ja tavallista huonommin lääkkeisiin reagoivia. Homeet ja sädesienten itiöt aiheuttavat myös alveoliittia eli homepölykeuhkoa sekä ODTS- oireyhtymää (organisen pölyn aiheuttama toksinen oireyhtymä). Alveoliitin ja ODTS:n oireet muistuttavat sekä toisiaan että rajua hengitystietulehdusta. Sekä alveoliitista että ODTS- sairaudesta voi toipua täysin jos altistunut henkilö onnistuu välttämään taudin aiheuttamaa pölyä. Oireisto uusiutuu helposti altistustilanteen toistuessa, koska kyseessä on immunologinen herkistymäsairaus. Alveoliitti on Suomen olosuhteissa hyvin harvainen.

3.7 PUUMATERIAALIEN KÄSITTELYN AIHEUTTAMAT ONGELMAT

Puumateriaalin vääränlaisesta käsittelystä ja varastoinnista aiheutuu aina haittaa työmaan toiminnalle, sekä siitä voi syntyä myöhemmin terveysriskejä tuleville käyttäjille. Välttämättä vaikutukset eivät näy heti, mutta ne voivat tulla ilmi vasta useiden vuosienkin kuluttua. Usein ongelmat aiheutuvat juuri kastuneesta puutavarasta koska varastointi on ollut huolimaton. Usein ei ajatella sitä, että työlaatu tarkoittaa myös materiaaleille asetettuja vaatimuksia. Virheetön työ vaatii hyvät materiaalit ja sitä ei pystytä tekemään huonolaatuisella materiaalilla. On tärkeää tuntea eri materiaalien käyttäytyminen ja sen perusteella pystytävä erottamaan hyvä ja huono materiaali toisistaan. Rakennustyön valvonnalla on myös hyvin suuri merkitys tässä asiassa.

Puumateriaalia käytetään rakentamisessa hyvin paljon. Sen kosteuserkkyys on tiedettävä ja pyrittävä käyttämään sitä oikein. Puumateriaalikaan ei kestä liiallista kosteutta, vaikka näin usein luullaan. Puumateriaalin varastointiin tulee kiinnittää erityistä huomiota.(Kuva3)



KUVA3: Vääränlaisen varastoinnin takia pilalle menneitä lautoja.

Pilalle mennyt puutavaraerä jätetään aina työmaalle, koska sen pois vienti yksistään on hankalaa ja aiheuttaa lisäkustannuksia. Usein käy niin, että tällaista tavaraerää käytetään ikään kuin varalla, jos tilalle hankittu materiaalierä ei riitä. Tällaista materiaalia käytetäänkin helposti, koska oletetaan sen materiaalin olevan täysin käyttökelpoista. Usein tällaista pilaantunutta materiaalia käytetään ns. toisarvoisena materiaalina erilaisissa apukoolauksissa ja tukirakenteissa. Pilaantunutta puumateriaalia käytetään usein myös tietämättä sen mahdollisia haittavaikutuksia. Pahimmillaan rakenteeseen jätettyyn pilaantuneeseen puumateriaaliin alkaa muodostua erilaisia mikrobikasvustoja. Nämä heikentävät sisäilman laatua ja ovat terveysriski käyttäjälle.

Välittömiä vaikutuksia syntyy, kun pilaantuneita puumateriaaleja ei voida käyttää ja niistä tulee ylimääräisiä jätekustannuksia. Jätekustannukset ovat kalliita kustannuksia rakennustyömaalle ja ne pitäisi saada minimoitua mahdollisimman alhaiseksi. Pilaantuneiden puumateriaalien tilalle on kuitenkin saatava uudet materiaalit ja tämä voi jo aiheuttaa ongelmia mm. saatavuuden kannalta. Jos kyseessä olisi korkeatasoista, laadukasta sisäverhousmateriaalia niin sen toimitusaika voi olla hyvinkin pitkä. Ongelmia voi syntyä myös siitä, että uusi toimituserä ei täysin vastaa ulkonäöltään aikaisempaa erää.

Pilaantuneiden puumateriaalien käytöstä aiheutuu myös merkittäviä kustannuksia jo sen vuoksi, että joudutaan mahdollisesti purkamaan jo tehtyä puurunkoa, -koolausta tai -rimoitusta. Huonolaatuisen puumateriaalin poisto rakenteesta ei ole kovin helppoa kun puumateriaalit on kiinnitetty aina mekaanisesti. Poistamisen yhteydessä yleensä rikkoon tuu myös virheettömät ja herkät rakenneosat kuten esim. höyrynsulkumuovi. Tämä johtaa siihen, että lopputuloksena voi olla hyvin ala-arvoinen työnlaatu ja rakennusosan kustannukset nousevat suhteettoman korkeaksi. Mitä myöhäisemmässä vaiheessa tällainen korjaus joudutaan tekemään, sen vaikeampi siitä on saada enää kunnollista rakennetta.

Pilaantunut puutavaraerä vie aina työmaalta varastointi ja säilytystilaa. Työmaat on usein ahtaita ja niissä tarvitaan tilaa liikkumiseen ja erilaisiin järjestelyihin. Kun pilaantuneita materiaalierä joudutaan siirtelemään, niin ne usein sekoittuvat myös käyttökelpoisiin materiaaleihin. Pahimmillaan käy niin, että tilan puutteen vuoksi varastoidaan pilaantuneet puumateriaalit muiden materiaalien kanssa sekaisin ja tällä tavoin pilataan muitakin materiaaleja. (Kuva4)



Kuva4: Kertopuupalkit varastoitu ulkoverhouslautojen kanssa. Palkit käyttökelvottomia.

Liima- ja kertopuupalkkien sekä kattoristikoiden vääränlainen varastointi heikentää niiden lujuusluokitusta. Palkkien mittatarkkuus alenee, koska ne turpoavat ja kieroutuvat. Lisäkustannukset voivat olla merkittävät, koska tällaiset rakenneosat ovat kalliita. Palkkien ja kattoristikoiden toimitusajat voivat olla jopa useita viikkoja ja tästä voi aiheutua työmaan aikatauluun merkittäviä viiveitä. (Kuva5)



Kuva5: Kattoristikkojen varastointitapa puutteellinen.

4. PUUMATERIAALIEN KULJETUS, VASTAANOTTO JA VÄLIVARASTOINTI

Kuljetusmuodon valintaan vaikuttavat yritykseen, lähetykseen ja kuljetusmuotoon liittyvät ominaisuudet. Yritykseen liittyviä valintaperusteita ovat toimiala, kuljetustarpeen säännöllisyys, toimitustiheys ja lähettäjän maantieteellinen sijainti. Lähetykseen liittyviä ominaisuuksia ovat kuljetusetäisyys, erä koko ja arvo. Kuljetusmuotojen välillä on yleensä eroja kapasiteetin saatavuudessa, hinnassa, luotettavuudessa ja nopeudessa. (Sunio 2008, 4)

Kuljetusten täsmällisyys on yleensä sitä tärkeämpää mitä kalliimpia tuotteita kuljetetaan. Tietyille teollisuuden aloille kuljetusten täsmällisyys on keskeinen tekijä, kun taas massatavaran kuljetuksissa hinta on merkittävä tekijä. Massatavarakuljetukset ovat yleisiä kuljetusmuotoja rakennus- ja teollisuusaloilla. JIT- tyyppisessä (just in time) toiminnassa kuljetusvarmuus on koko tuotannon perusedellytys: tuotteen on oltava oikeaan aikaan, oikean kokoisena eränä ja vaurioitumattomana perillä.

Kuljetusmuoto määräytyy yleensä tilattavan materiaalin ja materiaalierän määrästä. Kuljetusyrittäjä ei kilpailuteta erikseen vaan se toimii ns. alihankintasopimusten periaatteella. Kuljetukset tapahtuvat tiekuljetuksina ja ne muodostavat toisiaan täydentävän kuljetusketjun. Tiekuljetus on aina yksi osa kuljetusketjua. Maantiekuljetusten etuina ovat nopeus, joustavuus, edullisuus ja soveltuvuus myös pienille kuljetuserille. Tiekuljetus on lähes ainoa kuljetusmuoto, kun kuljetusmatkat ovat lyhyitä, kuljetusvirrat pieniä ja vaaditaan nopeaa toimitusta. Käytettävissä on laajin infrastruktuuri ja ovelta -ovelle toimitus. Tyypilliset kuljetustavat ovat pakettiautokuljetukset ja kuorma-autokuljetukset rahtitoimituksena. Pakettiautokuljetuksissa tavaraerät koostuvat yleensä pienistä toimituseristä ja nopean toimituksen vaativista eristä. Pakettiautokuljetukset tapahtuvat usein monta kertaa viikossa koska materiaaleina toimitetaan yleensä päivittäin käytettäviä tarvikkeita kuten kiinnitystarvikkeita ja vastaavanlaisia tuotteita. Kuorma-autokuljetuksina toimitetaan suuret toimituserät joissa kuormaerät muodostuvat useista eri materiaaleista ja kuormapainot voivat olla useita tonneja.

4.1 Kuljetuskalusto

Pääsääntöisesti kuljetukset tehdään erilaisilla ajoneuvoyhdistelmillä. Ajoneuvoyhdistelmiä käytetään tyypillisesti raskaissa ja paikallis- ja pitkämatkaisissa kuljetuksissa. Mahdollisia perävaunuja ovat puoliperävaunu, varsinainen perävaunu ja keskiakseliperävaunu. Puoliperävaunujen osuus yhdistelmistä on suurin. Puoliperävaunuja käytetään yleensä pitkien esineiden ja kevyiden tavaroiden jakelukuljetuksissa. Suurin sallittu korkeus kuorma-autolla ja puoliperävaunulla on 4,2 m. Puoliperävaunun enimmäispituus on 16,5 m ja puoliperävaunun kuormatilän enimmäispituus 13,6 m. Ajoneuvon ja varsinaisen tai keskiakse-

liiperävaunun yhdistelmän suurin sallittu pituus on 25,25 m ja 21,42 m. Suurimmat sallitut leveydet ovat 2,55 m ja lämpöeristetyillä ajoneuvoilla 2,6 m. (Kuva 6).



Kuva 6: Kuvassa 2-akselinen kuorma-auto varustettuna omalla nostimella.

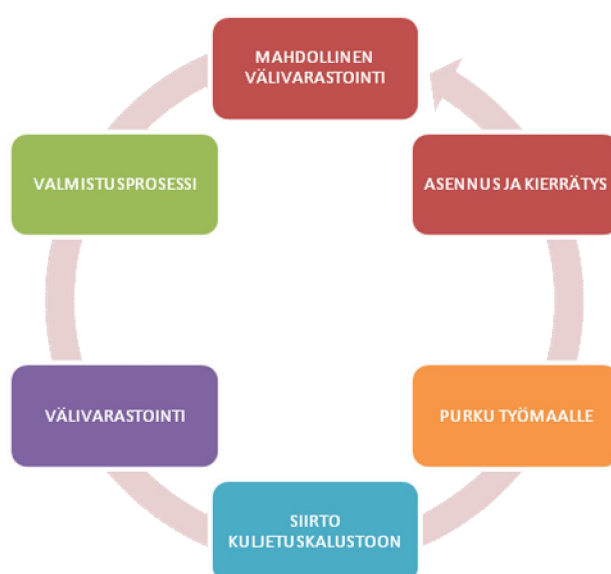
Nopeiden toimitusten kuljetukseen soveltuvat parhaiten pakettiautot. Pakettiautot ovat suunniteltu kevyiden tavaroiden ja pakettilähetysten kuljettamiseen. Pakettiautoja on sekä avolavaisia että umpikorisia. Avolavallisia pakettiautoja kutsutaan lava-autoiksi. Pakettiautoja on myös korotettuna ja pidennettynä mallina jotka mahdollistavat hieman suuremmat tavaeraet toimitukset. Pakettiautoissa käytetään erilaisia tavaratiloja ja niiden tilavuudet vaihtelevat 6m³ jopa 16m³.(Suomen kuljetusopas 2009).

4.2 Tilaukset

Tilaukset liittyvät työmaan toimintaan. Toiminnan suunnittelulla on myös tilausten suunnittelussa merkittävä osuus. Toiminnan suunnittelu alkaa käytännössä, kun ensimmäiset suunnitelmat rakennuksesta tai niiden luonnokset on tehty. Suunnitelmien tarkentuessa ja rakennusprojektin alkaessa tehdään projektia koskevat suunnitelmat. Näistä suunnitelmista tärkein työkalu muun toiminnan suunnitteluun on yleisaikataulu. Yleisaikataulun pohjalta tehdään hankintoja koskeva hankinta-aikataulu ja hankintasuunnitelma. Yleisaikataulu toimii myös muiden resurssien, kuten työvoiman, hankintojen ja kaluston mitoittajana. Sen pohjalta tehdään myös työmaan toiminnalle merkittäviä suunnitelmia kuten varastointi ja työmaan aluesuunnitelma.

Materiaalitoimittajat voidaan myös kilpailuttaa keskitetysti ja tietyn materiaalin toimittaja määräytyy sen mukaan. Rakennustyömaalle tilataan hyvin erityyppistä materiaalia ja siten toimittajia voi olla lukuisia. Toimittajat luetellaan toimittajaluetteloon ja tehtäessä tilausta työmaalle on aina kyseinen materiaali tilattava määrättyltä toimittajalta. Toimittajien myymälät voivat sijaita toisella paikkakunnalla.

Rakennustoiminnassa logistiikka painottuu suurelta osin materiaalin liikkeeseen ja varastointiin. Materiaalien logistiikkaketju rakennustoiminnassa muotoutuu karkeasti tarpeesta sekä sen toimittamisesta ja toteutuksesta. Käytännössä ketjuun kuitenkin kuuluu useampia eri vaiheita. Logistiikkaketju voi olla hyvin erilainen myös rakennusmateriaalista riippuen. Rakennustuotannossa käytetään yleensä hankekohtaisia tuotteita, vakiomateriaaleja tai pientarvikkeita. Hankekohtaisten tuotteiden ja vakiomateriaalien logistiikkaketjun vaiheita on esitetty kuviossa 7.



Kuvio 7: Logistiikkaketju rakennustyömaan materiaaleilla.

4.3 Toimitus ja kuorman vastaanotto

Erilaiset rakennusmateriaalit vaativat kyseiselle tavaralle suunnitellun kuljetuksen. Rakennusmateriaalien toimitusajat vaihtelevat ja voivat olla hyvinkin pitkiä. Materiaalien tilauksissa täytyy varmistaa materiaalien toimitusajat toimittajan kanssa, että sovittu toimitusaikaa on molempien osapuolien kohdalla realistinen ja toimitus suoritetaan sovittuna ajankohtana. Varsinkin suurten toimituserien kuljetus vaatii mahdollisimman suuren kuljetuskaluston. Kuljetuskaluston valinnasta ja järjestämisestä vastaa tavarantoimittaja. Siten vähennetään mahdollisuutta syntyä riskiä siitä, että materiaali vaurioituisi kuljetuksen aikana vääräntyyppisen kuljetusvälineen, kuorman lastauksen tai muuhun kuljetukseen liittyvän syyn takia.

Toimituksissa noudatetaan yleisiä toimitusehtoja joissa selviävät toimittajan ja tilaajan velvollisuudet. Tilaajan tulee yleensä varmistaa, että toimituspaikan olosuhteet sallivat ajo-neuvokaluston liikkumisen purkupaikkaan. Tilaajan tulee myös osoittaa kuorman purkua varten esteetön ja turvallinen paikka. Tavarantoimittajan tulee tarkistaa pakkaukset ja kuitata vastaanottaneensa kuormakirjojen mukaiset tuotteet. Mahdolliset pakkausten lukumääriä ja kuntoa koskevat huomautukset on tässä yhteydessä merkittävä autonkuljettajalle jäävään kuitattuun kuormakirjaan. Muut mahdolliset huomautukset ja reklamaatiot on tehtävä 7 vuorokauden kuluessa tavarantoimittajan tuomisesta, kuitenkin ennen asennusta.

Tavarantilauksen yhteydessä on syytä sopia tavarantoimittajan kanssa kuljetuksesta ja tavarantoimittajan purkutavasta työmaalla. Riippuen materiaalista mahdollisia purkutapoja ovat

- purku suoraan kuljetusvälineestä työmaan nosturilla
- purku kuljetusvälineestä auton omalla nosturilla
- purku suoraan kuljetusvälineestä trukilla tai muulla nostimella
- perälautapurku
- purku kuljetusvälineestä käsin

Mikäli jostain tietyistä purkumenetelmistä on sovittu tavarantoimittajan kanssa kirjallisesti eikä se käytännössä toteudu, on työmaan organisaatiolla oikeus hankkia purkamiseen tarvittava kalusto tavarantoimittajan kustannuksella. Mikäli kuljetusvälineitä valittaessa on mahdollisuus valita useamman väliltä, tulee valinnassa muistaa myös työmaa-alueen asettamia rajoituksia. Mitä suurempia kuljetusvälineet ovat, sitä suurempia ovat myös niiden tilantarpeet. Työmaa-alueen käyttösuunnitelmassa tulee varata riittävät purkualueet. Yleensä purkaminen tapahtuu kadun reunaan ja tarvikkeet joudutaan aina erikseen siirtämään purkualueelta joko varastoalueelle tai asennuspaikalle. Materiaaleja toimitetaan

työmaalle sekä omien työryhmien tarpeisiin että aliurakoitsijoiden tarpeisiin. Aliurakoitsijat usein hoitavat itse tarvitsemiensa materiaalien tilaukset ja niiden toimitukset. Varsinkin suurten tavaroiden toimitukset työmaalle on hyvä suunnitella etukäteen. Hankintasuunnitelmaa on hyvä käyttää tähän suunnitteluun. Suuret tavaramäärät vaativat hyvän ennakkosuunnittelun koska liian suuret erät aiheuttaa työmaalla tarpeetonta välivarastointia ja ahtailla tonteilla tämä ei ole mahdollista ja järkevää. Siksi osana toimitusten suunnittelua kannattaa miettiä, minkä kokoisia tavaraeriä kannattaa kerralla tilata. Materiaalitoimittajien kanssa on yleensä helppo sopia sopivan kokoisista toimituseristä, mikäli kokonaistilauksmäärät ovat suuria. On kuitenkin varmistettava kirjallisesti toimituserien määrät jotta ei synny mahdollisia väärinkäsityksiä tilaajan ja toimittajan välillä. Esimerkkinä voidaan pitää väliseiniä ja kipsilevyjä koska levyt ovat herkkiä kosteudelle ja vaativat paljon varastointitilaa ja hyvät suojaustoimenpiteet. Tällaisen rakennusmateriaalin käyttö tapahtuu vaihteittain ja se tulisi huomioida tilauksissa.

Rakennustyömaalle tapahtuvat kuljetukset koostuvat tulo-, ja lähtölogistiikasta. Tulologistiikalla tarkoitetaan työmaalle saapuvia materiaalitoimituksia. Tulologistiikan päävaiheet koostuvat kuljetuksen saapumisesta työmaalle, kuorman vastaanotosta ja purkamisesta.

Työmaan tulologistiikan kannalta on olennaista että toimitukset ajoittuvat juuri oikeaan aikaan. Työmaan toiminnan häiriöttömyyden varmistamiseksi tavarantoimittajan on pystyttävä toimittamaan oikeat materiaalit sovittuun ajankohtaan. On tärkeää, että tämä saadaan toimimaan oikein työmaalla. Suunnittelu ja seuranta kuuluvat yleensä työmaan työnjohtolalle. Rakennustyömaalla pitää varautua tilausajankohdan muutoksiin jos työmaalla ei ole riittävästi tilaa järjestää nopeasti varastointia ja se voi aiheuttaa haittaa työmaan muulle toiminnalle, koska se sitoo pääurakoitsijan työntekijöitä. Tilaukset tulisi ajoittaa aina siten, että vältettäisiin turhaa varastointia työmaalla. Usein toimitusvarmuudesta puhuttaessa pääpaino on myöhästyneillä toimituksilla sekä puutteellisilla toimituksilla. Näihin on usein syynä materiaalin puuttuminen lähitoimittajalta tai tilausvahvistusta ei ole tarkistettu on jopa voitu korvata tilattu tuote vastaavalla tuotteella.

Toimitukset tapahtuvat usein myös suoraan valmistajilta ja silloin toimituksen puutteita on ollut toimitusten viivästyminen tuotannollisista syistä. Tämä aiheuttaa erityistä haittaa työmaalle, koska valmistaja ei useinkaan pysty ilmoittamaan täsmällistä toimitusajankohtaa.

Kuljetusketjussa liikutellaan materiaaleja usein lastauksen, purkamisen ja mahdollisen välivarastoinnin vuoksi. On tärkeää että materiaaleja kuljetellaan aina riittävän tehokkaalla kuljetuskalustolla. On tilanteita jolloin työmaalle toimitetaan materiaalit alimitoitettulla kalustolla. Kuljetusauton kalusto on liian heikkotoiminen purkamaan materiaalit lavalta riittävän etäälle autosta. Usein joudutaan purkamaan materiaaleja kuormasta päällekkäin ja tästä aiheutuu materiaalihukkaa materiaalien rikkoontumisen takia. Suuret materiaalikuormat toimitetaan työmaalle täysperävaunukuljetuksella. Niistä materiaalien purkaminen ei aina

onnistu yhdellä kerralla, vaan purkamisen välillä joudutaan kuljetuskalustoa siirtämään purkamisen loppuunsaattamiseksi.

Puutavarakuormia toimitetaan usein suurissa painavissa nipuissa tai materiaalien pituudet voivat olla jopa 12m. Tällaisten kuormien purkaminen ei useinkaan onnistu kuljetusauton kalustolla vaan palkit joudutaan purkamaan lavalta käsin.

4.4 Siirrot työmaalla

Työmaalla tapahtuvat rakennusmateriaalin siirrot voidaan jakaa karkeasti kahteen erilaiseen siirtotapahtumaan, pysty- ja vaakasiirtoihin.

Pystysuunnassa tehtävät siirrot tapahtuvat työmaalla pääasiallisesti koneellisin voimin. Nostoissa voidaan käyttää apuna erilaisia nostureita, tavara- tai henkilöhisseejä, ja muita tavarannostoon tarkoitettuja nostimia. Nostoissa on kuitenkin aina huolehdittava nostotyön turvallisuudesta. Nostovälineet pitää olla asianmukaiset ja tarkoitettu nimenomaan siihen kuuluvat.

Vaakasuunnassa tehtävät siirrot tapahtuvat työmaalla koneilla tai käsin. Kantamisessa voi apuna käyttää kuitenkin erilaisia kuljetusvälineitä, kuten nokka- tai pumppukärriä. Painavimmat tavaraerät vaativat vaakasiirtoihin koneellisilla kuljetusvälineillä kuten traktoreilla, kurottajilla ja muilla siirtoihin soveltuvilla koneilla. Suuremmilla työmailla materiaalit voidaan siirtää kauempana olevaan välivarastoon tai purkualueelta nosturien ulottuville. Työmailla joilla ei ole kiinteää nosturia tai ajoneuvonosturia käytettävissä, lastin purkuja vaakasiirtoihin tarkoitetuilla koneilla saattaa syntyä paljonkin.

Kuorman purku tapahtuu työmaalla tilaajan osoittamaan paikkaan. Purkupaikka on yleensä julkisen kadun reuna-alueella tai työmaan sisäinen alue. Kuorman purkutilanne tulee olla hyvin suunniteltu ja siihen pitää olla järjestetty riittävä kalusto ja miehitys. Aikaisemmin todetun mukaan materiaalitoimitus voi yllättäen saapua työmaalle ja kuorman purkaminen tapahtuu kiireellä ja huolimattomasti. Tällainen tilanne on hyvin yleinen silloin kun työmaalle ollaan toimittamassa käsin siirreltäviä materiaaleja kuten puutavaraa ja eristeitä. Hyvin usein enneaikaisen kuorman saapuminen työmaalle aiheuttaa liian kiireellisen purkutilanteen. Purkamiseen ei saada riittävästi henkilöstöä koska ne on sidottuja työtehtäviin tai voidaan olla tauolla. Tällaisessa tilanteessa purettu kuorma tehdään rikkomalla materiaaleja huonolla käsittelyllä. Materiaaleja voidaan heitellä kuorma-auton lavalta ja suojapakkuksia vaurioitetaan tällä tavoin. Materiaalierää ei välttämättä tarkisteta ja silloin voidaan työmaalle toimittaa huonolaatuista käyttökelvotonta materiaalia. Kuorma voi saapua jopa

työmaalle myöhään illalla ja usein työmaalla ei olla vastaanottamassa materiaalkuormaa. Tällainen kuorma voidaan purkaa väärään paikkaan ja vastaanotto jää tekemättä. Tällaisten materiaalityömaalla vaurioita on materiaalien kastuminen, likaantuminen ja muunlainen turmeltuminen.

4.5 Pakkaukset

Rakennusmateriaalien pakkausten tarkoitus on suojata tuotteita kosteudelta, sateelta, pintavaurioilta ja estää terveydelle haitallisten kasvustojen syntyminen. Rakennustyömaalle toimitetaan hyvin erilaisia materiaaleja jotka on pakattu yleensä suojamuoveihin tai vahvistettuun pahvikartonkiin. Suojamuoviin tai pahviin pakatut tuotteet eivät voi olla pitkään säälle alttiina koska suojausta ei ole tarkoitettu tällaiseen säilytykseen. Suojamuovit ja -pahvit ovat hyvin ohuita ja niihin tulee herkästi vaurioita. Erityisesti pitkään välivarastossa suojamuoviin pakattujen tuotteiden suojamuovit repeävät herkästi jo pelkästään käsin siirtelystä. Materiaalien pakkaustavoista riippuu usein, onko kyseistä materiaalia tarkoitettu ollenkaan ulkona säilytykseen vai pitäisikö kyseinen materiaali säilyttää jopa sisätiloissa. Erityisesti sisustusmateriaalit on pakattu kevyeen pahviin tai muoviin ja ne eivät kestä minikäänlaista sään räsitystä.

Pakkaustavat ja -menetelmät riippuvat usein toimittajasta koska materiaalit pakataan toimittajan puolesta. Materiaalit pakataan usein helposti käsiteltäviin eriin, jonka jälkeen ne pakataan kuljetuslavoille ja suojausta lisätään kutistemuovi paketoinnilla. Tällä tavoin parannetaan materiaalien kuljetus- ja säänkestävyyttä. Tuotepakkaukset sisältävät usein käsittelyohjeet työmaalle. (Kuva8)



Kuva 8: Kipsilevyt pakattu suojamuoviin tehtaalla. (Knauf 2009)

4.6 Välivarastoinnit

Usein toimitus aikataulujen pettäessä joudutaan työmaalla järjestämään materiaaleille varastointia. Työmaalla varastoitavat tuotteet sitovat pääomaa, ja rajallisen varastointitilan vuoksi suuri tavaramäärä vaikeuttaa työmaan toimintaa. Varastointiolosuhteet ovat harvoin optimaaliset, minkä vuoksi materiaalit altistuvat vahingoittumiselle. Rajallisen tilan vuoksi materiaaleja joudutaan siirtelemään paikasta toiseen, mikä lisää myös hävikkiä ja siirtelyyn kuuluva aika on suoraan pois tuotannosta. Varastointitilaan ei juuri voi vaikuttaa koska työmaalla ei yleensä varauduta muutoksiin. Tämän vuoksi tuotannonsuunnittelu ja täsmälliset toimitukset ovat käytännössä ainoa ratkaisu varastointiongelman ratkaisemiseksi.

Rakentamisen olennaisesti muuttuviin aikatauluihin liittyen varastoinnista ei koskaan tulla pääsemään täysin eroon. Tavoitteena tulisi kuitenkin olla tuotannonsuunnittelun ja työmaan toimintojen kehittäminen sellaiselle tasolle, että varastointia olisi mahdollisimman vähän. Toimitushäiriöiden lisäksi työmaan omasta toiminnasta johtuvat häiriöt kuten poikkeamat rakennusaikataulusta on pystyttävä minimoimaan.

Usein lisääntyvää välivarastointia tapahtuu työmaalla kiivaan rakentamisen aikaan. Kovan materiaalin kysynnän vuoksi toimittajien toimitusvarmuudet pettävät materiaalien loputtua varastoista. Työmaille otetaan materiaaleja varmuuden vuoksi liikaa liian aikaisin. Kovan kysynnän aikaan toimittajat eivät sitoudu tarpeeksi tarkkoihin toimitusaikoihin ja rakennustyömaalta tällaiseen ei voida vaikuttaa. Tilausten saapumisen aikataulut pettävät ja niihin voi tulla jopa useiden päivien muutoksia. Sen vuoksi kuorman saapuessa työmaalle, sen purkamiseen ei ole valmistauduttu ja kuormat joutuvat odottamaan välillä pitkiäkin aikoja. Toimitusaikataulun pettäessä liian aikaisin saapuva kuorma aiheuttaa välittömän ongelman miten kyseinen erä saadaan varastoitua riittävän huolellisesti ja mihin.

Mitä enemmän työmaalla säilytetään materiaaleja, sitä todennäköisempää myös on, että niitä joudutaan siirtelemään. Jokainen siirto lisää materiaalin vahingoittumisen riskiä ja siirtelyyn kulutettu aika on pois tuottavasta työstä. Ilman sisäisiä siirtojakin hävikin riski on suuri, sillä materiaalien varastointi tapahtuu yleensä puutteellisesti ulkona, joten ne ovat alttiina kosteudelle ja sateelle. Suuret materiaalierät vievät tilaa ja hankaloittavat myös työmaalla tapahtuvaa liikkumista. Työmaan päivittäisessä toiminnassa suora näkyvien haittojen lisäksi suunnittelematon varastointi lisää sitovia kustannuksia.

5. KÄYTETTÄVISSÄ OLEVAT OHJEET

Seuraavassa on esitetty yleisesti saatavilla olevat ohjeet. Ohjeet ovat seikkaperäiset ja käsittävät tilauksen, kuljetuksen ja varastoinnin. Ohjeet poikkeavat toisistaan ja siihen vaikuttaa, kuinka pitkälle kyseinen puumateriaali on jatkojalostettu. Jatkojalostettujen puumateriaalien kuten liimapuupalkkien ja kattoristikoiden mukana toimitetaan käsittely- ja varastointiohjeet.

5.1 Tilausohjeet

Varastomateriaaleille, kuten sahatavaroille, eristeille ja vastaaville tuotteille tarvitaan kahden päivän toimitusaika. Ennen tilaamista on lähetettävä tarjouspyyntö mistä selviää materiaalit ja niiden menekit sekä työmaan osoite. Jos kyseiset tuotteet ovat varastossa, niin varastohenkilöstö tekee keräilyn ja pakkaa materiaalit rahtikirjoineen ja tilauskopioineen kuljetusvalmiiksi. Kuljetusliike toimittaa tilauksen merkittyyntoimitusosoitteeseen ja ilmoittaa saapumisaikataulun työmaalle. (Tuovinen)

Teollisesti valmistettua puutavaraa tilattaessa tulee ilmoittaa ainakin seuraavat asiat:

- määrä
- poikkileikkausmitat (paksuus * leveys)
- materiaalityyppi
- puulaji
- pintojen työstötapa (höylätty, hienosahattu, sahattu)
- mahdollinen pintakäsittely (pohjamaali)
- muut tiedot

Tilauksen saavuttua tehdään tilausvahvistus sähköpostilla. Asiakkaan tulee ilmoittaa järjestääkö itse kuljetuksen vai järjestääkö toimittaja kuljetuksen. Toimitusaika on noin 12–15 vrk. (Sievin puutuote Oy)

5.2 Kuljetus ja varastointi

Sahatavara

Puutavara suojataan kuljetuksen ja varastoinnin ajaksi kastumista, likaantumista ja kolhiintumista vastaan. Jos sen sopimuksen mukaisen kosteuden tulee olla toimitushetkellä alle 15 % puun kuivapainosta, puutavara toimitetaan ja varastoidaan kostumiselta suojattuna.

Puutavara varastoidaan tasaisella alustalla. Puutavaraan ei saa varastoinnin aikana syntyä haitallisia muodon muutoksia, esimerkiksi kieroontumista. Puutavara, jota ei ole suojattu ilman suhteellisen kosteuden vaihteluita vastaan, pääsee varastoinnin aikana tuulettumaan.

Varastointiolot vastaavat tavarán lopullisia käyttöoloja. Puutavaran kosteuden äkillisiä muutoksia vältetään varastoinnin aikana. (RunkoRYL 2000)

Eri lujuusluokkiin kuuluvat rakennustarvikkeet (esim. lujuusluokiteltu sahatavara) säilytetään siten, etteivät ne sekoitu keskenään eivätkä joudu haitallisiin kosteusolosuhteisiin.

Rakennusaineet ja -osat tarkastetaan asianmukaisesti työmaalla ennen niiden käyttämistä. Tällöin rakennustarvikkeiden kelmollisuutta arvioidaan aineenkoetustodistuksien, tyyppihiyväksyntä – ja laadunvalvontamerkitöjen yms. selvitysten sekä käytännön kokemuksen perusteella. Kuljetuksen aiheuttamat mahdolliset vauriot tarkistetaan. (RT RakMK- 21183) Rakennuspaikalle varastoitava puutavara on suojattava hyvin sadetta, maasta kapillaarisesti tai vesihöyryn muodossa nousevaa kosteutta ja maasta roiskeveden myötä tulevaa likaa vastaan.

Puutavarapinon alla olevan maan tulee olla tasainen ja ulospäin viettävä, jotta pinon alle ei pääse syntymään haitallisia lammikoita. Puutavarapino nostetaan mieluummin painekyllästetystä tehtyjen korokkeiden avulla riittävän korkealle (0.3m), jotta myös pinon alusta pääsee tuulettumaan ja roiskevedet jää vähäiseksi. Puutavarapinoa suojaavan peiton ja pinon väliin kondensoituva kosteus estetään laitamalla tuuletusrimat pinon ja peiton väliin.

Liimapuu

Liimapuu suojataan kuljetuksen ajaksi kastumista, likaantumista, kolhiintumista ja naarmuuntumista vastaan. Liimapuu varastoidaan tukevalle alustalle, jottei liimapuulevyihin pääse syntymään haitallisia muodonmuutoksia tai ulkonäköä heikentäviä virheitä. Liimapuun kosteus ei saa kuljetuksen eikä varastoinnin aikana lisääntyä haitallisesti. Liimapuutavara pääsee varastoinnin aikana tuulettumaan. (RunkoRYL 2000)

Kattoristikot

Kattoristikot toimitetaan työmaalle täysperävaunu- tai puoliperävaunuyhdistelmällä, jolle on järjestettävä esteetön kulkureitti. Kattoristikot on niputettu rautavanteella kuljetuksen ajaksi. Kattoristikkonipun leveys on normaalisti alle metrin.

Kattoristikot puretaan valmiiksi tehdyille alustoille. Alustaksi sopivat esim. kuormalavat. Kattoristikot tuetaan lankuilla, jotka naulataan ristikoihin. Alle 18 metristen kattotuolien purku tapahtuu autossa olevalla purkukalustolla. Nosturin kantama on autosta ja ristikkonipun koosta riippuen 5-7 metriä. Kuljettaja purkaa kuorman merkatulle, tasaiselle paikalle ja valmiiksi laitetuille alustoille. Yli 18 metristen kattoristikoiden kohdalla on ristikoiden purkamisesta sovittava erikseen.

Heti toimituksen jälkeen on huolehdittava, että ristikot suojataan sateelta. Niput tuetaan pystyyn siten, että ne eivät kaadu. Ristikoiden alle on kuitenkin jäätävä riittävä tuuletusväli. (Sepa Oy)

6. TÄYDENNETYT OHJEET

Seuraavassa on esitetty täydennetyt ohjeet millä tavoin voidaan varmistaa, että puumateriaalin käsittely ja varastointi tapahtuu lopputulosta ajatellen hyvin. Ohjeissa on kiinnitetty huomiota niihin yleisimpiin ongelmiin, mitkä heikentävät oleellisesti laatua. Näiden ohjeiden perusteella parannetaan työmaan toimintaa ja selvennetään puumateriaalien käsitteilyä.

6.1 Tilaukset

Rakennustyömaalle laadittujen suunnitelmien ja aikataulujen pohjalta on hyvä laatia työmaalle hankinta-aikataulu. Hankinta-aikataulussa määritellään rakennusosittaiset hankinnat, kuten runkovaiheen materiaalit ja niiden tilausajankohta. Hankinta-aikataululla seurataan työmaan hankintoja ja mahdollisia muutoksia, jotka vaikuttavat hankinta ajankohtiin. Mahdolliset muutokset kuten viivästymiset rakennustyövaiheessa vaikuttavat aina hankintoihin. Hankinta-aikataulu tarkennetaan viikkoaikataulun mukaan, jolloin viikoittaiset pienhankinnat saadaan ajoitettua oikein. Mahdolliset muutokset tulee aina kirjata hankinta-aikatauluun. Pienhankinnat voidaan sopia toimittajan kanssa siten, että toimitukset tapahtuvat kerran viikossa ilman erillistä tilausta. Tällaiseen pienhankintasopimukseen kuuluvien toimitusten määrät on vakioita.

Suurten materiaalierien toimitustilaukset voidaan tehdä jopa useita viikkoja ennen toimitusajankohtaa. Toimituksen saapuminen tulisi aina varmistaa, jotta pystytään valmistelemaan mahdollinen vastaanotto. Tärkeintä on, että tilaus saapuu sovittuna ajankohtana. Tästä ennakkovarmistuksesta voidaan sopia toimittajan kanssa. Kaikista tilauksista tulisi toimittajan tehdä tilausvahvistus työmaalle. Tilausvahvistus voidaan ilmoittaa esim. sähköpostilla työmaalle, jotta saadaan varmistus siitä, että tilaus on mennyt valmistajalle. Tilausajankohta tulee merkitä hankinta-aikatauluun ja tilausvahvistus tulee saada toimittajalta. Tällä tavoin varmistetaan tilauksen onnistuminen.

Jos työmaalla tulee aikatauluun muutoksia, voidaan toimitusajankohtaa usein vielä muuttaa. Muutoksista voidaan suoraan ilmoittaa tehtaalle, jolloin uusi toimitus ajankohta voidaan sopia uudelleen. Toimitusajankohdan muuttaminen ei usein aiheuta lisäkustannuksia ja sen takia sen käyttäminen on järkevää, koska sen avulla saadaan toimitus tulemaan juuri oikeaan aikaan. Usein tällaista mahdollisuutta ei käytetä juuri sen vuoksi, koska tilaus on jo tehty ja sen toimitusajankohtaa ei tarkisteta. Tilaukset siis jäävät päälle ja ne ikään kuin unohdetaan.

6.2 Toimittajat

Työmaalle tilattavien materiaalien toimittajia voi olla useita, koska ne kilpailutetaan tai ne voivat kuulua ns. kilpailurenkaaseen (HALO). Kilpailurenkaassa kilpailutetaan aina toimittajat vuosittain ja materiaalin toimittaja voi vaihtua ennen rakennustyömaan valmistumista. On tärkeää pitää yllä luetteloa sopimustoimittajista ja tehdä niistä päivitetty luettelo työmaalle. Hyvästä ja toimivasta luettelosta saadaan toimittajien nimet, mitkä materiaalityöt kuuluvat kenellekin toimittajalle sekä puhelinnumerot, sähköposti osoitteet ja toimittajien posti osoitteet. Toimittajien kanssa tulee tehdä sopimukset, joissa määritellään tilauksiin liittyvät asiat, kuten toimitusaikataulut sekä niiden varmistaminen. Toimittajien kanssa tulee sopia aina, miten kyseiset materiaalit tulee suojata kuljetuksen ajaksi ja millä aikataululla ne tulee saada työmaalle. Kaikki mahdolliset muutokset kuten materiaalin puuttuminen toimittajalta tai aikataulun pettäminen on veloitettava toimittajan ilmoittamaan heti tilauksen tehneelle henkilölle. On hyvä sopia riittävä aikataulullinen takaraja tällaisille muutoksille jotta kyseinen materiaali saadaan tilattua tarvittaessa muualta.

Materiaalityöntekijää voidaan pyytää tutustumaan työmaahan, jolloin toimittajalle tulee työmaaympäristö tutuksi ja näin toimittaja voi antaa tarvittaessa tietoa kuljetus- ja varasto henkilöstölle työmaahan liittyvissä asioissa.

Hyvin usein työmaalle tilataan suuria materiaalieräitä, ja ne eivät välttämättä mahdu yhteen toimituserään. On hyvä sopia toimittajan kanssa siitä, millä tavoin tällaiset tavaraerät toimitetaan työmaalle. Materiaalierien toimitusta ei kannata ajoittaa eri päiville tai siten, että viimeinen erä toimitetaan työmaalle työajan ulkopuolella. Tällaiset eriaikaiset toimitukset aiheuttavat aina ongelmia työmaan toiminnalle ja materiaaleille vaurioita. Toimittaja voi so-

vittaessa järjestää ulkopuolista kuljetuskalustoa jotta materiaalierät saadaan toimitettua kerralla työmaalle.

On hyvä käyttää aina samaa yhteyshenkilöä. Tällä tavoin voidaan varmistaa tietynlainen toimintatapa molemmin puolin. Kannattaa sopia jo hyvissä ajoin miten kaikki toimituksiin liittyvät asiat hoidetaan. Hyvä yhteyshenkilö myös huolehtii mahdolliset reklamaatiot nopeasti. Tärkeää on tietää esim. milloin yhteyshenkilö pitää mahdollisia vapaita koska silloin hänen tehtäviään hoitaa sijainen ja se voi aiheuttaa ongelmia toimituksiin, koska hänelle ei ole annettu riittävästi tietoa asioista.

6.3 Kuljetukset

Kuljetusten saapuminen työmaalle juuri oikeaan aikaan on erittäin tärkeää. On hyvä pyytää materiaalin toimittajalta kuljetusliikkeen numero, jotta tarvittaessa saadaan sovittua toimituksen saapumisesta työmaalle yksityiskohtaisesti. Toimitukset kannattaa aina sopia kuljetusliikkeen kanssa, koska kuljetukseen liittyy aina aikataulullinen varmistaminen ja mahdolliset viiveet. On hyvä ohjeistaa kuljetuksen saapuminen työmaalle, koska työmaalla tavaran vastaanottoaika voi sijaita sille varatussa kohdassa. Työmaan sijainti voi olla myös sellainen, että kuljetusten täytyy saapua tietystä suunnasta, koska työmaan lähellä ei ole mahdollista kääntöpaikkaa. Silloin kun kuorman purkamiseen tarvitaan työmaan omaa nostokalustoa, on tärkeää huomioida tämä kuorman saapumisessa työmaalle, ettei sillä aiheuteta haittaa työmaan toiminnalle.

Kuljetukset, erityisesti tehdastoimitukset, tulevat joskus hyvinkin kaukaa, ja kuljettaja ei välttämättä tunne riittävän hyvin paikkakuntaa. Sen vuoksi on hyvä olla yhteydessä suoraan kuljettajaan ja olisi hyvä lähettää hänelle ennakkoon sähköinen karttaote työmaan sijainnista ja työmaasuunnitelmasta, josta selviää mahdollinen tulosuunta työmaalle ja ohjeet kuorman purkamisesta.

Kuljetuksissa tulee aina huomioida kuljetettavan materiaalin kosteuserkkyys. Yleensä materiaalien kuljetuksissa on tämä otettu huomioon. Usein kuljetukset tapahtuvat avoväisellä kuljetuskalustolla ja silloin on varmistettava, että kaikki kosteuserkät materiaalit on suojattu oikein. Kannattaa tilausta tehtäessä vaatia kuljetusliikkeeltä tätä toimenpidettä erityisesti.

6.4 Kuorman purkaminen ja vastaanotto

Materiaalitoimitusten yhteydessä tapahtuva kuorman purkaminen voi tapahtua hyvinkin monella tavalla. Yleensä kuorman purkaminen tapahtuu kuljetusauton omalla nostokalustolla. Usein kuorma on lastattu trukki ajoneuvolla ja sen nostokapasiteetti on suurempi kuin mitä on auton oma nostokapasiteetti. Tämä voi aiheuttaa ongelmia purkutilanteessa ja on hyvä ennakkoon ilmoittaa kuljetusliikkeelle mikä on kuorman nostoetäisyys ajoneuvosta. Tarvittaessa jos auton oma kapasiteetti ei riitä kuorman purkamiseen, kannattaa työmaalle tilata riittävää kalustoa. Purkamisessa tulee välttää materiaalien nostamista päällekkäin, koska silloin voi alle jäävät materiaalit vaurioitua tai niiden siirtojärjestys muuttuu väärään järjestyksen. Kuorman purkamista tulee aina valvoa ja siihen pitää järjestää tarvittavaa henkilöstöä. Ennen kuorman saapumista työmaalle tulee aina tarkistaa mahdollinen tilantarve materiaaleille, jotta ne saadaan purettua hyvään järjestykseen ja kuorman jatkokäsittely onnistuisi hyvin. Työmaalla tulisi olla vara-alue purkamiseen, jos suunnitellulle purkupaikalle ei kuormaa saada mahtumaan. Tällä tavoin vältetään turhaa materiaalien haaskausta ja työajan haaskausta sekä parannetaan työturvallisuutta.

Työmaalle tulee tehdä aina aluesuunnitelma jossa tulee huomioida materiaalien vastaanotto paikka, kulkutiet ja mahdolliset vara-alueet. Tämä selkeyttää aina materiaalien vastaanotto tilannetta, koska työmaalle voi saapua päivittäin hyvin erilaisia materiaaleja ja kuormaeriä. Alueet tulee pitää aina vapaana mahdollista kuorman vastaanottoa varten. On hyvä myös huolehtia vuodenaikojen aiheuttamat tilanteet; puhtaanapito lumesta ja hiekkoitus. Materiaaleja ei tule koskaan purkaa työmaan kulkuteille, koska ne voivat silloin aiheuttaa tilanteen, ettei työmaalle pysty liikkumaan muulla kalustolla.

Kuorman purkamisen yhteydessä tulee tarkistaa materiaalien laatu ja määrät. Mahdolliset virheet ja vauriot tulee kirjata rahtikirjaan ja nämä tulee myös kirjata hankintasuunnitelmaan. Kaikille erilaisille materiaaleille on järjestettävä oikeanlainen käsittely ja kuorman purkaminen. Herkkien materiaalien käsittelyssä on otettava huomioon myös tarvittavat tuennat ja suojaukset. On myös hyvä selvittää valmistajien ohjeet käsittelyyn. Muoviin pakatut tuotteet tulee suoraan siirtää siihen järjestettyyn varastoon tai työmaalle sisätiloihin.

On vältettävä tilannetta, että materiaalit on toimitettu työmaalle työajan ulkopuolella, koska silloin ne on usein purettu väärään paikkaan ja materiaaleissa voi olla vaurioita. Kuormalisat voivat kadota, jos kukaan ei ole vastaanottamassa kuormaa, ja välitön reklamaation teko ei onnistu.

6.5 Varastointi

Rakennustyömaalle tulisi tehdä riittävän laaja varastointisuunnitelma. Varastointisuunnitelmassa tulee ottaa huomioon materiaalien kosteusherkkyyks, varastoinnin kesto ja tapa. Kaikki materiaalit ovat kosteusherkkiä ja siten ne vaativat huolellisuutta käsittelyssä ja varastoinnissa. Pitkäaikaista varastointia tulisi välttää rakennustyömaalla, koska se aiheuttaa aina kosteusvaurio riskin varastoitavalle materiaalille. Puutavaran käyttö rakennustyömaalla on yleistä ja sen varastointiin pitää kiinnittää erityistä huolellisuutta. Puutavaran varastoinnissa tulee ottaa huomioon eri puumateriaalit, ja ne tulee aina varastoida erilleen. Puumateriaaleissa niiden käyttötarkoitus tapa vaikuttaa varastointiin ja mihin tapaan. Höylätyt listat ja paneelit on pakattu suojamuoviin, mutta se ei riitä suojaamaan sateelta ja säänrasiuksilta.

Runkovaiheen materiaaleja ei kannata varastoida työmaalle liian lähelle työskentely paikkaa. Silloin usein tapahtuu materiaalivaurioita, koska esim. puumateriaalinippuja käytetään telineenä tai jopa työpöytänä. Kannattaa varastoida materiaalit siten, että työskentelyalueen ja varaston välille jää tilaa liikkumiseen ja muuhun toimintaan. Usein luullaan että materiaalin varastointi suoraan työmaa-alueelle nopeuttaa tekemistä, mutta usein siitä on vain haittaa.

Varastointisuunnitelma

Varastointisuunnitelmassa selvitetään työmaalla käytettävät materiaalit, niiden toimitusajankohdat, toimittajat ja määrät sekä käyttötarkoitus. Minkälaisen varastoinnin materiaalit tarvitsevat ja varastointiajan. Varastointisuunnitelmassa tulisi olla ohjeet välivarastoinnille, ja miten se pitää vähintään olla järjestetty. Varastointisuunnitelmassa on hyvä olla ohje, minkälaiset laatuksiteerit kyseisen materiaalin tulee täyttää. Kaikille materiaaleille tulee tehdä varastointimenetelmä, jossa selvitetään soveltuuko kyseinen materiaali ulkona tapahtuvaan varastointiin vai onko varastointi järjestettävä mahdollisesti sisätiloissa. Varastointi suunnitelmaan voidaan sisällyttää mahdollisten varastojen käyttöohjeet. Käyttöohjeista voi selvittää missä materiaalia säilytetään, miten vaurioituneet materiaalit kirjataan ylös sekä mahdolliset muutokset varastointiin. On tärkeää, että työmaalle on nimetty vastuuhenkilö, joka huolehtii varastojen kunnosta ja toimivuudesta.

Varastointimenetelmät

Materiaalit tulee aina varastoida erillään. Tämä selkeyttää materiaalien käyttöä ja vähentää materiaaleille aiheutuvia vahinkoja ja säästää työaika kustannuksia. Kaikki varastoita-

vat materiaalit tulee luetteloida ja sen mukaan järjestää niille varastointipaikka ja tapa. Aina kosteusherkeimmät ja pitkään varastoitavat materiaalit tulee varastoida kunnolliseen säänkestävään varastoon. Maata vasten varastointia tulee välttää, koska pienikin maakosteus pilaa nopeasti puumateriaalin. Varastotilaan tulee rakentaa säilytyshyllyt puumateriaaleille ja vastaavasti maata vasten olevien materiaalien, kuten eristepakettien alle, tulee laittaa vähintään vahvistettu suojapeite ja kuormalavat.

Ulkona tapahtuvaa varastointia varten tulisi työmaalla olla aina käytössä riittävän hyvin katettu ja tuuletettu varasto. Tällaisen katetun varaston käyttö työmaalla lisää tilan tarvetta, ja se on usein ongelmallista ahtailta työmaa-alueilla. Usein runkovaiheessa käytettävän puutavaran varastointi tapahtuu ulkotiloissa ja sen kosteusherkkyyden kannalta paras vaihtoehto on katettu varasto. Tällaisen varaston voi tehdä työmaalla käyttämällä telinekalustoa ja suojaamalla se vahvistetuilla suojapeitteillä. Tärkeää on se, että varaston alapuolinen maanpinta on tehty sepelillä ja se kallistuu ulospäin varaston keskeltä, tällä tavoin estetään mahdollisten valumavesien pääsy varaston sisälle. Varastoon voidaan tehdä varastohyllyjä erilaisille puumateriaaleille, jotta puumateriaalit eivät sekoitu keskenään. Alimmaisena hyllytason tulee olla maanpinnasta vähintään 0,7 metrin korkeudella, jotta vältetään maakosteuden aiheuttamalta rasitukselta. Varastoinnissa tulisi pyrkiä aina mahdollisen lyhyt aikaiseen varastointiin. Varaston koko tulee suunnitella työmaan tarpeen ja toiminnan mukaan. Tällaisen varaston käyttö parantaa työmaan toimivuutta ja vähentää selvästi materiaalivaurioita. (Kuva 9)



Kuva 9: Teräsheärakenteinen varastohalli rakennustyömaalla

Höylätyt ja jatkojalostetut puumateriaalit tulee aina varastoida siten, että varastointitapa vastaa niiden lopullista tilaa. Tällaisia tuotteita ei voida säilyttää ulko-varastossa. Silloin kun listoja ja paneeleita ei saada varastoitua työmaan sisälle, kannattaa niitä varten hankkia erillinen varastokontti. Varastokontissa tulee olla kunnossa oleva lämmitys ja riittävä ilmanvaihto. Tällä tavalla saadaan materiaalit säilymään hyvin ja niiden liialliset muodonmuutokset jäävät vähäisiksi. Listat ja paneelit tulee olla hyvin järjestetty ja ne on otettava työmaalle riittävän ajoissa jotta niiden kosteus tasapainottuu olevaan tilaan. Kosteustasapaino voidaan varmistaa mittaamalla materiaalin kosteus aina ennen käyttöä. (Kuva10)



Kuva 10: Sahatavaran varastointi järjestetty katettuun varastosuojaan sekä metallikonttivarasto höylätyille listoille ja paneeleille.

6.6 Muistilista

Työmaalla tapahtuvassa logistiikassa, materiaalin käsittelyssä ja varastoinnissa tulisi muistaa seuraavat asiat:

- Työmaalle tulee tehdä aina hankinta ja varastointisuunnitelma
- Varmistettava aina tilaukset ja toimitusajankohdat
- Ohjeistaa tavarantoimituksen vastaanotto ja – käsittelytavat
- Tarkistettava aina toimitetut erät
- Välttää ylisuuria tilauksia
- Käyttää suojaamisessa kunnollisia, niihin tarkoitettuja suojapeitteitä
- Järjestää oikeanlainen varastointitapa

7. YHTEENVETO

Puumateriaali on erittäin herkkä pilaantumaan liiallisesta kosteudesta. Tätä asiaa ei tiedosteta riittävästi rakennustyömailla ja varastoinnissa ei olla riittävän huolellisia. Puumateriaalille voi muodostua liiallisen kosteuden vaikutuksesta erilaisia mikrobikasvustoja. Nämä riskit voidaan helposti ehkäistä järjestämällä työmaalle toimivat ohjeet puumateriaalien käsittelyyn ja varastointiin. Varastointiohjeet tulisi aina laatia työmaalle, jotta hallittaisiin hyvin kosteustekniset vaatimukset. Rakennustyömaalla tapahtuva rakennusmateriaalien varastoinnin järjestäminen on usein laiminlyöty tai sen merkitystä yleisesti väheksytään. On tärkeää ottaa huomioon mahdolliset haitta vaikutukset ja niiden kustannus vaikutukset.

Pilaantuneet puumateriaalit heikentävät selvästi rakentamisen laatua, lisäävät kustannuksia ja haittaavat työmaan logistiikkaa. Pahimmillaan se voi aiheuttaa rakennuksen käyttäjille terveydellisiä haitta vaikutuksia, joista syntyy merkittäviä yhteiskunnallisia terveydenhoito kustannuksia.

Hyvän varastoinnin järjestäminen työmaalle ei vaadi suuria investointeja ja sen kautta saatu hyöty on kannattavaa. Työmaalle laadittavan puumateriaalin varastointi- ja käsittelysuunnitelman tulee olla yksinkertainen ja helppokäyttöinen. Ohjeistusta voitaisiin helposti jakaa viranomaisten kautta ja silloin se palvelisi myös kertarakentajia.

Tässä tutkimuksessa käsiteltiin puumateriaalin varastointia ja puumateriaalin käyttöä työmaalla. Olisi hyvä tehdä jatkoselvitys myös muista yleisimmistä rakennusmateriaaleista, millä tavoin ne tulisi varastoida ja käsitellä rakennustyömaalla jotta välttyttäisiin kosteus ja homevaurioilta.

Lähteet

Painetut lähteet

Asumisterveysopas 2009. Pori: Ympäristö ja Terveys-lehti

Kaila, Panu 1997. Talotohtori. Porvoo: WSOY.

Putus, Tuula 2010. Home ja terveys. Pori: Suomen Ympäristö- ja Terveysalan kustannus Oy.

Rakentajain kalenteri 2008. Helsinki:Rakennustieto

Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset 1997. Hämeenlinna: Rakennustieto Oy

Suomen rakennusinsinöörien liitto Helsinki 1975. RIL 106. Jyväskylä: Gummerus Oy

Suomen rakennusinsinöörien liitto Helsinki 1991. RIL 184. Jyväskylä: Gummerus Oy

Varkemaa, Keijo1991. Kantavat puurakenteet. Jyväskylä: Gummerus Oy

Sähköiset lähteet

Knauf.fi [www-sivu]. Saatavilla: [http:// www.knauf.fi](http://www.knauf.fi)

Ouka.fi [www-sivu]. Saatavilla: [http:// www.ouka.fi](http://www.ouka.fi)

Puuproffa.fi[www-sivu]. Saatavilla: [http:// www.puuproffa.fi](http://www.puuproffa.fi)

Sepa.fi[www-sivu]. Saatavilla: [http:// www.sepa.fi](http://www.sepa.fi)

Sievin puutuote.fi[www-sivu]. Saatavilla:// [www.sievin puutuote.fi](http://www.sievinpuutuote.fi)

Sunio, Miikka, 2008. Tuotannon ohjaus ja logistiikan hallinta-Lemcon logistics. Opinnäytetyö. Metropolia ammattikorkeakoulu. [pdf-tiedosto]. [viitattu 5.5.2009].

Suomen kuljetusopas.fi [www-sivu]. Saatavilla: [http:// www.kuljetusopas.com](http://www.kuljetusopas.com)

Tekniikkatalous.fi [www-sivu]. Tekniikka & Talous-lehti : Kari Peltonen, 20.9.2008.

Valokuvat, Hannu Savolainen, rakennustyömaat Kuopio,2010

LIITTEET

Liite 1 Puumateriaalien varastointitapa ja – aika

Liite 2 Puumateriaaleista otetut näytetulokset

tutkimustunnus	RM-tunnus	näytetunnus		vastaanotto		kohteen nimi ja osoite	näytteenottaja/pvm	materiaali	mihin käytetty	työmaalla iilytyspaikka
		alkuperäinen	pvm	hlö						
TER	1	RM3890	110/1A	290807	PMK	Savolanmutka 6	Hannu Savolainen/290807	puu	ylä- ja ulkoseinärimoitus	suojassa
TER	2	RM3891	110/1B	290807	PMK	Savolanmutka 6	Hannu Savolainen/290807	puu	ylä- ja ulkoseinärimoitus	suojassa
TER	3	RM3892	110/1C	290807	PMK	Savolanmutka 6	Hannu Savolainen/290807	puu	ylä- ja ulkoseinärimoitus	suojassa
TER	4	RM3893	242/2A	290807	PMK	Savolanmutka 6	Hannu Savolainen/290807	mineraalivilla	ulkoseinän sisäpuolinen pintaeriste	suojassa
TER	5	RM3894	242/2B	290807	PMK	Savolanmutka 6	Hannu Savolainen/290807	mineraalivilla	ulkoseinän sisäpuolinen pintaeriste	suojassa
TER	6	RM3895	242/2C	290807	PMK	Savolanmutka 6	Hannu Savolainen/290807	mineraalivilla	ulkoseinän sisäpuolinen pintaeriste	suojassa
TER	7	RM3896	3A	290807	PMK	Savolanmutka 6	Hannu Savolainen/290807	styrox	alapohjan ontelolaatan yläpuolinen eristys	taivasalla
TER	8	RM3897	3B	290807	PMK	Savolanmutka 6	Hannu Savolainen/290807	styrox	alapohjan ontelolaatan yläpuolinen eristys	taivasalla
TER	9	RM3898	3C	290807	PMK	Savolanmutka 6	Hannu Savolainen/290807	styrox	alapohjan ontelolaatan yläpuolinen eristys	taivasalla
TER	10	RM3899	4A ulkoseinämuovi	290807	PMK	Savolanmutka 6	Hannu Savolainen/290807	höyrynsulkumuovi	yläpohjan sisäpinta	suojassa
TER	11	RM 4065	110/1	140308	MV	Savolanmutka 6	Hannu Savolainen/130308	lauta 22*100	alakattojen rimoitus	suojassa
TER	12	RM 4066	110/2	140308	MV	Savolanmutka 6	Hannu Savolainen/130308	lauta 22*100	alakattojen rimoitus	suojassa
TER	13	RM 4067	110/3	140308	MV	Savolanmutka 6	Hannu Savolainen/130308	lauta 22*100	alakattojen rimoitus	suojassa
TER	14	RM 4068	142/1	140308	MV	Savolanmutka 6	Hannu Savolainen/130308	Kertopuu	Alakattojen rungot	suojassa
TER	15	RM 4069	142/2	140308	MV	Savolanmutka 6	Hannu Savolainen/130308	Kertopuu	Alakattojen rungot	suojassa
TER	16	RM 4070	210/1	140308	MV	Savolanmutka 6	Hannu Savolainen/130308	Kipsilevy(sisäverhous)	Sisä- ja väliseinät	taivasalla, ei
TER	17	RM 4071	210/2	140308	MV	Savolanmutka 6	Hannu Savolainen/130308	Kipsilevy(sisäverhous)	Sisä- ja väliseinät	taivasalla, pe
TER	18	RM 4072	332/1	140308	MV	Savolanmutka 6	Hannu Savolainen/130308	kalkkihiekkatiili	märkätilojen väliseinät	suojassa
TER	19	RM 4073	332/1	140308	MV	Savolanmutka 6	Hannu Savolainen/130308	kalkkihiekkatiili	märkätilojen väliseinät	suojassa
TER	20	RM4200	110/1A	280808	MV	Savolanmutka 8	Ari Kilpeläinen/280808		Katon sisäkoolaus	suojassa
TER	21	RM4201	110/1B	280808	MV	Savolanmutka 8	Ari Kilpeläinen/280808		Katon sisäkoolaus	suojassa
TER	22	RM4202	110/1C	280808	MV	Savolanmutka 8	Ari Kilpeläinen/280808		Katon sisäkoolaus	suojassa
TER	23	RM4203	142/A	280808	MV	Savolanmutka 8	Ari Kilpeläinen/280808	kertopuinen runkotoikka	Väliseinän runko	suojassa
TER	24	RM4204	142/B	280808	MV	Savolanmutka 8	Ari Kilpeläinen/280808	kertopuinen runkotoikka	Väliseinän runko	suojassa
TER	25	RM4205	142/C	280808	MV	Savolanmutka 8	Ari Kilpeläinen/280808	kertopuinen runkotoikka	Väliseinän runko	suojassa

TER	26	RM4206	211/A	280808	MV	Savolanmutka 8	Ari Kilpeläinen/280808	kipsilevy	ulkoseinien ja sisäseinien levytys	taivasalla
TER	27	RM4207	211/B	280808	MV	Savolanmutka 8	Ari Kilpeläinen/280808	kipsilevy	ulkoseinien ja sisäseinien levytys	suojassa
TER	28	RM4208	211/C	280808	MV	Savolanmutka 8	Ari Kilpeläinen/280808	kipsilevy	ulkoseinien ja sisäseinien levytys	suojassa
TER	29	RM4209	430A	280808	MV	Savolanmutka 8	Ari Kilpeläinen/280808	materiaalivilla	IV-putkien lämmöneriste	ei tietoa
TER	30	RM4449	näyte1	280509	KK	Savolanmutka 8	ei tietoa	mineraalivilla	väliseinä	ei tietoa
TER	31	RM4450	näyte2	280509	KK	Savolanmutka 8	ei tietoa	puurunko	alakatto	ei tietoa
TER	32	RM4451	näyte2	280509	KK	Savolanmutka 8	ei tietoa	mineraalivilla	väliseinä	ei tietoa
TER	33	RM4452	näyte1	280509	KK	Savolanmutka 8	ei tietoa	puu	ulkoseinä, lisärunko	ei tietoa
TER	34	RM4453	näyte2	280509	KK	Savolanmutka 8	ei tietoa	kipsilevy	väliseinä	ei tietoa
TER	35	RM4454	näyte2	280509	KK	Savolanmutka 8	ei tietoa	puu	ulkoseinä, lisärunko	ei tietoa
TER	36	RM4455	näyte2	280509	KK	Savolanmutka 8	ei tietoa	puu	puurunko, alakatto	ei tietoa
TER	37	RM4456	näyte1	280509	KK	Savolanmutka 8	ei tietoa	kipsilevy	väliseinä	ei tietoa

Homeiden pitoisuudet dikloraani-glyseroli (DG18) -alustalla (pmy/g)

Rmkoodi	NÄYTE	KOHDE	MATERIAALI	PVM	KOKONAISPITOISUUS	PENICILLIUM	ASPERGILLUS	CLADOSPORIUM	AUREOBASIDIUM
RM3890	TER1	Savolanmutka 6	puu	290807/	59009	3604	0	0	5405
RM3891	TER2	Savolanmutka 6	puu	290807/	231818	4545	0	0	45455
RM3892	TER3	Savolanmutka 6	puu	290807/	186364	18182	0	0	4545
RM3893	TER4	Savolanmutka 6	mineraalivilla	290807/	586	90	0	90	180
RM3894	TER5	Savolanmutka 6	mineraalivilla	290807/	1318	273	0	227	0
RM3895	TER6	Savolanmutka 6	mineraalivilla	290807/	315	180	0	90	0
RM3896	TER7	Savolanmutka 6	styrox	290807/	455	455	0	0	0
RM3897	TER8	Savolanmutka 6	styrox	290807/	0	0	0	0	0
RM3898	TER9	Savolanmutka 6	styrox	290807/	225	0	0	180	0
RM3899	TER10	Savolanmutka 6	höyrynsulkumuovi	290807/	2342	1441	90	315	0
RM4065	TER11	Savolanmutka 6	lauta 22*100	140308/	45	45	0	0	0
RM4066	TER12	Savolanmutka 6	lauta 22*100	140308/	0	0	0	0	0
RM4067	TER13	Savolanmutka 6	lauta 22*100	140308/	135	135	0	0	0
RM4068	TER14	Savolanmutka 6	Kertopuu	140308/	227	136	0	45	0
RM4069	TER15	Savolanmutka 6	Kertopuu	140308/	135	135	0	0	0
RM4070	TER16	Savolanmutka 6	Kipsilevy(sisäverhous)	140308/	0	0	0	0	0
RM4071	TER17	Savolanmutka 6	Kipsilevy(sisäverhous)	140308/	0	0	0	0	0
RM4072	TER18	Savolanmutka 6	kalkkihiiekkatiili	140308/	0	0	0	0	0
RM4073	TER19	Savolanmutka 6	kalkkihiiekkatiili	140308/	0	0	0	0	0
RM4200	TER20	Savolanmutka 8	puu	280808/	4050	1620	360	2025	0
RM4201	TER21	Savolanmutka 8	puu	280808/	182	45	0	0	0
RM4202	TER22	Savolanmutka 8	puu	280808/	182	136	0	45	0
RM4203	TER23	Savolanmutka 8	kertopuinen runkotolp- pa	280808/	0	0	0	0	0
RM4204	TER24	Savolanmutka 8	kertopuinen runkotolp- pa	280808/	0	0	0	0	0
RM4205	TER25	Savolanmutka 8	kertopuinen runkotolp- pa	280808/	90	0	0	90	0
RM4206	TER26	Savolanmutka 8	kipsilevy	280808/	182	136	0	45	0
RM4207	TER27	Savolanmutka 8	kipsilevy	280808/	5356	765	0	2070	0
RM4208	TER28	Savolanmutka 8	kipsilevy	280808/	0	0	0	0	0
RM4209	TER29	Savolanmutka 8	materaalivilla	280808/	1982	315	0	586	0
RM4449	TER30	Savolanmutka 8	mineraalivilla	280509/	1802	450	0	0	0
RM4450	TER31	Savolanmutka 8	puurunko	280509/	1351	90	0	0	0

RM4451	TER32	Savolanmutka 8 mineraalivilla	280509/	3636	455	0	0	455
RM4452	TER33	Savolanmutka 8 puu	280509/	0	0	0	0	0
RM4453	TER34	Savolanmutka 8 kipsilevy	280509/	0	0	0	0	0
RM4454	TER35	Savolanmutka 8 puu	280509/	0	0	0	0	0
RM4455	TER36	Savolanmutka 8 puu	280509/	136036	450	0	0	450
RM4456	TER37	Savolanmutka 8 kipsilevy	280509/	45	0	0	0	0