



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

POLÜMEERMATERJALIDE INSTITUUT
PUIDUTÖÖTLEMISE ÕPPETOOL

MÖÖBLITÖÖSTUSES KASUTATAVATE PLAATMATERJALIDE PEALISTAMINE

Bakalaureusetöö

Janette Jaana Honka

Juhendaja: Triinu Poltimäe, Puidutöötlemise õppetool, teadur

Puidu- ja tekstiilitehnoloogia õppekava KAOB02/09
2015

Deklareerin, et käesolev bakalaureusetöö, mis on minu iseseisva töö tulemus, on esitatud Tallinna Tehnikaülikooli bakalaureusekraadi taotlemiseks ja et selle alusel ei ole varem taotletud akadeemilist kraadi.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud või (avaldamata tööde korral) toodud autorlus välja põhitekstis.

.....
Janette Jaana Honka

BAKALAUREUSETÖÖ ÜLESANNE

Lõpetaja andmed:

Ees- ja perekonnanimi: Janette Jaana Honka

Üliõpilaskood: 123509KAOB

Bakalaureusetöö teema:

Mööblitööstuses kasutatavate plaatmaterjalide pealistamine

(eesti keeles)

Surfacing of Wood-Based Panels used in the Furniture Industry

(inglise keeles)

Juhendaja:

Ees- ja perekonnanimi: Triinu Poltimäe

Töökoht: Tallinna Tehnikaülikool, Puidutöötlemise õppetool

Ametikoht: Teadur

Töö eesmärk ja ülesanded:

Eesmärgiks on koostada põhjalik erialane õppematerjal tutvustamiseks plaatmaterjalide pealistamist. Püstitatud ülesanneteks on tutvuda ettevõttes AS Standard kasutatavate materjalide ning pealistustehnoloogiatega, kirjeldada neid ning põhjendada materjalide omavahelisest koosmõjust tulenevaid kitsaskohti.

SISUKORD

LÜHENDITE LOETELU.....	6
SISSEJUHATUS	7
1. PLAATMATERJALID	9
1.1. Puitlaastplaat.....	10
1.2. Puitkiudplaat.....	11
1.2.1. Keskmise tihedusega puitkiudplaat	12
1.3. Ristvineer.....	14
1.4. Melamiinpealistusega plaat	15
2. PEALISTUSMATERJALID	16
2.1. Spoonid.....	16
2.2. Dekoratiivlaminaadid	19
2.2.1. Kõrgsurve laminaadid.....	20
2.2.2. Pidevpressitud laminaadid.....	21
2.3. Viimistluskiiled paberi baasil	22
3. LIIMID	23
3.1. Aminovaigud	26
3.1.1. Melamiinformaldehüüdvaigud	27
3.1.2. Karbamiidformaldehüüdvaigud.....	27
3.2. Fenoolformaldehüüdvaigud.....	28
3.3. Polüvinüülatsetaatliim	29

4.	PEALISTUSTEHNOLOOGIAD	30
4.1.	Spoonimine.....	31
4.1.1.	Viimistlemine	34
4.2.	Lamineerimine.....	35
4.3.	Vaakummembraankatmine.....	36
5.	MATERJALIDE OMAVAHELINE KOOSMÕJU	38
5.1.	Peelistamist mõjutavad plaadi omadused	38
5.1.1.	Pinna kvaliteet	39
5.1.2.	Märgumine	39
5.1.3.	Niiskussisaldus	41
5.2.	Peelistusmaterjalide mõju puitplaadile.....	42
	KOKKUVÕTE	44
	SUMMARY	46
	KASUTATUD KIRJANDUS	47
	LISA. Ümarpuidul põhinevad plaatmaterjalid	50

LÜHENDITE LOETELU

Plaatmaterjalid:

HDF – kõrge tihedusega puitkiudplaat (ingl *high-density fiberboard*)

MDF – keskmise tihedusega puitkiudplaat (ingl *medium-density fiberboard*)

OSB – orienteeritud laastuga plaat (ingl *oriented strandboard*)

PKP – puitkiudplaat

PLP – puitlaastplaat

Pealustusmaterjalid:

CPL – pidevpressitud laminaat (ingl *continuously pressed laminate*)

HPL – kõrgsurve laminaat (ingl *high-pressure laminate*)

Liimid:

MF – melamiin-formaldehüüd

PF – fenool-formaldehüüd

PVA – polüvinüülatsetaat

UF – karbamiid-formaldehüüd

SISSEJUHATUS

Käesolev bakalaureusetöö on kirjutatud eesmärgil koostada üksikasjalik õppematerjal kirjeldamaks plaatmaterjalide pealistamist mööblitööstuses. Töö on teostatud ettevõttes AS Standard. Eesmärgi saavutamiseks on vaja leida vastused järgnevatele küsimustele: milliseid materjale kasutatakse, kuidas ja milliste tehnoloogiatega toimub pealistamine, kuidas mõjutab pealistamine plaatmaterjali omadusi ning liimi tähtsus antud protsessis.

Plaatmaterjalide pealistamine sai valitud teemaks põhjusel, et võrreldes teiste mööblitootmise etappidega on pealistamine kõige rohkem seotud erinevate materjalidega ning see teema võimaldab uurida, kuidas plaatmaterjalide omadused mõjutavad pealistamist ning vastupidi, kuidas pealistamine mõjutab plaatmaterjali. Plaatmaterjalidena käsitletakse mööblitööstuses enamlevinud puidupõhiseid plaatmaterjale. Pealistamise all on eelkõige silmas peetud plaatmaterjali katmist spooni või laminaadiga, ühendades need omavahel liimiga ning pressides terviklikuks konstruktsiooniks. Pealustusmaterjalina võib kasutada ka vaiguga immutatud pabereid, kuid nendega puitplaatide pealistamist käesolev töö ei kajasta. Seda põhjusel, et üldjuhul pealustatakse plaat vaiguga immutatud paberiga plaatmaterjali tootmisettevõttes, mitte mööblitootja juures. Plaatmaterjalide ning pealustusmaterjalidena käsitletakse ainult neid, mis on AS Standard'is kõige enam kasutatavad. Antud töö käsitleb plaatmaterjalide pealistamise tööstuslikku poolt, jättes välja käsitsi pealistamise tehnoloogiad.

Nii spoonimise kui ka lamineerimisega esineb kitsaskohti, mis tulenevad kas erinevate materjalide omavahelisest käitumisest või inimese hooletusest. Allolevas loetelus on välja toodud võimalikud kitsaskohad, mida pealistamise käigus tuleb jälgida.

- Määrduvad andurid võivad lugeda plaadi mõõtmed valesti. Seoses asjaoluga, et vastavalt plaadi suurusele toimub ka pressimine, võib esineda liiga väikese või liiga suure surve avaldamist plaadile. Selle tagajärjel võib ilmnedä lõikamise, puurimise või freesimise käigus laminaadi või spooni lahtitulemine plaadi küljest.

- Korraga ei ole lubatud panna pressi alla erinevate paksustega plaate, millega võib ka kaasneda liigse või vähese surve rakendamine.
- Liimiga kaetud plaate edasi kandvad rullikud peavad olema puhtad. Mustus võib mõjutada materjalide kokkujäämist.
- Plaadi kaardumine pärast pressi alt väljumist.
- Pealustusmaterjal ei jää piisavalt tugevalt plaadi külge.

Bakalaureusetöö kirjutamise käigus püütakse leida nendele probleemidele selgitus, mis on tingitud kas puitplaadi, pealustusmaterjali või liimi omadustest ning käitumisest. Antud bakalaureusetöö on teostatud koostöö ettevõttega AS Standard ning eesmärgiks on aidata ettevõttel edaspidi vältida neid probleeme.

1. PLAATMATERJALID

Plaatmaterjalidena tuntakse nii väikestest puiduosakestest kui ka puidutööstuse tehnoloogiliste protsesside jääkidest vormitud tasapinnalisi plaate. Mööblitööstuses on pealistatud kujul puitplaadid levinud kui täispuidu asendajad, olles konkurentsivõimelised nii hinna, väärtuse kui ka omaduste poolest.

Puitplaatide üheks eeliseks täispuidu ees on universaalsus, mis kajastub erinevate toorainete, omaduste, valmistamise tehnoloogiate ja pealustusmaterjalide rohkuses. Toormena võib kasutada nii ümarpuitu kui ka puidu saagimisel, puurimisel, freesimisel ja muul töötlemisel tekkinud saepuru. Põhikomponendiks olev puit võib olla kas kiududena või suuremate osakeste, laastude ja helveste kujul. Plaadi omaduste moodustumisel on olulisel kohal puiduosakesi siduv liim, mis määrab lõpprakenduse ümbritseva keskkonna tingimused. Lisanditeta puit imab endasse õhus olevat niiskust, kuid segatuna sobiliku liimiga, saavutatakse plaatmaterjali kui ühtse materjali niiskuskindlus. Sideainena kasutatakse üldjuhul kuumkõvenevaid liime, mis hoiavad puiduosakesi koos. Niiskusega kokkupuutuvaid plaate saab kaitsta ka pealustusmaterjalidega, mis muudavad materjali pealmise kihi hüdrofoobseks ja vastupidavaks. Plaadi omadusi saab mõjutada kombineerides erinevaid tootmisprotsessi parameetreid, millest peamised on kasutatav liim ja selle kogus ning osakeste suurus ja paigutus. [31][33]

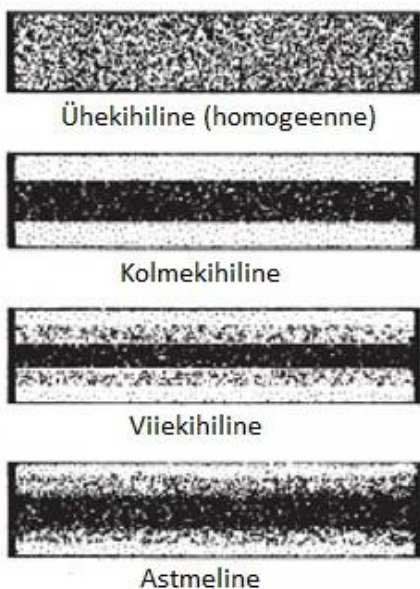
Järgnevates alapeatükkides käsitletakse nelja AS Standardis enim kasutatavat puitplaatide tüüpi. Laast- ja kiudplaati ning vineeri pealustatakse kohapeal, kuid melamiinpealustusega plaati tarnitakse pealostatult.

1.1. Puitlaastplaat

Mööblitööstuses leiavad puitlaastplaadid (PLP) rakendust pehme mööbli ja korpasmööbli konstruktsioonelementidena, asendades täispuitu. PLP koosneb puidulaastudest ja neid ühendavast liimainest, mis on omavahel kõrge temperatuuri ja surve all kokku pressitud ühtlase paksusega plaadiks. Seoses puidutööstuses tootmise tulemusel tekkivate jäätmetega on PLP valmistamine mõistlik lahendus puidujäätmetest vabanemiseks. [29][32]

PLP-d on võimalik valmistada mitmetes variatsioonides vastavalt vajadusele. Varieeruvateks omadusteks võivad olla puiduosakeste suurus ja kuju, kasutatav liim ja selle kogus ning plaadi tihedus. Enamasti jääb paksus vahemikku 10...25 mm ja tihedus 450...750 kg/m³. Standardpaksuseks on 16 mm. Laastude liimimiseks kasutatavaks sideaineks on tavaliselt kuumkõvenev karbamiidliim. [29][31]

Toodetakse valdavalt kolmekihilisi plaate, mis koosnevad kahest välimisest ja ühest sisemisest kihist. Joonisel 1 on näidatud erinevaid PLP-sid struktuuri järgi.



Joonis 1. Puitlaastplaatide erinevad struktuurid [31]

Mitmekihiliste plaatide korral ei ole tihedus kogu plaadi ulatuses ühesugune, vaid kihiti erinev. Välimiste kihtide osakesed on jämedamad ning sisemistel peenemad. [32]

Selline plaadi struktuur võimaldab saavutada võimalikult sileda pinna. Mida väiksemad on pindmise kihi laastude mõõtmed, seda paremate omadustega on saadava plaadi pind ning seetõttu võib omaduste poolest konkureerida keskmise tihedusega puitkiudplaadiga (MDF), mille struktuuri moodustavad ainult peened puidukiud. Peale selle kulgeb ka plaatmaterjali spoonimine ja lamineerimine tõhusamalt. Kihilise struktuuriga saavutatakse peale paremate pinnaomaduste ka kõrgem paindetugevus ja jäikus. Mööblielementidena kasutamisel on ebaühtlase sisemise struktuuri tõttu vajalik plaadi servade pealistamine. [31]

Tootmise eesmärgiks on valmistada plaat, kasutades madalakvaliteedilist toorainet ja tööstuslikke jääke. Puittoormeks kasutatav laast või ümarpuit tükeldatakse jahvatusseadmes sobiva suurusega laastuks. Tugevuse ja mõõtmete stabiilsuse seisukohalt on ideaalne puiduosake terves ulatuses võrdse paksusega õhuke laast, millel on suur pikkuse-paksuse suhe. [29][31]

Osakeste suuruse ja kuju alusel jagatakse laastplaadid kolme rühma:

- a) laastplaat;
- b) vahvelplaat;
- c) orienteeritud laastuga plaat (OSB). [32]

Mitmekihiliste plaatide tugevuse suurendamisel on laastude orientatsioonil märgatav tähtsus. Asetades sisekihtides olevad laastud pindmise kihi laastudega võrreldes risti, on tulemuseks tugevusomaduste paranemine. Vahvelplaadi ning OSB-plaadi puhul on võrreldes PLP-ga pööratud tähelepanu laastude paiknemisele erinevates kihtides. [29]

1.2. Puitkiudplaat

Puitkiudplaadid (PKP) koosnevad peenetest puidukiududest, mis pressitakse plaadiks kõrgel temperatuuril. Sarnaselt PLP-le on ka PKP-de toormeks ümarpuit või saeveskite tootmisjäätmel. [29]

PKP-de välimust iseloomustab see, et ühepoolsest on pind sile ning teiselt poolt võrgustriline. Võrku meenutav muster moodustub plaadile tootmise käigus, kus kiudmatt vormitakse kas

metallvõrgul või filterriidel. Plaat valmistatakse paksustes 2,2...19 mm ja tihedus jääb vahemikku 230...1050 kg/m³. [29]

Märjal meetodil valmistatavad PKP-d jagunevad kolmeks liigiks:

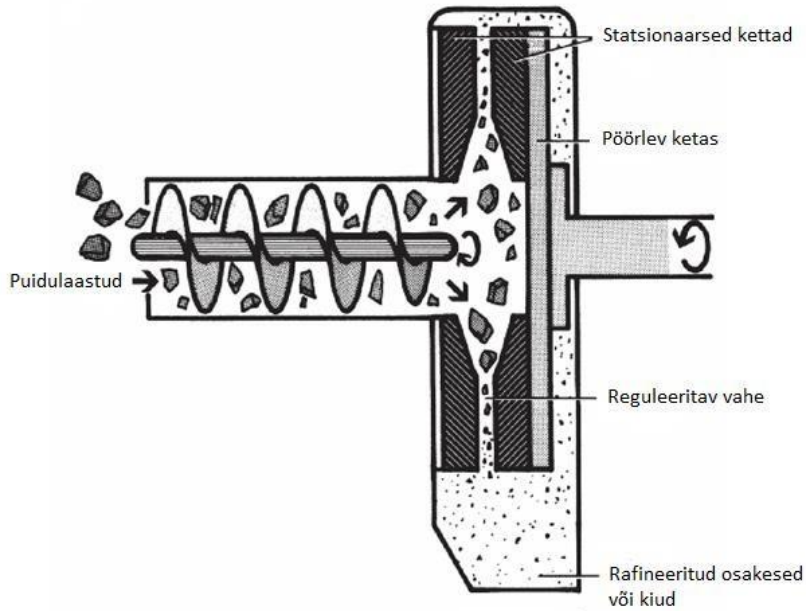
- a) pehme PKP – saadakse märja kiumati õhkkuivatusel. Tiheduseks on 230...400 kg/m³.
- b) keskmine PKP – valmistoodet saadakse märja kiumati kuivatamisel kuumpress kuivatis. Tiheduse poolest sarnane PLP-le, tihedus on 400...900 kg/m³. Ehitusplaadiks kõige sobilikum.
- c) kõva PKP – tootmine toimub samal viisil kui keskmise PKP puhul. Ei sobi ehitusplaadiks, kuna naelade löömine ja kruvide keeramine on raskendatud. Mööblitööstuses valmistatakse sellest kappide tagaseinasid ja sahtlipõhjasid. PKP-de liikidest kõige suurema tihedusega, jäädes vahemikku 800...1050 kg/m³ ning kõige tugevam. [27][29]

PKP-sid on võimalik valmistada nii märg- kui ka kuivmeetodil. Kuiva meetodiga saadakse MDF-i. Märja meetodiga valmivate plaatide tootmisprotsessi puhul ei ole sideaine lisamine vajalik, sest puidukiud kleepuvad omavahel kokku tänu tekkivatele vesiniksidemetele. [27][29]

1.2.1. Keskmise tihedusega puitkiudplaat

MDF-i käsitlemine eraldi peatükina PKP-de peatüki all tuleneb sellest, et antud plaat liigitatakse PKP-de hulka, kuid samas tootmisprotsessi poolest erineb teistest PKP liikidest. Selle selgitamiseks tuleb mõista MDF-i tootmise eripära.

PKP-le sarnaselt valmistatakse plaat peentest puidukiududest, mis on saadud mehaanilise töötlemise teel kas defibreerimisel või laastude jahvatamisega rafinööris. Defibröör on puidumassi valmistamise masin, kus laaste soojendatakse auru käes. Aurutamine nõrgendab ligniini tselluloosi kiudude vahel. Rafinööris (vt joonis 2) ehk ketasveskis jahvatatakse sisestatavad laastud peenikesteks puidukiududeks. [26]



Joonis 2. Rafinöör [31]

Kui PKP-de puhul on järgneva etapiks vee lisamine, siis MDF-i tootmises lisatakse puidukiududele sideainet ja tootmine toimub kuivmeetodil. Saadakse plaat, mille tiheduseks on $640\text{...}850\text{ kg/m}^3$. Plaat on võimalik toota mitmetes eri paksustes vahemikus 8...50 mm. MDF on kergelt töödeldav, saagimisel, freesimisel, hõõveldamisel ja puurimisel jäävad servad puhtaks tänu kiudude ühtlasele jaotusele terves plaadi ulatuses. Plaadi pinda saab töödelda piisavalt siledaks, elimineerides vajaduse spooni või laminaadiga pealistamiseks ning tänu peenematele puiduosakestele ja ühtlasele struktuurile ei nõua servad peelistamist. MDF-i on võimalik kõrgel survel ja temperatuuril pressides kujundada mustriliseks, mis annab MDF-i kasutamisele veel laiema ulatuse. Mööbli- ja tiseritööstuses kasutatakse MDF-i uste, köögisisustuse, kastide, trepiosade ja lauaplaatide näol. [27][29][31]

1.3. Ristvineer

Ristvineer ehk vineer on kolmest või enamast kihist koosnev plaatmaterjal. Kihid võivad omakorda koosneda kas ühest, kahest või enamast spoonilehest, millede kiusuund on paralleelne. Plaat konstrueeritakse paaritu arvu kihtidega, kus iga järgneva kihi kiu suund on eelmisega risti. Pindmiste ja paarituarvuliste kihtide kiu suund on plaadi pikisuunaga paralleelne. Paralleelsete ja ristikiudu kihtide vahelduvus tagab vineeri mõõtmete stabiilsuse kogu plaadi paksuses. [31][33]

Toormeks kasutatakse enamasti männi-, kuuse- või kasespooni. Vineeri klassifitseeritakse puiduliigi järgi, millest valmistatud spooni on kasutatud plaadi pealmistes kihtides. Vineeri tootmine algab spooni koorimisega, mis on pikemalt kirjeldatud peatükis 2.1. Edasi lõigatakse saadud spoonilindist lehed, mis sorteeritakse, kuivatatakse ja ladustatakse kvaliteedi alusel. Kihtide kokkupanek toimub kas käsitsi, masinaga või nende kombinatsioonina. Plaadi valmistamiseks liimitakse ja pressitakse vajalik arv spoonilehti. Mööblitööstuses kasutatav vineer jaguneb tiserivineeriks, mida kasutatakse mööbli ja muude sisustuselementide tootmiseks, ning nähtavate pindade katmiseks mõeldud kattevineeriks ehk spooniks. Konstruktsiooni sees kasutades jääb vineer nähtamatuks, kuid sageli kasutatakse vineeri ühte pinda nähtavana. Seetõttu on toodetavatest vineeri tüüpidest levinumad sellised, kus ainult üks pind on kõrgema kvaliteediga spoonist või mõlemad pinnad madala kvaliteediga. Vineeri omadused sõltuvad spoonilehtede kvaliteedist, kihtide paigutamise järjekorrast, sideainest, lisanditest ning kokkupressimise tingimustest. Peale selle esineb vineerplaatidel kõrge tugevuse-kaalu ja tugevuse-tiheduse suhe, tänu millele on plaadid kerged, kuid tugevad. Vineer säilitab oma mõõtmete stabiilsuse piki- ja ristisuunaliselt. [15][31][35]

Spoonikihtide liimimiseks kasutatav liim määrab ära, kas vineeri kasutatakse siseruumides või välistingimustes. Lisaks liimi poolt määratletud rakendustele, võib vaigudega oluliselt mõjutada saadava vineeri omadusi. Immutades spoonilehti vaigus, saab valmistada kahjuritekindlaid vineerplaate. Kattes niiskuskindla vineeri fenoolformadlehüüdvaiguga (PF) immutatud paberiga ning servad selleks sobiva viimistluskihiga, saadakse veekindel vineer. [15][31]

1.4. Melamiinpealistusega plaat

Melamiinpealistusega plaadina käsitletakse melamiinformaldehüüdvaiguga (MF) immutatud paberiga kaetud puitplaati. Melamiinkihiga võib pealistada nii PKP-sid kui ka PLP-sid.

MDF on alusmaterjaliks kõige sobilikum, omades ühtlast struktuuri, väiksemat deformatsiooni ja head pinna siledust, mistõttu kasutatakse peamiselt melamiinpealistusega MDF-i mööbli valmistamiseks. Melamiinitud PLP kasutamine ei ole välistatud madalama hinna tõttu, kuid PLP struktuur on õhukese melamiinkihiga katmiseks suhteliselt ebaühtlane ning pealistus võib jääda ebakvaliteetseks. Paber, mida vaigus immutatakse, on esialgselt habras ja võib olla erinevates toonides ning mitmesuguste mustritega vastavalt nõudlusele. Läbipaistvas vaigus immutamisega muutub paber tahkemaks ja kõvemaks. Paber pressitakse plaadi pinnale kuumpressiga, mille tulemusel saadakse suurepärase omadustega plaat. [35]

Omaduste poolest on saadav plaat märkimisväärne, plaat on kulumis-, kriimustus-, happe-, leelise-, põletus- ja määrdumiskindel. Melamiinpaberiga kaetud plaadist mööbel ei vaja täiendavat viimistlemist tänu plaadi pinnale moodustunud kaitsekilele. [35]

2. PEALISTUSMATERJALID

Pealustusmaterjalid võimaldavad rakendada plaatmaterjale ulatuslikumalt ning parandada plaadi omadusi. Mööblitööstuses on ennekõike pealustusmaterjalide eesmärgiks muuta üksluine plaat väljanägemise poolest kasutuskõlblikuks mööbliese detailiks.

Plaatmaterjali lõplik väljanägemine sõltub kasutatava pealustusmaterjali omadustest. Enne pealustamise alustamist tuleb selgeks teha, millist tehnoloogiat ja liimi tuleb konkreetse materjali korral kasutada.

Peamisteks materjalideks, mida AS Standardis puitplaadile pressitakse, on spoonid ja laminaadid. Seoses sellega, et AS Standard kasutab melamiinpealustusega plaate mööbli valmistamisel, käsitletakse lisaks ka viimistluskilesid paberi baasil.

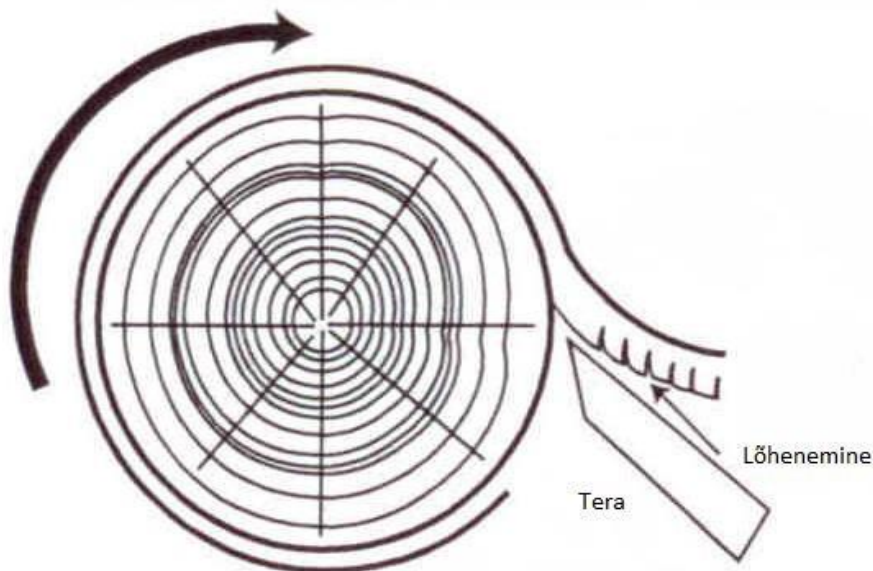
2.1. Spoonid

Üheks levinuimaks pealustusmaterjaliks on loodusliku päritolu ja välimusega kattevineer ehk spoon. Spoon on õhuke puiduleht, mis saadakse ümarpuidu hõõveldamisel või koorimisel. Vastavalt lõikeprotsessile kasutatakse mõisteid hõõvel- ja kooritud ehk treispoon. Spoon säilitab täispuidule omase väljanägemise, mistõttu eelistatakse spooni tarvitamist täispuidu asendajana. [18]

Spoonid tekstuuri ning kasutamise poolest sõltub paljustki lõikamisviisist. Spooni koorimisel eraldub spoonilint silindrilise paku pöörlemisel. Vineeripaku koorimisel saadakse pidevad pakulaiused spoonilehed pöörleva paku kokkupuutel teraga. Samaaegselt kui tera koorib puupakust spooni, surub tera spoonilehe halust eemale järsu nurga all. Seeläbi võib toimuda spooni rebenemine ning lõhenemine spooni alumisel ehk terapoolsel pinnal tekkivate tõmbepingete tõttu. Lõhede

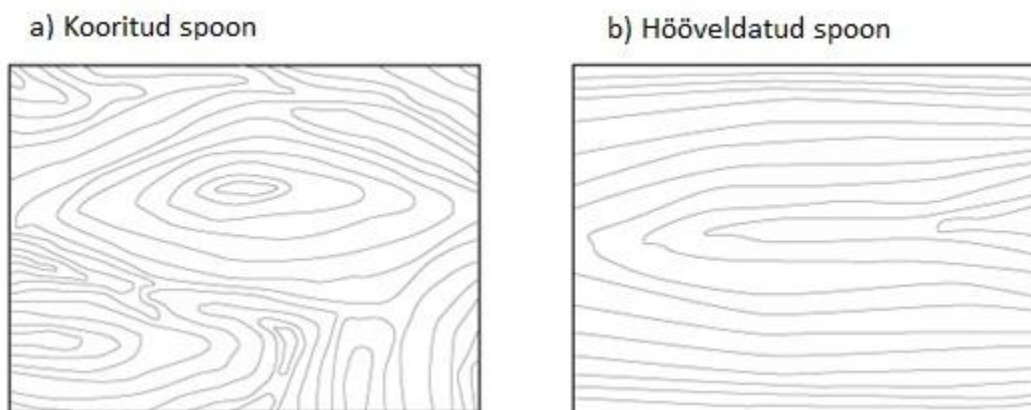
moodustumine paku pöörlemisel ning spoonilindi eemaldumisel on kujutatud joonisel 3. Lõhenenud poolt nimetatakse tihti ka nõ lahtiseks pooleks ning pealmist, kahjustamata pinda tihedaks pooleks. Vineeri pealmiste kihtidena kasutatavat kooritud spooni tuleb liimida keskmise kihiga kokku viisil, kus tihedam pind jääb nähtavaks pinnaks. Vastasel juhul võivad lahtised lõhed plaadi pinnal põhjustada plaadi viimistlemisel tekkivaid defekte. Liimi liigne tungimine lõhedesse üldjuhul ei ole probleem, kui liimi kulumäär on õigesti kohandatud. [18][19]

Hööveldamine võib toimuda kas sirgjoonelisel või rootorhööveldamise teel. Sirgjoonelise hööveldamisega saadav spoon toodetakse pikkade ribadena, liigutades pakku vastu tera. Sarnaselt koorimisele surutakse spoon tera abil höövlist eemale järsu nurga all, põhjustades lõhenemist alumisel pinnal. Kahjustada saanud pind viimistletud kujul toob välja spooni ebatäiuslikkuse, mistõttu aluspinnaga liimitakse spooni terapoolne pind ning pealne pool viimistletakse. Raamatliitega spoonsärkide puhul, kus kõrvutiste spoonide süümuster on peegelpildis, on üle ühe paikneval spoonil terapoolne pind nähtav, mille tõttu on soovitatav kasutada spooni lõikamisel erinevaid abivahendeid, mis vähendavad lõhede moodustumist. Selliseks vahendiks võib pidada survejoonlauda. Rotorhööveldamisel saadakse spooni tükid kahenoalise rootoriga. Pakk kinnitatakse hüdraulilise suruga kinnitusraami külge, millest pöörlevad noad hakkavad lõikama spoonilaastu. [18][19]



Joonis 3. Spooni koorimisel tekkivad lõhed [30]

Spoonid võib valmistada paksuses 0,3...3 mm. Hõõvel- ja kooritud spooni peamiseks erinevuseks on paksus; hõõveldamisega on võimalik saada õhemaid spoonilehti, mille tõttu saadakse ühest pakust rohkem materjali, kui koorimisega. Mööblitööstuses puitplaatide ja siseuste pealiskihiks ning sisustuselementidena kasutatavate spoonide standardpaksuseks on 0,6 mm. Pealiskihimaterjalina leiab ulatuslikumalt kasutamist hõõvelspoon oma väiksema paksuse ning dekoratiivsema tekstuuriga tõttu, kooritud spoonist valmistatakse peamiselt kihilist vineeri. Kooritud spooni välimust iseloomustab aastarõngaste elliptilised, paadikujulised mustrid, mis on lubatud vaid madalal kvaliteedi klassis. Kooritud ja hõõvelspooni erinevus on välja toodud joonisel 4. [5][33]



Joonis 4. Kooritud ja hõõvelspooni mustrite erinevus [4]

Hõõvelspooni valmistatakse mitmetest ilusa tekstuuriga lehtpuuliikidest, nagu tamm, okaspuudest kasutatakse näiteks lehist ja jugapuud. Üldiselt on lehtpuidust spoonid sirgjoonelisel hõõveldatud, et tuua esile nende kõige kaunim süümuster. Treispoonid toodetakse odavamatest lehtpuuliikidest, nagu kask ja haab, aga ka okaspuuidust. Naturaalse spooniga plaatmaterjali pealiskihimaterjalina kasutamine on kõige säästlikum moodus puitmaterjali kasutamiseks, mis võimaldab mööbliesemele anda täispuidu välimus. [5]

Naturaalsetest spoonilehtedest on võimalik valmistada ka tehislooduslikku pealiskihimaterjali nimega ALPI lignum spoon. Vastavalt vajadusele värvitakse naturaalse spooni kihid, mis seejärel liimitakse ja pressitakse omavahel kokku. Spoonilehed on hoolikalt valitud, et välistada lõpptoodangus puidule iseloomulikke defekte, nagu oksakohad. Tulemusena saadakse vineeriplokk, mis uuesti spooniks hõõveldatakse. ALPI spooniga kandub edasi puidu loomulik

tekstuur, kuid mustrid ja värvus on tehnoloogiliselt kujundatud. Seetõttu saab jäljendada ka haruldaste puiduliikide mustreid või disainida omapärase enneolematu mustriga spoon. ALPI spooni valmistamiseks kasutatakse spoone heledatest vähemväärtuslikest puiduliikidest, näiteks pappel, vääris-obehepuuja aafrika kotopuu. [3][5][34]

2.2. Dekoratiivlaminaadid

Lamineeritud plaatmaterjale kasutatakse eelkõige köögi töötasapindade valmistamiseks, kus üheks tingimuseks on kõva ja kergelt puhastatav pind. Dekoratiivlaminaatide puhul on vastupidav dekoratiivne plastsel materjalil põhinev pealne kiht kombineeritud odavama mittedekoraatiivse sisemusega. Laminaatide kerge hooldatavus ja värvide lai valik on põhjusteks, miks lamineeritud plaatmaterjale kasutatakse laialdaselt mööblitööstuses. Dekoratiivseid laminaate kasutatakse mööbli valmistamiseks, köögi töötasapindade ja vertikaalsete seinapindadena. [7][12][24]

Laminaadid võimaldavad valmistada dekoratiivsemaid pealustusmaterjale, hõlmates ühevärvilisi, mustrilisi, läikivaid, matte või kivi- ja puidumustreid imiteerivaid. Seoses tehnoloogia pideva arenemisega on võimalik ka toota laminaate, millele pressimise käigus surutakse peale reljeefne muster. Selliselt valmistatud laminaadiga saavutatakse visuaalselt ilmekas väljanägemine, mis sarnaselt spoonile meenutab käega katsudes täispuitu. Pressitud mustriga laminaate võib valmistada kas süüsoonte suvalise paigutusega või kooskõlastada need paberile prinditud mustriga. Oluliseks teguriks peale välimuse on ka laminaatidega saavutatav suurepärane vastupidavus ja määrdumiskindlus, mistõttu on lamineeritud tasapindu lihtsam puhastada. [7][24]

Laminaatides kasutatavate vaikude poolest on MF-vaigud levinuimad, pakkudes suuremat tugevust ja valguskindlust. Karbamiidformaldehüüdvaikusid (UF) iseloomustab kehv niiskus-, kuuma- ning määrdumiskindlus. MF-vaikude kasutamiseiga on saavutatav ka märkimisväärne värvipüsivus, kulumiskindlus, kõrge niiskuskindlus ja hea kuumakindlus. [24]

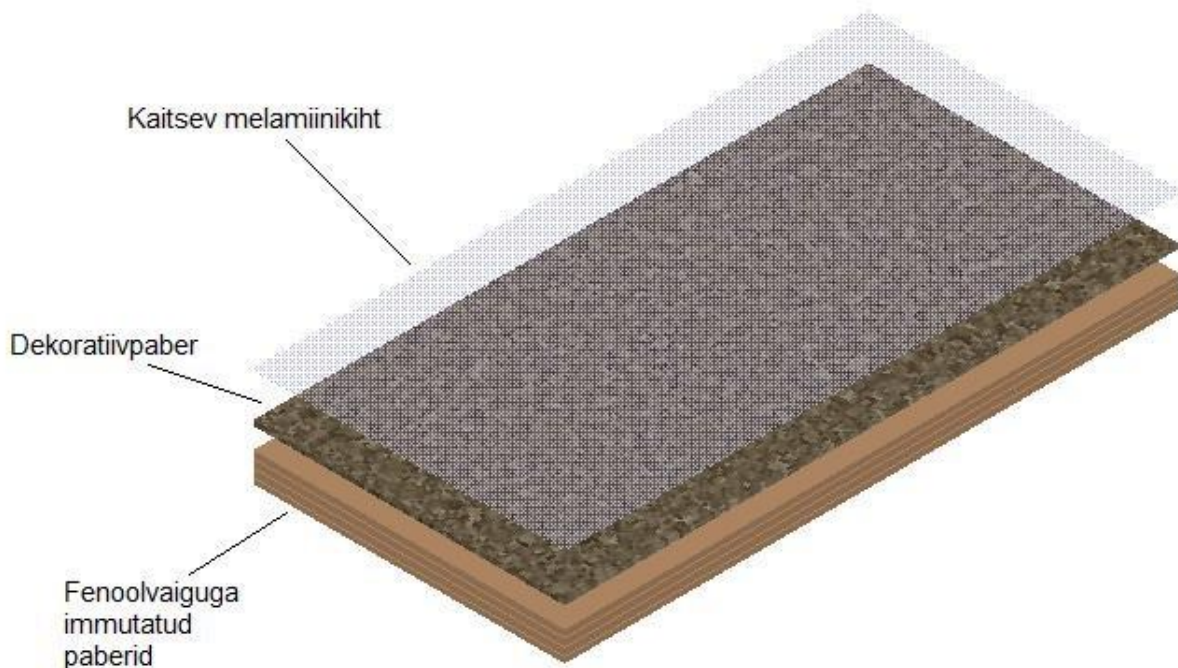
Dekoratiivlaminaate jaotatakse vastavalt tootmisprotsessile kahte peamisesse kategooriasse:

- a) kõrgsurve laminaadid (HPL);
- b) pidevpressitud laminaadid (CPL). [7]

2.2.1. Kõrgsurve laminaadid

HPL-id koosnevad kahest või enamast vaiguga immutatud paberi kihist, mis on kõrgel temperatuuril suure survega kokku pressitud kulumiskindlaks, vastupidavaks ja hügieeniliseks pealistusmaterjaliks. HPL-ide sisemisteks kihtideks on paber, peamiselt PF-vaikudega immutatud, ja välimisteks kihtideks on MF-vaiguga immutatud paber. Kõrgsurve protsess nõuab üheaegset kuumuse ja surve kohaldamist, et võimaldada sujuv termoreaktiivse vaigu kõvenemine homogeense mittepoorse materjali saamiseks. HPL-ide paksus varieerub 0,5 ja 1,0 mm vahel. HPL-idel on üks pindmine kiht dekoratiivne ja teine lihvitud parema adhesiooni saavutamiseks. Kihtide ühendamiseks ei ole liimimine vajalik; MF-vaiguga immutatud paberis olev kuiv, kuid endiselt aktiivne vaik käitub liimina, ühendades kuumpressi all laminaadi kihid omavahel kokku. [7][19]

PF-vaiguga immutatud kihid on värvuselt pruunid ja hõlmavad enamuse laminaadi paksusest. Fenoolsete kihtide peale asetatakse MF-vaiguga immutatud paberid. Paksema laminaadi tootmiseks lisatakse PF-vaiguga immutatud paberi kihte, mis annavad laminaadile peamise mahu. Esimene MF-vaiguga kiht, nn dekoratiivne kiht, on tavaliselt suhteliselt paks, läbipaistmatu ja soovitud värvi või mustriaga. Dekoratiivsele kihile kantakse peale üks või enam õhukest melamiinikihti, mis muutuvad kõvenedes läbipaistvaks ja kaitsevad laminaati kahjustuste eest. Need õhukesed kihid sisaldavad rohkem MF-vaiku kui dekoratiivne kiht, pakkudes laminaadile suuremat määrdumis- ja kulumiskindlust ning kindlust kuuma vee, sigareti- või suitsukonide põletuste ja levinud koduleemia suhtes. Joonisel 5 on välja toodud HPL-laminaadi kihtide paigutus. [19]



Joonis 5. Kõrgsurve laminaadi ehitus

2.2.2. Pidevpressitud laminaadid

CPL tähistab lamineeritud materjali, mille sisemised kihid on PF- või aminovaiguga immutatud paberist ja pindmised kihid on aminovaiguga, tavaliselt MF-vaiguga immutatud. Kihid ühendatakse omavahel pideva lamineerimisprotsessi teel läbimpressiga, rakendades kihtidele kuumust ja survet. Läbimpressis liiguvad materjalide kihid survestamise ajal läbi pressivahe. Sarnaselt HPL-ile iseloomustab ka CPL-i ühepoolne dekoratiivne kiht. [7]

CPL-ide tootmistehnoloogia on arenenud nii kaugemale, et tugevuse ja vastupidavuse poolest võivad konkureerida HPL-idega.

2.3. Viimistluskiled paberi baasil

Viimistluskiled on tuntud ka kui vaiguga immutatud paberid. Vaikudega immutatud paberite eelisteks on lai värvivalik ja mustrite rohkus, millega saab ka imiteerida puitu. Nende suhteliselt madala hinna ja mitmekülgse tõttu kasutatakse neid plaatmaterjalide pealistamiseks. Vaigud, mida kasutatakse, on termoreaktiivsed, st kuumutamisel tekib kindel ühendus plaadi ja paberi vahel. Termoreaktiivsete vaikudena on kasutusel peamiselt MF- või UF-vaigud. [7][24]

Viimistluskilesid võib vaigu kõvenemise etapi järgi jagada kaheks:

- a) osaliselt kõvenenud vaiguga kiled;
- b) lõplikult kõvenenud vaiguga kiled. [17]

Osaliselt kõvenenud vaiguga immutatud paberi näitena võib tuua MF-vaiguga immutatud paberi, millega kaetud plaatmaterjali tuntakse melamiinpealitusena plaadina. Paberit immutatakse vaiguga põhjalikult, pressitakse rullikute vahelt läbi ning seejärel kuivatatakse, ilma et toimuks lõplik kõvenemine. Osalise kõvenemisega paber koos plaatmaterjaliga allutatakse kuumpressimisele, mille tulemusel paberisse imbunud vaik muutub lühiajaliselt voolavaks. Paberi ja plaadi vahel tekib kindel ühendus vaigu lõplikul kõvenemisel. Saadav õhuke ja läbipaistev kattekile tagab kuuma- ja määrdumiskindluse, tugevuse ning kõrgekvaliteedilise viimistluse. Lõplikult kõvenenud vaiguga immutatud paber fikseeritakse plaatmaterjalile liimiga. [12][17][19]

MF-vaikudega immutatud pabereid kasutatakse puitplaatide pindade ning dekoratiivsete vineeride kaitsmiseks. Läbipaistvat ja õhukest melamiinkilet kasutatakse ka HPL-ides pealmise kihina. [19]

3. LIIMID

Liim on materjal, mida iseloomustab võime ühendada omavahel erinevaid pindasid. Kindel ühendus on tagatud liimi omadusega õhukese liimikihi abil üle kanda ühe materjali sisepinged teisele, jaotades pinged ühtlaselt materjalide vahel ning vähendades pingekontsentratsioone. [8][14]

Liimi üleminek vedelast olekust tahkeks ehk liimivuugi moodustumine võib toimuda kas füüsikaliste või keemiliste muutuste toimele vajaliku temperatuuri, rõhu ja ajaga. Termoplastsetes liimides toimub üleminek seoses füüsikaliste muutustega, kas aurustumisel lahusti eraldumise või sulas olekus vaigu jahtumisega. Termoreaktiivides, nagu aminoliimides, toimuvad muutused liimi keemilises struktuuris. Kõvenemine toimub astmekasvu polümerisatsioonil, kus tekitatakse ristseotud struktuur. Kui termoreaktiiv on kord juba läbinud kuumutamisprotsessi ning tahkestunud, siis peale seda kuumutamisel polümeer enam voolavaks ei muutu. Paljud termoreaktiivsed puiduliimid sisaldavad lahustina vett, mistõttu on liimi lõplikuks kõvenemiseks vaja, et vesi aurustuks ja imenduks plaati, st termoreaktiivsete liimidega pealistamisel on materjalide allutamisele üheks tingimuseks. [8][33]

Materjalid püsivad omavahel koos adhesiooni tekkimise tõttu liimikile ja liimitava materjali vahel. Adhesioon on nähtus, kus kaks pinda hoitakse omavahel koos piirpinnavaheliste molekulaarjõududega. Liimi ja liimitava materjali vahelise piirpinna kaudu toimub ka pingete ülekandumine. Molekulaarjõududeks nimetatakse külgetõmbejõudusid, mille tekitavad aatomite-, ioonide- ja molekulidevahelised vastastikused toimed, mis eksisteerivad nii liimis, substraadis kui ka nende pindadel. Molekulaarjõudusid võib liigitada keemilisteks ehk primaarseteks ja füüsikalisteks ehk sekundaarseteks. Molekulaarjõud põhjustavad lisaks ka kohesiooni ühe ja sama aine molekulide vahel. Liimimisel tekkivatest jõududest arusaamine on vajalik õige liimi ja sobilike aluspindade töötlemise meetodite valimiseks ning tõhusaks ja säästlikuks liimliite loomiseks. [8][14][33]

Adhesiooni selgitavaid teooriad on mitmeid, nii füüsikalisi kui ka keemilisi, kuid ükski neist ei suuda adhesiooni nähtust lõplikult lahti seletada. Järgnevas loetelus on välja toodud viis peamist teooriat, mille põhjal võib selgitada adhesiooni nähtust erinevate materjalide vahel.

- Mehaanilise teooria järgi toimub materjalide omavaheline kokkujäämine liimi tungimisega alusmaterjali pooridesse, õõnsustesse ja teistesse ebatasasustesse. Pooride täitumist soosib liimi madalam viskoossus. Selle teooria alusel moodustavad poorsemad pinnad tugevama liimliite kui siledad. Seetõttu ei ole antud teooria laialdaselt kohaldatav, sest hea adhesioon võib esineda ka siledate pindade vahel. Puitmaterjalide seisukohalt on mehaaniline adhesioon esmajärguline. [8][14][33]
- Elektrilise teooria aluseks on liimi ja liimitava pinna aatomite elektronegatiivsuste erinevus. Kokkupuutuvatelt pindadelt toimub elektronide ülekandumine, mis põhjustab elektrostaatiliste jõudude tekke liimi-substraadi piirpinnal. Nende jõudude tõttu püsivad ka materjalid koos. Teooria on mõeldav, kui materjalideks on polümeer ja metall. [8][14]
- Difusiooniteooria selgitab materjalide kokkujäämist liimi ja substraadi molekulide difundeerumises ühelt materjalilt teisele, millega kaasneb ka omaduste ülekandumine. Seoses sellega, et piirpinnal puudub füüsikaliste omaduste erinevus, puudub ka pingekontsentratsiooni pind. Antud teooria kehtib vaid pika molekuliahelaga termoplastsete polümeeride puhul. [8][14]
- Adsorptsiooniteooria kohaselt tekib adhesioon molekulide viimisega molekulaarjõudude mõju piirkonda adsorptsiooni tulemusena. Hea adhesiooni tagamiseks tuleb valida liim, mille pinnaenergia on substraadi kriitilisest pinnaenergiat väiksem. Peale selle tuleb liimi ja substraadi vahel tagada tihe kokkupuude. [8][14]
- Keemilise sideme teooria järgi on keemilised sidemed nõutavad tugeva liimliite saamiseks. Kovalentne-, iooniline ja vesinikside liimi ja substraadi vahel on tugevamad kui dispersioonijõud. Kovalentne side tõkestab vee toimet ja muudab liimliite vastupidavamaks. [8][14]

Liimi põhikomponendiks on liimvaik, mis annab kas lahustatud, disperseeritud või sulatatud kujul liimile võime hoida materjale koos. Kasutatava vaigu omadustest sõltuvad ka saadava liimi omadused ja rakendamine. Puiduliimid, sealhulgas PF-, MF-, UF- ja isotsüanaatliimid, peavad kõvenema kõrgetel temperatuuridel ning nõuavad kallist kuumpressmasinat. Külmpressid või pitskruvid on rahuldavad toatemperatuuril kõvenevate liimide jaoks, kuid nende puhul võib pikk kõvenemisaeg osutada kitsaskohaks, mistõttu mööblitööstuses toatemperatuuril pressimist ei teostata. Pärast kuum- või külmpressimist peab olema võimaldatud liimliite segamatu kõvenemine. [19]

Liimliite kvaliteeti saab kontrollida vaid lõhkudes ühenduse, mille järgi saab vaadata kas liite tugevus sõltub adhesioonist või adhesiivi/substraadi omadustest. Õige liimi valimise puhul tuleb määrata, millised liimid ühilduvad aluspindade füüsikaliste ja keemiliste omadustega. Liim peab olema piisavalt madala viskoossusega, et see kanduks plaadi pinnalt pealistasmaterjalile. Liimid põhinevad mitmetel erinevatel polümeeridel, mis reageerivad kuumusele erinevalt. Kõik liimid muutuvad voolavaks, kui temperatuur ületab nende iseloomulikku sulamistemperatuuri. Termoplastsed liimid muutuvad voolavaks alates 60 °C-st, termoreaktiivsed liimid ei pehmene enne, kui temperatuur on tõusnud 90...150 °C-ni. Mööblitööstuses kasutatakse laialdaselt UF- ning PVA-liime nende omaduste tõttu moodustada värvitud ühendusi ja olla peitsile vastuvõtlikud. [8][9][19]

Järgnevates peatükkides on kirjeldatud nii laminaatide valmistamiseks kui ka AS Standardis pealistasamiseks kasutatavaid liimvaikusid, mis õigete lisanditega ja sobilikes tingimustes käituvad liimina. Peale liimvaikude on välja toodud peamised liimvaigud, millest laminaadid koosnevad.

3.1. Aminovaigud

Aminovaikudena tuntakse aminorühma omava ühendi ja formaldehüüdi vahelise reaktsiooni tulemusel saadavaid vaikusid. Enamtuntud aminovaikudeks on UF- ja MF-vaigud. [25]

Vastupidiselt PF-vaikude tumepruunile värvusele on aminovaigud heleda värviga, põhjustades PF-vaikude asendamist aminovaikudega rakendustes, kus heledad värvid ja esteetiline välimus on nõutavad. Nii MF- kui ka UF-vaigud on termoreaktiivsed vaigud, millele on iseloomulikuks pöördumatu tahkestumine kuumutamisel. Peale selle iseloomustab termoreaktiive asjaolu, et kõvenemise protsessi on võimalik ajutiselt peatada ükskõik millises soovitud etapis. See omadus võimaldab valmistada vaiguga immutatud paberit, mida saab lamineerimisele eelnevalt säilitada. [25]

UF- ja MF-vaigud on plaatmaterjalide pealistamisel kasutusel liimina kas vedelal või kuivpihustatud kujul. Aminovaigud ei põhjusta plaat- või pealustusmaterjali värvuse muutust vaigu materjali imbumise tagajärjel, mis muudavad need mööblitööstuses kasutamiseks sobilikeks liimideks, seda eriti spoonimisel. Spoon imeb endasse niiskust sarnaselt puidule, mistõttu on oluline, et liim, millega pealistatakse, ei muuda spooni värvust. [24]

MDF-ide ja PLP-de tööstus on liimainete turul kõige suuremad tarbijad. Mõlemad plaadid on laialdaselt kasutatavad peamiselt sisemistes rakendustes UF-vaikude madala niiskuskindluse tõttu. Välistes tingimustes kasutatavates plaatides on liimiks peamiselt MF-põhised aminovaigud. Sarnaselt PLP-le ja MDF-ile ühendatakse sisetingimustesse mõeldud ristvineeris spoonilehed UF-vaikudega, välistingimuste jaoks aga PF-vaikudega. Niiskuskindla vineeri tootmiseks kasutatakse PF-vaiku MF-vaigu asemel põhjusel, et PF-vaikusid iseloomustab kõrge niiskuskindlus ning MF-vaiguga võrreldes madalam hind. [13]

3.1.1. Melamiinformaldehüüdvaigud

MF-vaikusid iseloomustab suurem vee- ja kuumakindlus ning võime käituda vastupidavamana liimi ja sideainena kui UF-vaigud, kuid nende kasutust piirab kõrgem hind. Sellised iseloomulikud omadused nagu vastupidavus ja veekindlus edendavad MF-vaikude rakendamist välistes tingimustes ja merenduses. [13]

Seoses MF-vaikude kõvenemisega kaasneb mürgiste gaaside eraldumine, mistõttu on vajalik laminaatide valmistamine läbi viia kõrge surve all, et vältida mullide teket kile alla. Liimi koostises on harilikult melamiini-formaldehüüdi suhe 1:3,0. Hinna alandamiseks kasutatakse neid koos UF-vaikudega. [13][24]

Aminovaikudest on MF-vaigud võrreldes UF-vaikudega lamineerimiseks kasutatavate vaikudena domineerivad. Lamineerimiseks mõeldud MF-vaigud on tugevad, läbipaistvad, määrdumis- ja UV-kindlad. Melamiinvaigud on eelkõige kasutusel pigem dekoratiivsetel, kui tööstuslikel eesmärkidel. [12][13]

3.1.2. Karbamiidformaldehüüdvaigud

UF-liimid on saadaval nii vedelal kui ka pulbrilisel kujul. Mõlemal juhul saavutatakse tugev, jäik ja suurepärase kuumakindlusega liimliide. Pulbrilisel kujul karbamiidvaigud on eelistatavad, kui tootmine toimub korrapäratult või harva ja vajalik on liimi pikem säilivusaeg. [11]

Üheks UF-vaikude eeliseks on kiire kõvenemine, mis võimaldab lühema aja jooksul suuremat tootlikkust. Puuduseks võib pidada nende madalat niiskuskindlust, mille tõttu on niiskusega kokkupuutuvates tingimustes eelistatavamad MF-vaigud. UF-vaigud kõvenevad keemilise muutuse tagajärjel, milles vee juuresolek on tarvilik. Kui vesi eraldub liimikihist enne lõplikku keemilist reaktsiooni, on tekkiv liimühendus nõrk. [11][13]

Õige omaduste tasakaalu, hinna ja tulemuslikkuse saavutamiseks on levinud kasutada UF- ja MF-vaikude kombinatsiooni. Liimide ja sideainete koostises on karbamiidi-formaldehüüdi suhe tavaliselt 1:1,5 kuni 2. Pulbrilisel kujul UF-vaikudel on säilivusajaks üks aasta, juhul kui pulber pole veega segatud. [11][13]

Spoonimisel kasutatakse Standard'is UF-vaiku Jowat 950.20, mis tarnitakse pulbrilisel kujul ning kohal segatakse veega sobiva konsistentsi saavutamiseks. Selleks et saavutada liimiseks sobilik koostis, segatakse liim veega, milles viimase osakaal peab jääma vahemikku 50...65% kuiva pulbri kaalust. Ideaalne liimi koostis sisaldab vett 65%. Saadav segu peab olema sile, kreemjas ja tükivaba. Liimi kõvenemise kiirendamiseks lisatakse koostisse ka kõvendajat. Juhul kui pulber ei lahustu vees või segu tundub teraline, ei ole soovitatav antud pulbrit kasutada põhjusel, et liimi säilivusaeg võib olla ületatud. Hinnanguline üheaastane säilivusaeg kehtib, kui avamata pakid on säilitatud jahedas (15...21 °C) ja kuivas kohas. [11]

3.2. Fenoolformaldehüüdvaigud

PF-vaiku saadakse fenooli ja formaldehüüdi polükondensatsioonil. PF-liimid kuuluvad kõige madalama hinnaga liimide hulka, seoses põhikomponendiks oleva PF-vaigu madalama hinnaga. [13]

PF-liimide eelisteks on hea adhesioon, liimliidete vee- ja kulumiskindlus, head modifitseerimisvõimalused ja suur kohesiooni tugevus. PF-vaigud võivad esineda happelise katalüsaatoriga kõvenevate novolakvaikudena või kuumkõvenevate resoolvaikudena. Fenoolliime tarnitakse kas vedelal kujul, millele tuleb lisada katalüsaatorit, või pulbrilisel kujul. PF-vaikude puudusteks on rabadus, madal kõvenemiskiirus ning kõrgema temperatuuri nõudmine pressimisel. Need puudused põhjustavad kõrget energiakulu ja madalamat tootlikkust. Nende loomupäraselt tume värvus on mööblitootmises osutunud ebasobivaks. [13][25][8]

PF-vaikudega immutatud pabereid kasutatakse laminaatide sisemiste kihtide valmistamiseks. Fenoolsed vaigud on kõige sobivamad vaigud paberi immutamiseks, kui oluline on saavutada lõpp-produkti kõrge veekindlus, madal pundumine ja kokkutõmbumine ning kõrged tugevusomadused. [24]

3.3. Polüvinüülatsetaatliim

Polüvinüülatsetaatliim (PVA-liim) on PVA vesidispersioon ning on kõige enam kasutatav sellist tüüpi liim. Selliseid liime iseloomustab madal ilmastiku- ja niiskuskindlus, kehv lahustikindlus, kuid taluvad kokkupuudet õlide ja rasvadega ning ei ole allutatavad biolagunemisele. [8][13]

PVA, tuntud ka kui PVAc, on alifaatse ahelaga lineaarne termoplastne polümeer. PVA-liimidele on iseloomulikuks kuluefektiivsus ning kasutamise lihtsus. Hinna poolest on PVA-liimid suhteliselt madala hinnaga, võrreldes teiste puiduliimidega. Mitme atsetaatrühmaga ja painduva ahelaga PVA suudab moodustada puiduga mitmeid vesiniksidemeid, et tagada head adhesiooni. PVA-liimid ei tööta korralikult kõrge niiskustasemega tingimustes, sest tugevusomadused langevad või pideva suure surve all roomekindluse puudumise tõttu. Kõvenenud liimliited on peaaegu nähtamatud, kuid kalduvad temperatuuri lähenedes 45 °C-le pehmenema. Liimil soovitatakse lasta seista ja kõveneda 1...7 päeva enne kui hakatakse ühendatud detaile töötlemata. Maksimaalne ühenduse tugevus kuni 14 MPa on saavutatav kuumutades liimi, millele järgneb lahusti aktiveerimine. [13][28]

Lamineerimiseks kasutatakse AS Standardis PVA-liimi Rakoll ECO 3. PVA-liimiga spoonimisel võib spoon muutuda laineliseks ning seetõttu pealastatakse ainult paksemaid pealustusmaterjale.

4. PEALISTUSTEHNOLOOGIAD

Materjaliteaduse arenedes on edenenud ka erinevate pealustusmaterjalide kasutamine mööblitööstuses. Tänapäeval on tehnoloogiliselt võimalik valmistada kvaliteetseid pealostatud plaatmaterjale, milles plaadi ja pealustuskihi ühendus on kindel ja vastupidav. Juhul, kui puitplaat moodustab mööblikonstruksioonis nähtava pinna, on oluline, et plaat omaks meeldivat välimust. Esteetiline väljanägemine on saavutatav kas lamineerimise või spoonimise tulemusena.

Materjalide ühendamisprotsess hõlmab mitmeid tegureid, mis määravad ära, kui edukalt liimliide lõpprakenduses toimib. Mida paremini mõistetakse ja kontrollitakse neid tegureid, seda vähem esineb probleeme ühendamisega. Ühendades materjale liimimise teel on oluline jälgida liimi tootjapoolseid juhiseid ja liimi kasutamise tingimusi, mis on vajalikud kvaliteetse ühenduse tagamiseks. Pealostamisel tuleb võtta arvesse liimi ja liimitatavate pindade füüsilist ja keemilist kokkusobivust, töötlemistingimusi, mehaanilisi omadusi, vastupidavust, värvust ja hinda. [19]

Pealostamine võib toimuda nii külmi- kui ka kuumpressimisega. Pealostamisel rakendatakse materjalidele survet järgnevatel põhjustel:

- a) pinnale jäänud õhu väljasurumine liimliitest;
- b) liimi osakeste liitumine aluspinna osakestega;
- c) pinnal olevate pooride ja tühimike täitumine liimiga (mehaaniline adhesioon);
- d) plaadile kantud liimi surumine ühtseks õhukeseks kihiks;
- e) detailide paigal hoidmine liimi kõvenemiseni. [19]

Nii lamineerimine kui ka spoonimine toimub AS Standardis sama pealustusliiniga Presses Wilde Automation (vt joonis 6), mille tõttu sarnanevad ka pealostamisprotsessid. Järgnevalt kirjeldatud pealostustehnoloogiatena on käsitletud neid, mis on AS Standardis kasutusel.



Joonis 6. Pealustusliin Presses Wild Automation

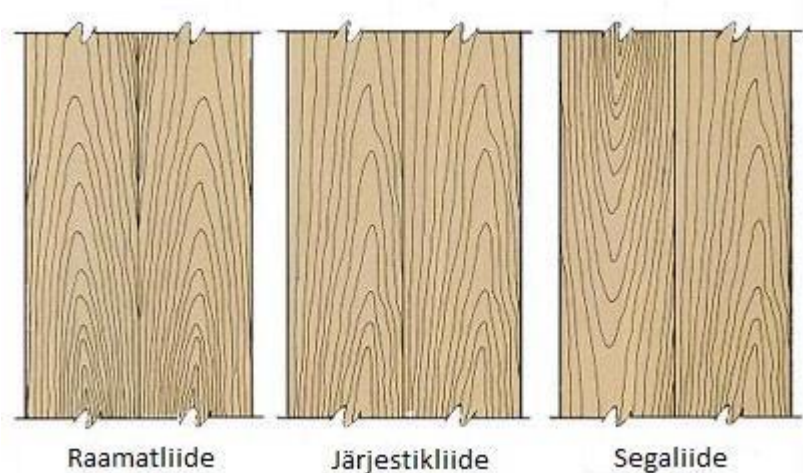
4.1. Spoonimine

Spoonimine ehk vineerimine on laialdaselt kasutatav plaatmaterjalide pealustustehnoloogia, mis võimaldab anda plaatmaterjalidele täispuidule omase meeldiva ja sooja väljanägemise. Spoonitud puitplaadid on mõeldud mööblivalmistajatele ja inimestele, kes soovivad säästa puiduvarusid, hindavad kvaliteetset välimust ning on hinnateadlikud.

Peamiselt kaetakse spooniga PLP-sid, sest nende puhul on tasase pealispinna saavutamine raskem kui PKP-de puhul. Spoonimine algab spooni ehk kattevineeri parajaks lõikamisega vastavalt plaatmaterjali mõõtudele. Lisaks spoonile on vajalik lõigata vastukaalupaberist spooni mõõtmes paberitükk juhul, kui soovitakse valmistada ühepoolse spooniga puitplaat. Vastukaalupaberiga kaetud plaate kasutatakse mööbliesemete valmistamisel, kus piisab plaatmaterjali ühepoolsest

spoonimisest ning teine pool jääb nähtamatuks. Sõltuvalt spooni laiusest on spoonimise järgmiseks etapiks, kas viia spooniribad liimimisele spoonsärgi moodustamiseks või koos vastukaalupaberiga otse edasi spoonimismasina juurde.

Juhul, kui spooni laius jääb plaatmaterjali omale alla, on vajalik moodustada spoonilehti kokku liimides spoonsärgid. Spoonsärgide moodustamiseks on kasutusel järgmised viisid: servliimimine ja sik-sak õmblus. Kattevineeri servade kokkuliimimisel asetatakse spoonilehtede servad omavahel servapidi kokku ning liimitakse kindla ühenduse tagamiseks. Sik-sak õmblus tekitatakse termoniiti kasutades ning tulemusena saadakse spoonsärg, mille ühendused on pealtvaates siksakilise mustriga. Enamlevinudateks koostamisviisideks on raamat-, järjestik- ja segaliide. Raamatliite korral ühendatakse spoonilehed omavahel kokku nii, et nende ühenduskoht jääb peegeldusteljeks ning spoonilehed on kui teineteise peegelpildid. Järjestikliitega spoonsärgid koosnevad korduva mustriga spoonilehtedest, mis ei ole sümmeetrilised, st kõrval olev spoon on eelmise täpne koopia. Segaliitega spoonsärgkides on spoonilehed vastavalt oma nimetusele segamini ilma omavahelise seoseta kokku pandud. Joonis 7 on näidatud erinevad võimalused, kuidas ühendada omavahel spoonilehti spoonsärgkideks. Kvaliteetseimad spoonsärgid on kokku asetatud kas raamat- või ridaliitega ning kliendil on õigus otsustada, mis liitega spoonsärgid moodustatakse. Spoonilehtede paigutus mõjutab oluliselt mööblieseme väljanägemist ning seetõttu on spoonsärgide moodustamisel vajalik hoolikas ja läbimõeldud kokkupanek. [5]



Joonis 7. Spoonsärgide koostamise viisid [20]

Plaatmaterjal asetatakse pealustusliinile, millel paiknevad laserandurid fikseerivad pressitava plaadi pikkuse ja paksuse. Vastavalt plaadi mõõtmetele reguleerib arvuti plaadile rakendatava surve väärtust. Nii spoonimise kui ka lamineerimise puhul on erisurve, millega pealustusmaterjal plaadi külge pressitakse, $4,5 \text{ kg/cm}^2$, st ühele cm^2 -le materjalile surutakse raskusega 4,5 kg. Andurid tuleb hoida puhtana seoses võimalusega, et need fikseerivad valed mõõtmed ning sõltuvalt sellest, kas plaadi mõõduks fikseeriti suurem või väiksem väärtus, rakendatakse kas liiga suurt või vähest survet. Liigne surve võib suruda madala viskoossusega liimi pealustusmaterjali ning plaadi vahelt välja, jättes tugeva liimliite moodustumiseks liiga vähe liimainet. Vähesese surve korral ei ühine liimiosakesed alusplaadi omadega ning ühendus jääb nõrgaks.

Hoolimata liimi pealekandmise meetodist, olgu selleks kas pintseldamine, pihustamine või liimvaltsidega kandmine on liimi pealekandmise eesmärgiks jaotada piisav ühtlane kogus liimi üle kaetava materjali pinna nii, et pressi all olles voolaks liim ühtlase paksusega õhukeseks liimikihiks. Eeldades, et pealekandmise seadmed on võimelised jaotama liimi ühtselt ja pinnad on tasased, siledad ja paralleelsed, levib liim surve all ideaalselt.

Edasi liiguvad plaadid läbi liimivaltside, mis kannavad plaadi mõlemale poolele liimikihi. Valtside reljeefne pind võimaldab kanda plaadi pinnale täpse koguse liimi, liimikihi paksus sõltub valtside mustri sügavusest. Valtside reljeefsest pinnast tingituna satub liim plaadile ribadena, mis surve rakendamisel voolavad kokku ja moodustavad ühtlase kihi. [10][19]

Pealustamisprotsessid AS Standardis on pooleldi automatiseeritud, käsitsi toimub laminaadi või spooni asetamine liimiga kaetud plaadile. Spoonimise korral asetatakse valtside vahelt tulevatele plaatidele alumisele poolele vastukaalupaber ning peale spoon. Edasine plaatide teekond liigub läbi kuumpressi, kus spoon ja paber pressitakse kindlalt plaadi külge. Plaatide pressitakse temperatuuril $95 \text{ }^\circ\text{C}$ ning pressimistsükli kestuseks on 180 s. Pressides liiga kõrgel temperatuuril liiga madala niiskussisalduseni, võib esineda muutusi spooni pinnal ning põhjustada nõrka liimliidet. Kuumpressist tulnud plaadid asetatakse üksteise peale virna jahtuma ning seisma üleöö enne, kui nendega on võimalik teostada edasisi toiminguid, nagu lõikamist, puurimist ja freesimist. Spoonid ja vastukaalupaber on suuremate mõõtmetega kui plaat, mistõttu on tarvis teostada enne kasutamist plaatide mõõdulõikamine. Varu on vajalik selleks, et tagada pinna katmine terves plaadi ulatuses, juhul, kui pressimise käigus spoon liigub paigast. [19]

4.1.1. Viimistlemine

Viimistlemise ülesanneteks on kaitsta plaati keskkonnatingimuste eest, säilitada välimust ja võimaldada puhastamist. Seoses laminaatide suurema vastupidavusega ning nende viimistlemise nõude puudumisega, on antud alapeatükis pööratud tähelepanu spoonitud plaatide viimistlemisele. Spoonitud plaatide viimistlemiseks on levinumateks moodusteks lakkimine või värvimine, mis nõuavad eelnevaid pinnatöötlusmeetodeid. [19]

Katmise eelse pinnatöötluse moodustavad lihvimine ja peitsimine. Lihvimine on tehnoloogilisest vaatenurgast viimistlemise märkimisväärse tähtsusega etapp. Kvaliteetselt lihvitud pind hoiab viimistlusmaterjali kulude pealt kokku, sest kehvasti lihvitud aluspinda imendub viimistlusmaterjal intensiivsemalt, põhjustades pinnakihist puidukiudude suuremat üleskerkimist. Lihvpaberi või -masinaga suurendatakse adhesiooni aluspinna ja viimistlusmaterjali vahel, mille tulemusel saavutatakse võimalikult heade pinnaomadustega viimistletud plaat. Peale selle eemaldab lihvimine niiskuse toimel pinnakihist välja kerkinud puidukiudusid. [2]

Esimene lihvimine toimub enne kruntlaki või -värvi pealekandmist. Kruntkihile esitatavateks nõueteks on hea lihvitavus ning hea katmisvõime. Kruntimisele järgneb vahelihv, mille eesmärgiks on eemaldada viimistlusmaterjali mõjul üles tõusnud kiud. [2]

Spoonitakse kasutatakse peitsi, mis imbub spooni sisse ja põhjustab värvuse muutuse. Peitsitud spoonitud plaati viimistletakse lakiga. Parim viimistlustulemus saavutatakse püstoliga pihustamise teel, milleks on loodud spetsiaalsed pihustuskambrid. Püstoliga kantakse plaadile nii värv kui ka lakk. Teine võimalus laki või värvi pealekandmiseks on automaatpihustamine, mis on mõeldud eelkõige suuremahuliste tööde jaoks. Detailid liiguvad mööda konveierit pihustite alla, mis hakkavad tööle siis, kui detail on jõudnud pihustuspiirkonda.

Kuivatamine toimub kuivatuskambris, mis lühendab viimistlusmaterjali kuivamisega, seoses lahusti kiirema aurustumisega kõrgemal temperatuuril. Kambrisse sisenemisel toimub esmalt järgjärguline temperatuuri tõus ning lähenedes väljapääsule hakkab temperatuur taas langema. [2]

Plaatmaterjali tootmisprotsessi oluliseks teguriks on ümbritsev keskkond. Puit kokkupuutes niiskusega paisub, mistõttu tuleb tagada ühtlane niiskustase kogu tootmistsükli vältel.

4.2. Lamineerimine

Lamineerimine on erinevate materjalide kihistamise protsess, mille produktiks on parendatud tugevuse, stabiilsuse ja välimusega komposiitmaterjal. Seetõttu võib ka pealistanud plaatmaterjali nimetada laminaadiks, kuid üldjuhul jääb see nimetus dekoratiivsetele ja konstruktiivsetele laminaatidele. Selles peatükis keskendutakse lamineerimisele kui plaatmaterjali pealistanisele laminaadiga. [6]

Lamineerimisprotsess toimub sarnaselt spoonimisele, erinedes temperatuuri ning kestuse poolest. Ühepoolse lamineerimisega liimitakse alusplaadi ühele poolele laminaat ning teisele vastukaalupaber. Enne pealistanist lõigatakse laminaadid õigesse mõõtu, arvestades plaadi mõõtmeid ning varu, milleks on kokkuleppeliselt ~20 mm, mis on kujutatud joonisel 8.



Joonis 8. Puitplaatide pealistanisel jäetav varu

Plaatmaterjalide tootjad lisavad puitplaatidele omapoolse varu, mis koos pealistanismaterjalide varuga lõigatakse õigesse mõõtu. Laminaatide pressimine puitplaadile toimub temperatuuril 40...45 °C, nõ külmpressimine, ning tsükli kestuseks on 200 s. Pealistanud plaadid seisavad üleöö virnas. Lamineeritud plaadid üldjuhul viimistlemist ei nõua. Plaatidele jäänud liimi jäägid on võimalik lihvimisega eemaldada.

4.3. Vaakummembraankatmine

Vaakummembraankatmine võimaldab nii plaatmaterjalide peelistamist spooni või laminaadiga kui ka plaatide painutamist soovitud vormi abil.

Detaili vormimine toimub membraanpressiga, kus membraaniks on läbipaistev painduv polüuretaankile. Kile on kummist tihenditega kinnitatud alumiiniumist raami külge, mis omakorda fikseeritakse kinnitusvahenditega laua külge, et õhu ligipääs oleks välistatud. Vaakumpumba abil eemaldatakse kile alt õhk ning tekkinud vaakumiga surutakse plaat vastu vormi. Kasutatav pump võimsusega 40 m³/h on piisavalt võimas, et kiirelt ja ühtlaselt eemaldada õhk ning hoida tugevalt plaati vormi vastas. Joonis 9 kujutatud GMP-I-3713 membraanpress on mõeldud eelkõige tööstuslikuks kasutamiseks ning masstootmiseks. [16]

AS Standardis sooritatakse membraanpressiga HDF-ide ning MDF-ide kokkuliimimist ja vormimist soovitud kuju järgi. Peelistamiseks kasutatakse antud pressi harva, sest peelistatavad plaadid on peamiselt siledad ning peelistusliiniga on tootmine kiirem. Spoonimisel kasutatav UF-liim vajab kõvenemiseks ja ristsildade moodustumiseks kuumust, mida membraanpressiga ei suudeta anda ning seetõttu ei kasutata seda seadet spoonimiseks. PVA-liimiga liimitavaid laminaate on võimalik selle pressiga plaatmaterjalile kanda. Membraanpressi kasutamisel võib esineda sileda detaili surumisel suure raadiusega vormi peale detaili lõhestumist kõveruse kohapealt. Lõhenemist saab ennetada, töödeldes pressimisele eelnevalt plaadi pinda niiske lapiga.

Vaakummembraankatmisega saab peale detailide painutamise ka kanda viimistluskiilesid nii freesi kui ka CNC-tööpingiga tekitatud profiilidega detailidele. Iseäranis reljeefse mustriega köögikapiuste peelistamisel on membraanpressimine kõige sobilikum.



Joonis 9. Global GMP-I-3713 membraanpress [16]

5. MATERJALIDE OMAVAHELINE KOOSMÕJU

Antud peatükk kirjeldab pealistamise kvaliteedi sõltuvust puitplaadi omadustest ning pealustusmaterjalide mõju puitplaadile.

Pealistamise kvaliteet on määratav tugevusega, millega pealustusmaterjal jääb alusplaadi külge kinni ja püsib kindlalt edasiste töötlemisprotsesside käigus. Alapeatükis 5.1. käsitletavate plaatmaterjali omadustena on lähtutud nendest, mis määravad liimliite tugevust kõige enam – pinna kvaliteet, märgumine ja niiskussisaldus.

Alapeatükk 5.2. keskendub pealustusmaterjalidega katmisest tulenevatele mõjutustele plaatmaterjali omadustes. Teades, kuidas võib pealustusmaterjalidega parandada puitplaadi omadusi, saab valida õiged materjalid erinevates keskkonnatingimustes kasutamiseks.

5.1. Pealistamist mõjutavad plaadi omadused

Pealistatava plaadi omadustest sõltub materjalide kokkujäämine ning pealistatud plaadi kvaliteet. Hea liimliite alusteks on puhas aluspind ja selle head märgumisomadused. Peale selle võimaldavad paralleelsed ja siledad tasapinnad liimil vabamalt levida ja moodustada ühtlane õhuke kiht, mis on vajalik veepõhiste puiduliimide efektiivsuse tagamiseks. Eduka pealistamise jaoks on oluline ka ühendatavate materjalide niiskussisalduste ühtlustamine. [19]

5.1.1. Pinna kvaliteet

Üheks pinna kvaliteedi määramise aspektiks on selle füüsiline seisund. Puidust pinnad, mida soovitakse kas pealistada või omavahel liimida, peavad olema ühtlased ning vabad pinnastruktuuris esinevatest ebaregulaarsustest. Pind peab olema vaba ekstraktiivainetest, mustusest, lahtistest puidukiududest ja teistest jäätmetest. Vastasel juhul tekib liimliide pigem pinnal olevate osakeste, kui aluspinnaga. Peale selle võib pinnakate eralduda aluspinnast mullidena, mida põhjustavad aluspinna poorides olev õhk või niiskus. [19][33]

Teiseks oluliseks aspektiks on pinna keemiline seisukord. Pind võib sisaldada õhuga edasi kanduvaid reostusaineid, ekstraktiivaineid või antiseptikume või olla õhus sisalduvate ainetega reageerinud, mis kõik võivad segada materjalide kokkujäämist. Puitpinnad, eriti puitplaadid, võivad olla tootmise käigus muudetud keemiliselt mitteaktiivseks adhesiooni suhtes. Mõningaid pinna kvaliteeti mõjutavaid tegureid on kahjuks keeruline avastada, mistõttu ei saa iga kord liimides garanteerida ühenduse maksimaalset tugevust. Reostusained segavad plaadi märgumist ja adhesiooni ning võivad sekkuda liimisisese koheosioonitugevuse arengusse. Puidust pinnad vajavad ettevalmistamiseks mehaanilist töötlemist, mistõttu lihvitakse neid abrasiivmaterjaliga [8][19]

5.1.2. Märgumine

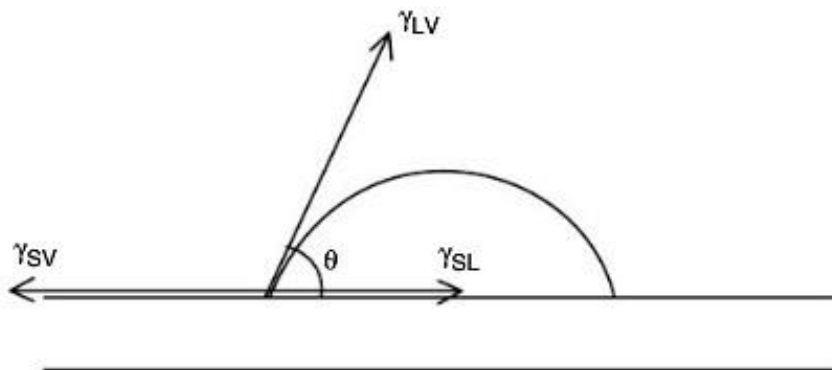
Kahe pinna ühendamiseks omavahel peab liim märgama ja voolama üle pindade ning mõningatel juhtudel tungima aluspinda. Plaadi pind omakorda peab olema võimeline märguma pealekantava liimi poolt. Märgumine on liimitava materjali pinnal oleva õhu asendamine vedela faasi poolt. [13]

Puitplaatide pind omab üldjuhul kehva märguvust. Puitplaatide kuumpressimise käigus vaigused ekstraktiivained imenduvad plaadi pinda, mis põhjustab piiratud märgumist veebaasil puiduliimide poolt. Ekstraktiivaineid iseloomustab hüdrofoobsus ehk nad tõrjuvad vett. Enamus

puiduliimid sisaldavad lahustina vett, mistõttu nad ei märga pinda piisavalt, liim ei voola spontaanselt ega tungi ekstraktiivainetega kaetud aluspinda. Ekstraktiivainete keemiline aktiivsus võib katalüüsida liimi kõvenemismäära nii, et kõvenemine toimub enneaegselt ning liim kaotab oma võime voolata. Kehva märguvusega puitplaatide adhesiooni saab parendada kerge lihvimisega. Liiga tugev lihv võib omakorda muuta tasase pinna ebaühtlaseks ning tekitada pinnale liigseid lahtiseid kiudusid, mis häirivad adhesiooni. [19][28][33]

Kahe lihtsa testiga saab selgeks teha, kuidas plaat märgub ja kui raskelt liimitav pind on. Esimene test seisneb veetilga asetamisega liimitavale pinnale ning tilga käitumise jälgimises. Juhul, kui tilk säilitab oma sfäärilise kuju 30 s ilma pinnale levimata, on vaadeldav pind tõenäoliselt liimipoolsele märgumisele vastupidav. Teise testiga katsetatakse plaadi märguvust, tõmmates väga märja riidega üle pinna. Kui minuti pärast pole vesi pinda imunud, tuleb eemaldada pinnale jäänud vesi kuivatuspaberiga. Pinnaomaduste kohta saab teha järeldused, võrreldes kuiva ja märja pinna karedust. Kui niisutatud pind on karedam kui kuiv, siis plaat võib olla saanud kannatada töötlemise käigus, mis võib raskendada adhesiooni ning võimalust, et liimimisel tekki ühendus on liiga nõrk, mis ei hoiaks kahte pinda piisava tugevusega koos. [19]

Liim märgab pinda, kui kokkupuutes substraadiga saavutatakse võimalikult väike kontaktnurk θ , mis on näidatud joonisel 10. Täielik märgumine toimub, kui $\theta = 0^\circ$ ehk $\cos \theta = 1$. [28][8]



Joonis 10. Märgumisnurga θ kujutamine (γ_{SL} – tahke pinna ja vedeliku piirpinna energia, γ_{SV} – tahke pinna ja auru piirpinna energia, γ_{LV} – vedeliku ja auru piirpinna energia) [10]

5.1.3. Niiskussisaldus

Niiskussisaldus plaadis mõjutab nii märgumist, liimi voolamist plaadi pinnal, liimi tungimist materjali ning liimi kõvenemise ulatust. Pealistamist mõjutavad nii madal kui ka kõrge niiskussisaldus plaadis. [19]

Madala niiskussisaldusega plaadid võivad põhjustada liimi ja selles lahustina oleva vee tugevat absorptsiooni aluspinda, mille tagajärjel jääb liimliitesse vähesel määral liimainet, mis ei ole piisav tugevaks ühenduseks. Kui puit sisaldab endas üleliigset kogust niiskust, väheneb vee ja liimi absorbeerumine puitu. See omakorda põhjustab liimi kõrget voolavust, millega kaasneb surve rakendamisel liimi väljasurumine liimivuugist. Selliselt saavutatav ühendus on nõrk seoses asjaoluga, et vastupidava ühenduse tagamiseks ei olnud piisavalt liimainet. [1]

Niiskussisalduse kontroll on eriti oluline kuumpressimise puhul, kus liigsest niiskusest tingitud liimi liikuvus põhjustab liigset imbumist aluspinda. Peale selle, kui kõrgetel temperatuuridel hakkab vesi keema, tõuseb ka aururõhk plaadis. Kõrge aururõhk võib põhjustada pealistsmaterjali eraldumist liimliitest rõhu vabanemisega. Liigne niiskussisaldus termoreaktiivsetes liimides võib takistada täielikku ristsildumist, jättes liimliite nõrgaks. [19]

Plaatmaterjalide kuumpressimise käigus toimuvad muutused temperatuuris, niiskussisalduses ja aururõhus. Temperatuuri ja niiskussisalduse kõikumised panevad paika plaadi omaduste moodustumise ning vaigu kõvenemise. Nende kõrvalekallete kombinatsioon koos rakendatava survega plaadi tihendamiseks määrab plaadi tiheduse profiili piki plaadi paksust, seeläbi ka plaadi omadused. Mida kõrgem on pealmise kihi liimitud osakeste niiskussisaldus, seda suurem on niiskuse gradient pindmise ja sisemise kihi vahel ning seda kiiremini teostatav on plaatmaterjali kuumentamine. Selle tõttu toodetakse PLP-sid, mille pinnakihid on tihedamad ehk suurema niiskussisaldusega ning sisemised hõredamad. PKP-des ei eksisteeri erinevusi pindmiste ja sisemiste kihtide niiskussisalduste vahel. [1]

Niiskussisaldus mõjutab oluliselt liimliite tugevust ja vastupidavust ning plaatmaterjalide mõõtmete stabiilsust. Suured muutused puitplaadi lõpprakenduse niiskussisalduses võrreldes pressimisele eelneva niiskussisaldusega põhjustavad kahanemisest või paisumisest tulenevaid pingeid, mis nõrgendavad ühendust ja põhjustavad plaadi kaardumist või väändumist. Pealistatav plaat peab olema piisavalt madala niiskussisaldusega, et kui pressimise käigus kandub liimist

niiskus plaadile, on saadava plaadi niiskussisaldus selline, mis vastab mööblieseme tulevase ümbritseva keskkonna niiskussisaldusele. Sellisel moel välditakse plaadi kahanemist või paisumist ning seetõttu tuleb ühe mööblieseme plaatdetailid pealistada üheaegselt, et ei esineks erinevusi niiskussisalduses ja ei tekiks probleeme kokkupanekul. Õige niiskussisalduse määramine sõltub plaatmaterjalist ja liimis olevast niiskusest ning kas pressimise käigus materjalidele rakendatakse kuumust. Niiskussisaldust plaadis võib lisaks mõjutada ka plaadile kantava liimi kogus. [19]

Enne pealistamist on soovitatav säilitada plaatmaterjale kuivas kohas, et vähendada plaadi niiskussisalduse muutumist, mis võib viia tasapinnalise plaadi moonutatud kujule. [19]

5.2. Pealustusmaterjalide mõju puitplaadile

Plaatmaterjalide edukas rakendamine mööblitööstuses on seotud kindlate omadustega, milleni pealistamata plaadid ei küündi. Pealistamise eesmärkideks on vähendada niiskuse ja vee imendumist, parendada mehaanilisi omadusi ja väljanägemist ning vähendada kahjulike gaaside, nagu formaldehüüd ja pestitsiidid, eraldumist. [22]

Mööblitööstuses on pealistamise eesmärgiks eelkõige saavutada välimus, mis vastab kliendi soovidele. Seeläbi võib mööblitööstuses pidada madala maksumusega plaatmaterjali välimuse parendamist täispuidu tasemele või kõrgemalegi kõige tähtsamaks plaati mõjutavaks teguriks. Pealustusmaterjali valik teostatakse hoolikalt ning läbimõeldult, sõltuvalt sellest, kas mööblit kasutatakse sisetingimustes, niiskusega kokkupuutuvates või välistingimustes. Mida suurem on pealustusmaterjali tihedus, seda tugevam struktuur moodustub plaadi pinnale, ning see omakorda tõstab märgatavalt paindetugevust ja elastsusmoodulit. Tihedam kattekiht vähendab lisaks ka vee imendumist. Plaatmaterjali sisesidusust pealistamine ei mõjuta. Sisesidusused näitab, kui tugevalt on materjali sisemised osakesed omavahel seotud. Sisesidusused on kooskõlas paindepinge jaotumisega ning selle mõjutamiseks tuleb kasutada aineid, mis on suutelised tungima plaadi sisemusse, et plaadi sisemist tugevust tõsta. [22]

Plaatide pealistamine koos servade pealistamisega parendab mehaanilisi omadusi, vähendab paksusesse paisumist ja muudab materjali biolagunemise suhtes kindlamaks. Pealistusmaterjaliga kaetud ning servpealistatud plaat omab kõrgendatud vastupidavust biolagunemise suhtes, mis on põhjendatav sellega, et seened ja hallitused ei ole võimelised tungima plaadi sisemuses olevatesse rakkudesse. Pealistusmaterjaliga kaetud puitplaat ei ima niiskust, seeläbi väheneb ka biolagunemine. Kui hoida plaadi niiskussisaldust alla 20%, suudetakse lagunemist ära hoida. Lisaks parandab lamineerimine plaadi temperatuuri-, valgus- ja kemikaalikindlust. Mehaanilistest omadustest on lamineerimise tulemusena märgata elastsusmooduli väärtuse tõusu ja mõõdustabiilsuse paranemist. Ühepoolne ehk asümmeetriline lamineerimine ei ole paisumise ning formaldehüüdi vabanemise suhtes sobilik. [22][35]

Asümmeetrilise lamineerimise korral pind, mis ei ole sünteetilise vaiguga kaitstud, on vastuvõtlik õhuniiskuse muutlikkusele, mistõttu plaati imendub kergemini niiskust. Seoses sellega, et laminaadiga pealistatud pinnale tekib tugevam kiht, mis ei lase niiskust läbi ning pealistamata pinnale madalama tihedusega nõrgem kiht, tekivad plaadisiseselt pinged, mis võivad esile kutsuda kaardumist. Hõredam kattekiht laseb rohkem niiskust plaati ning selle tagajärjel plaat paisub. Sellega on põhjendatav ka AS Standardis esinev pealistatud plaadi kaardumine. Pealistamisel tuleb jälgida, et puitplaadi mõlemale poolele liimitakse võrdse tihedusega materjal. Vastukaalupaberi korral tuleb võimalusel kasutada sama tootja paberit, mis on kindlalt antud spooni või laminaadi jaoks mõeldud. [22][23]

Pealistatud plaadi omadused sõltuvad nii alusplaadi kvaliteedist kui ka pealistusmaterjali tüübist. MF-vaiguga immutatud paberid parendavad füüsilisi ja mehaanilisi omadusi ning vähendavad formaldehüüdi emissiooni. Melaaminpaberiga pealistamine vähendab lisaks ka plaadi pundumist paksusesse niiskuse toimele. Selle põhjuseks võib pidada pealistusmaterjali poolt alusplaadi pinnale tekkinud tugevamat kihti ning melamiinvaigu veekindlust. Spoonitud, melamiinitud ja lamineeritud pinnad kannatavad rohkem koormust, mis võimaldab kasutamist ka tingimustes, kus plaadile rakendatakse jõudu. Melamiinvaiguga pealistusmaterjalid vähendavad vee imendumist plaati, mistõttu on võimaldatud selliste plaatide kasutamine välistingimustes või siseruumides, kus niiskusega kokkupuudet ei ole võimalik vältida. [21]

KOKKUVÕTE

Käesolevas bakalaureusetöös käsitleti puitplaatide pealistamist ettevõttes AS Standard. Vastavalt püstitatud ülesannetele jagunes töö kolmeks osaks: materjalide tutvustamine, üksikasjalik ülevaade pealistustehnoloogiatest ning materjalide omavaheline mõju.

Seoses mitmekülgse materjalivalikuga nii puitplaatide kui ka pealustusmaterjalide osas on antud töös välja toodud need, mis on enim pealistamisel rakendatavad; plaatmaterjalidest PLP, PKP, MDF, vineer ning pealustusmaterjalidest spoonid ja dekoratiivlaminaadid. Kuigi paberi baasil viimistluskiiled ehk vaiguga immutatud paberitega pealistamist AS Standardis ei teostata, kasutatakse melamiinpealustusega plaate laialdaselt, mistõttu on nii plaatmaterjalide kui ka pealustusmaterjalide all välja toodud ka need võimalused. Peale parendatud välimuse vähendavad pealustusmaterjalid niiskuse imendumist plaati ja mürgiste gaaside eraldumist ning parandavad mehaanilisi omadusi. Materjalide tundmine ning nende õige kasutamine võimaldab saavutada pealustusprotsessiga maksimaalseid tulemusi, seeläbi ka kvaliteetsemat toodangut.

Pealustus tehnoloogiate peatükk valmis läbi AS Standardi pealustusprotsesside jälgimise. Nii spoonimine kui ka lamineerimine viiakse läbi samal pealustusliinil, mistõttu nende erinevuse toob välja pealistamiseks kasutatavatest materjalidest tingitud iseärasused. Spoonimisel ja lamineerimisel ühendatakse materjalid omavahel liimiga, hoides materjale surve all liimi kõvenemiseks vajaliku aja. Kolmandaks võimaluseks plaatmaterjalide pealistamiseks on vaakummembraankatmine. Selle kohaselt toimub pealistamine vaakumpressiga, kus vaakumpumbaga tõmmatakse õhk välja, mille tulemusel pealustusmaterjal surutakse tihedalt liimiga kaetud plaadi külge. Vaakummembraankatmine on ainuke pealistamistehnoloogia, millelega on võimalik pealistada ka reljeefseid plaate. Vaakumpressiga teostatakse AS Standardis vaid plaatmaterjalide painutamist soovitud vormi järgi.

Pealistamise kvaliteet on suures osas sõltuv kasutatavast liimist ning selle sobivusest materjalidega. Sobivat liimi valides tuleb mõista jõudusid, mis tekivad liimliites ning mille tagajärjel jäävad kaks materjali omavahel kokku. Liim ei tohi muuta pealustusmaterjali värvust

ega struktuuri. AS Standardis on leitud, et spoonimiseks on kõige sobilikumaks osutunud UF-liim ning lamineerimiseks PVA-liim.

Sissejuhatuses väljatoodud kitsaskohad on põhjendatavad järgnevate seletustega:

- Liiga tugev surve põhjustab liimi välja surumist materjalidevahelisest ühendusest, jättes tugeva liimliite moodustumiseks liiga vähe liimainet. Vähesel surve korral liimi osakesed ei liitu aluspinnaga piisavalt tugevalt, mille tulemusel sarnaselt liigsele survele tekib nõrk ühendus.
- Plaadi pinnal olev mustus halvendab adhesiooni, mis võimaldab liimil hoida materjale omavahel koos.
- Plaadi kaardumist põhjustab plaatmaterjali pealiskihine materjalidega, millel on erinev tihedus. See on põhjendatav asjaoluga, et suurema tihedusega materjal tekitab pinnale tihedama ning tugevama katekihi, mis ei lase niiskusel imbuda plaati, kuid väiksema tihedusega kiht laseb, mistõttu tekivad kaardumist esile kutsuvad plaadisisesed pinged.
- Kõik eelnevad selgitused võivad põhjustada pealiskihine materjali lahtitulemist plaadi küljest. Lisaks nendele mõjutab liimliite tugevust ka plaatmaterjali omadused, nagu märguvus, niiskussisaldus, pinna kvaliteet, ning liimi omadused, nagu viskoossus ja spontaanne levimine ehk voolavus.

Käesoleva lõputöö kirjutamisega püstitatud eesmärk kirjeldada pealiskihine AS Standardis ning põhjaliku õppematerjali koostamine eelkõige ettevõtte töötajatele, aga ka teistele huvilistele, kes puutuvad pealiskihinega otseselt või kaudselt kokku, sai täidetud. Autori isiklik huvi töö kirjutamisega seisnes võimaluses elada sisse ettevõttesse ja selle töötamisse ning areneda tööalasel.

SUMMARY

The aim of this bachelor's thesis „Surfacing of Wood-Based Panels used in the Furniture Industry“ was to compose a detailed educational material based on surfacing of wood-based panels in AS Standard. Due to the growing demand for appearance and higher quality, furniture manufacturers need to find ways to create furniture with lower price but better characteristics which is the purpose of surfacing of wood-based panels.

This thesis is divided into three parts: introduction of materials, overview of surfacing technologies and the effect of surfacing materials on wood-based panels. Due to the wide selection of different materials only those were described that are mostly used in AS Standard to produce furniture. Five types of wood-based panels - particleboard, fiberboard, MDF, plywood and melamine-faced panel – and three different surfacing materials were discussed – decorative veneers, laminates and resin impregnated papers. In this thesis only those surfacing technologies were studied which can be performed in AS Standard. This study focused on veneering and laminating but also briefly introduced vacuum-membrane coating. The chapter of surfacing technologies was made through observation.

Surfacing offers enhanced mechanical properties, better appearance and reduction in emission of volatile compounds such as formaldehyde and pesticides. Moreover, it reduces the absorption of humidity and water into the board which helps to lessen shrinkage or swelling. For that reason surfaced wood-based panels can be used in conditions where contact with humidity is inevitable. Surfacing can also lead to warping if materials with different densities are glued to both sides of a panel. Another bottleneck in relation to surfacing is that the glue line is not strong enough to hold two materials together. Weak glue line can be caused by too high or low moisture content in wood-based panel, high viscosity of glue, low wettability of the substrate or too high or low pressure applied during bonding.

This thesis is meant to be a study material mainly for the workers in AS Standard and for those who are interested in surfacing and how it affects wood-based panels.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Aguilera, A. Davim, J. P. Research Developments in Wood Engineering and Technology. IGI Global, 2014. 410 lk.
2. Akzo Nobel. Puitpindade tööstuslik viimistlemine. [WWW]
http://www.akzonobelwood.com/files/akz_man_est.pdf (04.04.2015)
3. ALPI S.p.A koduleht. ALPIlignum brochure. [WWW]
http://www.alpiwood.com/media/userfiles/files/ALPIlignum_ottavo_2014-10-10_web.pdf (07.03.2015)
4. Arch Media Group LLC. Wood veneer slices. [WWW]
<http://www.archtoolbox.com/materials-systems/wood-plastic-composites/woodveneercuts.html> (02.06.2015)
5. AS Mass koduleht [WWW] <http://www.mass.ee/spoon> (07.03.2015)
6. Ashter, S. A. Thermoforming of Single and Multilayer Laminates : Plastic Films Technologies, Testing, and Applications. Elsevier Science, 2013. 345 lk.
7. Bulian, B., Graystone, J. Wood Coatings: Theory and Practice. Oxford: Elsevier Science, 2009. 320 lk.
8. Christjanson, P. Adhesioon ja adhesiivid. 2. tr. Tallinn: TTÜ Kirjastus, 2004. 144 lk.
9. Cognard, P. Handbook of Adhesives and Sealants, Volume 1 - Basic Concepts and High Tech Bonding. Elsevier Science, 2005. 511 lk
10. Cognard, P. Handbook of Adhesives and Sealants, Volume 2 - General Knowledge, Application of Adhesives, New Curing Techniques. Elsevier Science, 2006. 530 lk.
11. CP Adhesives koduleht. How to Use Powdered Urea Resin Adhesive. [WWW]
<http://www.cpadhesives.com/proper-urea-resin-use> (27.03.2015)
12. Dodiuk, H., Goodman, S. H. Handbook of Thermoset Plastics. 3rd ed. USA: Elsevier Science, 2013. 795 lk.
13. Ebnesajjad, S. Handbook of Adhesives and Surface Preparation - Technology, Applications and Manufacturing. Elsevier Science, 2011.

14. Ebnesajjad, S., Landrock, A. H. Adhesives Technology Handbook. 3rd ed. London: Elsevier Science, 2014. 437 lk.
15. Eesti Metsa- ja Puidutööstuse Liit. Puitmaterjalide tutvustus. [WWW] http://www.puuinfo.ee/index.php?option=com_content&view=article&id=107&Itemid=116 (07.03.2015)
16. Global Vacuum Presses. Global Membrane Press Industrial GMP-I. [WWW] http://www.nabuurs.com/det_producto.php?idMod=39&idioma=EN (02.06.2015)
17. Kaps, T. Orgaanilised komposiitmaterjalid: õppematerjal. [WWW] <http://www.kk.ttu.ee/puit/Komposiitmaterjalid/KMP-0250-1.pdf> (07.03.2015)
18. Luga, Ü. Spooni koorimise ja hõõveldamise tehnoloogia (loengukonspekt). Kursus „Puit ja plastid“, õ/a 2014/15.
19. Mahoney, W. D. Wood Engineering Handbook. BNI Building News, 2000.
20. Marshfield DoorSystems, Inc. WDMA Guide to Door Face Veneers. [WWW] http://marshfielddoorcomponents.com/FaceOptions_WDMA_p2.html (02.06.2015)
21. Nemli, G., Örs, Y., Kalaycıođlu, H. The choosing of suitable decorative surface coating material types for interior end use applications of particleboard. – *Construction and Building Materials*. 2005, 19 (4), 307-312.
22. Nemli, G., Çolakog˘lu, G. The influence of lamination technique on the properties of particleboard. – *Building and Environment*. 2005, 40 (1), 83-87.
23. Nemli, G., Yıldız, S., Gezer, E. D. Effects of melamine raw paper weight, varnish type and the structure of continuous pressed laminate (CPL) on the physical, mechanical properties and decay resistance of particleboard. – *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2005, 56 (3), 166-172.
24. Pinner, S. H., Simpson, W. G. Plastics: Surface and Finish. 1st ed. London: Butterworth and Co, 2013. 250 lk.
25. Ratna, D. Handbook of Thermoset Resins. iSmithers Rapra Publishing, 2009. 424 lk.
26. Reiska, R. Keemilise puitmassi tehnoloogia (loengukonspekt). Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool, 2012. 42 lk.
27. Reiska, R. Puitkiudplaatide tehnoloogia (loengukonspekt). Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool, 2012. 41 lk.

28. Rowell, R. M. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2012. 687 lk.
29. Saarman, E., Veibri, U. Puiduteadus. 2. tr. Tartu: Eesti Metsaselts, 2006. 560 lk.
30. Schramm, A. A Complete guide to Hardwood Plywood and Face Veneer. Hardwood and Veneer Association: Purdue University Press, 2003. 136 lk.
31. Shmulsky, R., Jones, P. D. Forest Products and Wood Science: An Introduction. 6 th ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2011. 496 lk.
32. Šumigin, D. Puitlaastplaadid (loengukonspekt). Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool, 2012. 51 lk.
33. U.S. Department of Agriculture. The Encyclopedia of Wood. Washington: Skyhorse Publishing, 2007. 1664 lk.
34. Väärispuu ja Spoon OÜ koduleht. [WWW] <http://www.vaarispuu.ee/tehnilised-spoonid.html> (07.03.2015)
35. Yan, L., Shuxia, R. Building Decorative Materials. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2011. 424 lk.

LISA. Ümarpuidul põhinevad plaatmaterjalid

