EESTI MAAÜLIKOOL
Metsanduse ja inseneeria instituut

Tanel Veske

TERMOTÖÖDELDUD JA VIIMISTLETUD SANGLEPALE JA HARILIKULE HAAVALE PINNATRÜKITUD PILDI VASTUPIDAVUS SOOME SAUNA KESKKONNAS

DURABILITY OF THERMO-TREATED AND FINISHED SURFACE-PRINTED IMAGES ON *ALNUS GLUTINOSA* AND *POPULUS TREMULA* IN A FINNISH SAUNA ENVIRONMENT

Magistritöö

Metsatööstuse õppekava

Juhendaja: Regino Kask, *PhD*

Kaasjuhendaja: Jörgen Dobris, *MSc*

Tartu 2023

www.emu.ee

Eesti Maaülikool

Estonian University of Life Sciences

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		**Magistritöö lühikokkuvõte**	
Autor: Tanel Veske		Õppekava: metsatööstus	
Pealkiri: Termotöödeldud ja viimistletud sanglepale ja harilikule haavale pinnatrükitud pildi vastupidavus soome sauna keskkonnas			
Lehekülgi: 54	Jooniseid: 18	Tabeleid: 4	Lisasid: 3
Õppetool: CERC S-i kood: ETIS-e teadusvaldkond: Juhendaja(d): Kaitsmiskoht ja -aasta:	Metsa- ja maakorralduse ning metsatööstuse õppetool B430 Metsakasvatus, metsandus, metsandustehnoloogia Regino Kask ja Jörgen Dobris Tartu, 2023		

Tänapäeval on muutunud üha olulisemaks, et ehitus- ja viimistlusmaterjalid oleksid keskkonnasõbralikud ja võimalikult väikse süsiniku jalajäljega, et vähendada kasvuhoonegaaside emissiooni. Seetõttu tootjad otsivad uusi võimalusi puitmaterjali mitmekülgsemaks viimistlemiseks. Näideteks nendest võimalustest on puidu termotöötlemine ning pinnatrükk. Oluliseks on saanud ka puidu viimistlemine ekstreemtingimustes, nagu saunakeskkond, mis eeldab puitmaterjali ning viimistluse vastupidavust kõrgetel temperatuuridel ja niiskuses.

Magistritöös uuriti kolme erineva lakiga viimistletud termohaava ja termolepa pinnatrüki vastupidavust soome sauna keskkonnas. Katsed toimusid kliimakapis, mis oli seadistatud vastavalt standardile. Muutujatena hinnati katsekehade koloriitsust, läiget ning viimistlusmaterjalide adhesiooni.

Tulemustest selgus, et katsekehade koloriitsuse muutus on tuvastatav mõõtmiste teel, kuid mitte visuaalsel vaatlusel. Läige püsis umbkaudselt sama või oli näha tõusu, sõltuvalt laki margist. Ristlõikekatse näitas, et tindi adhesioon halvenes saunakeskkonnas kõigi lakkide puhul. Võrdlus varasemaga näitas, et katsekehade lakiga kaitsmine saunakeskkonnas õigustab ennast.

Uurimustöö eesmärgid said täidetud ning tulemustel on praktiline väärtus. Käesoleva töö põhjal saab uurida edasi teiste viimistlusvahendite vastupidavust saunakeskkonnas ning langetada otsuseid viimistlusmaterjali valiku osas.

Märksõnad: pinnatrükk, adhesioon, termopuit, läige, koloriitsus, lepp, haab, saunakeskkond

www.emu.ee
Eesti Maaülikool
Estonian University of Life Sciences

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014	**Abstract of Master's Thesis**
Author: Tanel Veske	Curriculum: Forest Industry

Title: Durability of thermo-treated and finished surface-printed images on *alnus glutinosa* and *populus tremula* in a Finnish sauna environment

Pages: 54	Figures: 18	Tables: 5	Appendixes: 3

Department:	Chair of Forest and Land Management and Wood Processing Technologies
Field of research and (CERC s) code:	Silviculture, forestry, forestry technology (B430)
Supervisors:	Regino Kask and Jörgen Dobris
Place and date:	Tartu, 2023

Nowadays, it has become increasingly important that building and finishing materials are environmentally friendly and have the smallest possible carbon footprint in order to reduce greenhouse gas emissions. This is why manufacturers are looking for new ways to give wood materials a more versatile finish. Examples of these options include heat treatment and surface printing. The finishing of wood in extreme environments, such as saunas, has also become important, requiring the wood material and the finish to be resistant to high temperatures and humidity.

The thesis investigated the durability of surface printing of three different varnish finishes on thermally treated *alnus glutinosa* and *populus tremula* in a Finnish sauna environment. The tests were carried out in a climate chamber set up according to the standard. The variables evaluated were coloring, gloss and adhesion of the finish materials.

The results showed that the change in colouring of the test specimens is detectable by measurements but not by visual observation. The gloss remained roughly the same or an increase was seen, depending on the varnish brand. The crosscut test showed that ink adhesion deteriorated in the sauna environment for all varnishes. Comparison with previous results showed that the protection of the test specimens with varnish in the sauna environment is justified.

The objectives of the research were met and the results have practical value. The present work can be used to further investigate the resistance of other finishes in the sauna environment and to make decisions on the choice of finish material.

Keywords: surface printing, adhesion, thermowood, gloss, coloring, alder, aspen, sauna environment

SISUKORD

SISUKORD 4
SISSEJUHATUS 6
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE 8
1.1 Puidu termiline töötlemine 8
1.1.1 Thermory 10
1.2 Termiliselt töödeldud puidu omadused 10
1.2.1 Termiliselt töödeldud puidu mõõtmete stabiilsus 10
1.2.2 Termiliselt töödeldud puidu tugevus ja vastupidavus 11
1.2.3 Termiliselt töödeldud puidu värvus 12
1.3 Termiliselt töödeldud puidu kasutamine 13
1.3.1 Välisrakendused 13
1.3.2 Siserakendused 14
1.3.3 Saunad 14
1.4 Pinnatrükk 15
1.5 Pinnaomaduste hindamine 16
1.5.1 CIELab värviruum 16
1.5.2 Ristlõikekatse 18
1.5.3 Puitpinna läike mõõtmine 20
2. MATERJAL JA METOODIKA 21
2.1 Katsekehad 21
2.2 Katsed kliimakapis 23
2.3 Koloriitsuse mõõtmine 24
2.4 Läike mõõtmine 26
2.5 Ristlõikekatse 27
2.6 Katseandmete töötlemine 28
3. TULEMUSED 29
3.1 Koloriitsuse muutus katsekehadel 29
3.2 Läike muutus katsekehadel 34
3.3 Ristlõikekatse tulemused 36
4. ARUTELU 40

4.1 Koloriitsus 40
4.2 Läige 41
4.3 Ristlõikekatse 42
KOKKUVÕTE 43
KASUTATUD KIRJANDUS 45
LISAD 50
Lisa 1. Novalk NFA14922-xx tooteetikett. 51
Lisa 2. Sayerlack AF72**/00 tooteetikett. 52
Lisa 3. Sayerlack AM0623/NN tooteetikett. 53

SISSEJUHATUS

Ülemaailmne CO2-kontsentratsioon õhus on kasvanud murettekitava kiirusega: Rahvusvahelise Energiaagentuuri andmetel eraldus ainuüksi 2022. aastal maailmas 36,8 miljardit tonni süsinikdioksiidi. Selline heitkoguste suurenemine toob kaasa temperatuuri tõusu ja aitab kaasa kliimamuutusele, mis kujutab endast tõsist ohtu planeedile ja selle elanikele. Ülemaailmse CO2-heite vähendamiseks ja kliimamuutuste halbade mõjude leevendamiseks on vaja kiiresti meetmeid rakendada [40]. Vähendades kasvuhoonegaaside (veeaur, süsinikdioksiid, metaan, dilämmastikoksiid, osoon) kogust atmosfääris, saame aeglustada globaalse soojenemise kiirust, merepinna tõusu ja muid kliimamuutuse tagajärgi. Lisaks võib süsinikdioksiidi heitkoguste vähendamine parandada õhu kvaliteeti ja vähendada õhusaastega seotud negatiivsete tervisemõjude ohtu [42, 43]. Seoses väga kiire C sisalduse tõusuga atmosfääris on selle vastu võitlemiseks sõlmitud mitmeid kliimakokkuleppeid - ÜRO kliimamuutuste raamkonventsioon (1992), Kyoto protokoll (1997), Pariisi kliimalepe (2015), Kopenhaageni kokkulepe (2009), Bali tegevuskava (2007) ja eesmärk 55 (2022) [44-45].

Tänapäevane tööstus ja tarbija eeldavad, et kasutatav toormaterjal peaks olema väikese ökoloogilise jalajäljega ja tootmine võimalikult keskkonnasõbralik. Puidul on paljude teiste ehitusmaterjalide ja energiaallikatega võrreldes väike süsiniku jalajälg, kuna puit on taastuv materjal [41]. Samuti suudab puit kogu oma kasvutsükli jooksul süsinikku salvestada [49]. Võrreldes teiste materjalidega, nagu betoon, teras ja tellis, võib puidu kasutamine ehituses märgatavalt vähendada kasvuhoonegaaside heitkoguseid [41]. Puit on universaalne materjal, millest saab toota väga paljusid erinevaid tooteid, alates mööblist ja ehitistest kuni ravimite ja tekstiilini. Lisaks annab puidutööstus otseselt Eestis tööd 18 000 inimesele ja kaudselt lausa 60 000 töötajale [30]. Aastal 2021 eksporditi puitu ja puittooteid 2349 miljoni euro eest [31]. RMK puiduturundusosakonna juhataja Ulvar Kaubi hinnangul on puidukasutamise uus tase alles jõudmas ning tulevikumaterjalide osas puidule alternatiivi pole [32]. Eeldatavasti leitakse puidule veelgi uusi kasutusalasid ning uute viimistlusvõtete ja puidu vastupidavuse

suurendamise kaudu võimalusi puitmaterjale tarbijate jaoks atraktiivsemaks teha. Üheks moodsaks puidu viimistlemise võimaluseks on pinnatrükk, mis võimaldab puitpinnale printida ükskõik millise disainiga kujutisi. Pinnatrüki kasutamine annab juurde suurel hulgal võimalusi puitmaterjali disainimiseks ning dekoratiivseks kasutamiseks.

Käesoleva töö eesmärgiks on uurida termopuidule prinditud kujutise püsivust soome sauna keskkonnas, et selgitada välja, kas pinnatrüki kasutamine sellises keskkonnas õigustab ennast viimistlusmeetodina. See annaks võimaluse saunas kasutatava termopuidu mitmekülgseks ja kauakestvaks viimistlemiseks. Varasemalt on Leesment aastal 2021 uurinud viimistlemata prinditud pinna vastupidavust soome ja vene sauna keskkonnas [46]. Käesoleva magistritöö tulemustega tekib võrdlusmoment erinevate viimistlusmaterjalide ja viimistlemata materjali kestvuse osas. Saadud info näitab, kas pinnatrükiga kaetud puitmaterjal sobib saunakeskkonda ning millise viimistlusmaterjaliga seda kõige parem kaitsta on. Hüpoteesiks on, et viimistlusmaterjaliga (lakk) kaitstud pinnatrükk säilib sauna keskkonnas kauem, säilitades oma läike ja koloriitsuse, kui viimistlemata pinnatrükk. Töö valmis koostöös Eesti Maaülikooli, Thermory AS-i ja Võrumaa Kutsehariduskeskuse Puidutöötlemise ja mööblitootmise kompententsikeskusega Tsenter. Töö autor viis ise läbi kõik tööks vajalikud katsed ning andmetöötluse.

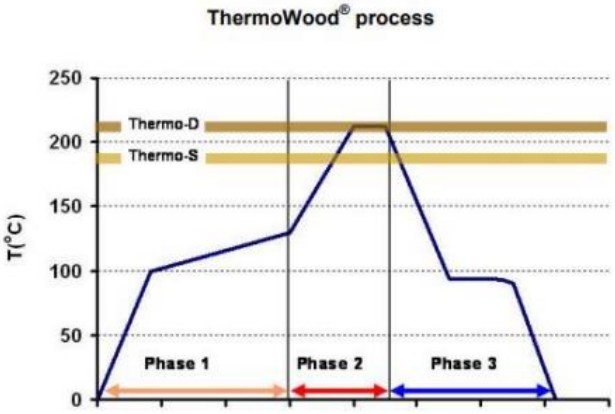
Töö esimene osa annab ülevaate sellest, kuidas puitu termiliselt töödeldakse ning mis on selle kasutusalad ja omadused. Lähemalt räägitakse ka läike mõõtmisest, ristlõikekatsest ja koloriitsuse mõõtmisest ehk CIELab värvisüsteemist. Töö teine osa kirjeldab teostatud katsete metoodikat ning katseseadmeid. Töö viimane ja kolmas osa räägib teostatud katsete tulemustest ning võrdleb saadud andmeid varasematega.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Puidu termiline töötlemine

Puidu termiline töötlemine, mida tuntakse ka termotöötlusena või termopuiduna, on protsess, mille käigus puitu kuumutatakse kõrgendatud temperatuuril kontrollitud keskkonnas, tavaliselt hapniku puudumisel. Protsess muudab puidu keemilisi, füüsikalisi ja mehaanilisi omadusi, mille tulemuseks on mõõtmete stabiilsuse ja lagunemiskindluse parandamine ning hügroskoopilisuse vähendamine [3]. Termiliselt modifitseeritud puidu nõudeid määratlev standard on EN 113, mis on Euroopa standard puidu bioloogilise vastupidavuse määramiseks. Selles standardis on sätestatud tingimused puidu vastupidavuse kontrollimiseks seente ja putukate suhtes ning see sisaldab termiliselt modifitseeritud puidu kategooriat, mida nimetatakse "ThermoWood". Standard määratleb ThermoWoodi kui puitu, mida on termiliselt muundatud vastavalt konkreetsele protsessile ja mis vastab teatavatele niiskusesisalduse, tiheduse ja keemilise koostise nõuetele. ThermoWood-protsess põhineb põhimõttel, et puidu vastupidavuse ja stabiilsuse parandamiseks kasutatakse kõrgeid temperatuure, vältides samal ajal kemikaalide või muude lisaainete kasutamist [4, 47].

Puidu termiline töötlemine toimub kolmes etapis: kuivatamine, pürolüüs ja karboniseerimine (joonis 1). Kuivatamise käigus eemaldatakse puidust niiskus, mille tulemusena väheneb puidu hügroskoopilisus. Pürolüüs toimub temperatuuril 200-300 °C, mille tulemusena lagunevad hemitselluloos ja tselluloos, mis on vastutavad puidu hügroskoopilisuse eest. Karboniseerimine toimub kõrgematel temperatuuridel, üle 300 °C, mille tulemusel laguneb ligniin, mis vastutab puidu mõõtmete stabiilsuse eest [8].



Joonis 1. Puidu termilise töötlemise faasid ja temperatuur [11]

Termilise töötlemise käigus toimuvate keemiliste muutuste tulemusel tekivad keemilised ühendid, nagu äädikhape, furfuraal ja levoglükosaan, mis aitavad kaasa puidu lagunemiskindlusele [7]. Lisaks võib termiline töötlemine tänu ligniini suurenenud ristseotusele parandada puidu mehaanilisi omadusi, nagu kõvadus ja jäikus [8].

Termilise töötlemise tõhusust võivad mõjutada mitmed tegurid, sealhulgas puidu liik, temperatuur ja töötlemise kestus. Erinevatel puiduliikidel on erinev keemiline koostis, mis mõjutab nende reageerimist termilisele töötlemisele [3]. Lisaks võivad temperatuur ja töötlemise kestus mõjutada toimuvate keemiliste muutuste ulatust ning puidu lõplikke omadusi [6].

Lisaks saab termilise töötlemise tõhusust parandada keemiliste modifikaatorite, näiteks alküülketendimeeride kasutamisega, mis võivad tungida puidu rakuseintesse ja reageerida puidu komponentidega, mille tulemuseks on mõõtmete stabiilsuse, lagunemiskindluse ja mehaaniliste omaduste paranemine [8].

1.1.1 Thermory

Thermory AS on ettevõte, mis on spetsialiseerunud puidu termilisele modifitseerimisele. Nende termotöötlusprotsess on patenteeritud meetod, mis hõlmab puidu kuumutamist kõrgel temperatuuril 215-230 °C kuni 8-10 tunni jooksul kontrollitud keskkonnas. Selle tulemuseks on ühtlasem toode, võrreldes traditsiooniliste termiliste modifitseerimisprotsessidega. Protsessi kõrge temperatuur ja pikem kestus võimaldavad suuremat kontrolli puidu omaduste üle, mille tulemuseks on toode, mis on vastupidavam, stabiilsem ja lagunemiskindlam kui töötlemata puit [11].

Termotöötlusprotsess muudab ka puidu füüsikalisi omadusi, näiteks värvi ja tekstuuri. Protsess muudab puidu tumedamaks ja annab sellele rikkalikuma ja ühtlasema värvuse. Saadud puidu mõõtmete stabiilsus on samuti suurem, mis tähendab, et puidu väändumine või kahanemine niiskuse muutumise tõttu on vähem tõenäoline. Termotöötlusprotsess vähendab ka puidu tasakaalustatud niiskusesisaldust, mis tähendab, et puit võtab niiskust sisse aeglasemalt kui töötlemata puit ja annab seda aeglasemalt välja [11].

1.2 Termiliselt töödeldud puidu omadused

1.2.1 Termiliselt töödeldud puidu mõõtmete stabiilsus

Puidu termiline töötlemine hõlmab puidu kuumutamist kõrgel temperatuuril hapniku puudumisel, mille tulemusena muutuvad puidu füüsikalised, mehaanilised ja keemilised

omadused [3]. Üks oluline kasu termilisest töötlemisest on puidu mõõtmete stabiilsuse paranemine. Protsess vähendab puidu võimet niiskust vastu võtta ja eraldada, mille tulemuseks on stabiilsem puittoode [4].

Uuringud on näidanud, et termiliselt töödeldud puidu niiskusesisaldus on madalam kui töötlemata puidu puhul [3, 48]. See niiskusesisalduse vähenemine on tingitud puidu hüdroksüülrühmade eemaldamisest, mis muudab puidu vähem vastuvõtlikuks vee imendumisele. Lisaks vähendab puidu vabade hüdroksüülrühmade vähenemine vesiniksidemete arvu, mis tekivad veemolekulide ja puidu vahel, mille tulemuseks on väiksem paisumine ja kahanemine [5].

Termiliselt töödeldud puidu mõõtmete stabiilsus muudab selle ideaalseks kasutamiseks niisketes tingimustes, nagu terrassid, fassaadid, saunad ja välismööbel.

1.2.2 Termiliselt töödeldud puidu tugevus ja vastupidavus

Termiline töötlemine võib parandada ka puidu tugevust ja vastupidavust. Protsess tugevdab puitu, sidudes omavahel ligniini, hemitselluloosi ja tselluloosikiudusid, mille tulemuseks on jäigem ja vastupidavam materjal [7]. Lisaks sellele kõrvaldatakse termilise töötlemisega putukate ja muude puitu lagundavate organismide kasvuks vajalikud toitained, mis muudab puidu vastupidavamaks lagunemisele[6].

Uuringud on näidanud, et termiliselt töödeldud puidu mehaanilised omadused, nagu paindetugevus, survetugevus ja kõvadus, on paremad kui töötlemata puidu puhul [7]. Protsess parandab ka puidu vastupidavust ilmastikutingimustele ning vähendab lõhenemise ja pragunemise ohtu [8].

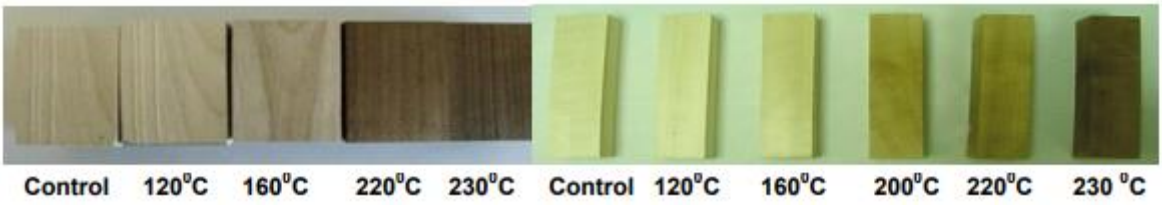
Termiliselt töödeldud puidu suurem tugevus ja vastupidavus muudavad selle suurepäraseks valikuks kõrgtehnoloogilistes rakendustes, nagu ehitus, põrandakatted ja välitingimustes kasutatavad terrassid.

1.2.3 Termiliselt töödeldud puidu värvus

Termiline töötlemine põhjustab puidu värvimuutusi. Näited värvimuutustest on nähtavad joonisel 2. Protsess muudab puidu keemilist koostist, mille tulemuseks on tumedamad ja rikkalikumad värvid, sõltuvalt töötlemistemperatuurist ja töötlemise kestusest [3]. Värvimuutus toimub hemitselluloosi lagunemise ja erinevate kromofoorirühmade moodustumise tõttu puidus [9].

Uuring on näidanud, et termiliselt töödeldud puidu värvimuutused on stabiilsed ega kao aja jooksul [9]. Protsessi abil on võimalik toota mitmesuguseid värvitoone, alates helepruunist kuni tumepruunini, sõltuvalt soovitud kasutusalast. Lisaks saab värvimuutusi reguleerida, muutes töötlemistemperatuuri ja -kestust, mis võimaldab lõpptoote välimuse paindlikkust [3].

Termiliselt töödeldud puidu värvimuutused muudavad selle populaarseks mööbli- ja põrandatööstuses, kus soovitakse tumedamat ja rikkalikumat värvi.



Joonis 2. Kase- ja haavapuidu värvimuutus termotöötlemisel [10]

1.3 Termiliselt töödeldud puidu kasutamine

1.3.1 Välisrakendused

Termiliselt töödeldud puit on osutunud ideaalseks materjaliks välitingimustes, kuna see on vastupidavam mädanemise, lagunemise ja putukate leviku suhtes. Puidu termiline modifitseerimine põhjustab puidus füüsikalisi ja keemilisi muutusi, mille tulemuseks on suurem mõõtmete stabiilsus, väiksem tasakaaluniiskusesisaldus ja parem vastupidavus bioloogilisele lagunemisele [13].

Üks levinud termiliselt töödeldud puidu kasutusviis on terrassid. Termiliselt modifitseeritud puidu mehaanilised omadused, sealhulgas suurem kõvadus ja jäikus, on paranenud, mistõttu see sobib terrassimaterjalina kasutamiseks. Lisaks on termiliselt töödeldud puit tumedama värvusega kui töötlemata puit, mida mõned koduomanikud peavad oma terrasside puhul esteetilisemaks [14].

Teine termiliselt töödeldud puidu väline kasutusala fassaadid. Termiliselt töödeldud puidu vastupidavus ilmastikutingimustele ja lagunemisele on paranenud, mistõttu on see ideaalne fassaadina kasutamiseks karmi kliimaga piirkondades. Lisaks on termiliselt töödeldud puidul püsiv ja atraktiivne välimus, mis võib parandada hoone üldist esteetikat [3].

1.3.2 Siserakendused

Termiliselt töödeldud puit on tänu oma ainulaadsele välimusele ja paremale stabiilsusele muutumas üha populaarsemaks ka siseruumides. Termiliselt töödeldud puidul on ainulaadne värv ja tekstuur, mis võib suurendada siseruumide visuaalset atraktiivsust [25].

Üks populaarne termiliselt töödeldud puidu kasutusviis sisekujunduses on põrandakate. Termiliselt modifitseeritud puidu mõõtmete stabiilsus ja kõvadus on parem kui töötlemata puidul, mistõttu sobib see põrandamaterjalina kasutamiseks. Lisaks sellele võib termiliselt töödeldud puidu tume värvus lisada siseruumidele keerukama ja kaasaegse tooni [26].

Teine termiliselt töödeldud puidu kasutusviis on mööbel ja kapid. Termiliselt töödeldud puidu mõõtmete stabiilsus ja niiskuskindlus on paranenud, mis muudab selle ideaalseks materjaliks mööbli ja kappide valmistamiseks. Lisaks võib termiliselt töödeldud puidu ainulaadne värv ja tekstuur luua sisekujunduses visuaalselt silmatorkava ja kaasaegse välimuse [27].

1.3.3 Saunad

Termiliselt töödeldud puitu on edukalt kasutatud saunapinkide, seinte ja lagede ehitamisel. Tulemused on olnud head tänu madalale soojusjuhtivusele, suurele stabiilsusele ning vastupidavusele lagunemisele ja niiskusele [15]. Lisaks sobivad sama uuringu kohaselt saunas kasutamiseks eriti hästi termiliselt töödeldud haava- ja lepapuit.

On leitud, et termiliselt töödeldud puidu vastupidavus lagunemisele ja niiskusele on oluliselt

parem ning mõõtmete stabiilsus saunatingimustes on suurem kui töötlemata puidul, mistõttu on see ideaalne materjal saunades kasutamiseks [16].

Termiliselt töödeldud puitu kasutatakse üha enam ka saunatarvikute, näiteks künade, ämbrite ja pinkide tootmisel. Sellel on suurepärane stabiilsus ning vastupidavus lagunemisele ja niiskusele [17].

Termiliselt töödeldud puidu kasutamine saunades pakub mitmeid eeliseid, sealhulgas stabiilsust ning vastupidavust lagunemisele ja niiskusele [16]. Materjali esteetilised omadused, sealhulgas selle ainulaadne värv ja tekstuur, muudavad selle samuti populaarseks valikuks saunade ehitamisel ja tarvikutes.

1.4 Pinnatrükk

Pinnaprinterid, mida tuntakse ka kui lamekujulisi UV-printereid, on printeritüüp, millega saab printida kujutisi erinevatele materjalidele, sealhulgas puidule, metallile, plastikule ja klaasile [34]. Pinnaprinteri abil puidule trükkimise protsess hõlmab tavaliselt mitut etappi. Kõigepealt valmistatakse puidu pind ette, lihvides või puhastades seda, et eemaldada mustus, tolm ja praht [35]. Seejärel luuakse soovitud kujutis või kujundus graafilise disaini tarkvara abil või saadakse pildifailist. Siis saadetakse kujundus printerile, mis kannab puidu pinnale tinti, kasutades UV-kõvenevaid tinte [34]. Need tindid kõvenevad või kuivavad UV-valguse toimel, mis aitab tindil puidu pinnale kinnituda ning tekitab vastupidava ja kauakestva trükise [36]. Pärast trükkimise lõpetamist võib puidu pinda katta läbipaistva viimistlusmaterjaliga (näiteks õli, vaha, lakk), et kaitsta trükist päikesevalguse, niiskuse või muude keskkonnategurite mõjul tekkivate kahjustuste või tuhmumise eest [35]. Pinnaprinterid suudavad toota kvaliteetseid, teravate detailide ja elujõuliste värvidega trükiseid erinevatele materjalidele, sealhulgas puidule [34].

Pinnatrükimasin Pixart Plot16 (joonis 3), mis asub Võrumaal Tsentris, on võimeline

trükkima kõigile tahketele materjalidele. Masina tööalaiuseks on 1550 mm, masin on läbiva töötlusega ning töödeldava detaili paksus 3-95 mm. Printimiseks on kasutusel UV-kõvenevad akrüültindid. Neli masinas kasutatavat tinti on CMYK-kombinatsioonis [38]. CMYK tähistab tsüaani, magenta, kollast ja musta, mis on neli põhilist tindivärvi, mida värvitrükis kasutatakse. Neid värve kombineeritakse eri protsentides, et toota mitmesuguseid värve ja toone [37]. Pinnatrükk on vaja pärast printimist täiendavalt kaitsta, et foto seal püsiks [38].

Joonis 3. Pinnatrükimasin Pixart Plot16

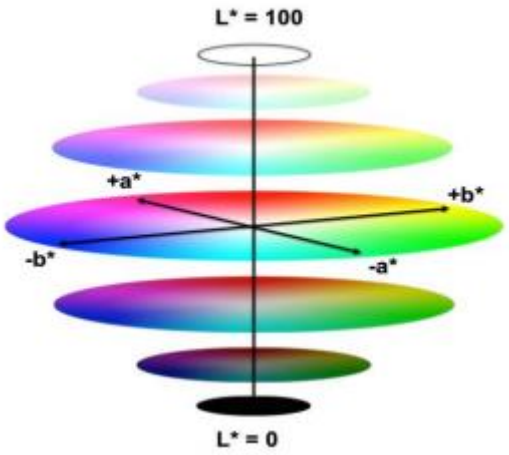
1.5 Pinnaomaduste hindamine

1.5.1 CIELab värviruum

CIELab värviruumi (tuntud ka kui Lab* värviruum) võttis 1976. a kasutusse Rahvusvaheline Valgustuse Komisjon ning määras standarmeetodiks värvi mõõtmiseks ning kirjeldamiseks. Lab* värviruumi loomise eesmärgiks oli luau värvimudel, mis suudaks esindada kõiki inimsilmale nähtavaid värve ning pakkuda ühtset viisi värviväärtuste mõõtmiseks ja

edastamiseks. Lab* värviruum on seadmetest sõltumatu, mis tähendab, et seda saab kasutada mis tahes seadmes või platvormil ning samad värviväärtused annavad sama värvuse. See muudab selle võimsaks vahendiks värvikommunikatsiooni jaoks ja tagab järjepideva värviedastuse erinevates seadmetes ja rakendustes. Lab* värviruumil tajutavalt ühtne värviskaala, mis tähendab, et erinevused värviväärtustes vastavad tajutavalt ühtsetele erinevustele värvide välimuses. Lab* värviruum on väärtuslik vahend mitmesuguste rakenduste jaoks, sealhulgas graafilise disaini, fotograafia ja pilditöötluse jaoks. Selle seadmetest sõltumatus ja tajutavalt ühtne skaala teevad sellest võimsa vahendi täpseks ja järjepidevaks värvikommunikatsiooniks [1].

Lab* värviruum on värvimudel, mis määratleb värvid kolme koordinaadi alusel: L, a ja b. Seda kasutatakse kõigi inimsilmale nähtavate värvide, sealhulgas nii additiivsete kui ka subtraktiivsete värvide kujutamiseks. L-koordinaat tähistab värvi heledust või tumedust ja jääb vahemikku 0 (must) kuni 100 (valge). Koordinaat a tähistab värvi asukohta punase ja rohelise teljel ning ulatub vahemikus -128 (roheline) kuni 128 (punane). Koordinaat b tähistab värvi asendit kollase-sinise teljel ja ulatub vahemikus -128 (sinine) kuni 128 (kollane) [1]. Visuaalne kujutus värvikoordinaatidest on nähtav joonisel 4.



Joonis 4. Värvikoordinaadid CIELab süsteemis [1]

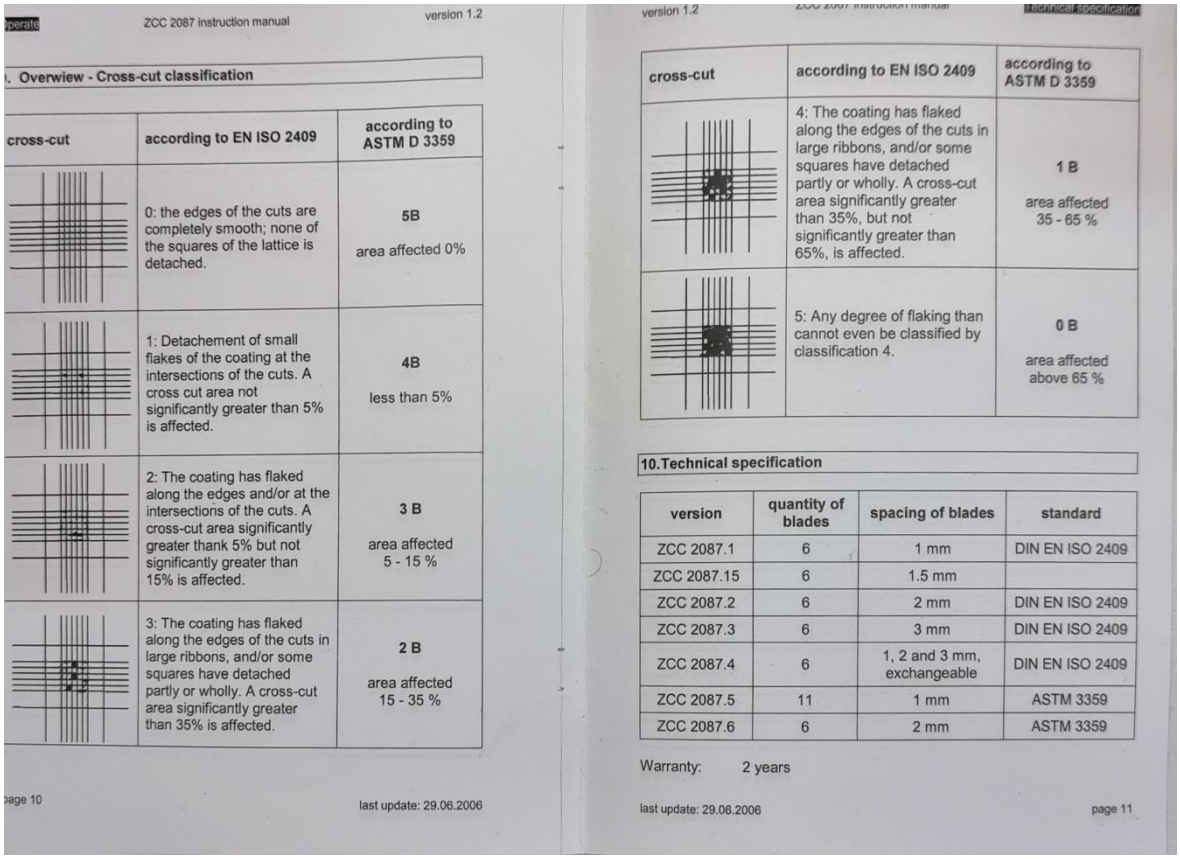
Värvierinevusi saab arvutada kui suhtelist vahemaad kahe võrdluspunkti (st kahe matemaatiliselt määratud värvi) vahel värvi piires. Seda erinevust väljendatakse tavaliselt delta E (ΔE) ja arvutatakse võrdlus- ja proovi L*a*b* väärtuste võrdlemisel, et määrata kindlaks, kui kaugel kaks värvi üksteisest värviruumis on [1].

1.5.2 Ristlõikekatse

Ristlõikekatse (*crosscut*) on meetod, mille abil hinnatakse puiduvärvide ja viimistlusvahendite, näiteks lakkide ja peitside adhesioonitugevust. Katse tegemiseks lõigatakse tavaliselt tera või noaga viimistluskihti ruudustik. Ruudustik võib koosneda ruutudest või ristkülikutest ning selle suurus võib erineda sõltuvalt konkreetsest rakendusest ja katsele esitatavatest nõuetest. Kui ruudustik on lõigatud, kantakse selle peale kleeplint ja vajutatakse ettevaatlikult paika, tagades, et lint kinnitub kindlalt kattele. Seejärel eemaldatakse teip kiiresti ühe liigutusega, vältides väänamist või tõmbamist, mis võib tulemusi mõjutada [19].

Pärast teibi eemaldamist hinnatakse katsekehalt teibile kinnitunud katte kogust visuaalselt või mikroskoobi abil katsekeha vaadeldes. Tulemused võib registreerida protsentides, mis väljendavad võrega kaetud kogupinda, või standardiseeritud skaalal põhineva hinnanguna [19]. Tulemusi saab klassifitseerida vastavalt standardile DIN EN ISO 2409 [20]. Tabelis 1 on välja toodud *crosscut*-testi tulemuste klassifikatsioon.

Tabel 1. *Cross-cut* klassifikatsioon [20]



perate ZCC 2087 instruction manual version 1.2

. Overwiew - Cross-cut classification

cross-cut	according to EN ISO 2409	according to ASTM D 3359
	0: the edges of the cuts are completely smooth; none of the squares of the lattice is detached.	5B area affected 0%
	1: Detachement of small flakes of the coating at the intersections of the cuts. A cross cut area not significantly greater than 5% is affected.	4B less than 5%
	2: The coating has flaked along the edges and/or at the intersections of the cuts. A cross-cut area significantly greater thank 5% but not significantly greater than 15% is affected.	3 B area affected 5 - 15 %
	3: The coating has flaked along the edges of the cuts in large ribbons, and/or some squares have detached partly or wholly. A cross-cut area significantly greater than 35% is affected.	2 B area affected 15 - 35 %

age 10 last update: 29.06.2006

version 1.2 Technical specification

cross-cut	according to EN ISO 2409	according to ASTM D 3359
	4: The coating has flaked along the edges of the cuts in large ribbons, and/or some squares have detached partly or wholly. A cross-cut area significantly greater than 35%, but not significantly greater than 65%, is affected.	1 B area affected 35 - 65 %
	5: Any degree of flaking than cannot even be classified by classification 4.	0 B area affected above 65 %

10.Technical specification

version	quantity of blades	spacing of blades	standard
ZCC 2087.1	6	1 mm	DIN EN ISO 2409
ZCC 2087.15	6	1.5 mm	
ZCC 2087.2	6	2 mm	DIN EN ISO 2409
ZCC 2087.3	6	3 mm	DIN EN ISO 2409
ZCC 2087.4	6	1, 2 and 3 mm, exchangeable	DIN EN ISO 2409
ZCC 2087.5	11	1 mm	ASTM 3359
ZCC 2087.6	6	2 mm	ASTM 3359

Warranty: 2 years

last update: 29.06.2006 page 11

Tegemist on kasuliku meetodiga puidupinnakatete ja -viimistluste kvaliteedi ja vastupidavuse hindamiseks. Andes teavet katte adhesiooni tugevuse kohta, aitab katse tagada katte head toimimist erinevates tingimustes ja keskkondades. Seda kasutatakse tavaliselt puidutootetööstuses kvaliteedikontrolli ja tootearenduse eesmärgil [19].

1.5.3 Puitpinna läike mõõtmine

Läike mõõtmine on oluline aspekt paljudes tööstusharudes, sealhulgas autotööstuses, mööbli- ja puidutööstuses, pinnakatetes ja plastmassides. Läike tajumist mõjutab pinna peegeldusvõime, tekstuuri ja materjali murdumisnäitaja kombinatsioon [23]. Standardis EVS-EN 13722:2004 on esitatud juhised läike väärtuste mõõtmiseks kolme erineva nurga all (20 kraadi, 60 kraadi ja 85 kraadi), kasutades läikemõõtjat [21].

Zenther-Glossmeter ZGM on mitmekülgne mõõteriist, millega saab mõõta läiget kõigi kolme standardis nimetatud nurga all. Zenther-Glossmeter ZGM on väikese ja kaasaskantava konstruktsiooniga, tänu millele on seda ideaalne välitingimustes kasutada. Sellel on ka kasutajasõbralik kasutajaliides, mis võimaldab hõlpsasti valida soovitud mõõtmisnurka [24].

Zenther-Glossmeter ZGM kasutamiseks peab mõõdetav pind olema puhas ja vaba igasugustest saasteainetest. Andur tuleb asetada pinnale ja mõõtmise tegemiseks tuleb vajutada mõõtmisnuppu [21]. Seade kuvab läike väärtuse oma LCD-ekraanil. Mõõtmiste täpsuse ja korratavuse tagamiseks on soovitatav teha pinnal mitu mõõtmist erinevates kohtades. Standardi EVS-EN 13722:2004 kohaselt tuleb teha vähemalt viis mõõtmist, kusjuures andur peab asetsema pinnal eri kohtades.

2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1 Katsekehad

Töös kasutatud katsekehad on valmistatud haava- ja lepapuidust (*populus tremula* ja *alnus glutinosa*). Puit sai AS Thermory poolt termotöötluse autoklaavis, kus haab töödeldi medium töötlusega ehk 170 °C juures ning lepp intense töötlusega ehk 215 °C juures. Mõlema töötluse puhul olid katsekehad autoklaavis ligikaudu 24 tundi. Katsekehad saeti Tsentris mõõtudesse: lepp 82 mm x 82 mm ja haab 75 mm x 100 mm (joonis 5). Erinevus katsekehade suuruses tuleneb sellest, et lepalauad olid saelauad ehk lavalauad, haavalauad aga voodrilauad ehk profiillauad. Pärast saagimist prinditi katsekehadele metsapilt, kasutades Tsentris olevat Pixart Plot16 pinnatrükimasinat. Katsekehad eristati puuliigiti ja vastavalt kasutatud viimistlusvahendile ning nummerdati numbritega 1-90. Katsekehad töödeldi seejärel viimistluspüssi kasutades kolme erineva lakiga ning kaaluti enne ja pärast lakkimist, et veenduda kasutatud laki koguse vastavuses tootjapoolsele spetsifikatsioonile. Katsekehade numeratsioon, kasutatud laki hulk ja mark on nähtav tabelis 2. Edaspidi on lakid selle töö raames tähistatud järgnevalt: Novalk NFA14922-xx – lakk 1, Sayerlack AF72**/00 – lakk 2, Sayerlack AM0623/NN – lakk 3. Kõigi kolme laki tooteetiketid on leitavad töö lõpus lisadena 1, 2 ja 3. Kokku tehti katsekehasid 180 tk, täpsem jaotus on kirjeldatud tabelis 2. Pärast laki kuivamist teostati esialgsed mõõtmised ning asetati katsekehad kliimakappi.

Tabel 2. Viimistlusmaterjali mark ja kogus

Katsekehade arv ja puuliik	Numeratsioon	Viimistlusmaterjal	Viimistlusmaterjali kogus kihi kohta g/m^2
30 (haab)	1-29	Novalk NFA14922-xx	107
30 (haab)	30-59	Sayerlack AF72**/00	92
30 (haab)	60-90	Sayerlack AM0623/NN	104
30 (lepp)	1-29	Novalk NFA14922-xx	99
30 (lepp)	30-59	Sayerlack AF72**/00	101
30 (lepp)	60-90	Sayerlack AM0623/NN	93

Joonis 5. Termohaavast ja -lepast lõigatud pinnatrükiga katsekehad

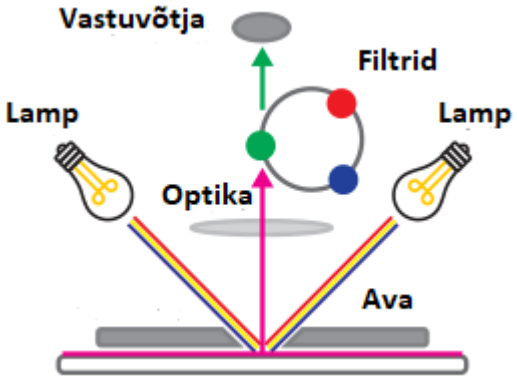
2.2 Katsed kliimakapis

Kliimakapi katse toimus Eesti Maaülikooli puidulaboris. Katsekehad olid kliimakapis kokku 35 päeva ning pärast seda oli näha, et suuri muutuseid koloriitsuses ja läikes enam ei toimu. Kliimakapp oli seadistatud 100 kraadi ja 20% õhuniiskuse peale, vastavalt standardile EVS-EN 12721:2009+A1:2013, imiteerimaks soome sauna keskkonda [28]. Vahemõõtmised toimusid iga 7 päeva tagant, kui mõõdeti kõigi katsekehade läiget ja koloriitsust. Erandiks on *crosscut* ï-test, mida teostati iga viimistlusmaterjali ja puuliigi puhul kuuele katsekehale, korra enne kehade kliimakappi asetamist ja korra pärast 35 päeva möödumist. Kasutati kliimakappi Memmert CTC256. Joonisel 6 on näha kliimakappi paigutatud katsekehad.

Joonis 6. Katsekehad kliimakapis Memmert CTC256

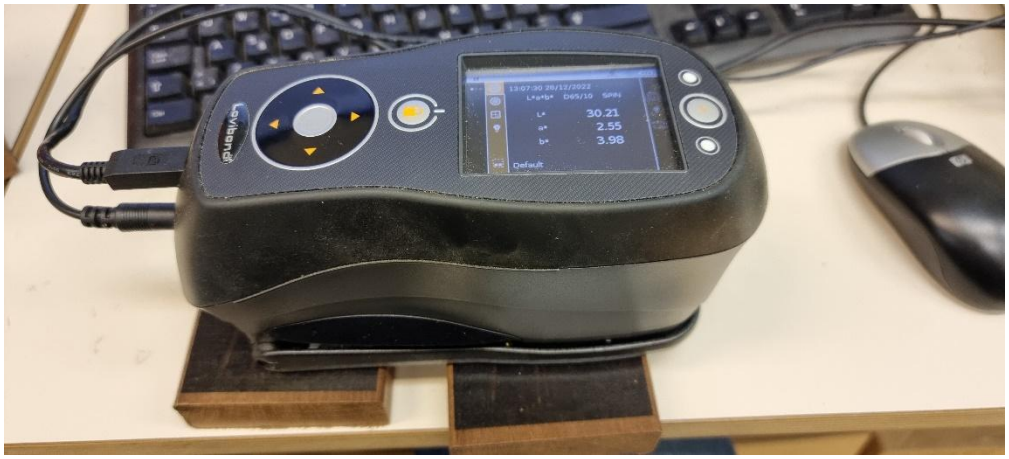
2.3 Koloriitsuse mõõtmine

Värvispektri muutuste mõõtmiseks kasutati spektrofotomeetrit Lovibond RT530 (joonis 8). Teostatud mõõtmised toimusid 10° nurga all ja D65 valgusega. Seade annab numbrilised tulemused CIElab värvikoordinaadistikus [33]. Lovibond RT530 tööpõhimõtet iseloomustab joonis 7.



Joonis 7. Spektrofotomeetri tööpõhimõte [22]

Tulemuste vaatlemisel kasutati SCE muutujat, milles arvestatakse hajuvat peegeldust ja on välja jäetud suundpeegeldustegur. SCI korral võetakse värvi mõõtmisel nii suundpeegeldustegur kui ka hajuv peegeldus mõlemad arvesse. Võrreldes SCI muutujaga, mis oleks teiseks variandiks, on SCE-meetod lähedasem sellele, mida inimsilm näeb. Seega on tegemist aktuaalsema näitajaga, kuna oluline on pildi püsivuse juures just see, kuidas inimsilm visuaalset muutust tunnetab [2]. Mõõtmiste tulemusteks saadud muutujad L*a*b salvestas spektrofotomeeter tarkvarasse OnColor. Seadme kalibreerimine toimus enne iga mõõtmisploki algust ehk iga 90 katsekeha järel. Seade oli iga mõõtmise puhul paigutatud samale kohale kõigil katsekehadel, et vältida seadme paigutusest tulenevaid erinevusi koloriitsuses. Selleks oli valitud pinnatrükitud pildil kindel puutüvi ning oks, mille järgi oli võimalik mõõtmisseadet positsioneerida.



Joonis 8. Spektrofotomeeter Lovibond RT530

2.4 Läike mõõtmine

Katsekehade läike muutuse mõõtmiseks kasutati Zenther-Glossmeter ZGM 1110.268, lähtudes standardist EVS-EN 13722:2004 [21]. Eesmärgiks on välja selgitada, kas 35 kliimakapis oldud päeva jooksul jääb katsekehade läige samaks, muutub tuhmimaks või tõuseb. Katsekehade mõõtmisel veenduti, et läikemõõtja asetus katsekehal oleks alati sama. Võrreldavad mõõtmistulemused on mõõdetud 60 kraadise nurga alt ja võrreldavaks muutujaks on gloss unit ehk läike ühik. Mõõtmisseade ning selle paigutus on nähtav joonisel 9.

Joonis 9. Läikemõõtja asetus katsekehal

2.5 Ristlõikekatse

Pinnatrükitud katsekehade adhesiooni testimiseks kasutati seadet Zehntner ZCC 2087 vastavalt standardile DIN EN ISO 2409 [20]. Test sooritati katsekehadele enne kliimakappi paigutamist ning teist korda pärast 35 päeva möödumist. Valimiks võeti iga viimistlusmaterjali ja puuliigi kohta 6 katsekeha, ehk kokku testiti 36 katsekeha. Esmalt sooritati ristlõiked, seejärel harjati puidu pind, et eemaldada lahtine materjal. Sooritatud ristlõige on näha joonisel 10. Viimase sammuna kleebiti diagonaalis üle ristlõikepinna teip

ning pärast selle eemaldamist oli võimalik võrrelda visuaalselt tindi adhesiooni. Tulemused võisid varieeruda 5B-0B, sõltuvalt sellest, kui suurt osa pindalast testseadmega sooritatud ristlõige mõjutas. Tulemuste hindamistabel on välja toodud tabelis 1.

Joonis 10. Ristlõikepind katsekehal

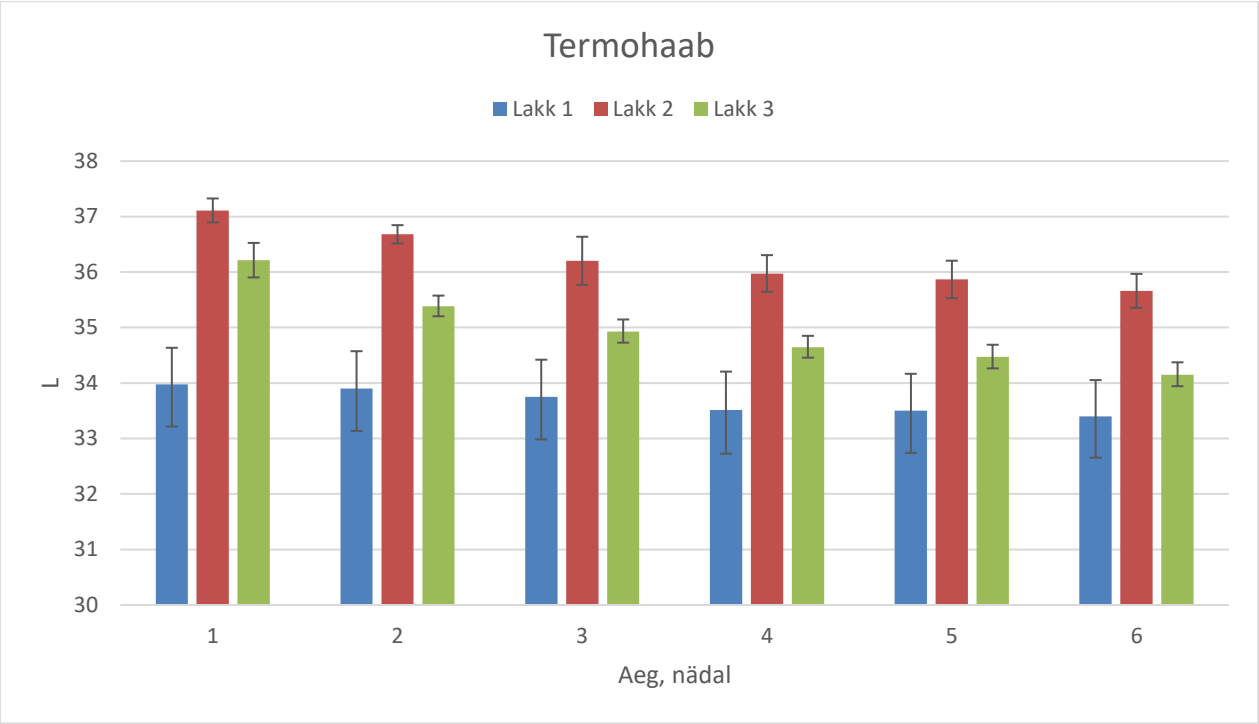
2.6 Katseandmete töötlemine

Katsekehade kaalud, ristlõikekatse tulemused ja läige sisestati programmi Microsoft Excel 365. Kolorimeetriga teostatud mõõtmised eksporditi tarkvarast OnColor tekstifaili ning sisestati samuti Exceli keskkonda. Andmete edasine statistiline töötlemine toimus RStudio keskkonnas (versioon 2023.03.0). Mõõtmisandmed grupeeriti puuliigi, mõõtmiskorra ning viimistlusmaterjali järgi. Arvutati läike ning koloriitsuse puhul tegurite L, a ja b aritmeetiline keskmine, standardviga, standardhälve, miinimum, maksimum ning usalduspiirid. Andmete vastavust normaaljaotusele kontrolliti Shapiro testiga. Saadud tulemustest koostati graafikud Microsoft Exceli keskkonnas. Selleks et kontrollida, kas muutused erinevate mõõtekordade andmete vahel on statistiliselt olulised, kasutati Tukey HSD testi. Kõik saadud tulemused on statistiliselt olulised ($P<0,01$), kui pole tekstis teisiti välja toodud.

3. TULEMUSED

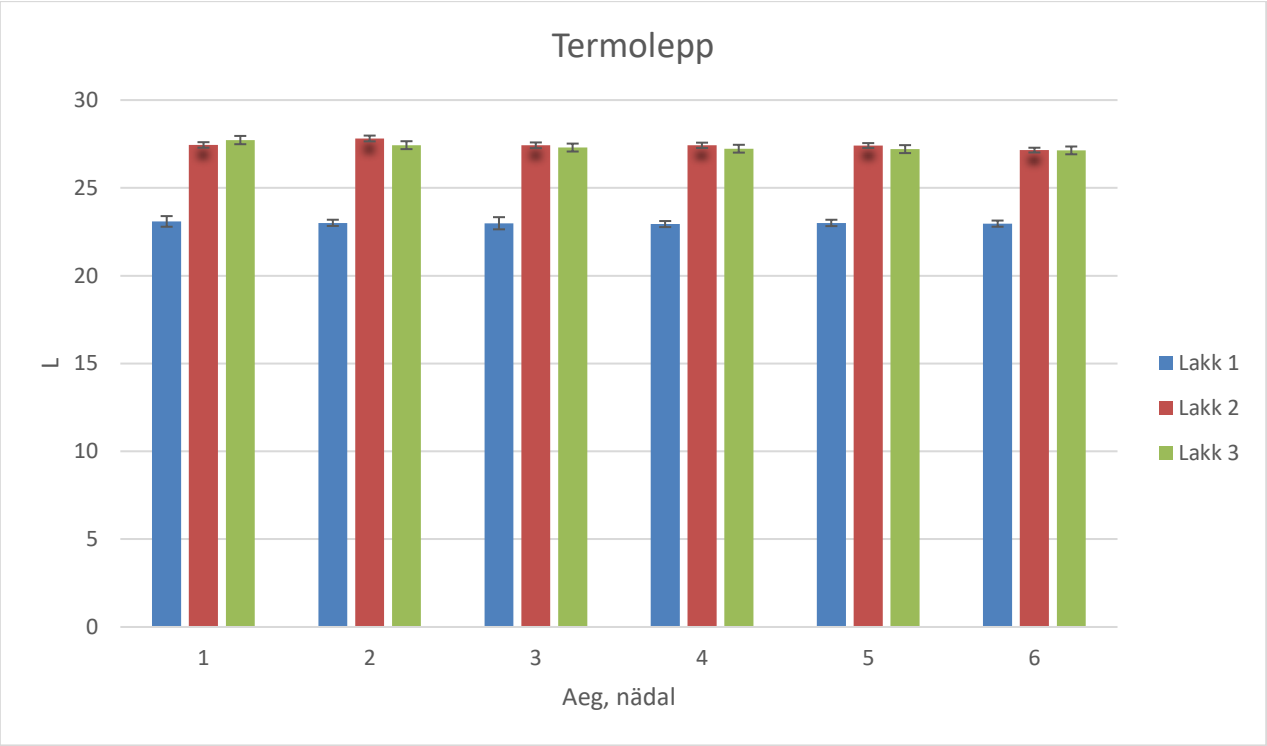
3.1 Koloriitsuse muutus katsekehadel

Saadud tulemused on grupeeritud puuliikide ja lakitüüpide kaupa. Kõikidele tabelitele on kantud ka usalduspiirid. Visuaalselt märgatav muutus toimus kõigil teise ja kolmanda lakiga kaetud katsekehadel juba esimesel nädalal. Esimese lakiga kaetud katsekehasid tundusid visuaalsel vaatlusel oluliselt vastupidavamad ja saunakeskkonna mõjude eest paremini kaitstud ning muutus oli vaevumärgatav ka katse lõpus. Joonisel 11 ja 12 on näha termohaava ja -lepa katsekehade heleduse (L-tegur) muutus erinevate lakkide lõikes aja jooksul, mil need kliimakapis olid. Haava puhul on näha, et heledus langeb küllaltki stabiilselt. Lepa puhul on aga muutus vaevumärgatav ja heledus püsib ühtlasel tasemel kogu perioodi vältel.



Joonis 11. Termohaava L-teguri muutus kliimakapis lakkide lõikes

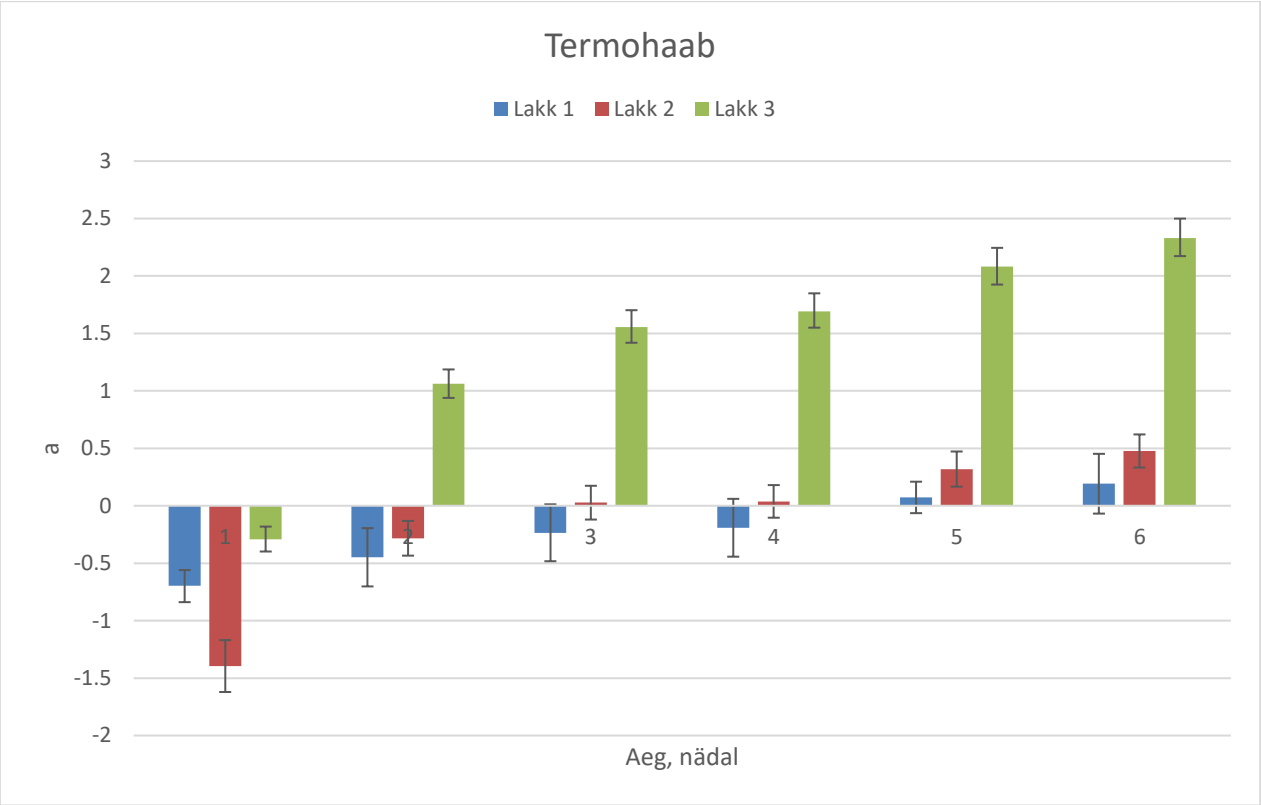
Termohaava ja esimese laki puhul langeb L kogu perioodi vältel 34 pealt 33,4 peale. Teise laki puhul toimub langus 37,1 pealt 35,7 peale ning kolmanda laki puhul 36,2 pealt 32,1 peale.



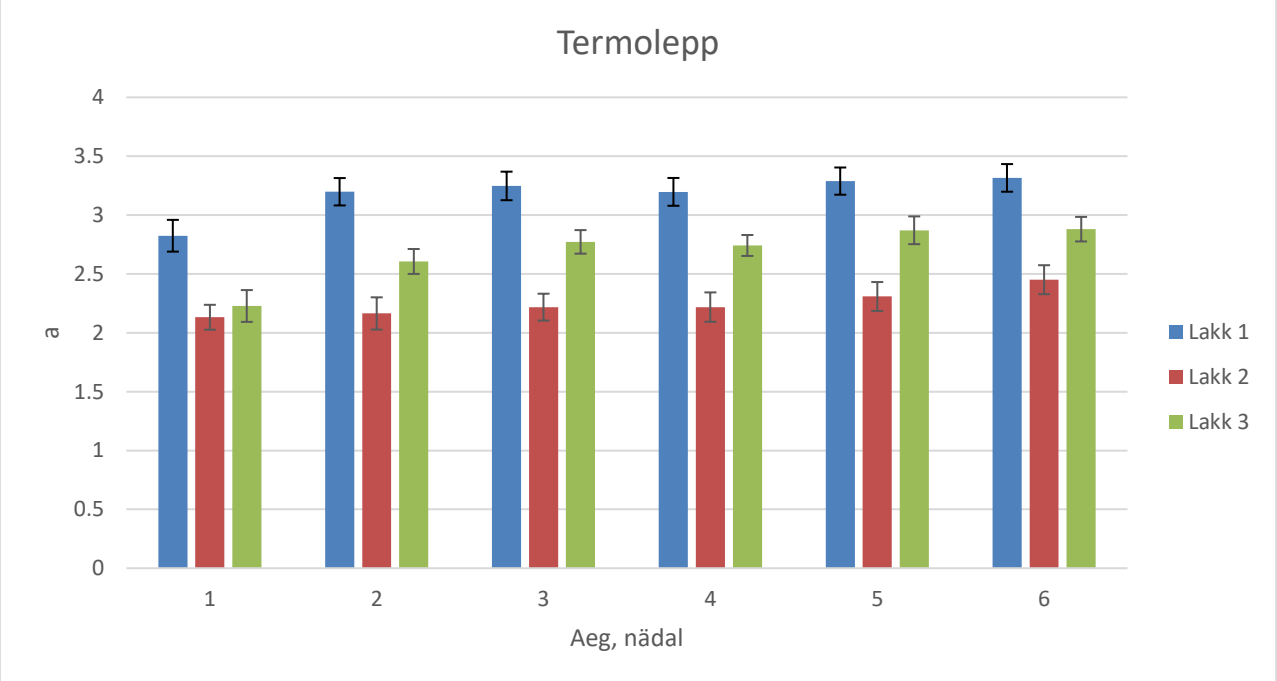
Joonis 12. Termolepa L-teguri muutus kliimakapis lakkide lõikes

Termolepa ja esimese laki puhul toimub langus 23,1 pealt 23 peale, mis on statistiliselt ebaoluline (P>0,01). Teise laki puhul on langus 27,5 pealt 27,2 peale, mis on samuti statistiliselt ebaoluline. Kolmanda laki muutus on 27,7 pealt 27,1 peale.

Joonistel 13 ja 14 on nähtav a-teguri muutused kliimakapis oldud aja jooksul lakkide ja puuliikide lõikes. Termohaava puhul oli muutus esimese lakiga kaetud katsekehadel -0,7 pealt 0,2 peale, teise lakiga kaetud kehadel -1,4 pealt 0,4 peale ning kolmanda laki puhul -0,3 pealt 2,3 peale. Termolepa puhul oli esimese lakiga kaetud katsekehade a-teguri muutus 2,8 pealt 3,1 peale, teise laki puhul 2,1 pealt 2,5 peale ning kolmanda lakiga 2,2 pealt 2,9 peale.



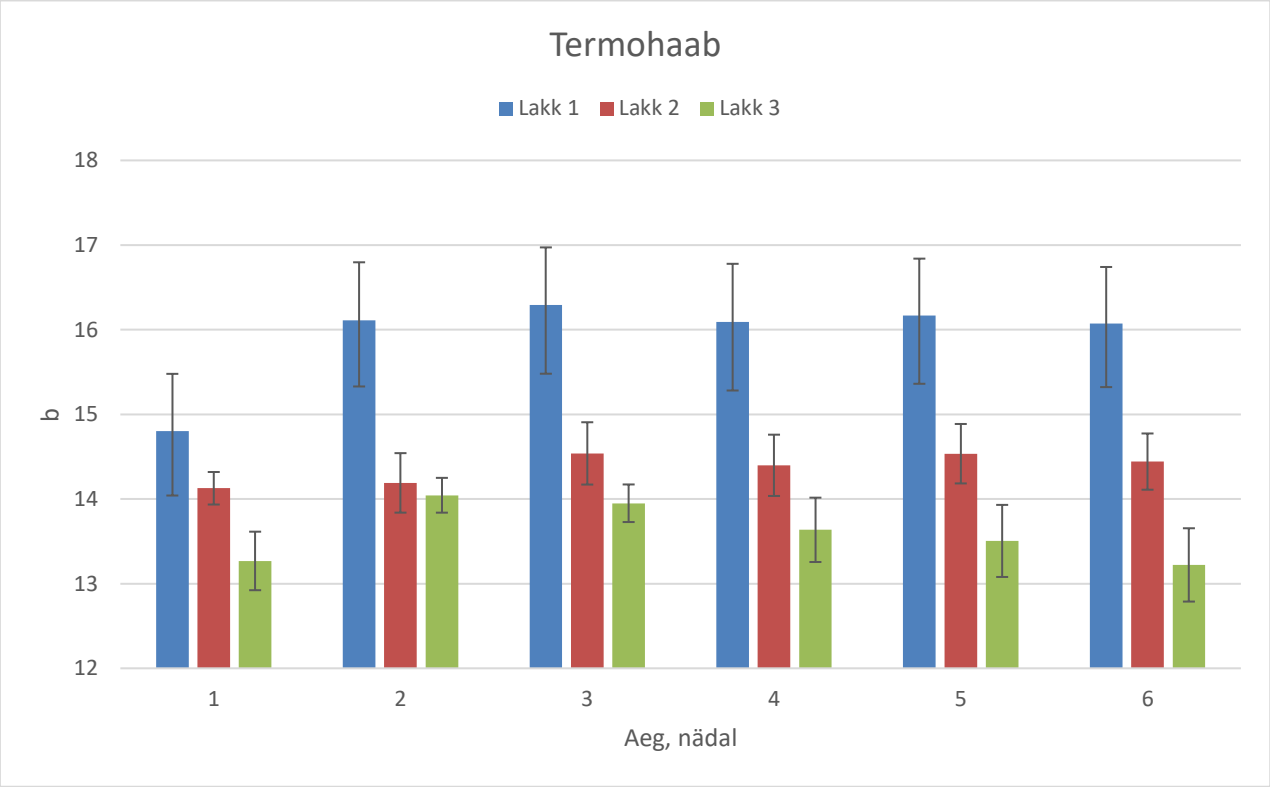
Joonis 13. Termohaava a-teguri muutus kliimakapis lakkide lõikes



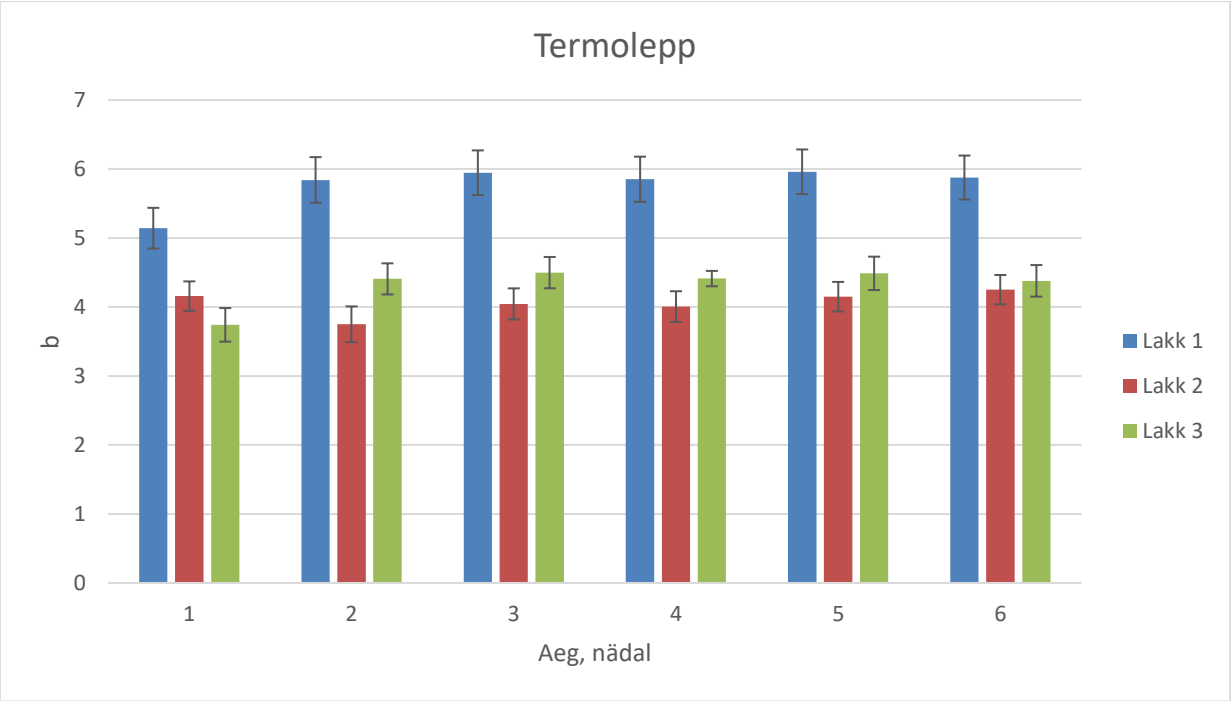
Joonis 14. Termolepa a-teguri muutus kliimakapis lakkide lõikes

Joonistel 15 ja 16 on nähtav b-teguri muutused kliimakapis oldud aja jooksul lakkide ja

puuliikide lõikes. Termohaava b-tegur tõusis lakk 1 puhul 14,8 pealt 16,1 peale, teise laki puhul 14,1 pealt 14,4 peale (statistiliselt ebaoluline) ning kolmanda laki puhul langes 13,3 pealt 13,2 peale, mis oli samuti statistiliselt ebaoluline muutus. Termolepa b-tegur tõusis esimese laki puhul 5,1 pealt 5,9 peale, mis on statistiliselt ebaoluline, teise laki puhul püsis 4,2 peal, mis on samuti ebaoluline muutus, ning kolmanda laki puhul tõusis 3,7 pealt 4,4 peale.



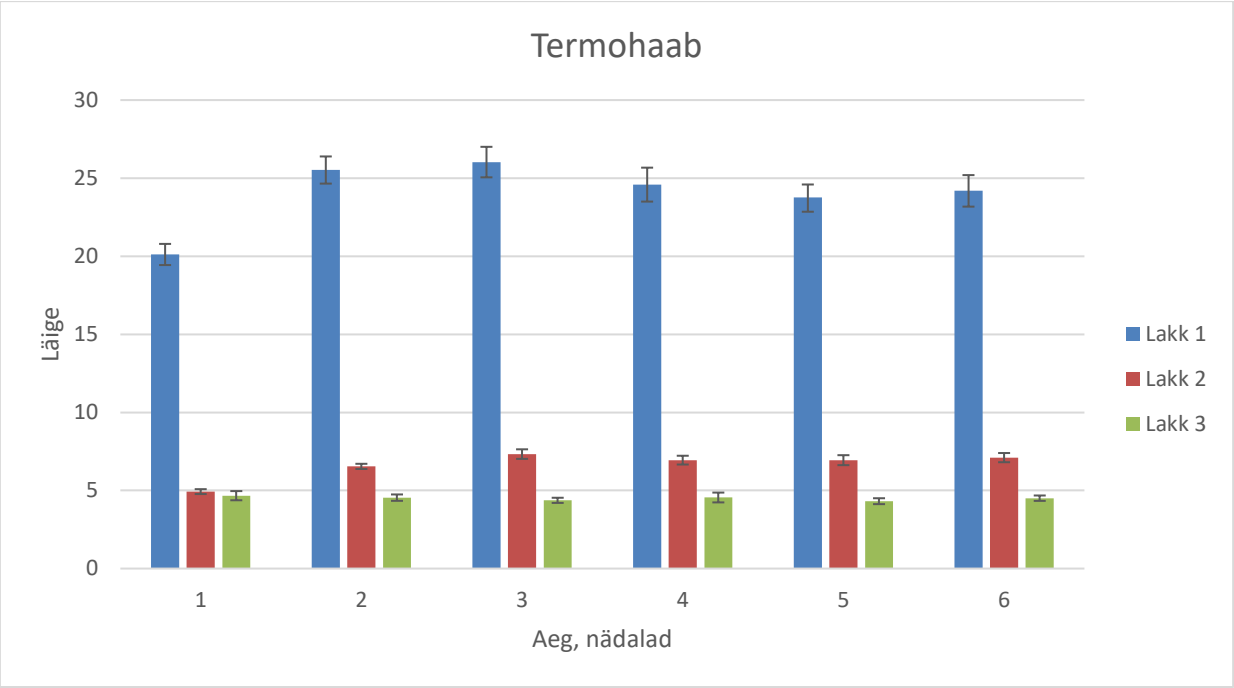
Joonis 15. Termohaava b-teguri muutus kliimakapis lakkide lõikes



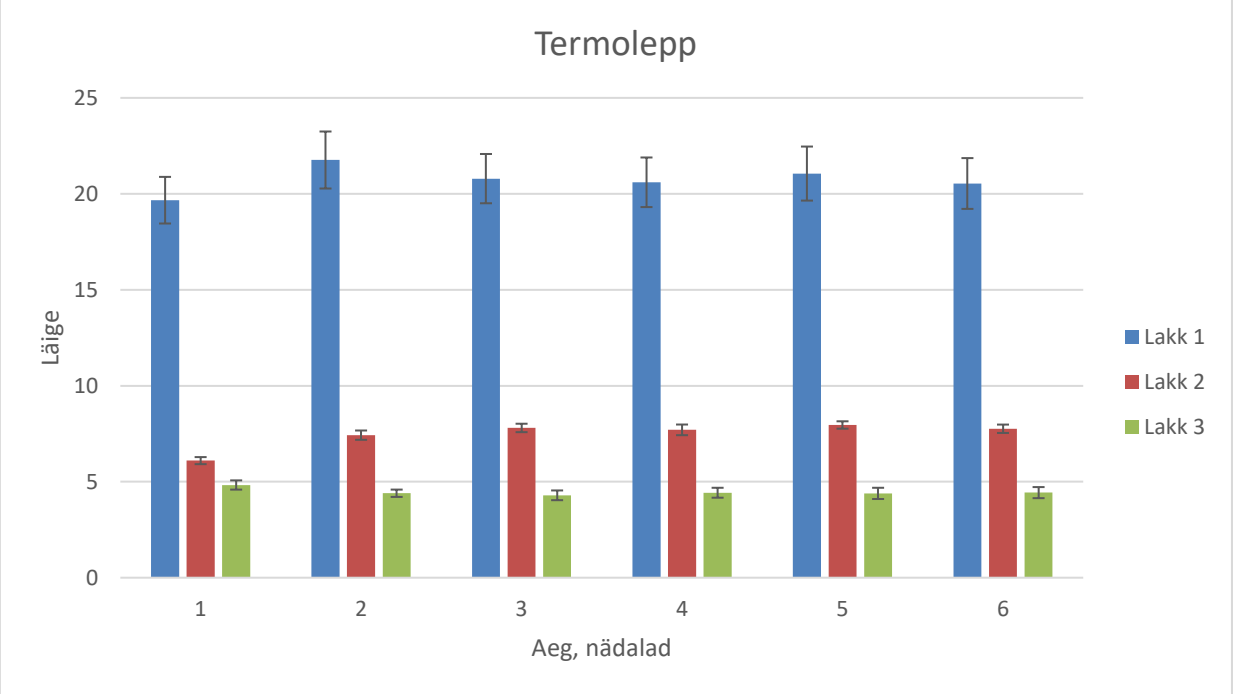
Joonis 16. Termolepa b-teguri muutus kliimakapis lakkide lõikes

3.2 Läike muutus katsekehadel

Muutused läikes on kujutatud puuliikide ja lakkide lõikes nädalate kaupa. Haava puhul tõusis esimese lakiga läige esimesel nädalal 20,1 pealt 25,5 peale ning sealt edasi langes ja stabiliseerus katse lõpuks 24,2 peal. Teise laki puhul toimus tõus esimesel nädalal 4,9 pealt 6,5 peale ning väike tõus jätkus, jõudes lõpuks 7,1 peale. Kolmanda laki puhul toimus stabiilne läike langus – 4,7 pealt 4,5 peale, kuid muutus oli statistiliselt ebaoluline. Muutused termohaava läikes on nähtavad joonisel 17. Termolepa ja esimese laki puhul toimus samuti esialgne tõus – 19,7 pealt 21,8 peale. Katse lõpuks oli läige 20,5 (statistiliselt ebaolulised). Teise laki puhul tõusis läige esimese nädalaga 6,1 pealt 7,4 peale ning hiljem stabiliseerus, olles katse lõpuks 7,8. Kolmanda laki puhul langes läige 4,8 pealt esimese nädalaga 4,4 peale ning püsis samas suurusjärgus katse lõpuni (statistiliselt ebaolulised). Muutused termolepa läikes on nähtavad joonisel 18.



Joonis 17. Termohaava läike muutus kliimakapis lakkide lõikes



Joonis 18. Termolepa läike muutus kliimakapis lakkide lõikes

3.3 Ristlõikekatse tulemused

Ristlõikekatsete tulemused on nähtavad tabelites 3 (termolepp) ja 4 (termohaab).

Tabel 3. Ristlõikekatse termolepast katsekehadel

Katsekeha nr	*Crosscut* enne kliimakappi	*Crosscut* pärast kliimakappi
1	5B	4B
2	4B	4B
3	5B	4B
4	4B	4B
5	4B	4B
6	5B	4B
31	3B	3B
32	3B	3B
33	3B	3B
34	3B	3B
35	4B	3B
36	4B	3B
61	5B	4B
62	5B	4B
63	5B	4B
64	5B	4B
65	5B	4B
66	5B	4B

Tabel 4. Ristlõikekatse termohaavast katsekehadel.

Katsekeha nr	*Crosscut* enne kliimakappi	*Crosscut* pärast kliimakappi
1	5B	4B
2	5B	4B
3	4B	4B
4	4B	5B
5	5B	5B
6	5B	4B
31	4B	3B
32	3B	2B
33	3B	3B
34	4B	3B
35	4B	3B
36	4B	3B
61	5B	4B
62	5B	4B
63	5B	3B
64	5B	4B
65	4B	4B
66	5B	4B

Katsekehad olid grupeeritud vastavalt lakitüübile: 1-6 (lakk 1), 31-36 (lakk 2) ja 61-66 (lakk 3). Välja on toodud kõik individuaalsed mõõtmised.

4. ARUTELU

4.1 Koloriitsus

Visuaalsel vaatlusel oli eristatav, et esimene lakk oli sauna keskkonnas vastupidavam kui teine ja kolmas, säilitades pinnatrükitud pildi koloriitsust ja läiget paremini. Kõigis võrdlustel Leesmenti 2021 tehtud lõputööga tuleb meeles pidada, et Leesment uuris oma töös viimistlemata termohaaba, seega ei ole termolepa kohta saadud tulemused otseselt võrreldavad. Näiteks termohaava puhul langes autori töös katsekehade L-tegur kõigest 0,6 võrra, samas teise ja kolmanda laki puhul oli langus vastavalt 1,4 ja 4,1. Termolepa puhul langes L-tegur esimese lakiga kõigest 0,1, mis võis tuleneda ka lihtsalt mõõtmisveast; teise laki puhul 0,3 ning kolmanda puhul 0,6. Muutustele heleduses on kõige vastupidavam nii haava kui ka lepa puhul esimene lakk, keskmise tulemusega teine lakk ning kõige vähem vastupidav kolmas lakk. Leesmenti tehtud uuringus aastal 2021 tuvastas ta L-teguri väärtustes töötlemata haava katsekehadel 40 päeva vältel marginaalseid muutuseid. Silmale nähtavalt pildi heledus ei muutunud ning tegurite muutused jäid enamjaolt väiksemaks kui 1 [46]. Heleduse langus oli Leesmenti katse jooksul küllaltki stabiilne, kuid autori töös oli lakitud katsekehade puhul tuvastatav tugev heleduse langus peale esimest nädalat kliimakapis. Selline kiirem langus tuleneb arvatavasti sellest, et heledust kaotab lakk ise, mitte pinnatrükitud pilt.

A-teguri muutus oli esimese laki ja termohaava puhul 0,9, teise laki puhul 1,8 ning kolmanda puhul 2. Termolepa puhul muutus a-tegur esimese lakiga 0,3 võrra, teise lakiga 0,4 võrra ning kolmanda lakiga 0,7 võrra. Leesment leidis oma uuringus, et pinnatrükitud pildi a-tegur liikus esimese 30 päeva jooksul punase värvuse poole, kuid viimasel kümnel päeval uuesti rohelise poole [46]. Autori katses toimus termohaava ja kõigi kolme laki puhul stabiilne muutus värvide punasemaks muutumise suunal. Termolepa tulemused olid stabiilsemad ning

muutus vähem märgatav, kuid siiski toimus punase värvi osakaalu stabiilne, kuid väike tõus. Lakitud katsekehade puhul olid muutused graafikuid võrreldes stabiilsemad, kuid samas suuremad kui lakkimata katsekehade puhul. Kõige väiksem rohelise-punase värvi tasakaalu muutus toimus taaskord esimese lakiga, keskmise tulemuse andis teine lakk ning kõige rohkem kaotasid esialgset värvitasakaalu kolmanda lakiga kaetud katsekehad.

B-teguri muutusteks olid autori töös termohaava ja esimese laki puhul 1,3 tõus, teise laki puhul 0,3 tõus ning kolmanda laki puhul 0,1 langus, mis on piisavalt väike muutus, et klassifitseeruda mõõtmisveaks. Termolepa puhul toimus esimese lakiga 0,8 tõus, teise lakiga muutust ei toimunud ning kolmanda lakiga toimus 0,7 tõus. Ehk esimese ja kolmanda laki puhul tõusis termolepal kollase värvi osakaal. Termohaaval tõusis esimese ja teise laki puhul kollase osakaal. Leesmenti töös toimus peamine muutus hoopis vastupidisel suunal – värvid muutusid sinisemaks [46]. Koloriitsusteguritest on sarnasus viimistlemata ja viimistletud termohaava puhul kõige suurem just b-teguri muutusel, ehk kõige vähem mõjutab pinna lakkimine sinise-kollase värvi tasakaalu. Kõige väiksemate muutustega on b-teguri puhul teine lakk, paremustelt teine on kolmas lakk ning kõige väiksemat stabiilsust ja kaitset pakub esimene lakk.

4.2 Läige

Esimese lakiga kaitstud termohaava läige tõusis katse käigus 3,1 läikeühiku võrra, kusjuures esimesel nädalal oli tõus lausa 5,4, mis hiljem taandus. Teise laki puhul oli tõus katse vältel 2,2 ühikut, kolmanda laki puhul langes läige 0,2 võrra. Lakkidest oli kõige stabiilsem haava puhul just nimelt kolmas lakk, kuid kõige suurema läikega esimene lakk. Termolepa puhul toimus esimese lakiga samuti esimesel nädalal suurem tõus – 2,1 läikeühiku võrra, kuid katse lõpuks jäi läike kogutõusuks 0,8. Teise laki puhul jätkus läike tõus terve katse vältel, tõustes lõpuks kokku 1,7 ühikut. Kolmanda laki puhul langes läige esimese nädalaga 0,4 ühiku võrra ning muutust rohkem ei toimunud. Ka lepa puhul oli kõige stabiilsem, kuid samas ka tuhmim kolmas lakk ja parima läikega esimene lakk. Leesmenti töös tõusis termohaavast

katsekehade läige soome sauna keskkonnas katse vältel 1,2 läikeühikut ning tõus oli stabiilne terve kliimakapis oldud aja vältel [46]. Muutused läikes on seega väiksemad ja stabiilsemad viimistlemata termohaava puhul, kuid läige tõuseb rohkem esimese ja teise lakiga viimistletud haava puhul.

4.3 Ristlõikekatse

Ristlõikekatse puhul olid tulemused kõigi lakkide ja puuliikide osas küllaltki sarnased: reeglina toimus kliimakapis oldud aja jooksul adhesiooni klassi langus üks klass madalamale. Termolepast oli kõige vastupidavam teine lakk, kus sama adhesiooni suutsid säilitada neli katsekeha kuuest ning kõige halvem kolmas lakk, kus kõigil kuuel katsekehal toimus üheklassiline langus. Termohaava puhul olid kõik kolm lakki täpselt võrdsete tulemustega: adhesioon langes kõigi lakkide puhul viiel katsekehal kuuest. Leesment leidis oma uuringus, et soome saunas toimus ka viimistlemata termohaava katsekehadel adhesiooni langus, mis jääb sarnasesse suurusjärku autori saadud tulemustega [46]. Võib öelda, et katsekehade lakkimine adhesiooni ei paranda.

KOKKUVÕTE

Magistritöö eesmärgiks oli uurida termohaavale ja -lepale pinnatrükitud pildi vastupidavust kolme erineva laki puhul soome sauna keskkonnas ning võrrelda saadud tulemusi termohaava kohta varem tehtud uuringuga, kus tehti sarnane katse viimistlemata termohaavaga. Paika pandi tegevuskava, mis nägi ette katsekehadele pinnatrüki tegemist, nende mõõtu lõikamist, lakkimist, kliimakappi paigutamist ning kontrollmõõtmiste teostamist enne katse algust ning kogu perioodi vältel. Kolmeks võrreldavaks muutujaks valiti koloriitsus, läige ning adhesioon. Termotöödeldud lepp ja haab pärinesid mõlemad AS Thermoryst ning kasutati kolme lakki: Novalk NFA14922-xx, Sayerlack AF72**/00 ja Sayerlack AM0623/NN. Need lakid valiti Teknose ja Tempesti esindajate ning kaasjuhendaja Jörgen Dobrise soovitustel. Soome sauna keskkonnaks valiti standardist lähtuvalt 100 °C ning õhuniiskus 20%. Katsekehade pinnatrükk, mõõtu lõikamine ja viimistlus toimus Võrumaal Tsentris, kust katsekehad Eesti Maaülikooli puidulaborisse kliimakappi toodi. Kliimakapis olid katsekehad kokku 35 päeva. Koloriitsust ja läiget mõõdeti perioodi alguses ning katse vältel iga seitsme päeva tagant, adhesioon määrati katseperioodi alguses ja lõpus. Koloriitsust mõõdeti spektrofotomeetriga, läiget läikemõõtjaga ning adhesiooni ristlõikekatsega.

Uuringu käigus selgus, et 35 päeva jooksul toimusid koloriitsuses muutused, kuid visuaalsel vaatlusel neid ei tuvastatud. Heleduse muutumise eest kaitses katsekehasid kõige paremini lakk Novalk NFA14922-xx, rohelise-punase tasakaalu säilitamisel oli samuti parimaks lakiks Novalk NFA14922-xx, kusjuures katsekehad muutusid punakamaks. Heleduse ja rohelise-punase tasakaalu puhul õigustas ennast katsekehade kaitsemine lakiga – muutused olid stabiilsemad ja värvitasakaal säilis paremini. Sinise-kollase värvi tasakaalu puhul oli parima tulemusega lakk Sayerlack AF72**/00, kuid vahe lakkimata ja lakitud katsekehade vahel oli marginaalne ehk lakkimine ennast ei õigustanud. Läike puhul andis parima stabiilsuse lakk Sayerlack AM0623/NN ning parima läike lakk Novalk NFA14922-xx. Läike

muutused on lakitud termohaaval suuremad kui viimistlemata termohaaval, kuid läige on lakkimata puidul märkimisväärselt madalam. Ristlõikekatsete tulemustele termopuidu viimistlemine olulist mõju ei avaldanud. Soome sauna keskkond langetas termohaava ja -lepa adhesiooni.

Magistri lõputöö eesmärgid said täidetud ja hüpotees kinnitust. Uuriti viimistletud pinnaprindi vastupidavust koloriitsuse, läike ja adhesiooni näitel soome sauna keskkonnas. Pinnatrüki viimistlemine enne termopuidu saunakeskkonda panekut aitab kaitsta pinnatrüki koloriitsust ning läiget. Kasutatud lakkideks parimaks osutus Novalk NFA14922-xx. Katsetulemustel on praktiline väärtus, sest saadud andmete põhjal on võimalik otsustada, kas pinnatrükki tuleks viimistleda või mitte ning millist lakki selleks kasutada võiks.

KASUTATUD KIRJANDUS

[1] Sappi. 2017. Defining and Communicating Color: A Technical Guide to Color Management. [veebileht] https://cdn-s3.sappi.com/s3fs-public/sappietc/Defining%20and%20Communicating%20Color.pdf (27.04.2023)

[2] CIE. 1986. CIE 76:1986 Color differences. Vienna, Austria: Bureau Central de la CIE.

[3] **Esteves, B., & Pereira, H.** 2009. Wood modification by heat treatment: a review. BioResources, 4(1), 370-404.

[4] **Boonstra, M. J., & Tjeerdsma, B.** 2006. Chemical analysis of heat-treated softwoods. Holz als Roh- und Werkstoff, 64(3), 204-211.

[5] **Yildiz, S., & Gümüşkaya, E.** 2007. The effects of thermal treatment on the crystalline structure of cellulose. International Journal of Molecular Sciences, 8(8), 627-634.

[6] **Kamdem, D. P., Pizzi, A., & Jermannaud, A.** 2002. Durability of heat-treated wood. Holz als Roh- und Werkstoff, 60(1), 1-6.

[7] **Kocaefe, D., Poncsak, S., & Boluk, Y. 2008.** Effect of thermal treatment on the chemical composition and mechanical properties of birch and aspen. BioResources, 3(2), 517-537.

[8] **Militz, H., & Altgen, M. 2010.** Wood modification with alkyl ketene dimers (AKD) to improve wood properties. Wood Science and Technology, 44(1), 1-18.

[9] **Yildiz, S.** 2002. Physical, mechanical, and chemical properties of beech and spruce wood treated with different heating methods. Ph.D. Thesis, Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey.

[10] **Kocaefe, D., Huang, X., & Kocaefe, Y.** 2013. Effect of thermal treatment on the mechanical properties of birch and aspen. BioResources, 8(1), 1196-1207.

[11] International ThermoWood Association. 2003. ThermoWood Handbook. 5 lk.

[12] Thermory AS. Termotöötlus. [veebileht] https://thermory.com/et/termotootlus/ (30.04.2023)

[13] **Tjeerdsma, B., Boonstra, M., & Militz, H.** 1998. Thermal modification of non-durable wood species. 2. Improved wood

[14] **Ndiaye, A., Diouf, P. N., Tamba, S. A., & Petrissans, M.** 2019. Mechanical, physical and chemical properties of heat-treated wood from Senegalese plantation species: prospects for use as decking materials. European Journal of Wood and Wood Products, 77(1), 49-59.

[15] **Kärki, T., Alén, R., & Kärki, S.** 2015. Thermo-treated wood as a material for sauna interiors. European Journal of Wood and Wood Products, 73(4), 507-514.

[16] **Tarmianen, T., Rautkari, L., & Hughes, M.** 2013. Effect of thermal modification on the mechanical properties of sauna wood. Journal of Materials Science, 48(17), 5823-5829.

[17] Thermory AS. Tootekataloog 2022. Saunamaterjalid-ja elemendid. [veebileht] https://thermory.com/wp-content/uploads/2022/08/Thermory_Sauna_materials_Product_catalogue_0422-A4_EST_web.pdf (30.04.2023)

[18] **Sass, J.** 1996. Wood properties. In J. F. Siau (Ed.), Wood: Influence of moisture on physical properties (pp. 45-82). Madison, WI: USDA Forest Service, Forest Products Laboratory.

[19] **Liu, Y., Wang, Z., Zhou, Y., Zhao, X., & Cai, Y.** 2020. Effects of lignocellulosic substrate and coating on adhesion of coating films: A review. Journal of Coatings Technology and Research, 17(1), 1-15.

[20] Screening Eagle Technologies. ZCC 2087 Cross-cut tester instruction manual. [veebileht] [https://media.screeningeagle.com/asset/Downloads/ZCC%202087%20Instructions_English.pdf (30.04.2023)

[21] Mööbel. Pinna läike hindamine. 2004. Euroopa standard EVS-EN 13722:2004. Eesti Standardimis-ja Akrediteerimiskeskus. [veebileht] https://www.evs.ee/et/evs-en-13722-2004 (05.03.2023)

[22] X-rite. Colorimeter vs. Spectrophotometer. 2019. [veebileht] https://www.xrite.com/es/blog/colorimeter-vs-spectrophotometer (30.04.2023)

[23] HunterLab. 2021. Gloss Measurement 101: The Science of Perception. [veebileht] https://www.hunterlab.com/blog/color-measurement-2/gloss-measurement-101-the-science-of-perception/ (01.05.2023)

[24] TQC Sheen. 2021. Zehntner Glossmeters. [veebileht] https://www.tqcsheen.com/products/glossmeters/zehntner-glossmeters/ (01.05.2023)

[25] **Hill, C. A.** 2006. Wood modification: Chemical, thermal and other processes. John Wiley & Sons.

[26] **Candelier, K., Petrissans, M., Gérardin, P., & Lambert, J.** 2009. Investigation of the reasons for the different mechanical properties observed for heat-treated beech wood. Polymer Degradation and Stability, 94(6), 904-911.

[27] **Dömény, J., Takács, E., Bak, M., & Molnár, S.** 2017. Examination of the properties of thermally modified wood for furniture manufacturing. BioResources, 12(3), 5473-5486.

[28] Mööbel. Pinna vastupidavuse hindamine niiskele kuumusele. 2013. Euroopa standard EVS-EN 12721:2009+A1:2013. Eesti Standardimis-ja Akrediteerimiskeskus. [veebileht] https://www.evs.ee/et/evs-en-12721-2009-a1-2013-consolidated (01.05.2023)

[29] Memmert GmbH + Co. KG. CTC256. [veebileht] https://www.memmert.com/products/climate-chambers/environmental-test-chambers/CTC256/ (26.04.2023)

[30] RMK. Puit on tulevikumaterjal. [veebileht] https://www.rmk.ee/kliimakangelane/puit-on-tulevikumaterjal (01.05.2023)

[31] Statistikaamet. 2022. aastal kaubavahetus kasvas, kaubavahetuse puudujääk oli 3,3 miljardit eurot. 2023. [veebileht] https://www.stat.ee/et/uudised/2022-aastal-kaubavahetus-kasvas-kaubavahetuse-puudujaak-oli-33-miljardit-eurot (01.03.2023)

[32] RMK. Ulvar Kaubi: puit on 21. sajandi materjal. 2021. [veebileht] https://www.rmk.ee/metsa-majandamine/loodusblogi/ulvar-kaubi-puit-on-21-sajandi-materjal (01.05.2023)

[33] Lovibond Tintometer. 2012. RT 400/500 Series User Guide (Rev 2). [veebileht] https://www.lovibond.com/ix_pim_assets/ColourMeasurement/Instruction_Manuals/RT_400_500_version2/400041_RT_400_500_Series_User_Guide_Rev2.pdf (20.12.2022)

[34] Signs365.com. Flatbed UV Printers: Applications and Advantages. [veebileht] https://www.signs365.com/blog/flatbed-uv-printers-applications-and-advantages/ (05.05.2023)

[35] Printindustry.com. Printing on Wood with UV Flatbed Printers. [veebileht] https://printindustry.com/Newsletters/Newsletter-229.aspx (05.05.2023)

[36] RolandDGA. What is UV Printing? Everything You Need to Know. [veebileht] https://www.rolanddga.com/blog/2017/05/08/what-is-uv-printing-everything-you-need-to-know (05.05.2023)

[37] **Drew, J., & Meyer, S.** 2012. Color Management: A Comprehensive Guide for Graphic Designers. John Wiley & Sons.

[38] Tsenter. Pinnatrükimasin. [veebileht] https://tsenter.ee/pinnatrukimasin/ (05.05.2023)

[39] Instructions manual Pixart Plot16. 2015. Intesa.

[40] International Energy Agency. CO2 Emissions in 2022. [veebileht] https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2022 (05.05.2023)

[41] **Bowyer, J.L., Howe, J., Bratkovich, S., Fernholz, K., Johnson, L., and Perez-Garcia, J.** 2013. Life cycle assessment of manufacturing redwood decking in northern California: comparison of redwood and plastic composite decking. USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, General Technical Report FPL-GTR-223.

[42] **Bowe, B., Xie, Y., Liang, S., Lelieveld, J., and Seyler, B.** 2021. Reducing greenhouse gas emissions can prevent millions of premature deaths annually. Lancet Planetary Health, 5(1), e38-e46.

[43] IPCC (2014): Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

[44] IPCC. 2014. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

[45] Euroopa Komisjon. 2021. Pakett „Eesmärk 55“. [veebileht] https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/ (12.05.2023)

[46] **Leesment, Taivo.** 2021. Prinditud pinna vastupidavus sauna keskkonnas. Magistritöö. Eesti Maaülikooli metsandus-ja maaehitusinstituut. Tartu. 55 lk.

[47] European Committee for Standardization (CEN). 2017. EN 113: Wood preservatives. Test method for determining the protective effectiveness against wood destroying Basidiomycetes. Determination of the toxic values. Brussels, Belgium: CEN.

[48] **Fujimoto, T., Okano, T., & Nishino, Y.** 2013. Water sorption properties of thermally modified wood. Journal of Wood Science, 59(2), 107-113.

[49] **Uri, V., Kukumägi, M., Aosaar, J., Varik, M., Becker, H., Aun, K., Lõhmus, K., Soosaar, K., Astover, A., Uri, M., Buht, M., Sepaste, A., Padari, A.** 2022. The dynamics of the carbon storage and fluxes in Scots pine (Pinus sylvestris) chronosequence. Science of The Total Environment, Volume 817.

LISAD

Lisa 1. Novalk NFA14922-xx tooteetikett.

NOVALK COATINGS

FICHA TECNICA

PRODUCT: NFA14922-xx **FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 25/06/2020**

*La presente actualización anula a la anterior.

DESCRIPTION: CLEAR ACRYLIC SELF SEALER, DIFFERENT SHADES

CHARACTERISTICS: CLEAR ACRYLIC SELF SEALER TOP COAT WITH GOOD SURFACE RESISTANCES

FIELD OF APPLICATION: ALL KIND OF FURNITURE, DOORS, KITCHEN DOORS.

TECHINCAL DATA:

VISCOSITY AT (DIN 4)	70´´
VISCOSITY A (DIN 8)	---
DENSITY	0.95 ±0.05
FLASH POINT	20°C
SOLID CONTENT	20% ±1
SHELF LIFE	24 MESES
GLOSS	From 5 to 70
FINESS	≤15µ

APLICACION

Cantidad: 120 g/m²
Mezclar y aplicar como se describe en ``Preparación del producto´´

PRODUCT PREPARATION:

		SPRAY GUN		ROBOT		CURTAIN		ROLLER	
	CODE	WEIGHT	VOLUME	WEIGHT	VOLUME	WEIGHT	VOLUME	WEIGHT	VOLUME
HARDENER	NC911	100:10	10%						
ALTERNATIVE	NC940	100:20	20%						
ACCELERANT									
PHOTOINITIATOR									
SOLVENT	DTE.4200		40-50%						
ADDITIVE									
POT-LIFE	+6H								
VISCOSITY A+B	38´´(DIN4)	10% ND4200= 20´´							

- DRYING TIMES:
  DUST-FREE DRY: 15 min.
  DRY TO THE TOUCH: 40 min.
  READY FOR SANDING: 120 min.
- ALWAYS MIX BEFORE USE
- PRODUCT FOR PROFESSIONAL AND INDUSTRIAL USAGE ONLY.
- DO NOT WORK WITH THESE PRODUCTS AT TEMPERATURES LOWER THAN 15°C
- PRODUCT MAY CAUSE MILD YELLOWING. FOR NON YELLOWING PRODUCTS USE OUR ACRYLIC SEALERS.
- DISCLAIMER: WE DO NOT TAKE RESPONSIBILITY IF THE END RESULT IS AFFECTED BY FACTORS BEYOND OUR CONTROL.

Químicas Novalk S.L. – N.I.F: B14-917-405 AP. Correos: 290
Polígono Industrial Príncipe Felipe C/Huesca, 5 - 14900 Lucena (CO) España
7 509 829 I +34 635 112 324 novalk@novalk.es www.novalk.es

NOVALK COATINGS

Lisa 2. Sayerlack AF72**/00 tooteetikett.

SAYERLACK®
INNOVATIVE WOOD SOLUTIONS

COMPANY WITH
MANAGEMENT SYSTEM
- UNI EN ISO 9001 -
- UNI EN ISO 14001 -

Sherwin-Williams Italy S.r.l. – con unico socio
Via del Fiffo, 12 - 40065 Pianoro (BO) - Italia - C.P. 18
tel. +39 051 770 511 - fax +39 051 777 437
www.sayerlack.com
Cod. Fisc. e Reg. Impr. Bo 08866930152
P. IVA: IT 00494251200 - R.E.A. n. 313180
Cap. Soc. Euro 2.626.182 I.V. - Codice Mecc. Bo 014531

Company under the direction and coordination of The Sherwin-Williams Company, USA

Technical Data Sheet

AF72**/00 HYDROPLUS: WATERBORNE CLEAR SELF-SEALER FOR INTERIORS

Supersedes previous issue dated 09.15.18 *DATE 06 August 2020*

Gloss:	05, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 90 gloss
Area of use:	Doors, furniture, turned parts, frames, skirting boards, wall panelling, stairs
Method of use:	Conventional, airmix, airless, electrostatic spray gun (provided that any equipment used is suitable for waterborne products)
Mixing procedure:	Ready to use. If necessary, thin with drinking water.

Technical characteristics

Solids content (%):	31 ± 2
Specific gravity (kg/l):	1.030 ± 0.030
Viscosity (Brookfield at 20°C ,cP)	3600 ± 600 (spin4 speed20)
Viscosity 90gloss version (din 4 at 20°C, sec)	80 ± 12

Substrate preparation

With waterborne stains from AC1810/XX or AP1221/XX series, which can be additioned, if required, with small percentages of AC0600/XX stains for more colour depth.

General characteristics

Number of coats:	2	
Recommended application weight (g/m²):	Min. 80, Max. 140 per coat	
Drying time (100 g/m² at 20°C):	Dust free	30'
	Touch dry	60'
	Sandable:	4 hours
	Stackable:	24 hours
Forced drying (100 g/m² at 35°C):	Flash-off:	15'
	Hot air 35°C:	45'
	Cooling:	15'
Shelf-life (months):	15	

AF72**/00 is a clear self-sealer for interiors which ensures good chemical resistance, hardness, transparency and resistance to thermoplasticity.

Thanks to its properties of excellent pore marking, it is particularly suitable for two-coat systems for open pore.

Lisa 3. Sayerlack AM0623/NN tooteetikett.

SAYERLACK®
INNOVATIVE WOOD SOLUTIONS

COMPANY WITH
MANAGEMENT SYSTEM
- UNI EN ISO 9001 -
- UNI EN ISO 14001 -

Sherwin-Williams Italy S.r.l. – con unico socio
Via del Fiffo, 12 - 40065 Pianoro (BO) - Italia - C.P. 18
tel. +39 051 770 511 - fax +39 051 777 437
www.sayerlack.com
Cod. Fisc. e Reg. Impr. Bo 08866930152
P. IVA: IT 00494251200 - R.E.A. n. 313180
Cap. Soc. Euro 2.626.182 I.V. - Codice Mecc. Bo 014531

Company under the direction and coordination of The Sherwin-Williams Company, USA

Technical Data Sheet

AM0623/NN HYDROPLUS: CLEAR WATERBORNE WOODSTAIN BY SPRAY FOR EXTERIOR

Supersedes previous issue dated November 20th, 2012 *DATE September 20th, 2021*

Area of use:	Door and window frames and wooden products exposed to the outdoor environment.
Method of use:	By spray or brush.
Thinning:	Ready to use. Use tap water to adjust its viscosity only if it is necessary.

Technical characteristics

Solids content (%):	14 ± 1
Specific gravity (kg/l):	1,020 ± 0,030
Viscosity (DIN 2 at 20°C):	48 ± 3

General characteristics

Drying time (50 g/m² at 20°C):	Touch dry	60'
	Through dry	4 hours
	Stackable	4 hours
	Sandable	16 hours
	Overcoatable	16 hours
Forced air drying (50 g/m² at 35°C):	Through dry	60'
	Stackable	on oven exit
	Sandable	4 hours
	Overcoatable	4 hours
Spreading rate (m²/kg):	12-18	
Shelf-life (months):	15	

AM0623/NN is a clear waterborne woodstain suited to coating wooden items exposed to the outdoor of rich-tannin woods (iroko, oak, chestnut). Its particular structure allows to stain by spray tannin-rich woods without using any barrier.

AM0623/NN can also be applied on soft woods. For tinting, use XA4034/XX iron oxides from 0.2% to 3%.

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Tanel Veske,
(sünnipäev pp/kuu/aa 28.09.1994)

annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö
Termotöödeldud ja viimistletud sanglepale ja hariliku haavale pinnatrükitud pildi vastupidavus soome sauna keskkonnas,
mille juhendajad on Regino Kask ja Jörgen Dobris,

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____
allkiri

Tartu, 23.05.2023

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

_____ _____
(*juhendaja nimi ja allkiri*) (*kuupäev*)

_____ _____