

PUUN HIILTÄMISEN MAHDOLLISUUDET MUOTOILUSSA

LAB AMMATTIKORKEAKOULU

Muotoilun koulutusohjelma

Sisustusarkkitehtuuri ja kalustemuotoilu

Sanni Mäntylä

Opinnäytetyö - 42 sivua

Kevät 2023

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyö käsittelee ikivanhaa menetelmää - puun hiiltämistä (Shou Sugi Ban) ja miten tätä useimmiten ulkoverhoiluun käytettävää kemikaalivapaata menetelmää voitaisiin soveltaa myös muotoilussa. Tutkimuksessa keskitytään tekemään käytännön testejä, puuta hiilletään ja värjätään luonnollisin menetelmin, tutkitaan menetelmän ominaisuuksia ja miten se voisi soveltua käytettäväksi muotoilussa. Materiaalitestauksien kautta tuloksia sovelletaan käytännön esimerkkeihin. Opinnäytetyössä tutkitaan myös vanhempia perinteisiä, sekä nykyaikaisia puun kemikaalivapaita käsittelymenetelmiä. Taustatutkimuksessa perehdyttiin kemikaaleihin sisäilmassa, puuhun sisustusmateriaalina, sekä puun hiiltämisen historiaan ja tietoon. Taustatutkimus toimi perustana sovellettuihin käytännön esimerkkeihin. Työn lopputuloksena tehtiin puupanelointia hiiltämällä ja värjäämällä puuta luonnollisin menetelmin, sekä sovellettiin puun hiiltämistä ulkokalusteeseen. Kosteudenkestävyytensä ansiosta puun hiiltämiselle löydettiin käyttötarkoitus mm. kosteissa tiloissa, ulkokalusteissa ja sään- tai kosteudenkestäviä olosuhteita vaativissa ulkoilmaravintoloissa.

Avainsanat: Shou Sugi Ban, Yakisugi, hiilletty puu, puumateriaali, kemikaalit, kestävä kehitys

ABSTRACT

This thesis is about an ancient method - charring wood (Shou Sugi Ban) and how this chemical-free method, which is mostly used for exterior cladding could also be applied in design. The research focuses on doing practical tests by charring and dyeing wood with natural methods. The properties of this method are studied and how it could be suitable for use in design. Through material testing, the results are applied to practical examples. The thesis also examines older traditional and modern chemical-free processing methods for wood. The background research offers information about chemicals in the indoor air, wood as an interior decoration material and the history and knowledge of charring wood - Shou Sugi Ban. The background research served as the basis for the applied usage examples. The final result of the work was wood paneling by charring and coloring wood with natural methods and charring a wooden outdoor furniture. As wood charring is an environment friendly and chemical free method, it could be more used method for outdoor furniture, outdoor restaurants or any other spaces that requires weather- and moisture-resistant conditions.

Keywords: Shou Sugi Ban, Yakisugi, wood, chemicals, sustainability, charred wood

SISÄLLYS

1. JOHDANTO

- 1.1 Aihe ja tausta
- 1.2 Lähtökohdat ja tavoitteet
- 1.3 Työskentelytapa

2. TAUSTOITUS

- 2.1 Kemikaalit sisäilmassa
- 2.2 Ympäristöluokitukset ja sertifikaatit

3. SHOU SUGI BAN

- 3.1 Shou Sugi Ban / Yakisugi
- 3.2. Ympäristöystävällisyys, kestävyys ja ylläpito
- 3.3. Käyttökohteita ja referenssejä

4. PUU OSANA MUOTOILUA

- 4.1 Puu sisustusmateriaalina
- 4.2 Puumateriaalin laatu
- 4.3 Puun kemikaalivapaita käsittelytapoja

5. MATERIAALITUTKIMUS

- 5.1 Materiaalitestausprosessi
- 5.2 Tulosten analysointi
- 5.3. Värjäys luonnollisin menetelmin
- 5.3 Värjäystulosten analysointi

6. HILLETYN PUUN KÄYTTÖ

- 6.1 Soveltuvia käyttökohteita muotoilussa
- 6.2. Menetelmän sovellus käytäntöön

7. POHDINTA JA YHTEENVETO

LÄHTEET

KUVALÄHTEET

Käytetyt ammattisanat:

Shou sugi ban, yakisugi = Puun käsittelyä tulen avulla

1. JOHDANTO

- 1.1 Aihe ja tausta
- 1.2 Lähtökohdat ja tavoitteet
- 1.3 Työskentelytapa

1.1 AIHE JA TAUSTA

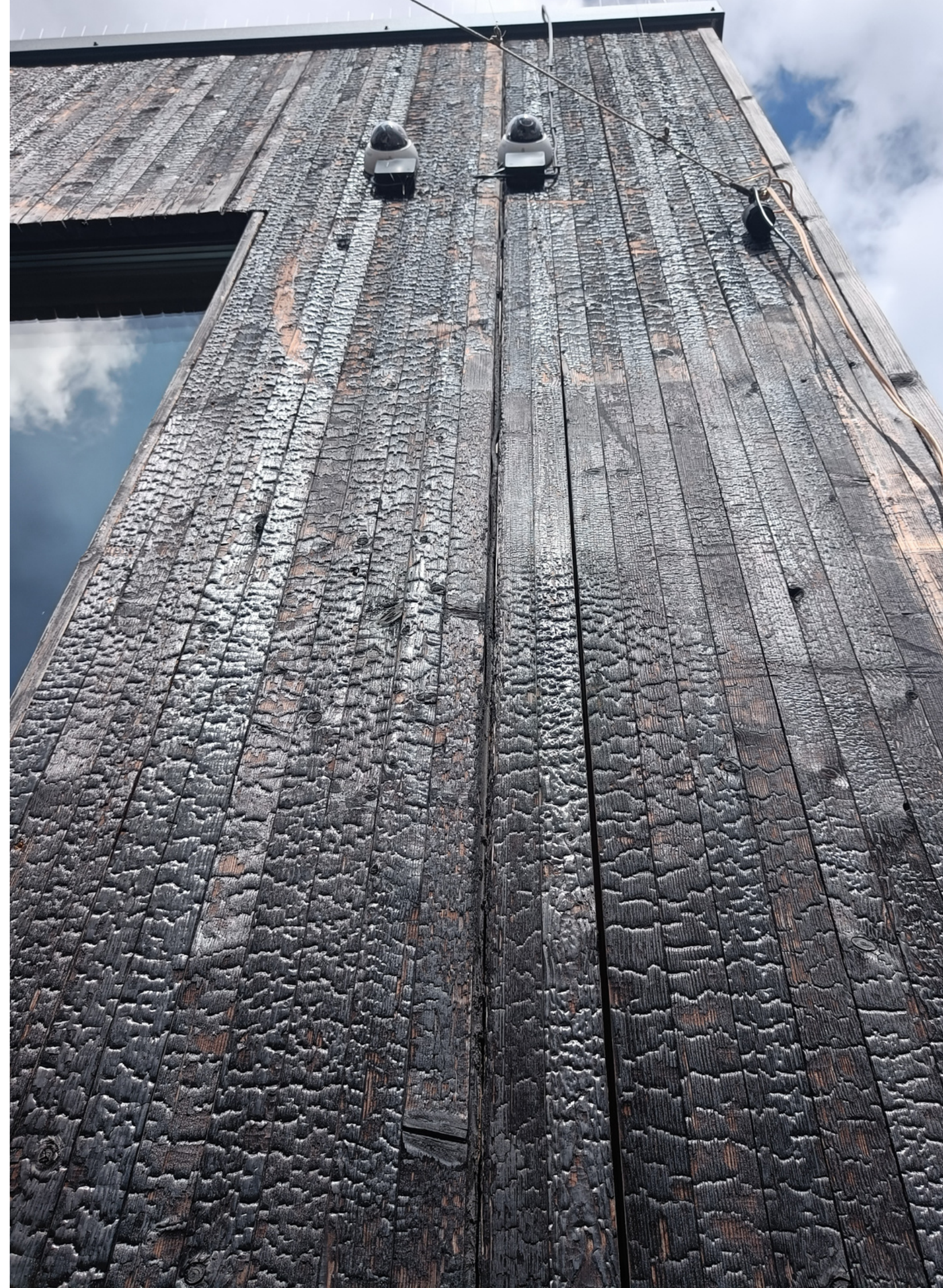
Tyylikkyydestä mysteeriiin. Onko musta klassinen "väri", joka ei ikinä mene pois muodista?

Puun luonnollisia ominaisuuksia on osattu hyödyntää jo 1700-luvulta lähtien perinteisellä japanilaisella Shou Sugi Ban -puun hiiltämismenetelmällä. Hiilletyn puun sanotaan kestävän oikein valmistettuna ja ylläpidettynä jopa 80-100 vuotta. (Degmeda 2020). Aiheesta tuntuu kuitenkin löytyvän melko vähän tietoa ja kirjallisuutta, joten opinnäytetyössä keskitytään etsimään tietoa verkosta menetelmää soveltavilta yrityksiltä ja testamaalla menetelmää käytännössä. Menetelmää tunnutaan pääosin sovellettavan ulkoverhoiluun ja vaativia sääolosuhteita vaativiin rakennuksiin, niin kuin kuvassa 1 näkyy Helsingissä sijaitsevan Ravintola Birgitan ulkoverhoilua, joka on hiillettä puuta.

Puuta pyritään säilömään kemikaaleilla, vaikka tämä ikivanha hiiltäminen osoittaa, että puusta voidaan tehdä pitkäikäistä luonnollisin menetelmin, tulen avulla. Kiinnostuin sisustusarkkitehtuuria ja kalustemuotoilua opiskelevana, miten puun hiiltämistä voitaisiin soveltaa muotoilussa, sen kestävyys ja uniikin ulkonäkönsä ansioista.

Kun mietin ja tutkin asiaa tarkemmin, myös ajankohtaiset asiat nousivat pintaan. Ihmisen toiminnan vaikutukset ympäristöömme. Kemikaalit sisäilmassamme ja rakennusmateriaaleissa tuottavat sekä terveys- että ympäristöhaittoja. Tänä päivänä on nähtävissä entistä enemmän luonnonmukaisia ja myrkyttömiä materiaaleja, sekä käsittelytapoja ja niihin pyritään etsimään ratkaisuja. Tästä syystä kiinnostukseni heräsi palata ajassa taakse päin ja tutkia jo keksittyä menetelmää ja sen ominaisuuksia.

Kuva 1. Helsingissä sijaitsevan Ravintola Birgitan ulkoverhoilua, joka on tehty puuta hiiltämällä.





Kuva 2. The Interlock, hotelli- ja monitoimityötila Atlantassa (Square Feet Studio 2022)



Kuva 3. Ravintola Chotto Matte, Miami (Architects And Artisans 2020)

1.2 LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET


Opinnäytetyön lähtökohtana on tutkimus ikivanhaan puun hiiltämismenetelmään Shou Sugi Baniin ja miten tätä useimmiten ulkoverhoiluun käytettävää menetelmää voitaisiin soveltaa muotoilussa. Tavoitteena on kerätä yhteen tietoa ja historiaa puun hiiltämisestä, kemikaalivapaista puun käsittelymenetelmistä ja kemikaaleista sisäilmassa, sekä tutkimus siitä, voidaanko puuta hiiltää ja värjätä luonnollisin menetelmin ja soveltaa tuloksia muotoiluun. Tarkoituksena on kunnioittaa vanhoja perinteitä ja olla käyttämättä kemikaaleja puun käsittelyssä.

Löysin itse alunperin Shou Sugi ban -menetelmän katsoessani Grand Designs -tv-ohjelmaa, missä sitä käytettiin talon ulkoverhoilussa. Kiinnostuin aiheesta ja huomasin, että siitä ei löydy ainakaan julkisesti paljon tietoa tai tutkimuksia. Kirjallisuutta aiheesta ei ainakaan ole suomeksi tai englanniksi, joten tutkimus pohjautuu verkossa jaettuun tietoon, sekä omaan pohdintaan tutkimisen kautta. Hiilletty puu on jo käytössä sisätiloissa, mutta tavoitteena on myös koota yhteen tietopaketti aiheesta.

Kuvassa 2 on näkyvillä hiillettyä puuta sisustuksessa The Interlock hotelli- ja monitoimityötilassa. Tila on 2022 AIA Georgia Award of Excellence for Interior Architecture -palkinnon voittaja. Kuvassa 3 on näkyvissä hiillettyä puuta Miamissa sijaitsevassa ravintolassa Chotto Mattessa.

1.3 TYÖSKENTELYTAPA

Opinnäytetyössä tutkitaan hiilletyn puun mahdollisuuksia muotoilussa. Opinnäytetyö etenee osioissa; taustatutkimus, materiaalitestausta, ja lopulliset käytännön toteutukset menetelmää soveltaen. Taustatutkimuksessa on tarkoitus löytää mahdollisimman paljon historiaa ja tietoa ikivanhasta japanilaisesta puunhiiltämismenetelmästä Shou Sugi Banista / Yakisugista, puusta sisustusmateriaalina ja kemikaaleista sisäilmassa. Taustatutkimuksen kautta opinnäytetyö etenee sen toiseen osioon, eli materiaalitestaukseen. Koekappaleita toteutetaan hiiltämällä, värjäämällä, sekä käsittelemällä puutavaraa. Kolmannessa osiossa sovelletaan materiaalitestausta kautta saatuja tuloksia lopputulokseksi syntyneisiin käytännön esimerkkeihin. Lopuksi pohditaan mahdollisuuksia menetelmän käyttöön.



Puun hiiltämistä ja värjäysmenetelmiä tutkitaan materiaalitestauksien avulla taustatutkimukseen nojaten. Puun pintaa hiilletään nestekaasupolttimen avulla. Tietoa puun hiiltämisestä ja sen ominaisuuksista on saatavilla rajatusti, joten tavoitteena on oppia aiheesta itse kokeilemalla ja nojautua verkosta saatavaan tietoon.

Tutkimuskysymykset: Voimmeko hiiltää puuta ja värjätä sitä luonnollisin kemikaalivapain menetelmin? Miten ja miksi soveltaisimme puun hiiltämistä muotoilussa? Miten hyödyntää tutkimustulokset muotoiluun?

2. TAUSTOITUS

2.1 Kemikaalit sisäilmassa

2.2 Ympäristöluokitukset ja sertifikaatit

"Tänä päivänä kiistellään aivan turhaan siitä, ovatko luonnosta saatavat pintakäsittelyaineet ja teknokemian vastaavat tuotteet kestävyydeltään ja laadultaan yhtä hyviä. Lähtökohta on väärä, sillä valistunut kuluttaja katsoo ensisijaisesti sitä, mistä ko. tuotteet on valmistettu. Synteettisiin muoveihin ja keinohartseihin perustuvat maalit, liimat, lakat, vahat yms. ovat itsessään ongelmajätteitä, joiden tilapäisenä säilytyspaikkana toimivat seinät, huonekalut, liimasaumat jne. Eikä riitä, että tuote itsessään on ongelmajäte, vaan myös tuotetta valmistettaessa syntyy, usein jopa määräänsä enemmän ongelmajätteitä, joita ei voida palauttaa luontoon. Yksinkertaisesti sanottuna kysymys on valinnasta, uusiutumattomaan maaöljyyn pohjautuvan, synteettisen kemian tuotteiden ja niiden mukanaan tuomien ongelmien, tai kasvi- ja eläinkunnasta saatavien, uusiutuvien raaka-aineiden välillä."

(Perinnetaito 2022)

2.1 KEMIKAALIT SISÄILMASSA

Nykypäivänä tuotteista on poistettu yhä enemmän ympäristölle ja terveydelle haitallisia kemikaaleja. Vaikka määrä on vähentynyt, myrkyllisiä kemikaaleja käytetään edelleen. Maaleista haihtuvat liuotteista peräisin olevat VOC-päästöt ovat haitallisia ympäristölle, sekä ihmisen terveydelle. (Joutsenmerkki 2022). Sisäilman laadun parantamista varten on tehty erilaisia luokituksia, mm. M1-luokitus sekä sisäilmaluokitus 2018.

Sisäilmassa on erilaisia kemikaaleja, kuten alkaanit, glykolit, glykoliesterit, halogenoidut yhdisteet, SVOC ja VVOC-yhdisteet, formaldehydi ftalaatti, palonestoaineet, homeenestoaineet, PFC-yhdisteet ja niin edelleen. Mm. maaleihin ja pintakäsittelyaineisiin on lisätty ja keksitty loputtomasti kemikaaleja vuosien varrella niiden kestävyiden ja koostumuuden parantamiseksi. Toki kestävät pintakäsittelyaineet ovat myös joissain määrin ympäristön kannalta kestävä valinta. (Joutsenmerkki 2022).

Maalien ja pintakäsittelyaineiden lisäksi merkittävä haitta syntyy pintakäsittelyaineiden vääränlaisesta hävittämisestä. Niiden hävittäminen on myrkyllistä ja sotkee mm. jätevedepuhdistamojen prosesseja. (Euroopan Ympäristökeskus 2022). Jätevedenpuhdistamot eivät ole tehty poistamaan haitallisia kemikaaleja vedestä, joten niitä päätyy vesiin myös puhdistettujen jätevesien mukana (Ympäristökeskus 2022.)

Sisäilmassa olevat kemialliset epäpuhtaudet ovat erilaisia orgaanisia ja epäorgaanisia yhdisteitä. Yleisimpinä orgaaniset VOC (= volatile organic compound) -kaasut ja formaldehydi. Nämä päästöt sisäilmassa koostuvat liuotinaine sekä raaka-ainejäämistä, valmistusprosessissa syntyvistä sivutuotteista ja lisäaineista. Kemikaalit tulevat sisäilmaan mm. tekstiilien, kalusteiden- sekä rakennus- ja sisustusmateriaalien kautta. Ihmisten kokemat haitat näistä päästöistä on mm. päänsärky, väsymys ja asumisviihtyvyyttä vähentävät seikat. Pitoisuudet ovat yleensä korkeimpia uudisrakennuksissa, sekä korjatuissa rakennuksissa. VOC-kaasuja löytyy niin kodeista, kuin julkisista tiloista rakennus- ja sisustusmateriaaleista, sekä huonekaluista. Nämä päästöt voivat aiheuttaa terveyshaittoja ja jopa viihtyvyyden ja työtehon laskua. (Baumedi Solutions 2022).

Formaldehydi, joka on peräisin liima-aineesta, jota käytetään esimerkiksi lastulevyssä, paneeleissa, kiintokalusteissa ja huonekalujen rakenteissa. Formaldehydiä voi vapautua sisäilmaan myös pintakäsittelyaineista, kokolattiamatoista ja joistain tekstiileistä.

Ennen vuotta 1994 rakennetuissa haitta-aineita voi olla enemmän, mm. asbestia PAH-yhdisteet, PCB-yhdisteitä, haitallisia metalliyhdisteitä (lyijy) (Sisäilmayhdistys 2018.)

Sisäilmapäästöjen mittaukseen on olemassa ylitysarvot ja niitä on syytä tutkia, mikäli ihmisellä ilmenee terveyshaittoja - tai sisäilmassa havaitaan hajuhaittoja. Haitalliset kemikaalipäästöt ilmassa johtuvat usein siitä, että rakenteet eivät ole olleet täysin kuivia ennen pintamateriaalien asennusta, josta voi seurata materiaalien kemiallista hajoamista sisäilmaan. (Valvira 2022).

Valitsemalla oikeanlaiset kemikaalit tarkoituksenmukaisesti, tai korvaamalla kemikaalit muulla menetelmällä, pystytään pitämään ympäristöhaitat minimissä (Ympäristöhallinto 2013.)



2.2 YMPÄRISTÖLUOKITUKSET JA SERTIFIKAATIT

Kemikaaleilla on tärkeitä tehtäviä pilaantumisen ja suojaamisen kannalta. Aina ei ole mahdollista välttää kemikaaleja, jolloin on hyvä seurata tiettyjä luokituksia, joiden mukaan keskitytään parempaan sisäilmaan ja vähempiin kemikaaleihin. Kemikaalien riskien vähentämiseen tähtääviä ympäristösertifikaatteja ovat mm:

M1- luokitus

Sisäilmaystävällinen M1-luokitus on ympäristömerkki, joka edistää vähäpäästöisten materiaalien käyttöä. M1-merkin voivat saada yksittäiset tuotteet tai yritykset, jotka läpäisevät tietyt raja-arvot sisäilman laadussa työ- ja asuintiloissa. M1-merkki luokittelee mm. kiintokalusteita, huonekaluja, päällystettyjä toimistotuoleja ja rakennusmateriaaleja, sekä yksittäisiä tuotteita, kuten pintakäsittelyaineita. M1-merkki tuotteessa ei tarkoita sitä, että tuotteessa ei ole käytetty kemikaaleja, mutta se se läpäisee sille asetetut raja-arvot ilmaan haihtuville orgaanisille yhdisteille (VOC), formaldehydille ja ammoniakille, karsinogeenille ja hajuhajoitoille. (Rakennustieto 2022). M1-luokituksen logo on nähtävissä kuvassa 4.

Sisäilmaluokitus 2018

Sisäilmaluokitus 2018 on päivitetty suunnittelun ja rakennusteollisuuden apuna toimiva luokitus ja ohjenuora, joka antaa sisäilmalle tavoite- ja suunnittelu-arvot. Luokituskirja löytyy rakennustietokorteista ja sitä voidaan käyttää apuna mm. rakennuselostuksessa. Luokitus täydentää vuonna 2018 voimaan tulleita ympäristöministeriön sisäilma- ja ilmanvaihtoasetuksia. Rakennustietokorttia ja sen viitteitä voi käyttää apuna terveellisempää ja viihtyisämpää suunnittelua tukien. (Rakennustieto 2018).

Joutsenmerkki

Myös maaleista, rakennusmateriaaleista ja tekstiileistä voi löytää Joutsenmerkin, joka valvoo erityisesti tuotteissa käytettäviä kemikaaleja. Joutsenmerkin kriteerit ovat tiukat ja siihen ei hyväksytä kemikaaleja, joista ei tiedetä tarpeeksi. Joutsenmerkki perustuu elinkaari pohjaiseen ajatteluun, jossa ajatellaan tuotteen kokonaisvaikutusta valmistuksesta kierrätykseen ja uusiokäyttöön. Ympäristölle ja hormonitoiminnalle vaarallisille aineille on tiukat kriteerit. Joutsenmerkkiä eivät saa tuotteet, jotka hajoavat luonnossa hitaasti tai ei ollenkaan. (Joutsenmerkki 2022). Joutsenmerkki-logo on nähtävissä kuvassa 5.

Muita ympäristösertifikaatteja

LEED

Käytetyin yli 130 maassa käytetty maailmanlaajuinen rakennusten ympäristöluokitus LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), jossa on hyvä ottaa huomioon, että kriteerit on vertailtavissa koko maailmaan.

RTS-ympäristöluokitus

Suomen olosuhteisiin tehty ympäristöluokitus rakennushankkeiden tilaajille. Perustuu mm. sisäilmaluokitukseen ja M1-luokituksiin.

Muita kansainvälisiä ja ulkomaisia sertifiointijärjestelmiä ovat mm. Green Globes (USA ja Kanada), Miljöbyggnad (Ruotsi), HQE (Ranska) ja DGNB (Saksa).

(FIGBC 2018).



Kuva 4. M1-ympäristömerkin logo. (Rakennustieto 2022)



Kuva 5. Joutsenmerkki-logo. (Joutsenemrkki 2022)

3. SHOU SUGI BAN

3.1 Shou Sugi Ban / Yakisugi

3.2. Kestävyys, ylläpito ja ympäristöystävällisyys

3.3. Käyttökohteita ja referenssejä

3.1 SHOU SUGI BAN / YAKISUGI

Shou Sugi ban, toiselta nimeltään Yakisugi on ikivanha luonnollinen ja perinteinen japanilainen menetelmä, jossa poltetaan intensiivisesti puun pintaa, ts. hiilletty puu. Se on kehitetty alunperin tekemään puurakenteista säänkestäviä ja nykyään sitä käytetään perinteisesti verhoilumenetelmänä katoille ja seinille. (Nakamoto Forestry 2022). Kun puuta hiilletään, sen pinnasta tulee vahvasti sään-, homeen, ja lahonkestävä, sekä paloturvallisempi. Puun pinta saa myös hienostuneen, kauniin ja mielenkiintoisen ulkonäön. (Novenberg 2022) Myös Suomessa puun hiiltämistä on kautta aikojen käytetty puisten aitatolppien tyvessä, jolloin niistä saadaan lahonkestäviä. Kemikaalien ja myrkyllisten lahonsuoja-aineiden tultua markkinoille, tämä perinteinen ja ekologinen tapa on väistynyt. (Novenberg 2022). Puulaji ja kappale valitaan ja luokitellaan tarkasti sen suoruuden ja halkaisijan mukaan. Kun puukappaleet ovat sahattu niiden lopulliseen muotoon ja kokoon, puukappaleet kuivatetaan. Puun kuivuessa ne ovat vasta valmiita poltettavaksi. Perinteisessä Shou Sugi Ban -prosessissa puu hiillostetaan, jäähdytetään, harjataan, pestään ja lopuksi suojataan luonnonöljyllä. Puun oma molekyyli rakenne vaikuttaa siihen, miten puunpinta hiillostaessa kuvioituu ja hiiltyminen tapahtuu eriasteisesti puulajista riippuen. Kuvassa 6 on nähtävillä eri asteisesti hiillettyä puuta. Pehmeämpi puuaines hiiltyy syvemältä ja nopeammin kuin kovat puulajit. Kun puuta kuumennetaan tarpeeksi, ylimääräiset puukuidut ovat palaneet pois, niin jäljelle jää lämmöllä muokattu musta pinta. (Novenberg 2022).

Kuva 6. Eri asteisesti hiillettyä puuta. (Canadian Woodworks 2022).



Puu on täynnä pienikokoisia huokosia. Huokosten läpi kulkee vettä. Kun kosteus kerääntyy, se toimii homeen, lahoamisen ja tuhoutumisen reittinä. Kun puu on tarpeeksi korkeassa lämpötilassa, sen pinnassa olevat huokokset kutistuvat ja sulkeutuvat. Näin ollen puusta tulee vedenpitävä. Kun puuta hiiltää korkeassa lämpötilassa, puun omat orgaaniset yhdisteet, kuten selluloosa ja sokeri katoavat tai vähentyvät. Orgaanisten komponenttien vähentyessä tai kadotessa puusta, siitä tulee paljon kestävämpi. Näin puun pintaan muodostuu suoja. (Degmeda 2022).

Shou Sugi Ban toimii parhaiten pehmeissä havupuutyypeissä kuten kuusessa, lehtikuusessa, männyssä ja setrissä. Männyllä on kauniisti kuvioidut sytyt, eikä se kutistu tai turpoa hiilittäessä. Iskunkestävä mänty hiillettynä sopii käytettäväksi esimerkiksi portaissa ja lattiassa. Kuusi, joka on kestävä ja joustava sekä voimakkaasti kuvioitu, sopii myös hyvin kovempaa kulutusta vaativille pinnoille. (Degmeda 2022).

YAKISUGI VAI SHOU SUGI BAN?

Puun hiitämismenetelmästä käytetään kahta nimitystä; Yakisugi ja Shou Sugi Ban. Yakisugi viittaa alkuperäiseen menetelmään, missä alkuperäistä japanilaista puun hiitämismenetelmää noudattaen puulajina käytetään ainoastaan mäntykasvien sukuun kuuluvaa setripuuta (Sugi) sen näyttävän ulkonäön ja pitkäikäisyytensä puolesta. (Nakamoto Forestry 2022).

Sanotaan, että nimi "Shou Sugi Ban" on muodostunut Japanin ulkopuolella käännösvirheen kautta. Länsimaissa näillä kahdella nimityksellä on sama tarkoitus, toisin kuin Japanissa Shou Sugi ban ei ole niin käytetty nimitys. (Nakamoto Forestry 2022).

Yaki = palanut, hiiltynyt, lämpökäsitelty
Sugi = Japanilainen Setripuu

Shou Sugi Ban kuvaa yleistä puunpolttomenetelmää yhdistettynä luonnollisiin ja synteettisiin öljyihin (Nakamoto Forestry 2022.)

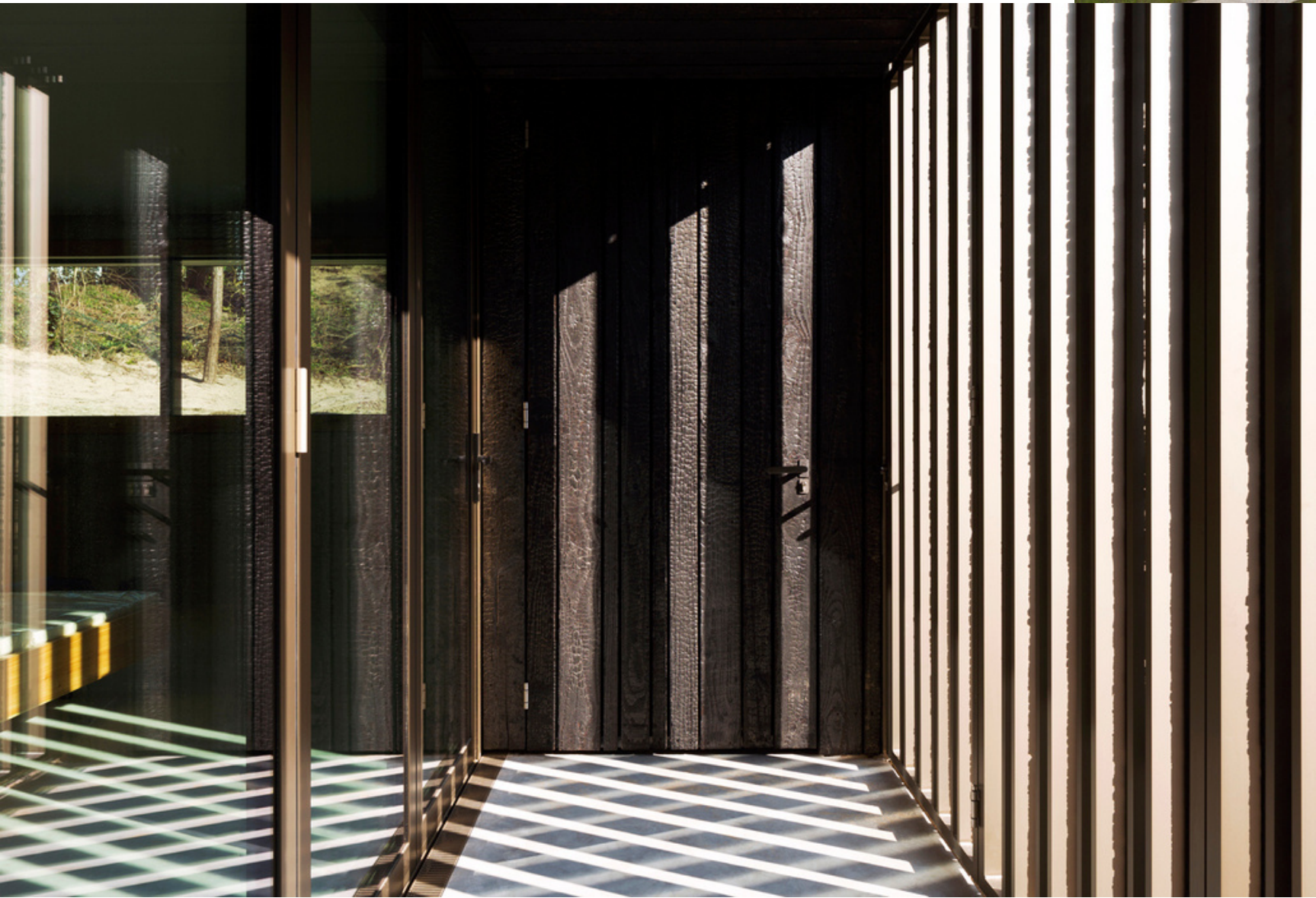
3.2 KESTÄVYYS, YLLÄPITO JA YMPÄRISTÖYSTÄVÄLLISYYS

Hiillettyn puun sanotaan kestävänsä oikein valmistettuna ja ylläpidettynä jopa 80-100 vuotta (Degmeda 2020.) Hiillettyn puun ylläpitona se kannattaa öljytä noin 10 vuoden välein, etenkin jos se saa paljon auringonvaloa. Shou Sugi Ban voidaan luokitella erittäin ympäristöystävälliseksi vaihtoehdoksi. Itse puu on ekologinen ja uusiutuva luonnonvara, sekä puun hiiltäminen antaa sille erittäin pitkän iän. Hävittäessä puun, se voidaan käyttää energiajätteenä, eikä siitä vapaudu ympäristölle haitallisia kemikaaleja. (Degmeda 2022).

3.3 KÄYTTÖKOhteITA JA REFERENSSEJÄ

Villa Meijendel / VVKH architecten 2016

Kuva 7. Talon ulkoverhoiluna toimiva hiilletty puu näyttää muuttuvan valon vaikutuksesta. Joskus talo on lähes näkymätön tummaa metsää varten ja joskus se kimaltelee auringonpaisteissa. (Archdaily 2016)



Kuva 8. Sisääntulo on verhoiltu myös hiilleyllä puulla.
(Archdaily 2016)



Kuva 9. Tumma polttokäsitelty sauna asuntomessuilla 2021 by Rusticwood. (Rusticwood 2022)

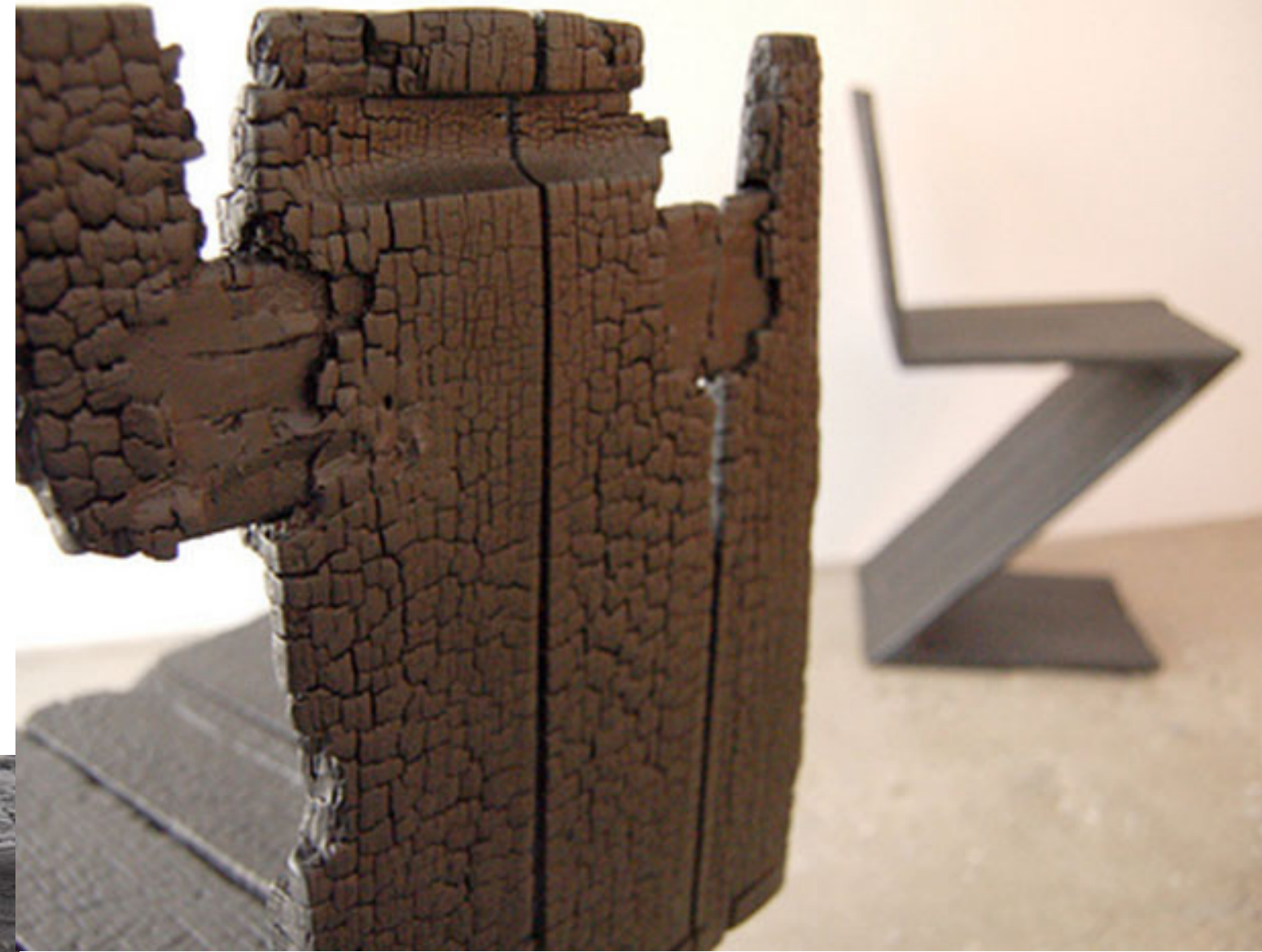
Kuva 10. Aalto yliopiston tutkijat kehittävät menetelmää, jossa nanoteknologian avulla saadaan värejä, kiiltoa ja kimallusta käyttämättä pigmenttejä. Värit ovat myrkyttömiä ja 100% puuta. (Structural Color Studio 2022) Kuvan puuta on polttokäsitelty. Kuva Habitaren Signals -osastolta. (Kuva: Järvi 2022)



MAARTEN BAAS

Hollantilainen muotoilija Maarten Baas poltti Vintage-huonekaluja 2002 valmistusprojektina luodakseen niille uuden karaktäärin. Smoke-kokoelma leikkii kauneuskäsitysten kanssa ja on tutkimuksen lopputulos kauneudelle ja täydellisyydelle. Luonnossa kaikki muuttuu, mikä luo tietyn kauneuden. Miksi pidämme asiat sellaisina kuin ne alun perin olivat? Hiiltämisen jälkeen huonekalut on päällystetty kirkkaalla epoksihartsilla, kuvat 11 ja 12. (Maarten Baas 2001)

Kuva 11. Smoke-kokoelma (Maarten Baas 2001).



Kuva 12. Smoke-kokoelma (Maarten Baas 2001).

Vuonna 2004 Moss-galleria New Yorkissa tilasi Maartenin soolonäyttelyyn, poltetuista design-klassikoista, jotka perustuvat aikaisempaan Smoke Vintage -kokoelmaan. Tämä "Where there's smoke" -näyttely muodostui vuosikymmenen symboliseksi näyttelyksi. Tässä näyttelyssä oli mm. Rietveldin, Gaudin, Sottsassin ja muiden klassikoiden kalusteita poltettuna. (Maarten Baas 2004).



4. PUU OSANA MUOTOILUA

4.1. Puu sisustusmateriaalina

4.1.2 Puumateriaalin laatu

4.2 Puun kemikaalivapaita käsittelytapoja

4.1 PUU SISUSTUSMATERIAALINA

Puulla on lukuisia positiivisia vaikutuksia sisustusmateriaalina. Puu sisustuksessa ei ole pelkästään esteettisesti kaunis, vaan tukee myös terveyttä. Puun ominaisuuksista sisätiloissa on tehty lukuisia tutkimuksia. Puun käyttö mm. kohentaa mielialaa, voi edistää tervehtymistä ja sillä on stressiä vähentäviä ominaisuuksia. Lisäksi se toimii erinomaisena sisäilman parantajana sen luontaisen ominaisuuden vuoksi tasata sisäilman kosteuden vaihteluita, joka taas voi parantaa tilojen energiatehokkuutta kun ilmanvaihdon tarve on pienempi. Puun terveystuotteita osataan hyödyntää jo lukuisissa sairaaloissa, kouluissa ja hoitokodeissa ympäri maailmaa. (Puuinfo 2022). Lisäksi puu parantaa sisäilman laatua ja sitoo haitallisia VOC-yhdisteitä sisäilmastamme (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2019.)

Puu on monipuolinen sisustusmateriaali, josta valmistetaan mm. viilua, vaneria ja erilaisia panelointeja. Puulle löytyy loputtomasti käyttökohteita sisustuksessa ja siitä voidaan valmistaa kalusteita, panelointeja, lattiamateriaaleja ja niin edelleen. Sisustusmateriaalina käytettyjä puulajeja ovat Suomessa yleisimmin kuusi, mänty ja koivu. Myös tammi, leppä, haapa, vaahtera ja saarni ovat yleisesti sisustuksessa käytettyjä puulajeja. Puu on uusiutuva luonnonvara ja ympäristöystävällinen vaihtoehto. Puun ominaisuudet sitoa hiiltä ilmasta ovat erinomaiset. (Puuinfo 2022).

4.2 PUUMATERIAALIN LAATU

Suomessa on noin 25-30 eri puulajia, joka on hyvin vähän verrattuna koko maailmalla kasvaviin puulajien määrään, jota on yhteensä noin 45 000 eri lajia. Käytettävään puutavaraan liittyy monenlaisia tekijöitä, jotka vaikuttavat lopputuloksen laatuun. Kun puuta kaataa, sahaa ja varastoi oikealla tavalla, pystytään vaikuttamaan sen laatuun. Laadukkaita sekä kestäviä kalusteita ja rakenteita voi toteuttaa puun oikeanlaisten työstömenetelmien, pintakäsittelyaineiden ja liimauksien avulla. Puuaineksen tasaisuudessa voi olla eroja, riippuen mm. siitä milloin puu on sahattu. Esimerkiksi kevätpuun soluseinämät ovat ohuempia ja hauraampia, kun taas kesällä sahatun puun solut ovat vahvempia. Kesällä sahattu puu on siis monesti tasaisempaa ja parempilaatuista. (Puuproffa 2022).

4.2 PUUN KEMIKAALIVAPAITA KÄSITTELYTAPOJA

Muita ympäristöystävällisiä ja kemikaalivapaita menetelmiä puun käsittelylle, jossa olisi samoja ominaisuuksia kuin puun hiiltämisellä ovat mm. OrganoWood, vanhan ajan venelakka ja lämpömodifiointi. Puun käsittelymenetelmiä on viime vuosina lanseerattu jonkin verran. Erilaiset käsittelymenetelmät parantavat puun ominaisuuksia kestää kosteutta ja parantaa palon- ja lahonkestoa. (Puuinfo 2022).

OrganoWood

Esimerkkinä OrganoWood, joka on ruotsalainen patentoitu ja ympäristömerkitty piimodifioitu menetelmä, joka muodostaa suojan lahottajasieniä ja tulta vastaan. Pinnasta tulee heikosti nesteitä imevä, eikä se sisällä myrkyjä, raskasmetalleja tai liuottimia. Organowood perustuu luonnon omalle mineraloisoitumisprosessille. Teknologia on tieteellinen ja perustuu biokuitujen modifiointiin, jossa piiaineet sidotaan puuhun. (OrganoWood 2022).

Vanhan ajan venelakka, Tung Kinas

Vaativia sääolosuhteita kestävä kemikaalivapaa luonnonhartseilla vahvistettu lakka, jota käytetään perinteisesti puun käsittelyyn kosteissa tiloissa, sekä hirsirakenteissa, laitureissa ja muissa ulkokalusteissa. Lakkaa voidaan sävyttää väripastoilla. (Puuproffa 2022).

Lämpömodifiointi (ThermoWood)

Kemikaalivapaa, useimmiten mänty- ja kuusi-puusahatavaraan käytetty menetelmä, jossa puu käsitellään korkean lämpötilan ja vesihöyryn avulla yli 160 °C. Käsittelyn avulla puun kestävyys, lahon- ja säänkesto on parempi, sekä kosteuseläminen alhaisempaa. Lämpömodifioitua puuta käytetään esimerkiksi katto- ja seinäpaneloinneissa, lattioissa, kosteissa tiloissa, sisustuksessa, kalusteissa, ja ulkoterasseissa. (Puuinfo 2022). Kuvassa 13 on näkyvillä lämpömodifioitua puuta toimistotilan rimaseinässä.

Kuva 13. Lämpömodifioitua puuta. (Puuinfo 2022)



MUITA UUSIA PUUN KÄSITTELYTAPOJA

Kuvassa 14. Taulukko Puuinfo.fi -sivustolta, jossa esitellään uusia puun käsittelymenetelmiä. Puun pitkäaikaiskestävyyden parantamiseksi on viime vuosina lanseerattu useita erilaisia menetelmiä. Uudet käsittelymenetelmät parantavat muun muassa puun kosteuden kestävyttä, palon- ja lahonkestoa sekä vähentävät puun kosteuselämistä. Ne parantavat maalien ja muiden pintakäsittelyaineiden pysyvyyttä ja toisaalta mahdollistavat puupintojen jättämisen kokonaan käsittelemättä. (Puuinfo 2017). Taulukossa on esitelty käyttökohteita ja tarkempia teknisiä tietoja, ominaisuuksia, käsittelyaineista ja käytettävistä puulajeista.

Kuva 14. Taulukko Puuinfo.fi -sivustolta, jossa esitellään uusia puun käsittelymenetelmiä. (Puuinfo 2017)

	Accoya	Kebony	Organowood-puutuotteet	Organowood-puunsuojanesteet	NXT Lockwood (liimalevy) ja NXT Timber (massiivipuutuotteet)
Käsittelymenetelmän kuvaus	Puu kuivatetaan ja asetyloidaan eli käsitellään etikalla. Modifioinnin seurauksena puun vapaat hydroksyyliit muuttuvat asetyyliryhmiksi ja puun kyky absorboida vettä vähenee. Puu modifioidaan kauttaaltaan.	Puutuotteet läpi- tai pintakyllästetään patentoidussa prosessissa paineen ja lämmön avulla niin, että sen molekyyli rakenne muuttuu. Tehdaskäsittely Kebony on väriltään tumman ruskeaa ja käsittelemättömänä ilmaston vaikutuksen alaisena se muuttuu vähitellen hopeanharmaaksi.	Puu painekyllästetään Organowood 01 Laho- ja Palosuoja-aineella, jolloin luonnon omat mineraalit (piimolekyylit) sitoutuvat puuhun. Käsittelyn tuloksena puu fossiloituu ja kyseiset mineraalit muodostavat fyysisen suojan lahottajasiemien ja tulta vastaan. Samalla sen pinta kovettuu ja muodostuu heikosti nesteitä imeväksi. Käsittely ei sisällä myrkkijä, raskasmetalleja, biosideja eikä liuottimia.	Kaksivaiheinen puunsuojaus menetelmä: Ensin levitetään puunsuoja 01 Laho- ja Palosuoja ja sen päälle Puunsuoja 02 Lika- ja Vesisuoja. Myös valmiiksi käsitellyn Organowood-puutuotteen päälle suositellaan Organowood 02 Lika- ja Vesisuoja-käsittelyä.	Termomekaaninen modifiointi. Tuore puu kuivataan ja siten modifioidaan mekaanisesti puristamalla. Jos halutaan, prosessia voidaan jatkaa lämpökäsittelyllä.
Käsittelyaine	Etikkahappoanhydridi, laimennettu muoto tunnetaan viinietikkana.	Kebony-tuotteiden käsittelyaine on biopohjainen alkoholi (furfuryl), joka on luonnon tuote.	Organowood 01 Laho- ja Palosuoja	Organowood 01 Laho- ja Palosuoja Organowood 02 Lika- ja Vesisuoja Käsittelyaineet ovat ympäristöluokiteltuja, ulkokäyttöön tarkoitettuja.	Ei tarvita.
Käsittelyn vaikutus puun ominaisuuksiin	Käsitelty puu laajenee ja kutistuu 75% vähemmän kuin tavallinen puu ja maali- ja lakkapinnat kestävät 3-4 kertaa kauemmin. Accoya-puu ei ime kosteutta joten lahoamisprosessi ei pääse alkamaan ja puulle voidaan antaa 50 vuoden tehdastakuu, sekä 25 vuotta käyttökohteissa, jotka ovat maakoetoksessa tai vedessä. Accoya-käsitelty puu kovenee ja sen rakenne vahvistuu käsittelyn seurauksena.	Käsitelty eli "kebonysoitu" puu on kestävämpää, kovempaa ja vakaampaa, eli sen mittapysyvyys on normaalia puuta parempi. Kebonysoitu puu ei ime juurikaan kosteutta ja näin ollen soveltuu käytettäväksi kaikissa kosteudelle alttiissa rakenteissa.	Organowood-puutuote on ajan mittaan luonnollisesti harmaantunut laho- ja palosuojattu tuote, jolla on 10 vuoden lahoamattomuustakuu sekä lattia- ja seinämateriaaleille paloluokitus Bfl-s1 ja seinärakenteille Cs1, d0. Tuote ei vaadi erikseen vuotuisia huoltokäsittelyjä. Pinnan heikko imukyky parantaa muotovakautta ja pienentää kosteuselämistä. Esim. terassilaidoissa ei tarvitse jättää kuivumisvaroja kappaleiden väliin. Tuote ei aiheuta kiinnikkeiden korroosiota	Käsittelyaineet ovat kuivuttuaan lähes värittömiä. Käsitelty puu säilyttää näin luonnollisen värinsä, mutta saa vanhetessaan hopeanharmaan sävyn. Organowood 01 Laho- ja Palosuoja suojaa käsittelemätöntä puuta lahoa ja tulta vastaan. Organowood 02 Lika- ja Vesisuoja luodaan voimakkaasti vettähylkivä pinta, joka helpottaa pinnan puhdistamista, tasoittaa harmaantumista, pienentää pintakäskuston ja kuitunukan riskiä sekä vähentää halkeilua.	Pitkäaikais- ja säänkestävyys kasvaa. Muoto- ja lajuusominaisuudet paranevat jopa niin paljon, että lämpökäsittelyn tuomat haitat ylikompensoidaan.
Mitä puulajeja voidaan käsitellä?	Radiatamäntyä käytetään pääsääntöisesti sen nopean kasvun, uusiutuavuuden ja hyvän soveltuvuuden takia.	Tällä hetkellä käytetään pohjoismaista mäntyä (scots pine), radiatamäntyä sekä amerikkalaisia mäntylajikkeita, joista käytetään lyhennettä SYP, sekä vaahteraa.	Tällä hetkellä käytetään pohjoismaista mäntyä ja kuusta.	Käsittelyaineita voidaan käyttää havupuille, painekyllästetyille puulle, sekä useille lehtipuulajeille.	Kaikkia kotimaisia puulajeja. Menetelmällä on modifioitu noin 30 eri puulajia. Lisäksi voidaan hyödyntää jopa sydänkeskeistä pienpuuta ja vaneriteollisuudessa syntyviä purilaita.
Asiaan liittyvät standardit ja testitulokset	Accoya-käsittelytekniikka on keksitty yli 80 vuotta sitten, jonka jälkeen tuotantomenetelmää on kehitetty ja testattu pitkään eri testeissä ja laboratoriotutkimuksissa. Accoya-raaka-aineet tulevat FSC- ja PEFC- ympäristövaatimukset täyttävistä metsistä. Lisäksi Accoyalla on alueellisia sertifikaatteja.	Kebony-tuotteille luvataan tehtaalta 30 vuoden takuu. Tuote on Joutsen-merkitty ja FSC- ja PEFC-sertifioitu. Se on saanut ruotsalaisen SundaHus ja norjalaisen Norwegian Green Building Councilin sertifikaatit.	Lahosuojatesti testattu EN 113 -lahoamistestillä. Tuotteen vedenkestävyys testattu EN 84-liukoisuustestillä. Palosuojaluokka (Bfl-s1, Cs1,d0) testattu EN 13501-1-testillä. Auringonvalon heijastuskyky SRI, ASTM E1980-11-testillä, arvo 82. Ruotsissa Sunda Hus ja Byggarubedömningens ympäristöarviointiorganisaatioiden korkein (A) suositus. Maailman Luonnon Säätiön (WWF) myöntämä arvostettu "Climate Solver"-nimitys. FSC- ja PEFC-sertifioitua puuta.	Puunsuoja-aineilla on Ruotsissa Sunda Hus ja Byggarubedömningens ympäristöarviointiorganisaatioiden korkein (A) suositus sekä Bra Miljöval-ympäristömaininta. Maailman Luonnon Säätiön (WWF) myöntämä arvostettu "Climate Solver"-nimitys.	NEXTIMBER on FSC-sertifioitu. Prosessia on testattu ja tutkittu useissa oppi- ja tutkimuslaitoksissa, esim. LUKE ja UEF.
Mahdolliset laatu-erot ja niiden erot	Tuotteen kestävyys on I luokkaa. Accoya-tuotteet ovat kovempia ja kestävämpiä kuin luonnon tiikki, jolloin ne sopivat kosteusrasitukselle alttiisiin rakenteisiin.	Kestävyydeltään Kebony-tuotteet ovat luokiteltu EN-350 -standardien mukaan parhaimpaan luokkaan 1 ja metsämäntä luokkaan 1-2.	EN-350 -standardien mukaan kestävyysluokka 1.		Termomekaaninen modifiointi tehdään aina asiakäyttöä varten tuotteen käyttö kohteen ja tarpeiden mukaisesti. Modifoinnissa voidaan vaikuttaa useisiin ominaisuuksiin, kuten esim. pinnan kovuuteen ja väriin. Modifioitava raaka-aine määrittelee luokituksen. Lämpökäsittelyluokat kuten Thermo S & D.
Mahdollinen vaikutus muuhun pintakäsittelyyn (maalaus, kuultoväri)	Accoya-käsittelymenetelmä helpottaa ja auttaa puun pintakäsittelyä. Maali-, lakka ja öljypinnat kestävät 2-3 kertaa kauemmin kuin tavallisessa puussa. Tuotteet sopivat myös käytettäväksi käsittelemättöminä jolloin pinta harmaantuu (hopeanharmaa) UV-säteilyn ja säärasituksen seurauksena.	Kebony-tuotteet suositellaan jätettävän käsittelemättömiksi, jolloin saadaan täysin huoltovapaa tuote. Jos ruskea värisävy halutaan kuitenkin säilyttää, niin sitä voidaan käsitellä esim. puuöljyllä vuosittain riippuen rakenteen käytöstä ja sijainnista.	Organowood-puutuotteita ei suositella käsiteltäväksi perinteisillä maaleilla, sillä maali ei imeydy puun pintaan riittävän hyvin. Valmistaja kehittää parhaillaan ympäristöluokiteltua maalijärjestelmää, joka soveltuu erityisesti Organowood-käsitellyille puulle.	Organowood-puunsuoja-aineita ei suositella käsiteltäväksi perinteisillä maaleilla, sillä maali ei imeydy käsitellyn puun pintaan riittävän hyvin. Valmistaja kehittää parhaillaan ympäristöluokiteltua maalijärjestelmää, joka soveltuu erityisesti Organowood-käsitellyille puulle.	Ei vaikutusta.
Suositteluvat käyttökohteet	Accoya-käsitelty puu sopii ikkunapuitteisiin, oviin, puuverhoiluun, ulkokuulaukukseen, julkisivuihin, terasseihin, venesatamiin, ulkokuulusteisiin- ja varusteisiin, siltoihin ja julkisiin rakennuskohteisiin. Puuta suositellaan käytettäväksi varsinkin leikkimäntäisiin sen myrkyttömyyden takia.	Kebony-tuotteita käytetään laitureissa, terasseilla, ulkoverhoiluun, ulkokuulaukuihin, ikkunoihin, oviin ja jopa hienotyöstettyihin käyttöesineisiin, kuten aterimiin. Puuta suositellaan käytettäväksi varsinkin leikkimäntäisiin sen myrkyttömyyden takia.	Organowood-puutuotteet on suunniteltu käytettäväksi ulkona maanpinnan yläpuolisissa kohteissa kuten terasseissa, laitureissa, ulkoverhoiluissa, aidoissa, pergola-rakenteissa jne. Saatavissa on joukko vakioimittaisia varastotuotteita.	Organowood-puunsuojanesteet on suunniteltu käytettäväksi ulkona maanpinnan yläpuolisissa kohteissa kuten terasseissa, laitureissa, ulkoverhoiluissa, aidoissa, pergola-rakenteissa jne.	Kaikki puurakentaminen ulkona ja sisällä.
Lisätietoja	www.novewoods.fi/accoya	www.novewoods.fi/kebonny	www.organowood.com/fi	www.organowood.com	www.nexttimber.com

5. MATERIAALITUTKIMUS

- 5.1 Materiaalitestausprosessi
- 5.2. Tulosten analysointi
- 5.3 Värjäys luonnollisin menetelmin
- 5.4 Värjäystulosten analysointi

5.1 MATERIAALITESTAUSPROSESSI

Kerätyn ja tutkitun taustatiedon perusteella siirrytään itse testaukseen käytännössä. Sillä tietoa puun hiiltämisestä on saatavilla rajatusti, tulokset halutaan testata käytännössä, jotta prosessin ymmärtäisi paremmin. Puun hiiltämistä testataan kuuseen ja mäntyyn kuvassa 15 näkyvän nestekaasupolttimen avulla. Kaasupoltin yhdistetään kaasupulloon, jolloin polttimen avulla saadaan erittäin korkea lämpötila ja hiiltyminen tapahtuu nopeasti. Testikappaleiden puulajeiksi valittiin pintakäsittelemätön mänty ja kuusi, sillä taustatiedon perusteella paras tulos puun hiiltämiseen saadaan pehmeällä puulajilla, ja etenkin Euroopassa puun hiiltämistä tehdään suurimmaksi osaksi havupuulajeihin. Käytetyt puukappaleet ovat näkyvissä kuvassa 16.

Prosessi aloitetaan testaamalla puun hiiltämistä tuorempiin mäntylankkuihin, sekä jo hieman kuivuneempaan ja harmaantuneeseen mäntylankkuun, jotta voitaisiin nähdä voidaanko jo hieman kuivuneempaa puuta hiiltää ja miten tulokset eroavat tuoreemman puun hiiltämisestä. Tulokset ovat näkyvissä kuvassa 17. Seuraavaksi testataan miten hiilletty mänty ja kuusi eroavat toisistaan (kuva 18). Puun hiiltämistä kaasupolttimen avulla kokeillaan myös vaneriin (kuva 19), sekä kovaan puulajiin eli koivuun, jotta ymmärrettäisiin paremmin miksi havupuulajien sanotaan olevan parempi vaihtoehto puun hiiltämiselle. Puuta käsitellään pellavaöljyllä hiiltämisen jälkeen.



Kuva 16. Käytössä olevia pintakäsittelemättömiä puokappaleita.



Kuva 17. Vasemmalla hiillettyä puuta jo hieman kuivempaan ja harmaantuneeseen mäntyyn. Hiiltäminen ei selvästi onnistunut yhtä hyvin kuivempaan puuhun. Puu lähtee halkeilemaan aika nopeasti ja hiilletty pinta irtoilee helpommin. Oikealla tuorempi puokappale, joka hiiltäytyi kauniisti. Ylimääräisen noen sai harjattua pois ja jäljelle jäi pinta, joka oli kauniisti hiilletty ja puun syyt näkyvillä. (Mäntylä 2022)



Kuva 18. Vasemmalla hiilletty mänty ja oikealla kuusi. Mänty saa selkeästi syvemmän mustan värin kuin kuusi. Kuusen väri muuttuu punertavaksi ja oksakohdat ovat selkeästi kovia ja niitä on vaikea hiiltää. (Mäntylä 2022)



Kuva 19. 5mm vaneri toimi kevyeen hiiltämiseen ja pysyi ehjänä, eikä taipunut. Tulos oli lähinnä mielenkiintoinen, mutta en usko että tästä on kovin paljon hyötyä puun käsittelyä miettien, sillä tarvittava pihka ja puun omat aineet eivät ole mukana. (Mäntylä 2022)

5.2 TULOSTEN ANALYSOINTI

Mänty

Tulos oli selvä, mänty osoittautui parhaaksi lajiksi puun hiiltämiseen. Puu hiiltyy syvemmin, ja puun syyt tulevat kauniisti esille.

Kuusi

Kuusi pehmeänä puuna on osoittautui myös hyväksi vaihtoehdoksi, kuitenkin koin kuusen olevan liian oksaista ja pihkaista. Kuusen pihka nousi liikaa pintaan puuta hiillettäessä. Oksakohdat vaativat selkeästi pidempää polttoaikaa kuin männyssä ja tuntuu kuitenkin jäävän vaaleimmiksi kohdiksi kuin puukappale muuten.

Koivu

Koivu hiiltäytyi hyvin nopeasti ja vain pinnasta, mutta koin että puun syitä ei saanut hyvin näkyviin ja hiiltyminen tapahtui hyvin paljon vain puun pinnassa ja sen sai lähes kokonaan raaputtamalla pois. Puu syttyi ja jäi helposti palamaan ja vaati jatkuvaa sammuttamista veden avulla.

Tulokset ovat suuntaa antavia. Testauksia voisi jatkaa vaikka kuinka paljon, sillä selkeästi tulokseen vaikuttavia lopputuloksia ovat puun ikä ja sen ominaisuudet, kuten onko puu kevät- vai kesäpuu, kosteuseläminen, aikaisemmat olosuhteet ja rasitus. Tulokset voivat olla vaihtelevia puun alkuperästä riippuen. Lisäksi puun oma molekyyli rakenne vaikuttaa miten puu kuvioituu, kuten taustatutkimuksessa on jo todettu.

Parhaat tulokset saatiin puulla, joka on kuivatettu, mutta ei vielä liian kuivunut. Saatavuudesta johtuen testejä muihin puulajeihin ei testattu sen enempää, mutta testejä voisi hyvin soveltaa vielä vaikka pihlajaan, joka on pehmeä puulaji. Parhaimmat tulokset saatiin käsittelemättömään mäntyyn, jossa hiiltyminen tapahtui tasaisesti ja tulokset olivat esteettisesti miellyttäviä.

Käsittely pellavaöljyllä hiiltämisen jälkeen antoi puulle syvemmän värin ja sitoi pinnan niin, että siitä ei irtoa mustaa väriä. Syvästi hiilretty puu ei tunnu sopivan pinnoille, jotka vaativat paljon mekaanista kulutusta. Hiilretty pinta ei irtoile helposti, mutta mekaanista kulutusta vaativilla pinnoilla kuluminen on kuitenkin selkeää. Hyvin harjattu, tai kevyesti hiilretty puu voisi toimia mekaanista kulutusta vaativissa pinnoissa.

Puun palanut haju hiiltämisen jälkeen poistui hyvin kun ylimääräisen noen harjasi pois ja käsitteli puun pellavaöljyllä.

Miettien taustatutkimusta lämpöpuusta, jossa puun ominaisuuksia parannetaan 160 asteessa, voisi ajatella, että kevyesti hiilleytyllä puulla saadaan myös puuhun paremmat kestävyysominaisuudet ja puu voisi kestää paremmin esimerkiksi kosteita tiloja.

5.3 VÄRJÄYS LUONNOLLISIN MENETELMIN

Tutkimusta jatketaan puun värjäämiseen luonnollisin menetelmin. Saisiko hiilletyn/lämpökäsitellyn puun ominaisuudet toimimaan värien kanssa. Mustaksi hiilrettyyn puuhun värjääminen ei onnistunut, sillä mustaan ei niin helposti saanut tarttumaan värejä. Värjäystä testataan hieman vähemmän hiilrettyihin puukappaleisiin. Kokeiluun valitaan päävärit punainen, sininen ja keltainen, joista saisi mahdollisesti sekoitettua myös muita värejä. Värjäystuloksien prosessi on nähtävillä kuvissa 20-23.

Pellavaöljy

Pohjaksi valitaan itsestään kuivuva kylmäpuristettu pellavaöljy, joka on tutkitusti osoittautunut kestäväksi vaihtoehdoksi mm. happaman pH:nsa ansiosta. (Puuproffa 2022). Pellavaöjyyn sekoitetaan luonnollisia pigmenttejä.

Indigo (sininen)

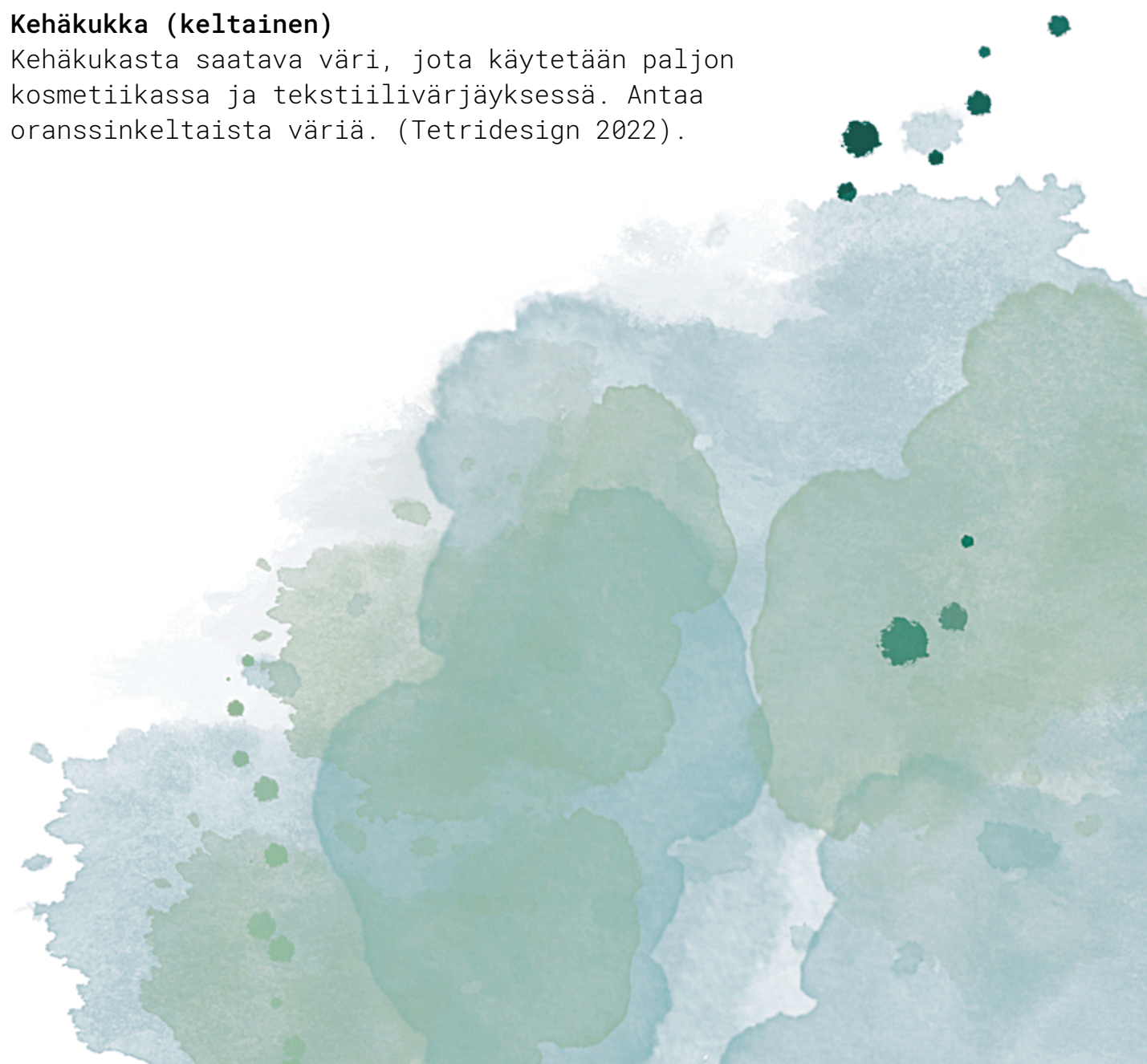
Indigo on tärkeä kasvipiperäinen väriaine, jonka käyttö on alkanut jo kauan aikaa sitten ja jo 1800-luvulla siitä on alettu valmistamaan myös synteettistä väriä. Indigoväriä saadaan viljellystä värikasvista ja tuotantoalueita on mm. Afrikassa, Etelä-Amerikassa, Andien ympärillä ja Aasiassa. Tästä kasvista saadaan muitakin kuin sinisiä sävyjä valmistustavasta riippuen, kuten ruskeaa, vihertävää ja kellertävää. Indigoa käytetään paljon tekstiilivärjäyksessä. (Tetridesign 2022).

Lacca (Punainen)

Riittoisa punainen väriaine, joka on lakkakirvan erittämää. Kirkasta punaista, mutta taittuu viininpunaiseen eri käsittelytavoilla. (Tetridesign 2022). Lakkakirvan eristämästä hartsista on erotettu tämä väriaine ja samasta hartsista valmistetaan myös puun pintakäsittelyyn tarkoitettua sellakkaa. (Raranatura 2022)

Kehäkukka (keltainen)

Kehäkukasta saatava väri, jota käytetään paljon kosmetiikassa ja tekstiilivärjäyksessä. Antaa oranssinkeltaista väriä. (Tetridesign 2022).





Kuva 20. Testaaminen aloitetaan sekoittamalla luonnon väripigmenttjajauhetta pellavaöljyyn. Värisävyt ja niiden toimivuus testataan puiseen kuormalavaan. Värjäystä kokeiltiin ensin niin, että puukappale värjätään ensin ja hiilletään sen jälkeen ja sitten toisin päin. (Mäntylä 2022)



Kuva 21. Vasemmalta lähtien; 1. indigo ja pellavaöljysekoitus, värjätty ennen hiiltämistä. 2. Lacca ja pellavaöljysekoitus, värjätty ennen hiiltämistä. 3 ja 4 indigoa ja laccaa samassa kappaleessa, värjätty hiiltämisen jälkeen. (Mäntylä 2022)



Kuva 22. Värjäyksen tuloksia luonnollisilla pigmenteillä. (Mäntylä 2022)



Kuva 23. Värjäys indigolla tuotti paljon eri sävyjä.
(Mäntylä 2022)

5.4 VÄRJÄYSTULOSEN ANALYSOINTI

Mustaksi hiillettä puuta ei ole ollut mahdollista värjätä luonnon pigmenteillä. Luonnon pigmenteillä pystyy selkeästi värjäämään puuta, joka on kevyesti hiillettä, mutta pysäköseen pinnassa sävy tarvitsee jonkinlaisen pinnoitteen. Testeissä pigmenttisävytetty puu kokeiltiin pintakäsittelä luonnollisella sellakalla, joka sitoi hyvin värin pintaan. Pigmenteistä indigo osoittautui erittäin vahvaksi pigmentiksi puun värjäköseen. Väri tuntui tarttuvan paremmin puuhun kun sen värjäsi ennen hiiltämistä. Värjäystulokset ovat suuntaa antavia ja niitä voitaisiin jatkokehittää erilaisilla pintakäsittelytavoilla. Värjäystestit toimivat suuntaa antavina tuloksina lopputuotteen valmistukselle. Kuvassa 24 mielenkiinnosta testattu tarttuisiko pigmentit vaneriin ja tulos oli se, että vaneriin ei saanut imeytettyä kunnolla värisekoitusta ja värit olivat hyvin läpikuultavia.



Kuva 24. Värjättyä vaneria. (Mäntylä 2022)

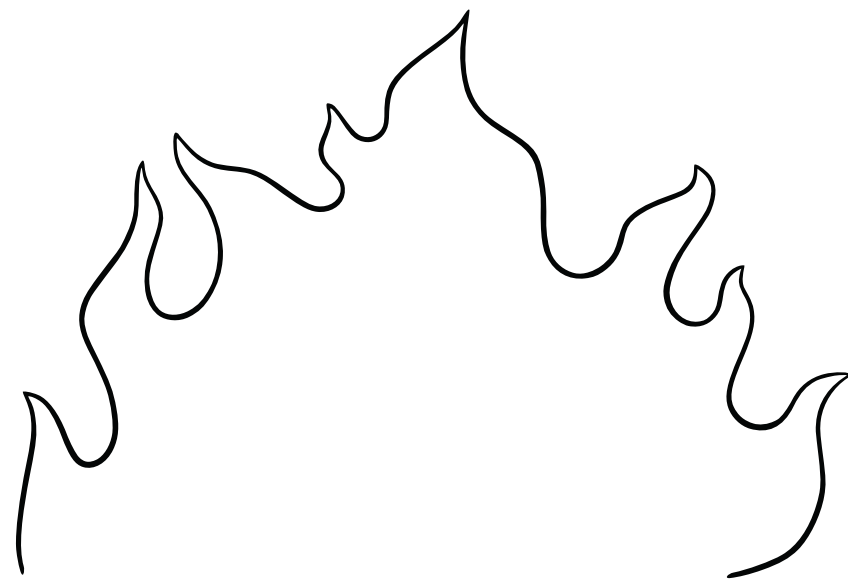
6. HIILLETYN PUUN KÄYTTÖ

6.1 Soveltuvia käyttökohteita muotoilussa

6.2. Menetelmän sovellus käytäntöön

6.1 SOVELTUVIA KÄYTTÖKOhteITA MUOTOILUSSA

Puu on luonnollisesti ympäristöystävällinen materiaali ja hiilletty puu voidaan kierrättää energiajätteenä, jolloin se ei vapauta kemikaaleja ilmaan. Hiilletyn puun ominaisuuksiin kuuluu mm. parempi sään- ja kosteudenkestävyys, kemikaalivapaus ja puun parempi paloturvallisuus hiiltämisen jälkeen, jolloin hiillettyä puuta voitaisiin käyttää ulkokalusteissa, kosteusvaihteluita vaativissa rakennuksissa kuten mökeissä, ulkoilmaravintoloissa- ja kahviloissa, retkeilyauton sisustuksessa ja muissa kosteissa tiloissa.



KÄYTTÖTARKOITUKSIA PUUN HIILTÄMISELLE MUOTOILUSSA:

ULKOKALUSTEIDEN SUOJAAMINEN

- Ulkokalusteet voidaan käsitellä menetelmällä, jolloin kalusteen paloturvallisuus ja säävaihteluiden kestävyys paranee. Toki tässä tulee miettiä mm. kuinka vahvasti puu on hiilletty vaikka istuinosuudesta, jolloin noki ei irtoa vaatteisiin ja joudu liiallisen mekaanisen kulutuksen kohteeksi.

MAISEMA-ARKKITEHTUURI JA PUUTARHAT

- Näyttäviä rakenteita voitaisiin soveltaa hiilletyllä puulla

MÖKIT, KOSTEAT TILAT

- Hiillettyä puuta voitaisiin hyvin käyttää mökin sisustuksissa, sekä kosteissa tiloissa - kuten saunassa ja kylpyhuoneissa.

ULKOILMARAVINTOLAT – JA KAHVILAT

- Vaativissa sääolosuhteissa olevien ravintoloiden ja kahviloiden sisustus ja kalustus.

TAPA VÄRJÄTÄ PUUSTA MUSTAA ILMAN KEMIKAALEJA TAI MAALEJA

RETKEILYAUTON SISUSTUS

- Nykypäivänä nähdään enenevässä määrin asuntoautojen rakennusta pakettiautoihin, johon menetelmää voitaisiin soveltaa hyvin sen säänkestävyyden ansiosta, sillä autot eivät ole kovin eristettyjä ja ovat kuitenkin vaativien sääolosuhteiden kohteena.

6.2 MENETELMÄN SOVELLUS KÄYTÄNTÖÖN

Lopputuloksena puun hiiltämistä ja värjäämistä sovellettiin erilaisiin mäntypanelointeihin (kuvat 26-27), retkeilyautoon (kuvat 28-29), sekä ulkokalusteeseen (kuvat 30-31).

Panelointi

Erilaisia puupanelointeja toteutettiin kevyesti puuta hiiltäen niin, että nestekaasupolttimella lämmitettiin puun syitä näkyviin, mutta ei hiilletty mustaksi asti. Sen jälkeen värjättiin indigosävytetyllä pellavaöljyllä. Kun pellavaöljysekoitus oli kuivunut noin viikon verran, pinta sidottiin luonnollisella sellakalla. Sellakalla käsittelyn jälkeen väri pysyi pinnassa. Tulokset ovat näkyvillä kuvassa 25.

Puun hiiltämistä voisi soveltaa panelointiin sisätiloissa, sekä kosteissa tiloissa. Koska puun värjäys luonnollisin menetelmin ei onnistunut mustaksi hiillettyyn puuhun, uskoisin kuitenkin, että kevyt hiiltäminen parantaa puun ominaisuuksia sulkemalla huokosia puun pinnasta. Taustatutkimuksen perusteella lämpöpuuta käsitellään 160 asteessa, joten miksi ei kevyt hiiltäminen toimisi myös puun ominaisuuksia parantavana menetelmänä kosteusvaihteluita ja hometta vastaan.



Kuva 25. Kevyesti hillettyä mäntypanelointia. (Mäntylä 2022)



Kuva 26. (Mäntylä 2022)

Kuvassa 26 vasemmalla hiillettiin mäntypaneelia mustaksi asti, jonka jälkeen harjattiin ylimääräinen noki pois ja pintakäsiteltiin pellavaöljyllä. Sen vieressä kevyesti hiilrettyä mäntypanelointia, joka on käsitelty indigosävytetyllä pellavaöljyllä. Kuvassa 27 lähikuvaa samasta indigosävytetyistä paneloinnista. Paneloinnit päättyivät rakenteilla olevaan retkeilyautoon.



Kuva 27. (Mäntylä 2022)



Kuva 28. (Mäntylä 2022)

Retkeilyauto

Puupaneloinnit löysivät paikkansa rakenteilla olevasta retkeilyautosta, johon löydettiin sille hyvä tarkoitus. Auton sisustuksen tusi kestää kosteusvaihteluita, joten puun hiiltäminen sopi hyvin tähän. Kuvassa 28 rakenteilla oleva auto tyhjänä ja kuvassa 29 paneloinnit seinällä.



Kuva 29. (Mäntylä 2022)



Kuva 30. (Mäntylä 2022)



Kuva 31 (Mäntylä 2022)

Ulkokalusteet

Menetelmää sovellettiin myös kuvassa 30 näkyvään pintakäsittelemättömään ulkokalusteeseen off grid -tilalla Portugalissa. Tuoli alkoi selvästi kärsiä kosteusvaurioista, niin kuin kuvassa 31 näkyy. Tuoli hiottiin, käsiteltiin hiiltämällä ja sen jälkeen pintakäsiteltiin pellavaöljyllä. Menetelmä sopi hyvin paikan arvoihin, jossa kunnioitetaan perinteisiä ja vanhoja tapoja toimia luonnon kanssa yhteistyössä. Portugalissa säävaihtelut ovat suuria, sadekaudella jatkuva kosteus haastaa kalusteita, sekä kesällä kuiva ilma on vaarana metsäpaloille ja ympäröiville rakennuksille. Puun hiiltäminen suojaa kalusteet kosteudelta, sekä tekee niistä paloturvallisemman.



Kuva 32. (Mäntylä 2022)

Kuvassa 32 ja 33 näkyvillä lopputulos hiillettystä ulkokalusteesta. Lopputuloksesta tuli melko uniikki. Tuoli on hiilretty vahvimmin osista, mitkä ovat kosketuksissa esimerkiksi sateen kanssa ja istuin- ja selkänoja ovat vain kevyesti polttokäsitelty meittien sitä, että istuessa tuolilla noki ei värjäisi vaatteita, mutta polttokäsittely suojaisi kuitenkin tuolia. Puulaji ei ole tiedossa. (Mäntylä 2022)



Kuva 33. (Mäntylä 2022)



Kuva 34. Hiilletyn puun ominaisuuksiin kuuluu vedenkestävyys ja se testattiin myös ulkona olevaan penkkiin, joka polttokäsiteltiin ja siitä tuli erittäin vedenpitävä, niin kuin kuvasta huomaa. (Mäntylä 2022)

7. YHTEENVETO

7.1 POHDINTA JA YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkouitus oli tutustua kemikaalivapaaseen puun hiiltämiseen - Shou Sugi Baniin ja löytää sille käyttötapoja muotoilussa. Työssä tutustuttiin kemikaaleihin sisäilmassa, ympäristösertifikaatteihin, kemikaalivapaisiin puun käsittelymenetelmiin, tehtiin materiaalitestauksia ja sovellettiin puun hiiltämistä käytäntöön. Työn tuloksena saatiin aikaan mielenkiintoista ja pohtivaa tutkimusta ja opittiin aiheesta käytännön kautta. Puun käsittelylle löydettiin erilaisia ympäristöystävällisiä ja kemikaalivapaita käsittelytapoja. Hiillettyä puuta on näkyvillä jo jonkin verran sisätiloissa, mutta tiedon hankkiminen puun hiiltämisestä ja kemikaalivapaista käsittelytavoista ei ole kovin helppoa, joten opinnäytetyö tarjoaa kootun tietopaketin. Jatkokehityksen kannalta voisi esimerkiksi tutkia lisää puun hiiltämisen ympäristöystävällisyydestä, kun sitä valmistetaan teollisesti ja miten sitä valmistetaan teollisesti. Opinnäytetyössä etsittiin mahdollisuuksia soveltaa menetelmää muotoiluun konkreettisten esimerkkien avulla. Taustatutkimusta ja materiaalitestauksia sovellettiin lukuisiin esimerkkeihin, kuten puupanelointiin ja ulkokalusteen käsittelyyn onnistuneesti. Lopputulokset olivat uniikkeja ja voisi todeta, että kauneus on katsojan silmissä. Puuta värjätettiin ja hiillettiin onnistuneesti kemikaalivapain menetelmin. Hiillettyä puuta voitaisiin käyttää sisustuksessa, puupaneloinneissa, ulkoilmaravintoloissa, ulkokalusteissa ja puutarhoissa, sekä kosteissa tiloissa sen kemikaalivapauden, ympäristöystävällisyyden ja uniikin ulkonäkönsä ansioista.

Opinnäytetyö tarjoaa tietopaketin kemikaaleista sisäilmassa, kemikaalivapaista käsittelytavoista sekä tietoa puun hiiltämisestä.

KIITOS

VESA DAMSKI

TIMO SULKAMO

SUVI SAARNISTO

AUROORA MÄKI

DYE LAB MALMÖ

LÄHTEET

Degmeda. How long does Shou Sugi Ban wood last? [Viitattu 17.8.2022]
Saatavilla: <https://degmeda.eu/how-long-does-shou-sugi-ban-wood-last/>

Perinnetaito. Linaus. [Viitattu 15.8.2022]
Saatavilla: <https://www.perinnetaito.fi/5>

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. 2019. Mitkä tekijät vaikuttavat sisäilman laatuun? Ympäristöterveys. [Viitattu 17.8.2022]
Saatavilla: <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/sisailma/mitka-tekijat-vaikuttavat-sisailman-laatuun>

Joutsenmerkki. Maaleja haihtuu taivaan tuuliin. [Viitattu 10.9.2022]
Saatavilla: <https://joutsenmerkki.fi/maaleja-haihtuu-taivaan-tuuliin/>

Joutsenmerkki. Kemikaalit. [Viitattu 10.9.2022]
Saatavilla: <https://joutsenmerkki.fi/teemat/kemikaalit/>

Euroopan Ympäristökeskus. Hävitä maalit asianmukaisesti. [Viitattu 1.9.2022]
Saatavilla: <https://www.eea.europa.eu/fi/green-tips/dispose-of-toxic-materials-properly>

Baumed Solutions. Terveydelle haitalliset VOC-yhdisteet. [Viitattu 1.9.2022]
Saatavilla: <https://baumed.fi/blog/2019/05/20/terveydelle-haitalliset-voc-yhdisteet-ovat-hyvin-yleisia-miten-niita-voi-torjua/>

Valvira. Asumisterveys ja kemikaalit. [Viitattu 1.9.2022]
Saatavilla: <https://www.valvira.fi/ymparistoterveys/terveydensuojelu/asumisterveys/kemikaalit>

Ympäristöhallinto. Kemikaalien ympäristöriskit. [Viitattu 1.9.2022]
<https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus-ja-tuotanto/kemikaalien-ymparistoriskit>

Green Building Council Finland. Ympäristöluokitukset [Viitattu 1.9.2022]
Saatavilla: <https://figbc.fi/ymparistoluokitukset/>

Rakennustieto. M1-luokitus. [Viitattu 10.9.2022]
<https://www.rakennustieto.fi/palvelut/ymparistopalvelut/m1-luokitus>

Puuinfo. Puun sisäilmavaikutukset, [Viitattu 17.8.2022]
Saatavilla: <https://puuinfo.fi/puutieto/puun-sisailmavaikutukset/>

Puuinfo. Puun terveysvaikutukset. [Viitattu 17.8.2022]
Saatavilla: <https://puuinfo.fi/puutieto/puun-sisailmavaikutukset/puupintojen-terveysvaikutukset-sisatiloissa-tutkimustuloksia/>

Puuinfo. Puun ympäristövaikutukset [Viitattu 17.8.2022]
Saatavilla: <https://puuinfo.fi/puutieto/ymparistovaikutukset/>

Nakamoto Forestry. What is Shou Sugi Ban (Yakisugi) [Viitattu 17.8.2022]
Saatavilla: <https://nakamotoforestry.com/what-is-shou-sugi-ban-yakisugi/>

Novenberg. Shou Sugi Ban hiilleyt verhoustuotteet. [Viitattu 28.7.2022]
Saatavilla: <https://novenberg.fi/shou-sugi-ban/>

Nakamoto Forestry. Yakisugi or Shou sugi ban? [Viitattu 17.8.2022]
Saatavilla: <https://nakamotoforestry.com/yakisugi-or-shou-sugi-ban-learn-what-you-should-call-it-and-why/>

Degmeda. Shou Sugi Ban. [Viitattu 17.8.2022]
Saatavilla: <https://degmeda.eu/>

Degmeda. Shou Sugi Ban Technique. [Viitattu 17.8.2022]
Saatavilla: <https://degmeda.eu/shou-sugi-ban-technique/>

Puuproffa. Puutieto. [Viitattu 10.9.2022]
Saatavilla: <https://puuproffa.fi/puutieto/>

Rakennustieto. RT 07-11299
Saatavilla: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2007-11299>

Puuproffa. Yleistä puista. [Viitattu 10.9.2022]
Saatavilla: <https://puuproffa.fi/puutieto/yleista-puista/>

Archdaily. Villa Meijendel [Viitattu 22.10.2022]
Saatavilla: <https://www.archdaily.com/802147/villa-meijendel-vvkh-architecten>

Structural Color Studio. [Viitattu 10.10.2022]
Saatavilla: <https://structuralcolourstudio.com/about/>

Maarten Baas. Smoke. [Viitattu 14.10.2022]
Saatavilla: <http://maartenbaas.com/smoke/vintage/>
<http://maartenbaas.com/smoke/wheretheressmoke/>

Puuinfo. Modifioitu puu. [Viitattu 4.1.2023]
Saatavilla: <https://puuinfo.fi/puutieto/sahatavara-ja-sen-jalosteet/modifioitu-puu/>

Puuinfo. Pintakäsittelytavat. [Viitattu 4.1.2023]
Saatavilla: <https://puuproffa.fi/puutieto/pintakasittelytavat/lakat/>

Puuinfo. Lämpöpuu. [Viitattu 4.1.2023]
Saatavilla: <https://puuinfo.fi/puutieto/sahatavara-ja-sen-jalosteet/lampokasitelty-puutavara/>

Puuproffa. Pintakäsittelytavat. [Viitattu 7.1.2023]
<https://puuproffa.fi/puutieto/pintakasittelytavat/vahat-ja-oljyt/>

Tetri Design. Luonnonvärit. [Viitattu 16.8.2022]
Saatavilla: <https://tetridesign.com/indigo-sininen-luonnonvari/>
<https://tetridesign.com/tuote/lacca/>
<https://tetridesign.com/tuote/kehakukka-jauhettu/>

Raranatura. Luonnonpigmentti Lacca. [Viitattu 16.8.2022]
Saatavilla: <https://www.raranatura.fi/p/lacca/>

KUVALÄHTEET

Kuva 1. Mäntylä, Sanni. 2022

Kuva 2. Square Feet Studio, The Interlock [Viitattu 12.8.2022]
Saatavilla: <https://squarefeetstudio.com/projects/the-interlock-2/>

Kuva 3. Architects and Artisans. Chotto Matte, Miami Beach. [Viitattu 17.8.2022]
Saatavilla: <https://architectsandartisans.com/yakisugi-the-japanese-art-of-charred-wood-2/>

Kuva 4. M1-merkki. [Viitattu 25.8.2022]
Saatavilla: <https://cer.rts.fi/rakennusmateriaalien-paastoluokitus-m1/>

Kuva 5. Joutsenmerkki. [Viitattu 25.8.2022]
Saatavilla: <https://joutsenmerkki.fi/>

Kuva 6. Canadian Woodworks. [Viitattu 18.12.2022]
Saatavilla: <https://www.canadianwoodworks.com/products/shou-sugi-ban-siding>

Kuva 7. Arch Daily. Villa Meijendel. [Viitattu 17.10.2022]
Saatavilla: <https://www.archdaily.com/802147/villa-meijendel-vvkh-architecten>

Kuva 8. Arch Daily. Villa Meijendel. [Viitattu 17.10.2022]
Saatavilla: <https://www.archdaily.com/802147/villa-meijendel-vvkh-architecten/585c9e24e58ece3895000280-villa-meijendel-vvkh-architecten-photo>

Kuva 9. Rusticwood. Tumma sauna. [Viitattu 10.11.2022]
Saatavilla: <https://rusticwood.fi/galleria/>

Kuva 10. Järvi, Martti. 2022

Kuva 11 ja 12. Maarten Baas. Smoke-kokoelma. [Viitattu 8.12.2022]
Saatavilla: <http://maartenbaas.com/smoke/vintage/>
Saatavilla: <http://maartenbaas.com/smoke/wheretheressmoke/>

Kuva 13. Puuinfo. Lämpömodifioitua puuta. [Viitattu 5.1.2023]
Saatavilla: <https://puuinfo.fi/tuotteet/piharakentaminen/lunawood-rungot-ja-kehikot/>

Kuva 14. Puuinfo, Taulukko puun käsittelytavoista. [Viitattu 5.1.2023]
<https://puuinfo.fi/puupinnat/puun-uudet-kasittelymenetelmat/>

Kuvat 15-34. Mäntylä, Sanni. 2022