

Pauliina Voutilainen

# PUUN PINTAKÄSITTELYT

Kandidaatintyö  
Rakennetun ympäristön tiedekunta  
Markku Karjalainen

Lokakuu / 2022

# TIIVISTELMÄ

Pauliina Voutilainen: Puun pintakäsittelyt (Wood surface treatments)  
Tampereen yliopisto  
Arkkitehtuurin tutkinto-ohjelma  
Kandidaatintyö  
Lokakuu / 2022

---

Puun käytöllä rakennusmateriaalina on pitkät perinteet Suomessa. Puu on ekologinen rakennusmateriaali, joka toimii hiilivarastona koko elinkaarensa ajan. Tässä työssä haluan tutkia puun pintakäsittelyitä ekologiselta, kestävältä ja terveeltä kannalta. Haluan myös selvittää, mikä erilaisten pintakäsittelymenetelmien toimintaperiaate on. Haluan tutkia myös, mikä on puuaineksen laadullisten ominaisuuksien merkitys kestävyudessa ja miten nämä ominaisuudet vaikuttavat pintakäsittelyn valintaan.

Selkeä käsitys puun ominaisuuksista on eduksi puun pintakäsittelyjen toimintaperiaatteiden ymmärtämiseen. Tästä syystä aloitan työni puun ominaisuuksien esittelyllä. Esittelen puuaineksen kemiaa, fysiologiaa ja biologiaa. Tutkin, millaisia ekologisia ominaisuuksia puulla on. Työssä havaitsin, että puu on rakennusmateriaalina erityislaatuinen orgaanisten ominaisuuksiensa vuoksi. Puu sisältää antibakteerisia uuteaineita ja ligniiniä. Tutkimukset puun hyvinvointi- ja terveysvaikutuksista kannustavat lisäämään puun käyttöä rakentamisessa.

Tutkin työssäni puun pintakäsittelymenetelmiä ja niiden ominaisuuksia. Esittelen ensin perinteisiä Suomessa käytettyjä menetelmiä, joista siirryn yleisimpiin nykyisin käytettäviin menetelmiin ja lopulta viime vuosina kehitettyihin menetelmiin sekä puun pintakäsittelyjen tulevaisuudennäkymiin Suomessa. Puuta voidaan käsitellä esimerkiksi hiiltämällä, pinnoittamalla tai modifioimalla. Puun voi jättää myös käsittelemättä, jolloin sääolosuhteet ulkotiloissa alkavat kuluttaa ja ikäännyttää sitä. Puuta jalostamalla voidaan saada aikaiseksi tuotteita, joilla on paremmat kesto-ominaisuudet kuin käsittelemättömällä puulla. Puun laadulla on kuitenkin tärkeä merkitys pintakäsittelyn lopputuloksen ja puutuotteen kesto-ominaisuuksien kannalta.

Työssä käsitelin erityisesti puun pintakäsittelyjä ekologisesta näkökulmasta. Havaitsin, että pintakäsittelyn ekologiset puolet huomioonottava toteutus on usein myös kustannustehokasta. On hyvä ottaa huomioon tuotteen koko elinkaari tarkasteltaessa tuotteen ekologisuutta. Jo nyt on olemassa ekologisia ja toimivia pintakäsittelymenetelmiä. Osa näistä käsittelyistä on satoja vuosia vanhoja ja hyväksi havaittuja. On myös löydettävä lisää ekologisia menetelmiä, jotka lisäävät puun elinkaaren pituutta ja mahdollistavat puun kierrättämisen myrkyttömästi.

Avainsanat: puun ominaisuudet, pintakäsittely, puuarkkitehtuuri, pintakäsittelymenetelmä

# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	1
2. PUUN OMINAISUUDET .....	2
2.1 Kemiaa ja fysiologiaa .....	2
2.1.1 Mikrokooppinen rakenne .....	2
2.1.2 Uuteaineet ja kemialliset yhdisteet .....	3
2.1.3 Rungon rakenne .....	3
2.2 Puuaineksen ominaisuudet .....	5
2.3 Ekologisuus .....	6
3. SUOMESSA RAKENTAMISESSA YLEISIMMIN KÄYTETYT PUULAJIT .....	7
3.1 Metsämänty .....	7
3.2 Metsäkuusi .....	8
3.3 Koivu .....	8
4. PUUN KÄSITTELYN PERINNE SUOMESSA .....	9
4.1 Keittomaalit ja terva .....	9
4.2 Harmaantunut puu .....	10
4.3 Hiillostettu puu .....	12
5. PUUN KÄSITTELYT .....	14
5.1 Ekologinen näkökulma .....	16
5.2 Menetelmät .....	17
5.3 Lämpömodifiointi ja painekyllästys .....	19
6. PUUN KÄSITTELYN TULEVAISUUDENNÄKYMÄT SUOMESSA .....	21
7. YHTEENVETO .....	23
LÄHTEET .....	24
KUVALÄHTEET .....	26

# 1. JOHDANTO

Puun käytöllä rakennusmateriaalina on pitkät perinteet Suomessa. Materiaalina sillä on niin kulttuurillisia, psykologisia kuin materiaalin erityisominaisuuksiinkin perustuvia arvoja. Puu on myös ekologinen rakennusmateriaali.

Puun määrä metsissämme on lisääntynyt voimakkaasti viimeisten vuosikymmenten aikana. Sen lisäksi, että kasvavat metsämme ovat hiilivarastoja myös puusta valmistetut rakennusten osat toimivat hiilivarastoina. Lisäksi metsät pystyvät sitomaan raskasmetalleja sekä estämään eroosiota ja kuivuutta. Puutuotteen jalostukseen tarvitaan verrattain vähän energiaa ja elinkaarensa lopussa puu voidaan vielä hyödyntää energian lähteenä merkittävän polttoarvonsa vuoksi. (Puuinfo 2020d)

Tässä työssä haluan tutkia puun pintakäsittelyitä kestävyuden, ekologisuuden ja terveellisyyden kannalta. Tutkin, mikä on erilaisten pintakäsittelytapojen toimintaperiaate. Pohdin myös, mikä on puuaineksen ominaisuuksien merkitys pintakäsittelyn valintaan sekä materiaalin kestävyteen. Lisäksi haluan tuoda esille esimerkkejä niin perinteisistä kuin viime vuosinakin lanseeratuista pintakäsittelymenetelmistä.

Toisessa luvussa tutkin puun ominaisuuksia erilaisista näkökulmista. Tutkin puuaineksen kemiaa, fysiologiaa, biologiaa ja muita keskeisiä ominaisuuksia. Viimeisessä alaluvussa pohdin, millainen rakennusmateriaali puu on ekologiselta kannalta.

Kolmannessa luvussa tutkin yleisimpien Suomessa käytettävien puulajien erityispiirteitä. Koska työssäni käsittelen pintakäsittelyjä ekologiselta kannalta, keskityn tässä luvussa nimenomaan kotimaisiin puulajeihin. Esittelen myös näiden puulajien yleisimpiä käyttökohteita.

Neljännessä luvussa tutkin perinteisiä puun pintakäsittelyjä Suomessa. Pohdin myös, millaisissa olosuhteissa puu kestää aikaa käsittelemättömänäkin. Viidennessä luvussa pohdin tekijöitä, jotka vaikuttavat puun pintakäsittelyn ekologisuuteen. Lisäksi esittelen yleisimpiä nykyisin käytettäviä pintakäsittelymenetelmiä. Tutkin myös lämpömodifiointia ja painekyllästystä menetelmänä parantaa puun pitkäaikaiskestävyyttä. Viimeisessä luvussa esittelen vielä viime vuosina lanseerattuja uusia pintakäsittelymenetelmiä ja käsitelen puun pintakäsittelyjen tulevaisuudennäkymiä Suomessa.

## 2. PUUN OMINAISUUDET

Puun ominaisuuksien ja luonteen ymmärtämiseksi pintakäsittelyjen kannalta on syvennyttävä aluksi sen ominaisuuksiin sekä yleisellä että yksityiskohtaisella tasolla. Viimeaikaiset tutkimukset puun hyvinvointi- ja terveysvaikutuksista kannustavat lisäämään puun käyttöä etenkin sisäpintojen verhoiluissa. Puun koskettaminen ja katsominen rauhoittaa, laskee sykettä ja vähentää stressiä. Lisäksi puun tuoksu miellyttää, puu tasaa huoneilman kosteutta sekä alentaa kodin melutasoa. Puun sisältämällä uuteaineilla ja ligniinillä on antibakteerisia ominaisuuksia, joten puulle voi tulla tulevaisuudessa uutta käyttöä ympäristöissä, joissa pintojen hygieenisuus on tärkeää, kuten sairaaloissa, vanhainkodeissa ja päiväkodeissa. (Pihlström & Viherä-Aarnio 2020, 24) Puun käyttö rakentamisessa on siis hyödyksi ihmisen psyykkiselle ja fyysisellekin hyvinvoinnille.

### 2.1 Puun kemiaa ja fysiologiaa

Puuaines on biologinen materiaali (Voutilainen et al. 2018, 50). On tärkeää tietää puuaineksen biologisista, kemiallisista ja fysiologisista ominaisuuksista perehdyttäessä puun käsittelyihin syvemmin. Puuaineksen hämmästyttävän moninaiset ja vaihtelevat ominaisuudet vaikuttavat siihen, miten, milloin ja miksi kutakin puulajia on käytetty sekä siihen, millaisia tulevaisuudennäkymiä puun käytöllä on.

#### 2.1.1 Mikrokooppinen rakenne

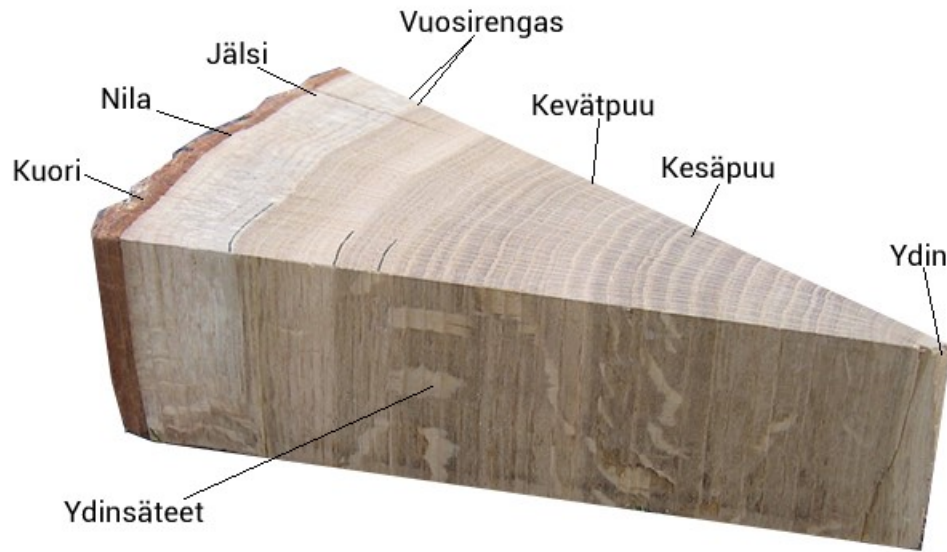
Puuaineksen ominaisuuksiin vaikuttaa sen mikrokooppinen rakenne. Rakenne vaihtelee puulajeittain ja on erilainen rungon eri kohdissa. (Voutilainen et al. 2018, 50) Puurakenteen mikrokooppiset osat voidaan jakaa kuuteen päätyyppiin. Havupuun trakeidit ja lehtipuun trakeat ovat pääasiassa veden kuljettamiseen erikoistuneita puutuneita ja kuolleita soluja. Libriform-solut eli kuidut ovat pitkulaisia tukisolukkona toimivia soluja lehtipuissa. Pitkittäisparenkyymisolut ovat tiiliskivimäisiä, hieman pystysuunnassa pidentyneitä vettä ja ravinteita varastoivia soluja. Ydinsäde on vaakasuuntaisista parenkyymisolusta koostuva kanava puun pinnasta kohti ydintä. Lisäksi monilla havupuilla esiintyy eritesolujen ympäröimä kanava, pihkatiehyt. Suurin osa puun soluista on pituussuunnassa pidentyneitä. Näitä soluja kutsutaan kuiduiksi tai putki- tai putkilosuiksi. Lisäksi puussa on tiiliskivimäisesti toisiinsa limittyviä soluja, jotka voivat kasvaa sekä pituuden että puun säteen suuntaan. (Voutilainen et al. 2018, 51)

### **2.1.2 Uuteaineet ja kemialliset yhdisteet**

Puuainees koostuu uuteaineista sekä tuhansista kemiallisista yhdisteistä. Puuaineen tärkeimmät kemialliset ainesosat ovat ligniini, selluloosa, hemiselluloosa ja pihka. Puun kuitumaiset solut rakentuvat pääosin selluloosasta, joka sitoo vettä sekä luo puuaineeseen sitkeyttä ja joustavuutta. Erityisesti selluloosan sitoman veden vuoksi puuaines kuituu voimakkaasti puun kuivuessa. Ligniini ja hemiselluloosa toimivat selluloosasäikeet toisiinsa sitovina yhdisteinä. Pihka suojaa puuta biologisilta vaurioilta. Puun uuteaineiden vaikutukset ovat näkyvämpiä kuin kemiallisten yhdisteiden toiminta. Ne aiheuttavat kunkin puulajin ominaishajun ja -värin sekä vaikuttavat puun lahonkestävyyteen sekä kykyyn imeä vettä eli hygroskooppisuuteen. (Voutilainen et al. 2018, 54)

### **2.1.3 Rungon rakenne**

Puuaineen ominaisuudet vaihtelevat myös sen mukaan, mikä rungon osa on kyseessä. Kuvassa 1 havainnollistetaan rungon eri osia ja sijaintia. Rungon tärkeimmät kerrokset ovat ydin, nuorpuu, sydänpuu, pintapuuta eli manto ja kuori. Lisäksi alueilla, joilla on selvät kasvu- ja lepokaudet kuten Suomessa, puu muodostaa vuosirenkaita eli vuosilustoja. Keväällä muodostuu ohutseinäistä kevät- eli varhaispuuta ja kesällä puun pituuskasvun päättyessä muodostuu kesä- eli myöhäispuuta. (Voutilainen et al. 2018, 57) Havupuilla lustot ovat usein näkyvämpiä kuin lehtipuilla.



**Kuva 1.** Puuaineksen rakenne rungossa (Puuproffa)

Puuvartisten kasvien kuori koostuu kuolleesta ulkokuoresta ja elävästä sisäkuoresta eli nilasta. Nila kuljettaa yhteyttämistuotteita lehdistä muualle kasviin. Kuoren ja puuaineksen välissä on jälsi, jossa tapahtuu puun paksuuskasvu. (Voutilainen et al. 2018, 57) Pintapuu eli manto on elävää puuainesta. Manto kuljettaa vettä ja ravinteita juurista latvukseen.

Sydänpuu on kuollutta puuainesta, joka toimii ikään kuin kantavana runkona pintapuulle (Puuproffa). Etenkin monilla havupuilla liittyy sydänpuun muodostumiseen putkisolujen rengashuokosten aspiroituminen eli umpeutumisen ja joillain lehtipuilla putkiloiden tukkeutuminen muun muassa tyllien vuoksi. Tämän vuoksi sydänpuu läpäisee vettä heikommin kuin pintapuu. Näin ollen sydänpuun kuivaaminen ja uudelleen kostuttaminen on vaikeampaa kuin pintapuun. Koska sydänpuulle on tyypillistä uuteaineiden kasautuminen ja kyseisen ilmiön aiheuttamat muutokset, sydänpuu on myös lahonkestävämpää ja tiheämpää kuin pintapuu. Nämä sydänpuun erityisominaisuudet vaikuttavat siihen, miksi havupuiden sydänpuuta ei saada kyllästettyä, joidenkin tammilajien puuaineesta tehdyt tynnyrit pitävät hyvin nestettä ja vanha lehtikuusi, jossa sydänpuun osuus voi olla jopa 80 prosenttia, on suosittu ulkoverhousmateriaali. (Voutilainen et al. 2018, 57–58)

Suomalaisilla puulajeilla nuorpuu käsittää rungon 15–20 sisintä vuosilustoa. Nuorpuun sisältämät oksat heikentävät puuaineksen lujuutta, ja laadullisesti nuorpuu onkin rungon heikoin osa. (Voutilainen et al. 2018, 59) Sisimpänä rungossa on ydin, joka koostuu lähinnä tärkkelyksestä. Ydin varastoi ravintoa, mutta on kuollut alempana rungossa. (Puu-proffa)

## 2.2 Puuaineksen ominaisuudet

Puun pintakäsittelyllä pyritään parantamaan puun ominaisuuksia kestää kulutusta, säätä ja erilaisia haastaviakin olosuhteita. Myös esteettiset hyödyt vaikuttavat pintakäsittelyn valintaan. Metsälehdessä (2020) käy kuitenkin ilmi, että tehokkaalla kylälästysaineella käsitelty mänty näytti lahoavan reilussa vuosikymmenessä enemmän kuin lehtikuusen sydänpuu. Kyseisessä Metsäntutkimuslaitoksen tekemässä tutkimuksessa kävi myös ilmi, että sekä luontaisesti syntyneestä siperialaisesta metsiköstä että Punkaharjulta 80 vuotta sitten istutetusta metsiköstä saatu puutavara olivat kestäneet maankäytöstä samalla tavoin ja hämmästyttävän hyvin (Metsälehti 2020). Järvisen (1999, 5) mukaan puun laatu ja kestävyys ratkaistaankin jo metsässä. Järvinen kirjoittaa myös siitä, että kestävyuden parantamisen on lähdeittävä perusasioista. Järvisen mukaan esimerkiksi kuumakuivatuksessa puusta lähtee luontaisia suoja-aineita, joita pintakäsittelyllä ei ole mahdollista korvata. (Järvinen 1999, 6) Puun laadulliset ominaisuudet vaikuttavat merkittävästi puun kestävyteen ja pintakäsittelyn onnistumiseen.

Eräitä merkittävimpiä puuaineksen ominaisuuksia ovat kosteus sekä kuivuminen ja siitä johtuva kutistuminen ja turpoaminen. Elävissä kasvavissa puissa kosteus vaihtelee niin vuorokauden kuin vuodenajankin mukaan. Kasvavissa puissa vesipitoisuus on alhaisimmillaan kesällä, jolloin neulaset ja lehdet haihuttavat vettä. Puuaineksen sisältämä vesi voi olla niin sanottua vapaata tai sidottua vettä. Sidottu vesi sijaitsee soluseinään sitoutuneena ja vapaa vesi solujen sisällä soluonteloissa. Puu alkaa välittömästi kuivua, kun se kaadetaan, mutta vasta soluseinien rakenteesta poistuva sidottu vesi vaikuttaa moniin puuaineksen ominaisuuksiin. Näitä ominaisuuksia ovat esimerkiksi puun tilavuus ja lujuus. (Voutilainen et al. 2018, 63)

Puun kutistuminen alkaa, kun sitoutunut vesi alkaa poistua soluseinistä selluloosamolekyylien väleistä ja nämä molekyylit pääsevät liikkumaan lähemmäksi toisiaan. Kutistuminen on pienintä puun rungon pituuden suuntaan, yleensä noin 0,1–0,5 prosenttia. Säteen suuntainen kutistuminen taas sijoittuu 5–10 prosentin välille. Suurinta kutistuminen on tangentin suuntaan, noin 8–14 prosenttia. Eri puulajit, saman puulajin eri yksilöt ja saman puun eri osat kutistuvat hieman eri tavalla. (Voutilainen et al. 2018, 64–65)



Puuaineksen tiheys vaikuttaa merkittävästi puun kutistumiseen, koska tiheässä puussa on enemmän vettä sitovaa selluloosaa. Muita merkittäviä runkopuun tiheyteen vaikuttavia tekijöitä ovat puun kasvunopeus sekä puuaineksen kambiaalinen ikä, puulaji ja maantieteelliset tekijät. Havupuilla suuri kasvunopeus vähentää puun tiheyttä, kun taas kehäputkiloisilla lehtipuilla nopea kasvu lisää kesäpuun määrää ja siten myös tiheyttä. (Voutilainen et al. 2018, 66)

## 2.3 Ekologisuus

Puut tarvitsevat kasvaakseen auringonvaloa, ilmakehän hiilidioksidia sekä vettä. Näiden yhteyttämistuotteena syntyy happea, ja hiilestä tulee puun rakennusainetta. Alkuainekoostumukseltaan noin puolet puuaineksesta koostuu hiilestä. (Puuinfo 2020d) Metsälän (2000, 10) mukaan puut ovatkin ylivertaisia hiilen sitoja ja ravinnon tuottajia. Lisäksi ne pystyvät sitomaan raskasmetalleja sekä estämään eroosiota ja kuivuutta.

Suomalaiset metsät ovat sekä uusiutuva että karttuva luonnonvara. Karttuvalla luonnonvaralla tarkoitetaan uusiutuvaa luonnonvaraa, jonka määrä kasvaa käytöstä huolimatta. Metsänhoidollisten toimenpiteiden ansiosta puun määrä metsissämme on lisääntynyt 60 prosentilla viimeisen 70 vuoden aikana. Sen lisäksi, että kasvavat metsämme ovat hiilivarastoja myös puusta valmistetut rakennusten osat toimivat hiilivarastoina. Puuhun sitoutunut hiili päättyy takaisin ilmakehään vasta, kun puutuotteen elinkaari päättyy. Elinkaarta voidaan pidentää esimerkiksi kierrättämällä puutuotetta. Puun pitkäaikaiskestävyyttä puolestaan voidaan parantaa erilaisilla pintakäsittelyillä, kyllästämällä, pitämällä rakenne kuivana, valitsemalla puulajille sopiva käyttökohde ja säännöllisellä huoltoväliillä. (Puuinfo 2020d)

Puutuotteiden jalostukseen kuluu verrattain vähän energiaa. Tästä energiasta suuri osa saadaan tuotannossa syntyvistä sivutuotteista, kuten purusta ja puun kuoresta. (Metsä Group 2021) Joissain tapauksissa, kuten saha- tai höylätuotteiden valmistuksessa energiaa jopa syntyy enemmän kuin kuluu. Lisäksi puulla on merkittävä polttoarvo energian lähteenä vielä elinkaarensa lopussa monista muista rakennusaineista poiketen. (Puuinfo 2020d) Puu voidaan siis luokitella matalan energian rakennusmateriaaliksi. (Metsä Group 2021)

### 3. SUOMESSA RAKENTAMISESSA YLEISIMMIN KÄYTETYT PUULAJIT

Suomessa kasvaa luontaisesti noin 30 puulajia, joista suurin osa on lehtipuita (Luonnonvarakeskus). Kaikilla puulajeilla on niille ominaiset erityispiirteensä, jotka ohjaavat niiden käyttöä erilaisissa käyttökohteissa. Osa puulajeista, kuten esimerkiksi mänty tunnetaan helposta muokattavuudestaan ja edullisuudestaan, kun taas lehtikuusi tunnetaan kovuudestaan ja erinomaisista lahonkesto-ominaisuuksistaan. (Lepolan Puusepät Oy 2022)

Mänty, kuusi, hieskoivu ja rauduskoivu ovat yleisimmät Suomen metsissä kasvavat puulajit. Lajit ovat yleisiä lähes koko Suomessa. Mänty puuttuu käsivarresta ja tunturialueilta. Rauduskoivu ja kuusi puuttuvat sen sijaan pohjoisimmasta Lapista. Tunturikoivua, joka on hieskoivun alalaji, kasvaa tunturien rinteillä. Havupuita esiintyy Suomessa vain neljää lajia: mäntyä, kuusta, katajaa sekä euroopanmarjakuusta. Yleisimpiä Suomessa kasvavia lehtipuita ovat koivujen lisäksi haapa ja harmaaleppä sekä usein monirunkoisina kasvavat raita, tuomi ja pihlaja. Tammea esiintyy vain eteläisimmässä Suomessa, kun taas vaahteraa, tervaleppää ja lehmusta kasvaa niin Etelä- kuin Keski-Suomessakin. (Luonnonvarakeskus) Yleisimmät rakennuspuulajit ovat mänty ja kuusi (Puuinfo Oy 2019). Määrällisesti mäntyä hakattiin tukkipuuksi 12 896 ja kuusta 16 280 kuutiota vuonna 2021 (Luonnonvarakeskus 2021).

#### 3.1 Metsämänty

Mänty, viralliselta nimeltään metsämänty, on kuivien kankaiden suora- ja jykevärunkoinen puulaji, joka vaatii runsaasti valoa kasvaakseen hyvin (Suomen Lajitietokeskus). Se on verrattain edullinen ja kevyt puulaji, jonka tumma sydänpuu on melko lahonkestävää. Vaaleampi mantopuu on lahonkesto-ominaisuuksiltaan huonompi, mutta säilyy oikeanlaisella pintakäsittelyllä. Puuaines on suhteellisen kovaa, mutta kasvunopeus vaikuttaa siihen merkittävästi. (Lepolan Puusepät Oy 2022) Laadukas metsämännyn puuaines on väriltään tasaista. Hidas- ja tasakasvuista tyvilankkua pidetään laadultaan parhaana. Metsämännyn puuaines ei ole kovin taipuisaa ja murtuu helposti. Kosteuden vaihteluja puu kestää kuitenkin kohtalaisen hyvin halkeilematta. Metsämäntyä käytetään erityisesti sisustukseen, puusepäntuotteisiin, veneenrakennukseen, hirsi-, rakennus- ja pakkaus-teollisuuden raaka-aineeksi. (Puuproffa)

### 3.2 Metsäkuusi

Kuusi, viralliselta nimeltään metsäkuusi, on tuoreissa kangasmetsissä ja lehdoissa viihtyvä tavallisesti suorarunkoinen ja kartiomainen puulaji (Suomen Lajitietokeskus). Kuusen puuaines on kauttaaltaan vaaleaa, yleensä suorasyistä ja melko helppotyöstöistä. Se on kevyttä, pehmeää ja tasarakenteista. Oksia esiintyy kuusipuutavarassa yleensä melko runsaasti, mutta ne ovat kooltaan pienempiä kuin mäntypuutavaran oksat. (Pihlström & Viherä-Aarnio 2020, 95) Metsämänty ja metsäkuusi ovat melko samankaltaisia ominaisuuksiltaan ja esimerkiksi rakenteissa niiden sallitut jännitykset ovat yhtä suuret. Metsäkuusessa on vain vähän pihkakoloja, mistä johtuen sen liimattavuus- ja pintakäsittelyominaisuudet ovat hyvät. Lisäksi sydänpuun osuus on suuri, ja pintapuu läpäisee vain vähän vettä. Tämän vuoksi kosteus tunkeutuu puuhun hitaasti, mikä tekee metsäkuusesta kestäväen julkisivumateriaalin. (Puuinfo Oy 2019) Metsäkuusta käytetään myös soittimiin, puusepäntuotteisiin, hirsi-, rakennus-, paperi- ja pakkausteollisuuden raaka-aineeksi (Puuproffa).

### 3.3 Koivu

Koivun suvun noin viidestäkymmenestä lajista kolme kasvaa Suomessa luonnonvaraisena (Pihlström & Viherä-aarnio 2020, 152). Kuivissa, tuoreissa ja valoisissa metsissä viihtyvä rauduskoivu on taloudellisesti Suomen kolmanneksi tärkein puulaji (UPM Metsä 2011). Rauduskoivua tavallisesti pienikokoisempi hieskoivu sen sijaan viihtyy hyvin myös turvemaidella ja kosteilla vähähappisilla mailla. Vaivaiskoivu on alle metrin korkuinen pensas, joka kasvaa koko maassa soilla ja Lapissa myös tuntureilla ja kangasmetsissä.

Koivun puuaines on taipuisaa, tasalaatuista, keskikovaa ja painavaa. Moniin muihin puulajeihin verrattuna koivua on helppo taivuttaa, sorvata ja höylätä. Puuaineen kestävyys on kuivana erinomainen, mutta kosteana se on altis hyönteisille ja laholle, minkä vuoksi koivu ei sovi ulkokäyttöön. On tärkeää kuivattaa koivu hitaasti, koska sillä on voimakas taipumus vääntyä ja halkeilla. (Pihlström & Viherä-aarnio 2020, 153, 155, 157) Koivun puuainesta käytetään yleensä paperinvalmistuksessa, sorvaamoissa, sisustuksessa, parketeissa, huonekaluissa, vanerinvalmistuksessa ja soittimissa (Puuproffa).

## 4. PUUN KÄSITTELYN PERINNE SUOMESSA

Erilaisten maalien ja pintakäsittelytapojen historia on pitkä. Jo kivikaudella Suomessa tehtiin punamullalla kalliomaalauksia. Asuinrakennusten maalaus on kuitenkin suhteellisen tuore ilmiö varsinkin maaseudulla asutushistoriaan verrattuna. Vielä vuonna 1952 Helsingin olympialaisten aikaan maantien varsien maalaamattomat rakennukset hämmästyttivät ulkomaalaisia. Pääosa suomalaisista perinnemaaleista on vuosisatoja vanhoja. Tämän vuoksi niiden laadusta ja kestävydestä on kokemuksia pitkältä ajanjaksolta. Tärkeimpänä vanhojen maalien ominaisuuksista pidetään niiden ”tyylikästä” vanhenemista. (Vuolle-Apiala 2012, 5-6)

Parhaimmillaan suomalaisten latojen lautarakenteet ovat kestäneet ilman pintakäsittelyä vuosikymmeniä. Edellytyksenä on ollut riittävä tuuletus, ehjä katto ja kivijalka, jolloin laudoitukset eivät ole joutuneet maakosketukseen. Kuitenkin jo melko varhaisessa vaiheessa on keksitty suojata puurakenteita sen omilla aineilla: tervalla, pihkalla tai tärpähtillä. Myös hiiltäminen on ollut yleinen tapa suojata rakenteita, jotka ovat maakosketuksessa tai maahan upotettuina. Lisäksi erilaiset vitrillikäsittelyt ovat suojanneet puuta auringon UV-säteilyltä ja puutuholaishyönteisiltä. (Puuproffa) Puun pintakäsittelyn tavoitteena ei aina ole ollut ainoastaan puun pitkäaikaiskestävyyden parantaminen. Hylander (1927, 7) kertoo tavanomaisten puulajien pintakäsittelyllä olleen tavoitteena usein jäljittellä saksanpähkinäpuuta, mahonkia, ebenholtsia tai muita arvokkaita puulajeja.

### 4.1 Keittomaalit ja terva

Puna- tai keltamultamaalina tunnetuilla keittomaaleilla on pitkä historia Suomessa. Jo 1700-luvulla talonpojille suositeltiin käytettäväksi punamultaa, mutta pääosa taloista pysyi käsittelemättömänä pitkälle 1800-luvulle. Keittomaalin ydin on ruisjauhoista veteen keitetty liisteri. Vitrilli toimii maalissa homeenestona ja auttaa maalia tarttumaan. (Rinne 2018) Väripigmentti voi olla käytännössä mitä vain, mutta esimerkiksi punamulta on tunnettu keltamultaa paremmasta pitkäaikaiskestävyydestään (Järvinen 1999, 12). Perinteisesti pigmentti on peräisin maaperästä tai kaivostoiminnan sivutuotteena saatu rauta-peräinen maa-aines, rautaoksidi (Rinne 2018). Keittomaalia voidaan valmistaa myös muista luonnonväreistä, kuten okrasta ja ruskeasta tai vihreästä umbrasta (Järvinen 1999, 13). Suolalla voidaan lisätä maalin säilyvyyttä ja vernissalla pysyvyyttä seinässä (Rinne 2018). Perinteistä keittomaalia saa nykyään varmimmin itse valmistamalla. Paras lopputulos saadaan maalaamalla karkealle sahalautapinnalle. Keittomaali soveltuu hyvin

myös sorvatuille ja sahatuille käsittelemättömille hirsiseinille. (Järvinen 1999, 16) Kuvassa 2 on keittomaalilla maalattu Talo V Helsingissä.



**Kuva 2.** Tuomas Siitosen suunnittelema keittomaalilla maalattu Talo V Helsingissä. (Titus Verhe 2021)

Terva on keittomaalien tavoin perinteinen tapa käsitellä puuta. Tervaa voidaan käyttää joko yksinään tai sekoittaa kuivuvien luonnonöljyjen kanssa. Tervaa käytetään uuden puun tai aikaisemmin tervatun puun suojaamiseen ja kyllästämiseen ulkona, kuten hirsirakennuksiin, laitureihin, ulkokalusteisiin, puuveneisiin ja joissakin tapauksissa myös sisätiloihin. (Puuproffa) Tervaa ei suositella käytettäväksi esimerkiksi sisätilojen huonekaluissa, koska se kuivuu hitaasti ja saattaa tarttua vaatteisiin (Järvinen 1999, 44).

## 4.2 Harmaantunut puu

Jos puupinta päätetään jättää käsittelemättä rakennuksen ulkopinnoissa, tuloksena on vuosien kuluessa harmaa tai mustanruskea väri puulajista riippuen. Jos rakennuksessa on riittävän pitkät räystäät, sopiva puumateriaali, oikeanlainen tuuletus ja terveet perustukset, käsittelemätön puupinta kestää lähes yhtä hyvin kuin maalattuna. Tällöin aurin-  
gonpaiste on lähes ainoa puupintaa heikentävä tekijä. Tästä hyviä esimerkkejä ovat venetalaat, heinäladot ja vanhat riihet. (Vuolle-Apiala 2012) Kuvassa 3 näkyy 200 vuotta vanhoista kierrätyshirsistä rakennettu saunarakennus. Hirret ovat ajan kuluessa harmaantuneet, kuluneet ja tummuneet. (Arkkitehti 2020)



**Kuva 3.** Georg Grotenfeltin suunnittelema saunarakennus Vesannossa on valmistunut vuonna 2014. Kierrätys-hirsistä rakennetun saunan hirret ovat ajan kuluessa harmaantuneet. (Georg Grotenfelt 2020)

Puupinta voidaan myös keinotekoisesti patinoida. Rautasulfaatti eli rautavithrilli nopeuttaa puupinnan harmaantumista eli vanhenemista. Sitä on käytetty jo pitkään apu- ja lisäaineina esimerkiksi punamultamaalissa estämässä lahoa ja hometta. Lisäksi rautasulfaatin harmaannuttavaa ominaisuutta on hyödynnetty jo vuosikymmeniä, kun on tarvittu nopeasti vanhan näköistä puupintaa esimerkiksi lavasteita varten. Rautasulfaatin käyttö ei ole kuitenkaan aivan ongelmaton. Se ei ole itsessään valmis väriaine, vaan sen käyttö vaatii taitoa, jotta juuri oikea värisävy saavutetaan. Värin muodostumiseen vaikuttavat aina puulaji, puun laatu, puun oma sävy sekä liuksen vahvuus. Rautasulfaatilla käsitellyn pinnan väri muodostuu auringonvalon ja säärasitusten vaikutuksesta vasta viikkojen kuluttua käsittelystä. Harmaantuminen voi viedä vielä pidempään räystäiden alla tai suojaisilla seinäpinnoilla. (Uula Color Oy 2019) Kuvassa 4 näkyy, miten hirsiseinän käsittelyssä käytetty rautasulfaatti on värjänyt myös alla olevan rakenteen.



*Kuva 4. Rautasulfaatti on värjännyt alla olevan rakenteen (Passiivipuutalo 2012)*

### 4.3 Hiillostettu puu

Jo vuosisatoja puuta on suojattu polttamalla säärasitusta, lahoa ja tuholaisia vastaan. Hiilletty puu ei ole laholle altis eikä hyönteisille ravinnoksi sopivaa. Sen vuoksi hiili on säilynyt erinomaisesti arkeologisilla löytöpaikoilla. Kivikaudella maahan upotettavien paalujen alapääät hiillettiin, mutta hiillettyä puuta käytetään nykyisinkin modernin arkkitehtuurin tehokeinona. Hiillettyä puupintaa ei voi maalata. (Kaila 2012, 46)

Puun hiiltäminen on alun perin Japanista peräisin oleva pintakäsittelytekniikka, joka tunnetaan myös nimellä yakisugi tai shou-sugi-ban. Siinä puun pintaa hiillostetaan elävällä tulella. Polttamisen yhteydessä puun pintaan syntyy 2-3 mm paksuinen hiilikerros, joka suojaa sen alla olevaa puumateriaalia säältä, tuholaisilta, auringonsäteiltä ja tulelta. Puun pinta voidaan myös viimeistellä öljyllä, joka pidentää puun käyttöikää entisestään. Poltetun puun käytännöllisten ja hyödyllisten ominaisuuksien lisäksi tällainen käsittely antaa esteettisen ja omaleimaisen ilmeen. Yakisugi-tekniikkaa voidaan käyttää muun muassa vuorilautojen, sahatavaran, terassimateriaalin ja aitojen käsittelyyn. (Oktawood 2021) Kuvassa 5 yakisugi-tekniikkaa on käytetty vuorilautojen käsittelyyn.



**Kuva 5.** *Yakisugi-pintakäsittelytekniikalla käsiteltyä vuorilautaa voidaan käyttää julkisivuverhoilussa. (Oktawood 2021)*



## 5. PUUN KÄSITTELYT

Käsittelemätön puupinta joutuu käyttötarkoituksesta riippuen alttiiksi erilaisille rasituksille. Luonnon aiheuttaman kulutuksen lisäksi myös ihmisen käytöstä saattaa aiheutua kulutusta puupintaan. Lämpö, kosteus ja auringon UV-säteily altistavat puuta niin sisä- kuin ulkotiloissakin muuttaen puun oman rakenteen elämisprosessia. Puu on orgaanista ja elävää materiaalia. Ilman kosteus- ja lämpötilavaihtelut vuoroin laajentavat ja supistavat puunsolukkoa ja jo rakennusvaiheessa tulee huomioida puun elämisvarat. Kosteus saa puun turpoamaan ja kuivuminen kutistumaan. Kosteus myös antaa sinistäjä-, home- ja lahottajasienille suotuisat kasvuolosuhteet. Auringosta peräisin olevasta säteilystä erityisesti ultraviolettisäteily hajottaa puun pintakerrosta ja harmaannuttaa sekä nukkaannuttaa sen nopeasti. Kaikkea edellä mainittua vastaan puuta pyritään suojaamaan pintakäsittelyllä kuitenkin käsittelyn esteettistä hyötyä unohtamatta. (Puuproffa)

Käsittelemättömän puun pintakäsittelyä valitessa on hyvä tietää, millaiseen käyttöön puurakenne tai -esine tulee. Esimerkiksi yksityiskäytössä ja julkisessa tilassa olevalla kiintokalusteella on keskenään erilaiset vaatimukset kestää kulutusta. Hyvin tehty pintakäsittely helpottaa puutuotteen puhtaanapitoa ja parantaa sen kulutuksen kestävyyttä sekä esteettistä ilmettä. (Puuproffa)

Sisätilojen puupintoja voidaan pintakäsitellä ulkonäkösyistä tai puun suojaamiseksi. Pintaa voidaan suojata muun muassa auringon uv-säteilyä, likaantumista, kulutusta tai kastumista vastaan. Esimerkiksi puulattiat voidaan vahata, öljytä, lakata tai maalata. Kaikilla näillä pintakäsittelytavoilla on omat käyttökohteensa ja erityisominaisuutensa. Kuvassa 6 näkyy valkolakattua puupaneelia sisäseinässä. Erityisesti peseytymistiloissa ja työtaisoissa puupinta kannattaa suojata kosteutta vastaan öljy- tai lakkatuotteilla. Saunassa pintakäsittely ei ole välttämätön, mutta saattaa helpottaa joissain tapauksissa pintojen puhtaanapitoa. (Puuinfo 2020d)



**Kuva 6.** Valkolakattua puupaneelia voidaan käyttää sisäseinän verhoilussa. (Puuinfo Oy)

Ulkotiloissa puupinnan harmaantumista voidaan ehkäistä ja puun väri säilyttää uv-suojan antavalla pintakäsittelyllä. Tähän soveltuvat puuöljyt, kuultavat ja peittävät puunsuojat sekä ulkokäyttöön tarkoitetut maalit. Lisäksi puu voidaan käsitellä homeenestoaineella. Yleinen ohje on, että ilman, maalin ja maalattavan pinnan tulee olla vähintään +5 astetta. Ilman suhteellisen kosteuden on oltava alle 80 prosenttia pintakäsittelyn ja kuivumisen aikana. Käsittelyssä tulee kiinnittää erityistä huomiota puun katkaisupintojen käsittelyyn, koska puu imee kosteutta luontaisesti eniten pituussuunnassa kappaleen päistä. (Puuinfo 2020d) Kuvassa 7 näkyy kuultomaalatuilla liimapuulankuilla verhoiltuja julkisivuja.



*Kuva 7. Arkkitehtitoimisto Pauliina ja Juha Kronlöf Oy:n suunnittelemat Friisilän pientalot Espooseen. Kuultomaalatuilla liimapuulankuilla verhoiltuja pientalojen julkisivuja. (Jussi Tiainen 2020)*

Tärkeää valitessa pintakäsittelytapaa ulkotiloihin on kiinnittää huomiota käsittelyaineen hengittävyys. Hengittävä pintakäsittelyaine on hydrofiilinen eli sellainen, joka kastuu käsittelypintaa syvemmältä ja pääsee siten myös kuivumaan esteettä. Hengittämätön pintakäsittelyaine on hydrofobinen eli sellainen, joka kastuu vain pinnaltaan. Se saattaa kuitenkin läpäistä kaasumaista vettä eli vesihöyryä, joka tiivistyessään vedeksi tai jääksi käsittelyaineen ja puupinnan väliin vaurioittaa käsittelypintaa ja lahottaa puuta. (Kaila 2012, 195-196) Kaila (2012, 196) kirjoittaakin, että lateksimaali on aina vesitiivis. Kaila kuvailee, että näemme lateksin repeilevän parin vuoden kuluttua käsittelystä riekaleina seinästä sisäpuolisen kosteuden irrottamana – ja samalla seinällä on öljymaalikalvo kestänyt aivan samanlaisissa oloissa jo vuosikymmeniä.

## 5.1 Ekologinen näkökulma

Saattaa olla yllättävää, että pintakäsittelyn ekologiset puolet huomioonottava toteutus on usein myös kustannustehokasta. Huolellisesti tehty pintakäsittely mahdollistaa pidemmän huoltovälin kuin epäonnistunut käsittely. Tällainen pintakäsittely säästää rahaa ja luonnon resursseja. Tavoiteltaessa ekologista pintakäsittelyä on tärkeää perehtyä huolella käsiteltävään kohteeseen, sen mikroilmastoon, rakenteiden toteutuksen laatuun,

käytössä olevaan puulajiin ja muihin pintakäsittelyn lopputulokseen vaikuttaviin tekijöihin. Järvinen (1999, 6) kirjoittaakin, että esimerkiksi puun laadulla on hyvin tärkeä merkitys pintakäsittelyn lopputulokseen. Lisäksi hän korostaa pintakäsittelyn toteutuksen valintaa suhteutettuna maalattavan puupinnan kuntoon. On huomioitava esimerkiksi, että mitä imevämpi on alusta, sitä enemmän pohjamaalia tulee ohentaa.

Tarkasteltaessa tuotetta ekologiselta kannalta on hyvä ottaa huomioon tuotteen koko elinkaari: Mistä ja miten raaka-aine saadaan tai valmistetaan, miten ja missä se säilytetään, voiko säilytysastian kierrättää, onko tuote käyttäjystävällinen, kuinka turvallisesta aineesta on kyse, miten tuote vanhenee; liukeneeko siitä haitallisia kemikaaleja maaperään ja kuinka usein pintakäsittely tulee uusiksi. Tuotteen ekologisuudesta ja sopivista käyttökohteista kannattaa pyytää lisäselvitystä valmistajalta, jos tietoa ei ole muuten saatavilla. (Puuproffa)

Erlaisia pintakäsittelymenetelmiä voidaan jaotella ekologisuuden lisäksi karkeasti teollisiin, perinteisiin ja luonnollisiin vaihtoehtoihin. Luonnollisella tuotteella tarkoitetaan tuotetta, jonka raaka-aineet ovat pääosin peräisin luonnosta. Luonnolliset tuotteet on valmistettu luonnosta saatavilla aineilla, esimerkkinä pellavaöljymaalit. Kaupallisesti myydyissä luonnollisissa tuotteissa on kuitenkin käytetty lisänä myös synteettisiä yhdisteitä. Perinteisillä tuotteilla puolestaan tarkoitetaan pintakäsittelyaineita ja -tekniikoita, joita on tehty ja käytetty jo vuosisatoja. Hyvänä esimerkkinä perinteisestä, ekologisesta ja luonnollisesta pintakäsittelystä on punamultamaalaus, jolla on maassamme jo pitkä historia. Teollisilla pintakäsittelytuotteilla lähtökohtana on usein se, että raaka-aineet ovat synteettisiä eli keinotekoisesti valmistettuja. Teollisilla tuotteilla tärkeänä pidetään nopeaa kuivumista. (Puuproffa)

## 5.2 Menetelmät

Puupinnoille niin sisä- kuin ulkotiloihinkin on olemassa lukuisia vaihtoehtoja pintakäsittelyn suhteen. Esittelen tässä joitakin yleisimpiä pintakäsittelymenetelmiä lyhyesti. Kun puun pintakuvio halutaan sävyttää ja jättää näkyviin, käytetään puun pintakäsittelyyn kuultokäsittelyä. Kuultokäsittely voidaan tehdä kuultomaaleilla, puunsuojilla sekä öljy-, vaha- ja lakkatuotteilla. Petsaus on puupinnan sävyttämistä vesi- tai liuotinohteisilla värjäystuotteilla. Usein petsaamisen jälkeen puupinta lakataan tai vaihtoehtoisesti petsin voi myös sekoittaa lakkaan jo valmiiksi. Petsaus tummalla värisävyllä vaatii yleensä kaksi käsittelykertaa. Käsittely ei muodosta kalvoa puupinnalle, mutta vähentää kuitenkin puun luontaista höyrynläpäisevyyttä. (Puuinfo Oy 2019) Petsissä ei ole sideainetta, joten se antaa puulle sävyn, mutta ei suojaa puupintaa (Puuproffa).

Käsittlemättömälle puupinnalle sisätiloissa soveltuu pintakäsittelyksi vahaus. Vaha on petsin tavoin läpikuultava käsittely, joka ei pääsääntöisesti muodosta kalvoa puupinnalle. Sen sijaan vaha imeytyy puuhun muodostaen luonnollisen likaa ja vettä hylkivän pinnan. Tuotteesta ja valmistajasta riippuen vaha voi sisältää esimerkiksi synteettisiä vahoja, akryylisideaineita, kuivikkeita, pigmenttejä, kasviöljyjä ja -vahoja sekä UV-suoja-aineita. (Puuinfo Oy 2019) Vahauksen voi suorittaa sekä luonnonvahoilla että kaupan valmisvahoilla. Mehiläisvaha sekä carnaubavaha ovat luonnonvahoja ja osmocolor, erilaiset antiikkivahat sekä parafiinivahat ovat kaupan valmisvahoja. Aluksi puupinnan vahausväli on tiheä, mutta puun vanhetessa vahausväli harvenee. (Puuproffa)

Lakat muodostavat kiinteän kalvon puupinnalle ja suojaavat tehokkaasti puupintaa. Ne soveltuvatkin erilaisille puupinnoille ulko- ja sisätiloihin. Sisäkäyttöön soveltuvat vesiohenteiset polyuretaaniakrylaatti-, polyuretaani-, ja akryylilakka. Ulko- ja sisäkäyttöön soveltuvat liuotinohenteiset öljy- ja uretaanialkydilakat. Uretaanialkydilakassa ohenteena käytetään usein lakkabensiiniä. (Puuinfo Oy 2019) Lakkabensiinin ekologisia vaikutuksia ei ole testattu, mutta se on joissain tapauksissa esimerkiksi nestemäisessä olomuodossa terveydelle vaarallista ja tulee hävittää ongelmajätteenä (Tikkurila Oyj 2018). Lakat voivat olla värittömiä tai vaihtoehtoisesti ne voidaan sävyttää kuultaviin sisäväreihin (Puuinfo Oy 2019).

Maaleja voidaan jaotella sideaineidensa ja liuotteidensa perusteella eri ryhmiin. Liuotteen perusteella maalit voidaan jakaa vesi- ja liuotinohenteisiksi. Sideaineiden ja liuotteiden lisäksi maalit sisältävät apuaineita ja pigmenttejä. Sideaine vaikuttaa maalissa parantaen vedenkestävyyttä sekä kemikaalien ja lämpötilavaihtelujen kesto-ominaisuuksia. Lisäksi sideaine sitoo maalin pigmentit ja saa maalin kiinnittymään alustaansa. Kuivuuksaan tai kovettuessaan sideaine muodostaa maalikalvon. Liuote puolestaan alentaa maalin viskositeettia eli juoksevuuksia. Se säätelee maalin kuivumisnopeutta, tasoittumista ja levitysominaisuuksia. Maalin apuaineet parantavat maaliaineiden ominaisuuksia, nopeuttavat kuivumista ja estävät kellastumista sekä homeen kasvua säilytysastiasissa. Karkeasti jaoteltuna nykyisin yleisesti käytettävät maalituotteet voidaan jakaa vesiohenteisiin muovidispersiomaaleihin, liuotinohenteisiin öljy- ja alkydimaaleihin ja reaktiomaaleihin. (Puuproffa)

Tavallisten maalien lisäksi puupinnoille on kehitetty myös palosuojamaaleja ja -käsittelyjä. Tällaiset käsittelyt mahdollistavat puun käytön sellaisissa kohteissa, joissa suojaamattoman puun käyttö on rajoitettua. Teknoksen palosuojapinnoitteen toiminta perustuu kykyyn muodostaa eristävää vaahtoa lämmön sitoutumisen vaikutuksesta. Palosuojapinnoitteen paksuus voi kasvaa palotilanteessa jopa 50 kertaiseksi kuumuuden vaikutuksesta. Paksuuntunut pinnoitekerros hiiltyy suojaamaan rakenteita palolta. (Teknos

Group 2022) NT Deco palosuoja-aine on myrkytön puun palosuoja-aine. Palosuoja imeytyy puuhun eikä muodosta kalvoa. Se soveltuu sisä- ja ulkokäyttöön ja on pH-neutraali, vesipohjainen sekä matalapäästöinen palosuoja-aine. Tuotetta valmistetaan kirkkaana ja lukuisina kuultavina värisävyinä. (Nordtreat 2022)

### 5.3 Lämpömodifiointi ja painekyllästys

Lämpömodifioidut puutuotteet valmistetaan kuusi-, mänty- tai lehtipuusahatavarasta lämpökäsittelyprosessilla. Prosessissa ei käytetä lainkaan kemikaaleja, vaan se perustuu korkean lämpötilan ja vesihöyryn hyödyntämiseen. Lämpökäsittelyn myötä puuta luonnollisesti suojaava pihka poistuu puuaineksesta. Voidaan silti todeta, että laboratorio-olosuhteissa suoritettujen standardoitujen testien (EN 113, ENV 807) perusteella lämpömodifiointi parantaa huomattavasti puun biologista kestävyttä. Lämpömodifioinnissa puun lahon- ja säänkesto sekä lämmöneristysominaisuudet paranevat. Lisäksi lämpömodifioidun puutavaran kosteuseläminen on vähäisempää kuin käsittelemättömän puutavaran. Lämpökäsittely heikentää vain vähän puun halkaisu- ja taivutuslujuutta, mutta vaikutus puun kovuuteen on vähäinen. Kestävyyteen vaikuttavat enemmän käytetty puulaji ja puun tiheys. Ruskeasävyistä lämpömodifioitua puutavaraa on hyödyllistä suojata pintakäsittelyillä ainakin auringon UV-säteilyä vastaan. Öljypohjaisia pintakäsittelyaineita voidaan käyttää normaalisti, kun taas vesipohjaisista pintakäsittelyaineista kannattaa valita valmiste, jonka kuivumisaika on pitkä. Elinkaarensa lopussa lämpömodifioitu puu voidaan hyödyntää muiden puutuotteiden tavoin esimerkiksi polttamalla. (Puuinfo 2019)

Painekyllästyksessä puun suoja-aine saatetaan puuhun kyllästyssylinterissä paineen ja veden avulla. Suoja-aine kyllästää laholle alttiin pintapuusolukon. Suoja-aineissa nykyisin käytetyt kupariyhdisteet ovat ihmiselle turvallisia ja antavat kyllästetylle puulle sen ominaisen vihertävän sävyn. Kuvassa 8 näkyy vihreän sävyistä painekyllästettyä puupintaa. Lisäämällä kyllästysaineeseen väripigmenttiä saadaan myös ruskean sävyistä painekyllästettyä puuta. Suomessa painekyllästykseseen käytettävä puutavara on mäntyä. Puuta kyllästetään AB- ja A-luokkaan, joka on suoja-ainepitoisuudeltaan korkeampaa. Lujuusominaisuuksiin puun kyllästämisellä ei ole merkittävää vaikutusta. Pintakäsittelyyn sopivat vesiliukoiset ja liuotinpohjaiset pintakäsittelyaineet. Tärkeää on, että painekyllästetty puu on kuivunut hyvin ennen pintakäsittelyä. (Puuinfo 2019)



**Kuva 8.** Painekeyllästettyä puutavaraa käytetään usein terasseissa. (Rauta-Juurikkala Oy)

## 6. PUUN KÄSITTELYN TULEVAISUUDENNÄKYMÄT SUOMESSA

Puu on sekä uusiutuva että arvokas materiaali, joka jo luonnollisessa muodossaan on täynnä erilaisia uuteaineita ja puuta suojaavia entsyymejä. Uskon puunkäytön tulevaisuuden perustuvan puun luontaisten suoja-aineiden hyödyntämiseen ja kemiallisten sekä fysikaalisten ominaisuuksien tehostamiseen myrkyttömästi erilaisilla prosesseilla. Jo nyt puun pintakäsittelyille ja suojaamiselle räsitusta vastaan on olemassa monia hyviä käsittelyjä. Osa näistä käsittelyistä on satoja vuosia vanhoja ja hyväksi havaittuja. Näitä hyödyntämällä ja jatkojalostamalla voidaan saada aikaiseksi kestäviä ja innovatiivisia tapoja käsitellä puuta. On löydettävä lisää ekologisia pintakäsittelytapoja, jotka lisäävät puumateriaalin elinkaaren pituutta, eivät rasita ympäristöä ja mahdollistavat puun kierrättämisen ja tarvittaessa polttamisen myrkyttömästi. Pintakäsittelyjä verratessa tulee huomioida, että jokin käsittely sopii toiseen kohteeseen kuin toinen. Kun pintakäsittely toteutetaan ekologisella ja kohteeseen sopivalla tavalla, saadaan lopputulokseksi aikaa kestävää ympäristöä.

Viime vuosina on lanseerattu erilaisia uusia puunkäsittelymenetelmiä. Esittelen seuraavaksi joitakin niistä. Kestävydestään tunnettu accoya-käsitelty puu on kauttaaltaan modifioitu. Prosessissa puu kuivatetaan ja asetyloidaan eli käsitellään etikkahappoanhydridillä. Tällöin vapaa hydroksyyliiryhmä muutetaan asetyyliiryhmäksi, mikä taas vähentää puun kykyä absorboida vettä. Muuttamalla puun kemiallista koostumusta saadaan myrkytön, mittapysyvä ja erittäin kova puutuote, joka kestää käsittelemättömänäkin ulkotiiloissa vuosikymmeniä. Accoya:n raaka-aineena käytetään sertifioituissa metsissä kasvanutta *Pinus Radiata* -mäntyä. (Accsys Technologies 2014) Toisaalta tuote on kestävä ja vaatii vain vähän kunnossapitoa, toisaalta se ei ole kotimainen ja on melko hintava.

Perinteisten puulevyjen ja vanerien rinnalle kehitetty Medite Tricoya Extreme -levy yhdistää Accoya asetyloidun puun parannetun mittapysyvyyden sekä puukomposiittien edut. Se on kestävä, kevyt, helppokäyttöinen ja veden sekä kosteuden kestävä. Levyt valmistetaan Accoyalla käsitellyistä puulastuista, purusta ja puukuidusta puristamalla ne liiman kanssa yhteen. Medite Tricoya Extreme -levyn eläminen tason suunnassa on vähäistä ja tason eri suunnissa on aina sama lujuus. Levyllä on 50 vuoden takuu maanpäällisissä rakenteissa ja 25 vuoden takuu maakosketuksessa olevissa rakenteissa. Medite Tricoya Extreme -levyt sopivat rakentamiseen, jossa vaaditaan hyvää kosteuden kestoa ja kestävyttä. Sopivia käyttökohteita ovat esimerkiksi julkisivulevyt, seinälevyt, ikkunan puitteet, julkiset kalusteet ja kosteat sekä märät sisätilat. (Puuinfo 2020)



Norjassa kehitetty Kebony-teknologia perustuu prosessiin, jossa puu käsitellään furfuryl-alkoholilla paineen ja lämmön avulla. Prosessissa puun molekyylirakenne muuttuu tehden siitä kovemman, kestävämmän ja mittapysyvän. Kebony soveltuu käytettäväksi kosteissa olosuhteissa, koska puun solukko ei ime vettä. Suositeltavia käyttökohteita ovat laiturit, terassit, ulkoverhoilu, ulkoaluekalut, ikkunat ja ovet. Koska tuote on jo läpi- tai pintakyllästetty, sen pintakäsittelylle ei ole tarvetta. Se ei myöskään vaadi ylläpitoa, joten elinkaarikustannus on matala. Kuvassa 9 näkyy uutta ja patinoitunutta Kebony-ulkoverhousta. Kebonyn hyvinä puolina ovat sen ekologiset ominaisuudet. Se on luonnollisesti uusiutuva, myrkytön ja kestävä. Accoyan tavoin se on kuitenkin hintava ja tuodaan Suomeen ulkomailta. (Rakennustietosäätiö RTS 2017)



**Kuva 9.** Kebony-puu patinoituu ajan kuluessa, jos pintakäsittelyä ei tehdä. Vasemmalla on uusi puu ja oikealla patinoitunut puu. (Novenberg Oy 2017)

## 7. YHTEENVETO

Puun käytöllä rakennusmateriaalina on jo pitkät perinteet Suomessa. Materiaalina sillä on niin kulttuurillisia, psykologisia kuin materiaalin erityisominaisuuksiinkin perustuvia arvoja. Puu on uusiutuva luonnonvara ja ekologinen rakennusmateriaali, jolla on lukuisia käyttökohteita. Lisäksi puuaines sisältää antibakteerisia uuteaineita ja ligniiniä. Tutkimukset puun hyvinvointi- ja terveysvaikutuksista kannustavat lisäämään puun käyttöä rakentamisessa.

Puun määrä metsissämme on lisääntynyt voimakkaasti viimeisten 70 vuoden aikana. Sen lisäksi, että kasvavat metsämme ovat hiilivarastoja myös puusta valmistetut rakennusten osat toimivat hiilivarastoina koko elinkaarensa ajan. Lisäksi metsät pystyvät sitomaan raskasmetalleja sekä estämään eroosiota ja kuivuutta. Puutuotteen jalostukseen tarvitaan verrattain vähän energiaa ja elinkaarensa lopussa puu voidaan vielä hyödyntää energian lähteenä merkittävän polttoarvonsa vuoksi.

Käsittämätön puupinta joutuu käyttötarkoituksesta riippuen alttiiksi erilaisille räsituksille. Luonnon aiheuttaman kulutuksen lisäksi myös ihmisen käytöstä aiheutuu kulutusta puupintaan. Lämpö, kosteus ja auringon UV-säteily altistavat puuta niin sisä- kuin ulkotiiloissakin muuttaen puun oman rakenteen elämisprosessia. Puu on orgaanista ja elävää materiaalia. Jo rakennusvaiheessa tulee huomioida puun elämisvarat. Kosteus saa puun turpoamaan ja kuivuminen kutistumaan. Kosteus myös antaa sinistäjä-, home- ja lahottaj sienille suotuisat kasvuolosuhteet. Ultraviolettisäteily hajottaa puun pintakerrosta harmaannuttaen ja kuluttaen sitä. Kaikkea edellä mainittua vastaan puuta pyritään suojaamaan pintakäsittelyllä kuitenkin käsittelyn esteettistä hyötyä unohtamatta.

Puun laatu yhdessä oikean puulajin valinnan kanssa on merkittävä tekijä pintakäsittelyn lopputuloksen ja puutuotteen kesto-ominaisuuksien kannalta. Kestävyyttä voidaan parantaa myös jalostamalla ja käsittelemällä puuta. Puuta voidaan käsitellä esimerkiksi pinnoittamalla, modifioimalla ja hiiltämällä. Pintakäsittelyn ekologiset puolet huomioonotettava toteutus on kustannustehokasta. On hyvä ottaa huomioon puutuotteen koko elinkaari tarkasteltaessa tuotteen ekologisuutta. Jo nyt on olemassa ekologisia ja kestäviä pintakäsittelymenetelmiä. Osa näistä käsittelyistä on satoja vuosia vanhoja ja jo toimivaksi havaittuja. Myös uusia käsittelymenetelmiä kehitellään ja kehityssuunta niiden osalta vaikuttaa lupaavalta. Tulevaisuudessa on löydettävä lisää ekologisia pintakäsittelymenetelmiä, jotka lisäävät puumateriaalin elinkaaren pituutta ja mahdollistavat materiaalin kierrättämisen myrkyttömästi.

## LÄHTEET

- Accsys Technologies, 2014. Luonnonmukainen. *Luonnon oma raaka-aine, ekologinen puu joka kestää eikä hajoa*. Accoya-yleisesite, s.6, 11. Saatavissa: [Accoya-yleisesiteFI\\_12s\\_lowres.pdf \(novenberg.fi\)](#) [noudettu 20.8.2022].
- Grotenfelt, G., 2020. Lepakon sauna. *Arkkitehti*, 2020(3). Saatavissa: [Lepakon sauna | ark](#) [noudettu: 25.10.2022].
- Hylander, H., 1927. *Puun petsaus*. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Otava.
- Järvinen, K., 1999. *Puurakennusten ulkomaalaus*. Hämeenlinna: Rakennustieto Oy.
- Kaila, P., 2012. *Kesällä töitä teki maalari – perinteinen ulkomaalaus tänään*. Saarijärvi: Kustannusosakeyhtiö Moreeni.
- Luonnonvarakeskus, 2021. *Teollisuuspuun hakkuut omistajaryhmittäin ja maakunnittain*. [tilastotietokanta]. Saatavissa: [Teollisuuspuun hakkuut muuttujina Vuosi, Maakunta, Omistajaryhmä ja Puutavaralaji. PxWeb \(luke.fi\)](#) [noudettu 6.4.2022].
- Luonnonvarakeskus. *Tietoa puulajeista ja niiden menestymisestä*. [verkkoartikkeli]. Saatavissa: [Metsäinfo \(luke.fi\)](#) [noudettu 6.4.2022].
- Metsä Group, 2021. *Puurakentaminen on ratkaisu*. [verkkoartikkeli]. Saatavissa: [Puura-kentaminen on ratkaisu \(metsagroup.com\)](#) [noudettu 6.4.2022].
- Metsälehti, 2020, Tutkimus: Kotimaisen lehtikuusen lahonkestävyys ei häviä tuontipuulle. [verkkoartikkeli]. Saatavissa: [Tutkimus: Kotimaisen lehtikuusen lahonkestävyys ei häviä tuontipuulle - Metsälehti \(metsalehti.fi\)](#) [noudettu: 22.2.2020].
- Metsälä, H., 2000. *Puukansa*. Nurmijärvi: Kirjakas Ky.
- Nordtreat, 2022. *Myrkytön puun palonsuoja-aine*. [verkkoartikkeli]. Saatavissa: [Palo-suoja-aine NT DECO \(nordtreat.com\)](#) [noudettu: 17.8.2022].
- Oktawood, 2021, Yakisugi. [verkkosivusto]. Saatavissa: [Tuotteet — Oktawood](#) [noudettu: 15.4.2022].
- Pihlström, K. & Viherä-Aarnio, A., 2020. *Suomalaisten puut – arjessa ja ajatuksissa*. Riika: Metsäkustannus.
- Puuinfo, 2020e, Puulevyt. [verkkosivusto]. Saatavissa: [Medita Tricoya Extreme -levyt - Puuinfo](#) [noudettu: 23.10.2022].
- Puuinfo, 2020d, Puun käytön ympäristövaikutukset. [verkkosivusto]. Saatavissa: [Puun käytön ympäristövaikutukset - Puuinfo](#) [noudettu: 1.4.2022].
- Puuinfo Oy, 2019. Puun ominaisuudet. *Puutavaraopas*, Puu-lehden erikoisnumero, s.6-7, 48-50, 62.
- Puuproffa, Pintakäsittely. [verkkosivusto]. Saatavissa: [Menetelmät - Puuproffa](#) [noudettu: 7.4.2022].
- Puuproffa, Pintakäsittely. [verkkosivusto]. Saatavissa: [Terva ja suopa - Puuproffa](#) [noudettu: 13.4.2022].

Puuproffa, Puulajit. [verkkosivusto]. Saatavissa: [Rauduskoivu - Puuproffa](#) [noudettu: 7.4.2022].

Puuproffa, Puulajit. [verkkosivusto]. Saatavissa: [Kuusi - Puuproffa](#) [noudettu: 7.4.2022].

Puuproffa, Puulajit. [verkkosivusto]. Saatavissa: [Mänty - Puuproffa](#) [noudettu: 7.4.2022].

Puuproffa, Puunkerrokset. [verkkosivusto]. Saatavissa: [Puun kerrokset - Puuproffa](#) [noudettu: 22.2.2022].

Rakennustietosäätiö RTS, 2017. Kebony ekologisesti modifioitu, pitkäikäinen ja huoltovapaa puu, 1-2. [rakennustietokortti] Saatavissa: [Kebony-RT-kortti.pdf \(novenberg.fi\)](#) [noudettu: 22.10.2020].

Rinne, H., 2018, Keittomaali: Puna- ja keltamulta. [verkkoartikkeli]. Saatavissa: [Keittomaali: puna- ja keltamulta | Perinnemestari](#) [noudettu: 13.4.2022].

Suomen Lajitietokeskus, Kasvit. [verkkosivusto]. Saatavissa: [metsämänty \(mänty\) - Pinus sylvestris | Biologia | Suomen Lajitietokeskus](#) [noudettu:7.4.2022].

Suomen Lajitietokeskus, Kasvit. [verkkosivusto]. Saatavissa: [Lajit | Suomen Lajitietokeskus](#) [noudettu:7.4.2022].

Teknos Group, 2022. *Tehokasta suojaa paloa vastaan*. [verkkoartikkeli]. Saatavissa: [Puupintojen palosuojaus - Teknos](#) [noudettu:17.8.2022].

Tikkurila Oyj, 2018. Lakkabensiini 1050, 7. [käyttöturvallisuustiedote]. Saatavissa: [LAK-KABENSIINI 1050 - TIK SDS - Finland \(tikkurila.fi\)](#) [noudettu:17.8.2022].

UPM Metsä, 2011. Rauduskoivu. *Suomen luontaisia puulajeja*, s. 6. Saatavissa: [met-siemme-puita-upm-opasvihko.pdf \(upmmetsa.fi\)](#) [noudettu: 7.4.2022].

Uula Color Oy, 2019, Puun harmaannuttaminen rautasulfaatilla ei välttämättä ole oikotie onneen. [verkkoartikkeli]. Saatavissa: [Puun harmaannuttaminen Rautasulfaatilla | Kannattaako? | Uula](#) [noudettu: 13.4.2022].

Voutilainen M. et al., 2018. *Metsästä tuotteeksi - Puualan perusteet*. Juvenes Print – Suomen yliopistopaino Oy: Opetushallitus.

Vuolle-Apiala, R., 2012. *Perinnemaalit*. Porvoo: Rakennusalan kustantajat RAK.

# KUVALÄHTEET

Kuva 1: Puuproffa. [rakennekuva] Saatavissa: <[Puun kerrokset - Puuproffa](#)> [noudettu 22.2.2022].

Kuva 2: Titus Verhe, 2022. [valokuva] Saatavissa: [Talo V | ark](#) [noudettu 23.10.2022].

Kuva 3: Grotenfelt, G., 2020. [valokuva] Saatavissa: [Lepakon sauna | ark](#) [noudettu 25.10.2022].

Kuva 4: Passiivipuutalo, 2012. [valokuva] Saatavissa: [Passiivipuutalo: Rautavihtrillin varjopuolista](#) [noudettu 23.10.2022].

Kuva 5: Oktawood, 2021. [valokuva] Saatavissa: [SAN MAI — Oktawood](#) [noudettu 24.10.2022].

Kuva 6: Puuinfo Oy. [valokuva] Saatavissa: [Tiedosto | Puuinfo Kuvapakki](#) [noudettu 24.10.2022].

Kuva 7: Tiainen, J., 2020. [valokuva] Saatavissa: [Tiedosto | Puuinfo Kuvapakki](#) [noudettu 24.10.2022].

Kuva 8: Rauta-Juurikkala Oy. [valokuva] Saatavissa: [PAINEKYLLÄSTETTY VIHREÄ 28x120 - Rauta-Juurikkala](#) [noudettu 24.10.2022].

Kuva 9: Novenberg Oy, 2017. [valokuva] Saatavissa: [Kebony-RT-kortti.pdf \(novenberg.fi\)](#) [noudettu 24.10.2022].