

Sara Litmanen

# PUURAKENTAMISEN VAIKUTUKSET IHMISEN HYVINVOINTIIN

Kandidaatintyö  
Arkkitehtuurin tiedekunta  
Markku Karjalainen  
Teemu Hirvilammi  
Huhtikuu 2023

# TIIVISTELMÄ

Sara Litmanen: Puurakentamisen vaikutukset ihmisen hyvinvointiin (The Effects of Wooden Construction on Human Well-Being)

Tampereen yliopisto

Arkkitehtuurin TkK-tutkinto-ohjelma

Kandidaatintyö

Huhtikuu 2023

Tämän kandidaatintyön tarkoituksena oli selvittää puurakentamisen vaikutuksia ihmisen psykofyysiseen hyvinvointiin sekä sosiaaliseen toimintakykyyn. Puurakentaminen yleisty maailmalla. Työn pohjana toimii puun, sekä muiden luonnollisten rakennusmateriaalien, suosion nousuun johtaneet lukuisat kansainväliset tutkimukset luonnollisten rakennusmateriaalien hyvinvointivaikutuksista ihmiseen.

Ensimmäisenä työssä tarkastellaan ympäristöpsykologian avulla ympäristön vaikutuksia ihmiseen. Luonnonläheisyys ja erilaiset ympäristöpsykologian teoriat olivat tämän kandidaatintyön perustana. Ihmisen stressinsäätelykyky perustuu vahvasti kehon fyysisiin toimintoihin kuten autonomiseen hermostoon. Erilaiset ympäristöärsykkeet johtavat luontaiseen stressireaktioon, joka tasaa ihmisen kehon toimintoja soveltuvaksi erilaisiin tilanteisiin. Työssä perehdytään ympäristön ja arkkitehtuurin mahdollisiin vaikutuksiin sekä mahdollisuuksiin stressin säätelyssä ja ennalta ehkäisyssä.

Arkkitehtuurin vaikutusta ihmisen psyykeeseen tarkastellaan alkukantaisen ihmisen turvallisuuden tarpeen kannalta. Arkkitehtuurin tietyt piirteet, kuten jaksollisuus, selkeys ja suoja, luovat ihmiselle tiedostamattaan rauhallisen sekä turvallisen olon. Työssä tarkastellaan luonnollisten materiaalien vaikutusta ihmisen hyvinvointiin ja mieltymyksiin.

Kandidaatintyö toteutettiin sekä kansainvälisten että kotimaisten tutkimusten perusteella. Puu materiaalina koetaan olevan terveellinen ja miellyttävämpi kuin muut rakennusmateriaalit. Puurakentamisen positiivisista psykofyysisistä terveysvaikutuksista on tieteellistä näyttöä, joihin nojaten tämä tutkielma vahvistaa teoriaa terveellisemmästä ympäristöstä muihin rakennusmateriaaleihin verrattuna. Puuympäristössä kognitiivinen ajattelu paranee nostoen mielialaa ja yleistä viihtyvyyden tunnetta. Puurakentamisen fyysisiä terveysvaikutuksia on tutkittu muun muassa sykkeen, ihon sähkönjohtavuuden sekä verenpaineen avulla. Työssä tarkastellaan myös puun elvyttävää ja palauttavaa vaikutusta ihmiseen.

Tutkielmassa nostettiin esille myös puun materiaaliominaisuuksien vaikutusta aistikokemuksiin. Puusta voidaan rakentaa akustisesti miellyttävä tila, joka mielletään myös hajun ja estetiikan puolesta hyväksi. Antibakteerisuuden kannalta puurakentaminen soveltuu myös sairaaloihin. Puurakentamisen hyvinvointi- ja terveysvaikutuksista on tarpeeksi näyttöä siihen, että julkisen sektorin rakennukset kuten koulut, sairaalat, vanhainkodit kannattaa rakentaa puusta sekä tuoda puumateriaaleja sisätiloihin.

Avainsanat: puurakentaminen, terveellinen rakentaminen, ympäristöpsykologia, arkkitehtuuri, luonnolliset rakennusmateriaalit, hyvinvointi, viihtyvyys, aistiympäristö

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla

# SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO.....	1
2.	YMPÄRISTÖN VAIKUTUS IHMISEEN .....	2
2.1	Ihminen ja luontoympäristö.....	2
2.2	Ihminen ja stressi.....	3
2.3	Arkkitehtuuri psyykeen kannalta .....	6
2.4	Luonnolliset materiaalit osana rakennettua ympäristöä.....	7
3.	PUUN PSYKKISET TERVEYSVAIKUTUKSET .....	9
3.1	Kognitiivisen ajattelun paraneminen puuympäristössä.....	9
3.2	Puuympäristö viihtyvyyden ja mielialan kannalta.....	11
4.	FYYSISET TERVEYSVAIKUTUKSET PUURAKENNUKSISSA .....	14
4.1	Verenpaine ja syke sekä ihon sähkönjohtavuus.....	14
4.2	Puun elvyttävä ja palauttava vaikutus.....	15
5.	PUU OSANA AISTIYMPÄRISTÖÄ.....	17
5.1	Puun vaikutus näkö-, haju- ja tuntoaistiin .....	17
5.2	Akustiikka.....	19
5.3	Antibakteerisuus .....	20
6.	PUUN HYVINVOINTIVAIKUTUKSET RAKENNETUSSA YMPÄRISTÖSSÄ .....	21
6.1	Puun vaikutus sisäympäristöön ja sisäilmaan .....	21
6.2	Hygroσκοoppisuus ja lämpötilan säätely.....	22
6.3	Riskit.....	23
7.	YHTEENVETO .....	26
	LÄHTEET .....	28
	KUVALÄHTEET .....	34

# 1. JOHDANTO

Rakennetun ympäristön rooli on tärkeä ihmisen terveydelle ja hyvinvoinnille. Ihminen viettää noin 90 prosenttia ajastaan sisätiloissa kuten kotona, koulussa tai työpaikalla. (Sisäilmayhdistys 2008) Niin sisäilman laatu tekijöillä kuin rakennuksen estetiikkaominaisuuksilla voi olla positiivinen tai negatiivinen vaikutus ihmisen hyvinvointiin. Hyvä sisäilma mielletään viihtyvyystekijäksi, jolloin sen puute koetaan epämiellyttävänä. Puu rakennusmateriaalina vaikuttaa myös tilan akustiikkaan ja puhtauteen. Sen lisäksi sillä on suuri vaikutus ihmisen tilakokemukseen niin fyysisesti kuin psyykkisesti.

Tässä tutkielmassa käsitellään rakennettua puuympäristöä ja puuta rakennusmateriaalina sekä sen vaikutuksia osana ihmisen hyvinvointia. Rakennusmateriaalina puulla on esteettisiä, fyysisiä ja psyykkisiä vaikutuksia. Arkkitehtuurissa rakennusmateriaalien ominaisuudet vaikuttavat niiden luomaan rakennettuun ympäristöön ja sen käyttäjiin. Vaikutuksina voidaan pitää aistittavia tekijöitä kuten estetiikkaa, tuoksua ja tuntoa. Puun materiaaliominaisuuksiin kuuluu aistillisten kokemusten, ja niiden synnyttämien reaktioiden, lisäksi aistittomat tekijät, kuten esimerkiksi puun kosteudenpuskurintokyvystä johtuva parempi sisäilma (Puuinfo 2020b).

Puurakentamisella on merkittävä vaikutus terveellisessä rakennetussa ympäristössä. Puun materiaaliominaisuuksien vaikutukset rakentamisessa luovat vakaan pohjan ihmisen terveyteen ja hyvinvointiin vaikuttaviin tekijöihin. Maailman terveysjärjestön (WHO 1948) mukaan ihmisen terveys määritellään "täydellisen fyysisen, psyykkisen ja sosiaalisen hyvinvoinnin tilana, eikä ainoastaan sairauden tai vamman puutteena". Yhteisön hyvinvointitekijöitä ovat asuinolot ja ympäristö. Yksilön hyvinvointi jakautuu kolmeen osatekijään: terveyteen, koettuun hyvinvointiin eli elämänlaatuun sekä materiaaliseen hyvinvointiin. (Vaarama, Moisio & Karvonen 2010, 11)

Tutkielmassa pyritään selvittämään miten puu rakennusmateriaalina vaikuttaa yksilön koettuun hyvinvointiin ja fyysiseen toimintakykyyn. Myös vaikutusta sosiaalisiin suhteisiin ja sitä myötä myös yhteisön terveyteen tarkastellaan. Työssä tarkastellaan kansainvälisiin sekä kotimaisiin tutkimuksiin nojaten, puurakentamisen psyykkisiä ja fyysisiä terveysvaikutuksia sekä puun materiaaliominaisuuksien hyvinvointivaikutuksia sekä niihin liittyviä riskejä.



## 2. YMPÄRISTÖN VAIKUTUS IHMISEEN

Luontoympäristön kokemisella on todettu olevan hyvinvointia parantava vaikutus. Fysiologisten toimintojen lisäksi luontoympäristöjen stressistä elvyttävä vaikutus näkyy myös tunteissa ja käyttäytymisessä. Luonto elvyttää tahdonalaisen tarkkaavuuden väsymistä sekä palauttaa ihmisen stressistä. Sillä on kuitenkin todettu myös olevan myönteinen vaikutus stressittömiin ihmisiin. (Korpela 2007, 364–376) Luonto auttaa ihmistä irtautumaan arjesta, sen lisäksi sillä on piristävä, virkistävä ja rauhoittava sekä rentouttava vaikutus. Tarkkaavuuden elpymisteoria (Attention restoration theory) (Kaplan & Kaplan 1989) sekä stressistä palautumisen teoria (Stress recovery theory) (Ulrich et al. 1991) ovat ympäristöpsykologian teorioita, joista myös puun terveystaikutuksista kertovat tutkimukset ovat pohjautuneet.

### 2.1 Ihminen ja luontoympäristö

Biofilian teorian (Kellert & Wilson 1993) mukaan ihmisellä on intuitiivinen tarve muodostaa yhteys luontoon. Teoria sai alkunsa 1964, kun tutkija Eric Fromm käytti termiä ensimmäistä kertaa kuvaillaessaan ihmisen psykologista tunnetta: ”rakkaus elämää ja kaikkea elävää kohtaan.” Edward Wilson käytti biofilia -termiä kuvaamaan evolutiivista sopeutumista, jonka avulla ihminen kehittää henkisen yhteyden elävään maailmaan ja luontoon (Barbiero & Berto 2021). Myöhemmin Wilson yhdessä Kellertin kanssa määritteli biofilian teorian, jonka mukaan ihmisillä on luontainen taipumus olla yhteydessä luontoon (Kellert & Wilson 1993). Teorian mukaan tämä taipumus luontoon on ihmisen fyysiselle, psyykkiselle ja emotionaalille hyvinvoinnille merkityksellinen. Wilsonin ja Kellertin mukaan ihmisen biofiliset taipumukset ilmenevät monin eri tavoin; viehäytyksenä luontomaisemiin, rakkautena eläimiä ja kasveja kohtaan, sekä positiivisina tunnekokemuksina luonnon ääniä ja tuoksua kohtaan. Nykyinen moderni ja urbaani elämäntapa on jatkuvasti irtautuneempi luonnosta, mikä vaikuttaa negatiivisesti ihmisen hyvinvointiin (White et al. 2021). Ihmisen tarve olla yhteydessä luontoon on kulttuurista ja persoonasta riippumaton, universaali perustarve, joka on syntynyt ja kehittynyt ihmisen evoluutiohistorian aikana (Heiskanen 2016, 2017).

Stressistä palautumisen teorian mukaan luonnolla on kyky auttaa ihmistä toipumaan stressistä. SRT:nä (Stress recovery theory) tunnetun teorian mukaan luonnolla on vaikutus ihmisen parempaan suoriutumiseen keskittymistä vaativista tehtävistä. Tarkkaavuuden elpymisteorian (Attention restoration theory, ART) mukaan ihmisen on helpompi

suunnata ja palauttaa keskittyminen tekemäänsä asiaan, turvallisessa ympäristössä. Ihmisen kyky kohdistaa huomio tietoisesti tehtävään, joka ei ole elimistölle välittömän hengissä pysymisen tarve, vaatii erillistä keskittymistä. Turvattomassa ympäristössä ihmisen keskittyminen rakoilee ja vaatii enemmän työtä, mikä johtaa väsymiseen. ART ja SRT yhdessä tukevat biofilian teoriaa. (Heiskanen 2017) Wilsonin ja Kellertin teoria biofiliaista viittaa siihen, että luonnolla on palauttava ja positiivinen vaikutus ihmisen hyvinvoinnille (Wilson & Kellert 1993; Heiskanen 2017). Luonnossa ihminen kokee arjesta irtautumisen tunnetta. Luonnolliset tilat ovatkin ensisijaisia kohteita elpymiselle ja palautumiselle, rauhoittumiselle. Urbanissa ympäristössä ihmisten on yhä vaikeampi päästä pois kaupungista ja lähelle näitä luonnonympäristöjä. Helposti saavutettavissa olevat luonnonympäristöt tarjoavat siis tärkeän resurssin suunnatun huomion (directed attention) lepäämiseen. (Kaplan 1989; 1995, 169–182) Aivojen suunnatun huomion tehtävä on keskittyä tiettyyn ärsykkeeseen tai tehtävään, ja jättää huomioimatta merkityksetön tieto. Kyky suunnata keskittyminen vain tiettyyn ärsykkeeseen on kuitenkin rajallinen ja sen heikkeneminen johtaa huomion hajanaisuuteen ja keskittymiskyvyttömyyteen. ART ehdottaa, että altistuminen luonnolle edistää aivojen lepotilaa ja auttaa siten suunnatun huomion palautumisessa. (Kaplan 1989, Garside 2023 mukaan).

Kuo ja Sullivan (2001) tutkivat luonnon vaikutusta tarkkaavaisuushäiriö-diagnoosin (ADHD tai ADD) saaneilla lapsilla. Tutkimustulokset osoittivat, että luontoaltistamisella oli oireita helpottava vaikutus tarkkaavaisuushäiriöön. Lasten tarkkaavaisuushäiriö oireiden vakavuus ja esiintyvyys laski, mitä vihreämpi lasten leikkiympäristö oli, sekä lasten tarkkaavaisuus ja suunnattu huomio toimi paremmin luontoaltistumisen jälkeen. (Taylor, Kuo & Sullivan 2001, 54–77; Kuo & Taylor 2004, 1580–1586)

## 2.2 Ihminen ja stressi

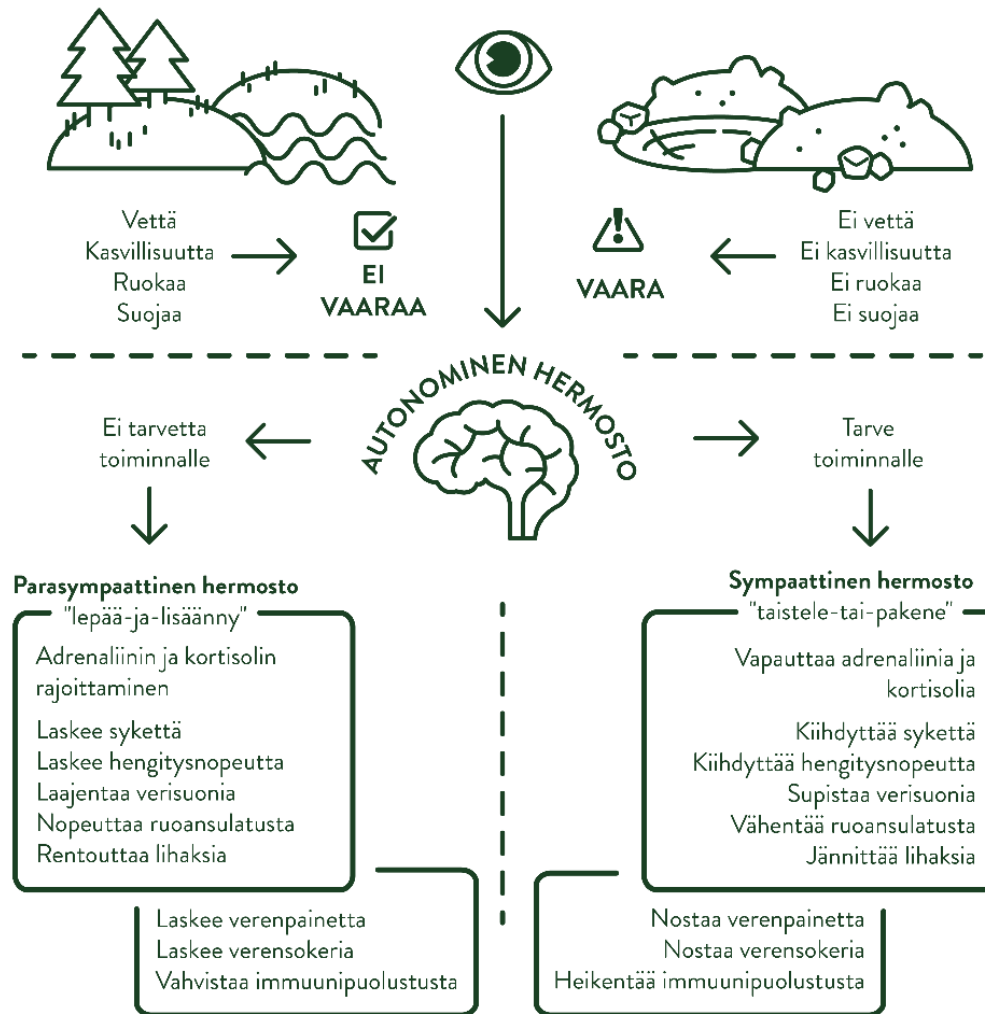
SRT-teorian mukaan luonnolla on palauttava vaikutus ihmisen kokemaan stressiin (Heiskanen 2017). Psykkisten hermostojen toimintatavoilla on merkittävä rooli modernin ihmisen stressinsäätelyssä. Autonominen hermosto on tärkeä ihmisen monien kehon perustoimintojen kannalta. Se on jatkuvasti aktiivisessa tilassa säädellen elintärkeitä toimintoja, joihin ihminen ei voi tietoisesti vaikuttaa, kuten hengitystä, sydämenlyöntiä ja aineenvaihduntaa. (Institute for Quality and Efficiency in Health Care (IQWiG) 2022) Autonominen hermosto on edelleen jaettu kahteen osaan: sympaattiseen ja parasympaattiseen hermostoon (Contrada & Baum 2010).

Sympaattinen ja parasympaattinen hermosto, sekä tavat, joilla ne reagoivat stressiin, ovat elintärkeitä ihmiselle. Fysiologisesti keho reagoi luonnollisesti hankalaan tai vaativaan tilanteeseen, jolloin syntyy stressireaktio. Kohdatessaan fyysistä, emotionaalista tai

kognitiivista stressiä, ihmisen sympaattinen hermosto aktivoituu nostaen sykettä ja verenpainetta. Lisäksi keuhkojen hengitystiet laajenevat parantaen hapenottokykyä. (IQWiG 2022) Stressin aikana sympaattinen osa autonomisesta hermostosta aktivoituu ja parasympaattiset toiminnot väistyvät. Tämä johtuu adrenaliinin ja norepinefriinin vapautumisesta, jonka jälkeen kortisoli hidastaa kehon muita toimintoja, jotka eivät ole välttämättömiä sen hetkisellem selviytymiselle (parasympaattiset toiminnot) (Ruggles 2017). Parasympaattinen osa toimii rauhoittavana tekijänä ja se palauttaa kehon lepotilaan stressireaktion jälkeen. Se on aktiivisimmillaan lepotilassa tasaten ruoansulatusta ja aineenvaihduntaa sekä muita elintärkeitä toimintoja. (IQWiG 2022)

Ihminen ja sen keho reagoivat ympäristöärsykkeisiin fyysisesti. Biofilian teorian mukaan ihmiselle on luonnollista olla luontoympäristön äärellä. Voidakseen hyvin, ihminen tarvitsee turvallista luontoympäristöä. Vaarallisessa ympäristössä ihmisen keho reagoi vahvasti ärsykkeisiin (kuva 1).

## Biofilian ympäristöärsykkeet ja reaktiot



**Kuva 1.** Biofilian ympäristöärsykkeet ja reaktiot (Heiskanen 2017)

Modernille ihmiselle stressiä aiheuttavat monet tekijät, kuten kiireellisyys, työ, ihmissuhteet ja taloudellinen tilanne. Stressitekijät vaihtelevat henkilön mukaan. Ihminen kuitenkin käsittelee stressiä yhä samalla tavalla kuten esi-isänsä, kun näitä toimintoja vaadittiin selviytymiseen. Sympaattinen hermosto ottaa vallan, ja kaikki välttämättömän selviytymisen kannalta merkityksettömät (parasympaattiset) toiminnot hidastuvat. Toisin kuin esi-isänsä, modernin ihmisen stressi ei ole lyhytkestoista, vaan keho saattaa pysyä pitkiäkin aikoja selviytymistilassa. Krooninen stressi voi olla erittäin haitallista ja aiheuttaa pysyvää vahinkoa ihmisen henkiselle ja fyysiselle terveydelle. Näitä ovat muun muassa ahdistuneisuuden, unettomuuden ja masennuksen oireet sekä immuunipuolustusjärjestelmän heikkeneminen ja lihaskipujen kehittyminen. Stressi voi myös johtaa vakaviin ter-

veysongelmiin, kuten sydänsairauksiin ja korkean verenpaineen nousuun. Arkkitehtuurissa psyykkisten hermostojen toimintatavat eivät ole suoraan ilmeisiä, niillä on kuitenkin merkittävä rooli modernin ihmisen stressin säätelyssä. (Ricci 2018)

Ihminen tiedostamattaan tarkkailee ja etsii ympäristöstä ärsykeitä, joiden perusteella aivot laukaisevat fysiologisia ja psykologisia reaktioita sopeutuakseen tilanteeseen. Sympaattinen hermosto aktivoituu ympäristössä, josta puuttuvat selviytymiselle olennaiset ominaisuudet. Esimerkiksi kasvillisuus ja vesi ympäristössä viestivät aivoille mahdollisuudesta rentoutua. Turvattomuuden tunne saa ihmisen toimimaan ja hakeutumaan turvallisempaan ympäristöön. Jatkuvasti enemmän luonnosta irtautuneempi urbaani ympäristö voidaan kokea turvattomana. (Heiskanen 2017) Arkkitehtuurin vaikutus ympäristöön on tässä yhteydessä erittäin merkittävä ihmisen hyvinvoinnille.

### **2.3 Arkkitehtuuri psyykeen kannalta**

Lukuisat ympäristöpsykologian ja arkkitehtuurin tutkimukset ovat osoittaneet, että kauniit ympäristöt, niin rakennetut kuin luonnolliset, vaikuttavat ihmisen fyysiseen ja psyykkiseen hyvinvointiin positiivisesti. Don Rugglesin (2017) mukaan kaunis arkkitehtuuri koostuu kolmesta tekijästä: muodosta, käyttötarkoituksesta sekä kauneudesta. Arkkitehtuurin kauneus on subjektiivista, mutta siihen yhdistetty tunne ja kokemus on universaali. Kauniin asian näkeminen ja kokeminen saa ihmisessä aikaan mielihyvää. Mielihyvä johtuu aivoissa vapautuvista endorfiineista, oksitosiineista sekä DHEA:sta. Ympäristö ja rakennukset, jotka tuottavat ihmiselle mielihyvää sisältävät elementtejä, joista aivomme tunnistavat samankaltaisia tekijöitä, jotka auttoivat alkukantaista ihmistä selviytymään. Näitä ominaisuuksia ja malleja aivomme yhdistävät selviytymisominaisuuksiin. (Ricci 2018)

Arkkitehtuurin tyyli on vaihdellut vuosien saatossa samalla kun yleinen maailman näkemys on kehittynyt. Uudet materiaalit ja tuotantotavat ovat muokanneet arkkitehtuuria ja rakennettua ympäristöä. Arkkitehtuuri onkin näyttäytynyt yhteiskunnan ajan indikaattorina tai seurannut sitä. Tyylit ovat vaihdelleet yhteisen mielipiteen ja ajan trendien mukaan. Osa kauniiksi todetuista tyyleistä ovat jääneet elämään sekä siirtyneet aikakaudesta seuraavaan.

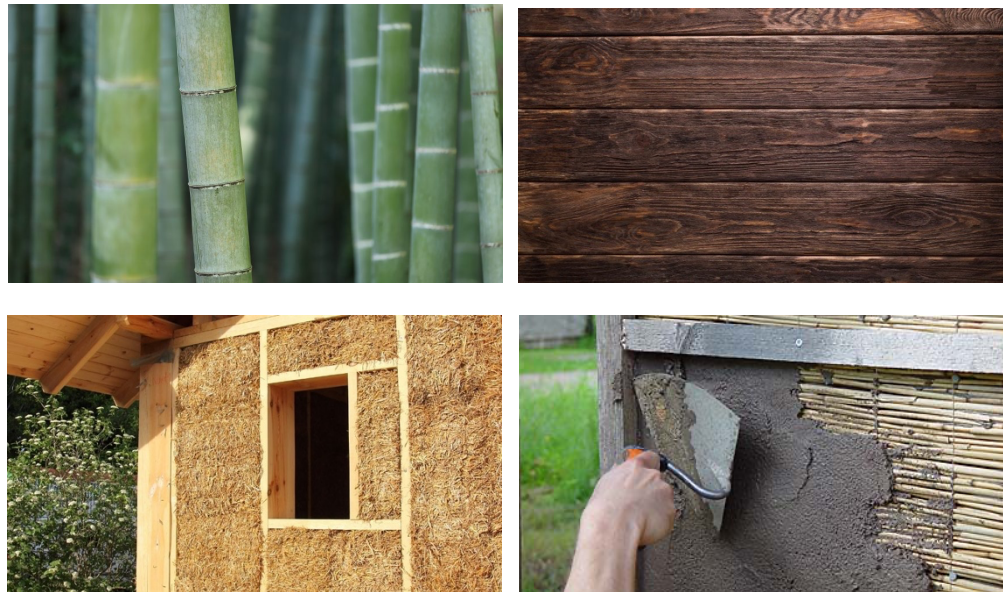
Säännöllisyys, jaksollisuus, kuviot ja rytmit luovat johdonmukaisen ja selkeän kuvan ympäristöstä. Ne toimivat vastakohtana kaaokselle, jonka ihminen kokee negatiivisesti uhkaavana. Ihminen tunnistaa ympäristöstään jaksollisuuden ja rytmikyyden (pattern recognition). Alkukantaiselle ihmiselle nämä olivat ennakoitavuuden piirteitä, joista se koki turvan tunnetta. Jaksollisuus on ollut ihmisen selviytymiskeinona niin pitkään, että se ei

välttämättä tunnista jaksollisuuden, tai sen puutteen, aiheuttamia tunteita. Psykologinen järjestelmä kuitenkin tunnistaa evoluution kehityksen myötä nämä tunteet laukaisten sympaattisen ja parasympaattisen hermoston yhteistyön aivan kuten alkuihmisellä. Ihminen yhdistää edelleen ennalta arvattavuuden turvallisuuden tunteeseen. Täten myös arkkitehtuurissa säännöllisyys ja rytmikkyys koetaan alitajuntaisesti hyvänä asiana, kauniina ja turvallisena. Rakennuksien ja rakennelmien tärkein ominaisuus on aina ollut luoda suoja ja turvapaikka ihmiselle. (Kaplan 1987, 3–32; Ruggles & Boak 2020)

## 2.4 Luonnolliset materiaalit osana rakennettua ympäristöä

Biofilian teoriaa on käytetty perustana luonnollisten rakennusmateriaalien esittelyssä sisätiloihin. Biofilisen suunnittelun tarkoitus on edistää ihmisen psykofysiologista hyvinvointia. Ympäristötietoinen suunnittelu auttaa arkkitehtejä ja suunnittelijoita ymmärtämään, kuinka rakenneratkaisut ja tilan rakennusmateriaalit voivat vaikuttaa ihmisen terveyteen. (Terramai 2023)

Puun erikoisuus luonnollisena rakennusmateriaalina on, että siihen sitoutunut hiilidioksidi pysyy sidottuna koko rakennuksen eliniän ajan. Puumateriaalista jää jäljelle, rakennuksen elinkaarta katseltaessa, muita rakennusmateriaaleja vähemmän maatumatonta jätettä. (Seppä 2020)



**Kuvat 2–5.** Luonnollisia rakennusraaka-aineita ovat esimerkiksi puu, olki, savi, bambu, savitiili, hamppu ja korkki. (Kuvat 2–4 Proto 2023, kuva 5 Savi ry 2004)

Luonnollisia rakennusmateriaaleja suositaan nykyään yhä enemmän. Puumateriaalit ja esimerkiksi savi ovat puhtaita ja hengittäviä raaka-aineita ympäristöystävällisessä raken-

tamisessa. Hengittävyden vuoksi, ne pystyvät säätelemään ilmankosteutta, jolloin käyttömukavuus paranee. Luonnollisten materiaalien myötä myös muut käyttömukavuustekijät, kuten akustiikka, energiatehokkuus ja rakennuksen sähköisyys, optimoituvat. (Puhosboard 2020)



**Kuva 6.** Savea voi käyttää runko- ja rappausmateriaalina seinissä sekä lattiassa. (Henry 2013)

Savi on yksi vanhimmista rakennusmateriaaleista. Betonin käytön yleistyttyä savirakentaminen jäi taka-alalle, mutta uusiutuvien ja ekologisten materiaalien suosion myötä myös savi on rakennusmateriaalina nostanut taas suosiotaan. Luonnollisia rakennusmateriaaleja suositaan ympäri maailman. Savea käytetään niin massiivirakennusmateriaalina kuin julkisivuissa ja sisäpinnoissa.



## 3. PUUN PSYKKISET TERVEYSVAIKUTUKSET

### 3.1 Kognitiivisen ajattelun paraneminen puuympäristössä

Useat tutkimukset ovat osoittaneet puuympäristöllä olevan positiivisia vaikutuksia ihmisen kognitiiviselle ajattelulle. David Robert Fellin (2010) tutkimuksessa tulokset osoittivat ihmisen stressitason laskun, kun rakennetussa ympäristössä käytettiin materiaalina puuta. Viherkasveilla ei ollut yhtä suurta vaikutusta tuloksiin kuin puulla. Tulokset saatiin tutkimalla tiloja, joista toisessa oli puisia materiaaleja ja toisessa ei-puisia materiaaleja. Tutkimuksessa oli yhteensä neljä erilaista huonetta. Kaksi huonetta, joissa materiaalit olivat ei-puisia, mutta toisessa oli huonekasveja ja kaksi huonetta, joissa huonekalut olivat puisia sekä toisessa oli huonekasveja. (Kuva 7)



**Kuva 7.** Fellin (2010, 36) tutkimushuoneet.

Anne et al. (2012, 109) ovat tutkimuksessaan osoittaneet, että puupintojen koskettamisella on positiivinen vaikutus ihmisen vireyteen ja keskittymiskykyyn. Vanhusten hoitokodissa tarkkailtiin vanhusten terveyden tilaa ja käytöstä viiden viikon ajan. Tutkimuksen mukaan puuympäristö voi edistää vanhusten sosiaalista kanssakäymistä, vahvistaa



emotionaalisia suhteita sekä itsensä ilmaisua. Puuympäristö lisäsi vanhusten puheliaisuutta ja sitä kautta vuorovaikutus parani. Tulokset puhuvat puun hyvinvointivaikutuksien puolesta, yhdessä aiempien tutkimusten kanssa. Sosiaalisten kanssakäymisten ja itseilmaisun myötä, Planet Arkin tutkimuksessa arveltiin, jopa dementian vähenevän vanhuksilla. Puuympäristö voi mahdollisesti ehkäistä henkisen ja fyysisen terveyden heikkenemistä. (Planet Ark 2015, Terramai 2023 mukaan)

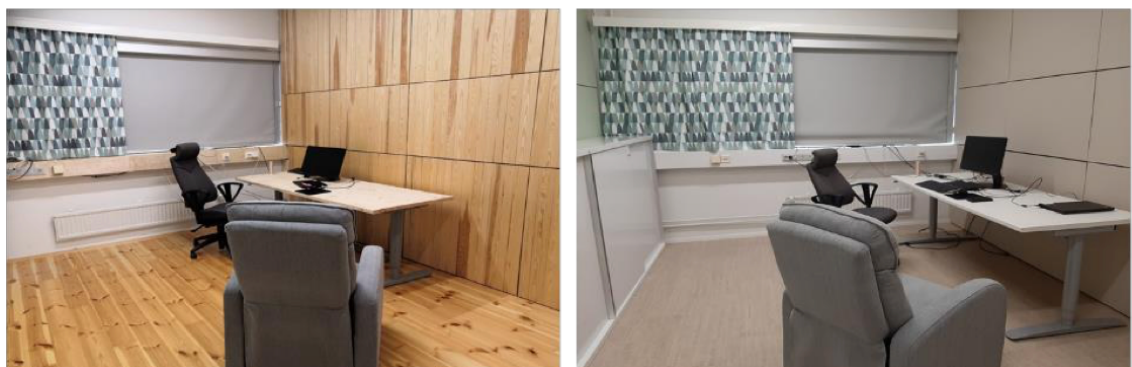
Shen et al. (2019, 36–51) tutkimuksessa käytettiin neurokäyttäytymistestejä arvioimaan aikuisten tutkimushenkilöiden kognitiivista toimintaa sekä subjektiivista tietoisuutta puissa ja ei-puissa sisäympäristöissä. Tulokset osoittivat tutkimushenkilöillä olevan positiivisempi yleisolemus puuhuoneissa. Tutkimuksessa huomattiin, että tämä kokemus korostui etenkin pimeässä puuhuoneessa ja se koettiin miellyttävämmäksi kuin betonihuone. Testituloksista jokaisessa tutkimushenkilöt vastasivat nopeammin ja suoriutuivat paremmin puuhuoneessa betonihuoneeseen verrattuna. Eri puolajien kohdalla ei huomattu merkittäviä eroja kognitiivisessa ajattelussa. Tulosten perusteella voidaan päätellä, että puupinnoilla sisätiloissa on positiivinen vaikutus käyttäjään. Vaikka puun esteettinen puoli luo paljon positiivisia mielikuvia ja sitä pidetään kauniina, tässä tutkimuksessa testattiin myös vaikutuksia pimeässä huoneessa ilman näköärsykeitä. Puun positiiviset vaikutukset ihmisen hyvinvointiin ja terveyteen ovat sekä psyykkisiä että fyysisiä, eivätkä ulotu vain estetiikkaan.

Kotradyan et al. (2019) tutkimuksessa puuympäristön vaikutus ihmiseen oli ensimmäisten minuuttien aikana rentouttava, mikä johtuu puun tuottamista korkeista alfa-aaltojen aktiivisuudesta aivoissa. Tutkimushenkilöiden aivotoiminta aktivoitui, kun aikaa oli vietetty pidempään puuympäristössä, jolloin aivojen alfa-aallot vähenivät ja beeta-aallot kasvoivat. Beeta-aaltoaktiivisuus kertoo paremmasta aivojen kognitiivisesta toiminnasta. Sekä muisti ja ajattelukyky että keskittyminen paranevat, mitä pidemmän ajan tutkimushenkilö viettää puuympäristössä. Tutkimukset ovat siis osoittaneet, että puuympäristö auttaa ihmisiä lepäämään ja keskittymään tehokkaammin. SMR-aallot vähenivät huomattavasti puuympäristössä. Aivopuoliskoissa SMR-aallot vaikuttavat eri tavoin. Oikea aivolohko hallitsee tunteita, taidetta ja luovuutta ja vasen ohjaa analyyttistä ajattelua sekä logiikkaa. Tutkimuksen mukaan puuympäristössä oikea aivolohko on vasenta aktiivisempi ja siksi myös luovuus on parhaimmillaan.

### 3.2 Puuympäristö viihtyvyyden ja mielialan kannalta

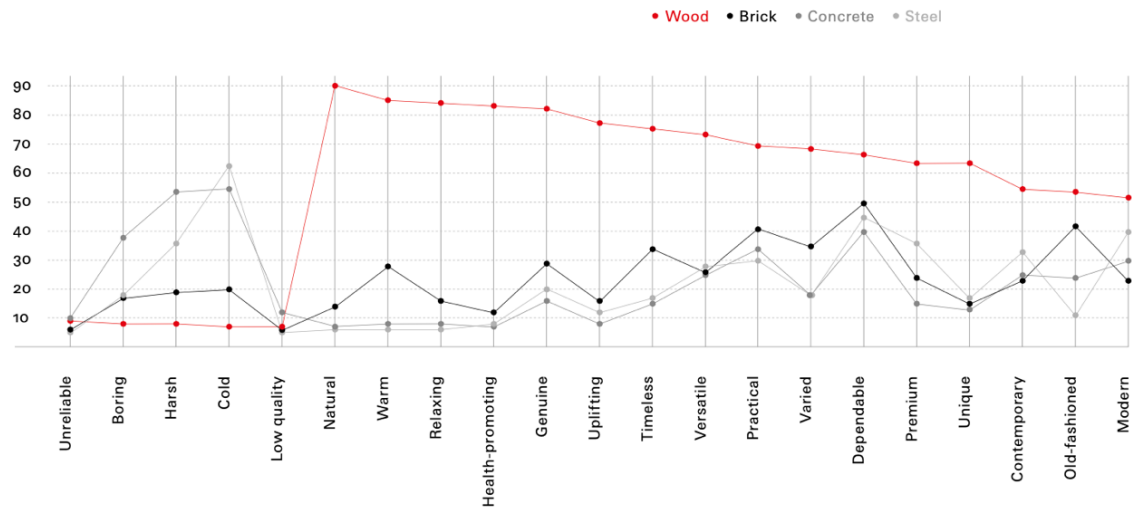
Tutkimukset ovat osoittaneet, että tiloissa, joissa on käytetty pintamateriaalina puumateriaaleja, ihmisen mieliala parani ja syke laski. Ulrich (1991, 97–109) on todennut, että myös luontokuvat ja viherseinien tai huonekasvien tuominen sisätilaan kohentavat ihmisen hyvinvointia. Kuten muillakin luontoelementeillä myös puulla on luonnollisena materiaalina biofilisia eli hyvinvointia eheyttäviä vaikutuksia ihmiseen osana luontoympäristöä. (Milligan, Gatrell & Bignley 2005, 1781–1793)

Muilu-Mäkelän et al. (2021) tutkimuksessa tutkimushenkilöiden avulla selvitettiin puumateriaalin psykologisia vaikutuksia. Vaikutuksia testattiin kahden eri testihuoneen avulla. Testihuoneet olivat 17 m<sup>2</sup>:n kokoisia ja ne sisustettiin mahdollisimman samankaltaisiksi. Eroina pyrittiin esittämään vain pintamateriaalit. Puuhuoneessa pintamateriaaleista 50 % oli puumateriaalia. Verrokkihuoneen sisustuksessa pyrittiin mahdollisimman neutraaliin tulokseen, huone oli verhoiltu valkoiseksi maalatuilla kipsi- ja laminaattilevyillä. Tutkimushenkilöt eivät kokeneet eroja vastakohtaisilla adjektiivipareilla kuten rauhallinen-rauhaton, harmoninen-sekava ja turvallinen-turvaton. Puuhuone kuitenkin kuvailtiin toista huonetta miellyttävämmäksi, luonnollisemmaksi ja kauniimmaksi. Sisäympäristön laatua mittaavat tekijät, kuten lämpötila, ilmanlaatu ja valaistus sekä ääni ja tuoksu, eivät eronneet tutkimushenkilöiden mukaan. Tulosten perusteella puumateriaali loi miellyttävämmän tilan ja tunnelman kuin verrokkihuone, ja sen vuoksi puuympäristöä kuvailtiin myönteisesti. Kuten kuvasta 8 voi huomata, luonnollinen puu on helposti muita rakennusmateriaaleja lämpimämmän sävyinen. Puu myös koetaan rauhoittavaksi sekä terveyttä edistäväksi materiaaliksi.



**Kuva 8.** Muilu-Mäkelä et al. (2021) Wood for Good -hankkeen testihuoneet. Vasemmalla puuhuone, jonka pinnoista 50 % oli puuta. Oikealla kontrollihuone, jossa käytettiin vinyylilikorkkilattiaa ja seinissä kipsilevypanelointia.

Kumpulaisen mukaan puulla voidaan saada muita materiaaleja paremmin biofilisia vaikutuksia. Puuta voidaan käyttää rakennusmateriaalina sisätiloissa, joissa suuriakin pintoja voidaan verhoilla puulla. Näin se tuottaa ihmiselle huomattavaa luontostimulaatiota. (Kumpulainen 2023, Anteroinen 2023, 67 mukaan) Puun restoratiivisia vaikutuksia voidaan korostaa sisustamalla ja verhoilemalla tiloja puisilla pinnoilla (Nousiainen, Lindroos & Heino 2014, 89).



**Kuva 9.** Puu verrattuna muihin teollisiin rakennusmateriaaleihin kuten tiili, teräs ja betoni, koetaan yleisesti ottaen positiivisemmaksi. (Knox, A., Parry-Husbands, H. & Pollinate 2018, Pollmeier 2019 mukaan)

Puu on arvioitu olevan huomattavasti parempi avainsanoissa kuten luonnonläheinen, lämmin, rauhoittava, terveellinen ja aito. Knoxin et al. (2018) tuloksista voidaan päätellä, että yleiset mielikuvat puusta rakennusmateriaalina ovat positiivisemmat muihin materiaaleihin verrattuna. Luonnollisena materiaalina se yhdistetään terveeseen ja ympäristöstävälliseen rakentamiseen. Puun ollessa uusiutuva materiaali, siihen liittyvät ajatukset ovat positiivisia. Puu sai samat tai alemmat arvioinnit avainsanoissa tylsä, kylmä, epäluotettava ja tyly. Tiili, teräs ja betoni olivat siis näissä adjektiveissa osuvampia, joka puhuu puun hyvien ominaisuuksien puolesta.

On huomioitava, että puun määrälläkin on vaikutus puun stressiä vähentäviin tekijöihin. Vuonna 2007 tehdyssä tutkimuksessa (Tsunetsugu et al. 2007) osallistujien subjektiivista arviointia vertailtiin huoneiden välillä, joissa oli 0 %, 45 % ja 90 % puuta. Vaikka syke ja verenpaine olivat alhaisimmat huoneessa, jossa oli 90 % puuta, osallistujat saivat tuntevansa olonsa mukavimmaksi 45 % puusta koostuvassa huoneessa. Vaikka 90 % puuhuone ilahdutti osallistujia fysiologisesti, 45 % puuhuone oli paras psykofysio-

loginen vaihtoehto, jossa yhdistyi alentunut syke ja verenpaine sekä nautinto ja rauhallisuus. Puurakentamisessa ja puumateriaalin käytössä sisäpinnoilla on siis viihtyvyyden ja mielekkyyden kannalta syytä olla maltillinen.

Puumateriaali mielletään luonnolliseksi. Australialaisessa tutkimuksessa (Knox et al. 2018) koehenkilöt tunsivat paremman yhteyden luontoon, kun työpaikalla oli lisätty puumateriaalia. Tutkimuksen mukaan sairaspöissaolut vähenivät, työntekijät olivat yleisesti tyytyväisempiä sekä puulla on mahdollisuus vaikuttaa irtisanoutumisiin vähentävästi.

Ihmiset kokevat puurakentamisen ja puumateriaalin läsnäolon miellyttäväksi. Mielikuvat puuympäristöstä lisäävät luonnonläheisyyden tunnetta ja poistavat stressiä. Positiivisiin mielikuviin vaikuttavat myös puurakentamiseen liittyvä kestävä kehitys ja ekologinen puoli. Ihmiset haluavat kestävämpiä ratkaisuja rakentamiseen ja ovat tyytyväisempiä, kun ratkaisut, joihin eivät voi itse vaikuttaa ovat samalla aaltopituudella omien arvojen kanssa. Tuovinen (2019) on opinnäytetyössään tarkentanut ihmisen tarvetta ja motivaatiota ekologisiin ratkaisuihin. Itseohjaavuusteorian mukaan ihmisellä on kolme perustarvetta: omaehtoisuus, kyvykkyys ja yhteisöllisyys (Ryan & Deci 2000, 74, Tuovinen 2019 mukaan). Teorian pääpaino nojautuu toiminnan omaehtoisuuteen ja motivaatioon, josta seuraa merkityksellisyys ja palkitsevuus. Ihmisillä on niin sisäistä kuin ulkoista painetta olla ympäristöystävällisempiä. Ympäristötietoisuuden lisääntyttyä ihmisillä on painetta mutta myös tahtoa tehdä ekologisia ratkaisuja. Puurakentamisen hyödyistä on lukuisia ihmisen terveydelle kuin ympäristön kestävyydelle perustuvia tutkimustuloksia. Näiden ekologisten tarpeiden tyydyttäminen lisää hyvinvointia ja motivaatiota sekä palkitsee yksilön sekä yhteisön hyvänolon tunteella.

## 4. FYYSISET TERVEYSVAIKUTUKSET PUURAKENNUKSISSA

### 4.1 Verenpaine ja syke sekä ihon sähkönjohtavuus

Kumpulaisen ja Kilpiäisen (2023) tutkimuksessa tarkoituksena oli mitata ihmisen psykofysiologisia vaikutuksia sykevälivaihtelun sekä hyvinvointikyselyn avulla. Sykevälivaihtelun (HRV) avulla voidaan tutkia autonomisen hermoston eli sympaattisen ja parasympaattisen toiminnan tasapainottelua. Matalalla sykevälivaihtelulla on vaikutuksia ihmisen psyykkiseen terveyteen. Se voi oireilla ahdistuksena, stressinä ja masennuksena. Korkea sykevälivaihtelu kertoo parasympaattisen hermoston aktiivisuudesta, josta voidaan päätellä kehon olevan palautunut ja hyvinvoiva. Tutkimustulosten mukaan puuympäristössä sykevälivaihtelu oli korkeampi kuin verrokkihuoneessa, minkä vuoksi myös hengitystiheys rauhoittui lähemmäksi sydämen ja hengityksen luonnollista resonanssitaajuutta. Sekä korkean sykevälivaihtelun että matalan hengitystiheyden tiedetään tehostavan kehon aineenvaihduntaprosessia ja yleistä fyysistä terveyttä. Tutkimustuloksia tarkastellessa pitää huomioida, että aika jonka henkilöt viettivät tutkimushuoneissa, ei ole riittävä määrittelemään parantunutta hyvinvointia, vaikka vaikutusta löytyikin. (Kumpulainen 2023, Anteroinen 2023 mukaan)

Itävaltalainen kouluympäristöön sijoittunut tutkimus, mittasi koululaisten sykettä koulupäivän aikana kahden eri testihuoneen välillä. Oppilaiden sykkeet olivat koko päivän ajalta puuluokkahuoneessa 8600 lyöntiä alhaisemmat normaaliin luokkahuoneeseen verrattuna. Oppilaiden syke oli aamusta molemmissa luokkahuoneissa korkealla, mutta aamuinen stressipiikki laantui sykevariaatiolla mitattuna puuhuoneessa nopeammin verrokkihuoneeseen verrattuna. Tutkimuksen mukaan puuverhoilulla luokkahuoneella oli huomattavia positiivisia terveysvaikutuksia oppilaisiin. Sydämen sykeväli kasvoi puuluokkahuoneessa sekä ylipäättään sydämen säätely ja toipuminen helpottui sekä stressin kokeminen pieneni. (Grote et al. 2009)

Ollessaan kosketuksissa puupinnan kanssa, ihmisen keho rauhoittuu ja verenpaine laskee (Ikei et al. 2017). Tulokset on saatu tutkimalla fysiologisia parametrejä kuten sykettä ja ihon sähkönjohtavuutta. (Sakuragawa, Kaneko, Miyazaki 2007, 107-113) Ulrichin (1991, 97–109) tutkimuksessa todettiin luontoympäristöstä jaettujen kuvien vaikuttavan positiivisesti verenpaineeseen, lihasjäykkyyteen ja ihon sähkönjohtavuuteen. Ihon sähkönjohtavuus on tutkimusmittari, jonka avulla mitataan autonomisen hermoston re-

aktioita, kuten kehon kuormitusta ja palautumista (Salonius 2019). Muun muassa Kajaa- nissa sijaitsevan Tuupalan puukoulun hyvinvointivaikutuksia mitattiin ihon sähkönjohta- vuuden avulla. Seurannassa käytettiin Moodmetric -älysormuksia, jotka mittaavat ihon sähkönjohtavuutta. Mittausväline on siis erinomainen muun muassa kognitiivisen stres- sin mittaamisessa. Seuranta toteutettiin tapaus-verrokkitutkimuksena Tuupalan puukou- lun ja Vaalan yhteiskoulun (ei-puinen) välillä. Älysormusten avulla saatiin mitattua myös oppilaiden palautumisaikaa. Tulokset osoittivat, ettei palautumisjaksoja ollut tarpeeksi tai mitatut arvot eivät olleet suositusten tasolla kummassakaan koulussa. Puukoulussa mit- tatulokset olivat kuitenkin positiivisemmat ja lähempänä suositusrajoja.

## 4.2 Puun elvyttävä ja palauttava vaikutus

Puun terveysvaikutukset eivät ainoastaan ole psyykkisiä tai stressiperäisiä. Useissa tut- kimuksissa on todettu puulla olevan elvyttävä ja palauttava vaikutus ihmiseen. Puuyym- päristössä ihmisen keho rauhoittuu ja rentoutuu. Lepääminen tehostuu ja ihminen nuk- kuu sikeämmin. On myös tutkittu, että ihminen paranee ja elpyy leikkauksista nopeam- min luontomateriaalien ollessa läsnä. Tutkijat ovat todenneet, että puun stressiä lievittä- vät tekijät auttavat myös muiden terveyshaittojen vähenemisessä. Esimerkiksi diabetes ja ylipaino ovat stressin aiheuttamia terveysongelmia. (Terramai 2023)

Ulrichin teoria (2000) ihmisten hyvinvointia tukevien ympäristöjen suunnittelusta (evi- dence-based supportive design) pohjautui muun muassa elvyttävien ympäristöjen tutki- mustietoon. Teorian tavoitteena on luoda hoitoympäristöjä, jotka eivät saa aiheuttaa stressiä tai haitata stressinhallintaa. Sen sijaan ympäristön ja tilan pitäisi ehkäistä stres- siä ja auttaa ihmistä hallitsemaan sitä. Hoitoympäristön pitäisi saada aikaan stressiä vä- hentävä vaikutus. Luonnolliset elementit kuten puut, pensaat, kukat ja vesi ovat tärkeim- piä fyysisiä tekijöitä stressin lievityksessä. Kun taas tupakansavu, melu, suuret väkijou- kot, turvattomuus, jätteet ja epäselvyys rakenteissa tai epämääräiset abstraktit veistok- set voivat Ulrichin mukaan vaikeuttaa stressin hallintaa ja tunnistetaan stressin vähentä- misen esteiksi (Ulrich 2002).

Puun rooli rakennetussa ympäristössä parantaa ihmisen hyvinvointia. Roger Ulrich (1984, 420–421) osoitti tutkimuksessaan, että kirurgisen operaation jälkeen (sappikivi- leikkaus) potilaat toipuivat vuorokautta nopeammin sairaalahuoneissa, joissa oli ikkuna ja näkymä puistoalueelle kuin huoneissa, joissa ikkunan sijaan oli tiilliseinä. On kuitenkin huomioitava, ettei sappikivileikkausta voi rinnastaa kaikkiin operaatioihin tai paranemis- aikoihin.



Elpymistä voi myös parantaa puusängyssä nukkuminen. Erään tutkimuksen mukaan se voi vähentää sydämenlyöntitiheyttä jopa 3500 lyönnillä. Tämä on erityisen terveellistä ja hyväksi sydämelle, mutta vaikuttaa myös kehoon rauhoittaen sitä sekä parantaen unenlaatua ja levollisuutta. (Nousiainen et al. 2014) Tärkeänä osana luontoympäristöä, puulla on luonnollisena materiaalina hyvinvointia eheyttäviä vaikutuksia.



**Kuva 9.** Peavy Hall, Oregon State yliopisto. (Michael Green Architecture 2022)

## 5. PUU OSANA AISTIYMPÄRISTÖÄ

### 5.1 Puun vaikutus näkö-, haju- ja tuntoaistiin

Arkkitehtuurissa kyse on rakennustaiteesta. Esteettisyys on täten osana rakennetun ympäristön muovautumista. Arkkitehtuuri on sidonnainen paikkaansa, sen kulttuuriin ja luonnonolosuhteisiin. Ympäristösidonnainen ja kokemuksellinen arkkitehtuuri sitoo vuorovaikutussuhteen ympäristöön ja elettyyn tilaan. Puu koetaan esteettisenä materiaalina Suomessa. Simo le Roux, ympäristöministeriön asiantuntija kertoo puun luovan turvallisen ja miellyttävän tilakokemuksen. Verrattuna moniin muihin rakennusmateriaaleihin, joista saattaa esimerkiksi julkisessa rakentamisessa tulla kylmä ja laitosmainen tunne, puu koetaan inhimillisenä materiaalina. (le Roux, Ympäristöministeriö 2021)

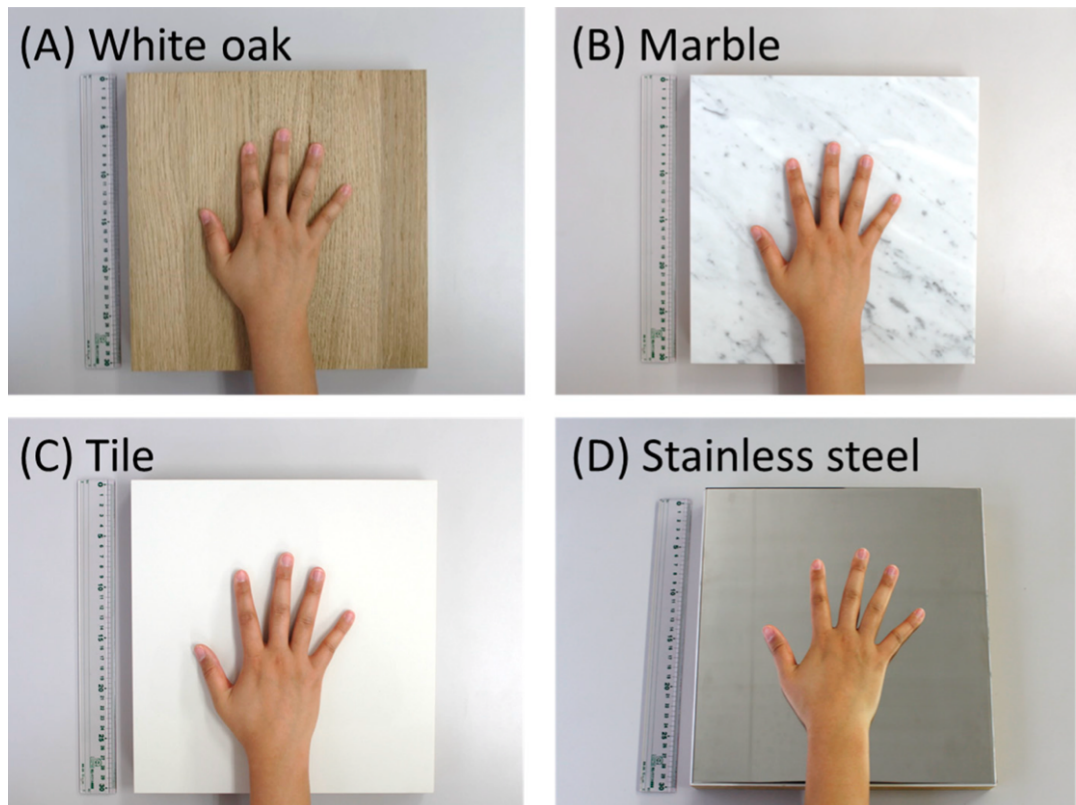
Puulla on tutkittu olevan näköaistiin perustuvia fysiologisia ja psykologisia vaikutuksia. Sakuragawan et al. (2005, 136–140) tutkimuksessa tutkimushenkilöt katselivat vuorotellen puu- ja teräspaneelia. Tuloksissa huomattiin puupaneelin katselun aiheuttavan verenpaineen laskua, ryhmässä, jotka pitivät puupaneelista. Kun samassa ryhmässä, teräspaneelin katselu aiheutti verenpaineen nousua sekä tunnetta epäterveellisyydestä, lisääntyntä alakuloisuutta ja elinvoiman laskua. Toisessa ryhmässä, joka ei pitänyt puupaneelista, sen katselu ei kuitenkaan aiheuttanut stressireaktiota. Kaiken kaikkiaan puupaneelin katselu vähensi alakuloisuutta ja masentuneisuutta. (Sakuragawa 2005, Palomäki 2022 mukaan)

Myös puun tuoksulla on rauhoittava ja rentouttava vaikutus ihmisiin. Tuoksu voi jopa vähentää ahdistusta ja stressiä. (Schreiner, Beauchamp & Büttner 2017) Sveitsin männyn tuoksun tiedetään esimerkiksi auttavan ihmisiä nukkumaan paremmin ja lisäämään heidän yleistä hyvinvointiaan. (ProHolz 2010, Pollmeier 2019 mukaan) Puun tuoksu muodostuu alkoholeista, aldehydeistä ja terpeeneistä. Pineeni on terpeeni, jolla on kaksi rakenneisomeeriä. Alfa- ja beeta-pineenit eroavat toisistaan jonkin verran, mutta molemmat esiintyvät muun muassa havupuissa. (Sholl 2021) Esimerkiksi molekyyli, joka antaa männylle sen ominaistuoksun on alfa-pineeni. Alfa-pineenin aiheuttaman tuoksun on tutkittu alentavan sykettä ja verenpainetta aikuisilla, jotka suorittivat stressaavia tehtäviä laboratorioympäristössä. Alfa-pineenin tuoksu on yhdistetty myös vauvojen sykkeen rauhoittamiseen. (Tsunetsugu et al. 2014, Augustin & Fell 2015, 36 mukaan)

Tuntoaistin suhteen puu on muihin rakennusmateriaaleihin, kuten marmoriin, tiileen ja teräkseen, verrattuna miellyttävämpi. Vaikka materiaaleilla olisi fyysisesti sama lämpötila, puu tuntuu lämpimämmältä koskettaessa kuin muut materiaalit, koska se ei johda



lämpöä yhtä hyvin. Esimerkiksi teräs on erinomainen lämmönjohdin eli se imee ja vie lämpöä ympäristöstään, siksi se tuntuu viileämmältä koskettaessa. Puu imee lämpöä hitaammin, jolloin sen lämpötila on lähempänä ihmisen normaalia lämpötilaa ja antaa lämpimän tunteen. Ikein et al. (2017) tutkimuksessa käytettiin päällystämättömiä valko-tammi-, marmori-, laatta- ja teräslevyjä kosketusärsykkeinä. Tutkimuksessa todettiin puun koskettamisen hidastavan sykettä sekä rauhoittavan ihmistä alentamalla aivojen aktiivisuustilaa. Samanlainen vaikutus on todennäköinen, kun kävelemme paljain jaloin puulattialla. (Ikei, Song & Miyazaji 2017)



**Kuva 10.** Ikei, Song & Miyazaji 2017 tutkimuksessa tutkittiin rakennusmateriaalin haptisia ominaisuuksia koskettamalla 300x300 mm kokoisia levyjä. (A) Tammi, (B) Marmori, (C) Keraaminen laatta, (D) Ruostumaton teräs.

Bhattan et al. (2017) tutkimuksessa kaksikymmentä tutkimushenkilöä arvioivat puupintojen aiheuttamia tuntemuksia ja mielikuvia sormenpäiden tuntoaistin avulla. Koekappaleina käytettiin kahta eri puulajia, mäntyä ja tammaa sekä neljä erilaista pintaa. Puulajit oli hiottu, harjattu, lakattu ja vahattu. Käsittelemättömät ja sileät (hiottu) puupinnat olivat koehenkilöiden mukaan mukavimmat kuin pintakäsitellyt. Näitä pintoja kuvailtiin rentouttaviksi, rauhoittaviksi, miellyttäväksi ja haluttaviksi. Puupinnan luonnollisuuden säilyttäminen todettiin tärkeäksi paremman kosketuskokemuksen luomisessa. Samalla pintaviimeistelyllä voi olla ratkaisevia vaikutuksia puupinnoissa, joita ihminen koskee päivittäin kuten huonekalut ja lattiat.

## 5.2 Akustiikka

Rakennetussa ympäristössä akustiikkatarpeet riippuvat tilan luonteesta sekä käyttötarkoituksesta. Julkisissa tiloissa akustiikalla on tärkeä rooli meluhaitan mahdollisuuden takia. Esimerkkinä voidaan pitää avotoimistoja sekä eri koulutusasteiden toimitiloja, joissa meluaste on pidettävä mahdollisimman alhaalla. Jos tilan akustiikassa on pitkä jälkikaiunta-aika, keskustelu ja kanssakäyminen häiriintyy. Tilan akustiikkaan vaikuttavat huonekalut, tilan pintojen eri muodot sekä niiden materiaaliominaisuudet. Tasaiset ja paljaat pinnat sekä tyhjä huone pidentävät tilan jälkikaiunta-aikaa. Tällaiset tilat koetaan usein kylmiksi ja epämukaviksi. (Wood for well-being 2019) Tilan äänimaailmaan voidaan vaikuttaa puisilla rakenteilla ja pinnoilla, jotka mahdollistavat akustisesti mielekkään tilan.



**Kuva 11.** *Technopoliksen amfiteatteri. (ahylo architects 2020) Strukturoidut ja kaarevat pinnat hallitsevat sekä hajottavat ääniaaltoja (Mommertz 2011, Wood for well-being 2019 mukaan).*

Esimerkiksi melua on vähemmän luokahuoneissa, joiden pintamateriaaleina on käytetty puuta. (Ympäristöministeriö 2021) Massiivipuulla on elastisuutensa ja pintarakenteensa ansiosta erinomaiset äänenvaimennusominaisuudet keskipitkällä ja matalalla taajuudella. Puun akustisia ominaisuuksia voidaan hyödyntää ja soveltaa tarpeiden mukaisiksi myös konserttisaleissa ja musiikkistudioilla. Suurissa pinnoissa käytettynä, puu on erinomainen materiaali akustiikan näkökulmasta. Lattiamateriaalina se ehkäisee kaikua sekä toimii akustisena elementtinä myös katto- ja seinärakenteina. (Nousiainen et al.

2014) Puumateriaaleilla verhoilluilla tiloilla on myös psykoakustisia vaikutuksia ihmiseen. Psykoakustiikka syventyy äänen havainnointiin ja audiologiaan eli kuulon tutkimukseen. (Wood for well-being)

Muilu-Mäkelä, et al. (2021) tutkimuksessa puuhuoneen ja kontrollihuoneen akustiikkaeroja tutkittiin jälkikaiunta-aikana sekä taustäänitasolla. Puuhuoneessa oli pienempi jälkikaiunta-aika. Merkittävin ero noin 0,1 sekuntia mitattiin 500 Hz:n taajuusalueella. Taustäänitaso oli sama 30 LAeq,T molemmissa. Sekä taustäänitaso että jälkikaiunta-aika oli kummassakin huoneessa toimistohuoneille suositetulla tasolla (Kylliäinen & Hongisto 2019). Akustiikkaa tutkittiin myös aistillisena tutkimuksena adjektiiviparikyselyn avulla. Tutkimushenkilöiden vastauksissa ei kuitenkaan havaittu eroja. (Muilu-Mäkelä et al. 2021)

### 5.3 Antibakteerisuus

Puu on antibakteerinen materiaali. (Ympäristöministeriö 2021) Sillä on kyky ehkäistä erilaisten mikrobien kasvua. Hygieenisten tilojen suunnittelussa, puun antibakteerisuudella on huomattava merkitys. Esimerkiksi sairaalat, päiväkodit ja vanhainkodit tarvitsevat puhtaat tilat ja pinnat, etteivät erinäiset taudit pääse leviämään. Bakteerien ja homeiden aiheuttamat haitalliset yhdisteet vähenevät puun antibakteeristen ominaisuuksien takia. (Muilu-Mäkelä, Haavisto & Uusitalo 2014). Puun öljyt ja haihtuvat orgaaniset yhdisteet (volatile organic compounds, VOC) vähentävät huonepunkkien lisääntymistä parantaen myös sisäilmaa (Hiramatsu et, al. 2018).

Tutkimustulokset osoittavat puun olevan antibakteerinen materiaali. Puun antibakteerinen vaikutus syntyy puussa esiintyvien eri yhdisteiden ja uuteaineiden muodostaman kokonaisuuden ansiosta. (Muilu-Mäkelä 2014; Vainio-Kaila 2017) Vainio-Kaila on väitöskirjassaan tutkimustuloksien osoittanut erityisesti männynsä ja kuusessa olevien erilaisten yhdisteiden estävän bakteerien lisääntymistä. Männyn sydän- ja pintapuun uutteen todistettiin ehkäisevän useiden tauteja aiheuttavien bakteerien kasvua. Myös kuusessa esiintyvien uutteen todistettiin antavan samanlaisen vaikutuksen materiaalille. (Vainio-Kaila 2017) Muilu-Mäkelän et al. (2014) mukaan puusta voi haihtua ja kulua niitä uuteaineita, jotka edistävät sen antibakteerisuutta. Toisaalta Vainio-Kailan (2017) mukaan puupinta pysyy antibakteerisena, vaikka uuteaineet olisi poistettu asetonilla. Vaikka kaikissa uuteteissa oli antibakteerisia yhdisteitä, mikään uute ei yksistään ollut antibakteerinen, vaan vaikutus oli useiden uutteen tai yhdisteiden kokonaisuus. Ligniini oli tutkimuksen mukaan ainoa erillinen komponentti uuteyhdisteiden lisäksi, joka osoitti antibakteerisuuden ominaisuuksia. Myös VOC:it todettiin olevan tauteja aiheuttavien bakteerikantojen kohdalla antibakteerisia vaikutuksia.

## 6. PUUN HYVINVOINTIVAIKUTUKSET RAKENNETUSSA YMPÄRISTÖSSÄ

### 6.1 Puun vaikutus sisäympäristöön ja sisäilmaan

Ihminen hengittää vuorokauden aikana noin 40 kuutiometriä ilmaa. Viettäessään suurimman osan ajastaan sisätiloissa sisäympäristön laatutekijöillä, etenkin sisäilmalla, on merkittävä rooli ihmisen terveydelle sekä hyvinvoinnille. (Sisäilmayhdistys 2008) Sisäilmasto vaikuttaa kaikkiin ihmisen aisteihin – kuuloon, kosketukseen, näköön ja hajuun.

Kuvasta 2 voidaan havaita, että sisäilmatermistö voidaan jakaa kolmeen osaan: sisäympäristöön, sisäilmastoon ja sisäilmaan. Sisäympäristö on käsitteistä laaja-alaisin ja sisältää myös ympäristön muut alueet. Sisäilmasto koostuu sisäilman lisäksi myös erilaisista fysikaalisista sekä kemikaalisista yhdisteistä ja laatu sekä viihtyvyystekijöistä.



**Kuva 12.** Työterveyslaitos, Yleistä sisäilmasta.

Sisäympäristö on laaja kokonaisuus; vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa sisäilma, lämpö- ja akustiikkaympäristö, valaistus, käytettävyys, sekä viihtyisyystekijät kuten arkkitehtuuri ja sisustus. Nämä luovat pohjan sisäympäristön kokonaisviihtyvyydelle. Si-

säilma sekä siihen vaikuttavat fysikaaliset tekijät yhdessä muodostavat sisäilmaston. Sisäilmasto koostuu sisäilman kaasumaisista yhdisteistä, hiukkasmaisista epäpuhtauksista sekä fysikaalisista tekijöistä kuten ilmankosteus, lämpötila, valaistus, melu ja kaasut/säteily (radon). Erilaisia kaasumaisia yhdisteitä, kuten haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC) sekä rakennusmateriaalien kemiallisia yhdisteitä vapautuu ajan mittaan rakennuksen sisäilmastoon. Myös pöly, liikenteen tai teollisuuden epäpuhtaudet sekä melu saattavat kulkeutua sisäilmastoon, heikentäen sen laatua. Sisäilmaan vaikuttavia tekijöitä ovat erityisesti haju, ilmankosteus ja -lämpötila, esimerkiksi melu ja valaistus eivät vaikuta siihen. Neutraali haju sekä tasainen ilmankosteus ja -lämpötila muodostavat miellyttäväksi koetun hyvän sisäilman. Näiden lisäksi hyvään sisäilmaan vaikuttaa erilaiset kaasut ja hiukkaset sekä niiden yhdisteet. Täten hyvä sisäilma ei ole täysin puhdasta vaan se sisältää pölyä, haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC) mikrobeja ja kuituja kuten bakteereja, hiivoja ja hometta. (Työterveyslaitos)

Sisäilmaominaisuuksia voi arvioida aistillisesti kokemusten perusteella. Ihminen harvoin huomaa tai kiinnittää huomiota hyvään sisäilmaan. Suotuisaa sisäilmastoa ei voi haistaa, maistaa, kuulla tai tuntea. Vasta sisäilmaston heiketessä ja sisäilman ollessa huono voi huomata ja tunnistaa huonon ilmanlaadun. Huonoksi sisäilmaksi voidaan todeta ilma, joka on liian hiilidioksidipitoista, tunkkaista tai jossa on liian korkea tai matala lämpötila sekä epämiellyttävä tuoksu. (Sisäilma ja sisäilmasto) Laadukas sisäilma edistää ihmisen terveyttä ja hyvinvointia (Haverinen-Shaughnessy et al. 2020, 2). Rakennusmateriaalit vaikuttavat sisäilmaan, täten ne toimivat viihtyisyystekijänä sekä vaikuttavat eri tavoin ihmisen terveyteen.

## 6.2 Hygroσκοoppisuus ja lämpötilan säätely

Puu on hygroσκοoppinen materiaali (Nore ym. 2017; Puuinfo 2020a). Hygroσκοoppisilla materiaaleilla on kyky sitoa sekä vapauttaa kosteutta, tasapainottaen kosteuden vaihteluita. Täten hygroσκοoppiset materiaalit kosteuspuškuroinnin avulla tasaavat sisäilman kosteutta, joka vaikuttaa osaltaan tilan viihtyisyyteen. (Puuinfo 2020b) Kosteuspuškuroinnin ansiosta myös sisäilman lämpötila tasaantuu. Kun puu imee kosteutta, sen lämpötila nousee ja luovuttaessaan kosteutta lämpötila laskee. Puun kyky säädellä sisäilman kosteustasoa voi parantaa sisäilman laatua ja luoda mukavamman asumis- tai työympäristön. Kosteustasapaino sisätiloissa vaikuttaa myös sisätilan lämpövihtyvyys ja tilan miellytävyyteen. Lämpötila on verrannollinen ilmankosteuteen. Kun ilmankosteus pysyy tasaisena, tila koetaan miellyttävämpänä. (Kokko 2004) Kosteustasapaino sisätiloissa on viihtyisyyden lisäksi terveystekijä (Sisäilmayhdistys 2018). Liian kuiva tai kostea

sisäilma voi vaikuttaa hengitysteiden terveyteen, johtaa allergioihin ja muihin terveysongelmiin. (Helsingin kaupunki 2021)

Puun solurakenteessa on ilmataskuja, joiden ansiosta puun kyky johtaa lämpöä on heikompaa. Puu toimii siis jo itsessään hyvänä lämmöneristeenä ja energiatehokkuus on tehokkaampaa. Kylmänä vuodenaikana massiivipuorakenteet sitovat lämmön paremmin sisälle ja kuumina vuodenaikoina sisätilan ylikuumeneminen on epätodennäköisempää. Puun lämmöneristyskyky itsessään on jo viisitoista kertaa parempi kuin muuratulla tiilillä, 400 kertaa parempi kuin teräksellä sekä 1770 kertaa parempi kuin alumiinilla. Puun oman luonnollisen lämmöneristävyuden lisäksi energiatehokkuutta on helppo lisätä nykyisten rakennusmenetelmien ansiosta esimerkiksi keinotekoisella lisäeristämällä. Energiatehokkuus on tärkeää myös sisäilman kannalta. Mitä parempi lämmöneristystilassa on, sitä tasaisempi huonelämpö on. Puun hygroskooppisuuden ja lämmöneristävyuden avulla sisäilman kosteus ja lämpötila pysyy tasaisena ja viileänä, mikä lisää viihtyvyyttä. Puu on lämmöneristävyytensä puolesta hyvä lattiamateriaali, ollessaan kesällä viileä ja talvella lämmin (Puuinfo 2018).

Muilu-Mäkelän et al. (2021) tutkimuksessa puuhuoneen kosteudensitomiskyky todettiin ilmakehän kosteuden muutoksen vähäisyyden avulla olevan parempi kuin verrattavissa olleeseen kontrollihuoneeseen. Koettua lämpötilaa mitattiin tutkimushenkilöiden arvioiden perusteella verrattuna huoneiden oikeisiin lämpötiloihin. Tutkimushenkilöiden arvioiden avulla pääteltiin, ettei lämpötilalla huoneiden välillä koettu olevan eroja. (Muilu-Mäkelä, et al. 2021)

### **6.3 Riskit**

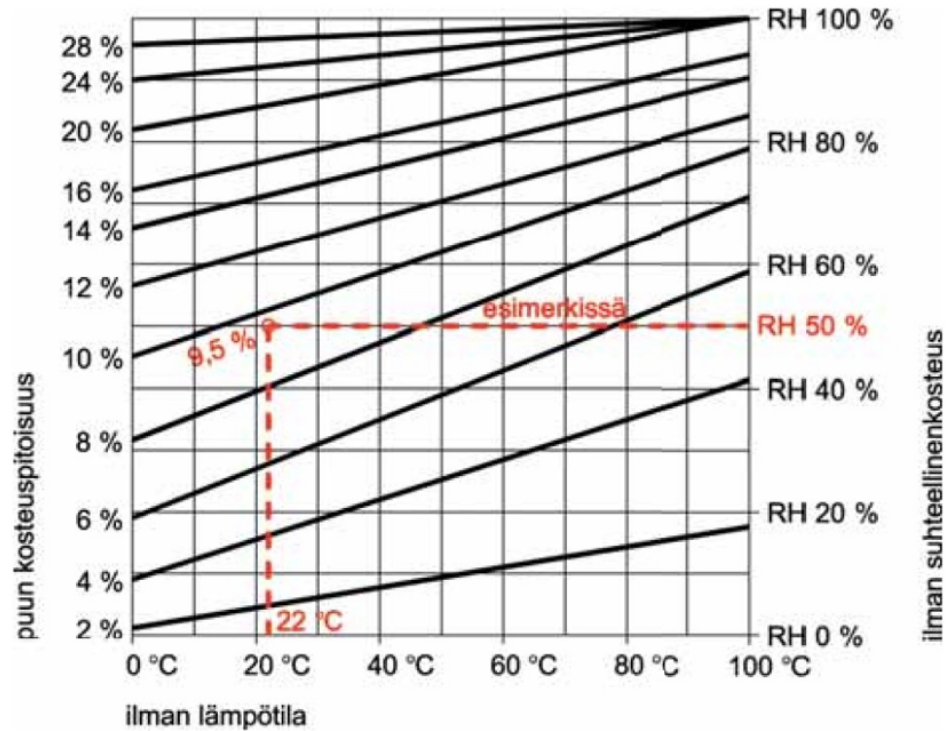
Hygroskooppisuus tuo mukanaan myös riskejä. Puun sitoessa kosteutta itseensä, se voi samalla altistua kosteusvaurioille kuten homeelle ja lahoamiselle. Kosteusvaurioita voivat olla esimerkiksi erilaiset homekasvustot, jotka heikentävät sisäilman laatua ja voivat aiheuttaa erilaisia terveysongelmia. Huonolla sisäilmalla on sekä fyysisiä että psyykkisiä vaikutuksia ihmisen hyvinvoinnille. Kosteuden täytyy nousta tilassa korkealle, jotta se aiheuttaisi puussa kosteusvaurioita aiheuttavan kasvualustan bakteereille ja homeille. Kosteusprosentin ollessa yli 20 %, puu altistuu hitaasti kosteusvaurioille. Merkittäviä kosteusvaurioita syntyy kosteusprosentin ollessa 80-90 % välillä. Puun lahoamiseen johtaa ympäröivän ilman 90 % suhteellinen kosteus. (Puuinfo 2020a) Puu rakennusmateriaalina on anteeksiantavainen, sillä vaikka siinä esiintyy lahoa tai se on kosteusvaurioitunut, se voidaan tapauskohtaisesti korjata tai vaihtaa uuteen. Ikkunankarmit sekä puinen ulkoverhoilu ovat eniten sääälle ja kosteudelle alttiimpia rakenteita, jonka vuoksi niiden asennus ja korjaaminen vaatii ennakkotietoja asiaan liittyen.





**Kuva 13.** *Kosteusvaurioitunut kylpyhuoneen ikkunarakenne. (Carter 2022)*

Kosteuspitoisuus mitataan puussa olevan veden painon suhdetta absoluuttiseen kuivapainoon verrattuna, tulos ilmoitetaan prosentteina ja mitataan kosteusmittarilla. Kosteuspitoisuus ei ole absoluuttinen stabiili arvo, koska se vaihtelee ympäristön ja ilman suhteellisen kosteuden mukaan. (Puuinfo 2020a) Puutavaran kosteuskäyttäytymiseen liittyy erilaiset muutokset. Jos puu kuivuu liian nopeasti, se halkeilee tai voi kiertyä. Tämä tulee ottaa huomioon varastoinnin, kuljetuksen ja rakentamisen aikana. Käyttökohteesta riippuen Puuinfo (2020a) on listannut suosituspitoisuuksia kosteudelle. Rungon kosteuspitoisuuden tulisi olla alle 24 % ja ulkoverhouksen alle 18 %. Sisätiloissa kosteusprosenttisuositus on selkeästi alhaisempi sisäverhoilun suosituksen ollessa 16 % ja lattialautojen 10 %. Kosteusmuutoksien minimoimiseksi on tarpeellista laskea puutavaran kosteudenpitoisuus, käyttökohteen ilman lämpötila sekä ilman suhteellinen kosteus.



*Puutavaran kosteuspitoisuuden riippuvuus lämpötilasta ja ilman suhteellisesta kosteudesta*

**Lähtötiedot:**

sisäilman lämpötilä +22 °C, sisäilman suhteellinen kosteus, RH 50 %

Taulukosta nähdään, että puun kosteuspitoisuus on lähtötietojen mukaisessa tapauksessa noin 9,5 %. Näin ollen esimerkiksi lattialautojen kosteuspitoisuuden tulee asennusvaiheessa olla vähemmän kuin 10 %, jotta lautojen kosteudenmuutokset voidaan minimoida.

**Esimerkki kuvan soveltamisesta (punainen katkoviiva)**

**Kuva 14.** Puufon (2020a) esimerkki puun kosteuskäyttäytymisestä, johon vaikuttaa puun oma kosteuspitoisuus, ilman lämpötilä sekä ilman suhteellinen kosteus (RH).

Rakennusmateriaaleista haihtuu ilmaan orgaanisia yhdisteitä (VOC). Niiden korkeat pitoisuudet ilmassa voivat aiheuttaa haitallisia vaikutuksia ihmisen terveydelle. Puusta haihtuvien yhdisteiden on muiden rakennusmateriaalien tapaan epäilty olevan haittaa ihmisen terveydelle. (Adamová, Hradecký & Pánek 2020) Niiden on kuitenkin todettu olevan lähes harmittomia muihin rakennusmateriaaleihin verrattuna. Vainio-Kailan (2017) tutkimuksessa todettiin niiden tuovan jopa antibakteerisia ominaisuuksia tilaan, jolloin vaikutus on terveyshaitasta päinvastainen.



## 7. YHTEENVETO

Puurakentamisen suosio on muiden luonnollisten ja ympäristöystävällisten rakennusmateriaalien tapaan nousussa maailmanlaajuisesti. Ajankohtaisuus on edistänyt tutkimusta puun ja puurakentamisen terveysvaikutuksista ihmiseen. Ympäristön vaikutusta ihmiseen on tutkittu ympäristöpsykologian kautta jo pidempään. Arkkitehtuurin hyvinvointivaikutukset kiinnostavat yhä enemmän. Ihminen viettää suuren osan ajastaan rakennetussa ympäristössä, minkä vuoksi on syytä tarkastella niiden vaikutuksia terveyteen ja hyvinvointiin.

Ihmisen hyvinvointi perustuu vahvasti sitä ympäröivään maailmaan. Keho reagoi ympäristöön ja sen tapahtumiin esimerkiksi autonomisen hermoston avulla. Stressin säätely- ja sietokyky on ympäristösidonnaista, mikä heijastelee myös kehon hyvinvointiin. Luontoympäristön lisäksi myös puulla on todettu olevan eheyttävä vaikutus ihmisen mieli-alaan ja alentavan stressitasoa sekä sykettä. Puulla on positiivinen psykologinen vaikutus ihmisiin, jonka vuoksi puuympäristö koetaan miellyttäväksi. Psykkisiä vaikutuksia ovat muun muassa kognitiivisen ajattelun paraneminen. Fyysisesti puuympäristö vaikuttaa ihmisen terveyteen alentaen verenpainetta ja sykettä sekä madaltaen hengitystheyttä. Parempi ihon sähkönjohtavuus sekä korkea sykevälivaihtelu puuympäristössä on merkki paremmasta parasympaattisen hermoston aktiivisuudesta, joka kertoo kehon olevan palautunut ja hyvinvoiva.

Arkkitehtuurin vaikutus on psyyken kannalta olennainen. Rakennettu ympäristö voi olla estetiikan ja sen tuoman mielihyvän lisäksi myös rauhoittava. Säännöllisyys, rytmi, jaksollisuus ja suoja ovat arkkitehtuurissa toistuvia teemoja, jotka ihminen tiedostamattaan liittää turvalliseen ja rauhalliseen ympäristöön. Turvallisuuden tunne palauttaa autonomisen hermoston takaisin normaalille tasolle. Pidentynyt stressireaktio voi johtaa kroonisen stressin syntyyn sekä aiheuttaa muita vakavia terveyshaittoja esimerkiksi sydämelle ja verenpaineelle.

Moderni elämäntapa on ohjannut ihmisiä kauemmas luonnosta tai tehnyt siitä vaikeammin saavutettavan. Luontoympäristöllä on todettu olevan eheyttävä vaikutus ihmiseen. Ihmisellä on biofilia -teorian mukaan luontainen taipumus olla luontoa lähellä. Biofiliaan perustuvan suunnittelun mukaisesti luontoympäristöä pyritään tuomaan lähemmäs ihmistä eli rakennettuun ympäristöön. Luonnollisten materiaalien käyttö rakentamisessa on luontainen tapa edistää biofilistä suunnittelua. Puun lisäksi myös savi ja olki ovat hen-

gittäviä materiaaleja, jotka parantavat sisäilman laatua ja tekevät rakennetusta ympäristöstä siten terveellisen. Ympäristöystävälliset materiaalit ovat nostaneet suosiotaan niin hyvinvointisyistä kuin kestävyiden kannalta. Puun kyky sitoa hiilidioksidia kasvaessaan, ja varastoida sitä hiilen muodossa koko rakennuksen elinkaaren ajan, on erittäin kilpailukykyinen materiaaliominaisuus muihin rakennusmateriaaleihin verrattuna.

Puun mahdollisuudet vähentää stressiä, parantaa mielialaa ja vaikuttaa positiivisesti ihmisen hyvinvointiin sekä kokemuksiin osoittavat, että on kannattavaa hyödyntää puuta etenkin julkisen sektorin rakennuksissa kuten sairaaloissa, kulttuuritaloissa sekä vanhainkodeissa. Keskittymistä parantava puuympäristö on hyödyllinen varsinkin sitä tarvittavissa ympäristöissä kuten kouluissa, päiväkodeissa ja toimistorakennuksissa.

## LÄHTEET

Adamová, T., Hradecký, J., & Pánek, M., 2020. *Volatile Organic Compounds (VOCs) from Wood and Wood-Based Panels: Methods for Evaluation, Potential Health Risks, and Mitigation*. *Polymers*, 12(10), 2289. <https://doi.org/10.3390/polym12102289> [Noudettu 12.4.2023].

Anme, T., Watanabe, T., Tokutake, K., Tomisaki, E., Mochizuki, H., Tanaka, E., Wu, B., Shinohara, R., Sugisawa, Y., Tada, C., Matsui, T. & Asada, S., 2012. *Behavior changes in older persons caused by using wood products in assisted living*. *Public Health Research*. Scientific & Academic Publishing. Saatavissa: <http://article.sapub.org/10.5923.j.phr.20120204.07.html> [Noudettu 2.4.2023].

Augustin, S. & Fell, D., 2015. *Wood as a restorative material in healthcare environments*. FP Innovations. Saatavissa: [https://www.glass.org/sites/default/files/2020-09/wood\\_as\\_a\\_restorative\\_material.pdf](https://www.glass.org/sites/default/files/2020-09/wood_as_a_restorative_material.pdf) [Noudettu 12.4.2023].

Barbiero, G. & Berto, R. (2021, June 18). *Biophilia as evolutionary adaptation: An onto- and phylogenetic framework for biophilic design*. Saatavissa: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2021.700709/full#ref62> [Noudettu 22.3.2023].

Bhatta, S. R., Tiippana, K., Vahtikari, K., Hughes, M. & Kyttä, M. 2017. *Sensory and Emotional Perception of Wooden Surfaces through Fingertip Touch*, *Frontiers in Psychology*, 8(367). Saatavissa: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00367> [Noudettu 11.4.2023].

Contrada, R. & Baum, A. (toim.), 2010. *The Handbook of Stress Science: Biology, Psychology, and Health*. New York: Springer Publishing Company. Saatavissa: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/tampere/reader.action?d-clD=605886#> [Noudettu 15.3.2023].

Enervent. *Sisäilma ja Sisäilmasto*. Saatavissa: <https://www.enervent.fi/indoor-climate/> [Noudettu 29.3.2023].

Fell, D., 2010. *Wood in the human environment: restorative properties of wood in the built indoor environment*. The University of British Columbia: Forestry, Vancouver. Saatavissa: <https://open.library.ubc.ca/soa/cIRcle/collections/ubctheses/24/items/1.0071305> [Noudettu 14.3.2023].

Fromm, E., 1964. *The Heart of Man: Its Genius for Good and Evil*. New York: Harper and Row. Saatavissa: [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?author=E.+Fromm&publication\\_year=1964&journal=The+Heart+of+Man:+Its+Genius+for+Good+and+Evil.&](https://scholar.google.com/scholar_lookup?author=E.+Fromm&publication_year=1964&journal=The+Heart+of+Man:+Its+Genius+for+Good+and+Evil.&) [Noudettu 23.3.2023].

Garside, R., 2023. *Attention restoration theory: A systematic review*. European Centre for environment and human health. Saatavissa: <https://www.ecehh.org/research/attention-restoration-theory-a-systematic-review/> [Noudettu 4.4.2023].

Grote, V., Avian, A., Frühwirth, M., Hillebrand, C., Köhldorfer, P., Messerschmidt, D., Resch, V., Schaumberger, K., Zeiringer, C., Mayrhofer, M. & Moser, M., 2009. *Gesundheitliche Auswirkungen einer Massivholzausstattung in der Hauptschule Haus im Ennstal*. Human Research Institute, Institute of Health Technology, Weiz, Austria. Saatavissa: [http://humanresearch.at/newwebcontent/wp-content/uploads/2012/11/pfd\\_Schule\\_ohne\\_Stress\\_Folder\\_de.pdf](http://humanresearch.at/newwebcontent/wp-content/uploads/2012/11/pfd_Schule_ohne_Stress_Folder_de.pdf) [Noudettu 11.4.2023].

Haverinen-Shaughnessy, U., Leppänen, H., Salmela, A. & Hyvärinen, A., 2020. *Altistuminen sisäympäristössä: yleisyys Suomessa ja Pohjoismaissa*. Helsinki: Terveystieteiden tutkimuskeskus (THL). Työpöytäpaperi 20/2020. s. 2. Saatavissa: <https://www.julkari.fi/handle/10024/139748> [Noudettu 9.3.2023].

Heiskanen, S., 2017. *Biofilia – Rakkautemme Luontoon*. Naava. Saatavissa: <https://www.naava.io/fi/editorial/biofilia-rakkautemme-luontoon> [Noudettu: 23.3.2023].

Helsingin kaupunki, 2021. *Sisäilman Vaikutus Terveysteen*. Saatavissa: <https://www.hel.fi/helsinki/fi/asuminen-ja-ymparisto/tontit/sisailma/sisailman-vaikutus-terveyteen/> [Noudettu 14.3.2023].

Hiramatsu, Y., Shida, S. & Miyazaki, Y., 2008. *House dust mites and their sensitivity to wood oils and volatiles*. Journal of Wood Science. Saatavissa: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10086-007-0921-9> [Noudettu 9.4.2023].

Ikei, H., Song, C. & Miyazaki, Y., 2017. Physiological Effects of Touching Wood. Int. J. Environ. Res. Public Health 2017, 14(801). Saatavissa: <https://doi.org/10.3390/ijerph14070801> [Noudettu 9.4.2023].

Institute for Quality and Efficiency in Health Care (IQWiG), 2022. *How does the nervous system work?* Saatavissa: <https://www.informedhealth.org/how-does-the-nervous-system-work.html> [Noudettu: 19.3.2023].

Kaplan, S., 1987. *Aesthetics, Affect, and Cognition: Environmental Preference from an Evolutionary Perspective*. Environment and Behavior. 19(1), s. 3–32. Saatavissa: <https://doi.org/10.1177/0013916587191001> [Noudettu 20.3.2023].

Kaplan, R. & Kaplan, S., 1989. *The Experience of Nature: A Psychological Perspective*. New York: Cambridge University Press.

Kaplan, S., 1995. *The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework*. Journal of Environmental Psychology, 15(3), s. 169–182. Saatavissa: [https://doi.org/10.1016/0272-4944\(95\)90001-2](https://doi.org/10.1016/0272-4944(95)90001-2) [Noudettu 4.4.2023].

Kellert, S.H. & Wilson, E.O., 1995. *The biophilia hypothesis*. Washington, D.C: Island Press.

Kokko, E. (toim.), 2004. *Sisäilman kosteusolojen parantaminen puurakenteilla*. Wood Focus Oy. Saatavissa: <https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/07/sisailmaraportti.pdf> [Noudettu 10.3.2023].

Korpela, K., 2007. *Luontoympäristöt ja hyvinvointi*. Psykologia, 42(5), s. 364–376. Saatavissa: [https://www.researchgate.net/publication/262066113\\_Korpela\\_K\\_2007\\_Luontoymparistot\\_ja\\_hyvinvointi\\_Psykologia\\_42\\_364-376](https://www.researchgate.net/publication/262066113_Korpela_K_2007_Luontoymparistot_ja_hyvinvointi_Psykologia_42_364-376) [Noudettu 5.4.2023].

Kotradyova, V., Vavrinsky, E., Kalinakova, B., Petro, D., Jansakova, K., Boles, M. & Svobodova, H., 2019. *Wood and its impact on humans and environment quality in health care facilities*. International journal of environmental research and public health. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6766028/> [Noudettu 5.4.2023].

Kuo, F. E. & Taylor, A. F., 2004. A potential natural treatment for attention-deficit/hyperactivity disorder: Evidence from a national study. American Journal of Public Health, 94, s. 1580–1586.

Kylliäinen, M. & Hongisto, V., 2019. *Rakennuksen ääniolosuhteiden suunnittelu ja toteutus*. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:28. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-035-4> [Noudettu 10.3.2023].

Libretexts, 2022. Microbiology (Boundless). 15.20b: *Subdivisions of the nervous system*. [e-kirja]. Saatavissa: [https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Microbiology/Microbiology\\_\(Boundless\)/15%3A\\_Diseases/15.20%3A\\_Microbial\\_Diseases\\_of\\_the\\_Nervous\\_System/15.20B%3A\\_Subdivisions\\_of\\_the\\_Nervous\\_System](https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Microbiology/Microbiology_(Boundless)/15%3A_Diseases/15.20%3A_Microbial_Diseases_of_the_Nervous_System/15.20B%3A_Subdivisions_of_the_Nervous_System) [Noudettu 15.3.2023].

Milligan, C., Gatrell, A. & Bingley, A., 2004. *Cultivating Health: therapeutic landscapes and older people in northern England*. Social Science & Medicine, 58(9), 1781–1793.

Muilu-Mäkelä, R., Haavisto, M. & Uusitalo, J., 2014. *Puumateriaalien terveystvaikutukset sisäkäytössä. – kirjallisuuskatsaus*. Saatavissa: <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/536222/mwp320.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Noudettu 9.4.2023].

Muilu-Mäkelä, R., Viik, J., Laine, T., Ojala, A., Kostensalo, J., Kurkilahti, M., Matilainen, H., Wik, I., Virtanen, L., Saukkonen, N., Kuperstein Blasco, D. & Korhonen, T., 2021. *Wood for Good (W4G) -hankkeen loppuraportti*. [pdf] Helsinki: Luonnonvarakeskus (Luke), Ympäristöministeriö, Kasvua ja kehitystä puusta - Puurakentamisen käyttäjälähtöiset ratkaisut ohjelma. Saatavissa: Luonnonvarakeskuksen (Luke) julkaisuarkisto <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2021061738284> [Noudettu 8.3.2023].

Nousiainen, M., Lindroos, H. & Heino, P. (toim.), 2014. *Restoratiivisen tilan suunnittelu*. Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu. Tallinn print group oü. Saatavissa: [https://issuu.com/restorativeenvironment/docs/restoratiivisen\\_ymp\\_ri\\_st\\_n\\_suunni/1](https://issuu.com/restorativeenvironment/docs/restoratiivisen_ymp_ri_st_n_suunni/1) [Noudettu 11.4.2023].

Palomäki, V., 2022. *Puun tutkittuja vaikutuksia ihmisten terveyteen ja hyvinvointiin*. Saatavissa: <https://trepo.tuni.fi/handle/10024/140430> [Noudettu 9.4.2023].

Pollmeier, 2019. *Wood for well-being*, 15(9). Pollmeier Massivholz GmbH & Co.KG. Saatavissa: <https://www.pollmeier.com/> [Noudettu 30.3.2023].

Puhosboard, 2020. *Rakennusmateriaalit*. Saatavissa: <https://puhosboard.fi/rakennusmateriaalit/> [Noudettu 7.4.2023].

Puuinfo, 2018. *Puulattiat*. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://puuinfo.fi/teeseitse/satilat/puulattiat/> [Noudettu 2.4.2023].

Puuinfo, 2020. *Kosteustekniset ominaisuudet*. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://puuinfo.fi/puutieto/puun-ominaisuuksia/puun-kosteustekniset-ominaisuudet/> [Noudettu 14.3.2023].

Puuinfo, 2020. *Puu sisäilman kosteuden tasaajana*. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://puuinfo.fi/puutieto/puun-sisailmavaikutukset/puu-sisailman-kosteuden-tasaajana/> [Noudettu 9.3.2023].

Ricci, N., 2018. *The Psychological Impact of Architectural Design*. CMC Senior Theses. Saatavissa: [https://scholarship.claremont.edu/cmc\\_theses/1767](https://scholarship.claremont.edu/cmc_theses/1767) [Noudettu 15.3.2023].

Ruggles, D. H., 2017. *Beauty, Neuroscience & Architecture: Timeless Patterns and Their Impact on Our Well-Being*. Denver, CO: Fibonacci, LLC.

Ruggles, D. H., & Boak, J., 2020. *Bonding with beauty: The connection between facial patterns, Design and Our Well-Being*. Kirjasta: Hollander, J. B. & Sussman, A. (toim.), 2021. *Urban experience and design contemporary perspectives on improving the Public Realm*. s. 41–55. Taylor & Francis Group. Saatavissa: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780367435585-5/bonding-beauty-donald-ruggles-john-boak> [Noudettu 13.4.2023].

Salonius, H., 2019. *Mitä stressi oikeastaan on ja miten sitä voi mitata? Work goes happy*. Saatavissa: <https://www.wgh.fi/mita-stressi-oikeastaan-on-ja-miten-sita-voi-mitata/> [Noudettu 20.3.2023].

Sakuragawa, S., Miyazaki, Y., Kaneko, T. & Makita, T., 2005. *Influence of wood wall panels on physiological and psychological responses*. Journal of Wood Science 51:136–140.

Sakuragawa, S., Kaneko, T. & Miyazaki, Y., 2007. *Effects of contact with wood on blood pressure and subjective evaluation*. Journal of Wood Science, 54: 107–113. PDF dokumentti. Saatavissa: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10086-007-0915-7.pdf> [Noudettu 2.4.2023].

Seppä, J., 2020. *Bakteerien elinkykyisyys sisätilojen puupinnoilla*. Saatavissa: <https://erepo.uef.fi/handle/123456789/23355> [Noudettu 2.4.2023].

Shen, J., Zhang, X. & Lian, Z., 2019. *Impact of Wooden Versus Nonwooden Interior Designs on Office Workers' Cognitive Performance*. Perceptual and Motor Skills, 127(1), s. 36–51. Saatavissa: <https://doi.org/10.1177/0031512519876395> [Noudettu 28.3.2023].

Sholl, L., 2021. *Mikä on pineeni?* Saatavissa: <https://www.cibdol.fi/cbd-tietosana-kirja/mika-on-pineeni> [Noudettu 12.4.2023].

Sisäilmayhdistys, 2008. *Terveelliset tilat: Sisäilmasto*. Helsingin, Espoon ja Vantaan Terveelliset tilat. Saatavissa: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Perustietoa> [Noudettu: 29.3.2023].

Taylor, A. F., Kuo, F. E. & Sullivan, W. C., 2001. *Coping with ADD: The surprising connection to green play settings*. *Environment and Behavior*, 33(1), s. 54–77. Saatavissa: <https://doi.org/10.1177/00139160121972864> [Noudettu 5.4.2023].

Terramai, 2023. *Wood and wellbeing: The connection between building materials and cognitive health*. Saatavissa: <https://www.terramai.com/blog/connection-between-building-materials-and-cognitive-health/> [Noudettu 30.3.2023].

Tsunetsugu, Y., Miyazaki, Y. & Sato, H., 2007. *Physiological effects in humans induced by the visual stimulation of room interiors with different wood quantities*, *Journal of Wood Science*, 53(1). Saatavissa: <https://doi.org/10.1007/s10086-006-0812-5> [Noudettu 28.3.2023].

Työterveyslaitos, 2023. *Yleistä sisäilmasta*. Saatavissa: <https://www.ttl.fi/oppimateriaalit/sisailma-tyopaikalla/1-yleista-sisailmasta> [Noudettu: 29.3.2023].

Ulrich, R.S., 1984. *View through a window may influence recovery from surgery*. *Science*, 224(4647), s. 420–421. Saatavissa: <https://doi.org/10.1126/science.6143402> [Noudettu 14.3.2023].

Ulrich, R. S., 1991. *Effects of interior design on wellness: Theory and recent scientific research*. *Journal of Healthcare Interior Design* 3, s. 97–109.

Ulrich, R. S., Simons, R. F., Losito, B. D., Fiorito, E., Miles, M. A., & Zelson, M., 1991. *Stress recovery during exposure to natural and Urban Environments*. *Journal of Environmental Psychology*, 11(3), s. 201–230. Saatavissa: <https://www.researchgate.net/publication/222484914> *Stress Recovery During Exposure to Natural and Urban Environments Journal of Environmental Psychology 11 201-230* [Noudettu 13.4.2023].

Ulrich, R. S., 2000. *Evidence Based Environmental Design for Improving Medical Outcomes*. Saatavissa: <https://www.brikbases.org/sites/default/files/Evidence%20Based%20Environmental%20Design%20for%20Improving%20Medical.pdf> [Noudettu 5.4.2023].

Ulrich, R. S., 2002. *Health Benefits of Gardens in Hospitals*. Paper for conference, Plants for People, International Exhibition Floriade 2002, 17(5). Saatavissa: [https://jardinessanadores.cl/wp-content/uploads/2019/09/Health\\_Benefits\\_of\\_Gardens\\_in\\_Hospitals.pdf](https://jardinessanadores.cl/wp-content/uploads/2019/09/Health_Benefits_of_Gardens_in_Hospitals.pdf) [Noudettu 5.4.2023].

Vaarama, M., Moisio, P. & Karvonen, S. (toim.), 2010. *Suomalaisten hyvinvointi 2010*. Helsinki: Terveysten ja hyvinvoinnin laitos. s. 11. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201205085398> [Noudettu 9.3.2023].

Vainio-Kaila, T., 2017. *Antibacterial properties of Scots pine and Norway Spruce*. Saatavissa: <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/28650> [Noudettu 13.4.2023].



World Health Organization (WHO), 1946. *Constitution of the World Health Organization*. New York: WHO. Saatavissa: <https://www.who.int/about/governance/constitution> [Noudettu 9.3.2023].

Ympäristöministeriö, 2021. *Ovatko puurakennukset terveellisiä, turvallisia ja viihtyisiä?* Saatavissa: <https://ym.fi/julkinen-puurakentaminen/ovatko-puurakennukset-terveellisia-turvallisia-ja-viihtyisia> [Noudettu: 28.3.2023].

White, M., Elliott, L., Grellier, J., Economou, T., Bell, S., Bratman, G., Cirach, M., Gascon, M., Lima, M., Löhmus, M., Nieuwenhuijsen, M., Ojala, A., Roiko, A., Schultz, P. W., van den Bosch, M. & Fleming, L., 2021. *Associations between green/blue spaces and mental health across 18 countries*, Nature News. Nature Publishing Group. Saatavissa: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-87675-0#citeas> [Noudettu: 4.4.2023].

## KUVALÄHTEET

Kuva 1: Heiskanen, S., 2017. *Biofilian ympäristöärsykkeet ja reaktiot*. Naava. Saatavissa: <https://www.naava.io/fi/editorial/biofilia-rakkautemme-luontoon> [Noudettu: 23.3.2023].

Kuva 2-4: Proto, A., 2021. *8 natural building materials for your ecological home*, Ecobnb. Saatavissa: <https://ecobnb.com/blog/2020/12/natural-building-materials/> [Noudettu 11.4.2023].

Kuva 5: Savirappaus, 2004. *Savirappausohje*, Savi ry. Saatavissa: <http://www.saviry.fi/rappaus/> [Noudettu 11.4.2023].”

Kuva 6: Henry, M., 2013. *American clay on walls, earth floor*. Saatavissa: [https://thesustainablehome.net/img\\_3987/](https://thesustainablehome.net/img_3987/) [Noudettu 11.4.2023].

Kuva 7: Fell, D., 2010. *Wood in the human environment: restorative properties of wood in the built indoor environment*. The University of British Columbia, Forestry, Vancouver. Saatavissa: <https://open.library.ubc.ca/soa/cIRcle/collections/ubctheses/24/items/1.0071305> [Noudettu 14.3.2023].

Kuva 8: Muilu-Mäkelä, R., Viik, J., Laine, T., Ojala, A., Kostensalo, J., Kurkilahti, M., Matilainen, H., Wik, I., Virtanen, L., Saukkonen, N., Kuperstein Blasco, D. & Korhonen, T., 2021. *Wood for Good (W4G) -hankkeen loppuraportti*. [pdf] Helsinki: Luonnonvarakeskus (Luke), Ympäristöministeriö, Kasvua ja kehitystä puusta - Puurakentamisen käytäjäälähtöiset ratkaisut ohjelma. Saatavissa: Luonnonvarakeskuksen (Luke) julkaisuarkisto <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2021061738284> [Noudettu 8.3.2023].

Kuva 9: Mikael Green Architecture (MGA), 2022. Oregon State University. Saatavissa: <https://www.frameweb.com/article/institutions/the-use-of-wood-as-a-natural-material-has-two-meanings-at-oregon-state-university> [Noudettu 13.4.2023].

Kuva 10: Knox, A., Parry-Husbands, H. & Pollinate 2018. Saatavissa: [https://assets.ctfassets.net/fqjwh0bad-mlx/1sm3iELG79J0j7xOP6kPW7/a1dc483345d724fcc2dc9de177f2e883/Make\\_It\\_Wood\\_-\\_Wellness\\_Wood\\_report.pdf](https://assets.ctfassets.net/fqjwh0bad-mlx/1sm3iELG79J0j7xOP6kPW7/a1dc483345d724fcc2dc9de177f2e883/Make_It_Wood_-_Wellness_Wood_report.pdf) [Noudettu 12.4.2023].

Kuva 11: Ikei, H., Song, C. & Miyazaki, Y., 2017. *Physiological Effects of Touching Wood*. Int. J. Environ. Res. Public Health 2017, 14, 801. Saatavissa: <https://doi.org/10.3390/ijerph14070801> [Noudettu 9.4.2023].

Kuva 12: Ahylo architects, 2020. *Technopolis city of Athens Amphitheater*. Saatavissa: <http://ahylo.com/technopolis-city-of-athens-amphitheater/> [Noudettu 10.4.2023].

Kuva 13: Työterveyslaitos, 2023. *Yleistä sisäilmasta*. Saatavissa: <https://www.ttl.fi/oppi-materiaalit/sisailma-tyopaikalla/1-yleista-sisailmasta> [Noudettu: 29.3.2023].

Kuva 14: Carter, T., 2022. *How to repair a bathroom window with wood rot – and preventing it in the first place*. The Washington Post. WP Company. Saatavissa: <https://www.washingtonpost.com/business/2022/02/15/how-repair-bathroom-window-with-wood-rot-preventing-it-first-place/> [Noudettu 12.4.2023].

Kuva 15: Puuinfo, 2020. *Kosteustekniset ominaisuudet*. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://puuinfo.fi/puutieto/puun-ominaisuuksia/puun-kosteustekniset-ominaisuudet/> [Noudettu 14.3.2023].