

Aapo Suominen

KOSTEUSPUSKUROIVA SEINÄELEMENTTI

Opinnäytetyö

Muotoilija AMK

Puumuotoilu

2021



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Muotoilija (AMK)
Tekijä/Tekijät	Aapo Suominen
Työn nimi	Kosteuspuskuroiva seinäelementti
Toimeksiantaja	Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu
Vuosi	2021
Sivut	41 sivua, liitteitä 13 sivua
Työn ohjaaja(t)	Ari Haapanen, Matti Kilpiäinen

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä suunnitellaan kosteuspuskuroiva seinäelementti, joka voidaan sijoittaa moniin erilaisiin tiloihin, parantamaan kyseisen tilan ilmanlaatua. Työ tehdään Xamkin Puusta hyvinvointi-innovaatioita -hankkeelle, jonka yhtenä työpakettina on puun kosteuspuskuroinnin ja lämpöviihtyvyyden tutkiminen. Seinäelementin materiaaliksi valikoitui mänty sen saatavuuden ja hyvien hyvinvointiominaisuuksien takia. Suunnittelussa keskitytään kosteuspuskurointiominaisuuden tehokkaaseen hyödyntämiseen, käyttäen hyväksi aikaisempia tutkimuksia ja hankkeesta saatuja tuloksia. Vaikka suunnittelun lähtökohtana on kosteuspuskurointi, käydään opinnäytetyössä läpi myös puun muita ominaisuuksia kuten lämmöntasausta, antibakteerisuutta ja restoratiivisuutta, koska nämä antavat seinäelementille lisäarvoa ja kuuluvat puun luontaisiin ominaisuuksiin.

Opinnäytetyö koostuu tutkimusosasta ja produktio-osasta. Tutkimusosassa arvioidaan funktioanalyysin avulla seinäelementin materiaalisia ja symbolisia arvoja, sekä käydään läpi puun eri ominaisuuksia tutkimusten ja tieteellisten julkaisuiden avulla. Tutkimuksen tarkoituksena on luoda hyvä tietopohja suunnittelua varten ja luoda selkeät rajat produktiiviselle osuudelle.

Produktiivisessa osuudessa kehitetään ideoita eteenpäin yhdessä hankkeen työryhmän kanssa ja valmistetaan erilaisia pienen mittakaavan testikappaleita ja pienoismalleja, joiden perusteella jatkokehitetään prototyyppiä ison mittakaavan koehuoneeseen. Suunnittelun apuna käytetään myös 3D-mallinnusta.

Seinäelementistä ei ehditä saada tähän opinnäytetyöhön suuren mittakaavan prototyyppiä, eikä koehuoneessa tehtäviä testituloksia, koska testit on ajoitettu hankkeessa vuoden 2021 lopulle. Vaikka suuren mittakaavan tuloksia ei ehditä saada tähän työhön, voidaan testipalojen perusteella arvioida, että seinäelementillä voidaan saada merkityksellisiä muutoksia aikaan sisäilman laadussa.

Asiasanat: Hyvinvointi, Muotoilu, Puu, Sisäilma, Puurakentaminen

Degree	Bachelor of Culture and Arts
Author (authors)	Aapo Suominen
Thesis title	Moisture-buffering wall element
Commissioned by	South-Eastern Finland University of Applied Sciences
Time	November 2021
Pages	41 pages, 13 pages of appendices
Supervisor	Ari Haapanen, Matti Kilpiäinen

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to design moisture buffering wall element that can be placed in many different spaces to improve the air quality of that space. This work is made for Xamk's project called "Welfare innovations from wood project", which has wood moisture buffering research as one of its sections. Pine was selected as a material for the wall element because of its availability and good health properties. The design is focusing on the efficient use of the moisture buffering properties, using prior research and Xamk's projects results. Although the basis of design is the moisture buffering, this thesis will also go through some other properties of wood, such as heat stability, antibacterial properties, and restorative properties. These will give the wall element more value and they also are natural properties of wood.

The thesis is composed of a research part and a productive part. In the research part, the wall element's material and symbolical properties are analyzed with function analysis. Also, other properties of wood are examined with studies and research papers. The purpose of the research is to create a good knowledge base for the design and also make clear outlines for the productive part.

In the productive part, ideas will be developed forward with the Xamk's project workgroup and small-scale test pieces, and scale models are made. A prototype for the bigger scale test room is developed based on the small-scale test pieces and scale models. 3D modeling is being used to aid the design process. The full-scale prototype and the test result from it will not make it in time for this thesis, because the tests are being scheduled for the end of 2021. Although the full-scale results will not make it in time, based on the small-scale results, we can consider that the wall element is going to have relevant changes for the indoor climate.

Keywords: Well-being, Design, Wood, Indoor air, Health effect

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
2	TUTKIMUSASETELMA.....	9
2.1	Käsitekartta ja työn rajaus.....	9
2.2	Viitekehys.....	11
2.3	Aikataulu.....	12
2.4	Funktioanalyysi.....	13
2.4.1	Tarve.....	13
2.4.2	Käyttö.....	15
2.4.3	Menetelmä.....	16
2.4.4	Assosiaatio.....	17
2.4.5	Estetiikka.....	18
2.4.6	Telesis.....	19
3	PUUN OMINAISUUDET JA TERVEUSVAIKUTUKSET.....	19
3.1	Kosteuspuskurointi.....	19
3.2	Lämmöntasaus.....	21
3.3	Antibakteerisuus ja puhdistettavuus.....	22
3.4	Restoratiivisuus.....	23
4	ELEMENTIN SUUNNITTELUPROSESSI JA TOTEUTUS.....	24
4.1	Ideointi.....	25
4.2	Valinta.....	28
4.3	Toteutus ja testaus.....	29
5	LUOTETTAVUUDEN ARVIOINTI.....	33
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO.....	34
7	POHDINTA.....	35
	LÄHTEET.....	37

KUVALUETTELO

LIITTEET

- Liite 1. Käsitekartta opinnäytetyön suunnitelmaan
- Liite 2. Opinnäytetyön aikajana
- Liite 3. Puun syysuunnat
- Liite 4. Kuva käsittelemättömän männyn värjäytymisestä verrattuna maalattuun mäntyyn
- Liite 5. Neljä eri testiympäristöä
- Liite 6. Testikammio kosteuspuskuroinnin mittaamiseen
- Liite 7. Moodboard
- Liite 8. Tiililyyli
- Liite 9. Moodboard laatoista
- Liite 10. Eri mallisia testikappaleita
- Liite 11. Syysuuntakollaasi
- Liite 12. Pinnanmuodot
- Liite 13. Täysikokoisen prototyypin visualisointi

KÄSITTEET

Antibakteerisuus – Antibacterial

Bakteereja tappava tai niiden lisääntymistä estävä (Kielitoimiston sanakirja 2020).

Biofilia - Biophilia

Ihmisen luontaista ja vetovoimaa ja rakkautta luontoa kohtaan kutsutaan biofiliksi. (Naava 2021)

Ekologisuus – Ecologicality

Ihmisen ja ympäristön keskinäinen suhde, jossa kulutetaan mahdollisimman vähän energiaa ja resursseja (Suomen biokiertotuote 2021).

Faasimuutos – Phase transition

Faasimuutoksella tarkoitetaan yleensä aineen olomuodon muutosta kiinteään, nesteeseen ja kaasumaiseen olomuodon välillä (Koskinen 2021)

Hiilivarasto – Carbon storage

Hiilivarastossa hiili on sitoutuneena esimerkiksi puussa, eikä se ole vapaana ilmakehässä (Sitra tulevaisuussanasto 2021).

Hyvinvointi – Well-being

Hyvinvoinnilla viitataan hyvään terveydentilaan (Kielitoimiston sanakirja 2020).

Hygroσκοoppisuus - Hygroscopicity

Hygroσκοoppisuus on materiaalin kyky sitoa ja luovuttaa kosteutta pyrkien tasapainottumaan ympäristön ilmankosteuden kanssa (Puuinfo 2020a).

Kestävä suunnittelu – Eco design

Ympäristönäkökohtien mukaan ottavaa suunnittelua, jossa otetaan huomioon tuotteen koko elinkaari (Ilmasto-opas 2018).

Kiintokaluste – Fitted furniture

Huoneiston osaksi luettava, kiinteä tai irrallinen rakennevaruste (Rakentaja 2020).

Kosteuspuskurointi – Moisture buffering

Kyky vaimentaa sisäilman suhteellisen kosteuden vaihteluita (Puuinfo 2020a).

Modulaarisuus – Modularity

Moduuleista koostuva, moduulirakenteinen (Kielitoimiston sanakirja 2020).

Restoratiivisuus – Restorative quality

Restoratiivisuus on materiaalien tekemä vaikutus esimerkiksi ihmisen hyvinvointiin, tunnetiloihin ja palautumiseen. (Heino ym. 2014.)

Sisäilma – Indoor air

Asunnon, toimiston tms. ilma varsinkin terveyden, viihtyvyyden yms. kannalta, huoneilma (Kielitoimiston sanakirja 2020).

VOC – Volatile organic compounds

Puusta haihtuvat orgaaniset yhdisteet (Puuinfo 2020b).

1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni käsittelee puista seinäelementtiä, jonka tarkoituksena on parantaa huoneen tai tilan koettua sisäilmaa ja viihtyvyyttä käyttäen hyväksi puun luontaisia ominaisuuksia. Puun erilaiset hyvinvointivaikutukset aiheena alkoivat kiinnostaa minua, kun tein ammatillisen viestinnän kurssilla tutkivan kirjoituksen siitä, miten puun ominaisuudet vaikuttavat sisäilman laatuun. Tähän aikaan asuin myös vanhassa kerrostaloasunnossa, jossa oli huono ilmanlaatu ja mietin miten puuta voisi käyttää kyseisen asunnon sisäilman laadun parantamiseen. Puun ominaisuuksien innoittamana aloin ideoimaan seinäelementtiä, joka voisi toimia muunneltavana hyllynä ja parantaisi samalla sisäilman laatua. Arvioin seinäelementissä olevan myös potentiaalia opinnäytetyöhön, koska aiheesta ei ollut aikaisempia opinnäytetöitä ja siinä on monta erilaista näkökulmaa tutkittavana. Tutkittavia aihealueita piti kuitenkin karsia, ettei opinnäytetyö laajene liian suureksi ja raskaaksi.

Sain koulun kautta opinnäytetyön toimeksiantajaksi Puusta hyvinvointi-innovaatioita hankeen. Hankkeen tavoitteet sopivat sisällöltään hyvin suunnittelemaani opinnäytetyöhön. Hankkeeseen kuuluu neljä työpakettia, jotka käsittelevät: puupinnan puhdistettavuutta ja antibakteerisuutta, puun kosteuspuuskurointia ja lämpöviihtyvyyttä, hyvinvointivaikutusten mittausta ja hyvinvointivaikutusten muotoilua ja tuotteistamista. Sain hankkeen kautta ohjaajaksi Matti Kilpiäisen ja pääsin myös käsiksi hankkeen tutkimustuloksiin ja tietotaitoon. Sovimme jo ensimmäisten kokousten aikana, että tuotteen suunnittelussa keskityttäisiin kosteuspuuskurointiominaisuuksiin, käyttäen hyväksi aikaisempia tutkimuksia ja hankkeesta saatuja tuloksia.

Opinnäytetyöni tavoitteena on kehitellä tuote, joka parantaisi ympäristönsä viihtyvyyttä, hyödyntäen puun fysiologisia ja psykologisia vaikutuksia. Nämä ominaisuudet antaisivat sitä kautta tuotteelle lisäarvoa, koska uskon että terveyteen liittyvät ominaisuudet ovat tulevaisuudessa entistä isommassa roolissa kuluttajien valinnoissa. Tuotteen suunnittelussa on otettu huomioon myös ekologisuus ja sen mukana tuomat haasteet.

2 TUTKIMUSASETELMA

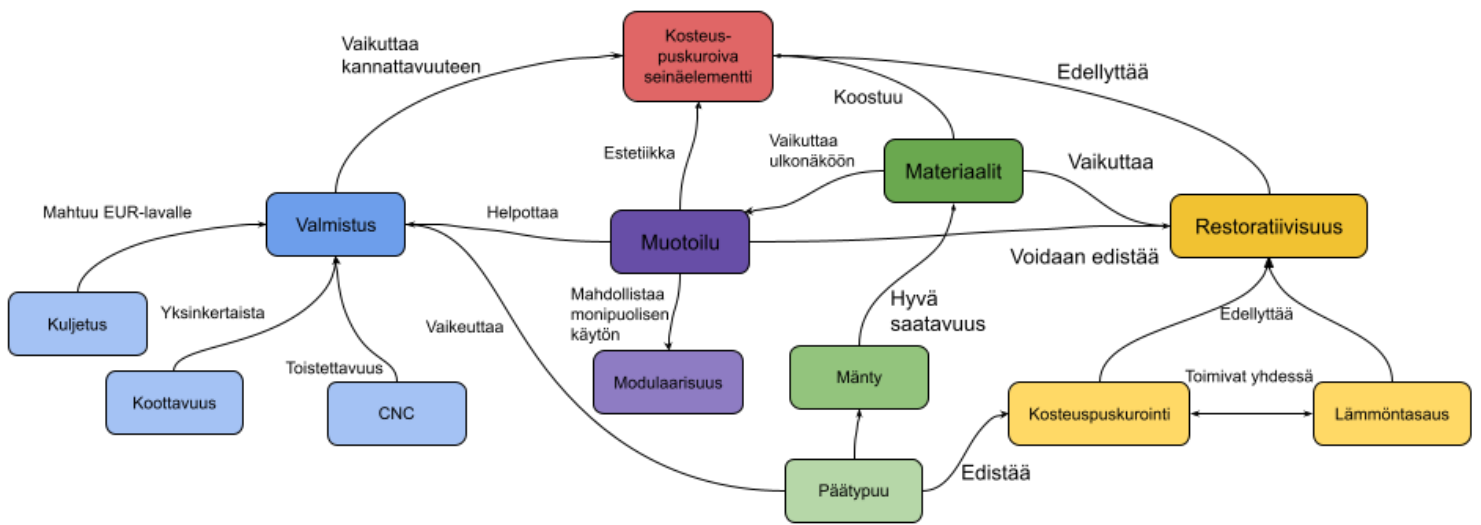
Tämän produktiivisen opinnäytetyön lähtökohtana on suunnitella kosteuspuskuroiva seinäelementti, jonka suunnittelussa on käytetty hyväksi tutkimustuloksia mahdollisimman tehokkaasti. Tavoitteena on luoda muotoilullisesti kiinnostava ja miellyttävä lopputulos, joka myös toimisi toivotulla tavalla, eli se olisi funktion ja muodon hyvä yhdistelmä. Näistä ominaisuuksista muodostuu pääkysymys, miten suunnitellaan kosteuspuskuroiva elementti, joka on myös muotoilullisesti kiinnostava? Lisäkysymyksenä tutkimuksessa on: Voiko pintakuviolla lisätä elementin kosteuspuskurointia? Suunnittelussa otetaan huomioon myös tuotteen valmistusprosessi ja sen yksinkertaistaminen.

Yksi tärkeimmistä vaiheista on suunnitella erilaisia testikappaleita testattavaksi Mikkelin kampuksen Puupolille. Näiden kappaleiden suunnittelu perustuu/pohjautuu jo valmiiksi tehtyihin tutkimustuloksiin. Testikappaleista saatujen tulosten perusteella jatketaan suunnittelua ja tehdään noin 500 mm x 500 mm kokoinen prototyypimalli, jota testataan Puupolin koehuoneessa. Prototyypimallin testaustulokset eivät ehdi opinnäytetyön aikataulun vuoksi käsiteltäviksi.

2.1 Käsitekartta ja työn rajaus

Käsitekartta auttaa hahmottamaan kokonaisuutta ja kaikkia niitä osa-alueita, jotka vaikuttavat kokonaisuuteen. Käsitekartassa jäsennellään käsitteitä ryhmiin ja osoitetaan niiden välisiä hypoteettisia yhteyksiä. Käsitekartassa suositellaan käytettävän linkkisanoja eri käsitteiden välille. Linkkisanojen tarkoituksena on muodostaa väite (hypoteesi) näiden käsitteiden suhteesta. (Anttila 2000, 96–102.)

Opinnäytetyön suunnitelmaa varten tein miellekarttatyylisen käsitekartan (liite 1), johon kokosin laajasti eri käsitteitä, jotka liittyivät sen hetkiseen seinäelementtikonseptiini. Tässä käsitekartassa ei näkynyt vielä selkeästi eri käsitteiden yhteyttä toisiinsa, mutta se antoi hyvän kuvan sen hetkisen suunnitelman laajuudesta ja idean siitä, mihin asioihin keskitytään seuraavassa vaiheessa.



Kuva 1. Käsitekartta seinäelementin suunnitteluun (Suominen 2021)

Opinnäytetyön edetessä ja aiheen rajautuessa, käsitekartta muuttui tiiviimmäksi ja selkeämmäksi (kuva 1).

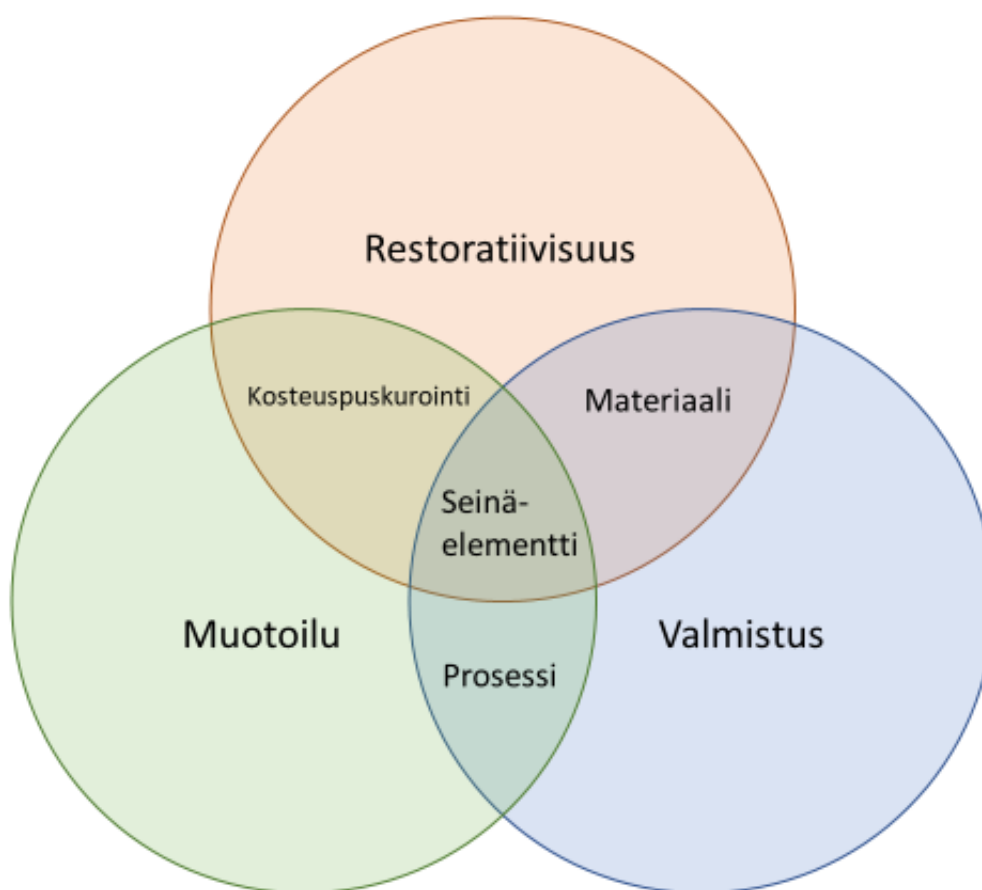
Pidimme ensimmäisen tapaamisen hankkeen työryhmän kanssa kesäkuussa. Tapaamisessa kävimme läpi alkuperäistä suunnitelmaani opinnäytetyöstä ja sitä, miten sen voisi yhdistää puusta hyvinvointi-innovaatioita hankkeeseen. Totesimme tapaamisessa, että alkuperäinen opinnäytetyöni suunnitelma oli liian laaja ja kunnianhimoinen sellaisenaan. Päätimme rajata opinnäytetyön käsittelemään vain tuotteen kosteuspuskuroivia ominaisuuksia, koska useamman ominaisuuden käsitteleminen tekisi opinnäytetyöstä liian aikaa vievän. Alkuperäiseen suunnitelmaan ja käsitekarttaan laitoin yhdeksi osa-alueeksi, miten pintakäsittely vaikuttaa puun ominaisuuksiin. Tämä osa-alue karsiutui myös pois, koska pintakäsittelyllä on lähes poikkeuksetta heikentäviä vaikutuksia puun kosteuspuskuroinnille. Materiaalivalinta rajautui lopulta mäntyyn, koska sen saatavuus on hyvää ja sen ominaisuudet tiedetään hyvin ennestään. Suunnittelun kannalta parhaaksi vaihtoehdoksi päädyimme käyttämään männyn päätypuuta. Syyn vastaisesti leikatulla männyllä on moninkertainen kyky puskuroida kosteutta (Puuinfo 2020a).

Suunnittelukokousten edetessä tuli esiin uusia näkökulmia ja ideoita, jotka muuttivat ja tarkensivat suunnitelmaa. Saimme hyvissä ajoin sovittua, että

suunniteltavan tuotteen kriteerit perustuisivat maksimaaliseen kosteuspuskurointiin, koska hankkeella oli siitä hyviä mittaustuloksia ja se myös sopi hyvin yhteen työpaketeista. Hankkeen työpaketti 2 käsittelee puun kosteuspuskurointia, lämpöviihtyvyyttä ja sitä, miten puun ominaisuudet muuttuvat eri tavalla leikattuna tai mekaanisesti muokattuna (Valta 2021).

2.2 Viitekehys

Viitekehyksessä asetetaan yhteen liittyvät tekijät selviin kategorioihin ja tekijäryhmiin, joilla on yhteys toisiinsa. Viitekehysiä voidaan visualisoida useilla eri tavoilla, mutta niitä kaikkia yhdistää se, että niissä operoidaan laajoilla asiakokonaisuuksilla. Hyvin tehty viitekehys auttaa ymmärtämään tutkimuksen lähtökohtia ja tutkimusasetelmaa paremmin. (Anttila 2000, 96–97.)



Kuva 2. Kehämallinen viitekehys (Suominen 2020)

Valitsin käytettäväksi kehämallisen viitekehysten (kuva 2), jossa tutkittava ilmiö on keskellä ja sitä ympäröivät siihen vaikuttavat tekijät (Anttila 2000, 97). Viitekehysten keskellä on suunniteltava kohde, eli seinäelementti. Kehää ym-

pyröivät muotoilu, restoratiivisuus ja valmistus, jotka ovat lopputuloksen kannalta merkittäviä osa-alueita, ja ne pitää ottaa huomioon suunnittelussa. Muotoilua ohjaavat vahvasti tuotantoprosessi ja kappaleiden valmistettavuus suurissa sarjoissa. Valmistuksessa käytettävällä materiaalilla on vaikutuksia seinäelementin restoratiivisiin vaikutuksiin. Muotoilullisilla valinnoilla voidaan vaikuttaa seinäelementin kosteuspuskuroinnin tehokkuuteen ja tämä puolestaan vaikuttaa suoraan sen restoratiivisiin ominaisuuksiin.

2.3 Aikataulu

Aikataulutus on tärkeää opinnäytetyön etenemisen kannalta. Sen avulla toimeksiantaja ja ohjaaja tietävät, milloin suunnitelmien pitäisi olla valmiina. Sen avulla voidaan myös ryhdistää omaa työskentelyä ja ajoittaa tiukkoja resursseja. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 36.)

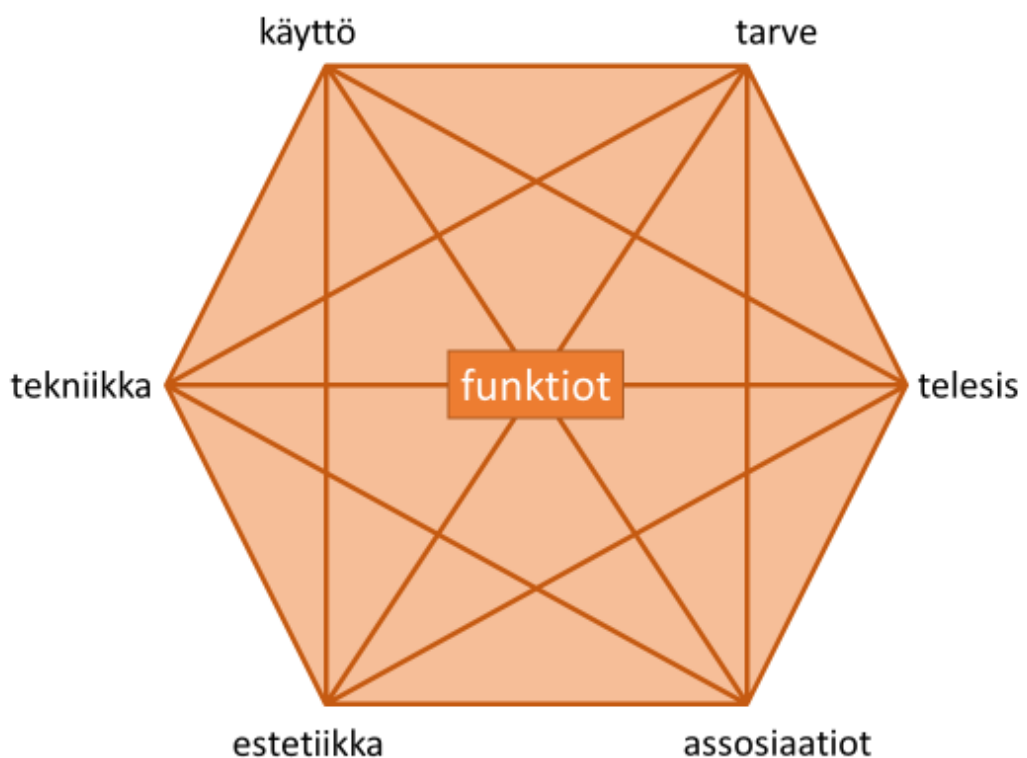
Päädyn käyttämään Microsoftin Excel työkalusta valmiiksi löytyvää pohjaa aikataulun tekemiseen (liite 2), koska siihen oli helppo lisätä eri takarajat ja se näytti hyvin selkeältä. Aloitin tämän opinnäytetyöprosessin jo keväällä 2020, mutta silloin minulla ei ollut vielä yhteistyökumppania eikä selkeää suunnitelmaa. Tein lopullisen aikataulun vasta syksyllä 2021, koska se on opinnäytetyöni ”loppusuora” ja tärkein vaihe koko prosessissa. Suurin osa välitavoitteista tulee virallisesta opinnäytetyön aikataulusta, eikä siihen voi itse vaikuttaa. Virallisten aikarajojen väliin laitoin itselleni selkeitä kirjoitustavoitteita ja päivämääriä testipalojen ja design-suunnitelmien valmistamiseksi. Testipalojen valmistamisen aikataulu määriteltiin yhdessä ohjaajan ja tilaajan kanssa, sillä heidän testausprosessinsa vaatii tietyn verran aikaa.

Näissä välitavoitteissa pysyminen on tärkeää, sillä ne rytmittävät opinnäytetyön kirjoittamista ja osa on valmistumisen kannalta ehdottomia.

Varhaisessa vaiheessa suunnitteluprosessia huomasimme hankkeen kanssa, että todennäköisesti täysikokoista prototyyppiä ei ehditä saada valmiiksi opinnäytetyön kirjoittamisen aikana. Tämän takia keskittyisimme pienempien osien testaamiseen.

2.4 Funktioanalyysi

Funktioanalyysin avulla voidaan tutkia tuotteen materiaalisia sekä symbolisia arvoja. Analyysistä saatujen vastausten avulla voidaan päätellä, kuinka suurta arvoa eri ominaisuudet tuovat tuotteelle ja mihin ominaisuuksiin kannattaa keskittyä suunnittelussa. Viktor Papanekin funktioanalyysissä tuotteen funktio koostuu kuudesta ominaisuudesta ja niiden välisistä suhteista. Nämä ominaisuudet ovat käyttö, tarve, tekniikka, estetiikka, assosiaatio ja telesis. (Papanek 1970.)



Kuva 3. Tuotteen funktiokokonaisuus (Papanek 1970, 25, soveltanut Suominen 2021).

Papanekin kuutiomallissa hänen ajatuksensa tulevat esille helposti ymmärrettävässä muodossa. Jokainen tuotteen kuudesta ominaisuudesta on yhdistetty toisiinsa, eli kaikilla ominaisuuksilla on vaikutus toisiinsa. (Anttila 1993, 147.)

2.4.1 Tarve

Tuotteiden hankinnassa ja suunnittelussa yleisimmin perusteluna on se, että tuote tulee ”tarpeeseen”. Tarpeiden tarkoitus voi olla lähemmin tarkasteltuna

hyvinkin epäselvää, koska arkikielessä käsitteet, tarve ja käyttötarkoitus sekoittuvat keskenään. (Anttila 1993, 149.)

Anttila esittää käsityöläisen näkökulmasta kiinnostaviksi tarpeisiin liittyviksi tekijöiksi:

- Täyttääkö tuote inhimilliset perustarpeet, erityisesti fyysisten tarpeiden vaatimukset?
- Täyttääkö tuote psyykkisten tarpeiden vaatimukset?
- Täyttääkö tuote sosio-kulttuurillisten tarpeiden vaatimukset?
- Täyttääkö tuote itseilmaisun ja luovuuden vaatimukset
- Vastaako käsityön tuote ihmisten pyrkimykseen tyydyttää aineettomat vuorovaikutustarpeensa? (Anttila 1993, 155)

Kaikkia näitä tarpeita on vaikea täyttää kattavasti yhdellä tuotteella. Fyysisten tarpeiden täytyminen ei mielestäni ole seinälle sijoitettavassa ja passiivisesti toimivassa tuotteessa niin tärkeää. Suunnittelussa on kuitenkin otettu huomioon sen koottavuus ja kestävyys.

Psyykkisten tarpeiden täytyminen on yksi isoimmista tavoitteista seinäelementin suunnittelussa. Puun hygroskooppiset ominaisuudet vaimentavat sisäilman kosteuden vuorokausivaihtelun huippuja ja parantavat koettua sisäilman laatua (puuinfo 2020a). Tämän ominaisuuden avulla psyykkiset tarpeet täytyvät tuotteessa hyvin. Puulla on myös muitakin hyviä ominaisuuksia, jotka edesauttavat psyykkisten tarpeiden täyttämistä. Tässä opinnäytetyössä keskityn vain tuotteen kosteuspuskurointiominaisuuteen, mutta käyn myöhemmissä kappaleissa läpi myös näitä muita ominaisuuksia, sillä ne kuuluvat puun luontaisiin ominaisuuksiin.

Sosio-kulttuuristen tarpeiden täytyminen on tärkeä ominaisuus ottaa huomioon suunnittelussa, sillä nämä ominaisuudet auttavat muun muassa tuotteen markkinoinnissa. Puun restoratiiviset ominaisuudet auttavat täyttämään myös näitä tarpeita, sillä terveyteen ja hyvinvointiin liittyvät tekijät ovat yksi 2020-luvun megatrendejä tukeva ilmiö (Sitra 2015). Puun ominaisuus hiilivarastona sopii myös täyttämään sosio-kulttuurisia tarpeita, sillä ekologisuus voi olla nykyään ostopäätökseen vaikuttava tekijä, kun kuluttajat ovat valveutuneempia ilmastonmuutoksesta.

Seinäelementin suunniteltu modulaarisuus ja muunneltavuus mahdollistaa monien erinäköisten kokonaisuuksien toteuttamisen, mikä puolestaan edesauttaa täyttämään luovuuden tarpeita niin tekijässä kuin lopputuotteen käyttäjässä. Aineettoman vuorovaikutuksen tarpeiden täyttymistä voi olla vaikea mitata, koska se riippuu monista henkilökohtaisista tekijöistä.

2.4.2 Käyttö

Tuotteen käyttöä voidaan analysoida pitäen kriteereinä erityyppisiä käyttöominaisuuksia, kuten bioteknologiaa, fysikaalisia ominaisuuksia, psykoergonomiaa, biofysiologiaa, elinkaaren tekijöitä, juridisia tekijöitä sekä eettisiä tekijöitä (Anttila 1993, 156–157). Osaa näistä ominaisuuksista on vaikea analysoida ennen ensimmäisten prototyyppien valmistusta, mutta ne voi ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa mahdollisimman hyvin, koska niistä löytyy aikaisempia tutkimustuloksia.

Fysikaaliset ominaisuudet, kuten mitat ja paino tulee ottaa huomioon seinäelementin suunnittelussa, sillä nämä ominaisuudet vaikuttavat olennaisesti lopputuotteen kasattavuuteen ja logistiikkaan. Hyvänä rajaavana tekijänä mittojen suunnittelussa voidaan pitää kuormalavan EUR standardia 800 mm x 1200 mm (SFS-EN 13698-1: 2004). Näiden mittojen sisällä pysyminen tekee varastoimisesta ja kuljettamisesta tehokkaampaa.

Biotekniset ja biofyysiset ominaisuudet yhdistyvät suunnitelmassani hyvin. Vaikka keskitynkin suunnittelussa lähinnä puun kosteuspuskurointiin, on puulla luonnostaan monia muitakin ominaisuuksia, jotka täyttävät näiden kriteerejä hyvin. Bioteknologisilla ominaisuuksilla tarkoitetaan sitä, miten tuotteen materiaalit, pinnat ja struktuurit palvelevat ihmisten biologisia ominaisuuksia (Anttila 1993, 156). Vaikka seinäelementin kanssa ei olla suorassa vuorovaikutuksessa, voi se vaikuttaa ihmisen aistimukseen esimerkiksi visuaalisella ilmeellä. Tämä on otettu huomioon suunnittelussa siten, että visuaalinen ilme pyritään pitämään selkeänä ja silmää miellyttävänä. Terveellisenä visuaalisena ympäristönä voidaan pitää harmonista ja rauhallista ympäristöä, jossa on paljon katsottavaa (Heino ym. 2014, 26). Biofysiologisilla ominaisuuksilla tarkoitetaan esimerkiksi materiaalitekijöiden vaikutuksia, kuten kosteudenkestoa

ja kosteudenimua (Anttila 1993, 157). Nämä ominaisuudet ovatkin suurimassa roolissa suunnitteluprosessissani.

Tuotteen elinkaaren vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi huollon mahdollisuudet, kertakäyttöisyys, uusiokäyttö ja kierrätys (Anttila 1993, 157). Korjattavuutta helpottaa huomattavasti seinäelementtien modulaarisuus. Jos yksi moduuli menee rikki tai sille pitää tehdä jotain huoltotoimenpiteitä, ei kokonaisuutta tarvitse purkaa vaan välistä voidaan irrottaa tarvittava moduuli. Uusiokäyttömahdollisuudet voivat olla seinäelementissä aika rajalliset, koska se koostuu useista pienistä päätypuupalikoista, joille on vaikea löytää käyttöä elinkaaren lopussa. Kierrätysmahdollisuudet seinäelementillä ovat hyvät, koska se on valmistettu puusta, joka on materiaalina helppo kierrätettävä. Kierrätettävää puuta voidaan käyttää haketettuna kompostoinnin tukiaineena tai siitä voidaan valmistaa uusiutuvaa polttoainetta energiantuotantoon (Kierto-voima ry 2021). Biohiili on myös yksi potentiaalinen kierrätystapa puulle. Biohiilellä voidaan varastoida biomassassa oleva hiilidioksidi maaperään, jossa se toimii hiilivarastona satoja tai tuhansia vuosia. (Suomen biohiilyhdistys 2021.)

Juridisista tekijöistä huomioitavaksi tulee seinäelementin paloturvallisuus. En kuitenkaan usko, että siitä aiheutuisi mitään rajoittavia tekijöitä suunnitteluun, koska paloturvallisuusmääräykset ovat nykyään aika sallivia näkyvien puupintojen kohdalla. Määräyksissä on tietenkin vaiheluita riippuen lopputuotteen sijoituspaikasta.

2.4.3 Menetelmä

Menetelmän analyysillä tarkoitetaan valmistusteknologian ja kaiken siihen liittyvän analyysia. Anttila korostaa suunnittelun ja valmistuksen prosesseissa neljää eri menetelmällistä tekijää: materiaalitekijät, työtekniikan tekijät, taloudelliset tekijät sekä ekologiset tekijät. (Anttila 1993, 158.)

Materiaali ei tässä työssä vaikuta valmistusmenetelmiin juurikaan, koska tulen käyttämään vain yhtä materiaalia, mäntyä. Taloudellisten tekijöiden analysointi on materiaalin kohdalla helppoa, sillä puun hinta löytyy hinnastoista ja me-

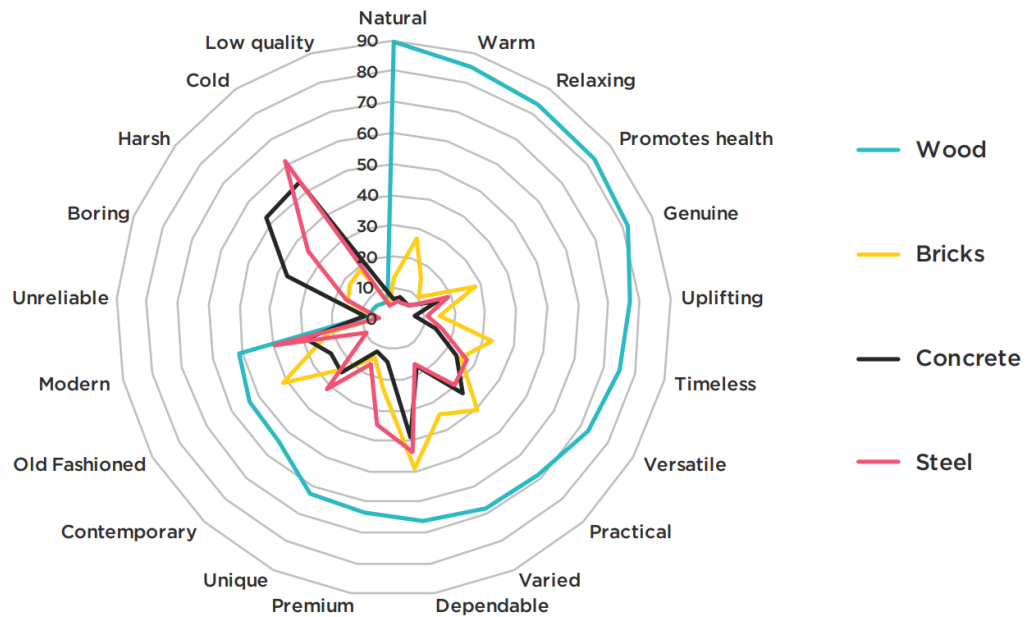
nekki voidaan laskea helposti piirustusten perusteella. Valmistuksen analysointi ja siitä tulevien kustannusten laskeminen suunnitteluvaiheessa onkin haastavampaa. Mallikappaleiden ja prototyypin valmistamiseen kuluu aina enemmän aikaa, koska näissä vaiheissa tehokkaimpia työmenetelmiä ei olla vielä mietitty kovinkaan tarkkaan, eikä niitä mielestäni tässä opinnäytetyössä olekaan niin oleellista miettiä.

Ekologiset tekijät muodostavat suuren osan nykyajan tuotesuunnittelusta ja valmistuksesta. Ekologisten ominaisuuksien analysoinnissa on kuitenkin omat haasteensa, koska ekologisuuteen liittyy niin paljon erilaisia muuttujia ja niistä saatava tieto voi olla välillä ristiriidassa toisen lähteen kanssa. Ekologisuuteen voidaan kuitenkin vaikuttaa helposti materiaalivalinnoilla ja materiaalihukan minimoimisella. Puu on kuitenkin lähtökohtaisesti aika ekologinen materiaali, sillä se on hiilinielu niin kauan kuin se on käytössä.

2.4.4 Assosiaatio

Assosiaatiot ovat miellelyhtymiä, joita liitetään esinemaailman menneisiin elämyksiin tai johonkin muuhun voimakkaasti koettuun asiayhteyteen (Anttila 1993, 162). Puu materiaalina assosioidaan yleensä ekologisuuteen ja luontoon. Tämä on tuotteen kannalta hyvä asia, koska nykyisin ekologisten tuotteiden kysyntä on kasvanut ja tulee varmasti jatkossakin kasvamaan. Puisella sisustuksella voidaan vaikuttaa positiivisesti ihmisen mielikuviin. Eräässä tutkimuksessa havaittiin, että puulla sisustetussa toimistossa työntekijät koettiin ammattimaisemmiksi, menestyvimiksi, rehellisemmiksi, välittävimmiksi ja luovemmiksi kuin tavallisessa toimistossa (Ball ym. 2002, 23–30).

Australiassa on suoritettu laajamittainen tutkimus puun käytöstä biofilisessä suunnittelussa. Tutkimukseen toteutettiin kyselynä tuhannelle ”tyypilliselle” toimistotyöläiselle. Yhtenä osa-alueena tutkittiin materiaalien assosiaatioita. (Knox & Parry-Husbands 2018).



Kuva 4. Materiaaleihin liittyvät mielikuvat (Knox & Parry-Husbands 2018, 7).

Suurin osa vastanneista assosioi puun hyvin positiivisella tavalla verrattuna muihin materiaaleihin (kuva 4). Puu nähtiin muun muassa luonnollisena, lämpimänä ja rauhoittavana. (Knox & Parry-Husbands 2018).

2.4.5 Estetiikka

Esteettisten arvojen analysointiin ei ole valmista mittaria. On kuitenkin olemassa vaikutuskeinoja, joita huomioon ottamalla voidaan tavoitella esteettistä vaikutelmaa: pinnat, mittasuhteet, rytmi, harmonia jne. (Anttila 1993, 165–167.) Muotoilija käyttää näitä edellä mainittuja sommittelun keinoja suunnitelllessaan esineen sopusuhtaiseksi kokonaisuudeksi. Tavoitteena on yleensä, että muotoiltava tuote viehättää mahdollista ostajaa ja houkuttelee häntä tutustumaan tuotteeseen tarkemmin. Tuotteen ulkoasuun vaikuttavat osaltaan myös valitut materiaalit, tuotettavan sarjan suuruus ja valmistustekniikka. (Ketunen 2001, 15–22.) Selkeää, mutta samaan aikaan ääriviivoiltaan pehmeää ja silmää miellyttävää visuaalista rakennettua ympäristöä voidaan pitää terveellisenä. Terveellinen visuaalinen ympäristö on parhaimmillaan rauhoittava ja positiivisella tavalla kiehtova. (Heino ym. 2014, 26.)

2.4.6 Telesis

Aikaan liittymisen analyysi (telesis) tarkoittaa ”harkittua, tarkoituksellista luonnon ja yhteiskunnan prosessien käyttöä tiettyjen tarkoitusten saavuttamiseksi” (Papanek 1970, 24–39). Uudistuneet palomääräykset sallivat isomman osan näkyvästä pinnasta olla puuta ja mahdollistaa laajemman puun käytön myös majoitusrakennuksissa ja hoitolaitoksissa, mikä puolestaan mahdollistaa tulevaisuudessa uusien puupohjaisten innovaatioiden syntyminen hyvinvointialalle. Puun hyvinvointiominaisuudet tarjoavat puualalle nykyään markkinoilla vähän hyödynnetyn kehittämismahdollisuuden, sillä ihmisten kiinnostus hyvinvointia tukeviin tuotteisiin on kasvava trendi (Sitra 2015). Ekologisuus ja kestävä kehitys ovat yksiä selkeimmistä 2020-luvun megatrendeistä, ja puun käytöllä on oma osansa niiden ongelmien ratkaisussa (Sitra 2020)

3 PUUN OMINAISUUDET JA TERVEUSVAIKUTUKSET

Vaikka tässä projektissa keskitytään puun kosteuspuskurointiin ja sen hyödyntämiseen seinäelementissä, tulee myös puun muut ominaisuudet automaattisesti olemaan osa seinäelementin toiminnallisuutta. Tässä kappaleessa kerrotaan tiivistetysti puun yleisistä ominaisuuksista ja tutkimuksista, joita on tehty puun terveysvaikutuksiin liittyen.

On arvioitu, että länsimainen ihminen viettää keskimäärin 80–90 % elinajastaan erilaisissa sisätiloissa: päiväkodeissa, kouluissa, työpaikalla, kokoushuoneessa, verstaalla, urheiluhallissa, ravintoloissa, kahviloissa. Olisi siis hyvä, että näiden tilojen ilmanlaatuun ja viihtyvyyteen panostettaisiin ja näistä tiloista saataisiin mahdollisimman vähän vahingollisia vaikutuksia. (Korhonen & Lintunen 2003, 13.) Merkittäviä tekijöitä miellyttävään sisäilmaan ovat lämpötila, kosteus, ilman kiertonopeus ja säteilylämpötila (Korhonen & Lintunen 2003, 32–33). Puun käytöllä sisustuksessa voidaan sen luontaisten ominaisuuksien ansiosta vaikuttaa useimpiin näistä tekijöistä, säästämällä samalla ilmastoinnin energiankulutuksessa.

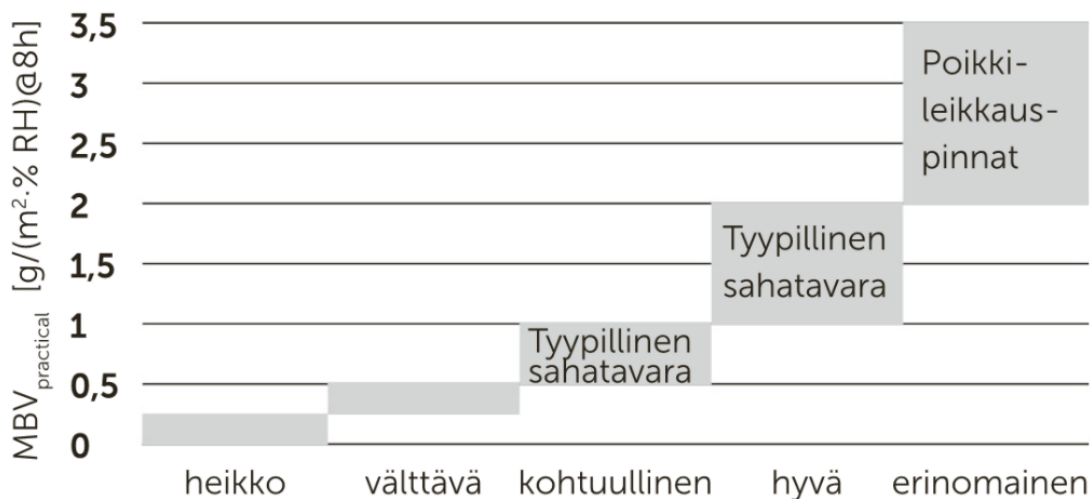
3.1 Kosteuspuskurointi

Puulla on hygroskooppisena materiaalina kyky sitoa kosteutta itseensä ja myös vapauttaa sitä. Tätä ominaisuutta kutsutaan kosteuspuskuroinniksi ja

sen ansiosta puulla voidaan tasata vuorokauden aikana tapahtuvia lyhyitä kosteuden muutoksia sisäilmassa. Tasaisempi ilmankosteus vaikuttaa koettuun ilman laatuun ja lämpömukavuuteen positiivisesti. Puuta voidaan käyttää sen kosteuspuskurointiominaisuutensa ansiosta osana tehokasta sisäilman kosteuden tasausta, vähentäen ilmavaihdon tarvetta ja säästäen energiaa. Tätä ominaisuutta ei kuitenkaan hyödynnetä vielä laajassa mittakaavassa. (Puu sisäilman kosteuden tasaajana 2017, 35.)

Eräessä tutkimuksessa vertailtiin huoneita, jotka oli verhoiltu eri materiaaleilla. Vertailukohteena oli maalattu kipsilevy, kuusipaneeli, mäntyhirsi, akustiikka-levy, puukuitulevy ja kipsin alla oleva puukuitueriste. Kaikilla verhoilumateriaaleilla oli parempi kapasiteetti puskuroida kosteutta kuin maalatulla kipsilevyllä. Tutkimustulokset osoittivat, että kuusipaneeli voi vähentää ilmankosteuden vaihteluita yli 50 prosentilla. Mäntyhirret voivat parantaa kosteuspuskurointia vielä enemmän. (Künzel ym. 2004, 47.)

Puun kosteuspuskurointiarvoja



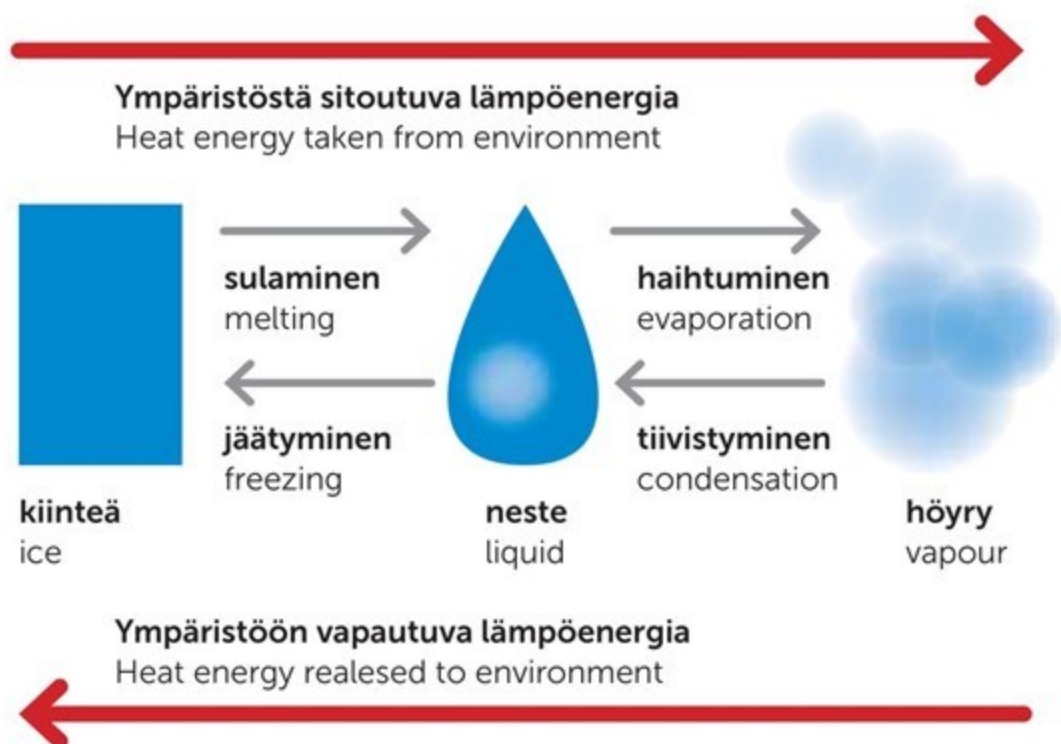
Kuva 5. Puun kosteuspuskurointiarvoja käsittelevä kaavio (Puuinfo 2017).

Kaaviossa (kuva 5) näkyy tyypillisen sahatavaran normaaleja kosteuspuskurointiarvoja. Puulajien sisällä voi olla yhtä paljon vaihtelua kosteuspuskuroinnissa kuin puulajien välillä, johtuen kevät- ja kesäpuun eri määristä, kasvunopeudesta, huokoisuudesta ja uuteaineista. Suurimman vaikutuksen kosteuden puskurointikykyyn tekee kuitenkin puupinnan syysuunta (liite 3). Puun poikki-leikkauspintaa käyttämällä päästään kosteuspuskuroinnissa erinomaiseen

luokkaan. Joillakin puulajeilla poikkileikkauspinnan kosteudenpuskurointikapasiteetti voi olla moninkertainen verrattuna säteen suuntaa sahattuun pintaan. Pintakäsittely vaikuttaa puun puskurointiominaisuuteen aina heikentävästi. Pintakäsittelyaineen höyrynläpäisyvaste vaikuttaa siihen, miten paljon se heikentää puun puskurointiominaisuutta. Tästä syystä pintakäsittelyaineen höyrynläpäisevyyteen tulee kiinnittää huomiota, jos ei ole mahdollista käyttää käsittelemätöntä puuta. (Puuinfo. 2020a.)

3.2 Lämmöntasaus

Puu toimii hygroskooppisten ominaisuuksiensa takia hyvänä huonetilan lämmöntasaajana. Tämä ominaisuus perustuu ilmankosteuden faasimuutoksessa vapautuvaan energiaan. Tätä energiaa, joka vapautuu faasimuutoksen aikana, kutsutaan myös piileväksi lämmöksi (latent heat) ja sitä voidaan hyödyntää huoneen lämpömukavuuden parantamisessa ja siten myös vähentää ilmanvaihdon kuormitusta. (Puuinfo 2020c.)



Kuva 6. Yksinkertaistettu malli kosteuden ja lämmön siirtymisestä puussa. (Puuinfo 2020)

Kuvassa on esitetty yksinkertaistettu malli faasimuutoksesta, jossa piilevää lämpöä vapautuu, kun puu imee ilmasta kosteutta höyryn muodossa ja se sitoutuu nesteenä puumateriaalin huokosiin. Lämpöä puolestaan sitoutuu, kun

puu kuivuu ja huokosiin sitoutunut vesi muuttuu nesteestä höyryksi. (Puuinfo 2020c.)

Puun potentiaalia lämmöntasaajana on tutkittu jonkin verran ja niistä saadut tulokset vaikuttavat lupaavilta. Eräässä norjalaisessa projektissa selvitettiin puupintojen vaikutusta sisätiloissa ihmisen hyvinvointiin. Projektissa tutkittiin kuusen ja männyn VOC päästöjen vaikutusta, CLT-talon kosteus- ja lämpöpuskurointia ja simuloitiin mahdollisuutta käyttää puuta lämpöpatterina kylpyhuoneessa. Lämmityksen säästöt puun käyttämisestä kylpyhuoneessa olivat 296 kWh ja 320 kWh välillä paikasta riippuen. Säästöt perustuvat siihen, että puulla pinnoitetussa kylpyhuoneessa voidaan pitää 20 asteen lämpötilaa 23 asteen sijaan. Kun kylpyhuoneessa käydään suihkussa, nopea reaktio kasvaneen ilmankosteuden ja puupintojen välillä nostaa lämpötilaa noin kolmella asteella, lämmittäen tilan mukavaan lämpötilaan. Tulosten hyödyntäminen vaatii kuitenkin lisää tutkimusta ja hyvää suunnittelua. (Kraniotis ym. 2015.)

3.3 Antibakteerisuus ja puhdistettavuus

Puulla on luonnollisesti antibakteerisia ominaisuuksia. Erityisesti männyn antibakteeriset ominaisuudet ovat osoittautuneet tehokkaiksi Tiina Vaino-Kailan väitöskirjan tutkimuksissa. Väitöskirjassa verrattiin männyn ja kuusen sydän- ja pintapuuta lasiin, joka on neutraali materiaali, eikä sillä ole vaikutusta sen pinnalla oleviin bakteereihin. Puuta tutkittiin sekä kiinteänä tasona ja erillisinä komponentteina, kuten uuteaineina, ligniininä, selluloosana, hemiselluloosana ja VOCinä, jotta eri komponenttien vaikutukset saatiin selville. Kaikissa testeissä mänty oli antibakteerisempi kuin kuusi, vaikka myös kuusella oli antibakteerisia vaikutuksia lähes kaikkiin bakteereihin. Uuteaineiden poistaminen asetonilla laski puupinnan antibakteerisuutta, mutta ei poistanut sitä kokonaan. Puusta haihtuvilla orgaanisilla yhdisteillä todettiin olevan antibakteerisia ominaisuuksia useita eri tautia aiheuttavia bakteerikantoja kohtaan. Testissä käytetyn haihtuvien orgaanisten määrä oli huomattavasti suurempi mitä se olisi normaalissa puutalon huoneilmassa, tulokset olivatkin enemmän alustavia ja suuntaa antavia. (Vainio-Kaila 2017.)

Puu antibakteeristen ominaisuuksien hyödyntäminen on vielä vähäistä, koska puu mielletään huokoisuutensa takia usein vaikeasti puhdistaa. Puhdas Puu -

hanke on tehnyt tästä aiheesta hyvää tutkimusta, joka tuo uusia näkökulmia aiheeseen. Hankkeessa tutkittiin useilla ei menetelmillä, pinnoittamattoman ja pinnoitetun puupinnan hygieenisiä ominaisuuksia. Tutkimuksessa käytettiin pastakastiketta pintojen likaamiseen, jonka annettiin vaikuttaa 30 minuuttia ennen puhdistuksen aloittamista. Likaiset näytekappaleet puhdistettiin ikkuna-kuivaimella ja kertakäyttöisellä siivouspyyhkeellä, joka oli kostutettu pesuaineliuoksella. Tutkimuksen tuloksissa huomattiin, että pintojen orgaanisen lian määrä korreloi huonosti pinnalta löytyvän mikrobikasvuston kanssa. Vaikka käsittelemätön pinta näyttää visualisesti likaisemmalta kuin maalattu pinta (liite 4), löytyi kaikilta pinnoittamattomilta puupinnoilta vähemmän bakteereita. (Paajanen ym. 2019.)

3.4 Restoratiivisuus

Restoratiivisessa suunnittelussa hyödynnetään ympäristö- ja ekopsykologian tutkimustuloksia ja tavoitellaan parantavaa, terapeuttista, eheyttävää ja elvyttävää ympäristöä. Hyvin suunniteltu ympäristö vähentää henkistä väsymystä, parantaa tuotteliaisuutta ja auttaa palautumaan stressistä. Parhaimmillaan restoratiivinen tila on moniaistinen, missä pyritään poistamaan negatiiviset ärsykkeet sekä lisäämään sopivassa määrin positiivisia aistiärsykeitä. (Heino ym. 2014, 7, 24.)

Puun vaikutusta ihmiseen on tutkittu useissa kansainvälisissä ja kotimaisissa tutkimuksissa. Tutkimuksissa on käytetty psykologisia ja fysiologisia mittareita, kuten pulssin ja stressitasojen mittaamista, sekä mielipidemittausta ja subjektiivisia arvioita.

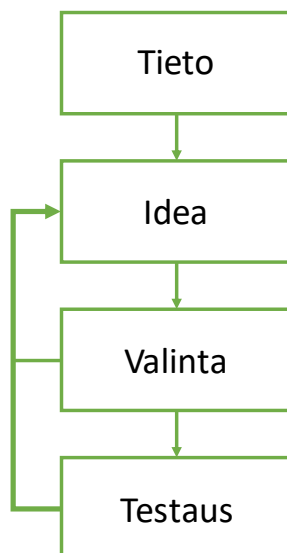
Kanadalaisessa tutkimuksessa selvitettiin puun ja huonekasvien stressiä lieventäviä vaikutuksia toimistoympäristössä. Tutkimiseen käytettiin neljällä eri tavalla sisustettua toimistoympäristöä: puuta ja kasveja, puuta ja ei kasveja, ei puuta ja kasveja sekä ei puuta ja ei kasveja (liite 5). Tutkimukseen osallistui 119 yliopisto-opiskelijaa, jotka ohjattiin yhteen neljästä huoneesta. Koehenkilöt olivat tulosten mukaan vähemmän stressaantuneita puuhuoneessa verrattuna puuttomaan huoneeseen. Kasveilla ei havaittu olevan samanlaista vaikutusta kuin puulla. Tämä voi johtua kasvien vähäisestä määrästä. (Fell 2010.) Samankaltaisia tuloksia on saatu myös itävaltalaisesta yli vuoden kestäneestä

koulututkimuksesta, jossa verrattiin neljää alakoulun luokkahuonetta. Kaksi luokkahuoneista oli verhoiltu puulla ja toiset kaksi oli puulla verhoilemattomia luokkia. Mittauksista selvisi, että oppilaiden aamuinen stressipiikki laantui puisessa luokkahuoneessa nopeasti eikä noussut uudestaan toisin kuin puuttomassa luokassa. Puisessa luokkahuoneessa oppilaiden syke oli keskimäärin 8600 lyöntiä alhaisempi päivän aikana ja stressin tuntemus pieneni. (Puuinfo d.)

Suomessa on myös tehty mielenkiintoista tutkimusta puun hyvinvointivaikutuksista työ- ja kouluympäristössä. Luonnonvarakeskuksen Wood for Good -hanke toteutti empiiriseen koeasetelmaan perustuvan tutkimuksen, jossa mitattiin puusisustuksen vaikutusta sisäympäristön laatuun ja puun psykologisia ja fysiologisia vaikutuksia ihmiseen. Hankkeen tulokset osoittavat, että puuhuoneessa ärtyneisyys aleni tutkimuksen aikana ja negatiivisia tunteita oli vähemmän kuin kontrollihuoneessa, jossa ei ollut lainkaan puuta. Myös kehon viireystila oli korkeammalla tasolla puuhuoneessa. (Muilu-Mäkelä 2021.) Wood for Good -hankkeen lisäksi Oulun yliopistolla ja Kuhmon kaupungilla on menossa Puurakentamisen terveystvaikutukset -tutkimushanke, jonka tutkimuskohteena on Kuhmon Tuupalan uusi puukoulu ja verrokkikouluna saman arkkitehtitoimiston suunnittelema betonirunkoinen koulu Vaalassa. Hankkeessa tutkitaan eroja sisäilman laadussa sekä fysikaalisia ominaisuuksia, kuten lämpötilan ja ilmankosteuden vaihtelu. Lisäksi koululaisten kokemaa stressiä ja sen lähteitä tutkitaan. Tavoitteena on selvittää, voiko puuympäristö lievittää koululaisten kokemaa stressiä. (Jokinen ym. 2020.) Hankkeen loppuraporttia ei ollut vielä julkaistu opinnäytetyön kirjoittamisen aikaan.

4 ELEMENTIN SUUNNITTELUPROSESSI JA TOTEUTUS

Tämän projektin suunnitteluprosessi etenee hyvin samalla tavalla kuin tyypillinen konseptimuotoilun prosessi. Hyvässä konseptimuotoilun prosessissa on kaksi vaihetta: ensin luodaan paljon konsepteja, ja toiseksi, valitaan niistä paras. Luovan vaiheen aikana yritetään prosessissa välttää ennenaikaista kritiikkiä ja luoda samalla mahdollisimman paljon ratkaisuehdotuksia. Kriittisessä vaiheessa ratkaisuja arvioidaan, yhdistetään toisiinsa ja kehitetään eteenpäin, kunnes ollaan valmiita sitoutumaan konseptiin. (Kettunen 2001, 60.)



Kuva 7. Konseptimuotoilun neljä vaihetta (Kettunen 2001, 60, soveltanut Suominen 2021).

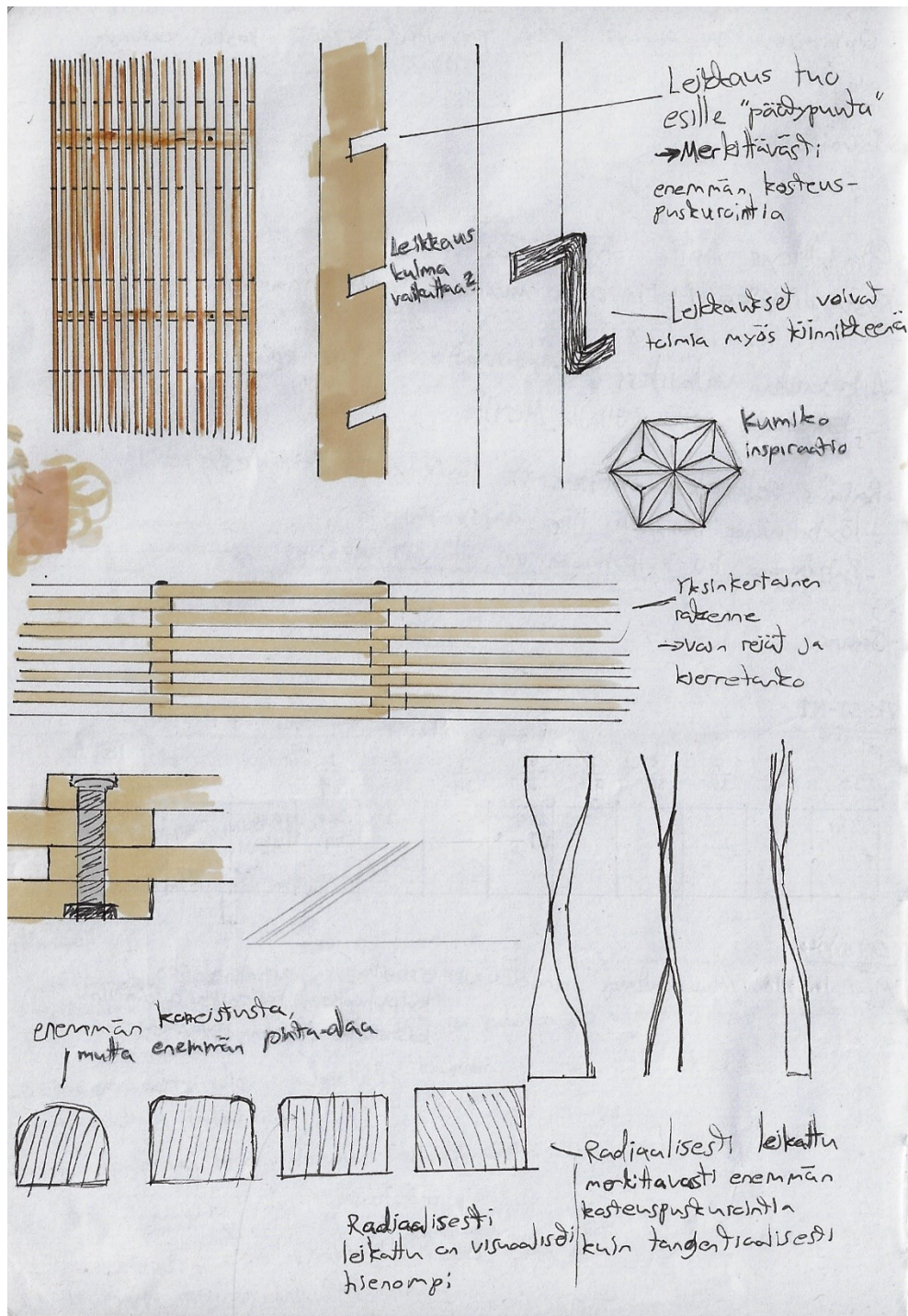
Konseptimuotoilun voi jakaa lähemmin tarkasteltuna myös neljään eri vaiheeseen: tieto, idea, valinta ja testaus. Tiedonkeruu vaiheessa selvitetään asiakkaan tarpeita, joiden perusteella määritetään tuoteominaisuudet ja asetetaan muotoilun tavoitteet. Ideoinnin vaiheessa ongelma eritellään usein helpommin hallittaviin osaongelmiin ja käytetään niiden ratkaisemiseen erilaisia ideointitekniikoita. Valintavaiheessa konsepteja karsitaan ja kehitetään systemaattisilla menetelmillä. Testaamalla konseptia yritetään varmistaa, että valittu ehdotus vastaa käyttäjien tarpeita. Jos testausvaiheessa huomataan jotain korjattavaa tai parannettavaa, voidaan palata edellisiin vaiheisiin ratkaisemaan nämä ongelmat. Testauksen tavoitteena on, että virheet käytössä tehdään ennen varsinaisen tuotteen valmistamista. (Kettunen 2001, 60, 87.)

4.1 Ideointi

Idea kosteuspuuskuroivasta ja sisäilmaa parantavasta seinäelementistä syntyi minulle jo vuonna 2019 kun tein tutkivaa kirjoitelmaa siitä, miten puun ominaisuuksilla voidaan vaikuttaa sisäilman laatuun. Silloin en kuitenkaan lähtenyt vielä kehittämään ideaa eteenpäin, koska tiesin sillä olevan potentiaalia opinnäytetyöksi, mutta en löytänyt sille toimeksiantajaa. Myöhemmin toimeksiantaja löytyi onneksi Xamkin Puusta hyvinvointi-innovaatioita -hankkeesta.

Pidimme hankkeen työryhmän kanssa ensimmäisen suunnittelukokouksen 1.6.2021, jossa kävimme läpi alkuperäistä ideaani seinäelementistä ja sitä, miten sen voi sovittaa hankkeen tavoitteisiin. Näissä kokouksissa oli mukana myös toimeksiantajan asiantuntijoina, Milla Sairanen ja Meri Valta. Hankkeen yhtenä työpakettina on puun kosteuspuskurointi- ja lämpöiihtyvyyssominaisuuksien tutkiminen, joten sovimme että seinäelementin suunnittelussa keskityttäisiin puun kosteuspuskurointi ominaisuuteen. Alustavasti sovimme myös, että puulajiksi valitaan Mikkelin puupolilla tehtävien testien (liite 6) perusteella parhaiten kosteutta puskuoiva puulaji ja se jätettäisiin pintakäsittelmättömäksi, sillä pintakäsittely heikentää kosteuspuskurointia. Testeissä ei kuitenkaan havaittu puulajien välillä merkittävää eroa (Sairanen 2021a), joten päädyimme myöhemmissä kokouksissa valitsemaan materiaaliksi männyn. Männyn valintaan vaikutti sen hyvä saatavuus, edullisuus ja muut positiiviset ominaisuudet. Kokouksessa mietittiin myös, että seinäelementti olisi hyvä olla modulaarinen, muunneltava ja helposti asennettava.

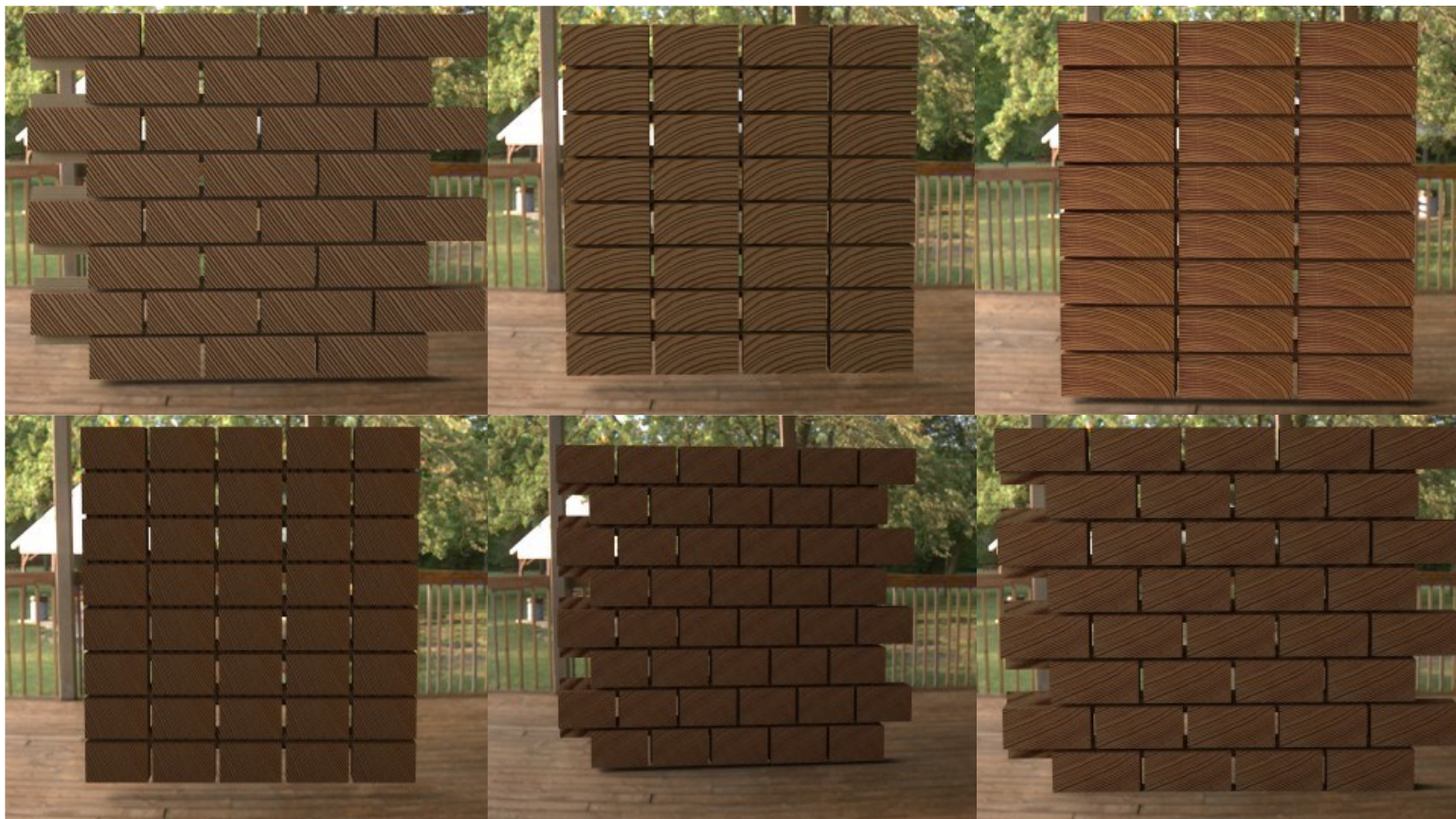
Kokous auttoi minua rajaamaan opinnäytetyötä ja aloin sen jälkeen tekemään uutta käsitekarttaa, viitekehystä ja tutkimussuunnitelmaa. Kokouksessa käytiin läpi myös hankkeen testiaikatauluja ja testipalojen kokoja. Hankkeen testiaikataulu auttoi minua rytmittämään eri vaiheita ja tekemään selkeitä välitavoitteita. Kokouksen jälkeen aloin työstää luonnoksia.



Kuva 8. Luonnoksia seinäelementistä. (Suominen 2021)

Seuraavassa suunnittelukokouksessa 20.8.2021, kävimme läpi tekemiäni luonnoksia ja kuvia (kuva 8), joista hain inspiraatiota suunnitteluun (liite 7). Luonnoksissa otin huomioon aikaisemmassa kokouksessa tulleita ideoita pinta-alan kasvattamisesta, poikkileikkauspinnan käyttämisestä ja modulaarisuudesta. Kokouksessa tuli esiin uusia näkökulmia ja ideoita, jotka veivät taas ideoita ja suunnitelmaa eteenpäin. Minua rohkaistiin tuomaan puun poikkileikkauspintaa enemmän esille seuraaviin luonnoksiin, koska sillä tavalla saataisiin seinäelementille maksimaalinen kosteuspuskurointi.

Seuraavia ideoita varten lähdin miettimään mikä olisi hyvä tapa käyttää päätypuuta ja päädyin lähestymään asiaa määrämittaisen höylätyn puutavaran kautta. Höylättyä puutavaraa saa useimmista puutavaraliikkeistä ja siitä saisi leikattua helposti tiilen kaltaisia palasia, joita pystyy yhdistämään toisiinsa kätevästi (liite 8).



Kuva 9. Renderöityjä kuvia eri tyylisistä seinäelementeistä. (Suominen 2021)

Esittelin renderöinnit (kuva 9) erinäköisistä tiilityylisistä seinäelementeistä 1.9.2021 pidetyssä suunnittelukokouksessa. Kokouksessa päätimme pysyä päätypuupaloista koostuvassa seinäelementissä ja jatkokehittää tätä konseptiä eteenpäin. Jatkokehitysideana kokouksessa syntyi kolmiulotteisuuden tavoittelemisen. Inspiraationa kolmiulotteisuudelle oli keraamiset laatat, joissa on usein pintatekstuuria. Kolmiulotteisuudella voitaisiin myös mahdollisesti lisätä elementin kosteuspuskurointia, koska se kasvattaa palikoiden pinta-alaa.

4.2 Valinta

Kun konseptiksi oli valikoitunut päätypuusta koostuva seinäelementti, johon tulee kolmiulotteisuutta, lähdin etsimään erilaisiin pintakuvioihin inspiraatiota

keraamisista laatoista ja seinäpaneloinneista (liite 9). Esittelin 10.9.2021 pidetyssä suunnittelukokouksessa hyväksi toteamiani pintakuviointivaihtoehtoja (liite 9). Kävimme niistä läpi eri muotojen hyviä ja huonoja ominaisuuksia, kuten valmistamisen monimutkaisuus ja se, muodostuuko laattoihin vaakatasoja, jotka keräisivät potentiaalisesti pölyä. Neliön mallisista vaihtoehtoista pidettiin, koska niillä voidaan tehdä enemmän variaatiota kokonaiskuvioon, kääntämällä niitä 90 asteella. Paloista haluttiin myös isompia, koska niillä saadaan helpommin täytettyä laajempi alue. Paksumman puumateriaalin, josta saisi leikattua n.100 x 100 mm kokoisia paloja, saatavuus on kuitenkin huono. Paksumassa materiaalissa on myös yleensä sydänpuu mukana, mikä aiheuttaa puun halkeilua. Tätä projektia varten päätettiin valmistaa aihioita itse, liimamalla kaksi 50 mm paksua lankkua toisiinsa ja höyläämällä siitä 95 x 95 mm kokoista parrua.

4.3 Toteutus ja testaus

Konseptisuunnittelun testausvaihe aloitettiin 17.9.2021 pidetyssä suunnittelukokouksessa, jossa päätettiin testata kolmella eri tyylisellä leikkauksella ja kaltevuuskulmalla olevia testipaloja. Tyyleiksi valittiin neljällä viisteellä oleva pyramidin, kahdella viisteellä oleva harjakaton ja yhdellä viisteellä oleva pulpettikaton malliin leikattuja palasia (liite 10). Testipalat valmistettiin sovituille mitoilla Mikkelissä, koska siellä oli valmiiksi kosteustasapainotettua materiaalia, mikä nopeuttaa testitulosten saamisessa. Testin tarkoitus on mitata minkälainen vaikutus eri leikkauksilla ja kaltevuuskulmilla on puskuroidiominaisuuksiin. Oletettavasti kaltevuuden kasvaessa, pinta-ala kasvaa ja puskuroidintekapasiteetti myös. Testitulosten perusteella pyramidin mallinen puskuroidi eniten, sitten pulpetin mallinen ja vähiten puskuroidi harjan muotoon leikattu pinta. Tulosten erot eivät kuitenkaan ole niin isoja, että sillä olisi merkittävää vaikutusta. (Sairanen 2021b.)

Visualisoinnin helpottamiseksi päätettiin tehdä paloja, joilla voi testilla helposti ja nopeasti eri yhdistelmiä. Pelkästään renderöidyillä kuvilla ei saa aina samanlaista käsitystä visuaalisesta kokonaisuudesta, kun fyysisillä mallikapaleilla.



Kuva 10. Testiaihoiden syysuunnat (Suominen 2021).

Koska päätypuupalat tehdään kahdesta liimatusta lankusta, päätin tehdä testejä, miten eri tavalla liimatut puut vaikuttavat ulkonäköön (kuva 10). Liimasin toiseen testiaihioon syysuunnan menemään samansuuntaisesti ja toiseen syysuunnat vastakkain. Liimaustavalla voidaan vaikuttaa yllättävän paljon yksittäisten palojen visuaaliseen ilmeeseen. Leikkasin aluksi kummastakin aihioista neljä tasapaksua palaa, joilla pystyy paremmin hahmottamaan miten niitä voi yhdistellä ja miltä eri yhdistelmät näyttävät (liite 11).



Kuva 11. Päätypuukokeilu (Suominen 2021)

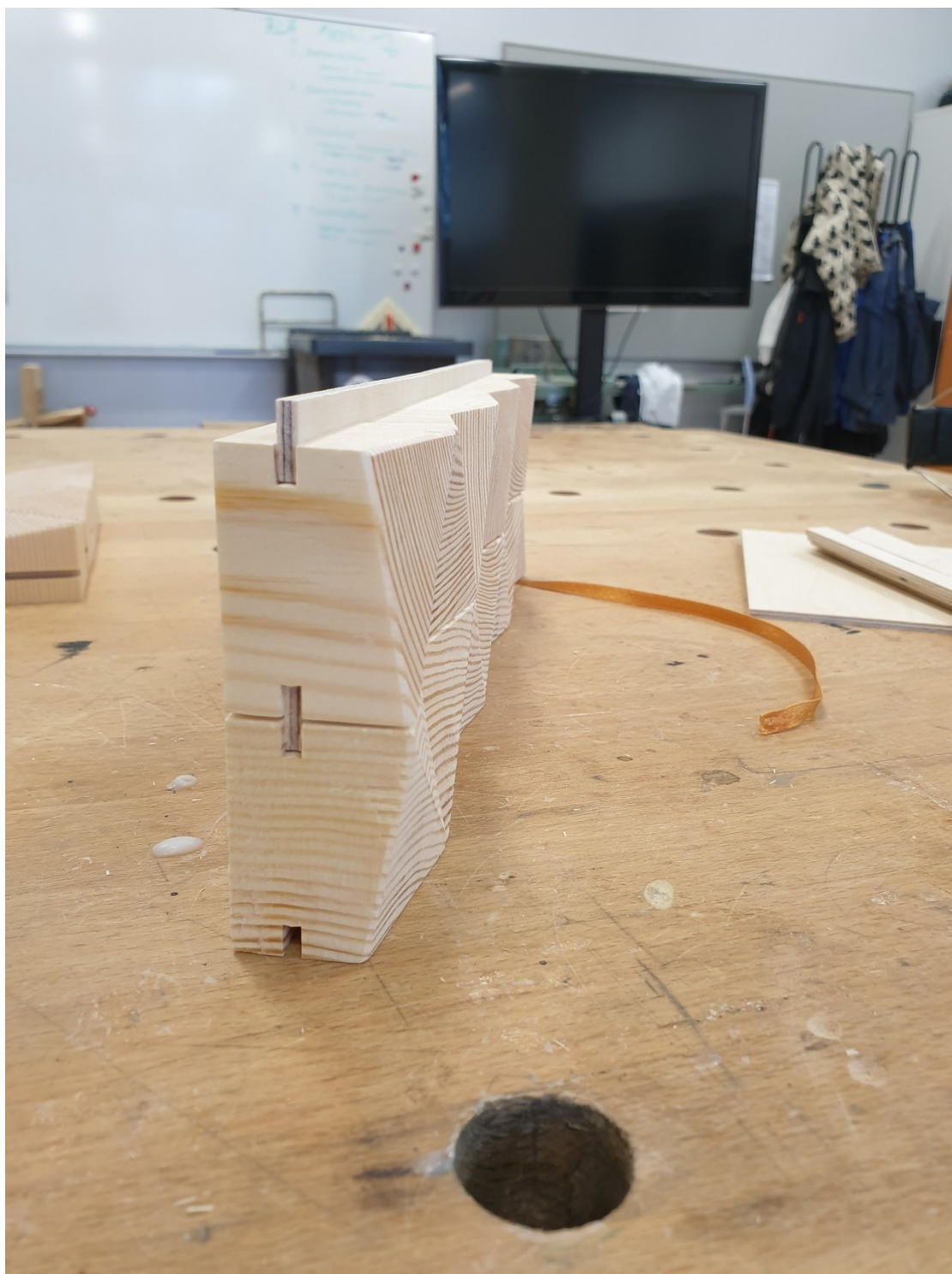
Orientoimalla paloja eri tavalla (kuva 11) voidaan saada aikaan hyvinkin erinäköisiä yhdistelmiä. Myös oksat vaikuttavat omalla tavallaan visualisukseen. Liimaustavasta syntyvät erot visualisukseen kuitenkin vähenevät, kun paloista aletaan kokoamaan isompaa kokonaisuutta. Tasaisten palojen lisäksi leikkasin neljä palaa jokaisesta testissä olevasta muodosta (liite 12).



Kuva 12. Leikkaustyyliä. (Suominen 2021)

Leikattujen muotojen kanssa syysuunnan merkitys vähenee entisestään. Kun kokeilin asetella testipaloja mahdollisimman moneen erilaiseen yhdistelmään (kuva 12), huomasin että yhden viisteen mallisesta palasta sai tehtyä enemmän mielenkiintoisia yhdistelmiä kuin muun muotoisista paloista. Tämä mahdollistaa vapaamman luovuuden käytön suuren mittakaavan seinäelementtiä tehdessä. Yhden viisteen palan valmistaminen on myös yksinkertaisempaa ja nopeampaa, koska sitä varten tarvitsee tehdä vain yksi leikkaus.

Isojen testipalojen lisäksi leikkasin useamman pienen testipalan, joihin testasin palojen liittämistä toisiinsa. Leikkasin pyörösahalla paloihin 5 mm syvät urat noin puoleenväliin paksuus suunnassa. Uraan upotetaan vaneria, joka yhdistää palat toisiinsa.



Kuva 13. Liitostesti (Suominen 2021)

Kuvassa 13 näkyvä uraliitos mahdollistaa puun elämisestä johtuvan liikkumisen, joka voi olla ongelmallinen, kun käytetään paljon poikkileikkauspintaa. Uraliitoksen tekemistä helpottaa se, että pyörösahalla leikatun uran leveys 3,6 mm on sama kuin uraan upotettava vanerin paksuus.



Kuva 14. Täysikokoisen prototyypin visualisointi (Suominen 2021)

Produktiovaiheessa ei tämän opinnäytetyön kirjoitusprosessin aikana päästy täyden koon seinäelementin mittaamiseen ja rakentamiseen, koska suuren mittakaavan testit on ajoitettu hankkeessa vuoden 2021 lopulle. Kaikki olennainen testaus ja taustatutkimus on kuitenkin tehty täysikokoista seinäelementtiä varten ja sen valmistaminen jatkuu opinnäytetyön palauttamisen jälkeen. Täysikokoisesta prototyypistä on tehty renderöinti, minkä avulla voidaan hahmottaa miltä se voisi näyttää käytössä (kuva 14, liite 13).

5 LUOTETTAVUUDEN ARVIOINTI

Tutkimusongelman ratkaisemiseksi keräsin paljon tietoa alan tutkimuksista, joita on tehty Suomessa ja ulkomailla jo vuosia hyvin systemaattisesti. Suunnittelussa tekemät valinnat olen pyrkinyt perustelemaan mahdollisimman hyvin käyttämällä hyväksi laajaa taustatutkimusta, jota olen tehnyt opinnäytetyötä varten. Lähteinä pyrin käyttämään tuoreita tutkimuksia ja ensikäden tietoa, jolloin sain mahdollisimman uutta tietoa ilman muiden tulkintaa.

Vaikka puun hyvinvointi- ja terveysvaikutuksia on tutkittu vaihtelevissa määrin 1960-luvulta lähtien, ovat monien tutkimusten otokset olleet melko pieniä, eikä niitä ole juurikaan toistettu. Lähteinä käyttämäni tutkimukset on kuitenkin tehty

johdonmukaisesti ja standardisoiduilla menetelmillä. Tutkimustulosten luotettavuutta parantaa se, että hyvin samankaltaisissa itsenäisissä tutkimuksissa ympäri maailmaa on päädytty useimmiten samankaltaisiin lopputuloksiin. Tutkimustuloksia puun kosteuspuskuroinnista voidaan pitää hyvin luotettavana, koska niistä saatava tieto on hyvin validoitua ja numeerista, eikä niihin ei jää paljoa tulkinnan varaa.

Vielä on kuitenkin liian aikaista sanoa kuinka hyvin seinäelementin kosteuspuskurointiominaisuudet toimivat isommassa mittakaavassa, koska testejä ei ole vielä päästy aloittamaan. Kaikki pienemmillä paloilla tehdyt testit kuitenkin osoittavat, että isommallakin mittakaavalla tulisi olemaan positiivinen vaikutus sisäilmaan. Nähtäväksi jää, kuinka suuri vaikutus yhdellä elementillä tulee olemaan.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Tutkimusasetelma opinnäytetyölle oli suunnitella Puusta hyvinvointi-innovaatioita -hankkeelle kosteuspuskuroiva seinäelementti, jonka suunnittelu perustuu puun ominaisuuksien tehokkaaseen hyödyntämiseen. Tavoitteena oli luoda kiinnostava ja miellyttävä lopputulos, joka myös toimii halutulla tavalla. Tutkimuskysymykseksi muodostui: miten suunnitellaan kosteuspuskuroiva elementti, joka on myös muotoilullisesti kiinnostava? Lisäkysymyksenä tutkimuksessa oli: Voiko pintakuvioinnilla lisätä elementin kosteuspuskurointia?

Muotoiluprosessi lähti käyntiin selvittämällä, mitä toimeksiantaja haluaa saada tältä projektilta. Seinäelementistä haluttiin mahdollisimman hyvin kosteutta puskuroiva ja sellainen mitä voitaisiin muokata tarpeen mukaan eri tiloihin sopivaksi. Selkeät tavoitteet auttoivat käsittekartan rajaamisessa ja siinä mitä ominaisuuksia lähdetään tutkimaan tarkemmin. Useamman suunnittelukierroksen jälkeen saatiin rajattua seinäelementin rakennetta koostumaan yksinkertaisesta profiiliin leikatuista päätypuupaloista. Testipaloja leikatessa huomattiin, että yksinkertainen leikkaus mahdollistaa useampien erinäköisten variaatioiden muodostamisen.

Hankkeen työryhmän kanssa pidettiin kesälomataukoa lukuun ottamatta viikoittaisia suunnittelukokouksia, joissa käytiin läpi opinnäytetyön edistymistä ja seinäelementin suunnittelua. Säännölliset suunnittelukokoukset toimeksiantajan kanssa ovat tärkeitä, koska silloin kummatkin osapuolet tietävät missä vaiheessa mennään. Tällöin vältetään käyttämästä liikaa resursseja sellaisten asioiden suunnitteluun, jotka eivät edistä yhteistyökumppanin tavoitteita. Säännölliset kokoukset auttoivat minua myös rytmittämään opinnäytetyön kirjoittamista, koska joka viikko tuli olla jotain uutta näytettävää.

Hanke oli aloittanut kosteuspuskurointitestejä jo ennen yhteistyötäni heidän kanssansa. Hankkeen testeissä oli tutkittu neljää eri puulajia (mänty, kuusi, koivu, haapa) eri tavoin työstettynä. Hankkeen tulokset olivat linjassa muun alalla tehdyn tutkimuksen kanssa, eli poikkileikkauspinnan kosteuspuskurointi on merkittävästi suurempaa. Seinäelementtiä varten tutkittiin lisäksi erilaisilla viisteillä leikattuja paloja, jotta saataisiin selville kuinka paljon viisteellä tuleva pinta-alan suurennus vaikuttaa kosteuspuskurointiin. Alustavissa tuloksissa ei kuitenkaan havaittu merkittävää eroa testipalojen kosteuspuskuroinnissa. Paras tapa lisätä pinta-alaa on päästää ilma kulkemaan vapaasti elementin kummallekin puolelle.

Aika varhaisessa vaiheessa projektia huomattiin, että täysikokoisen prototyypin tutkimustuloksia ei ehditä saada ennen opinnäytetyön palauttamista. Tämä kevensi työtaakkaani, sillä voisin keskittyä enemmän opinnäytetyön kirjoittamiseen ja aloittaa täysikokoisen prototyypin rakentamisen vasta opinnäytetyön palauttamisen jälkeen.

7 POHDINTA

Seinäelementin kehittäminen jatkuu seuraavaksi täysimittaisen prototyypin valmistamisella ja testaamisella. Jatkokehityksessä voitaisiin miettiä materiaalien käyttöä kiertotalouden kannalta. Monilta sahoilta saattaisi saada edullisesti ylimääräisiä leikkuupätkiä tai jotain lautoja, jotka eivät täytä tiettyjä laatu-kriteereitä, mutta kelpaavat seinäelementin käyttöön. Normaalisti ylimääräinen ja huonolaatuinen puutavara menee poltettavaksi energiapuuksi. Seinäelementissä puutavara pysyisi käytössä ja hiilidioksidi pysyisi varastoituna siinä. Yksi käyttökohde seinäelementille on kosteat kylpyhuonetilat. Näissä tiloissa

voisi tutkia, tuleeko ongelmia siitä, että kosteus tiivistyy joillekin pinnoille ja aiheuttaa potentiaalista homehtumisvaaraa.

Kokonaisuudessaan opinnäytetyöprosessi opetti minulle uusia suunnittelutyökaluja ja prosesseja, joista on varmasti hyötyä myös tulevaisuudessa. Myös hyvin tehdyn suunnitelman tärkeys ja selkeän aikataulun hyödyt tulivat hyvin esille tätä projektia tehdessä. Opin myös, kuinka tärkeää on laajan taustatutkimuksen tekeminen ennen suunnittelutyön aloittamista.

Tämän aiheen ympäriltä riittää varmasti vielä mielenkiintoista tutkittavaa. Alkuperäisessä suunnitelmassa minulla olikin tarkoituksena tutkia, voidaanko joillakin pintakäsittelyillä parantaa puhdistettavuutta vähentämättä kuitenkaan kosteuspuskurointia merkittävästi, tai miten puun värjääminen petseillä tai luonnollisilla pigmenteillä vaikuttaa sen ominaisuuksiin. Nämä tutkimuskysymykset olisivat kuitenkin tehneet opinnäytetyöstä liian laajan. Alkuperäisessä suunnitelmassa minulla oli myös tarkoitus yhdistää seinäelementtiin funktionaalisuutta modulaaristen hyllyjen avulla. Alkuperäisen visioni jatkokehittämiseen ja eteenpäin viemiseen sain tästä opinnäytetyöstä paljon uutta tietoa ja hyviä suunnittelutyökaluja.

LÄHTEET

Anttila, P. 1993. Käsityön ja muotoilun teoreettiset perusteet. Helsinki: WSOY.

Anttila, P. 2000. Tutkimisen taito ja tiedonhankinta: Taito-, taide- ja muotoilualojen tutkimuksen työvälineet. Helsinki: Akatiimi.

Ball, R., Killerby, S & Ridoutt, G. 2002. Wood in the interior office environment: Effects on interpersonal perception. *Forest Products Journal*, vol. 52, pp. 23–30. Saatavilla: https://www.researchgate.net/publication/285884892_Wood_in_the_interior_office_environment_Effects_on_interpersonal_perception [viitattu 28.9.2021].

Fell, D. 2010. Wood in the human environment : restorative properties of wood in the built indoor environment. University of British Columbia. Forestry. Thesis. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://dx.doi.org/10.14288/1.0071305> [viitattu 10.10.2021].

Harju, A., Möttönen, V., Heräjärvi, H., Hyttinen, M., Lampela, J., Pasanen, P. & Sivula, A. 2021. Massiivipuun päästöt sisäilmaan: Kirjallisuuskatsaus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 17/2021. Luonnonvarakeskus. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/547270/luke-luobio_17_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Heino, P., Häkkinen, J., Lindroos, H., Nousiainen, M., Valta, M. & Vidal, D. 2014. Restoratiivisen ympäristön suunnittelu. Kouvola: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://issuu.com/restoratiiveenvironment/docs/restoratiivisen_ymp_ri_st_n_suunni

Ilmasto-opas. 2018. Kestävä suunnittelu vähentää tuotteiden ilmastovaikutuksia. WWW-dokumentti. Päivitetty 2.11.2018. Saatavissa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/e25090fe-19b6-40ae-a65b-78b901433a2a/kestava-suunnittelu-vahentaa-tuotteiden-ilmastovaikutuksia.html> [viitattu 8.9.2021].

Jokinen, E., Kilpeläinen, P & Määttä, T. 2020. Puurakentamisen Terveysvaikutukset. Puuteollisuuden hankeportaali. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.hankeportaali.fi/hankkeet/248-puurakentamisen-terveysvaikutukset> [viitattu 11.10.2021]

Kettunen, I. 2001. Muodon palapeli. Helsinki: WSOY.

Kiertovoima ry. 2021. Puun lajitteluohje. Saatavissa: <https://www.kier-ratys.info/puu/> [viitattu 19.9.2021].

Knox, A. & Parry-Husbands, H. 2018. Workplaces: Wellness+Wood=Productivity. Pollinate. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://makeitwood.org/documents/doc-1624-pollinate-health-report---february-2018.pdf> [viitattu 11.10.2021]

Korhonen, H. & Lintunen, M. 2003. Hyvä sisäilma. Helsinki: Like

Koskinen, P. Opetus.tv. 2020. Aineen olomuodot ja olomuodonmuutokset. Saatavissa: <https://opetus.tv/yliopisto/fysiikka/termodynamiikka/aineen-olomuodot-ja-olomuodonmuutokset/> [viitattu 18.10.2021]

Kraniotis, D., Nyrund, A., Englund, F & Nore, K. 2015. Moisture buffering, energy potential and VOC emissions of wood exposed to indoor environments. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/283267222_Moisture_buffering_energy_potential_and_VOC_emissions_of_wood_exposed_to_indoor_environments [viitattu 6.10.2021]

Künzel, M., Holm, A., Sedlbauer, K., Antretter, F & Ellinger, M. 2004. Moisture buffering effects of interior linings made from wood or wood based products. IBP Report HTB-04/2004/e. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://wufi.de/literatur/K%C3%BCnzel,%20Holm%20et%20al%202004%20-%20Moisture%20buffering%20effects%20of%20interior.pdf> [viitattu 5.10.2021]

Naava. 2020. Biofilia – Rakkautemme luontoon. Saatavissa: <https://www.naava.io/fi/editorial/biofilia-rakkautemme-luontoon> [viitattu 11.10.2021]

Paajanen, O., Rohumaa, A., Takkunen, J., Harju, A., Venäläinen, M., Seppä, J., Pasanen, P & Vainio-Kaila, T. 2019. Loppuraportti Puhdas Puu- hanke. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.hankeportaali.fi/assets/files/uploads/file-201.pdf> [viitattu 8.10.2021]

Papanek, V. 1970. Turhaa vai tarpeellista? Helsinki: Kirjaryhmä.

Puuinfo. 2020a. Puu sisäilman kosteuden tasaajana. WWW-dokumentti. Päivitetty 24.6.2020. Saatavissa: <https://puuinfo.fi/puutieto/puun-sisailmavaikutukset/puu-sisailman-kosteuden-tasaajana/> [viitattu 8.9.2021].

Puuinfo. 2020b. Tutkittua tietoa männyn ja kuusen terveysvaikutuksista. WWW-dokumentti. Päivitetty 24.6.2020. Saatavissa: <https://puuinfo.fi/puu-tieto/puun-sisailmavaikutukset/tutkittua-tietoa-mannyn-ja-kuusen-terveysvaikutuksista/> [viitattu 8.9.2021].

Puuinfo. 2020c. Puupintojen vaikutukset lämmöntasaajana – tutkimustuloksia. WWW-dokumentti. Päivitetty 24.6.2020. Saatavissa: <https://puuinfo.fi/puu-tieto/puun-sisailmavaikutukset/puupintojen-vaikutukset-lammontasaajana-tutkimustuloksia/> [viitattu 5.10.2021].

Puuinfo. 2020d. Puupintojen terveysvaikutukset sisätiloissa – tutkimustuloksia. WWW-dokumentti. Päivitetty 23.3.2021. Saatavissa: <https://puuinfo.fi/puu-tieto/puun-sisailmavaikutukset/puupintojen-terveysvaikutukset-sisatiloissa-tutkimustuloksia/> [viitattu 10.10.2021].

Rakentaja.fi. 2021. Sanasto. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://www.rakentaja.fi/sanasto/kaluste_kiintokaluste_61.htm [viitattu 8.9.2021].

Sairanen, M. 2021. Kehitysinsinööri. Sähköpostiviesti 11.10.2021. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu.

Sairanen, M. 2021b. Kehitysinsinööri. Sähköpostiviesti 19.7.2021. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu.

SFS-EN 13698-1. 2004. Standardien verkkokauppa. Saatavissa: <https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/6888.html.stx> [viitattu 8.9.2021]

Suomen biohiilyhdistys. 2021. Saatavissa: <https://www.suomenbiohiili.fi> [viitattu 26.9.2021]

Suomen biokierto ry 2021. Mitä tarkoittaa ekologinen?. WWW-dokumentti. Saatavilla: <https://www.biokierto.fi/mita-tarκοittaa-ekologinen/> [viitattu 8.9.2021].

Sitra. 2015. Sitran trendit: Hyvinvointi korostuu. Julkaistu 19.1.2015. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/uutiset/sitran-trendit-hyvinvointi-korostuu/> [viitattu 8.9.2021].

Sitra. 2020. Megatrendit 2020. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://media.sitra.fi/2019/12/15143428/megatrendit-2020.pdf> [viitattu 5.10.2021].

Sitra. 2021. Tulevaisuussanasto. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/tulevaisuus-sanasto/> [viitattu 27.9.2021].

Vainio-Kaila, T. 2017. Antibacterial properties of Scots pine and Norway spruce. Aalto-yliopisto. Biotuotteiden ja biotekniikan laitos. Väitöskirja. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-60-7620-1> [viitattu 7.10.2021]

Valta, M. 2021. Projektipäällikkö. Sähköpostiviesti 15.6.2021. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu.

KUVALUETTELO

Kuva 1. Käsitekartta seinäelementin suunnitteluun. Suominen, A 2021.

Kuva 2. Kehämallinen viitekehys. Suominen, A 2021.

Kuva 3. Tuotteen funktiokokonaisuus. Papanek 1970, 25; soveltanut Suominen 2021.

Kuva 4. Materiaaleihin liittyvät mielikuvat. Knox, A & Parry-Husbands, H. 2018. Saatavissa: <https://makeitwood.org/documents/doc-1624-pollinate-health-report---february-2018.pdf> [viitattu 11.10.2021]

Kuva 5. Puun kosteuspuskurointiarvoja käsittelevä kaavio. Puuinfo 2020. Päivitetty 24.6.2020. Saatavissa: <https://puuinfo.fi/puutieto/puun-sisailmavaikutukset/puu-sisailman-kosteuden-tasaajana/> [viitattu 8.9.2021].

Kuva 6. Yksinkertaistettu malli kosteuden ja lämmön siirtymisestä puussa. Puuinfo 2020. Päivitetty 24.6.2020. Saatavissa: <https://puuinfo.fi/puu-tieto/puun-sisailmavaikutukset/puupintojen-vaikutukset-lammontasaajana-tutkimustuloksia/> [viitattu 5.10.2021].

Kuva 7. Konseptimuotoilun neljä vaihetta (Kettunen 2001, 60, soveltanut Suominen 2021).

Kuva 8. Luonnoksia seinäelementistä. Suominen, A 2021.

Kuva 9. Renderöityjä kuvia eri tyylisistä seinäelementeistä. Suominen, A. 2021.

Kuva 10. Testiaihioiden syysuunnat. Suominen, A. 2021.

Kuva 11. Päätypuukokeilu. Suominen, A. 2021.

Kuva 12. Leikkaustyyli. Suominen, A. 2021.

Kuva 13. Liitostesti. Suominen, A. 2021.

Kuva 14. Täysikokoisen prototyypin visualisointi. Suominen, A 2021.

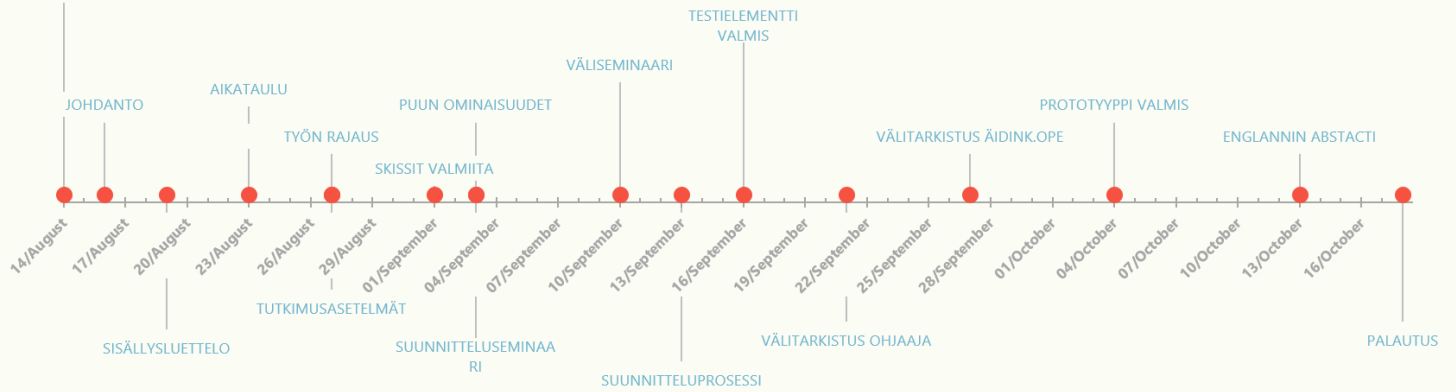
Käsittekartta opinnäytetyön suunnitelmaan. (Suominen 2021)



Opinnäytetyön aikajana. (Suominen 2021)

Opinnäytetyö

AIKAJANA



Puun syysuunnat. (Suominen 2021)



Transverse plane
Poikkileikkauspinta

Radial
plane
Radiaalinen
pinta

Tangential
plane
Tangentiaalinen
pinta

Kuva käsittelemättömän männyn värjäytymisestä verrattuna maalattuun männytyn. (Juha Takkunen 2019)



Neljä eri testiympäristöä. (Fell 2010)



Testikammio kosteuspuskuroinnin mittaamiseen. (Milla Sairanen 2021)



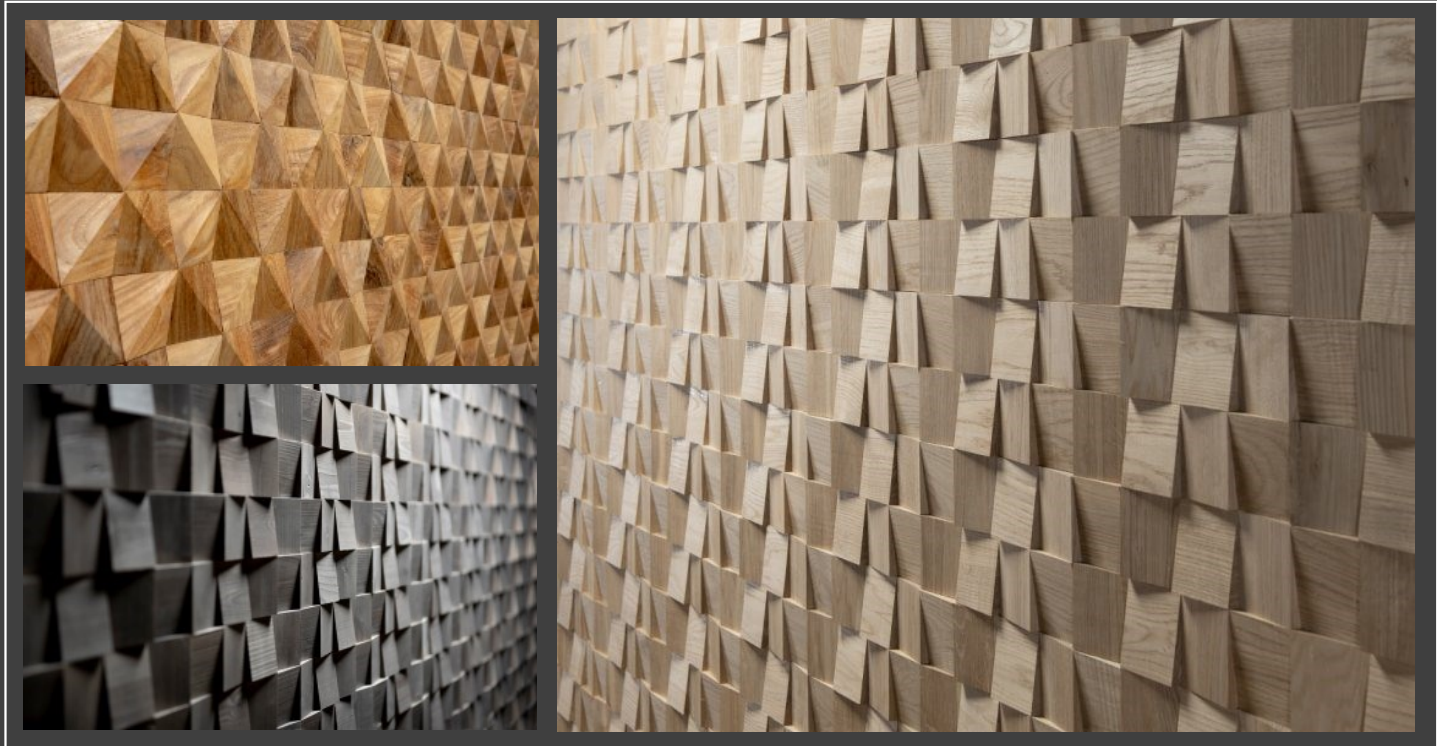
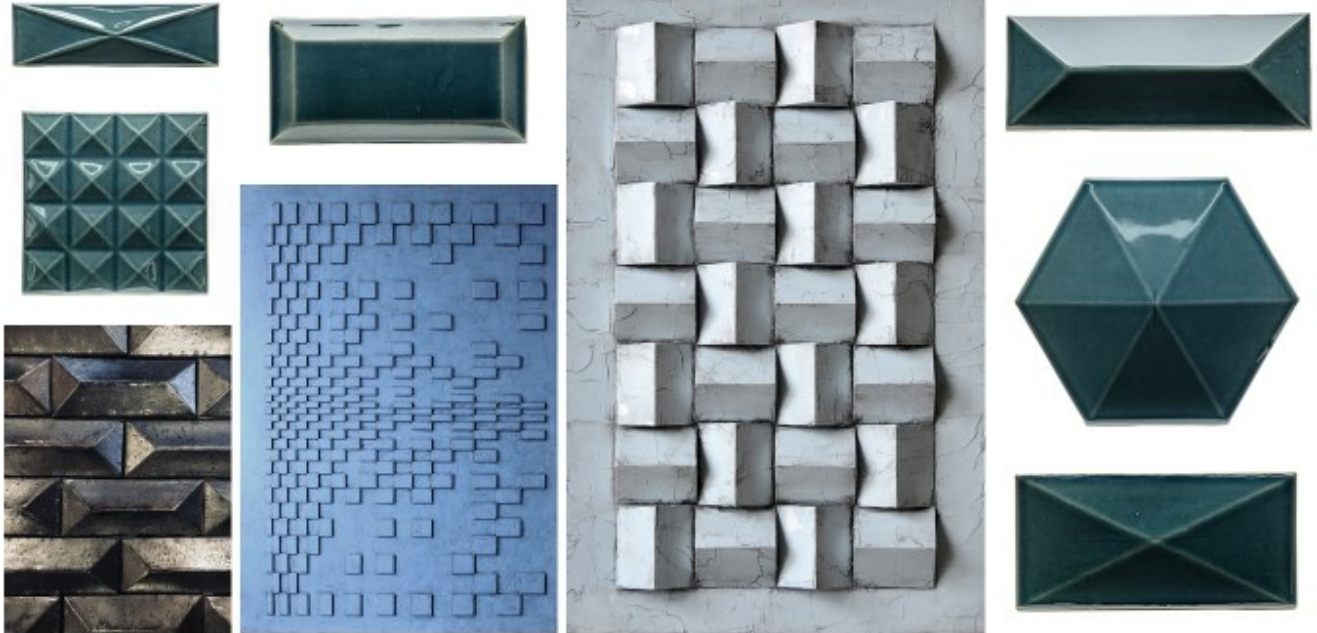
Moodboard. (Suominen 2021)



Tiilityyli. (Suominen2021)

The image shows a large table with 6 columns and 10 rows. All the text within the table cells is redacted with dark gray rectangular boxes. The table is centered on the page and occupies most of the width and height of the content area.

Moodboard laatoista (Aapo Suominen 2021)



Eri mallisia testikappaleita (Matti Kilpiäinen 2021)



Syysuuntakollaasi (Aapo Suominen 2021)



Pinnanmuodot (Aapo Suominen 2021)



Täysikokoisen prototyypin visualisointi. (Aapo Suominen 2021)

