

Vappumaaria Tuhkanen

IDEASTA TUOTTEEKSI

Lämpömuovattavasta puulevyvalmisteesta sisustustuotteeksi

TERMO-projektin kirjallinen selvitystyö 30.11.2010 Lahden ammattikorkeakoulu Muotoilu- ja taideinstituutti



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Lahti University of Applied Sciences



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULUN MUOTOILU- JA TAIDEINSTITUUTTI
TERMO-projektin kirjallinen selvitys 30.11.2010
Vappumaaria Tuhkanen

IDEASTA TUOTTEEKSI

Lämpömuovattavasta puulevyvalmisteesta sisustustuotteeksi

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 TOIMEKSIANTO JA TOIMEKSIANTAJA	6
2.1 Alustava brief	6
2.2 Termolevyprojekti	6
2.3 Tutkimushankkeen tavoitteet	6
2.4 Toimijat	6
3 TERMOLEVY	8
3.1 Innovaatio	8
3.2 Tuotteen nykytila	9
4 TERMOLEVYN OMINAISUUDET	11
4.1 Rakenne	11
4.2 Ydinmateriaalina ABS-muovi	11
4.3 Valmistustekniikka	12
4.4 Lämpömuovautuvuus tuoteominaisuutena	13
5 TERMOLEVYN MAHDOLLISIA KÄYTTÖ-YMPÄRISTÖJÄ JA SOVELLUSALUEITA	14
5.1 Rakennusteollisuuden materiaalina	14
5.2 Sisustuspaneelijärjestelmät	14
5.3 Väliseinäratkaisut	14
5.4 Kosteat tilat	14
5.5 Uudet sovellutukset	15
5.6 Muut sovellusalueet	15
6 TERMOLEVY, SISUSTUSLEVYT	16
6.1 Nykytarjonnan pohdiskelua	16
Ply Sisustuselementit	16
Kokoa- sisustuslevysarja	17
Pop-sisustuslevymallisto	19
6.2 Termolevyn tarjoamat mahdollisuudet	20
6.3 Analyysi	20
6.4 Tuotekehitystarpeet	21
7 SUUNNITTELUN TAVOITTEET JA RAJAUS	22
7.1 Toiminalliset tavoitteet	22
7.2 Käyttöympäristöt	22
7.3 Valmistustekniset tavoitteet	22
7.4 Muuntojoustavuus	22
7.5 Esteettisvisuaaliset tavoitteet	22
7.6 Ympäristötavoitteet	23
7.7 Rajaus	23

8 SUUNNITTELUPROSESSI	24
8.1 Suunnittelumenetelmistä	24
8.2 Sisustuslevy	25
8.3 Tilanjakaja	28
8.4 Ideakuvat	30
9 LOPPUTULOS	32
9.1 Esittely	32
9.2 Tuote eri käyttöympäristöissä	34
10 JATKOKEHITYS	36
10.1 Tuotevariaatio	36
10.2 Uudet sovellusalueet	36
10.3 Muunneltavuus	36
10.4 Jatkotutkimusalueita	37
11 ARVIOINTI	38
11.1 Tuote	38
11.2 Prosessi	38
11.3 Palaute	38
KIITOKSET	40
LÄHTEET	41

1 JOHDANTO

Ideasta tuotteeksi; Lämpömuovattavasta puulevyvalmisteesta sisustustuotteeksi -selvitystyö liittyy osana Lahden ammattikorkeakoulun Termolevy-projektiin. Työssä tutkitaan millaisia uusia mahdollisuuksia Lahden ammattikorkeakoulun tekniikan koulutusalan kehittämä ja patentoima muotopuristeiden valmistusmenetelmä luo muotoilijalle.

Puun käyttö sisustuksessa on kasvussa. Uudet teknologiat ja materiaalit mahdollistavat siirtymisen kaksiulotteisten pintojen maailmasta yhä vapaanpiin ja kolmiulotteisempiin muotoihin. Tämä työ pyrkii osaltaan selvittämään uuden materiaalin ja muodon rajapintaa, kuinka Termolevy taipuu entistä kolmiulotteisimpiin muotoihin ja millaisissa tuotteissa materiaalin ominaisuudet tulevat parhaiten esille. Työssä keskitytään sisustuslevyratkaisuihin. Teoriapohjana sovelletaan projektin aikaisempia tutkimustuloksia ja raportteja käyttäen niitä suunnittelun pohjana.

2 TOIMEKSIANTO JA TOIMEKSIANTAJA

2.1 Alustava brief

Toimeksianto liittyy projektin osatavoitteeseen selvittää, kuinka uusi muotopuristetekniikka lisää muotoilun mahdollisuuksia. Selvitystyön yhtenä tarkoituksena on kehittää uusia tuoteideoita Termolevy-materiaalista valmistettaville sisustustuotteille. Työ sisältää ideointia käyttökohteista sekä tuotteiden 3D-mallinnuksia. Selvitystyö alkoi 1.4.2010 ja päättyy 30.11.2010, jolloin kirjallinen selvitystyö on valmis. Toimeksiannossa toivottiin myös ehdotusta projektin omaan käyttöön suunnitellusta käyttö- tai sisustusesineestä. Syksyllä 2010 toimeksiantaja voi harkita protomallin valmistamista yhdestä tuotteesta luonnosten perusteella.

2.2 Termolevyprojekti

Termolevyprojektissa on kyse Lahden ammattikorkeakoulun tekniikan koulutusalan kehittämistä ja patentoimasta muotopuristeiden valmistusmenetelmästä, joka mahdollistaa uudenlaisten huonekalu- ja sisustustuotteiden muotoilun sekä valmistamisen termomuovattavista puulevyvälineistä. (Termomuovattavat puulevyvälineet 2010).

2.3 Tutkimushankkeen tavoitteet

Tutkimushanke jakautuu pää- ja osatavoitteisiin. Projektin päätavoitteena on luoda uusi kilpailukykyinen muoto-osien tuotantomenetelmä massaräätälöityjen tuotteiden valmistukseen. Tavoitteena on myös kehittää menetelmä, jolla voidaan valmistaa aikaisempaa voimakkaammin taivutettuja muotopuristeita. Projektissa pyritään löytämään keinoja lämpömuovattavan puuviilupintaisen levyn kehittämiseksi siten, että valmistusprosessi tapahtuisi esivalmisteluineen samassa tuotantoyksikössä. Vaihtoehtoisesti kehitetään kalusteteollisuuden verkostopohjaista toimintamallia. (Termomuovattavat puulevyvälineet 2010.)

Yrityskohtaisiin jatkohankkeisiin liittyvät esiselvitystyöt ovat viilujen modifiointi, muotoilun mahdollisuuksien lisääminen uudella muotopuristusteknologialla sekä menetelmän automatisointiin liittyvät selvitykset. Projektin toteutusaika on 1.4.2008 – 31.12.2010. (Termomuovattavat puulevyvälineet 2010.) Menetelmän patentti kuuluu Lahden ammattikorkeakoululle ja sen käyttöoikeudet ovat Suomessa tutkimushankkeen rahoitukseen osallistuneilla osapuolilla (Termomuovattavat puulevyvälineet 2010).

2.4 Toimijat

Lahden ammattikorkeakoulu, Muotoilu- ja taideinstituutti; sisustusarkkitehti, Lahden ammattikorkeakoulu, tekniikan ala; muovitekniikka sekä Tampereen teknillinen yliopisto; Muovi- ja elastomeeritekniikka ovat tutkimuslaitoksina Termoprojektissa mukana.

Projektin pääyhteistyökumppaneina toimivat Huonekalutehdas Korhonen Oy, P.O. Korhonen Oy, UPM-Kymmene Wood Oy sekä Vilkon Oy. Hankkeen rahoittajina ovat Tekes, Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR) sekä teollisuus. (Termomuovattavat puulevyvälineet 2010.)

Projektin työryhmän jäseninä Lahden ammattikorkeakoulusta toimivat hankkeen projektipäällikkö Jari Suominen sekä ohjaaja Pirkko Järvelä. Tampereen teknillisestä yliopistosta mukana ovat ohjaaja Pentti Järvelä ja tutkija Tiina Neva. (Termomuovattavat puulevyvalmisteet 2010.)

Projektin tutkijoina toimivat Lahden ammattikorkeakoulun tekniikan alan insinööriopiskelijat: Henri Paulakoski, tutkimusaihe: Termomuovattavat puulevyvalmisteet Muottivalinta, 2009 Asko Sievänen, tutkimusaihe: Termomuovattavat puulevyvalmisteet ABS-muovin ja koivuviilun liimaus muotopuristeissa, 2010. Antti Patrikainen, tutkimusaihe: Termomuovattavat puulevyvalmisteet, Viilun murtovenymän parantaminen 3D-muotopuristuksessa, 2010.

Myöhemmin valmistuvat selvitystyöt:

Antti Lankinen, tutkimusaihe: tuotekestävyys

Jyri Pekkanen, tutkimusaihe: muotopuristeiden valmistaminen

Kari Härkönen, tutkimusaihe: sisustuslevyratkaisut

3 TERMOMOLEVY

3.1 Innovaatio

Termomuovattava puulevy on Lahden ammattikorkeakoulun tekniikan koulutusalan kehittämä ja patentoima muotopuristeiden valmistusmenetelmä. Termolevy on uusi puukomposiittilevy, jonka rakenne muodostuu pinta- ja ydinosista. Ydinmateriaalia muuntelemalla voidaan vaikuttaa tuotteen ominaisuuksiin (Suominen 2010, 3). Tässä työssä tarkastellaan levyrakennetta, jonka pintaosat ovat ohutta puuviilua ja ydinmateriaali ABS-levyä. Molempien materiaalien yhteisen ominaisuuden eli lämpömuovautuvuuden sekä uuden valmistusmenetelmän avulla pystytään suunnittelemaan ja toteuttamaan helposti työstettävä ja uudenlaisiin muotoihin sekä käyttötarkoituksiin soveltuvia tuotteita. Projektissa on tutkittu ja kehitetty puukomposiittilevymateriaalin ominaisuuksia, valmistusta sekä luotu kokonaan uusi murtovenymien testausmenetelmä (Patrikainen 2010, 21).



KUVA 1. Tuisku-vadin koepuriste Termolevystä (Lankinen 2010, 13).



KUVA 2. Tuisku-vati ohutviiluvaneri, design Petri Vainio, 2002 (Ylimaula 2002, 157).

3.2 Tuotteen nykytila

Termoprojektissa on tutkittu levyn muovausmahdollisuuksia eri puristusmenetelmillä, joista alipainetekniikalla tehdyt koekappaleet ovat osoittautuneet parhaimmiksi. Koepuristuksissa on käytetty pääasiallisesti Petri Vainion vuonna 2002 suunnittelemien koivuohutviiluvaneristen Tuisku- ja Uni-vatien muotoja. Näissä vadeissa muodot ovat levittyviä ja soveltuvat koemalleiksi Termolevyn muotoiltavuuden tutkimiseen (Patrikainen 2010, 33). Näiden koepuristemallien lisäksi levystä on tehty myös joitain muitakin koemalleja.

Parhaiten koepuristukset ovat onnistuneet Tuisku-muodolla. Tuiskun muodot ovat riittävän loivia. Materiaalina koekappaleissa on käytetty 0,6-mm koivuviilua sekä ABS-levyä, jonka paksuudet ovat vaihdelleet 2–4 mm välillä. Termolevyille on tehty myös taivutus- ja pitkäaikaisrasitus eli virumatestejä suorilla kappaleilla (Lankinen 2010, 13, 18). Olennaisena tutkimuskohteena on ollut viilun murtovenymän määrittäminen eli kuinka jyrkän kolmeen suuntaan taipuvan muodon viilu kestää repeämättä. Projektissa on tutkittu murtovenymää käyttäen erilaisia viiluja kuten teknisiä ja 3D-viiluja, eri puulajeja sekä eripaksuisia viiluja. Erittäin tärkeäksi tekijäksi on prosessissa muodostunut käytettävä liima sekä viilun venymistä edesauttavat rakenteet viilun ja muovilevyn välissä.



KUVIO 1. Murtovenymätalukko (Lankinen 2010, 3).

Viimeisimmät tutkimustulokset on tehty itseliimatulle fleece-viilulle (rakente: 0,6 mm koivuviilu+ PWG VC300+ sekä VC150+ fleece). Pintaviilun murtovenymäksi tällä rakenteella saatiin 2,7 %. Verrattaessa murtovenymää kaupalliseen Rampportin fleece-kankaalla vahvistettuun viiluun, jonka murtovenymä on 3,8 %, jäädään vielä toistaiseksi heikompiin taivutusominaisuuksiin (Lankinen 2010, 3–4).

Koepuristuksissa on tuottanut haasteita myös viilun ryppyntyminen, joka vaikuttaa osaltaan myös tuotesuunnitteluun. Erityisesti Uni-muodossa, vaikkakin viilun murtovenymä ei ylity, esiintyy vadin alapinnassa ryppyntymistä; muodot ovat jyrkkiä eikä valmistusmenetelmässä

käytettävän silikonimaton puristusvoima riittää voimakkaisiin muotoihin. Myös viilun tarttumisessa muoviin on ilmennyt ongelmia. (Lankinen 2010, 14.)

Syksyllä 2010 tehdään jatkotoimenpiteinä lisää lujuustutkimuksia sekä jatketaan erilaisten 2D- ja 3D-muotojen koepuristuksia. Lisäksi aloitetaan säänkestävyystutkimukset. (Lankinen 2010, 19.)



KUVA 3. Uni-vati ohutviiluvaneri, design Petri Vainio, 2002



KUVA 4. Koepuriste muotissaan (Lankinen 2010, 15).

4 TERMOLEVYN OMINAISUUDET

4.1 Rakenne

Termolevyn rakenne muodostuu 0,5–1,5 mm paksuisesta puuviilusta ja ydinmateriaalista, jonka koostumus voi olla esimerkiksi puukuitulujitteista materiaalia tai kokonaan kestmuovia. Ydinmateriaalin rakenteella saadaan puukomposiittilevylle haluttuja erityisominaisuuksia. (Suominen 2010, 3). Ydinmateriaalissa voidaan käyttää eri levypaksuuksia.



KUVIO 2. Termolevyn rakenne (Suominen 2010, 3).

Termo-projektin Tuisku- ja Uni-koepuristuskappaleiden ydinmateriaalina on käytetty 400 × 400 × 2–4 mm ABS-levyä. Pintaosina koekappaleissa käytettiin lähinnä 0,6 mm koivuviilua. Tuiskun koepuristelevyn muodonsyvyys koekappaleissa oli noin 40 mm. Materiaali on rakenteellisesti lujaa ja levyn paksuudesta riippuen rakenne on suhteellisen kevyt.

4.2 Ydinmateriaalina ABS-muovi

Akryliniiriilibutadieenistyreeni eli ABS-muovi on lämpömuovattavaa ja helppotyöstiä materiaalia. ABS-muovi on myös yleisin muovi, jota metalloidaan galvaanisesti. Esimerkiksi kromattuna siitä valmistetaan vesihanojen sekoittimia, vipuja ja suihkupäitä. ABS-muovi soveltuu erityisesti elektroniikan ja laiteollisuuden tuotteisiin mittatarkkuutensa sekä erinomaisen pinnanlaatunsa ansiosta. ABS-muovi luetaan kuuluvaksi teknisten muovien ryhmään. Yleisiä ABS-muovista valmistettuja tuotteita ovat Lego-palikat, autojen koelaudat, pölynimurien kuoriosat, katsomoistuimet, valaisimet, matkalaukut, erilaisten laitteiden kuoriosat sekä veneen osat. (Järvinen 2008, 67–68.)

ABS-muovista valmistetaan tyhjiömenetelmällä keittiölaitteiden osia, koska materiaalilla on korkea (+95 °C) lämpötilan sietokyky (Muoviura 2010). Hyvän kylmänkestävyyden ansiosta sitä käytetään myös jääkaappien sekä pakastimien osien valmistukseen. ABS-muovia on saatavana käyttökohteesta riippuen erityisominaisuuksilla varustettuna kuten erityisen joustavana, iskunkestävänä tai UV-säteilyn- ja säänkestävinä laatuina. Markkinoilla ABS-levyä on eri pintakuviointeilla. Niistä nahkamainen TPU-pinnoite on tuttu auton sisustuksista ja käsilaukuista. Muovin pintaan voidaan luoda myös roiskekuviota eli martioita. (Järvinen 2008, 136.)

ABS-levyjä valmistava Muoviura toimittaa varastomalleinaan esimerkiksi mustaa, valkoista ja harmaata levyä 2–5 mm vahvaisina. Muut värit sekä 1,0–9,0 mm paksuiset levyt ovat tehdastoimituksia. Levyjä on saatavana usealla erilaisella pinnan karkeusasteella: mattana, puolikiiltävänä, kiiltävänä sekä erilaisilla martiokuvioinneilla. (Muoviura 2010.)

ABS-muoville soveltuvat parhaiten levy- ja profiilekstruusiotyöstömenetelmät (Järvinen 2008, 67). Muovilevyä voidaan työstää perinteisin puuntyöstömenetelmin, mutta myös laserleikkaamalla (Järvinen 2008, 142). Muovit johtavat lämpöä huonosti (Järvinen 2008, 141). Muoveilla naarmunkestävyys on yleisesti huonompi kuin lasilla, mutta sitä voidaan parantaa silikaattipinnoitteella, joka sisältää myös UV-suojan. Muovilevyyn saadaan lasiakin parempi naarmunkestävyys tyhjiö- tai plasmapinnoitustekniikoilla, mutta haittana menetelmässä ovat niiden kalleus. (Järvinen 2008, 141 – 142.)

ABS-muovi voidaan lajitella energijätteeksi. Muovi hävitetään jätevoimalaitoksessa polttamalla, jossa sen energia voidaan uudelleen hyödyntää lämmöksi, höyryksi tai sähköksi (Suomen Uusiomuovi 2010, 6).

ABS-muovi lukeutuu kestumuoveihin eli materiaalia voidaan sulattaa ja muokata uudelleen useita kertoja ilman, että rakenne kemiallisesti hajoaa. (Järvinen 2008, 22 – 23.) Siksi materiaali olisikin parasta kierrättää takaisin uusiokäyttöön.

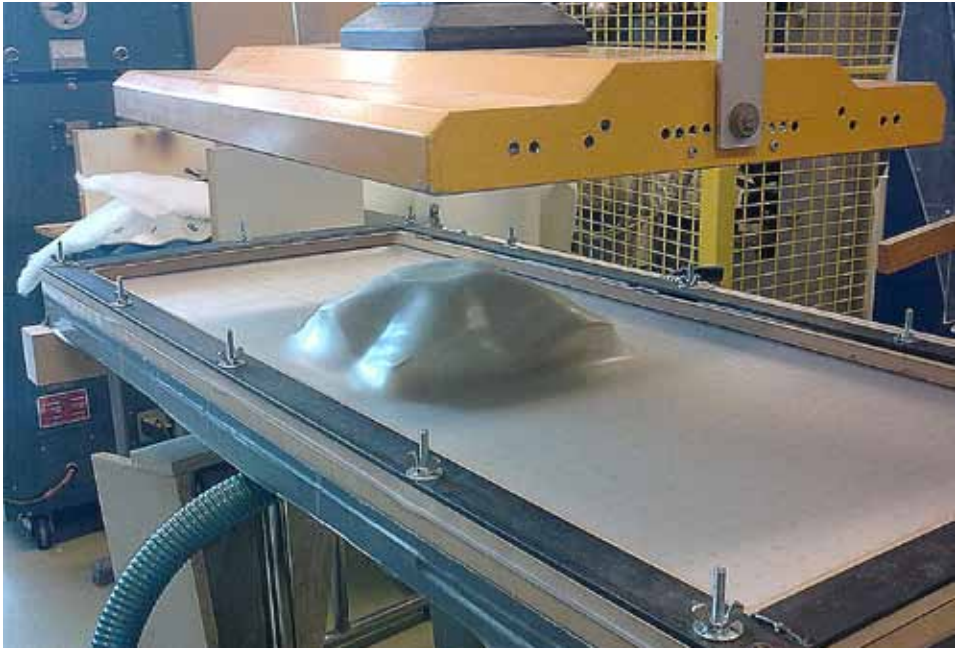
4.3 Valmistustekniikka

Termolevyn muoto-osien valmistus alipainetekniikalla on osoittautunut toimivaksi ratkaisuksi eikä menetelmä vaadi kalliita laiteinvestointeja (Suominen 2010, 4). Valmistukseen tarvitaan alipainepöytä, joka muodostuu alipainepumpusta, imukotelosta, reijitetystä MDF-levystä, puristuskehystä sekä 2/3 mm silikonimatosta (Lankinen 2010, 5).

Termolevyn muoto-osien valmistuksessa käytetään urosmuottia, jolloin kappaleen toinen pinta kopioituu muotin pinnasta ja toinen pinta muodostuu kappaleen oheneman mukaan (Paunakoski 2009, 2). Muottia vasten oleva pinta on herkempi vioille ja siksi muotin tulee olla puhdas ja korkealaatuinen, etteivät virheet kopioitu valmistettavaan kappaleeseen.

Tuotteen valmistuksessa muovattava levy esilämmitetään 120–150 asteeseen, puristetaan haluttuun muotoon ja lopuksi se jäädytetään. Levyä voidaan lämmittää uunissa tai IR-säteilijällä. Lämmityksen tarkoituksena on muuntaa levyn ydinmateriaali termoplastiseksi jolloin levy on puristettavissa haluttuun muotoonsa. Kappale imetään alipaineella urosmuotin mukaiseksi. Jäähdytysvaiheessa kappale palautuu kiinteään muotoonsa. (Suominen 2010, 4 – 5; Lankinen 2010, 6.)

Lämmityksen jälkeinen jäähditys voidaan tehdä käyttämällä pakastettua pakasnestepussia, joka muovautuu hyvin puristeen muotoihin. Puristuksen yhteydessä on ilmennyt ongelmia liimasta irtoavasta kosteudesta, jolloin on käytettävä puristeen molemmanpuolin kosteutta imevää vanua. Liimavalinnat vaikuttavat käytettävään tekniikkaan. (Lankinen 2010, 6.)



KUVA 5. Tuisku-vadin valmistus alipainepöydällä (Lankinen 2010, 7).

4.4 Lämpömuovautuvuus tuoteominaisuutena

Menetelmällä voidaan yhdistää kahden materiaalin hyviä ominaisuuksia samaan tuotteeseen. Uudella materiaalilla saadaan tuotteeseen muovin rakenteellinen lujuus, puun esteettinen ilme sekä miellyttävä tuntu. Materiaali on lähes elämätön ja soveltuu mittatarkkaan työstämiseen hyvin. Termolevyä voidaan työstää useita kertoja lämpömuovautuvuutensa ansiosta ja puu saadaan taipumaan entistä jyrkempiin 3D-muotoihin. Myös esityöstettyjä, alipainetekniikalla puristettuja, kappaleita voidaan yhdistää ja näin puristaa lopputuotteeksi.

5 TERMOLEVYN MAHDOLLISIA KÄYTTÖYMPÄRISTÖJÄ JA SOVELLUSALUEITA

5.1 Rakennusteollisuuden materiaalina

Rakennusteollisuuden käyttöön sopii kiinteästi suoraan seinärunkoon tai rakenteisiin asennettava sisustuslevy. Suuria loivakaarisia seinäelementtejä voitaisiin mahdollisesti valmistaa kiinteinä ratkaisuinä tai avoimen rakentamisen periaatteen mukaisesti tilan muunteluun sopivina siirrettävinä seininä. Koska puukerrostaloprojekteja on vireillä, voisi uusi sisustuslevytuote olla potentiaalinen materiaali puurakentamisessa. Moderni puurakentaminen tarvitsee myös moderneja sisustusmateriaaleja.

Kyseessä voi olla levy, joka soveltuisi kattoon ja seiiniin sekä sisältäisi mahdollisesti ääntä vaimentavia ominaisuuksia. Voitaisiin myös tutkia, miten akustoivilla pinnoilla pystyttäisiin ohjaamaan tai hajauttamaan ääntä muodon avulla. Kyseeseen voisi tulla myös ”leijuvat” alakatot. Akustiikka on haastava osa-alue ja vaatii erikoisasiantuntemusta.

5.2 Sisustuspaneelijärjestelmät

Tutkimuksessa saadut murtovenymäärät ovat riittäviä sisustuslevyjen muotoiluun ja se on siis teknisesti toteutettavissa. Monikäyttöisyyden lisäämiseksi levyä voisi käyttää kalusteiden kuten palvelutiskien ja ovien pinnoitteina. Palvelukonseptin tulisi sisältää mittatilausratkaisut kuluttajille ja yrityksille. Jakelukanavia olisivat niin rakennustarvikeliikkeet, kauppaketjut kuin design-myymlätkin.

5.3 Väliseinäratkaisut

Väliseinäratkaisut ovat toimistosisustamisessa volyymituotteita ja sopivat hyvin yhdeksi tuotesovellutukseksi. Julkikalusteiden vaatimukset ovat tiukkoja ja siksi tuotesuunnitteluun pitää paneutua erityisellä huolella. ABS-muovia saadaan myös paloturvallisuusvaatimukset täyttävänä UL 94 VO-laatussa (Muoviura 2010).

Julkipuolella asiakassovellutukset ovat välttämättömiä. Materiaali- ja väri vaihtoehtojen on oltava riittävän monipuolisia projektityöskentelyyn. Tuotteen tulee myös sopia yhdistettäväksi moneen eri kalusteisiin sekä ympäristöihin ja riippuen tuotteen muotoilusta, väliseinien tulisi sopia yhdistettäväksi myös vanhoihin kalustuksiin. Tällä hetkellä toimistokalusteiden materiaaleina on paljon luonnonväristä koivua. Tilankäytön minimointi syvyysuunnassa, tuotteiden korkeudet sekä lisätuoteratkaisut ovat tällä tuotesegmentillä suunniteltava tarkoituksenmukaisiksi. Logistiikan ja kuljetuskustannuksien kannalta kevyet rakenneratkaisut ja tilaa säästävä pakkaus tuovat kustannussäästöjä sekä rasittavat vähemmän ympäristöä.

5.4 Kosteat tilat

Termolevy on kosteuden kestävää koko ydinmateriaaliltaan mutta haasteeksi voi muodostua ohut pintakerros ja sen rakenne. Jos materiaali voidaan kehittää kokonaan kosteuden kestäväksi, se sopii erinomaisesti kylpyhuoneiden ja WC:n seinien sekä katon pinnoitteeksi. Osittain rakenne

voisi ehkä jopa korvata kosteuseristettä ja muodostua edullisemmaksi ratkaisuksi kuin nykyisin käytetty vedeneristys ja kaakelointi. Termolevyn rakenteessa voidaan käyttää kertamuovikalvoja ja projektin alusta lähtien on ollut tavoitteena kehittää kosteudenkestävä materiaali (Suominen 2010). Kosteiden tilojen ratkaisut vaativat jatkotutkimusta ja tuotekehitystä.

Saunan sisustusmateriaalina ABS-levy kestäisi +95 astetta sulamatta ja näin ollen tällä levyrakenteella materiaali ei sovellu käytettäväksi saunassa (Muoviura 2010). Ydinmateriaalina voisi tässä sovellutuksessa olla puukomposiittilevy, jonka materiaalina olisi käytetty lämpökäsitellyn puun valmistuksesta syntyvää hävikkipuuta. Puuaines olisi jo tuotantoprosessissa jalostunut sopivaksi raaka-aineksi kestämaan korkeita lämpötiloja ja säilyttäisi muotonsa alhaisen kosteuspitoisuutensa ansiosta. Samoin pitää selvittää irtautuuko levystä päästöjä; yleinen sisäverhouslevyjen päästöluokitusvaatimus on M1. Keittiön välitilan seinämateriaalina Termolevyä voidaan käyttää, kun levyn rakenne on kehitetty kosteudenkestäväksi.

5.5 Uudet sovellutukset

Uusiin sovellutuksiin kuuluu älytekniikan liittäminen tuotteeseen (valo-, ääni- ja liikeseensorit). Sovellutukset olisivat sopivia erityisesti vanhustenhuollon tarpeisiin, kuten esimerkiksi interaktiivinen seinä vanhusten kotiympäristöön. Termolevyn sisään voitaisiin ehkä valaia tai upottaa tekniikkaa. Levyn pinta on haptisesti miellyttävä ja ulkonäöllisesti pehmeä ja tuttu. Materiaalin kolmiulotteisuutta pystyttäisiin käyttämään hyväksi myös näkövammaisille suunnitelluissa tuotteissa. Tuotekehityksessä tulee ottaa huomioon tuotteen osien kiinnitys, huolto ja materiaalinkierätykset.

Tasotuotteeseen voitaisiin liittää esimerkiksi kosketusnäyttö joko jättämällä päällimmäinen viilukerros pois kosketusnäytön kohdalta tai tekemällä tasoon näytölle upotus. Toisaalta muovipintaa, riippuen muovin ominaisuuksista, voitaisiin käyttää myös infotauluna, heijastepintana, digikuvien pintana tai valaisimen osana.

Profiloidut sisustuslistat nurkka- ja kattoelementit.

5.6 Muut sovellusalueet

Termolevyn materiaali ja uusi valmistusmenetelmä sopivat hyvin huonekaluteollisuuden tarpeisiin. Menetelmällä ”viilu” taipuu moneen suuntaan ja tämä mahdollistaa ergonomisempien tuotteiden valmistamisen. Termolevystä voidaan valmistaa esimerkiksi muotopuristeosina tuolien istuin-, selkä- ja käsinojia. Kaikki muutkin huonekalujen taivuteosat (huomioon ottaen tulevien jatkotutkimusten lujuuksitestit) voisivat olla Termolevyn sovellusalueita.

Myös perinteiset ABS-levyvalmisteet voitaisiin soveltaa Termolevytuotteiksi, käyttökohteesta riippuen. Veneteollisuus käyttää ABS-muovia laajasti veneen osien rakenteissa, nyt käyttö voitaisiin ulottaa myös korkealaatuisten sisäosien muotoiluun. Autojen sisäverhoilussa ABS-muovi on yleinen. Puupintaisille kulutuskestäville sisäosille on varmasti markkinoita.

6 TERMOLEVY, SISUSTUSLEVYT

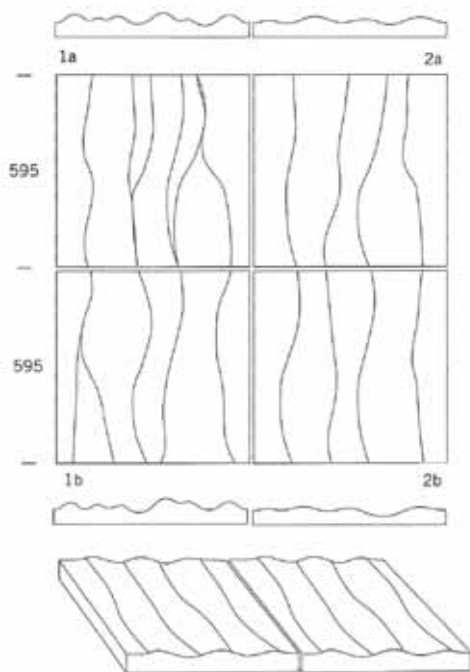
6.1 Nykytarjonnan pohdiskelua

Ply-sisustuselementit

Jouko Kärkkäisen suunnittelemat Ply-sisustus- ja akustiikkaelementit on suunniteltu sekä seinä- että kattoelementeiksi ja ne soveltuvat hyvin käytettäviksi julkisissa tiloissa kuten esimerkiksi ravintoloiden, neuvotteluhuoneiden, käytävien sisutuksessa sekä toimistojen väliseinäratkaisuna tai vaikkapa valoseinänä. Tuote soveltuu hyvin myös kotisisustamiseen ja on jo itsessään taideteos. Elementtien pinta on ohuviiluvaneria ja runko massiivikoivua. (Kärkkäinen 2010.)

Levyjen koko on 600 × 600 mm ja niissä on neljä eri pintaprofilointia, joita yhdistämällä saadaan aikaan uusia muotoyhdistelmiä. Akustiikkaelementteinä käytetään samaa kokoa ja muotoja kuin sisustuslevyissä ja puuviilua eri tavoin reitittämällä saadaan kolme erilaista akustolevymallia. Seinäkiinnityksenä käytetään ruuveja. Elementtien käyttö tilanjakajana on mahdollista. Rakenteen sisään voidaan tuoda valaistusjärjestelmä, mikä luo tunnelmavaloa ohuen viulun lävitse. (Kärkkäinen 2010.)

Kaikkien elementtimallien sisään mahtuu 30 mm:n akustomateriaali. Tuotteelle on tehty vuonna 2005 ISO -standardin mukaiset akustiikkatestit (Kärkkäinen 2010).



KUVA 6. Ply 1, 2 elementtien koot (Showroom Finlands, 2004).



KUVA 7. Ply Wall -elementit (Showroom Finlands, 2004).



KUVA 9. Ply-akustiikkaelementit: Matrix, Sky, Moon

Kokoa-sisustuslevysarja



KUVA 10. Kokoa-sisustuslevy Matta

Tapio Anttilan suunnittelema Kokoa-sisustuslevysarja sisältää kuvioituja sekä yksivärisiä levyelementtejä. Kaikki sarjojen levyelementit sopivat toisiinsa. Värejä, kuvioita, levyjen kokoja sekä ladontaa yhdistelemällä ja muuttamalla saadaan paljon eri kokoonpanoja. Koskisen Oy:n talo- ja sisustuspalvelukonsepti on rakennettu toimimaan kolmessa eri hintakategoriassa ja talot ovat tyypitetty myös neliömäärän suhteen kolmeen kokoluokkaan. Valmiit ja

monipuoliset sisustusvaihtoehdot helpottavat rakentajan valintoja ja säästävät aikaa. Tuotteet ja valmistajat ovat määritellyt kokonaisratkaisuisiksi ja asiakas voi halutessaan ostaa koko tuotekokonaisuuden valmiina. (Anttila, Tikka 2010.)



KUVA 11. Syksyn 2010 Habitaressa Kokoa-sarjaan lanseerattiin Vallila Interiorsin Suolaheinä-kuosi. Kuvion voi yhdistää esimerkiksi Kokoa Matta-sisustuslevyihin. (Koskinen 2010.)

Sisustuslevyjien kuvionti



KUVA 12. Kimmo Ojanen Laserfine Oy:stä suunnittelee ja kuvioi sisustuslevyjä asiakkaan toiveiden mukaisesti (Ojanen 2010).

Pop-sisustuslevymallisto

Markkinoilla on Brainwoodin markkinoimana Jaana Ylitalon suunnitelma Pop-sisustuslevymallisto, jossa on kolmiulotteisen levyelementin lisäksi suora levyelementti samoissa materiaalivaihtoehtoissa. Pop-sisustuslevyä on käytetty myös tiskien eturakenteissa, mikä on hyvä ajatus. Muita puulajivaihtoehtoja koivun lisäksi ovat pähkinä ja kirsikka. Pop-levyjä on saatavissa kahdessa koossa: 200× 200× 6 mm sekä 400× 400× 8 mm. (Brainwood 2010.)



KUVA 13. Koivu- ja korkkimateriaalit

Materiaalien laajentaminen korkkiin on ollut kekseliäs ratkaisu erityisesti korkin ääntävaimentavan ominaisuuden ansiosta. Levy soveltuu käytettäväksi myös katossa.



KUVA 14.



KUVA 15.

6.2 Termolevyn tarjoamat mahdollisuudet

Haasteet

Koska tärkeimpänä tutkimuskohteena on etsiä muodon ja materiaalin rajapintaa, sitä mihin muotoihin pintarakenne venyy murtumatta tai ryppyntyymättä levymäisissä muodoissa, kaikki tuoteideat ja materiaalin käyttökohteet ovat kuvitteellisia ennenkuin kokeilujen kautta tiedetään, mitä muotoja materiaalista todella pystytään toteuttamaan.

Ideoinnin lähtökohtana oli käyttää tuotteen osina puristeen molempia puolia ja keksiä keinoja, joilla liitoskin olisi syntynyt kertapuristuksella. Valmistusmenetelmässä muottia vasten oleva pinta toistaa kaiken, myös virheet, joten lähtökohta oli haasteellinen. Tuotteen täytyisi valmistua kertapuristuksella, jotta tuotteesta ei muodostuisi liian kallista. Tuotteen tulisi olla myös massa-tuote, jota valmistetaan suurina sarjoina.

Kaikilla materiaaleilla on oma luonteensa ja sitä totutusti muotokielenkin tulisi noudattaa. Ajallemme on kuitenkin ominaista uusien materiaali-innovaatioiden syntyminen ja muotokielen muuttuminen yhä moninaisemmaksi. Materiaalit sekoittuvat ja ovat vaikeammin tunnistettavissa. Materiaalin ominaisuudet eivät välttämättä näy tuotteesta, miten esimerkiksi kierrätyksessä tunnistetaan ja jatkohyödynnetään uusi materiaali. Tuotteessa voisi olla selvästi näkyvissä kaksi eri materiaalia puu ja muovi. Näin uudella materiaaliyhdistelmällä olisi oma luonne, joka ei pelkästään pyrkisi muistuttamaan tai imitoimaan viilupuristetta.

Mahdollisuudet

Lämpömuovautuvuutensa ansiosta valmistusmenetelmällä voidaan puristaa esityöstettyjä kappaleita toisiinsa, mikä lisää myös muotoilun mahdollisuuksia. Levyjä voidaan esityöstää eri tavoin koneistamalla, esimerkiksi ohentaa, profiloidaa tai reijittää ennen lopullista puristusta. Suorissa levyissä esityöstönä voidaan viilutetun levyn pintaan jyrsiä kuvioita. Lämpömuovauksen aikana muovi nousee työstetystä kohdasta pintaan ja tällä tekniikalla saadaan valmistettua suorja kappaleita, joissa muovipinta on rakenteellisesti näkyvissä (Paunakoski 2009, 1).

Helat ja kiinnittimet voitaisiin ehkä liittää rakenteeseen sijoittamalla ne kahden levyn väliin puristusvaiheessa, jos rakenteesta halutaan kiinteä.

Ydinmateriaali on mahdollista saada paloluokituksestaan itsestään sammuvana laatuna, joka mahdollistaa materiaalin käytön vaativissa kohteissa.

Materiaali on jäykkää, kevyttä ja lähes elämätöntä.

Kun levy on myös kosteudenkestävä, sen sovellusmahdollisuudet ovat laajat.

6.3 Analyysi

Sisustuslevyt voidaan jaotella eri ryhmiin. Yhtenä tuoteryhmänä ovat sisustukselliset tuotteet, joiden tarkoituksena on tuottaa esteettinen kokemus ja tuoda markkinoille vaihtoehto esimerkiksi

taideteokselle. Tuotteiden lisäominaisuutena voi olla akustisia ominaisuuksia tai valoon liittyviä elementtejä. Tällaisia tuotteita ovat Ply Wall -sisustuslevyelementit sekä Offectin ja Softenin akustolevyt, jotka ovat ääntä vaimentavia. Softenilla on useita ratkaisuja myös tuotteen käyttämiseksi tilanjakajana. Koska levyjen huoparakenne on kevyt, niissä voidaan käyttää tarrakiinnitystä, joka on helppo asentaa.

Tuotteiden käyttö koko seinäpinta-alalla ei ole välttämättä visuaalisesti tarkoituksenmukaista ja useimmiten tuotteet ryhmitelläänkin seinälle pieniksi kokonaisuuksiksi. Tuotteen sovittaminen mittatarkasti koko seinäpinnalle vaatii levyrakenteen rikkomisen ja eivätkä kolmiulotteiset elementit ole suunniteltu tähän käyttötarkoitukseen. Edellä mainitut sisustuslevyt ovat useimmiten neliönmuotoisia ja käännettävissä vapaasti ympäri, mikä lisää tuotteen variaatiomahdollisuuksia. Kaikissa näissä tuotteissa on vahva kolmiulotteisuus ja reliefimäisyys. Ply Wall -elementeissä on ansiokkaasti ratkaistu muodon jatkuvuus. Yksittäislevyn neliömäinen muoto peittyi kokonaisuudessa hyvin. Rakenne on oivaltava ja tuote yllättävän kevyt visuaalisesta ilmeestään huolimatta. Akusto- ja valaisinratkaisut antavat lisäkäyttömahdollisuuksia tuotteelle. Hyvänä lisänä ovat asiakaskohtaiset sovellutusmahdollisuudet. Tuotteen valo on hyvin tunnelmallinen eikä pyrikään toimimaan varsinaisena valaisimena, missä olisi kehittämisen varaa. Toisaalta elementin kiinnitys on yksinkertainen. Joka sivulla on aukko, josta levy voidaan ripustaa seinälle. Kun tuotetta käytetään suurina pintoina, seinästä voi tulla levoton. Tosin tämä on kaikkien voimakkaiden muotojen ominaisuus. Tuotteella on niin vahva muotokieli, että tilojen tunnelman muuttaminen väri- ja puulajivaihtoehdoista huolimatta saattaa olla vaikeaa.

Kokoa-sarjan mallistosta puuttuvat kokonaan kolmiulotteiset levyt. Konsepti on onnistunut ja palvelua täydentää nettiverkkokauppa.

6.4 Tuotekehitystarpeet

Tuotteen käytettävyys lisääntyy huomattavasti, jos levyt haluttaessa voidaan asentaa mittatarkasti koko seinäpinta-alalle. Ulkonäköisesti lopputulos on usein tyylikkäämpi ja harmonisempi silloin, kun 3D-muotoja on tasossa hillitysti ja materiaalin väri- sekä struktuuripinnat ovat yhtenäisiä.

Selvästi on tarvetta puupintaisiin kolmiulotteisiin sisustuslevyihin, joita markkinoilla on vähän. Brainwoodilla on mallistoja, joissa on erilaisilla metalliprofileilla rikottu puupinnan levymäisyyttä ja pyritty muuttamaan kaksiulotteista ilmettä kolmiulotteisempaan suuntaan. Toisiinsa sopivia väliseinä- ja sisustuslevyjärjestelmä ei ole markkinoilla. Markkinoilta puuttuu myös puupintaisena kaksiulotteisten levyjen mallistoa täydentävä muotolevy.

7 SUUNNITTELUN TAVOITTEET JA RAJAUS

7.1 Toiminnalliset tavoitteet

Tarkoituksena on suunnitella kuluttajaystävällinen tuote, joka on helppo asentaa ja myös irrottaa seinästä. Tuote pakataan osina ja pakkauksessa on mukana asennusohjeistus. Palveluun kuuluu haluttaessa asennus-, suunnittelu- sekä kuljetuspalvelu. Tuoteperhe on kasvatettavissa ja tuotteen osat ovat liitettävissä toisiinsa.

7.2 Käyttöympäristöt

Sisustuslevyt ovat keskihintaisia ja tarkoitettu sekä kotien että julkisten tilojen sisustusratkaisuihin. Tuotevariaatioina ovat seinään kiinnitettävät sisustuslevyt sekä vapaasti seisovat tilanjakaelementit. Seinään kiinnitettävistä elementeistä voidaan jatkokehittää tuote, joka soveltuu keittiön ja WC:n seinämateriaaliksi. Lisätutkimus koskee levymateriaalin kosteudensietokykyä sekä kiinnitysjärjestelmää.

7.3 Valmistustekniset tavoitteet

Mitä useampi tuotteen osa pystytään valmistamaan samassa puristusvaiheessa, sitä kustannustehokkaampaa sen valmistus on. Kustannusten minimointi on tehokkainta suunnittelun alkuvaiheessa ja siksi sen tuleekin osittain ohjata ratkaisujen tekemistä. Raaka-aineen mahdollisimman pieni hävikki sekä epäkuranttien tuotteiden jatkoehdyntäminen on yksi valmistusteknillinen tavoite. Jos pintakäsittely voidaan tehdä esimerkiksi puristusvaiheessa, jää yksi työvaihe pois ja tämä osaltaan pienentää tuotantokustannuksia. Levyn tulee olla myös muutettavissa markkinoilla jo olevien sisustuslevyratkaisujen tuotevariaatioksi.

7.4 Muuntojoustavuus

Tavoitteena on luoda tuote, joka elää yhdessä käyttäjänsä kanssa mahdollisimman pitkään jous- taen sekä muuntautuen tilanteen mukaan. Olisi hyvä, jos yksittäiset pinta-asennetut sisustuselementit olisivat niin mieluisia, että ne seuraisivat mukana muutoissa kuten huonekalutkin ja löytäisivät paikkansa uudessa ympäristössä. Tuotteen, aikakin jonkin sen variaatioista, tulisi olla helppo asentaa.

Kun elementit aikanaan poistetaan seinästä tai katosta, pitäisi kiinnityksestä jäädä mahdollisimman huomaamattomat jäljet. Jo suunnitteluvaiheessa tuotteen valmistus tulisi ratkaista siten, että tuotteen kehittäminen ja muuttaminen uusien tarpeiden mukaiseksi olisi mahdollista. Samoin tuoteperhe olisi oltava laajennettavissa uusilla tuotteilla.

7.5 Esteettisvisuaaliset tavoitteet

Tuotteen muotokielen on oltava omaleimainen, mikä voi myös rajata tuotteen käyttäjäkuntaa. Muodon tulee toimia sekä vaaka- että pystysuunnassa ja olla varioitavissa eri kuvioksi. Muodon tulee toimia yksittäin sekä pieninä ryhminä ilman varsinaista seinäänkiinnitysjärjestelmää. Sisustuslevyn on oltava kevyt myös mahdollista tarrakiinnitystä varten. Varsinainen tuote on ilman

raporttia ja muoto palaa takaisin tasopintaan reunoja kohti, joka mahdollistaa myös yksinkertaisten kiinnitysmekanismien käytön. Jos tuote voidaan valmistaa ilman ”vastamuodon peilauseriaatetta”, seinää vasten oleva pinta on sileä eikä vaadi tilaa syvyyssuunnassa. Tuotteen syvyys olisi maksimissaan 40 mm muodosta riippuen.

Kun muoto ja printti yhdistetään tuotteeseen, kuvan koko voi johtaa raportin välttämättömyyteen. Nykyisin printtejä tehdään laajasti eri materiaalille ja näin perustuotteet sopeutetaan osaksi käyttöympäristöään. Kun sileiden levyjen joukossa käytetään vain muutamia kappaleita muotolevyjä, voidaan luoda yleisvaikutelmaltaan rauhallinen tila. Vastaavasti muotolevyjen sommitelu ja toistuva kuvio suurina pintoina tekee tilasta jännitteisen. Nyt suunniteltu koko on 1200 × 600 mm ja vaatii visuaalisesti tilaa ympärilleen.

7.6 Ympäristötavoitteet

Tuotteet voidaan palauttaa valmistajalle materiaalin uusiokäyttöä varten. Tuote on kestävä sekä materiaaleiltaan että muotoilultaan. Muovirakenteet pyritään suunnittelemaan mahdollisimman kevyiksi säästämällä materiaalia.

7.7 Rajaus

Tavoitteena on suunnitella seinään kiinnitettävä sisustuslevyelementti, jossa on sekä suora että kolmiulotteinen levyelementti samassa mallistossa. Tuotevariaationa on itsenäisesti seiso-va tilanjakaja. Molemmat soveltuvat sekä koteihin että julkisiin tiloihin. Materiaalina tuotteissa on luonnonvärisestä koivusta tehty Termolevy, jonka ydinmateriaali valkoista ABS-levyä. Toteutus sisältää havainnekuvat tuotteesta käyttöympäristössään sekä tuotteen mitat. Työ sisältää myös ideakuvia levystä WC:n pinnoitusmateriaalina sekä keittiön tason ja yläkaapiston välitiilan seinämateriaalina.

Toimeksianto sisältää toiveen pienesineen suunnittelusta projektin omaan käyttöön. Tarkoituksena on suunnitella sisustuslevyn muodoista pieni sisustusesine.

Vaikka akustiikka ja valoratkaisut kaikkine mahdollisuuksineen olisivat olleet kiinnostavia suunnittelun kohteita, päädyttiin tehtävä rajamaan perustuotteen ratkaisemiseen ja uusien tulevaisuuden tuotesovellutusten suunnitteluun.

Termolevy mahdollistaa keveiden ja kestävien rakenteiden suunnittelun ja valmistamisen. Materiaalilla on suuri uutuusarvo ja tehokkaalla valmistusmenetelmällä tuotteita voidaan valmistaa suuria sarjoja pienemmin tuotantokustannuksin ja entistä nopeammin. Markkinoilla on erittäin vähän kolmiulotteisia sisustuslevyjä puupintaisina. Tuote tähtää tämän aukon täyttämiseen.

8 SUUNNITTELUPROSESSI

8.1 Suunnittelumenetelmistä

Future Laminations -tutkimus- ja kehittämishankkeen loppuraportissa Petri Vainio kuvaa mielenkiintoisesti Tuisku-muodon suunnittelun eri vaiheita. Tutkimuksessa selvitettiin tietokoneavusteisen suunnittelun hyödyntämistä viilupuristehuonekalujen muotoilussa. Tuisku-muotoa tutkittiin taivuttamalla ja muotoilemalla yhtenäistä pahvilevyä, jolloin voitiin varmistua, että pinnan muoto on levittyvä. Samalla löydettiin muodon peilauseriaate, jossa ”yhteen suuntaan kaartuva kuppimainen muoto peilataan kääntymään vastakkaiseen suuntaan” (Vainio 2002, luku 5.4). Tätä periaatetta noudattamalla saatiin muotoiltua jäykkiä sekä kestäviä rakenteita. Materiaalikoelua tehtäessä huomattiin, että viilujen levittymistä suurempi ongelma oli ylimääräisten poimujen muodostuminen. Tämän tutkimuksen seurauksena syntyivät kuppimaiset tuotteet Uni, Tuisku ja Tokio. Lisäksi Petri Vainio tutki viilupuristemuodon peilauseriaatetta Sumi- ja Kulkuri-tuolien muotoilussa. (Vainio 2002, luku 5.4.)

Tämä tutkimus tehtiin kahdeksan vuotta sitten kalustesuunnittelun parissa. Nyt Shanghain maailmannäyttelyn Suomen Kirnu-paviljongissa on arkkitehtuurissa hyödynnetty tietokoneavusteista suunnittelua. Paviljongin pääarkkitehti on Teemu Kurkela JKMM Arkkitehdit-toimistosta. Paviljongin suunnittelussa on käytetty uusinta 3D-mallinnustekniikkaa sekä rakenteiden suunnittelussa suomalaista Tekla-ohjelmaa (Suomi EXPO 2010). Eri alueilla tehdään uusia sovellutuksia materiaalien sekä teknologian kehityksen myötä.

3D-mallintaminen oli mielestäni oikea tapa lähestyä muodonantoa ja lähdin liikkeelle ensin luonnostelusta ja myöhemmin mallinsin tuoteideoita Rhinoceros 3D-mallinnusohjelmalla. Levymäisen kappaleen muotoilu suoraan mallinnusohjelmalla olisi vaatinut huomattavasti parempaa ohjelman käyttötaitoa, kun taas pelkkä piirtämien ja luonnostelu eivät riittäneet orgaanisten muotojen hahmottamiseen. Siksi siirryin tekemään mittakaavassa olevia hahmomalleja käsin metalliverkosta. Kuten Future Laminations -tutkimuksessakin muodonanto tehtiin levymäiselle kappaleelle. Hahmomallia on helppo tarkastella ja siitä huomaa materiaalin ja muodon väliset ongelmat hyvinkin nopeasti. Hahmomallin muoto on mahdollista muuttaa digitaaliseen muotoon 3D-skannerin avulla ja jatkaa työstämistä mallinnusohjelmilla viimeistelyvaiheisiin. Mallit on hyvä tehdä luonnollisessa koossa, koska kun muoto skaalataan isommasta koosta pienempään, muodon mittatarkkuus säilyy paremmin.

Ongelmana hahmomallien muotoilussa oli materiaalien erilaisuus. Verkko venyy melkein pä muotoon kuin muotoon, eikä puun venyminen ole lainkaan verrattavissa verkon venymiskykyyn. Toisaalta massasta muotoilussa 1/100 hahmomalleissa muodoista tuli hyvin plastisia materiaalista johtuen. Massasta tekemäni hahmomallit kuvasin ja siirsin mallinnusohjelmiin. Menetelmä oli suhteellisen nopea ja variaatioita oli helppo tarkastella tilassa.

Suunnittelumentelmänä käytämme kuitenkin mallintamista ja jatkossa apunani ja työparinani on Olli Kilpi teollisen muotoilun osastolta.

Koska muodossa puuviilu joutuu venymään moneen suuntaan toivon, että koepuristeessa saadaan mahdollisimman laajasti tutkittua materiaalin venymäarvoja. Tekniikan laitoksella tehdään 300

× 300 mm levyistä koekappaleita, joissa tutkitaan materiaalin raja-arvoja hahmomallin muotoa mukailten. Muoto on neljännesosaympyrä, jossa aaltomainen muoto on keskeltä jyrkin. Koe-muoto mallinnetaan CNC-koneiden suunnitteluohjelmalla ja koneistuksessa tullaan muodossa jyrkästä kulmasta aina loivempaan ja näin saadaan testitulokset siitä, missä materiaalin murto-venymä ylittyy.

Lopuksi tarkoituksena on tehdä sisustuslevystä 300 × 600 mm kokoon protomalli, joka on puolet pienempi lopputuotteen 600 × 1200 mm luonnollisesta koosta. Tekniikan laitoksella käytettyjä mallinnusohjelmia ovat CNC-koneen omat suunnitteluohjelma WoodWop sekä SolidWorks. Muotoiluinstituutissa käytettävä Rhinoceros-mallinnusohjelma lukee useita tallennusformaatteja. Kuvien siirtelyssä käytämme yhteisenä tallennusmuotona iges-formaattia.



KUVA 16. Hahmomallit

8.2 Sisustuslevy

Seinälevyn rakenne

Seinälevyn rakenteen materiaalina on 0,6 mm luonnonvärisen leikattu koivuviilu, itseliimatun fleece-viilun rakenne sekä ydinmateriaalina valkoinen 2 mm ABS-levy. Rakenteen paksuus n. 3 mm.

Levyn rakenne on riittävän jäykkä eikä tarvitse erillistä tukirakennetta. Kiinnityksessä sovellan normaalia vanerilevyn piilokiinnitystä. Levyn taakse kiinnitetään listat, joka samalla muodostavat uran vaakakiinnitystä varten. (RT 22-10773, 11.)

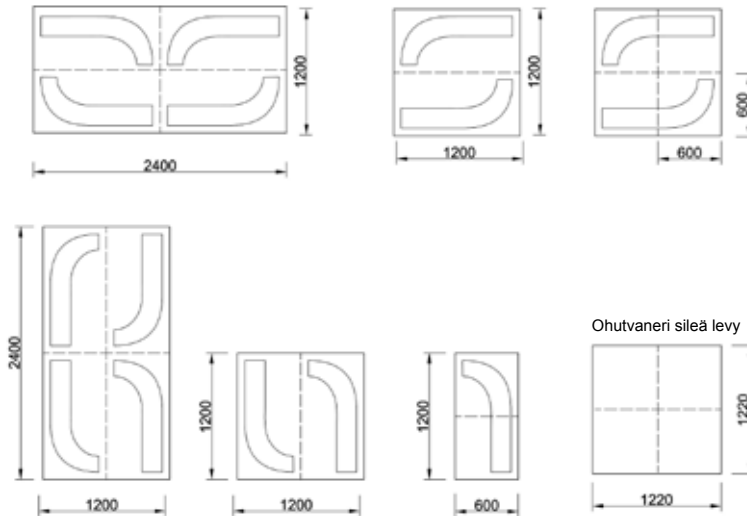
Mitoitus

Mitoituksessa otin lähtökohdaksi koivuvanerin levykoon 1200 × 2400 mm (SIT 26-610037, 4). Käyttämällä suorien sisustuslevyjien materiaalina ainoastaan vanerirakenetta, voidaan säästää muoviraaka-aineen käytössä. Ohutviiluvanerin levykoko 1220 × 1220 × 3 mm sopii hyvin tähän tarkoitukseen.

Normaali huonekorkeus vaihtelee 2400–2800 mm:n välillä ja mitoituksessa pitäisi pyrkiä levy-materiaalin mahdollisimman pienen hävikkiin.

Vanereiden minimipaksuudet ovat 4 mm ja Termolevy rakenne on ohuempi sekä kevyempi kuin normaali vanerirakenne ja oletan, että 600 mm koolijako toimii tämän tuotteen mitoituksessa.

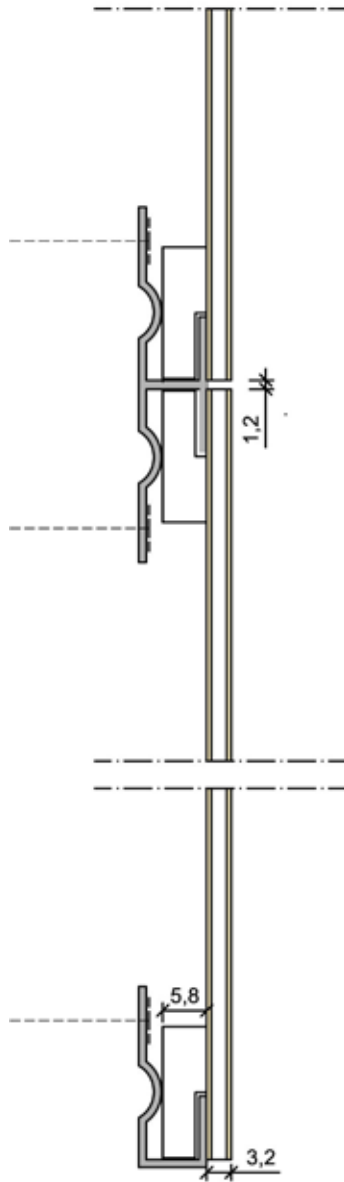
Termolevyn puristemitoitus on luotu lähinnä havainnollistamaan, kuinka levyä pienentämällä voidaan valmistaa tuoteperheen eri osia. Muotoja voidaan käyttää sekä vaak- että pystysuunnassa.



KUVIO 3. Puristelevyn mitoitus, sisustuslevyn variaatiot

Kiinnitys

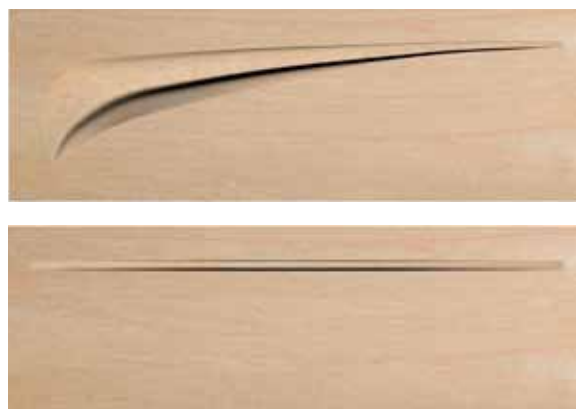
Kiinnitysmateriaaliksi valitsin alumiiniprofililistat, koska alumiini on kevyt ja yleisesti käytetty materiaali sekä seinäkiinnityksissä että myös välitilan kiinnitysratkaisuissa. Alumiinia on suhteellisen helppo työstää, joten levyjen asentamiseen ei tarvita erikoistyökaluja. Ohuiden rakenteiden kuten lasin kiinnitykseen suunniteltuja alumiiniprofileja voitaisiin käyttää myös Termolevyjen kiinnityslistoina, kiilaamalla levy muovikiilojen avulla tukevasti profiliin. Tällöin levynrakennetta ei tarvitsisi rikkoa ja ajatus levyn käyttökohteiden muuttamisesta eri käyttötarkoituksiin toteutuisi. Seinäkiinnityksen osalta päädyin kuitenkin piilokiinnitykseen H-tyyppisen alumiini-vaakakiskon avulla. Tarvittaessa sivuilta näkyvä rakenne voidaan peittää puisilla L-peitelistoilla.



KUVIO 4. Seinälevyn piilokiinnitys 1:1 pystyleikkaus



KUVA 17. Mallinnuskokeilu seinälevyillä.



KUVA 18. Alustavia seinälevyn kuvamalliinnuksia, levykoko 400 × 1200 mm.

8.3 Tilanjakaja

Tilanjakajan rakenne ja mitoitus

Tilanjakajan koko on 1200 × 1200 mm. Kiinnitys ratkaistaan yksittäisten sekä toisiinsa kytettyjen seinäkkeiden osalta. Tuotteen henkeen sopivimmalta materiaalivaihtoehdolta tuntuu puukehys, mutta alumiiniprofiileja voidaan käyttää piiloon jäävissä rakenteissa. Lähtökohtaisesti pyrin yksinkertaiseen ja huomaamattomaan tekniseen ratkaisuun, jossa itse sisustuslevy on ulkonäköllisesti esillä.

Aluksi mietin puukehystä, jossa levyt ovat urissa ja jalkarakenteena olisi metallinen T-jalka. Toisena mahdollisuutena olisi ollut käyttää L-mallista metallijalkaa. Olisi hyvä, jos jalan kiinnityspaikka alakohdykseen on vapaasti valittavissa tarpeen mukaan. Luonnolliset jalan kiinnityskohdat ovat kahden seinäkkeen liitoskohdassa ja yksittäisessä tilanjakajassa kulmissa. Metallijalka on myös siivouksen kannalta hyvä ratkaisu. Säätömekanismi on seinäkkeessä välttämätön, jotta seinäkkeet voidaan asentaa lattian epätasaisuudesta huolimatta suoraan.

Kahden levyn kehysrakenteen mitoituksen suunnittelussa halusin ottaa huomioon mahdollisesti myöhemmin tuoteperheeseen kehitettävän akustolevyn vaatiman tilatarpeen, rakenteen sisälle ajattelin jättää vapaata tilaa 30 mm urien väliin. Kehyksen kokonaissyvyys olisi silloin 40 mm.

Tässä kehysrakenteessa voitaisiin myös käyttää kahta 1200 × 600 mm levyä päällekkäin yhtenäisen levyn sijaan. Muotolevy Termolevystä valmistettuna ja sileä levy ohutviiluvanerisena. Näin saadaan uusia yhdistelmiä vakiokomponenteista.

Jos Termolevyn ydinrakenteena haluttaisiin käyttää ABS-muovin tilalla puukomposiittilevyä, jota ei haluta näkyviin ulkonäöllisistä syistä, urallisessa puukehysrakenteessa levyn rakenne pystytään peittämään. Kiinnitysmekanismiratkaisuun vaikuttaa valmistuskustannukset. Ideaalista olisi, jos sekä seinälevyn että tilanjakajan kiinnitysmekanismit toimisivat samalla periaatteella.



KUVA 19. Alustavia muotokokeiluja levykoolla 800 × 1200 mm. Ideana tolppajalka, jossa muotolevyn molemmat puolet ovat seinäkkeen näkyviä osia. Levyä kääntämällä saadaan uusia yhdistelmiä. Kiinnityskappale muodostaa "saranan" yhdessä laippajalan kanssa ja seinäkkeen kulma on vapaasti säädettävissä.

8.4 Ideakuvat

Termolevy keittiötason ja yläkaapiston välitilan seinämateriaalina.



KUVA 20. Termolevy keittiötason ja yläkaapiston välitilan seinämateriaalina.

Termolevy suihkuseinä



KUVA 21. Termolevy suihkuseinä

Molemmissa ideakuvissa sisustuslevy toimii myös valaisimena. Kun levy on rakenteeltaan täysin kosteudenkestävää, voidaan muoviosan taakse kiinnittää ledit ja valot toimivat liiketunnistimella. Esityöstettyjä suoria levyjä voidaan menetelmällä valmistaa niin, että tuotteeseen saadaan myös muovi ilman viilupintaa näkyviin.

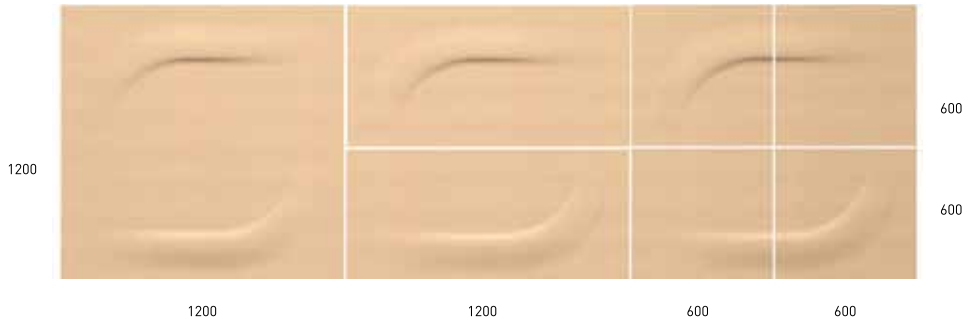
Muoto ja printti



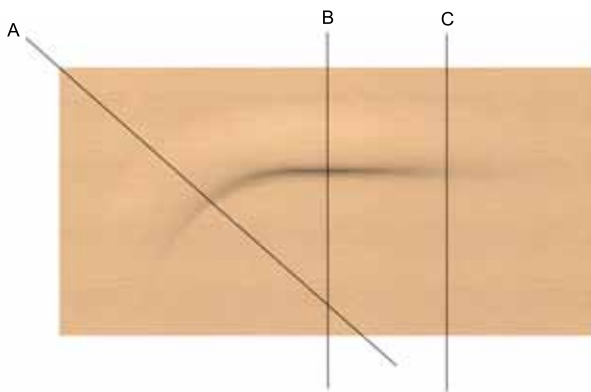
KUVA 22. Muodon ja printin yhdistäminen tuo sisustuslevyihin uuden mielenkiintoisen ulottuvuuden.

9 LOPPUTULOS

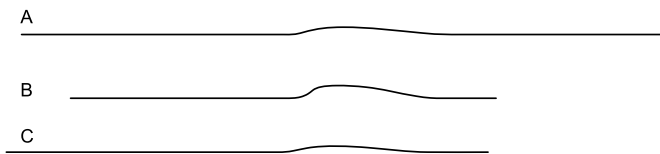
9.1 Esittely



KUVA 22. Levykoot, mallinnus Olli Kilpi.



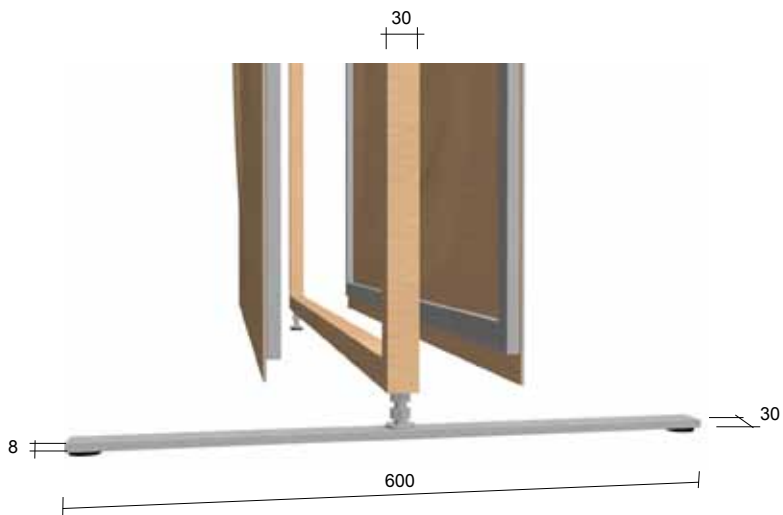
KUVA 23. Muodon poikkileikkaukset, mallinnus Olli Kilpi.



KUVA 24. Muodon profiilit, mallinnus Olli Kilpi.



KUVA 25. Seinälevyn piilokiinnityksen rakenne mallinnus Olli Kilpi.



KUVA 26. Tilanjakajan rakenne, mallinnus ja rakennesuunnittelu Olli Kilpi



KUVA 27. Tilanjakajan rakenne, mallinnus ja rakennesuunnittelu Olli Kilpi.

9.2 Tuote eri käyttöympäristöissä



KUVA 28. Tilanjakaja odotustilan kalusteena.



KUVA 29. Sisustuslevy neuvottelutilan seinäpinnoitena.



KUVA 30. Sisustus- ja valaisinlevyt kotiympäristössä.

10 JATKOKEHITYS

10.1 Tuotevariaatio

Yhtenä tuotekehitysmahdollisuutena on suunnitella seinälevystä kosteudenkestävä sisäverhoilumateriaali, jonka kehittäminen vaatii oman suunnitteluprosessinsa. Tuotteen kiinnitys ja saumojen vedenpitävyys poikkeaa normaalin sisustuslevyn rakenteesta. Syksyllä 2010 aloitettavissa jatkotutkimuksissa selvitetään ulkopinnoitteiden säänkestoa ja materiaalille tehdään kylmäliotustestejä, näistä tuloksista on apua myös sisäverhousmateriaalin tuotekehitykseen (Lankinen 2010, 19).

Sisustuslevyn käyttömahdollisuuksia voidaan lisätä suunnittelemalla tuoteperheeseen uusia ominaisuuksia kuten esimerkiksi liittämällä tuotteeseen älytekniikkaa, valaistus- ja akustoelementtejä. Tuotteen muotokieltä voidaan käyttää myös muiden tuoteperheen kalusteiden suunnittelun pohjana.

Muiden materiaalien käyttö tuotteen materiaalivevaihtoehtoina.

Yhtenä sisustuslevyjen materiaalivevaihtoehtona voisi olla metallipinnoite. Alipainetekniikalla valmistetaan myös huopapuristeet akustolevyihin, tätäkin mahdollisuutta tuotteen valmistuksessa voi miettiä.

10.2 Uudet sovellusalueet

Sovellutus leijuvaksi tai kiinteäksi alakatoksi. Jos sisustuslevyn ydinmateriaalina käytettäisiin joustavaa materiaalia, rakenne mahdollistaisi saneerauskohteiden putkien ja palkkien ohitukset. Idea vaatii paljon jatkokehitystä.

Olisi mielenkiintoista tutkia, kuinka tuotteessa voisi käyttää sekä puuta että muovivaikuttajia näkyvinä osina. Esimerkiksi seinäkkeeseen voitaisiin muotoilla kupera valaisinosia, joka olisi molemmilta puolilta ilman viilua. Puristustekniikalla toteutettuna valaisin olisi osa seinäkettä eikä kappaleita tarvitsisi erikseen liittää toisiinsa. Tutkittavana olisi onko rakenne mahdollista toteuttaa sekä kuinka muoto säilyy stabiilina levyrakenteessa. Samalla voisi tutkia kirkkaan muovin käyttömahdollisuuksia rakenteen osana.

Kuituoptiikan valaminen muovilevyyn. Termolevyn valmistusmenetelmän korkeasta lämpötilasta johtuen, kyseeseen tulisi ainoastaan lasisten kuitujen käyttö. Kirkkaassa muovissa kuiduilla voitaisiin säätää valon väriä. Sisustuselementeillä luotaisiin tunnelmaltaan muuttuvia tiloja. Valoelementti voisi toimia yksittäisenä tunnelmavalona tai koko seinänä.

10.3 Muunneltavuus

Levyjen kiinnitykset tulisi tulevaisuudessa ratkaista niin, että levyt säilyisivät mahdollisimman ehjinä ja ainoastaan kiinnitystavat ja helat muuttuisivat riippuen onko kyseessä seinälevy, tilanjakaja vai kattoelementti. Näin samaa levyä voitaisiin helposti käyttää eri käyttökohteissa. Haasteeksi muodostuu irrotettavan kiinnityksen riittävä käyttökestävyys eli kuinka rakenne kestää muun seinäkiinnityksen kuten säilyttimet ja taulu-TV:t. Jos kiinnitys peittää levyn rakenteen

voitaisiin ydinmateriaalina käyttää myöskin värjäämätöntä puukomposiittilevyä.

10.4 Jatkotutkimusalueita

Pintakäsittelyn tekeminen tuotteen puristusvaiheessa. Väripigmentti voisi olla mahdollisesti jos sidosaineessa mukana.

Printin ja muodon yhdistäminen tuotteeseen sekä tuotteen kosteudenkestävyys aiheuttavat haasteita pinnoitusmenetelmille. Tämän vuoksi Termolevyllä soveltuvien pinnoitusmenetelmien jatkotutkimukset ovat tärkeitä.

Tekniikan sekä ohjelmistojen kehittäminen niin, että 2D-kuvien muunto 3D-muotoon ja siitä puristusmuoteiksi tuotantoon on nopeaa sekä helppoa. Tämä mahdollistaa uuden materiaalin asiakaskohtaiset sovellutukset sekä palvelee myös alihankkijapohjaista verkostotoimintamallia. Printtien suunnittelu voisi osaltaan kuulua tähän järjestelmään.

Jatkotutkimusaiheena voisivat olla uuden materiaalin käytön tutkiminen passiivienergiatalojen sisäpinnoissa; muovin eristysominaisuudet yhdistettynä kosteudensietokykyyn sekä valmiiseen sisäpinnoitteeseen samassa tuotteessa, voivat olla uusien rakennuslevyjen elementtejä.

Tuotteita tuotteesta. Tuote voidaan suunnitella myös niin, että samasta puristuskappaleesta valmistetaan useiden tuotteiden osia. Olennaista olisi selvittää, onnistuuko jo valmiin, käytetyn tuotteen uudelleenpuristaminen valmistusmenetelmällä toiseksi tuotteeksi. Parasta olisi, että asiakas voisi vaikuttaa omien tarpeidensa mukaisesti tuotteen uudelleenmuotoiluun tai tuote olisi suunniteltu jo alunperin valmistusta vaille oleviksi uusiotuotteiksi. Jos levy materiaalin eli tuotteen kierrättäminen ja valmiin käytetyn tuotteen uudelleen puristaminen onnistuu, voidaan uusiomateriaalin käytöllä säästää paljon työtä, energiaa ja materiaalia. Tämä tarkoittaisi levy materiaalin ja sen kierrätyksen kehittämistä. Kierrätysmaksun voisi sisällyttää tuotteen hintaan panttina ja kehittää palautusjärjestelmää minimoimalla sekä kuluttajan että valmistajan kierrätyskustannukset järkevälle tasolle. Ympäristönäkökulmalla on tässä myös merkittävä painoarvo. Tuotteen rakenne olisi suunniteltava helposti purettaviksi osiin eri materiaaleihin kierrätystä varten, erityisesti silloin, kun ydin on ABS-muovia.

11 ARVIOINTI

11.1 Tuote

Aikaisemmissa mallinuksissa seinälevyn muodosta puuttuivat materiaalin vaatimat oikeat pyöritykset ja muoto oli liian lähellä levyn reunoja sekä visuaalisesti että rakenteellisesti. Sekä muodon että mitoituksen suhteen tehtiin tarkennuksia. Lopputuotteen muotoa on pehmennetty ja muodon korkeus on enimmillään 16 mm. Levyn reunojen ja muodon välimatka on riittävä ja muoto pääsee laskeutumaan sulavasi takaisin levynpintaan. Levyn mittojen suurentaminen lisäsi variaatio mahdollisuuksia. Levyn puolittamisella saadaan kaksi uutta 600 × 600 mm muotolevyä, joiden yhdistelmällä voidaan muodostaa esimerkiksi viiva tai puolikaari. Yksittäistä levyä voidaan käyttää vaikkapa valaisimena, jos rakenteeseen kiinnitetään pienikokoinen ledi valonlähteeksi.

Olli Kilven lopputuotteen mallinuksissa on onnistuttu hyvin. On mielenkiintoista nähdä, miten koemallin muotopuristus onnistuu ja siltä osin tuotteen valmistettavuuden arviointi tapahtuu myöhemmin. Tilanjakajan kiinnitysmekanismien rakennesuunnittelussa Olli Kilpi on tehnyt keskustelujemme pohjalta rakenne esityksen. Jos muotopuristelevyn paksuutta myöhemmin pyrittäisiin ohentamaan, tukisi nyt suunniteltu kehysrakenne levyä. Takana oleva kiinnityskehys voisi olla puuta tai alumiiniprofilia, jolloin tuotteen kokonaispainoa voitaisiin keventää. Kiinnitysratkaisut tarkentuvat palautteen myötä.

11.2 Prosessi

Ideasta tuotteeksi on pitkä matka. Ajan kulumisen lisää kykyä tarkastella ideoiden kantavuutta objektiivisesti. Jotta ideat eivät jäisi vain ajatustasolle, suunnittelija tarvitsee läheistä yhteistyötä ja verkostoitumista muiden asiantuntijoiden kanssa. Termo-projektin toimijoiden välinen yhteistyö on luonut mahdollisuuden kehittyä ja ymmärtää tuotesuunnittelua laajempana moniammatillisena kokonaisuutena.

Tässä prosessissa olin aikaisemmin ajatellut käsitteleväni myös tuotteen jakeluun, markkinointiin, pakkauksiin sekä esillepanoon liittyvää kokonaisuutta. Silloin ajatuksena oli tutustua koko ketjun erivaiheisiin; tuotteen synnystä sen päätymiseen kuluttajan hankinnaksi. Nyt olen tuotteen ideoinnin alussa ja ymmärrän, miksi tuotekehitystä luonnehditaan hitaaksi prosessiksi. Prosessi on ollut opettavainen erityisesti ajankäytön suhteen. Aluksi odottelin hyviä ideoita, kehittelin ja hylkäsin osan ideoista ja lopuksi alkoi löytyä ideoita tuotteeksi. Prosessin aikana oli välttämätöntä keskittyä sisustuslevyratkaisuihin, joten en paneutunut pienesineen suunnitteluun alkuideointia pidemmälle.

11.3 Palaute

Työn eri vaiheissa saamastani palautteesta on ollut erittäin paljon hyötyä. Levyn rakenteeseen liittyvät oletukseni eivät olleet toteutuskelpoisia; Termolevyn rakenne vaatii aina viilurakenteen ydinmateriaalin molemminpuolin. Näin ollen ajatus pinnan jättämisestä osittain muoville ja osittain puulle muotopuristeena ei ole rakenteellisesti mahdollista.

Standardimitoituksen noudattaminen levykokojen sekä kiinnitysjärjestelmän suhteen on tärkeää. Kyseessä ovat suuret teolliset sarjatuotantomäärät ja tämä tulee ottaa huomioon tuotteen suunnittelussa. Erikoisratkaisut myös nostavat tuotteen hintaa.

Kun pyritään mahdollisimman ohueen levyrakenteeseen, kiinnityksen suunnittelulla voidaan jäykistää koko sisustuselementin rakenne tukevaksi. Tarrakiinnitys ei ole hyvä ratkaisu, jos levy ei ole riittävän jäykkä. Ajattelin tarrakiinnitystä kuluttajalle helpoksi ratkaisuksi yksittäisten sisustuselementtien kiinnitykseen ja se olisi tarkoitettu lisävaihtoehdoksi varsinaiseen kiinnitysjärjestelmään.

Toivon, että sisustuslevyn muoto ja koepuristeiden tulokset antavat omalta osaltaan lisätietoa materiaalin muovautuvuudesta ja näin tukevat Termo-projektin tutkimuksellisia päämääriä. Sisustuslevyn jatkokehitys mahdollisuuksia on paljon ja koepuristeiden tuloksista selviää, miten tuotetta tulee kehittää tulevaisuudessa.

KIITOKSET

Lopuksi haluan kiittää erityisesti Jari Suomista mahdollisuudesta olla mukana uutta luovassa ja mielenkiintoisessa projektissa. Lämpimät kiitokset myös ohjaajilleni Kaarle Holmbergille, Elna Rantapuskalle, sekä työparilleni Olli Kilvelle. Lisäksi kiittäisin Muotoilu- ja taideinstituutin opettajia saamastani ohjauksesta ja avusta työn eri vaiheissa sekä projektiryhmää Antti Lankista ja Jyri Pekkasta hyvästä yhteistyöstä protomallien haastavassa toteutusvaiheessa.

LÄHTEET

Painetut lähteet:

Järvinen, P. 2008. Uusi muovitieto. Muovifakta Oy. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Partikainen, A. 2010. Termomuovattavat puulevyvalmisteet: Viulun murtovenymän parantaminen 3D-muotopuristuksessa. Lahden ammattikorkeakoulu, Tekniikan laitos. Puutekniikan opinnäytetyö.

Paulakoski, H. 2009. Termomuovattavat puulevyvalmisteet: Muottivalinta. Lahden ammattikorkeakoulu, Tekniikan laitos. Puutekniikan opinnäytetyö.

RT 22-10773 Ohjetiedosto 2002. Vaneri rakenteissa ja verhouksessa. Rakennustieto Oy. Rakennustietosäätiö RTS.

SIT 26-610037 Ohjetiedosto 2006. Puulevyt. Rakennustieto Oy. Rakennustietosäätiö RTS.

Vainio, P. 2002. Future Laminations. Tietokoneen hyödyntäminen viilupuriste huonekalujen muotoilussa. Loppuraportti. Helsinki: Aalto-yliopisto Taideteollinen korkeakoulu, Future Home Institute.

Suulliset lähteet:

Anttila, T., Tikka, H. 2010. KOKO talo – uutta asumisen konseptointia. Luento Habitare-messuilla 2010

PuuWoodHolzBois -seminaari: Puuarkkitehtuuri sekä puurakentamista ja puutuotteiden käyttö sisustamisessa 2.9.2010

Sähköiset lähteet:

Lankinen, A. 30.4.2010. Termo-projektin tutkimustuloksia. ppt-esitys

Suominen, J. 19.1.2010. Termo; Termomuovattavat puulevyvalmisteet. ppt-esitys

Internet-lähteet:

Brain.wood. 2010. POP-interior panel [viitattu 31.10.2010]. Saatavissa: <http://www.brainwood.net/fi/tuotteet/pop>

Jouko Kärkkäinen. 2010. Ply sisustus- ja alustiikkaelementit. [viitattu 31.10.2010]. Saatavissa: http://www.joukokarkkainen.com/?ply_acoustic_element

Koskisen Oy Kokoa. 2010. Kokoa tuotteet [viitattu 31.10.2010]. Saatavissa: <http://www.kokoa.fi/tuotteet>

Lahden ammattikorkeakoulu. 2010. Tekniikka, Tutkimus- ja kehitystoiminta, hankkeet. Termomuovattavat puulevyvalmisteet (Termo). [viitattu 21.4.10]. Saatavissa: <http://www.lamk.fi/tekniikka/tutkimus/hankkeet/termo.html>

Muoviura. 2010. ABS Tuotesivut [viitattu 17.8.2010]. Saatavissa: <http://www.muoviura.fi/assets/files/ABSTuotesivut.pdf>

Sisustuslevy. 2010. Kuviodut sisustuslevyt [viitattu 31.10.2010]. Saatavissa: http://www.sisustuslevy.fi/epages/29032010-1071.sf/fin_FI/?ObjectPath=/Shops/29032010-1071/Categories/Tekij%C3%A4

Suomen Uusiomuovi Oy. 2010. Uusiomuoviesite.3.pdf Päivitetty 10.2.2009 [viitattu 17.8.2010]. Saatavissa: http://www.suomenuusiomuovi.fi/fin/suomen_uusiomuovi_oy/

Suomi EXPO 2010 Shanghai. Paviljonki [viitattu 31.10.2010]. Saatavissa: <http://www.finlandatexpo2010.fi/paviljonki/>

Kuvalähteet:

Kuvio 1. Lankinen. A. 30.4.2010. Termo-projektin tutkimustuloksia. ppt-esitys, 3 [viitattu 19.7.2010].

Kuvio 2. Suominen. J. 19.1.2010. Termo; Termomuovattavat puulevyvalmisteet. pdf-esitys, 3 [viitattu 1.4.2010].

Kuva 1. Lankinen. A. 30.4.2010. Termo-projektin tutkimustuloksia. ppt-esitys, 13 [viitattu 19.7.2010].

Kuva 2. Ylimaula, A-M. (toim.) 2002. Designing for the Future, Tulevaisuutta muotoilemassa. Oulu: Painotalo Suomenmaa, 157.

Kuva 3. Propuu. 2010. Uni-vati [viitattu 30.10.2010]. Saatavissa: http://www.propuu.fi/profin/index.php?option=com_easygallery&act=photos&cid=985&Itemid=170

Kuva 4. Lankinen. A. 30.4.2010. Termo-projektin tutkimustuloksia. ppt-esitys, 15 [viitattu 19.7.2010].

Kuva 5. Lankinen. A. 30.4.2010. Termo-projektin tutkimustuloksia. ppt-esitys, 7 [viitattu 19.7.2010].

Kuvat 6.-9. Showroom Finlands. 2004. Ply Wall Elements. Esite.

Kuva 10. Koskisen Oy Kokoa. 2010. Kokoa tuotteet, matta [viitattu 31.10.2010]. Saatavissa: <http://www.kokoa.fi/tuotteet/kokoa-matta>

Kuva 11. Koskisen Oy Kokoa. 2010. Kokoa tuotteet, matta [viitattu 31.10.2010]. Saatavissa:
<http://www.kokoa.fi/tuotteet/kokoa-vallila>

Kuva 12. Sisustuslevy. 2010. Kuvagalleria,
http://www.sisustuslevy.fi/epages/29032010-1071.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/29032010-1071/Categories/Kuvagalleria

Kuvat 13.-15. Brainwood. 2010. POP-interior panel [viitattu 31.10.2010]. Saatavissa:
<http://www.brainwood.net/fi/tuotteet/pop>