



IDEASTA TUOTTEEKSI

LÄMPÖMUOVATTAVASTA PUULEVYVALMISTEESTA SISUSTUSTUOTTEEKSI

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
MUOTOILU- JA TAIDEINSTITUUTTI
MUOTOILUN KOULUTUSOHJELMA
SISUSTUSARKKITEHTUURI
OPINNÄYTETYÖ AMK
TUTKINTOON JOHTAVA AIKUISKOULUTUS
VAPPUMAARIA TUHKANEN
KEVÄT 2011

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU

Muotoilu- ja taideinstituutti/ Muotoilun koulutusohjelma

Sisustusarkkitehtuuri/ Tutkintoon johtava aikuiskoulutus

Opinnäytetyö AMK, 76 sivua

Ideasta tuotteeksi, Lämpömuovattavasta puulevyvalmisteesta sisustustuotteeksi

Vappumaaria Tuhkanen

Kevät 2011

Ohjaajat: Kaarle Holmberg, Elina Rantapuska

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön aihetta miettiessäni asetin työlle kaksi päämäärää, sen tulisi olla mielenkiintoinen ja hyödyllinen. Lähdin kartoittamaan mahdollisia toimeksiantajia ja otin aktiivisesti selvää ajankohtaisista projekteista. Näin minulle tarjoutui mahdollisuus olla mukana Termo-projektissa. Opinnäytetyö liittyy Lahden Ammattikorkeakoulun tekniikan alan kehittämään ja patentoimaan uuteen lämpömuovattavien puukomposiittilevyjen valmistusmenetelmään. Uudesta Termolevy-materiaalista voidaan suunnitella huonekaluihin ja sisustustuotteisiin aiempaa monipuolisempia muotoja. Työssä pyritään selvittämään, millaisia uusia muotoilullisia mahdollisuuksia innovaatiolla saavutetaan.

Lähdemateriaalina ja suunnittelun lähtökohtana käytin projektin muiden opiskelijoiden tutkimusraportteja. Lähdin selvittämään puun ja muovin ominaisuuksia sekä käyttökohteita; kuinka materiaalitietoutta voitaisiin hyödyntää uuden yhdistelmäateriaalin käytössä. Toimeksiannon mukaisesti työssä keskitytään ideoimaan uusia tuotteita Termolevy-materiaalista. Työssä on paljon ideoita, joita ei ole pyrittykään viemään ajatusta pidemmälle. Työn punaisena lankana ovat sisustuslevyt, niiden sovellukset sekä tulevien käyttöympäristöjen tarkastelu. Sisustuslevystä toteutettiin protomalli, ja siihen liittyvässä tarkastelussa voidaan selvittää materiaalin todellista muovautuvuutta.

Muovimateriaalin eri ominaisuuksien käyttö osana tuotteen kokonaissuunnittelua on mielestäni yksi suurimmista Termolevy-materiaalin jatkotutkimuksien muotoilullisista mahdollisuuksista. Näin voidaan suunnitella kokonaan uusiin käyttökohteisiin soveltuvia tuotteita. Jatkotutkimusaiheina voisi olla myös muiden materiaalien käyttö tuotteen materiaaliveikkeitä. Termolevy-materiaalin kierrätys on teknisesti mahdollista toteuttaa. Lämmön avulla rakenne voidaan purkaa takaisin eri osiin ja jatkojalostaa uusiomateriaali, kuten esimerkiksi ABS-muovi. Ydinmateriaaleina menetelmässä voidaan 100 %:n kestopuun sijasta käyttää myöskin värjäämätöntä puukomposiittilevyä.

Avainsanat: sisustuslevyt, Termo-projekti, lämpömuovattavat puulevyvalmisteet

LAHTI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Institute of Design and Art/ Degree programme in Design
Interior Architecture
Graduation Project AMK, 76 pages
From idea to product, from thermoplastic wood plate to interior product
Vappumaaria Tuhkanen
Spring 2011
Advisors: Kaarle Holmberg, Elina Rantapuska

ABSTRACT

While thinking of the subject for my thesis, I set two goals for the final product. It should be interesting and usefull. I started by searching potential principals and finding out about topical projects. This is how i got the opportunity to be involved in Thermo-project. Thesis involves Polytechnic sector to develop and patent the new wood composite plate thermoplastic manufacturing process. The new thermo plate material allows designer to make more diverse shapes for interior products. This work aims to investigate what kind of new design-opportunities this innovation enables.

For the source material and the basis for this project, I used the other students' research reports. I went to investigate the properties and uses of wood and plastic in order to understand how the knowledge of the material could be used in use of composite material. According to assignment this work focuses on making new products out of thermo plate material. This work includes a lot of ideas that aren't even supposed to go farther than a thought. Thesis concentrates on interior panels and their applications. Proto model was produced from the panel and analysis of that product makes it possible to find out about the true plasticity of the material.

The use of plastic material's different characteristics as a part of product overall desing, is one of most important possibilities of further research. This allows product desing for completely new enviroments. The use of different materials in manufacturing process coul also be researched.

Recycling of thermo plate material is technically possible. Structure can be taken apart with use of warmth and reusable materials such as ABS-plastic can be separated. Uncolored wood composite plate can be used as core material instead of 100% thermoplastics.

Keywords: interior plates, Thermo-project, thermoplastic wood plate products

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1	7	SUUNNITTELUN TAVOITTEET JA RAJAUS	18
1.1	Aihe ja taustat	1	7.1	Toiminalliset tavoitteet	18
1.2	Tutkimusasetelma	1	7.2	Käyttöympäristöt	18
			7.3	Valmistustekniset tavoitteet	18
2	TOIMEKSIANTO JA TOIMEKSIANTAJA	2	7.4	Muuntojoustavuus	18
2.1	Alustava brief	2	7.5	Ympäristötavoitteet	19
2.2	Termolevyprojekti	2	7.6	Esteettisvisuaaliset tavoitteet	19
2.3	Toimijat	3	7.7	Rajaus	24
3	TERMILEVY	4	8	SUUNNITTELUPROSESSI	26
3.1	Innovaatio	4	8.1	Suunnittelumenetelmistä	26
3.2	Tuotteen nykytila	4	8.2	Sisustuslevy	36
			8.3	Tilanjakaja	40
4	TERMILEVYN OMINAISUUDET	6	8.4	Valaisin	43
4.1	Rakenne	6	8.5	Käyttökohde skenaariot	44
4.2	Ydinmateriaalina ABS-muovi	6			
4.3	Valmistustekniikka	8	9	LOPPUTULOS	46
4.4	Lämpömuovautuvuus tuoteominaisuutena	9	9.1	Esittely	46
			9.2	Tuote eri käyttöympäristöissä	55
5	TERMILEVYN MAHDOLLISIA KÄYTTÖ- YMPÄRISTÖJÄ JA SOVELLUSALUEITA	10	9.3	Protomallin valokuvat	60
5.1	Rakennusteollisuuden materiaalina	10	9.4	Protomallin valmistus	64
5.2	Sisustuspaneelijärjestelmät	10			
5.3	Väliseinäratkaisut	10	10	JATKOKEHITYS	66
5.4	Kosteat tilat	10	10.1	Tuotevariaatio	66
5.5	Uudet sovellutukset	11	10.2	Uudet sovellusalueet	66
5.6	Muut sovellusalueet	12	10.3	Muunneltavuus	67
			10.4	Jatkotutkimusalueita	67
6	TERMILEVY, SISUSTUSLEVYT	13	11	ARVIOINTI	70
6.1	Nykytarjonnasta	13	11.1	Tuote	70
	Ply Sisustuselementit	13	11.2	Prosessi	71
	Kokoa- sisustuslevysarja	14	11.3	Palaute	71
	Pop-sisustuslevymallisto	15			
6.2	Termilevyn tarjoamat mahdollisuudet	16	LÄHTEET		73
6.3	Analyysi	17	LIITTEET		77
6.4	Tuotekehitystarpeet	17	KIITOKSET		

1 JOHDANTO

1.1 Aihe ja taustat

Opinnäytetyö liittyy Lahden ammattikorkeakoulun tekniikan alan kehittämään ja patentoimaan uuteen lämpömuovattavien puukomposiittilevyjen valmistusmenetelmään. Toimeksiantajana työssä oli Lahden ammattikorkeakoulun Tekniikan laitos, Termo-projekti. Termo-materiaali muodostuu puukomposiittilevystä, joka voi olla myös 100-prosenttista kestopuuta sekä puuviilusta levyn molemmin puolin. Valmistuksessa käytetään alipuristusmenetelmää, jossa lämmön avulla yhdistetään muovi ja puu uudeksi yhdistelmämaterialiksi.

Työ sisältää ideointia käyttökohteista sekä havainnekuvia tuotteista käyttöympäristöissään. Työssä keskitytään sisustuslevyratkaisuihin. Tarkoituksena on tuottaa uusia tuoteideoita Termolevy- materialista toimeksiantajalle.

1.2 Tutkimusasetelma

Työssä pyritään selvittämään uuden materiaalin ja muodon rajapintaa, kuinka Termolevy taipuu entistä kolmiulotteisempiin muotoihin ja millaisissa tuotteissa yhdistelmämaterialin ominaisuudet tulevat parhaiten esille. Optiona toimeksiantaja saattoi harkita protomallin toteuttamista yhdestä tuoteideasta. Näin valmistusmenetelmää ja materiaalin muovautuvuutta voitiin testata käytännössä uudella muodolla.

Teoriapohjana sovelletaan kolmen jo valmistuneen tekniikan alan insinööriopiskelijan opinnäytetyön tutkimustuloksia käyttäen niitä suunnittelun pohjana. Mietin, miten näitä tietoja voitaisiin hyödyntää uudessa yhdistelmämaterialissa.

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 päättyi 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 puulevy materiaalista. (Termomuovattavat puulevyvalmisteet 2010).

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 läm-

pömuovattavan puuviilupintaisen levyn kehittämiseksi siten, että valmistusprosessi tapahtuisi esivalmisteluineen samassa tuotantoyksikössä. Vaihtoehtoisesti kehitetään kalusteteollisuuden verkostopohjaista toimintamallia. (Termomuovattavat puulevyvalmisteet 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 puulevyvalmisteet 2010.) Menetelmän patentti kuuluu Lahden ammattikorkeakoululle ja sen käyttöoikeudet ovat Suomessa tutkimushankkeen rahoitukseen osallistuneilla osapuolilla (Termomuovattavat puulevyvalmisteet 2010).

Edellä ovat mainittuina Termolevy tutkimushankkeen tavoitteet, joihin oma selvitystyöni liittyy kohdan 2.1 briefin mukaisesti. Opinnäytetyössäni jatkan sisustuslevyidean kehittämistä siitä, mihin jäin projektin päätyttyä. Sisustuslevyn kiinnitysrakenteiden tarkentaminen protomallin valmistumisen jälkeen sekä valaisinlevyn rakennesuunnittelu ovat keskeinen osa opinnäytetyötä. Lisäksi tarkempi suunnitteluprosessikuvaus ja protomallin valmistukseen liittyvät huomiot tulevat esiin opinnäytetyössä.

2.3 Toimijat

Lahden ammattikorkeakoulu, Muotoilu- ja taideinstituutti; sisustusarkkitehtuuri, Lahden ammattikorkeakoulu, Tekniikan ala; muovitekniikka sekä Tampereen teknillinen yliopisto; Muovi- ja elastomeeritekniikka ovat tutkimuslaitoksina Termomuovattavat puulevyvalmisteet 2010 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 puulevyvalmisteet 2010.)

Projektin työryhmän jäsenenä 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 TERMOLEVY

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 uudentyyppisiin muotoihin sekä käyttötarkoituksiin soveltuvia tuotteita. Projektissa on tutkittu ja kehitetty puukomposiittilevymateriaalin ominaisuuksia, valmistusta sekä luotu kokonaan uusi murtovenymien testausmenetelmä (Patrikainen 2010, 21).

3.2 Tuotteen nykytila

Termoprojektissa on tutkittu levyn muovausmahdollisuuksia eri puristusmenetelmillä, joista alipainetekniikalla tehty koekappaleet ovat osoittautuneet parhaimmiksi. Koepuristuksissa on käytetty pääasiassa Petri Vainion vuonna 2002 suunnitteleminen koivuohutviiluvanerien Tuisku - ja Uni -vati 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.

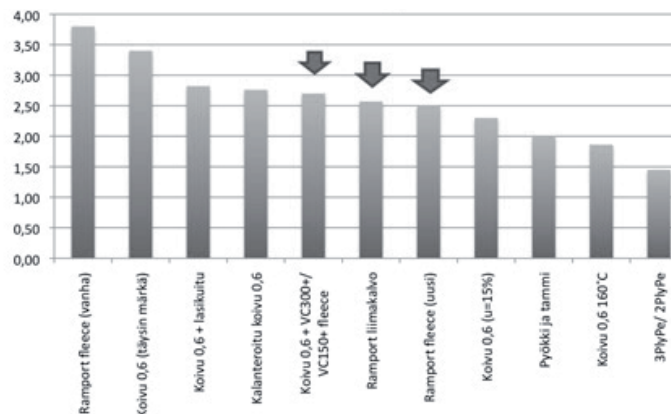


Kuva 1. Tuisku- vadin koepuriste Termolevystä (Lankinen 2010, 13).



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

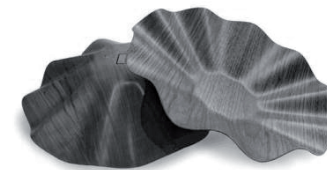
Parhaiten koepuristukset ovat onnistuneet Tuisku -muodolla. Tuiskun muodot ovat riittävän loivia. Materiaalina koekappaleissa on käytetty 0,6- mm koivuviilua sekä ABS -levyä, jonka paksuudet ovat vaihdelleet 2- 4 mm välillä. Termolevylle on tehty myös taivutus- ja pitkäaikaisrasitus eli virumatestejä 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).

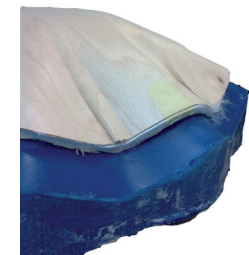
Viimeisimmät tutkimustulokset on tehty itseliimatulle fleece- vahvisteiselle viilulle (rakenne: 0,6 mm koivuviilu+ PWG VC300+ sekä VC150+ fleece). Pintaviilun murtovenymäksi tällä rakenteella saatiin 2,7 %. Verrattaessa murtovenymää kaupalliseen Ramportin fleece -kankaalla vahvistettuun viiluun, jonka 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 ryppyntyymistä; muodot ovat jyrkkiä eikä valmistusmenetelmässä käytettävän silikonima-



www.propuu.fi/profin/index.php?option=com_easygallery&act=photos&cid=985&Itemid=170

Kuva 3. Uni- vati ohutviiluväri design Petri Vainio 2002.



Kuva 4. Koepuriste muotisaan (Lankinen 2010, 15).

ton puristusvoima riittä 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.)

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 kesto-muovia. Ydinmateriaalin rakenteella saadaan puukomposiit- tilevylle haluttuja erityisominaisuuksia. (Suominen 2010,3). Ydinmateriaalissa voidaan käyttää eri levypaksuuksia.



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

Termo-projektin Tuisku- ja Uni- koepuristuskappaleiden ydin- materiaalina on käytetty 400 x 400 x 2- 4 mm ABS- levyä. Pintaosina koekappaleissa käytettiin lähinnä 0,6 mm koivuvii- lua. 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

Akryylinitriilibutadieenistyreeni eli ABS-muovi on lämpömuo- vattavaa ja helppotyöstöistä materiaalia. ABS – muovi on myös yleisin muovi, jota metalloidaan galvaanisesti. Esimer- kiksi kromattuna siitä valmistetaan vesihanojen sekoittimia, vipuja ja suihkupäitä. ABS -muovi soveltuu erityisesti elektro- niikan ja laitteellisuuden tuotteisiin mittatarkkuutensa sekä erinomaisen pinnanlaatunsa ansiosta. ABS – muovi lue- taankin kuuluvaksi teknisten muovien ryhmään. Yleisiä ABS - muovista valmistettuja tuotteita ovat Lego -palikat, autojen koelaudat, pölynimurien kuoriosat, katsomoistuimet, valaisi- met, matkalaukut, erilaisten laitteiden kuoriosat sekä veneen osat. (Järvinen 2008, 67–68.)

ABS- muovista valmistetaan tyhjiömenetelmällä keittiölaittei- den osia, koska materiaalilla on korkea (+95 °C) lämpötilan sietokyky (Muoviura 2010). Hyvän kylmänkestävyyden ansiosta sitä käytetään myös jääkaappien sekä pakastimi- en osien valmistukseen. ABS -muovia on saatavana käyttö- kohteesta riippuen erityisominaisuuksilla varustettuna kuten erityisen joustavana, iskunkestävänä tai uv-säteilyn ja sään kestävinä laatuina. Markkinoilla ABS -levyä on eri pintaku- vioineilla. Niistä nahkamainen TPU -pinnoite on tuttu auton sisustuksista ja käsilaukuista. Muovin pintaan voidaan luoda myös roiskekuvioita eli martioida. (Järvinen 2008, 136.)

ABS -levyjä valmistava Muoviura toimittaa varastomallei- naan esimerkiksi mustaa, valkoista ja harmaata levyä 2-5mm vahvuisina. Muut värit sekä 1,0 - 9,0 mm paksuiset

levyt ovat tehdastoimituksia. Levyjä on saatavina usealla erilaisella pinnan karkeusasteella: mattana, puolikiiltävänä, kiiltävänä sekä erilaisilla martiokuvioinneilla. (Muoviura 2010.)

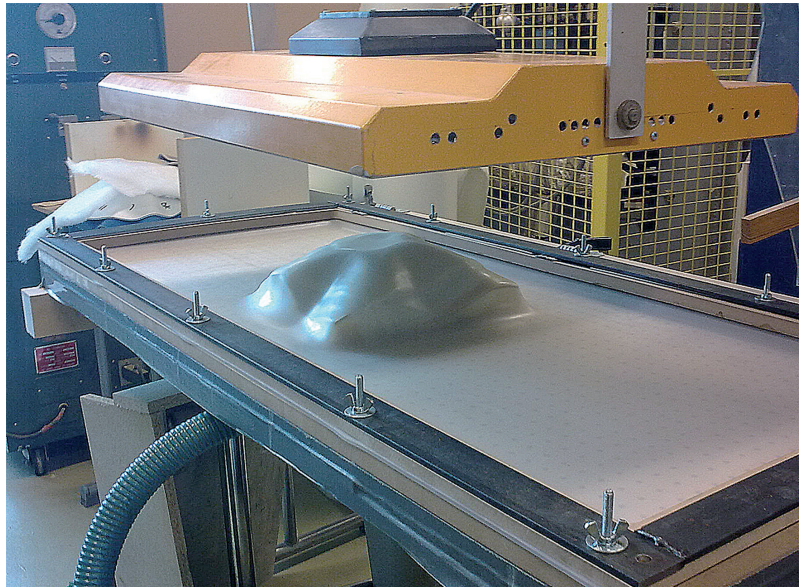
ABS –muoville soveltuvat parhaiten levy- ja profiilekstruusiotyöstömenetelmät (Järvinen 2008, 67). Muovilevyä voidaan työstää perinteisin puuntyöstömenetelmin, mutta myös laserleikkaamalla (Järvinen 2008, 142). Muovit johtavat lämpöä huonosti (Järvinen 2008, 141). Muoveilla naarmunkestävyys on yleisesti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

ABS -muovi voidaan lajitella energiajätteeksi. 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, puristuskehyksestä sekä 2/3 mm silikonimatosta (Lankinen 2010,5).



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

Termolevyn muoto-osien valmistuksessa käytetään uros-muottia, 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 jäähdytetään. Levyä voidaan lämmittää uunissa tai IR -säteilijällä. Lämmityksen tarkoituksena on muuntaa levyn ydinmateriaali termoplastiseksi jolloin levy on puristettavissa haluttuun muotoonsa. Kappale imetään alipaineella uros-muotin mukaiseksi. Jäähdytysvaiheessa kappale palautuu kiinteään muotoonsa. (Suominen 2010, 4-5; Lankinen 2010, 6.)

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

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.

Viereisen kuvan tuolin selkänojaa harkittiin valmistettavaksi Termolevy-materiaalista (Paulakoski 2009, 29).



Kuva 6.

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 ratkaisuin 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 seiniin sekä sisältäisi mahdollisesti ääntä vaimentavia ominaisuuksia. Voittaisiin myös tutkia, miten akustoivilla pinnoilla pystyttäisiin ohjaamaan tai hajauttamaan ääntä muodon avulla. Kyseen 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- myymälätkin.

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- laatuna (Muoviura 2010).

Julkipuolella asiakassovellutukset ovat välttämättömiä. Materiaali- ja väri vaihtoehtojen on oltava riittävän monipuolisia projektityöskentelyyn. Tuotteen tulee myös sopia yhdistettäväksi moniin 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 kestävä 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-aineeksi kestäämään 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 tuotteen (valo-, ääni- ja liikesensorit). Sovellutukset olisivat sopivia erityisesti vanhustenhuollon tarpeisiin, kuten esimerkiksi interaktiivinen seinä vanhusten kotiympäristöön. Termolevyn sisään voitaisiin ehkä valaa tai upottaa tekniikkaa. Levyn pinta on haptisesti miellyttävä ja ulkonäöllisesti pehmeä ja tuttu. Materiaalin kolmiulotteisuutta pystyittäisiin käyttämään hyväksi myös näkövammaisille suunnitelluissa tuotteissa. Tuotekehityksessä tulee ottaa huomioon tuotteen osien kiinnitys, huolto ja materiaalinkierrätys.

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.



<http://www.lapalma.it/product.asp?lng=02&n=2&d=205>

Kuva 7. AP jakkara, design Shin Azumi , valmistaja Lapalma, Italia Viilupuriste.

6 TERMOLEVY, SISUSTUSLEVYT

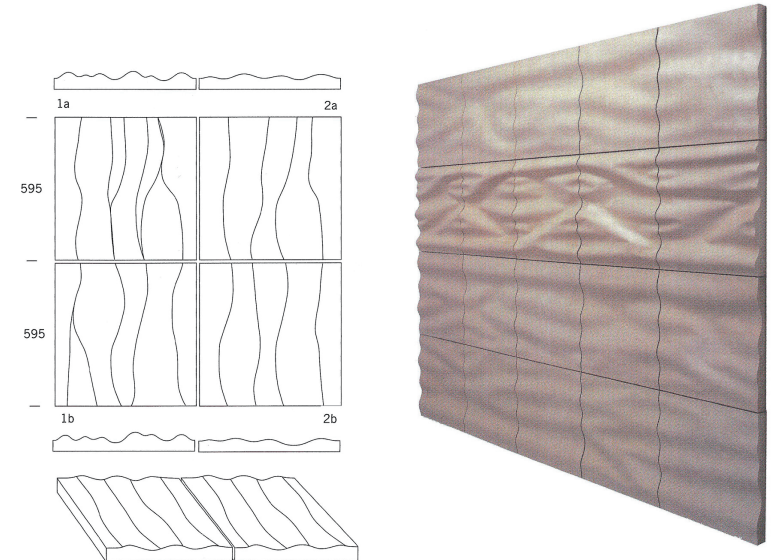
6.1 Nykytarjonnasta

Ply Sisustuselementit

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

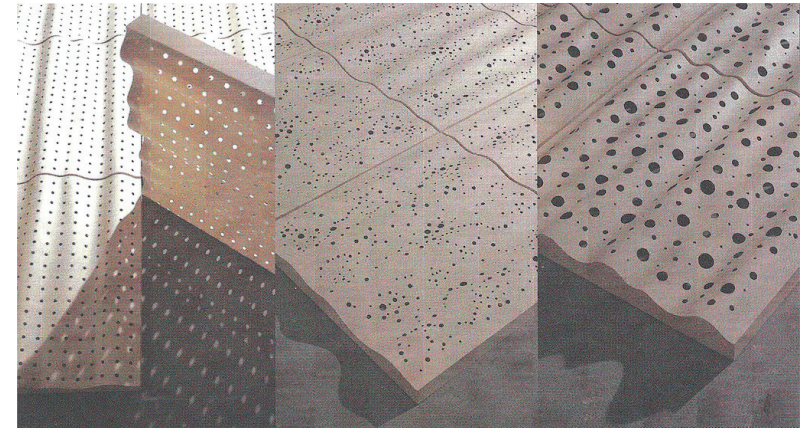
Levyjen koko on 600 x 600 mm ja niissä on neljä eri pintaprofilointia, joita yhdistämällä saadaan aikaan uusia muotoyhdistelmiä. Akustiikkaelementteinä käytetään samaa kokoa ja muotoja kuin sisustuslevyissä ja puuviilua eri tavoin reitittämällä saadaan kolme erilaista akustolevymallia. Seinäkiinnityksenä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

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



Kuvat 8. Ply 1, 2 elementtien koot (Showroom Finlands. 2004).

Kuva 9. Ply Wall elementit (Showroom Finlands. 2004).



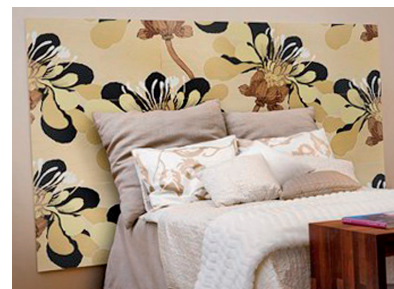
Kuva 10. Ply akustiikkaelementit: Matrix, Sky, Moon (Showroom Finlands. 2004).

Kokoa- sisustuslevysarja

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 kokonaisratkaisuuksi ja asiakas voi halutessaan ostaa koko tuotekokonaisuuden valmiina. (Anttila, Tikka 2010.)



Kuva 11. Kokoa-sisustuslevy Matta



www.kokoa.fi/tuotteet/kokoa-matta

Kuva 12. Syksyn 2010 Habitaressa Kokoa-sarjaan lanseerattiin Vallila Interiorsin Suolaheinäkuosi. Kuvion voi yhdistää esimerkiksi Kokoa Matta -sisustuslevyihin. (Koskinen 2010.)

Sisustuslevyjen kuvionti

Kuva 13. Kimmo Ojanen Laserfine Oy:stä suunnittelee ja kuvio sisustuslevyjä asiakkaan toiveiden mukaisesti (Ojanen 2010).

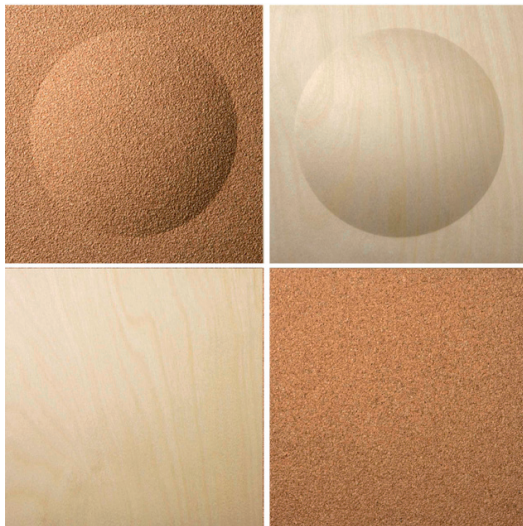


www.sisustuslevy.fi/epages/29032010-1071.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/29032010-1071/Categories/Kuvagalleria

Pop- sisustuslevymallisto

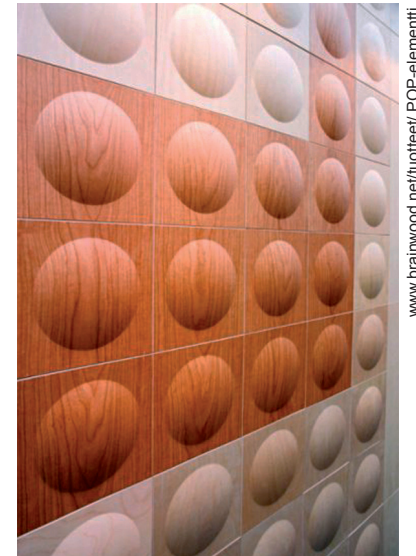
Markkinoilla on Brainwoodin markkinoimana Jaana Ylitalon suunnitelma Pop-sisustuslevymallisto, jossa on kolmiulotteisen levyelementin lisäksi suora levyelementti samoissa materiaalivaihtoehtoissa. Pop-sisustuslevyä on käytetty myös tiskien eturakenteissa, mikä on hyvä ajatus. Muita puulajivaihtoehtoja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

[www.brainwood.net/tuotteet/ POP-elementti](http://www.brainwood.net/tuotteet/POP-elementti)

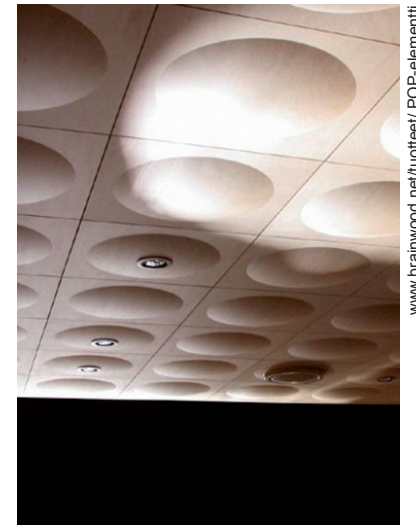


Kuva 14. Koivu- ja korkkimateriaalit.

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



Kuva 15.



Kuva 16.

6.2 Termolevyn tarjoamat mahdollisuudet

Haasteet

Koska tärkeimpänä tutkimuskohteena on etsiä muodon ja materiaalin rajapintaa, sitä mihin muotoihin pintarakenne vyy 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 puristeenmolempia 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 massatuote, 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 jatkojohdynnetään 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 eritavoin koneistamalla, esimerkiksi ohentaa, profiloida 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 suoria 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.

Materiaalin kierrätyksen helpottamiseksi Termolevystä valmistettujen tuotteiden rakenne voidaan purkaa takaisin eri materiaaleiksi lämmittämällä tuotetta korkeassa lämpötilassa, jolloin kerrosmateriaalit irtoavat toisistaan. Saavutetulla tekniikalla ABS-kestomuovi voidaan jatkojalostaa uudelleen (Suominen 2011).

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 neliömuotoisia 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 peittyy kokonaisuudessa hyvin. Rakenne on oivaltava ja tuote yllättävän kevyt visuaalisesta ilmeestään huolimatta. Akusto- ja valaisinratkaisut antavat lisäkäyttömahdollisuuksia tuotteelle. Hyvänä lisänä ovat asiakaskohtaiset sovellusmahdollisuudet. 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 puulajivaihtoehtoista 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. Ulkonäöllisesti 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 metalliprofiileilla 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 tulee osittain ohjata ratkaisujen tekemistä. Raaka-aineen mahdollisimman pieni

hävikki sekä epäkuranttien tuotteiden jatkohyödyntäminen 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 joustaen 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 Ympäristötavoitteet

Tuotteet voidaan palauttaa valmistajalle materiaalin uusio-
käyttöä varten. Tuote on kestävä sekä materiaaleiltaan että
muotoilultaan. Muovirakenteet pyritään suunnittelemaan
mahdollisimman kevyiksi säästäten materiaalia.

taan osaksi käyttöympäristöään. Kun sileiden levyjen joukos-
sa käytetään vain muutamia kappaleita muotolevyjä, voidaan
luoda yleisvaikutelmaltaan rauhallinen tila. Vastaavasti muo-
tolevyjen sommittelu ja toistuva kuvio suurina pintoina tekee
tilasta jännitteisen. Nyt suunniteltu koko on 1200x 600 mm ja
vaatii visuaalisesti tilaa ympärilleen.

7.6 Esteettisvisuaaliset tavoitteet

Tuotteen muotokielen on oltava omaleimainen, mikä voi
myös rajata tuotteen käyttäjäkuntaa. Muodon tulee toimia
sekä vaaka- että pystysuunnassa ja olla varioitavissa eri ku-
vioksi. Muodon tulee toimia yksittäin sekä pieninä ryhminä
ilman varsinaista seinäänkiinnitysjärjestelmää. Sisustusle-
vyn on oltava kevyt myös mahdollista tarrakiinnitystä varten.
Varsinainen tuote on ilman raporttia ja muoto palaa takaisin
tasopintaan reunoja kohti, joka mahdollistaa myös yksinker-
taisten kiinnitysmekanismien käytön. Jos tuote voidaan val-
mistaa ilman "vastamuodon peilauseriaa", seinää vas-
ten oleva pinta on sileä eikä vaadi tilaa syvyysuunnassa.
Tuotteen syvyys olisi maksimissaan 40 mm muodosta riip-
puen.

Kun muoto ja printti yhdistetään tuotteeseen, kuvan koko voi
johtaa raportin välttämättömyyteen. Nykyisin printtejä teh-
dään laajasti eri materiaalille ja näin perustuotteet sopeute-



R y t m i

S u u n t a





H e i j a s t u s

L i i k e

M a s s a

V ä r e



7.7 Rajaus

Tavoitteena on suunnitella seinään kiinnitettävä sisustuslevy-elementti, jossa on sekä suora sekä kolmiulotteinen levyelementti samassa mallistossa. Tuotevariaationa on itsenäisesti seisova 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 välitilan seinämateriaalina.

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

Vaikka akustiikka, värimallit 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

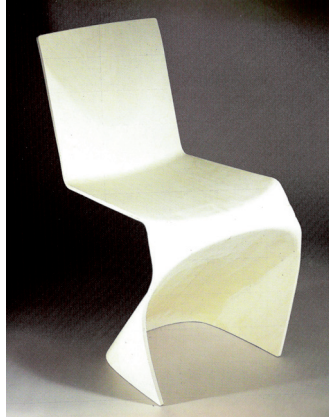
Future Laminations -tutkimus- ja kehittämishankkeen lopuraportissa Petri Vainio kuvaa mielenkiintoisesti Tuisku-muodon suunnittelun eri vaiheita. Tutkimuksessa selvitettiin tietokoneavusteisen suunnittelun hyödyntämistä viilupuristehuonekalujen muotoilussa. Tuisku -muotoa tutkittiin taivuttamalla ja 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. Materiaalikokeiluja tehtäessä huomattiin, että viilujen levittymistä suurempi ongelma oli ylimääraisten poimujen muodostuminen. Tämän tutkimuksen seurauksena syntyivät kuppimaiset tuotteet Uni, Tuisku ja Tokio. Lisäksi Petri Vainio tutki viilupuristemuodon peilauseriaatetta Sumi -ja Kulkuri -tuolien (kuva 17) muotoilussa. (Vainio 2002, luku 5.4.)

Tämä tutkimus tehtiin kahdeksan vuotta sitten kalustesuunnittelun parissa. Nyt Shanghain maailmanäyttelyn Suomen Kirnu-paviljongissa on arkkitehtuurissa hyödynnetty tietokoneavusteista suunnittelua (kuvat 18-21). 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- tutkimuksessa-kin 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. (Metso 2010.)

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.

(Ylimaula, A-M. 2002, 156)



Kuva 17. Perti Vainion Sumi-
tuoli, 2002

http://p4_shanghai.s3.amazonaws.com/files/1127/2009-03-06_Day_Exterior_View.jpg?download



Kuva 18. Kirnu-paviljonki EXPO 2010 -maailmannäytelyssä.

http://p4_shanghai.s3.amazonaws.com/files/1616/2009-08-06_Structure_5.jpg?download



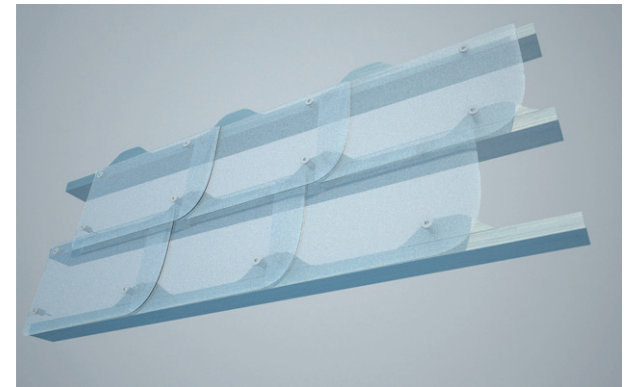
Kuva 19. Kirnu-paviljongin mallinnuskuva.

http://www.finlandatexpo2010.fi/files/1052/2009-03-17_3D_Model_of_Scales.jpg



Kuva 20. Kirnu-paviljongin ulkoverhouslevyjä.

http://p4_shanghai.s3.amazonaws.com/files/1058/2009-04-14_Transparent_Scale_5.jpg?download



Kuva 21. Kirnu-paviljongin seinärakennetta.

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 venymä-arvoja. Tekniikan laitoksella on tavoitteena tehdä 300 x 300 mm levystä koekappaleita, joissa tutkitaan materiaalin raja-arvoja hahmomallin muotoa mukaillen. Muoto on neljännesosaympyrä, jossa aaltomainen muoto on keskeltä jyrkin. Koemuoto mallinnetaan Cnc- koneiden suunnitteluohjelmalla ja koneistuksessa tullessaan muodossa jyrkästä kulmasta aina loivempaan ja näin saadaan testitulokset siitä, missä materiaalin murtovenymä ylittyy.

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

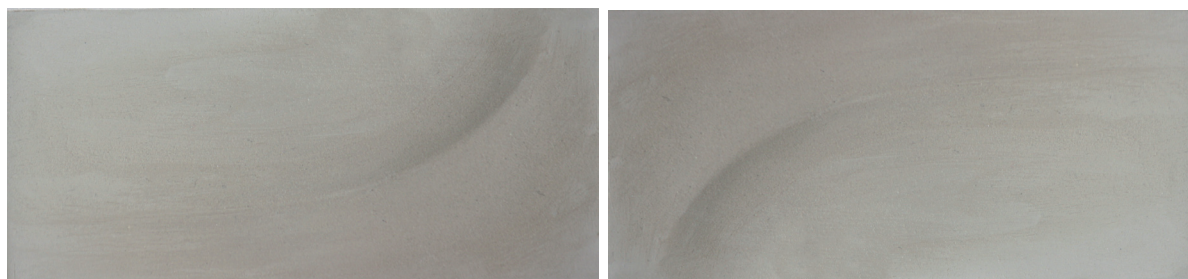
Hahmomallit



600 x 600 mm.

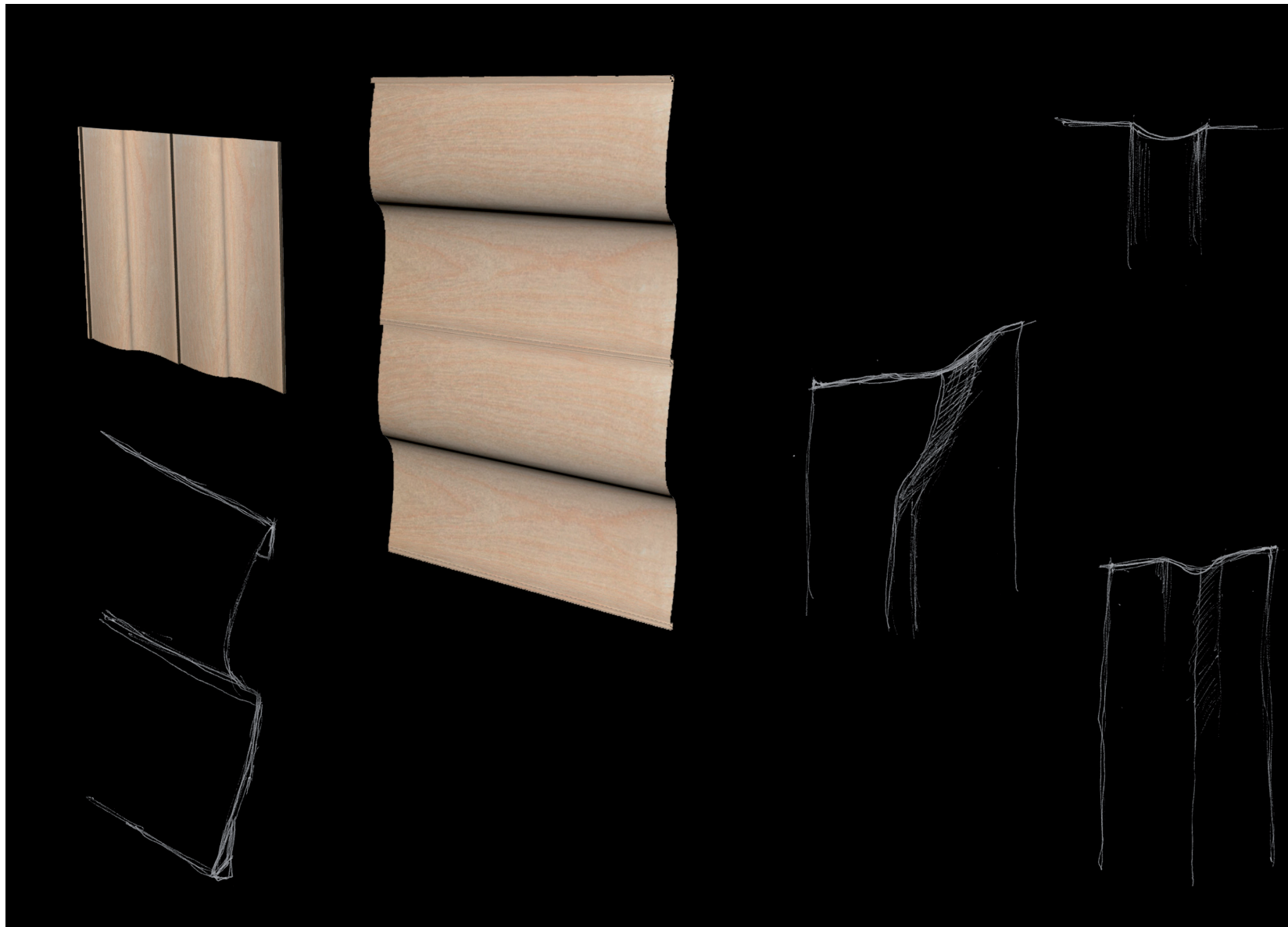


1200 x 600 mm.

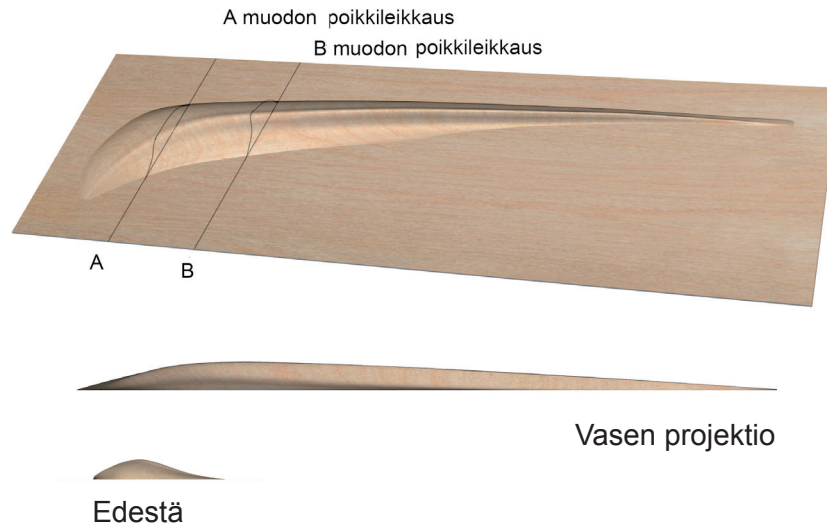


Massasta tehdyt hahmomallit valokuvattuna. Rytmikokeiluja seinälevyn muodolla koko 1200 x 600 mm.

Luonnoksia ja muodon kehittelyä

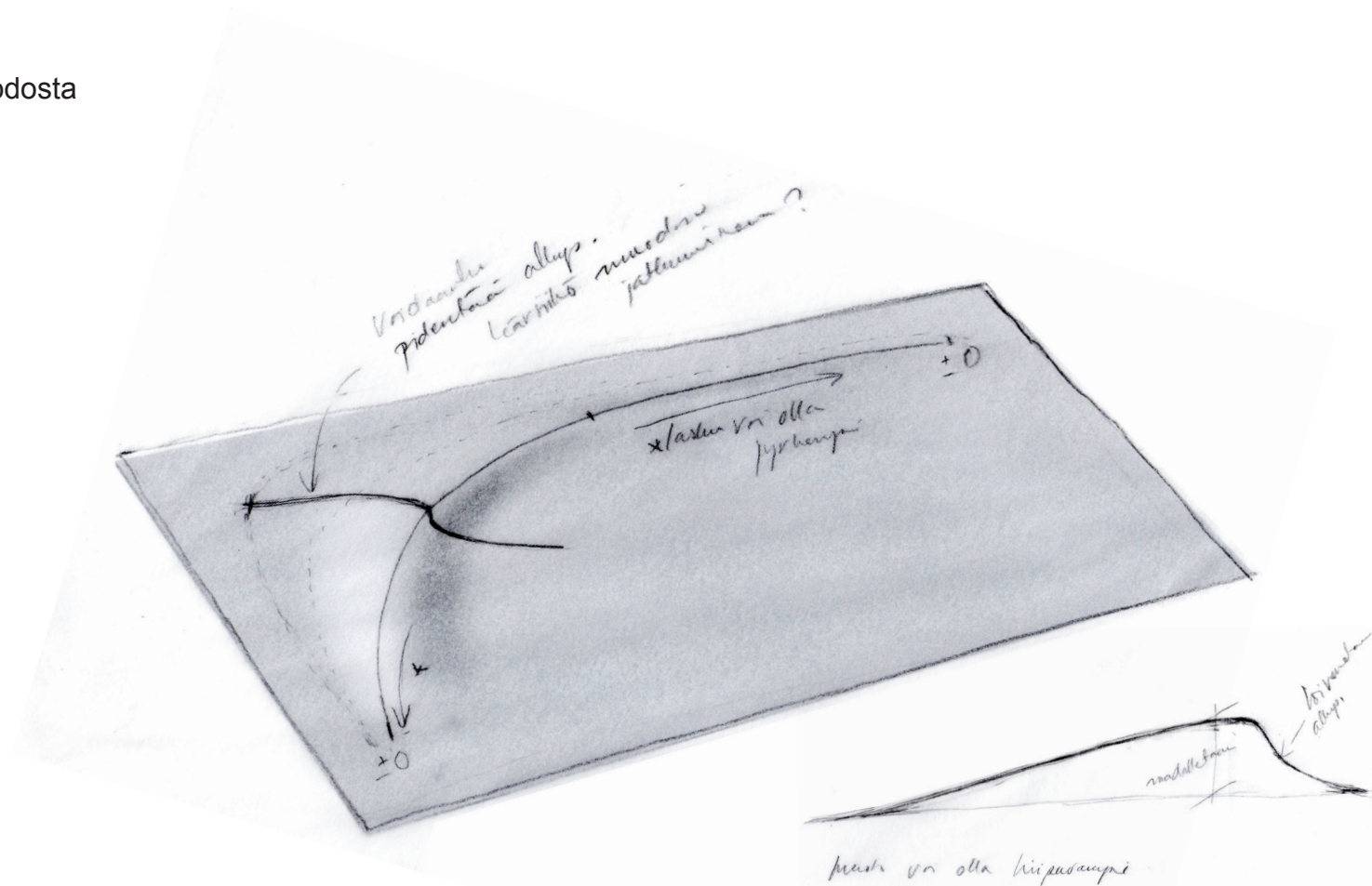


Mietin, miten arvioisin murtovenymääräarvoa 2,7%, joka oli läh-
tökohtanani muodonannolle. Onnistuneen Tuisku-muodon
koepuristeen syvyys oli n. 40 mm. Tämän perusteella pi-
din 40 mm:ä ajatuksellisenä maksimisyvyytenä Termolevy-
materiaalin muodoille. Murtovenymääräarvosta voidaan laskea
poikkileikkausmuodon maksimipituus. Rhinoceros- ohjelma-
lla saadaan määritellyksi poikkileikkauksen pituus (Metso
2010). Näitä tuloksia vertaamalla pystytään arvoimaan on-
nistuisiko muoto edes teoreettisella tasolla. Koska mallinnuk-
sen muoto ja pyöristykset eivät olleet oikein, murtovenymien
laskeminen ei tuntunut mielekkäälle. Muutenkin matemaatti-
nen lähestymistapa muodonannolle tuntui vieraalle.

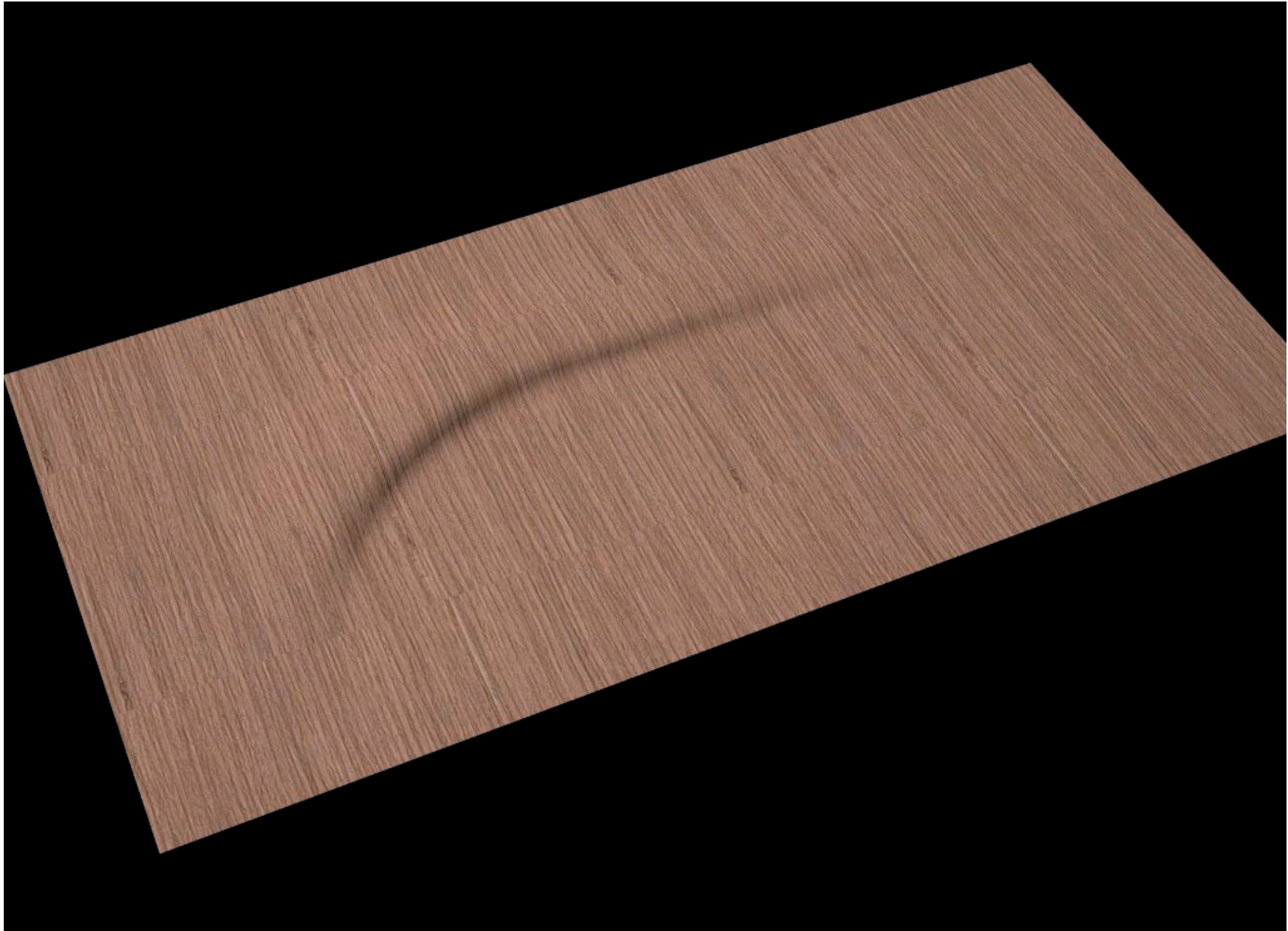


Alustavia seinälevyn mallinnuksia. Levykoko 400 x 1200 mm.

Ajatuksia muodosta



Pieni liike, lehden putoaminen ja uuden muodon piirtyminen nopeasti haihtuvana väreenä vedenpintaan. Ajatus ohikiitävästä hetkestä. Kierteinen muoto ja sen siirtäminen eri materiaaliin.



Protomallin mallinnukset

Olli Kilpi

Olli Kilpi on onnistunut hyvin saavuttamaan sisustuslevyn mallinnuksissa puhtaan muodon. Aikaisemmissa mallinnuksissa seinälevyn muodosta puuttuivat materiaalin vaatimat oikeat pyöristykset ja muoto oli liian lähellä levyn reunoja sekä visuaalisesti että rakenteellisesti. Ennen tämän mallin syntymistä odotimme materiaalin taivutus- ja venymämaksimiarvoja, joita olisimme käyttäneet hyväksi dimenssioiden määrittelyssä. Kuitenkin aikataulullisten syiden vuoksi arvioimme mitat, ja muodon syvyys puolitettiin 16 mm:iin. Näin saavutettiin kaunis, viitteellinen muoto, joka tilaelementtinä on käyttökelpoisempi kuin aikaisempi arviotu maksimisyvyys. Mutta ennen kaikkea muoto voitaisiin koepuristeena oletettavasti toteuttaa.

Levyn reunojen ja muodon välimatka on riittävä, ja näin muoto pääsee laskeutumaan sulavasti takaisin levynpintaan. Muodon mallintamisessa ongelmakohtia olivat pitkä suora osuus sekä päädyt. Levyn puolittaminen vaikutti myös levyn keskellä olevan korkeimman kohdan muodonprofiiliin; muodon piti peilautua ja muodostaa uutena yhdistelmänä viiva ja puolikaari.



Protomallin mallinnus

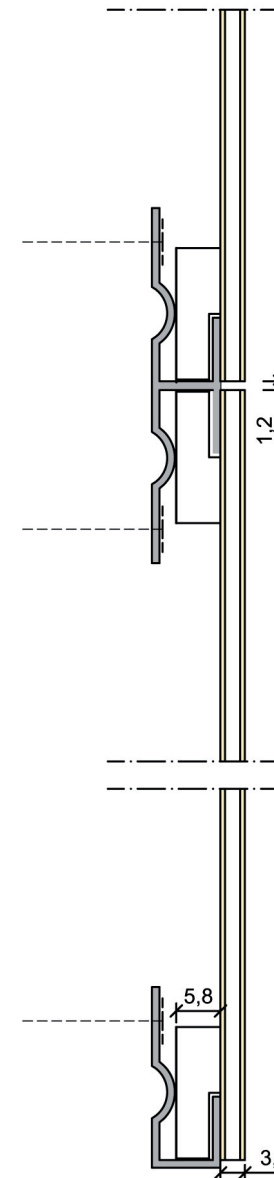
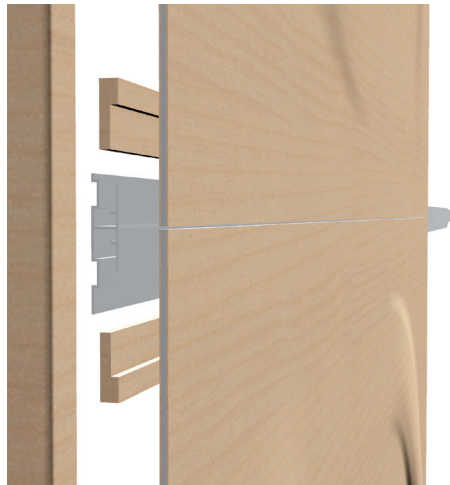
Olli Kilpi

8.2 Sisustuslevy

Seinälevyn rakenne

Seinälevyn rakenteen materiaalina on 0,6 mm luonnonväri-
nen leikattu koivuviiilu, fleece-kankaalla vahvistettu viilura-
kenne sekä ydinmateriaalina valkoinen 2 mm ABS- levy. Ra-
kenteen paksuus on 2,6 mm.

Oletin, että levyn rakenne olisi riittävän jäykkä eikä tarvitse
erillistä tukirakennetta. Kiinnityksessä sovelletaan normaalia va-
nerilevyn piilokiinnitystä. Levyn taakse ajattelin kiinnittää lis-
tat, joka samalla muodostavat uran vaakakiinnitystä varten.
(RT 22-10773, 11.)



Seinälevyn piilokiinnitys 1:1 pystyleikkaus.

Kiinnitys

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

Ohut muotopuriste voidaan kiinnittää myös ympäripontattuun levyyn. Kattokiinnitykseen soveltuvat samat profiilit.

Protomallin valmistuttua kävi kuitenkin selväksi, että muotopuriste tulee jäykistää ja kiinnityksen rakennetta muuttaa. 12 mm vanerin liimaaminen muotopuristeeseen pitäisi levyn suorana.

Mitoitus

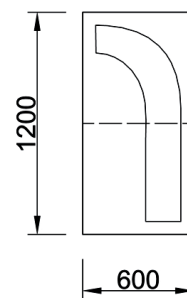
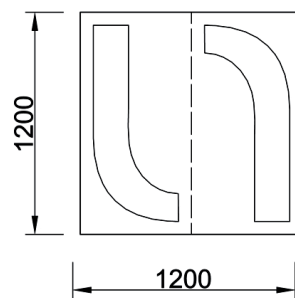
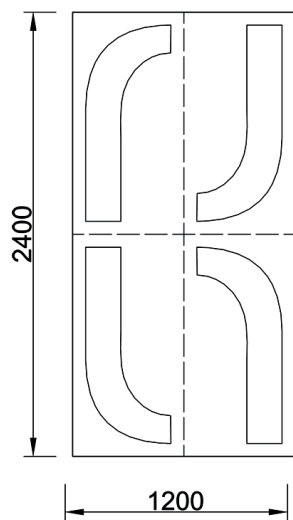
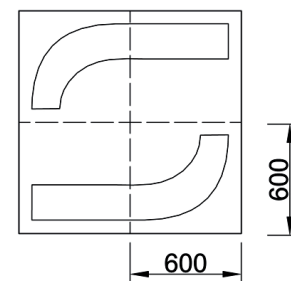
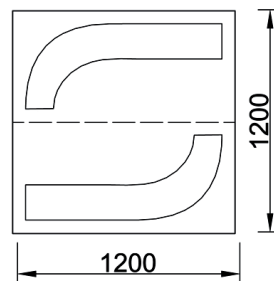
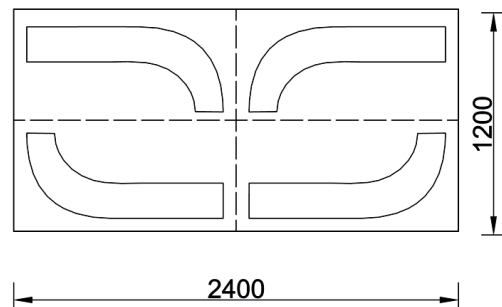
Mitoituksessa otin lähtökohdaksi koivuvanerin levykoon 1200 x 2400 mm (SIT 26-610037,4). Käyttämällä suorien sisustuslevyjen materiaalina ainoastaan vanerirakenetta, voidaan säästää muoviraaka-aineen käytössä. Ohutviiluvanerin levykoko 1220 x 1220 x 3 mm sopii hyvin tähän tarkoitukseen.

Normaali huonekorkeus vaihtelee 2400 -2800 mm:n välillä ja mitoituksessa pitäisi pyrkiä levymateriaalin mahdollisimman pieneen hävikkiin.

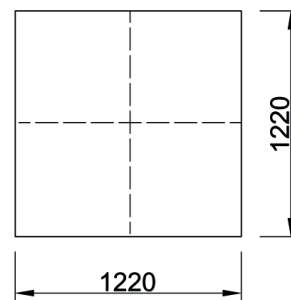
Vanereiden minimipaksuudet ovat 4 mm ja Termolevy rakenne on ohuempi sekä kevyempi kuin normaali vanerirakenne ja oletan, että 600 mm koolijako toimii tämän tuotteen mitoituksessa.

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

Kun muotopuristeen tukilevy muuttuu, jää ohutviiluvaneri vaihtoehtona pois. Tilalle tulevat muuten samat vanerin levykoot kuin aiemmin, ainoastaan levyn paksuus muuttuu 12 mm:iin.



Ohutvaneri sileä levy

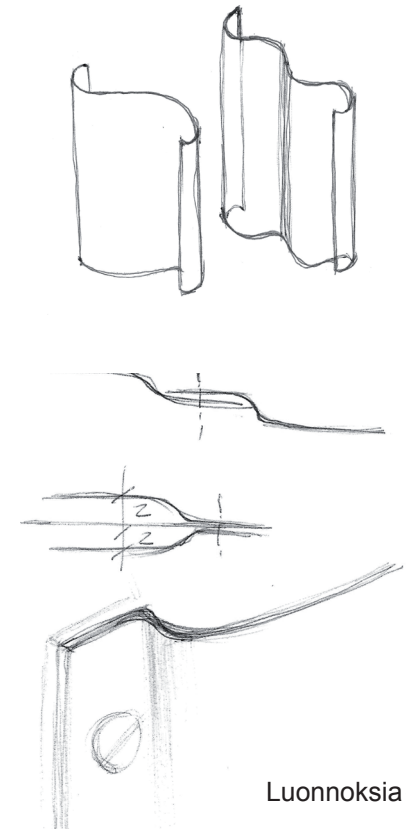


Puristelevyn mitoitus, sisustuslevyn variaatiot.

8.3 Tilanjakaja



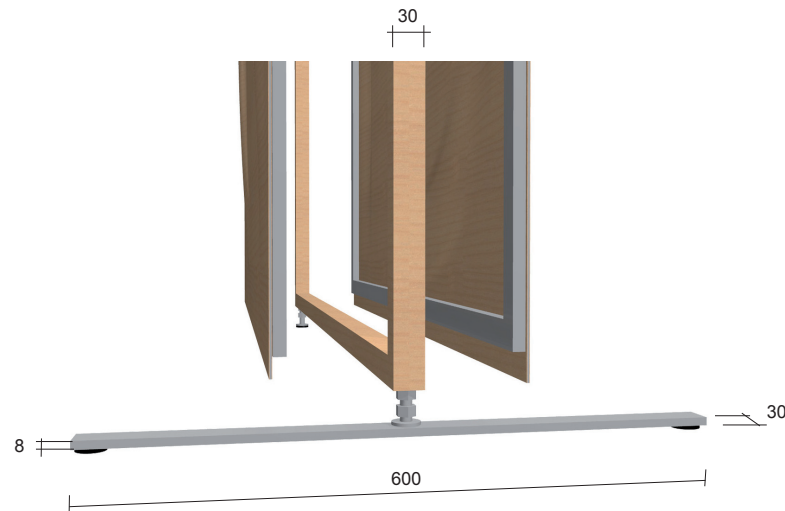
Alustavia muotokokeiluja levykoolla 800 x 1200 mm. Ideana tolppajalka, jossa muotolevyn molemmat puolet ovat seinäkkeen näkyviä osia. Levyä kääntämällä saadaan uusia yhdistelmiä. Kiinnityskappale muodostaa "saranan" yhdessä laippajalan kanssa ja seinäkkeen kulma on vapaasti säädettävissä.



Luonnoksia

Ajatus tilanjakajan rakenteesta ohuella levyllä.

Tilanjakajan kiinnitymekanismien 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 alumiiniprofiilia, jolloin tuotteen kokonaispainoa voitaisiin keventää.



Tilanjakajan mallinnus ja rakennesuunnittelu Olli Kilpi.

Tilanjakajan rakenne ja mitoitus

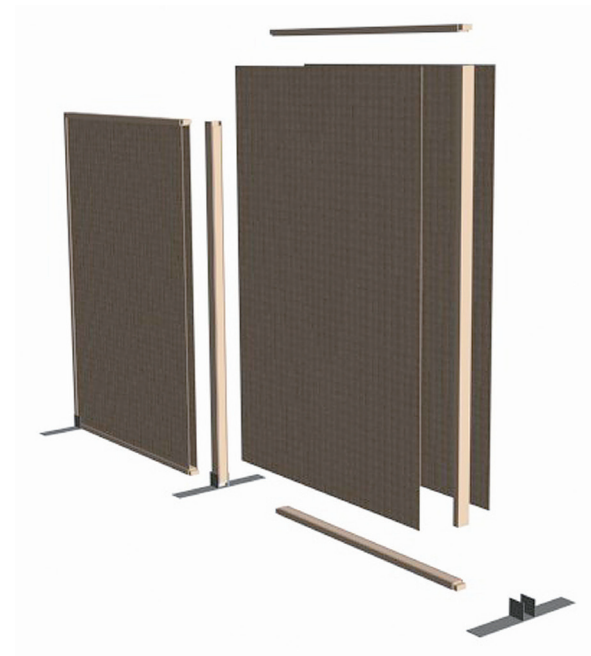
Tilanjakajan koko on 1200 x 1200 mm. Kiinnitys pyritään ratkaisemaan yksittäisten sekä toisiinsa kytkettyjen seinäkkeiden osalta. Tuotteen henkeen sopivimmalta materiaalivaihtoehdolta tuntuu puukehys, mutta alumiiniprofiileja voidaan käyttää piiloon jäävissä rakenteissa. Lähtökohtaisesti pyrin yksinkertaiseen ja huomaamattomaan tekniseen ratkaisuun, jossa itse sisustuslevy on ulkonäöllisesti 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 alakehykseen on vapaasti valittavissa tarpeen mukaan. Luonnolliset jalan kiinnityskohdat ovat kahden seinäkkeen liitoskohdassa ja yksittäisessä tilanjakajassa kulmissa. Metallijalka on myös siivouksen kannalta hyvä ratkaisu. Sääätömekanismi 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 40mm.

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

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



8.4 Valaisin



Ajatus 1200 x 600 mm levyn puolittamisesta kahdeksi 600 x 600 mm:n levyksi herätti idean valaisimesta. Muotokielellisesti suurempi puoli miellytti enemmän, ja siksi päädyin ideoimaan juuri siitä muodosta seinävalaisinta. Valaisin voitaisiin valmistaa uusiotuotteena, kun levy aikanaan poistuisi sisustuslevyikäytöstä. Mutta haluttaessa se voisi kuulua myös tuoteperheeseen. Tuotteen materiaalivariaationa voisi olla ohut harjattu teräspinnoite. Koska kolmella sivulla kiertävät urat, valaisinta voidaan käyttää suoraan seinäänkiinnitysjärjestelmässä tai viereisen kuvan mukaisesti yksittäisenä seinävalaisimena. Ura voidaan peittää puulistalla. Valo voidaan valaisimen asennusvaiheessa kohdentaa haluttuun suuntaan.

Muodon sisämitat ovat erittäin pienet, joten valonlähteenkin täytyisi olla pienikokoinen. Etsin eri valmistajien ledejä ja yksi mahdollinen valonlähde voisi olla SAAS Instruments Oy:n Highline Spot led. Spotin mitat ovat d=18 mm ja syvyys 25 mm. Ledin valokeila voidaan säätää 40-60°. (Saas 2011.) Valo toimii tunnelmavalona.

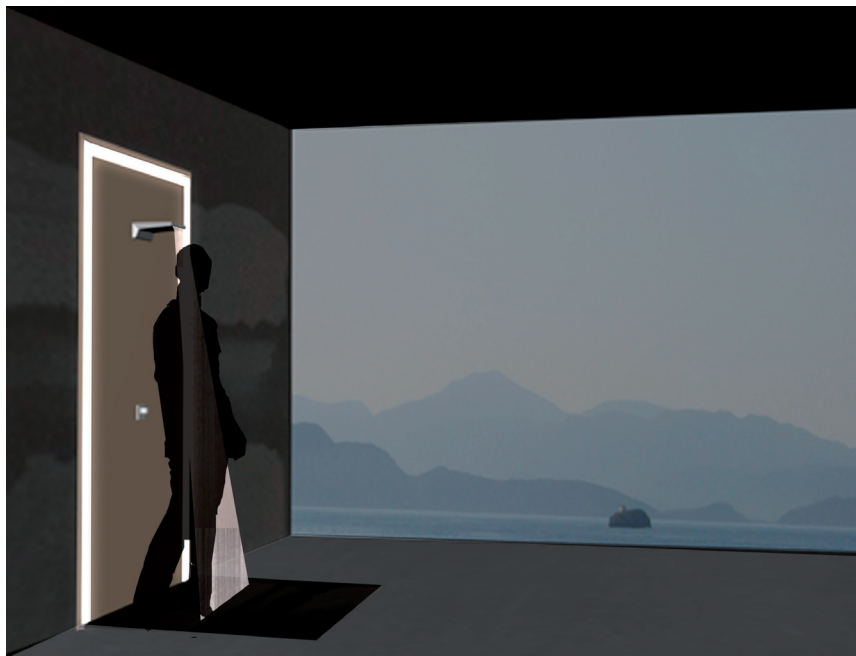


8.5 Käyttökohde skenaariot

Termolevy keittiötason ja yläkaapiston välitilan seinämateriaalina.



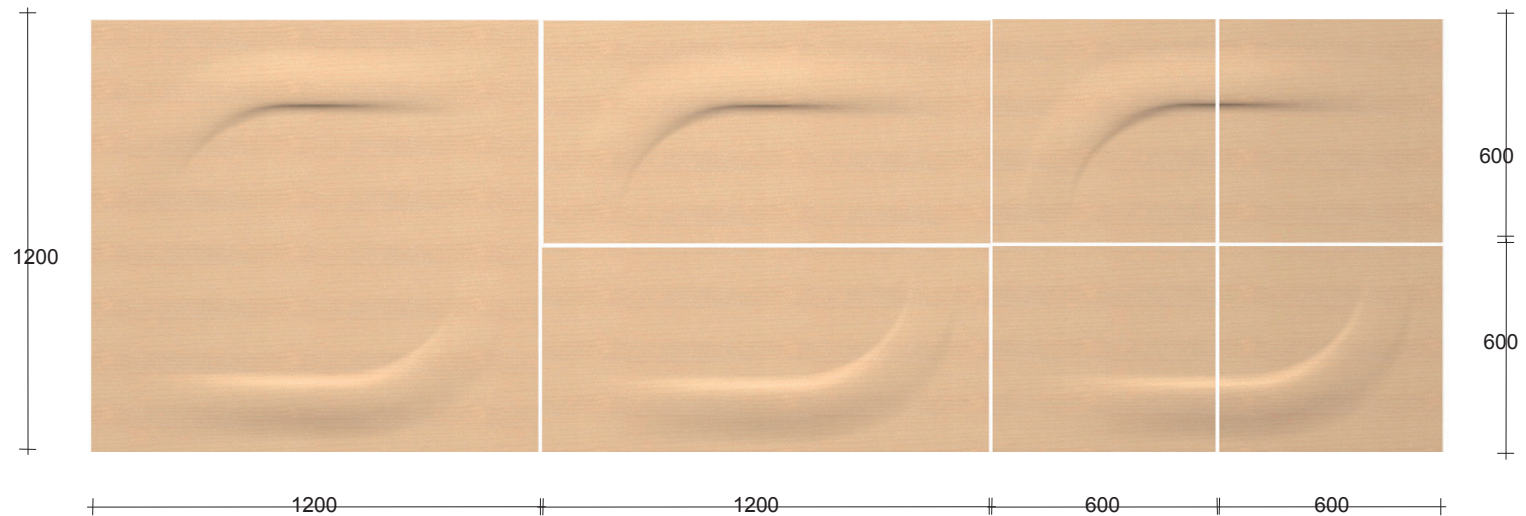
Termolevy suihkuseinä.



Molemmissa ideakuissa 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.

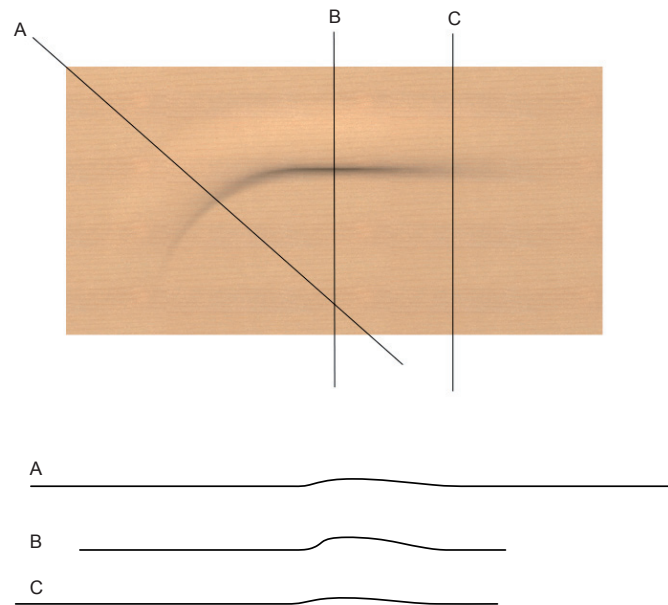
9 LOPPUTULOS

9.1 Esittely / Levykoot



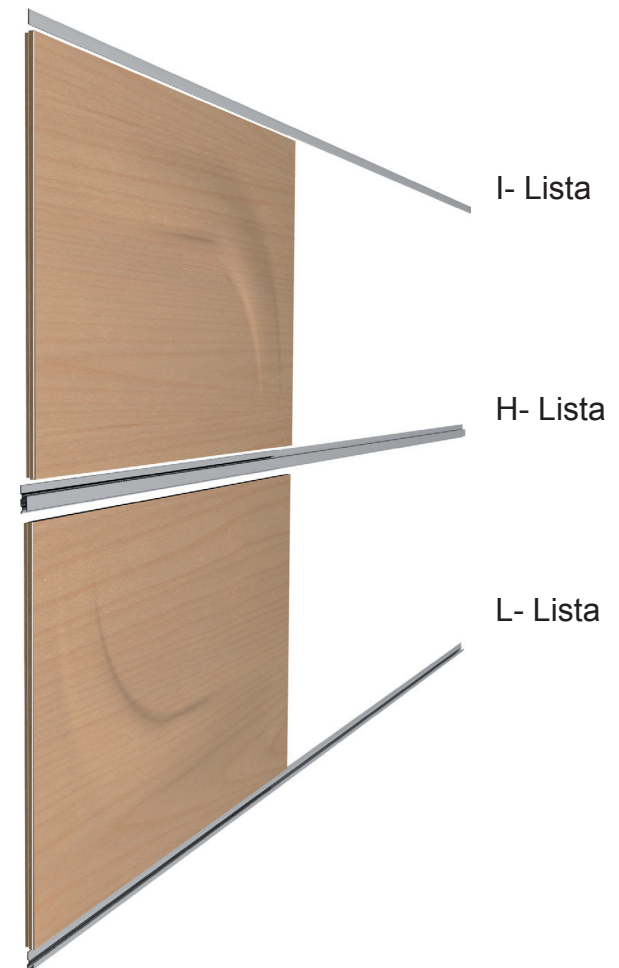
Mallinnus Olli Kilpi

Muodon poikkileikkaukset ja profiilit.

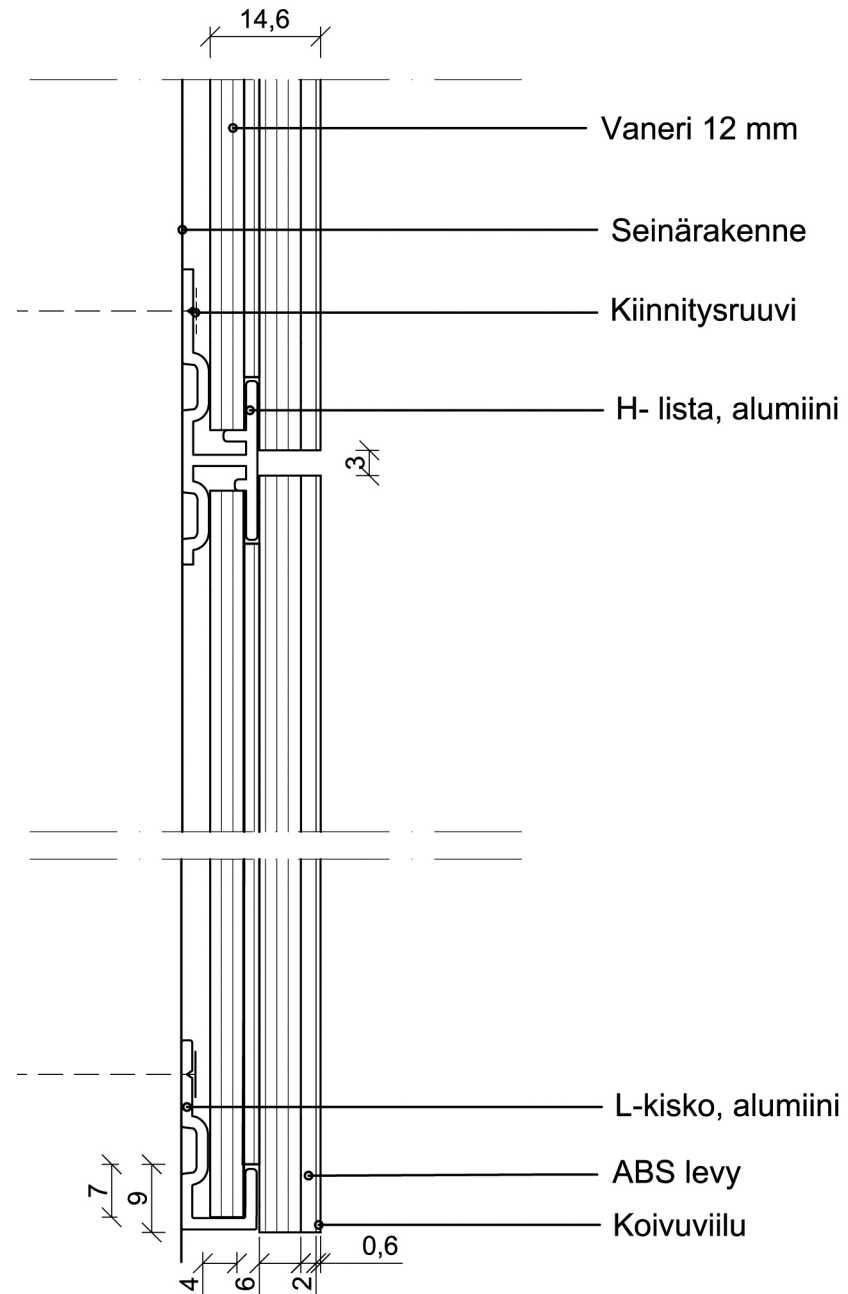
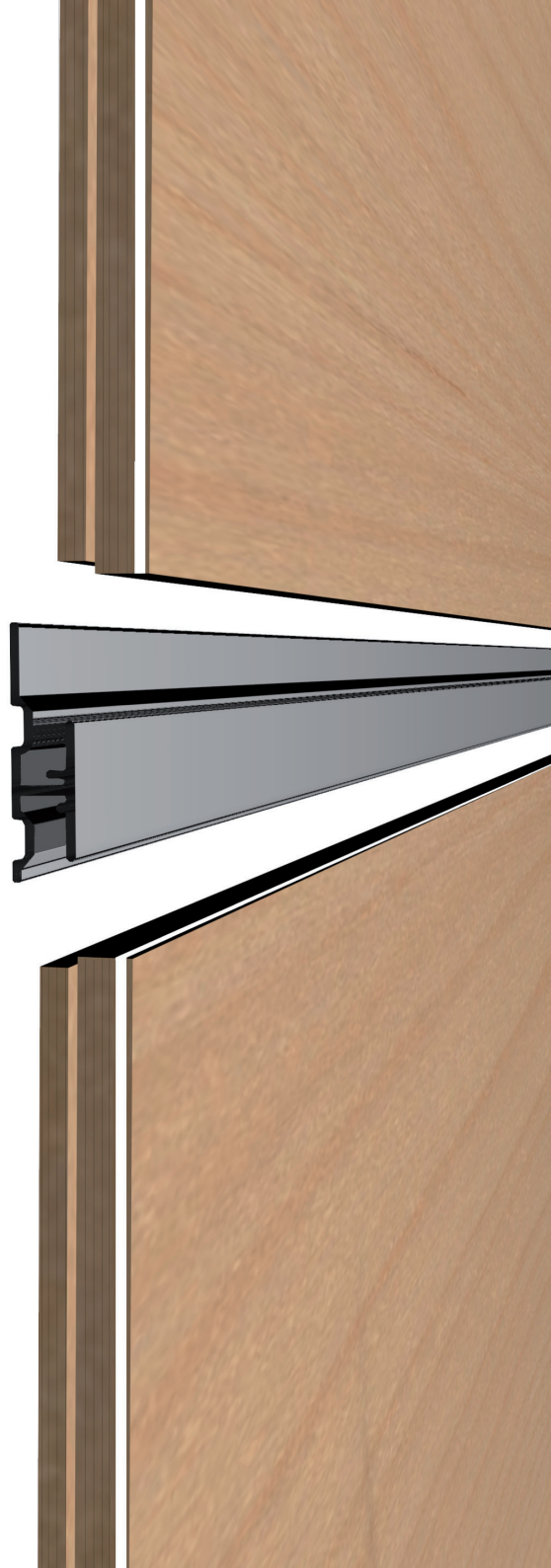


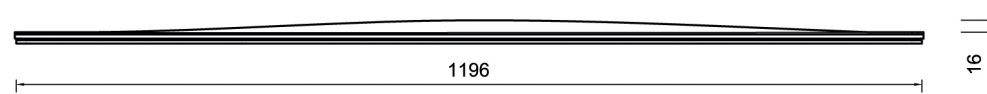
Mallinnus Olli Kilpi

Seinälevyn piilokiinnityksen rakenne ja kiinnitysprofiilit.

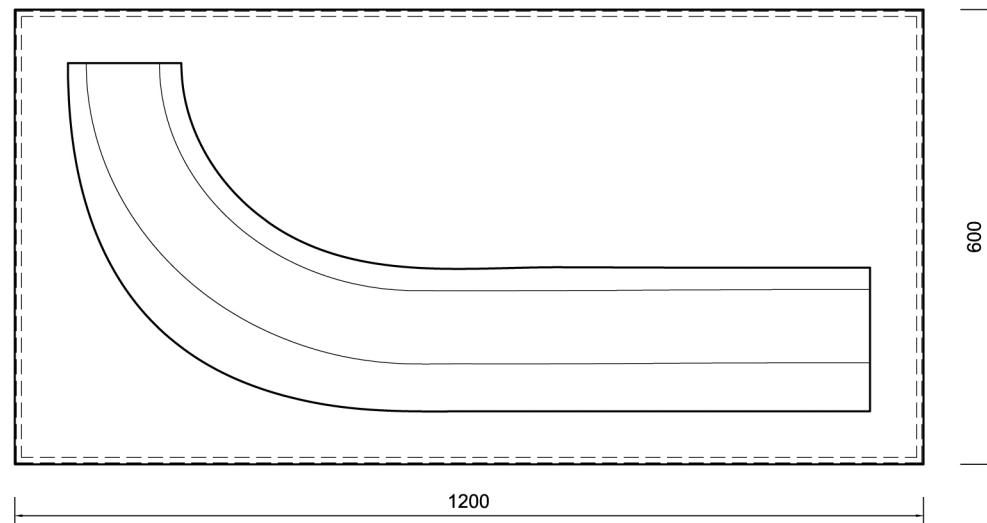


Seinälevyn piilokiinnitys 1:1 pystyleikkaus.

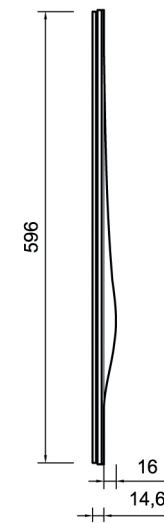




Päältä



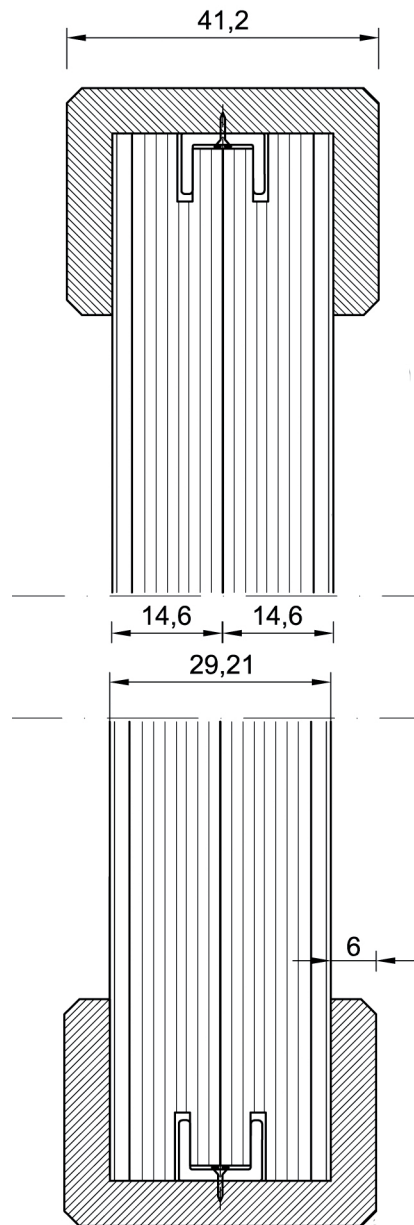
Edestä



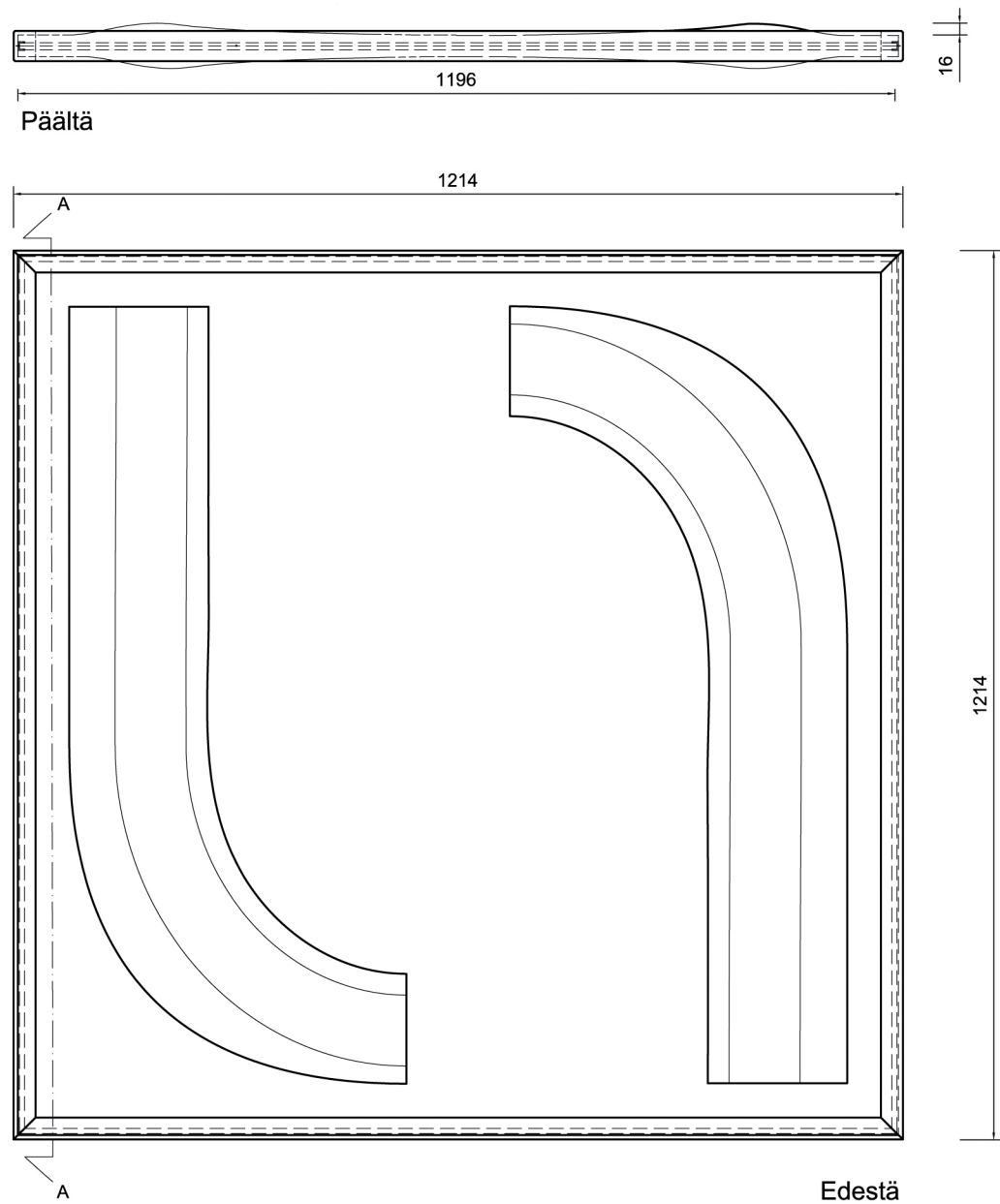
Sivulta

Seinälevyn projektiot 1:10

Tilanjakaja



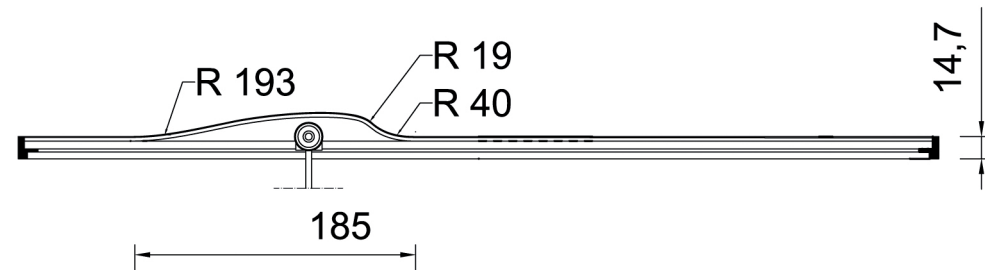
Tilanjakajan rakenne 1:1 pystyleikkaus A-A



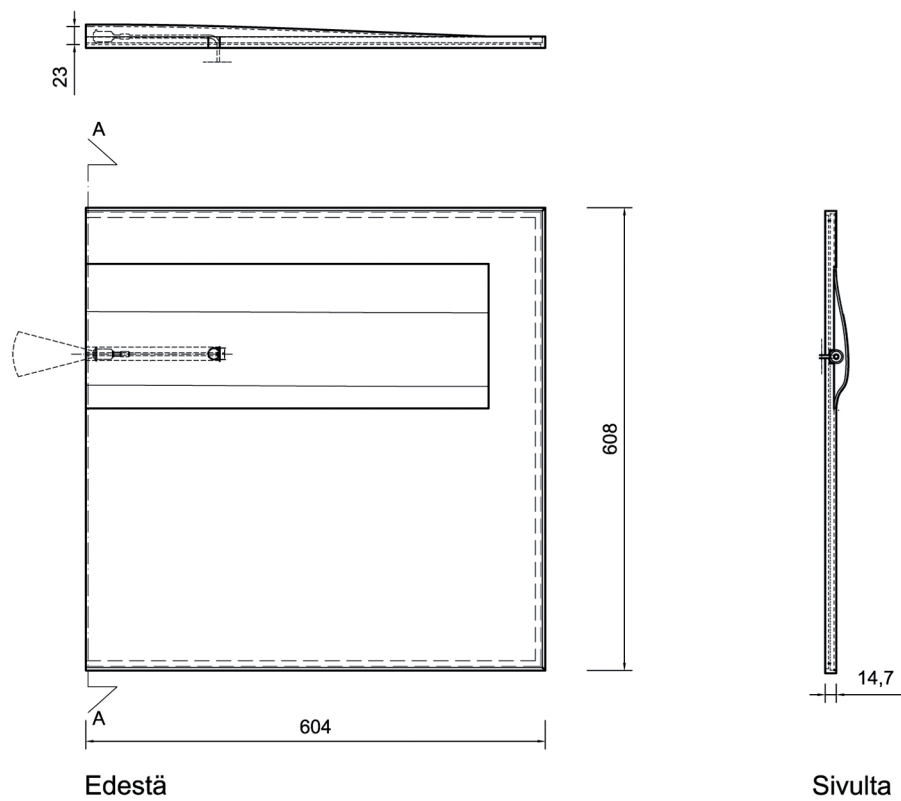
Tilanjakajan projektiot 1:10

Valaisin





Seinävalaisimen leikkaus A-A 1:5



Seinävalaisimen projektiot 1:10

9.2 Tuote eri käyttöympäristöissä



Tilanjakaja odotustilan kalusteena.



Sisustuslevy neuvottelutilan seinäpinnoitteena muoto- ja sileälevy 600 x 1200 mm.



Sisustuslevy neuvottelutilan seinäpinnoitteena muoto- ja sileälevy 600 x 1200 mm.



Sisustuslevy neuvottelutilan seinäpinnoitteena.



Sisustus- ja valaisinlevyt kotiympäristössä.

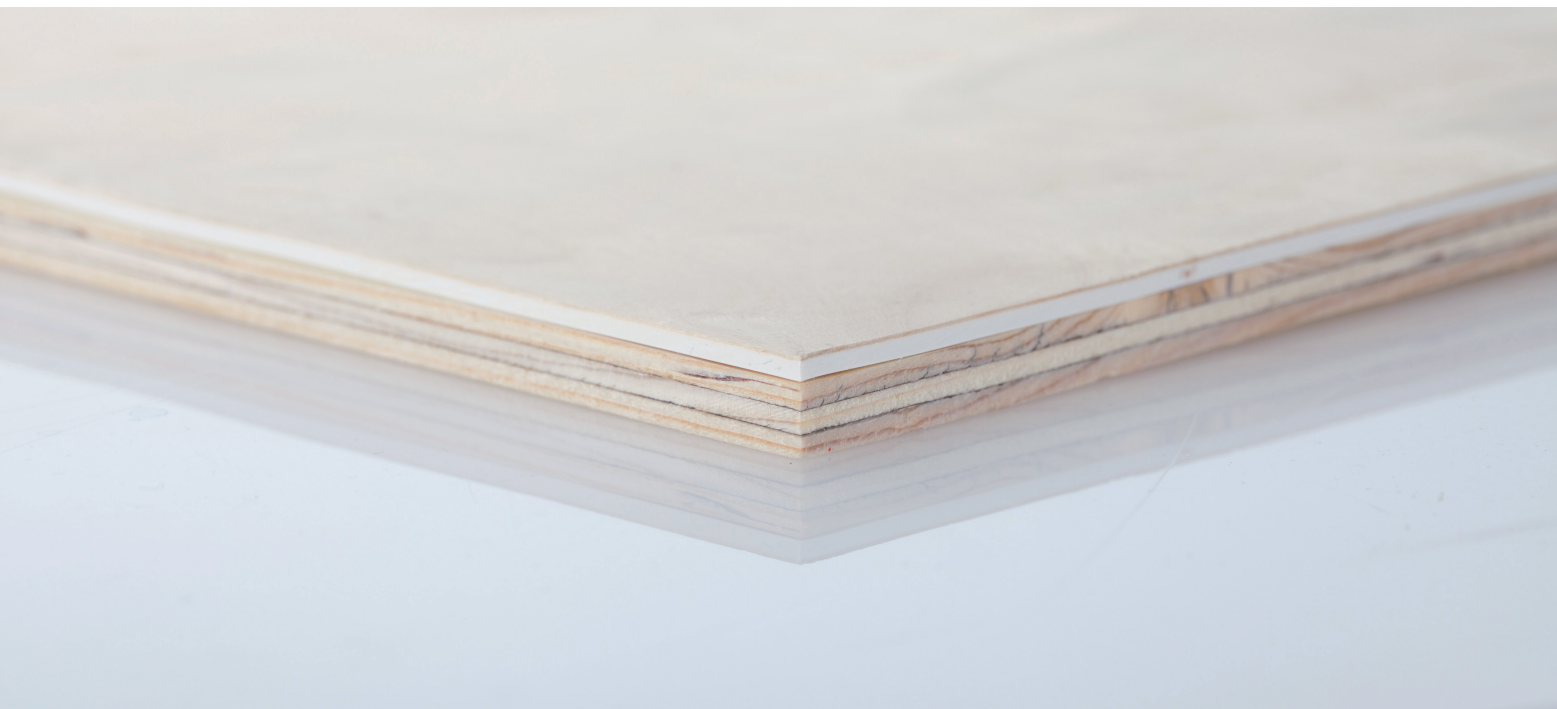
9.3 Protomallin valokuvat



Kuva Aava Anttinen



Kuva Aava Anttinen



Muotopuriste liimattuna vaneriin.

Kuva Aava Anttinen



Halkeama koepuristeen viilunsiyysuunnassa. Kuvassa näkyy myös, kuinka muotopuriste taipuu ilman tukilevyä.

Kuva Aava Anttinen

9.4 Protomallin valmistus



Muotti, ABS- muovi, liimoitettu fleec-kan-
kaalla vahvistettu viilu ja päällimmäisenä
kosteutta imevä vanu.



Puristuskehys suljetaan.



Levy lämmitetään IR -säteilijällä 120 –150 asteeseen ja imetään alipaineella urosmuotin mukaiseksi.



Jyri Pekkanen ja Antti Lankinen avaavat puristimen jäähdytyksen jälkeen.



Koepuriste valmiina.

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 suunnitteleamalla 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 materiaalivaihtoehtoina. Yhtenä sisustuslevyjen materiaalivaihtoehtona 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 muovia selvästi näkyvinä osina. Esimerkiksi seinäkkeeseen voitaisiin muotoilla kupera valaisinosa, 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 taulutv:t. Jos kiinnitys peittää levyn rakenteen voitaisiin ydinmateriaalina käyttää myöskin värjäämätöntä puukomposiittilevyä.

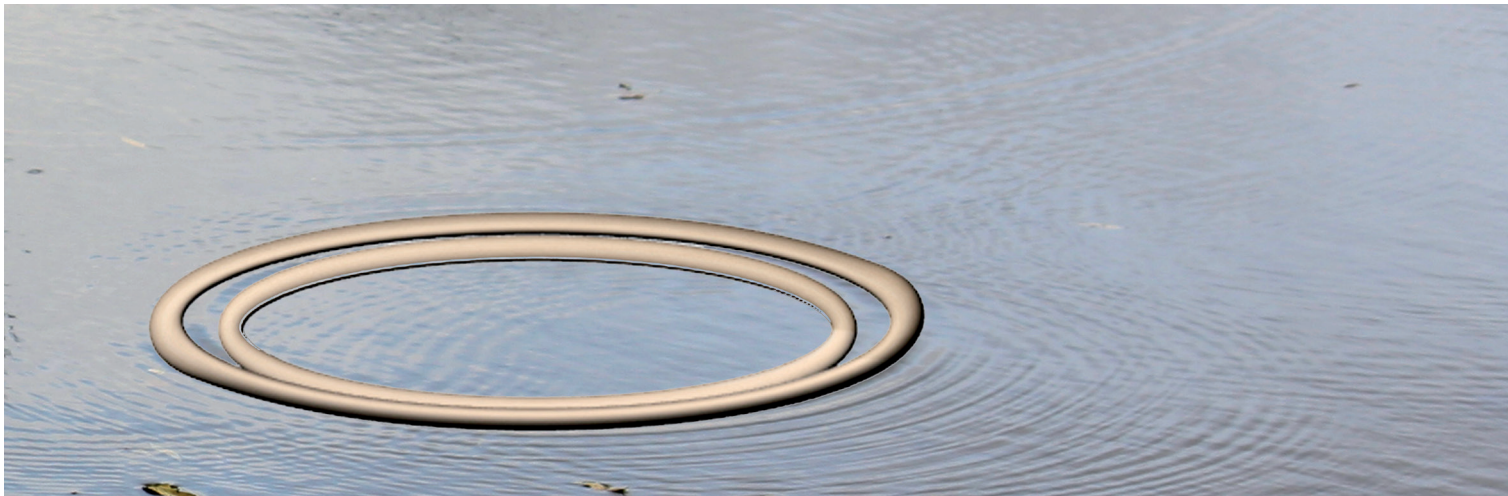
10.4 Jatkotutkimusalueita

Jatkotutkimusaiheena voisivat olla uuden materiaalin käytön tutkiminen passiivien energiatalojen 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 valmistustavalle oleviksi uusiotuotteiksi. Jos levymateriaalin eli tuotteen kierrättäminen ja valmiin käytetyn tuotteen uudelleenpuristaminen onnistuu, voidaan uusiomateriaalin käytöllä säästää paljon työtä, energiaa ja materiaalia. Tämä tarkoittaisi levymateriaalin 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.

Muoto ja printti



Puristelevyn kolmiulotteisen muodon ja printin yhdistäminen tuo sisustuslevyihin uuden mielenkiintoisen ulottuvuuden.

Pintakäsittelyn tekeminen tuotteen puristusvaiheessa. Väripigmentti voisi olla mahdollisesti jo sidosaineessa mukana. Printin ja muodon yhdistäminen tuotteeseen sekä tuotteen kosteudenkestävyys aiheuttavat haasteita pinnoitusmenetelmille. Tämän vuoksi Termolevylle 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.

11 ARVIOINTI

11.1 Tuote

Koepuristeesta selvisi, että materiaali pyrkii palautumaan, eivätkä muodot toistu materiaalissa kovinkaan tarkasti. Muodonannossa tulee jatkossa pyrkiä loviin muotoihin. Ajatus muotopuristeen molempien puolien käyttämisestä tuotteesta ei onnistunut, koska alapinnan viilu ei tässä ensimmäisessä kokeilussa taipunut vastamuotoon. Puristeen rakenteesta jätettiin alaviilu kokonaan pois, ja muotopuriste jäykistettiin liimaamalla puriste 12 mm:n vanerilevyyn. Kiinnitykset muutettiin tähän rakenteeseen sopiviksi. Lähtökohtana oli käyttää tuotteen suunnittelussa itsekehitettyä fleece-kankaalla vahvistettua viilua ja suunnitelluilla dimensioilla koepuriste onnistui 0.6 mm:n koivuviilusta. Muoto onnistuu paremmin, jos taivutetaan koko levyä, kuten Tuisku-vahdissa tai yleisesti vadeissa. Jos muoto jää ikään kuin kappaleen sisään, kuten seinäpanelin syvissä muodoissa on levyn alapinnalla viilun repäminen todennäköistä.

Ohut levyrakenne ei vielä tässä kokeilussa onnistunut, mutta mielestäni se on tavoittelemisen arvoinen päämäärä tulevaisuudessa. Protomallissa käytettiin sorvattua viilua, joka oli suunniteltu tuotteeseen pitkäikäisyytensä ja tämä omalta osaltaan aiheutti koepuristeissa viilun halkeilua. Jatkossa suunnittelussa pitää huomioida viilun suunta suhteessa muotoon. Ongelma korostuu, kun pintaviiluna käytetään leikattua viilua. Uskon tuotteen valmistamisen onnistuvan myös leikattusta viilusta. Sorvatun viilun käyttö on kuitenkin ekologisem-

paa, ja raaka-aineen hukkaprosentti on pienempi. Sisustuslevylle tuli painoa huomattavasti enemmän kuin oletettiin, joten pyrkimys kevyeen rakenteeseen ei onnistunut tässä ensimmäisessä koepuristeessa. Levyn vääntymiseen vaikuttavia tekijöitä prosessissa oli muotoilun lisäksi muitakin ja mahdollisissa uusissa kokeiluissa asiaa voidaan tutkia tarkemmin. Muovin käyttäytyminenkin osottautui arvaamattomaksi ja aiheuttaa haasteita jatkossakin.

Nyt tuotteeseen suunnitellut kiinnitysprofiilit voivat toimia kevyiden väliseinien toteutuksessa, kun profiilien rakenneratkaisut kattoon ja lattiaan soveltuvien helojen suhteen tulevaisuudessa ratkeavat. Tilanjakajan kehitystyötä tulee myös jatkaa eteenkin jalkaratkaisun osalta. Samoin ohuen levyn kiinnitykset jäävät tulevaisuuteen, jos koepuristeissa onnistutaan. Samoja listaprofiileja voidaan käyttää myös ohuen levyn kiinnityksissä. Muotopuriste voidaan kiinnittää myös ympäröityyn levyyn. Valaisimen kehittäminen voisi olla tulevaisuuden haasteita.

11.2 Prosessi

Ideasta tuotteeksi on pitkä matka. Ajan kuluminen 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 laajempaa moniammatillisena kokonaisuutena.

Tässä prosessissa olin aikaisemmin ajatellut käsitteleväni myös tuotteen jakeluun, markkinointiin, pakkauksiin sekä esillepanoon liittyvää kokonaisuutta. Silloin ajatuksena oli tutustua koko ketjun eri vaiheisiin; tuotteen synnystä sen päättymiseen 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.

On helppoa ideoida ja asettaa tuotteelle vaatimuksia, mutta kehityskelpoisten ideoiden ja hyvien ratkaisujen löytäminen edellyttää ammattitaitoa. Olen prosessin aikana ymmärtänyt, kuinka vaativaa tuotesuunnittelijan työ on ja miten laajaa näkemystä sekä ammattitaitoa työssä vaaditaan.

Matka on ollut luova prosessi monine kieturtelevine polkuineen. Keskellä luovaa prosessia ei ole olemassa oikeaa ja väärää, on vain valintoja, jotka johtavat tiettyihin tuloksiin. Sen jälkeen analysoidaan ja kokeillaan jotain muuta.

11.3 Palaute

Työn eri vaiheissa saamastani palautteesta on ollut paljon hyötyä. Rakenteeseen liittyvät olettamukseni eivät olleet toteutuskelpoisia; Termolevyn rakenne vaatii viilurakenteen ydinmateriaalin molemminpuolin. Näin ollen ajatus pinnan jättämisestä osittain muoville ja osittain puulle muotopuristeena ei ole tällä hetkellä 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.

Palaute liittyi osittain promotmallin onnistumiseen ja keskustelut mallin toteuttaneen Jyri Pekkasen kanssa ovat antaneet oikeaa tietoa prosessista sekä materiaalin muovautuvuuteen liittyvistä tekijöistä. Monet ideat ja oletukset eivät olleet aivan kuin ajattelin. Yhtenä päämääränä oli muotoilla materiaalista jyrkempiä 3D-muotoja kuin perinteiset viilupuristeet. Tässä työssä käytetyssä levyrakenteessa ja sisustuslevyn muodonannossa ei tuo päämäärä toteutunut. Koepuristeen korkein kohta 16 mm oli onnistumisen rajoilla, eli sitä voisi pitää tämän koeilun raja-arvona. Riippuen muodosta ja puristusmenetelmästä, pintamateriaaleina voitaisiin käyttää esimerkiksi kaupallisia viiluja. Näin päästään mitä luultavammin jyrkempiin muotoihin. Samoin tulevaisuudessa muodot kannattaa lakennallisesti suunnitella levittyviksi muodoiksi ja hyödyntää ns. muodon peilausperiaatetta tuotteen muodonannossa.

Materiaalin kierrätyksen helpottamiseksi voidaan Termolevystä valmistettujen tuotteiden rakenne purkaa takaisin eri materiaaleiksi lämmittämällä tuotetta korkeassa lämpötilassa, jolloin kerrosmateriaalit irtoavat toisistaan. Saavutetulla tekniikalla ABS-kestomuovi voidaan jatkojalostaa uudelleen (Suominen 2011). Miten suunnittelijat hyödyntävät tätä tuotteen elinkaareen liittyvää ominaisuutta, jää nähtäväksi tulevaisuudessa.

Puusisustuslevyn värisuunnittelun rajasin pois työstäni, koska Termolevy-materiaalin pintakäsittelymenetelmien tutkiminen on vielä kesken ja värimaailma on vahvasti sidoksissa

valmistajan muuhun mallistoon. Mielestäni leikattu koivuviiilu luonnonvärisenä sopii parhaiten nyt suunnitellun tuotteen muotokieleen. Värivaihtoehdot voivat tulevaisuudessa olla eri pintamateriaalien mallistoissa, esimerkiksi huopa- ja metallipinnoiteissa, mahdollisesti myös printti voisi olla yhtenä lisävaihtoehtona.

Uuden materiaalin kehitystyö voi jatkua yrityskohtaisina jatkohankkeina. Toivon työn herättävän uusia ajatuksia tulevaisuuden mahdollisuuksista valmistusmenetelmän ja uuden materiaalin avulla.

LÄHTEET

Painetut lähteet:

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

Partikainen, A. 2010. Termomuovattavat puulevyvalmisteet: Viilun 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 -seminaar: Puuarkkitehtuuri sekä puurakentamista ja puutuotteiden käyttö sisustamisessa 2.9.2010.

Suominen, J. 2011. Termo -tutkimushankkeen projektipäällikkö. Lahden ammattikorkeakoulu. Haastattelu 8.2.2011.

Metso, K. 2010. Lehtori. Lahden ammattikorkeakoulu, Muotoilu- ja taideinstituutti. Keskustelu 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/tuotteet/pop-elementti>.

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

Saas. 2011. Higline Spot. [viitattu 14.2.2011]. Saatavissa: http://www.saas.fi/tuotteet/led/highline_led/higline_spot/Saas_Highline_6.pdf highline -esite

Sisustuslevy. 2010. Kuvioitunut sisustuslevy [viitattu 31.10.2010]. Saatavissa: http://www.sisustuslevy.fi/epages/29032010-1071.sf/fi_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].
- Kuva 6 Mobel 2011. Tuolit [viitattu 16.02.2011]. Saatavissa: <http://www.mobel.fi/index.php?page=tuoteryhmat&group=tuolit&product=sola&lang=1>.
- Kuva 7 Lapalma. 2010. Product, AP [viitattu 3.2.2010]. Saatavissa: <http://www.lapalma.it/product.asp?lng=02&m=2&id=205>.
- Kuvat 8-10 Showroom Finlands. 2004. Ply Wall Elements. Esite.
- Kuva 11 Koskisen Oy Kokoa. 2010. Kokoa tuotteet, matta [viitattu 31.10.2010]. Saatavissa: <http://www.kokoa.fi/tuotteet/kokoa-matta>.
- Kuva 12 Koskisen Oy Kokoa. 2010. Kokoa tuotteet, matta [viitattu 31.10.2010]. Saatavissa: <http://www.kokoa.fi/tuotteet/kokoa-vallila>.
- Kuva 13 Sisustuslevy. 2010. Kuvagalleria, http://www.sisustuslevy.fi/epages/29032010-1071.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/29032010-1071/Categories/Kuvagalleria.
- Kuvat 14-16 Brainwood. 2010. POP-interior panel [viitattu 31.10.2010]. Saatavissa: <http://www.brainwood.net/tuotteet/pop>.
- Kuva 17 Ylimaula, A-M. (toim.) 2002. Förnsås-palkinnon voittanut Sumi-tuoli. Teoksessa Designing for the Future, Tulevaisuutta muotoilemassa. Oulu: Painotalo Suomenmaa, 156.
- Kuva 18 Suomi EXPO Shanghai. Day_Exterior_View [viitattu 20.1.2011]. Saatavissa: http://p4_shanghai.s3.amazonaws.com/files/1127/2009-03-06_Day_Exterior_View.jpg?download.

- Kuva 19 Suomi EXPO Shanghai. Structure_5 [viitattu 20.1.2011]. Saatavissa: http://p4_shanghai.s3.amazonaws.com/files/1616/2009-08-06_Structure_5.jpg?download.
- Kuva 20 Suomi EXPO Shanghai. 3D_Model_of_Scales. [viitattu 20.1.2011]. Saatavissa: http://www.finlandatexpo2010.fi/files/1052/2009-03-17_3D_Model_of_Scales.jpg.
- KUVA 21 Suomi EXPO Shanghai. Transparent_Scale_5. [viitattu 20.1.2011]. Saatavissa: http://p4_shanghai.s3.amazonaws.com/files/1058/2009-04-14_Transparent_Scale_5.jpg?download.

LIITTEET

PIIRRUSTUKSET

NRO/	PIIRRUSTUS	MK
SIS 01	Kalustepiirustus: Seinälevyn piilokiinnitys, pystyleikkaus	1:1
SIS 02	Kalustepiirustus: Seinälevyn projektiot	1:10
SIS 03	Kalustepiirustus: Tilanjakajan rakenne pystyleikkaus.A-A	1:1
SIS 04	Kalustepiirustus: Tilanjakajan projektiot	1:10
SIS 05	Kalustepiirustus: Seinävalaisimen leikkaus A-A	1:5
SIS 06	Kalustepiirustus: Seinävalaisimen projektiot	1:10

KIITÄN

Jari Suomista siitä, että sain mahdollisuuden osallistua uutta luovaan ja mielenkiintoiseen projektiin.

Kaarle Holmbergia ja Elina Rantapuskaa ammattitaitoisesta ohjauksesta.

Työpariani Olli Kilpeä avusta ja yhteistyöstä.

Antti Lankista ja Jyri Pekkasta yhteistyöstä protomallien haastavassa toteutusvaiheessa.

Aava Anttista protomallien valokuvauksesta.

Muotoilu- ja taideinstituutin opettajia ja henkilökuntaa saamastani ohjauksesta ja avusta työn eri vaiheissa.