

---

# VANERI SANDAALIN POHJAMATERIAALINA



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Muotoilun KO,  
Jalkine

Muotoilu, kevät 2016

Rita Kärkkäinen



TOIMIPISTE  
Muotoilun koulutus  
Jalkine

---

<b>Tekijä</b>	Rita Kärkkäinen	<b>Vuosi</b> 2016
<b>Työn nimi</b>	Vaneri sandaalin pohjamateriaalina	

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön aiheena on voiko vanerista valmistaa korkeaan naisten sandaalijalkineeseen toiminnallista puista muodonnettua kengänpohjaa. Työ tehdään yhteistyössä Kraa Kraa Eyewear nimisen silmälasikehyksiä valmistavan yrityksen kanssa. Opinnäytetyössä hyödynnetään silmälasikehyksien valmistusmenetelmiä jalkineen pohjan työstössä. Opinnäytetyössä kerrotaan jo olemassa olevista puisista pohjista ja sandaalipohjan vaateista, jotta lukija ymmärtäisi mitä suunnitellulta jalkineenpohjalta tavoitellaan.

Tiedonhankintamenetelmänä opinnäytetyössä käytetään kirjallisuutta, sähköisiä dokumentteja, asiantuntijahaastatteluja ja dokumentoivaa materiaalia käytännön kokeiluista. Asiantuntijoina käytetään Kraa Kraa Eyewearin Matti Hännistä, vaate- ja vanerijalkineiden suunnittelijaa Marita Huurinaista, lehtori Merianne Neboa ja jalkinemestari Otso Mäensivua.

Koska kyseessä on uuden jalkineprototyypin suunnittelu ja tuotekehitys, ei lopputuloksena ole täysin valmis tuote. Opinnäytetyön tulokseksi saatiin tietoa millaisin menetelmin vaneri taipui muodonnettuun sandaalipohjaan. Testikokeilun tuloksena voitiin myös todeta, että sen pohjalta on mahdollista suunnitella ja toteuttaa sandaalimallisto.

**Avainsanat** vaneriviilu, viilupuriste, jalkineen pohja, paineilmapuristus, puristusmuotti

**Sivut** 36 s.

Unit  
Degree Programme in Design  
Footwear

---

<b>Author</b>	Rita Kärkkäinen	<b>Year</b> 2016
<b>Subject of Bachelor's thesis</b>	Plywood as a sole material for a sandal	

---

ABSTRACT

The thesis examines the experimentation and observation of the plywood's possibilities as a sole material in women's high heel sandals. Is it possible to manufacture a functional moulded wooden sole for them? This thesis has been done in co-operation with Kraa Kraa Eyewear. It is a company who designs and manufactures wooden frames for eye- and sunglasses. The company's working methods with the eyeglasses are applied to make footwear soles. The readers are guided to understand demands for the sandal sole and the thesis explains the structure of already existing wooden soles so the readers come to understand what the author wants to aspire in her thesis.

The theory is based on literature, electronic documents, and interviews of professional shoemakers and the author's own documentations of the experiment. Professionals with whom the author have discussed are Matti Hänninen from Kraa Kraa Eyewear, clothing designer and wooden footwear designer Marita Huurinainen, lecturer Merianne Nebo and master shoemaker Otso Mäensivu.

Because the subject of this thesis is a new design for footwear sole prototype and a product development process, the results do not provide an end product. The end result for the thesis is which kind of method can be used to bend plywood for a moulded sole material. The end results also show that it is possible to use plywood for high heel sandal collection.

**Keywords** veneer sheet, veneer press, footwear soles, compressed air press, mould press

**Pages** 36 p.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
1.1	Aiheen valinta .....	1
1.2	Keskeiset kysymykset, käsitteet ja tiedonhankintamenetelmät.....	1
1.3	Viitekehys.....	1
1.4	Kraa Kraa Eyewear .....	2
2	SANDAALIPOHJAN TOIMINNALLISUUS.....	3
2.1	Jalan ja lestin rakenne sekä anatomia.....	4
2.2	Korolliset naisten jalkineet.....	6
2.3	Palmroth M90 lesti .....	7
2.4	Pohjamateriaalit.....	8
2.5	Puiset kengänpohjat.....	9
2.5.1	Marita Huurinaisen haastattelu .....	11
3	SANDAALI .....	12
3.1	Sandaali jalkineena ja korkeat naistensandaalijalkineet.....	12
3.2	Sandaalin suunnittelu .....	13
3.3	Pällisen ja pohjan kiinnitysmekanismit.....	15
4	VANERI .....	17
4.1	Historia.....	17
4.2	Vaneri materiaalina .....	18
4.3	Verrokkimateriaaleja.....	20
4.3.1	3D viilu.....	20
4.3.2	Woodcast -materiaali.....	21
4.3.3	UPM Grada® 2000 -puumateriaali .....	22
5	VANERIPOHJAN VALMISTUS.....	23
5.1	Puristusmuotin valmistus kipsistä.....	23
5.2	Puristusmuotti.....	24
5.3	Uudet muotin työstövaiheet .....	25
5.4	Ensimmäinen ja toinen koepuristus.....	27
5.5	Kolmas koepuristus.....	29
6	LOPPUPÄÄTELMÄT .....	31
7	LÄHTEET .....	34

## 1 JOHDANTO

### 1.1 Aiheen valinta

Opinnäytetyöni aiheeni on "Vaneri sandaalin pohjamateriaalina". Teen sen yhteistyössä Kraa Kraa Eyewear -nimisen puisia silmälasikehyksiä valmistavan yrityksen kanssa. Työlläni ei varsinaisesti ole tilaajaa mutta käytän yrityksen tietotaitoa ja osaamista tukemaan omaa tutkimustyötäni. Työskentelen yrityksen toimitiloissa osittain. Sovellan silmälasien valmistuksen menetelmiä kengänpohjan puristukseen.

Innostuin vanerin käytöstä tehdessäni ensimmäisen kerran yhteistyötä Kraa Kraa Eyewearin kanssa suunnitellessani mallistoa kolmannen vuosikurssin muotinäytöstä varten. Valmistutin silloin yhteen kenkäpariin korot ja päkiäosat vanerista. Myöhemmin tutustuin silmälasikehysvalmistusmenetelmiin "Työelämä II" -projektissa jolloin pääsin käytännössä tutustumaan eri työvaiheisiin. Uskon, että samaa menetelmää voi käyttää myös puisen jalkinepohjan valmistukseen. Onko vanerista tarpeeksi joustavaksi mutta myös tukevaksi materiaaliksi jalkineen pohjaan? Tätä tutkin opinnäytetyössäni, ja työni keskittyy nimenomaan sandaalikorkokenkäpohjan valmistukseen. Kysymyksessä on yksittäiskappaleen tuotekehityskokeilu, jossa tarkoituksena on tehdä pohjasta muotoiltu päkiä ja kantakuppeineen. Käyn läpi myös jalkineen pohjan vaateita ja jalan anatomiaa lyhyesti opinnäytetyöni alussa.

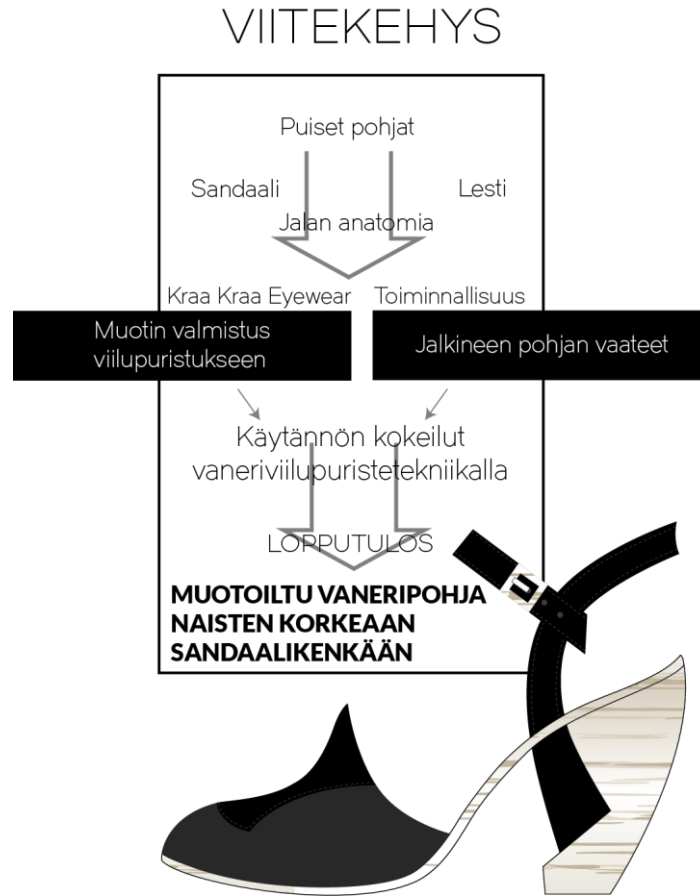
### 1.2 Keskeiset kysymykset, käsitteet ja tiedonhankintamenetelmät

Keskeisiä kysymyksiä opinnäytetyössäni ovat nämä: Toimiiko vaneri on pohjamateriaalina? Mitä vaneria voi käyttää? Minkälainen on Kraa Kraan vanerivalmistusmenetelmät? Keskeisiä käsitteitä tekstissäni on vaneriviilu, viilupuriste, paineilmapuristus, muotti, mallinne ja puristusmuotti. Lisäksi tekstissäni on jalkinesanastoa kuten jalankaari, sandaali, kantapää, päkiä, päällinen, velttiommel ja pinnaus. Tiedonhankintamenetelmänä tässä opinnäytetyössä käytän kirjallisuutta, sähköisiä dokumentteja, asiantuntijahaastatteluja ja itse tuotettua dokumentointia käytännön kokeiluista. Asiantuntijoina käytän Kraa Kraa Eyewearin Matti Hännistä, vaate- ja vanerijalkineiden suunnittelijaa Marita Huurinaista, lehtori Merianne Neboa ja jalkinemestari Otso Mäensivua.

### 1.3 Viitekehys

Puisia jalkinepohjia on valmistettu ja tehty ennenkin. Kartoitan olemassa olevan tiedon pohjalta teoriaa ja pohjatietoa lukijalle puisista jo olemassa olevista kengänpohjista ja niistä vaateista joita sandaalipohjalta vaaditaan. Työni tarkoitus on tutkia puisen jalkinepohjan mahdollisuuksia kuinka saada siitä toiminnallinen ja tukeva mutta samalla joustava materiaali jalkinepohjaan.

Käytännön kokeiluilla ja pohjanpuristustekniikoilla tutkin, onko tavoite mahdollinen. Lopputulos on näiden kokeilujen tulos (kts. Kuva 1).



Kuva 1: Viitekehys

#### 1.4 Kraa Kraa Eyewear

Kraa Kraa Eyewear on Matti Hännisen perustama yritys. Siellä työskentelee tällä hetkellä myös Torsti Mäkinen, jolla on lisäksi puusepänverstas Kangasalla. Kraa Kraa Eyewear sijaitsee Tampereella osoitteessa Peltokatu 16 D. Yritys valmistaa puisia silmälas- ja aurinkolasikehyksiä. "Kehyksemme ovat sekoitus ennakkoluulotonta suunnittelua, modernia käsityöläisyyttä ja tinkimätöntä laatua." (Hänninen Matti 2016). Hänninen ja Mäkinen ovat itse kehittäneet valmistusprosessin vaiheet ja kehittävät uusia menetelmiä kaiken aikaa. Kuvassa 2 on Kraa Kraa Eyewearin valmistamat silmälasikehykset.



*Kuva 2: Kraa Kraa Eyewearin silmälasikehykset*

Kävin tutustumassa “Työelämä II” -projektin merkeissä silmälasikehysvalmistusmenetelmiin. Valmistin Kraa Kraan tekniikoilla itselleni aurinkolasikehykset (kts. Kuva 3). Tutustuin muotin puristustekniikkaan, tuoteaihion irti sahaamiseen ohjelmoidulla ohjelmalla, hiomisvaiheisiin, vahaukseen ja leimamerkintöihin.



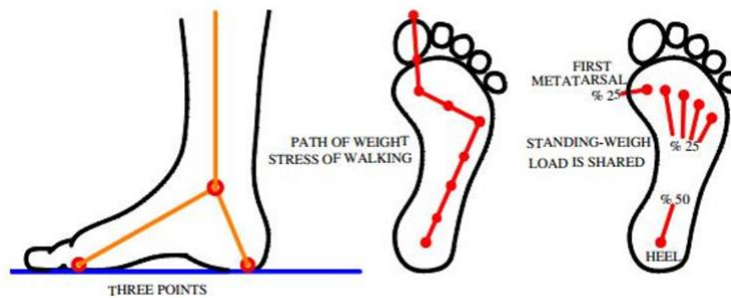
*Kuva 3: Työstämäni aurinkolasikehykset*

## 2 SANDAALIPOHJAN TOIMINNALLISUUS

Tässä kappaleessa käsittelen jalkineen toiminnallisuutta yleisen jalan ja lestin anatomian kautta. Jalan anatomiasa nostan esille tutkimukseen kuuluvan korollisen sandaalin toiminnallisuuden. Selvitän myös korollisen jalkineen rakennetta, pohjamateriaaleja ja esittelen joitain tuotemerkkejä ja suunnittelijoita joilla on puupohjaisia jalkineita.

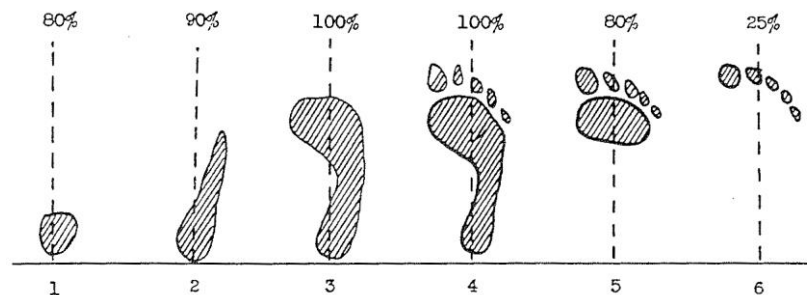
## 2.1 Jalan ja lestin rakenne sekä anatomia

Jalan anatomia on syytä ottaa huomioon jalkinetta suunniteltaessa. Näin vältetään aiheuttamasta haittaa jalkineen käyttäjälle. Jalkojen yksi tehtävä on kannattaa vartaloa ja pitää se tasapainossa pystyasennossa. Tärkeimpänä vaatimuksena jalkineille on tukevuus ja taipuisuus. Kun kyseessä on normaali terve jalka lihaksiston kuin luustonkin osalta, jakautuu rasitus tasapuolisesti koko jalalle ja erityisesti sen kolmelle pisteelle: ensimmäisen ja viidennen metatarsaaliluun päiden kohdille jalan etuosaan ja kantaluulle. Kantaluulle ja päkiälle kohdistuu matalassa jalkineessa kummallekin 50 % kokonaisrasituksesta. (Saaristo 1998.) Kun kyseessä on korkea jalkine, päkiälle kohdistuu 80 % tai enemmän painoa. Paino jakautuu edellä kuvattuun tapaan kuitenkin vain silloin, kun seisotaan paikallaan suorassa. Harvoin ihmiset seisovat täysin suorassa ja paino jakautuuukin siten, että 80 % painosta on välillä kannalla ja 20 % päkiällä tai toisin päin. Kävellessä painopiste siirtyy koko ajan eri kohtiin jalassa ja jalka venyy ja levenee sen mukaan (kts. Kuva 4). Lyhyesti voidaan todeta, että jalka on jatkuvassa liikkeessä staattisessa jalkineessa (Rossi & Tennant 1993).



Kuva 4: Vasemmalla painopisteet seisottaessa paikallaan. Oikealla painopisteiden muuttuminen eri kohtiin jalassa kävelyn aikana.

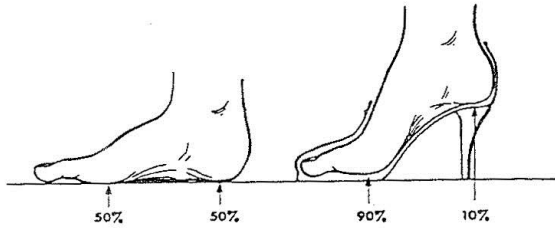
Kävellessä painopiste siirtyy ensin kantapäältä hetkellisesti kaikille tukipisteille. Sitten kohti varpaita ja viimeisessä vaiheessa askel poistuu varpaiden kautta. Päkiälle kohdistuu voimakas taittuminen. Kuvassa 5 näkyy painon jakautuminen kävellessä avojaloin tai matalissa jalkineissa. (Rossi & Tennant 1993.)



Kuva 5: Painopisteiden jakautuminen kävellessä avojaloin tai matalissa jalkineissa



Kuvassa 6 havainnollistetaan kuinka paino jakautuu matalassa ja korkeassa jalan asennossa kun seisotaan paikallaan. Korkeissa jalkineissa myös kävellessä painopiste painottuu enempi jalan etuosaan.



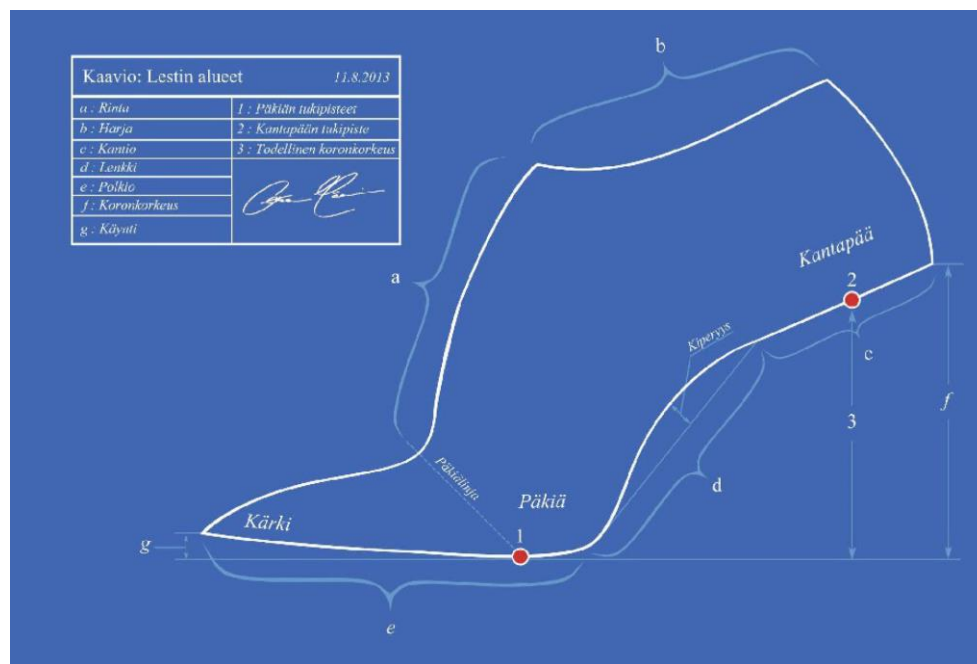
Kuva 6: Painon jakautuminen matalassa ja korkeassa asennossa

Lesti on jalkinesuunnittelun lähtökohta. Myös siinä on syytä ottaa jalan anatomia huomioon. Hyvä lesti on lopputulos hyvälle jalkineelle. Lestin muoto vaikuttaa siihen miltä lopullinen tuote näyttää. Lestin ympärille rakennetaan jalkine komponentti komponentilta ja kun tämä kokonaisuus on valmis, lesti poistetaan ja jalkine on lähes valmis viimeistelyä varten. Lestin muoto myötäilee jalan muotoja olematta kuitenkaan täysin kopio jalasta. Lestin tärkeimpiä tehtäviä on määrittää kengän sisätilavuus. (Mäensivu 2013).

Standardilesteissä on standardisoituja mittoja kuten kantapään leveys, lenkin kaari ja sen leveys, päkiän leveys ja lestin käynti. Myös lestin takakaaren muoto on standardisoitu kuten rinnan ja päkiän laajuus. Standardilesteissä on suorennettu lestin pohjan muotoa. Lesti määritellään kokonumeroina mitkä pohjautuvat erilaisiin numerointijärjestelmiin. Numerointijärjestelmissä huomioidaan lestin pituus sisältäen etuosan käyntivaran ja päkiän sekä kantapään leveyden. (Nebo Merianne, sähköpostiviesti 15.5.2016.)

Mittatilauslestejä valmistetaan asiakkaan jalan mittojen mukaan. Lestissä voidaan huomioida useita mittauspisteitä joiden määrän jalkineen valmistaja päättää. Left Foot Company mittaa miesasiakkaan jalan yli 15 eri kohdasta kun ortopedisuutari saattaa mitata viidestä eri kohdasta. Asiakkaan jalan mittojen mukaan valmistettu lesti ja näin myös jalkine, on istuvampi asiakkaan jalkaan kuin standardilesti. (Nebo Merianne, sähköpostiviesti 15.5.2016.)

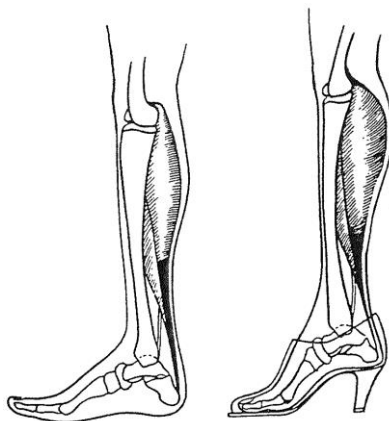
Kuvassa 7 jalkinemestari Otso Mäenpää esittää lestin tärkeät mitat jalkineen valmistuksessa. Valmistuksessa huomioidaan koron korkeus, kantapään tukipiste, lenkin kaarevuus, lestin kärjen pituus suhteessa lestin takaosaan ja näin myös jalkineen istuvuus. Päkiän leveys on Mäenpään mittauksissa tärkeä kuten myös rintapöydän muoto ja laajuus.



Kuva 7: Jalkinemestari Otso Mäensivun huomioimat tärkeät mittapisteet

## 2.2 Korolliset naisten jalkineet

Askelpituus lyhenee, päkiän kuormitus lisääntyy ja ylempi nilkkanivel ojentuu käytettäessä yli 4 cm:n korkoja. Yleisin syy päkiäkipuihin on korkeiden kenkien käyttö (Liukkonen & Saarikoski 2004). Korkeissa naistenjalkineissa myös pohjelihas lyhenee ja laajenee nilkan taantumisen takia (kts. Kuva 8) (Rossi & Tennant 1993).



Kuva 8: Pohjelihas matalassa ja korkeassa jalan asennossa

Tämän vuoksi etenkin korkeissa naistenjalkineissa on syytä ottaa huomioon jalan etuosaan aiheutuva kuormitus ja koittaa tukevoittaa jalkine niin, että se olisi mukava jalassa korkeudesta huolimatta. Korkeat jalkineet eivät ole jatkuvassa käytössä terveelliset. Niistä voidaan kuitenkin yrittää tehdä mahdol-

lisimman mukavat jalassa. Tämä otetaan huomioon juuri kantapään ja päkiälle tulevan painon osalta. Jalka on luonnostaan kupera päkiältä ja kantapään kohdalta. Siksi suunnittelemani vanerisessa pohjassa käytän tätä tietoa hyväkseni ja suunnittelen pohjan niin, että niihin kohtiin tuleva paino saa luonnollista tukea koko pohjan osuudelta. Koska kyseessä on sandaalikenkä, en voi hyödyntää muita tukemistapoja kuten kantakappia, lenkkirautaa ja kärkikoviketta ym. pehmusteita, joita on mahdollista käyttää umpinaisessa kenkärakenteessa. Sandaali on avoin kenkärakenne, joten pyrin luomaan itse pohjasta tukevan ja joustavan kävellä.

Huomioitavia seikkoja pohjan vaateissa opinnäytetyöni sandaalikenkätapauksessa ovat tukevuus, joustavuus, kitkaominaisuudet, keveys, terveellisyys ja kestävyys käytössä.

Jalan kaaren tuki on ensiarvoisen tärkeää korkeilla naistenjalkineilla. Jalan kaari on tuettava kantapäästä päkiälle asti niin, ettei jalka pääse taipumaan kuin vasta päkiän kohdilta johon suurin taipuisuus kävellessä osuu. (Mäensivu 2013.) Yleensä kenkä tuetaan jalan kaaren kohdilta pinkopohjalla, erinäisillä kovikemuovimateriaaleilla ja lenkkiraudalla. Koska kyseessä tässä tapauksessa on suunnitella avoin sandaalikenkä, on tuki saatava suoraan pohjamateriaaliin. Koepuristukset tulevat näyttämään saanko tarvittavan tuen pohjaan.

### 2.3 Palmroth M90 lesti

Käytän työssäni Palmrothin lestiä M90 kokoa 39 (kts. Kuva 9) pohjan korkeuden ja perusmuodon mallina. Koska kyseessä on muodonnettu pohja, en voi käyttää lestiä päällisen pinnaukseen, koska pohja ei tule täysin istumaan muodontamisen jälkeen lestellle. Miksi käytän juuri Palmrothin lestiä? Koen, että se on sopiva tähän pohjan kokeiluun sillä olemme käyttäneet jo aiemmin Kraa Kraan kanssa tätä lestiä lähtökohtana tutkiaksemme vaneripohjan muodontamista. On luontevaa, että jatkamme kokeilua samalla lestillä, sillä eri lestin mukaan ottaminen lähtisi alkutilanteesta. Lisäksi Palmrothin lesti on osoittautunut erittäin mukavaksi jalassa (aiemmin sille valmistamani kenkien perusteella) joten uskon sen kaarevuuden olevan toimiva korkeassa naisten sandaalimallissa. Tästä lestistä otan savimalliin tehtävän pohjan muodon kaarevuuden. Koron korkeus lestissä on 10 cm.



Kuva 9: Palmroth M90

## 2.4 Pohjamateriaalit

“Pohjan ominaisuuksilla voidaan ohjata alaraajojen ja jalkaterien toimintaa askelvaiheiden aikana” (Liukkonen & Saarikoski 2004).

Pohjamateriaalia valitessaan suunnittelija joutuu ottamaan huomioon käyttöominaisuudet, hinnan ja tuotantokelpoisuuden. Yleisesti pohjan käyttöominaisuuksiin ja vaateisiin liittyy:

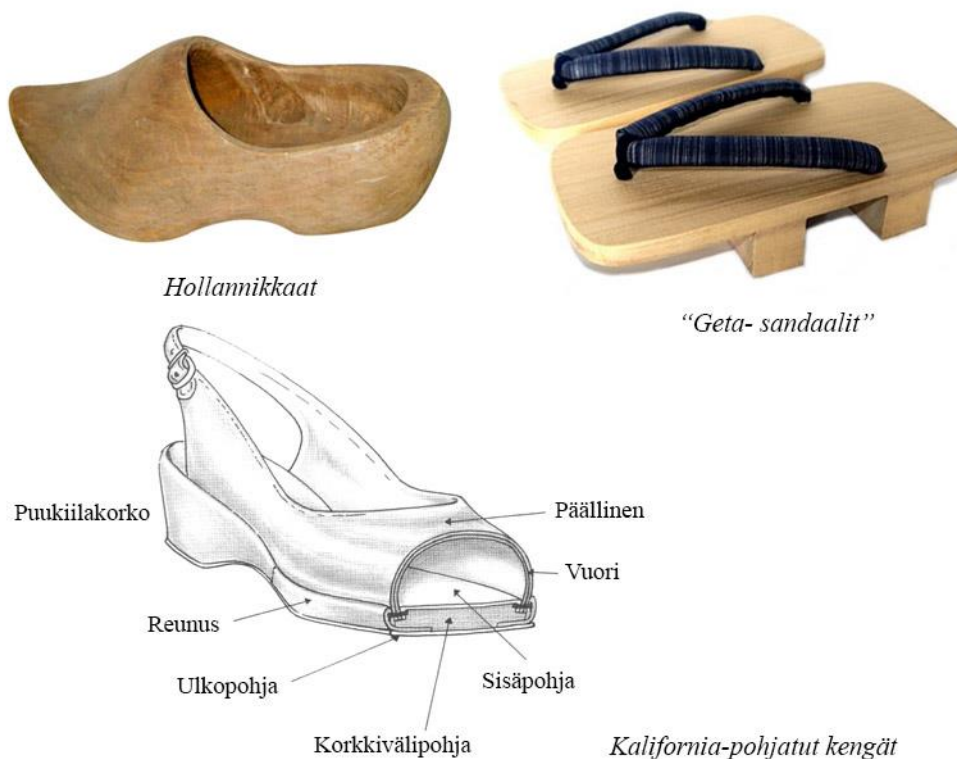
- kimmoisuus ja joustavuus kylmässä. Pohjarakenne ei saa katketa.
- kitka- eli pito-ominaisuudet, myös märällä ja lumessa.
- hyvä kulutuksenkesto
- hyvä kylmäneristys
- keveys
- käyttötarkoituksen mukaiset erityisominaisuudet (esim. öljyjen, happojen ja liottimien kesto).
- valon ja otsonien kesto
- terveellisyys

Pohjan hyvät ominaisuudet eivät saa muuttua olosuhteiden tai ajan vaikutuksesta. Pohjan hintaan vaikuttavat oleellisesti materiaalit ja kilpailutilanne. Valitun pohjan olisi sovittava valmistettavalle kengälle valittuun hintaluokkaan. Tuotantokelpoisuuteen vaikuttavat työstettävyys ja liimausominaisuudet. (Aartela, Aro, Gorski, Hagfors, Ijäs, Lehti, Malmivaara, Parantainen, Syrjälä, Vannela 1995.)

Pohjamateriaaleina yleisesti käytetään joko luonnonmateriaaleja tai erilaisia tekemateriaaleja (muoveja) ja niiden yhdistelmiä. Naisten korollisissa jalkineissa käytetään eniten mikrosolukumia, nahkaa ja puuta (Nebo Merianne, sähköpostiviesti 15.5.2016).

## 2.5 Puiset kengänpohjat

Puuta on yleisesti käytetty puukenkien eli hollannikkaiden pohjina ja ylipäättään hollannikkaissa, jotka valmistettiin kokonaan puusta. Suomessa pulaaikana käytettiin paljon puuta jalkineiden pohjamateriaaleina. Myös japanilaiset "geta"-sandaalien pohjat on puusta tehtyjä (kts. Kuva 10). Puuta käytetäänkin paljon ja monipuolisesti jalkineiden pohjina. Siitä valmistetaan myös korkoja ja kiiloja mm. Kalifornia-pohjattuihin kenkiin (kts. Kuva 10). Kalifornia pohjatutuissa kengissä päällinen ja siula on valmistettu samasta materiaalista, joka on käännetty koron ja välipohjan reunan yli sisäänpäin. Pohjauksessa ei käytetä pinkopohjaa. (Palo-Oja, Lind, Lehto, Lepistö 2005.)



Kuva 10: Hollannikkaat, "Getat" ja Kalifornia-pohjattujen kenkien rakenne.

Erilaisia puupohjaisia kenkiä on viime aikoina ollut markkinoilla. Tunnetuimpia suomalaisia suunnittelijoita, jotka käyttävät puuta ovat mm. Terhi Pölkki ja Julia Lundsten. Hyvin erikoisia ja arkkitehtuurisiakin muotoja ovat suunnittelijat valmistuttaneet puusta jalkineen pohjiin eri puolilla maailmaa. Julia Lundstenin lisäksi yksi heistä on tsekkiläinen Pavlina Miklasova, joka on suunnittelussaan saanut inspiraationsa helleenisen ajan kulttuurista. Toinen taas on Rachel Jui Chi Chang, jonka jalkineet pohjaavat huonekalusuunnitteluun (kts. Kuva 11). Kiinnostavaa Changin jalkineissa on se, että ne ovat koottavissa kahdesta tai useammasta komponentista.



*Terhi Pölkki "Karin Clog"*



*Rachel Jui Chi Chang*



*Julia Lundsten*



*Pavlina Miklasova*

*Kuva 11: Jalkinesuunnittelijoiden luomuksia.*

Puun eri jalosteita kuten vaneria ja korkkia on niitäkin käytetty jalkinesuunnittelussa. Nike on kehittänyt jalkinemallin, joka on saanut inspiraationsa Eames Loungen nojatuolista, johon on niin ikään käytetty vaneria muotoiluun (kts. Kuva 12).



*Kuva 12: Ora-Īto 's NikEames*

Suomalaisista suunnittelijoista Marita Huurinainen on käyttänyt vaneria ”Wave” -jalkinemallistonsa pohjaan. Tämän kappaleen lopussa avaan hänen ajatuksiaan vaneripohjasta jalkineessa.

### 2.5.1 Marita Huurinaisen haastattelu

Haastattelin Marita Huurinaista puhelimitse tiedustellakseni hänen kokemuksiaan vanerijalkineiden suunnittelusta.

Marita Huurinainen päätyi valmistuttamaan ”Wave” jalkinemallin vaneripohjallisia sandaaleita (kts. Kuva 13) muotoilukokeiluprojektin innoittamana, jossa hän tutki eri perusmuotoja: ympyrää, neliötä ja kolmiota. Muotokokeilujen tuloksena syntyi muitakin tuotteita kuin jalkine. Jalkinekokeiluja oli useampikin kuin ”Wave” mutta ympyrämuoto kiinnosti Huurinaista eniten, joten se pääsi jatkokehiteltäväksi.

Huurinainen ei käyttänyt lestiä laisinkaan suunnittelun alussa vaan teki mm. kengän pohjan mallista kipsivalukokeita. Aluksi kokeilut olivat hyvinkin kokeellisia.

Huurinainen on tehnyt yhteistyötä huonekaluvalmistajien kanssa ja päässyt heidän kanssaan tekemään taivutuskokeiluja. Aluksi hän teki vanerin taivutusta alipaineessa. Tämän jälkeen hän kokeili taivutusta myös lämpötaivutusmenetelmällä ja sähkölämmöllä. Hän testaa koko ajan eri tapoja taivuttaa vaneria. Mitään tiettyä tapaa ei ole otettu vakioksi.

Materiaalina Huurinainen käyttää koivua koska se on kotimainen, edullinen ja laadukas materiaali. Ulkonäöllisten seikkojen takia hän on kokeillut myös muita puulajeja.

Päällimmäisenä haasteena Huurinaisen mukaan tuotannossa ovat tuotteen kestävyyskysymykset ja tuotannolliset seikat. Pääongelmana on kuinka saada tuotanto pysymään toimivana. Huurinainen on miettinyt viime aikoina myös muita materiaaleja pohjan suhteen ja laajentaa tekemistään. Uusimpana materiaalina hän tutkii nyt UPM Grada 2000 -puumateriaalia taivutukseen. (Huurinainen, haastattelu 21.4.2016.)



Kuva 13: Wave sandaalimalliston "Polka" malli.

### 3 SANDAALI

Tässä kappaleessa kerron suunnittelemastani sandaali-ideasta. Sandaali-ideaa tukemaan otan esimerkkeinä eri sandaalirakenteisia jalkineita.

#### 3.1 Sandaali jalkineena ja korkeat naistensandaalijalkineet

Sandaali on avoin kenkä, joka jättää suurimman osan jalasta paljaaksi. Sandaaleja voi olla joko matalia tai korkeita. Vanhimpia löydettyjä sandaaleja (kts. Kuva 14) on valmistettu puiden lehdistä ja papyruksesta.





*Kuva 14: Muinaisia kreikkalais- ja roomalaistyyllisiä sandaaleja*

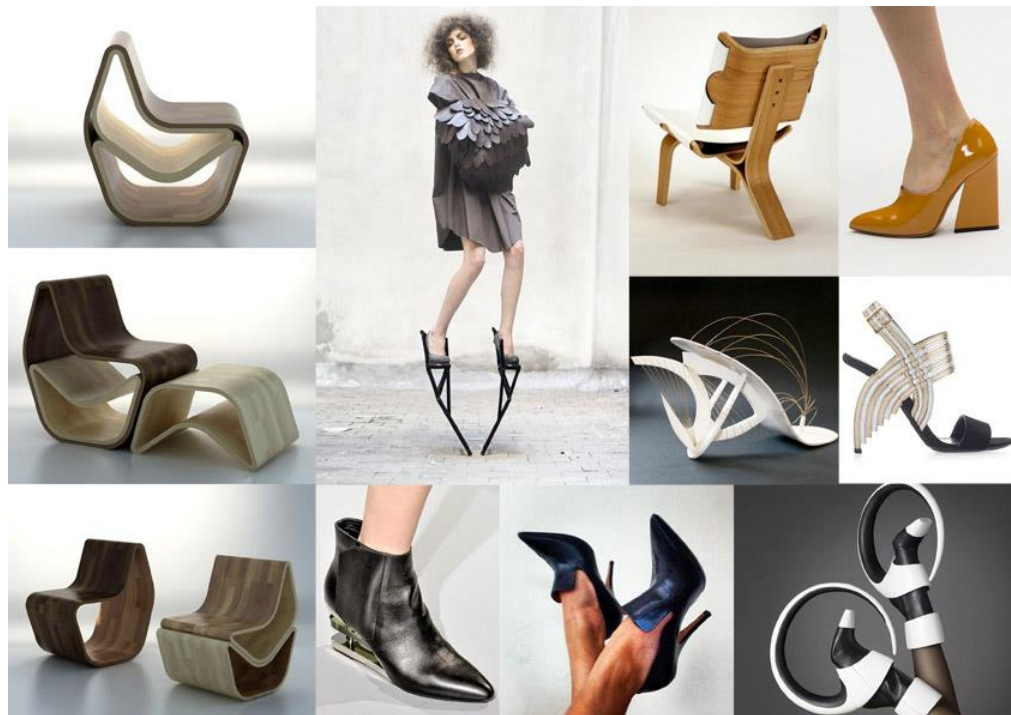
Pohjan valmistukseen on aikojen saatossa käytetty niin kumia, nahkaa, puuta, tatamia kuin punottua nyöriäkin. (The Right Shoe 2015). Muotona sandaaleille löytyy kuvan 15 mukaisia malleja, joissa jalkapöydän päältä kulkee jonkinlainen päällinen, ja avointa kantaa pitää sekä tukee solki-, tarra-, niitti-, nappi- tai neppari kiinnitys kapeammilla remmeillä.



*Kuva 15: Sandaalimalleja*

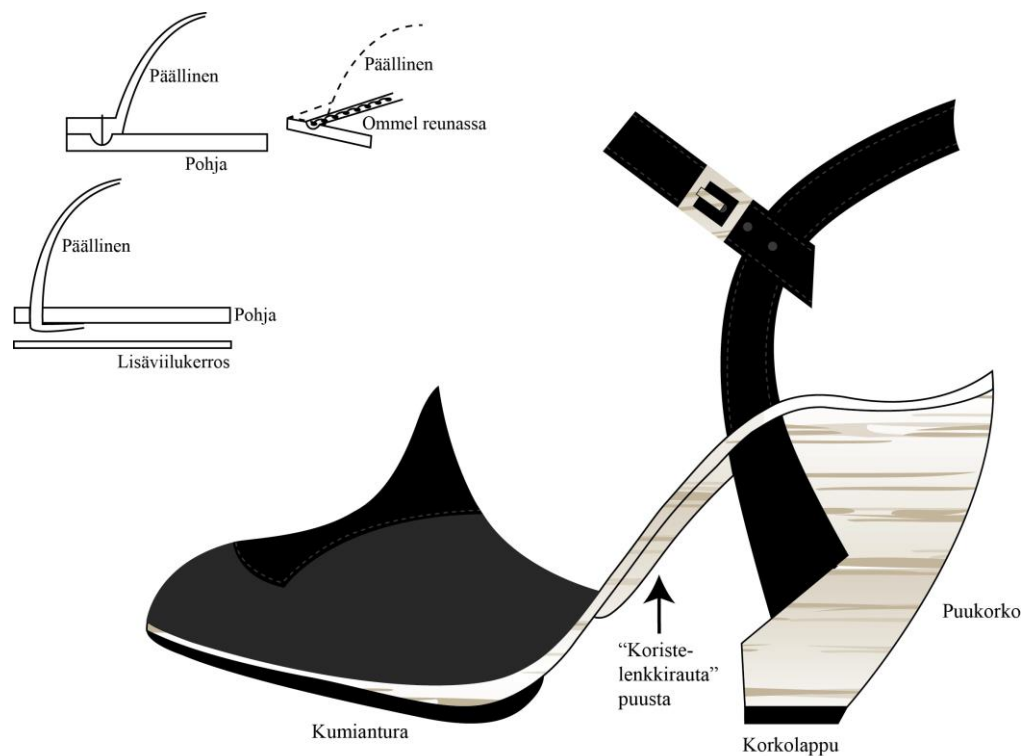
### 3.2 Sandaalin suunnittelu

Pohjan muotoon ja suunnitteluun vaikuttaa myös varsinaisen jalkineen suunnittelu. Idean korkeaan sandaalijalkineeseen sain pohjan suunnittelun kautta. Inspiraatiolähteistä tärkein minulle on luonto. Lisäksi minua kiinnostaa suunnittelijana muotojen suhteet ja materiaalit, joita tuotteessa käytetään. Halusin yhdistää sandaaliin luonnonmateriaaleja: puuta ja nahkaa. Lähdin suunnittelemaan tuotetta kartoittamalla ideoita moodboardiin (kts. Kuva 16), eli tunnelmakarttaan, josta ilmenee tulevan tuotteen idea ja visuaalinen tunnelma.



*Kuva 16: Moodboardia suunnittelemaani sandaaliin*

Ideavaiheen jälkeen suunnittelin kuvan 17 mukaisen sandaalin, jossa päällinen ja vuorimateriaali ovat nahkaa. Ulkopohjan antura ja korkolappu on kumia. Lenkin kohtaa voisi jäykistää puusta valmistettu ”koristelenkkirauta”, vaikka pohja olisi tarpeeksi tukeva ilmankin. Se voisi kuitenkin tuoda mahdollista lisätukea. Korko olisi vaaleaa ja mustaksi maalattua puuta.



Kuva 17: Suunnitelma tulevalle sandaalimallille ja rakennekuvaa veltti- ja liimapinnauksesta.

### 3.3 Päällisen ja pohjan kiinnitysmekanismit

Haluan, että sandaalikenkäni on avoin. Tällöin minun on suunniteltava pohja siten, että päällisen saa siihen kiinnitettyä suoraan ilman pinkopohjaa. Kuvassa 18 esitän kolme erilaista päällisen kiinnitystapaa avoimeen sandaalirakenteeseen. Mahdollisuutena on tällöin joko leikata pohjaan aukot (kuten Marita Huurinainen ”Wave”-malliston kengissä), joiden kautta päällisen voi liimata ulkopohjan puolelle piiloon tai ommella päällinen velttirakenteen (kts. kuva 19) tavoin pohjaan kiinni. Kolmas vaihtoehto on niitata päällinen perinteisen puukengän tapaan pohjan reunaan kiinni. Valitsin tähän projektiin kuvailemani velttirakenteen tavoitteeksi mutta liimapinnaus on myös mahdollinen. Vanerin taivutus- ja puristuskokeiden jälkeen tiedän minkälainen kiinnitysmekanismi sopii parhaiten, kun kyseessä on muodonnettu pohja.



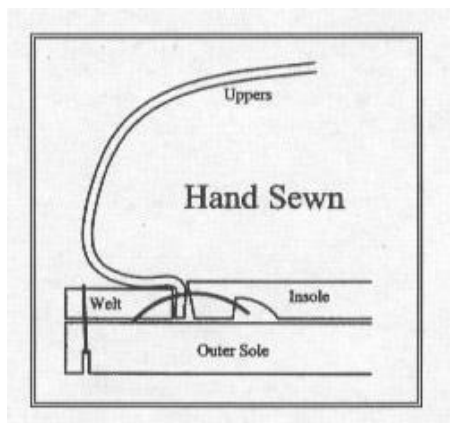
*Velttirakenteella kiinnitetty sandaali*

*Liimapinnaamalla kiinnitetty päällinen*



*Niittikiinnitys*

*Kuva 18: Sandaalin päällisen kiinnitystapoja*



Uppers: Päällinen  
Welt: Veltti  
Outer Sole: Ulkopohja  
Insole: Sisäpohja  
Hand Sewn: Käsini ommeltu

*Kuva 19: Velttirakenne kengässä*

## 4 VANERI

Kerron tässä kappaleessa vanerista yleisesti mitä se on materiaalina ja mitä eri vaiheita sen työstämiseen kuuluu kun siitä halutaan valmistaa jokin muotoilutuote. Kerron alkuun myös vanerin historiasta.

### 4.1 Historia

Vaneri on "kerroksittainen kakku puuta ja liimaa" (MoMA Press 2011). Vaneri keksittiin jo muinaisessa Egyptissä missä vanhin vanerikappale löydettiin osana arkkua kolmannen dynastian aikakaudelta (2670–2613 eKr.) sisältäen kuusi kerrosta 4 mm paksuisia vaneriviiluja, jotka oli kiinnitetty yhteen puutapeilla. Kuten nykyisissäkin vanereissa – oli viilut asetettu ristikkäin, jotta rakenne olisi vahva. (Wood 2006.) 1920-luvulla vaneri sai uuden kukoistuskauden kun suunnittelijat kuten Alvar Aalto, Tapio Wirkkala, Charles ja Ray Eames alkoivat käyttää sitä materiaalina töihinsä. Vaneri on taipunut niin modernin maailman huonekaluiksi kuin ollut materiaalina arkkitehtuurissa teollisesta näkökulmasta. Vaneria on käytetty kuvanveiston materiaalina, joten sillä on ollut sijansa myös taiteessa. Siitä on valmistettu lentokoneen rakenteita ja potkureita, joten sillä on ollut myös hyvin käytännöllinen lähtökohta muotoiluun. (How Plywood revolutionized Design and Change the World! 2012.)

Vaneri valmistetaan liimaamalla kerroksittain ohuita vaneriviiluja yhteen siten, että eri kerroksissa huomioidaan puusyiden suunta. Kohtisuoraan suuntautuvat puusyyt takaavat sen, että vaneria on lähes mahdotonta rikkoa. Samalla se on kuitenkin taipuisa materiaali työstää ja on muuntautumiskykyinen tuotteisiin kuin tuotteisiin. (How Plywood revolutionized Design and Change the World! 2012.)

Suunnittelun kannalta vanerilla oli tarkoituksena alun perin siis olla merkittävä asema nopeiden ja kohtuuhintaisten muotoilutuotteiden valmistuksessa. Valitettavasti siitä tuli kallis kuluttajille koska sen muotoilua pidettiin arvokkaana. Alvar Aallon Paimio-tuoli, joka on tunnettu sen veistoksellisesta ulkonäöstä, on alun perin itseasiassa suunniteltu tuberkuloosipotilaille Lounais-Suomeen. Sen tarkoitus oli oikealla selkänojakulmalla helpottaa potilaiden hengittämistä eli olla hyvinkin funktionaalinen tuote. Nyt se on kuitenkin arvostettu muotoilutuote. Ironista, että vanerituotteet, joiden oli tarkoitus alun perin osoittaa materiaalin massatuotantomahdollisuuksia ja edullisuutta ovatkin nykyään kalliita muotoilutuotteita. (How Plywood revolutionized Design and Change the World! 2012.) Nykyään vaneri on edullinen ja yleinen materiaali työstää. Siitä valmistetaan paljon massatuotteita kuten skeittilautoja ja tarjottimia. Edelleen siitä valmistetaan myös arvostettuja muotoilutuotteita.

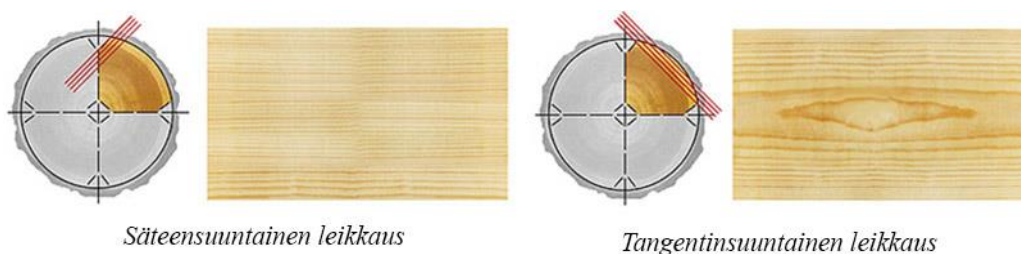
### 4.2 Vaneri materiaalina

Vaneri on hyvin monikäyttöinen materiaalina. Se on sekä kestävä että tiivis. Vaneri valmistetaan vaneriviiluista (kts. Kuva 20).



Kuva 20: Vaneriviilu

Viilu on ohut puusta leikattu (höylätty) tai sorvattu levymäinen tuote. Viilua voidaan leikata joko säteensuuntaisesti tai tangentinsuuntaisesti kuten kuvassa 21 havainnollistetaan. (Puuproffa, n.d.).



Kuva 21: Viilun leikkaussuunnat

Ohutviiluvanerin valmistus on käsityötä koska ohuuden vuoksi niitä on käsiteltävä varoen. Vanerissa vähintään kolme kerrosta viilua liimataan yhteen. Itse käytän seitsemän kerroksen liimausta suhteella ( $180^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ), missä asteet kertovat ovatko puun syyt pitkittäisiä vaiko poikittäisiä.  $180^\circ$  on pitkittäinen ja  $90^\circ$  on poikittainen (Hänninen, henkilökohtainen tiedonanto 16.2.2016).

Pintaviilun alla olevan viilun on oltava aina ristissä pintaan nähden halkeamisen välttämiseksi. Viilupuristeiden pinta voidaan käsitellä samoin kuin minkä tahansa muun puutuotteen pinta. Yleisimpiä puun pintakäsittelyjä ovat lakkaus, vahaus ja öljyäminen. Teollisessa tuotannossa viilupuristeiden pinnoitukseen käytetään erilaisia pintakalvoja, kuten laminaatteja. Kalvolla saadaan tuotteelle kova, kulutusta kestävä sekä helposti puhdistettava pinta. (Rantalainen 2012.)

Viilut valmistetaan yleensä korkealaatuisesta ja arvokkaasta puuraaka-aineesta kuten tammesta, pyökistä, pähkinäpuusta, kirsikkapuusta ja myös koivusta (Puuproffa, n.d.).

Käytimme aiemmin valkopyökkiä mallistoni koroissa ja päkiäpaloissa. Tällä kertaa käytän koivua pohjan valmistukseen mutta yhtä hyvin voisinkin käyttää jotakin muutakin puumateriaalia.

Kun vaneriviilut on liimattu yhteen, kutsutaan sitä viilupuristeeksi siinä vaiheessa, kun se halutaan puristaa johonkin muotoon.

Viilupuriste ei tuhlaa raaka-ainetta ja on kestävä ohuenakin. Puuaines pystytään käyttämään viiluina tehokkaasti hyödyksi. Arvokkaiden puulajien käyttö isoina viilupintoina on ekologisesti ja taloudellisesti järkevää. Yhdestä kuutiosta saadaan yleensä ohutta viilua noin 250–1 000 m<sup>2</sup>. (Puuproffa, n.d.). Vaneria voidaan valmistaa erilaisilla puristustekniikoilla. Puun taivutustekniikoita ovat höyrytaivutus, kuumapuristus, suurjaksopuristus ja kylmäpuristus (Holmberg 2000).

Höyrytaivutuksessa puuta lämmitetään vesihöyryssä, jolloin se muuttuu taipuisaksi. Höyrytetty kappale taivutetaan muotissa ja annetaan kuivua. (Puu-tuoteprosessit 2016.) Mm. Thonet-tuolit (kts. Kuva 22) on valmistettu käyttämällä höyrytaivutusta (Holmberg 2000).



*Kuva 22: Thonet tuoli*

Puutarjottimet mm. valmistetaan kuumapuristustekniikalla. Kuumapuristuksessa viilu- ja liimahartsilevyt asetellaan kerroksittain muottiin. Puristuksessa ne kuumennetaan ja liima liukenee ja kovettuu tasaisesti täyttäen puun huokokset. Puristeesta tulee kova ja sitä on vaikeampi jälki työstää. (Holmberg 2000.)

Suurjaksopuristus eli suurtaajuuspuristus on teollisuuden suosima menetelmä. Suurjaksopuristuksessa vanerimuotti pinnoitetaan sähköä johtavalla metallilevyllä, johon on sijoitettu elektrodit (kts. Kuva 23). Niiden kautta jännite ohjataan viilunipun lävitse, jolloin liima kovettuu. Menetelmä ei sovellu kuppi-maisiin muotoihin koska viilu repeytyy syvissä kuppimaisissa kohdissa. Suur-

jaksopuristuksessa myös liima voi liimautua epätasaisesti koska sähkövirta etsii nopeimman eli kostean tien. Liima ei välttämättä ole joka kohdasta yhtä kosteaa puristusvaiheessa. (Holmberg 2000.)



Kuva 23: Suurjaksopuristustekniikkaa

Kylmäpuristus tapahtuu laminoimalla eli liimaamalla viilut yhteen ja puristamalla ne sitten muotin tai muotin sekä ilmanpaineen avulla yhteen muotoonsa. Käytän tätä tapaa hyväkseni pohjan puristuskokeilussa. Käyttämässäni puristustekniikassa haasteena on muotin muoto ja se kuinka hyvin puristustekniikka pystyy taipumaan sen muotoihin. Muotissa on kuperia ja koveria kohtia jalanpohjan muotojen mukaan.

### 4.3 Verrokkimateriaaleja

Tässä kappaleessa kerron vaihtoehtoisista materiaaleista joita voisi mahdollisesti myös käyttää jalkineen pohjan valmistamiseen tulevaisuudessa. Niiden toiminnallisuus täytyisi kuitenkin ensin testata.

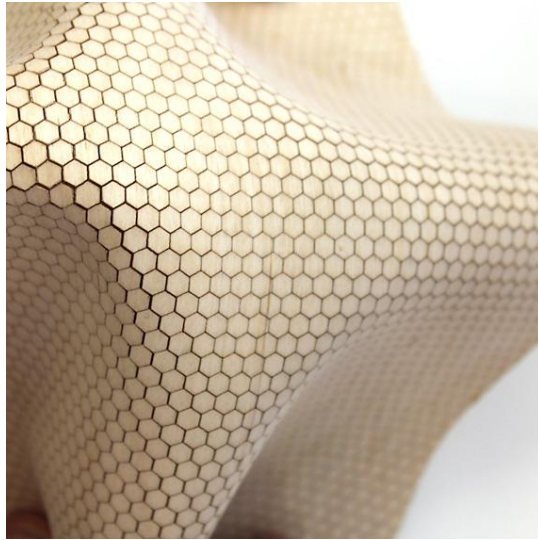
#### 4.3.1 3D viilu

Tutkiessani vaneriviiluja löysin 3D-viilun. 3D-viilu on tekninen viilu, jossa sorvatut viilut on sahattu ohuiksi suikaleiksi, jonka jälkeen suikaleet on käännetty ja sidottu uudestaan yhteen. Lopputuloksena on viilu, joka muovautuu hankaliin monisuuntaisiin, jopa pallomaisiin muotoihin. (Puuproffa, n.d.).

Huomasin, että Lahden Muotoiluinstituutissa on tehty opiskelijaprojekti aiheesta ”Puusta ja muoveista muodokas 3D-viilu” (Puutekniikka.info, n.d.). Innostuin materiaalista sillä sen pitäisi soveltua juuri pyöreiden muotojen toistoon puristamalla. Siitä on tehty mm. jalkineen pohjallisia. Materiaalin taipuisuus perustuu siis siihen, että siihen laserleikataan tietynmuotoisia kuvioita, jotka mahdollistavat vanerin taipuisuuden. Kuviot siis leikataan pinnalta lähes puun pinnan pohjaan asti (kts. Kuva 24) eli puun pintaan jää lovia. Tämä aiheuttaa ulkopohjamateriaalia ajatellen ongelman, sillä jos 3D-viilusta puristaa muotoonsa ulkopohjan, jää se lovien takia liian taipuisaksi. Korkean naistenjalkineen pohjan täytyisi kuitenkin olla tukeva eikä antaa liikaa periksi.



Olisi mahdollista puristaa 3D-viilusta ulkopohja mutta se pitäisi tämän jälkeen pintakäsittellä liimaseoksella siten, että lovet täytyisivät ja pohjasta tulisi tällöin tukeva (Hänninen henkilökohtainen tiedonanto 16.2.2016). Liimapinta jalkaa vasten ei kuitenkaan ole kovin miellyttävä, joten 3D-viilu ei ainakaan itsessään pelkästään sovellu ulkopohjamateriaaliksi. Lisäksi 3D-viilu ei toista terävämpiä ulkonevia muotoja joita suunnittelemani pohjassa on. Näen kuitenkin jatkokehittelyä ajatellen 3D-viilun potentiaalisena materiaalina. Voisihan 3D-viilusta tehdä puhtaasti lestinmyötäisen ulkopohjan, jonka käsittelee liimalla. Lisäksi voisi yhdistää sisäpohjaan myös korkkia jolloin ulkopohjan liimapinta ei olisi enää ongelma. Keskityn kuitenkin tässä opinnäytteessä tutkimaan vaneriviilua ja sen puristusmahdollisuuksia.



*Kuva 24: 3D viilupuriste*

### 4.3.2 Woodcast -materiaali

Tutustuin myös materiaaliin nimeltään woodcast, jota suomalainen yritys kehittää Helsingissä. Tuote on alun perin suunniteltu ortopedian ja traumatologian tarpeisiin kipsituotteeksi. Woodcast on puusta ja biomuovista valmistettu täysin muotoutuva materiaali (kts. Kuva 25). Se on myrkytön ja soveltuu mm. kipsaamiseen. Sitä voi myös työstää täysin ilman vettä eli säästää luontoa, ja se on uusiutuva materiaali. Käytetty materiaali voidaan hävittää bio- tai energiajätteenä. Tämä on toimintaperiaatteeltaan samankaltainen materiaali kuin 3D-viilu. Se voidaan lämpömuokata muotoonsa (on itseliimautuva) ja se on lisäksi edullisempi verrattuna vaneriviiluun materiaalina. Jos siis haluaisin helposti puristaa jalkineen pohjan muotoonsa, voisin käyttää myös tätä yhtenä materiaalina. Tosin vain jatkokäsittelemällä siitä saisi tarpeeksi tukevan. Paremminkin se sopisi sisäpohjamateriaaliksi.



Kuva 25: Woodcast materiaalia

Anne Halme on tutkinut kyseistä materiaalia soveltuvaksi koron materiaaliksi opinnäytetyössään. Opinnäytetyön aihe käsitteli kotimaisen puukomposiitin soveltuvuutta jalkineen koron muotoiluun. Lopputuloksissa päädyttiin siihen, että woodcast soveltuu korkomateriaaliksi. Jatkokehittelyideoita oli puukomposiittiin soveltuvien ekologisten liimojen ja päällystys- sekä viimeistelyaineiden jatkotutkiminen. (Halme 2014.) Kuinka hyvin materiaali käytännössä sopisi pohjamateriaaliksi, olisi uusi itsenäinen tutkimuskohde.

### 4.3.3 UPM Grada® 2000 -puumateriaali

Haastatellessani Marita Huurinaista sain tietää myös UPM:n kehittämästä puumateriaalista nimeltään UPM Grada® 2000, joka on suunniteltu taivutettavien muotojen puumateriaaliksi. Se on valmis koivuviiluista liimattu puulevytuote, joka on lämmön ja paineen avulla muotoiltavissa. UPM:n mukaan Grada-tekniikka mahdollistaa tehokkaamman puumateriaalin muotopuristuksen kuin aiemmin. Levyä voidaan muodontaa jo 95° asteessa, jolloin komponentin valmistusaika lyhenee. Ensin puumateriaali kuumennetaan, ja sitten se muotoillaan ja jäähdytetään muotissa. (UPM, 2016.)

UPM Grada® 2000 on valmistettu FSC- tai PEFC-sertifioidusta<sup>1</sup> puuraaka-aineesta kestävän ja vastuullisen metsänhoidon parhaita käytäntöjä noudattaen. Levyn valmistuksessa käytetty liima ei sisällä formaldehydiä eikä muita terveydelle haitallisia yhdisteitä. Materiaali on valmistettu sorvatuista koivuviiluista. Elinkaarensa lopussa materiaali voidaan turvallisesti kierrättää tai polttaa hiilineutraalina energialähteenä. Useita pinnoitemateriaaleja esim. laminaattia, viilua tai tekstiilejä voidaan kiinnittää EasyTop-levyn<sup>2</sup> pintaan ilman erillistä liiman lisäämistä muotoiluprosessissa. (UPM, 2016.)

<sup>1</sup>) FSC- tai PEFC-sertifioidut tuotteet takaavat, että puumateriaali on peräisin hyvin hoidetusta ja uusiutuvasta metsästä. Sertifikaatti takaa ympäristölliset, sosiaaliset ja taloudelliset hyödyt. <sup>2</sup>) Molemmipuoleiset liimapinnat.

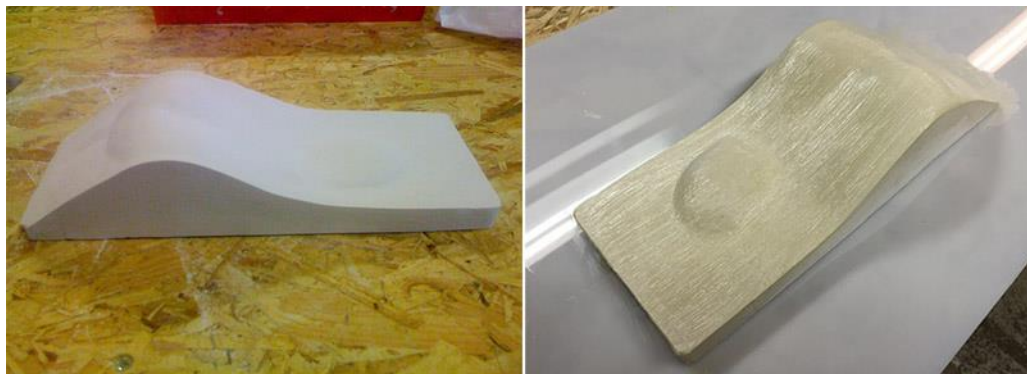
## 5 VANERIPOHJAN VALMISTUS

Lähdin testaamaan käytännön kokein ja havainnoin kuinka vaneriviilut puristuvat jalkineen ja jalan pohjan muotoihin. Aluksi valmistin kipsimuotin, jota käytin hyväkseni niin puristusmuottina kuin mallinteena kolmessa eri puristuskokeilussa. Jokaisen koepuristuksen jälkeen kehitimme vanerin puristumenetelmää aina eteenpäin sen mukaan mitä testitulokset kertoivat. Koepuristuksia tehtiin kaiken kaikkiaan kolme.

### 5.1 Puristusmuotin valmistus kipsistä

Ensimmäisiä puristusmuotin valmistuskokeita tein kesällä 2015. Tällöin valmistimme ensin savimuotin, johon otimme 39 koon jalan omaavan naishenkilön malliksi painamaan jalan kuvio saveen. Koko 39 on yleisimpiä naisten jalkinekokoja Suomessa. Jalan kaaren muodon olen mallintanut Palmrothin lestistä kokoa 39. Savimallin päälle levitimme kipsin, jotta saimme varsinaisen kipsimuotin valmiiksi vanerin puristusta varten. Koverat kohdat peilautuivat näin kuperan muotoisiksi (kts. Kuva 26).

Puristusmuottia piti hioa virhemuotojen osalta, jotta pienet väärät kohoumat jotka aiheutuivat kipsimuotin valmistuksesta, saatiin poistettua. Lisäksi kipsimuotin pinta käsiteltiin saippualliuoksella (kts. Kuva 26), joka piti vaahdottaa kipsin pintaan jotta vastakappaleen kipsi ei jäisi siihen kiinni ja välttyttäisiin epätasaisuuksilta juuri puristuspinoilta "Soopaus"<sup>3</sup> tehtiin moneen otteeseen kerroksittain siten, että jokainen kerros ehti hieman kuivua ennen uutta soopausta. Näin saatiin paras lopputulos.



Kuva 26: Kipsimuotti ja sen työstämistä soopauksella

<sup>3</sup> Kun kipsiä valetaan kipsille, joudutaan käyttämään erilaisia erotusaineita. Käytin työssäni soopausta. Soopauksella tukitaan kipsin pinnassa olevaa huokoisuutta. Soopaus on mäntysuovan tai muun vastaavan saippuan vaahdottamista siveltimen avulla kipsin pintaan. Vaahdottamista jatketaan, kunnes pinta hylkii vettä (Kerasil verkkokauppa, [www.kerasil.fi](http://www.kerasil.fi), 7.12.2015).

## 5.2 Puristusmuotti

Vaneriviilujen puristukseen sovellettiin Kraa Kraan silmälasikehysmenetelmien puristustekniikkaa. Testiä varten valittiin aluksi 0,5 mm:n vaneriliuskoja pituus- ja poikittaissyittäin. Ne liimattiin vuoron perään siten, että kerroksia tuli kuusi (180°, 90°, 180°, 180°, 90°, 180°). Asteet kertoivat ovatko viilut pituus vai poikittaissyisiä. Puristusmuotin päälle asetettiin ensiksi muovi (suojaamaan muottia) ja sen päälle asetettiin vaneriliuskat. Näiden päälle laitettiin vielä joitakin huopakerroksia, jotta saatiin ilmakuplat eliminoitua puristusvaiheessa. Koko kerroksellisuus laitettiin sitten muovipussiin ja paineilmapuristukseen. Sen annettiin olla siellä vähintään kahdeksan tuntia n. 1,5 baarin paineessa. Kuvassa 27 on puristus käynnissä ja ensimmäiset testipuristuskappaleet. Ensimmäiset puristukset osoittautuivat epäonnistuneiksi sillä ilmakuplilta ja vanerin rikkoutumiselta ei vältytty. Juuri ilmakuplat aiheuttivat vanerin murtumisen (kts. Kuva 28). Teimme muutaman uuden testin myös korkilla ja uudestaan vanerilla. Päädyimme tulokseen, että muotista pitäisi tehdä "naaras"muotoinen, eli kuperat kohdat olisivatkin koveria. Näin ilmakuplien syntyminen voitaisiin mahdollisesti välttää. Teimme kokeita myös korkille jossa tulokset olivat lupaavimmat.



Kuva 27: Puristusmuotti ja testipuristuksia



kuva 28: Murtumia vanerissa

### 5.3 Uudet muotin työstövaiheet

Aloitin aiemmin tehdyn kipsimuotin uudelleentyöstön 2016 vuoden puolella Kraa Kraalla käännteiseen muotoon. Huomasimme aiemmin, etteivät kapeat kuoppamaiset muodot onnistu puristusteknisesti viilun kanssa. Pistemäinen puristus, joka suuntautuu kapeille alueille, ei sovellu koveriin muotoihin, mutta soveltuu laajempiin kuoppamaisiin muotoihin. Laaja puristus taas soveltuu hyvin kapeisiin nyppyläpintoihin (Hänninen, henkilökohtainen tiedonanto 16.2.2016.) Päätimme kokeilla muotin kääntämistä toisin päin. Asetimme aiemmin valmistamamme kipsimuotin laatikkoon (kts. Kuva 29), koska sitä piti leventää vielä saven avulla, että saisimme työstövaraa uuteen kipsimuottiin. Tällä kertaa käyttäisimme kipsimuottia mallinteena puusta valmistetussa puristusmuotissa. Levitin saven haluttuihin kohtiin siten, että kipsimuotin reunalta se on suhteellisen suorassa ja viistoutuu reunoille päin. Näin saimme työstövaraa myös reunoille mallinteen hiomisvaiheessa.



Kuva 29: Uuden kipsimuottiaihion työstöä

Tämän jälkeen pintakäsittelin vastakappaleen kipsipinnan jälleen soopaamalla. Kaadoimme kipsin käsitellyn muotin päälle. Ylimääräiset ilmakuplat saatiin eliminoitua pois paukuttamalla vasaralla alustaa. Mallinteen annettiin kuivua viikon, jonka jälkeen hioin epätasaisuudet pois. Koska olin väärällä tavalla levittänyt saippuoliuksen vastamuotin pintaan, ennen kipsivalun kaatoa, jäi päkiän ja kantapään kohdille karheita kohtia kuten kuva 30 havainnollistaa.

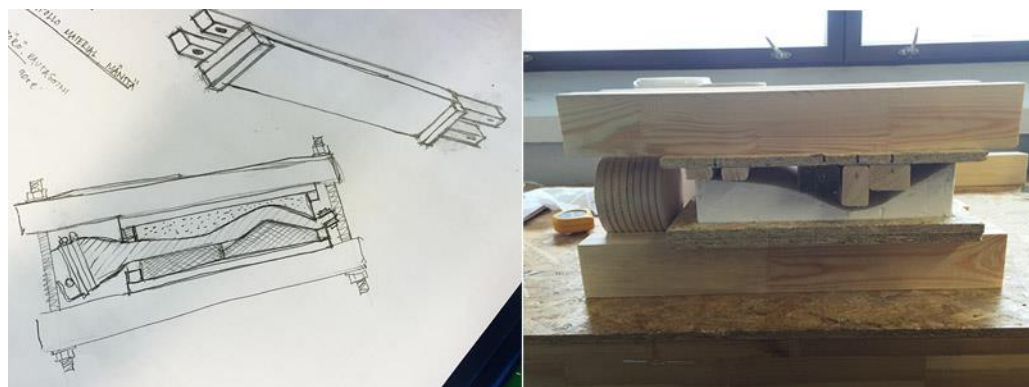


Kuva 30: Mallinteen epätasaisuudet

Hioin mallinteen epätasaisuudet reunoilta ja valmistin lisäksi uuden mallinteen. Tällä kertaa vaahdotin saippualliuoksen oikeaoppisella tavalla. Mallinteen annettiin kuivua seuraavaan viikkoon, jolloin aloin viilata siitä jälleen epätasaisuudet pois, jotka häiritsisivät itse puristusta. Tällä kertaa päkiän ja kannan kohdat olivat kuitenkin sileät onnistuneen soopauksen ansiosta.

Päätimme kuitenkin tehdä koepuristukset ensimmäisellä mallinteella, vaikka siinä oli vääränlaisen saippualliuostekniikan takia karheita kohtia juuri päkiän ja kantapään kohdilla. Olin kuitenkin onnistunut paremmin hiomaan ja viilaamaan sen reunoiltaan puristustarkoituksiin.

Seuraavalla viikolla rakensimme muotin puristukseen tarkoitetun rakennelman puulevystä ja rimoista. Puristusmuotista tuli seuraavanlainen (kts. Kuva 31). Puristusmuotissa on sekä kipsiselle mallinteelle että sen vastakappaleelle paikat. Ilmaa tultaisiin laittamaan paloletkua pitkin paineilmapuristusvaiheessa vastakappaleen ja vaneriviilujen väliin. Ilma tukitaan puisella plugi-kappaleella, jotka on käsitelty epoksiliimalla reunasta ja niihin on porattu reiät ilmanottoaukkoja varten. Paloletku on sopivan ilmatiivistä tarkoitukseen, joten siksi koitimme käyttää sitä puristukseen.



Kuva 31: Puristusmuotti. Luonnos ja rakennettu versio.

Työstimme paloletkun puristukseen sopivaksi ilmatiiviiksi putkeksi. Kävimme poraamassa Tammerkosken Takomolla Tampereella muutama metallilaatta tarkoitusta varten. Laattaan porattiin neljä reikää kiristysruuveja varten. Kraa Kraalla kiinnitimme sitten paloletkun pään ruuvein kiinni (kts. Kuva 32). Toiseen päähän letkua tuli puusta sorvattu plugi kiristysrenkailla kiinni. Plugissa on ilmanottoaukot, johon paineilmaletku voitiin kiinnittää ilman painetta laitettaessa.



Kuva 32: Reikien porausta paloletkun sulkijakappaleeseen ja ilmatiivis paloletku

#### 5.4 Ensimmäinen ja toinen koepuristus

Liimana käytettiin polyuretaaniliimaa (muoviliima), joka turpoaa ja täyttää puiden syyt. Ensimmäiset testipuristuskokeet tehtiin muotilla jossa vastakappaleina toimivat puupalat niiltä kohdin mihin kuppimaiset muodot oli toiveena tavoittaa. Koska kyseessä oli ensimmäinen koepuristus, teimme vastakappaleesta mahdollisimman yksinkertaisen, jotta saisimme perustavat tiedot puristusmahdollisuudesta ennen kuin jatkotyöstäisimme täydellistä vastakappaletta. Käytimme viiluna ohuita 0,15 mm:n koivuviiluja, joita liimattiin seitsemän kerrosta (180°, 90°, 180°, 180°, 180°, 90°, 180°) yhteen. Puristusaine oli 1,5 baaria ja puristusaika 4 tuntia.

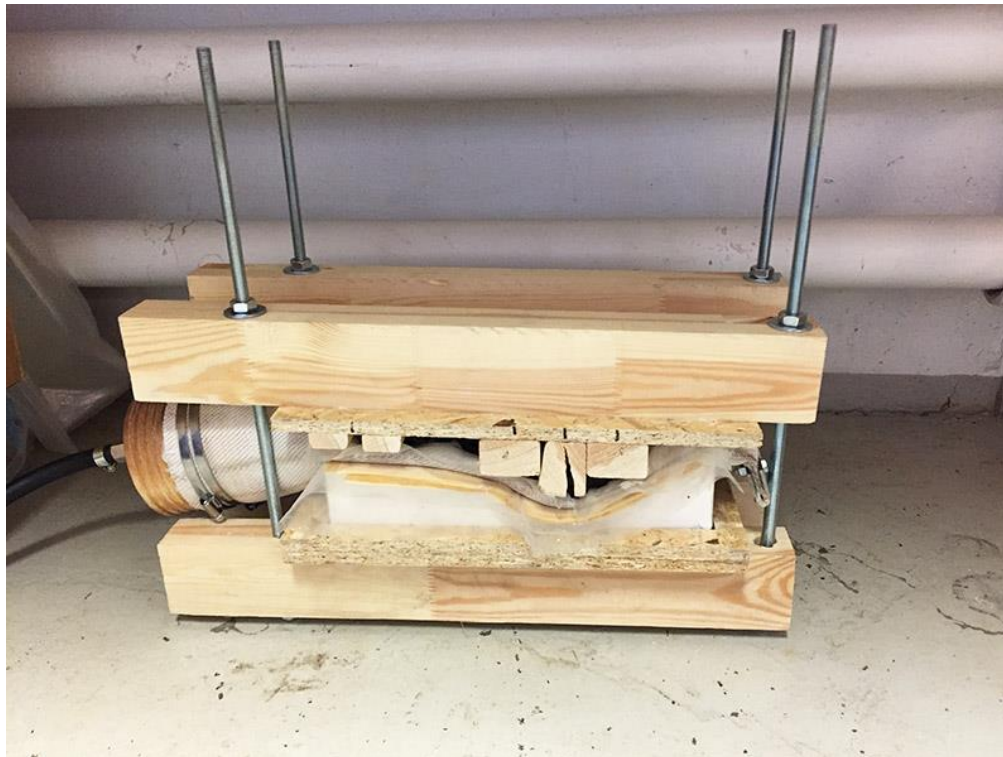
Lopputulokseksi tuli vastaavanlainen kappale (kts. Kuva 33). Viilujen läpi pääsi huonosta plugista (päällystämätön puupinta jolloin puun huokoisuus päästi ilmaa ulos) johtuen ilmaa ulos, jolloin kuoppamaisiin muotoihin muodostui ilmatasku ja liima pääsi puristumaan pohjan läpi. Kantapään muodot mallintuivat hyvin mutta päkiän kohdalle ei tullut juuri minkäänlaista painaamaa.



Kuva 33: Liima on päässyt pursuamaan ulos

Toiseen koepuristukseen valmistin lisäpuristusaihion, johon liimasin kaksipuoleisella teipillä kumiputkikappaleita lisäämään puristusvoimaa päkiän ja

kantapään muotoihin. Leikkasin päkiän ja kantapään kohdille lisäksi kumista lisäpalat muovin toiselle puolelle. Yhdessä kumiputkien ja kumipalojen kanssa ajattelimme saavan lisää painetta itse viilujen puristukseen. Kuvassa 34 näkyy puristusmuotti puristusvaiheessa. Paloletkun ja vastakappaleiden välissä on lisäpuristusaihio.



*Kuva 34: Puristusmuotti, jossa mukana lisäpuristusaihio*

Tämä lisäpuristuskappale asetettiin puristusvaiheessa paloletkun ja vastamuottikappaleen (puukapulat) väliin. Liimana käytettiin edelleen polyuretaaniliimaa ja viilumateriaalina 0,15 mm paksuisia koivuviiluja, joita liimattiin yhteen seitsemän kerrosta edellä kuvattuun tapaan. Puristuspainetta oli tällä kertaa 3 baaria ja aika 4 tuntia. Puristuspainetta ei juuri tätä isommaksi voi laittaa. Plugikappaleet oli tässä vaiheessa pinnoitettu kokonaan epoksiliimalla, jottei ilmaa päässyt enää niistä läpi.

Toisen koepuristuksen tulokset olivat yllättävän hyvät (kts. Kuva 35). Nyt päkiän kohta tuli paremmin esiin. Kumipalat autoivat asiaa mutta silti pieniä murtumia oli havaittavissa. Lisäksi ryppyjä liiasta taipumisesta päkiän reunojen kohdilla jotka voitiin poistaa harkottamalla viilua seuraavissa puristuksissa.





*Kuva 35: Toinen koepuristus*

### 5.5 Kolmas koepuristus

Seuraava vaihe oli kokeilla paksummilla viiluilla. Mietimme myös alustavasti jatkokehittelyidean suhteen kuinka saada päkiäosuus pysymään joustavana ja lenkkiosuus tukevana samassa puristuksessa. Käyttäkö eripituisia- ja paksuisia viiluja vai vain puukorkoa tukemaan jalan kaaren osuutta valmiissa aihiossa. Mahdollisuuksia on monia tulevaisuuden jatkotyöstön suhteen. Seuraavien puristuksien aikana käytimme epoksiliimaa tiiviimpään liimaukseen viilujen välissä.

Seuraavat kolme puristuskokeilua tehtiin samalla muotilla kuin kaksi aiempaa mutta tällä kertaa käytettiin lisäksi paksumpia viiluja puristukseen.

Päällimmäisenä ja alimmaisena viiluna käytettiin kaikissa kokeiluissa 0,6 mm viiluja ja välissä 0,15 mm viiluja. Viilukerroksia oli seitsemän ja samassa järjestyksessä syysuuntien suhteen kuten edellisissä puristuksissa. Liimana käytettiin epoksiliimaa. Puristusaine oli 3 baaria ja aika 4 tuntia.

Ensimmäisen jatkopuristuskokeilun lopputulokseksi tuli suhteellisen hyvä mutta halkeillut kappale. Puuviiluja oli lisäksi harkotettu päkiän mutkan kohdalta jotta viilut taipuisivat paremmin puristuksessa. Toinen jatkopuristus meni mutkalle ja epäonnistui.

Kolmas jatkopuristus onnistui toistamaan muotin muodot parhaiten, ja näin pystyimme toteamaan, että puristus onnistuu ottamalla mukaan myös paksummat viilut. Halkeamilta ei vielä kukaan voinut välttyä mutta ne ovat korjattavissa paremmalla vastakappaleella puristusmuotissa. Tämä kokeilu kuitenkin riittää tulokseksi siihen, että voimme jatkossa puristaa pohjia tekniikalla. Kuvassa 36 näkyvät kaikki jatkopuristusvaiheet.



*Kuva 36: Jatkopuristuskokeet ja 3. jatkopuristus onnistunein*

Sandaalijalkinepohja-aihion mallikappale (kts. kuva 37) sahattiin ensimmäisestä jatkopuristuskokeilusta, jonka avulla voidaan sahata tulevista onnistuneista puristuskokeiluista lopullinen sandaalijalkineen pohja.



*Kuva 37: Sandaalijalkinepohja-aihiö*

Näkisin, että puristustestit osoittivat vanerin oivaksi materiaaliksi jalkinepohjaan ja sillä on tulevaisuutensa jatkokehittelyn parissa. Se taipuu korkeaan naistenjalkineen muotoon, joten voin käyttää pohja-aihiota korkean sandaalijalkineen pohjana.

En voi kuitenkaan tähän mennessä tehtyjen kokeiden kautta tietää onko muodonnettu vanerinen sandaalipohja toiminnallinen ja kestävä jalkineen pohjamateriaalina. Se kuuluu jatkokehitysvaiheeseen, ja toivon vielä tulevaisuudessa saavani siihenkin vastauksen.

Minulla on tavoitteena jatkaa tätä työtä valmistumisen jälkeen ja saada vastaukset myös pohjan jatkokehitysvaiheisiin ja toiminnallisuuteen. Tavoitteena on valmiit sandaaliprotojalkineet testausta varten.

Kokeilu oli kuitenkin hedelmällinen ja antaa suuntaa edesspäin oleville jatkokehittelyille. Toivon kokeilun lisäksi innostavan muita alan opiskelijoita innovatiivisiin ratkaisuihin oman suunnittelutyönsä parissa.

## 6 LOPPUPÄÄTELMÄT

Nyt nähtävien tulosten valossa näkisin vaneripohjan toimivan tukevana ja joustavana materiaalina pohjaan. Pohja on myös keveä. Kun tunnustelee pohjaa jalkaa vasten, se tuntuu miellyttävän joustavalta, mutta silti tukevalta. Nämä ominaisuudet pohjassa viittaavat siihen, että pohja voisi hyvinkin toimia terveellisenä korkean sandaalijalkineen pohjana. Täysin lopullisia päätelmiä en pääse kuitenkaan näiden tulosten valossa tekemään, koska se vaatii käytännön testauksen protojalkineilla. Myös jalkineen toiminnallisuus ja kestävyys täytyisi testata protojalkineilla, ja se kuinka istuvan päällisestä saa suhteessa pohjaan.

Koin käyttäneeni monimenetelmällisiä tapoja aineiston hankinnan osalta. Sain niin haastattelemalla, juttelemalla asiantuntijoiden kanssa kuin kirjallisuuden,

sähköisen materiaalin ja käytännönkin kokeilujen kautta tietoutta opinnäytetyöni aihealueeseen.

Pääkysymykseeni millainen vaneri on pohjamateriaalina? voisin vastata, että se on pohjamateriaalina käyttökelpoinen ja jatkokehittelyjen jälkeen toimiva materiaali pohjaan. Se on mahdollista saada taipumaan jalan kaaren muotoon ja jalan muotoihin käyttämällä muottiteknisesti auttavia elementtejä kuten kumipaloja ja kumiputkia sekä tarpeeksi suurta ilmanpainetta puristusvaiheessa. Vielä paremmat puristustulokset saataisiin täydellisellä vastakappaleella puristusmuotissa. Kipsimallinteen valmistamiseen olisi syytä myös perehtyä käyttämällä kovempaa kipsiainesta ja parempia erotusaineita käsittelyyn kuten sellakkaa (Niemelä Mirja, henkilökohtainen tiedonanto 16.5.2016). Ajanpuutteen ja opinnäytetyöni tuotekehitysnäkökulmasta se kokeilu on jätettävä tulevaisuuteen. Haasteena ovat vielä pienet halkeamat mutta ne ovat jatkokehityksen kautta voitettavissa.

Vaneri on tukeva, joustava ja kevyt eli vastaa tältä osin pohjan vaateita erittäin hyvin. Jotta saisin täydellisen vastauksen siihen onko vaneripohja toiminnallinen ja kestävä, olisi minun saatava testata jalkinepohjaa käytännössä. Kuten aiemminkin mainitsin, ajan puutteen ja opinnäytetyöni rajauksen vuoksi, jätän sen jatkokehityksaiheeksi.

Toinen kysymys opinnäytetyölleni oli Mitä vaneria voi käyttää? Ensinnäkin kun tehdään muotin mukaan muotoiltua vanerituotetta, käytetään siihen nimenomaan vaneriviilua. Vaneri on viiluista rakennettu kerros puuta. Vaneriviilulaatuja on monenlaisia kuten edellä osiossa ”3 Vaneri” kerroin. Jalkinepohjassa on mahdollista käyttää niitä kaikkia. Käytimme kuitenkin tähän testiosuuteen pelkästään koivuvaneria. Koivu on edullinen, kestävä ja kevyt materiaali.

Kolmas kysymys työlleni oli Minkälainen on Kraa Kraan vanerivalmistusmenetelmät? Kraa Kraa käyttää vanerivalmistusmenetelmänä kylmäpuristusmuotia paineilman avustamana ja laminoimalla puuviilut epoksiliimalla. Muottien valmistus ja lopullinen materiaalisuhde puristukseen on haasteellisin vaihe. Erilaiset puristuskokeet eri paksuisilla viiluilla eri syysuuntasuhteineen ja kappalemäärineen ovat tarpeellisia tuotekehittelyvaiheessa. Jokaisen tuotteen kohdalla joudutaan arviot ja testaukset tekemään erikseen.

Itse jalkinesuunnittelun kannalta jouduin pohtimaan sellaisia asioita kuin lestin tärkeys ja pohjan muodon terveellisyys. Voisiko jalkinesuunnittelu lähteä yhtä hyvin ensin pohjan suunnittelusta? Jalka on luonnostaan kupera päkiän ja kantapään kohdilta. Rakentamalla pohjasta eteenpäin jalkinetta voisimme kenties saavuttaa jotain uutta lähestymistapaa jalkinesuunnitteluun. Nämä ovat kysymyksiä ja pohdintoja joita lähdän miettimään eteenpäin tulevaisuudessa. Jäin kuitenkin epäilemään lyhentykö lestin pituusmitta kun mallin ottaa suoraan jalasta muottia varten vaikkakin lestiä on käyttänyt mallina muotin profiiliin. En ole pystynyt saamaan tähän vielä vastausta. Tällöin olisi vaikeaa suunnitella istuva päällinen muodonnettuun pohjaan jonkin lestin mu-

kaan. Lesti pitäisi tällöin muodontaa kokonaan vasta pohjan valmistamisen jälkeen siihen sopivaksi huomioiden asiakkaan jalka. Lesti on kuitenkin päällisen muodon kannalta ensiarvoisen tärkeä. Asiaa joutuu vielä tutkimaan paljon mikäli haluaa päästä teolliseen tuotantoon idealla. Mahdollisesti uudenlaisia pohjamuodonnettuja lestejä voisi käyttää kirjastona pohjien sarjavalmistukseen. Ensimmäiseksi oli kuitenkin tiedettävä muokkautuuko vaneri ylipäättään jalan muotoihin sopivaksi korkean lestin kaarevuuden mukaan ja voiko sitä näin käyttää jalkineen ja tässä nimenomaisessa tapauksessa sandaalin pohjamateriaalina. Testitulosten mukaan tämän pitäisi olla mahdollista. Yksilöllisiä tuotteita on mahdollista valmistuttaa tällä tekniikalla mitä opinnäytetyössäni kokeilin.

Oli myös hieno huomata, että useampi taho suosii juuri koivua muotopuristet tuotteissa. Se on luja ja kestävä materiaali, joten se soveltuu jalkineenkin pohjan muotoiluun täydellisesti.

Mielenkiintoista oli haastatella Marita Huurinaista. Huurinainen ei käyttänyt lestiä laisinkaan suunnittelun alussa vaan teki mm. kengän pohjan mallista kipsivalukokeita. Vaikka itse käytin lestiä antamaan suuntaviivaa pohjan suunnitteluun niin en varsinaisesti itsekään käyttänyt sitä siinä vaiheessa kun kokeilin jalan pohjan muotojen mallintamismahdollisuutta pohjaan. Lesti kuitenkin on koko ajan suuntaviivana jalkineen päällisen toteutukseen yhdessä pohjan kanssa omassa tapauksessani. Lestin tärkeyttä ei voi ohittaa. Mielenkiintoista oli kuitenkin kuulla kuinka samanlaista kokeilujen ja erehdysten kautta tekemistä pohjan suunnittelu vanerista voi olla.

Voisin Huurinainen haastattelun perusteella myös tehdä sellaisia johtopäätöksiä verrattuna omaan tutkimus- ja suunnittelutyöhöni, että samojen ongelmien (kestävyys, taivutusominaisuudet ja tuotantomahdollisuudet) kanssa olen tekemisissä jo tässä testivaiheessa. Olen vakuuttunut myös siitä, että koivu viilumateriaalina on hyvä jalkineen pohjassa, ja muitakin materiaaleja kuten UPM Grada 2000 -puumateriaalia ja korkkia voisin kokeilla mahdollisesti uusissa kokeiluissa tulevaisuudessa.

## 7 LÄHTEET

### KIRJALLISUUS

Antti Aarela, Leena Aro, Yrjö Gorski, Kari Hagfors, Ritva Ijäs, Tauno Lehti, Hannele Malmivaara, Reima Parantainen, Merianne Syrjälä, Sari Vannela. 1995. Kaikki kengästä. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.

Holmberg, K. 2000. Kalustemuotoiludesign. Julkaisija, LAMK Muotoiluinstituutti. Kustantaja, Rakennusalan Kustantajat RAK. Gummerus kirjapaino Oy.

Lehto, A-M. Lind, M. Palo-Oja ,R. 2005. Well Heeled, the story of the finnish shoe. Tampere museums. Saarijärven offset Ltd.

Liukkonen, I & Saarikoski, R (Toim.). 2004. Jalat ja Terveys. Kustannus Oy Duodecim. Helsinki.

Loukola, S. 2001. Puusta pitkään. Puutuotteiden suunnittelu ja valmistus. Gummerus kirjapaino Oy.

Lähikari, M. (toim.). 2008. Kenkä askel askeleelta. Muotikaupan Liitto ry. Reusner As, Tallinna.

Nebo, M. 15.5.2016. Vastaanottaja Rita Kärkkäinen. [Sähköpostiviesti]. Viitattu 20.5.2016.

Rossi, William A. & Tennant, Ross. 1993. Professional Shoe Fitting. Published by the NSRA.

Saaristo, S. 1988. Kengän suunnittelu- ja valmistustekniikka. Helsinki: Valtion Painatuskeskus.

Seppinen, J. 1989. Teollinen kenkä - tamperelaisen kenkäteollisuuden vaiheet. Tampereen kaupungin museot - Pirkanmaan maakuntamuseo. Tampere.

Tapio Wirkkala kuvanveistäjä. 14.10.2009 - 10.1.2010. Kustantaja: EMMA - Espoon modernin taiteen museo.

### HENKILÖLÄHTEET

Huurinainen, Marita. 2016. Vaatesuunnittelija. Marita Huurinainen. Haastattelu 21.4.2016.

Hänninen, Matti. 2016. Muotoilija. Kraa Kraa Eyewear.

Mäensivu, Otso. 2016. Jalkinemestari. Otso Mäensivu Bespoke Shoemaker.

Nebo, Merianne. 2016. Lehtori. Hämeenlinnan Ammattikorkeakoulu. Muotoilun koulutusohjelma.

Niemelä, Mirja. 2016. Yliopettaja. Hämeenlinnan Ammattikorkeakoulu.

#### PAINETUT LÄHTEET

Halme, A. 2014. Kotimaisen puukomposiitin soveltuvuus jalkineen koron muotoiluun. Hämeenlinna: Hämeenlinnan Ammattikorkeakoulu, muotoilun koulutusohjelma.

Mäensivu, O. 2013. Jalkinemestartutkinto - kirjallinen työ. Helsinki.

Nebo, M. 2016. Oppimateriaali. Optimaalinen jalkine. HAMK. Muotoilun koulutusohjelma. Jalkineen profiili.

Rantalainen, J. 2012. Opinnäytetyö, Viilupuristeesta koruksi: viilupuristustekniikan soveltaminen korunvalmistuksessa. Lahti: Lahden Ammattikorkeakoulu, Muotoilu- ja taideinstituutti.

Rossinen, J. 2007. Opinnäytetyö, Pehmeyttä pintaan muototuotteiden pehmytpinnoitteiden kehittäminen. Mikkeli: Mikkelin Ammattikorkeakoulu, muotoilun koulutusohjelma.

#### SÄHKÖISET LÄHTEET

How Plywood revolutionized Design and Change the World! (No Really!). Suzanne Labarre. February 1, 2012. Viitattu 3.2.2016.  
<http://www.fastcodesign.com/1668947/how-plywood-revolutionized-design-and-changed-the-world-no-really#4>

LAMK, Puutekniikka.info. Video 3D viilusta. 15.4.2015. Viitattu 3.2.2016.  
<https://www.youtube.com/watch?v=FOnBbRda3aI>

MoMA Press. 2011. Viitattu: 3.2.2016.  
<http://press.moma.org/2011/08/plywood-material-process-form/>

NikEams. Viitattu 12.4.2016.  
<http://www.dailymail.co.uk/femail/article-2734800/An-Eames-chair-feet-Designer-creates-Nike-sneaker-inspired-furniture-Herman-Miller-1956.html>

Puuproffa. 2015. Viitattu 3.2.2016. <http://www.puuproffa.fi/>

Puutuoteprosessit, Taivutusmenetelmiä. Viitattu 12.4.2016.  
[http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/puutuoteteollisuus/kasityovaltainen\\_pienteollisuus/taivutetut\\_muodot/taivutusmenetelmia.html](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/puutuoteteollisuus/kasityovaltainen_pienteollisuus/taivutetut_muodot/taivutusmenetelmia.html)

Third Dynasty of Egypt. Joshua J. Mark. Published on 10 February 2016. Viitattu 22.4.2016. [http://www.ancient.eu/Third\\_Dynasty\\_of\\_Egypt/](http://www.ancient.eu/Third_Dynasty_of_Egypt/)

UPM Grada®2000. 8/2014. Viitattu 23.4.2016.  
[http://www.upmgrada.com/userData/upmgrada/pdf/UPM\\_Grada2000\\_FI\\_082014\\_LR.pdf](http://www.upmgrada.com/userData/upmgrada/pdf/UPM_Grada2000_FI_082014_LR.pdf)

Wood. 06/2006. Viitattu 22.4.2016.  
<http://www.reshafim.org.il/ad/egypt/timelines/topics/wood.htm>

## KUVALUETTELO

- 1, 3, 9, 17 & 20 Kärkkäinen, Rita
2. Hänninen, Matti
4. Nebo Merianne
5. – 6. & 8 Rossi William A. & Tennant Ross
7. Mäensivu, Otso
10. Pinterest, Ahola Milja, Vähämäki Susanna.
11. <http://terhipolkki.com>, <http://www.themag.it>,  
<http://www.virtualshoemuseum.com>, <http://www.dezeen.com/>
12. <http://design-milk.com/ora-ito-nikeeames-shoes-pays-homage-eames-lounge-chair/>
13. Huurinainen, Marita
14. <http://therightshoe.net>
15. <http://www.dsw.com>, <http://www.polyvore.com>, <http://modesens.com>
16. Pinterest
18. Pinterest, <http://www.design42day.com/fashion/wave-shoe-marita-huurinainen>
19. <http://www.lederarsenal.com/en/pages/--footwear-definition.php>
21. Puuproffa.fi
22. Pinterest
23. Holmberg, Kaarle
24. [www.puutekniikka.info](http://www.puutekniikka.info)
25. <http://materia.nl/material/woodcast>
25. – 36. Kärkkäinen, Rita





