

# TUOHI JALKINEEN KORON PÄÄLLISMATERIAALINA



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Visamäki, muotoilun koulutusohjelma

syksy, 2017

Kati Jussila

Muotoilun koulutus  
Visamäki

---

<b>Tekijä</b>	Kati Jussila	<b>Vuosi</b> 2017
<b>Työn nimi</b>	Tuohi jalkineen koron päällismateriaalina	
<b>Työn ohjaajat</b>	Mirja Niemelä, Merianne Nebo	

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä tarkastellaan tuohia jalkineen koron päällismateriaalina. Tavoitteena on löytää tapoja parantaa tuohen ominaisuuksia koron päällismateriaalina ja lisätä tuohikorollisten jalkineiden laatua ja kestävyyttä opinnäytetyön tekijän malliston jalkineissa.

Tuohen ominaisuuksia tarkastellaan vaativan sään käyttötestauksilla, joita varten tuohen pintaa käsitellään eri tavoin. Tuohelle tehdään erilaisia hankauskokeiluja. Tuohen, liiman ja korkomateriaalin adheesiota testataan. Tuohen repeämisen estämiseen haetaan erilaisia tekniikoita.

Tuloksena opinnäytetyössä on, että tuohi on vaativa materiaali, jonka käyttömahdollisuudet jalkinemateriaalina ovat rajalliset. Tuohi pysyy kontaktiliimalla liimattuna riittävän hyvin ABS-koroissa tai kuitunahkakoroissa. Tuohen pinta tulee käsitellä mehiläisvahalla tai mattalakalla. Tuohen repeämistä voidaan estää erilaisin tukimateriaalein, joista nahka on tukevin. Tuohen käyttäminen juhlijalkineiden materiaalina edellyttää materiaalin ajallisesti merkittävää työstöä ja asiakkaan informoimista tuohen herkkyydestä ja huollosta.

**Avainsanat** Jalkineet, jalkinemuotoilu, koivuntuohi, tuohi, tuotekehitys

**Sivut** 47 sivua, joista liitteitä 4 sivua

Design degree programme  
Visamäki

---

<b>Author</b>	Kati Jussila	<b>Year</b> 2017
<b>Subject</b>	Birch bark as heel cover for footwear	
<b>Supervisors</b>	Mirja Niemelä, Merianne Nebo	

---

#### ABSTRACT

The thesis studies birch bark as a heel cover for footwear. The aim is to find ways to ameliorate the qualities of the birch bark as a material for heel covers. The aim is also to increase the quality and durability of the footwear with birch bark as heel cover in the footwear of a specific collection.

The qualities of the birch bark are studied with user tests in demanding weather conditions. The rubbing tests are made to untreated birch bark. The adhesion of birch bark, glue and two different heel materials are tested. The breaking of the material is tested. The lining materials are studied to avoid breaking of the birch bark.

The outcome of the thesis is that the possibilities to use birch bark as a material for footwear are limited. The birch bark can be glued to ABS-heel or leather heel with an adhesive with satisfying results. The breaking of the material can be hindered with different lining materials, whereof the leather would be the firmest. If birch bark is used as a material for fashion shoes it requires time for the preparations. The client must be well informed of the qualities of the material, as birch bark is a sensitive material with a need of regular maintenance.

**Keywords** Footwear, footwear design, birch bark, research and development

**Pages** 47 pages including appendices 4 pages

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	1
1.1	Aiheen valinta .....	1
1.2	Tavoitteet ja rajaus .....	1
1.3	Kysymyksenasettelu, tiedonhankintamenetelmät ja prosessikaavio .....	2
1.4	Keskeiset käsitteet .....	3
2	PERUSTIETOA KOIVUNTUOHESTA .....	5
2.1	Mitä tuohi on?.....	5
2.2	Tuohen kerääminen .....	6
2.3	Tuohen käsittely keräämisen jälkeen.....	7
2.4	Tuohituotteita ennen ja nyt .....	7
2.5	Tuohi <i>Take Me Back in Time</i> -malliston jalkineissa .....	10
3	JALKINEEN KORON PÄÄLLISMATERIAALEILTA VAADITTAVAT OMINAISUUDET .....	13
4	TUOHIPÄÄLLYSTEISTEN KORKOJEN TESTAUS.....	15
4.1	Tuohisen koronpäällisen käyttöttestaus .....	15
4.1.1	Testipari 1, matalakantaiset talvinilkkurit .....	16
4.1.2	Testipari 2, puolikorkeat syysnilkkurit.....	19
4.1.3	Testipari 3, korkeakorkoiset saappaat:.....	22
4.1.4	Käyttöttestauksen tulokset.....	23
4.2	Tuohen laboratoriotestaukset .....	24
4.2.1	Hankaustestaus .....	24
4.2.2	Koron ja koronpäällisen adheesiotestaus.....	26
4.2.3	Tuohen repeäminen silmiensuuntaisesti .....	30
5	TUOHIPÄÄLLYSTEISEN KORON SUUNNITTELU JA KEHITTÄMINEN TULOSTEN PERUSTEELLA.....	36
5.1	Voiko tuohta käyttää korkojen päällismateriaalina? .....	36
5.2	Miten tuohta tulisi käsitellä korkojen päällismateriaalina? .....	36
5.3	Tuohipäällysteisen koron suunnittelu ja kehittäminen tulosten perusteella ...	37
6	ARVIOINTI JA POHDINTA .....	38
	LÄHTEET .....	40

### Liitteet

Liite 1	Käyttöttestaustaulukot
Liite 2	Haastattelukysymykset, TAMK, laboratorioinsinööri Maria Änkö, 2.4.2017 ja TTL, erityisasiantuntija Sanna Karkkula, 10.4.2017
Liite 3	Haastattelukysymykset, muotoilija, puukkoseppä Eero Kovanen 20.4.2017
Liite 4	Haastattelukysymykset, tuohiharrastaja Sampo Tolkki 20.4.2017

# 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä pyritään tuotekehittämään jalkinemallistoa, jonka jalkineiden koroissa on käytetty päällismateriaalina koivuntuohta. Tuotekehitys keskittyy koron päällismateriaaliin.

## 1.1 Aiheen valinta

Suunnittelin osana opintojani jalkine- ja laukkumalliston keväällä 2016. Suunnittelun alkumetreillä kävi ilmi, että materiaaliksi oli mahdollista saada inspiroivaa erityismateriaalia, koivuntuohta.

Tuohi oli haastava materiaali, sillä se ei ole normaalia jalkinemateriaalia eikä sen työstön opiskelu kuulu jalkinemuotoilun koulutukseen. Aluksi tuohi oli vaihtoehtona sekä päälliseen että korkoon, mutta materiaalin käsittelyn, malliston suunnittelun ja valmistusprosessin edetessä, tuohi rajautui jalkineissa korkojen päällismateriaaliksi. Malliston jalkineiden päällismateriaaliksi tuli kasviperäinen nahka.

Kun tuohi jäi ainoastaan korkojen päällismateriaaliksi, materiaalin toiminnallisuuteen liittyvät kriteerit vähenivät. Materiaalin käytössä ei tarvinnut huomioida jalkineen liikettä kävelyssä, sillä tuohi ei ollut suorassa kosketuksessa jalkaterään. Suunnittelutyön tavoitteet painottuivat esteetiikkaan. Tuohipäällysteen kestävyys jalkineita käytettäessä jäi toissijaiseksi, sillä malliston jalkineita oli tarkoitus käyttää vain sisällä, lähinnä mallistoprojektioipintoihin kuuluvassa W16 Kajo -muotinäytöksessä.

Jalkineet herättivät kiinnostusta malliston julkistamisen jälkeen. Näin heräsi ajatus kehittää mallistoa pientuotantoon soveltuvaksi. Kokemukseni tuohesta rajoittuivat malliston valmistamiseen, joten halusin perehtyä tuohen ominaisuuksiin jalkinemateriaalina syvemmin. Tuohikoristeltujen juhla-jalkineiden valmistusta ei ollut mahdollista aloittaa pientuotantona, ellei olisi lisätietoa ja -kokemuksia tuohen ominaisuuksista jalkineiden korkojen päällismateriaalina. Opinnäytetyön tulosten avulla on mahdollista kehittää edelleen W16 Kajaan suunnittelemani mallistoa *Take Me Back in Time*, jotta sen mahdollisuudet siirtyä pientuotantoon kasvavat.

## 1.2 Tavoitteet ja rajaus

Jalkineiden valmistus on monimutkainen ja kallis prosessi. Käsityönä valmistetut jalkineet ovat massatuotteita merkittävästi laadukkaampia ja kalliimpia. Käsityötä ostavalla asiakkaalla on oikeus vaatia tuotteilta kestävyyttä.

Tuohi on jalkinemateriaalina poikkeuksellinen, joten opinnäytetyön tarkoituksena on löytää tapoja parantaa tuohen ominaisuuksia koron päällismateriaalina ja lisätä jalkineiden laatua ja kestävyyttä. Korkojen päällysteenä tuohen olisi hyvä kestää käyttöä. Materiaalin tulee pysyä kiinni korossa ja tuohen herkkä lohkeaminen tulisi pystyä estämään.

Opinnäytetyöhön ei kuulu korkojen tai jalkineiden valmistaminen. Sen sijaan tuohesta valmistetaan testikappaleita laboratoriotestauksiin ja testipäällisiä jalkineiden käyttökokeiluihin. Opinnäytetyössä ei kartoiteta tuohen saatavuutta pientuotantomateriaaliksi tai arvioida valmistuskustannuksia.

### 1.3 Kysymyksenasettelu, tiedonhankintamenetelmät ja prosessikaavio

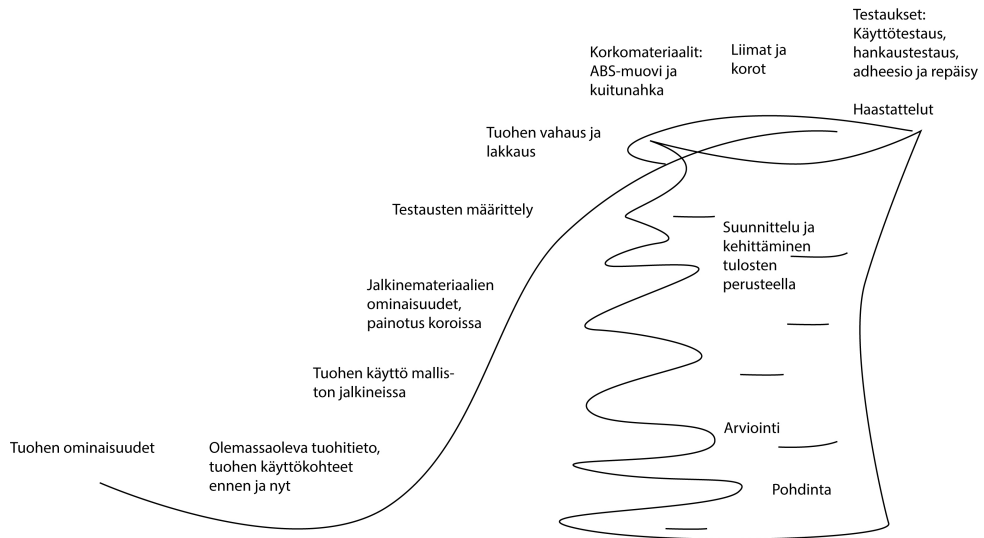
Opinnäytetyön pääkysymyksenä on, voiko tuolta käyttää korkojen päällismateriaalina jalkineiden pientuotannossa. Korkojen päällismateriaalina tuohen tulisi kestää jonkin verran ulkokäyttöä ilman, että tuohipäällysteen ulkonäkö muuttuu merkittävästi.

Pääkysymyksen lisäksi opinnäytetyö vastaa seuraaviin apukysymyksiin:

- Miten tuohi kuluu ja käyttäytyy jalkineiden ulkokäytössä?
- Miten tuohen pinta kestää ulkokäytössä, kun sitä on käsitelty mattalakalla tai kun pinta on vahattu?
- Millaisissa jalkineissa tuolta voi käyttää?
- Miten tuohi pysyy liimattuna erilaisissa korkomateriaaleissa?
- Miten tuolta tulisi käsitellä, jotta se toimisi optimaalisesti jalkineiden korkojen päällismateriaalina?

Kysymyksiin haetaan vastauksia erilaisin keinoin: haastatteluilla, havainnoinneilla, standarditesteillä sekä manuaalisten kokeiluiden avulla. Tuohenkäyttöön ja merkitykseen liittyen tietoa hankitaan kirjallisuudesta ja internetistä. Tuohen syvällisempää ymmärrystä varten haastateltiin muotoilija Eero Kovasta sekä tuohitöiden harrastaja Sampo Tolkkia. Kysymyksiin perehdytään alan kirjallisuuden ja jalkinemuotoilun koulutusmateriaalin avulla. Tuohen kestävyyttä korkojen päällismateriaalina havainnoidaan käyttötestauksella, jossa kaupallisten talvi- ja kevätjalkineiden korkoihin liimataan tuohipäällysteet. Jalkineita käytetään keväisissä sääolosuhteissa. Koronpäälliset käsitellään eri tavoin, mehiläisvahalla ja himmeällä lakalla. Visuaaliset muutokset analysoidaan. Tämän lisäksi tehdään standardinmukainen testaus tuohen, kontaktiinan ja erilaisten korkomateriaalien adheesiolle eli tarttumiselle. Näin selvitetään tuohen kiinnittymistä eri korkomateriaaleihin. Adheesiotestauksen tuloksia verrataan päällisen ja pohjan adheesiostandardin vaatimuksiin. Tuohikappaleiden vahvistamista havainnoidaan erilaisten tukimateriaalien avulla ja näiden toimivuutta verrataan manuaalisin kokeiluin.

Oheisessa prosessikaaviossa on kuvallistettu opinnäytetyön kaari.



Kuva 1. Prosessikaavio.

#### 1.4 Keskeiset käsitteet

*Adheesio* tarkoittaa liittymistä, tarttumista tai tartuntavoimaa. Adheesio-testauksella mitataan eri pintojen tarttumista liimalla toisiinsa. (Suomisanakirja n.d.)

*Akryylinitriilibutadieenistyreeni (ABS)* on kevyt, kova ja kestävä muovilaa-tu, josta voidaan valmistaa muun muassa jalkineiden korkoja. (Plastics Europe n. d.)

*Kasviparkittu nahka* on naudannahkaa, jonka parkitsemiseen on käytetty kasvisperäisiä parkkihappoja (Nebo 2015).

*Koron päällinen* tarkoittaa materiaalia, jolla päällystetään jalkineen korko (Saaristo 1989, 229).

*Kuitunahka* on levymäinen materiaali, josta yhteen liimaamalla voidaan rakentaa korkoja jalkineisiin.

*Liimakenkätekniikka* on tavanomainen jalkineiden valmistustapa, jossa jalkineen pohja ja päällinen on liimattu toisiinsa. (Saaristo 1989, 245).

*Nastinlappu* on jalkineen korossa oleva pohjakappale (Nebo 2015).

*Teippikopio* on jalkineen lestickä tai korosta valmistettu kaksiulotteinen kaava. Teippikopio valmistetaan siten, että lesti tai korko teipataan maalinteipillä siististi kokonaan piiloon. (Pitkänen 2015). Teippimatto irrote-

taan korosta ja levitetään pahville. Näin voidaan valmistaa kolmiulotteiselle korolle kaksiulotteinen kaava pahvista.

*Tuohella* tarkoitetaan tässä työssä koivuntuohta.

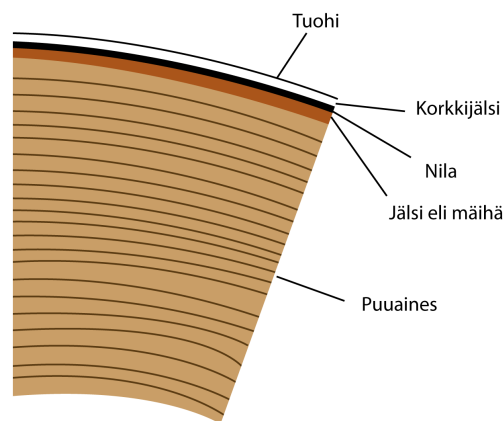


## 2 PERUSTIETOA KOIVUNTUOHESTA

Koivuntuohta on entisaikoina käytetty monissa tuotteissa. Materiaali on ollut monikäyttöinen ja helposti saatavilla. Perinteisiä ja tuttuja tuohituotteita ovat muun muassa tuohikontit, -torvet ja -virsut, mutta tuohta on myös käytetty esimerkiksi vettä eristävänä rakennusmateriaalina ikkunanpielissä ja turvekatoissa.

### 2.1 Mitä tuohi on?

Koivun puuainesta suojaa monikerroksinen pinta, joka koostuu neljästä osasta. Uloimpana on tuohi, sitten korkkijälsi, nila ja sisimpänä jälsi eli mäihä. Korkkijälsi kasvattaa tuohta ulospäin ja sisempi jälsi kasvattaa uutta puuainesta. Tuohen vaakasuorat, tummat viirut eli ”silmät” ovat tuulettusta varten. Niiden läpi kulkevat puun kaasut. Nila on elävää solukkoa, joka kuljettaa ja varastoi yhteyttämistuotteita. (Ranta 2016, 30.)

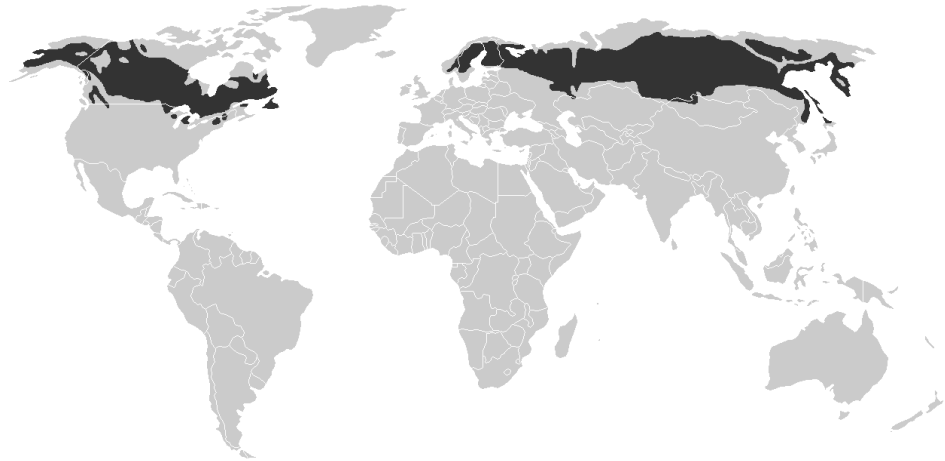


Kuva 2. Koivun rakenne.

Tuohen valkoinen väri tulee ulkokuoren solukoiden vaha-aineesta eli betuliinista. Se suojaa puuta kesällä paahteelta ja talvella pakkaselta. Betuliini on antiseptista ja hidastaa lahoamista. Lisäksi tuohi sisältää rasvahappoja ja hopeayhdisteitä, jotka karkottavat homeitiöitä. Nämä yhdessä suojaavat puuta haitallisilta mikrobeilta ja hyönteisiltä, hylkivät vettä ja estävät haihtumista. Kuoren koostumuksesta 70 % on hiiltä, mistä tulee tuohen musta väri. Väriä on hyödynnetty kimröökkin, eli värjäyksessä käytetyn nokimustan valmistuksessa. Kun tuohi irrotetaan puusta, sen hyvät ominaisuudet säilyvät. Se eristää kylmää ja kuumaa. Se on sitkeää, vesitiivistä, taipuisaa, hajutonta ja mautonta. Lämmitettynä tuohi on erityisen joustavaa. (Ranta 2016, 26.)

## 2.2 Tuohen kerääminen

Koivu kasvaa boreaalisella vyöhykkeellä. Pohjoisessa vyöhyke rajautuu ikiroutaiseen tundraan ja etelässä lehti- ja sekametsään, jossa on pääosin jaloja lehtipuita.



Kuva 3. Koivun kasvualue on pohjoisessa, boreaalisella vyöhykkeellä.

Siperiassa, Aasiassa ja Pohjois-Amerikassa kasvaa muita koivulajeja, joista voi kerätä tuohta. Boreaalisen alueen ulkopuolella koivuntuohta ei ole juurikaan hyödynnetty. (Ranta 2016, 29.)

Suomessa esiintyy kolme luonnonvaraista koivun pääalajia: rauduskoivu, hieskoivu ja vaivaiskoivu. Tuohta voi kerätä sekä hies- että rauduskoivusta. Rauduskoivu kasvaa kuivemmassa maaperässä, kun taas hieskoivu viihtyy paremmin kosteilla kasvupaikoilla. Hieskoivu on ohutta ja valkokuorista, eikä siihen muodostu paksua tyvikaarnaa. Oksat kasvavat pystymmeksi, kuin rauduskoivun, jolla on monihaaraiset oksat. Hieskoivun tuohta pidetään usein laadultaan parempana ja helpommin työstettävänä, mutta rauduskoivun tuohi on sitkeämpää ja karkeampaa. Kumpikin tuohilaji soveltuu kuitenkin lähes yhtä hyvin tuohitöihin ominaisuuksiltaan. (Lindqvist 1987, 13; Ljungberg, Ljungberg & Hall 1997, 4; Ranta 2016, 29.)

Koivun nila- ja jälsikerrokset ovat kevätkesällä mäihän- eli lunganaikaan pehmeitä ja makeita. Tällöin tuohi irtoaa parhaiten, mistä on tullut sanonta ”käy hyvä mäihä”.

Tuohen ottamiseen tarvitaan lupa maanomistajalta tai puut ostaneelta metsäyrittäjältä. Yhdessä katsotaan kaadettavaksi sovitut puut, joista tuohi voidaan ottaa. Jo kaadetuista puissa tuohi saattaa olla vahingoittunut metsäkoneista. Tuohta voi ottaa myös kasvavista puista, mutta puun kylmän ja tuholaisten vastustuskyky kärsii, jos kuorinta menee yli mäihäkerroksen. Lisäksi pinta tummuu. (Rutanen 2015, 12.)

### 2.3 Tuohen käsittely keräämisen jälkeen

Heti keräämisen jälkeen tuohi on pehmeää ja helposti käsiteltävää. Tuohi pinotaan ja käännetään haluttuun muotoon, normaalisti kuitenkin päällispuoli ulospäin. Tuohella on taipumus kuivuessaan kiertyä tätä vastaan, niin että sisäpuoli kiertyy ulospäin. Tuohiliuskoja voidaan kerätä rullalle, ulkopuoli ulospäin. Säilytettävää tuohia kuivataan väljästi ulkotiloissa. Kylmässä ulkosäilytyksessä tuohi harmaantuu. (Ranta 2016, 46.)

### 2.4 Tuohituotteita ennen ja nyt

Tuohi on entisaikoina ollut monikäyttöinen materiaali. Astioiden, torvien ja konttien lisäksi sitä on käytetty muun muassa vesieristeenä rakentamisessa. Kieleen tuohi on tuonut paljon sanontoja ja terminologiaa. Rahaan liittyen tuohi oli veronkantoväline 1500-luvulla, jolloin Ruotsi tarvitsi kattomateriaalia linnoihin ja kartanoihin.

Jalkineina punotut tuohivirsut ovat yleisesti tunnettuja. Virsujen käyttöominaisuudet olivat hyvät kaskenpoltossa, sillä ne kestivät kuumaa paremmin kuin kalliimmat nahkakengät. Samoin saunaan saatettiin laittaa virsut, jos lattia oli kylmä tai lauteet kuumat. Muutoin virsuja käytettiin säästellen, sillä materiaali kesti huonosti kävelyä tiellä. Ruotsinkielessä on ollut termi *näverskomil*, joka on tarkoittanut kävelymatkaa, jonka virsut kestivät. Matkasta on erilaisia tulkintoja 16 kilometristä 20 kilometriin. Suomessa virsujen sanottiin kestävän virstan verran eli runsaan kilometrin, jos niitä käytti kivikkoisella tiellä. Niityillä virsut kestivät paremmin. (Ranta 2016, 106.) Virsut olivat halpoja, niitä tehtiin itse tai niitä ostettiin kahoittain. Yksi tuohikaha tarkoitti Etelä-Karjalassa kymmentä paria ja Kymessä kahtakymmentä. (Ranta 2016, 103.)



Kuva 4. Käytetyt tuohivirsut

Virsuja oli erilaisia: matalareunaisia ja jalkaan solmittavia tai tohvelivirsuja (kuva 4) ja varrellisia saappaita. (Lindqvist 1987, 11; Ranta 2016, 104.) Virsujen lisäksi tuohta on käytetty kalliissa nahkakengissä, sisäpohjamateriaalina. Näin tuohti eristi kosteutta, mutta lisäsi samalla varakkaiden anturakenkiin hienostunutta narinaa. (Lindqvist 1987, 12; Ranta 2016, 35-37.)

Nykyisin tuohen on korvannut muut materiaalit. Tuohen käyttö perustuu enemmänkin perinteiden ylläpitoon, visuaalisuuteen ja koristeellisuuteen.

Muodin saralla ruotsalaisen taiteilijan ja valokuvaajan Aia Jüdesin näyttely *Näver say näver* vuonna 2013 koostui punotusta tuohesta valmistetuista high end -tuotteista, joista yhtenä olivat replikat Christian Louboutin -tyylisistä saappaista kultaisin yksityiskohdin. Punottuna tuohijalkineita on suunnitellut myös Anna-Maarit Heinonen Nexus-mallistossaan Hämeen ammattikorkeakoulun (HAMK) opiskelijoiden W14-muotinäytökseen. Myynnissä olevia luksustuohituotteita ovat tällä hetkellä ainakin YKR Yukari Otan punotut tuohilaukut.



Kuva 5. Tuotteiden suunnittelijat vasemmalta oikealle: Anna-Maarit Heinonen, Aia Jüdes ja YKR Yukari Ota.

Useimmissa tuohituotteissa, joita kirjallisuudesta tai internetistä löytyy, tuotteet on punottu haluttuun muotoon kuten edellä mainituissa tuotteissa. Punontatekniikka on tarkoituksenmukainen monissa tuotteissa, se helpottaa tuohen käsittelyä ja estää tuohen purkaantumisen. Jalkineita, jossa tuohti olisi käytetty vastaavasti levymateriaalina, kuten mallistossa *Take Me Back in Time*, ei löytynyt.

Perinteisissä tuotteissa tuohti on käytetty levymäisenä kappaleena esimerkiksi astioissa, joiden on tarvinnut olla vesitiiviitä.



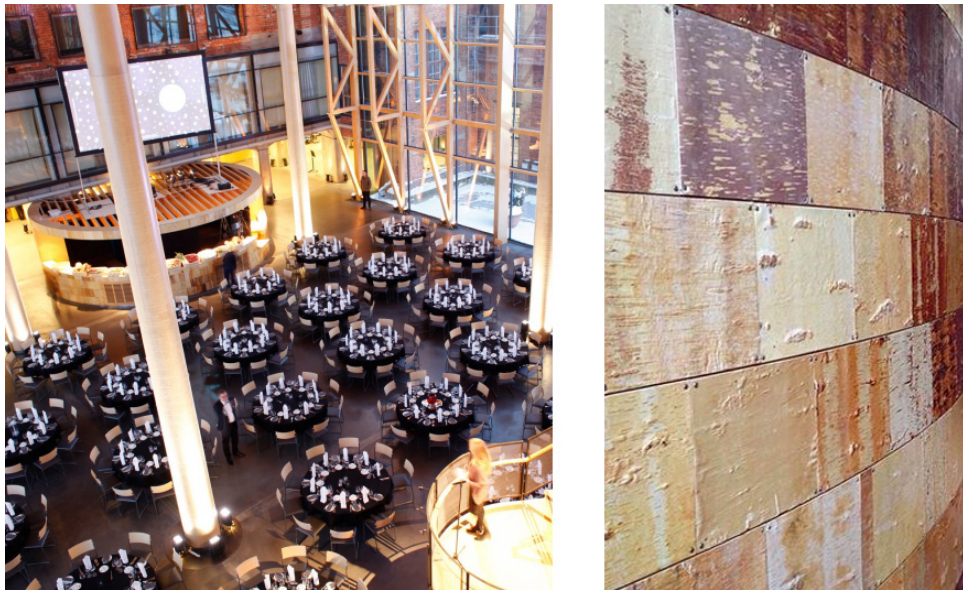
Kuva 6. Tuohesta tehty rove, jossa mämmi on valmistettu.

Tuhta on käytetty entisaikoina isoina levymäisinä kappaleina myös kodan tai vastaavan vesikatteeksi tai peitteeksi. Tuohikappaleet on ommeltu yhteen tai ladottu limittäin. Isoista tuohikappaleista on saatettu myös rakentaa kanootteja. Suomessa viime vuosina kanootin tuohesta on perinteisin menetelmin rakentanut Sampo Tolkki. (Ranta 2016, 203.)



Kuva 7. Chippewa-intiaanien kota ja kanootti, jotka on valmistettu tuohesta.

Levymateriaalin koristeellisesta nykikäytöstä on esimerkkinä Lahden Sibelius-talo, joka valmistui vuonna 2010. Sibelius-talon suunnittelussa oli inspiraationa suomalainen metsä. Yli 1000 neliömetrin kokoustilana toimivan Metsähallin keskellä sijaitsee pyöreä kongressipalvelupiste, jonka seinät on päällystetty tuohilevyillä. (Lahden Sibelius-talon kotisivut n.d.).



Kuva 8. Lahden Sibelius-talon Metsähallin (vas.) keskellä on kongressipalvelupiste, jonka seinät on päällystetty tuohilevyillä (oik.).

Sisäseinäpintana tuohi ei kuitenkaan altistu vastaavalle kulutukselle kuin jalkineiden koroissa.

## 2.5 Tuohi *Take Me Back in Time* -malliston jalkineissa

Tuohi, jota käytettiin mallistoprojektissa, oli kerätty talteen isoina paloina. Irrotetut levyt olivat puolisen metriä korkeita tuohen kappaleita. Tuohilevyjä oli säilytetty ulkotiloissa syksyn ajan. Säilytys oli tehty vastoin ohjeistusta, eli tuohen ulkopuolen oli annettu kääntyä sisäpuoleksi. Mikäli tuohi säilytetään ja käännetään ulkopuoli päälle päin, se helpottaa materiaalin jatkokäsittelyä.

Tuohen jalostaminen aloitettiin kuivaharjaamalla materiaalista pois sammal ja muu lika. Sen jälkeen materiaalista pestiin märällä harjalla loppu lika ja pinnan hiili pois. Tuohia ohennettiin pesun aikana runsaasta 2 millimetrin paksuudesta 1,2-0,8 millimetriin, kun ohuita kerroksia irrotettiin varovasti valkoisesta pintapuolesta. Materiaalin peseminen toi esiin kerroksia, joista löytyi inspiroiva sävy jalkinemallistoon. Lisäksi ohentaminen helpotti tuohen jatkokäsittelyä.



Kuva 9. Tuohen pesu ja ohentaminen.

Pesty ja ohennettu tuohi kuivattiin haluttuun muotoon. Malliston *Take Me Back in Time* jalkineisiin irrotetun tuohen tuli olla vähintään 20 cm korkeussuunnaltaan. Korkojen päällismateriaali rullattiin märkänä tuohen luonnollinen ulkopuoli ulospäin löysille rullille, jotka sidottiin kiinni värjäämättömällä, puuvillaisella elintarvikenarulla.

Ava-jalkineiden koroista tehtiin teippikopio ja pahvikaava. Pahvikaavaa korotettiin yläreunasta, jotta tuohi ulottui hieman kiilakoron yläpuolelle, jalkineen päällisen päälle. Pahvikaavan avulla tuohesta leikattiin veitsellä korkoihin sopivat päälliskappaleet. Tuohiset koronpäälliset kasteltiin ja taivutettiin varovasti kuivumaan yön yli muotoonsa koron ympärille tukinarun ja tukikankaan avulla.



Kuva 10. Ava-jalkineet, päällisen materiaalina on käytetty kasviparkittua nahkaa ja PVC-muovia. Koron materiaaleina on käytetty kuitunahkalevyä ja koivuntuohta.

Audrey-jalkineissa tuohisia päälliskappaleita ei kasteltu ja muotoiltu korolle etukäteen. Tuohikappaleet olivat pieniä ja kapeita, joten niiden käsittely ja istuttaminen korolle oli helpompaa.



Kuva 11. Audrey-jalkineet, päällisen materiaalina on käytetty kasviparkitua nahkaa. Koron materiaaleina on käytetty kuitunahkalevyä ja koivuntuohta.

Molempiin malleihin tuohi liimattiin kuitunahkalevystä valmistettuihin korkoihin. Liimana käytettiin jalkinevalmistuksessa normaalisti pohjaamiseen käytettyä kontaktiliimaa (Kiilto K95). Liima aktivoidaan kuumailmapuhaltimella. Käsittely notkeutti tuohta ja helpotti sen liimaamista.

Malliston jalkineiden tuohi käsiteltiin kiinnittämisen jälkeen mehiläisvahalla. Vahakäsittely toteutettiin yhtä aikaa kasviparkitusta nahasta valmistetun jalkineen päällisen vahauksen kanssa. Käsittely suojasi tuohta ja piti tuohen pinnan miellyttävän tuntuksena.



### 3 JALKINEEN KORON PÄÄLLISMATERIAALEILTA VAADITTAVAT OMINAISUUDET

Jalka taipuu vuorokaudessa 7 000 kertaa. Kävelyssä ihmisen paino kohdistuu 1–1,5-kertaisesti korkoon. Juostessa kerroin on 3–4. (Nebo 2015.) Jalkineiden normaali käyttö asettaa jalkinemateriaaleille kovia vaatimuksia. Jalkineet ovat kovassa käytössä olevia kulutustavaroita, joilla on vaikutusta käyttäjän terveyteen ja turvalliseen liikkumiseen.

Jalkineille on kansainvälisesti sovittuja turvallisuuteen liittyviä standardeja, liittyen niin päällisen kuin pohja- ja korkomateriaalien ominaisuuksiin. Standardien mukaisille testauksille on olemassa suositellut viitearvot. Näihin näkee viitattavan erityisesti ammattijalkineissa ja muissa erityisolosuhteisiin tarkoitetuissa jalkineissa. Vaatimukset löytyvät, kun tarkastellaan vapaa-ajan ja kaupunkikäyttöön tulevia jalkineita.

Jalkineiden koroissa kansainväliset standardit käsittelevät muun muassa korkojen kestävyyttä, nastinlappujen kovuutta ja kitkaa. Koron päällinen on visuaalinen osa jalkinetta, ja sille oli hankala löytää erillisiä kestävyysvaatimuksia Suomen standardisoimisliiton standardeista.

Kansainvälisten jalkinestandardien viitearvoissa jalkineiden vaatimukset vaihtelevat käyttötarkoituksen mukaan. Tuohipäällysteinen jalkine voidaan arvioida juhlijalkineeksi, joihin liittyvät viitearvot ja vaatimukset vaikuttavat olevan pääsääntöisesti muita käyttöjalkineita väljempää.

Koron päällystämiseen liittyen ammattitietoa löytyy Seppo Saariston kirjasta Kengän suunnittelu- ja valmistustekniikka (1989, 229-231). Päällismateriaalin suositellaan olevan 0,5–0,7 mm vahvaa ja hyvin muotoutuvaa materiaalia.

Tuohi ei ole useinkaan näin ohutta, eikä välttämättä helposti muotoutuvaa. Tuohen paksuudesta riippuen materiaali muotoutuu eri tavalla. Toisaalta materiaalia kastelemalla ja lämmittämällä sitä voidaan muokata haluttuun koron muotoon. Kiilakorkojen päällismateriaalina tuohi oli merkittävästi suositeltua paksumpaa.

Tavallisina koron päällismateriaaleina Saaristo mainitsee nahan, kankaan ja tekoaineen, viilun, ruiskutetun selluloosan ja valun. Näistä orgaanisia, kuten tuohi, ovat ainoastaan viilu ja nahka. Nahan tärkeä ominaisuus on tasavahvuisuus ja yhdenmukainen venymisominaisuus. Tuohi ei ole tasavahvuista pintaominaisuksiltaan. Tuohen pinnassa on struktuuria, joka voi merkittävästi vaikeuttaa materiaalin muokkaamista koron päälle.

Kankaan ja tekoaineen suhteen Saaristo mainitsee, että ne olisi liimattava korkoon kudoksen loimiin nähden vinosti, jotta muotoutumislujuus olisi paras mahdollinen. Tuohia ajatellen kiilakoroissa tuohen silmäsuunta on

vinossa jalkineen sisäsyryllä. Tästä saattaa olla hyötyä materiaalin kestävyiden tai pysyvyyden kannalta erityisesti Ava-jalkineissa, kun tuohen yläreuna ei ole silmien suuntainen, eikä tuohi taivu silmien suuntaisesti, jolloin sen repeäminen ja halkeilu ovat vähäisempiä. Tuohen silmien vinous on sisäsyryllä, koska ulkosyrylle on tavoitteena vaakatasossa olevat silmät. Toisaalta sisäsyryllä jalkineet saattavat helpommin osua toisiinsa kävellessä ja hankautua yhteen, jolloin kestävyys on tärkeämpää kuin ulkosyryllä.

Koronpäällismateriaaleista viilupäällinen on yhteen liimatuista nahkapaloista siivutettua nahkaa, joka höyrytetään muotoonsa ja kiinnityksen jälkeen käsitellään lakalla ja kiillottamalla. Näin korko itsessään voi olla muovia, mutta näyttää nahkalevystä rakennetulta korolta. Tuohipäälliseen tätä voi verrata siten, että tuohi vaatii vastaavasti muotoon kastelua, kuumennusta ja jälkikäsitelyä.

## 4 TUOHIPÄÄLLYSTEISTEN KORKOJEN TESTAUS

Opinnäytetyössä testattiin jalkineen koron tuohipäällysteen ominaisuuksia käytössä ja laboratoriotestauksin. Käyttötestaukset tehtiin maalisi- ja huhtikuun aikana kevättalven vaihtelevissa sääolosuhteissa. Käyttöttestauksessa oli käytössä kolmet erilaiset kaupalliset jalkineet, joiden korot oli päällystetty tuohella. Käyttöttestauksessa havainnoitiin tuohen kulumista ja ulkonäön muuttumista. Laboratoriotestaus tehtiin HAMK:n ohutlevykeskuksessa, jossa testattiin tuohen ja kahden eri korkomateriaalin adheesiota. Korkomateriaaleina käytettiin ABS-muovia ja kuitunahkalevyä. Tuohen kulumista hankaamalla kokeiltiin villakankaalla ja hiekkapaperilla. Lopulta opinnäytetyön tekijä valmisti erilaisia vahvikkeellisia tuohikappaleita, joiden kestävyyttä ja toimivuutta hän kokeili manuaalisesti.

### 4.1 Tuohisen koronpäällisen käyttöttestaus

Tuohipäällysteet valmistettiin ja kiinnitettiin kolmeen jalkinepariin, jotta jalkineita voitaisiin käyttää vaihdellen testijakson (maalisi-huhtikuu, 2017) jokaisena päivänä säästä ja kävelymäärästä riippumatta. Sääolosuhteet testikäytössä olivat vaativat kevättalviset olosuhteet: tuohipäälliset kohetasivat loskaa, pakkasta ja vesisadetta. Materiaalia rasitti jatkuva kastuminen ja kuivuminen. Liitteestä 1 löytyy jalkineiden käyttöttestaukseen liittyvä havainnointi taulukkomuodossa.



Kuva 12. Sääolosuhteet testikäytössä olivat kevättalvisen vaihtelevat: loskaa, räntää, pakkasta, vesisadetta ja välillä aurinkoista.

Opinnäytetyötä varten valmistettuja koron päällisiä ei kasteltu ja kuivattu muotoonsa ennen liimaamista. Tuohet liimattiin korkoihin erilaisin kon-

taktiilimoin. Tarvittaessa liima aktivoitiin kuumailmapuhaltimella. Materiaalin kuumennus oli riittävä toimenpide tuohen käsittelyn helpottamiseksi.

Testipäällysteet käsiteltiin kahdella eri tavalla: vahaamalla mehiläisvahalla, kuten alkuperäiset mallistojalkineet ja testaamalla uutta käsittelyä, eli tuohen lakkaamista himmeällä lakalla.

Kivimäki (2010, 20) on testannut ja dokumentoinut erilaisia tuohen pintakäsittelyitä liisteristä lakkaan. Kivimäen kuvamateriaalin perusteella mattalakkaus valittiin tähän opinnäytetyöhön vahaamiskäsittelyn lisäksi. (Kuva 13).

Opinnäytetyön testikappaleissa tuohen tuntu ei muuttunut merkittävästi mattalakkauksen jälkeen suhteessa vahauksen sormituntumaan.



- |                    |                           |   |
|--------------------|---------------------------|---|
| 1. paksu liisteri  | 2. ohut liisteri          | 3. puusepän liima (booraksi + kaseiini) |
| 4. ohut spriilakka | 5. spriilakka             | 6. puuliima                             |
| 7. puuliima + vesi | 8. puuvaha (läpikuultava) | 9. himmeä lakka (Jalo, Tikkurila)       |

Kuva 13. Kivimäen pintakäsittelyvaihtoehtoja tuohelle. Numero 9 (alaoikealla molemmissa kuvissa) on mattalakattu tuohi. Kuvien perusteella osa opinnäytetyön koron päällisistä mattalakattiin.

#### 4.1.1 Testipari 1, matalakantaiset talvinilkkurit

Ensimmäinen testipari oli kaupalliset, päivittäiseen käyttöön tarkoitetut, matalakorkoiset talvinilkkurit 4,5 cm korolla. Tähän jalkinepariin tuohi liimattiin Kiillon K95-kontaktiliimalla koron etusyrjälle. Jalkineiden pohjamateriaali oli kumia. Materiaali oli hyvin rasvaisen tuntuista, mikä tiesi ongelmia liiman tarttuvuuden suhteen. Testijalkineiden koroissa ei ollut erillisiä nastinlappuja, jotka olisivat suojaamassa tuohta.



Kuva 14. Nilkkureissa tuohi liimattiin nuolen osoittamaan koron etureunaan.

Ensimmäisten testipalojen (11 ja 12) pinnat oli suojattu mehiläisvahalla. Kävelytestaus jalkineilla alkoi lyhyellä 1,1 km matkalla, jolloin vasemman jalkineen tuohi irtosi osittain. Kiillon K95-kontaktiliima ei sopinut jalkineen pohjamateriaalille. Vasemmassa tuohikappaleessa ei näkynyt juurikaan tummumaa lyhyen käytön jälkeen, mutta tuohi oli lohjennut alaosasta. (Kuva 16). Tämä kuvastaa hyvin materiaalia itsessään. Nurkka on saattanut altistua erityiselle kolhulle ja epätasalaatuksena materiaalina osa on murtunut.

Oikean puolen tuohen liima piti käytössä paremmin, mutta tuohikappale oli helposti irrotettavissa neljän käyttöpäivän ja 25 kilometrin jälkeen. (Liite 1) Oikea tuohikappale likaantui käytössä hiljalleen. Tuohen tarttui likaa ja tummumia kävelystä.



Kuva 15. Testipala 12 (oikea) käyttöperiodin puolella välissä. Pinta on käsitelty mehiläisvahalla ja siihen on tarttunut likaa. Tuohi on yhtenä kappaleena kiinni korossa. Tuohen kerrokset eivät ole lähteneet irtoaman reunoista.



Kuva 16. Testinäytteet 11 (vasen) ja 12 (oikea) testauksen jälkeen. Vasen tuohipala (testipala 11) murtui alareunasta ja irtosi lyhyen käytön jälkeen. Oikea tuohipala (testipala 12) kesti käytössä 25 kilometriä. Testipalaan tarttui likaa kävelyssä ja materiaali tummui.

Ensimmäisten testipalojen irrottua pohjamateriaalista jatkui testaus uusien tuohikappalein. Toinen tuohitestipari (testipalat 13 ja 14) liimattiin kumille tarkoitetulle kontaktiliimalla (Casco-kontaktiliima). Testipalat 13 ja 14 käsiteltiin siten, että vasemman jalkineen koron tuohi vahattiin mehiläisvahalla ja oikean koron tuohi himmeällä kalustelakalla (Tikkurila Kiva 10).

Liima piti hieman kontaktiliimaa paremmin, mutta jalkineen pohjamateriaali oli edelleen liiman kannalta ongelmallinen. Tuohi pysyi koroissa noin 19 km kävelyn ajan. Käyttöolosuhteet jatkuivat vaihtelevina loskasta kivaan ja aurinkoiseen säähän. Kastuminen ja kuivuminen käpersivät tuohita.

Eryityisesti vasen, eli vahattu tuohi kärsi käyttötestauksessa. Tuohen kerrokset alkoivat irrota toisistaan märkien ja kuivien olosuhteiden vaihdellessa. Oikeanpuolimmaisesta eli mattalakatuksen tuohen pinta kesti käyttöttestausta paremmin ja kärsi pienempiä vahinkoja. Testauksen perusteella mattalakkaus oli kestävämpi suojausmenetelmä tuohelle kuin vahaus mehiläisvahalla. (Kuva 17).



Kuva 17. Erityisesti vasen, eli vahattu koronpäällinen kärsi käytössä verrattuna oikeanpuolimmaiseen, eli mattalakattuun tuoheseen. Tuohen kerrokset alkoivat irtaantua liimatusta kerroksesta kastumisen ja kuivumisen tuloksena.

Testijakson lopussa tuohet olivat erittäin kuluneen näköiset. Vasen tuohi oli puolittain irronnut, mutta irtoaminen tapahtui kerroksittain. Liimattu kerros pysyi kiinni korossa. Vasemmassa tuohessa on paljon mustumia ja likajälkiä. Lika tarttui vahattuun pintaan paremmin kuin lakattuun. Näin kovassa kulutuksessa tuohen vahausta olisi pitänyt tehdä testipäivien välissäkin, jotta vaha olisi suojannut tuohia tarpeeksi. Oikean jalkineen tuohi lähti myös irtoamaan kerroksittain, mutta ehkä tuohilaadusta tai pintakäsittelystä johtuen materiaali irtosi vähemmän kuin vasemmassa jalkineessa. Yllättävää oli, että mattalakkaus piti tuohen pinnan siistinä. Materiaalia ei kuitenkaan voisi tämän testauksen perusteella mitenkään käyttää vaikeissa kevättalvisissa olosuhteissa.



Kuva 18. Tuohinäytteet 13 ja 14 käyttöttestauksen jälkeen. Vasen tuohi on vahattu ja oikea mattalakattu. Lakattu tuohi on kestänyt kulutusta pinnaltaan hyvin. Tuohi on kuitenkin molemmissa testikappaleissa lähtenyt irtoamaan koroista kerroksittain.

#### 4.1.2 Testipari 2, puolikorkeat syysnilkkurit

Toiset testijalkineet olivat kaupalliset syysnilkkurit 7 cm korolla. Jalkineet on tarkoitettu kaupunkikäyttöön. Niissä on tukeva korko, joten niitä voi

käyttää kävellessä reippaitakin matkoja. Korkomateriaali oli kovaa ABS-muovia, johon tuohen liimaaminen K95-kontaktiliimalla ei ollut ongelma. Jalkineissa vasemman koron tuohipäällinen käsiteltiin mehiläisvahalla ja oikean mattalakattiin.



Kuva 19. Syysnilkkureissa tuohi liimattiin koron ympäri ulkoreunoille.

Testiparin 2 tuohipäällystetyt korot eivät altistuneet loskalle tai lumelle, pelkästään sateelle ja kuivalle. Sääolosuhteet vaihtelivat -2 celsiusasteesta +7 celsiusasteeseen. Kävelyä testijakson aikana jalkineille kertyi liki 40 km.

Tuohikappaleet pysyivät liimauksen avulla koroissa. Toisin kuin ensimmäisen testiparin tuloksissa, vasen, eli mehiläisvahattu tuohi kesti paremmin kulutusta ja muuttui visuaalisesti vähemmän kuin oikean puolen mattalakattu tuohi.

Nastinlappujen materiaali oli pehmeää ja liian joustavaa, joten tuohi kului taka-alareunasta, nastinlappujen päältä. Oikeanpuolinen tuohi kului enemmän, siinä näkyi osumia tai painaumuksia muun muassa kävelyssä lentäneistä kivistä. Oikeaan korkoon tuli kulumaa myös autoilukäytöstä. Jalkine oli niin sanottu kaasujalan kenkä, jolloin korkoa kallistettiin lähemmäs auton lattiaa kuin vasenta.





Kuva 20. Vasemman koron vahattu tuohi kesti paremmin käyttöä kuin oikean koron mattalakattu tuohi. Oikean koron takaosa tummui ja kului nastinlapun yläpuolelta.



Kuva 21. Oikean koron tummumaa ja kolhuja.

Koron päälliset olivat samasta isohkosta tuohikappaleesta, mutta hieman eri kohdista. Tuohen rakenne jalkineparin koroissa on visuaalisesti erilainen. Vasen koronpäällinen kesti paremmin kulumista, mikä voi johtua pintakäsittelystä, erilaisesta käytöstä tai tuohen rujommasta rakenteesta.

Tämän testijakson perusteella tuohen käyttö koron päällisenä antoi hieman lupaavampia tuloksia. Tuohi ei ollut aivan niin lähikontaktissa lian ja loskan kanssa, kun tuohella oli päällystetty vain koron ulkosyrjät.

#### 4.1.3 Testipari 3, korkeakorkoiset saappaat:

Kolmannet testijalkineet olivat kaupalliset, korkeakorkoiset (8 cm) pitkävartiset syys- ja kevätsään saappaat. Kuten toisessa testiparissa, korkomateriaalina näissä oli myös kova, korkoihin tarkoitettu ABS-muovi. Liimana käytettiin K95-kontaktiliimaa, joka piti yhdistelmässä tuohi ja ABS-muovi hyvin. Vasemman koron tuohi vahattiin mehiläisvahalla ja oikean koron tuohi mattalakattiin.



Kuva 22. Saappaissa tuohi liimattiin koron ympäri.

Jalkineet olivat hyvin vähäisellä käytöllä jalkineiden korkeiden korkojen vuoksi eikä tuoheen tullut juurikaan käyttöjälkiä. Jalkineita käytettiin sisätiloissa vähäisesti.

Koroissa käytetty tuohi oli samasta tuohikappaleesta, mutta tuohen laatu ei ollut tasavahvaa, joten vasen ja oikea korko poikkeavat toisistaan visuaalisesti. Poikkeamaan vaikuttaa myös tuohikappaleiden pintakäsittely. Vahaus jättää tuoheen tummemman jäljen kuin mattalakkaus.



Kuva 23. Kolmannen testiparin tuohikorot.

#### 4.1.4 Käyttötestauksen tulokset

Jalkineiden käyttöttestaus oman havainnoinnin perusteella antaa viitteitä siitä, että tuohiseen koron päälliseen tulee käytössä nopeasti kulumaa. Tuohen pinta tummenee riippumatta siitä, käsitelläänkö sitä mehiläisvahalla tai mattalakalla. Mattalakalla käsitelty tuohi vaikutti kuitenkin selviytyvän paremmin säävaihteluista verrattuna vahattuun tuoheen ensimmäisen testiparin neljän tuohikappaleen tulosten perusteella.

Vaikka tuohi itsessään kestää kastumista, onhan sitä käytetty vesieristeenä rakentamisessa, jalkineiden kovassa käytössä kuivuminen ja kastuminen irrottivat tuohen pintakerroksia toisistaan, jolloin tuohen rakenne hajosi. Korkoon jäi kiinni vain ohut tuohen kerros, joka oli suorassa liimakontaktissa. Tämä tapahtui kuitenkin ainoastaan ensimmäisessä testijalkineparissa, eli matalakorkoisissa nilkkureissa, joissa tuohi oli pienenä irtokappaleena korossa ja liima oli heikkoa.

Toisen testiparin, korkeakorkoisten nilkkureiden, käytössä tuohi ei ollut sijoitettu jalkineeseen niin, että se olisi osunut suoraan vesilammikoihin, sillä jalkineissa oli nastinlappu, mikä osaltaan suojasi tuohta. Käyttöperiodille ei tullut enää loskasäätä, vain kastumista ja kuivumista sateella tai poutapäivinä. Käyttökilometrejä oli kaksinkertaisesti ensimmäisen testiparin tuohikappaleisiin verrattuna, mutta voitiin havainnoida, että tuohi pysyi näissä jalkineissa paljon siistimmässä kunnossa. Tuohi oli liimattu vain koron ulkosyrjille, tuohi oli isompana kappaleena ja liima piti hyvin.

Käyttötestauksen perusteella tuota voisi käyttää korollisten jalkineiden päällismateriaalina vahattuna tai mattalakattuna. Mattalakattuna tuohen pinta ei tummunut yhtä paljon kuin vahaamalla. Päällisen paikka korossa tulisi olla koron ulkosyrjällä. Asiakkaan tulee olla tietoinen materiaalin herkkyydestä ja vältettävistä käyttöolosuhteista.

Käyttötestauksessa huomionarvoista oli, että jalkineiden käyttöä ohjasi niiden muotoilu. Eniten käytössä olivat matalat ja puolikorkeat nilkkurit. Korkeakorkoiset saappaat olivat vain vähäisellä käytöllä sisätiloissa, sillä testaaja ei voinut käyttää saappaita arjen kävelymatkoissa korkeiden korkojen vuoksi.

Näin ollen juhlavimmat jalkineet, kuten korkeakorkoiset jalkineet tai ylipäättään jalkineet, joiden materiaali on juhlavaa tai herkkää, johtavat jalkineiden vähäisempään käyttöön ja tarkempaan käyttöolosuhteiden pohjimiseen.

## 4.2 Tuohen laboratoriotestaukset

Käyttötestausten lisäksi tuohen ominaisuuksia koron päällismateriaalina oli tarkoitus tutkia erilaisilla jalkinestandardien mukaisilla laboratoriotestauksilla. Tuohi ei ole tavanomaista jalkinestandardien mukaisella materiaalia eikä korkojen päällisille löytynyt Suomen standardoimisliitosta omia standardeja, joten testauksia tehtiin sovellettuina.

Standardit, jotka vaikuttivat jossain määrin tarkoituksenmukaisilta tuohipäällysteiselle korolle, olivat ISO-standardinmukaiset jalkineille osoitetut testaukset:

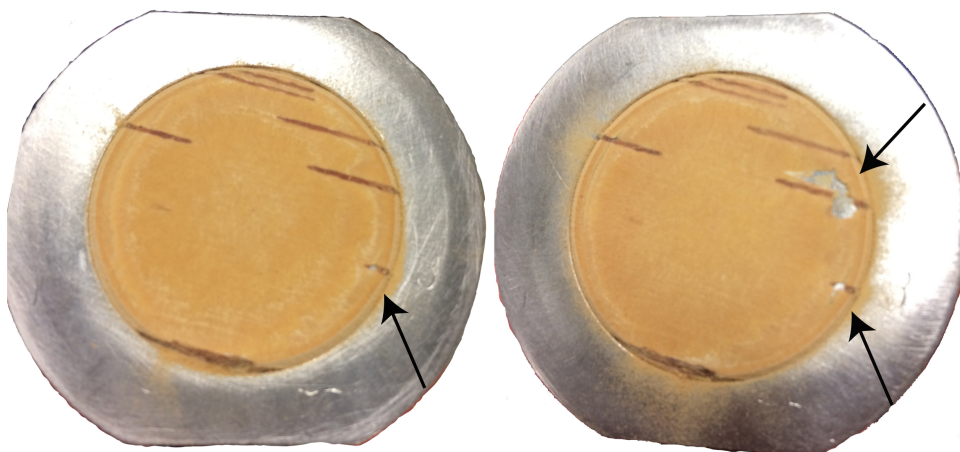
- hankaustestaus: SFS-EN ISO 17700 *Jalkineet. Päällisen, pohjan ja vuorin testausmenetelmät. Värin hankauksenkesto,*
- tuohen ja korkomateriaalin adheesio: SFS-EN ISO 17708 *Jalkineet. Koko kengän testausmenetelmät. Päällisen ja pohjan adheesio sekä*
- materiaalin repäisylujuustestaus: Jalkinestandardissa SFS-EN ISO 17696 *Footwear. Test methods for uppers, linings and insoles. Tear strength* tai tekstiileissä
- SFS-EN ISO 13937-2 *Tekstiilit. Kankaiden repeämisominaisuudet. Osa 2: Repeämisvoiman määrittäminen housun muotoisilla koepaloilla (Single tear method)*

### 4.2.1 Hankaustestaus

Tuohen hankaustestauksesta keskusteltiin Työterveyslaitoksen (TTL) laboratoriossa Sanna Karkkulan kanssa 10.4.2017. Hankaustestaus jalkineissa kohdistuu muun muassa vuorimateriaaliin, joka altistuu hankaukselle kävelyssä. Hankaustestaus tehdään siten, että nahkaa hangataan

hiekkapaperiin tai villakankaaseen ja kankaita villakankaaseen hankaus-testaukseen valmistetulla laitteella. Päällismateriaaleista testataan testauksen avulla visuaalisia muutoksia.

Alustava kokeilu tuohelle tehtiin tapaamisen yhteydessä Martindale-hankaustestauslaitteella hiekkapaperihankauksessa 9 kiloPascalin painoilla. Tuohi hankautui rikki 200 kierroksen jälkeen silmäkohdasta ja kolmen sadan kierroksen jälkeen näytepala oli kulunut puhki kahdesta eri silmäkohdasta. Kokeilu päätettiin tähän. Turvahansikkaissa materiaalin tulee kestää 8 000 hankauskierrosta, jotta se saisi parhaimman luokituksen. Normaaliluokitus on 500 kierrosta. (SFS-EN 388:2016. Suojakäsineet mekaanisia vaaroja vastaan). Villakankaalla hankaamiseen TTL:n hankauslaitteeseen olisi tarvittu merkittävästi enemmän tuohtta, kuin mitä materiaalia oli saatavissa.



Kuva 24. Vasemmalla tuohen kuluminen 200 hankauskierroksen jälkeen. Oikealla sama tuohikappale runsaan 300 kierroksen jälkeen.

Tuohi jalkineen koronpäällisenä ei rasitu vastaavasti kuin turvahansikas tai jalkineen päällis- tai vuorimateriaali, joten hiekkapaperihankausta testausvaihtoehtona ei ollut järkevä jatkaa.

Osana jalkineen tuotekehityskurssia keväällä 2016, opinnäytetyön tekijä kokeili tuohen hankauksenkestoa villakankaalla. Tämä toteutettiin Martindale-hankaustestauslaitteella HAMKissa. Tuohen pinnasta tuli kiiltävämpi hankaustestauksen tuloksena 2 000 kierroksen jälkeen. Tuohien ei tullut muita muutoksia (kuva 25). Keskusteluissa Tampereen ammattikorkeakoulun (TAMK) Maria Änkön kanssa 2.4.2017 kävimme läpi tätä alustavaa tulosta tuohen hankauksetestauksesta villakankaalla. Änkön oletuksen mukaan hankausalustana käytettävästä villakankaasta on saattanut irronnut testattavaan materiaaliin rasvaa, joka voi selittää kiiltävän pinnan. TAMKissa ei kuitenkaan ollut mahdollista testata tuohtta tekstiileille tarkoitettulla hankauksenkestolaitteella.



Kuva 25. Tuohen hankaustestausta HAMKin Martindale-laitteella. Vasemmalla tuohi ennen hankausta. Oikeanpuolisessa kuvassa tuohi on saanut kiillon, mikä johtunee hankausalustana käytetystä villakankaasta.

Hankaustestauksen suorittaminen villakankaalla tuohelle ei näiden kokemusten ja esitestausten jälkeen ollut mahdollista laboratorioolosuhteissa. On myös huomioitava, ettei tuohen koronpäällisenä tarvitse kestää hankausta samassa määrin kuin esimerkiksi jalkineen vuorimateriaalin eikä koron päälliseen kohdistu vastaavaa taivutusta, kuin jalkineen päällismateriaaliin.

#### 4.2.2 Koron ja koronpäällisen adheesiotestaus

Standardin EN ISO 17708:2003, *Jalkineet, koko kengän testausmenetelmät, päällisen ja pohjan adheesio*, mukaan voidaan testata jalkineen päällisen ja pohjan kiinnittyvyyttä ja pysymistä yhdessä liimatekniikalla valmistetuissa kengissä.

Opinnäytetyössä testaus ei kohdistunut jalkineen päällis- ja pohjamateriaaliin (molemmat kasviperäistä nahkaa), vaan testillä selvitettiin, miten koron päällismateriaali eli tuohi pysyy kahdessa eri korkomateriaalissa K95-kontaktiliiman avulla. Tämä on malliston kehittämisen kannalta relevanttia, koska koron päällismateriaali on osin jalkineessa itsenäisenä elementtinä ja osin kiinnitettynä korkoon.

Mallistossa jalkineiden kiilakorot oli valmistettu kuitunahkalevystä. Materiaali vaati useiden tuntien työstöä ja lisäksi kuitunahkalevystä valmistettu korko on komponenttina melko raskas. Näistä syistä johtuen kuitunahkalevy ei ole korkomateriaalina tarkoituksenmukainen, mikäli malliston jalkineita valmistettaisiin pientuotantona. Siksi testeissä käytettiin kahta korkomateriaalia: mallistossa käytettyä kuitunahkalevyä ja koroissa usein käytettävää ABS-muovia levymateriaalina. Liimana molemmissa testattavissa yhdistelmissä oli Kiillon K95-kontaktiliima.

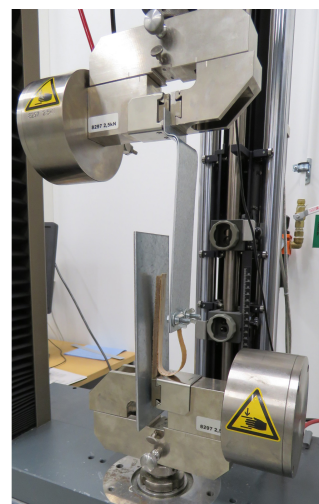
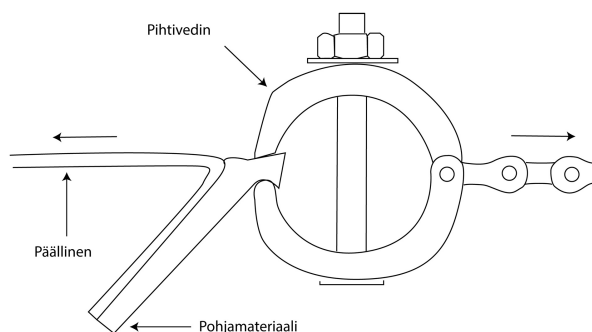
Adheesiotestausta hankaloittivat testattavat materiaalit. Tuohi itsessään ei ollut ongelma taipuisuutensa ansiosta. Ongelmia tuottivat kovat pohjamateriaalit eli kuitunahkalevy ja ABS-muovilevy. Pohjamateriaalinäytteet olivat liian haastavia testattavaksi normaaleissa jalkinealan laboratoriodien vetolujuuskoneissa. HAMKin ohutlevykeskuksen vetolujuuslaitetta oli mahdollista muokata siten, että repäisytestaus voitiin tehdä sovelletusti.

Standardin mukaan valmiista jalkineesta, jonka päällis- ja pohjamateriaalit on liimattu yhteen, leikataan 10 mm leveitä ja vähintään 50 mm pitkiä testipaloja. Testikappaleen päällis- ja pohjamateriaali erotetaan kuumalla veitsellä 10 mm:n pituiselta alueelta, jolloin ne voidaan erottaa vetokoneen leukoihin.

Jalkine- ja tekstiilitestaus suoritetaan vakio-olosuhteissa 23/50. Tämä tarkoittaa sitä, että testikappaleet ovat 24 tuntia ennen testausta ja testauksen aikana tiloissa, jonka lämpötila on 23°C ja jossa ilmankosteus on 50 %. Poikkeamat näistä saavat olla  $\pm 2$  °C ja  $\pm 5$  %-yksikköä.

Testaus suoritettiin sovellettuna seuraavin muutoksin:

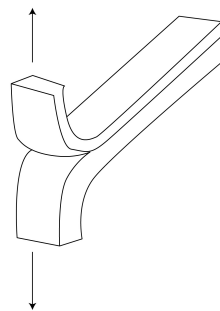
1. Vetokoneen leuat poikkesivat standardista. HAMKin vetokoneessa alaleukaa, johon pohjamateriaali kiinnitettiin, tuettiin metallilevyllä. Yläleukaa pidennettiin toisella metallisella apupalalla, jotta leuoilla pystyi vetämään materiaalin erilleen.



Kuva 26. Standardinmukaiset vetokoneen leuat (vas.) ja HAMKin vetokone (oik).

2. Testikappaleiden kiinnittäminen leukoihin vaati testikappaleilta yli 100 mm pituutta. Testin päällismateriaali, eli tuohi, oli vaadittu 10 mm leveydeltään, mutta pituudeltaan runsaasti yli 100 mm. Pohjamateriaali, kuitunahkalevy tai ABS-muovi, oli leveydeltään

myös vaaditut 10 mm, mutta pituudeltaan 120 mm tai yli. Tuohi liimattiin korkomateriaaliin 100 mm pituiselta alueelta, siten että materiaali pystytettiin kiinnittämään vetokoneen leukoihin pystysuunnassa. Testikappaleet valmistettiin erityisesti testausta varten, joten materiaaleja ei tarvinnut erikseen leikata toisistaan irti kuumalla veitsellä, kuten standardissa ohjeistetaan. Testipalojen materiaalit jätettiin liimaamatta toisesta päästä. Liimattu alue oli 100 mm pitkä. (Kuva 27)



Kuva 27. Standardinmukainen testikappale (oik.) ja testauksessa käytetyt kappaleet (vas.).

3. Tuohi liimattiin kaikkiin testimateriaaleihin silmiensuuntaisesti, eli puun poikkisuuntaisesti (kuva 27, oikea). Puun suuntaisia testauksia ei tehty, sillä tuohi katkeaa helposti taitettaessa materiaalia silmänsuuntaisesti.
4. Testaus suoritettiin poiketen vakio-olosuhteista. HAMKin ohutlevykeskuksen testauslaite ei sijainnut vakio-olosuhdesäädetyissä tiloissa. Testikappaleet olivat standardin mukaisessa lämpötilassa, mutta ilmankosteus poikkesi vakio-olosuhteista ollen 42 %, eli 3 %-yksikköä alle alimmaisrajan, 45 %.



## Testaustulokset

Testauksessa mitataan voimaa, joka tarvitaan repimään päällinen irti korkomateriaalista. Testitulokset lasketaan kaavalla:

$$R = F/A \quad (1)$$

jossa

R = Newtoneita per millimetri

F = keskimääräinen voima Newtonneissa

ja

A = keskimääräinen testikappaleen leveys

Testikappaleita oli 12, joista puolet olivat kuitunahkalevyisiä ja puolet ABS-muovisia. Neljä testikappaletta oli ohuempaa tuolta (0,8 mm) ja kahdeksan testikappaletta paksumpaa tuolta (1,2 mm).

Taulukko 1. Tuohen ja korkomateriaalin vetolujuustestauksen arvot.

Näyte	tuohen paksuus, mm	pohjamateriaali	A mm	Fmax N	R, Keskiarvo voima / leveys		Ulkonäön arviointi
					N/mm	N/mm	
2A	0,8	nahka	9,5	19,8	1,0	0,9	M1 = Partial or complete breaking of material, eli päällismateriaali on osittain tai kokonaan hajonnut. Tuohi on revennyt ja liimautunut pohjamateriaaliin.
2B			10,0	14,6	0,8		
2C		ABS	10,3	11,4	0,8	0,7	
2D			10,3	13,6	0,7		
1A	1,2	nahka	9,4	17,0	1,1	1,3	
1B			10,0	23,2	1,4		
1C		ABS	10,3	17,1	0,8	0,9	
1D			10,3	17,0	1,0		
4A	1,2	nahka	10,0	20,5	1,1	1,3	
4B			10,1	28,8	1,6		
4C		ABS	10,3	23,7	1,1	1,0	
4D			10,0	20,1	1,0		

Taulukon arvojen mukaan kaikkien sarjojen (2, 1 ja 4) A- ja B-näytteet, joissa korkomateriaalina oli kuitunahka, saivat isommat arvot kuin C- ja D-näytteet, joiden korkomateriaali oli ABS-muovia. Testauksen mukaan yhdistelmä: kuitunahka, tuohi ja kontaktiliima K95 on pitävämpi kuin ABS-muovi, tuohi ja kontaktiliima.

2-sarjan näytteet, joissa tuohen paksuus oli 0,8 mm, saivat hieman heikomman tuloksen testeissä kuin 1- ja 4- sarjojen näytteet, joissa tuohen paksuus oli 1,2 mm. Ohuempi tuohi kesti vetoa vähemmän kuin hieman paksumpi tuohi.

Standardin SFS-EN 15307 *Adhesives for leather and footwear materials. Sole-upper bonds. Minimum strength requirements* mukaan voidaan tarkastella minimivaatimuksia jalkineiden päällisen ja pohjan adheesiolle. Jalkineet luokitellaan neljään luokkaan, A-D. Luokkaan A kuuluvat matalan kulutuksen jalkineet, kuten vauvojen jalkineet, sisäjalkineet ja muotijalkineet. Luokassa D on kovaa kulutusta kestävä jalkineet, kuten vuorisuvaellukseen tarkoitettavat vaelluskengät. Luokan A vaatimus vetolujuudelle on pienin, eli 2,5 N/mm ja luokassa D vetolujuus tulee olla vähintään 5,0 N/mm.

Tuohen testauksessa keskiarvo oli korkeimmillaan 1,3 N/mm, joka saavutettiin 1,2 mm tuohen ja kuitunahkalevyn yhdistelmällä. Tämä jää alle päällisen ja pohjan repäisyjuisuusvaatimusminimin. Toisaalta on jälleen muistettava, että korossa tuohi ei altistu vastaavalle kulutukselle kuin jalkineen pohja ja päällinen.

Visuaalisesti testipalat voitiin määrittää standardin EN ISO 17708:2003, *Jalkineet, koko kengän testausmenetelmät, päällisen ja pohjan adheesio* mukaisesti koodeilla riippuen siitä, miten repeäminen on tapahtunut ja miten vetokone on rikkonut testikappaleet. Koodilla M merkitään, mikäli materiaali repeää osittain tai rikkoutuu kokonaan jääden kiinni liimaan. Viitteellä 1 tai 2 merkitään, onko repeävä materiaali päällis- vai pohjamateriaalia. Tuohen testauksessa kaikki testikappaleet irtautuivat koodin M1 mukaisesti tarkoittaen, että kaikissa testipaloissa tuohi eli päällismateriaali jäi osittain kiinni vastakappaleeseen tai rikkoutui kokonaan.



Kuva 28. Testikappaleiden tuohet repesivät siten, että tuohia jäi kiinni pohjamateriaaliin.

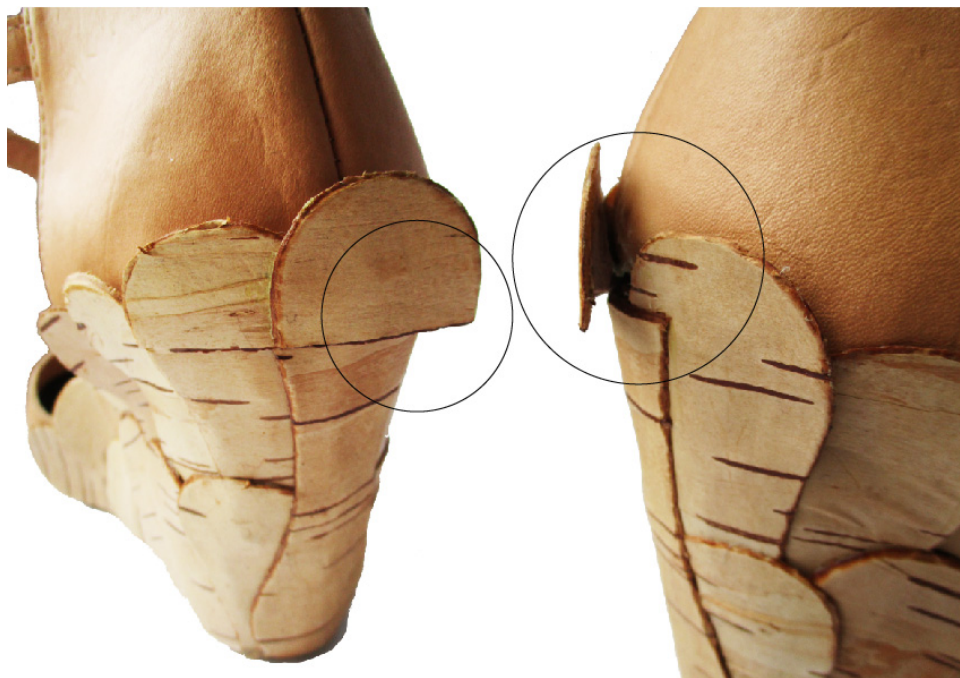
#### 4.2.3 Tuohen repeäminen silmiensuuntaisesti

Yhtenä testivaihtoehtona oli mitata tuohen repeämisominaisuuksia, jota mitataan repeämislujuustestauksella. Tällöin mitataan kuormitusta, joka on tarpeen, jotta materiaali repeää edelleen siihen leikatusta halkiosta.

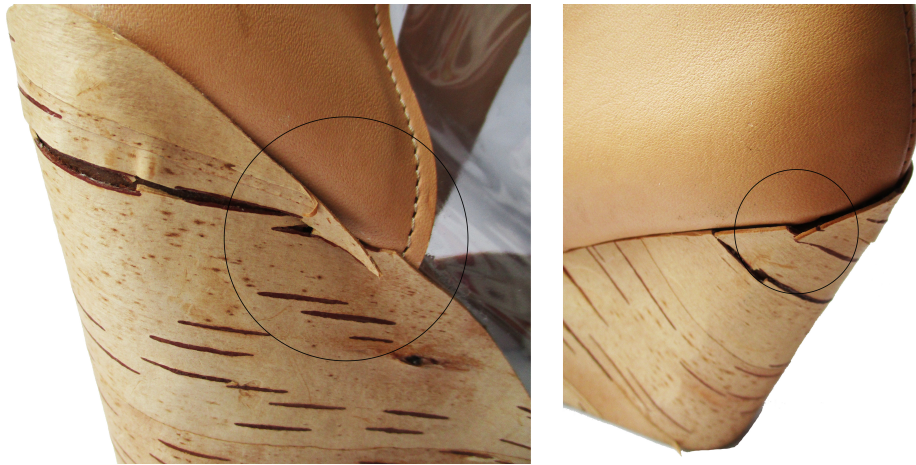
Tekstiileissä kuteen repeämislujudella tarkoitetaan kudelankojen katkeamiseen tarvittavaa kuormitusta, kun halkio on loimen suuntainen. Loimen repeämislujudella tarkoitetaan loimilankojen katkeamiseen tarvittavaa kuormitusta, kun halkio on kuteen suuntainen. (VirtuaaliAMK n.d.)

Tuohessa tätä voidaan vastaavasti ajatella puunsuuntaisena ja puun poikisuuntaisena repeämislujutena. Puun suuntaisesti tehdyssä halkiossa tuohi on kestävä ja vaikeasti repäistävissä, mutta puun poikisuuntaisesti tehtyyn halkioon tuohella ei ole juurikaan kestäkykyä, tuohi repeää tai halkeaa poikisuuntaisesti hyvin herkästi. Tämä on todettavissa ilman materiaalin laboratoriotestausta lyhyelläkin tuohen käsittelykokemuksella.

Jalkinemalliston kannalta tuohen halkeaminen silmien suuntaisesti on haastavaa. Asiakas ei voi omalla käyttäytymisellään muuttaa tätä jalkineen heikkoutta toisin kuin esimerkiksi käyttämällä jalkineita juhla-jalkineina siisteissä olosuhteissa. Tuohen repeäminen silmiensuuntaisesti on koron päällismateriaalin kannalta hankalaa, sillä päällisen yläosa on itsenäisenä elementtinä jalkineessa. Tuohia tulisi vahvistaa, jotta koron päällinen kestäisi paremmin.



Kuva 29. Audrey-jalkineissa tuohikappaleet ovat rikkoontuneet silmien suuntaisesti.



Kuva 30. Ava-jalkineissa tuohi on lähtenyt purkautumaan silmistä.

Ongelman voisi ratkaista siten, että tuohipäällinen olisi liimattu korkoon eikä nousisi yli koron aina jalkineen päälliseen saakka. Tämä vaihtoehto ei ole visuaalisesti tyydyttävä, koska se muuttaisi liiaksi malliston luonnetta.

Tuohiharrastaja Sampo Tolkin, mukaan kanooteissa tuohen purkaantuminen silmistä estetään rimoin. Jalkineissa vaihtoehtona voisi olla tuohen kanttaus esimerkiksi siten, että nahkaa liimattaisiin tuohen reunoille molemmin puolin kanttinauhan tavoin. Vaihtoehto muuttaisi kuitenkin malliston ulkonäköä merkittävästi.

Koronpäällisen vahvistaminen voisi tapahtua yksinkertaisesti siten, että tuohen takapuolelle kiinnitetään tukimateriaali, ennen kuin tuettu tuohi liimataan korkoon.

Esimerkkikappaleisiin kiinnitettiin neljää erilaista tukimateriaalia: kahta erivahvuista tukivuorta, sian vuorinahkaa ja ohennettua kasviparkittua nahkaa.



Kuva 31. Testikappaleet edestä (ylärivi) ja takaa (alarivi). Tukimateriaalit vasemmalta oikealle: tukivuori 1 (ohuempi), tukivuori 2 (paksumpi), vuorinahka ja ohennettu kasviparkittu nahka.

Tukivuorien etu on, että ne voi kiinnittää tuoheen silittämällä tai kuuma-prässissä, mikä on ajallisesti edullisempi prosessi. Nahkatuet liimataan tuoheen kontaktiliimalla, jolloin liimaamisen lisäksi aikaa kuluu liiman levittämiseen ja kontaktiliiman kuivumiseen.

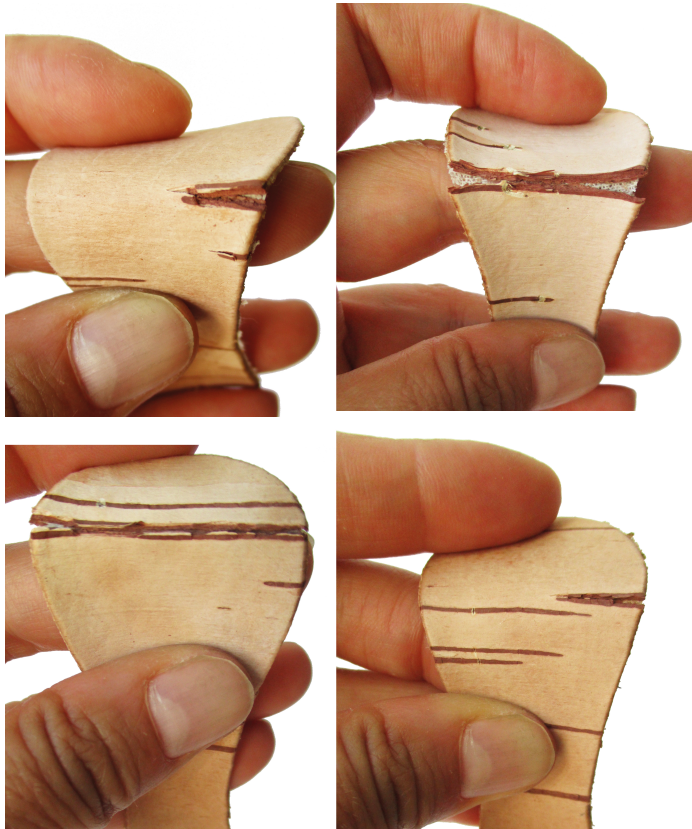
Materiaaliyhdistelmien kestävyttä ei testattu laboratoriossa, vaan testikappaleita rasi manuaalisesti, taittamalla niitä useita kertoja riittäväällä voimalla, kunnes silmäkohta rikkoontui.

Tukivuorit eivät antaneet riittävästi tukea tuohelle, sillä tuohikappaleen pystyi helposti taittamaan silmän kohdasta siten, että tuohi rikkoutui kahdeksi palaseksi. Tuohikappaleet pysyivät tukivuorin avulla yhdessä. Tukivuorimateriaali on kuitenkin melko ohutta eikä tuohikappale pysynyt taittamisen ja rikkomisen jälkeen halutussa muodossa.

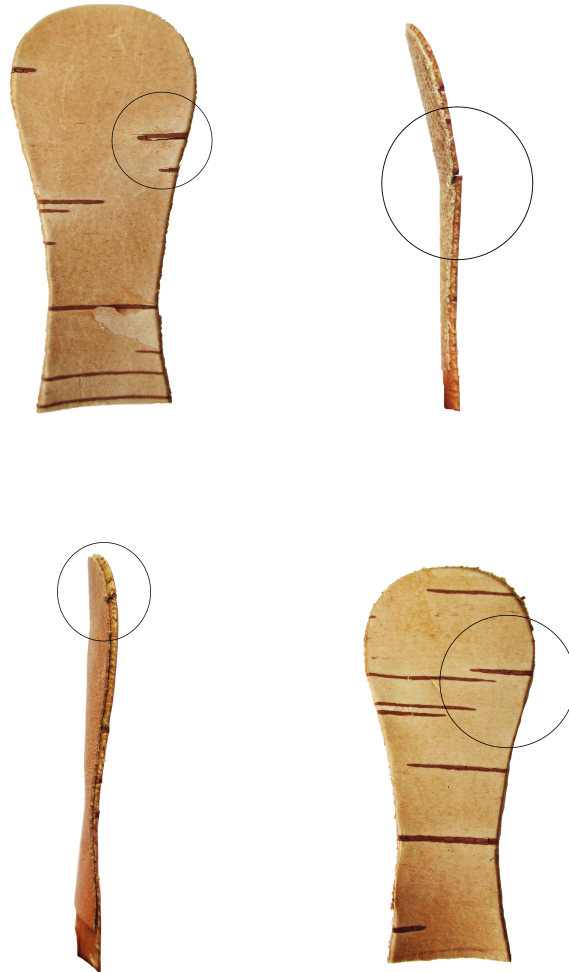
Tukimateriaaleja testatessa toistui tuohen ominaisuuksien huomioiminen. Isosilmäinen tuohi on laadultaan heikompaa, kuin pienisilmäinen tuohi. Testikappaleissa tuohi, johon oli kiinnitetty ohuempi tukivuori (1),

oli laadultaan parempaa (pienempisilmäistä) joten ohuempikin tukivuori voisi olla mahdollinen materiaalivalinta, mikäli tuohi olisi tasalaatuisesti pienisilmäistä.

Vuorinahka ja kasviparkittu nahka sen sijaan tukevat tuohta hyvin riippumatta tuohen laadusta. Vaikka tuohikappaleen sai rikki silmäkohdasta, nahka piti tuohikappaleen halutussa muodossa. Nahkatuet ovat siten riittäviä tukemaan tuohikappaleita Audrey-mallin jalkineessa, vaikka tuohi olisi isosilmäisempää.



Kuva 32. Testikappaleiden taittaminen rikki. Ylärivissä tukimateriaaleina tukivuori 1 ja 2 (ohut ja paksu), alarivissä tukimateriaalina vuorinahka ja kasviparkittu nahka.



Kuva 33. Taiton jälkeinen tuohen palautuminen muotoonsa. Ylärivissä tukimateriaalina tukivuori 1 ja 2. Tukivuori 2 ei suorista testikappaletta taiton ja rikkoontumisen jälkeen. Alarivissä tukimateriaalina vuorinahka ja kasviparkittu nahka. Vuorinahka suorittaa materiaalin taiton ja rikkoontumisen jälkeen. (Jussila 2017).

Muotoilija, puukkoseppä Eero Kovasen mukaan koivun tuohta voisi vahvistaa laminoimalla sitä. Laminoinnilla tarkoitetaan ohuiden tuohilevyjen yhteen puristamista kuumaprässillä ilman liimaa ja materiaalin voimistamista sen avulla. Laminointi voisi tapahtua siten, että testikappaleita ohuempaa tuohta prässättäisiin yhteen n. 1 mm paksuiseksi laminaatiksi. Nuoren koivun tuohti sopisi tähän hyvin, sillä se on valmiiksi ohutta, eikä sitä tarvitsisi erikseen ohentaa laminointia varten. Kappaleessa olisi kolme kerrosta, joista keskimmäinen olisi eri suuntaan kuin ylin ja alin kerros. Opinnäytetyössä ei kokeilla laminointitekniikkaa tuohen vahvistamiseksi, mutta tuohen jatkokehittäminen laminoinnin avulla olisi kiinnostava kehityspolku malliston kannalta.

## 5 TUOHIPÄÄLLYSTEISEN KORON SUUNNITTELU JA KEHITTÄMINEN TULOSTEN PERUSTEELLA

Opinnäytetyön pääkysymyksenä oli, voiko tuohta käyttää jalkineiden pientuotannossa korkojen päällismateriaalina? Pääkysymyksen lisäksi opinnäytetyössä pyrittiin hakemaan vastauksia seuraaviin apukysymyksiin:

- Miten tuohi kuluu ja käyttäytyy normaalissa jalkineiden ulkokäytössä?
- Miten tuohen pinta kestää ulkokäytössä, kun sitä on käsitelty mattalakalla tai kun pinta on vahattu?
- Miten tuohi pysyy erilaisissa korkomateriaaleissa?
- Miten tuohta tulisi käsitellä, jotta se toimisi optimaalisesti jalkineiden korkojen päällismateriaalina?

### 5.1 Voiko tuohta käyttää korkojen päällismateriaalina?

Opinnäytetyössä tehtyjen havainnontien ja testausten perusteella tuohi sellaisenaan on herkkä ja haastava materiaali jalkineiden korkojen päällismateriaaliksi. Malliston rakenteen mukaisena jalkinämateriaalina tuohta voi käyttää jalkinämateriaalina, mutta se vaatii paljon aikaa työstämiseen. Alkuvalmisteluiden jälkeen tuohta on helppo käsitellä jalkinämateriaalin tavoin. Korkojen päällismateriaalina tuohella on kuitenkin paljon vaatimuksia niin valmistajalleen kuin käyttäjälleen.

### 5.2 Miten tuohta tulisi käsitellä korkojen päällismateriaalina?

Tuohen suojaaminen mehiläisvahalla tai mattalakalla tuo materiaaliin kulutuksenkestoa, eikä ole selvää tulosta, kumpi pinnankäsittelytapa olisi parempi. Käyttötestauksessa eri tuohikappaleet reagoivat eri tavoin vahattuun tai lakattuun pintaan. Ulkokäyttötestausten perusteella materiaali soveltuu kuitenkin lähinnä vain juhlaajalkineisiin eikä normaaleihin kaupunkijalkineisiin. Vaihtelevissa käyttöolosuhteissa tuohi kärsii.

Tuohipäällystekorollisten jalkineiden käyttö äärimmäisissä sääolosuhteissa rikkoo koron päällisen. Päällinen alkaa irrota kerroksittain, mikäli tuohi altistuu kastumiselle ja kuivumiselle säännöllisesti.

Tuohta voi liimata ABS- tai kuitunahkakorkoihin kontaktiliiman avulla. Opinnäytetyössä tehtyjen havainnointien perusteella tuohi pysyi normaaleissa ABS-muovista valmistetuissa koroissa hyvin kontaktiliimalla. Adheesiotestauksessa tuohi pysyi kontaktiliimalla paremmin kuitenkin kuitunahkalevyssä. Tulosten perusteella ei ole välttämätöntä valmistaa malliston jalkineiden korkoja kuitunahkalevystä. Korkomateriaalina voi käyttää myös ABS-muovista valmistettuja korkoja.



Tuohikorollisia jalkineita ostavaa asiakasta tulee informoida hyvin materiaalin ominaisuuksista sääolosuhteisiin liittyen. Jalkineisiin tulee suhtautua kuten muihinkin juhla-jalkineisiin, jotka ovat enimmäkseen suunnattu sisäkäyttöön. Mikäli tuohi on vahattu mehiläisvahalla, asiakasta tulee ohjeistaa säännölliseen tuohen pinnan vahaamiseen.

### 5.3 Tuohipäällysteisen koron suunnittelu ja kehittäminen tulosten perusteella

Tuohi rikkoontuu herkästi tuohen silmien kohdalta. Jotta jalkineiden tuohi kestäisi tätä, tulisi malliston jalkineissa tuohen olla liimattuna kaikkialta korkoon siten, ettei tuohipäällyste nouse jalkineen päällisen päälle. Tämä kuitenkin muuttaa malliston ulkonäköä liikaa, jotta se voisi olla tarkoituksemukainen tapa kehittää mallistoa.

Jotta tuohi voisi edelleen toimia koron päällisenä, kuten Ava- ja Audrey-jalkineissa, tuohia täytyy vahvistaa tukirakenteen avulla, jottei materiaali lohkeile. Tukimateriaalin tulee olla tuohen takapuolella. Sopivaksi tukimateriaaliksi kokeilujen perusteella tuli nahka, sillä eri vahvuiset tukivuorit olivat liian heikkoja pitämään näytekappaleiden silmistä rikutut tuohipalaset halutussa muodossa. Tukivuoria voisi ainoastaan käyttää vähäsilmaisessa, tasalaatuisessa tuohessa. Lisäksi nahasta jää usein ylijäämäpaljoja, jotka sopivat tukimateriaaliksi.

Ongelmana on tukimateriaalin lisäämisen aiheuttama ajallinen lisä valmistukseen. Tuohen vahvistamista olisi jatkossa kiinnostava testata lamiointitekniikan avulla.

## 6 ARVIOINTI JA POHDINTA

Opinnäytetyössäni oli tavoitteena kehittää suunnittelemani kevään 2016 mallistojalkineita mahdolliseen pientuotantoon. Tavoitteenani oli saada lisätietoa ja -kokemuksia tuohesta, jotta voisin dokumentoidusti kehittää malliston tuohisia koronpäällisiä.

Opinnäytetyön aikana osaamiseni tuohen ominaisuuksista lisääntyi. Tuohi on materiaalina monin tavoin hankala. Sitä ei välttämättä ole helppo hankkia ja mikäli materiaalia on, sen käsittelyyn kuluu valtavasti aikaa tuotannossa. Opinnäytetyössä ei tarkoituksella pohdittu tuohen kustannuksia valmistusprosessissa.

Kaikesta huolimatta tuohi on edelleen kiinnostava ja inspiroiva materiaali, jota hyödynnetään nykyisellään vain marginaalisesti. Opinnäytetyön prosessissa avartavinta oli jalkineiden käyttöttestaus kevään 2017 aikana. Tuohen säänkestävyys oli hyvä kokeilla käytännössä. Vaikka materiaali olikin vedenkestävää, toistuva kuivuminen ja kastuminen toivat haasteita.

Pinnan vahaaminen mehiläisvahalla on ekologinen tapa käsitellä tuohta verrattuna mattalakkaamiseen. Pinnan mattalakkaaminen oli kuitenkin joissain kokeiluissa visuaalisesti parempi prosessi.

Tuohta oli vaikea saada testattavaksi tavallisiin tekstiiliin ja jalkineiden laboratorioihin. Onneksi kuitenkin adheesiotestaus pystyttiin tekemään liki standardinmukaisissa olosuhteissa. Adheesiotestaus oli kiinnostava, mutta tuohen viitearvot jäivät mataliksi. Käyttökokemuksen perusteella liiman pitävyys ei ole vielä ollut ongelma.

Mikäli saan hankittua lisää tuohta, jalkineita voidaan valmistaa tulevaisuudessa. Tilausvaiheessa pidän tärkeänä näyttää asiakkaalle käytössä kärsineitä tuohikappaleita. Asiakkaan täytyy ennen ostopäätöstä olla tietoinen siitä, miten herkkä materiaali on, miten materiaali käyttäytyy erilaisissa sääolosuhteissa ja miten materiaalia vahattuna täytyy säännöllisesti huoltaa.

Jatkokehityksen kannalta olen selvittänyt tahoja, jotka voisivat ryhtyä kokeilemaan tuohen laminointia. Laminoitu materiaali ei välttämättä tarvitsisi muuta vahvistusta, jolloin tuotantoon käytetty aika saattaisi kokonaisuudessaan vähentyä.

## Kiitos

Kiitän Emil Aaltosen muistorahastoa saamastani apurahasta, joka mahdollisti adheesiotestauksen toteuttamisen.

## LÄHTEET

Arponen, O. (1982). *Opimme punomaan: tuohi-, lastu- ja päreyöt*. Helsinki: Weilin + Göös.

Kivimäki, R. (2010). *Tuohi – tietopaketti tuohen ominaisuuksista ja hyödyntämismahdollisuuksista*. ProNatMat-hanke. Haettu 20.4.2017 osoitteesta <http://docplayer.fi/9606045-Tuohi-tietopaketti-tuohen-ominaisuuksista-ja-hyodyntamismahdollisuuksista.html>

Lindqvist, S. (1987). *Miten tehdään tuohitöitä*. Helsinki: Tammi.

Ljungberg, G., Ljungberg, I. & Hall, L. (1997). *Harrasteena tuohityöt*. Karkkila: Kustannus-Mäkelä Oy.

Nebo, M. (2015). Jalkineen tuotesuunnittelu ja valmistusprosessi – moduulin verkkoaineisto, Moodle. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 21.3.2015 osoitteesta <https://moodle.hamk.fi>

Pitkänen, J. (2015). Jalkineen tuotesuunnittelu ja valmistusprosessi – moduulin verkkoaineisto, Moodle. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 21.3.2015 osoitteesta <https://moodle.hamk.fi>

Plastics Europe. Haettu 10.7.2017 osoitteesta <http://www.plasticseurope.org/what-is-plastic/types-of-plastics-11148/engineering-plastics/abs.aspx>

Ranta, S-L. (2016). *Ylimuistoinen tuohi – käytön kulttuurihistoriaa*. Porvoo: Bookwell Oy.

Saaristo, S. (1989). *Kengän suunnittelu- ja valmistustekniikka*. Helsinki: Valtion painatuskeskus.

SFS 388 (2016). Suojakäsineet mekaanisia vaaroja vastaan. Vahvistettu 16.12.2016. Haettu 1.8.2017 osoitteesta <https://online.sfs.fi>

SFS 13937-2 (2000) Tekstiilit. Kankaiden repeämisominaisuudet. Osa 2: Repeämisvoiman määrittäminen housun muotoisilla koepaloilla (Single tear method). SFS Online. Haettu 9.4.2017 osoitteesta <https://online.sfs.fi>

SFS 15307 (2014). Adhesives for leather and footwear materials. Sole-upper bonds. Minimum strength requirements. SFS Online. Haettu 12.4.2017 osoitteesta <https://online.sfs.fi>

SFS 17696 (2004). Footwear. Test methods for uppers, linings and in-socks. Tear strength. SFS Online. Haettu 12.4.2017 osoitteesta <https://online.sfs.fi>

SFS 17700 (2005). Jalkineet. Päällisen, pohjan ja vuorin testausmenetelmät. Väriin hankauksenkesto. SFS Online. Haettu 12.4.2017 osoitteesta <https://online.sfs.fi>

SFS 17708 (2003). Jalkineet. Koko kengän testausmenetelmät. Päällisen ja pohjan adheesio. SFS Online. Haettu 12.4.2017 osoitteesta <https://online.sfs.fi>

Suomisanakirja. Haettu 18.8.2017 osoitteesta <http://www.suomisanakirja.fi/adheesio>

Tekstiilien repäisylujuus. VirtuaaliAMK. Haettu 12.4.2017 osoitteesta <http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/030507/1086702378009/1086704903807/1092229833071/1092229967144.html>

#### Haastattelut:

Karkkula, S. Työterveyslaitos. Henkilökohtainen tiedonanto. 10.4.2017

Änkö, M. Tampereen ammattikorkeakoulu. Henkilökohtainen tiedonanto. 2.4.2017

Tolkki, S. Tuohiharrastaja. Puhelinhaastattelu. 20.4.2017

Kovanen, E. Muotoilija, puukkoseppä. Puhelinhaastattelu. 20.4.2017

#### Kuvalähteet:

Kuvat 1, 9, 12, 15-25, 27-33:  
Jussila, K. (2017).

Kuva 2:  
Ranta, S-L. 2016. *Ylimuistoinen tuohi – käytön kulttuurihistoriaa*. Porvoo: Bookwell Oy.  
muokannut: Jussila, K. (2017).

Kuva 3:  
Jussila, K. 2017.

Ranta, S-L. 2016. *Ylimuistoinen tuohi – käytön kulttuurihistoriaa*. Porvoo: Bookwell Oy.  
muokannut: Jussila, K. (2017).

Kuva 4:

Vanhan Korpilahden kotiseutuyhdistys ry. Haettu 2.8.2017 osoitteesta <http://www.korpilahdenkotiseutu.fi/ksmuseo.html#Liikenne>  
muokannut: Jussila, K. (2017).

Kuva 5:

Pinterest. Haettu 14.7.2017 osoitteesta

<https://www.pinterest.com/katripylkkanen/tuohi/?lp=true>

Hemtrevligt (n.d.). Haettu 14.7.2017 osoitteesta

<http://www.hemtrevligt.se/husohem/artiklar/nyheter/20130111/naveri-nya-former/>

Designtorget (n.d.). Haettu 14.7.2017 osoitteesta

<https://www.designtorget.se/>

muokannut Jussila, K. (2017).

Kuva 6:

Lautasella-ruokablogi. Haettu 17.7.2017 osoitteesta

<http://lautasella.blogspot.fi/2013/03/perunamammi.html>

muokannut Jussila, K. (2017).

Kuva 7:

University of Minnesota Duluth. Haettu 17.7.2017 osoitteesta

<http://www.d.umn.edu/cla/faculty/troufs/Buffalo/PB18.html>

Kuva 8:

Lahden Sibeliustalon kotisivut. Haettu 17.7.2017 osoitteesta

<http://www.sibeliustalo.fi/kokoukset-ja-juhlat/juhlatilat/juhlatilametsahalli>

Instagram @minnahalmephotos. Haettu 17.7.2017 osoitteesta

<http://www.imgrum.org/user/minnahalmephotos/1739300367>

muokannut Jussila, K. (2017).

Kuvat 10-11:

Kolehmainen, T. (2016).

Kuva 13:

Kivimäki, R. (2010). *Tuohi – tietopaketti tuohen ominaisuuksista ja hyödyntämismahdollisuuksista*. ProNatMat-hanke. Haettu 20.4.2017 osoitteesta

<http://docplayer.fi/9606045-Tuohi-tietopaketti-tuohen-ominaisuuksista-ja-hyodyntamismahdollisuuksista.html>

Kuva 14:

Bootz-nettikaupan kotisivut. Haettu 18.7.2017 osoitteesta

[http://www.boozt.com/fi/fi/wonders/e-5030-m\\_14147847/16079963?navId=60263&group=brandwall&position=100000](http://www.boozt.com/fi/fi/wonders/e-5030-m_14147847/16079963?navId=60263&group=brandwall&position=100000)

muokannut Jussila, K. (2017).

Kuva 26:

Jussila, K. (2017). Fabrin, P. (2017).

## KÄYTTÖTESTAUSTAULUKOT

Tuohen testaus matalakorkoisissa nilkkureissa							
Näytteet 11 ja 12	pvm	lämpötila	sää	kävelty matka, km	vasen, vahattu	oikea, vahattu	kuva
molemmat näytteet vahattu mehiläisvahalla ja liimattu kontaktiliimalla (K95)	8.3.	+1	loskaa	5,1 (vasen 1,1)	vasen tuohipala irtosi ja hajosi oikeasta alakulmasta	tuohkeen oli tarttunut hieman likaa jo pienestä kävelystä	x
	9.3.	-0	kuivaa	3,1		oikea tuohi (2) pysyy, pinta on vähän tummunut	x
	10.3.	+0	vaihtelevasti kuivaa ja loskaa	9,3		Oikeanpuolinenkin tuohipala irtosi, liima jäi tuohkeen. Ongelma pohjamateriaalissa. tuohkeen oli tarttunut likaa, mutta tuohi kestää kosteutta.	x
	11.3.	+8	kuivaa	7,5			x
<b>yhteensä 11 (vasen)</b>				<b>1,1</b>			
<b>yhteensä 12 (oikea)</b>				<b>25</b>			

Tuohen testaus matalakorkoisissa nilkkureissa							
Näytteet 13 ja 14	pvm	lämpötila	sää	kävelty matka, km	vasen, vahattu	oikea, lakattu	kuva
vasen tuohi vahattu mehiläisvahalla, oikea näyte lakattu (Tikkurila Kiva 10), liimattu kontaktiliimalla (casco)	13.3.	6	loskaa	2,5			
	14.3.	2	loskaa	1,2			
	15.3.	8	melko kuivaa, osin märkää, hiekoituskivet jo osin lakaistu pois	8	Molemmista tuohipalasta alkaa kerrokset irrota reunoista. Liima ei pidä kunnolla, sillä jalkineiden pohja rasvaista PU:ta. Oikean puolimmainen tuohi on siistimpi pinnaltaan kuin vasen (eli vahattu).		
	16.3.	3	plussaa, kuivaa	4,9			
	20.3.	-2 + 2	keväistä sekasäätä	2	Palasten reunat repsottavat lisää, tuohi on paksua eikä pidä muotoaan, kun altistuu vaihdellen kuivalle ja märälle säälle.		x
<b>yhteensä 13 ja 14</b>				<b>18,6</b>			

Tuohen testaus korkeakorkoisissa nilkkureissa							
Näytteet 22 ja 23	pvm	lämpötila	sää	kävelty matka, km	vasen, vahattu tuohi	oikea, lakattu tuohi	kuvattu
Tuohi kiinnitetty ABS-korkoon kontaktiliimalla (K95). Vasemman tuohen pinta vahattu mehiläisvahalla, oikea mattalakattu (Tikkurila Kiva10)	17.3.	plussaa	vesisadetta	6			
	19.3.	vähän plussaa	kuivaa	5,7			x
	21.3.	-2 + 5	sadetta	5,8			
	22.3.	+2+4	kuivaa	2,9			
	23.3.	+1+7	kuivaa	1,6	kestänyt kulutusta hyvin	ottanut mustaa väriä taakse	x
	24.3.	-2 + 4	sadetta	3,6		mustaa väriä ja pinnan kulumaa (kaasujalka)	x
	1.4.	-1+5	sadetta	3			x
	3.4.		sadetta, aurinkoista	5,3			x
5.4.	+2+7	sadetta, aurinkoista	5,8			x	
<b>yhteensä</b>				<b>39,7</b>			



## HAASTATTELUKYSYMYKSET

TAMK, Laboratorioinsinööri Maria Änkö 2.4.2017

ja TTL, erityisasiantuntija Sanna Karkkula 10.4.2017

Onko laboratoriosanne laitteisto repäisylujuuden testaukseen sekä Martindale-hankaustestaukseen?

Onko tuolta mahdollista testata laboratorionne koneilla?

## HAASTATTELUKYSYMYKSET

Muotoilija, puukkoseppä Eero Kovanen 20.4.2017

Miten voitaisiin ratkaista tuohen repeäminen silmien kohdalta?

Miten laminointi tehdään?

Tarvitaanko laminointiin liimaa?

HAASTATTELUKYSYMYKSET  
Tuohiharrastaja Sampo Tolkki 20.4.2017

Miten tuohen purkaantuminen estetään tuohisessa kanootissa?

Voiko tuohen kestävyyttä lisätä muulla tavoin?