

# HUONEKALUMALLISTON SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Puutekniikan koulutusohjelma  
Opinnäytetyö  
Kevät 2009  
Joonas Hiltunen

Lahden ammattikorkeakoulu  
Puutekniikan koulutusohjelma

HILTUNEN, JOONAS:

Huonekalumalliston suunnittelu ja toteutus

Puutekniikan suuntautumisvaihtoehdon opinnäytetyö, 82 sivua, 61 liitesivua

Kevät 2009

## TIIVISTELMÄ

---

Opinnäytetyön aiheena on huonekalumalliston suunnittelu ja toteutus. Haasteena oli saada aikaan ilmeeltään yhtenäinen, sekä ryhdikäs ja edustava kokonaisuus. Mallisto koostuu istuimesta, työpöydästä ja kahdesta sohvapöydästä. Suunnittelutyön ja muotoilun osaamisen kautta tavanomaisista materiaaleista luodaan erottuva ja tyylikäs huonekaluryhmä. Mallisto on henkilökohtainen näkemykseni muotoilun sekä teknisen suunnittelutyön mahdollisuuksista ja vuorovaikutuksesta. Ensimmäiset hahmotelmat malliston luomiseksi tehtiin vuonna 2003 muotoilun opintojen yhteydessä.

Suunnittelun ohella tutkin puumateriaalin arvon nostamista yksinkertaisilla tuotantoteknisillä toimenpiteillä. Pyrin huomioimaan tasopintojen luomat mahdollisuudet puumateriaalin tekstuurin hyödyntämisessä. Käytän hyväksi erityisesti vanerin sekä kertopuun viilurakenteen muodostamaa pintakuviota. Myös eri puulajien yhdistämisellä saadaan aikaan visuaalisesti mielenkiintoisia kokonaisuuksia. Huonekalut on suunniteltu ensisijassa kotikäyttöön, mutta ilmeeltään ne sopivat myös julkisiin tiloihin. Valmistusprosessi ja tekniset ratkaisut on pyritty pitämään mahdollisimman yksinkertaisina.

Mallisto soveltuu valmistettavaksi niin pienessä verstaassa, kuin sarjatuotantona tehtaassa. Komponentit ovat pääosin levyjä, niiden valmistusprosessi on optimoitu massatuotantoon sopivaksi. Huonekalujen suunnittelussa on huomioitu myös kokoonpano loppukäyttäjän toimesta. Näin ollen osat on mahdollista pakata helposti käsiteltäväksi kokonaisuudeksi.

Huolellisen suunnittelutyön avulla syntyi linjakas sekä valmistusteknisesti suoraviivainen huonekalumallisto. Tuotteiden muotoilun ja teknisen toteutuksen vuorovaikutus mahdollistaa vähäisen osien ja työn määrän, kuitenkin laskematta huonekalujen julkiasun arvoa.

Avainsanat: huonekalumallisto, muotoilu, ergonominen, yksinkertainen, koivu, tammi, tekstuuri

Lahti University of Applied Sciences  
Faculty of Technology

HILTUNEN, JOONAS:

Collection of furniture - design and implementation

Bachelor's Thesis in Wood Technology

82 pages, 61 appendixes

Spring 2009

## ABSTRACT

---

The objective of this study was to design and build a group of furniture. The main aim was to utilize design skills and technical knowledge in order to create a new set of furniture. All designs strive for an elegant look. Easy producibility was also an important objective. Manufacturing methods were to be kept as simple as possible.

The collection of furniture consists of a chair, a writing desk and two other types of tables. All pieces of furniture follow the main theme, which is visible in all the structures of the products. The use of traditional techniques was reduced for the purpose of creating unique shapes and manufacturing methods. Fresh way of thinking and designing leads to an intriguing appearance.

All products are intended mainly for home-use, but they also suit public spaces. The collection can be manufactured in a small workshop or in large quantities in serial production. The furniture can be assembled by the purchaser. This allows compact packaging and easy maneuverability of the components.

Along with structural analysis, the study explores different possibilities to increase the value of wood material using simple manufacturing techniques. Flat surfaces provide an excellent base for different textures. The theme of the furniture can also be seen in the veneer pattern that appears on several surfaces.

The interaction between design and technical understanding results in sophisticated look and simple processing of raw material. The outcome meets the esthetical and structural objectives that were set in the beginning of the study.

Key words: collection of furniture, design, interior, producibility, manufacturing, simple, birch, oak

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Tavoitteet	1
1.2	Materiaalit ja muotokieli	2
1.3	Käyttäjälähtöinen suunnittelu	2
2	SUUNNITTELU TYÖ	3
2.1	Luonnostelu ja hahmotelmat	3
2.2	Muotoilu	4
2.3	Rakenteellisen suunnittelun ja muotoilun vuorovaikutus	5
2.4	Valmistusprosessi ja sen tehokkuuden optimointi	6
3	ISTUIN	7
3.1	Suunnittelu ja lähtökohdat, proto 1	7
3.2	Muodon ja mittasuhteiden päivitys, proto 2	11
	3.2.1 Rakenteellinen toteutus	15
	3.2.2 Kokoaminen	21
	3.2.3 Yksityiskohdat	21
	3.2.4 Koottavuus	25
3.3	Liitosten ja dimensioiden päivitys	25
	3.3.1 Vaihtoehtoisia tapoja kasvattaa rasituksensietoa	29
	3.3.2 Vanerilla tuettu etusarjan liitos	33
3.4	Variaatiot	36
4	TYÖPÖYTÄ	38
4.1	Suunnittelu ja lähtökohdat	38
4.2	Tekstuurit ja pintojen luomat mahdollisuudet	38
4.3	Rakenteellinen toteutus	40
	4.3.1 Prosessi vaiheittain	43
	4.3.2 Kokoaminen	45
4.4	Yksityiskohdat	45
4.5	Koottavuus	46
5	PÖYTÄMALLI 1, SÄILYTYSTILA	48
5.1	Suunnittelu ja lähtökohdat	48
5.2	Rakenteellinen toteutus	51

5.2.1	Prosessi vaiheittain	52
5.2.2	Kokoaminen	53
5.3	Yksityiskohdat	53
5.4	Koottavuus	56
6	PÖYTÄMALLI 2, VALAISEVA SISUSTUSELEMENTTI	58
6.1	Suunnittelu ja lähtökohdat	59
6.2	Rakenteellinen toteutus	61
6.2.1	Prosessi vaiheittain	61
6.2.2	Kokoaminen	62
6.3	Yksityiskohdat	62
6.4	Koottavuus	63
7	HUONEKALUTESTAUS	64
7.1	Koestus	64
7.2	Tehdyt koestukset	65
7.3	Tulokset	66
8	YHTEENVETO	67
8.1	Suunnittelu	67
8.2	Johtopäätökset	68
8.3	Valmistuskustannukset	69
8.3.1	Istuin	70
8.3.2	Työpöytä	72
8.3.3	Sohvapöydät	73
8.3.4	Myyntikanavat ja markkinointi	74
8.4	Pakattavuus	75
9	OMAT MERKINNÄT	76
9.1	Valmistus	76
9.2	Kertopuu	77
9.3	Pintakäsittely	78
9.4	Verhoilu	78
9.5	Paloturvallisuus	79
9.6	Materiaalien hankinta	80
10	LÄHDELUETTELO	81



# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tavoitteet

Lähtökohtana oli suunnitella ja toteuttaa huonekalumallisto. Henkilökohtaisena tavoitteenani oli luoda tuoteperhe, joka on visuaalisesti miellyttävä sekä ergonominen ja riittävän yksinkertainen valmistaa. Päämääränä oli myös saada aikaan kohtuullisen halpa, sekä ilmeeltään edustava ja ryhdikäs kokonaisuus. Mallisto on suunniteltu ensisijaisesti kotikäyttöön, mutta muotokielensä perusteella se soveltuu myös julkisiin tiloihin.

Huonekalumalliston suunnittelu oli hyvin ilmeinen valinta opinnäytetyöksi, sillä koulutukseni koostuu muotoilun ja tekniikan opinnoista. Varsinaista toimeksiantajaa ei ole, sillä en halunnut tehdä minkäänlaisia kompromisseja suunnittelutyön tai toteutuksen osalta. Mallisto (kuvio 1) on henkilökohtainen näkemykseni muotoilun ja insinöörityön vuorovaikutuksesta. Kaikki oikeudet mallistoon pidätetään, © Joonas Hiltunen 2009.



KUVIO 1. Huonekalumallisto

Tutkimuksen kohteina tyylikkään ilmeen ja ergonomian ohella olivat muun muassa raaka-aineen arvon nostaminen yksinkertaisilla tuotantoteknisillä toimenpiteillä, sekä teollinen sarjatuotanto ja tuotantoprosessin optimointi kehittynyttä muotoilua silmällä pitäen.

## 1.2 Materiaalit ja muotokieli

Materiaaleiksi valitsin koivun, tammen, sekavanerin sekä kertopuun. Mallisto koostuu istuimesta, työpöydästä ja kahdesta muusta pöydästä. Muotokieli on skandinaavisen hillitty ja linjakas. Mitoituksen rytmin ja komponenttien mittasuhteiden avulla pyrin geometriseen, mutta sulavaan ilmeeseen. Suunnittelutyön asetelma on ennen kaikkea käyttäjälähtöinen. Pyrin karsimaan korvattavissa olevat komponentit, kuten helat sekä perinteisen rakenteellisen toteutuksen ja muotokielen käytön. Haasteena on saada aikaan vähäisellä materiaalin kulutuksella arvokas ja käyttäjää puhutteleva kokonaisuus.

## 1.3 Käyttäjälähtöinen suunnittelu

Huonekalut ovat olennaisessa roolissa ihmisen elämässä. Näin ollen niiden tulee olla myös tuttavallisia ja läheisiä objekteja käyttäjälle. Pyrin testaamaan kaikki tuotteet ja niiden mitoituksen käytännössä. Suunnittelun kohteet viedään tilanteisiin, jotka kuvaavat niiden käyttötarkoitusta.

Testausjakso on jatkuva ja sen minimiaika on yksi tunti. Jakson aikana simuloidaan käytännön ja äärimmäisen tapauksen tilanteita sekä kehon asentoa ja työskentelyä. Istuimen ja työpöydän toimivuus ja mukavuus testataan työskentelemällä tavanomaisesti tietokoneella, sekä paperia ja kynää käyttäen. Testin aikana perehdytään muun muassa istuinkorkeuteen, työtason korkeuteen sekä istuin- ja selkänöjakulmaan. Pyrin huomioimaan keskivertohenkilön kehon mittasuhteet. Käytännön testaus on viime kädessä tärkein ja luotettavin informaation hankinnan keino ja sen tulee sisältyä jokaisen suunniteltavan kohteen kehitykseen.



## 2 SUUNNITTELU TYÖ

### 2.1 Luonnostelu ja hahmotelmat

Ensimmäiset hahmotelmat mallistosta tehtiin henkilökohtaisena projektina vuonna 2003 muotoilun opintojen yhteydessä. Tällöin keskeisinä päämäärinä olivat yksilöllisen muodon esille saaminen ja malliston yhtenevä teema. Luonnokset jäivät arkistoon muutamaksi vuodeksi, kunnes toimiva ja kokonaisuudeksi sitova teema alkoi muodostua.

Suunnittelu aloitettiin perinteisesti paperille luonnostelemalla, joka omalla kohdallani on osoittautunut kautta linjain käytännöllisimmäksi vaihtoehdoksi uutta huonekalua kehitellessä. Luonnosten joukosta poimin muodoiltaan sopusuhtaiset ideat, joiden linjoja aloin vähitellen hioa. Hahmottelua jatkettiin kunnes löysin ilmeeltään ja rakenteeltaan toteutettavaksi sopivan ratkaisun. Samalla pyrin kiinnittämään huomiota myös rakenteen vakauteen ja käytännölliseen toteutukseen.

Käsivaralla paperille toteutetun suunnittelun jälkeen mallinsin syntyneen kokonaisuuden 3D-mallinnusohjelmalla. Rhinoceros 3.0 (opiskelijalisenssi Mikkelin Ammattikorkeakoulu, 2003) tarjoaa monipuoliset valikot ja interaktiiviset näkymät muotojen tarkkailuun ja muokkaamiseen. Valitsin kyseisen ohjelman, koska käyttöliittymä oli miellyttävä ja yksinkertainen. Tietokoneavusteisesti mallinnettaessa pääsee pureutumaan muodon ja rakenteen vuorovaikutussuhteeseen, ja näin ollen optimoimaan dimensioita suuntaan, joka tukee myös visuaalista ilmettä.

Ensimmäisten luonnosten jälkeen siirryin käyttämään Autocad 2007 (opiskelijalisenssi Lahden Ammattikorkeakoulu, 2009) ohjelmaa, jolla mallinsin päivitetty versiot huonekalumalliston tuotteista. Näissä versioissa kiinnitin huomiota erityi-

sesti muotoilun keveyteen, sillä kokemuksesta osasin odottaa osista tulevan helposti liian raskaita.

## 2.2 Muotoilu

Suunnittelutyössäni pyrin ennen kaikkea keveyteen ja ryhdikkyuteen. Suunniteltavalla kokonaisuudella tulee myös mielestäni olla selkeä ilme, voisi puhua myös eräänlaisesta luonteesta. Katsojan saamaa ensivaikutelmaa ja siitä seuranneita miellelyhtymiä on vaikea muokata kohtaamisen jälkeen.

Uutta huonekalua suunnitellessa pyrin pitämään yllä tietynlaista jännitystä. Tähän seikkaan voidaan vaikuttaa esimerkiksi mitoituksen rytmillä, materiaalivalinnoilla, rakenteellisella toteutuksella sekä muilla teknisillä ratkaisuilla. Huomioitakoon, että jännitystä ei haeta suunniteltavan kohteen funktionaalisuuden kustannuksella. Perinteiset tyylit ja tekniikat ovat käyttökelpoisia, mutta monesti esteettisesti hieman tylsiä. Uuden rakenteen tai muodon etsiminen jättää tilaa tuoreelle ajattelulle.

Henkilökohtainen muotoilullinen näkemykseni perustuu vuorovaikutuksen osapuolia kunnioittavaan, kutsuvaan ja käyttäjälähtöiseen ilmeeseen. Huonekalussa tulee myös olla selvä punainen lanka, joka erottaa kokonaisuuden muista markkinoilla olevista tuotteista. Tuotesemantiikka (tuotteen funktion ja ilmeen vuorovaikutus) on huonekaluja valmistettaessa varsin merkittävässä roolissa. Miellyttävä ja kontaktiin houkutteleva kokonaisuus saa aikaan mieleen painuvan kokemuksen käyttäjässä.

Eniten suunnittelutyötä ja syventymistä vaati istuimen suunnittelu. Istuin on hyvin inhimillinen objekti ja sen käyttökokemus on erittäin kokonaisvaltainen sekä yksilöllinen. Tämä on huomioitava ergonomisissa seikoissa, kuten mm. istuin- ja selkänöjakulmassa sekä istuin-osan ja käsinojan korkeudessa. Myös materiaalivalinnat ovat merkittävässä roolissa.

Ensimmäinen kontakti tuolia lähestyessä on yleisesti visuaalinen. Tässä vaiheessa henkilö luo mielikuvan istuimesta ja sen olemuksesta näköhavainnon perusteella. Tuolilla tulee olla selkeä luonne ja muotokieli, joka herättää mielipiteitä katsojassa. Tämä saavutetaan mitoituksen ja mittasuhteiden rytmillä. Vuorovaikutus istujan ja tuolin välillä on usealla tavalla aistikas, sekä hyvin intiimi kokemus.

Istuttaessa kontakti on ennen kaikkea ruumiillinen. Tuolin tulee kutsua käyttäjää kokemaan sen luonne niin esteettisessä, kuin fyysisessäkin mielessä. Istuttaessa hyvä istuin tukee kehoa ergonomisesti oikein ja luo näin mielihyvän tunnetta. Istumakontakti tapahtuu sekunnin murto-osissa. Tänä aikana istuimen tulee tukea kehoa tasapuolisesti joka suunnalta. Toisin sanoen istuin tukee tällöin henkilöä tavalla, jossa keho on lepotilassa. Istuimukavuus istuimia suunniteltaessa on aina etusijalla.

Ergonomisen mitoituksen ja yleisen istuinkokemuksen jälkeen huomiota voidaan kiinnittää myös muihin esillä oleviin asioihin, kuten materiaalin tekstuuriin, pehmeeseen ja kosketukseen.

### 2.3 Rakenteellisen suunnittelun ja muotoilun vuorovaikutus

Rakenteen vakaus ja lujuus ovat varsin dominoivassa asemassa huonekaluja suunniteltaessa ja toteutettaessa. Ilman oikeaoppista teknistä toteutusta muodolla on vain esteettinen merkitys, sillä käytännön toteutus on erittäin vaikeaa tai miltei mahdotonta. Ihanteellista on hakea muodon ja teknisen toteutuksen sopusointu, jossa molemmat tukevat toisiaan symbioottisessa ja tasapainoisessa suhteessa.

Henkilökohtaisesti suunnittelutyöni lähtee muodon etsimisestä ja kappaleen ilmeen muokkaamisesta suuntaan, joka miellyttää silmää. Mitä todennäköisimmin muotoja joudutaan modifioimaan suuntaan, joka antaa kokonaisuudelle myös riittävän rakenteellisen tukevuuden. Huonekalumallistoa hahmotellessa on pidettävä mielessä yhtenevä teema, joka sitoo yksittäiset tuotteet ryhmäksi.

Sisustustavaroita suunniteltaessa komponenttien mittasuhteet ovat tärkeässä roolissa. Ne luovat tuotteen ilmeen ja käyttömukavuuden. Varsinaista sääntöä mittaamiseen ei ole, sillä oikean muodon ja mittojen rytmin löytäminen on visuaalinen ja varsin yksilöllinen näkemys. Viime kädessä komponenttien dimensiot määräävät tuotteen lujuuden ja käytännön rasituksen sietokyvyn. Tässä on pyrittävä tilanteeseen, jossa osien vahvuus on käyttötarkoitukseen riittävä, mutta ei maksimaalista varmuutta tavoitteleva ylilyönti. Rakenteelliseen suunnitteluun harjautuu pitkälti kokemuksella.

#### 2.4 Valmistusprosessi ja sen tehokkuuden optimointi

Haasteena muotoilun ja teknisen toteutuksen ohella on valmistusprosessin soveltaminen tuotantoon tavalla, joka on ennen kaikkea kustannustehokas, sekä huomioi tuotteen rakenteellisen luotettavuuden ja työn laadun vaivattoman ylläpidon. Tavoitteena on saada yksinkertaisilla valmistusteknisillä toimenpiteillä muotoilullisesti ja rakenteellisesti edistynyt kokonaisuus. Voidaan puhua myös raaka-aineen arvon nostamisesta. Oikealla rakenteellisen suunnittelun ja muotoilun vuorovaikutuksella saadaan aikaan objekti, jolla on selkeä arvo ja tarkoitus.

### 3 ISTUIN

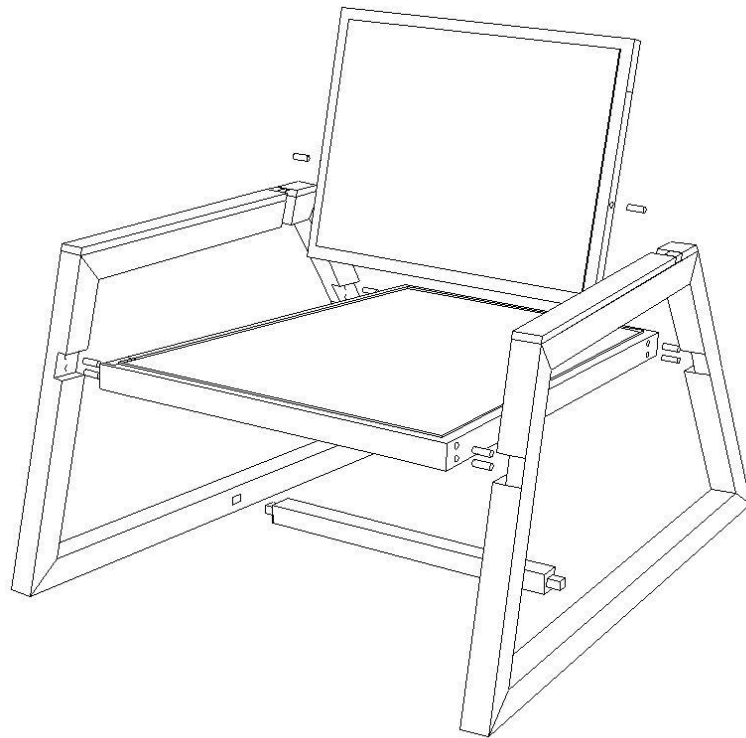
#### 3.1 Suunnittelu ja lähtökohdat, proto 1

Seuraavassa käydään lyhyesti läpi istuimen ensimmäisen mallin (proto 1) toteutus ja päämäärät. Istuimen ensihahmotelmat tehtiin Mikkelin Ammattikorkeakoulussa henkilökohtaisena projektina vuosina 2003 – 2005. Käytössä olivat ohjelmat Autocad 2004 ja Rhinoceros 3.0 (2002) opiskelijalisensseillä. Testasin suunnittelutyön ideoita käytännössä, sekä perehdyin samalla mallinnusohjelmien realistisuuteen.



KUVIO 2. Ensimmäinen toteutettu proto

Suunnittelutyö ja kyseessä olevan istuimen perimmäinen olemus perustuu käsinoja-elementin muotoon, joka antaa rakenteelle sen tukevuuden (kuvio 2). Tämän niin sanotun sivuelementin ympärille on suunniteltu muu kokonaisuus. Selkänojan ja istuinosan liittäminen on pyritty tekemään mahdollisimman vaivattomaksi, kuitenkin silmällä pitäen liitoksen tyylikkyyttä ja rakenteellista tukevuutta. Tämä saavutetaan varsin yksinkertaisella toteutuksella. Elementtiin ajetaan 10 mm:n syvyiset suorakulmaiset upotukset. Kokonaisuus tapitetaan 8 x 50 mm poratapein, liimataan ja puristetaan kasaan kierre-puristimilla. Liimauksen jälkeen sivusarjan liitos vahvistetaan 5 x 50 mm:n harvakierteisillä huonekaluruuveilla.



KUVIO 3. Isometrinen räjäytyskuva ensimmäisestä protosta

Rakenne on tukeva mikäli liitokset on tehty riittävällä tarkkuudella. Tällöin komponentit istuvat liitokseen tukevasti ja kokonaisuus sietää räsitusta. Sivuelementin metritavaran dimensio on 45 x 45 mm (kuvio 3).

Yksi lähtökohdista oli suunnitella istuin, joka on helppo valmistaa sekä samalla ryhdikäs ja mittasuhteiltaan siro. Todettakoon, että näitä tavoitteita ensimmäinen proto ei saavuttanut. Tutustuin sen avulla lähinnä osien mitoituksen rytmiin ja 3D-mallinnusohjelmien luotettavuuteen ja realistisuuteen. Protoa tehdessä huomasin istuimen mitoituksen liian massiiviseksi, toisin sanoen osat olivat liian paksuja. Myös kuusi raaka-aineena osoittautui virheelliseksi sen alhaisen tiheyden ja kovuuden takia. Lisäksi tuotteen valmistaminen oli hidasta verhoilun, pehmustuksen ja muun prosessin osalta.

Suunnittelutyön keskeisimpänä päämääränä oli rakenteen tukevuus, sekä osien mittasuhteiden mallintaminen. Toimivaksi havaittu sivusarjan muoto mahdollistaa riittävän liitospinta-alan ja vakauden. Se on valmistettavissa tavallisimmilla puun-työstökoneilla. Sivuelementin komponentit liimattiin tarkoitusta varten tehdyllä, peltipuristimen periaatetta hyödyntävällä panta-mallisella puristimella (kuvio 4). Saman voi toteuttaa sarjatuotannon kannalta myös paine-ilma sylintereillä, jotka puristavat aihion muotti-jigiin.



KUVIO 4. Sivusarjojen liimaus PVAc-liimalla (D3)

Liimaus tapahtui isona aihiona, josta voi myöhemmin ajaa useita absoluuttisen symmetrisiä kappaleita. Elementti halkaistaan sirkkelillä pystysuunnassa, lopuksi myös hionta tehdään leveänauha-hiomakoneella.

Sivusarjan liitoksiin sopii lamello-liitos, joka sitoo kappaleet. Proton valmistuksessa käytettiin kuitenkin ruuveja, jotka nekin toimivat mainiosti. Ruuveja käytettäessä rakenne vaatii käsinojan yläpintaan peitelistan, joka peittää alleen ruuvinkannat. Lopputuloksena voidaan pitää ilmeeltään yhtenäistä kokonaisuutta. Tekniset vaatimukset kuten valmistettavuus, mittasuhteet ja ergonomia eivät saavuttaneet haluttua tasoa. Lepokäyttöön suunnitellusta istuimesta tuli melko kömpelö ja painava, joskin tukeva kokonaisuus (kuvio 5). Tukevuutta lisää olennaisesti istuimeen syntyvä kolmiomainen rakenne, johon palataan päivitetyn istuinmallin yhteydessä.



KUVIO 5. Tuolin istuinkorkeuden ja kulman testaus, proto 1



### 3.2 Muodon ja mittasuhteiden päivitys, proto 2

Aloitin päivitetyn version suunnittelun vuonna 2008. Ensimmäisen istuin-mallin esille tuomat ongelmakohdat helpottivat mittojen ja muodon muokkaamista. Muoto muutettiin kevyemmäksi ja ryhdikkäämmäksi. Sivusarjan dimensio laskettiin 32 x 32 mm:iin. Materiaaliksi valittiin vähäoksainen koivu. Jalkojen ollessa enemmän pystyssä rakenne sietää suurempaa räsitusta vertikaalisessa suunnassa. Lisäksi jalkoja yhdistävä alatuki jätettiin pois. Kyseinen alatuki lujittaa rakennetta olennaisesti, joten yläosan kulma-liitos joudutaan korvaamaan vahvemmallalla 8 mm loviliitoksella.

Päivitetystä sivuelementistä (proto 2) loviliitos on keskitetty symmetrisesti loveuksen mukaan liitettävien kappaleiden kesken, jolloin maksimoidaan loveusten liima-pinta-ala (kuvio 6). Liitoksiin jätetään 2 mm ylimääräistä pituutta, joka hiotaan pois viimeistelyvaiheessa nauhahiomakoneella. Samoin sivusarjan paksuutta ohennetaan tasohiomakoneella 32 mm:iin saakka. Liiman levitykseen ja sen tarkkuuteen ei tarvitse kiinnittää huomiota, sillä elementti hiotaan kauttaaltaan koneellisesti liimauksen jälkeen. Elementin toisella sivulla on tammi-lista.



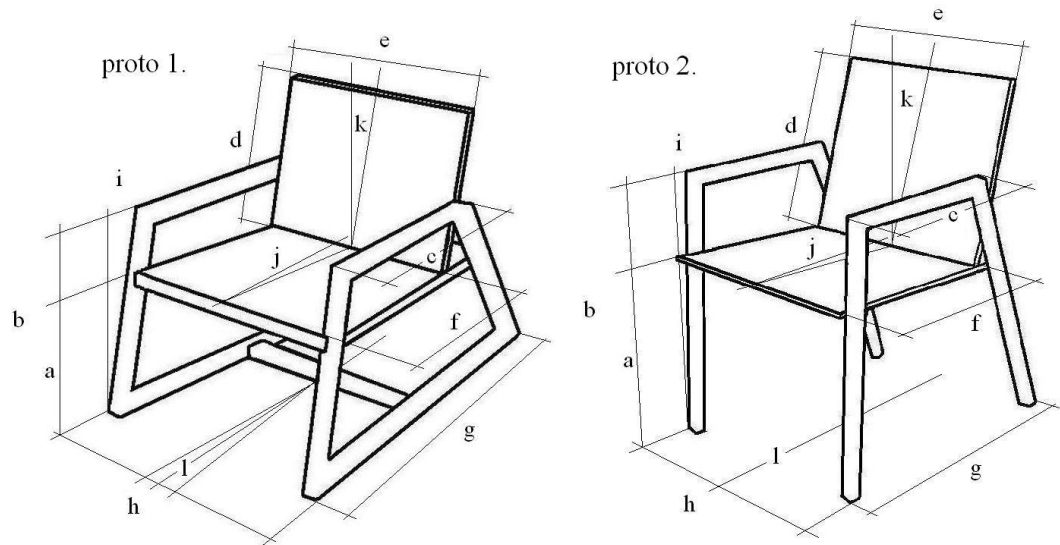
KUVIO 6. 8 mm:n loviliitos liimauksen jälkeen

Sivuelementti soveltuu massatuotantoon, sillä työvaiheet on saatu verrattain yksinkertaisiksi ja koneellisiksi. Liimauksen kriittisin ja huomioitavin vaihe on varmistaa, että kaikki elementin osat ovat identtisiä mitoiltaan ja kulmiltaan. Lisäksi varmistetaan, että loviliitos istuu hyvin. Teollisessa sarjatuotannossa istuinten liimaaminen ja puristaminen toteutettaisiin tarkoitusta varten tehdyillä muottijigeillä, joissa on sivusarjan vakion muodon takaavat mittatarkat ohjurit. Puristaminen tapahtuu tällöin paineilma-sylintereillä. Protoa tehdessä käytettiin normaaleja kierrepuristimia.

Jalka- ja istuinelementin sekä selkänojan muodostama kolmiorakenne (istuimen takaosassa) luo tuolin vakauden ja tukevuuden. Kaikki komponentit tukevat toisiinsa (kuvio 7).



KUVIO 7. Kasatut istuimet, proto 2. (liitos: malli 1)



KUVIO 8. Istuimen proto 1, sekä päivitetty versio proto 2

Proto 1		Proto 2			
istuinkorkeus	<b>a</b>	<b>392</b>	istuinkorkeus	<b>a</b>	<b>431</b>
käsinojan korkeus maasta	<b>b</b>	<b>550</b>	käsinojan korkeus maasta	<b>b</b>	<b>620</b>
käsinojan pituus	<b>c</b>	<b>584</b>	käsinojan pituus	<b>c</b>	<b>416</b>
selkänojan korkeus	<b>d</b>	<b>430</b>	selkänojan korkeus	<b>d</b>	<b>440</b>
selkänojan leveys *	<b>e</b>	<b>576</b>	selkänojan leveys*	<b>e</b>	<b>485</b>
istuin syvyys	<b>f</b>	<b>495</b>	istuin syvyys	<b>f</b>	<b>423</b>
jalkojen syvyys	<b>g</b>	<b>1050</b>	jalkojen syvyys	<b>g</b>	<b>661</b>
tuolin koko leveys	<b>h</b>	<b>734</b>	tuolin koko leveys	<b>h</b>	<b>549</b>
sivuelementin kulma	<b>i</b>	<b>15°</b>	sivuelementin kulma	<b>i</b>	<b>4°</b>
istuinkulma	<b>j</b>	<b>3°</b>	istuinkulma	<b>j</b>	<b>4°</b>
selkänojan kulma	<b>k</b>	<b>15°</b>	selkänojan kulma	<b>k</b>	<b>21°</b>
sivuelem. välinen kulma	<b>l</b>	<b>10°</b>	sivuelem. välinen kulma	<b>l</b>	<b>0°</b>

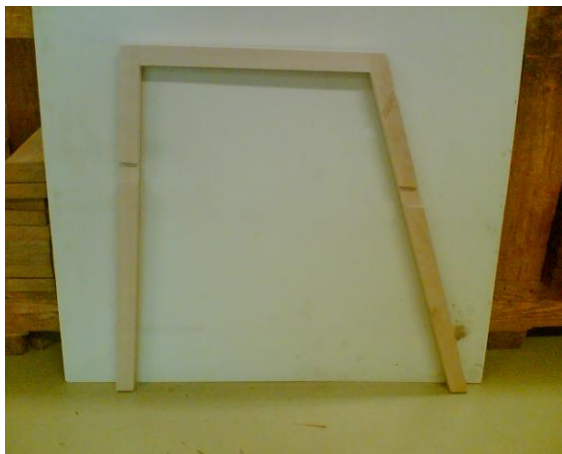
\* samalla myös istuinleveys.

KUVIO 9. Istuinten mitat

Valmistusprosessi soveltuu niin verstaalle, kuin teolliseen massatuotantoon. Sivusarjan aihion metritavara on nopea valmistaa. Päämääränä on saada aikaan noin 38 x 38 mm aihio, jonka toisella kyljellä on 4 mm paksu tammi-lista. Listan liimaus tapahtuu kuin normaali liimalevyn valmistus, lukuun ottamatta liimaa erillisten kappaleiden välissä. Lista elävöittää tuolin ulkonäköä ja suojaa sivuelementin ulkoreunaa kolhuilta.

Istuin-osan ja selkänojan liittäminen toteutetaan kuten ensimmäisessä protossa (kuviot 8 ja 9). Elementit liitetään toisiinsa harvakierteisillä huonekaluruuveilla (5 x 50 mm) liimauksen jälkeen. Ruuveina käytetään kuusio-kolo-ruuveja. Kyseisen ruuvimallin valinta on harkittu, sillä perinteinen ristipäinen ruuvimalli antaa helposti halvan vaikutelman.

Istuimen vaneri (sekavaneri BB/WG 12 mm) itsessään on liian ohut antamaan riittävää tukea istuinkomponentille. Istuinosan liitosten ja rasituksen sietokyvyn vuoksi vanerin pohjaan liimataan 24 x 38 mm paksut ristikkäiset tuet sekä poikittaissuuntaiset tuet (kuvio 11). Etummaisena poikittaisen tuen koko on 24 x 32 mm ja takimmaisena 24 x 43 mm (muoto: suunnikas). Istuinelementti upotetaan sivuelementtiin (kuvio 10).



KUVIO 10. Sivuelementti liitosten upotukset työstettynä



KUVIO 11. Istuinosan levyä tukevoittavat ristikkäiset ja poikittaiset tuet (liitos: malli 1)

### 3.2.1 Rakenteellinen toteutus

Seuraavassa käydään yksityiskohtaisesti lävitse päivitetyn version proto 2 valmistuksen työvaiheet.

Koivu sahatavarasta sahataan ja höylätään dimensioltaan 34 x 38 mm kokoista rimaa. Samoin tammesta (raaka-aineena 10 x 145 mm seinäpaneeli) sahataan ja höylätään mitallistettua listaa. Rimoja ja listoja liimataan liimalevyn valmistamisen periaatteella, useita kerrallaan. Liimaaminen tapahtuu kiskomaisilla kierrepuristimilla. Liimauksen jälkeen syntynyt aihio höylätään tasohöylällä kokoon 32 x 33 mm. Tammella listoitettua sivua ei höylätä.

Mitallistamisen jälkeen kappaleet sahataan lähelle lopullista mitta sirkkelillä. Samalla sahataan myös jalkojen lattiaa koskevat päädyt oikeaan kulmaan. Sirkkelin terän tulee olla hyvässä kunnossa, jotta vältetään puun repeämiseltä sahattaessa. Kyseisessä tapauksessa kulman voi lisäksi viimeistellä oikeaan pituuteen nauhahiomakoneella, jolloin mahdolliset repeämät voidaan välttää.

Loviliitos työstetään alajyrsimellä. Huomioitakoon, että jyrsimen asetteen tekoon vaaditaan noin 1,0 m ylimääräistä työstettävää materiaalia. Lisäksi työstettävien kappaleiden taakse on asetettava dimensioltaan samankokoinen kappale tukemaan jyrsittävää kohtaa. Tämä ehkäisee terän aiheuttamaa repimistä. Tukemiseen tarvitaan kaiken kaikkiaan noin 0,5 m ylimääräistä materiaalia (tai muuta vastaavaa puuta). Liitosten jyrsinnän jälkeen on vuorossa loviliitosten liimaus, joka protoa tehdessä tapahtui vakioimitat takaavan ohjainlevyn päällä (kuvio 12).

Istuinelementti koostuu istuinlevystä (12 mm BB/WG sekavaneri), poikittaisista etu- ja takasarjoista sekä ristikkäisistä tuista. Tukien kiinnitys PVAc-liimalla D2. Myös selkänoja valmistetaan 12 mm sekavanerista.



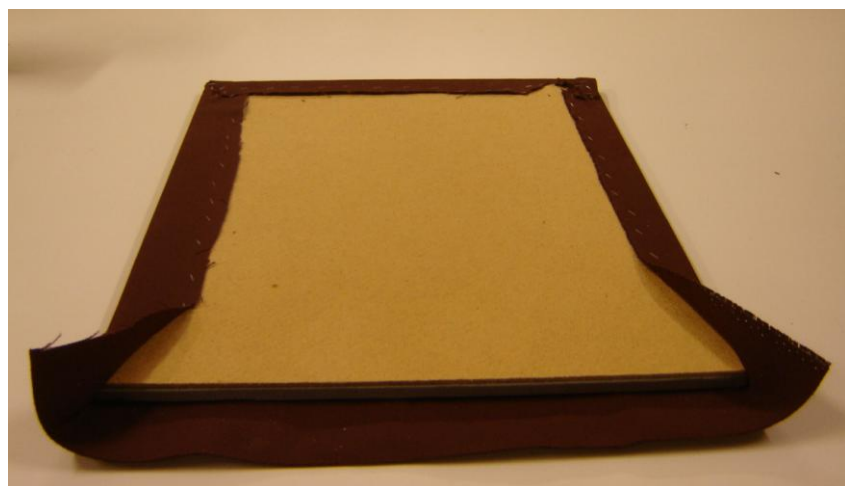
KUVIO 12. Sivuelementin liimaus. Levyssä elementin mukainen kuvio, jolla varmistetaan mittatarkkuus



Verhoilu suoritetaan erilliselle pehmustetulle levyllä, joka liimataan puiseen istuin-osaan. Pohjalevynä toimii 3,2 mm kovalevy. Sahatun levyn avulla valueristeestä leikataan sopiva pala. Liimana käytetään spray-liimaa, joka liimaa puuta ja muita luonnonmateriaaleja. Liima levitetään kummallekin levyllä ja sen annetaan haihtua noin 5 min. Tämän jälkeen pehmusteeksi tuleva valueriste sekä kovalevy painetaan kauttaaltaan yhteen.

Verhoilua varten kankaasta leikataan pehmustetun levyn muotoinen pala, jonka jokaisella reunalla on noin 5 cm ylimääräistä kangasta niittausta varten. Kangas niitataan levyn alapintaan verrattain kireälle. Levy pyritään verhoilemaan niin, ettei kankaan saumoja juuri jää näkyviin ulkopinnoille. Selkänojan pehmuste valmistetaan samalla periaatteella, molempien kokonaispaksuus on 15 mm. Kriittisimmät seikat verhoilun kannalta ovat kankaan sopiva kireys, sekä näkyviin jäävien kulmien taittaminen levyn alle (kuvio 13).

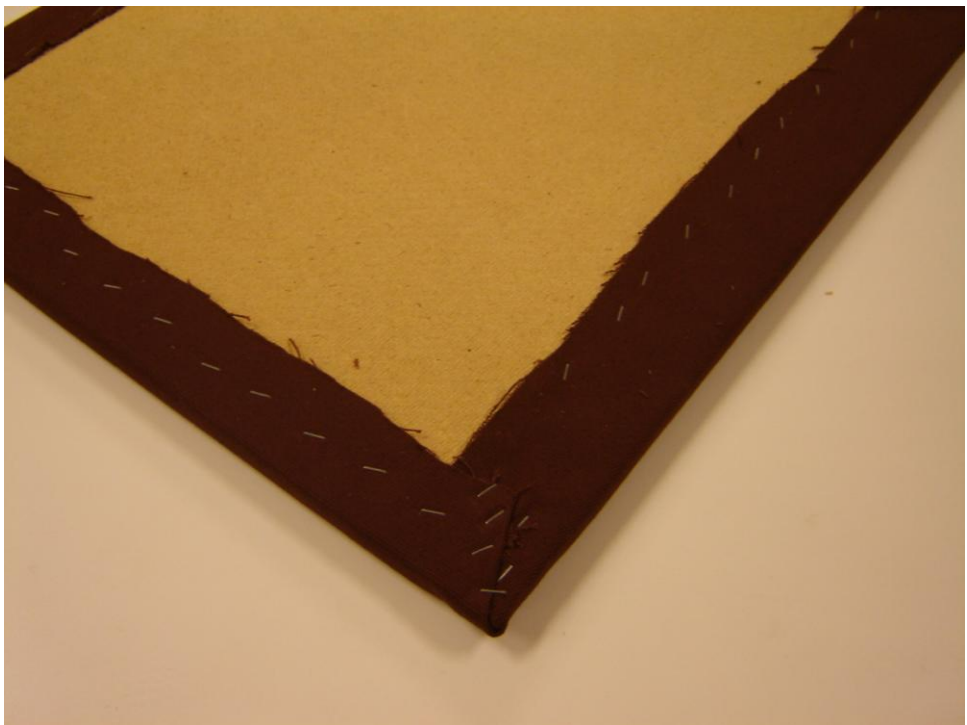
Verhoilumateriaaliksi valittiin kulutusta kestävä ja ristiin sidottu, sävyltään ruskea puuvilla-kangas. Kulutusta kuvaava Martindale-lukema kankaalle on 22 500. Kulutuksen sieto on riittävä kotikäyttöön. Julkisiin tiloihin lukeman tulisi olla vähintään 50 000 (kuvio 14 ja 15).



KUVIO 13. Istuinlevy. Kovalevyn paksuus 3,2 mm, valueristeen 10 mm



KUVIO 14. Verhoiltava selkänöja-elementti. Kokonaispaksuus 15 mm



KUVIO 15. Verhoiltu selkänöjaelementti



Prosessi vaiheittain: (liitos: malli 1)

Sivuelementti:

1. 34 x 38 metritavaran höyläys, koivu.
2. 4 x 38 mm listan höyläys, tammi.
3. Listan ja koivu-riman liimaus liimalevy-periaatteella, useita kerrallaan (lista 38 mm leveälle sivulle) PVAc D2.
4. Liimatun rimän (38 x 38 mm) höyläys dimensioon 32 x 33 mm.
5. Kappaleiden sahaus lähelle lopullista mitta. Lisäksi jalkojen kulmaan sahaus.
6. Loviliitos jyrsimellä, 8 mm loveus. Liitokseen 2 mm ylimääräistä pituutta.
7. Elementin kasaus, loviliitosten liimaus muotti-jigissä, PVAc D2.
8. Liimatun elementin hionta paksuuteen 32 mm leveänauhahiomakoneella.
9. Liitosten päiden tasaus nauhahiomakoneella. Lisäksi hiotaan myös liitosten suuntaiset tasopinnat.
10. Istuin-osan ja selkänojan upotusten ajo (10 mm) sirkkelillä (cnc-kone teollisessa tuotannossa).

Istuinosa:

1. Istuinlevyn (sekavan. BB/WG 12 mm) sahaus kokoon 510 x 540 mm.
2. Takimmaisen poikittaisen alatuen höyläys 24 x 43 mm, koivu.
3. Takimmaisen alatuen kulmaan höyläys, vain toinen sivu 22 °.
4. Etu-osan poikittaisen alatuen höyläys 24 x 32 mm, koivu.
5. Ristikkäisten alatukien höyläys 24 x 38 mm , koivu.
6. Alatukien sahaus mittaan ja kulmaan istuinlevyn mukaan, upotusten työstö.
7. Alatukien liimaus, PVAc D2.
8. Liimatun istuin-komponentin takaosan sahaus sivuelementin mukaiseen kulmaan 22 °. Samalla myös elementin kokoonpanomittaan sahaus.
9. Istuin-elementin kylkien hionta nauhahiomakoneella (kevyt työstöjälkien poisto).

Istuinosan verhoilu:

11. Kovalevyn sahaus mittaan, valueristeen leikkaus ja liimaus spray-liimalla.
12. Kankaan leikkaaminen verhoiltavaksi.
13. Verhoilu (7 mm hakaniitti).

Selkänoja:

1. Levyn sahaus kokoon 460 x 505 mm.
2. Kulmaan ja mittaan sahaus leveältä sivulta, 17 °. Levyn pituuden sahaus 440 mm.
3. Suorakulmaisten kylkien hionta, (kevyt työstöjälkien poisto).

Selkänojan verhoilu:

11. Kovalevyn sahaus mittaan, valueristeen leikkaus ja liimaus spray-liimalla.
12. Kankaan leikkaaminen verhoiltavaksi.
13. Verhoilu (7 x 10 mm hakaniitti).

(Tukevat kulmapalat, liitos: malli 3)

Luvussa 3.3.2 esitetty ja päivitetty liitoksen malli vaatii vanerista valmistetut kulmapalat vahvistamaan sivu- ja istuinelementin välisen liitoksen. Kulmapalojen valmistus cnc-koneella.

### 3.2.2 Kokoaminen

Tuoli (liitos: malli 1) kootaan käyttäen PVAc D2- liimaa, puristimia ja harvakier-teisiä 5 x 50 mm huonekaluruuveja. Ensimmäisenä liitetään istuinkomponentti, jonka jälkeen selkänoja painetaan istuinosaan ja jalkaelementin uriin. Huonekalu-ruuvit kiinnitetään esireikiä käyttäen liiman kuivumisen jälkeen. Selkänoja kiinni-tetään istuinosaan sen alta lisäksi neljällä 3,5 x 40 mm puuruuvilla. Tämä kasvat-taa kokonaisuuden rasituksen sietokykyä. Kiinnitykseen voidaan käyttää myös poratappeja, jotka ovat julkiasun kannalta edustavampia.

### 3.2.3 Yksityiskohdat

Jokainen yksityiskohta on harkittu niin muotoilun, kuin teknisen toteutuksen kan-nalta. Huomioitavia, lähinnä muotoilullisia seikkoja olivat mm. selkänojan korke-us, verhoilu- ja pehmustusmateriaalin valinta sekä tammi-listan käyttö jalkaele-mentin sivuilla. Tamminen lista lisää istuimen linjakkuutta (kuvio 16).

Ristikkäisiä tukia ei liimata istuinlevyn reunan välittömään läheisyyteen, vaan ne jätetään katseelta piiloon 50 mm etäisyydelle vanerin reunasta. Poikittaiset tuet puolestaan liimataan koko leveydelle, sillä niiden avulla liitetään sivuelementit (kuvio 17). Ristikkäiset tuet on lisäksi upotettu ja liimattu toisiinsa, jolloin saavu-tetaan maksimaalinen kestävyys.



KUVIO 16. Lakattu sivuelementti (nitroselluloosalakka)



KUVIO 17. Istuinosan etummainen liitos, huonekaluruuvi 5 x 50 mm (malli 1)



KUVIO 18. Tuolin takaosan rakenne



KUVIO 19. Tuolin sivuprofiili ilman verhoilua

Istuimen valmistuksen ensisijainen päämäärä oli saavuttaa ergonominen ja ryhdikäs muoto, sekä luja rakenne (kuviot 18 ja 19). Pintakäsittely toteutettiin ensimmäisen liitoksen mallin osalta purkitetulla spray-lakalla. Lakkaus suoritettiin lähinnä istuimen ulkonäön ja pinnanlaadun mallintamiseksi.

Rakennusprosessin ohella testasin tuolin ulkonäköä ja istuinmukavuutta myös matalammalla selkänojalla. Normaalin tuolin selkänojan korkeus pinnan kaltevuuden mukaan mitattuna on 440 mm. Tutkin kuinka selkänojan korkeuden muutos vaikuttaa tuolin ergonomiaan ja ulkonäköön (kuvio 20).



KUVIO 20. Tuolin selkänojan korkeus 390 mm

Johtopäätös: Selkänojan korkeuden laskeminen 50 mm:llä ei tuottanut toivottua tulosta enempää ulkonäön kuin istuinmukavuudenkaan puolesta. Selkänoja tuntui epämukavalta verrattuna korkeampaan vaihtoehtoon.

### 3.2.4 Koottavuus

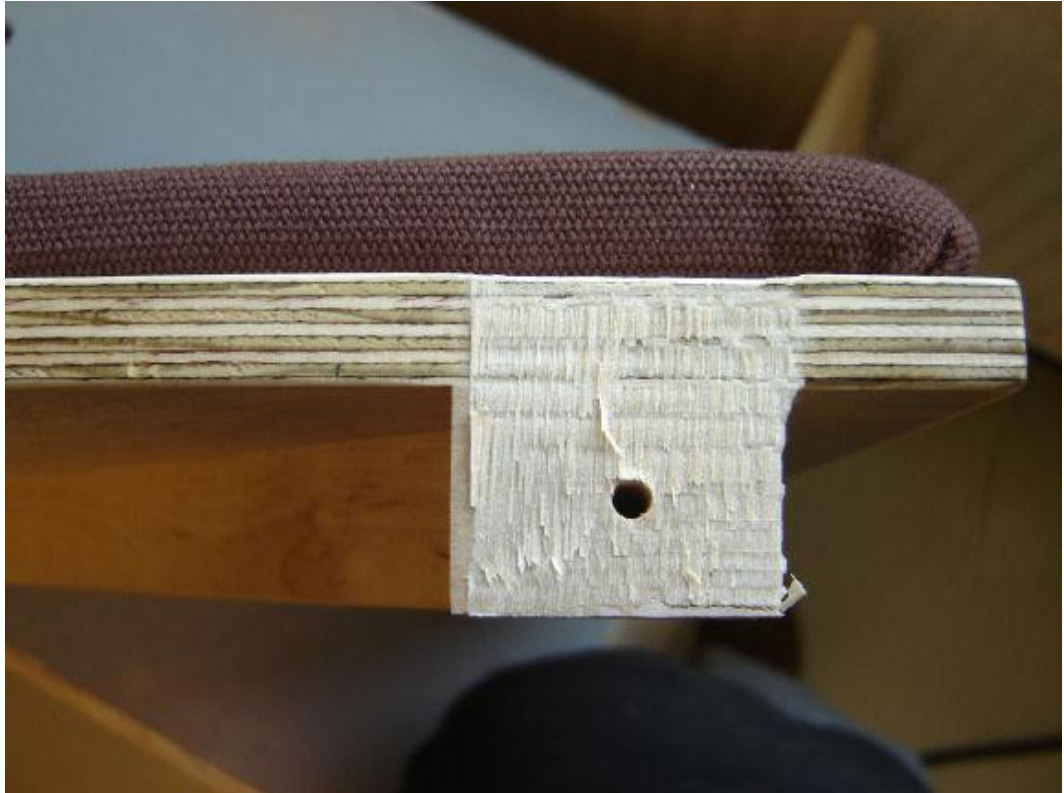
Tuoli on varsin haasteellinen toteuttaa irtonaisina osina, joista ostaja voi sen koota. Sivuelementin ja selkänojan, sekä istuimen välisien liitoksien pinta-alaa joudutaan kasvattamaan tavalla, joka ei palvele tuolin alkuperäistä muotoa. Elementtien kiinnitys toteutettaisiin tällöin istuinelementin osalta pultin ja tappimutterin sekä tapituksen avulla. Selkänoja kiinnitetään puolestaan huonekaluruuvilla. Pultit kierretään kiinni sivuelementtien kyljiltä. Kyseisellä menetelmällä kasatun tuolin rasiituksen sieto on hyvin kyseenalainen, sillä liitokset eivät ole kovin kiinteitä. Pulttien löystyessä elementtien välinen liike tekee liitoksista väljiä. Luvussa 3.3.2 esitellyn kulmapalan avulla istuimen liitoksista saadaan verrattain vahvoja myös asiakkaan toimesta kasattuna.

### 3.3 Liitosten ja dimensioiden päivitys

ISO 7173-standardin mukaan esikoestettua tuolia tutkiessa päädyin vahvistamaan liitoksia tapituksin sekä ruuvien avulla. Kiinnitys huonekaluruuvilla ja sivusarjan upotuksella ei tarjoa riittävää liitospinta-alaa ja tukevuutta ääritilanteissa.

Lisäksi huomasin sivuelementtiin työstettyjen upotusten pintojen olevan epätasaisia. Sirkkelillä työstettyjen upotusten pintojen ollessa rikkinäisiä ja hauraita, liima ei sitoudu halutulla tavalla puuaineeseen (kuvio 21).

Liitoksista saadaan kestävämpiä, mikäli ne työstetään cnc-koneella tappiterää käyttäen. Tällöin pinnoista saadaan tasaisia ja elementtien liitosten välille ei jää kantavaa puuainesta.

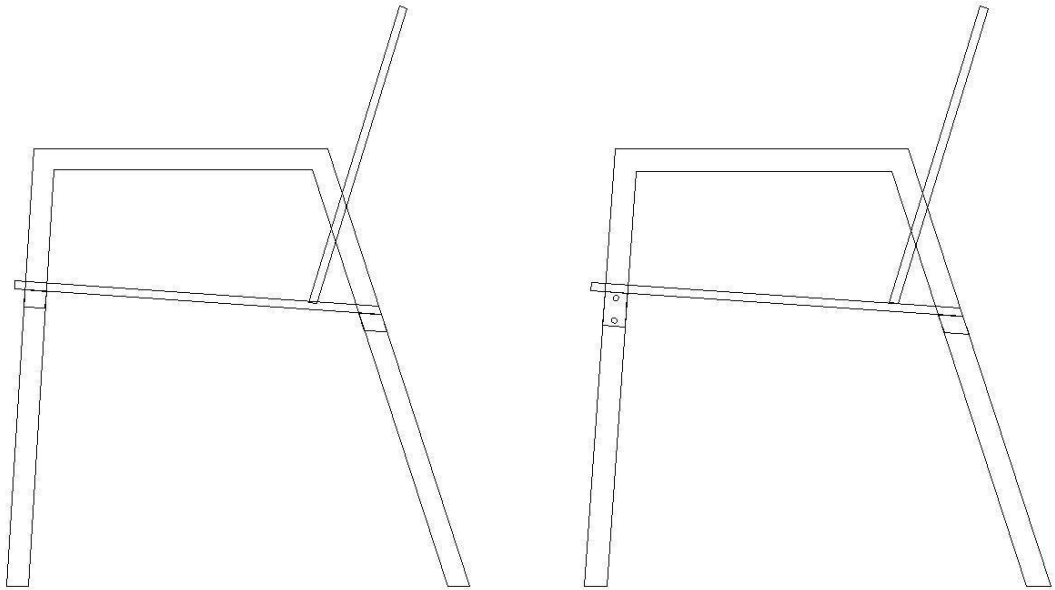


KUVIO 21. Koestuksen jälkeen avattu etusarjan liitos (malli 1)

Istuimen esikoestuksen jälkeen nostin istuinlevyä tukevan poikittaisen etutuen dimension 24 x 32 mm:stä 32 x 48 mm:iin. Liitokseen tehdään upotuksen lisäksi 8 x 50 mm:n tapitus, joka vahvistetaan ja lukitaan huonekaluruuvilla. Tuolin kaikki liitokset vahvistetaan kyseisillä ruuveilla, istuinosan liitokset 7 x 70 mm ruuvilla ja selkänojan liitos 5 x 50 mm ruuvilla. Istuimen takaosan poikittaisen tuen dimensio pysyy samana (24 x 43 mm). Huonekaluruuvit asennetaan esireikiä käyttäen istuinosaan ja selkänojaan.

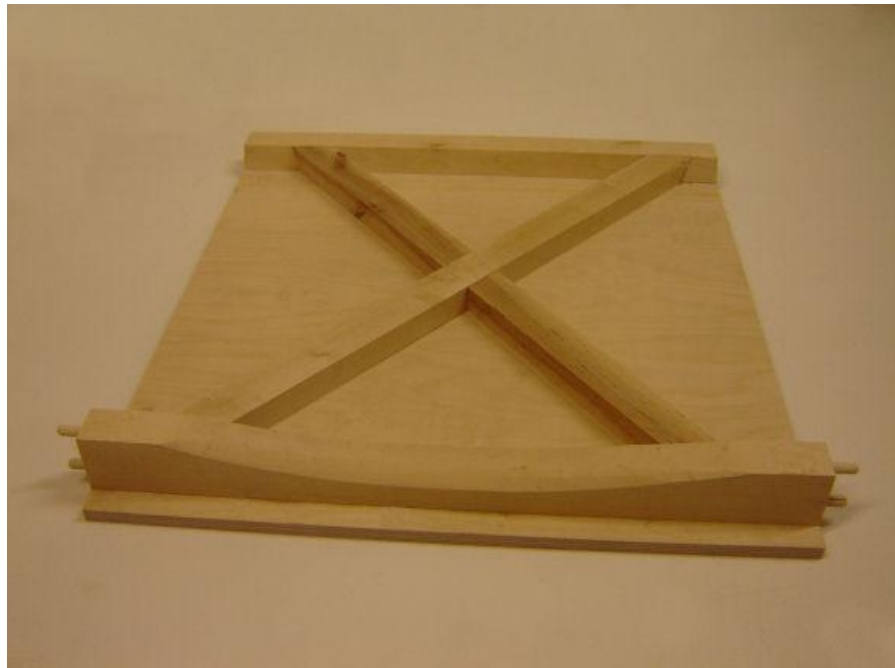
Liitosten päivittäminen oli varsin ilmeinen ja välttämätön ratkaisu toisen proton lähemmän tarkastelun jälkeen (kuvio 22). Käsinojan korkeus istumatasosta saa aikaan suuria rasituksia nimenomaan tuolin etuosaan. En huomioinut tätä seikkaa suunnitteluvaiheessa. Selkänojan muodostama kolmiorakenne puolestaan tukevoittaa istuimen takaosan (kuviot 24 ja 25).



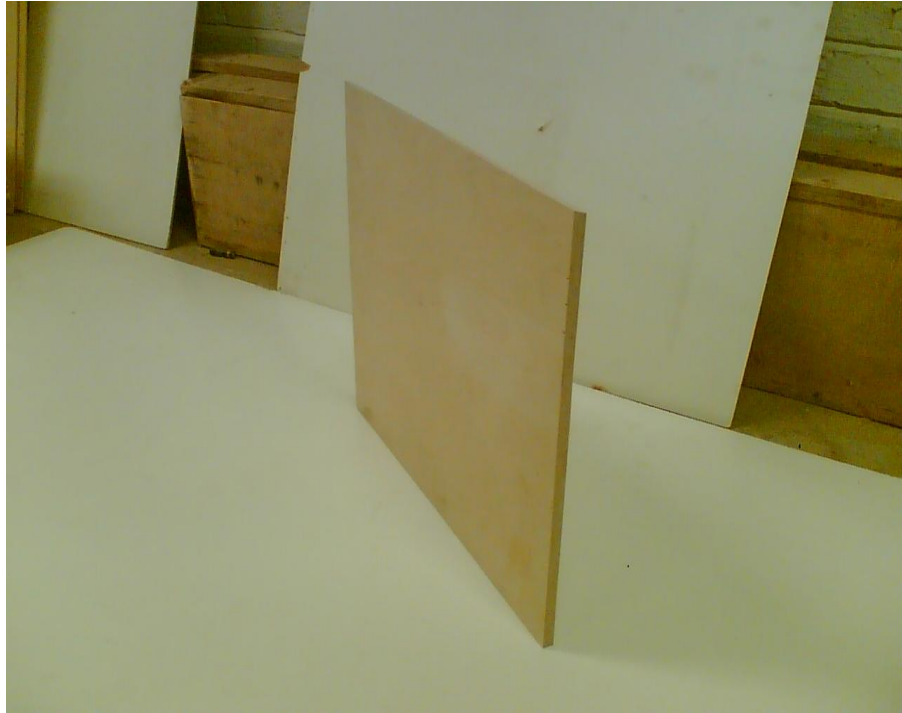


KUVIO 22. Oikealla esitetty vahvistettu etuosan liitos

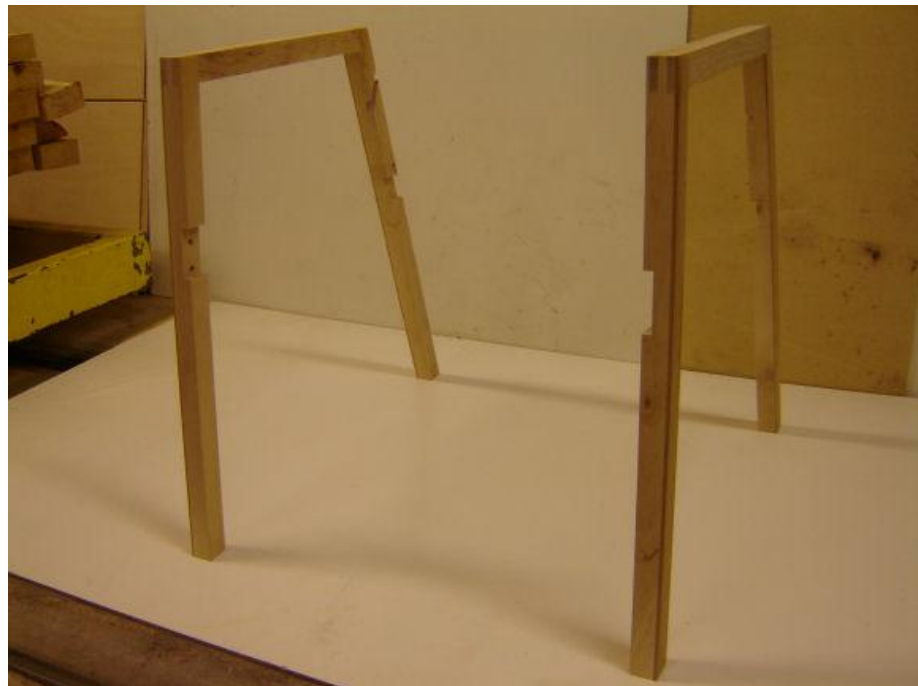
Istuimen etuosan alasarjan koon kasvattaminen antaa tuolille hieman erilaisen ja raskaamman ulkonäön. Alasarjaan tehdään kevennys istuimen leveyden keskilinjasta lähtien (kuvio 23).



KUVIO 23. Istuinelementti ja etusarjan liitos (malli 2)



KUVIO 24. Selkänoja

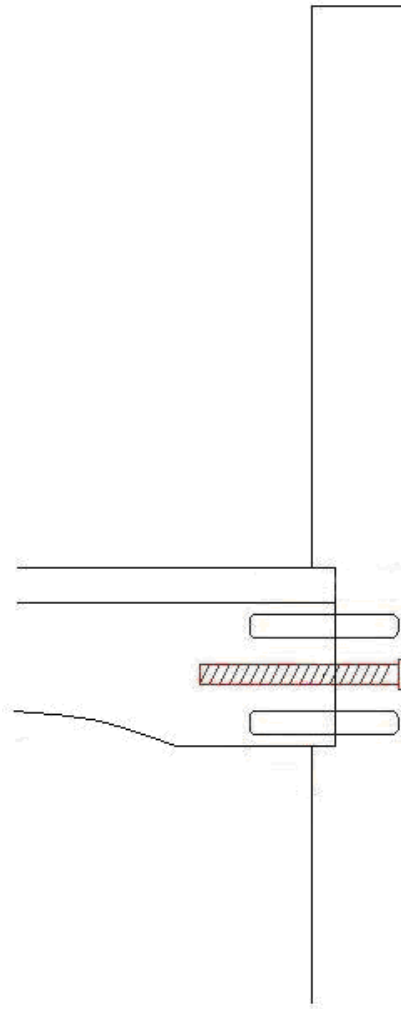


KUVIO 25. Työstetyt sivuelementit. Liitokset päivitetty tapituksin (malli 2).

### 3.3.1 Vaihtoehtoisia tapoja kasvattaa rasituksensietoa

Liitosten pinta-alan ja niiden sitovuuden maksimoinnilla voidaan taata hyvä kuormituksen kesto. Liitoksia suunniteltaessa on kuitenkin pohdittava mikä ratkaisu on eduksi rakenteen tekniselle toteutuksella ja ulkonäölle. Ylilyönnit saavat aikaan helposti liian massiivisen kokonaisuuden. Liitosten tulee olla myös toteutettu tavalla, joka välittää pistemäistä rasitusta muualle runkoon.

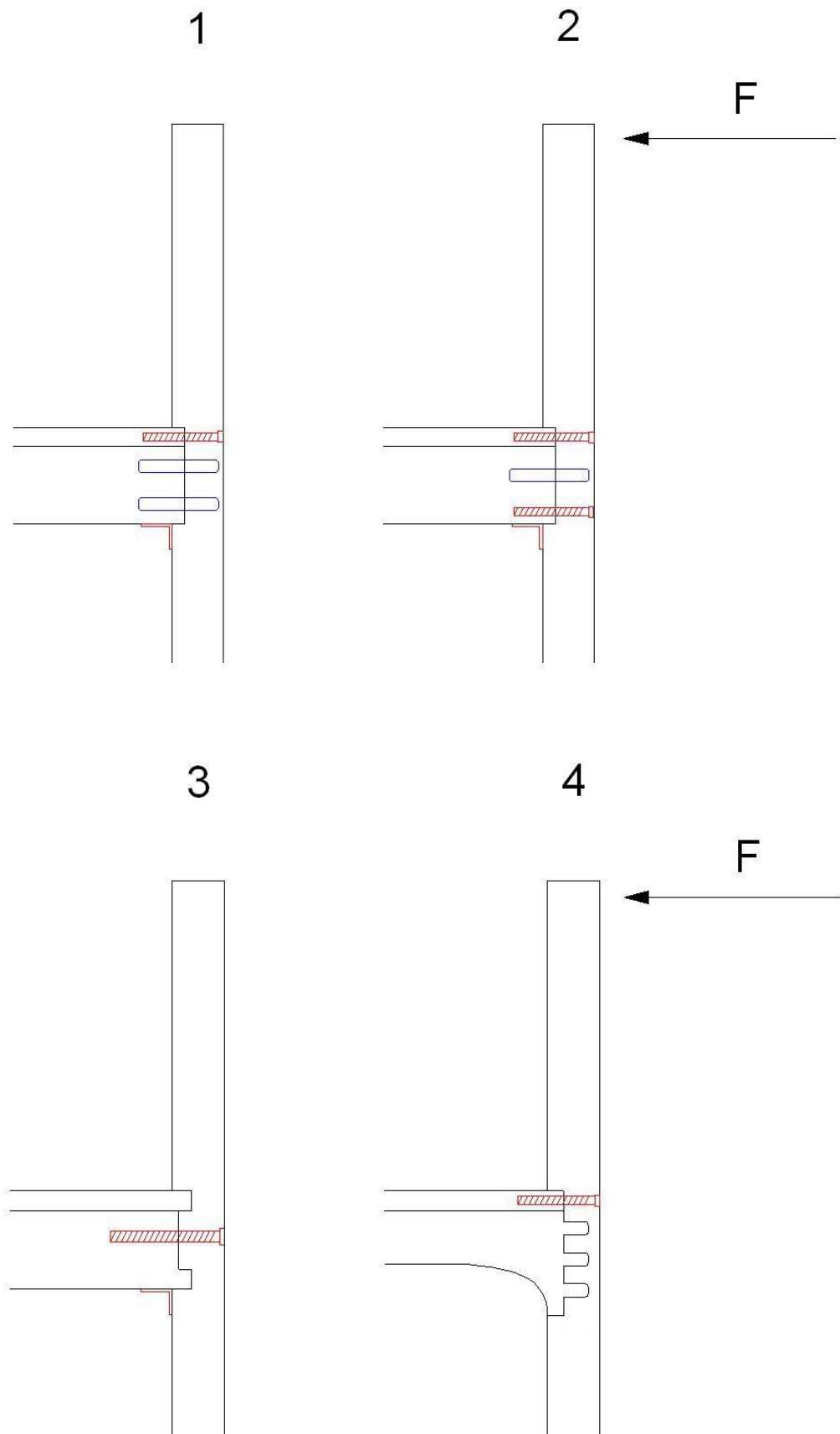
Kuviossa 26 on esitetty päivitetty istuinelementin etuliitos. Kiinnitys poratapeilla 8 x 50 mm, sekä harvakierteisellä huonekaluruuvilla 7 x 70 mm (liitos: malli 2).



KUVIO 26. Istuinelementin etuliitos



KUVIO 27. Raskaalla etusarjalla (32 x 48 mm) toteutettu tuoli (liitos: malli 2)

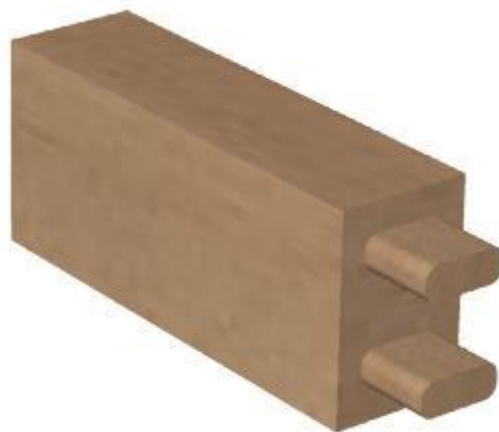


KUVIO 28. Erilaisia tapoja toteuttaa istuinosan etuliitos

Edellisellä sivulla olevaan kuvaan (kuvio 28) viitaten suurin rasitus kohdistuu käsinojan ja istuinelementin väliseen liitokseen. Kohdissa yksi ja kaksi liitos on vahvistettu 8 x 50 mm:n poratappiliitoksen lisäksi 5 x 50 mm:n huonekaluruuvilla sekä metallisella l-palalla. Istuinelementin kokonaispaksuus 60 mm.

Kuvion 28 kohdissa kolme ja neljä liitos on massiivipuinen. Liitoksessa numero kolme istuinosan vaneri on upotettu sivuelementtiin. Myös alasarjaan on jyrstetty uloke, joka upotetaan elementtiin. Liitos on lukittu 7 x 70 mm:n huonekaluruuvilla sekä metallisella l-palalla, joka puolestaan kiinnitetään 2,5 x 20 mm:n ruuvilla.

Kuvion 28 kohdassa neljä istuinosaa tukevoittavaan alasarjaan on jyrstetty suorakulmainen tappiliitos (ns. domino-liitos) kooltaan 8 x 20 mm (kuvio 29). Sivuelementtiin on jyrstetty vastaava upotus, istuinlevy liimataan alasarjan päälle. Kyseisen liitoksen avulla alasarja voidaan pitää ohuena, sillä riittävä vahvuus saavutetaan liitoksen pituuden ja tapin muodon ansiosta. Kuvassa alasarjan kavennetun osan paksuus 33 mm, istuinelementin kokonaispaksuus 45 mm. Liitoksen jyrstintä toteutetaan cnc-koneella.



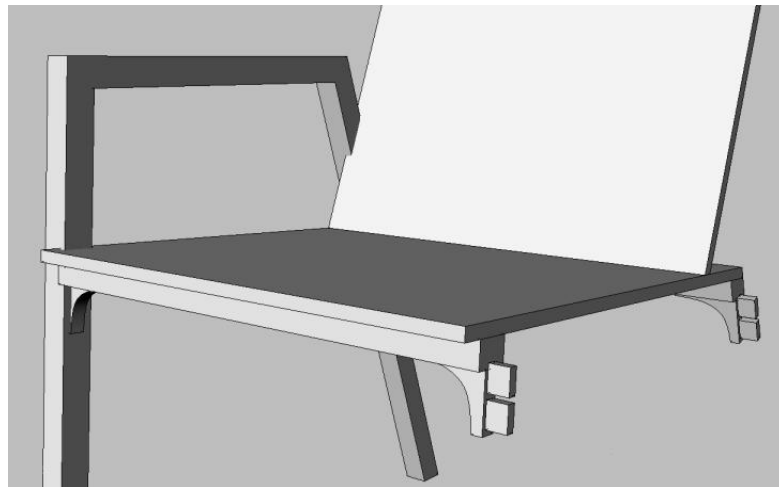
KUVIO 29. Suorakulmainen tappiliitos

### 3.3.2 Vanerilla tuettu etusarjan liitos

Luvun 3.3.1 alussa esitetty ja toteutettu liitos (kuvio 27) osoittautui tuolin ulkoonäön kannalta hyvin raskaaksi. Tämä on todettavissa erityisesti tarkasteltaessa tuolia edestäpäin. Poikittaiseen etusarjaan tehty kevennys ei sovellu istuimen teemaan. Myös muut luvussa esitellyt liitostavat ovat tuolin ryhdikkyuden kannalta liian massiivisia.

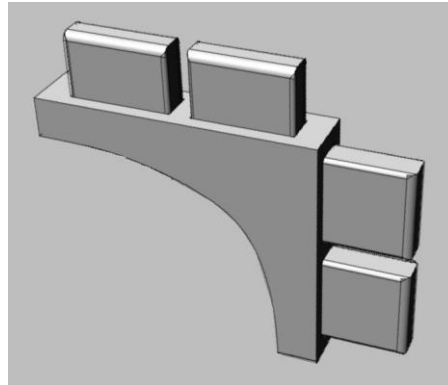
Liitoksen pitkällisen tarkastelun jälkeen päädyin 15 mm paksusta koivuvanerista valmistettuun kulmapalaan (kuvio 30). Elementtejä tukevan palan avulla poikittainen etusarja voidaan pitää ohuena (24 x 32 mm), ja näin ollen tuolin linjakkuus säilyy. Kyseinen liittämistapa on mahdollista tehdä myös istuinelementin takaosaan.

Kulmapala kiinnitetään upottamalla se istuin- ja sivuelementtiin komponentin kaaren ulkolinjoja myöten. Istuinelementin upotuksen pituus 70 mm, sivuelementin upotus pituudeltaan 60 mm. Upotus jyrsitään symmetrisesti elementin leveyden suhteen. Komponentin reunojen upotuksen lisäksi kulmapalojen liitos vahvistetaan 8 mm paksuilla ulokkeilla (ns. olkapääliitos). Liitosten jyrshintä tappiterällä, cnc-konetta käyttäen.

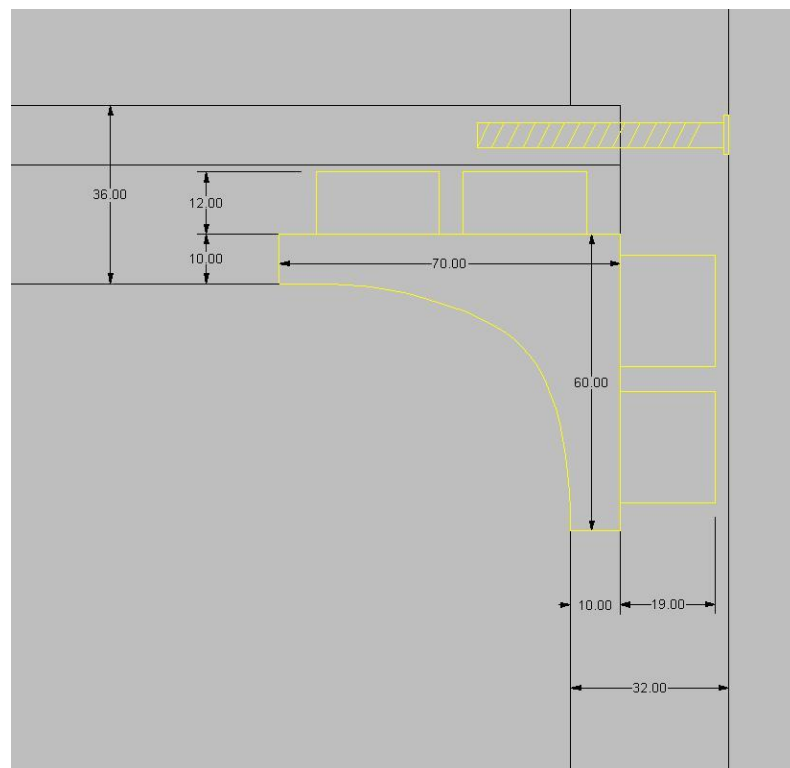


KUVIO 30. Kulmapalan tuennan periaate (liitos: malli 3)

Kulmapalan avulla saavutetaan korkea rasituksensietokyky (kuvio 31). Jyrsimällä osan kyljille kaksi kappaletta 8 mm paksuja upotettavia ulokkeita taataan hyvää liitoksen vahvuus (kuvio 32). Ulokkeen voisi toteuttaa myös yhtenäisellä seinämällä. Suurempi lujuus ja pinta-ala saadaan kuitenkin aikaan tekemällä kaksi itsestä sitovaa osaa. Terävät kulmat pyöristetään työstävän terän säteen mukaan ( $r = 3.0$ ). Suorakulmaisen upotuksen teko pyörivällä terällä ei ole mahdollista.



KUVIO 31. Kulmapalan upotuksen periaate



KUVIO 32. Kiinnitys kulmapalalla ja 5 x 50 mm huonekaluruuvilla





KUVIO 33. Kulmapaloilla mallinnetut liitokset (malli 3)

Kulmapalan avulla tuoli on mahdollista valmistaa myös asiakkaan toimesta kasattavana versiona (kuvio 33). Tässä tapauksessa kulmapalat on valmistettu metallista, sillä komponentti on ruuvien kiertämisen kannalta liian hauras puusta valmistettuna. Myös teknisen muovin käyttö palan materiaalina on varteenotettava vaihtoehto. Valmistaja liittää kulmapalat istuinelementtiin. Asiakkaan tehtäväksi jää kiinnittää sivuelementit sekä selkänöja. Sivuelementit kiinnitetään pulteilla (2 kappaletta liitokseen) elementtien sivuilta kulmapaloissa oleviin kierteisiin. Selkänöja kiinnitetään 5 x 50 mm huonekaluruuvilla esireikiä käyttäen istuinelementin pohjasta ja sivuelementtien kyljiltä. Todettakoon että tuolin kasaaminen asiakkaan toimesta on verrattain haasteellinen tehtävä.

#### 3.4 Variaatiot

Istuimesta saadaan verhoilun avulla kolme variaatiota (kuviot 34, 35 ja 36).



KUVIO 34. Lakattu istuin (sekavaneri)



KUVIO 35. Istuin verhoillulla istuinlevyllä



KUVIO 36. Istuin verhoiltuna

## 4 TYÖPÖYTÄ

### 4.1 Suunnittelu ja lähtökohdat

Pöytä objektina on varsin yksiselitteinen kokonaisuus, sillä on selkeä tunnistettava muoto ja tarkoitus. Tasomainen, lattiastasosta korotettu alue mahdollistaa keholle ominaisen asennon työskennellä ja toimia. Pöydälle tyypilliset linjat ja muodot on helppo tunnistaa, ja näin ollen mieltää esineen funktio. Pöytä ja tuoli tukevat toisiinsa käytännöllisyyden ja ergonomian puitteissa.

Pöydän luonteelle ovat ominaisia pöytälevy sekä sitä kohottavat ja tukevat osat. Erilaisia variaatioita on varmasti yhtä monta kuin valmistajiakin. Tavoite on kuitenkin melko lailla sama, saada aikaan mukava ja käyttökelpoinen lopputulos. Omassa suunnittelutyössäni lähdin liikkeelle mittasuhteiden hahmottelusta, silmällä pitäen mallistoon kuuluvaa istuinta sekä huonekaluryhmän ilmettä. Pääteemanä läpi suunnittelutyön oli kevyt ja rakenteellisesti edustava kokonaisuus. Karasin useimmat perinteiset ratkaisut ja tavat valmistaa pöytä.

### 4.2 Tekstuurit ja pintojen luomat mahdollisuudet

Pöydän tasomainen olemus tarjoaa loistavan mahdollisuuden hyödyntää puun erilaisia tekstuureja. Pintakuviointin suomat mahdollisuudet ovat huonekaluja valmistettaessa merkittävässä roolissa. Niiden avulla voidaan räätälöidä erilaisia ilmeitä ja tyylejä, niin kohderyhmiä kuin markkinointityötä silmällä pitäen. Tekstuureja saadaan aikaan varsin yksinkertaisilla ja vaivattomilla tuotantoteknisillä toimenpiteillä. Joissain tapauksissa pintakuviointin luominen ja käyttöönotto saattaa jopa edesauttaa teknistä toteutusta.

Omassa mallistossani valitsin tekstuuriksi kertopuun viilukuvioinnin (kuvio 37). Toteutus on hyvin yksinkertainen, sekä vaihtoehtoisiin raaka-aineisiin verrattuna taloudellisessa mielessä kannattava. Moninaisen pintakuvioinnin hyväksikäyttö nostaa tuotteen esteettistä ja taloudellista arvoa. Tavanomaisistakin materiaaleista on mahdollista saada aikaan näyttävä kokonaisuus (kuvio 38).



KUVIO 37. Kertopuun muodostama pinnan tekstuuri

Erinomainen esimerkki pintojen tekstuurien hyödyntämisestä löytyy kangasteollisuudesta. Kankaan kuvioinnit ja kuiturakenne ovat hyvin monipuolisia. Visuaalinen edustavuus on yksi niiden päätehtävistä. Puuteollisuuden saralla tekstuureja saadaan aikaan esimerkiksi jyrsimällä, erilaisia puulajeja ja -sävyjä yhdistämällä ja vaihtelevilla pintakäsittelytekniikoilla.

#### 4.3 Rakenteellinen toteutus

Työpöydän raaka-aineiksi valitsin kertopuun (39 x 66 mm väliseinätolppa), vähäoksaisen koivun sekä tammen. Pöytälevyn voisi kertopuun sijaan valmistaa myös vanerista, sillä molemmilla on samanlainen viilurakenne. Kertopuusta valmistetaan liima-levyä sahaamalla ja liimaamalla rimoja niin, että viilujen saumat jäävät tasopinnaksi. Materiaalin koostamistapa elävöittää pintaa. Haittapuolena liimalevyn rakenteessa ovat levyn sivut, jotka jäävät epäsiisteiksi fenoli-liimasauman takia, sekä levyn heikko taivutuslujuus sen poikittaissuunnassa. Alhainen taivutuslujuus johtuu viilujen uudelleen suuntauksesta liimalevyä tehtäessä.



KUVIO 38. Työpöytä kasattuna ja pintakäsiteltynä

Levyn heikko rasituksensieto poikittaissuunnassa vaikuttaa olennaisesti myös pöydän rakenteelliseen toteutukseen. Kertopuusta valmistettu pöytälevy on tuettava, jotta se kestäisi rasitusta sekä mahdollisia puulle ominaisia muodonmuutoksia (kosteuden vaihtelun vaikutus).

Pöytälevyä varten kertopuusta sahataan 39 x 42 mm rimaa. Liimauksen jälkeen levy höylätään karkeasti ja sen leveys mitallistetaan vakioksi. Levyn leveyden tarkistus on välttämätöntä, sillä liimamäärä sekä aihoiden leveys vaihtelee noin 0,2 mm:n toleranssilla. Tämä mittojen epätarkkuus kertautuu ja ilmenee leveyden vaihteluna muutamien millimetrien alueella.

Höyläyksen jälkeen valitaan levyn ulkonäöltään parempi puoli ja mahdolliset viulun oksakohdat täytetään vaalean sävyisellä puukitillä. Mitallistamisen jälkeen levyn kyljille liimataan 6 mm paksut tammilistat. Listojen liimauksen jälkeen levy hiotaan leveänauhahiomakoneella lopulliseen 35 mm paksuuteen, joka on sama kuin jalkaelementin dimensio. Lisäksi levyn päädyt sahataan mittaan sirkkelillä. Leveänauhahiomakoneen nauhat ovat karkeutta 80 ja 150.

Pöytä on toteutettu samoja periaatteita ja tekniikoita noudattaen kuin tuolikin. Raaka-aineet ovat miltei samat. Pöytä koostuu kahdesta pää-elementistä; pöytälevystä sekä levyn päätyihin tulevista jalkaelementeistä. Elementit ovat koivua 35 x 35 mm, jonka yhdellä sivulla on 6 mm paksu tamminen lista. Lista jää näkyviin pöydän päätyyn. Se ilmentää samaa teemaa kuin tuolissa. Jalkaelementeissä on käytetty hyväksi samaa 8 mm:n loviliitosta kuin istuintakin valmistettaessa. Liitos on ulkonäöltään edustava ja ennen kaikkea vahva.

Lista liimataan jalkaelementin metritavaran aihioon liimalevy-periaatteella, kuten tuolin sivuelementin ahiota tehdessä. Liimauksen jälkeen rima höylätään kokoon 35 x 36 mm. Höyläyksen jälkeen tehdään loviliitos alajyrsimellä, porataan tukipalojen tapitusten reiät sekä työstetään lamellojen upotukset. Loviliitos tehdään saman suuntaiseksi listan kanssa, jolloin se jää näkyviin pöydän päätyyn. Liitoksen päätyihin jätetään 2 mm ylimääräistä pituutta, jolloin liitos voidaan hioa tasaiseksi



nauhahiomakoneella. Päätyjen tasaamisen jälkeen elementti syötetään leveänauhahiomakoneen lävitse molemmin puolin, lopputuloksena 35 mm paksu elementti. Hionnan jälkeen myös mahdolliset liimaroiskeet ovat poistuneet ja elementtiin voidaan porata reiät pöytälevyyn liittämistä varten monikaraporalla. Reikien jako on 64 mm. Tapitus sekä päätyihin tulevat elementit sitovat kertopuusta valmistettua levyä, ja mahdollistavat kosteuden aiheuttamat muodonmuutokset.

Jalkaelementit liitetään pöydän päätyihin poratappi-liitoksella, joka on perinteikäs mutta tarkoitukseen käytännöllisin liittämistapa. Elementit tuetaan pöytälevyyn lisäksi vinoilla tukipaloilla. Tukipalat ovat tärkeässä roolissa niin malliston teeman, kuin myös pöydän liitosten kestävyuden takaamisessa. Palojen kiinnitys tapahtuu jalkaelementtien liimauksen jälkeen. Kiinnitys on mahdollista myös heti puristuksen jälkeen. Tukipalat kiinnitetään elementin jalka-osaan 8 mm poratappiliitoksella sekä koon kymmenen lamellolla (19 x 53 mm). Tukipalan päädyt, sekä tappi ja lamello liimoitetaan ja asetetaan paikalleen. Kun pala on symmetrisesti pöydän ja jalkaelementin kesken, se naulataan paineilma-toimisella viimeistelynaulaimella kiinni pöytälevyyn. Naulana on käytetty 1 x 30 mm listanaulaa. Listanaulan tarkoitus on lähinnä sitoa tukikappale liimauksen ajaksi. Tukikappaleen asennustapa on nopea ja kestävä myös massatuotantoa ajatellen (kuvio 39).



KUVIO 39. Poratappiliitos ja jalkaelementtiä tukevien osien liimaus sekä naulaus viimeistelynaulaimella



Kasaamisen jälkeen pöytä hiotaan kauttaaltaan 180-karkeuden hiomapaperilla. Erityistä huomiota kiinnitetään tukipalojen muodostamiin alueisiin, sillä paloja liitettäessä tapahtuu helposti lieviä mittaheittoja, jotka hiotaan pois. Hiontaan käytetään kooltaan pientä (hiontatalla noin 100 x 100 mm) epäkeskohiomakonetta.

Kulmat hiotaan muutamalla vedolla, sillä niiden liika pyöristäminen vie särmän pöydän ulkonäöltä. Teräviä kulmia ei pyöristetä, korkeintaan poistetaan mahdollinen epämieluisa terävyys. Ennen kasaamista vinojen tukipalojen metritavaran kulmat tulisi pyöristää kevyesti hiomalla, sillä pyöristys on melko hankalaa suorittaa koneellisesti kokoamisen jälkeen. Karkean hionnan jälkeen suoritetaan nopea hionta 240-karkeudella. Pöytä käydään läpi systemaattisesti.

#### 4.3.1 Prosessi vaiheittain

##### Pöytälevy:

1. Kertopuun (39x 66x 2550) katkaisu keskeltä ja sahaus halkaisusirkkelillä kokoon 39 x 42 mm.
2. Pöytälevyn liimaus sahatuista aihioista, lopullinen paksuus 42 mm.
3. Liimatun levyn epätasaisuuksien höyläys, lopullinen paksuus 38 mm.
4. Leveyden mitallistaminen vakioksi sirkkelillä.
5. Tammisten reunalistojen 6 x 38 mm liimaus levyn kyljille.
6. Oksakohtien kittaaminen.
7. Hionta lopulliseen paksuuteen 35 mm leveänauhahiomakoneella.
8. Levyn sahaaminen lopullisiin mittoihin sirkkelillä.
9. Jalkaelementtien reikien poraus monikaraporalla, lamello-liitoksen upotuksen jyrästä.

Jalkaelementit:

1. 34 x 40 metritavaran höyläys, koivu.
2. 6 x 40 mm listan höyläys, tammi.
3. Listan ja koivu-riman liimaus liimalevy periaatteella, useita kerrallaan (lista 40 mm leveälle sivulle) PVAc D2.
4. Liimatun aihion (40 x 40 mm) höyläys dimensioon 35 x 36 mm.
5. Kappaleiden sahaus lähelle lopullista mitta (2 mm ylimääräistä pituutta loviliitoksen sauman hiomista varten).
6. Tukipalojen poratappiliitosten reikien poraus jaloiksi tuleviin osiin. Lamellon upotusten jyrshintä.
7. Loviliitos jyrsimellä, 8 mm loveus. Liitokseen 2 mm ylimääräistä pituutta.
8. Elementin kasaus, loviliitosten liimaus suorakulmaisessa muotti-jigissä, PVAc D2.
9. Liimatun elementin hionta leveänauhahiomakoneella molemmin puolin paksuuteen 35 mm.
10. Liitosten päiden tasaus nauhahiomakoneella. Lisäksi hiotaan myös liitosten suuntaiset tasopinnat.
11. Reikien poraus liittämistä varten monikaraporalla.

Tukipalat: (dimensio sama kuin jalkaelementissä 35 x 35 mm)

12. Metritavaran kulmien kevyt pyöristys.
13. Sahaus vannesahalla lähelle lopullista mitta, kulmien sahaus.
14. Hionta nauhahiomakoneella lopulliseen mittaan ja kulmaan.
15. Reikien poraus jalkaelementtiin liittämistä varten monikaraporalla, lamelloliitoksen upotuksen jyrshintä

#### 4.3.2 Kokoaminen

Kokoaminen voidaan toteuttaa joko kierrepuristimilla tai vaihtoehtoisesti teollisesti paineilmasyylintereillä. Huomioitakoon puristimien vähimmäispituus 1,5 m. Tapit sekä päätyelementin ja pöytälevyn kanssa kontaktiin tuleva osa liimoitetaan. Pöytälevy asetetaan puristettavaksi, jalkaelementit asennetaan paikoilleen. Jalkojen suorakulmaisuus todetaan ja liima pyyhitään kostealla pyyhkeellä. Tukipalat liimataan, sekä asennus ja naulaus suoritetaan viimeistelynaulaimella.

#### 4.4 Yksityiskohdat

Pöydän suunnittelussa ja rakenteellisessa toteutuksessa pyrin saamaan aikaan saman ilmeen kuin muissa malliston tuotteissa. Pöydän olisi voinut valmistaa myös perinteisellä tekniikalla, jolloin vinot tukipalat olisi jätetty pois. Tämä edellyttäisi kuitenkin vaakatasossa olevaa ala-sarjaa päätyelementtien ja pöytälevyn välille. Kyseinen tapa valmistaa pöytä ei palvele malliston teemaa.

Jalkaelementeissä hyväksikäytetty 8 mm:n loviliitos on edustava, kestävä sekä vaivaton toteuttaa. Yksityiskohtana huonekaluryhmän teeman ja ulkonäön kannalta liitos on hyvin merkittävässä roolissa. Myös tammi-listan käyttö pöytälevyn ja jalkaelementtien kyljillä tehostaa yhtenevän teeman ilmentymistä (kuvio 40).

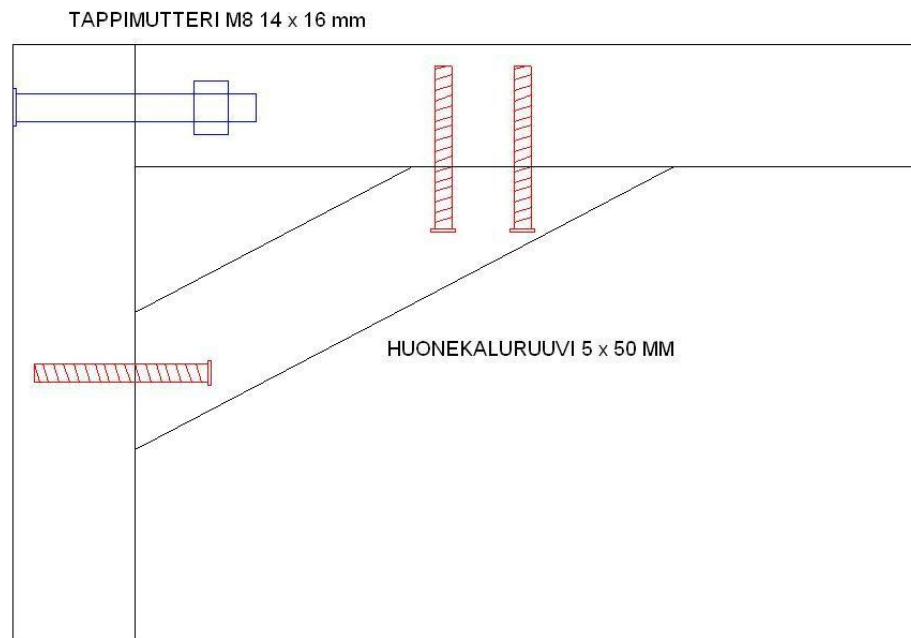


KUVIO 40. Päätyelementin 8 mm loviliitos

#### 4.5 Koottavuus

Pöytä on melko yksinkertainen toteuttaa ja loppukäyttäjänkin voi koota sen. Pöytä voidaan myydä osissa sekä pieneen tilaan pakattuna. Päätyelementtien kiinnitys toteutetaan pulttien ja harvakierteisten huonekaluruuvien avulla, sillä voidaan olettaa että pöydän hankkijalla ei ole käytössään puristimia. Päätyelementin liitos vahvistetaan lisäksi 10 mm:n poratapeilla, jotka liimoitetaan kokoonpanovaiheen aikana. Valitsin päätyelementin kiinnitykseen pultin ja tappimutterin, sillä metallisen helan avulla kasaava henkilö saa elementin varmasti kireälle. Huonekaluruuvia käytettäessä liitos voi joissain tapauksissa jäädä hieman auki ruuvien kierteiden muodostaman kitkan takia (kuvio 41).

Kiinnitystapa mahdollistaa sen, että käyttäjä saa koottua miellyttävän ja tukevan pöydän. Päätyelementtiä tukevat kulmapalat kiinnitetään huonekaluruuveilla. Huonekaluruuvi kooltaan 5 x 50 mm, tappimutteri kierteeltään M8 (kuvio 42). Kiinnitykseen valitaan matalakantainen kuusiokolopäinen pultti, joka on varmatoimisin ja helpoin asentaa. Reiät tappimuttereille, pulteille sekä huonekaluruuveille porataan komponenttien valmistuksen ohella. Päätyelementin suuntaiset kulmapalat kiinnitetään valmistajan toimesta lamellolla ja tappiliitoksella. Kasattava pöytä koostuu pöytälevystä, sekä kahdesta päätyelementistä. Päätyelementit tuetaan lisäksi neljällä tukipalalla.



KUVIO 41. Päätyelementin ja tukipalojen kiinnitys pultin ja tappimutterin, sekä huonekaluruuvien avulla



KUVIO 42. Tappimutteri /2

## 5 PÖYTÄMALLI 1, SÄILYTYSTILA

### 5.1 Suunnittelu ja lähtökohdat

Suunnittelu lähti liikkeelle ontosta rakenteesta ja sen muodostamasta yleisilmeestä. Rakenteen tarkoitus on toimia säilytystilana tai vaihtoehtoisesti sisustuselementtinä. Onttoon tilaan voidaan yhdistää tehokeinoksi valaiseva ledi-lista. Lisäksi näyttävyyttä voidaan luoda erityisellä irrallisella ristikolla, jonka läpi valo suodattuu.

Pöydästä valmistetaan kaksi versiota (kuvio 43). Ensimmäisessä versiossa tutkin säilytystilan toimintaa ja soveltuvuutta pöydän teemaan. Toisessa versiossa syvennyn pöydän funktion toimia tasona, sekä valaisevana sisustuselementtinä. Pöydät ovat toteutukseltaan samanlaisia, mittasuhteet vaihtelevat loppukäytön mukaan.



KUVIO 43. Vasemmalla säilytystarkoitukseen valmistettu malli. Oikealla sisustuselementtinä toimiva malli. Valaistus liitettävissä onttoon rakenteeseen

Aiemmin käytetyn kertopuun sijaan valitsin raaka-aineeksi 21 mm BB/WG sekavanerin. Havuviilun sijaan tutkin koivuviilun käyttäytymistä liimalevyä tehtäessä. Tarkoitukseen sopii myös pinnanlaadultaan välttävä vaneri, sillä viilurakenne käännetään kuten työpöydän ahiota tehdessä. Kertopuun havuviilun paksuus on 3 mm, sekavanerin koivuviilu on paksuudeltaan 1,5 mm. Tämä vaikuttaa jossain määrin liimalevyn tasopintojen tekstuuriin muodostumiseen (kuvio 44).



KUVIO 44. Sekavanerin muodostama tekstuuri

Tekninen toteutus ja muotokieli tukevat toisiaan pöydän rakenteessa ihanteellisella tavalla. Erityistä painoarvoa annan komponenttien ulkonäölle ja sulavalle liitettävyydelle. Liitokset on saatu toteutettua tavalla, joka ei riko pöydän sekä materiaalin pintakuvioinnin linjojen kulkua. Kokonaisuus säilyy hyvin eheänä.

Säilytystilana toimivan pöydän mittasuhteet ovat massiivisemmat sisustuselementtinä toimivaan pöytään verrattuna. Syynä tähän on tavaroiden säilytykseen tarkoitettun tilan mitoitus. Välin korkeus sisäpinnoilta mitattuna on 105 mm ja pituus 1144 mm (kuvio 45).



KUVIO 45. Säilytystarkoitukseen valmistettu pöytä



Päämääränä oli suunnitella käytännöllinen ja mittasuhteiltaan kevyt kokonaisuus. Määräävässä asemassa koko suunnittelutyön ja mitoituksen osalta on säilytystilana toimiva ontto väli. Sen tulee olla mitoiltaan esteettisesti miellyttävä, sekä käyttöä ajatellen tarpeeksi tilava. Lähdin liikkeelle hahmottelemalla ontton rakenteen mitat. Näiden mittojen ympärille aloin rakentaa muuta kokonaisuutta, sekä hahmottaa pöydän leveyttä, pituutta ja korkeutta.

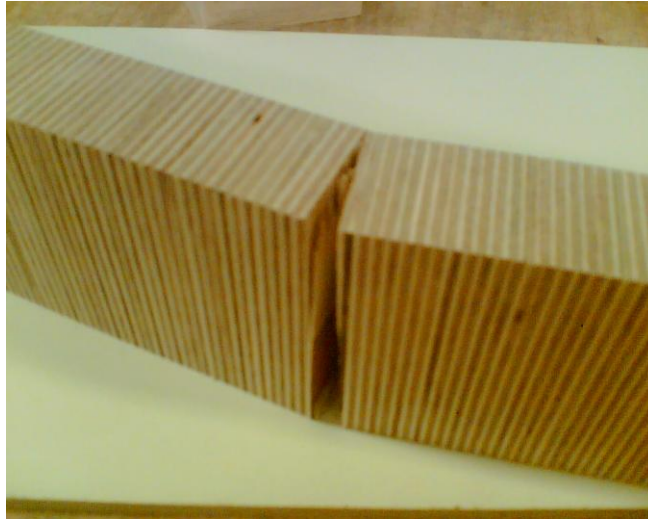
## 5.2 Rakenteellinen toteutus

Kansilevyn kiinnitys on toteutettu jiiri-liitoksella. Liimauksen lisäksi liitos vahvistetaan kolmella koon kymmenen lamellolla (19 x 53 mm). Kyseinen liitos vaatii erityistä mittatarkkuutta onnistuakseen tyydyttävästi.

Sekä kansi- että pohjalevy vaativat levyn päätyihin jäykistävän osan sitomaan, ja antamaan levyille tukea poikittaissuunnassa. Tämä saavutetaan tapittamalla päätyelementit pohjalevyyn. Tapituksen väli on 64 mm, levyn tuenta varmistetaan lisäksi riittoisalla liimamäärällä. Kokoon pantaessa komponentit muodostavat toisiinsa tukevan kokonaisuuden ja muokattu viilurakenne tukevoituu.

Päätyelementtien liimalevyn viilurakenne on tuettava poikittaissuunnassa. Tuenta toteutetaan tapituksin liimalevyä tehtäessä. Liimalevy aihiot liitetään toisiinsa 8 mm poratapeilla. Tämä on välttämätöntä, sillä hyvin kapea sekä viilurakenteeltaan muokattu levy ei kestä rasiusta poikittaissuunnassa (kuvio 46). Kansi- sekä pohjalevy puolestaan ovat riittävän paksuja sietämään poikittaissuuntaista rasiusta.

Mikäli pöytä on rakenteeltaan asiakkaan toimesta kasattava, on sen kestävä kuljetuksen ja pakkauksen käsittelyn aiheuttamia rasiuksia. Tässä tapauksessa myös pohja- ja kansilevy on hyvä vahvistaa molemmista päistä poratapein.



KUVIO 46. Muokatun viilurakenteen hajoaminen

#### 5.2.1 Prosessi vaiheittain

1. Aihoiden sahaus sekavanerista, 21 x 33 mm.
2. Päätyelementtien tapitusten poraus aihion päätyyn.
3. Aihoiden tapitus ja liimaus liimalevyksi, PVAc D2
4. Liimatun levyn karkea höyläys paksuuteen 30 mm.
5. Leveyden sahaus vakioksi sirkkelillä.
6. Päätypalojen sahaus, yksi kappale sekä pohja- että kansilevystä (tapitetusta päädyistä).
7. Listan liimaus pohja- ja kansilevyn kyljille.
8. Jalkojen liimaus 21 x 33 mm vanerista, sekä listan liimaus jalkojen kyljille.
9. Jalkojen höyläys 30 x 35 mm kokoon.
10. Jalkojen liittäminen poratapein kansi- ja pohjalevystä sahattuun liimalevyyn.
11. Kaikkien komponenttien hionta paksuuteen 28 mm leveänauhahiomakoneella.
12. Komponenttien päätyjen tasaus ja sahaus kulmaan sirkkelillä.
13. Tapitusten reikien poraus päätyelementteihin ja pohjalevyyn monikaraporalla, lamellojen upotusten jyrshintä.
14. Kasaus. Jiiriliitoksen sekä lamellojen istuminen varmistettava ennen liimausta. (Toteutus pienikokoisen verstaan konekannalla.)

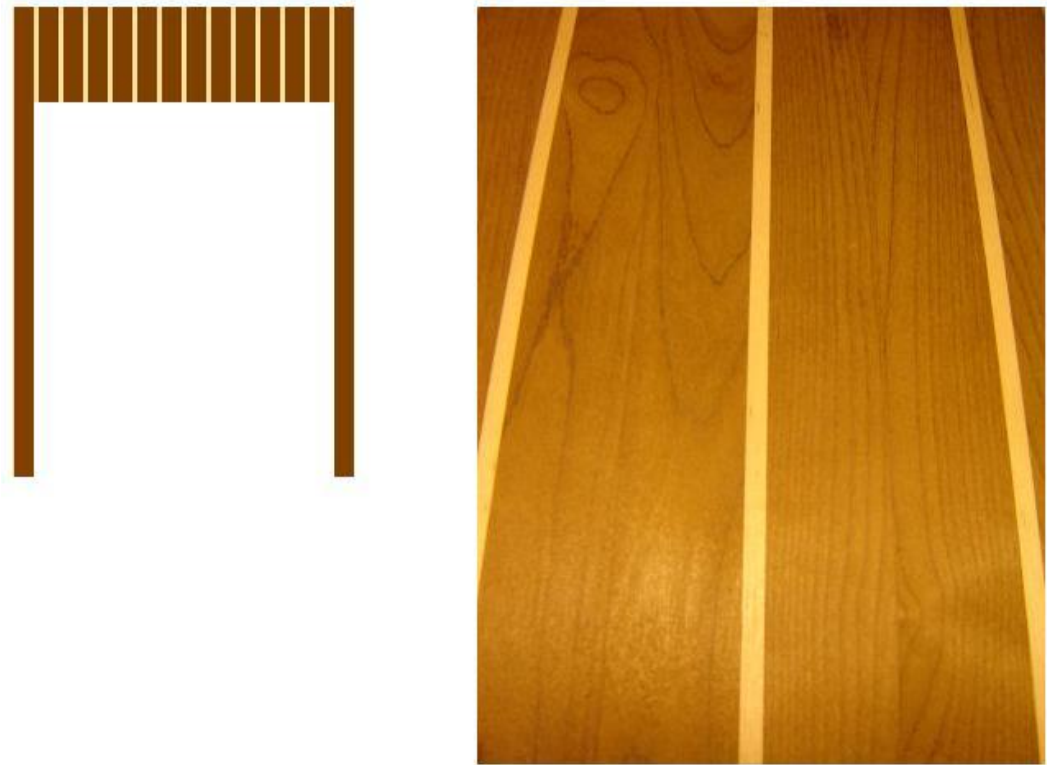
### 5.2.2 Kokoaminen

Komponenttien valmistuksen jälkeen osat liimoitetaan ja tapitetaan. Tämän jälkeen ne puristetaan kierrepuristimilla. Ensimmäisenä liitetään sivuelementit pohjalevyyn poratappiliitoksin. Tämän jälkeen varmistetaan kokonaisuuden suora-kulmaisuus ja kansilevyn istuvuus testataan ilman liimaa. Onnistuneen liitoksen toteutuksen jälkeen liima voidaan levittää ja kansilevy puristaa paikalleen. Liimapurseet pyyhitään kostealla pyyhkeellä. Teollisessa tuotannossa liimaus suoritetaan paineilmatoimisilla sylintereillä mittatarkkuuden ja suora-kulmaisuuden taakavassa puristusjigissä.

Kokoamisen jälkeen suoritetaan kevyt hionta epäkesko-hiomakoneella. Erityistä huomiota kiinnitetään jiiri-liitosten päätyihin. Lopuksi mahdolliset liimaroiskeet hiotaan pois.

### 5.3 Yksityiskohdat

Kasatun pöydän saumat ja liitokset on saatu toteutettua hillitysti. Erityistä huomiota kiinnitän päätyelementin toteutukseen ja yksityiskohtiin. Vanerin käännetyn viilukuvioinnin ansiosta päätyelementin jalkojen sauma on saatu kokonaan häivytettyä. Samaa tekniikkaa voidaan hyödyntää myös muilla materiaaleilla, joiden tekstuuri muodostaa pöydän jalan suuntaisen sauman (kuvio 47). Esimerkiksi voidaan käyttää eri sävyisiä puulajeja liimalevyä valmistettaessa. Visuaalisesti parhaimpaan lopputulokseen päästään kuitenkin tiheän linjakkaan tekstuurin omaavalla raaka-aineella, kuten kertopuulla tai vanerilla.



KUVIO 47. Koivusta ja lämpökäsitellystä koivusta valmistettu liimalevy

Elementtien pintakuviointin avulla komponentit ovat yhteneviä niin rakenteen, kuin tekstuurin osalta. Näkyvät saumat tai liitokset eivät keskeytä pöydän linjojen kulkua ja muoto pysyy puhtaana. Edellä mainituilla yksinkertaisilla toimenpiteillä komponenteista saadaan aikaan sointuvia kokonaisuuksia. Näin ollen myös työ määrä pysyy pienenä ja tuotteen arvo kohoaa edustavan ilmeen myötä.

Viilukuviointin hyödyntäminen päätyelementin toteutuksessa on pöydän ulkonäön kannalta hyvin olennaista. Sen avulla saadaan aikaan haluttu olemus ja linjakas ulkonäkö. Myös jiiri-liitos pöytälevyn ja päätyelementtien välillä tukee muodon jatkuvuutta (kuvio 48).



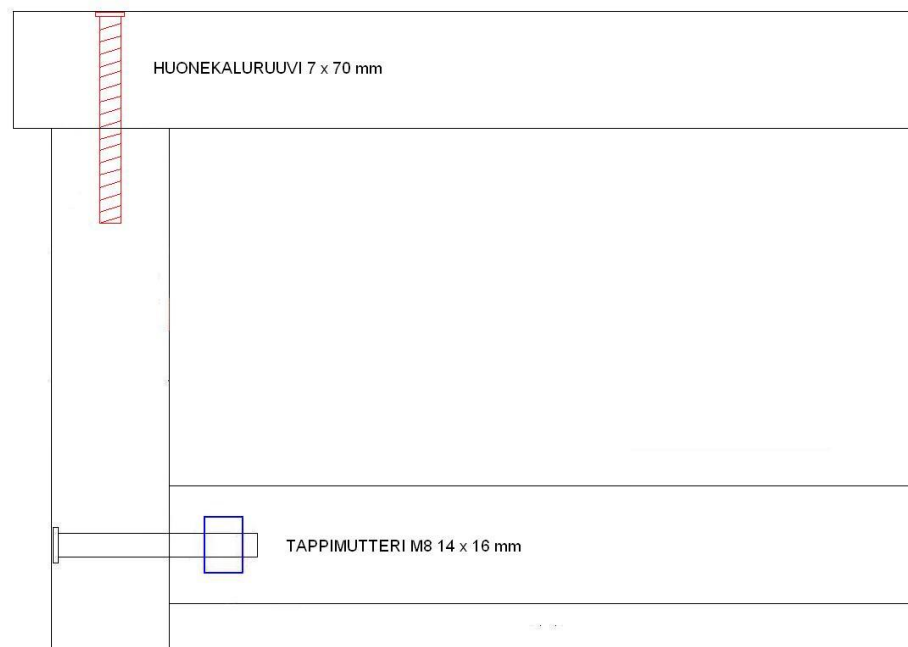
KUVIO 48. Päätylelementin viilukuvioinnin jatkuvuus

Levyn kylkien listoitus on tärkeässä roolissa. Lista peittää epämiellyttävän fenolisauman alleen ja antaa pöydälle arvokkuutta, sekä suojaa kulmia mahdollisilta kolhuilta. Kokeilun kautta 6 mm paksu lista on osoittautunut visuaalisesti parhaimmaksi vaihtoehdoksi. Paksumpi reunalista on ulkonäöltään liian massiivinen, eikä tehosta pöydän ilmettä halutulla tavalla.

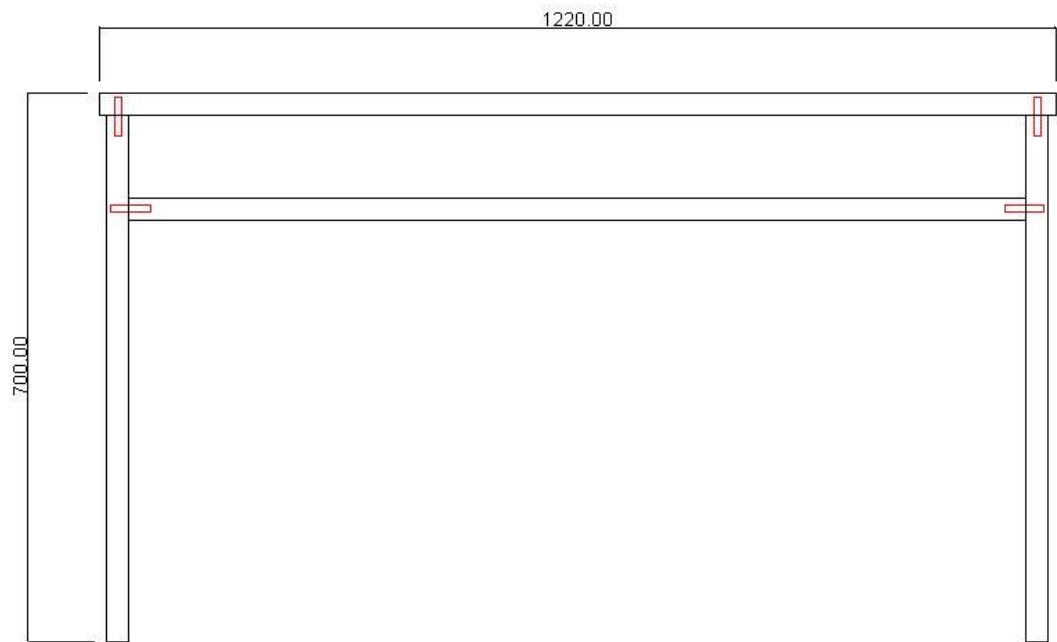
## 5.4 Koottavuus

Pöytä on mahdollista kasata myös ostajan toimesta, tämä kuitenkin edellyttää jiiri-liitoksen vaihtamista yksinkertaisempaan poratappi-liitokseen (kuvio 50). Pöytälevyn pituutta kasvatetaan päistään 10 mm:llä, jolloin säästytään mahdollisilta mittavirheiltä. Ulkonevat päädyt tehostavat lisäksi pöydän ulkonäköä. Päätyelementit liitetään pohjalevyyn tapituksen lisäksi tappimutterin ja matalakantaisen pultin avulla. Tappimutterille porataan sen vaatima reikä pohjalevyn alle. Pöytälevy kiinnitetään 7 x 70 mm huonekaluruuveilla. Kuusiokolokantaiset pultit upotetaan pöydän pintatasosta noin 1 mm. Pultteja kiinnitetään kolme kappaletta jokaiseen liitettävään pätyyn tasaisella jaolla.

Pultit eivät ole pöydän ulkonäköä ja yksityiskohtia ajatellen esteettisesti miellyttäviä, mutta kiinnitysratkaisu on ainoa tapa toteuttaa pöydän kasaaminen tavalla, joka on myös kuluttajalle helppo ja looginen (kuvio 49). Pöytälevyn jiiriliitoksen vaihtaminen poratappiliitokseksi häiritsee vain hieman pöydän tekstuurin ja ulkolinjojen kulkua.



KUVIO 49. Elementtien kiinnitys pultin ja tappimutterin, sekä huonekaluruuvin avulla



KUVIO 50. Tapitusten periaate

Pöytä on edullisin valmistaa 39 x 66 x 3000 kertopuusta, joita tarvitaan vain seitsemän kappaletta. Tämä määrä pitää sisällään myös pöydän jalat ja päätyelementit. Valmistetaan kaksi liimalevyä kooltaan 31 x 468 x 1480 mm. Kertopuun havuviiilu on verrattain hauras. Tämä voi johtaa levyn halkeamiseen kohdassa, jossa liima ei ole levittänyt halutulla tavalla tai viilu on ollut viallinen. Halkeamista voidaan ehkäistä tapittamalla liimalevyn aihiot toisiinsa poratapein. Tappeja ei tarvita koko liimalevyn pituudelle, kolme kappaletta riittää takaamaan liimalevyn aihoiden riittävän kiinnityksen. Lisäksi levyn toinen pää tapitetaan kahdesta kohtaa 96 mm jaolla. Tästä osasta sahataan päätyelementtien pienikokoinen liimalevy, jonka molemmin puolin tapitetaan ja liitetään pöydän jalat.

Pöydän rakenne ja valmistus soveltuvat loistavasti sarjatuotantoon, sillä valmistusprosessi on suoraviivainen ja toteutettavissa vain muutamilla koneilla. Tarvitavat koneet ovat: halkaisusirkkeli, liimalevypuristin, leveänauhahiomakone sekä monikarapora. Pintakäsittely voidaan toteuttaa käsin tai koneellisesti.

## 6 PÖYTÄMALLI 2, VALAISEVA SISUSTUSELEMENTTI

Pöydän tarkoituksena on toimia tasona ja luoda tunnelmaa valaistuksen avulla (kuvio 51). Vaihtoehtoisesti valaiseva ominaisuus voidaan jättää pois, jolloin pöytä toimii kuten säilytystarkoitukseen suunniteltu malli.

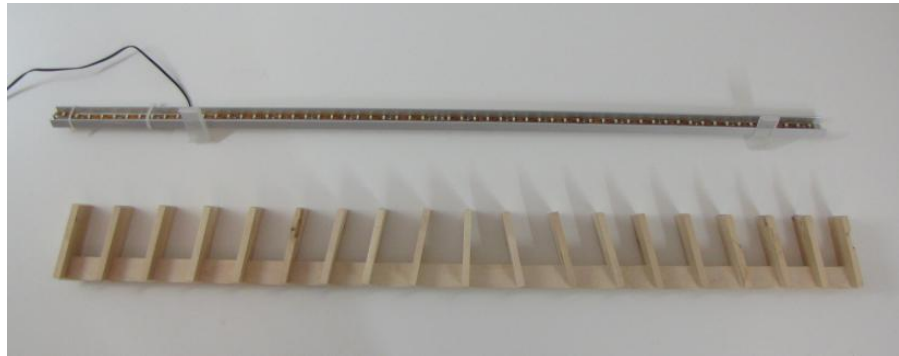


KUVIO 51. Sisustuselementtinä toimiva pöytä

Valonlähteeksi valitsin edullisen sekä varmatoimisen ledi-listan (kuvio 52). Valo on sävyltään lämpimän keltainen. Listaa on saatavilla metritavarana. Sen takaosassa olevan liimapinnan avulla ledilista on vaivaton kiinnittää alumiiniseen, profiililtaan u-malliseen kiskoon. Kiskon ulkomitat ovat 20 x 28 mm. Virtalähte-



nä toimii 12 V muuntaja, joka on juotettu ledi-listaan. Lista on eristetty alumiinisesta kiskosta.



KUVIO 52. Valaiseva ledi-lista sekä valoa suodattava ristikko

#### 6.1 Suunnittelu ja lähtökohdat

Erona säilytystilana toimivaan pöytään ovat pienempi koko ja rakenteen kapeampi ilme. Tavoitteena oli saada aikaan ryhdikäs ja mittasuhteiltaan edustava sohvapöytä. Lisää näyttävyttä luodaan valaisevalla ledi-listalla, joka sijoitetaan pöydän keskiosaan. Valo kulkee ontton rakenteen, sekä etuosassa olevan ristikon läpi muodostaen lämpimän tunnelman (kuvio 53). Valon lähteeksi valittiin paloturvallisin vaihtoehto. Ledi-lista muodostaa hyvin vähän lämpöä, eikä siinä ole kuumelevia osia. Virrankulutus on myös erittäin pieni.



KUVIO 53. Valaistuksen sijoitus onttoon rakenteeseen



KUVIO 54. Sohvapöytä. Elementtien viilukuvioinnin linjat saavat aikaan saumattoman ja yhtenäisen kokonaisuuden

## 6.2 Rakenteellinen toteutus

Rakenteellisen toteutuksen periaate on sama verrattuna säilytystilana toimivaan pöytään (kuvio 54). Pohjalevy liitetään päätyelementtiin poratapeilla päistään, kansilevy liitetään jiiriliitoksella lamello-vahvikkein.

### 6.2.1 Prosessi vaiheittain

Prosessi on identtinen säilytystarkoitukseen valmistetun pöydän kanssa (kuvio 55). Vain komponenttien mittasuhteet vaihtelevat. Valmistus suoritettu pienikokoisen verstaan konekannalla. Mikäli pöytä valmistetaan asiakkaan toimesta kasattavana, valmistusprosessi voidaan optimoida teollista tuotantoa varten.

1. Aihoiden sahaus sekavanerista, 21 x 29 mm.
2. Päätyelementtien tapitusten poraus aihion päätyyn.
3. Aihoiden tapitus ja liimaus liimalevyksi, PVAc D2.
4. Liimatun levyn karkea höyläys paksuuteen 27 mm.
5. Leveyden sahaus vakioksi sirkkelillä.
6. Päätypalojen sahaus, yksi kappale sekä pohja- että kansilevystä (tapitetusta päädyistä).
7. Listan liimaus pohja- ja kansilevyn kyljille.
8. Jalkojen liimaus 21 x 29 mm vanerista, sekä listan liimaus jalkojen kyljille.
9. Jalkojen höyläys 27 x 48 mm kokoon.
10. Jalkojen liittäminen poratapein kansi- ja pohjalevystä sahattuun liimalevyyn.
11. Kaikkien komponenttien hionta paksuuteen 25 mm leveänauhahiomakoneella.
12. Komponenttien päätyjen tasaus ja sahaus kulmaan sirkkelillä.
13. Tapitusten reikien poraus jalkaelementteihin ja pohjalevyyn monikaraporalla, lamellojen upotusten jyrästä.
14. Kasaus. Jiiriliitoksen sekä lamellojen istuminen varmistettava ennen liimausta.



KUVIO 55. Liimattu sekä tapitettu päätyelementti. Tapitus aihion yläosassa

### 6.2.2 Kokoaminen

Kokoamisessa pätevät samat periaatteet kuin säilytystarkoitukseen suunnitellussa pöydässä. Teollisessa tuotannossa liimaus suoritetaan paineilmatoimisilla sylintereillä mittatarkkaa puristusjigiä hyödyntäen. Kokoonpanon jälkeen kulmat hiotaan kevyesti epäkesko-hiomakoneella.

### 6.3 Yksityiskohdat

Ristikko tehostaa pöydän särmikästä muotoa ja yhdessä valaistuksen kanssa luo sisustukseen tunnelmaa. Ilman ristikkoa rakenne jäisi hieman auki ja valonlähde olisi näkyvissä. Valaisevan elementin voi halutessaan jättää pois, pöydän funktio

säilyy myös tällöin (kuvio 56). Muuntajan johdon pituus on 2,2 m. Johto kiinnitetään paikalleen johtonaulan tyyppisillä kierrettävillä heloilla.

#### 6.4 Koottavuus

Käyttäjä voi koota pöydän samoin kuin edellisen säilytystarkoitukseen suunnitellun mallin. Erona edelliseen malliin ovat valaiseva lista sekä ristikko. Lista toimitetaan valmiiksi kasattuna, ristikko puolestaan osissa. Ristikko koostuu vaakasuuntaisesta 4 mm sekavanerista, johon on upotettu koivusta valmistettuja valoa ohjaavia pystysuuntaisia osia. Ristikko kasataan asettamalla valoa suodattavat seinämät osien upotuksiin. Komponenttien välys on mitoitettu tiukaksi, jolloin seinämät pysyvät paikoillaan. Liitos vahvistetaan lisäksi PVAc-liimalla.

Pöytä on mahdollista valmistaa kertopuusta (39 x 66 x 2550), puuosia tarvitaan seitsemän kappaletta. Tässä tapauksessa liimalevyn aihiot tulee tapittaa toisiinsa havuviilun haurauden takia.



KUVIO 56. Sohvapöytä ilman valaisevaa ledi-listaa ja ristikkoa

## 7 HUONEKALUTESTAUS

### 7.1 Koestus

Istuimelle tehtiin testaus standardin ISO 7173 mukaan (liitos: malli 2). Testitasoksi valittiin julkikalusteille määritellyt arvot (taso 4). Koestus toteutettiin leveän etusarjan omaavalle istuimelle (kuvio 57).



KUVIO 57. Koestettu tuoli

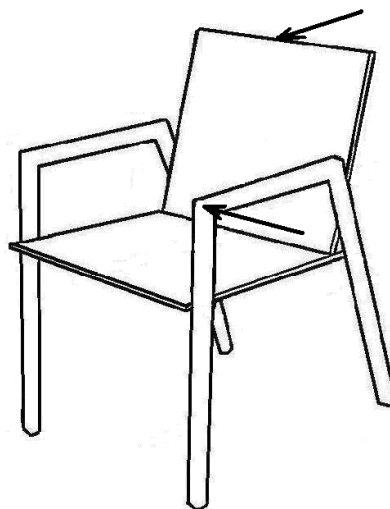
## 7.2 Tehdyt koestukset

Testauksen ensisijaisena päämääränä oli selvittää liitosten rasituksen sieto. Koestukseen valittiin liitoksia maksimaalisesti rasittavat testit. Testaus kohdistui erityisesti istuinelementin liitoksiin. Oheisessa kuviossa 58 on esitetty toteutetut testit.

Testi	Kuormitus
7.11 Selkänojan iskutesti	10 kertaa, iskukulma 48 °
7.12 Käsinnojan iskutesti	10 kertaa, iskukulma 48 °
7.13 Pudotustesti	10 kertaa, pudotuskorkeus 300 mm

KUVIO 58. Toteutetut testit

Iskutesti toteutettiin iskemällä 9 kg heilurilla koestettavaan kohtaan standardin määrittelemässä heilurin kulmassa. Selkänojan iskemäkohta istuimen keskilinjassa, selkänojan yläpintaan (kuvio 59). Käsinnojan iskutesti tehtiin rasituksen kannalta heikoimpaan kohtaan, joka sijaitsee elementin etuosassa.



KUVIO 59. Iskemäkohdat



Pudotustesti toteutettiin pudottamalla istuin annetulta korkeudelta 10 ° kulmassa. Testi tehtiin sekä etu- että takajaloille tavalla, jossa tuolin koestettava jalka koskettaa lattiapintaa ensimmäisenä.

### 7.3 Tulokset

Selkänojan ja käsinojan koestus sujui odotuksien mukaan, liitokset säilyivät ehjinä ja kokonaisuus tukevana. Pudotustestin osalta saavutettiin ääritilanne, jossa tapahtui takajalan murtuma. Murtumakohta alkaa sivuelementtiin tehdystä upotuksesta ja jatkuu lattiatasoon asti. Kyseinen tapahtuma ilmeni viidennellätoista pudotuskerralla. Puun murtuma ei ollut odotettavissa (kuvio 60). Murtumaa lähemmin tarkasteltaessa puuaines osoittautui verrattain hauraaksi. Havaittavissa oli myös lieviä halkeamia, jotka ovat voineet syntyä puun kuivauksen yhteydessä. Kyseinen halkeama edesauttaa puun murtuman mahdollisuutta.



KUVIO 60. Takajalan puun murtuma

Johtopäätös: Sivuelementtiin tehtävien upotusten syvyys lasketaan 10 mm:stä 6 mm:iin, jolloin elementin ulkoreunalle jää 26 mm yhtenäistä työstämätöntä puuainesta. Tällä tavoin kasvatetaan istuimen jalkojen rasituksen sietokykyä, sekä tataan istuinelementin tukeva liitos.



## 8 YHTEENVETO

### 8.1 Suunnittelu

Kaikki tuotteet on valmistettu perinteisillä puuntyöstökoneilla. Käytössä ovat olleet: levysirkkeli, oiko- ja tasohöylä, alajyrsin, leveänauhahiomakone, monikarapora, lamello-jyrsin, nauhahiomakone ja halkaisusirkkeli. Lisäksi komponenttien liittämiseen on käytetty kierrepuristimia.

Tavoitteena oli suunnitella mallisto, jonka raaka-aineet ovat edullisia ja helposti saatavilla. Pyrin pitämään valmistusprosessin mahdollisimman yksinkertaisena, ja komponenttien sekä työn määrän alhaisena. Suunnittelutyön kautta käytettäville raaka-aineille luodaan lisäarvoa, joka näkyy valmiin tuotteen olemuksessa. Tekniikan ja muotoilun opintojen yhdistäminen on vahvistanut valmistusprosessin kokonaisuuden hallintaa, sekä samalla antanut uuden käsityksen muotoilun ja rakennesuunnittelun vuorovaikutuksesta.

Tuotteiden (huonekalut, käyttötavarat jne.) suunnittelu ja valmistaminen tavanomaisistakin materiaaleista on eräänlaista rakenteellisen illuusion luomista. Ihanteellisessa tilanteessa halvasta materiaalista saadaan yksinkertaisilla tuotantoteknisillä toimenpiteillä täysin uusi kokonaisuus ja funktio. Alkuperäisen raaka-aineen olemus muuttuu tavalla, joka nostaa tuotteen arvoa. Tästä on hyvä esimerkki sohvapöydän rakenteellisen toteutuksen ja ulkonäön vuorovaikutus. Molemmat palvelevat yhteistä päämäärää (muoto, rakenne) ihanteellisesti.

Mallisto on suunniteltu myös silmällä pitäen teollista sarjatuotantoa ja mahdollisen valmistajan konekanta. Konekanta on pyritty mahdollisimman yksinkertaise-

na. Teollisessa tuotannossa osien liitosten toteutukseen käytetään cnc-konetta, jolla taataan liitosten mitoituksen vakiotoleranssi.

## 8.2 Johtopäätökset

Mallisto saavutti prosessin alussa määritellyt päämäärät niin teknisen toteutuksen, kuin muotoilunkin osalta. Osa-alueet tukevat toisiaan tasapainoisesti. Huolellisen suunnittelutyön avulla saatiin aikaan rakenteeltaan luotettava ja ulkonäöltään ryhdikäs kokonaisuus. Rakenteen haku aloitettiin muodon hahmottamisen kautta. Syntyneisiin luonnoksiin sovitettiin teknisiä yksityiskohtia, joita muokattiin kohteen rasituksensiedon vaatimusten mukaan. Yksityiskohtien avulla yksittäiset tuotteet sidotaan tunnistettavaksi ryhmäksi. Teema ilmenee rakenteiden muodoissa (kolmirakenne), sekä materiaalien pinnan tekstuurissa.

Ehdottomasti haasteellisin osuus oli tuolin suunnittelu. Teknisesti luotettavan ja ryhdikkään liittämistavan löytäminen vaati useiden vaihtoehtojen etujen ja haittojen punnitsemista. Tuolista valmistettiin kolme versiota, jotka vaihtelevat istuinelementin liitosten osalta. Mallissa yksi liitos toteutettiin 10 mm upotuksella sekä 5 x 50 mm huonekaluruuvilla. Mallissa kaksi poikittaisen etutuen dimensiota kasvatettiin, sekä liitokseen lisättiin kaksi kappaletta 8 x 50 mm poratappeja. Lisäksi kiinnitys vahvistettiin 7 x 70 mm huonekaluruuvilla. Tämä liitoksen malli myös koestettiin huonekalulaboratoriossa. Liitokset kestivät julkikalusteille tarkoitetun koestuksen, tosin istuimen takajalassa ilmeni puun murtuma. Murtuma johtui puumateriaalin sisäisestä halkeamasta, joka ei käynyt ilmi osia valmistettaessa.

Liitoksen mallia kolme ei koestettu (kuvio 61). Mallista valmistettiin ulkonäköä demonstroiva prototyyppi, joka myös valokuvattiin esitysteknisiä kuvia varten. Lopullisen liittämistavan löytäminen oli varsin pitkä prosessi. Liitoksen tukeminen 15 mm koivuvanerista valmistetulla kulmapalalla ilmeni vasta työn loppupuolella. Silmämääräisellä tarkastelulla ja liitoksen sitovuuden arvioinnilla liitosta

voidaan pitää erittäin varteenotettavana. Se palvelee istuimen muotoa ja rakennetta. Lopulliseen johtopäätökseen liitoksen toimivuudesta voidaan kuitenkin päätyä vain valmistamalla istuin kyseisellä tavalla ja koestamalla se.



KUVIO 61. Matalalla etusarjalla ja kulmapalalla toteutettu liitos

### 8.3 Valmistuskustannukset

Tuppeen sahatun koivun menekkiin on lisätty 50 % työstön aiheuttamaa hukkaa. Lisäksi täytyy huomioida myös mahdolliset puumateriaalin viat, kuten kuivauksen aiheuttama halkeilu ja kosmeettiset virheet. Raaka-aineeksi tulisi hankkia komponenttien mittojen jaolle sopivaa tasalaatuista materiaalia. Valmistusprosessin ohella syntyy myös varmasti epäkurantteja osia, joita ei voida hyödyntää.

Malliston materiaalimenekin ja valmistuskustannusten osalta konsultoin pitkän kokemuksen omaavaa puuseppää. Työtunnin hinta pienikokoisessa puusepän yrityksessä on noin 40 euroa (Hilkemaa, 2009).

Valmistuksen työvaiheet tulee suorittaa mahdollisimman varmatoimisesti, sarjatuotannon periaatteita noudattaen. Vaivattomasti vaihdettavien asetteiden avulla komponentteja voidaan työstää nopeasti ylläpitäen myös hyvää laatua. Osien työstön vauhdittamista varten tehdyt asetteet ja työstökoneet pidetään mittatarkkoina huolehtimalla niiden hyvästä kunnosta ja vakiotarkkuudesta. Tämä on olennaista prosessin sujuvuuden kannalta.

Mikäli mallisto valmistetaan asiakkaan toimesta kasattavina komponentteina, myyntihinta laskee sarjan koon ja prosessin suoraviivaisuuden mukaan. Materiaalilaskelmat ovat työn liitteinä (liitteet 8 – 13).

### 8.3.1 Istuin

Mallisto on suunniteltu valmistettavaksi ensisijaisesti pienessä puusepänverstaassa suppealla konekannalla. Valmistustapa nostaa tuotteiden hintaa, sillä komponenttien kulku työstövaiheiden välillä on varsin hidasta. Erityisesti liiman vaatima kuivumisaika kasvattaa osien valmistusaikaa. Tämä pätee myös verhoilulevyihin, jotka kiinnitetään PVAc-liimalla istuiinosaan ja selkänojaan. Nopeasti reagoivan liiman käyttäminen pehmusteen kiinnitykseen on erittäin suotavaa. Luvussa 3.4 (istuimen variaatiot) on esitetty istuin ilman verhoilua. Verhoilun pois jättäminen ei kuitenkaan ole eduksi istuimen ilmeelle. Kangas luo tuolin ryhdikkyuden ja edustavuuden. Myös pintakäsittelyn suorittaminen tyydyttävästi lisää huomattavasti tuotteen valmistusaikaa.

Valmistusprosessin kustannusarviot sisältävät henkilökustannukset, kuten työntekijöiden palkat sekä sosiaalikulut. Seuraavassa on esitetty osien työstövaiheet sekä ajankäytön ja valmistuskustannusten arviolaskelmat (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Istuimen valmistuskustannukset

Istuin (sarjan koko 50 kpl)	Aika (h)	Kustannus (e.)	Summa (e.)
<b>Raaka-aineet</b>	-	34,94	34,94
<b>Valmistus (40 e/h)</b>			
Sivuelementtien valmistus	0,40	40,00	16,00
Istuinelementin valmistus	0,30	40,00	12,00
Selkänojan valmistus	0,10	40,00	4,00
Elementtien kulmapalat	0,20	40,00	8,00
Verhoilu (istuin ja selkänoja)	0,25	40,00	10,00
Viimeistelyhionta	0,10	40,00	4,00
Kokoonpano	0,10	40,00	4,00
Pintakäsittely (2x, sis. hionnan)	0,30	40,00	12,00
Pakkaus (sis. suojamateriaalin)	0,15	40,00	6,00
<b>Yhteensä:</b>	<b>1,90</b>	<b>-</b>	<b>110,94</b>

Istuimen hinta on varsin korkea pienissä erissä valmistettuna. Sarjatuotantona valmistettaessa istuimen kustannukset laskevat hieman tuotantovaiheiden keskitämisen ansiosta. Tällöin mm. sivuelementtien ja istuinosan valmistus suoritetaan työstövaiheeseen erikoistuneissa soluissa. Pintakäsittely toteutetaan lakkauslinjan avulla. Sarjatuotantona valmistettuna istuimen valmistuskustannukset ovat noin 80 – 100 euroa.

### 8.3.2 Työpöytä

Työpöytä on istuimeen verrattuna hieman yksinkertaisempi toteuttaa. Päätyelementtien metritavaran valmistustapa on lähes identtinen istuimen sivuelementtien valmistusprosessiin verrattuna. Alla olevassa taulukossa 2 on esitetty valmistusprosessin kustannukset.

TAULUKKO 2. Työpöydän valmistuskustannukset

<b>Työpöytä (sarjan koko 50 kpl)</b>	<b>Aika (h)</b>	<b>Kustannus (e.)</b>	<b>Summa (e.)</b>
<b>Raaka-aineet</b>	-	63,11	63,11
<b>Valmistus (40 e/h)</b>			
Päätyelementtien valmistus	0,50	40,00	20,00
Pöytälevyn valmistus	0,30	40,00	12,00
Elementtien kulmapalat	0,20	40,00	8,00
Viimeistelyhionta	0,10	40,00	4,00
Kokoonpano	0,10	40,00	4,00
Pintakäsittely (2x, vaha)	0,40	40,00	16,00
Pakkaus (sis. suojamateriaalin)	0,15	40,00	6,00
<b>Yhteensä:</b>	<b>1,75</b>		<b>133,11</b>

Mikäli tuote valmistetaan sarjatuotantona, sekä asiakkaan toimesta kasattavina komponentteina, valmistushinta laskee noin 100 – 120 euroon.

### 8.3.3 Sohvapöydät

Sohvapöytien valmistus on hieman mutkikkaampaa päätyelementtien rakenteen takia. Myös pöytien kokoonpano vaatii erityistä tarkkuutta. Pintakäsittely suoritetaan öljyvahalla. Mikäli pöydät valmistetaan asiakkaan toimesta kasattavina komponentteina, valmistushinnaksi muodostuu säilytystarkoitukseen suunnitellun pöydän osalta noin 120 euroa. Valaisevan ominaisuuden omaavan pöydän valmistushinta on tällöin noin 160 euroa (taulukot 3 ja 4).

TAULUKKO 3. Sohvapöytä säilytystarkoitukseen, materiaalina kertopuu

Sohvapöytä (sarjan koko 50 kpl)	Aika (h)	Kustannus (e.)	Summa (e.)
<b>Raaka-aineet</b>	-	64,50	64,50
<b>Valmistus (40 e/h)</b>			
Päätyelementtien valmistus	0,60	40,00	24,00
Pöytä- ja kansilevyn valmistus	0,40	40,00	16,00
Viimeistelyhionta	0,10	40,00	4,00
Kokoonpano	0,20	40,00	8,00
Pintakäsittely (2x, vaha)	0,40	40,00	16,00
Pakkaus (sis. suojamateriaalin)	0,15	40,00	6,00
<b>Yhteensä:</b>	<b>1,85</b>		<b>138,50</b>

TAULUKKO 4. Sohvapöytä valaisevalla ominaisuudella, materiaalina kertopuu

Sohvapöytä (sarjan koko 50 kpl)	Aika (h)	Kustannus (e.)	Summa (e.)
<b>Raaka-aineet</b>	-	92,83	92,83
<b>Valmistus (40 e/h)</b>			
Päätyelementtien valmistus	0,60	40,00	24,00
Pöytä- ja kansilevyn valmistus	0,40	40,00	16,00
Viimeistelyhionta	0,10	40,00	4,00
Kokoonpano	0,20	40,00	8,00
Pintakäsittely (2x, vaha)	0,40	40,00	16,00
Valaiseva ominaisuus, ristikko	0,40	40,00	16,00
Pakkaus (sis. suojamateriaalin)	0,15	40,00	6,00
<b>Yhteensä:</b>	<b>2,25</b>		<b>182,83</b>

### 8.3.4 Myyntikanavat ja markkinointi

Liiketoiminnan ja tuotteiden suunnittelun lähtökohtana on pienikokoinen yritys, joka hoitaa markkinoinnin ja asiakassuhteet omatoimisesti. Markkinoinnin tuomat lisäkustannukset pyritään pitämään alhaisina toteuttamalla mainonta oman toimipisteen sekä halpojen kanavien, kuten internetin kautta. Tuotteiden huolellisen suunnittelun ja toteutuksen avulla luodaan yritykselle ja sen myyntiartikkeleille imago, joka itsessään edistää markkinointia. Yritys valmistaa ja suunnittelee huonekaluja asiakaslähtöisesti, toimeksiantojen pohjalta.

Pienissä erissä valmistettaessa tuotteiden valmistushinnat kohoavat korkealle. Näin ollen myös laadun tulee olla ensiluokkaista. Sarjatuotantona valmistettaessa erityisesti pöytien valmistuskustannukset laskevat, sillä komponentit ovat suoraviivaisemmin työstettävissä. Asiakkaan toimesta kasattavien tuotteiden osalta koonpanovaihe voidaan jättää pois. Näin ollen osat on mahdollista pakata kiinteiksi kokonaisuuksiksi. Vaivattomasti käsiteltävät pakkaukset helpottavat myös logistisia toimintoja.

Suunnittelijan näkökulmasta tarkasteltuna tuotteet saatiin rakenteen ja ulkonäön osalta tyydyttävään lopputulokseen. Valmistusprosessin ja sen teollistamisen kannalta on tehtävä työstönvaiheiden optimointia sarjatuotantoon sopivaksi. Haastavimpia ja aikaa vieviä vaiheita istuimen toteutuksen osalta ovat sivuelementin ja istuinosan valmistus. Suuressa mittakaavassa toteutetun sarjatuotannon työstövaiheet ja niiden ajallinen kesto voidaan laskea verrattain alas.

Liiketoiminnan kannattavuuden puolesta voidaan todeta malliston valmistuksen soveltuvan paremmin massatuotantoon. Tässä tapauksessa komponenttien työstö ja pintakäsittely toteutetaan tehtaalla, asiakas kasaa tuotteen omatoimisesti.



#### 8.4 Pakattavuus

Malliston tuotteiden ollessa hyvin kookkaita niiden jälleenmyynti kasattuna tuottaa ongelmia erityisesti kuljetuksen suhteen. Isoja kokonaisuuksia on hankala saada sopimaan yleisimpiin kuljetusvälineisiin, kuten henkilöautoon. Myynnin edistämisen takia tuotteet olisi välttämätöntä valmistaa, sekä myydä asiakkaan toimesta kasattavina kokonaisuuksina. Seuraavassa (kuvio 62) esitelty pakkausten ulkomitat, suojaava kerros (esim. pahvi) tai mahdolliset kulmasuojat eivät sisälly mittoihin.

Istuin:	korkeus: 112 mm	leveys: 620 mm	syvyys: 660 mm
Työpöytä:	korkeus: 70 mm	leveys: 715 mm	syvyys: 1245 mm
Sohvapöytä, säilytystarkoitus:	korkeus: 84 mm	leveys: 495 mm	syvyys: 1220 mm
Sohvapöytä, valaiseva:	korkeus: 75 mm	leveys: 508 mm	syvyys: 1100 mm

KUVIO 62. Pakkausten mitat

## 9 OMAT MERKINNÄT

### 9.1 Valmistus

Mallisto on toteutettu pienen puusepän verstaan menetelmillä ja koneilla. Teollisessa tuotannossa menekit vaihtelevat mm. liiman määrän, ja levyn paksuuden mitallistamisen osalta. Sarjatuotannossa liimalevy valmistettaisiin automatisoidulla kuumapuristimella, jolloin liiman levitysmäärä sekä aihoiden koko on pienempi. Kuumapuristimella ja leveänauhahiomakoneella saadaan tyydyttävä pinnanlaatu hiomalla levyn pinnasta vain muutama millimetri.

Loppukäyttäjän toimesta kasattavien tuotteiden valmistusprosessi yksinkertaistuu huomattavasti, sillä tällöin säästytään kokoonpanovaiheelta ja haasteellisilta liitoksilta. Kokoonpanossa voidaan olettaa syntyvän muutamia hylättäviä kappaleita liitosten toteutuksen (jiiri-, lamelloliitos) laadun takia.

Malliston tuotteet ovat istuinta lukuun ottamatta pääasiassa levytavaraa, joka on vaivaton pakata ja suojata logistisia toimintoja varten. Asiakkaan toimesta kasattavien huonekalujen pakkaukseen lisätään kasaamisohjeet sekä kiinnitystyökalu (kuusiokoloväännin). Pakkausvaiheessa varmistetaan, että kiinnitystarvikkeiden määrä on oikea.

Tuotteiden pohjaan liimataan huopanapit ehkäisemään pintojen kulutusta ja vaimentamaan iskujen aiheuttamaa värähtelyä huonekalun runkoon. Napit voidaan liimata tehtaalla tai asiakkaan toimesta.

## 9.2 Kertopuu

Kertopuu on erittäin edullinen materiaali. Se on suunniteltu ensisijaisesti rakennusteollisuuden tarpeisiin, väliseinien runkoja varten. Huonekaluvalmistukseen kertopuun hyödyntäminen on joissain tapauksissa hieman kyseenalaista. Erityisesti ohuissa kertopuurakenteissa viilut turpoavat ja saavat aikaa epätasaisen pinnan vaikka komponentin tasopinta olisi työstön yhteydessä huolellisesti hiottu.

Omasta kokemuksestani paksuilla kertopuu-rakenteilla (noin 35 mm) kyseistä ilmiötä ei ole havaittavissa merkittävässä määrin. Viilurakenteeltaan käännetty kertopuu-liimalevy säilyy pinnaltaan melko tasaisena (kuvio 63). Noin viisi vuotta vanhaa kertopuu-levyn pintaa tarkasteltaessa, voidaan todeta tasainen pinnan viilurakenne.



KUVIO 63. Kertopuu-liimalevy, valmistettu vuonna 2004

Havuviilun tiheys ja iskunkesto eivät ole riittäviä vaativiin kohteisiin. Mikäli kohde edellyttää virheetöntä viilupintaa ja erittäin vahvaa rakennetta, tulisi viilusuunnaltaan käännetty levy valmistaa oksattomasta koivuviilusta liimatusta raaka-aineesta. Kertopuu-liimalevy tulee lisäksi tarkastaa silmämääräisesti mahdollisten tikkujen varalta.

### 9.3 Pintakäsittely

Pöytien osalta pintakäsittely tehtiin värittömällä Osmo TopOil-öljyvahalla. Käsittely suoritettiin kaksi kertaa värjäämättömällä puuvillakankaalla. Kaksi istuimen mallia (liitos: malli 2 ja 3) käsiteltiin polyuretaanilakalla pinnanlaadun ja istuimen lopullisen ilmeen havainnollistamiseksi. Lakka levitettiin hajotusilmaruiskulla. Välihionta suoritettiin käsin 320-karkeuden hiontapaperilla. Liitos-malli 1 käsiteltiin kiiltävällä spray-lakalla.

Lakka istuimen pintakäsittelynä on välttämätön kovan kulutuksen takia ja se olisi suotavaa muissakin tuotteissa. Öljyvaha menettää pintaa suojaavan vaikutuksensa ajan saatossa. Mitä todennäköisimmin kuluttaja ei tule suorittamaan pintakäsittelyä omatoimisesti uudestaan. Näin ollen lakka on kestävyyskannalta huomattavasti parempi vaihtoehto kaikissa tuotteissa. Lakkaus voidaan suorittaa koneellisesti. Levymäiset komponentit ovat käsiteltävissä vaivattomasti automatisoidulla lakkauslinjalla.

### 9.4 Verhoilu

Istuimen ja selkänojan pehmustamiseen käytetty 10 mm:n valueriste on ominaisuuksiltaan erinomainen verhoilun alusmateriaaliksi. Eriste on sopivan kiinteää ja sen tiheys on riittävä peittämään verhoilun kiinnittämiseen käytetyt 7 mm:n hakaniitit alleen. Niitit tulevat levyn lävitse muutaman millimetrin. Niitä ei kuitenkaan havaitse sormin pehmustetta paineltaessa.

Eristeelle ominaista on myös sen lämmöneristyskyky, joka vaikuttaa istuinkokemukseen miellyttävällä tavalla. Kehon tuottama lämpö on aistittavissa hetki istumisen jälkeen. Tämä tuottaa istujalle mielihyvää ja jättää positiivisen muistijäljen istuimesta. Tuntoaistilla havainnoidaan istuimen pehmeyttä ja lämpötilaa, sekä kehon asentoa. Myös istuimen visuaalisuus vaikuttaa sen käyttökokemukseen.

## 9.5 Paloturvallisuus

Valaisevan ominaisuuden omaavan pöydän valmistuksessa ja käytössä on huomioitava paloturvallisuuden vaatimukset. Sähkölaitteet, sekä niiden toimintavarmuus muodostavat aina omat riskinsä. Valaiseva ledilista on nostettu korotusosin irti puumateriaalista. Lisäksi lista, sekä johdotus on eristetty alumiinisesta kiskosta suojaamalla mahdolliset kontaktipinnat muovikalvolla.

Suurimman riskin muodostaa pöly, joka kertyy huoneilmasta pöydän sisärakenteisiin. Suurissa määrin esiintyvä pöly on erityisen herkkä ja nopea syttymään. Pöydän ontton rakenteen takaosan voi sulkea levyllä, joka estää jossain määrin pölyn kertymisen valaisevan listan läheisyyteen. Huoneilman pöly on kuitenkin hyvin tunkeutuvaa ja se läpäisee etuosan ristikon vaivatta. Tämä on estettävissä säännöllisellä pölyjen pyyhkimisellä. Pölyn poisto käsin ei kuitenkaan ole paloturvallisuuden kannalta vartenotettava vaihtoehto. Mikäli ledilista ja johtojen liitokset koteloidaan esimerkiksi muovirakenteeseen, ehkäistään pölyn muodostamaa riskitekijää tehokkaasti.

Ledi-polttimo ei kuumene vaikka se olisi käytössä yhtäjaksoisesti pitkiäkin aikoja. Myös tuuletuksen tarve lämmönpoistoa ajatellen on pieni.

## 9.6 Materiaalien hankinta

Raaka-aineiden hinnat on kilpailutettu Lahden alueen yrityksillä. Tarjousta kysyttäessä sovittiin ostomäärät teollisuuden vaatimuksiin, toisin sanoen tarjouspyyntö koski verrattain isoja tilauksia. Materiaalimenekin laskelmissa käytetty kosteuden kestävä (D3) PVAc-liimaa. Hinnat ja laskelmat esitetty liite-osiossa. Ohessa materiaalien hankintapaikat:

Koivu 38 mm, tuppeen sahattu:

Oy Novo Wood Ltd.  
Laatikkotehtaankatu 3, 15240 Lahti  
Puh: 0207 209 400

Ledi-lista, muuntaja:

Suomen Valotuonti  
Tupalankatu 3, 15680 Lahti  
Puh: 03 7834344

Verhoilukangas:

Eurokangas  
Aleksanterinkatu 11, 15110 Lahti  
Puh: 03-752 0353

Muut materiaalit:

Starkki  
Ansiokatu 3, 15610 Lahti  
Puh: 03 811 919

## 10 LÄHDELUETTELO

Holmberg, K. 2000. Kalustemuotoiludesign. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Pisla Oy. 2009. <http://www.pisla.fi> - jpeg-kuva, tappimutteri [verkkajulkaisu]. [viitattu 23.2.2009]. Saatavissa:  
[http://www.pisla.fi/images\\_tuoteluettelo/085149\\_20608400\\_W.jpg](http://www.pisla.fi/images_tuoteluettelo/085149_20608400_W.jpg)

Hilkemaa, J. 2009. Yksityisyrittäjä. T:mi Koristepuu. Haastattelu 10.3.2009.

Hiltunen, R. 2009. Myyntipäällikkö. Suomen Valotuonti. Haastattelu 12.3.2009.

## LIITTEET

- |          |                                |
|----------|--------------------------------|
| 1. LIITE | Esitystekniset kuvat           |
| 2. LIITE | Materiaalimenekki ja laskelmat |
| 3. LIITE | Mitoituskuvat                  |



















**ISTUIMEN MATERIAALIT (verhoiltuna, kevyt etusarja, liitos: malli 3)**

Raaka-aine	Kohde/viitiedot	Menekki	Hinta	Kustannus e.
Koivu 38 mm PSK tup.sahattu	Sivuelementit, istuinosan tukeminen	0,008 m <sup>3</sup>	603,9 e/m <sup>3</sup>	4,83
Tammi paneeli 10 x 145 mm	Sivuelementit	1,2 m	4,75e/m	5,70
Sekavaneri BB/WG 12 mm	Istuin ja selkänöja	0,49 m <sup>2</sup>	14,30 e/m <sup>2</sup>	7,00
Kovalevy 3,2 mm	Verhoilulevy	0,43 m <sup>2</sup>	1,20 e/m <sup>2</sup>	0,52
Verhoilukangas, 100 % puuvilla	Verhoilu	0,74 m <sup>2</sup>	9,93 e/m <sup>2</sup>	7,34
Valuaste 10 mm	Verhoilulevy	0,43 m <sup>2</sup>	2,4 e/m <sup>2</sup>	1,03
Koivuvaneri BB/WG 15 mm	Tukevat kulmapalat	0,015 m <sup>2</sup>	20,50 e/m <sup>2</sup>	0,34
Huonekaluruuvi 5 x 50 mm	Kasaus	6 kpl	0,42 e/kpl	2,52
Läina PVAc D3 (kost. kestävä)	Kasaus, komponenttien valmistus	0,35 l	6,55 e/l	2,30
Lakka (nitroselluloosa)	Pintakäsittely (sis. ohenteen)	0,35 l	9,50 e/l	3,32
Huopanappi 4 x 16 mm	Istuimen jalan pohja	4 kpl	0,01 e/kpl	0,04
(spray-liima)	Pehrnuusteen kiinnitys			
(7 mm hakaniitti )	Pehrnuusteen kiinnitys			
			<b>Yhteensä:</b>	<b>34,94</b>

**Valmistustekniset lisätiedot:** Verhoilukangas (merkki: CANVAS 16380) 100 % puuvilla, Martindale 17.000-22.500. Kangas myydään 1,5 m leveänä rullana. Kankaan leveys sallii kolmen kappaleen leikkaamisen verhoilua varten (sisältää reunuksen midontaan). Pintakäsittely suoritettu 2 kertaa, verhoiltavia pintoja ei lakata. Lakan hinta sisältää ohenteen. Tuppeensahan koivun menekkiin lisätty 50 % työstön aiheuttamaa hukkaa (ahion sahaus tuppeen sahatusta puutavarasta, höyläys sekä hionta viimeistelyyn paksuuteen). Koivu puusepänteitä 8 %, laatuluokka AB. Kalkki hinnat sisältävät arvonlisäveron.



**ISTUIMEN MATERIAALIT (ei verhoilua, kevyt etusarja, liitos: malli 3)**

Raaka-aine	Kohde/viitetiedot	Menekki	Hinta	Kustannus e.
K oivu 38 mm PSK tup.sahattu	Sivuelementit, istuinosan tukeminen	0,008 m <sup>3</sup>	603,9 e/m <sup>3</sup>	4,83
Tammi paneeli 10 x 145 mm	Sivuelementit	1,2 m	4,75e/m	5,70
Sekavaneri BB/WG 12 mm	Istuin ja selkänoja	0,49 m <sup>2</sup>	14,30 e/m <sup>2</sup>	7,00
K oivuvaneri BB/WG 15 mm	Tukevat kulmapalat	0,015 m <sup>2</sup>	20,50 e/m <sup>2</sup>	0,34
Huonekaluruuvi 5 x 50 mm	Kasaus	6 kpl	0,42 e/kpl	2,52
Liima PVAc D3 (kost. kestävä)	Kasaus, komponenttien valmistus	0,35 l	6,55 e/l	2,30
Lakka (nitroselluloosa)	Pintakäsittely (sis. ohenteen)	0,40 l	9,50 e/l	3,80
Huopanaappi 4 x 16 mm	Istuimen jalan pohja	4 kpl	0,01 e/kpl	0,04
			<b>Yhteensä:</b>	<b>26,53</b>

**Valmistustekniset lisätiedot:** Pintakäsittely suoritettu 2 kertaa. Lakan hinta sisältää ohenteen. Tuppeensahatun koivun menekkiin lisätty 50 % työstön aiheuttamaa hukkaa (aihion sahaus tuppeen sahatusta puitavarasta, höyläys sekä hionta viimeisteltyyn paksuuteen). K oivu puusepäнкуiva 8 %, laatu luokka AB. Kaikki hinnat sisältävät arvonlisäveron.

### TYÖPÖYDÄN MATERIAALIT

Raaka-aine	Kohde/viitetiedot	Menekki	Hinta	Kustannus e.
Kertopuu 39 x 66 x 2550	Kansilevy	9 kpl	3,75 e/kpl	33,75
Koivu 38 mm PSK tup.sahattu	Päätyelementit, tukipalat	0,009114 m <sup>3</sup>	603,9 e/m <sup>3</sup>	5,50
Tammi paneeli 10 x 145 mm	Päätyelementit, tukipalat, kansilevy	2,8 m	4,75e/m	13,30
Poratappi 10 x 50 mm	Kasaus, päätyelementtien kiinnitys	16 kpl	0,022 e/kpl	0,35
Poratappi 8 x 50 mm	Kasaus, tukipalojen kiinnitys	12 kpl	0,022 e/kpl	0,26
Lamello #10 (19 x 53 mm)	Kasaus, tukipalojen kiinnitys	8 kpl	0,02 e/kpl	0,16
Lüma PVAc D3 (kost. kestävä)	Kasaus, liimalevy	0,55 l	6,55 e/l	3,60
Väritön Öljyvaha Osmo TopOil	Pintakäsittely	0,15 l	41,00 e/l	6,15
Huopanaappi 4 x 16 mm (listanaula 1 x 30 mm)	Pöydän jalan pohja	4 kpl	0,01 e/kpl	0,04
			<b>Yhteensä:</b>	<b>63,11</b>

**Valmistustekniset lisätiedot:** Tammi-paneeli sahattu pituussuunnassa kolmeen osaan, tuloksena 40 mm leveä lista. Pintakäsittely suoritettu kahteen kertaan. Tuppeensahatun koivun menekkiin lisätty 50 % työstön aiheuttamaa hukkaa (aihion sahaus tuppeen sahatusta puutavarasta, höyläys sekä hionta viimeistelyyn paksuuteen). Koivu puusepäntuiva 8 %, laatuokka AB. Kaikki hinnat sisältävät arvonlisäveron.

**SOHVAPÖYDÄN MATERIAALIT (malli: säilytystarkoitus)**

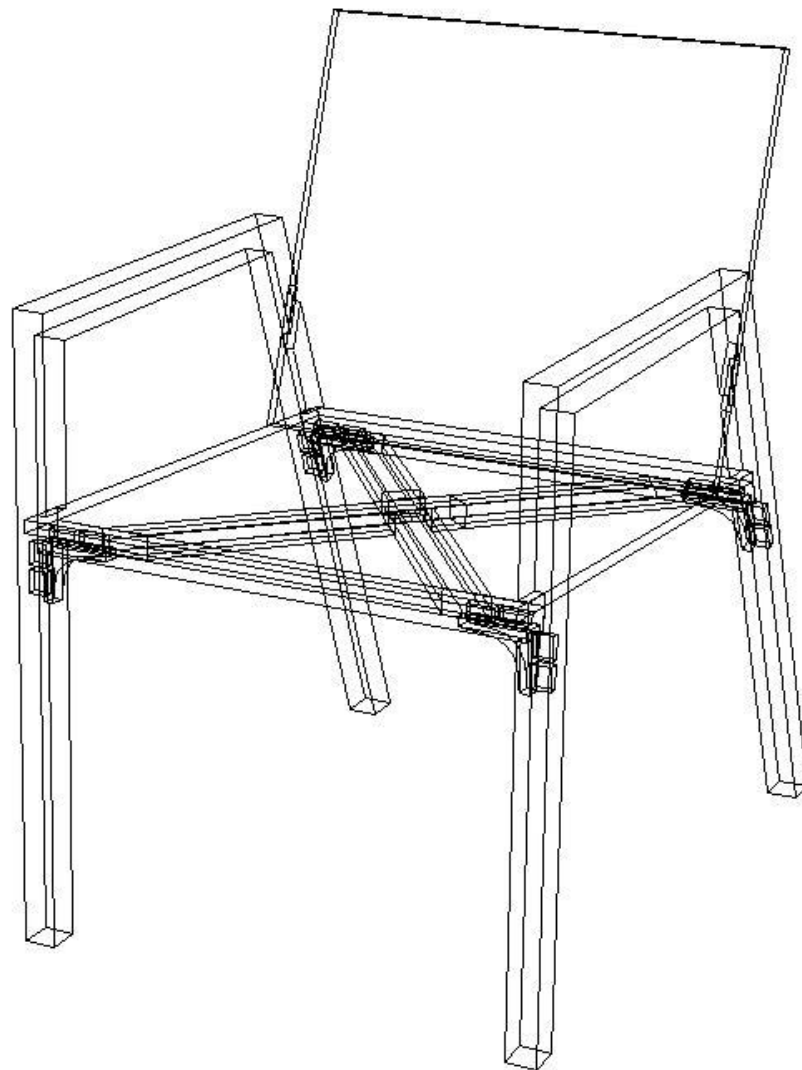
Raaka-aine	Kohde/viitetiedot	Menekki	Hinta	Kustannus e.
Sekavanen BB/WG 21 mm	Kansi- ja pohjalevy, sivuelementit	2,65 m <sup>2</sup>	22,50 e/m <sup>2</sup>	59,62
Tammipaneeli 10 x 145 mm	Kansi- ja pohjalevy, sivuelementit	2,6 m	4,75e/m	12,35
Poratappi 8 x 50 mm	Kasaus, sivuelementtien kiinnitys	14 kpl	0,022 e/kpl	0,30
Poratappi 8 x 40 mm	Sivuelementtien liimaus	88 kpl	0,020 e/kpl	1,76
Lamello #10 (19 x 53 mm)	Kasaus, pöytälevyn kiinnitys	6 kpl	0,02 e/kpl	0,12
Liima PVAc D3 (kost. kestävä)	Kasaus, liimalevy	0,61	6,55 e/l	3,93
Väritön Öljyvaha Osmo TopOil	Pintakäsittely	0,21	41,00 e/l	8,20
Huopanaappi 4 x 16 mm	Pöydän jalan pohja	4 kpl	0,01 e/kpl	0,04
			<b>Yhteensä:</b>	<b>86,32</b>

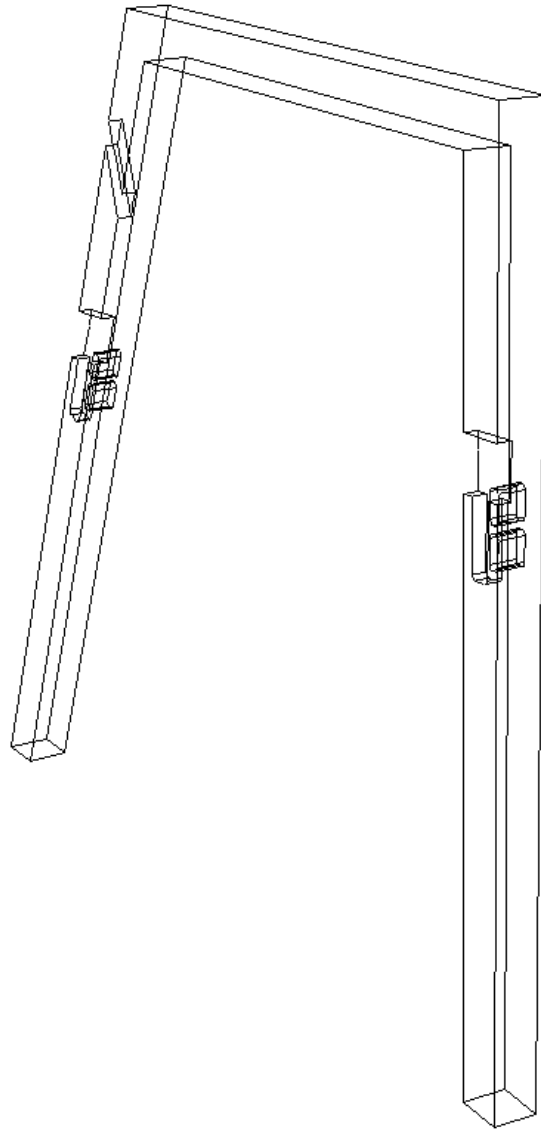
**Valmistustekniset lisätiedot:** Sekavanerista valmistetaan kaksi viilirakenteeltaan käännettyä liimalevyä, alioidien sahauksessa terän huukka 4 mm. Sahattavan alhion leveys 33 mm. Elementit liimataan 1500 mm pitkästä vaneriahiosta (23 kpl/levy), jonka dimensio 21 x 33 mm. Sivuelementtiin tarvittava liimalevy sahataan sekä pohja- että pöytälevystä. Sivuelementtien liimalevyn sisään poratappit 8 x 40 mm jotka liitetään pohja- ja pöytälevyn päihin. Liimalevy valmistetaan 1500 x 3000 mm kokoisesta sekavanerista. Tammipaneeli sahattu pihussuunnassa kolmeen osaan. Kaukki hinnat sisältävät arvonlisäveron.

**VALMISTUS KERTOPUUSTA 39 x 66 x 3000:** Valmistettaessa pöytä kertopuusta (7 kpl, halkaistaan pihussuunnassa, katkaistaan ja liimataan) liimalevyn raaka-aineen yhteishinta 37,80 e. Kertopuu 5,40 e/kpl. Tällöin pöydän kokonaishinta **64,50 e.**  
 Valmistusperiaate sama verrattuna sekavanerista tehtyyn pöytään. Havuvuuhun takia liimalevyt tapitettava. **JOHTOPÄÄTÖS: PÖYTÄ TOTEUTETAAN KERTOPUUSTA.**

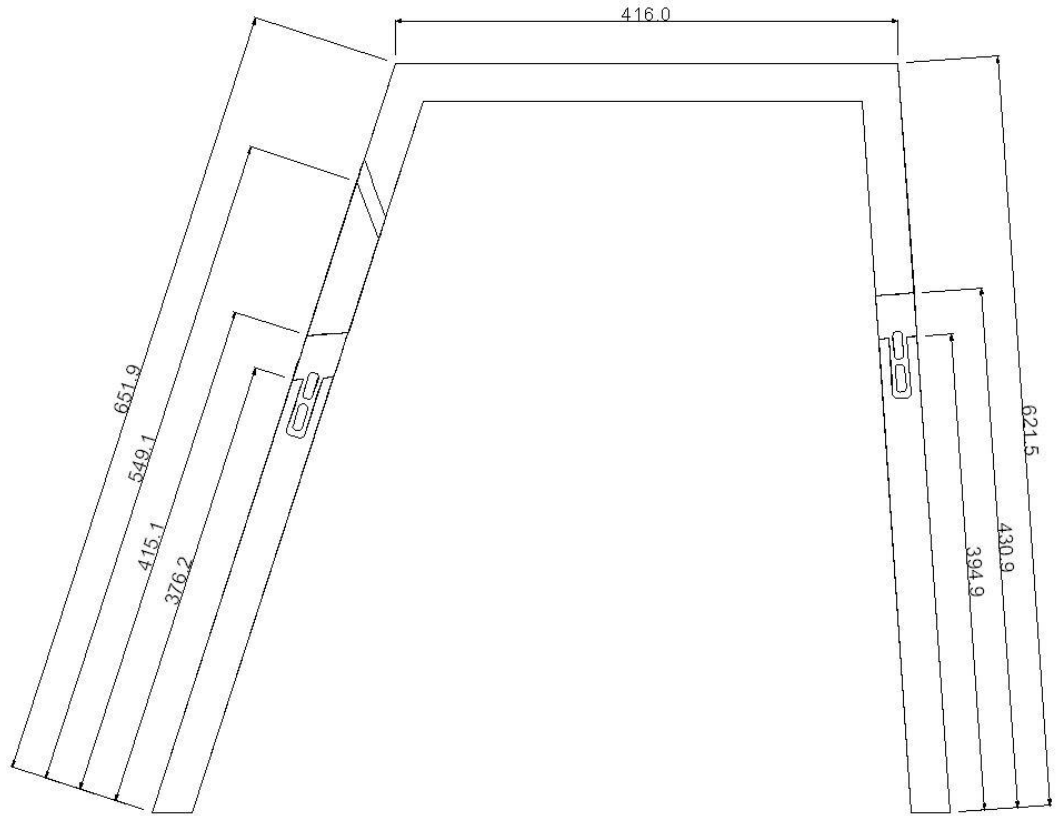
<b>SOHVAPÖYDÄN MATERIAALIT (malli: valaiseva sisustusellementti)</b>					
Raaka-aine	Kohde/viitetedot	Menekki	Hinta	Kustannus e.	
Sekavaneri BB/WG 21 mm	K.ansi- ja pohjalevy, sivuelementit	1,92 m <sup>2</sup>	22,50 e/m <sup>2</sup>	43,20	
Tammi paneeli 10 x 145 mm	K.ansi- ja pohjalevy, sivuelementit	2,2 m	4,75e/m	10,45	
Poratappi 8 x 50 mm	K.oraus, sivuelementtien kiinnitys	14 kpl	0,022 e/kpl	0,30	
Poratappi 8 x 40 mm	Sivuelementtien liimaus	88 kpl	0,020 e/kpl	1,76	
Lamello #10 (19 x 53 mm)	K.oraus, pöytälevyn kiinnitys	6 kpl	0,02 e/kpl	0,12	
Liima PV/Ac D3 (kost. kestävä)	K.oraus, limalevy	0,5 l	6,55 e/l	3,28	
Väritön Öljyvaha Osmo TopOil	Pintakäsittely	0,15 l	41,00 e/l	6,15	
K.oitu 38 mm PSK tup.sahattu	Ristilukko	0,00074 m <sup>3</sup>	603,9 e/m <sup>3</sup>	0,45	
Sekavaneri BB/WG 4 mm	Ristilukko	0,032 m <sup>2</sup>	6,65 e/m <sup>2</sup>	0,21	
Huopapanappi 4 x 16 mm	Pöydän jalan pohja	4 kpl	0,01 e/kpl	0,04	
Alumiini u-profiili 20 x 28 mm	Valonlähde	1,0 m	4,80 e/m	4,80	
Ledilista	Valonlähde	1,0 m	19,52 e/m	19,52	
Muuntaja 12 V / 2 A	Valonlähde	1 kpl	18,30 e/kpl	18,30	
Kiinnityshelat	Muuntajan johdo	4 kpl	0,30 e/kpl	1,20	
			<b>Yhteensä:</b>	<b>109,78</b>	
<p><b>Valmistustekniset lisätiedot:</b> Sekavanerista valmistetaan kaksi viuhurakenteeltaan käännettyä limalevyä, ahioiden sahausessa terän hukka 4 mm. Sahattavan ahion leveys 29 mm. Sivuelementtiin tarvittava limalevy sahataan sekä pohja- että pöytälevystä. Sivuelementtien limalevyn sisään poratapi 8 x 40 mm jotka liitetään pohja- ja pöytälevyn päihin. Tammi-paneeli sahattu pituussuunnassa kolmeen osaan. Raaka-aineena kooltaan 1220 x 2440 mm sekavaneri. Kaikki hinnat sisältävät arvonlisäveron.</p>					
<p><b>VALMISTUS KERTOPUUSTA 39 x 66 x 2550:</b> Valmistettaessa pöytä kertosuusta (7 kpl, halkaitaan pituussuunnassa ja limataan) limalevyn raaka-ameen yhteishinta 26,25 e. Kertopuu 3,75 e/kpl. Tällöin pöydän kokonaishinta <b>92,83 e</b>. Valmistusperiaate sama verrattuna sekavanerista tehtyyn pöytään. Havuviuhun takia limalevyt tapitettava. JOHTOPÄÄTÖS: PÖYTÄ TOTEUTETAAN KERTOPUUSTA.</p>					

<b>SOHVAPÖYDÄN MATERIAALIT (malli: ei valaistusta)</b>				
<b>Raaka-aine</b>	<b>Kohde/vuoretiedot</b>	<b>Menekki</b>	<b>Hinta</b>	<b>Kustannus e.</b>
Sekavaneri BB/WG 21 mm	Kansi- ja pohjalevy, sivuelementit	1,92 m <sup>2</sup>	22,50 e/m <sup>2</sup>	43,20
Tammi paneeli 10 x 145 mm	Kansi- ja pohjalevy, sivuelementit	2,2 m	4,75e/m	10,45
Poratappi 8 x 50 mm	Kasaus, sivuelementtien kiinnitys	14 kpl	0,022 e/kpl	0,30
Poratappi 8 x 40 mm	Sivuelementtien ilmaus	88 kpl	0,020 e/kpl	1,76
Larnello #10 (19 x 53 mm)	Kasaus, pöytälevyn kiinnitys	6 kpl	0,02 e/kpl	0,12
Limna PVAc D3 (kost. kestävä)	Kasaus, liimalevy	0,51	6,55 e/l	3,28
Väritön Öljyvaha Osmo TopOil	Pintakäsittely	0,15 l	41,00 e/l	6,15
Koivu 38 mm PSK tup.sahattu	Ristikko	0,00074 m <sup>3</sup>	603,9 e/m <sup>3</sup>	0,45
Huopanappi 4 x 16 mm	Pöydän jalan pohja	4 kpl	0,01 e/kpl	0,04
			<b>Yhteensä:</b>	<b>65,75</b>
<p><b>Valmistustekniset lisätiedot:</b> Sekavanerista valmistetaan kaksi viulurakenteeltaan käännettävää liimalevyä, aihioiden sahausessa terän hukka 4 mm. Sahattavan aihion leveys 29 mm. Sivuelementin tarvittava liimalevy sahataan sekä pohja- että pöytälevystä. Sivuelementtien liimalevyn sisään poratappi 8 x 40 mm jotka liitetään pohja- ja pöytälevyn päihin. Tarrupaneeli sahattu pituussuunnassa kolmeen osaan. Raaka-aineena kooltaan 1220 x 2440 mm sekavaneri. Kaikki hinnat sisältävät arvonlisäveron.</p>				
<p><b>VALMISTUS KERTOPUUSTA 39 x 66 x 2550:</b> Valmistettaessa pöytä kertopuusta (7 kpl, halkaistaan pituussuunnassa ja liimataan) liimalevyn raaka-aineen yhteishinta 26,25 e. Kertopuu 3,75 e/kpl. Tällöin pöydän kokonaishinta <b>48,80 e</b>. Valmistusperiaate sama verrattuna sekavanerista tehtyyn pöytään. Havuvihun takia liimalevyt tapitettava. <b>JOHTOPÄÄTÖS: PÖYTÄ TOTEUTETAAN KERTOPUUSTA.</b></p>				



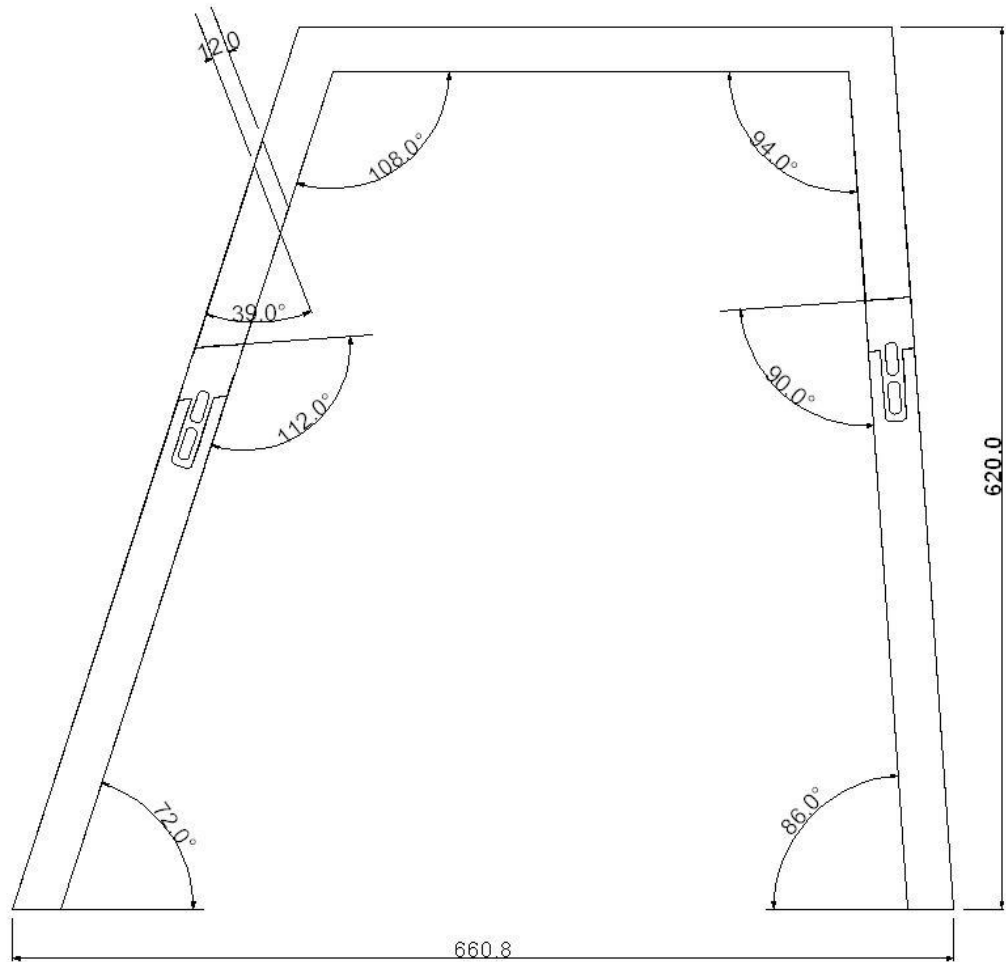


Kohde	Istuin
Osa	Oikea sivuelementti
Osa nro.	1/9
Lisätiedot	Isometrinen näkymä oikeasta sivuelementistä. Materiaalit: koivu, tammi.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009

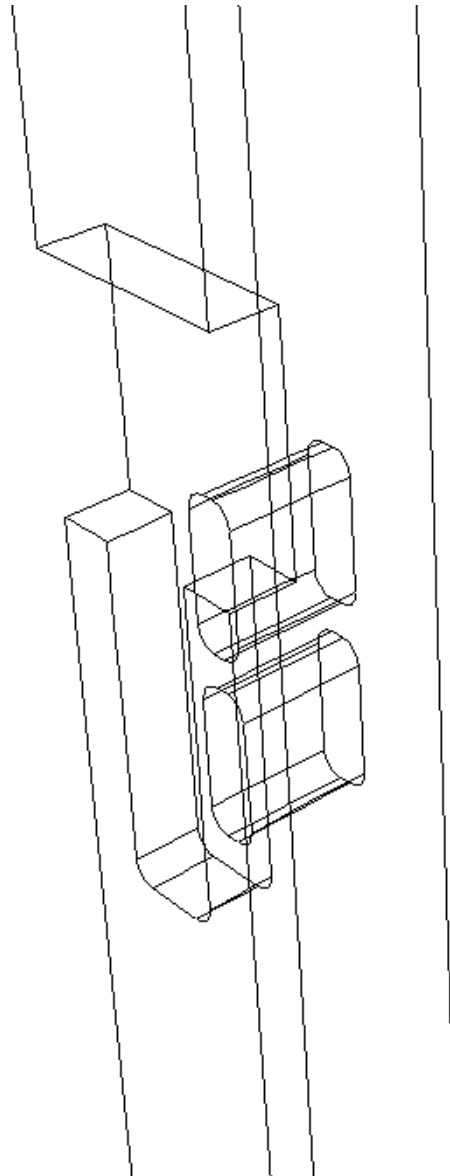


Kohde	Istuin
Osa	Oikea sivuelementti
Osa nro.	1/9
Lisätiedot	Elementin ulkomitat.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009

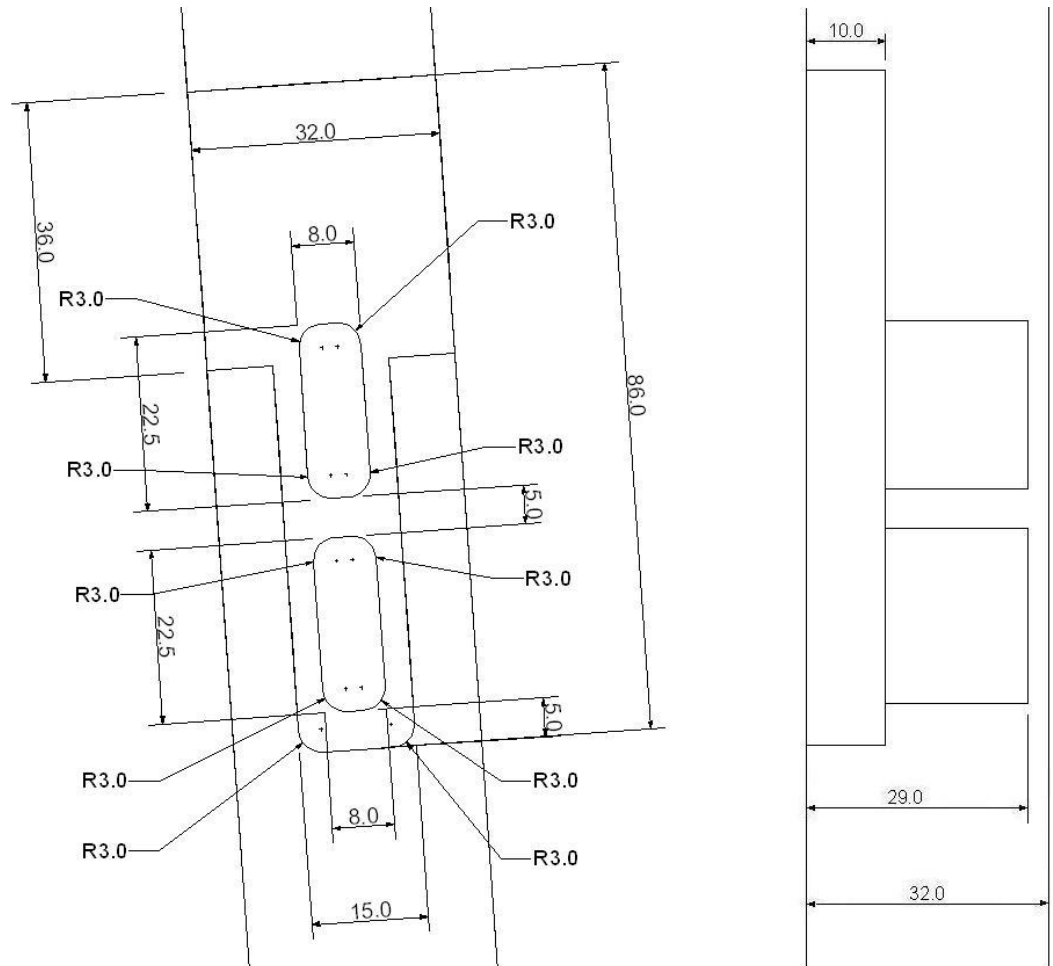




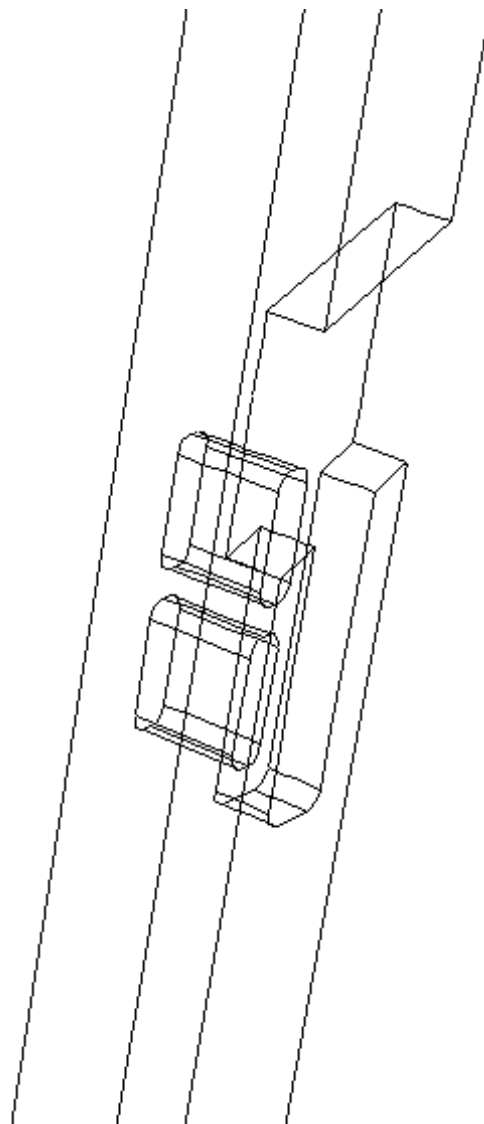
Kohde	Istuin
Osa	Oikea sivuelementti
Osa nro.	1/9
Lisätiedot	Elementin kulmat. Selkänojan upotuksen syvyys 10 mm.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009



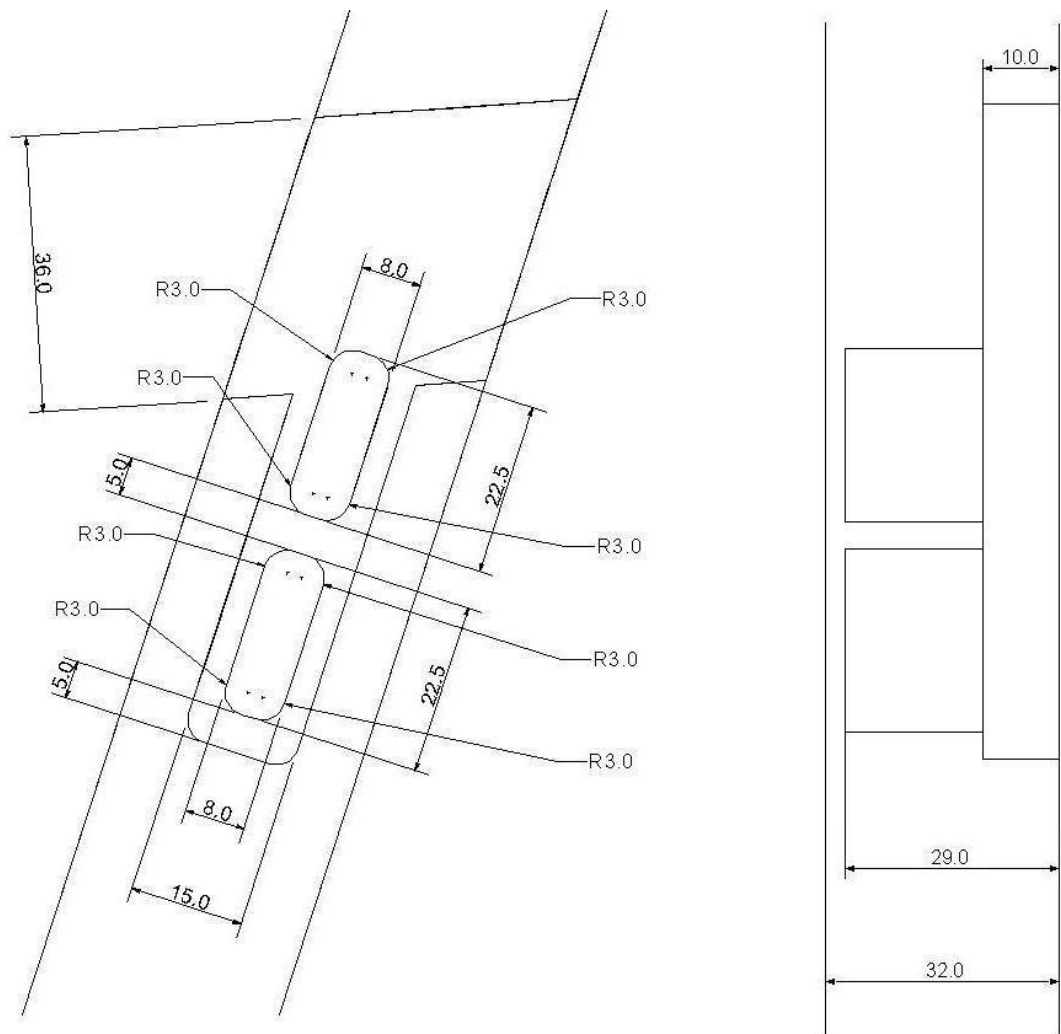
Kohde	Istuin
Osa	Oikea sivuelementti
Osa nro.	1/9
Lisätiedot	Isometrinen näkymä etuosan liitoksesta.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009



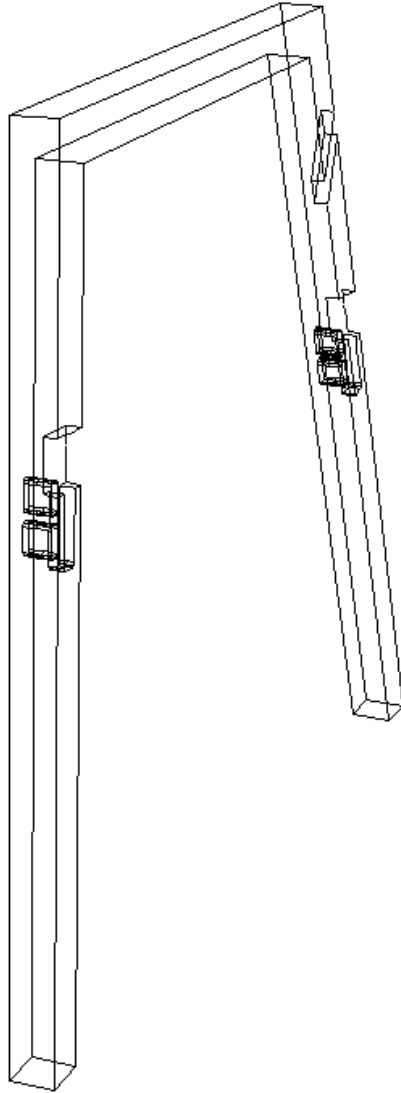
Kohde	Istuin
Osa	Oikea sivuelementti
Osa nro.	1/9
Lisätiedot	Etuosan liitos.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009



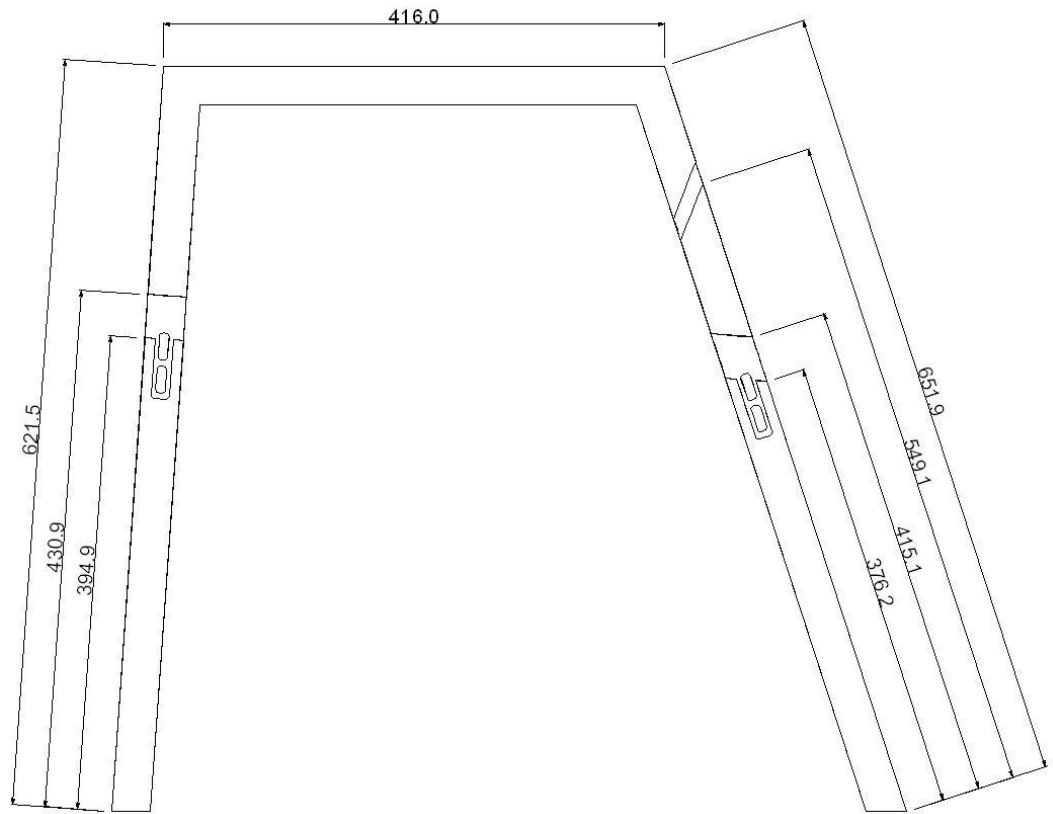
Kohde	Istuin
Osa	Oikea sivuelementti
Osa nro.	1/9
Lisätiedot	Isometrinen näkymä takaosan liitoksesta.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009



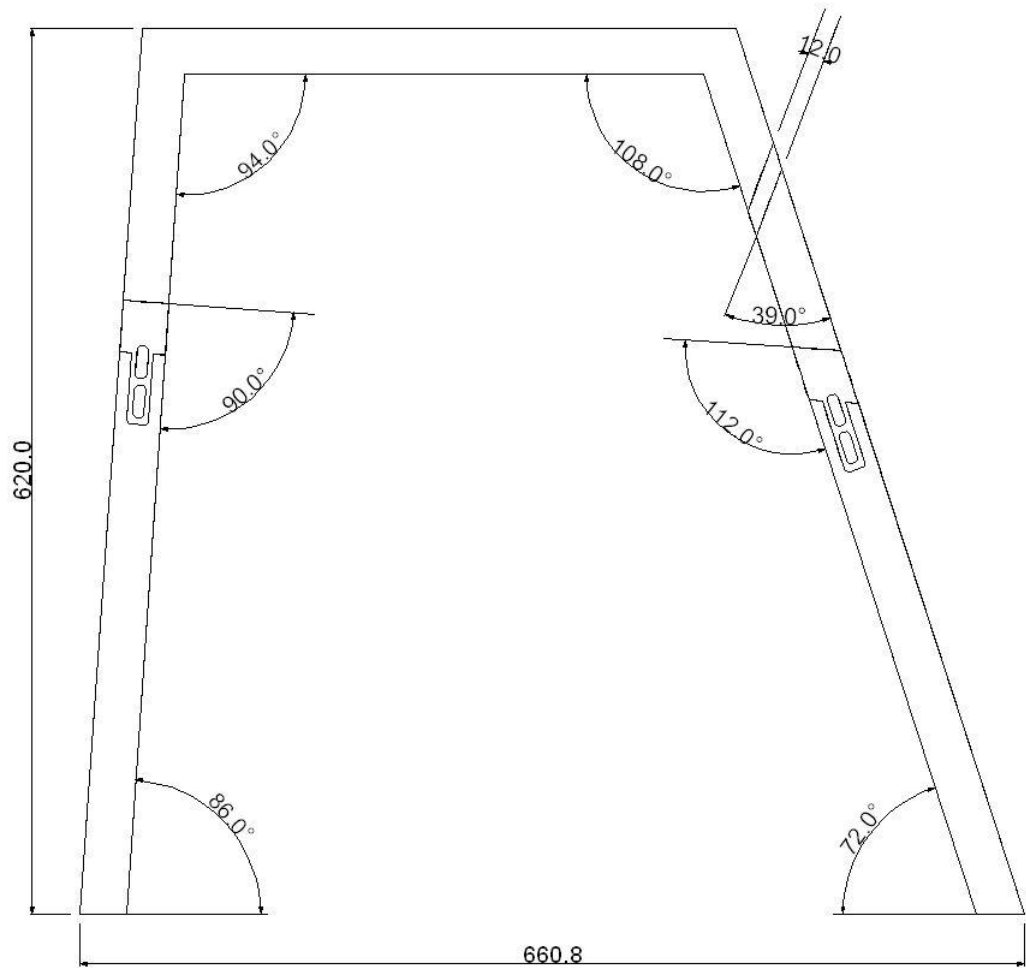
Kohde	Istuin
Osa	Oikea sivuelementti
Osa nro.	1/9
Lisätiedot	Takaosan liitos.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009



Kohde	Istuin
Osa	Vasen sivuelementti
Osa nro.	2/9
Lisätiedot	Isometrinen näkymä vasemmasta sivuelementistä (elementit ovat toistensa peilikuvia). Materiaalit: koivu, tammi.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009

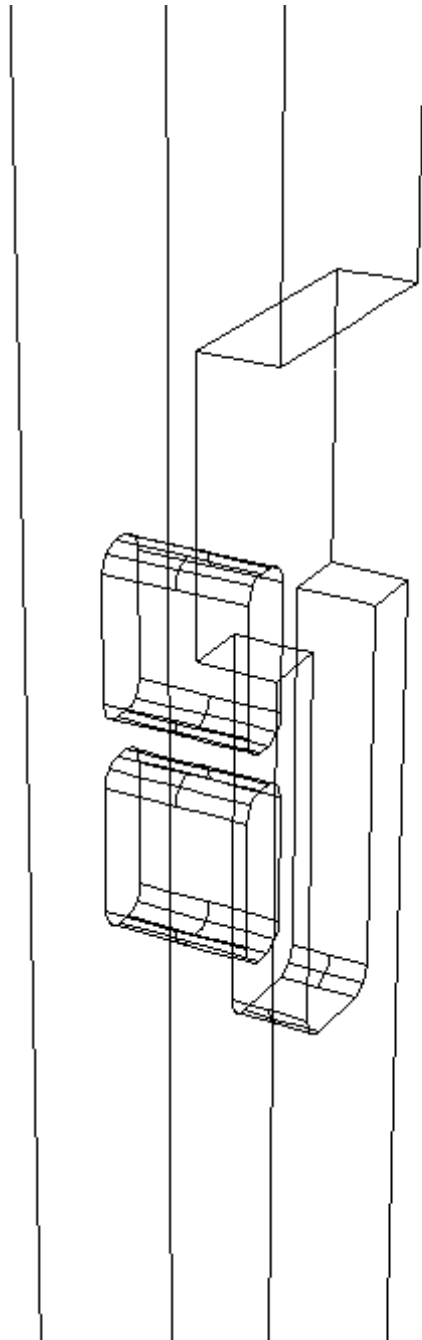


Kohde	Istuin
Osa	Vasen sivuelementti
Osa nro.	2/9
Lisätiedot	Elementin ulkomitat.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009

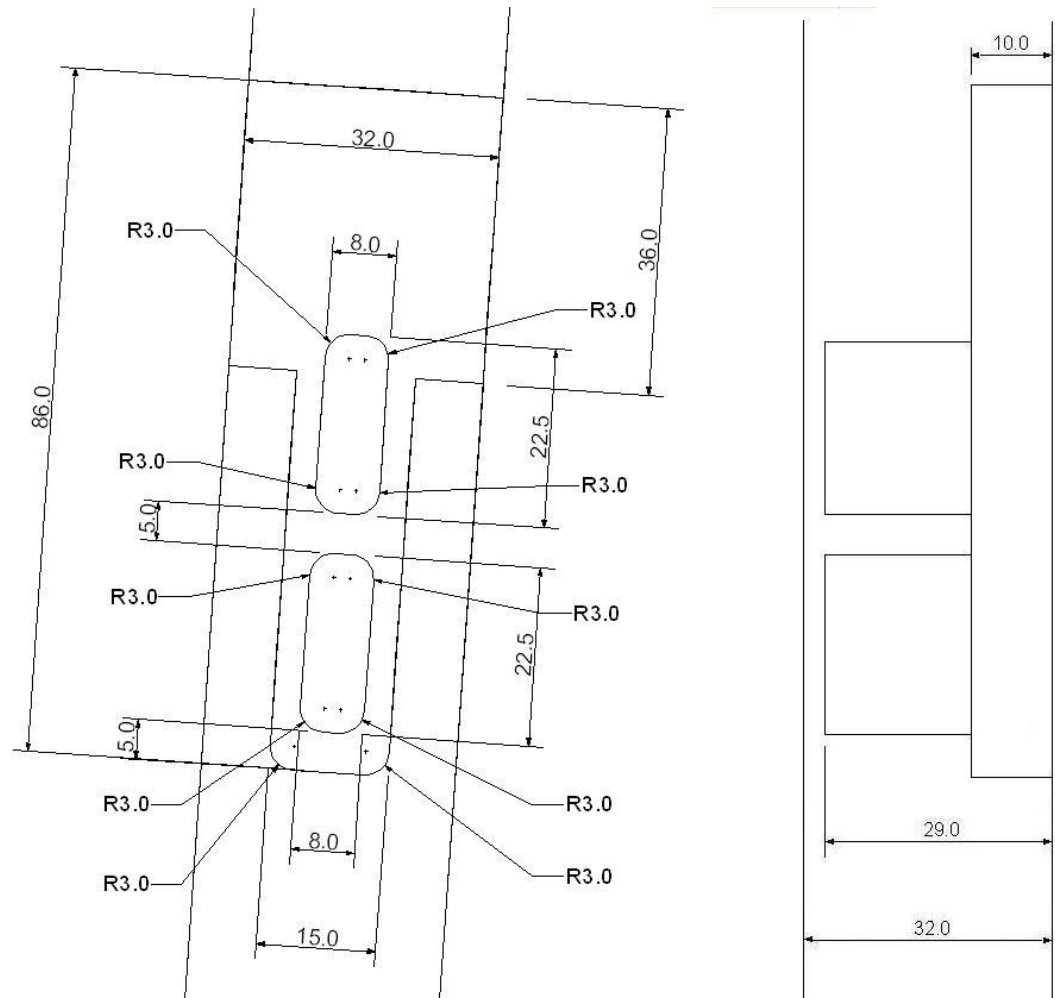


Kohde	Istuin
Osa	Vasen sivuelementti
Osa nro.	2/9
Lisätiedot	Elementin kulmat. Selkänojan upotuksen syvyys 10 mm.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009

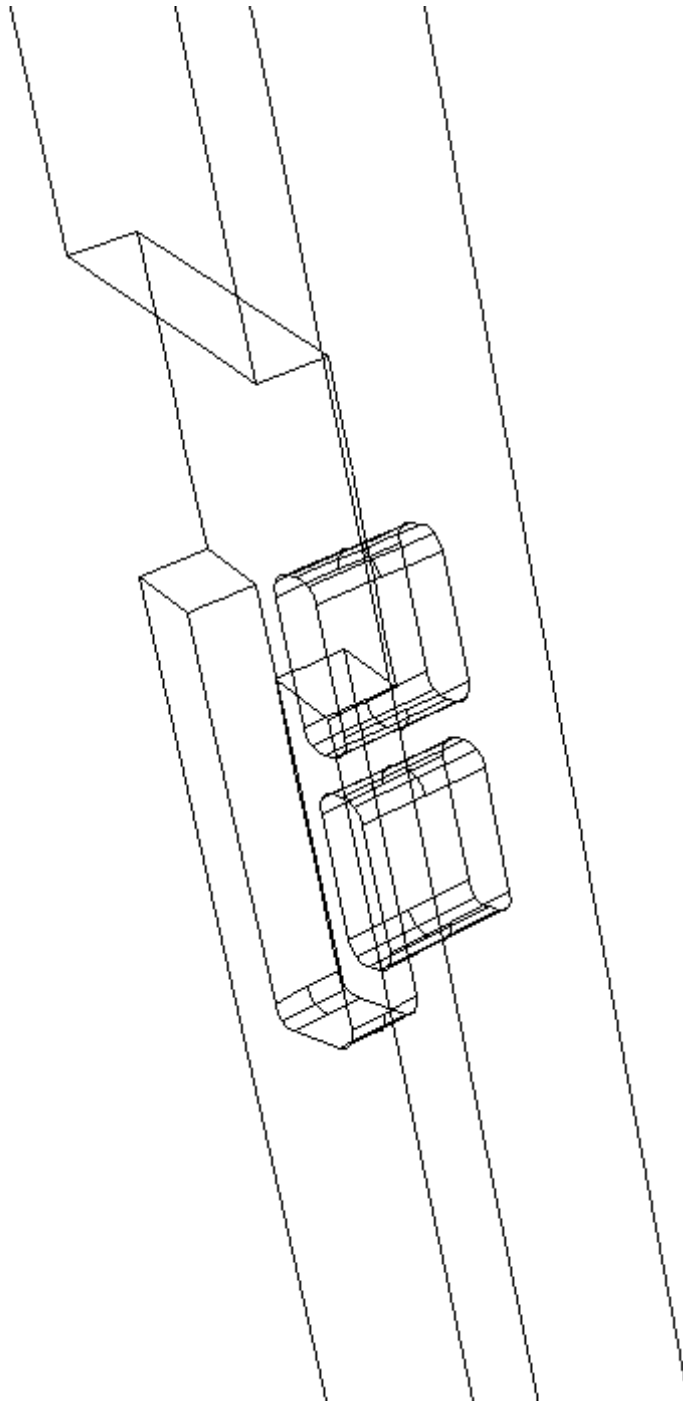




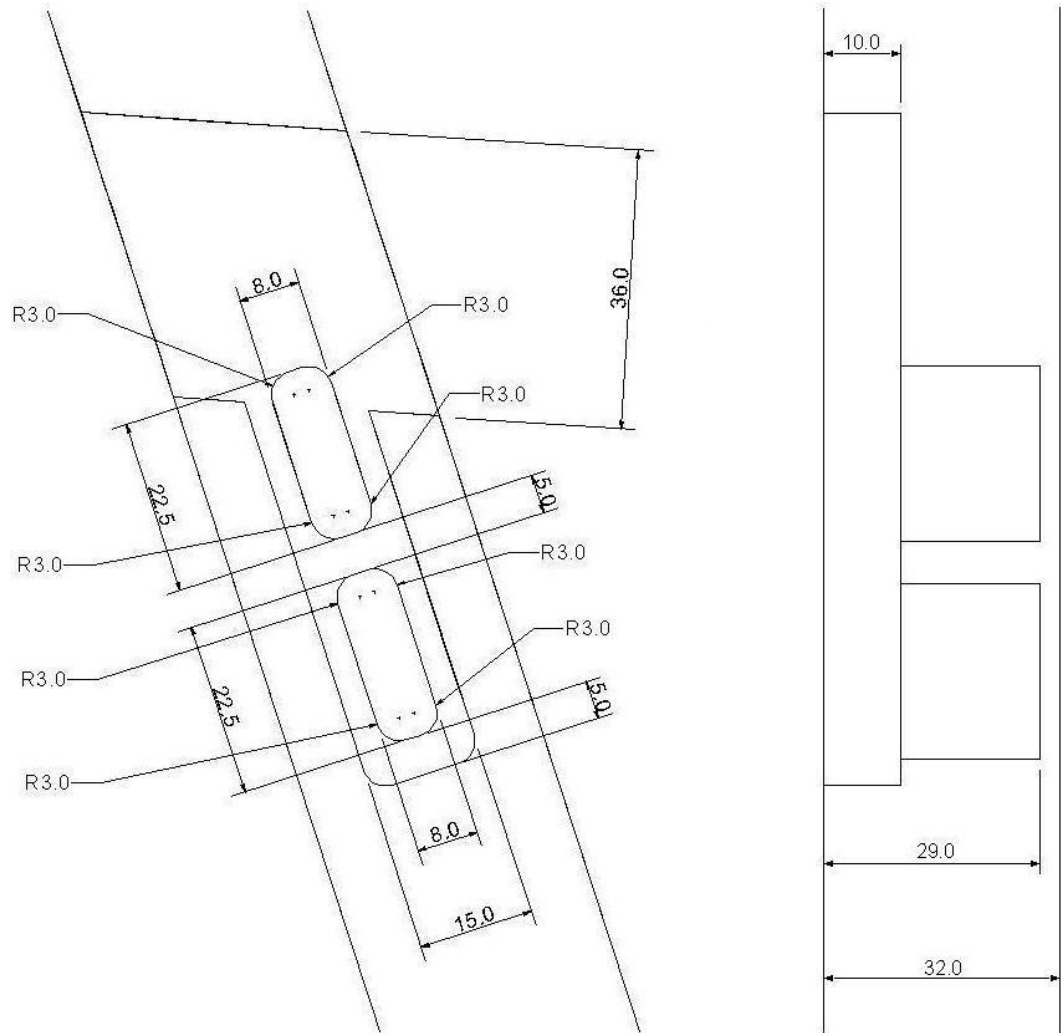
Kohde	Istuin
Osa	Vasen sivuelementti
Osa nro.	2/9
Lisätiedot	Isometrinen näkymä etuosan liitoksesta.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009



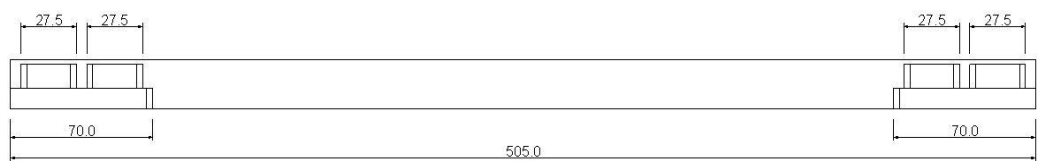
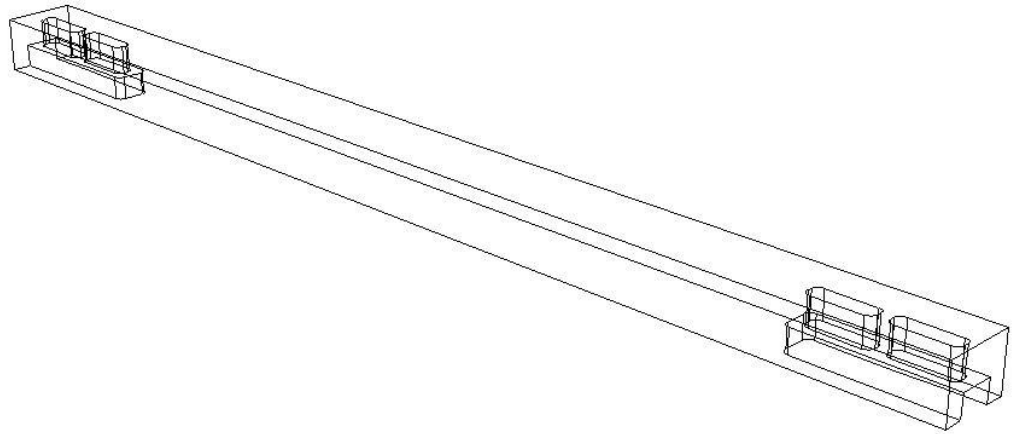
Kohde	Istuin
Osa	Vasen sivuelementti
Osa nro.	2/9
Lisätiedot	Etuosan liitos (istunelementti).
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009



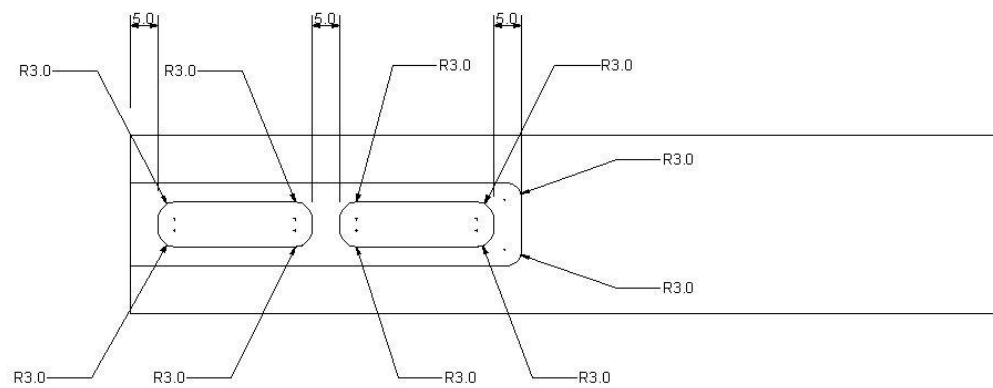
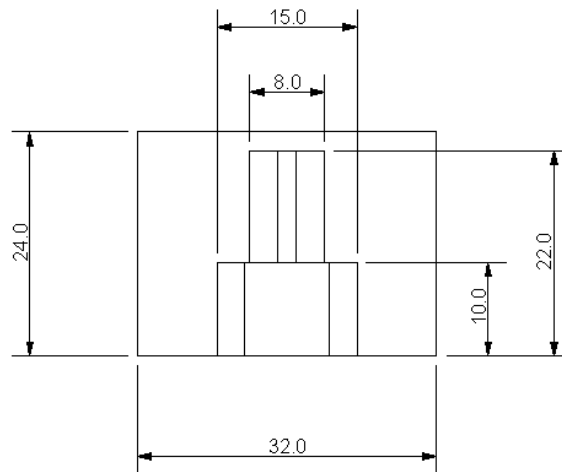
Kohde	Istuin
Osa	Vasen sivuelementti
Osa nro.	2/9
Lisätiedot	Isometrinen näkymä takaosan liitoksesta.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009



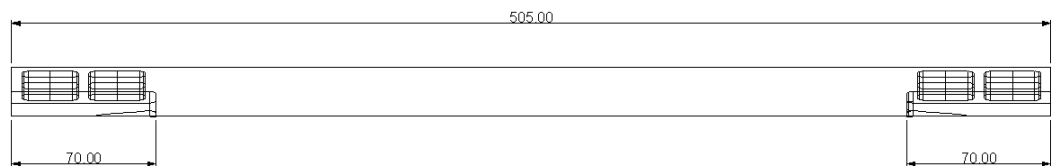
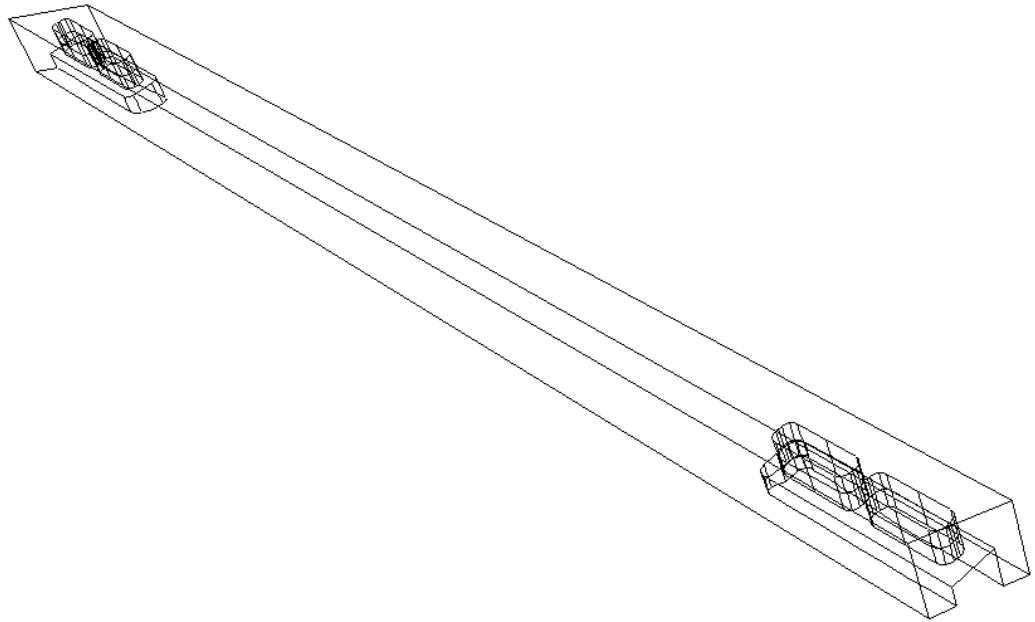
Kohde	Istuin
Osa	Vasen sivuelementti
Osa nro.	2/9
Lisätiedot	Takaosan liitos (istunelementti).
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009



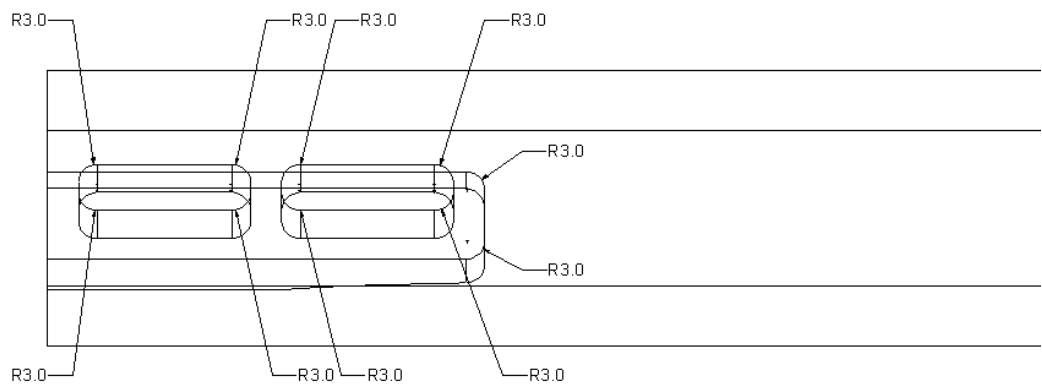
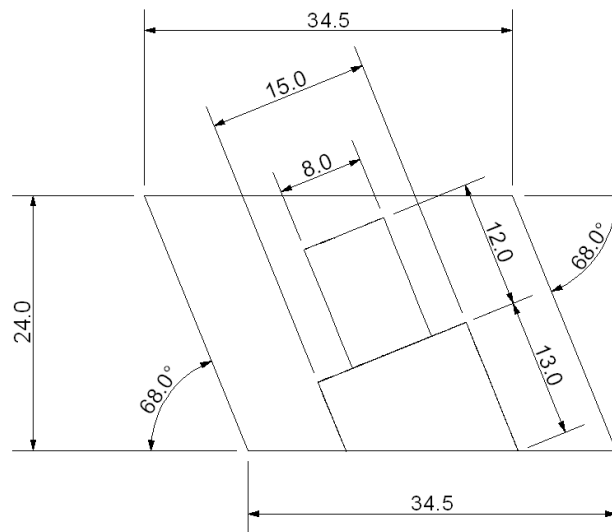
Kohde	Istuin
Osa	Istuinelementin etutuki
Osa nro.	3/9
Lisätiedot	Poikittainen etutuki. Päätyjen upotukset symmetrisiä. Materiaali: koivu.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009



Kohde	Istuin
Osa	Istuinelementin etutuki
Osa nro.	3/9
Lisätiedot	Etutuen upotukset.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009

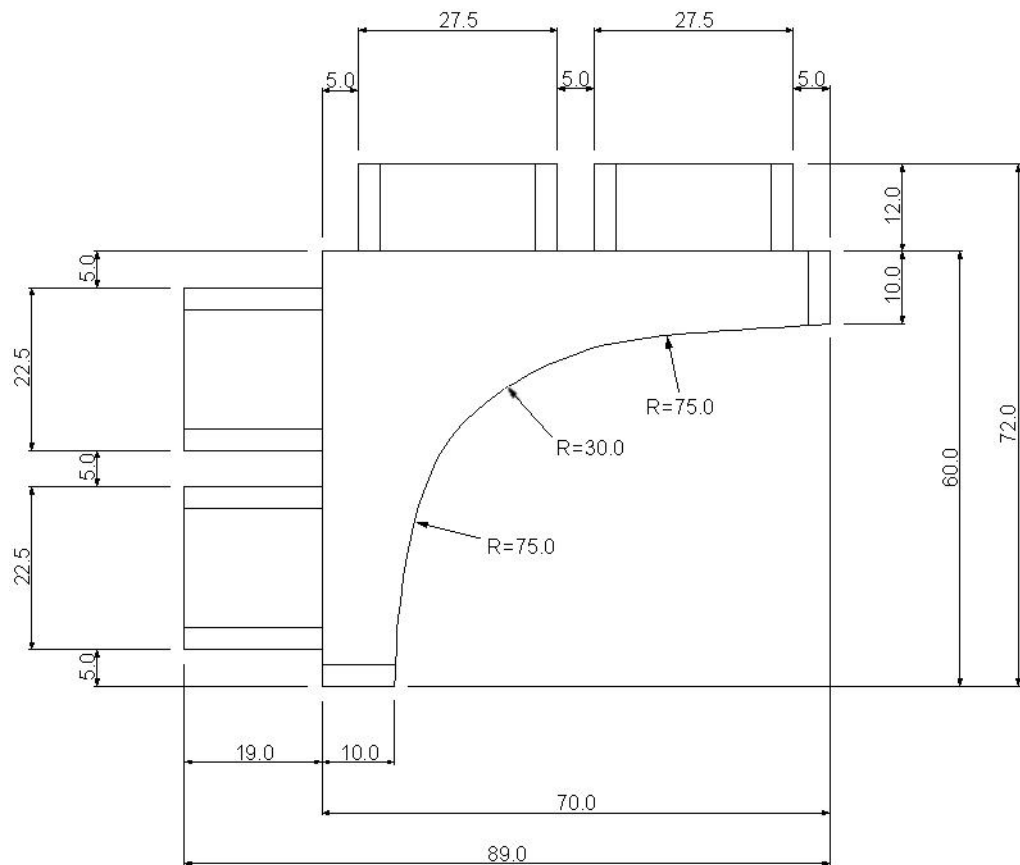
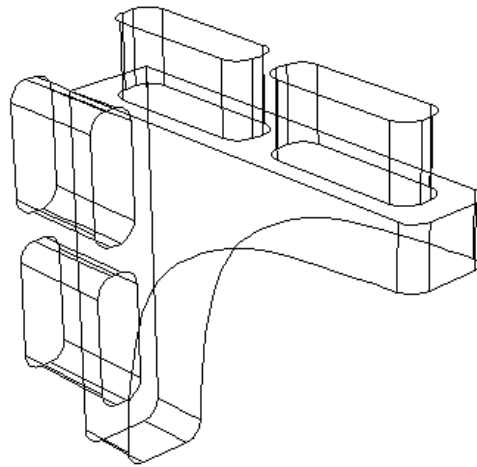


Kohde	Istuin
Osa	Istuinelementin takatuki
Osa nro.	4/9
Lisätiedot	Poikittainen takatuki. Päätyjen upotukset symmetrisiä. Materiaali: koivu.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009

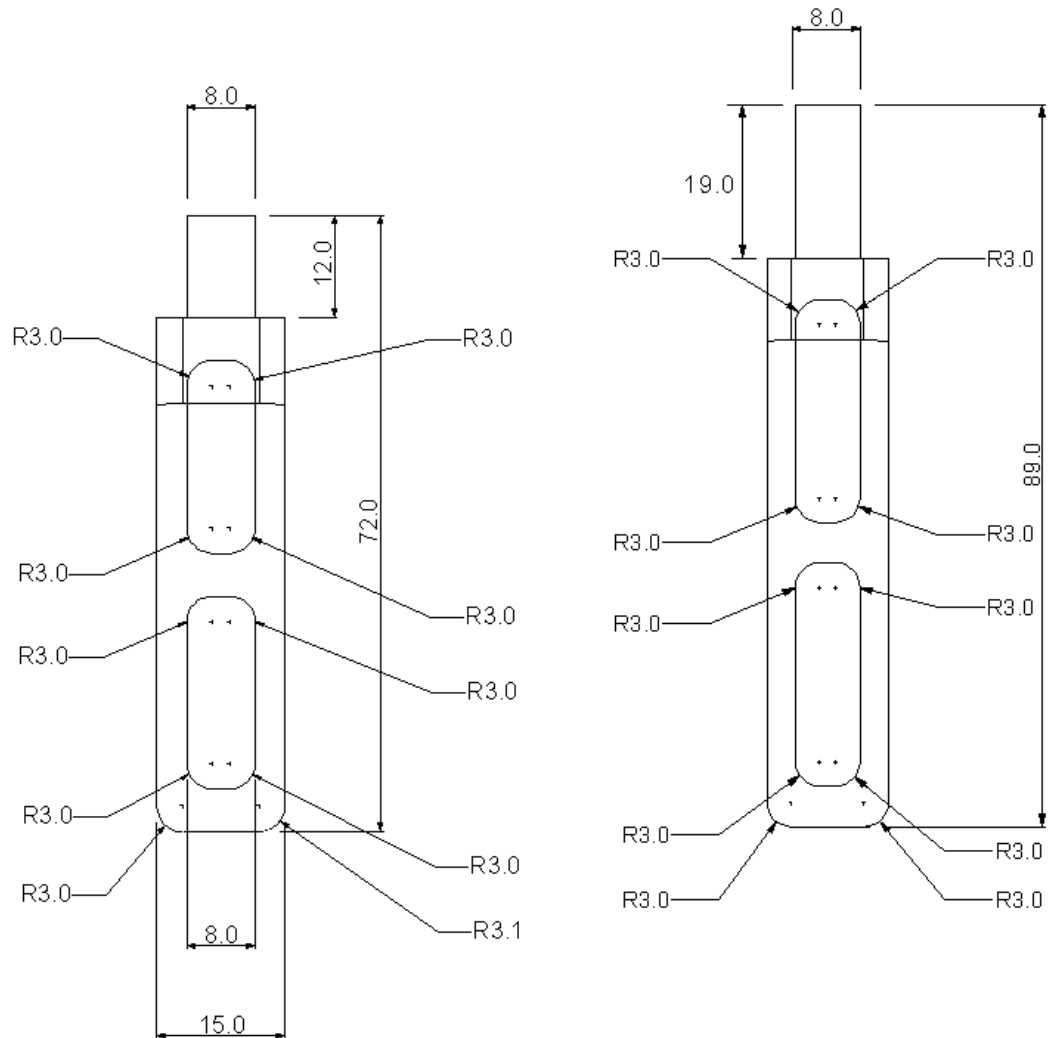


Kohde	Istuin
Osa	Istuinelementin takatuki
Osa nro.	4/9
Lisätiedot	Poikittainen takatuki.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009

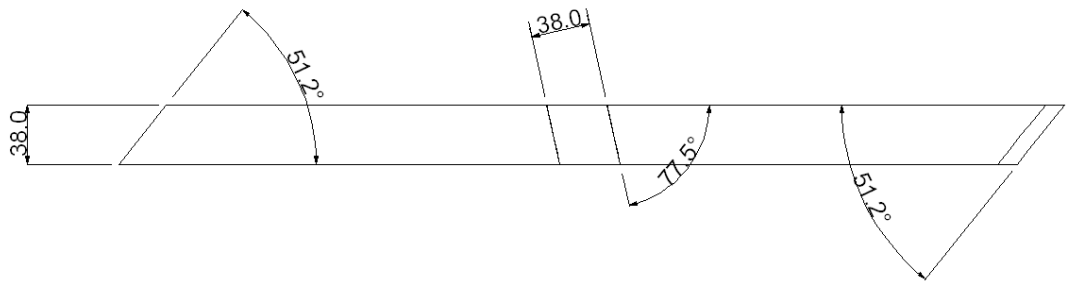
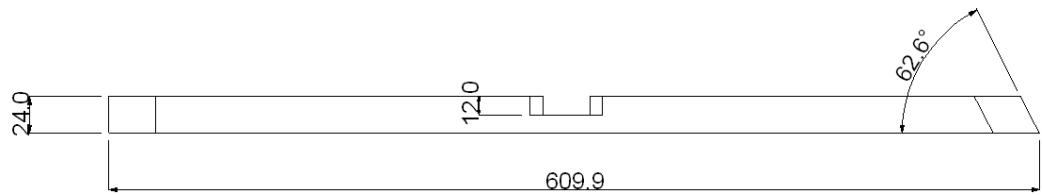
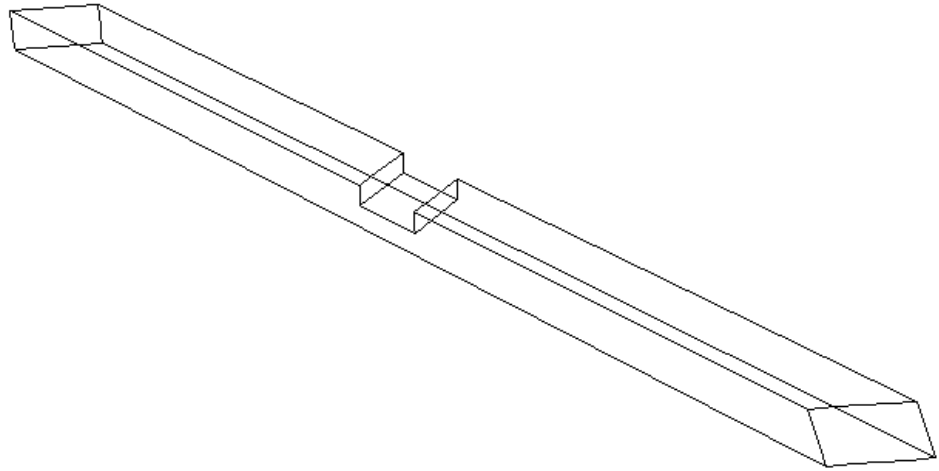




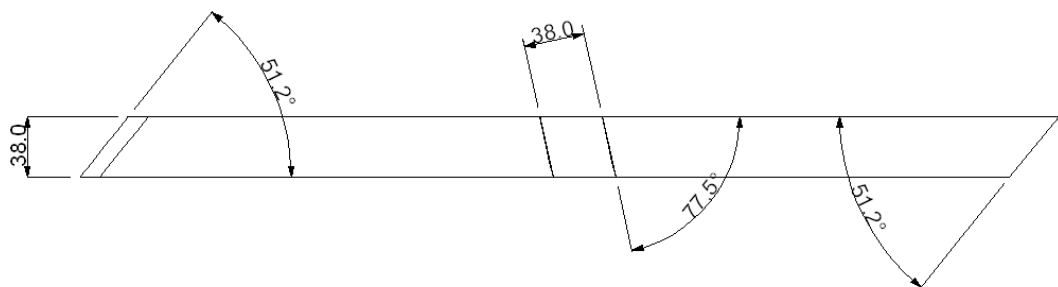
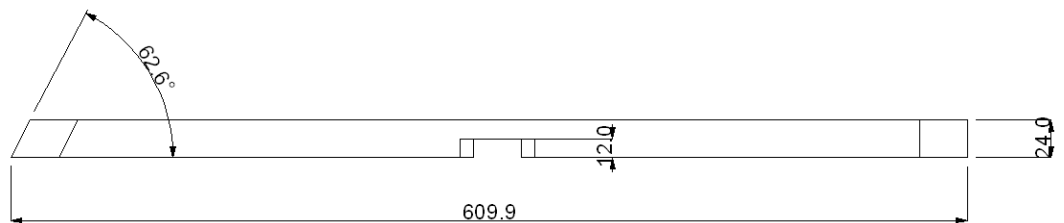
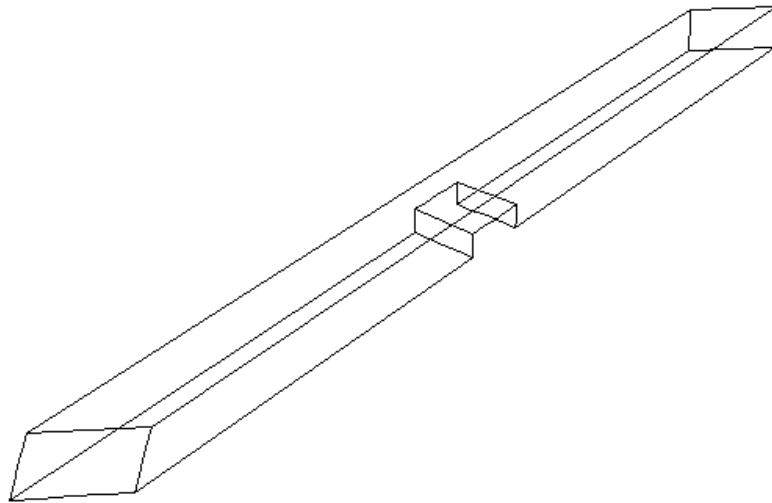
Kohde	Istuin
Osa	Tukipala
Osa nro.	5/9
Lisätiedot	Istuin- ja sivuelementtien välinen tukipala. Materiaali: koivuvaneri 15 mm.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009



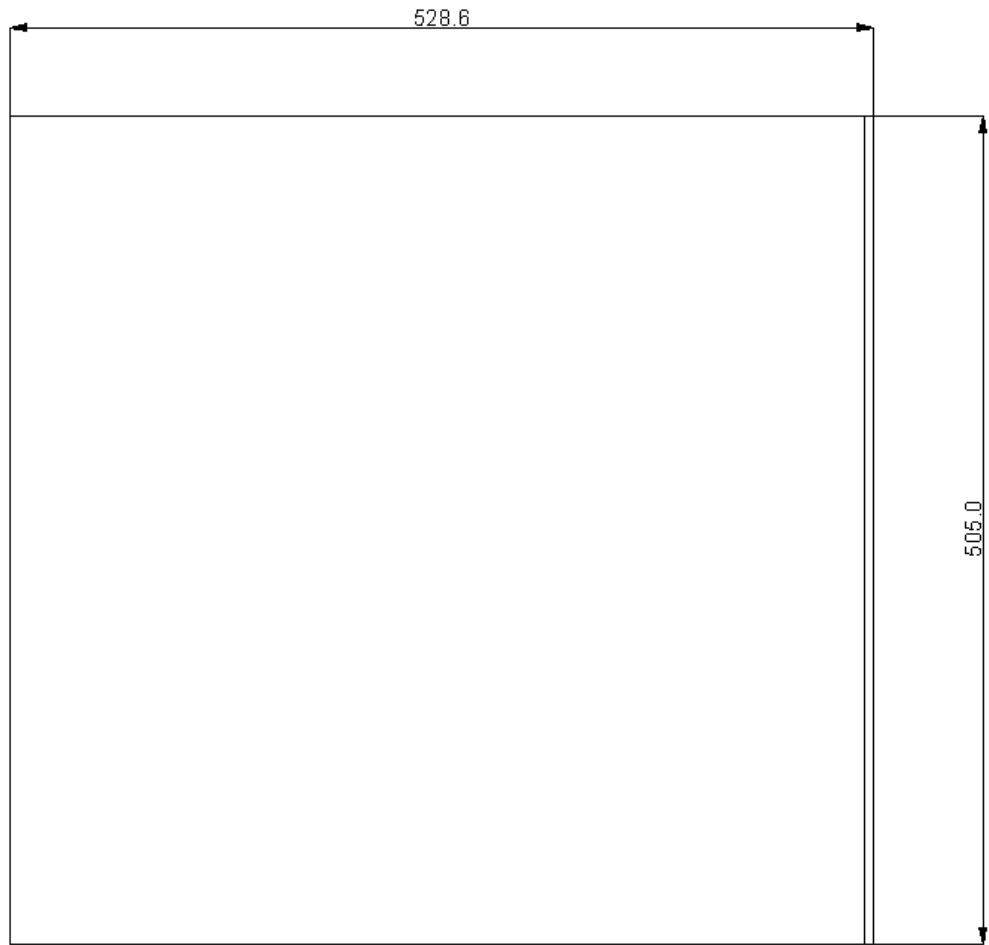
Kohde	Istuin
Osa	Tukipala
Osa nro.	5/9
Lisätiedot	Istuin- ja sivuelementtien välinen tukipala.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009



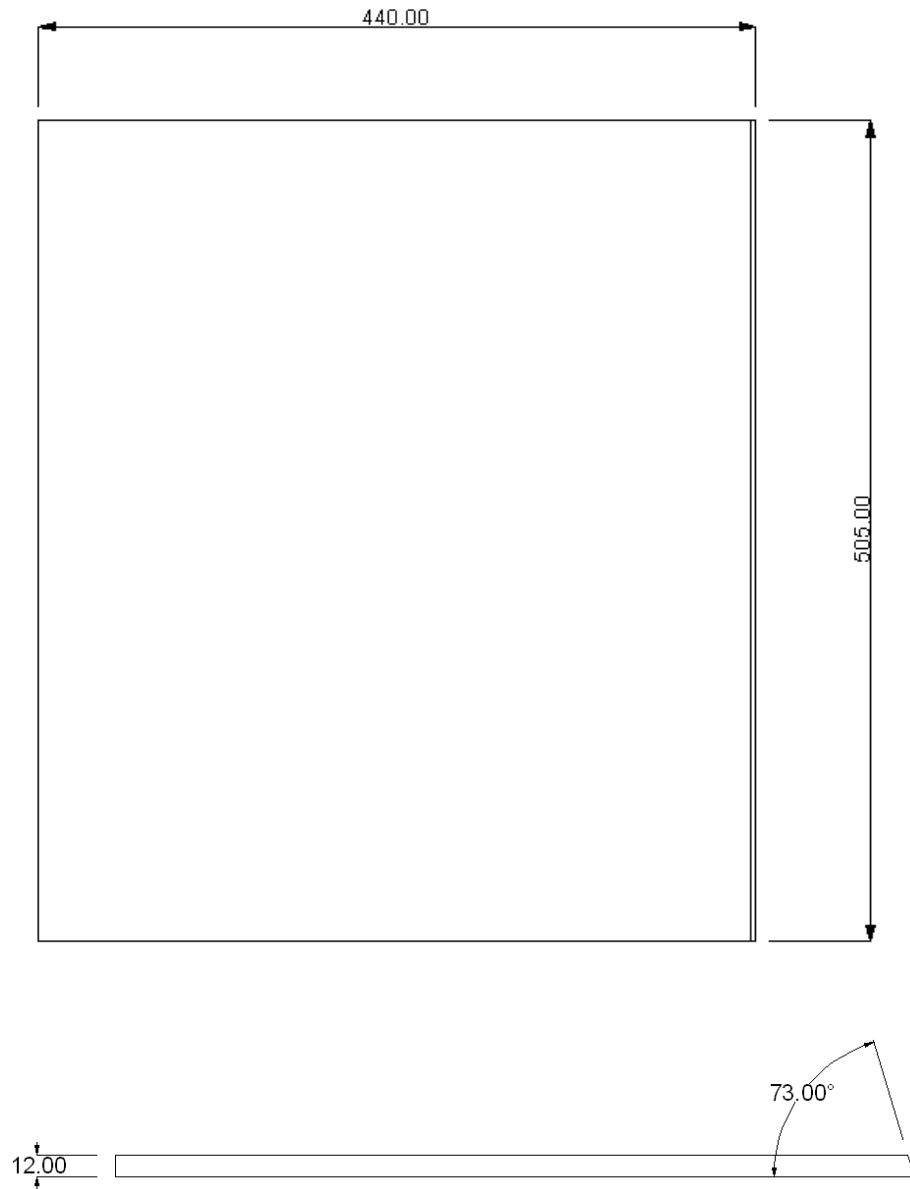
Kohde	Istuin
Osa	Istuinelementin ristikkäinen tuki
Osa nro.	6/9
Lisätiedot	Istuinelementin oikea tuki. Liitos loveuksella. Materiaali: koivu.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009



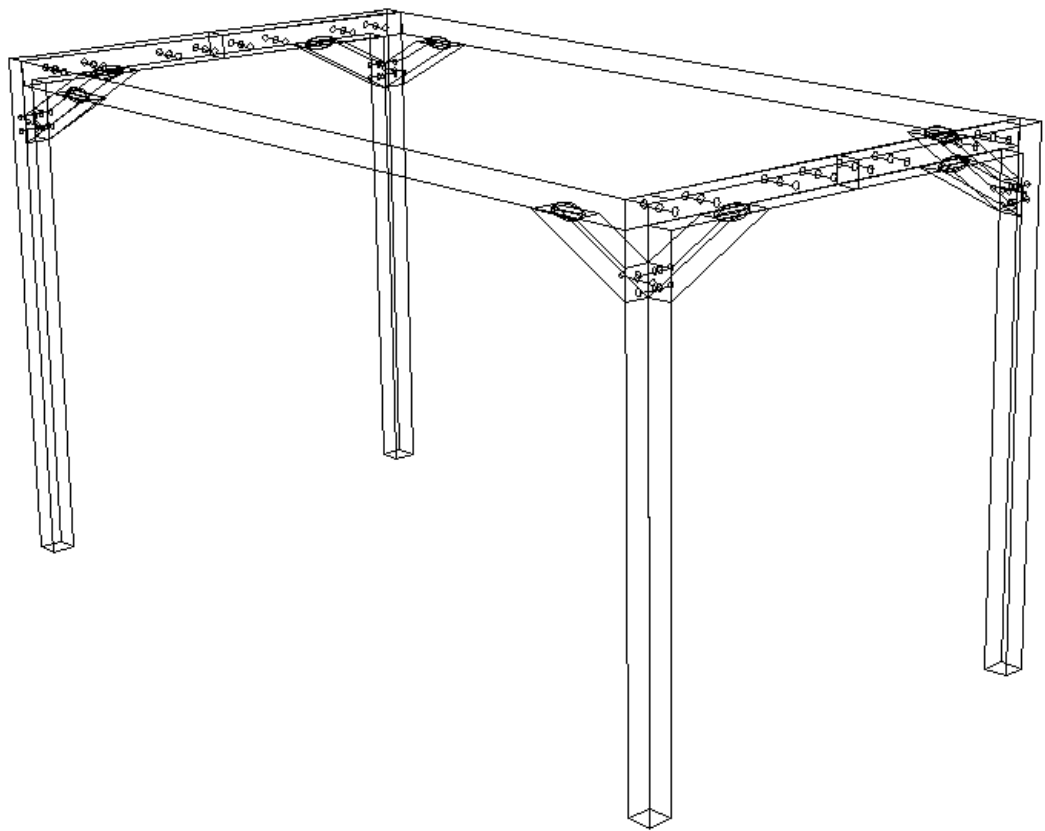
Kohde	Istuin
Osa	Istuinelementin ristikkäinen tuki
Osa nro.	7/9
Lisätiedot	Istuinelementin vasen tuki. Liitos loveuksella. Materiaali: koivu.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009

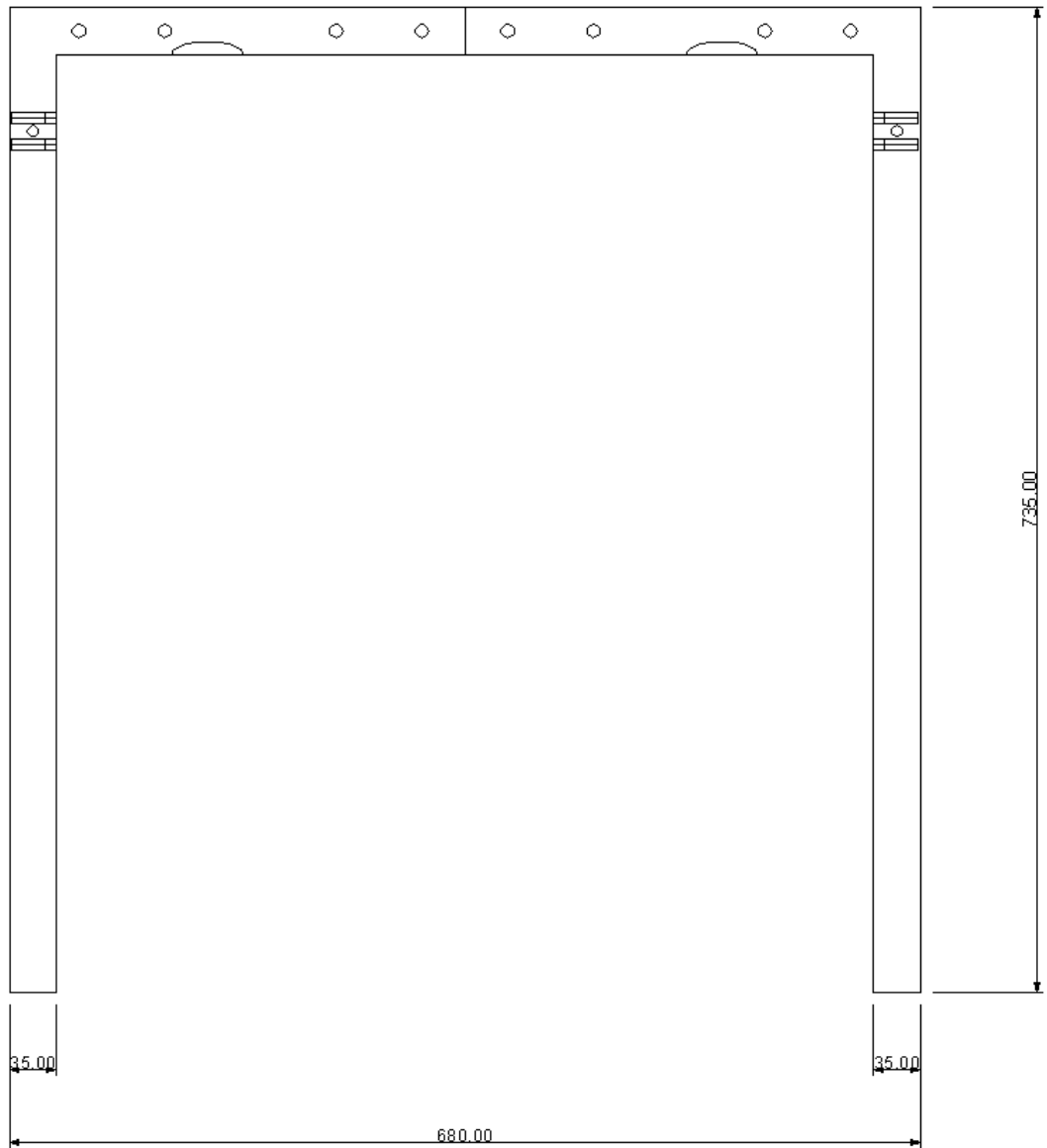


Kohde	Istuin
Osa	Istuinlevy
Osa nro.	8/9
Lisätiedot	Istuinelementin levy. Materiaali: sekavaneri BB/WG 12 mm.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009



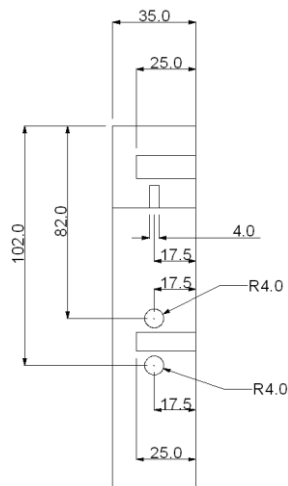
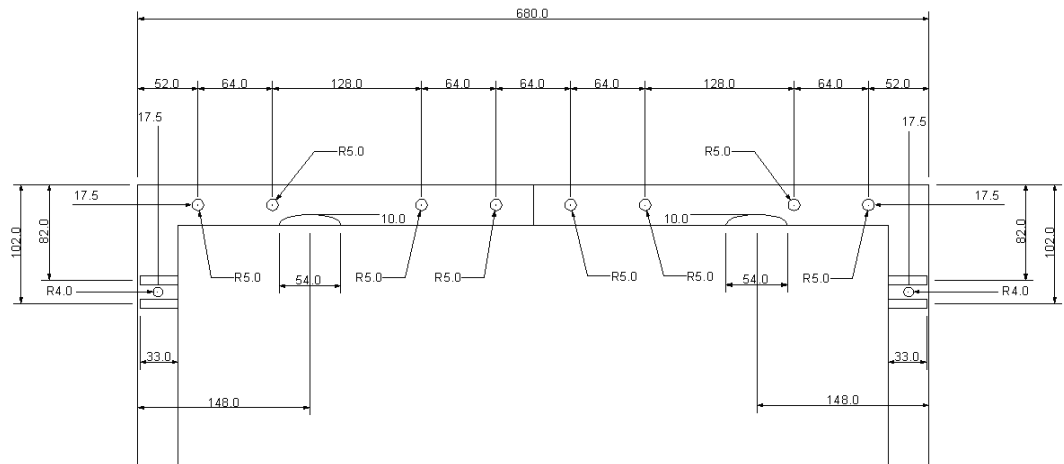
Kohde	Istuin
Osa	Selkänoja
Osa nro.	9/9
Lisätiedot	Materiaali: sekavaneri BB/WG 12 mm.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009



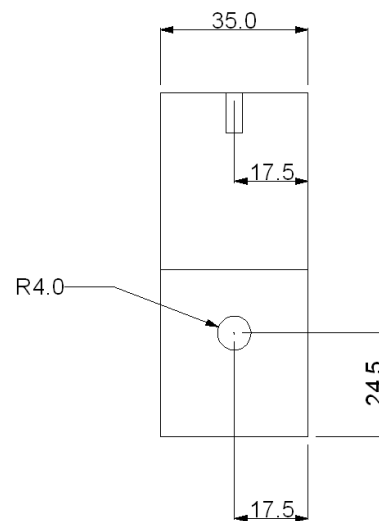
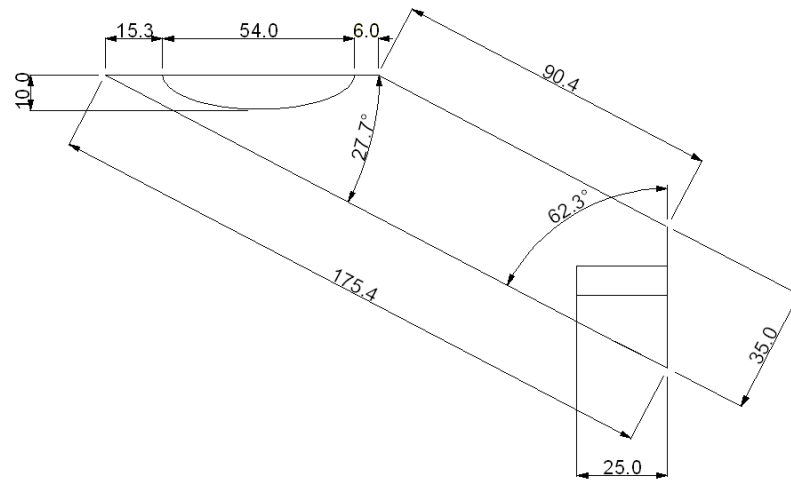


Kohde	Työpöytä
Osa	Päätyelementti
Osa nro.	1/4
Lisätiedot	Materiaalit: koivu, tammi.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009

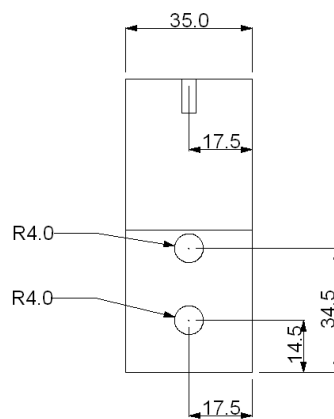
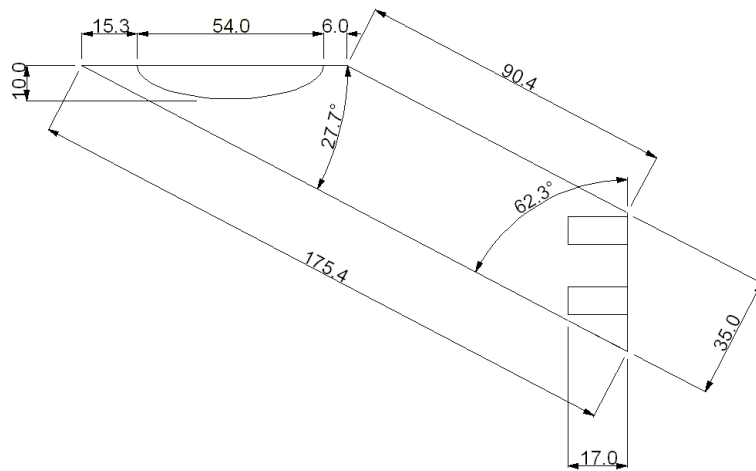




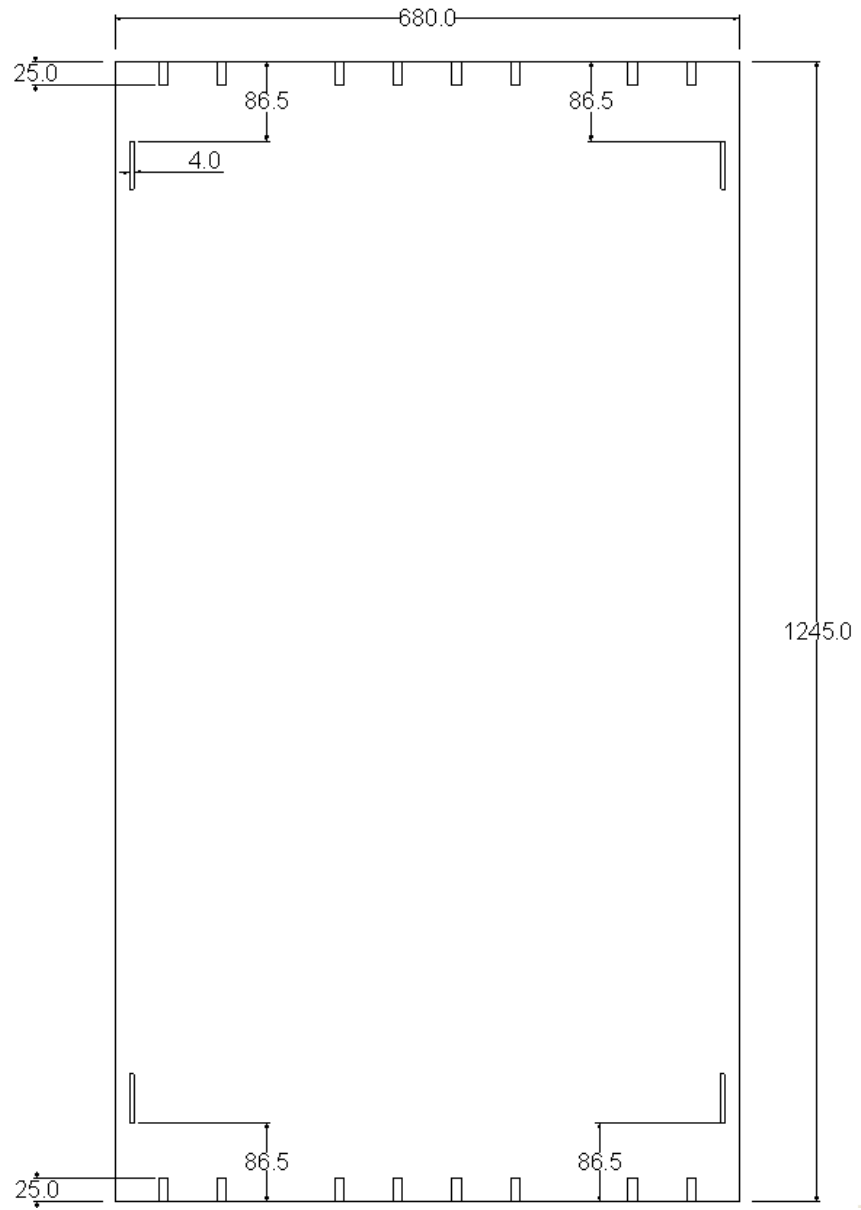
Kohde	Työpöytä
Osa	Päätyelementti
Osa nro.	1/4
Lisätiedot	Poraukset.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009



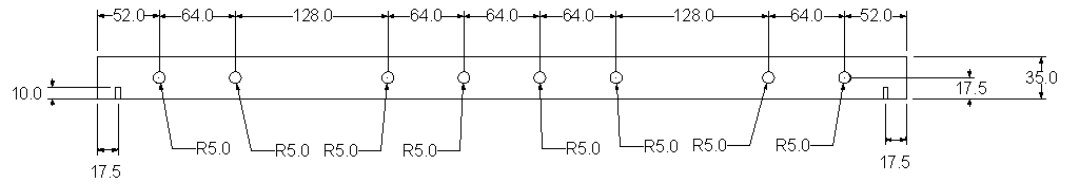
Kohde	Työpöytä
Osa	Kulmapala, pöytälevy.
Osa nro.	2/4
Lisätiedot	Pöytälevyn kanssa kontaktiin tuleva tuki. Materiaalit: koivu, tammi.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009



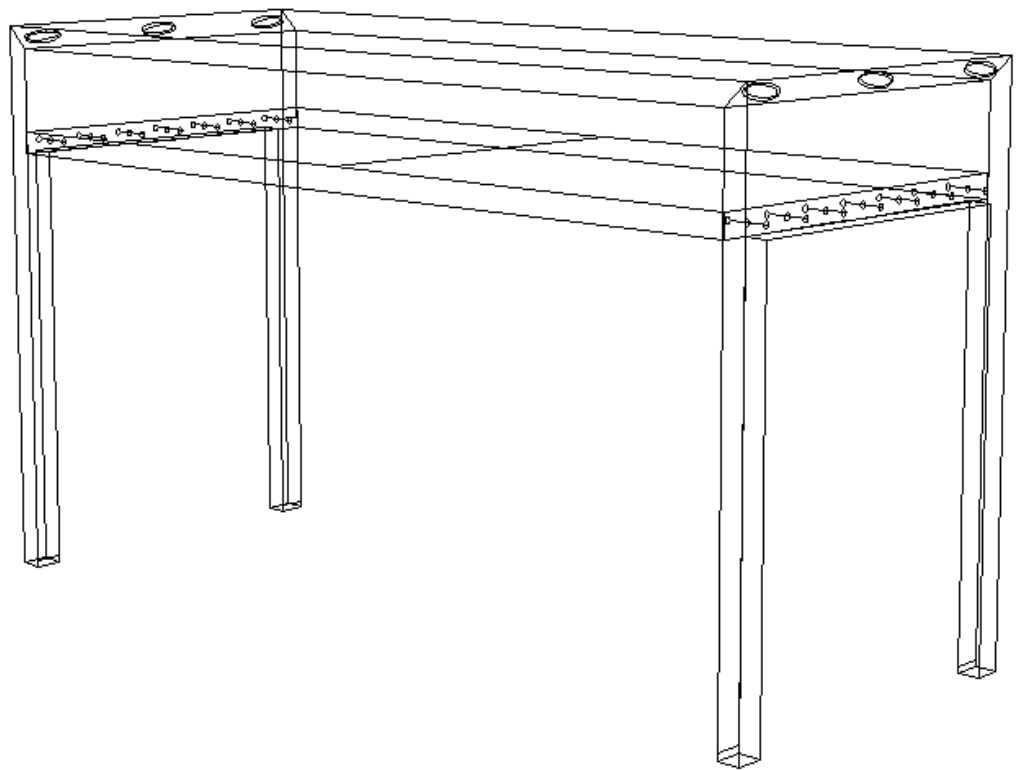
Kohde	Työpöytä
Osa	Kulmapala, päätyelementti
Osa nro.	3/4
Lisätiedot	Päätyelementin kanssa kontaktiin tuleva tuki. Materiaalit: koivu, tammi.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009

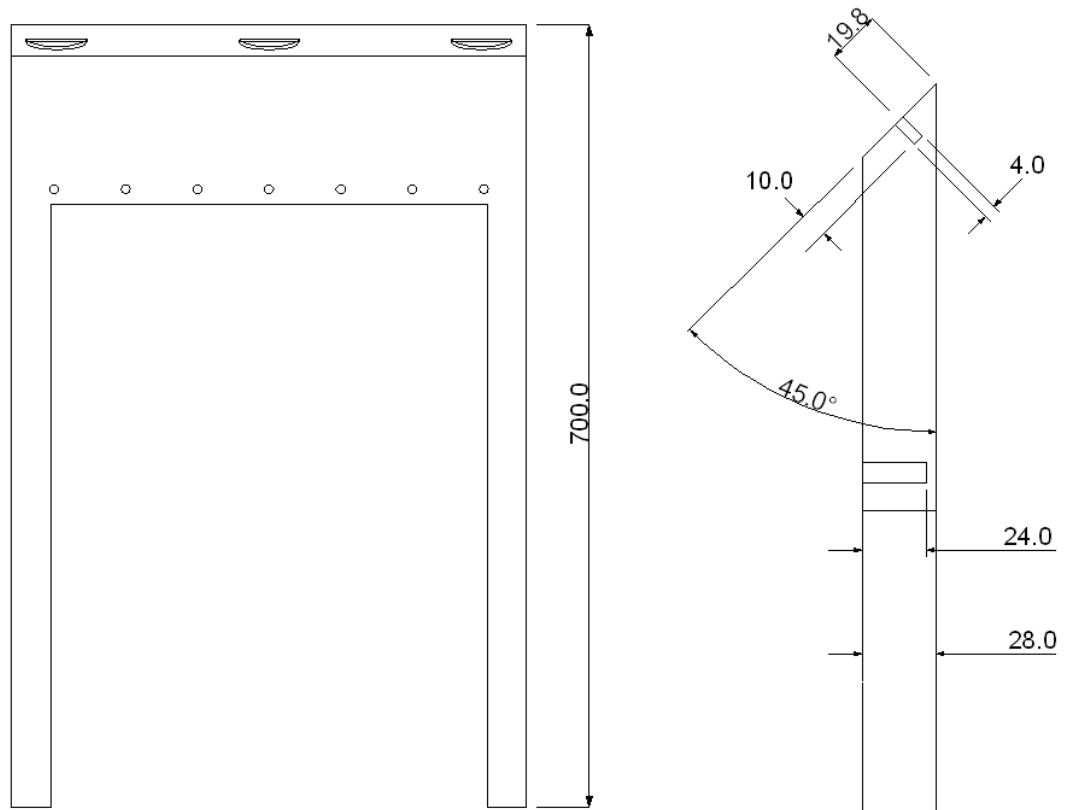


Kohde	Työpöytä
Osa	Kansilevy
Osa nro.	4/4
Lisätiedot	Materiaalit: kertopuu, tammi.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009

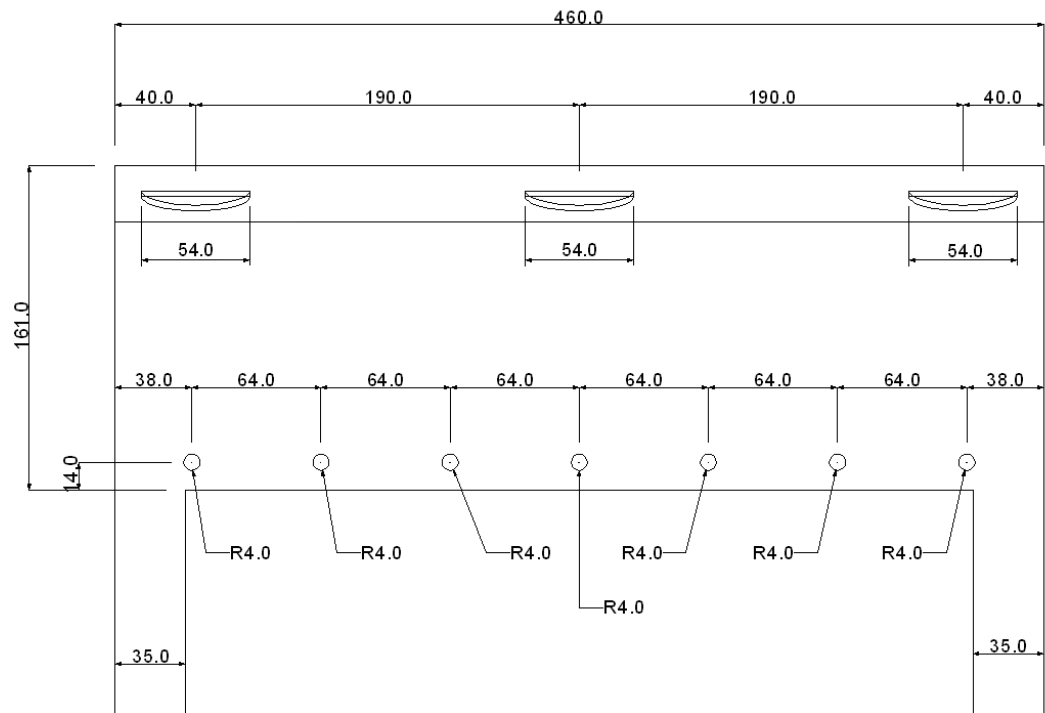


Kohde	Työpöytä
Osa	Kansilevy
Osa nro.	4/4
Lisätiedot	Levyn reunoilla 6 mm paksut tammilistat.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009



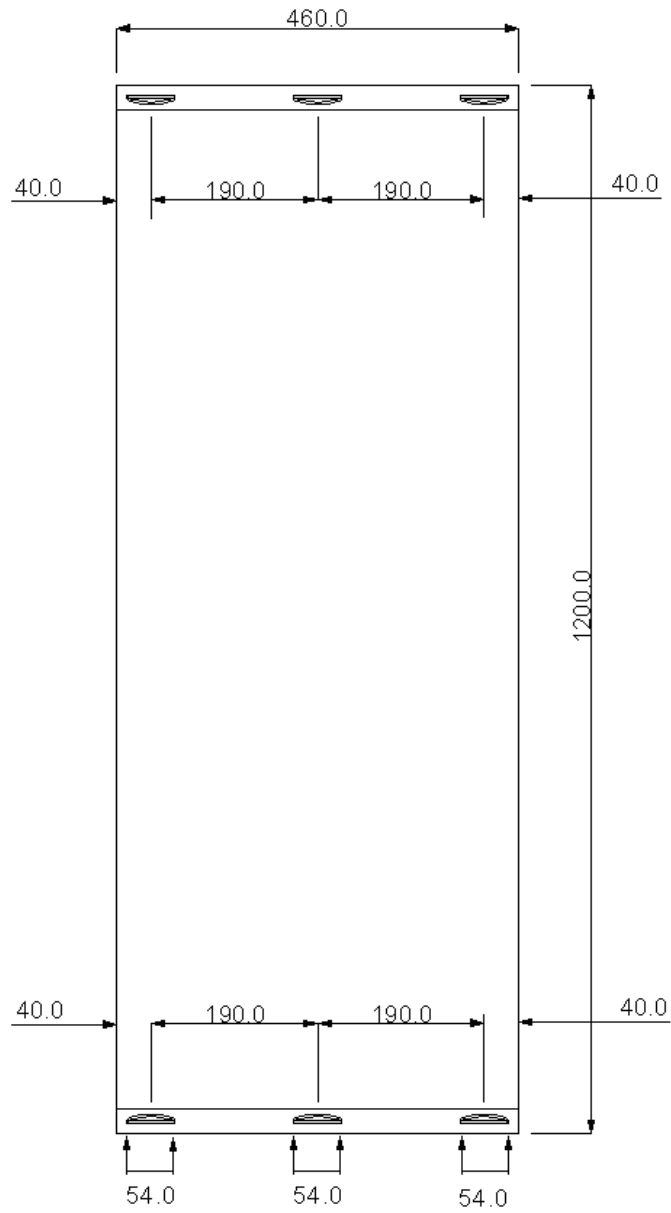


Kohde	Sohvapöytä (säilytystarkoitus)
Osa	Päätyelementti
Osa nro.	1/3
Lisätiedot	Elementin reunoilla 6 mm paksut tammilistat. Päätyelementit ovat toistensa peilikuvia. Materiaalit: sekavaneri BB/WG 21 mm, tammi.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009

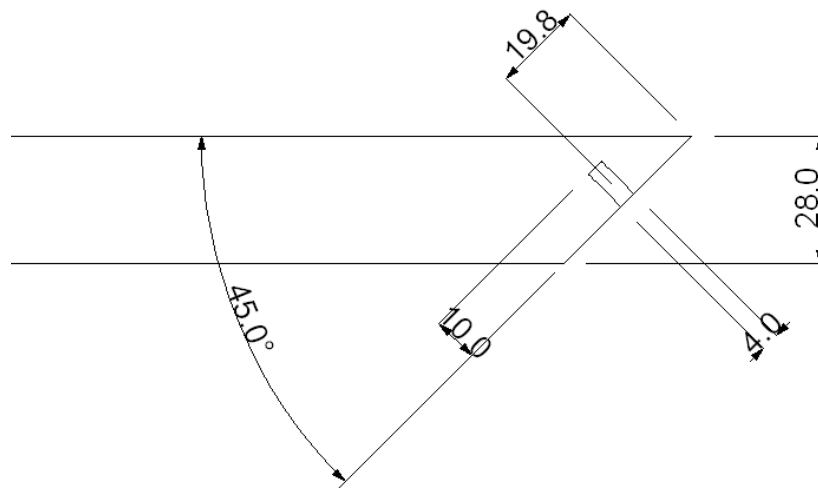


Kohde	Sohvapöytä (säilytystarkoitus)
Osa	Pääyelementti
Osa nro.	1/3
Lisätiedot	Litokset.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009

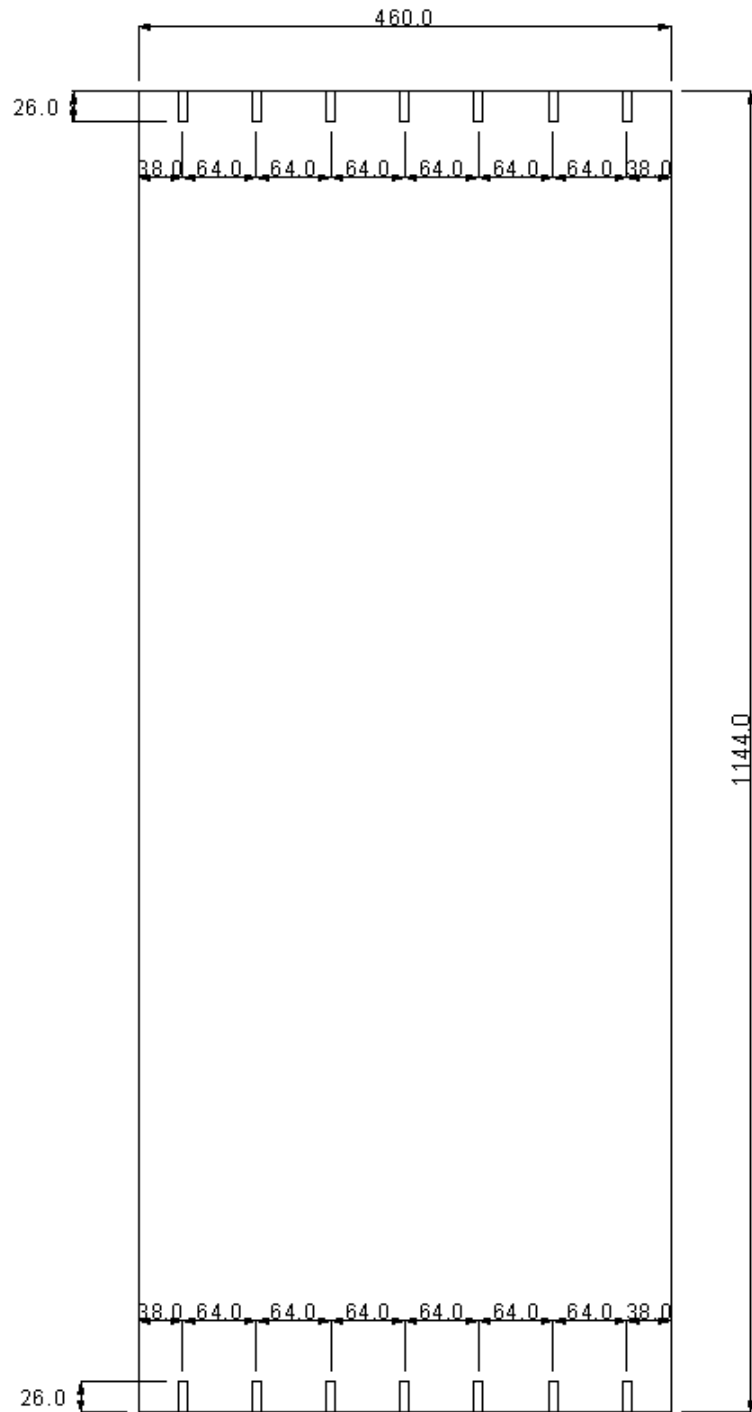




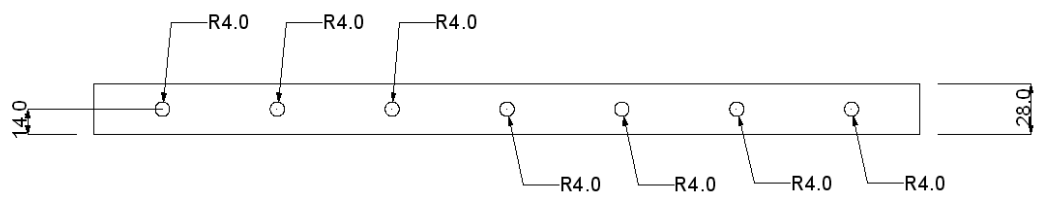
Kohde	Sohvapöytä (säilytystarkoitus)
Osa	Kansilevy
Osa nro.	2/3
Lisätiedot	Levyn reunoilla 6 mm paksut tammilistat. Materiaalit: sekavaneri BB/WG 21 mm, tammi.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009



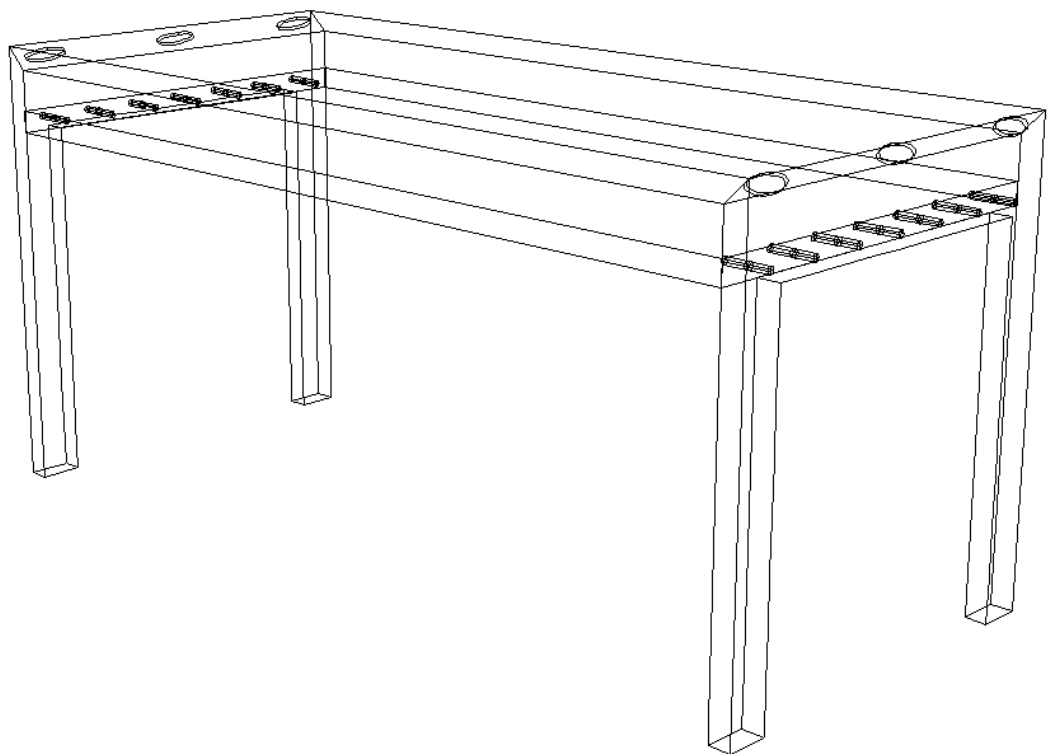
Kohde	Sohvapöytä (säilytystarkoitus)
Osa	Kansilevy
Osa nro.	2/3
Lisätiedot	Lamello-liitos.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009

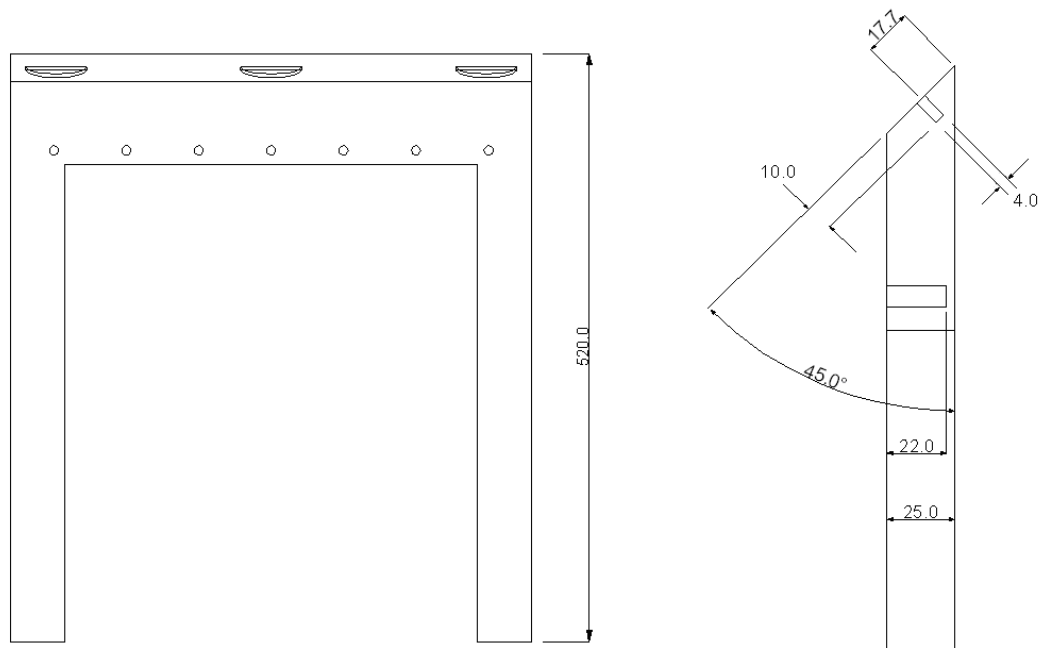


Kohde	Sohvapöytä (säilytystarkoitus)
Osa	Pohjalevy
Osa nro.	3/3
Lisätiedot	Materiaalit: sekavaneri BB/WG 21 mm, tammi.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009

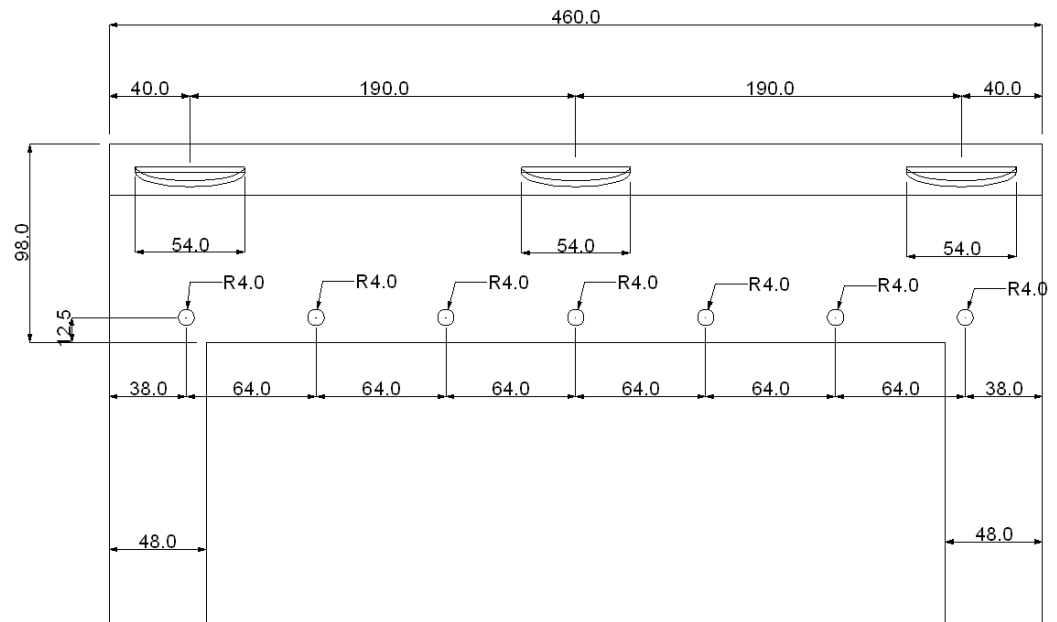


Kohde	Sohvapöytä (säilytystarkoitus)
Osa	Pohjalevy
Osa nro.	3/3
Lisätiedot	Poraukset.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009

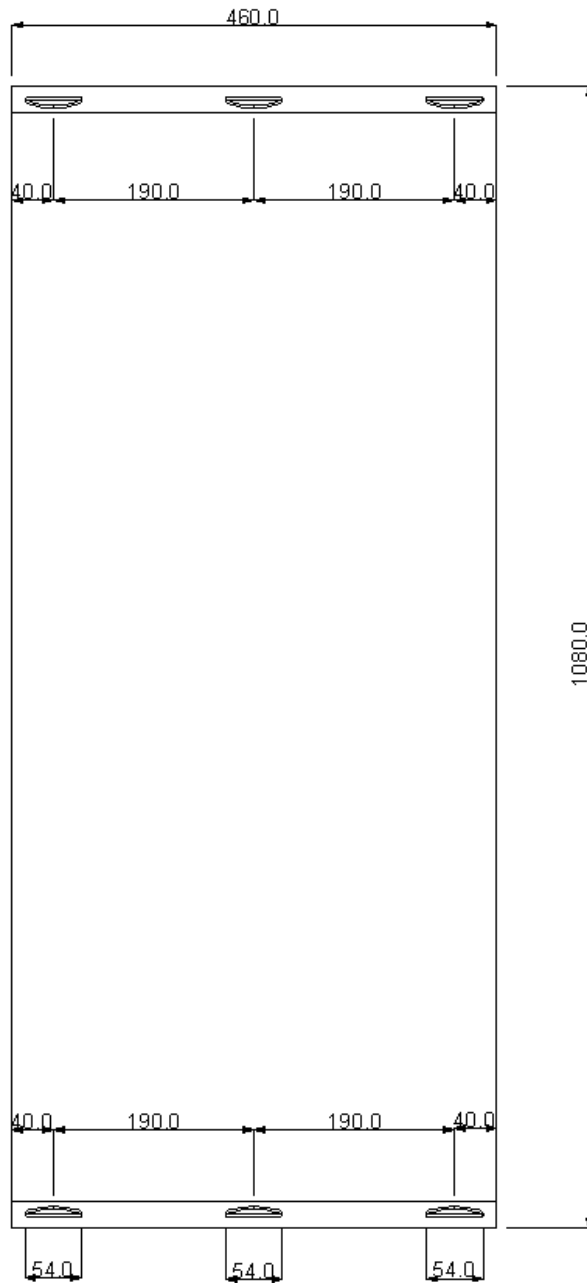




Kohde	Sohvapöytä (valaiseva)
Osa	Pääyolementti
Osa nro.	1/3
Lisätiedot	Materiaalit: sekavaneri BB/WG 21 mm, tammi.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009

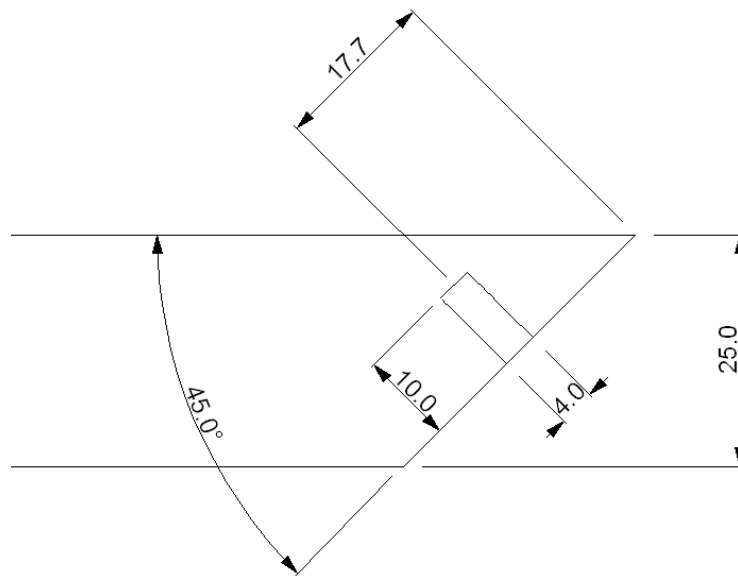


Kohde	Sohvapöytä (valaiseva)
Osa	Päätylemmentti
Osa nro.	1/3
Lisätiedot	Liitokset.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009

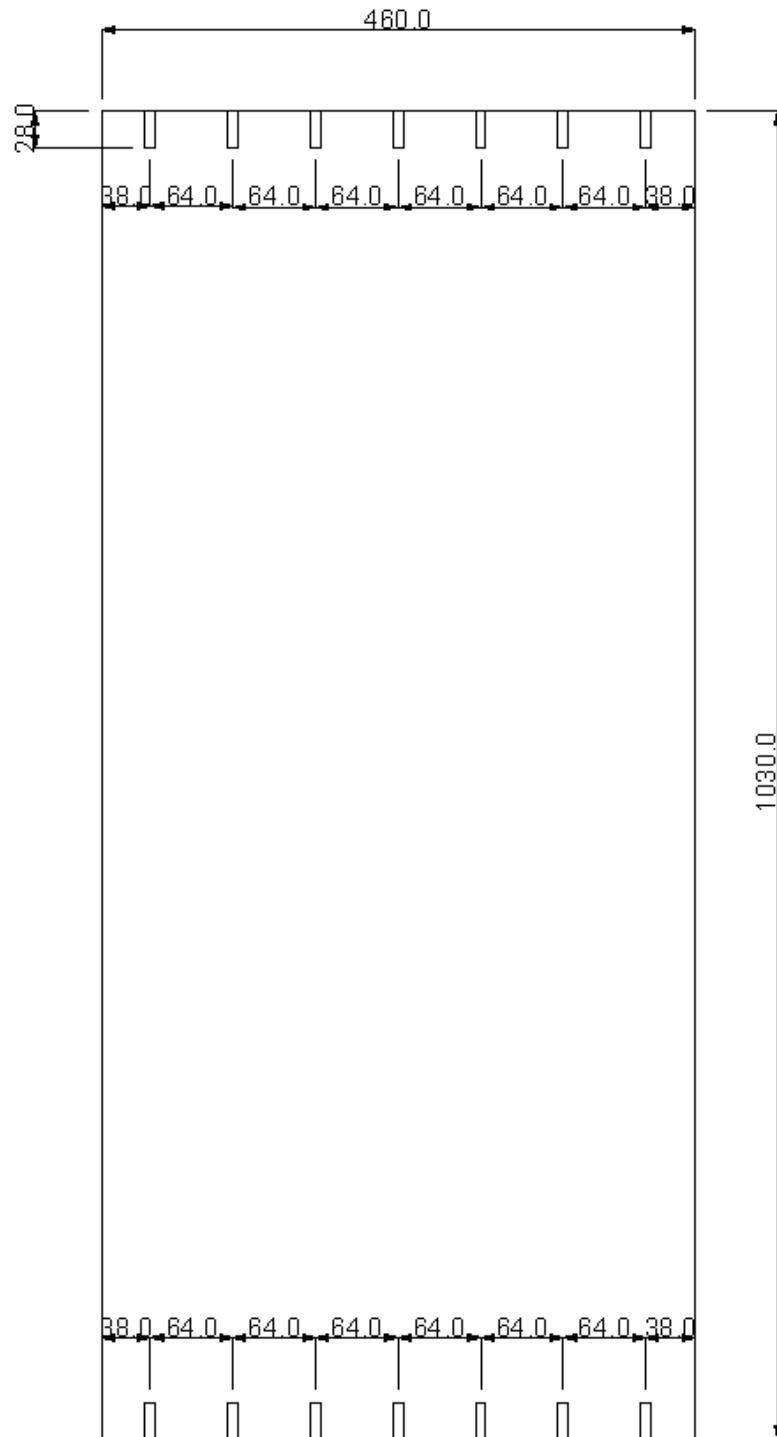


Kohde	Sohvapöytä (valaiseva)
Osa	Pöytälevy
Osa nro.	2/3
Lisätiedot	Lamello-liitokset. Materiaalit: sekavaneri BB/WG 21 mm, tammi.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009

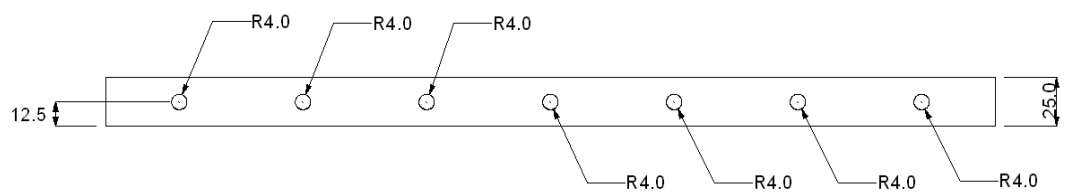




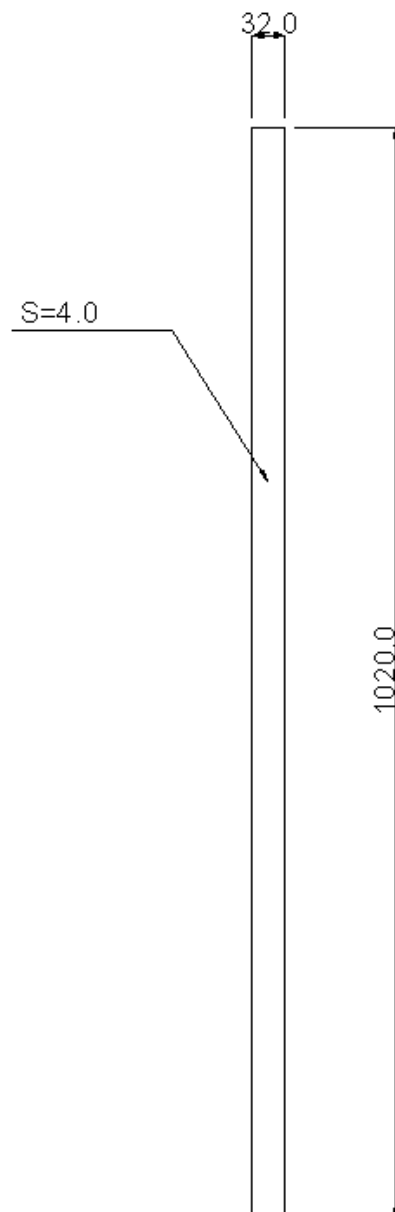
Kohde	Sohvapöytä (valaiseva)
Osa	Kansilevy
Osa nro.	2/3
Lisätiedot	-
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009



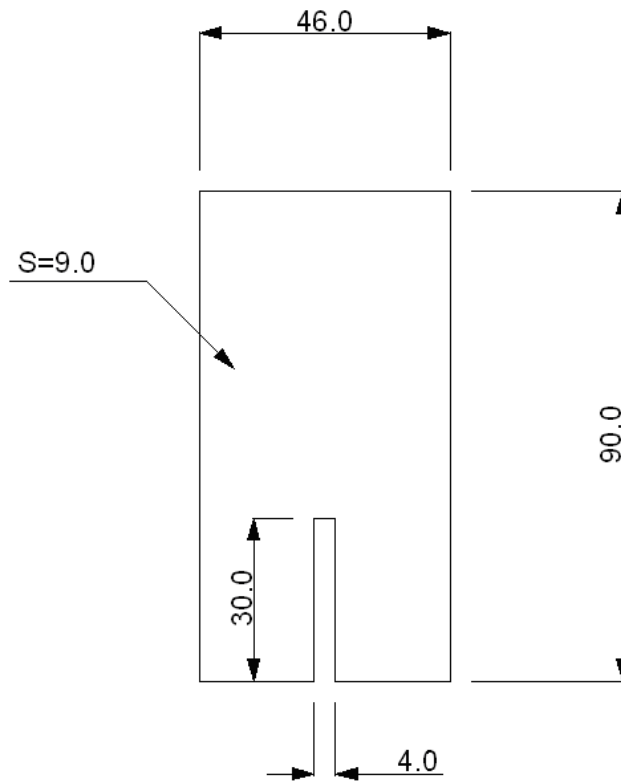
Kohde	Sohvapöytä (valaiseva)
Osa	Pohjalevy
Osa nro.	3/3
Lisätiedot	Materiaalit: sekavaneri 21 mm BB/WG, tammi.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009



Kohde	Sohvapöytä (valaiseva)
Osa	Pohjalevy
Osa nro.	3/3
Lisätiedot	Poraukset.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009



Kohde	Sohvapöytä (valaiseva)
Osa	Ristikon vaakatuki
Osa nro.	(1/2)
Lisätiedot	Materiaalit: sekavaneri BB/WG 4 mm.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009



Kohde	Sohvapöytä (valaiseva)
Osa	Ristikon pystysäle
Osa nro.	(2/2)
Lisätiedot	Komponenttien kokonaismäärä 19 kpl. Materiaali: koivu.
Suunnittelija	© Hiltunen, Joonas
Pvm	15.3.2009