

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tuotekehitys
Markus Tuomela

Opinnäytetyö

Teleskooppikatsomon tuotekehitys

Työn ohjaaja
Työn tilaaja

yliopettaja Matti Lähteenmäki
Malliva Oy, ohjaajana toimitusjohtaja, dipl.ins Janne
Alitalo

Tampere 8/2010

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Tuotekehitys

Tuomela, Markus

Opinnäytetyö

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Toukokuu 2010

Teleskooppikatsomon tuotekehitys

yliopettaja Matti Lähteenmäki

Malliva Oy, ohjaajana toimitusjohtaja, dipl.ins Janne Alitalo

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyöni aihe oli teleskooppikatsomon tuotekehitysprojekti. Projektin tarkoitus oli kehittää uudenlainen istuintyyppi. Uutta istuintyyppiä kehitettiin yhteistyössä Kerko Sport Oy:n ja Insinööritalo Mallivan kanssa.

Kerko Sportin katsomotehdas, Kerko Katsomot Oy, joka oli mukana tässä projektissa, on noin 25 henkeä työllistävä itsenäisesti toimiva yksikkö. Kerko Katsomot Oy sekä valmistaa että asentaa katsomot aina käyttökuntoon asti.

Insinööritalo Malliva Oy on vuonna 2006 perustettu forssalainen insinööritoimisto. Malliva Oy vastaa Kerko Katsomoiden suunnittelusta.

Teleskooppikatsomon istuimen tuotekehitysprojektin tavoitteena oli kehitellä istuin, joka olisi aikaisempia istuintyyppiä kevyempi, halvempi ja monikäyttöisempi. Uuden istuimen kehittäminen tarkoitti myös uudenlaisen kokoontaittumismekanismien luomista.

Opinnäytetyöni tavoitteena oli ideoida ja mallintaa SolidWorksilla valmiit työpiirustukset istuimesta ja kokoontaittumismekanismista. Päättötyöhöni kuuluivat myös alustavat hintalaskelmat, kokoonpano-ohje ja tarvittavan hitsaustyön hinta-arvio. Piti siis suunnitella protomalli ja laskea, olisiko kyseistä tuotetta järkevää valmistaa suurempia eriä. Opinnäytetyöni on kehitysprojekti, joka sisältää salassa pidettävää tausta-aineistoa.

Työ eteni aikataulun mukaan, ja lopputuloksiin ollaan tyytyväisiä. Protomallin valmistus aloitetaan lähiviikkoina.

Avainsanat Kerko, katsomo, tuotekehitys

TAMPERE POLYTECHNIC
Mechanical and Production Engineering
Product development
Tuomela, Markus
Engineering Thesis
Thesis Instructions
Co-operating Company

Telescope stand development
33 pages + 5 appendices
Matti Lähteenmäki, supervising teacher
Malliva Oy, supervisor: managing director Janne
Alitalo

May 2010

Abstract

The subject of my final thesis was R&D project of the telescope stand. The purpose of the project was to develop a new seat type. New seat was developed in the co-operation with Kerko Sport Oy and engineering office Malliva.

The daughter company of Kerko Sport, Kerko Katsomot Oy, which was involved in this project is a unit which employs about 25 persons and functions independently. Kerko Katsomot both products and assembles telescope stands.

Engineer office Malliva Oy was established in 2006. Malliva Oy is responsible for the designing of stands.

The aim of this R&D project was to create a seat which would be cheaper, lighter and more versatile than previous seat types. Developing of the new seat also meant creation of the new mechanism which makes it possible to keep auditorium in stock.

My thesis targets were designing and 3D –modeling new seat and new mechanism. Designing includes technical drawings for every part. My thesis also encases preliminary price calculations, assembly manual and price estimate for welding work. Briefly, my case was to design prototype and calculate if it`s cheap enough to product. My final thesis is a development project which contains the background material which is kept secret.

The work proceeded according to the schedule and have been found satisfactory the final results. The making of the prototype will be started soon.

Keywords Kerko, stands, development

Alkusanat

Haluan kiittää Malliva Oy:tä mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyöni. Erityiskiitos työni valvojalle Janne Alitalolle sekä projekti-insinööri Mika Nikanderille.

Tampereella toukokuussa 2010

Markus Tuomela

Sisällysluettelo

1 Johdanto	6
2 Tuotekehitys	
2.1 Tuotekehitys yleisesti	7
2.2 Tuotekehitysprojektin vaiheet	
2.2.1 Esitutkimusvaihe	7
2.2.2 Luonnostelu	8
2.2.3 Kehittely	8
2.2.4 Viimeistelyvaihe	8
2.3 Tuotekehityksen merkitys	9
3 Kerko Sport	
3.1 Yritysesittely	10
3.2 Tuote-esittely	10
4 Työn aloitus	
4.1 Aiemmat ratkaisut	11
4.2 Ideointi	13
4.2.1 Visio 1	15
4.2.2 Visio 2	16
4.2.3 Visio 3	17
4.3 Lopullinen ratkaisu	20
5 3D-mallinnus	
5.1 Istuimen 3D-mallinnus	21
5.2 Kokoontaittumismekanismien 3D-mallinnus	24
6 Kustannuslaskelma	
6.1 Istuimen komponenttien kustannuslaskelma	28
6.2 Kokoontaittumismekanismien kustannuslaskelma	29
6.3 Hitsaustyön kustannuslaskelma	29

7 Kehitysideat	30
8 Yhteenveto	32
Lähteet	33
Liitteet	
Liite 1 Kokoonpano-ohje	
Liite 2 Hitsaustyön kustannuslaskelma	
Liite 3 Kustannuslaskelma	
Liite 4 Istuimen työpiirustus	
Liite 5 Istuimen ja kokoontaittumismekanismien työpiirustus	

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikka, Tuotekehitys
Markus Tuomela

1 Johdanto

Tämä työ on tehty yhteistyössä Kerko Katsomo Oy:n sekä insinööritalo Malliva Oy:n kanssa. Tarkoituksena oli tehdä teleskooppikatsomoon tuotekehitysprojekti.

Tuotekehitysprojektin päätavoitteina oli suunnitella halvempi ja monikäyttöisempi istuin.

Työni lähtökohtana oli Mallivassa tehty alustava idea, miten uusi istuin voitaisiin mahdollisesti toteuttaa. Ideaa ei kuitenkaan ollut työstetty eteenpäin.

Päättötyöni ensimmäinen vaihe oli tutustua vanhoihin projekteihin ja selventää itselle, miten teleskooppikatsomot normaalisti toimivat ja ennen kaikkea ideoida, miten niitä voitaisiin kehittää. Tässäkin projektissa suurin kehittämistä rajoittava tekijä oli hinta. Monia ideoita tuli mieleen, mutta kerta toisensa jälkeen jouduttiin toteamaan, että hinta noussee liian korkeaksi, eikä tekeminen olisi käytännössä kannattavaa. Hinta oli siis jatkuvasti pidettävä mielessä, minkä vuoksi tärkeää oli myös miettiä komponenttien valmistusmenetelmiä ja muistaa, että jokainen osa tuo lisäkustannuksia.

Ideointi tuotti monenlaisia ajatuksia, joista varmasti kannattamattomat karsittiin pois jo alkuvaiheessa. Etenkin tässä vaiheessa työni ohjaaja oli vahvasti mukana, sillä vielä tässä ideoiden toteuttamiskelpoisuuskohdassa tarvittiin ammattitaitoa sekä tietoa valmistusmenetelmistä ja niiden hinnoista. Kehittämiskelpoisia ideoita sitten lähdettiin jalostamaan. Usean idean jalostaminen valmiisiin 3D-malleihin johti siihen, että lopullinen protomalli oli yhdistelmä useasta eri variaatiosta. Valmiiden työpiirustusten valmistuttua oli mahdollista tehdä lopullinen hintalaskelma ja verrata sitä vanhoihin ratkaisuihin.

2 Tuotekehitys

2.1 Tuotekehitys yleisesti

Yleisesti ottaen tuotekehityksellä tarkoitetaan toimintaa, jonka tavoitteena on kehittää uusi tai paranneltu tuote. Onnistunut tuotekehitys on yrityksen menestymisen ehto, sillä kaikki tuotteet vanhenevat, minkä myötä myynti heikkenee. (Laaksosen luentomateriaali, s.9).

Tuotekehityksen onnistuminen edellytyksenä on tiivis yhteistyö tuotannon ja markkinoinnin kanssa. Tuotetta kehitettäessä on otettava huomioon tuotannon rajoitukset ja resurssit. Myynti ja markkinointi sen sijaan vastaavat tuotteen myynnistä ja sitä myötä vaikuttavat tuotteen kannattavuuteen.

Käytännössä tuotekehitys tapahtuu usein tuotekehitysprojektina. Tuotekehitysosastolla tehdään monesti tuotekehityksen lisäksi muutakin soveltavaa tutkimustoimintaa. Tätä ei kuitenkaan pidä sekoittaa tuotekehitysprojektiin, sillä tuotekehitysprojektiin lähdetessä tuotteessa ei saa olla mitään sellaista aluetta, jonka ratkaisua ei tunneta (Laaksosen luentomateriaali, s.10)

2.2 Tuotekehitysprojektin vaiheet

2.2.1 Esitutkimusvaihe

Tuotekehitysprojektin lähtökohtana on asiakastarpeen määrittäminen. Asiakastarve määritetään tutkimalla markkinoita. Asiakastarvepohjaisesti käynnistetään projektin alustava ideointi. Alustava ideointi kattaa tutkimuskehityksen, markkinoinnin ja tuotekehityksen. Ideointi tarkentuu vähitellen, ja esitutkimusvaiheen lopussa tehdään jo rakennesuunnitelmia, riskianalyysiä, tuotantosuunnitelmaa, kannattavuuslaskentaa yms. laskutoimituksia, joiden perusteella päätetään, käynnistetäänkö tuotekehitysprojekti vai ei.

2.2.2 Luonnostelu

Mikäli esitutkimusvaihe päättyy myönteiseen kehityspäätökseen, aloitetaan luonnosteluvaihe. Luonnosteluvaihe perustuu esitutkimusvaiheessa tehtyyn tuotesuunnitelmaan.

Luonnosteluvaihe aloitetaan tehtävän analysoinnilla. Kehityspäätöksestä lähtien laaditaan uudet tavoitteet ja vaatimukset kehitettävälle tuotteelle.

Tuote jaetaan osa-toimintoihin, joille etsitään erilaisia ratkaisumalleja ja kartoitetaan niihin liittyvät ongelmat. Osa-toimintojen ratkaisuja puntaroidaan, ja parhaita ratkaisuja arvioidaan ja testataan. Tämän jälkeen ratkaisumallit kootaan kokonaistoiminnoksi. Kokonaistoimintoja arvioidaan tavoite- ja toivelistan perusteella. Ratkaisujen arviointiin liittyvät monesti myös prototyypin valmistus sekä liiketaloudelliset kannattavuuslaskelmat. Yhden tai useamman ratkaisumallin pohjalta kehitetään ratkaisuluonnos.

2.2.3 Kehittely

Kehittelyvaihe alkaa laatimalla kokoonpanoluonnos. Kokoonpanoluonnos tehdään todellisessa mittakaavassa, luonnosteluvaiheesta saadun ratkaisuluonnoksen pohjalta. Tässä vaiheessa kohdataan monesti uusia ongelmia. Ongelmat voivat liittyä teknisiin ominaisuuksiin, materiaaliin ominaisuuksiin tai tuotteesta saattaa yksinkertaisesti muodostua liian kallis valmistettavaksi. Näihin ongelmiin yritetään löytää ratkaisuja. Mikäli ongelmaan ei löydetä käypää ratkaisua, aloitetaan kehittelyvaihe alusta ja valitaan lähtökohdaksi toinen ratkaisuluonnos.

Mikäli ongelmiin löydetään ratkaisut, suoritetaan kokoonpanoluonnoksesta tarvittava dokumentointi (tuotantosuunnitelma, markkinointisuunnitelma, kannattavuuslaskelmat yms.).

2.2.4 Viimeistely

Kehittelyvaihetta seuraa viimeistelyvaihe. Viimeistelyvaiheessa tehdään lopulliset dokumentaatiot tuotteen valmistettavaksi, markkinoimiseksi sekä käyttämiseksi. Tällaisia

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikka, Tuotekehitys
Markus Tuomela

dokumentteja ovat mm. työpiirustukset, osaluettelot, käyttöohjeet ja markkinointisuunnitelmat.

Tässä vaiheessa tehdään myös lopulliset päätökset raaka-aineesta, toleransseista, pintakäsittelystä yms. Näiden päätösten jälkeen valmistetaan lopulliset protomallit sekä nollasarjat. Nollasarjojen tarkoituksena on ennen kaikkea tutkia ja testata valmistusmenetelmiä, joilla tuote on tarkoitus sarjavalmistaa.

Viimeisten testauksien jälkeen aloitetaan tuotteen markkinointi, jonka myötä käynnistyy tuotanto. Näin uusi tuote on saatu markkinoille. Tämä ei kuitenkaan tarkoita tuotekehityksen päättymistä, sillä tuotteen on jatkuvasti kehityttyvä, jotta se menestyisi markkinoilla.

2.3 Tuotekehityksen merkitys

Kuten aiemmin mainittiin, tuotekehitys on elinehto nykypäivän markkinoilla. Tuotteet kehittyvät ja vanhenevat nopeammin kuin koskaan aikaisemmin. Tuotekehityksen rooli markkinoilla on siis kasvanut, ja tämän myötä myös itse tuotekehitystoiminta on muuttunut (Kauppalehti.fi 04.05.2007 - 10:05).

Suurten yritysten tuotekehitys on verkottunut maailman laajuisiksi toiminnoiksi; osia ja kokonaisuuksia kasataan yllättävissä paikoissa. Keksijöitä ei piiloteta erillisiin koppeihin tai kiinteistöihin, seinät ovat kaatuneet ja yhteistyötä tehdään yli kieli- ja kulttuurirajojen. Tällainen toimintatapa on siirtymässä entistä pienempiin yrityksiin. (Keitel 2007).

Keitel pohtii kolumnissaan tuotekehityksen globaalisuutta. Aihe on hyvin ajankohtainen, sillä tuotekehitys on nykyään huomattavasti avoimempaa kuin aiemmin. Nykyään tuotekehityksen eri vaiheisiin osallistuu eri alojen ammattilaisia. Tämä tietysti antaa lisää perspektiiviä uuden luomiseen, mutta samalla lisää tuotekehitysprojektin johtajan työtä ja vastuuta. Projektin vetäjä on kuitenkin viime kädessä se, joka vastaa kaikesta. Tuotekehitys on siis tullut avoimemmaksi, mutta kaikki projektiin osallistuvat ovat edelleenkin velvoitettuja pitämään kiinni vaitiolosopimuksestaan.

3 Kerko Sport

3.1 Yritysesittely

Kerko Sport on vuonna 1916 perustettu suomalainen yritys, joka valmistaa itse suurimman osan valikoimaan kuuluvista yli 4000 tuotteesta. Tuotekategorioita ovat liikunta & leikki, sisäliikunta, ulkoliikunta, urheiluelektroniikka, fitness & kamppailulajit, katsomot ja huolto & asennus.

Kerko Sport on Pohjoismaiden liikuntapaikkojen kokonaiskalustaja ja välinetoimittaja, joka työllistää n. 150 henkilöä Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa.

Kerko Sportin katsomotehdas, Kerko Katsomot Oy, johon tässä työssä keskitytään, on noin 25 henkeä työllistävä itsenäisesti toimiva yksikkö. Katsomoita on toimitettu 25 vuoden aikana yli 500 liikunta-, monitoimi- ja kulttuurikohteeseen ympäri Eurooppaa.

Kerko Katsomot Oy on mukana katsomo-projektin kaikissa vaiheissa: suunnittelussa, valmistuksessa, asennuksessa ja huollossa. Tuotanto, organisaatio ja katsomon rakenneperiaate on toteutettu palvelemaan erityisesti projektikohtaisia sovellutuksia.

3. 2 Tuote-esittely

Katsomo on keskeinen osa toimivaa liikuntatilaa, kulttuurisalia tai auditoriota. Kiinteä katsomo rajoittaa merkittävästi käytettävissä olevan tilan hyödyntämistä. Kun tilan toivotaan palvelevan useassa eri käyttötarkoituksessa, on teleskooppikatsomo oikea ratkaisu.

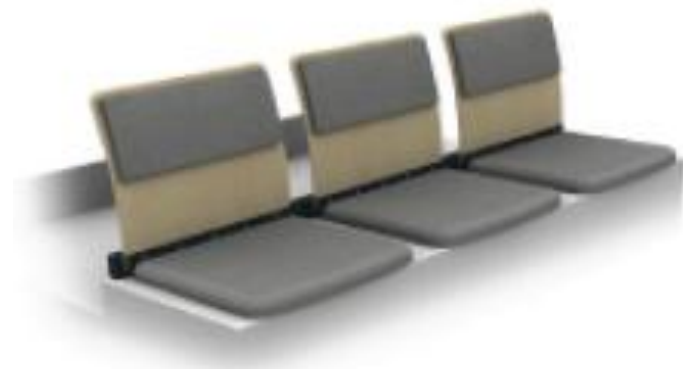
Teleskooppikatsomo avautuu nopeasti käyttöön yleisötapahtumia varten ja sulkeutuu yhtä vaivattomasti, kun tarvitaan lisää tilaa. Samainen tila palvelee näin tehokkaasti monia erityyppisiä harrastajaryhmiä ja käyttötarkoituksia.

4 Työn aloitus

4.1 Aiemmat ratkaisut

Ensimmäiset päivät kuluivat vanhojen projektien silmäilyyn. Kävi ilmi, että katsomoiden istuintyyppiä on periaatteessa kolmea erilaista.

A-mallissa (kuva 1) istuin sijoitetaan tasoon elementin päälle. Tätä mallia kokoon taitettaessa selkänöjä kääntyy istuimen päälle. Kyseisen istuinmallin heikkous on sen huono muunneltavuus; istuin on täysin sidoksissa elementtiin, jolloin elementin yksinkertaistaminen / muokkaus on mahdotonta. Tämä malli on kuitenkin yksinkertaisuutensa vuoksi paljon käytetty.



Kuva 1. A-mallin istuin

B-mallin istuin on kehitystä A-mallista. B-mallissa istuimia käsitellään tavallisesti kolmen tuolin sarjoina (kuva 2). Kyseisen tuolimallin vahvuus on se, että näiden tuolisarjojen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikka, Tuotekehitys
Markus Tuomela

väliset etäisyydet ovat helposti muokattavissa. Tämä taas mahdollistaa tilan käytön mahdollisimman tehokkaasti ja antaa mahdollisuuden elementin yksinkertaistamiseen. Kehitystä A-malliin on myös siinä suhteessa, että tässä mallissa istuinosa nousee vastapainon ansiosta pystyyn silloin, kun sitä ei käytetä. Tämä taas tuo lisätilaa kävelyvälille. Heikkoutena voitaneen pitää kyseisen mallin raskasta rakennetta, sillä tämän mallin valmistus vaatii paljon hitsaustyötä.



Kuva 2. B-mallin istuin

C-mallin istuin on tähänastisista istuinmalleista uusin ja vähiten käytetty. Istuin muistuttaa A-mallia sillä erolla, että C-mallissa istuin on sijoitettu elementin reunalle. Tämä taas tuo lisää käytävätilaa. Heikkoutena on toistaiseksi liian kallis hinta ja heikko muunneltavuus. Tässä istuinmallissa istuin ja selkänoja käännetään taakse alas ennen varastoasentoon ajoa.

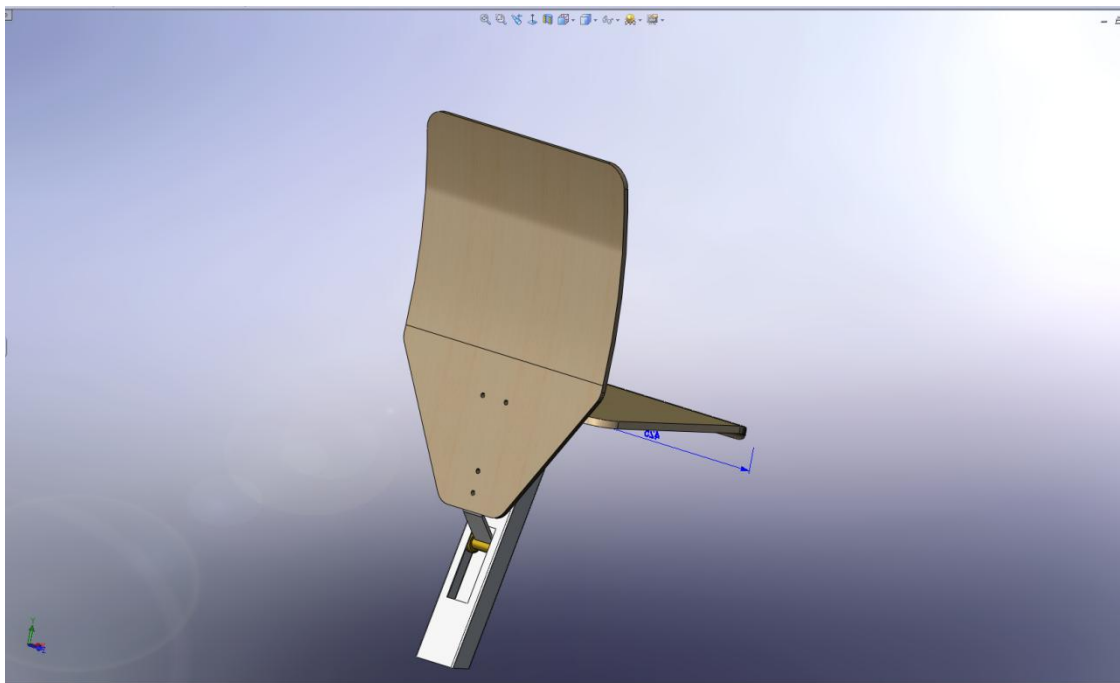
4.2 Ideointi

Uuden istuintyyppin tavoitteena oli löytää ratkaisu, joka mahdollistaisi istuinvälin muunneltavuuden ja olisi hinnaltaan edullinen. Hinta on yksittäistä istuinta suunniteltaessa erittäin oleellinen tekijä, sillä yhteen katsomoon tulee satoja, jopa tuhansia istuimia, jolloin jokainen säästetty euro moninkertaistuu.

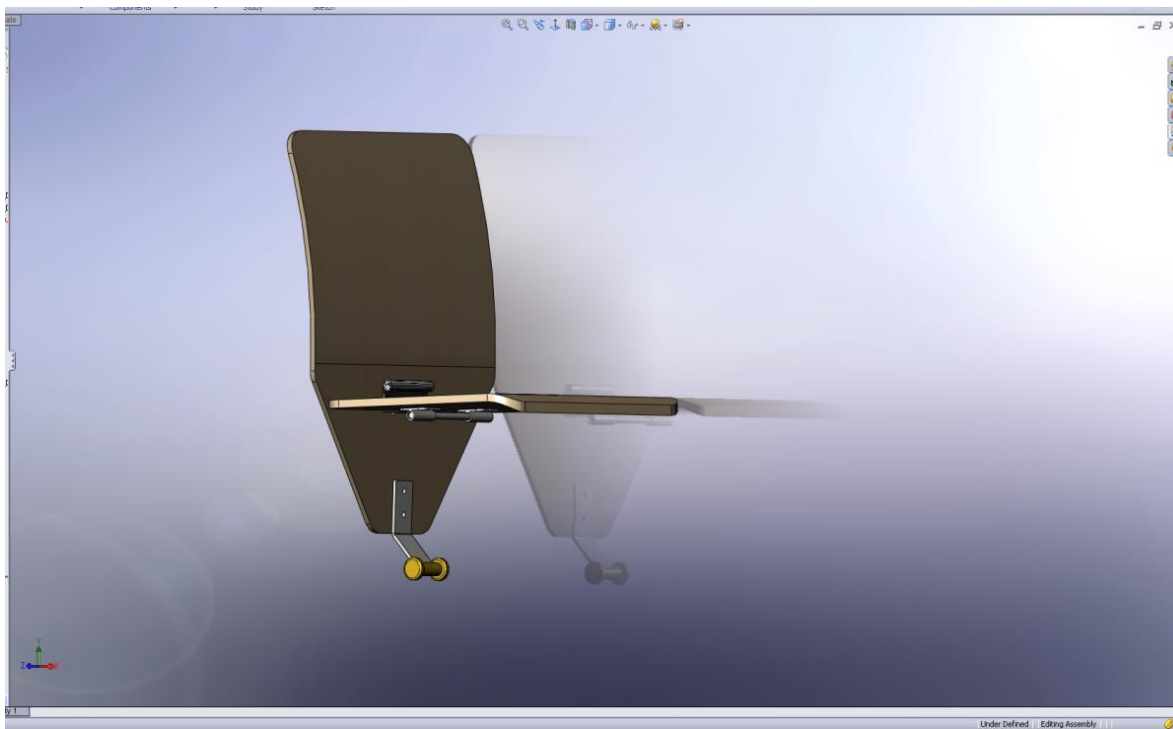
Muunneltavuudella tarkoitetaan istuinvälin eli kahden vierekkäisen istuimen välimatkan muunneltavuutta. Yleisesti käytetty istuinväli on 500 mm, mutta joissain tapauksissa käytetään istuinvälinä myös 450 mm:ä. Mikäli onnistuttaisiin kehittämään katsomo, jonka istuinväli olisi kokoonpanovaiheessa helposti muutettavissa asiakastarpeiden mukaiseksi, mahdollistaisi se vakiokomponenttien tekemisen varastoon. Varastointi taas mahdollistaisi massatuotannon, joka luonnollisesti laskisi kappalehintaa.

Ideointia lähdettiin rakentamaan istuimen mekaniikasta. Alkuperäinen idea, josta lähdin liikkeelle, oli kuvan 3 mukainen. Tämän toimintaperiaate perustui siihen, että selkänoja liukuu pitkin istuimen jalkaa auki- asennosta kiinni-asentoon. Selkänojan ja istuimen välille oleva sarana mahdollistaa istuimen liikkuvuuden (kuva 4), sillä istuin pystyy pyörähtämään tuolin jalassa olevan akselin ympäri (kuva 5)

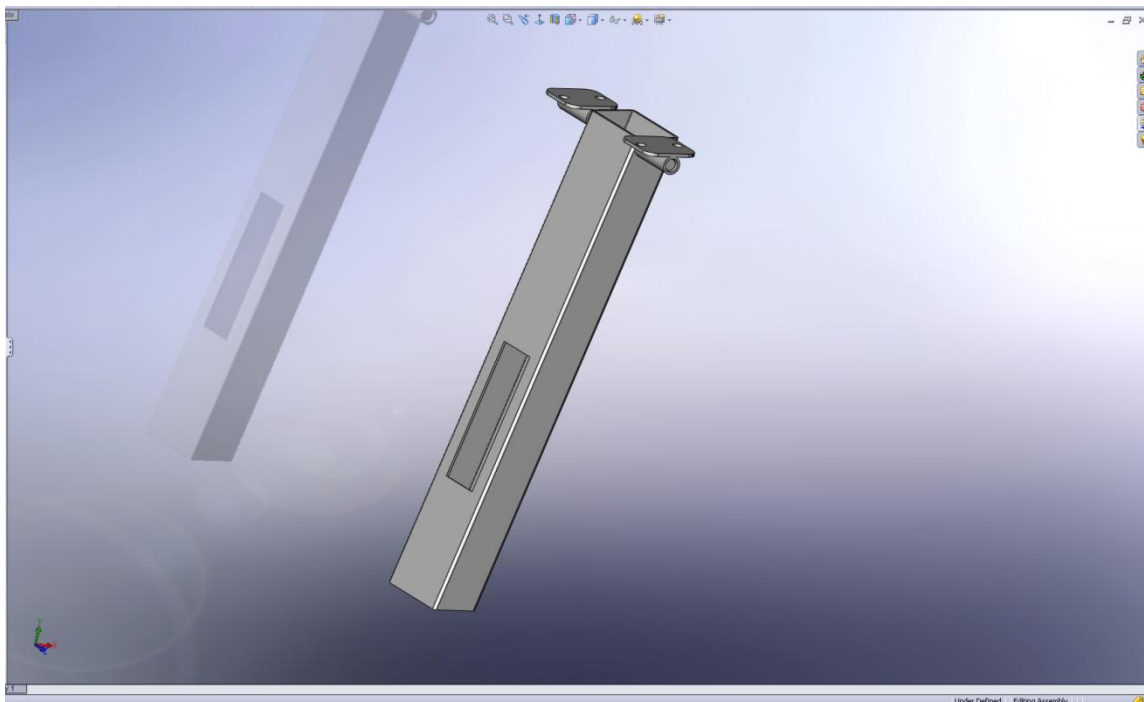
Varastoasentoon tämän mallin ajateltiin menevän mallin B-mukaisesti, eli tuolin istuin nousisi pystyyn, silloin kun sitä ei käytettäisi. Varastoasentoon ajettaessa istuin jalkoineen kaatuisi lattiatasoon.



Kuva 3. Alkuperäinen idea



Kuva 4. Istuimen ja selkänöjan välinen saranointi-idea

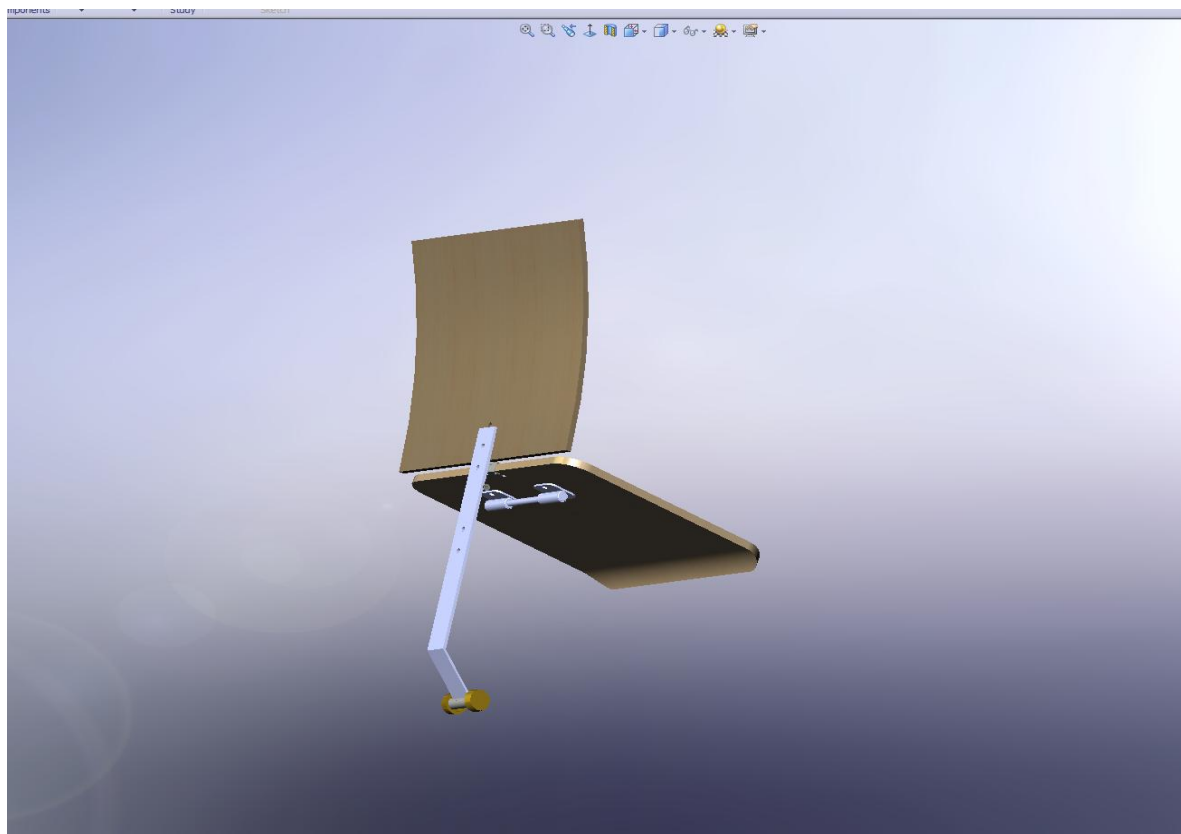


Kuva 5. Istuimen jalka kiinnitysosineen

Edellä esitellyssä lähtöideassa oli kuitenkin epäkohtia: sopivaa saranaa sopivaan hintaan ei löytynyt, selkänöjan ja tuolin jalan välinen kiinnitysmekanismi oli liian kallis ja alkeellinen. Tuolin selkänöjan pelättiin myös olevan liian hutera. Tässä vaiheessa ei myöskään ollut suunniteltu lainkaan istuimen kiinnitystä elementtiin. Näihin oli tarkoitus löytää toimivampia ratkaisuja

4.2.1 Visio 1

Ensimmäinen mallintamiskynnyksen ylittänyt idea oli korvata alkuperäisen mallin selkänöjan jatko-osa pitkällä lattaraudalla (kuva 6), joka ulottui aina istuimen jalkaan asti. Tämän avulla saatiin selkänöjan jatko-osa pois ja oltiin valmiita käyttämään vakio-selkänöjaa. Tämä parannus teki myös istuimesta visuaalisesti siromman.



Kuva 6. Selkänojan jatko-osan korvaaminen lattalevyllä

Pulmaksi tässä konstruktiossa muodostui rullan tai pyörän kiinnittäminen lattalevyyn. Alustava idea oli hitsata akseli pyörineen kiinni lattalevyn päähän. Hitsaustyötä pyrittiin kuitenkin välttämään, sillä se on ajan mittaan kallista. Kiinnitysongelma jäi siis toistaiseksi ratkaisemattomaksi. Työtä vaati myös lattalevyn taivutuskulman määrittäminen. Kulma tuli määrittää tarkasti, sillä se vaikutti selkänojan kulmaan. Selkänojavaneri oli muodoltaan kaareva ja se tuli asentaa siten, että sen alaosa oli 90 asteen kulmassa maatasoon nähden.

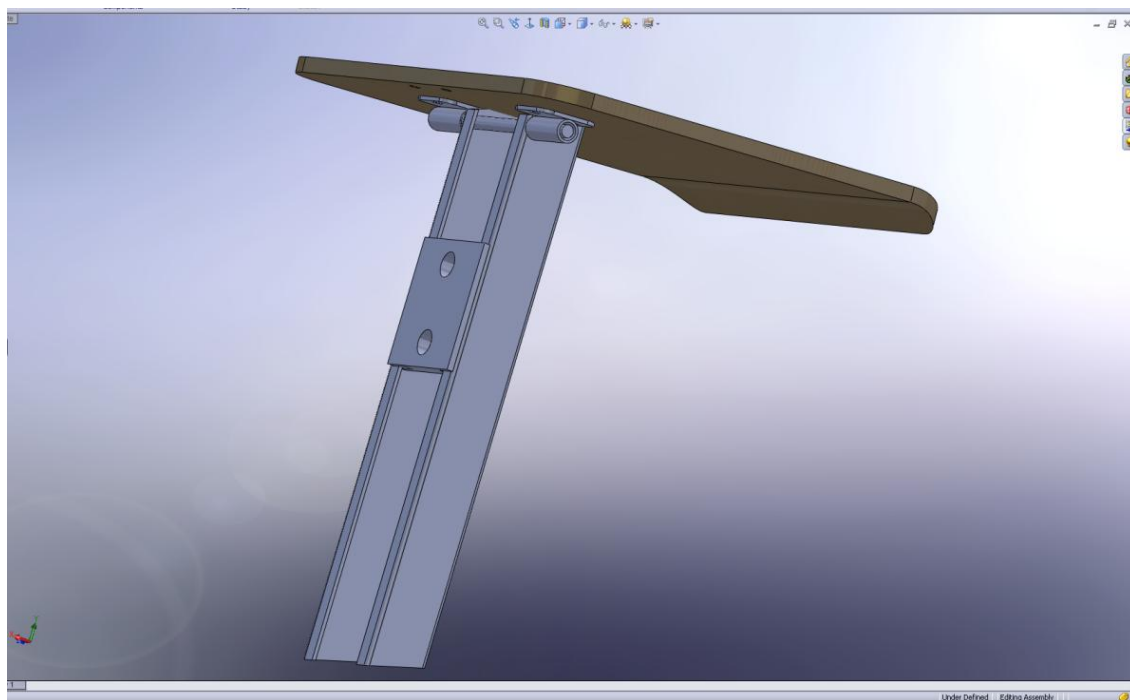
4.2.2 Visio 2

Edellä mainittua ideaa jalostettaessa tuli vastaan ongelmia. Suurin ongelma oli siis saada rulla tukevasti kiinni lattalevyn päähän ja asennettua se tuolin jalan sisälle. Ensimmäisenä ratkaisuideana tuli jalan avoprofiili. Kyseisessä ideassa tuolin jalka valmistettiin C-profiilista, jolloin lattalevy voitiin kiinnittää jalkaan liukupalan avulla. Tässä konstruktiossa tuli ongelmia lattalevyn kiinnittämisessä liukupalaan.

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikka, Tuotekehitys
Markus Tuomela

Muutamia ratkaisuja keksittiin. Jokaista ideaa kuitenkin leimasi se, että toimiakseen se olisi tarvinnut nivelen. Liukupala ja lattalevy olisi tullut siis kiinnittää toisiinsa nivelen välityksellä. Tätä ajatusta lähdettiin sitten työstämään.

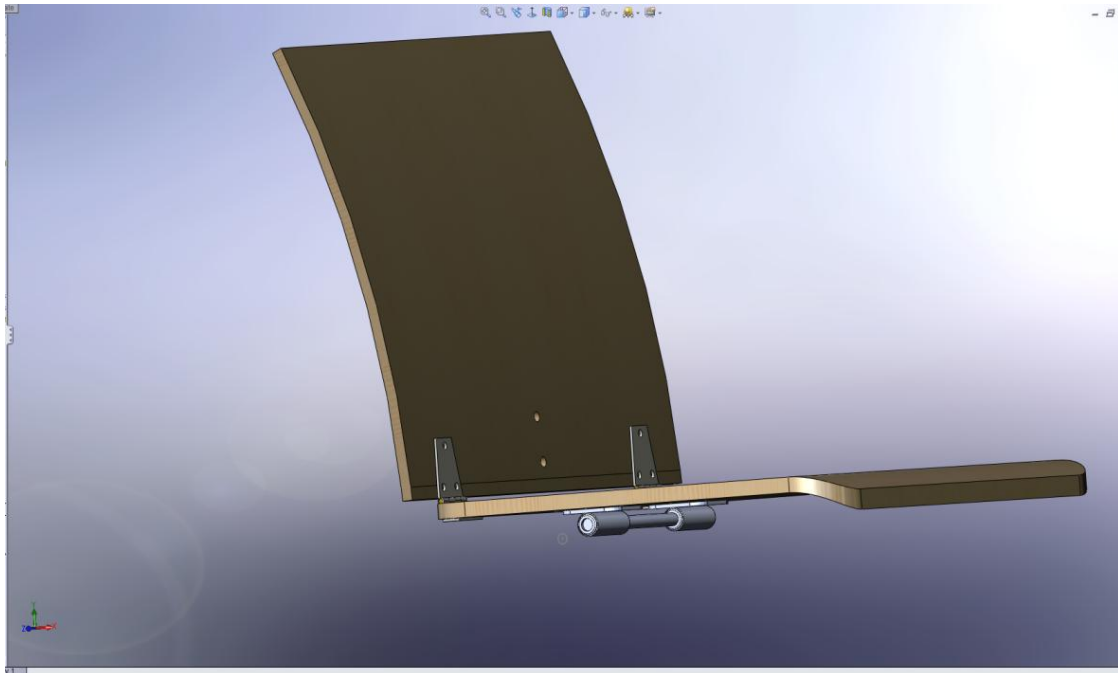
Pian kuitenkin huomattiin, että istuimen liikeradan toteuttaminen auki-asennosta kiinni- asentoon oli ilman kohtuuttomia sijoituksia mahdotonta.



Kuva 7. Rullan korvaaminen liukupalalla

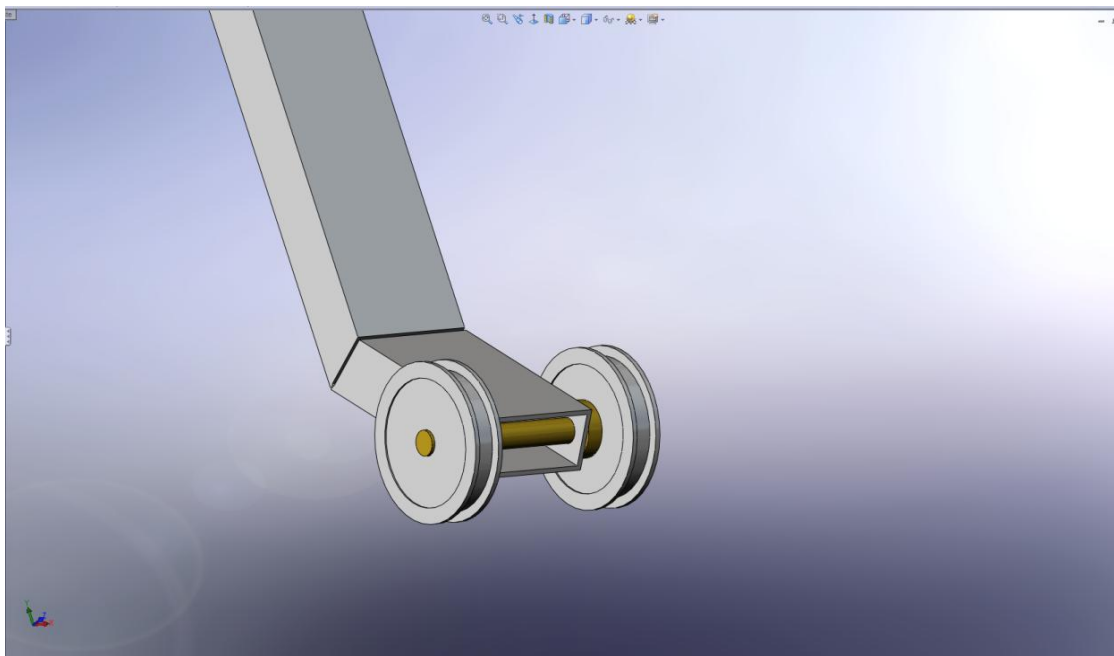
4.2.3 Visio 3

Liukupalaidean hylkäämisen jälkeen palattiin takaisin lattalevyideaan. Niin kuin aiemmin mainittiin, sen suurin ongelma oli selkänöjan kiinnittäminen tuolin jalkaan. Istuinvanerin kiinnityksestä ei tässä vaiheessa oltu huolissaan, sillä tässä ideassa käytetty vakioselkänöja mahdollisti perinteisten saranoiden käytön. Saranan toinen osa suunniteltiin kiinnitettävän istuinvanerin alaosaan ja toinen selkänöjavanerin etuosaan kuvan 8 osoittamalla tavalla.



Kuva 8. Istuimen ja selkänojan saranointi

Seuraavaksi alettiin tosissaan ideoida rullan kiinnittämistä lattalevyyn. Pitkäjänteisestä ideoinnista huolimatta jouduttiin luovuttamaan ja toteamaan, että ainoa toimiva ratkaisu oli akselin hitsaus levyn päähän. Akselille työnnettiin sitten sopivan kokoiset rullat päihin. Rullien halkaisijoiden tuli olla lähelle tuolin jalan sisämittaa, jotta ylimääräiseltä välykseltä välttyttiin. Missään vaiheessa ei kuitenkaan täysin vakuututtu hitsausliitoksen järkevyydestä, ja pian keksittiinkin korvata lattalevy suorakaideputkella (40x20x1,5). Suorakaideputken käytön suurin etu oli siinä, että reiän avulla sen päähän sai akselin tukevasti ja helposti liitettyä (kuva 9).



Kuva 9. Selkänojaputki, akseli ja rullat

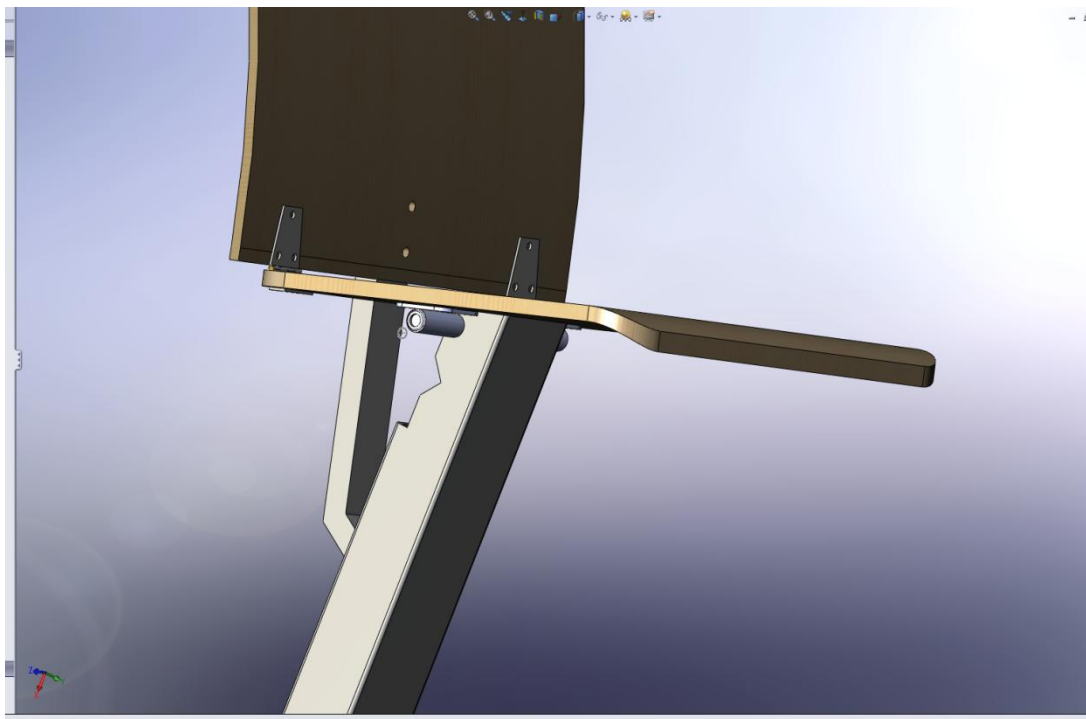
Sopivan suorakaideputken valmistamiseksi oli kaksi mahdollista menetelmää. Ensimmäinen vaihtoehto oli tehdä putkeen tarvittavat reiät ja taivuttaa se oikeaan kulmaan. Tässä vaiheessa ongelma tuli siinä, että suorakaideputken taivutukseen tarvittavia laitteistoja oli huomattavasti vähemmän tarjolla kuin pyöreän putken, mikä taas nosti hintaa.

Toinen valmistamismenetelmä oli putkilaser, johon sittemmin päädyttiinkin. Putkilaser leikkaa putkeen tarvittavat reiät ja taivuttamiskohdasta sopivan palan pois. Kun sopiva pala on irroitettu, putki taitetaan ja hitsataan leveältä sivulta kiinni (kuva 9). Myös reiän lävistävä akseli hitsataan putken sisäpuolelta kiinni muutamalla pisteellä.

Kyselyjen ja hinta-arvioiden perusteella selvisi, että putkilaser on suuria sarjoja tehdessä halvempi vaihtoehto.

4.3 Lopullinen ratkaisu

Edellä esitetty kehitys päättyi selkänöjaputken toteuttamiseen suorakaideputken avulla. Tämän myötä selkänöjavanerina voitiin käyttää vakioselkänöjaa. Tämä taas tarkoitti sitä, että selkänöjan ja istuinvanerin yhdistämiseen voitiin käyttää perinteisiä saranoita (kuva 10).



Kuva 10. Jatkokehittettävä idea

Ideoinnin myötä oli selvillä, mitä ajatusta lähdettiin työstämään. Kuvan 10 istuinmalli oli vasta karkea idea siitä, miten istuin mahdollisesti voitiin toteuttaa. Mittasuhteista ja toimivuudesta ei vielä ollut takeita, sillä istuin oli vasta alustavasti mallinnettu.

5 3D-mallinnus

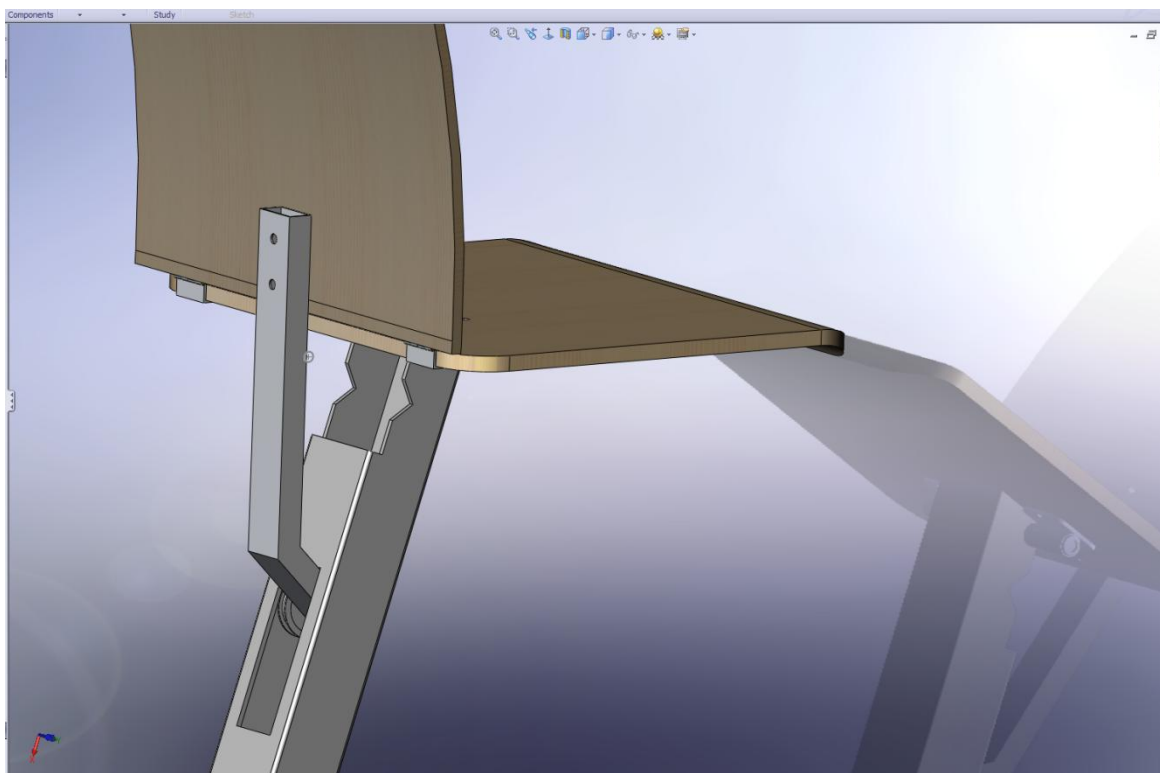
5.1 Istuimen mallinnus

Nyt kun kehitettävä idea oli selvillä, oli aika aloittaa tarkempi mitoitus. Mitoitusta mietittäessä tuli ottaa huomioon standardisoidut mitat. Tällaisia mittoja ovat mm. istuinkorkeus (440 – 460 mm), istuinkulma (yli 2,3 astetta).

Huomioon otettavaa oli myös istuimen korkeus ja pituus varastoasennossa. Jos istuin maatasolle käännettynä ylittää elementin reunan, tulee katsomoon varastoasennossa ylittävän osan mittainen uloke. Tämä taas rajoittaa tilan käyttöä, sillä ulokkeet häiritsevät mm. urheilukäyttöä.

Istuimen korkeus maatasolle käännettynä on sen sijaan hyvinkin merkittävä katsomon nousua suunniteltaessa. Mitä matalampana korkeus saadaan pidettyä, sitä tiheämpään istuinrivejä saadaan sijoitettua. Tämän myötä saadaan siis katsomoon korkeuteen nähden paljon paikkoja.

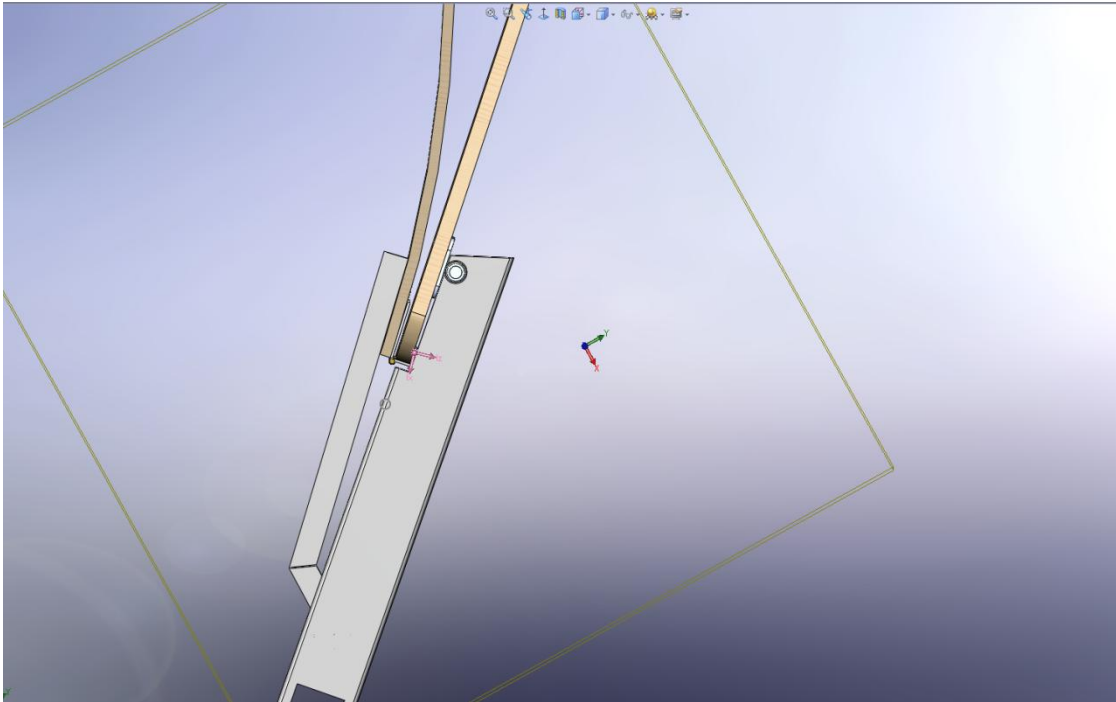
Istuimen mallinnus aloitettiin tuolin jalasta. Kun istuimen korkeus ja istuinkulma tiedettiin, jalan pituus oli suurin piirtein pääteltävissä. Jalkaan tiedettiin tulevan paljon laserleikkauksia, minkä vuoksi se oli valmistettava järeästä putkesta (profiilia 80x60x4, Rautaruukin terästuotteet, suunnittelijan opas). Mallinnettiin jalka ja hiottiin reiät sopiviksi. Suurinta hiomista vaati reikä, johon selkänojan putki kiinnitettiin. Tämän reiän sijainti ja pituus määräisivät selkänojan liikkeen, joka taas oli saranoituna istuinvaneriin. Istuin ”lukittui” käyttöasentoon loven päättymiskohdassa (kuva 11), sillä siihen ei suunniteltu erillistä stopparia. Näin ollen siis lovi ja selkänojaputki yhdessä määräisivät istuinkulman. Mitoittaminen perustui ennalta tiedettyihin mittoihin, eli selkänojan ja istuimen kulmiin sekä istuinkorkeuteen.



Kuva 11. Istuin käyttöasennossa

Kun istuimen mitat käyttöasennossa oli saatu kohdalleen, oli aika siirtyä pohtimaan kiinni-asettoa. Kuten aiemmin mainittiin, kiinni ollessa oleellisia mittoja olivat pituus ja korkeus. Samoin kuin käyttöasennon, myös kiinni-asennon mitat määräsivät tuolin jalan lovi sekä selkänojaputki. Tässä suurimmaksi ongelmaksi nousi liikeradan pituus; selkänojaputki tuli pitää sopivan lyhyenä, jotta liikerata ei kasvaisi liiallisuuksiin. Toiseksi ongelmatekijäksi muodostui istuimen kääntyminen. Istuin ei mahtunut kääntymään jalassa olevan akselin ympäri ilman että jalasta otettiin palanen pois.

Tarkastelua vaativa seikka oli myös massakeskipisteen määrittäminen; massakeskipisteen tuli sijaita tuolinjalan ja istuinvanerin liitoskohdan eli saranapisteen vasemmalla puolella (kuva 12). Tämä ehto tarkoitti sitä, että istuin on kiinni-asennossa, mikäli siinä ei ole painoa päällä.

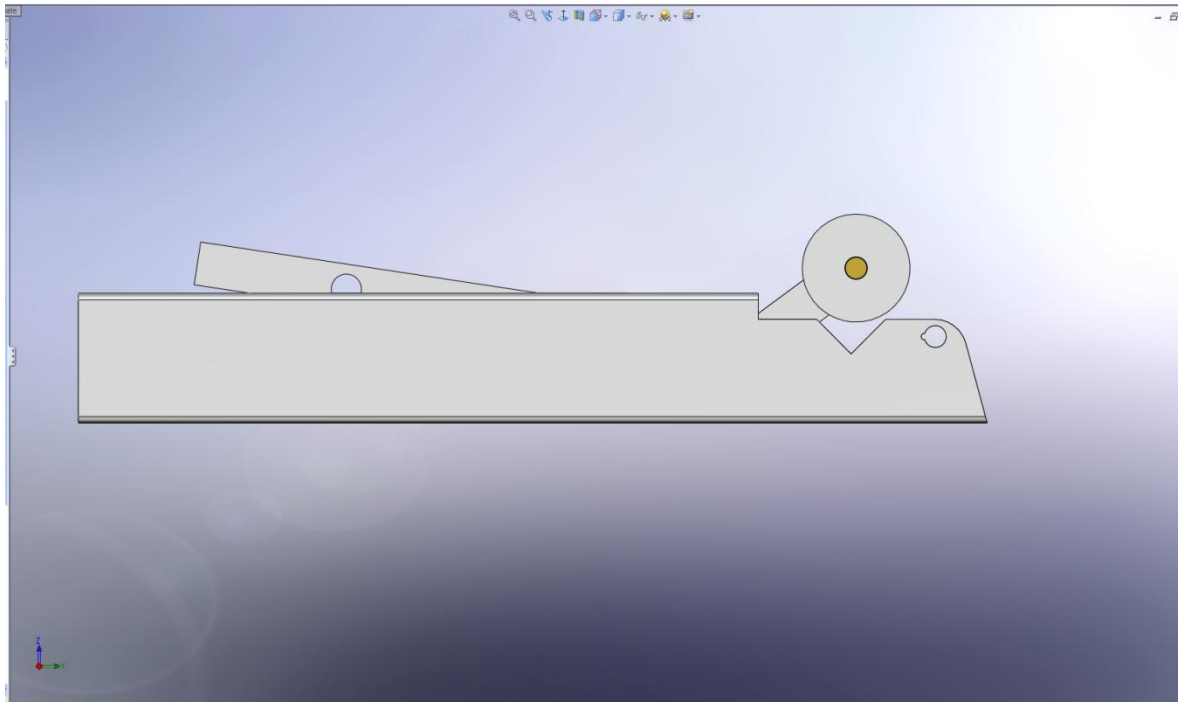


Kuva 12. Istuin kiinni-asennossa (massakeskipiste harmaalla)

Nyt istuin oli saatu mallinnettua mittoihinsa.

Seuraavaksi olikin aika käydä miettimään, miten kyseisen istuimen kokoonpano mahdollisesti tapahtuisi. Kokoonpanon suurin ongelma oli selkänojaputken (ja pyörien) asentaminen istuimen jalan sisään. Aluksi ongelmaa koetettiin ratkaista leventämällä aavistuksen verran istuimen jalassa olevaa lovea, jolloin oli mahdollista saada selkänojaputken rullat jalan sisään poikittain. Rullat toki saatiinkin jalan sisään, mutta ne eivät mahtuneet kääntymään oikein päin. Tämä ajatus oli siis hylättävä.

Toinen ajatus oli pujottaa selkänojaputki tuolin jalan loven kautta jompaan kumpaan päähän jalkaa. Tilannetta tutkittiin SolidWorksin avulla. Ideoinnin päätteeksi tultiin siihen tulokseen, että järkevin vaihtoehto kokoonpanolle oli pujottaa selkänojaputki jalan lovesta kohti jalan yläpäätä. Jalan yläpäässä selkänojaputkeen kiinnitettäisiin rullat. Tämä ei kuitenkaan onnistunut tekemättä jalkaan muutoksia. Jalkaan oli tehtävä lovi, jotta pyörät voitaisiin työntää selkänojaputken akselille (kuva 13). Tarkemmat tiedot kokoonpanosta ovat liitteenä olevassa kokoonpano-ohjeessa (liite 1).



Kuva 13. Selkänojaputken asennus

Seuraavaksi alettiin suunnitella istuimen kiinnittämistä elementtiin.

5.2 Kokoontaittumismekanismin 3D-mallinnus

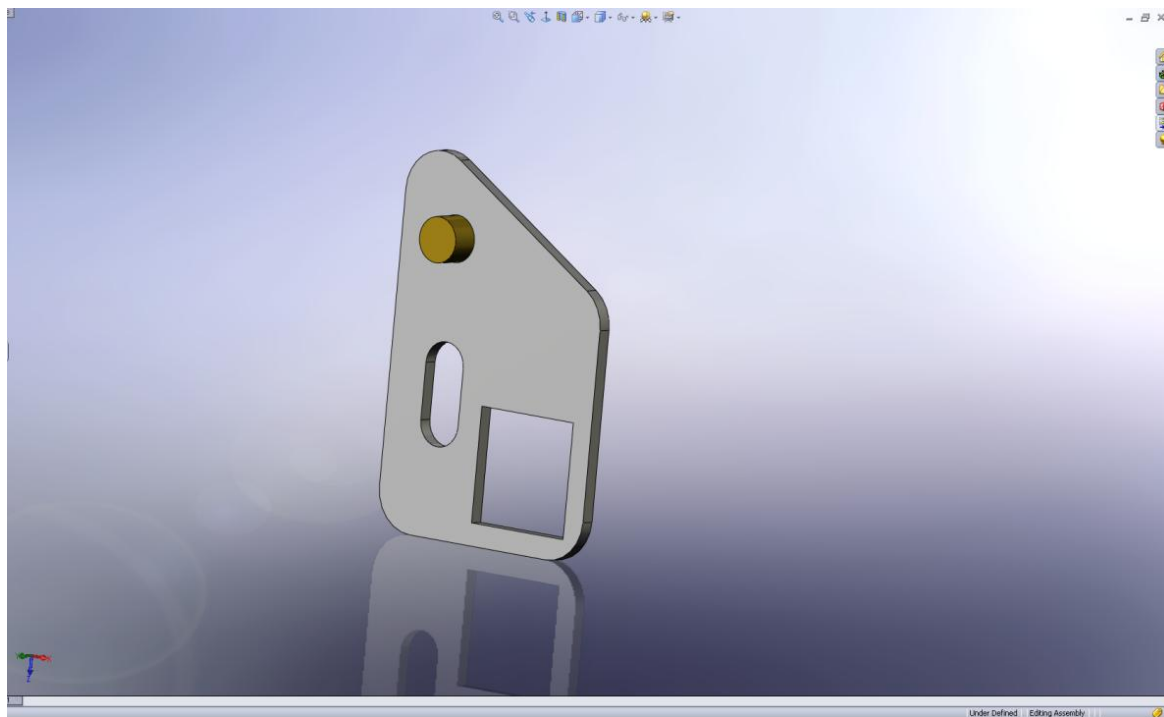
Lähtökohtaisesti pidettiin kiinni siitä, että tämä istuinmalli taittuisi varastoasentoon B-mallin mukaisesti, eli istuin sekä jalka kaatuisivat lattiatasoon. Istuimia ei kuitenkaan suunniteltu toimivaksi yksittäisinä istuimina, vaan kolmen istuimen sarjoina. Kolme istuinta siis suunniteltiin toimivan sarjassa B-mallin mukaisesti. Tämä tarkoitti sitä, että oli kehitettävä kolme istuinta yhdistävä rakenne.

Yhdistävän rakenteen innovointi lähti liikkeelle ajatuksesta, että tuolit yhdistetään yhdistysputkella, joka kulkee joko tuolin jalkojen edestä, takaa, alitse tai lävitse. Hetken miettimisen jälkeen päädyttiin kehittämään ideaa, jossa yhdistysputki kulkee tuolin jalkojen lävitse. Tähän päädyttiin sillä perusteella, että mikäli putki kulkee tuolin jalkojen lävitse, istuimet saadaan varmuudella tukevasti kiinnitettyä yhdistysputkeen. Toinen merkittävä

etu tuli siinä, että lävitse mentäessä voidaan yksinkertaisesti tehdä laserilla jalkaan putken mentävä reikä, eikä siis tarvitse hitsata korvakkeita tms. lukitussesteemejä.

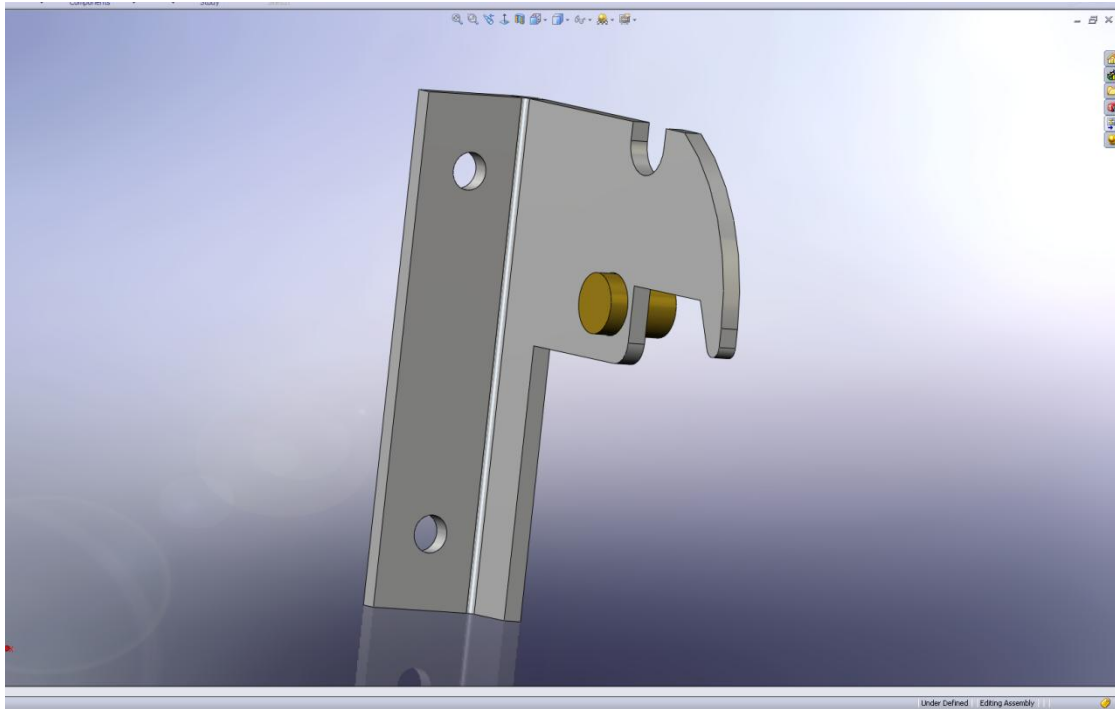
Tätä ideaa lähdettiin kehittämään. Havaittiin, että varastoasentoon ajettaessa putken tulee kääntyä, jolloin se luonnollisesti kääntää myös lävistämänsä tuolin jalat. Yhdistysputki tuli siis saada kiinnitettyä elementtiin siten, että se voitiin helposti kaataa elementin maatasoon. Tätä varten kehitettiin yhdistyspalat. Toinen yhdistyspala kiinnitettiin elementtiin ja toinen yhdistysputkeen. Yhdistysputken liikkuvuus mahdollistettiin siten, että yhdistyspalat kiinnitettiin toisiinsa kahdella akselilla. Toinen akseli liikkuu pitkässä reiässä, jolloin siis istuinsarjaa nostamalla ylempi akseli nousee lovesta ja istuinsarja kaatuu elementtipalan nokkaa myötäillen maatasoon.

Kiinnityspaloja lähdettiin innovoimaan siitä lähtökohdasta, että ne tultaisiin valmistamaan tasolaserilla 4 mm paksusta levystä. Tämä valmistusmenetelmä mahdollistaa levyyn monenlaisia muotoja ja on samalla kohtalaisen halpa. Alla olevassa kuvassa yhdistyspalaan on jo hitsattu kiinni akseli.



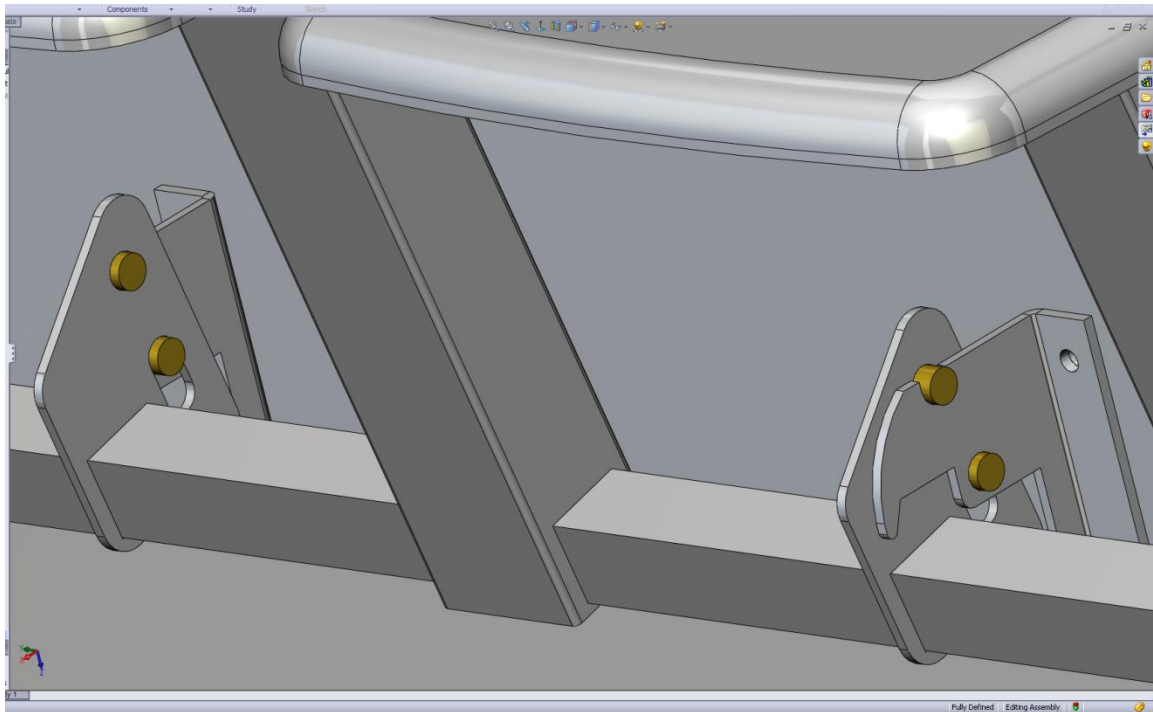
Kuva 14. Yhdistysputken kiinnityspala

Yhdistysputken kiinnityspalan lisäksi kehitettiin sille vastakappale, joka kiinnitettiin elementtiin.

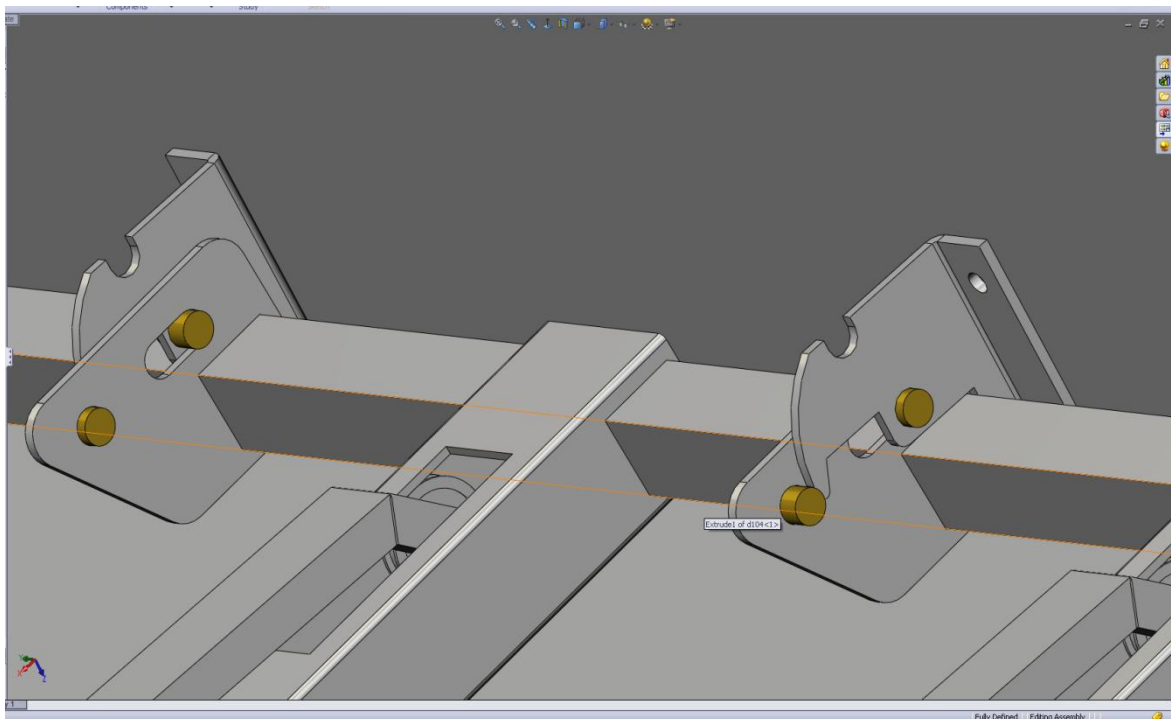


Kuva 15. Elementtiin kiinnitettävä yhdistyspala

Yhdistyspaloja suunnitellessa tuli vastaan useita ongelmia. Ensimmäinen vastoinkäyminen näki päivänvalon, kun yritettiin kääntää istuimia varastoasentoon. Istuimet eivät mahtuneet kääntymään, vaan ottivat kiinni lattiaan. Tämän vuoksi istuimen jalan alaosa oli lyhennettävä ja kiinnityspaloja muokattava. Kiinnityspaloista oli tehtävä kuvan 15 mukaisia, jotta istuinsarja ei kääntyessään ottaisi kiinni elementin takaosaan. Kuvan 15 ”nokka” on suunniteltu ikään kuin ohjuriksi yhdistysputki systeemille. Pitkäkestoisen työn päätteeksi optimimitat kuitenkin löytyivät, ja istuinsarja saatiin kääntymään siedettävässä tilassa.



Kuva 16. Yhdistyspalat käytössä-asennossa



Kuva 17. Yhdistyspalat kiinni-asennossa

6 Kustannuslaskelmat

6.1 Istuimen komponenttien kustannuslaskelma

Kustannuslaskelmaa tehdessä istuinvanerin ja selkänojavanerin hinnat jätettiin huomioimatta, sillä ne ovat vakiokomponentteja.

Kuten arvatakin saattaa, kehitetyn istuimen hintavin osa oli tuolin jalka. Jalka oli tehtävä järeästä putkesta, ja sitä muokattiin putkilaserin avulla aika lailla. Jalan (akseli hitsattuna) hintaa kyseltiin usealta alihankkijalta.

Toinen hintaa lisäävä komponentti istuimessa oli selkänojaputki. Selkänojaputken kustannusarviota kyseltiin alihankkijoilta taivutettuna ja hitsattuna.

Laserin hinnoitus perustuu monesti nostojen määrään, eli siihen, kuinka monta erillistä reikää joudutaan tekemään.

Näiden kappaleiden hintaa oli mahdollista pudottaa yhdistelemällä reikiä tai laskemalla seinämän paksuutta. Laser-osien hintaan vaikuttaa ratkaisevasti myös tehtävien sarjojen suuruus. Taulukossa 1 esitetään laser-osien kustannukset.

Taulukko 1. Laser-osien kustannukset

Laser-osat	€/ kpl, kun tilaus 500 kpl	€/kpl, kun tilaus 1000 kpl
Tuolin jalka	8,77	7,99
Selkänojaputki	4,06	3,72

Istuimen muut komponentit ovat vakiokomponentteja, joiden hintalaskelmat käyvät ilmi liitteenä olevasta kustannuslaskelmataulukosta (liite 3).

6.2 Kokoontaittumismekanismin kustannuslaskelma

Kustannuksia mietittäessä havaittiin, että kokoontaittumismekanismin hinta on vain murto-osa itse istuimien hinnasta. Kokoontaittumismekanismin yhdistyspalat ovat tasolaser-osia. Elementtiin kiinnitettävän yhdistyspalan hinnassa ei ole otettu huomioon särmäystä.

Taulukossa 2 näkyvät tasolaser-osien kustannukset.

Taulukko 2. Tasolaser-osien kustannukset

Tasolaser-osat	€/kpl, kun tilaus 500 kpl	€/kpl, kun tilaus 1000 kpl
Elementin yhd.pala	1,18	1,13
Yhdistysputken yhd.pala	1,16	1,11

6.3 Hitsaustyön kustannuslaskelma

Kuten jo aikaisemmin mainittiin, kustannukset ovat ratkaisevassa roolissa vanhan tuotteen kehittämisessä. Kustannuksia laskiessa on otettava huomioon myös työn hinta. Työn hintaan tulee laskea kaikki se työ, mitä tarvitsee tehdä siihen, että tuote on myyntikunnossa. Käytännössä on järkevää laskea työn hinta yksittäistä kappaletta kohden, jolloin saadaan tuotteen kokonaiskustannukset selville.

Jo tuotetta suunniteltaessa pyritään siihen, että se on mahdollisimman helppo ja nopea valmistaa. Tässä projektissa käytetään paljon laser-osia, joiden muotoihin vain mielikuvitus on rajana. Laserin runsaan käytön myötä suunnittelu meni siihen, että pyrittiin jo laser-vaiheessa tekemään komponentteja, jotka ovat mahdollisimman nopeasti kokoonpantavia. On kannattavaa teettää laserilla niin valmista kuin mahdollista; vaikka laser-osan hinta onkin hieman korkeampi, se säästyy vastaavasti työvoimakustannuksissa. Tarkat hitsaustyönkustannukset käyvät ilmi liitteenä olevasta kustannuslaskelmasta (liite 2).

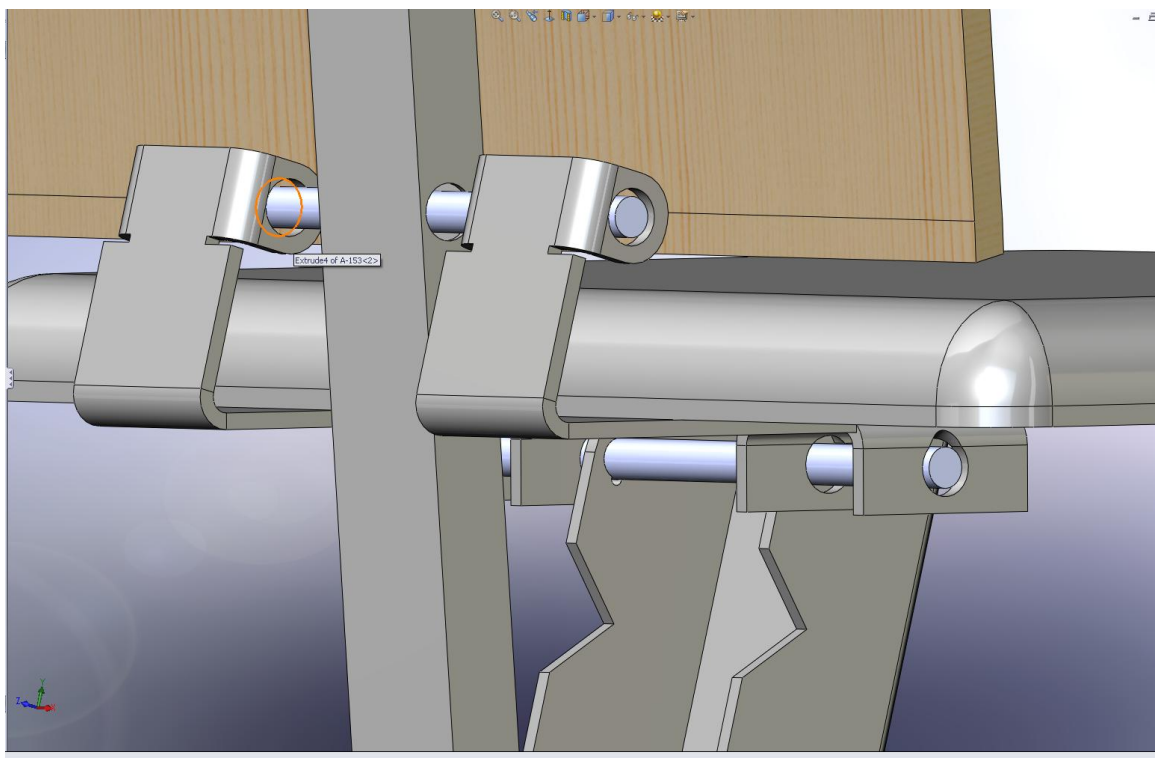
7 Kehitysideat

Istuimen uudenlainen toteutus vaikuttaisi 3D-mallin perusteella toimivalta, mutta heikkouksiakin tuki löytyy. Toistaiseksi suurimman ongelman muodostavat 3-istuimisen sarjan käytännön käyttötoimet.

Kehitetty mallihan toimii siten, että kun katsomo avataan käyttöön, tulee jokainen 3-istuttava sarja nostaa erikseen käyttöasentoon. Varastoasentoon ajettaessa tuolisarjat tulee taas jokainen erikseen kääntää maatasoon. Jokainen kolmen sarja painaa n. 20 kg, eli liikeradan tulee olla vähäkitkainen ja sulava. Jatkossa voitaisiin miettiä myös automatisoitua / puoliautomatisoitua vaihtoehtoa istuinsarjan asennon muuttamiseksi. Automatisoitu järjestelmä voisi saada käyttövoimansa samasta lähteestä, jolla koko teleskooppikatsomo ajetaan käyttöasentoon sekä varastoasentoon.

Istuimen ominaisuuksien kehittämiseksi ei tässä vaiheessa tule mitään kehittämiskelpoista mieleen. Istuimen hintaa sen sijaan saadaan vielä lasketuksi. Laser-osien kilpailuttamisen lisäksi keskittäminen voisi olla kannattavaa.

Yksi varmasti hintaa laskeva tekijä on osien vähentäminen. Jos joitain osia on mahdollista jättää kokonaan pois tai yhdistää jonkin muun osan kanssa, laskee se automaattisesti kustannuksia. Tästä lähtikin idea yhdistää istuinvanerin ja tuolinjalan yhdistävä laattaholkki saranointiin. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että laattaholkkia pidennettiin ja se liitettiin akselin avulla tuolin jalkaan (kuva 18) . Tämän tiedettiin olevan ainakin halvempi valmistaa kuin edeltäjänsä, sillä tällä tavoin voitiin kokonaan luopua erillisistä saranoista.



Kuva 18. Laattaholkin yhdistäminen saranointiin

Tämän toteuttaminen ei kuitenkaan ollut täysin mutkatonta. Hankaluuksia tuotti selkänojan kulman pitäminen oikeana. Yksinkertaisin ratkaisu tähän oli taivuttaa laattaholkin ja saranan korvannut teräslevy sopivaan kulmaan. Teräslevyn taivuttaminen johti taas siihen, että selkänojaputken alaosan liikerata kasvoi. Liikerataa ei ollut mahdollista kasvattaa kohtuuttomasti, sillä putken lovea ei voitu enää paljoa jatkaa mihinkään suuntaan. Alhaalla ei ollut varaa, sillä siellä otti vastaan istuimet yhdistävä yhdistysputki. Lovea laajennettiin tarvittava määrä, ja kehitysidea vaikutti 3D-mallina mahdolliselta.

8 Loppupäätelmät

Opinnäytetyöni aihe oli teleskooppikatsomon tuotekehitys. Työni kattoi työpiirustukset, alustavat hintalaskelmat, kokoonpano-ohjeen sekä tarvittavan hitsaustyön hinta-arvion. Tämä on kuitenkin vasta alku kyseiselle tuotekehitysprojektille. Minun osuuteni siis päättyi, mutta tuotteen kehittäminen jatkuu vielä pitkään.

Kokonaisuudessa voin olla tyytyväinen opinnäytetyöhöni, sillä alustavien laskelmien mukaan kehittelemäni tuote voisi hyvinkin olla kannattava toteuttaa. Laskelmat, jotka kuuluvat tähän työhän, ovat siis osittain vasta arvioita. Arviot pyrin laskemaan realistisesti, mutta mieluummin hieman yläkanttiin kuin alakanttiin. Tämä tarkoittaa sitä, että mitä todennäköisimmin tuotteen kustannukset tulevat vielä laskemaan.

Ensimmäinen vaihe lähitulevaisuudessa tulee olemaan prototyypin valmistus. Proton valmistamisen jälkeen saadaan todettua tuotteen toimivuus ja mahdolliset epäkohdat. Mikäli toimiva tuote saadaan sopivaan hintaan valmistettua, tehdään siitä myyntikuvat. Myyntikuvat lisätään muiden joukkoon ja näin ollen siitä tulee uusi markkinoitava tuote. Aika näyttää, kuinka kysytty kyseisestä tuotteesta tulee.

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikka, Tuotekehitys
Markus Tuomela

LÄHDELUETTELO

Sähköiset lähteet

1 Keitel Helge V., Maailmanluokan tuotekehitys, Kauppalehti.fi, 04.05.2007 - 10:05
[www-sivu]. Saatavissa: <http://visualradio.blogit.kauppalehti.fi/blog/406>

2 Hynninen, Hermann 2009. Luolaston 3D-mallinnus
Amk-opinnäytetyö. [pdf] Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu.

3 Insinööritalo Malliva Oy [viitattu 25.04.2010]
<http://www.malliva.fi/>

4 Kerko Sport. [www-sivu] [viitattu 12.4.2010] saatavissa:
<http://www.kerkosport.com/>

5 Laaksonen Harri, Luentomateriaali K-12114_lectures_total_2.46.pdf,
Tampereen ammattikorkeakoulu.

6 Silvennoinen, Sakari 2000, Suunnittelijan opas, Rautaruukin terästuotteet,
Tilaus: Rautaruukki Steel, Keuruu: Otava s. 152

7 Tuotekatalogi: Ackurat 2009, s. 151, 274

8 Tuotekatalogi: Dirak, Modular Hardware systems 2009

Painamattomat lähteet

8 Palaverit 03/ 2010- 04/ 2010. Janne Alitalo, Mika Nikander, Matti Virtanen,
Malliva Oy, Forssa.