

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Kone- ja laiteautomaatio
Mikko Kakko

OPINNÄYTETYÖ

JOKIVENEEN OSIEN 3D-MALLINNUS

Työn ohjaaja

DI, lehtori Yrjö Viitanen

Työn teettäjä

Mikko Kakko

Tampere 04/2010

Tekijä	Mikko Kakko
Työn nimi	Jokiveneen osien 3D-mallinnus
Sivumäärä	35
Valmistumisaika	huhtikuu 2010
Työn ohjaaja	DI, lehtori Yrjö Viitanen
Työn teettäjä	Mikko Kakko

Tiivistelmä

Työn aiheena on mallintaa tekemäni jokiveneen osat käyttäen Autodesk® Inventor Professional 2010 -ohjelmaa. Jokivene-nimitys tulee siitä, että näitä veneitä käytetään yleensä joilla, joissa on koskia ja kohtalainen tai kova virtaus. Tänä päivänä näiden veneiden käyttö rajoittuu lähinnä lohensoutuun vielä vapaana virtaavissa Tornio- ja Tenojoissa.

Nykyisinkin vielä jokiveneet valmistetaan veistämällä puuta ja vaneria käyttäen. Päätyökseen jokiveneitä veistäviä on kymmenkunta. Jokiveneitä ei erityisesti suunnitella, vaan veneentekijät tekevät veneensä hyväksi havaitsemansa mallin mukaan. Tietysti tilauksissa asiakkaiden toiveet pyritään täyttämään.

Tämä opinnäytetyö tehtiin kokeiluluontaisena veneen osien mallintamisesta ja mietittiin sitä, voidaanko mallinnettuja osia valmistaa teollisesti tai voidaanko saada niin selkeät mitoituskuvat, että niiden perusteella osat voitaisiin valmistaa.

Mallintaminen onnistui hyvin lukuun ottamatta kokoonpanoa. Kokoonpano olisi muilta osin onnistunut, mutta laitalaudoitusten taivutukset tuottivat esteen. Mallinnus tehtiin sen mukaan, mitä mittaustuloksia veneestä saatiin. Seuraava vene onkin tarkoitus tehdä mallinnuskuvien mukaan.

Työssä käsitellään eri osien mallinnukset tarkasti läpi. Tutkitaan ja pohditaan erilaisia ongelmia, joita työn tekemisen yhteydessä tuli ilmi sekä etsitään niihin ratkaisu.

Writer	Mikko Kakko
Thesis	3D-modeling of the riverboat parts
Pages	35
Graduation time	April 2010
Thesis Supervisor	M.Sc, Lecturer Yrjö Viitanen
Commissioning Company	Mikko Kakko

Abstract

The purpose of the thesis was modeling the parts of a riverboat using Autodesk® Inventor Professional 2010 software.

Nowadays riverboats are mainly used for salmon fishing at Tornio- and Teno-rivers, both still unequalled rivers.

Today riverboats are carved from wood and plywood. There are approximately ten professional riverboat manufactures. Riverboats are not specifically designed but the boat makers built the boats according to previous model that had been proved to be efficient, but naturally the customers can express their preferences should they have any.

In this thesis, the boat parts were tried to be modeled in order to examine whether the parts could be industrially manufactured.

The modeling was successful except for assembly. Assembly problem was caused by the board's bending. The modeling was performed on the basis of the measurements of the boat. The next boat is to be manufactured by using the modeling plan.

The modeling of all the parts is explained in detail in the thesis. Encountered problems are scrutinised and examined, and solution to them proposed.

Alkusanat

Veneen tekeminen on todella haastava ja mielenkiintoinen projekti. Aloittaessani tekemisen en tiennyt tekeväni myös lopputyön samasta projektista. Esitän kiitokset projektin tiimoilta tarvitsemistani neuvoista veneentekijä Juhani Siurualle. Haluan kiittää myös Tampereen ammattikorkeakoulun henkilökuntaa saamastani opetuksesta. Erityiskiitos opinnäytetyön ohjaajalle DI, lehtori Yrjö Viitaselle asiantuntevista neuvoista koskien opinnäytetyötä.

Tampereella huhtikuussa 2010

Mikko Kakko

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	2
Abstract	3
Alkusanat	4
1 Johdanto	6
2 Historia	7
3 Autodesk®	8
4 Vantaat	10
4.1 Keulavannas.....	10
4.2 Perävannas.....	14
5 Köli	18
5.1 Pohjalauta.....	18
5.2 Kölipuu.....	19
6 Jigit	20
7 Laitavanerit	22
7.1 Laitavaneri 1.....	22
7.2 Laitavaneri 2.....	24
7.3 Laitavaneri 3.....	25
8 Pinttapuu	26
9 Tukikaaret	27
10 Keulapala	29
11 Ääripuut, reunalistat	31
11.1 Sisäpuolen reunalista.....	31
11.2 Ulkopuolen reunalista.....	32
12 Profiilit	33
13 Loppuyhteenveto	34
14 Lähteet	35

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on mallintaa Autodesk® Inventor Professional 2010 -ohjelmalla valmistamani jokiveneen puuosat.

Alussa tutustutaan opinnäytetyössä käytettyyn mallinnusohjelmaan.

Seuraavassa käydään läpi puuveneiden historiaa ja tutustutaan tarkemmin puuveneiden vanhoihin perinteisiin. Uusia materiaaleja on kuitenkin tullut, ja nämä ovat joiltakin osin syrjäyttäneet perinteisiä materiaaleja. Kuitenkin monissa kohtaa käytetään edelleen perinteisiä materiaaleja ja tyyliä.

Seuraavissa luvuissa jokainen veneeseen tuleva osa käydään erikseen läpi. Kappaleiden alkuvaiheissa kerrotaan osien valmistuksesta fyysisesti ja pohditaan, mitä hyötyä eri osista on veneeseen, ennen kuin aloitetaan varsinainen osien mallinnus.

Mallinnetuista osista voidaan tehdä todella tarkat mitoituskuvat, joiden avulla uusien osien valmistus on helppoa. Alkuperäiset osat on mitattu veneestä mahdollisimman tarkasti ja näiden mittauksien pohjalta itse mallinnus on tehty.

2 Historia

Jokiveneillä on pitkät perinteet, ja tarinoiden mukaan kaikkien puusoutuveneiden historia alkaa puuruuhesta. Puuruuhi, jota myös kutsutaan monissa tapauksissa haapioksi, valmistuspuun ollessa haapa, on valmistettu kaatamalla haapapuu. Puun pituus on vaihdellut yksilökohtaisesti, keskimitan ollessa n. 5 metriä ja halkaisijan 50 - 70 cm. Tukkiin on keskelle tehty niin leveä ura, että erikoistalsoilla ja työkaluilla on koverrettu tukki ontoksi, jättäen laitoihin noin 2 cm:n vahvuus. Seuraavaksi on levitetty laidat, joko hauduttamalla puu taipuisaksi tai annettu puun olla upoksissa kivilasti sisässään. Myöhemmin on valmistettu leveämpiä ruuhia liittämällä useampi koverrettu ja levitetty tukki yhteen. Kovissa aallokoissa haapiot olivat kiikkeriä ja matalalaitaisia, joten keksittiin laittaa sivuille korokkeeksi laitalaudat, 1- 2-kerrosta. Tästä on sittemmin tullut malli nykyisille puusoutuveneille. Alkuperäisestään rungosta, jonka päälle laitalautoja aletaan taivuttaa, on jäljellä enää emäpuu. Emäpuu valmistetaan joko yhdestä puusta tai liimaamalla yhteen erikseen pohjalauta ja kölipu. Emäpuuhun on liitetty keulavannas ja perävannas. Vannaspuut valmistettiin ennen etsimällä sopivaksi kaareutuvat kuusenjuuret, joista muokattiin keulaan ja perään sopivat vantaat. Vielä nykyisinkin muutamat veneenvalmistajat käyttävät juuripuista valmistettuja vantaita. Yleisempi tapa kuitenkin tänä päivänä on valmistaa vantaat laminoimalla. Liimataan ohuiksi höylättyjä lautoja yhteen ja painetaan tämä heti, ennen kuin liima ehtii kuivua, sopivasti kaareutuvan paininpuun päälle puristimia apuna käyttäen.

Puunenemalleja, joita on käytetty joissa ja järvissä, on T. I. Itkosen mukaan yksitoista eri päätyyppiä: Peräpohjan joki- ja sauvomaveneet, Keski- ja Etelä-Pohjanmaan veneet, Kainuun alueen veneet, Pohjoiskarjalaiset veneet, Laatokan alueen veneet, savolaiset veneet, keskisuomalaiset veneet, länsihämäläiset tai hämäläis-satakuntalaiset veneet, Kokemäenjoen veneet, Pyhä- ja Köyliöjärven veneet ja järvilappalaisten veneet. Eroina ovat keula- ja perävantaan muoto, veneen leveysuhteet ja kaaritus. (Myllykoski 1989.)

3 Autodesk®

Mekaniikkasuunnittelu tapahtui vielä 1970-luvulla käytännössä käsin piirtämällä. Suunnitteluosastot olivat piirustuskonttoreita, joita hallitsivat kalteviin asentoihin kallistetut piirustuslaudat pitkin viivaimineen.

Tietokoneita oli toki käytetty erilaisiin mallinnustehtäviin jo 1960-luvulta lähtien, mutta jokaisen suunnittelijan ulottuville ne tulivat vasta 1980-luvun alussa, jolloin markkinoille tulivat ensimmäiset henkilökohtaiset PC-tietokoneet.

Kolmiulotteista suunnittelua harkittiin ja jopa kokeiltiin jo 1980-luvulla, mutta tulokset eivät olleet kannustavia. Joissakin tapauksissa jopa hankittiin kolmiulotteisia järjestelmiä, mutta niistä luovuttiin muutaman vuoden jälkeen ilman että saatiin aikaan ensimmäistäkään kolmiulotteista tuotemallia. (Hietikko 2007.)

”Autodesk on jo 23 vuoden ajan investoinut ihmisiin, ohjelmistoihin ja teknologiaan auttaakseen asiakkaita ideoiden toteuttamisessa, kilpailemisessa ja voittamisessa.

Autodesk mullisti ensin ohjelmistoteollisuuden AutoCAD®-ohjelmistolla, joka toi markkinoille tietokoneavusteisen suunnittelun. AutoCAD-ohjelmiston saavuttama laaja suosio antoi suunnan yrityksemme vankkumattomalle sitoutumiselle tuottavuutta tehostavien, käytännöllisten innovaatioiden luomiseen. AutoCAD loi myös pohjan Autodeskin teknologioiden johtoasemalle rakennus-, infrastruktuuri-, mekaniikka-, media- ja viihde- sekä langattoman tiedonsiirron alalla.” (www.autodesk.fi)

”Autodesk Inventor -tuotelinja tarjoaa 3D-mekaniikkasuunnitteluun, simulointiin, tiedonhallintaan ja kommunikointiin monipuoliset ja joustavat ohjelmistotyökalut, joiden avulla käyttäjät hyödyntävät digitaalista prototypointia kustannustehokkaasti ja suunnittelevat parempia tuotteita nopeammin. InventorR-ohjelmistolla luotu 3D-malli on tarkka digitaalinen prototyyppi, joka mahdollistaa suunnitellun tuotteen tai osan toimivuuden visualisoinnin ja simuloinnin jo ennen valmistusta.” (www.autodesk.fi)

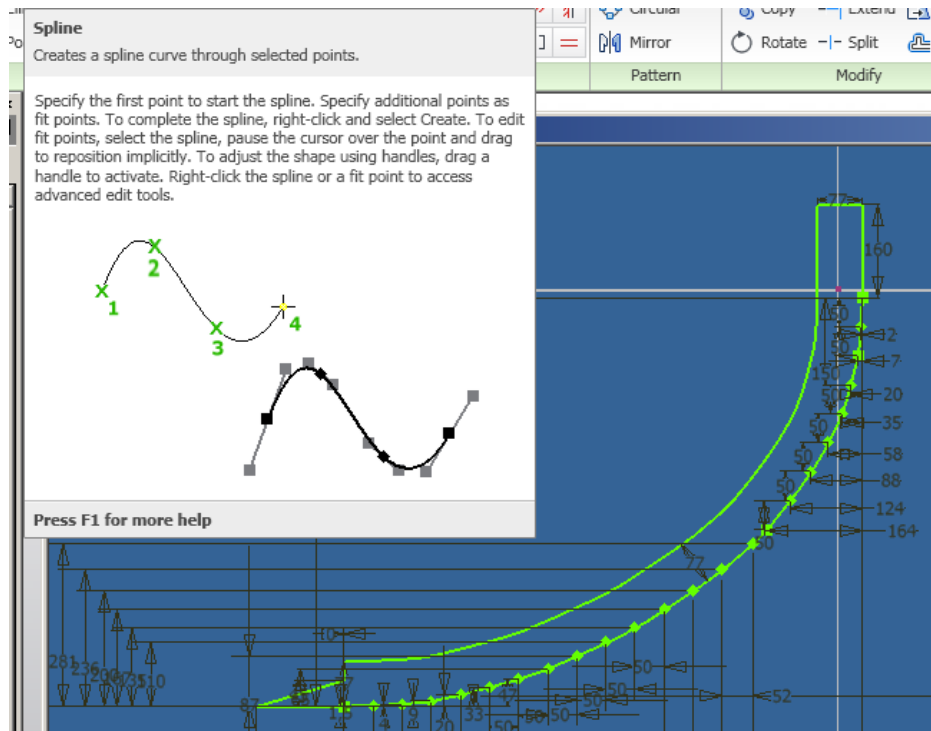
Tampereen ammattikorkeakoulussa Autodesk Inventoria on alettu käyttää tietokoneavusteisissa suunnitteluissa 2003. Ensimmäinen ohjelmaversio Autodesk Inventorista on julkaistu 90-luvun lopussa.

4 Vantaat

4.1 Keulavannas

Keula- eli kokkavantaan mitoitus on tehty siten, että on otettu mitta pohjasta suoralta osuudelta, ja vantaan alkaessa kaareutua, otettu 50 mm:n välein erotus suhteessa suoraan osuuteen. Kun kaarevuus on ylittänyt tangentialisesti n. 45 astetta, on sama mittaus tehty suorakulmassa pohjan suoran osuuden suhteen, aloittaen mittaus vantaan toisesta päästä. Näin ollen voidaan todeta, että vantaan päät ovat suorakulmassa toisiinsa nähden.

Piirtäminen aloitettiin valitsemalla Sketch eli luonnos xy-tasoon ja piirtämällä pisteitä kaareutuvalle osuudelle yhtä paljon kuin mittauspisteitä tuli, aloittaen suorien päistä. Pisteiden kautta tehtiin Spline-toiminnolla kaari. Kaaresta otettiin Offset-toiminnolla kopio, joka vietiin sisälle päin sille etäisyydelle kuin mihin mittaukset osoittivat. Kun muoto oli saavutettu, poistuttiin ”Sketch”-tilasta valitsemalla Finish Sketch. Tämän jälkeen valittiin ylävalikosta pursotus työkalu Extrude ja pursotettiin kappale oikean vahvuiseksi.

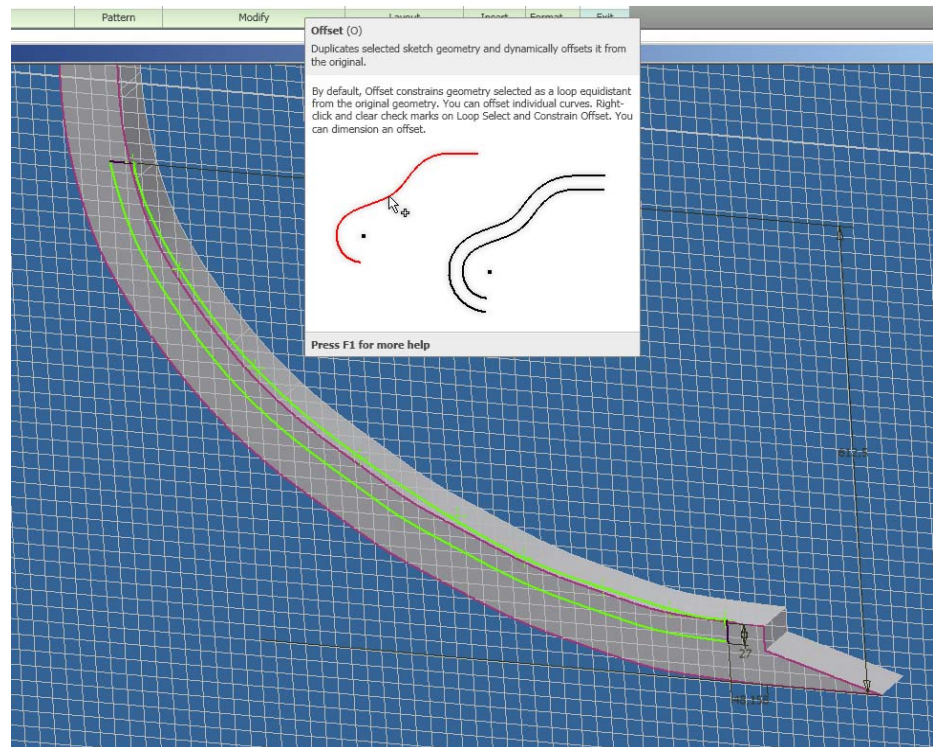


Kuvio 1: Keulavantaan pursotusmuoto valmis

Ongelmia ilmeni, kun kaari ei kaareutunutkaan luontevasti, vaan teki välillä mutkaa hieman sisälle päin. Todennäköisin syy tähän oli, että mittauksien toleranssi ei ole ollut riittävä.

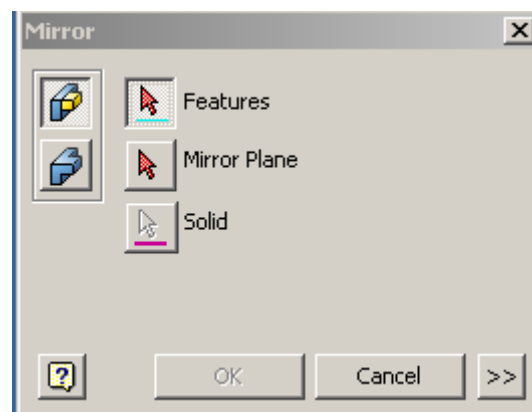
Seuraava työvaihe oli mitoittaa kappaleeseen ura laudoitukselle.

Laudoitukselle tuleva ura tehtiin varsinaiseen kappaleeseen yläjyrsintä käyttäen. Ihanteellinen ura olisi ollut hieman matalampi vantaan sisälaidalla kun uran toisessa laidassa. Uraa ajettaessa olisi käytettävä ns. porkkanaterää väärin päin. Piirtäminen mallinnuskappaleeseen tapahtui valitsemalla kappaleen sivupinta luonnospinnaksi. Otettiin Offset-toiminnolla vantaan sisälaidasta kaari ja mitoitettiin se oikeaan kohtaan.



Kuvio 2: Laudoitusuran tekeminen

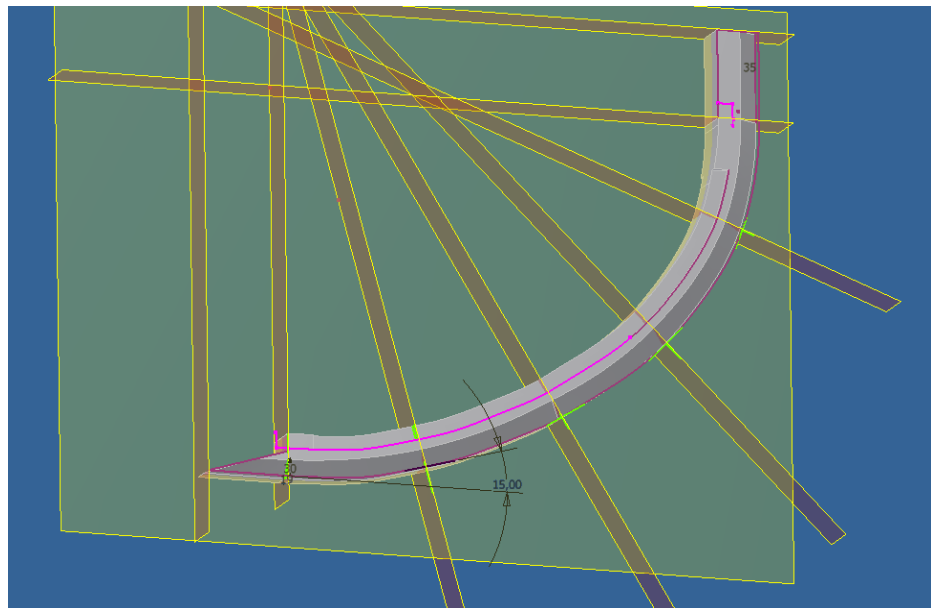
Mitoituksen jälkeen pursotettiin ura sopivan syvyiseksi. Toiselle puolelle tehdään samanlainen ura. Helpoin tapa toisen uran tekemiseen on peilaus. Luodaan aputaso Work Plane kappaleen puoleen väliin (jos alkuperäistä pursotusta ei ole tehty molempiin suuntiin), ja valitaan ylävalikosta peilaustyökalu Mirror, jonka jälkeen ruutuun ilmestyy seuraavanlainen ikkuna.



Kuvio 3: Peilaustyökalu

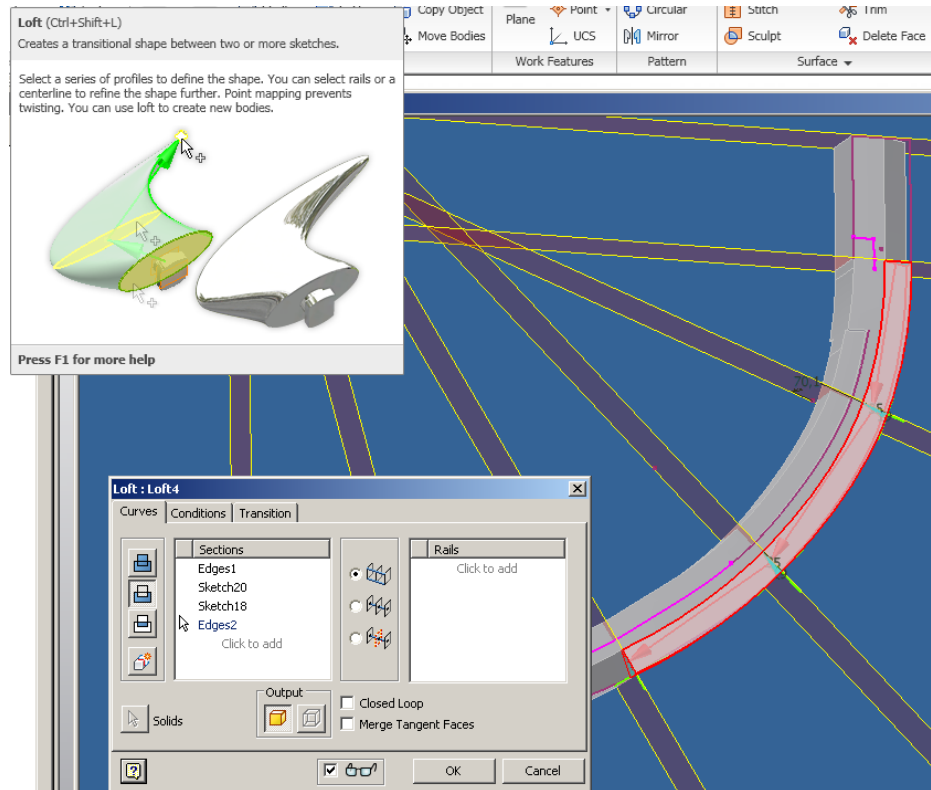
Tästä valittiin Mirror Plane → haluttu peilaustaso, seuraavana Features → pursotus, joka halutaan peilata, lopuksi OK.

Laudoitusurien jälkeen tehtiin viisteet vantaan ulkoreunoihin. Viisteet ovat terävämmät vantaan pystysuoralla osuudella kuin yhtymäkohdassa kölipuuhun. Viisteiden ollessa muuttuva ei perinteinen viistämistyökalu sopinut tähän tarkoitukseen ja viisteet tehtiin pursottamalla useamman pinnan kautta käyttäen Loft-työkalua. (TAMK, intranet.) Koska vantaan kaari oli epäsäännöllisesti kaareutuva, täytyi aputasoja tehdä riittävä määrä kaareutuvalle osuudelle.



Kuvio 4: Aputasot, joiden avulla viisteet tehtiin

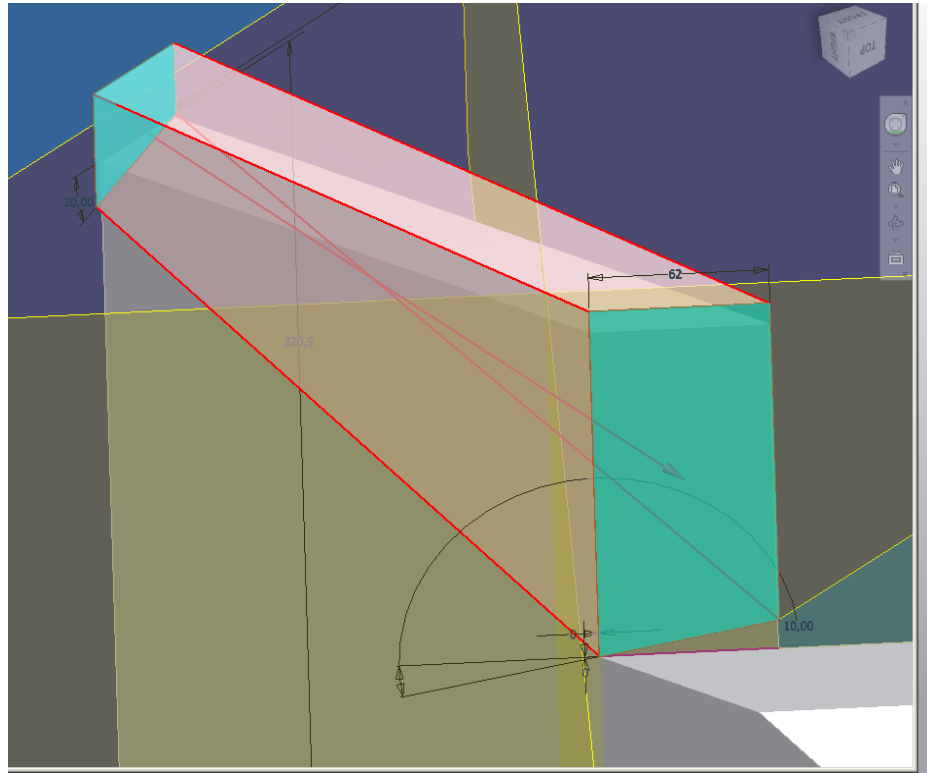
Aputasoille mitoitettiin niin suuri viiste kuin kullakin kohdalla oli alkuperäisestä mitattu. Koska ”Loft”-toiminto ei tiennyt, minkä mallinen pursotettava kappale oli, täytyi suorat osuudet pursottaa erikseen.



Kuvio 5: Loft-työkalun käyttäminen

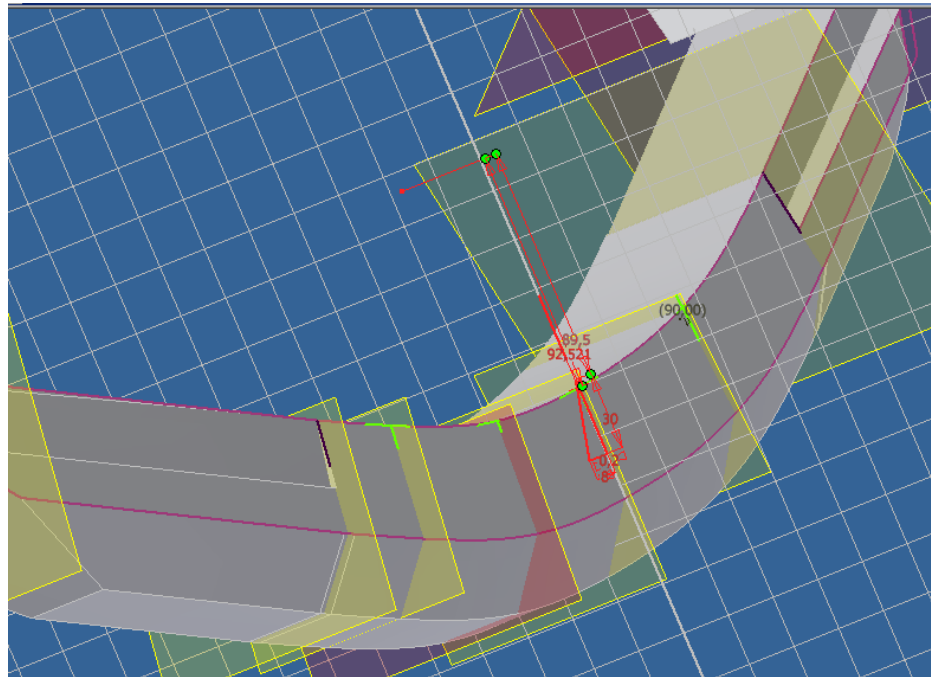
4.2 Perävannas

Perävantaan piirtäminen tapahtui aika lailla samaan tyyliin kuin keulavantaan mallintaminen. Lisäksi perävantaaseen tulee perälauta moottorille, ja tämä mallinnettiin kiinteästi perävantaaseen kiinni. Koska perälaudan laitaviisteet ovat erilaiset perälaudan alku- ja loppupäässä, täytyi viisteet tehdä valitsemalla aputasot perälaudan ylä- ja alalaitaan. Aputasot valittiin luonnospinnaksi ja piirrettiin oikea muoto, joka haluttiin poistaa. Lopuksi pursotettiin ylimääräinen pois ja peilaamalla tehtiin sama toiselle puolen.



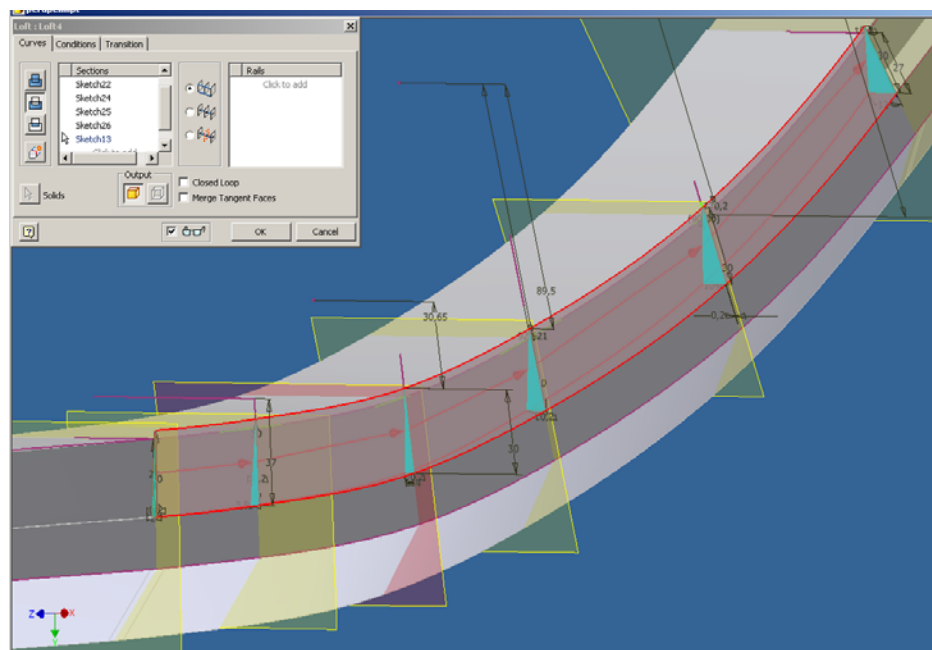
Kuvio 6: Perälaudan reunojen viisteet

Laudoitusura perävantaan alkuvaiheessa on todella pieni, näin ollen aputasoja käyttämällä saatiin todellinen ura tehtyä. Kaareutuvalla kohdalla oleville aputasoille luonnosten piirtäminen tuotti ongelmia mitoittamisen suhteen, koska mitoitus ei voinut kaareutuvalla pinnalta ottaa. Mitoitus täytyi tehdä ottamalla avuksi mittapiste, joka on suunnilleen aputason keskiosassa oleva punainen piste.



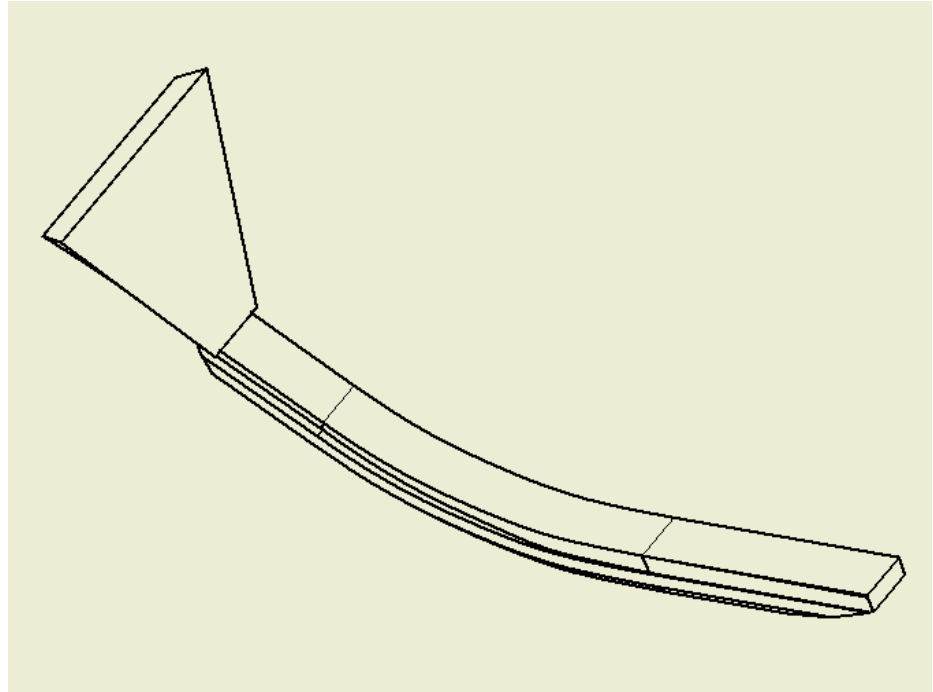
Kuvio 7: Laudoitusuran mitoitus kaareutuvalla osalla

Kaikkien luonnosten piirtämisen jälkeen pursotettiin laudoitusura valmiiksi jo tutuksi tulleella Loft-työkalulla. Tässäkin tapauksessa suorat osuudet urista pursotettiin erikseen. Peilaamalla tehtiin samanlainen ura kappaleen toiselle puolelle.



Kuvio 8: Laudoitusuran pursotus perävantaaseen

Kun perälaudan viisteet ja urat olivat valmiit, tehtiin lopuksi kölipuun mukaiset viisteet vantaan alareunaan, pätyyn ja pyöristys pätyyn.



Kuvio 9: Valmis perävannas perälaudan kanssa



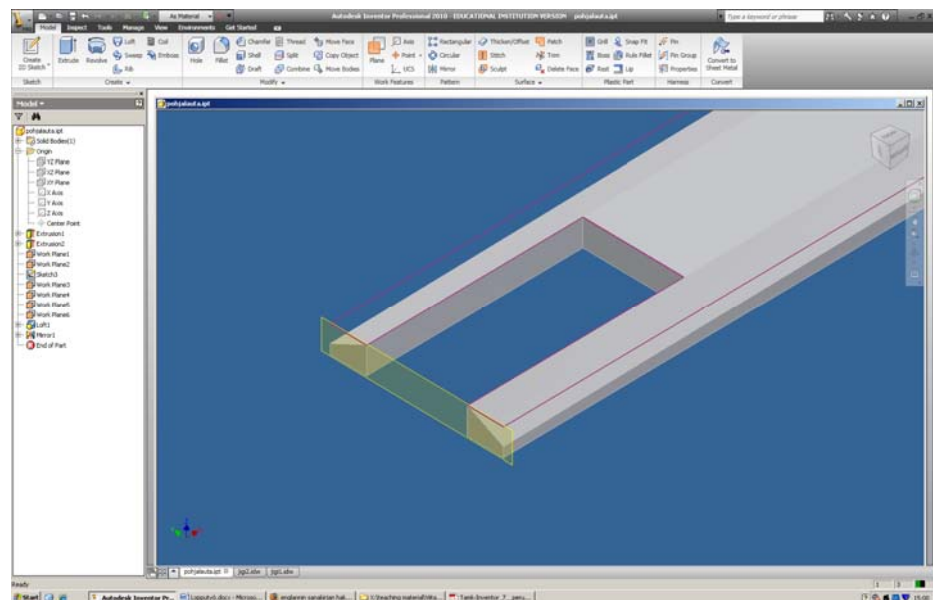
Kuvio 10: Laminoimalla tehty perävannas odottamassa kuivumista

5 Köli

Veneeseen tuleva köli koostuu kahdesta osasta, pohjalaudasta ja kölipuusta. Pohjalautaan höylätään mallijigien mukaiset viisteet, jotta ensimmäinen laitalauta istuu hyvin paikoillaan. Pohjalauta on myös pidempi kuin kölipuu. Pohjalaudan päihin tehdään lovet, jotka ovat sopivat keula- ja perävantaan liittämiseen. Kölipuu viistetään päistään sopivaksi liitettäväksi vantaisiin. Pohjalauta ja kölipuu liitetään yhteen liimaamalla.

5.1 Pohjalauta

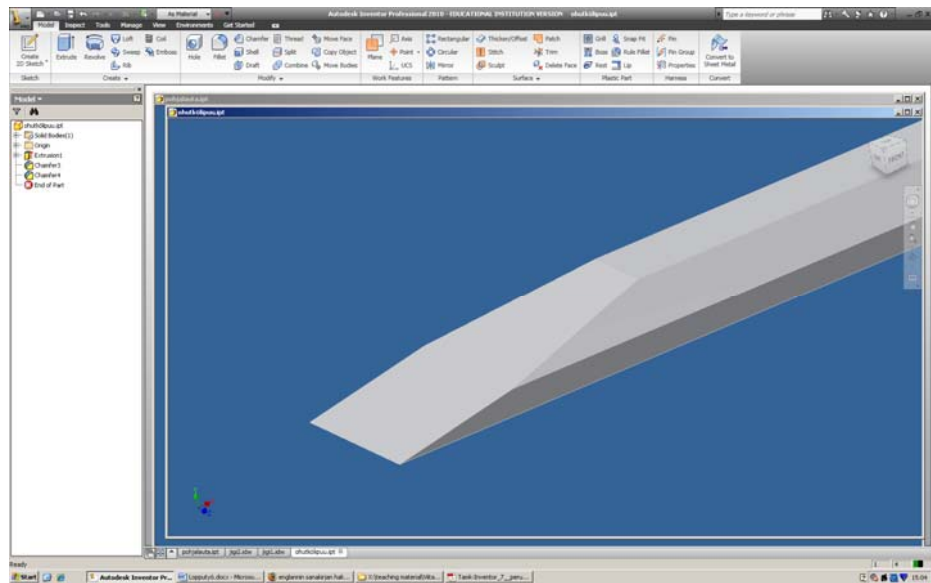
Pohjalaudan mallinnus oli perusmallintamista. Aluksi mallinnettiin koko lauta, johon pois pursottamalla tehtiin lovet vantoille. Reunoihin valittiin aputaso jokaisen mallijigin kohdalle ja piirrettiin kulloisenkin kohdan suuruinen viiste. Lopuksi pursotettiin viisteet pois ja peilattiin samat viisteet laudan toiselle reunalle.



Kuvio 11: Valmis pohjalauta keulapäästä

5.2 Kõlipuu

Kõlipuu mallinnettiin piirtämällä luonnos xy-tasoon sivuprofilista, joka pursotettiin sopivan vahvaiseksi. Viisteet tehtiin alareunoihin ja näin kõlipuu oli valmis.



Kuvio 12: Valmis kõlipuu kaulapäästä

6 Jigit

Nyt olemme käyneet läpi veneeseen tulevan rungon, joka koostuu vantaista, pohjalahdasta ja kölipuusta.

Runko kasataan ns. jigien päälle. Jigeistä käytetään myös nimeä apurunko. Jigit valmistetaan sen verran vahvoiksi, että kestävät laudoituksen taivutuksista tulevan kuorman.



Kuvio 13: Mallijigit

Kiinnittäessä jigejä alustaan on otettava huomioon, että pohjalauta tulee kaarevaksi pitkittäissuunnassa. Sopiva kaarevuus olisi, että keskimmäinen jigi on n. 10 mm korkeammalla kuin päissä olevat. Jos kaarevuutta ei ole, tai kaarevuus on jopa sisäänpäin, on vene todella vaikea soutaa.



Kuvio 14: Huomaa pohjan kaarevuus



Kuvio 15: Runko koottuna jigien päälle ilman kölipuuta

7 Laitavanerit

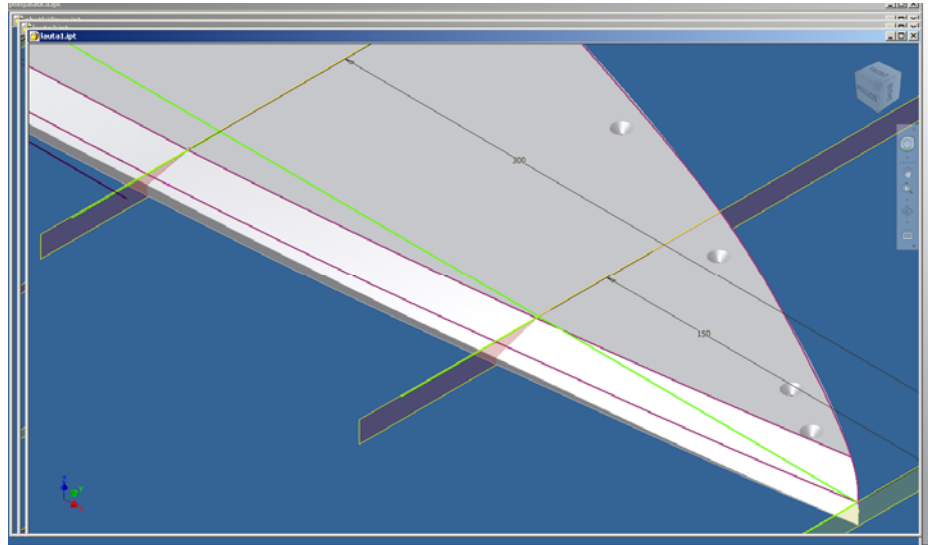
Kun runko on saatu koottua jigien päälle, voidaan alkaa sovittaa laitalautoja.

Tässä tapauksessa laitavanerina käytettiin 9 mm:n venevaneria. Jotkut valmistavat veneitä 6,5 mm:n, jopa 4 mm:n vahvuisesta vanerista.

Ensimmäisen laitavanerin sovittaminen suoraan paikoilleen on käytännössä melko haastavaa. Tässäkin tehtiin niin, että soviteltiin vastaavan levyisellä kovalevyn palasella oikeanlainen muoto, mikä piirrettiin sen jälkeen laitavaneriin. Seuraavia laitavanereita ajatellen kavennettiin ensimmäistä laitavaneria n. 45 mm yläpuolelta suhteessa ensimmäisen jigien kohdalla olevaan vanerin leveyteen. Tämä tehdään siksi, että seuraava/seuraavat laudat eivät tulisi kovin kapeaksi keulasta.

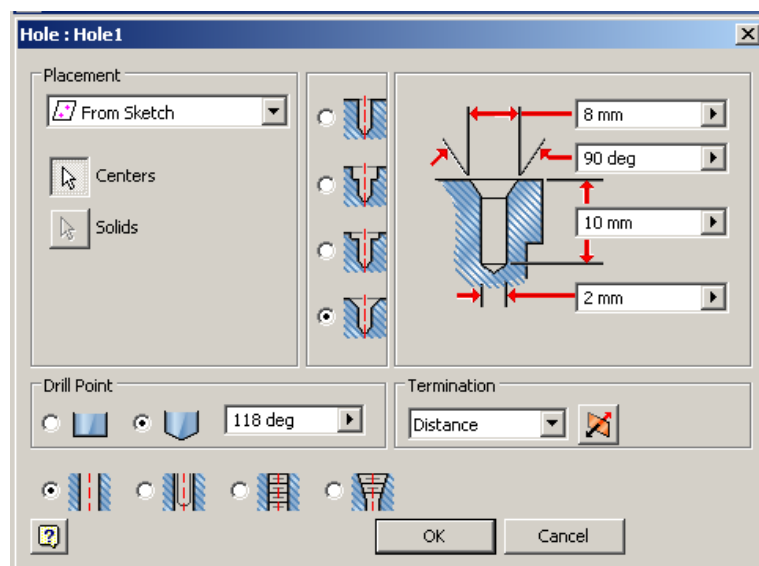
7.1 Laitavaneri 1

Ensimmäisen laitavanerin mallinnuksessa piirrettiin xy-tasoon luonnos kokopitkän vanerin kokoisena ja pursotettiin 9 mm:n vahvuiseksi. Tämän jälkeen pursotettiin ylimääräinen pois mittauksien saamien tulosten mukaan. Ongelmia ilmeni tässäkin siinä, ettei kaarevuus tullut luonnollisesti ulospäin, vaan kaari pyrki kaareutumaan välillä sisäänpäin. Ongelmista selvittiin muuttamalla hieman saatuja mittaustuloksia. Saavutettaessa vanerin muoto, viistettiin vanerin yläreuna oikeaan kulmaan. Kulmat selviävät ottamalla kulmamittaus jigeistä. Myös näiden viisteiden tekemiseen käytettiin Loft-toimintoa, piirtämällä luonnos jigien kohdalle tehdyille aputasoille. Vanerin päätyihin, ylälaitaan tuli n. 350 mm:n matkalle limitysviiste, joissa viiste meni kärjessä nolnaan. Tämä tehtiin, jotta seuraava lauta olisi molemmista päissä samalla tasolla.



Kuvio 16: Ylälaidan limitysviiste

Viimeisenä porattiin 80 mm:n välein rei'itys laudan alalaitaan, 10 mm reunasta. Päädyissä reiät voivat olla pienemmällä välillä, koska rasitus on päädyissä kovempi. Alalaidan muodon ollessa epäsymmetrinen ei piirresarjaa voinut käyttää reikien tekemiseen, vaan jokainen reikä merkattiin erikseen. Kun luonnoksessa jokaiselle reiälle oli merkitty piste ”Point”, poistuttiin lopettamalla luonnos ja valittiin reikätyökalu, Hole. Reikätyökalusta valittiin reiän halkaisija ja senkkkaus seuraavassa kuvassa näkyvällä tavalla.



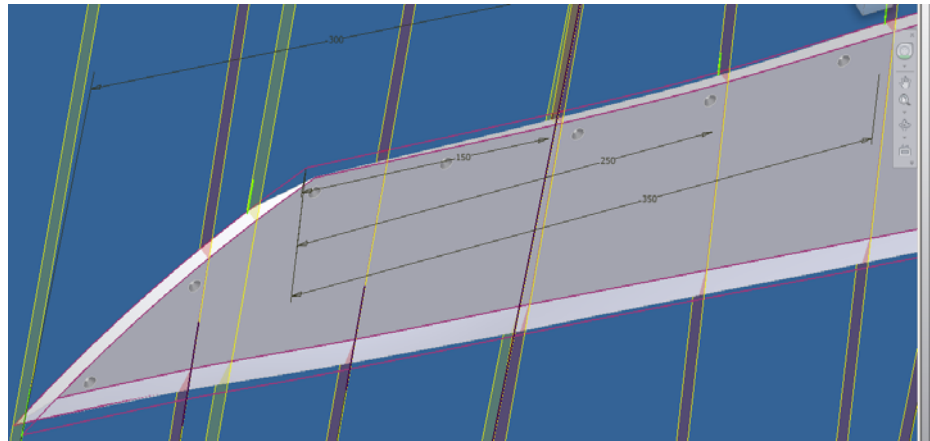
Kuvio 17: Reikätyökalu



Kuvio 18: Ensimmäisen laitavanerin sovittaminen

7.2 Laitavaneri 2

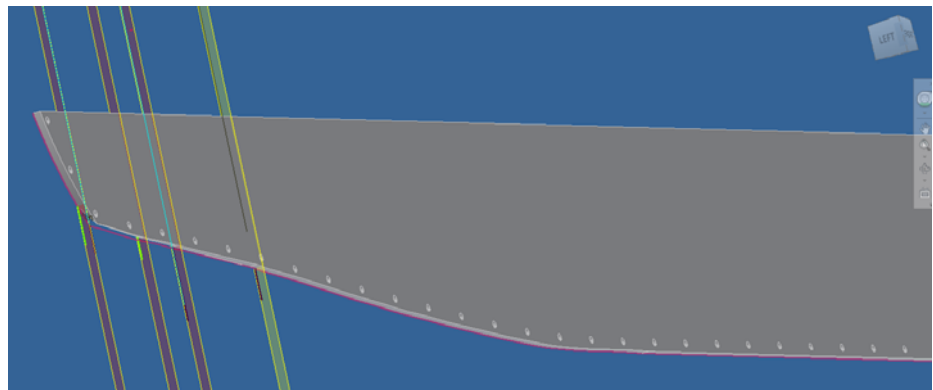
Toisen laitavanerin mallintaminen tapahtui kutakuinkin ensimmäisen laitavanerin mallintamisen tapaan. Toisessa laitavanerissa laidat kapenevat molemmista päistä. Suoraa osuutta on vain toisen ja neljännen jigin välinen osuus yläpuolelta. Lisäksi molemmissa päissä olevat laitaviisteet tulivat tässä tapauksessa sekä ylä- että alapuolelle.



Kuvio 19: Toisen laitavanerin viisteet

7.3 Laitavaneri 3

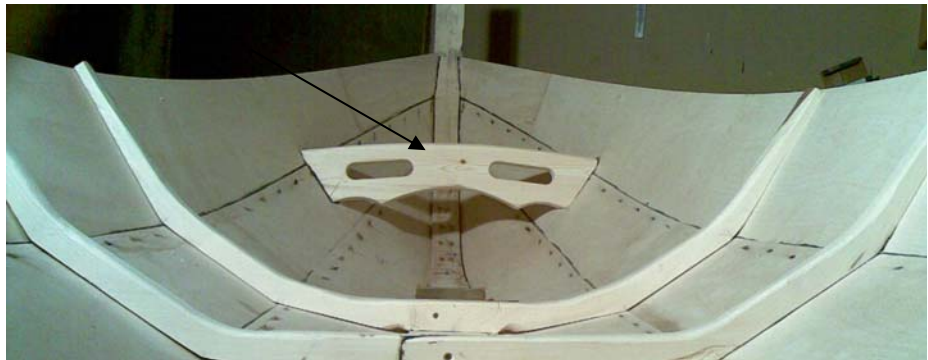
Kolmannen laitavanerin mallintaminen näistä kolmesta laitalaudoista oli helpoin tehtävä. Tämän laitavanerin ylälaita on koko matkaltaan suora, joten vain alapuoli ja päädyt pursotettiin mittausten saamien tulosten mukaisesti. Reunoihinkaan ei tule muita viisteitä kuin limitysviisteet alalaitaan, molempiin päihin. Lopuksi tehtiin poraukset, kuten kohdassa laitavaneri 1.



Kuvio 20: Kolmas laitavaneri keulapäästä

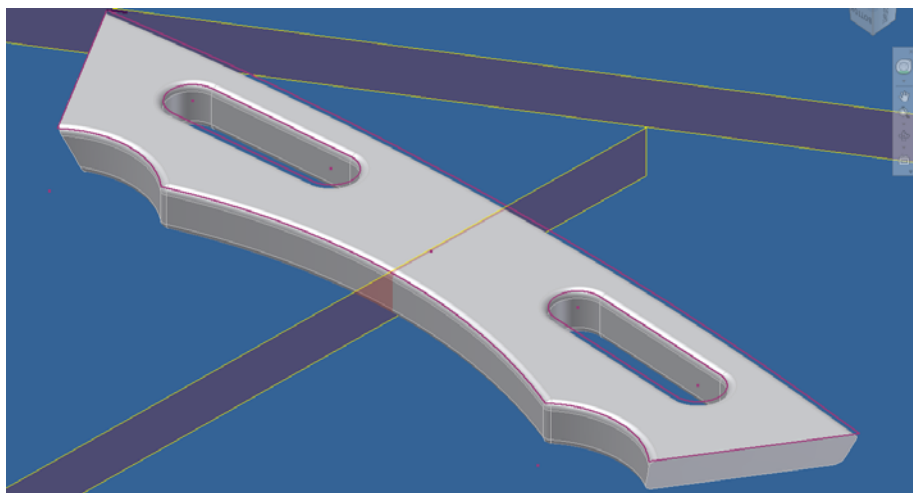
8 Pinttapuu

Veneen keulaan tulee pinttapuu. Pinttapuu vahvistaa veneen keulalaudoitusta ja pitää ne jäämäkästi muodossaan. Se on myös tarpeellinen vedettäessä venettä rannalle, koska puuhun tulee kahvat.



Kuvio 21: Pinttapuu

Pinttapuun mallintaminen aloitettiin piirtämällä suorakaiteen mallinen luonnos xy-tasoon ja pursottamalla kappale oikean vahvuiseksi. Piirrettiin pintaan luonnos ja pursotettiin ylälaidankaaren, sivujen ja alalaidan muoto. Tämän jälkeen mitoitettiin kahvalle toiseen laitaan kolo, joka pursotettiin pois. Peilattiin kahva toiseen laitaan. Sivuihin tehtiin viisteet, tekemällä aputaso suorassa kulmassa päädyn muotoon. Aputasolle piirrettiin luonnos ja pursotettiin päätyyn tuleva kulma oikean kokoiseksi. Päätykulma peilattiin toiseen päätyyn. Lopuksi tehtiin pyöristykset kulmiin.

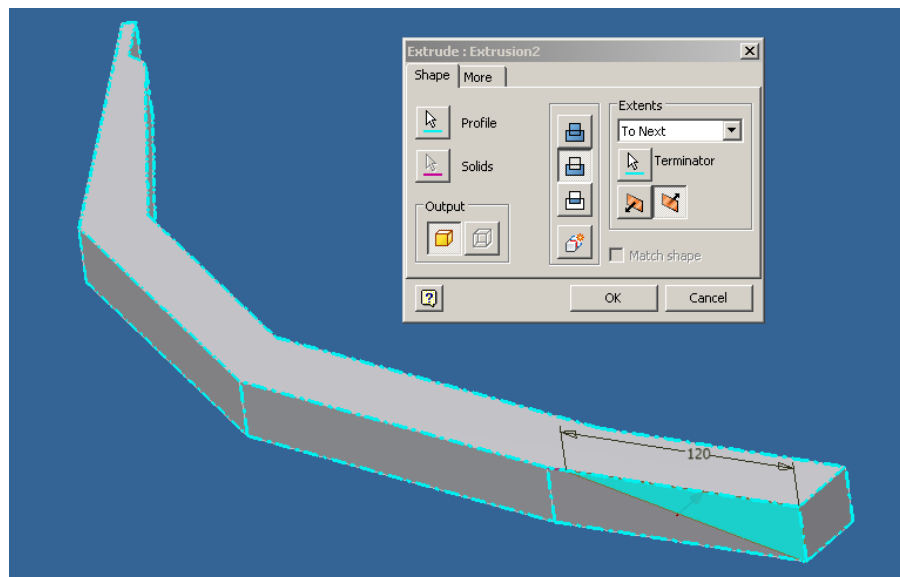


Kuvio 22: Valmis pinttapuu

9 Tukikaaret

Tukikaarien tehtävä on pitää vene muodossaan, kovista rasiuksista huolimatta, vuodesta toiseen. Vene voidaan tehdä joko painokaarilla tai jäykillä tukikaarilla. Painokaarien käyttö tulee kysymykseen pikemmin ehkä leveämmisissä venemalleissa, painokaaret kun pyrkivät koko ajan painamaan veneenlaitoja ulospäin. Jäykät tukikaaret taas soveltuvat paremmin kapeampiin venemalleihin. Tässä yksilössä tukikaaret valmistettiin jäykiksi, valmistusmateriaalin ollessa kuusenjuuret.

Tukikaarien mallintaminen ei suuria ponnistuksia vaatinut verrattuna edellisten mallintamiseen. Xy-tasoon piirrettiin luonnos ja pursotettiin se oikean vahvuiseksi. Valittiin luonnospinnaksi alapuoli ja piirrettiin pohjalaudan levyinen viiste, joka pursotettiin pois.



Kuvio 23: Kaaren viiste pohjalaudalle

Viisteen pois pursottamisen jälkeen pursotettiin pohjalaudan viereinen vesiura. Lopuksi limityksen kohdalle porattiin reikä ja sisälaitojen kulmat pyöristettiin. Tukikaaria tuli yhteensä kahdeksan erilaista, kutakin tarvitaan kaksi kappaletta.



Kuvio 24: Kahdeksan erilaista tukikaarta



Kuvio 25: Tukikaaret veneessä

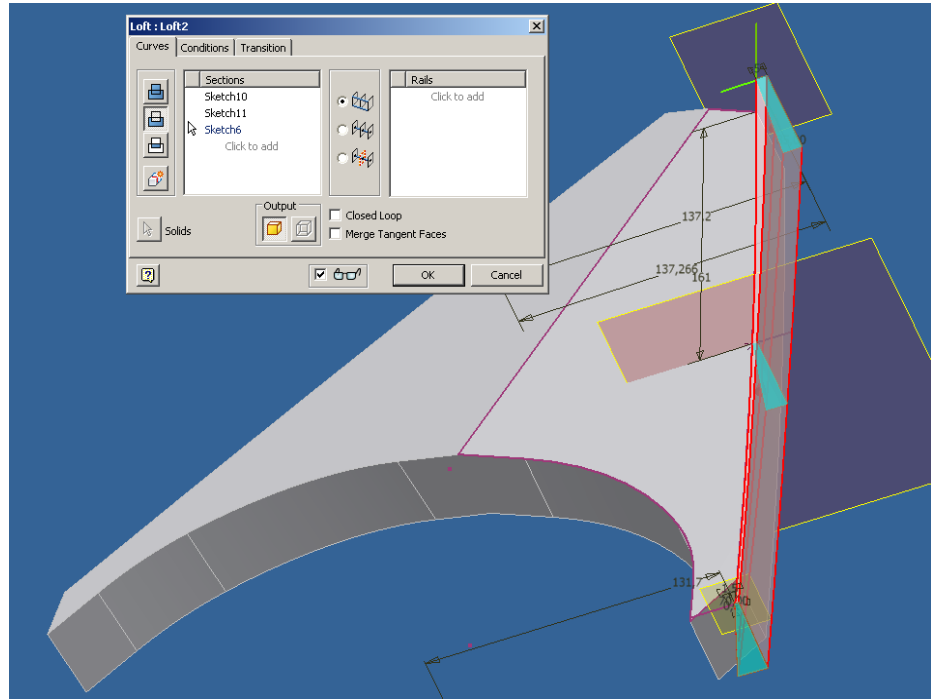
10 Keulapala

Veneen keulaan tuleva pala on haastava tehdä, niin fyysisesti kuin mallintamallakin. Kuten kuvio 26 osoittaa, pala on tehty kahdesta eri kappaleesta liimaamalla yhteen. Kappaleet ovat kulmassa toisiinsa nähden n. 10° siten, että yläpuoli on kupera. Tosin yläpuolinen kulma pyöristetään.



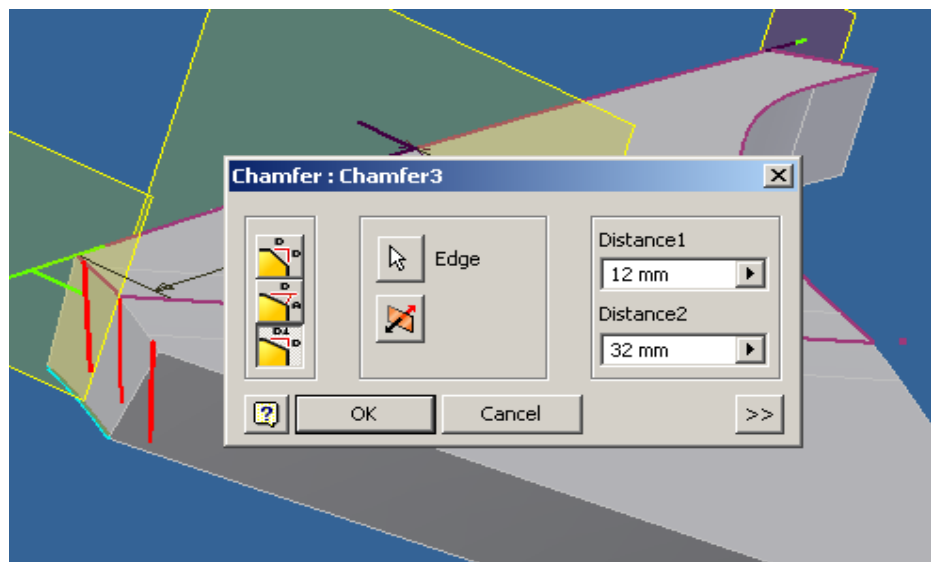
Kuvio 26: Keulapala

Kaulapalan mallintaminen aloitettiin piirtämällä xy-tasoon päädyistä katsoen luonnos, joka pursotettiin reilusti varsinaista kappaletta pidemmäksi. Seuraavaksi pursotettiin toisen puolen sivu viistoksi edestäpäin. Tämän jälkeen tehtiin kaarevuus takalaitaan ja ääripuulle tuleva viiste. Nämä peilattiin toiselle puolen ja profiili oli yläpuolelta katsoen valmis. Koska keulapalan sivu on hieman kaareva ja sivun reunassa olevan viiste on toisessa päässä 15° suurempi, täytyi viiste tehdä käyttämällä aputasoja molemmissa päissä ja keskellä. Näille aputasoille piirrettiin oikeat kulmat mitkä pursotettiin pois, sama peilattiin toiselle puolen.



Kuvio 27: Kaulapalan sivun viiste

Viimeinen vaihe oli tehdä keulapalan kärkeen oikean kokoinen viiste ja pyöristys keskelle kappaletta, yllälaitaan. Viisteen tekemisessä käytettiin viistetyökalua ”Chamfer”, josta valittiin seuraavassa kuvassa näkyvällä tavalla.



Kuvio 28: Viistetyökalun käyttö keulapalassa

11 Ääripuut, reunalistat

Veneen latoja kiertävät reunalistat eli ääripuut. Joissain tapauksissa listoja ei tule ollenkaan, tai listat tulevat vain joko sisä- tai ulkopuolelle. Tämä riippuu paljonkin siitä, mistä ja kuinka vahvasta materiaalista vene on valmistettu. Tässä kohteessa reunalistat tulivat sekä sisä- että ulkopuolelle. Sisäpuoliseen listaan lovettiin kolot kaaripuiden päitten kohdalle. Aikaisemmin olevissa kaaripuukuvissa voidaankin nähdä näiden päitten olevan ohennettu. Tehtäessä listoja veneeseen on syytä olla tarkkana, ettei listoista tule liian lyhyitä.

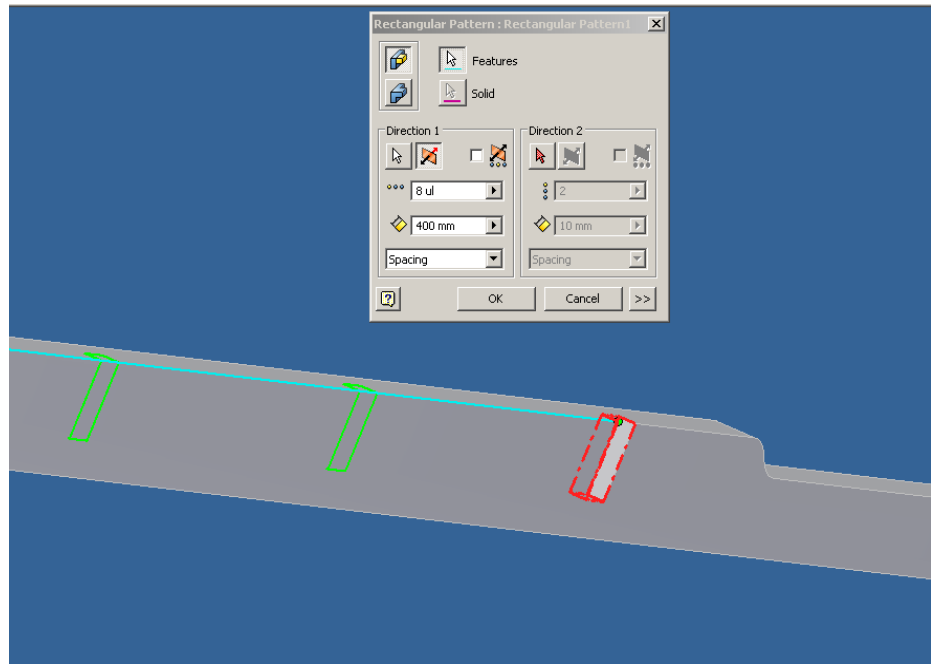


Kuvio 29: Sisäpuolisen reunalistan sovittaminen

11.1 Sisäpuolen reunalista

Listojen mallintaminen aloitettiin tekemällä listasta xy-tasoon suorakaiteen muotoinen luonnos, joka pursotettiin oikeaan vahvuuteen. Tämän jälkeen pursotettiin ohennukset alapuolelle molempiin päätyihin ja pyöristettiin ohennuksesta syntyneet kulmat. Seuraavaksi tehtiin listan päätyihin viisteet. Viimeisenä pursotettiin ensimmäiselle kaaripuulle sopiva lovi. Tämä lovi kopioitiin seuraavien kaaripuiden kohdalle käyttämällä ”Rectangular Pattern” suorakulmainen monistus-työkalua.

Valittiin monistettavaksi piirteeksi pursotettu lovi, listan reuna valittiin monistussuunnaksi ja seuraavassa kuvassa näkyvällä tavalla tehtiin muut valinnat.

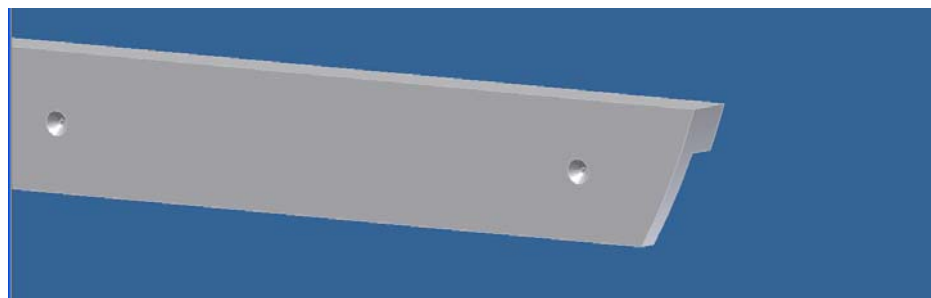


Kuvio 30: Sisäpuolisen reunalistan loven monistaminen

11.2 Ulkopuolen reunalista

Ulkopuolen reunalistat tulevat estämään roiskeiden pääsyn veneeseen. Listoihin tulee alalaitaan pontti, joka on yhtä syvä kuin veneen laitavaneri.

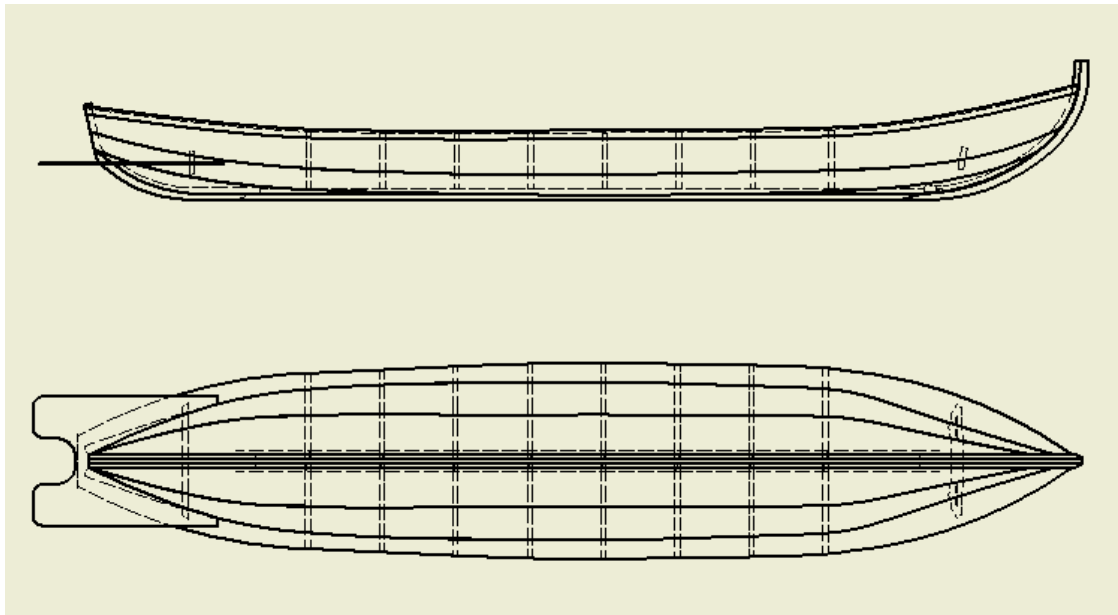
Ulkopuolen listan mallintaminen tapahtui pursottamalla listan muotoinen profiili oikeaan pituuteen, päihin tehtiin mittauksien mukaiset viisteet ja lopuksi poraukset.



Kuvio 31: Ulkopuolen reunalista

12 Profiilit

Viimeisenä mitoituskuvana sivuprofiilista ja alapuolelta. Kuviossa näkyy veneen takaosaan tuleva kantosiipi. Aikataulun vuoksi kantosiipeä ei ehditty valmistaa. Myöskään veneeseen tulevia soutu-, perä- ja pohjateljoja ei ehditty tehdä.



Kuvio 32: Profiilikuva sivulta ja alta

13 Loppuyhteenvedo

Työ antoi sopivasti haasteita sekä itse projektin valmistuksessa että mallintamisessa. Työnä projekti on mielenkiintoinen ja huolellisuutta vaativa. Kun jostain kohtaa veistää liikaa, voi työ olla pilalla.

Mallintaminen oli huomattavasti haastavampaa kuin alun perin kuvittelin. Viisteiden ja uritusten tekeminen epäsäännöllisesti kaareutuviin pintoihin vaati moninkertaisen työmäärän verrattuna saman työn tekemiseen säännöllisesti kaareutuvaan pintaan. Mallinnuksen aloitusvaiheessa tuntui osa ongelmista olevan ylitsepääsemättömiä. Varsinkin keulavantaan mallintamisen yhteydessä tuli vaikeuksia monessa kohtaa. Inventor ei suostunut tekemään samalla tavalla kuin oli itse ajatellut. Ohjelma vaati tietynlaisia ehtoja, että olisi voinut tehdä haluamat muotoilut vantaaseen. Tekemällä kuitenkin oppii ja erilaisten kokeilujen kautta lopullinen muoto keulavantaaseenkin saavutettiin.

Inventorin ominaisuuksiin kuuluvat useiden apu- tai työtasojen kautta tehtävät pursotukset pelastivat. Vantaiden ja laitavanereiden viisteiden sekä vantaiden urien tekemisessä tämä työkalu oli ehdoton. Alkuvaikeuksista selvittyä viisteet ja urat syntyivät ongelmitta. Luonnoksen tekeminen aputasoille ei poikennut mitenkään, jos luonnos olisi tehty jollekin pinnalle. Luonnoksen mitoittaminen aputasolla kappaleeseen, oikeaan kohtaan, tuotti enemmänkin vaikeuksia. Mitoitusta kun ei voinut kaikissa tapauksissa ottaa itse kappaleen pinnoista, vaan oli tehtävä erillinen piste, joka lukittiin ja mitoitus siihen. Kuten aikaisemminkin on tullut ilmi, oli toinen vaihtoehto ottaa mitoituksiin avuksi aputasopinnalla oleva punainen piste.

Laitavanereiden taivuttaminen ilman minkäänlaista säännöllisyyttä oli este kokoonpanokuvien tekemiselle.

Pääsääntöisesti puuveneiden tekeminen on käsityötä. Toki apuna käytetään monenlaisia sähkötyökaluja, joita vain markkinoilla on. Tästä lähtikin tämän työn ajatus, että mallinetaan mitatut veneen osat ja mietitään, voisiko CNC-jyrsinkoneilla työstämällä alkaa valmistaa osia ihan teollisesti. Tehtäisiin valmiit osat, joista kokoamalla saisi kätevästi veneen. Ehkä tulevaisuudessa?

14 Lähteet

Myllykoski Helena 1989, Soutuvene, Suomen Kotiteollisuusmuseo

Autodeskin verkkosivut. [online]. [viitattu 22.4.2010].

<http://www.autodesk.fi/adsk/servlet/index?siteID=448412&id=5606412>

Intranet TAMK, Yrjö Viitasen opetusmateriaali. [pdf-tiedosto]. [viitattu 6.4.2010]

Hietikko Esa 2007, Autodesk® Inventor, Gummerus Kirjapaino Oy: Jyväskylä