

## NAHKIAISEN PYYNTILAUTAN SUUNNITTELU

Teräsrakenteisen lautan suunnittelu ja kehitys olemassa olevan prototyypin pohjalta

Jani Uurasmaa

Opinnäytetyö  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Insinööri (AMK)

2016

Tekniikka ja liikenne  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Jani Uurasmaa	Vuosi	2016
<b>Ohjaaja</b>	Ins. (YAMK) Ari Pikkarainen		
<b>Toimeksiantaja</b>	Markku Suorsa, Myllyniemen Veneranta Oy		
<b>Työn nimi</b>	Nahkiaisennyntilautan suunnittelu		
<b>Sivu- ja liitemäärä</b>	51 + 4		

---

Työssä tutkittiin, mitä tarvitaan teräsrakenteisen nahkiaisennyntilautan valmistuksen aloittamiseen. Työssä mallinnettiin olemassa oleva nahkiaisennyntilautta 3D-malliksi, jonka perusteella edelleen laadittiin lautan valmistuspiirustukset. Tavoitteena oli mahdollistaa lautan valmistuksen aloittaminen opinnäytetyön pohjalta. Taustalla oli kysyntä nahkiaisennyntiin rakennetulle lautalle.

Lautan rakennusvaiheessa ja koekäytössä esiin tulleet muutoskohteet selvitettiin ja esiteltiin. Työssä tutkittiin myös vaihtoehtoisia materiaaleja ja valmistusmenetelmiä vastaavan lautan valmistamiseksi. Lisäksi esitettiin seikkoja, jotka vaikuttavat lautan valmistuskustannuksiin. Lopuksi tutkittiin myyntiin ja markkinointiin vaikuttavia seikkoja.

Työn toimeksiantaja oli Myllyniemen Veneranta Oy, jolta Keminmaan Nahkiaisennyntijät tilasivat yhden lautan 2015. Lautta rakennettiin syksyllä 2015.

Lautan käyttäjän, Keminmaan Nahkiaisennyntäjien käytössä yhden kesän ollut lautta toimi heidän arvionsa mukaan hyvin. Kehityskohteitakin kuitenkin löytyi, ja lautan kehitystyö jatkuu edelleen.

Asiasanat vesikulkuneuvot, kalastusalukset, lautat, 3D-mallinnus, koneenrakennus, koneensuunnittelu  
Muita tietoja Työhön liittyy CAD-malli ja piirustussarja.

Technology, communication and  
transport  
Mechanical and Production Engi-  
neering  
Bachelor of Engineering

---

<b>Author</b>	Jani Uurasmaa	Year	2016
<b>Supervisor</b>	Ari Pikkarainen, M. Eng.		
<b>Commissioned by</b>	Markku Suorsa, Myllyniemen Veneranta Oy		
<b>Subject of thesis</b>	Design of ferry for lamprey catching		
<b>Number of pages</b>	51 + 4		

---

In this thesis it was studied what would be needed for starting a production of lamprey catching ferry made of steel. An existing ferry was modelled, and drawings for manufacture were made based on the model. The goal was to make it possible to start manufacturing these ferries based on the knowledge of this thesis. On background was a possible demand for this kind of vessels.

In the building phase and test run some needs for modification were notified. These modification points were presented. Also optional materials and manufacturing techniques were studied to obtain this kind of ferry. In addition it was presented what would affect manufacturing costs. In the end, the estimations of sales and marketing matters were presented.

The thesis was commissioned by Myllyniemen Veneranta Oy from which a group of lamprey catchers, Keminmaan Nahkiaispenpyytäjät, ordered one ferry in 2015. The ferry was built during autumn 2015.

Keminmaan Nahkiaispenpyytäjät used the ferry for lamprey catching for one summer. According to their estimations, the ferry functioned well. However, some points for further development were pointed out, and work to develop the ferry is continued.

**Key words** water crafts, fishing crafts, ferries, 3D modelling, mechanical engineering, mechanical design

**Special remarks** The thesis includes a CAD model and a set of drawings.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	MYLLYNIEMEN VENERANTA OY .....	8
2.1	Historia.....	8
2.2	Toiminta .....	8
3	LAUTAN ESITTELY.....	9
3.1	Lautan synty .....	9
3.2	Nahkiainen.....	9
3.3	Lautta.....	10
4	SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT .....	11
4.1	Lait ja asetukset.....	11
4.2	Lautan rekisteröinti .....	11
4.3	Lautan katsastus.....	12
4.4	Ammattiveneitä koskevat säännökset.....	13
5	SUUNNITTELUN TEORIA.....	14
5.1	Suunnitteluprosessi .....	14
5.2	Teräs rakennusmateriaalina .....	15
5.3	Liittämismenetelmät.....	16
5.3.1	Hitsaus .....	16
5.3.2	Ruuviliitokset .....	17
5.4	Pintakäsittely.....	17
5.5	Vaneri .....	18
6	LAUTAN RAKENNE .....	20
6.1	Lautan käyttötarkoitus.....	20
6.2	Lautan osat.....	20
6.2.1	Ponttoonit .....	21
6.2.2	Kansi .....	22
6.2.3	Silta .....	23
6.2.4	Pulpetti .....	24
6.2.5	Virranohjaimet .....	25
6.2.6	Turkkilevyt .....	27
6.3	Lautan varusteet .....	28
6.4	Voimalaitteisto .....	30

6.5	Lautan rakentaminen ja koekäyttö .....	30
7	LAUTAN KEHITTÄMINEN.....	31
7.1	Rakenteellisten ratkaisujen muuttaminen .....	31
7.2	Toiminnallisten ratkaisujen muuttaminen .....	32
7.3	Asiakkaan toiveet ja kokemukset.....	33
8	3D-MALLI JA PIIRUSTUKSET .....	36
8.1	MicroStation v8i .....	36
8.2	Autodesk Inventor.....	37
8.3	Prototyypin mittaaminen ja mallintaminen.....	37
8.4	3D-mallin päivittäminen kehityskohteiden mukaiseksi .....	37
8.5	Valmistuspiirustukset .....	38
9	VAIHTOEHTOISET MATERIAALIT JA VALMISTUSMENETELMÄT .....	41
9.1	Ruostumaton teräs .....	41
9.2	Alumiini .....	41
9.3	Muut materiaalit .....	42
10	KUSTANNUKSET.....	43
10.1	Valmistuskustannukset.....	43
10.2	Käyttökustannukset .....	45
11	MYynti JA MARKKINOINTI .....	46
11.1	Markkinointi nahkiaispenyyntiin .....	46
11.2	Markkinointi muuhun käyttöön.....	46
12	POHDINTA.....	48
	LÄHTEET .....	49
	LIITTEET .....	51

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

CAD	Computer Aided Design
MAG	Metal Active Gas
MIG	Metal Inert Gas

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on tuottaa nahkiaisennyntiin rakennetun lautan valmistuspiirustukset ja selvittää ne seikat, jotka tarvitaan lautan valmistuksen aloittamiseen. Työssä mallinnetaan olemassa oleva lautta ensin 3D-malliksi ja sen pohjalta laaditaan valmistuspiirustukset. Työssä tutkitaan myös muita käyttökohteita lautalle sekä vaihtoehtoisia materiaaleja ja valmistusmenetelmiä. Tarkkoja laskelmia materiaaleista tai kustannuksista ei esitetä.

Muuttuneiden virtausolosuhteiden johdosta Kemijokisuun nahkiaisennyntiin on muodostunut tarve siirrettävälle pyyntyksikölle, jollaiseksi lautta on tehty. Lautan rakentamiseen tarvittava tietotaito löytyi työn toimeksiantajalta, Myllyniemen Veneranta Oy:ltä.

Aihe tälle opinnäytetyölle valikoitui osaksi työnantajan ehdotuksesta, mutta pohjimmiltaan kiinnostuksesta vesikulkuneuvoja ja kalastusta kohtaan. Myös teräs rakennusmateriaalina on monilta osin tuttu. Teräsrakenteiselle lautalle tuotteena näytti myös olevan kysyntää.

Työn toimeksiantaja, kemiläinen konepaja Myllyniemen Veneranta Oy, on valmistanut yhden lautan Kemijoen Nahkiaisennyntäjille syksyllä 2015. Lautta pääsi koekäyttöön Kemijoelle seuraavana keväänä ja on ollut käytössä siitä lähtien.

## 2 MYLLYNIEMEN VENERANTA OY

Myllyniemen Veneranta Oy oli kemiläinen metallialan yritys, joka aloitti toimintansa vuonna 1993 ja lopetti 2016.

### 2.1 Historia

Myllyniemen Veneranta Oy perustettiin vuonna 1993. Kemijoen uiton päätyttyä 1991 perustaja Markku Suorsa, joka oli ollut uiton palveluksessa, päätti aloittaa monialayrityksen entisissä uiton tiloissa. Perustamisvaiheessa Suorsa teetti markkinatutkimuksen tarkoituksenaan kartoittaa tarvetta veneiden huolloille, korjauksille sekä talvisäilytyksille. Valikoimassa oli myös polttoaineen myynti veneisiin. Kyseisille palveluille olikin kysyntää, mutta ne eivät yksinään riittäneet pitämään yrityksen toimintaa kannattavana; oli etsittävä uusia tulonlähteitä. Suorsa osti uitolta hinaajan, Uitto 19:n, jolla hän ja hänen poikansa Teemu Suorsa alkoivat urakoida mm. Kemin satamissa. He tekivät myös metsäurakointia traktorilla. (Suorsa 2015.)

### 2.2 Toiminta

Yrityksen lopullinen toimiala, metallituotteiden valmistus, alkoi perustamisvuonna 1993. Tuotevalikoimaan kuuluivat muun muassa pokarat ja keksit, erilaiset teräksiset koneenosat, potkuriakselit jne. Kansainvälistä toimintaakin oli jonkin verran, mm. kiilaurien valmistus Roxonin ketjupyöriin Ruotsiin sekä kaivoslaitteiden osien valmistus Etelä-Amerikkaan. (Suorsa 2015.)

Myllyniemen Veneranta Oy:ssä työskenteli toimitusjohtaja Markku Suorsan lisäksi vakituisena yksi henkilö, hänen poikansa Teemu. Heidän lisäksi yrityksessä oli tarpeesta riippuen palkattuna määräaikaisia tai osa-aikaisia työntekijöitä. Toimitusjohtaja pyöritti yrityksen toimintaa pääosin itse, mutta kirjanpidon suoritti ulkopuolinen toimisto. Myllyniemen Veneranta Oy lopetti toimintansa 2016. (Suorsa 2015.)



### 3 LAUTAN ESITTELY

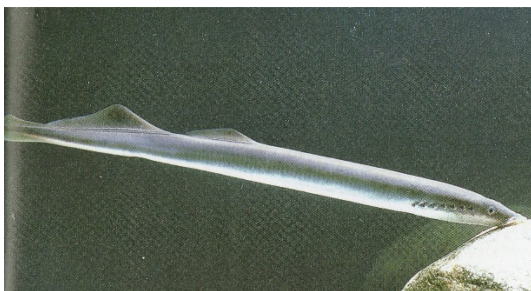
Vuonna 1993 Kemijoen Isohaaran alapuolen virtausolosuhteet muuttuivat uuden voimalaitoksen rakentamisen myötä. Virtausolosuhteiden muuttumisen myötä voimalapadon alle muodostui pyörteitä ja ”akanvirtoja” eli patoa kohden suuntautuneita virtauksia. Koska nahkiainen ui luonnostaan virtapaikoissa ja virtaa vastaan, oli Keminmaan Nahkiaispyytäjien etsittävä uusia paikkoja voimalaitosten läheisyydessä nahkiaispyyntiä varten. (Mäkimartti 2016.)

#### 3.1 Lautan synty

Vuoden 2014 syyskuusta marraskuuhun kestäneessä koekalastuksessa päätettiin, että pyyntipaikkojen etsimistä varten tilataan siirrettävä pyydys, pyyntilautta. Lautta olisi varustettu moottorilla, jolloin sen voisi ajaa pyyntipaikalle, ja vastavasti turvallisemmille vesille esimerkiksi ohijuoksutusten ajaksi. Lautan toimittajaksi valikoitui Myllyniemen Veneranta Oy ja sen valmistus aloitettiin samana syksynä. (Mäkimartti 2016) Lautta laskettiin vesille toukokuussa 2015 ja sen testaus aloitettiin saman tien (Suorsa 2015).

#### 3.2 Nahkiainen

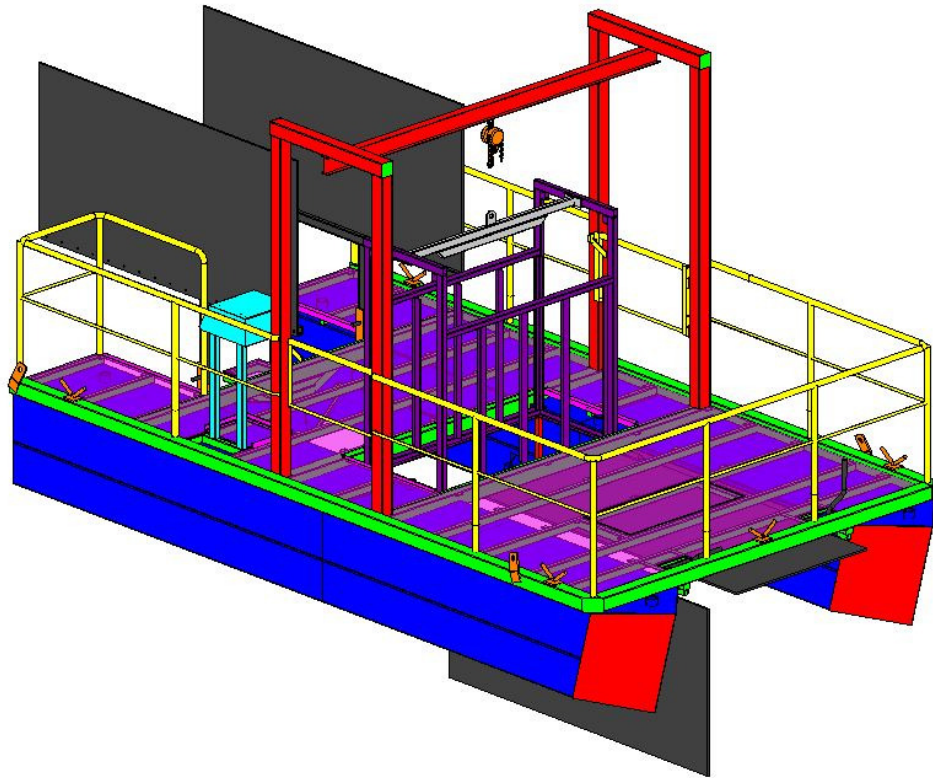
Nahkiainen (lat. lampetra fluviatilis) on vedessä elävä, kiduksilla hengittävä, vaihtolämpöinen ja selkärankainen eläin. Nahkiainen on hyvin alkeellinen kala, ja siltä puuttuvat parilliset evät, leuat ja kallon yläosa. Täysikasvuiset nahkiaisit nousevat syksyllä merestä jokiin kutemaan keväällä tai alkukesällä. Nahkiaista tavataan kaikissa Suomen rannikkojoissa ja Näsijärvessä, Päijänteessä sekä Suur-Saimaassa. (Kuva 1) (Kurtto, Laine, Parkkinen & Varjo 1987, 332.)



Kuva 1. Nahkiainen (Kurtto ym. 1987, 332.)

### 3.3 Lautta

Nahkiaisennyntilautta on Kemijoen Uiton työlauttojen piirustusten pohjalta kehitetty (Suorsa 2015) 6 metriä pitkä ja 3,2 metriä leveä teräksinen ponttoonilautta (Kuva 2).



Kuva 2. Nahkiaisennyntilautta

Lautta on valmistettu kokonaisuudessaan teräksestä. Pitkittäin lautan molemmilla laidoilla on ponttoonit (kuvassa 2 siniset), joiden väliin jää vesitila. Ponttoonien päälle on rakennettu kansi (kuvassa 2 vihreä), ja sen päälle muut osat. Ponttoonien väliin lautan keskelle sijoittuvat merrat, jotka lasketaan pyyntiasentoon ketjutiljalla. Lauttaa liikuttaa 29kW:n tehoinen perämoottori, jota ohjataan ruorikoineistolla. Kuvaan 2 ei ole merkitty mertoja eikä perämoottoria.

## 4 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

Rakennettaessa omalla moottorilla kulkevaa pyyntilauttaa ammattikäyttöön on suunnittelussa otettava huomioon muun muassa lainsäädännöllisiä seikkoja.

### 4.1 Lait ja asetukset

Lain näkökulmasta nahkiaisenpyyntilautta on vesikulkuneuvo. Lain mukaan vesikulkuneuvolla tarkoitetaan veteen tukeutuvaa ja vesillä liikkumiseen tarkoitettua kulkuvälinettä ja laitetta. (Vesiliikennelaki 463/1996 1:3 §.)

Vesikulkuneuvon pakolliset varusteet on säädetty vesiliikenneasetuksessa ja ne on lueteltu luvussa 6.3. (Vesiliikenneasetus 124/1997.)

Käytettäessä vesikulkuneuvoa ammatin tai elinkeinon harjoittamiseen voidaan sen katsoa olevan myös ammattivene (Laki aluksen teknisestä turvallisuudesta ja turvallisesta käytöstä 1686/2009 1:3 §). Ammattiveneiden vaatimuksia käsittelee tätä työtä tehtäessä Liikenteen Turvallisuusviraston väliaikaiset ohjeet ammattiveneille (VTT Expert Services Oy 2016).

Koska lauttaa käytetään kalastukseen merellä, koskee sitä myös Laki merellä toimivien kalastus- ja vesiviljelyalusten rekisteröinnistä 690/2010.

### 4.2 Lautan rekisteröinti

Moottorilla varustettu huvivene, huvialus, vuokravene, vesiskootteri ja muu vesikulkuneuvo, jonka moottoriteho on vähintään 15 kilowattia, on rekisteröitävä lain vaatimalla tavalla. (Laki vesikulkuneuvorekisteristä 424/2014 2:3 §.)

Lautan rekisteröintiin on kaksi mahdollisuutta. Ensimmäinen on rekisteröinti edellä viitattuun vesikulkuneuvorekisteriin. Koska lautta on varustettu 29kW:n tehoisella moottorilla, on lautta rekisteröitävä joka tapauksessa (Laki vesikulkuneuvorekisteristä 424/2014 2:3 §).

Rekisteröinti vesikulkuneuvorekisteriin rajoittaisi kuitenkin lautan käyttötarkoituksen hui- tai tutkimuskäyttöön seuraavasti:

Kalastusalus on rekisteröitävä ennen kuin sitä voidaan käyttää kaupalliseen kalastukseen (Laki merellä toimivien kalastus- ja vesiviljelyalusten rekisteröinnistä 690/2010 2:7.1 §). Kaupallisella kalastuksella tarkoitetaan lain mukaan toimintaa, jossa elollisia vesiluonnonvaroja pyydetään myyntitarkoituksessa (Laki merellä toimivien kalastus- ja vesiviljelyalusten rekisteröinnistä 690/2010 1:3.3 §).

Laki vesikulkuneuvorekisteristä määrää vapautuksen rekisteröintivelvollisuudesta muun muassa kalastusalusrekisteriin merkityille kalastusaluksille, ja näin ollen vesikulkuneuvo ei voi olla yhtä aikaa molemmissa rekistereissä. (Laki vesikulkuneuvorekisteristä 424/2014 2:4.2 §.)

#### 4.3 Lautan katsastus

Suomalaisen ja Suomessa käytettävän aluksen katsastuksesta säädetään laissa. Alle 10 metrin pituisille kalastusaluksille laki määrää vapautuksen katsastuksesta. Toisaalta samassa laissa on pykälä erikoisaluksen, ammattiveneen ja vuokraveneen katsastuksesta. (Laki aluksen teknisestä turvallisuudesta ja turvallisesta käytöstä 1686/2009 1:3 §.)

Erikoisuus, ammattivene ja vuokravene on peruskatsastettava ennen sen liikennekäyttöön ottamista (Laki aluksen teknisestä turvallisuudesta ja turvallisesta käytöstä 1686/2009 6:51.1 §). Erikoisukselle, ammattiveneelle ja vuokraveneelle on peruskatsastuksen lisäksi tehtävä uusintakatsastus, vuosikatsastus, välikatsastus ja määräaikainen katsastus (Laki aluksen teknisestä turvallisuudesta ja turvallisesta käytöstä 1686/2009 6:51.2 §).

Ammattiveneellä tarkoitetaan lain mukaan alusta, jonka pituus on vähintään 5,5 metriä, mutta alle 24 metriä, ja jota käytetään ammatin tai elinkeinon harjoittamiseen (Laki aluksen teknisestä turvallisuudesta ja turvallisesta käytöstä 1686/2009 1:2.15 §). Tarkemmat määräykset alusten katsastuksista antaa Liikenteen Turvallisuusvirasto. (Laki aluksen teknisestä turvallisuudesta ja turvallisesta käytöstä 1686/2009 6:51.3 §)

#### 4.4 Ammattiveneitä koskevat säännökset

Liikenteen Turvallisuusvirasto on julkaissut ohjekokoelman koskien ammattiveneiden teknisiä ominaisuuksia. Säännöt on kehitetty käyttäen pohjana pohjoismaista venenormistoa ammattiveneille sekä kansainvälisiä ISO-standardeja. Säännösten tarkoituksena on auttaa arvioimaan ammattiveneiden turvallisuutta ja ympäristöystävällisyyttä. Säännöt ovat voimassa ammattiveneille, joiden runkopituus on yli 5,5 metriä ja pituus alle 24 metriä, ensin mainittu ISO 8666:n mukaan ja viimeksi mainittu kansainvälisen lastilijasopimuksen, ILLC:n mukaan. (VTT Expert Services 2016, 15–16.)

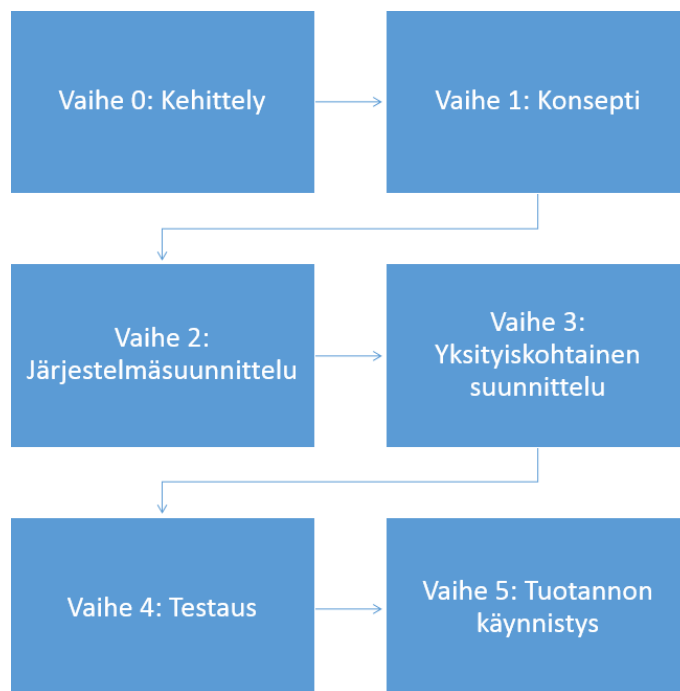
Ammattiveneesäännöstö on tullut voimaan 17.3.2016, joten lauttaa rakennettaessa edellä mainittu säännöstö ei ole ollut voimassa. Tulevaisuudessa mahdollisesti rakennettavat lautat tulisi suunnitella ja rakentaa näiden ohjeiden mukaan. (VTT Expert Services 2016.)

## 5 SUUNNITTELUN TEORIA

Tässä luvussa on esitelty niitä teoretietoja, joita vesikulkuneuvon tai yleisemmin teräsrakenteisen tuotteen suunnittelussa on otettu tai tulisi ottaa huomioon.

### 5.1 Suunnitteluprosessi

Suunnitteluprosessi on sarja vaiheita, jotka yritys suorittaa kehitelläkseen, suunnitellakseen ja kaupallistaakseen tuotteen. Monet näistä vaiheista liittyvät ennemminkin tietoon ja organisaatioon kuin toimintaan. Jokainen organisaatio seuraa hieman erilaista suunnitteluprosessiin mallia kuin toinen. Yleinen suunnitteluprosessi koostuu kuudesta vaiheesta (Kuvio 1). (Ulrich & Eppinger 2008, 12)



Kuvio 1. Suunnitteluprosessi (Ulrich & Eppinger 2008, 13–14)

Kehittelyvaihetta kutsutaan usein ”nollavaiheeksi”. Vaiheessa määritellään kohdemarkkinat, markkinoinnin tavoitteet, avainoletukset ja rajat.

0. Konseptin kehitysvaiheessa määritellään kohdemarkkinan tarpeet, vaihtoehtoisia tuotekonsepteja kehitetään ja arvioidaan. Yksi konsepti valitaan jatkokehittelyyn ja testaukseen.

1. Järjestelmätason suunnittelu sisältää tuotteen rakenteen määrittelyn ja jaottelun osakokonaisuuksiin ja komponentteihin.
2. Yksityiskohtainen suunnittelu sisältää täydellisen määrittelyn geometrian, materiaalien ja toleranssien osalta kaikille komponenteille.
3. Testaus- ja paranteluvaiheessa valmistetaan prototyyppi niistä osista, joita tuotteen valmistuksessa aiotaan käyttää. Prototyyppiä testataan ja arvioidaan ja siihen tehdään muutoksia.
4. Tuotannon käynnistysvaiheessa tuote valmistetaan aiottua valmistusprosessia käyttäen. (Ulrich & Eppinger 2008, 13–14.)

Pyyntilautan valmistuksessa edellä kuvattu suunnitteluprosessi esiintyy hyvin kevyenä. Prosessiin vaiheet 0...2 toteutuvat pääosin sellaisenaan. Koska lauttoja on rakennettu vain yksi, vaiheet 3 ja 4 toteutuvat osin vasta lautan rakennusvaiheessa. Valmista pyyntilauttaa voidaan suunnitteluprosessin näkökulmasta pitää prototyyppinä, koska sen kaikkia ominaisuuksia ei ole ennen asiakkaalle luovuttamista testattu. Jos lauttoja rakennettaisiin lisää, voisi ensimmäisiä niistä pitää myös prototyyppinä tai ns. nollasarjana (Välimaa, Kankkunen, Lagerroos & Lehtinen 1994, 30), ja jossain vaiheessa, kun tuotantojärjestelmä ja käytettävät komponentit ovat vakiintuneet, voitaisiin katsoa tuotannon käynnistyneen. Vaiheiden 4 ja 5 rajapinta olisi näin ollen myös häilyvä.

## 5.2 Teräs rakennusmateriaalina

Vesikulkuneuvoa rakennettaessa teräksellä on materiaalina monia etuja, mutta myös monia heikkouksia. Etuina voidaan pitää helppoa saatavuutta, melko edullista hintaa, valmistusmenetelmien tunnettuutta sekä hyviä mekaanisia ominaisuuksia. Heikkouksista voitaneen mainita alttius korroosiolle sekä joiltain, mutta ei kaikilta osin, suurehko ominaispaino. Teräksen korroosionkestävyyttä voidaan parantaa pintakäsittelyllä.

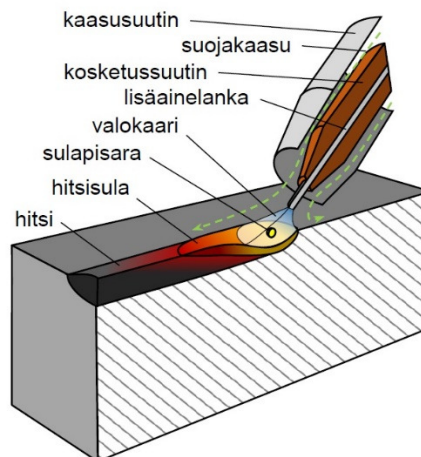
### 5.3 Liittämismenetelmät

Liitettäessä lautan osia toisiinsa on menetelminä käytetty lähes yksinomaan hitsausta ja ruuviliitoksia.

#### 5.3.1 Hitsaus

Hitsaus on kappaleiden liittämistä toisiinsa ilman erillistä väliainetta siten, että aineen rakeet tai molekyylit liittyvät toisiinsa muodostaen kiinteän sidoksen. Hitsausmenetelmät jaetaan kahteen pääryhmään: sulahitsaukseen ja puristushitsaukseen. Sulahitsaus on hitsausmenetelmä, jossa hitsattavien kohtien pinnat kuumennetaan sulaan lämpötilaan, jolloin pinnat sulavat yhteen. Hitsaus voidaan tehdä ilman lisäainetta tai lisäainetta käyttäen. Sulahitsauksessa pintoja ei puristeta yhteen liitoksen aikaansaamiseksi. (Lepola & Makkonen 2008, 7–8.)

MIG/MAG-hitsaus on puoliautomaattinen hitsausmenetelmä, jossa lisäaineena käytettävää lankaa syötetään hitsauskohtaan (Kuva 3). Lisäainelangan ja hitsattavan perusaineen välille syntyy valokaari, joka sulattaa lisä- ja perusaineen. Hitsauskohta on suojattu suojakaasulla. MAG-täytelankahitsauksessa lisäaineena käytetään putkimaista lisäainelankaa, joka on täytetty metallijauheella tai kuonaa tuottavalla jauheella. Lautan osat on liitetty toisiinsa käyttäen molempia, sekä MIG/MAG- että MAG-täytelankahitsausmenetelmää. (Lepola & Makkonen 2008, 103, 138.)

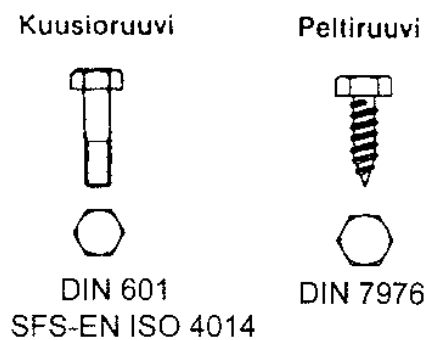


Kuva 3. MIG/MAG-hitsauksen periaate (Ionix Oy 2016.)



### 5.3.2 Ruuviliitokset

Kiinnitysruuveja käytetään kiinnittämään ja liittämään rakenteen osia toisiinsa. Ruuvien parina on usein mutteri. Kone-ruuvissa ja mutterissa on metrinen ISO-kierre, tai kuten levyruuveissa, ruuvikierre, joka tukeutuu siihen materiaaliin, johon se ruuvataan (Kuva 4). Kuvassa 4 vasemmalla on ISO-kierteinen kone-ruuvi ja oikealla levy- eli peltiruuvi. Suurin osa lautan muista liitoksista kuin hitsauksista on ruuviliitoksia. (Ansaharju 2009, 43–45.)



Kuva 4. Ruuvit (Valtanen 2008, 491, 494.)

### 5.4 Pintakäsittely

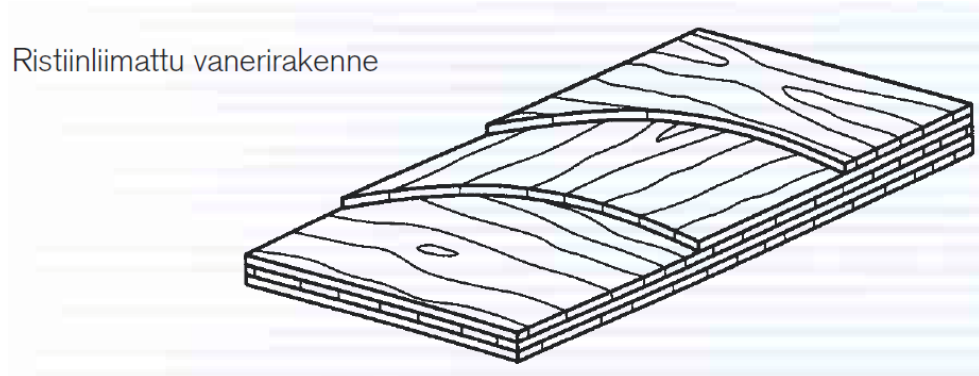
Pintakäsittelyn tarkoituksena on antaa materiaalille uusia ominaisuuksia. Pinnoitteiden avulla parannetaan materiaalin ulkonäköä ja korroosionkestoa, lisätään käyttöikää tai saadaan aikaan sellaisia ominaisuuksia, joita ei muutoin saavutettaisi. (Tunturi & Tunturi 1999, 8.)

Teräs pyrkii syöpymään, ja sen käyttö ulko-olosuhteissa olisi melko hankalaa, jos sitä ei suojattaisi. Kun pinnan kestävyysominaisuuksia parannetaan maalamalla, saadaan sille myös määrättyä väri. Pinnan kiiltävyyttä voidaan muuttaa tai pintaan voidaan saada tietty pintakuvio. Maalauksella pystytään pidentämään tuotteen käyttöikää, antamaan tuotteelle hyvä ulkonäkö ja alentamaan huoltokustannuksia. Tavoitteena on riittävän hyvä lopputulos kohtuullisilla kustannuksilla. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001, 8.)

Maali on valittu Myllynimen Veneranta Oy:n kokemusten ja maalinvalmistajan ohjeiden perusteella. Tikkurila Temadur 50 osoittautui oivalliseksi valinnaksi teräksisen vesikulkuneuvon maalaukseen (Tikkurila 2014; Suorsa 2016). Kyseessä on kaksikomponenttinen akryylipolyuretaanimaali, jota voidaan käyttää sekä pohjettä pintamaalina (Tikkurila 2014). Väriksi valittiin musta (Suorsa 2015).

## 5.5 Vaneri

Vaneria on käytetty lautassa virranohjaimien lapojen materiaalina. Vaneri valmistetaan ohuista ristiin liimatuista koivu- tai havupuuviiluista. Ristiinliimattu vanerirakenne on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Ristiinliimattu vanerirakenne (Vanerikäsikirja 2005, 9.)

Suomalaiset vakiovanerit ovat:

- Koivuvaneri, jonka valmistamiseen käytetään ainoastaan koivuviilua.
  - Combivaneri: pintaviilu ja sen alla oleva ensimmäinen liimaviilu ovat koivua ja sisimmät kerrokset vuorotellen koivu- ja havuviilua.
  - Peilikuvacombivaneri: Pintaviilut ovat koivua ja sisimmät kerrokset vuorotellen havu- ja koivuviilua.
  - Havuvaneri, jonka valmistamiseen käytetään ainoastaan havupuuviilua.
- (Vanerikäsikirja 2005, 9.)

Virranohjaimissa käytetty vaneri on filmi/viirapintaista I-laadun koivuvaneria, jota käytetään mm. peräkärrien pohjissa, saunojen lattioissa ja betonimuottitöissä (Puukeidas 2016).

## 6 LAUTAN RAKENNE

Tässä luvussa selitetään nahkiaisennytilautan käyttötarkoitus ja rakenne sekä lautan varusteet. Oma alalukunsa on myös lautan rakentamisesta ja koekäytöstä.

### 6.1 Lautan käyttötarkoitus

Keminmaan Nahkiaisennyttäjäjä on tilannut nahkiaisennyntiin tarkoitettun lautan Myllyniemen Veneranta Oy:ltä 2014. Kuvassa 6 lautta on pyyntiasemassa Isohaaran uuden voimalaitoksen alla, takapään virranohjaimet ylhäällä.



Kuva 6. Lautta pyyntiasemassa (Mäkimartti 2016)

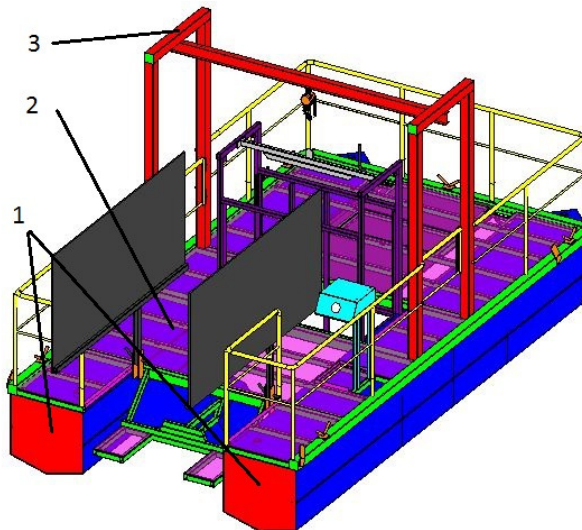
Pyyntiä varten lautta ajetaan sopivaan paikkaan ja merrat häkkeineen lasketaan alas. Pyyntipaikan virtausolosuhteista riippuen lasketaan myös virranohjaimia sopivaksi koetulla tavalla. (Mäkimartti 2016.)

### 6.2 Lautan osat

Lautan runko ja pääosat on valmistettu kokonaisuudessaan rakenneteräksestä hitsaamalla. Valmistuksessa on käytetty pääasiassa 3 mm:n teräslevyä, kahden kokoista suorakaide- ja neliöputkipalkkia, 30x6 mm:n lattaterästä sekä muutamaa eri kokoa pyöreää rakenneteräsputkea. Putkikokojen ja levynpaksuuksien pieni valikoima helpottaa suunnittelua ja rakentamista sekä alentaa kustannuksia, kun

esimerkiksi samaa putkikokoa voidaan tilata suurempi määrä kerralla. Rakenteen optimointi parasta mahdollista kestävyyttä ja painoa ajatellen ei ole ollut saavutettuihin etuihin nähden järkevää eikä kannattavaa. (Suorsa 2015.)

Rakenteen suunnittelussa on käytetty Kemijoen uiton työlauttojen piirustuksia, joiden pohjalta on räätälöity tarkoitukseen sopivan pyyntilautan malli (Suorsa 2015). Rungon rakenne voidaan jakaa pääosiin: ponttoonit (1), kansi (2) ja silta (3). Kuvassa 7 on esitetty pääosat numeroin 1...3 tässä järjestyksessä.



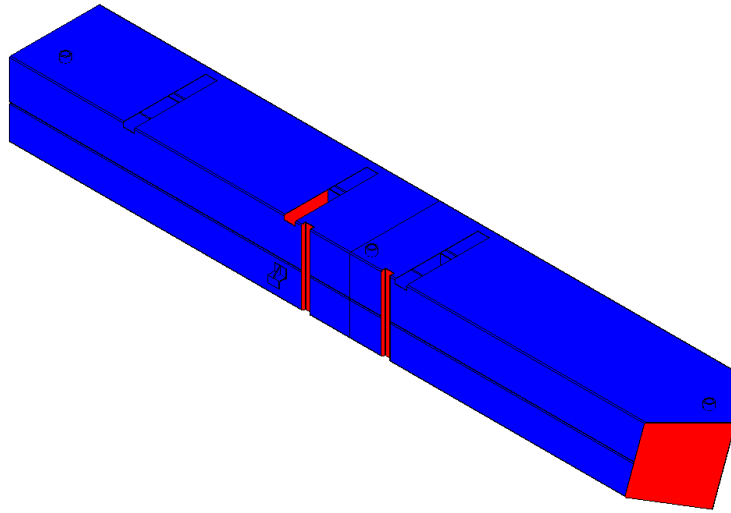
Kuva 7. Lautan pääosat

Kuvaan 8 ei ole merkitty moottoria, ruorikoneistoa, polttoainesäiliötä eikä nahkiaismertoja.

### 6.2.1 Ponttoonit

Ponttoonit on valmistettu 3 mm:n teräslevystä hitsaamalla. Niiden tehtävä on kantaa lautaa paino vedessä. Ponttoonien on myös oltava muotoilultaan sulavat, jotta niiden vastus vedessä olisi mahdollisimman pieni. Lautta on vesikulkuneuvo, joten ponttoonien aiheuttama vastus vaikuttaa merkittävästi lautaa käyttökustannuksiin paitsi polttoaineenkulutuksen, myös nopeuden ja sitä kautta käytetyn ajan osalta. Lauttaa suunniteltaessa mietittiin, olisiko ponttooni sopivampi valmistaa

pyöreästä putkesta, mutta kelluvuusominaisuuksiensa takia päädyttiin kulmikkaaseen muotoon (Suorsa 2015 & Mäkimartti 2016). Kuvassa 8 on esitetty vasen ponttooni ennen kannen sovituksen aloittamista.



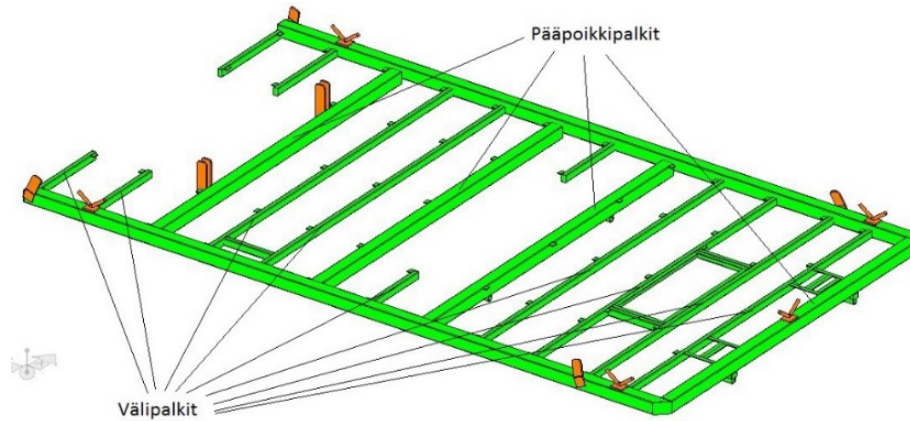
Kuva 8. Ponttooni

Ponttoonien valmistukseen on käytetty 3 mm:n kuumavalsattua rakenneteräslävyä. Ponttoonit on osioitu kolmeen ilmatiiviiseen osaan, joihin kuhunkin on hitsattu tarkastusta ja mahdollista vedenpoistoa varten korkki (SFS-EN 10242 1995). Ponttoonien vedenpitävyys voidaan tarkistaa paineistamalla kukin osio tarkistuskorkin kautta. Paineistuksen tulee olla kohtuullinen, jotta rakenteessa ei tapahtuisi muodonmuutoksia. (Suorsa 2016.)

#### 6.2.2 Kansi

Kansi on valmistettu kahden kokoisista RHS-putkista niin ikään hitsaamalla. Kansi toimii lautan pääasiallisena tukirankana, johon on kiinnitetty muut osat: ponttoonit, silta, virranohjaimet, kaiteet, moottoritaso, turkkilevyt ja ohjauspulpetti. Kansi koostuu pääosin kahdesta pitkittäispalkista, neljästä pääpoikkipalkista ja

kahdestatoista välipalkista (Kuva 9). Pääpoikkipalkit ovat 100x100x3 mm:n RHS-putkea ja välipalkit 60x40x3 mm:n RHS-putkea.

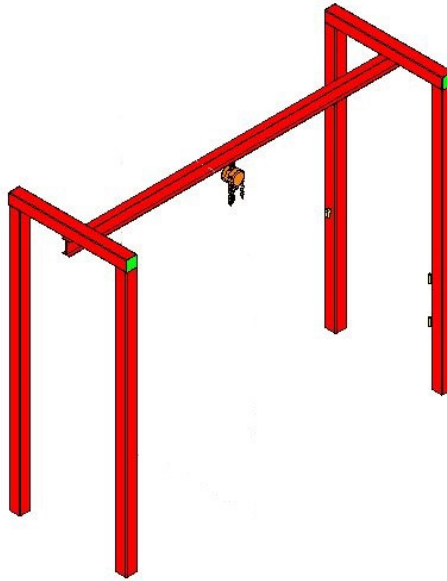


Kuva 9. Kansi

Kanteen on kiinnitetty myös köysien kiinnittämistä varten knaapit ja köysisilmukat sekä virranohjainten kiinnityslevyt, jotka on piirretty kuvaan 9 oranssilla. Turkkilevyjen kiinnittämistä varten on palkkeihin hitsattu lattateräksen palasia.

### 6.2.3 Silta

Nahkiaismertojen nostamiseen ja liikutteluun tarkoitettu silta sijaitsee lautan keskellä ja se on valmistettu 100x100x3 mm:n RHS-putkesta ja 120 mm:n I-palkista (Kuva 10).



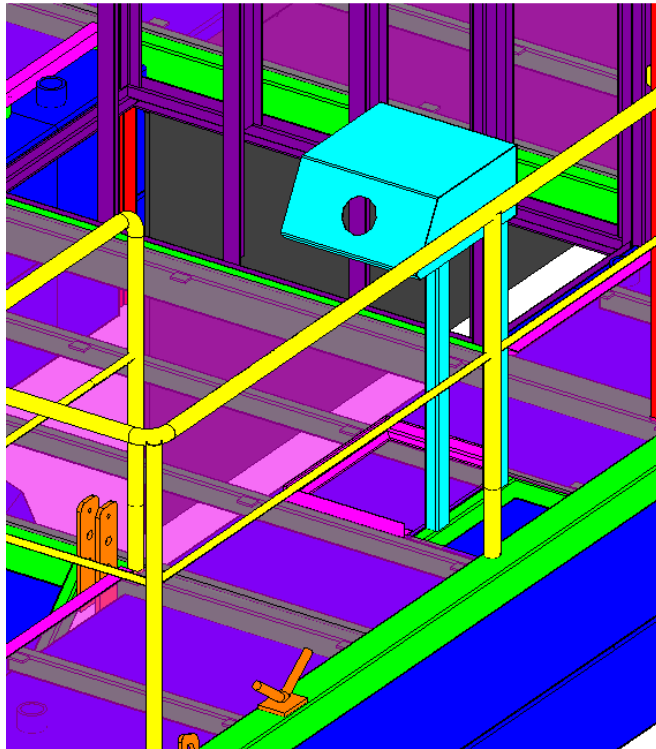
Kuva 10. Silta

Kuvassa 11 on esitetty myös ketjutalja (oranssi) sekä porttien saranat ja lukkolevyt (keltainen). Jotta yläputkien päät eivät jäisi avoimeksi, on niihin hitsattu 3 mm:n teräksestä valmistetut päätylaput (vihreä).

#### 6.2.4 Pulpetti

Lautan ohjauspaikan muodostaa ohjauspulpetti (Kuva 11), johon on asennettu ruori sekä kaukohallintalaite. Pulpetin kanteen voidaan asentaa myös muita laitteita, esimerkiksi kaikuluotain. Pulpetin kannen muodostama kotelo toimii lisäksi sähkölaitekotelona. Kuvaan 11 ei ole merkitty ruoria eikä kaukohallintalaitetta.

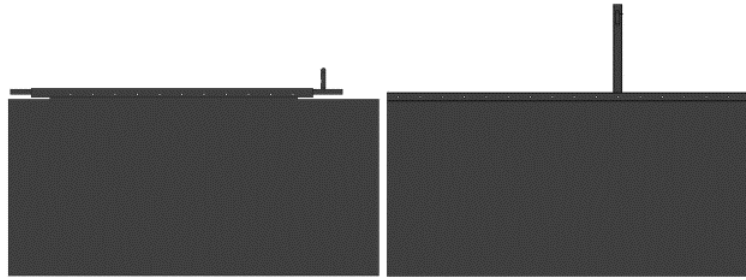




Kuva 11. Ohjauspulpetti

#### 6.2.5 Virranohjaimet

Nahkiaisien pyyntipaikan on oltava virtaava. Jos sopivaa luonnollista virtapaikkaa ei ole, virranohjaimilla voidaan sellainen luoda. Virranohjaimen lapaosa on valmistettu 15 mm:n viirapintaisesta koivuvanerista ja runko-osat 60x40x3 mm:n RHS-putkesta (takaohjaimet), 60 mm:n kulmatangosta ja 30 mm:n pyörötangosta (etuohjaimet). Virranohjaimet voidaan nostaa ajon ajaksi ylös. Kuvassa 12 on esitetty ohjaimet sivulta ala-asennossa: etuohjain vasemmalla ja takaohjain oikealla.



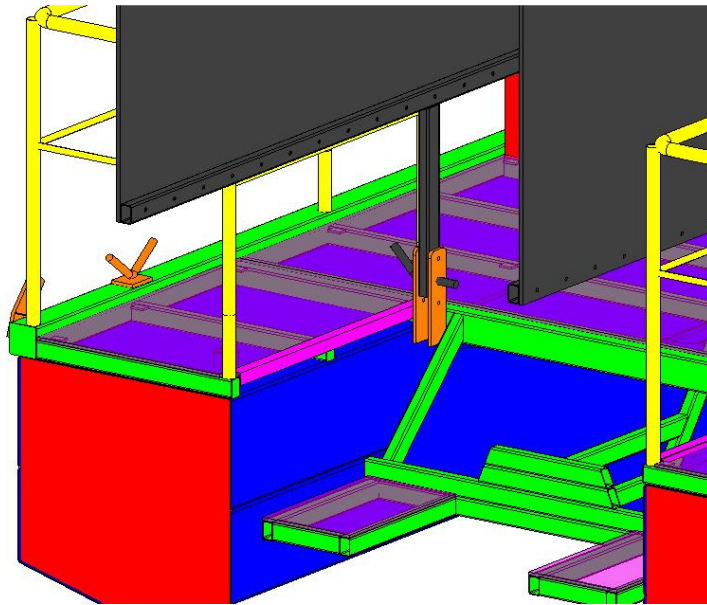
Kuva 12. Virranohjaimet

Etuohjainten nosto ja lasku tapahtuu kääntämällä niitä vivulla (Kuva 13, etualalla vasemmalla). Ajon ajaksi etuohjaimet käännetään etukannen alle. Ohjaimet lukitaan yläasentoon salvalla ja varmistetaan köydellä.



Kuva 13. Etuojaimen nostovipu

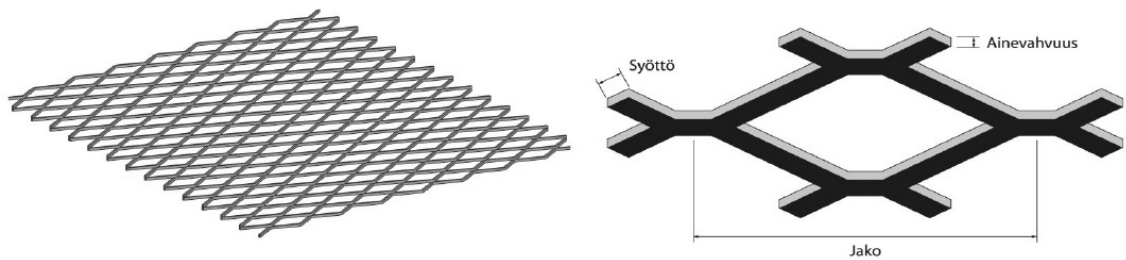
Takaohjainten nosto ja lasku tapahtuu köysillä ja niiden asento lukitaan sokkatepillä (Kuva 14). Kuvan 14 oranssit lattateräkset on hitsattu kanteen ja ohjain kääntyy tapin varassa (harmaa).



Kuva 14. Takaohjaimen kiinnitys

#### 6.2.6 Turkkilevyt

Työskentelytason, ”lattian”, muodostavat turkkilevyt on leikattu 85/7/5 mm:n levyverkosta. Levyverkko on valmistettu S235–teräslevystä leikkaamalla ja venyttämällä. Levyverkon tunnuksessa 85/7/5 ensimmäinen numero tarkoittaa silmäjakoja, toinen numero syöttöä ja kolmas numero levynvahvuutta. Levyverkon tunnusluvut on esitetty kuvassa 15. (Tammet Oy 2016.)



Kuva 15. Levyverkot (Tammet Oy 2016)

### 6.3 Lautan varusteet

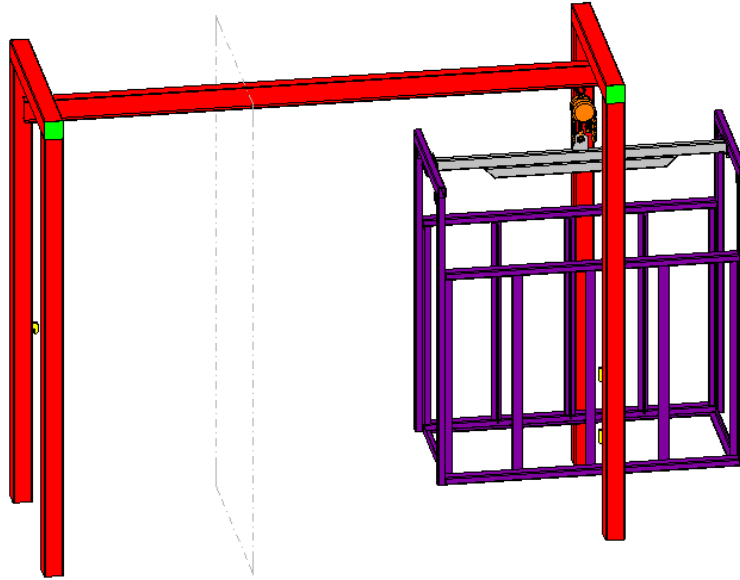
Varustelu on tehty nahkiaisenpyynnin ehdoilla. Keskeisin varuste lautan käyttö-tarkoituksen kannalta ovat nahkiaismerrat ja niiden liikutteluun tarkoitetut merta-häkki ja ketjotalja. Merrat on sijoitettu häkkiin, joka puolestaan roikkuu ketjotaljan varassa. (Kuva 16)



Kuva 16. Nahkiaismerrat (Mäkimartti 2016.)

Kuvassa 17 sama kohta on esitetty 3D-mallina. Kuvan 17 harmaa osa on nosto-palkki, joka on erillinen, tarkoitukseen valmistettu nostoapuväline. Talja on ripus-

tettu nostovaunuun (ei kuvassa), joka liikkuu I-palkkia pitkin poikittain lautan pituusakseliin nähden. Näin merrat saadaan siirrettyä helposti ja turvallisesti pois lautasta purkua tai huoltoa varten (Kuva 17).



Kuva 17. Mertahäkin liikuttelu

Liikuteltavana ja moottorilla varustettuna lautta on vesikulkuneuvo (Vesiliikenneasetus 124/1997), jonka johdosta lainsäädäntö asettaa vaatimuksia lautan varusteille. Vesikulkuneuvossa tulee olla seuraavat varusteet:

1. henkilön koon ja painon mukaan mitoitettu pelastusliivi, kelluntapukine tai pelastuspuku jokaiselle vesikulkuneuvossa olijalle
2. väline veden poistamiseen
3. aivot tai mela tai ankkuri köysineen
4. asianmukaisesti tarkastettu käsisammutin.

(Vesiliikenneasetus 124/1997.)

Lain vaatimien varusteiden lisäksi lautassa on kiinnitysköysiä, keksi sekä muita lautan hallintaan liittyviä varusteita.

#### 6.4 Voimalaitteisto

Lautassa on voimanlähteenä 29 kW:n tehoinen nelitahtiperämoottori. Moottorilla lautta ajetaan pyyntipaikalle ja sieltä takaisin. Pyyntin aikana moottoria ei käytetä. Perämoottorin käyttämistä varten on lauttaan asennettu kaukohallintalaite, jolla moottorin toimintoja voidaan käyttää ohjauspulpetista. Moottorin kääntöön on asennettu hydraulinen ruorikoneisto.

Perämoottori oli alusta asti päätetty lautan voimanlähteeksi sen helpon asennettavuuden, polttoainetaloudellisuuden ja edullisen hankinta- ja huoltokustannusten takia. Kaukohallintalaite oli moottorin mukana sitä hankittaessa, mutta ruorikoneisto oli hankittava erikseen.

Polttoainesäiliö sijaitsee ohjauspulpetin alla ja on pikaliittimellä liitetty moottorin polttoainejärjestelmään. Irrotettava polttoainesäiliön voidaan viedä lukittuun tilaan polttoainevarkaiden varalta. Myös polttoaineen täydennys on helpompaa, kun polttoainetta ei tarvitse kaataa erillisestä astiasta.

#### 6.5 Lautan rakentaminen ja koekäyttö

Nahkiaisennynti on ollut esillä Meri-Lapin mediassa viime vuosina varsinkin siihen liittyvien ylisiirtovelvoitteiden takia. Ylisiirtovelvoitteilla tarkoitetaan sitä määrää nahkiaisia, jotka pyytäjien on siirrettävä Isohaaran voimalapadon yläpuolelle pyyntin lomassa. Osaksi tästä syystä nahkiaisennyntiin haluttiin tehokkaampi keino, ja Keminmaan nahkiaisennyntäjät tilasivat Myllyniemen Veneranta Oy:stä pyyntilautan prototyypin. Prototyyppi valmistui ja se pääsi koekäyttöön kesällä 2015. (Mäkimartti 2016.)

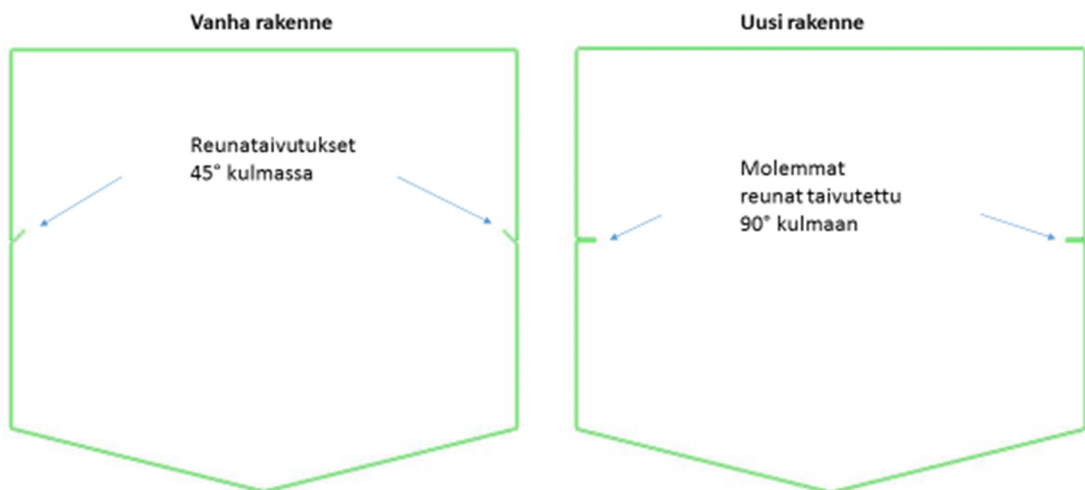
## 7 LAUTAN KEHITTÄMINEN

Valmistettavuuteen, rakenteeseen ja käytettävyyteen liittyviä muutostarpeita on ilmennyt prototyypin valmistuksesta lähtien. Lauttaa on kehitetty sen rakentamisesta lähtien, ja sen käyttäjät kehittävät sitä edelleen.

### 7.1 Rakenteellisten ratkaisujen muuttaminen

Ensimmäinen kohde, jossa havaittiin olevan parannettavaa, olivat ponttoonit. Ne valmistettiin teräslevystä särmämällä niin, että ylä- ja alapuolen profiilit särmättiin erikseen, ja nämä profiilit liitettiin toisiinsa hitsaamalla pituusakselin suuntaisesti, jolloin muodostui suljettu putkimainen rakenne. Puoliskojen yhteensovittamista helpottamaan särmättiin alapuolen profiiliin yläreunat 45 asteen kulmaan, jolloin muodostui 30 mm:n levyiset kaistaleet, jotka osoittivat ponttoonin sisään yläviistoon. Näin muotoillut puoliskot oli helppo asetella toisiaan vasten hitsausta varten. Kuvassa 18 tämä rakenne on esitetty vasemmalla. (Suorsa 2015.)

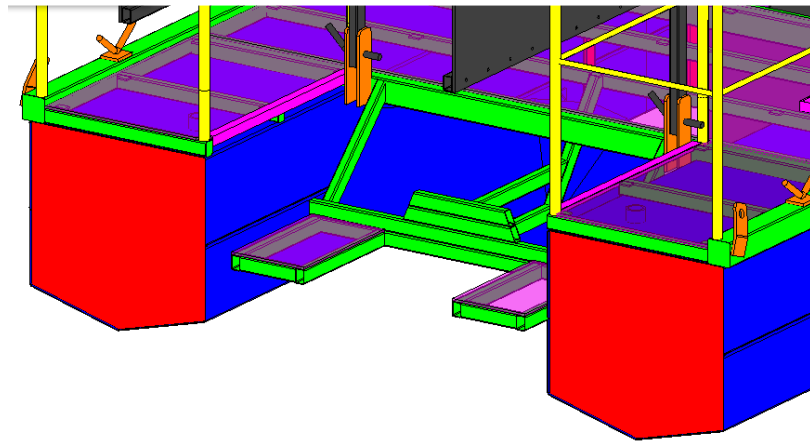
Myöhemmin kuitenkin pohdittiin, että ponttoonien kyljet ovat alttiina törmäyksille, ja lisätuesta ei olisi haittaa. Rakenteen suunnittelua muutettiin niin, että alapuolen profiiliin 45 asteen kulman sijasta molemmissa profiileissa olisikin 90 asteen taivutus, jolloin syntyisi laaja pinta yhteensovittamista varten ja lisäksi pituussuuntainen muoto toisi toivottua lujutta rakenteeseen. Kuvassa 18 tämä rakenne on esitetty oikealla. (Suorsa 2015.)



Kuva 18. Ponttoonin rakenne

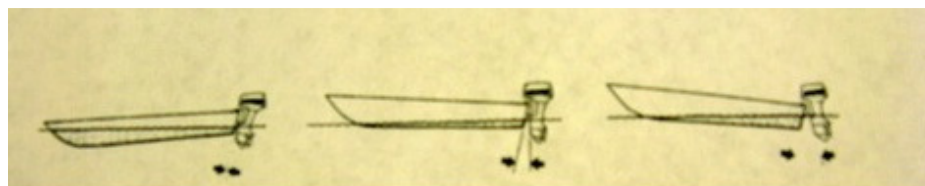
## 7.2 Toiminnallisten ratkaisujen muuttaminen

Lautan voimalaitteena toimiva perämoottori on kiinnitetty moottoritasossa olevaan perälautaan. Prototyypissä perälauta on valmistettu hitsaamalla 60x40 mm:n RHS-putkia päällekkäin. Perälaudan asento on pystysuora, mikä on valmistusta ajatellen tehokkain ratkaisu (19).



Kuva 19. Perälauta

Perämoottorin kiinnikkeet on kuitenkin suunniteltu sopimaan tavallisten veneiden perälautoihin, jotka ovat tavallisesti kallistettuja. Tämä kallistuksen puuttuminen aiheuttaa sen, että moottorin kiinnikkeen säätövara ei riitä moottorin oikeaoppiseen asentamiseen, vaan moottori on ääriasennossaankin etukenossa. Ollessaan tällaisessa asennossa moottori kyllä toimii ja liikuttaa lautaa, mutta potkurivirran suunta on sellainen, että moottorin koko työntövoimaa ei saada hyödynnettyä. Moottorin kulman vaikutus vesikulkuneuvon kulkuun on esitetty kuvassa 20.



Liian pieni kulma:  
keula sukeltaa

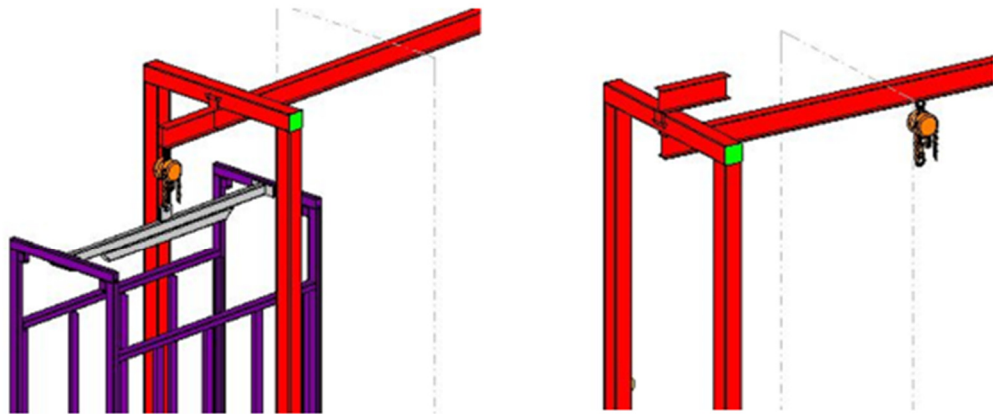
Sopiva kulma:  
paras suorituskyky

Liian suuri kulma:  
perä uppoaa

Kuva 20. Moottorin asennon vaikutus (SailboatsToGo 2016)



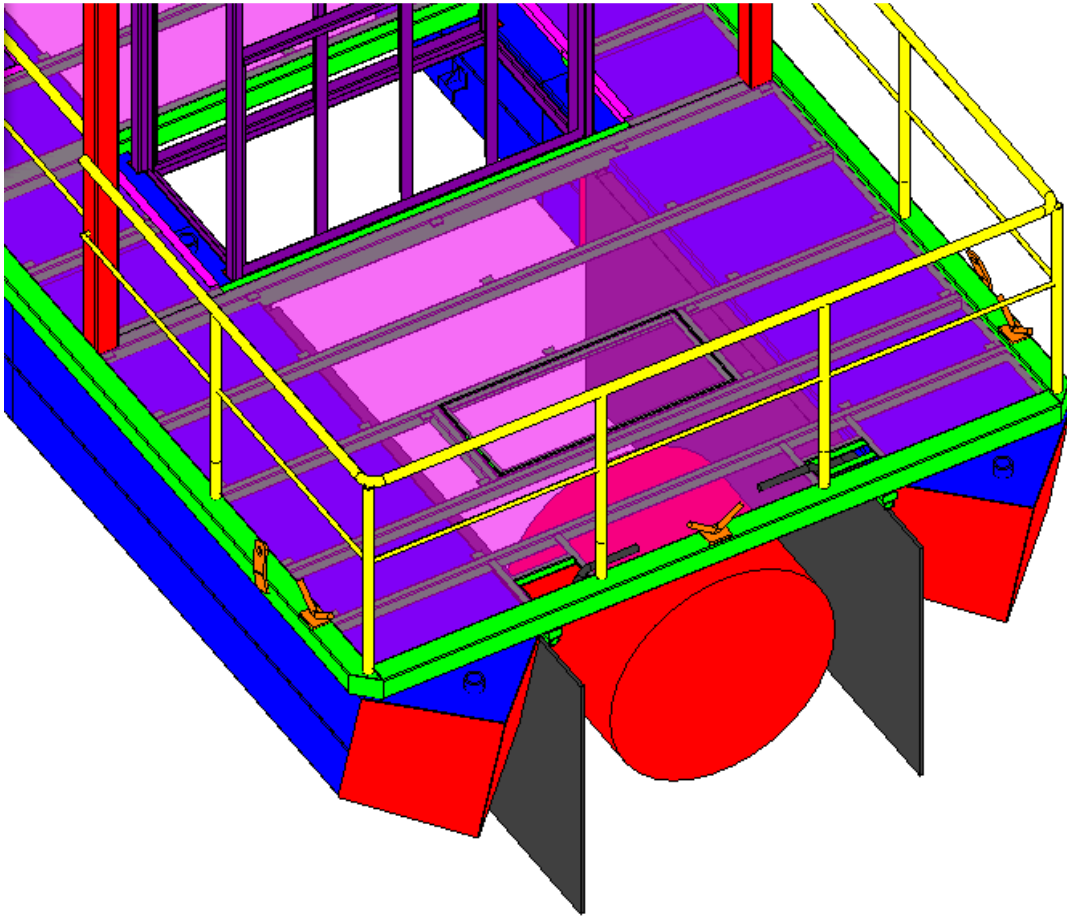
Mertojen liikuttelua varten ideoitiin sillan I-palkkiin jatkopalat, joilla nostovaunun liikerataa saataisiin jatkettua lautan ulkopuolelle (Kuva 21). Jatkopalat olisi sara-noitu yläpuolelta niin, että ne saataisiin taitettua varsinaisen palkin päälle ilman, että lautan leveys suurentuisi. Kuvassa Kuva 21 vasemmalla jatkopala on esitetty ala-asennossa ja oikealla ylä- eli kuljetusasennossa.



Kuva 21. I-palkin jatkopala

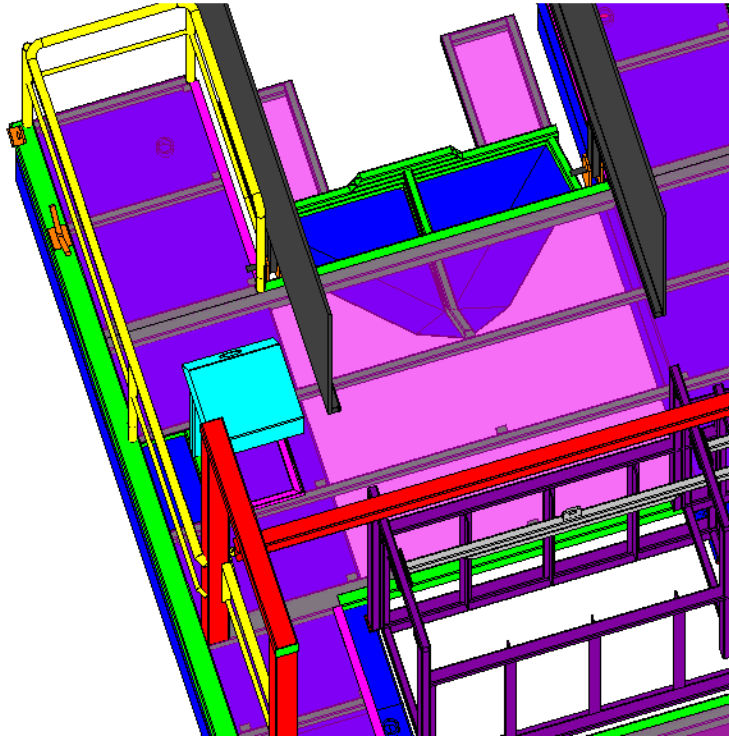
### 7.3 Asiakkaan toiveet ja kokemukset

Keminmaan Nahkiaisennyttäjäien edustajan Juha Mäkimartin mukaan lautta on toiminut koepyyntissä hyvin. Lauta ei kuitenkaan päässyt ensimmäisen pyynti-kauden aikana näyttämään todellista kykyään virtausten voimakkuuden takia. Lautan todellinen etu käytössä ovat paikat, joissa on vähän virtausta. Lauttaan voidaan asentaa erillinen virrankehitin muodostamaan nahkiaisia houkutteleva keinotekoinen virtapaikka. Virrankehitin on luonnosteltu kuvaan Kuva 22 punaisena lieriönä. (Mäkimartti 2016)



Kuva 22. Virrankehittimen sijainti

Koekäytössä ilmeni, että virranohjaimien rakenne ei ole riittävän tukeva. Erityisesti vanerien todettiin olevan alttiita vesivirran aiheuttamalle taivutukselle. Kehitysehdotuksena on esitetty ohjainten tukevampi rakenne, jonka johdosta niiden nosto ja lasku olisi toteutettava esimerkiksi hydraulikalla. Toinen ongelma virranohjaimissa ovat takaohjaimet, jotka ylös nostettuna ovat käyttäjän tiellä. Kuvasta 23 käy ilmi pieni välimatka ohjauspulpetin ja takaohjaimen välissä. Kuvassa 23 turkoosi osa on ohjauspulpetti ja tummanharmaat osat virranohjaimia. (Mäkimartti 2016.)



Kuva 23. Kulku ohjauspaikalle

## 8 3D-MALLI JA PIIRUSTUKSET

Lautan mallinnus tehtiin käyttäen Bentley MicroStation v8i -CAD-ohjelmistoa. Valmistuspiirustukset laadittiin pääosin samalla ohjelmistolla, mutta levykuvien laatimiseen käytettiin Autodesk Inventor -CAD-ohjelmistoa.

### 8.1 MicroStation v8i

MicroStation CAD-ohjelma julkaistiin 1986 Yhdysvalloissa. Ohjelman on kehittänyt Bentley Systems Inc. ja kehitys jatkuu edelleen. Ohjelma perustuu IGDS-nimiseen CAD-ohjelmaan, jonka on kehittänyt amerikkalainen Intergraph-yhtiö 1980-luvun alussa. MicroStation on monipuolinen 2D- ja 3D-ohjelmisto, joka toimii Microsoft Windows-ympäristössä. Ohjelma sisältää 2D- ja 3D –ominaisuuksien lisäksi hyvät visualisointiominaisuudet. (Econocap Engineering Oy 2008.)

MicroStation tukee seuraavia vektoritiedostomuotoja:

- MicroStation .DGN
- AutoCAD .DWG
- AutoCAD .DXF
- IGES
- Parasolids
- ACIS Sat
- Step AP203/214
- SketchUp
- CGM.

Lisäksi MicroStation tukee lukuisia rasteritiedostomuotoja. (Econocap Engineering Oy 2008.)

Tässä työssä tehty 3D-malli on MicroStationin omassa .DGN-formaatissa. Tämä tiedosto sisältää sekä täydellisen kokoonpanon että osakokoonpanot osakuviin. Lisäksi tiedosto sisältää osien ja kokoonpanojen valmistuspiirustukset, jotka tulostetaan myös Adobe pdf -tiedostoiksi, joita on mahdollista tarkastella myös sellaisilta laitteilta, joissa MicroStation -ohjelmaa ei ole.

## 8.2 Autodesk Inventor

Särmättyjen levyosien piirustusten tekoon käytettiin Autodesk Inventor Professional 2014 -ohjelmaa, jossa on kyseisten osien luontiin valmis osaohjelma. Osa mallinnettiin Sheet Metal -osaksi, jolloin Inventor laskee automaattisesti esimerkiksi taivutussäteet ja materiaalin mittojen muutokset särmäyksessä. Inventor käyttää laskennassaan tarkkoja materiaaliveikkoja ja kaavoja, joiden käyttäminen käsinlaskennassa ei välttämättä olisi tarkoituksenmukaista. Käytettäessä Inventorin omaa tarkkaa laskentaa levyaihio voidaan valmistaa niin, että valmiin särmätyn osan mitat ovat juuri oikein. Näin osien yhteensovittaminen käy helposti.

## 8.3 Prototyypin mittaaminen ja mallintaminen

Lautan prototyypin mittaamiseen käytettiin tavallisia konepajan mittavälineitä, rulamittaa, työntömittaa ja asteviivainta. Nämä mittavälineet katsottiin riittäviksi mittaustarkkuutta ajatellen. Niiden myös katsottiin olevan nopein tapa saada mitat todennettua. Lautan prototyypin mitat on valittu mahdollisimman ”helpoiksi”, jotta valmistusvaiheessa säästettäisiin aikaa ja mahdollisuus sekaannuksiin vältettäisiin. Epäselvissä tapauksissa oli helppo kääntyä lautan rakentajan puoleen tämän työskennellessä samassa yrityksessä.

## 8.4 3D-mallin päivittäminen kehityskohteiden mukaiseksi

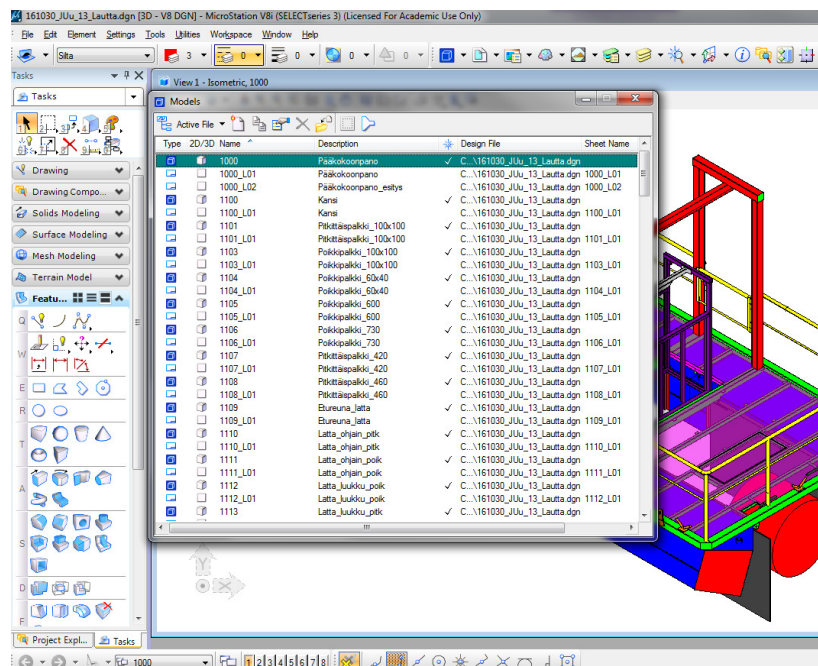
3D-malli suunniteltiin prototyypin pohjalta lähestulkoon suoraan mittausten perusteella. Kuitenkin jo mittausten ja mallinnuksen aikana nousi esiin kehityskohteita. Vanhojen ratkaisujen säilyttämistä ei katsottu aiheelliseksi, joten nämä ke-

hityskohteet mallinnettiin suoraan 3D-malliin. Muutokset on kuitenkin otettu mukaan tähän raporttiin sen vuoksi, että seikat, joiden vuoksi muutokset on tehty niin kuin ovat, tulisivat selväksi. Muutoskohteet on selitetty kohdissa 7.1...7.3.

## 8.5 Valmistuspiirustukset

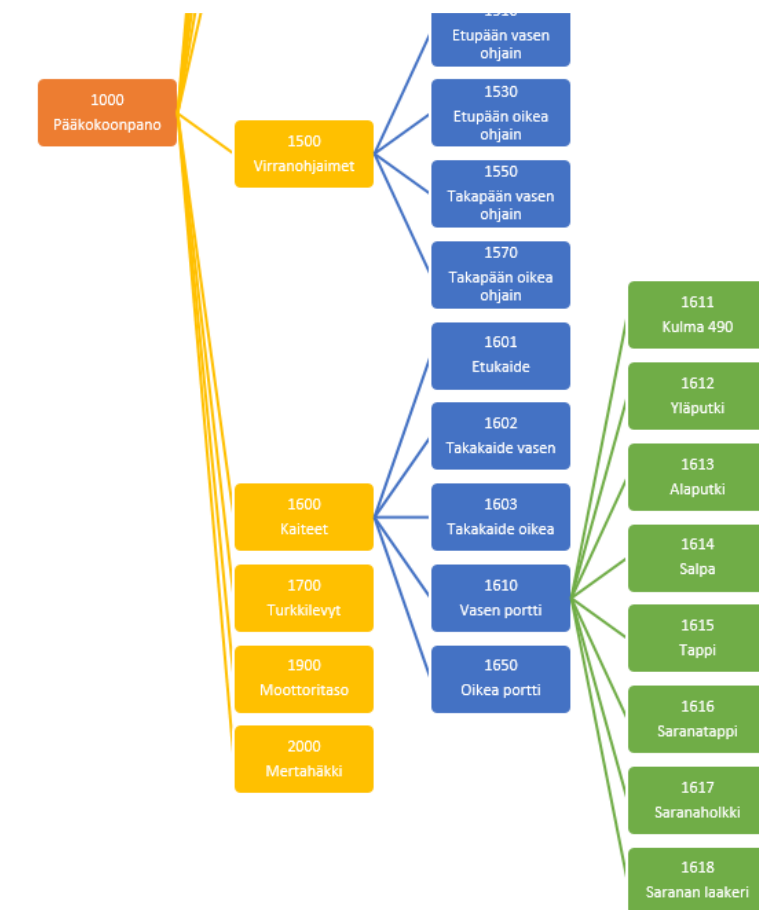
MicroStation sisältää hyvät työkalut SFS-ISO -standardien mukaisen piirustuksen luomiseen, joten se oli luonteva valinta piirustustyökaluksi. Piirustuksen eri osat, kuten arkit, osaluettelot, leikkaustunnukset ym. voidaan tallentaa soluiksi (cell), jotka edelleen voidaan tuoda piirustukseen elementteinä. Näin pystytään luomaan kirjasto kaikille piirustuksissa tarvittaville elementeille, eikä jokaista elementtiä tarvitse piirtää tai kopioida jokaiseen kuvaan erikseen.

MicroStationin tiedostorakenne on sellainen, että jokainen malliin liittyvä osa ja piirustus (soluja lukuun ottamatta) tallennetaan samaan tiedostoon. Näin ollen käyttäjän ei tarvitse itse luoda tiedostorakenteita käyttöjärjestelmän työkaluilla, vaan osien, osakokoonpanojen ja piirustusten selaaminen tapahtuu samassa ohjelmassa Models-valikon kautta (Kuva 24). Valikossa näkyy osan nimi ja kuvaus sekä muita tietoja, kuten osan tyyppi (2D tai 3D).



Kuva 24. Models-valikko

Piirustusten ja 3D-kuvien nimet kulkevat käsi kädessä. Pääkokoonpanolla, jokaisella osakokoonpanolla, osalla ja piirustuksella on oma nelinumeroinen nimensä. Numero toimii samalla piirustusnumerona. Kuvassa Kuva 25 on esitetty osahierarkia osittain. Kuvasta Kuva 25 käy myös ilmi numerointijärjestelmä.



Kuva 25. Kuvahierarkian esimerkki

Kunkin kuvan nimen muodostaa selkokiehisen nimen lisäksi neljästä numerosta muodostuva tunnus. Numerointijärjestelmä on hierarkinen: tunnuksen ensimmäinen numero on ylin taso, toinen siitä alempi jne. Ylimmän tason (kuvassa Kuva 25 punainen) kuvia on yksi, pääkokoonpano, jonka tunnus on 1000. Tähän kuvaan on tuotu kaikki mallin osat pääosin osakokoonpanojen muodossa. Viimeinen numero, joissain tapauksissa kaksi viimeistä numeroa, ovat osatason (kuvassa Kuva 25 vihreä) numeroita, esimerkiksi 1615. Osakokoonpanotason (kuvassa Kuva 25 sininen) muodostaa tunnuksen toinen numero. Esimerkiksi Kaiheet-osakokoonpanon numero on 1600, ja sen alla ovat osat numerosta 1601 alkaen.

Joissain osakokoonpanoissa on alakokoonpanoja, jolloin niille on annettu numero kolmannelta tasolta; esimerkiksi Kaiteet-osakokoonpanossa (1600) on sekä osia että alakokoonpanoja. Suoraan Kaiteet-osakokoonpanoon liittyvät osat on nimetty 1601...1604 ja saman osakokoonpanon alla olevat alakokoonpanot 1610 ja 1650 (kuvan Kuva 25 sininen taso). Näiden alakokoonpanojen alla olevat osat on puolestaan nimetty esimerkiksi 1613 (kuvan Kuva 25 vihreä taso). Sama osa voi tuki liittyä useampaan kuin yhteen kokoonpanoon, jolloin sille annettu nimi tietysti säilyy kaikissa kuvissa. Kaikista kuvassa Kuva 25 esiintyvistä osakokoonpanoista ei ole laadittu erillistä osakokoonpanopiirustusta, mutta tunnuksset on kuitenkin selvyyden vuoksi esitetty kaavioissa. Osien ja osakokoonpanojen numerot ja selitteet ovat kokonaisuudessaan liitteessä 1.



## 9 VAIHTOEHTOISET MATERIAALIT JA VALMISTUSMENETELMÄT

Tässä luvussa tutkitaan pintapuolisesti vaihtoehtoisia materiaaleja, jotka sopisivat pyyntilautan valmistukseen. Lautan materiaaleilta tärkeimmät vaadittavat mekaaniset ominaisuudet ovat lujuus sekä korroosionkesto. Materiaalin valintaan vaikuttavat lisäksi hinta, saatavuus ja valmistettavuus.

### 9.1 Ruostumaton teräs

Tavalliseen rakenneteräkseen verrattuna ruostumattoman teräksen selkein etu on sen korroosionkestävyys. Ruostumattomasta teräksestä valmistettua lauttaa ei välttämättä tarvitsisi pintakäsittellä, joten maalauksesta aiheutuvat kustannukset jäisivät pois. Lautan käyttöikä olisi selvästi pidempi kuin jos materiaalina olisi rakenneteräs.

Ruostumattoman teräksen hinta rakenneteräkseen verrattuna on noin viisinkertainen (Valtanen 2008, 1006, 1045, 1049), mikä nostaisi lautan valmistuskustannuksia merkittävästi. Ruostumattoman yleisteräksen (1.4301) myötölujuus on pienempi (SFS-EN 10088-2, 40) kuin rakenneteräksen (S355) (SFS-EN 10025-2, 42), joten ainevahvuutta tulisi kasvattaa. Näin myös rakenteen paino kasvaisi ruostumatonta terästä käytettäessä.

### 9.2 Alumiini

Alumiinin selkeimmät edut pyyntilautan materiaalina ovat keveys ja taipumus muodostaa korroosiolta suojaava oksidikalvo pinnalleen (Lepola & Makkonen 2004, 108). Alumiinin käyttöä rajoittaa kuitenkin sen korkea hinta: alumiinin kilohinta verrattuna rakenneteräksen kilohintaan on viisin-kuusinkertainen (Valtanen 2008, 1006, 1045, 1108). Lisäksi ainevahvuuksien tulisi olla huomattavasti suurempia kuin teräksen tapauksessa, ja mahdollisesti olisi syytä lisätä rakenteeseen jäykisteitä.

### 9.3 Muut materiaalit

Metallimateriaalien lisäksi vesikulkuneuvojen materiaaleina käytetään mm. lasikuitulujitemuovia ja uudempana materiaalina vesikulkuneuvokäytössä korkean molekyyli­massan polyeteeniä (HMWPE) (Angel Trading Oy 2015). Ammattivene­ohjeiston säännöt pätevät teräkselle, alumiinille ja lujitemuoville. Muiden materiaalien käyttö ei ole kielletty, mutta niiden käytöstä tulee sopia TraFin kanssa. (VTT Expert Services Oy 2016, 18.)

## 10 KUSTANNUKSET

Tässä luvussa käsitellään lautan valmistukseen ja käyttöön liittyviä kustannuslajeja. Tarkkoja laskelmia kustannuksista ei tätä työtä tehtäessä ole saatavilla.

### 10.1 Valmistuskustannukset

Projektinohjauksen näkökulmasta lautta on osaksi toimitusprojekti, jolla on asiakas ja kiinteä toimitushinta, ja osaksi laskutustyö, jossa asiakasta veloitetaan projektiin käytettyjen työtuntien mukaan. Sopimukset muodostuvat aina kahdesta perustyyppistä: kokonaisurakasta ja laskutustyöstä. (Pelin 2004, 157, 160.)

Lauttaa tilattaessa sovittiin, että lautta valmistetaan osin kiinteähintaisena urakana ja osin tuntiperusteisena laskutustyönä. Lautan rungon ja perusrakenteen osalta oli sovittu urakka ja varustelun, esimerkiksi moottorin asennuksen ja mer-tojen osalta, tuntiperusteinen laskutus. (Suorsa 2016.)

Kuvassa Kuva 26 on esimerkki toimitusprojektissa sovittun hinnan muodostumisesta.



Kuva 26. Projektin sopimushinta (Pelin 2004)

Laskutustyönä tehtävässä projektissa toimittaja laskee ja raportoi tehdyt tunnit tilaajalle. Tunnit veloitetaan ennalta sovitun tuntihinnan mukaisesti. Tällöin toimittajan voitto on vähäinen, mutta riskiä ei ole. (Pelin 2004, 161.)

Hitsauskustannusten laskemiseen on saatavana tarkat kaavat. Hitsauskustannukset muodostuvat seuraavista asioista:

- työkustannukset: hitsaajat
- ainekustannukset: lisääaineet, suojakaasut ja hitsausjauheet
- konekustannukset: hitsauskoneet ja niiden kunnossapito
- energiakustannukset: hitsauskoneen kuluttama sähköenergia.

(ESAB 2006, 8.)

Hitsauskustannuksiin ei yleensä oteta huomioon hitsaustyöhön liittyviä muita työvaiheita ja materiaaleja, kuten raaka-aineita, levyjen leikkausta, railojen tekoa,

mahdollisia lämpökäsittelyjä ja esikuumennusta, tarkastuksia tai korjauksia. (ESAB 2006, 8)

## 10.2 Käyttökustannukset

Käytönaikaiset kustannukset jakaantuvat kahteen ryhmään: kiinteisiin ja vaihteleviin kuluihin. Kiinteitä kustannuksia ovat mm.:

- viranomaismaksut, kuten määräaikaikatsastukset
- vakuutusmaksut
- nosto- ja laskukulut
- säilytyskustannukset

Vaihtelevista kustannuksista voidaan mainita ainakin polttoainekulut, varusteiden uusiminen, korjauskustannukset ja mahdollisen miehistön palkat.

## 11 MYYNTI JA MARKKINOINTI

Useamman lautan valmistuksen toteutuessa olisi lautoille luonnollisesti löydettävä ostajia. Nahkiaisennynti on alana melko pieni, mutta senkin puitteissa lautta kohtaan on herännyt kiinnostusta.

### 11.1 Markkinointi nahkiaisennyntiin

Nahkiaisennyntilautta on herättänyt kiinnostusta ainakin Oulujoen nahkiaisennyntäjäissä. Kyseessä olisi samankaltainen käyttö pyyntipaikkojen etsimiseen kuin Kemijoella. (Mäkimartti 2016) Nahkiaisennyntiä harjoitetaan ainakin Pohjois-Ruotsissa, Suomen rannikon joissa ja Itämeren rannikolla Virossa, Latviassa, Liettuassa ja Puolassa. (Nahkiainen ennen, nyt ja tulevaisuudessa -hanke 2013, 9) Näin ollen markkinointimahdollisuuksia myös ulkomaille lienee kannattavaa selvittää.

### 11.2 Markkinointi muuhun käyttöön

Toinen vaihtoehto saada lauttoja kaupaksi on tehdä lautasta asiakkaalle räätälöity versio. Lautassa olisi asiakkaan toivomusten mukaiset varusteet siihen tehtävään, mihin asiakas tulisi lauttaa käyttämään. Sellaisenaan tai hyvin pienillä muutoksilla lautta sopisi muiden kalalajien, kuten siian tai lohen kalastukseen. (Mäkimartti 2016). Tukevan rakenteensa ja vakaan muotonsa ansiosta lautta sopisi myös moneen muuhun nostamista vaativaan työhön. Kuvassa Kuva 27 lautta käytetään hitsaustyöhön paikassa, jossa lautta työalustana on omiaan.



Kuva 27. Lautan käyttö hitsaustyössä (Mäkimartti 2016)

## 12 POHDINTA

Alettaessa suunnitella vesikulkuneuvoa ammattikäyttöön on suunnittelutyössä otettava huomioon monenlaisia, suureksi osaksi lain vaatimia seikkoja. Lain silmissä nahkiaisennyntilautta on vesikulkuneuvo, kalastusalus ja ammattivene, ja täten sitä koskevat vastaavat lait ja säädökset. Näitä sääntöjä lautan suunnittelijan on työssään noudatettava.

Lautan rakentaminen ei välttämättä ole osaavalle metallipajalle kovinkaan vaativa työ, mutta sen rakentaminen *vaatimusten mukaiseksi* on asia, joka vaatii merenkulkualan tuntemusta ja laajempaa perehtymistä aiheeseen ja sitä koskevaan säännöstyöhön. Lautta ei ole vain kelluva teräs rakenne, vaan laite, jonka suunnittelua ja käyttöä valvotaan tarkoin.

Työn tuloksena syntyivät 3D-malli lautasta sekä sen pohjalta laaditut valmistuspiirustukset, kuten myös katsaus voimassa olevasta lainsäädännöstä lauttaan liittyen. Työ luo hyvän pohjan lauttojen valmistuksen aloittamiselle ainakin teknisesti osaltaan.

Työssä tutkittiin lisäksi vaihtoehtoisia materiaaleja ja valmistusmenetelmiä, joita vastaavaan käyttöön suunniteltavaan lauttaan voitaisiin soveltaa. Hitsattu teräs rakenne todettiin edelleen sopivimmaksi rakenteeksi, mutta muitakaan materiaaleja tai valmistusmenetelmiä ei suljettu pois. Kustannuksiin sekä myyntiin ja markkinointiin liittyviä asioita pohdittiin suppeasti, koska työn pääpaino oli lautan rakenteen ja teknisten seikkojen suunnittelussa.



## LÄHTEET

Angel Trading Oy 2015. Angel Design - Boats and Airboats for the true professional. Viitattu 29.11.2016. <http://www.angeltrading.com/>.

Ansaharju, T. 2009. Koneenasennus ja kunnossapito. Helsinki: WSOY.

Econocap Engineering Oy 2008. MicroStation XM Edition, 2D-peruskurssi.

ESAB Oy 2006. Hitsausuutiset 1/2006. Helsinki: ESAB.

Hiltunen, E., Tolonen, R., Kaski, O. & Oikarinen, J. 2013. Nahkiainen: Perämeri, Tornio-Kokkola alue. Ii: Nahkiainen ennen, nyt ja tulevaisuudessa -hanke.

Ionix Oy 2016. MIG/MAG-hitsaus. Viitattu 28.11.2016. <http://www.ionix.fi/fi/teknologia/kaarihitsaus/migmag-hitsaus/>.

Jokinen, I., Kuusela, A. & Nikkari, T. 2001. Metallituotteiden maalaus. Jyväskylä: Opetushallitus.

Kurtto, A., Laine, L., Parkkinen, S. & Varjo, M. 1987. Suomalaisen luonto-opas. Helsinki: Tammi.

Laki merellä toimivien kalastus- ja vesiviljelyalusten rekisteröinnistä 690/2010

Laki vesikulkuneuvorekisteristä 424/2014

Lepola, P. & Makkonen, M. 2008. Hitsaustekniikat ja teräsrakenteet. Helsinki: WSOY.

Metsäteollisuus Ry 2005. Vanerikäsikirja. Lahti: Metsäteollisuus Ry.

Mäkimartti, M. 2016. Keminmaan Nahkiaisennyttäjäjä. Haastattelu 18.11.2016.

Pelin, R. 2004. Projektihallinnan käsikirja. Jyväskylä: Projektijohtaminen Oy Risto Pelin.

Puukeidas 2016. Filmivaneri/viira 15x1250x1500 I-laatu: esittely. Viitattu 20.11.2016. <http://www.puukeidas.fi/kemi/filmivaneri-viira-15x1250x2500-i-laatu>.

SailboatsToGo 2016. Effect of Trim Angle When Mounting an Outboard Motor. Viitattu 29.11.2016. [https://www.sailboatstogo.com/content/Outboard\\_Motor\\_Trim\\_Angle](https://www.sailboatstogo.com/content/Outboard_Motor_Trim_Angle).

SFS-EN 10025-2 2004. Kuumavalssatut rakenneteräkset: Osa 2. Seostamattomat rakenneteräkset. Tekniset toimitusehdot. Helsinki: SFS.

SFS-EN 10088-2 2014. Ruostumattomat teräkset: Osa 2. Yleiseen käyttöön tarkoitettut korroosionkestävät levyt ja nauhat. Tekniset toimitusehdot. Helsinki: SFS.

SFS-EN 10242 1995. Threaded pipe fitting in malleable cast iron. Helsinki: SFS.

Suorsa, M. 2015. Myllyniemen Veneranta Oy. Toimitusjohtajan haastattelu 2015.

Suorsa, T. 2016. Lautan rakentajan haastattelu 2016.

Tammet Oy 2016. Levyverkot, tekninen esite.

Tikkurila Oyj 2014. Temadur 50, tuoteseloste. Viitattu 5.12.2016. [http://www.tikkurila.fi/teollinen\\_maalaus/tuotteet/temadur\\_50#tuoteseloste](http://www.tikkurila.fi/teollinen_maalaus/tuotteet/temadur_50#tuoteseloste)

Tunturi, P. & Tunturi, P. 1999. Metallien pinnoitteet ja pintakäsittelyt. Helsinki: MET.

Ulrich, K. & Eppinger, S. 2008. Product design and development. New York: McGraw-Hill/Irwin.

Valtanen, E. 2008. Tekniikan taulukkokirja, 16. painos. Jyväskylä: Genesis-kirjat Oy.

Vesiliikenneasetus 124/1997

VTT Expert Services Oy 2016. Liikenteen turvallisuusviraston väliaikaiset ohjeet ammattiveneille: Versio 2016.1.

## LIITTEET

Liite 1. Luettelo CAD-tiedoston modeleista

## Liite 1. Luettelo CAD-tiedoston modeleista 1(4)

<b>Name</b>	<b>Description</b>
1100	Kansi
1101	Pitkittäispalkki
1102	(tyhjä)
1103	Poikkipalkki_100x100
1104	Poikkipalkki_60x40
1105	Poikkipalkki_600
1106	Poikkipalkki_730
1107	Pitkittäispalkki_420
1108	Pitkittäispalkki_460
1109	Etureuna_latta
1110	Latta_ohjain_pitk
1111	Latta_ohjain_poik
1112	Latta_luukku_poik
1113	Latta_luukku_pitk
1114	Turkin kiinnityslevy
1115	Päätylappu_60x40
1116	Päätylappu_100x100
1117	Päätylappu_100x100_vino
1118	Holkki
1119	Holkki_koroke
1201	Keulalevy
1202	Laipio
1203	Kaulus
1204	Kisko
1210	Vasen_ponttooni
1211	Ylälevy_etu_vasen
1212	Ylälevy_taka_vasen
1213	Alalevy_etu_vasen
1214	Alalevy_taka_vasen
1250	Oikea_ponttooni
1251	Ylälevy_etu_oikea
1252	Ylälevy_taka_oikea
1253	Alalevy_etu_oikea
1254	Alalevy_taka_oikea
1300	Silta
1301	Pystypalkki
1302	Vaakapalkki
1303	I-palkki
1304	Talja

## Liite 1. Luettelo CAD-tiedoston modeleista 2(4)

- 1305 Lukkopala
- 1310 Nostovaunu
- 1311 Sakkeli (Standard Shackle No 835, Gunnebo d=74)
- 1312 Rulla
- 1313 Rullan\_tappi
- 1314 Lukkorengas
  
- 1350 Nostopalkki
- 1351 Yläputkipalkki
- 1352 Alaputkipalkki
- 1353 Kynsi
- 1354 Nostolenkki
- 1355 Päätylappu\_60x40\_vino
  
- 1400 Pulpetti
- 1401 Jalka
- 1402 Taso
- 1403 Sivulevy
  
- 1500 Virranohjaimet
- 1501 Vaneri\_etu
- 1502 Kulma
- 1503 Tanko\_30
- 1504 Vaneri\_taka
- 1505 Vaakapalkki\_taka
- 1506 Pystypalkki\_taka
- 1507 Sokkatappi
  
- 1510 Etupään vasen ohjain
- 1511 Vipu (samanlainen molemmilla puolilla)
- 1512 Jatkoputki
  
- 1530 Etupään oikea ohjain
- 1531 (Vipu oikea, ei tarpeellinen)
  
- 1550 Takapään vasen ohjain
  
- 1570 Takapään oikea ohjain

## Liite 1. Luettelo CAD-tiedoston modeleista 3(4)

- 1600 Kaiteet
- 1601 Etukaide
- 1602 Takakaide\_vas
- 1603 Takakaide\_oik
  
- 1610 Vasen portti
- 1611 Kulma\_490
- 1612 Yläputki
- 1613 Alaputki
- 1614 Salpa
- 1615 Tappi
- 1616 Saranatappi
- 1617 Saranaholkki (Silta-kokoonpanossa)
- 1618 Saranan laakeri
  
- 1650 Oikea portti
  
- 1700 Turkkilevyt
- 1701 Etukansi
- 1702 Välikansi
- 1703 Takakansi\_vas
- 1704 Takakansi\_oik
- 1705 Uimataso
  
- 1800 Kiinnittimet
- 1810 Knaapit
- 1820 Köysisilmukat
  
- 1900 Moottoritaso
- 1901 Poikkipalkki
- 1902 Uimataso\_pitk
- 1903 Uimataso\_poik
- 1904 Sivupalkki
- 1905 Etupalkki
- 1906 Keskipalkki\_ylä
- 1907 Keskipalkki\_ala
- 1908 Perälauta\_ylä
- 1909 Perälauta\_ala
- 1910 Etulevy

## Liite 1. Luettelo CAD-tiedoston modeleista 4(4)

1911 Sivulevy

1912 Pohjalevy

2000 Mertahäkki

2001 Pystypalkki\_häkki

2002 Vaakapalkki\_häkki

2003 Pitkittäispalkki\_häkki

2004 Pitkittäiskulma\_häkki

2005 Pystykulma\_häkki

2006 T-palkki

2007 Pohjalatta

2008 Putki\_45

2050 Merta

Kiinnitys-tason osat kansi-osakokoonpanossa. 98 mallia(28.3.2016)

96 osaa, 15 osakokoonpanoa (19.4.2016)