

Vesa Heikki Kytölä

# Tyypillisen matkustaja-aluksen ohjaamon huoltotason suunnitteluprosessi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tietotekniikan koulutusohjelma

Insinööriytyö

24.11.2016

|   |  |
|---|--|
| <p>Tekijä<br/>Otsikko</p> <p>Sivumäärä<br/>Aika</p>   | <p>Vesa Heikki Kytölä<br/>Tyypillisen matkustaja-aluksen ohjaamon huoltototason suunnitteluprosessi</p> <p>44 sivua<br/>24.11.2016</p> |
| <p>Tutkinto</p>   | <p>Insinööri (AMK)</p>   |
| <p>Koulutusohjelma</p>  | <p>Tietotekniikka</p>  |
| <p>Ohjaajat</p>   | <p>Joona Knuuti, insinööri<br/>Timo Leinonen, yliopettaja</p>  |
| <p>Insinööriyön tarkoituksena oli laatia dokumenttina suunnitteluohjeet tyypillisen matkustaja-aluksen ohjaamon ulkopuolisen huoltotason valmistussuunnitteluprosessille.</p> <p>Yksityiskohtainen työn kuvaus tehtiin kolmessa osassa. Dokumentoinnissa aloitettiin lähtötietojen keruusta telakan Kronodoc-dokumenttienhallintajärjestelmässä ja kuvattiin yksityiskohtaisesti rakenteen mallintaminen laivan 3D-malliin Cadmatic-ohjelmistolla, esitettiin AutoCADilla tehdyt asennus- ja valmistuspiirustusten mallit ja materiaalivaraustietojen teko MARS-ohjelmalla.</p> <p>Ohjeistus laadittiin dokumentoimalla loppuvuodesta 2015 tehdyn työn vaiheet uudestaan pyrkien samalla optimoimaan suunnittelutyön tehokkuus.</p> <p>Suunnitteluohjeet ja referenssimateriaali tehtiin yrityksen palvelimelle dokumenttikansioon.</p> <p>Dokumenttia voidaan jatkossa käyttää lähtötietona vastaavanlaisissa suunnittelutöissä ja erityisesti apuna aloittelevalla suunnittelijalla. Ajansäästön ja laadun parantumisen työn tavoitteena voi katsoa silloin toteutuvan. Dokumenttia voidaan vapaasti myös päivittää tarvittaessa.</p> |  |
| <p>Avainsanat</p>   | <p>valmistussuunnittelu, Cadmatic, 3D-mallinnus, Kronodoc, MARS</p>  |

|  |  |
|--|--|
| Author<br>Title  | Vesa Heikki Kytölä<br>Designing process of a service platform of a typical passenger vessel wheelhouse |
| Number of Pages<br>Date  | 44 pages<br>24 November 2016   |
| Degree   | Bachelor of Engineering  |
| Degree Program   | Information Technology   |
| Instructors  | Joona Knuuti, B.Sc<br>Timo Leinonen, Principal Lecturer  |
| <p>The purpose of this final year project was to produce a document with instructions for a detailed design process of the structure of a service platform outside the wheelhouse of a typical passenger ship.</p> <p>A detailed description of the design work was done in three parts. The work began by gathering basic information in the shipyard's Kronodoc system for managing documents. Then the description of 3D modelling of the structure of the service platform with a program called Cadmatic. Finally, the model assembly and manufacturing drawings made with AutoCAD were presented and material lists compiled with MARS-program.</p> <p>The document was produced by going through again the work which was done in late 2015 and by documenting the different phases and trying to make the designing work as efficient as possible.</p> <p>A full description of the designing work and all reference material can be found on the company server.</p> <p>The document can be used in the future as a basis for similar kind of designing work and especially as instructive help for a beginning designer. If used so, then work hours can be saved and better quality can be achieved as the goals set for this final year project may be considered to be achieved. The instructions are also free to be updated if necessary.</p> |  |
| Keywords   | detail design, Cadmatic, 3D modelling, Kronodoc, MARS  |

# Sisällys

## Lyhenteet ja termit

|  |    |
|--|----|
| 1 Johdanto   | 1  |
| 2 Työhön liittyvät yritykset                             | 3  |
| 2.1 Elomatic   | 3  |
| 2.2 Cadmatic   | 4  |
| 2.3 Meyer Turun telakka                                  | 4  |
| 3 Tallink Megastar -matkustaja-autolautta                | 5  |
| 4 Valmistussuunnittelu laivansuunnitteluprosessin osana  | 6  |
| 5 Cadmatic-ohjelmistokokonaisuus                         | 9  |
| 5.1 Cadmatic-ohjelmiston rakenne                         | 9  |
| 5.2 Cadmatic-projektin rakenne                           |    |
| 6 Muut suunnittelutyöhön liittyvät ohjelmistot           | 14 |
| 6.1 Kronodoc-ohjelmisto                                  | 14 |
| 6.2 MARS-ohjelmisto                                      | 14 |
| 7 Lähtötiedot huoltotason suunnittelulle                 | 15 |
| 8 Huoltotason 3D-mallinnus vaiheittain                   | 16 |
| 8.1 Alustavia ohjeita mallintamiseen Cadmatic-ohjelmalla | 16 |
| 8.2 Valmis malli ja geometrian lähtötiedot               | 18 |
| 8.3 Ritiätason alustava mallinnus                        | 20 |
| 8.4 Kulmaprofiilikehikon mallinnus                       | 23 |
| 8.5 Konsoli-kaidetuki -elementin mallinnus               | 26 |
| 8.6 Vinon leikkauskuvannon luonti                        | 29 |
| 8.7 Kaidetankojen mallinnus                              | 33 |
| 8.8 Ritiätason mallinnus yksityiskohdiltaan tarkemmaksi  | 38 |
| 8.9 Rakenteiden kopiointi peilikuvana                    | 39 |
| 8.10 Leikkauskuvantojen siirto työkuvien pohjiksi        | 40 |

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 9 Valmistussuunnitteluaineiston teko | 41 |
| 10 Yhteenveto ja johtopäätöksiä      | 42 |
| Lähteet                              | 44 |

## Lyhenteet ja käytetyt termit

|             |   |
|-------------|---|
| CL          | Center Line, laivan keskilinja.   |
| PS-puoli    | Laivan keskilinjan vasen puoli katsottuna perästä keulaan päin.                                 |
| SB-puoli    | Laivan keskilinjan oikea puoli katsottuna perästä keulaan päin.                                 |
| Laipio      | Laivan runkorakenteessa seinä, joka on yleensä profiileilla jäykistetty teräs- tai alumiinilevy |
| Rintalaipio | Ohjaamon etupuolen ulkolaipio.  |

## 1 Johdanto

Insinööriyön tarkoitus oli laatia dokumentti kuvaamaan tyypillisen matkustaja-aluksen (matkustaja-autolautta tai risteilijä) ohjaamon ulkopuolisen huoltotason suunnittelun vaiheet. Huoltotaso (voidaan myös käyttää nimitystä hoitotaso) on ohjaamon ympäri sen ulkopuolelle noin ohjaamon kannen korkeudelle sijoitettu työskentelytaso, jolta voidaan turvallisesti ja ilman valjaita huoltaa esimerkiksi ohjaamon ikkunoita, lasinpyyhkijöitä, valonheittäjiä ja muita laitteita.

Dokumentti toimii referenssinä ja ohjeena, joka soveltuu muunkin tyyppisten alusten vastaavaan työhön, mutta matkustaja-aluksen ohjaamorakenne on tyypillisesti geometrialtaan hankalampi mallintamisen kannalta kuin yleensä vähän suoraviivaisemmat tankki- tai rahtialusten ohjaamot, joten se sopii tähän tarkoitukseen hyvin.

Suunnittelutyön vaiheista tehtiin yksityiskohtainen ohjeistus, jonka tarkoitus on nopeuttaa vastaavanlaisia töitä jatkossa pyrkimällä esittämään nopeasti polku pohjatietojen hankintaan, optimaaliseen mallintamiseen ja tuotantoaineiston tekemiseen kaikki ratkaisuihin vaikuttavat tekijät huomioiden. Tarkoitus on myös auttaa suunnittelijaa, jolla ei ehkä ole juuri tällaisesta työstä aiempaa kokemusta (kuten itselläni ei ollut tähän työhön alkaessani). Siten myös toivottavasti vältetään eri vaiheissa mahdollisia virheratkaisuja, jotka aikaansaavat myöhemmin ylimääräistä työtä sekä suunnittelussa että tuotannossa.

Työ pohjautuu loppuvuodesta 2015 Elomatic Engineering & Consulting Oy:n Helsingin toimistolla tekemääni Turun telakan Tallink Megastar-aluksen kansivarustelusuunnitteluprojektin mallinnus- ja valmistussuunnitteluvaiheeseen liittyvään pienehköön, selkeästi rajattuun kokonaisuuteen. Varsinaisesti työni on yleensä ollut laivojen runkorakenteiden 3D-mallinnus ja detaljisuunnittelu sekä valmistuspiirustusten ynnä muun tuotantoaineiston teko, mutta koska sitä työtä ei sillä hetkellä ollut, pääsin mukaan tähän varustelusuunnitteluprojektiin.

Laivamallin teossa käytettiin minulle entuudestaan tuntematonta Cadmatic-ohjelmistoa. Lyhyen peruskurssin jälkeen aloin mallintaa laivan ulkoalueiden kaiteita ja hoitotasoja ja opetella rakenteiden 3D-mallinnusta tämän ohjelmiston Plant Modeller-sovelluksella. Lähinnä etenin itseopiskellen ja kokeilemalla, koska olin tässä projektissa ainoana Hel-

singin toimistossa, kun muu projektin organisaatio oli Turun toimistossa. Projektipäälliköltä sain tarvittavan ohjeistuksen ja apua Turusta lähinnä puhelimitse ja sähköpostitse sekä videoneuvottelujen kautta. Kun siirryin mallintamaan laivan ohjaamon ulkopuolista huoltotasoa, työhöni liitettiin myös sen valmistusaineiston teko. Olen tehnyt tämän oppinäytetyön vuoden 2016 aikana käyden läpi uudestaan kyseisen työn vaiheet ja dokumentoiden ne vaiheittain.

Työnantajalle jätetyn dokumentin sisältöä ja teon vaiheita kuvataan luvuissa 7, 8 ja 9. Kuvauksessa lähdetään liikkeelle lähtötietojen keruulla Meyer Turun telakan Kronodoc-dokumenttienhallintajärjestelmässä, jota käytetään verkossa telakan palvelimelta, samoin kuin loppuvaiheessa tehtävän osaluettelon laatimisessa käytettävää MARS-materiaalinhallintajärjestelmää. Näistä vaiheista samoin kuin valmistuspiirustusten teosta on tässä raportissa esitetty vain tiivistelmät.

Laivan 3D-malliin Cadmaticin Plant Modeller -sovelluksella tehty mallinnustyö sen sijaan on luvussa 8 kuvattu laajemmin, lähes sellaisena kuin se on varsinaisessa dokumentissakin. Vain aivan yksityiskohtaisia kysymyksiä on karsittu pois. Ohjeiden ja kuvauksen lomassa on hieman esitetty myös taustoja ja selityksiä kussakin vaiheessa tehdyille ratkaisuille. Lähtökohtana on, kuten lähtötiedoissakin on esitetty kohdassa suunnittelutyön perusvaatimukset, että ohjeita seuraavalla suunnittelijalla on jo hankittuna perustaidot Plant Modeller -sovelluksen käytöstä ja 3D-mallissa liikkumisesta.

Lisäksi tässä raportissa kuvataan muissa luvuissa lyhyesti työhön liittyviä yrityksiä, alusta johon työ tehtiin, laivansuunnitteluprosessia ja valmistussuunnittelun asemaa siinä, muita työssä käytettyjä ohjelmistoja sekä Cadmatic-suunnitteluprojektin arkkitehtuuria, jossa yhteiseen 3D-malliin tehtävän suunnittelutyön tekeminen erillään muusta organisaatiosta ja toisen paikkakunnan toimipisteessä on nykyaikana mahdollinen.



## 2 Työhön liittyvät yritykset

### 2.1 Elomatic

Elomatic Oy ( nykyisin Elomatic Engineering & Consulting) on Ari Elon vuonna 1970 perustama suomalainen insinööritoimisto, joka työllistää yli 700 suunnittelu- ja konsulttialan ammattilaista Suomen lisäksi Puolassa, Hollannissa, Italiassa, Venäjällä, Serbiassa, Intiassa ja Kiinassa sekä Yhdistyneissä Arabiemiirikunnissa.

Yhtiön päätoimipiste sijaitsee Turussa Itäisen rantakadun varrella omassa rakennuksessaan, joka on nimetty Valkoiseksi taloksi. Muut toimipisteet Suomessa ovat Helsingissä (Espoon Otaniemessä nykyään), Tampereella, Jyväskylässä, Porissa ja Oulussa.

Elomatic tarjoaa konsultointi-, suunnittelu-, tuotekehitys- ja projektinhallintapalveluita sekä tuotteita ja kokonaisratkaisuja teollisuusyrityksille ja julkisen sektorin organisaatioille.

Elomaticin osaamisalueita ovat

- biotekniikka- ja lääketeollisuus
- prosessiteollisuus
- energiateollisuus
- tärkkelys- ja ruokaperunateknologiat
- kone- ja laitevalmistusteollisuus
- meri- ja offshoreteollisuus
- kaasu- ja öljyteollisuus. [1.]

1970-luvulla Elomatic alkoi kehittää suunnittelumallitekniologiaa laivojen konehuoneiden ja tehtaiden pohjapiirros- ja putkistosuunnitteluun. Suunnittelumallien käytöstä saadun tietotaidon pohjalle yhtiö alkoi 1980-luvulla kehittää tietokoneavusteista 3D-suunnitteluohjelmaa, joka nykyisin tunnetaan nimellä Cadmatic. Sitä pidetään yhtenä

edistyneisimmistä markkinoillaolevista laiva- ja tehdassuunnitteluun tarkoitetuista 3D-suunnitteluohjelmista. [1.]

## 2.2 Cadmatic

Cadmatic Oy ( Ltd) on osa Elomatic-konsernia, ja sen päätoimipiste sijaitsee myös Turussa Valkoisessa talossa. Yhtiö kehittää ja tukee Cadmatic-suunnitteluohjelmistoa, jonka tuotevalikoima kattaa laiva- ja laitossuunnittelun sekä tiedonhallinnan, ja ne on optimoitu suunnitteluverkoston ja eri teollisuudenalojen käyttöön.

Cadmatic tarjoaa kaikki tarvittavat palvelut ohjelmiston käyttöönottoon, käyttäjien koulutukseen, räätälöintiin ja projektiapuun. Yhtiöllä on useita toimipisteitä ympäri maailmaa, sillä on tällä hetkellä 850 asiakasta 55, maassa ja se on toimittanut yli 7 000 ohjelmistolisenssiä.

Cadmatic-ohjelmiston kehitystyö alkoi 1980-luvulla Elomatic Oy:n sisällä. 1990-luvun alussa perustettiin tytäryhtiö Cadmatic Oy vastuualueenaan ohjelmiston markkinointi ja kehittäminen. Samoihin aikoihin alkoi myös yhteistyö hollantilaisen yhtiön Numierik Centrum Groenin-gen B.V:n kanssa kattavan 3D-laivasuunnitteluohjelmiston kehittämisessä tuotenimellä Nupas-Cadmatic. Ohjelma on räätälöity laivan tyypillisten runkorakenteiden suunnitteluun. Laitossuunnitteluohjelmiston kehitys jatkui nimellä Cadmatic. Vuonna 2015 Cadmatic Oy hankki omistukseensa koko hollantilaispartnerinsa osakekannan, yhtiöiden toiminnot yhdistettiin ja Nupas-Cadmaticin kehitystyötäkin jatketaan nyt Cadmatic-nimen alla. [2.]

## 2.3 Meyer Turun telakka

Meyer Turku Oy on saksalaisen perheyhtiö Meyer Werftin nykyään omistama laivanrakennusalan yritys, joka on alallaan Euroopan johtavia. Sillä on vahvat juuret suomalaisessa laivanrakennuksessa jo vuodesta 1737 alkaen. Se on aikojen kuluessa tunnettu muun muassa nimillä Grighton-Vulcan, Wärtsilä, Masa-Yards, Aker Finnyards ja STX Finland. [3.]

Telakka on viime vuosikymmeninä rakentanut erityisesti risteilijöitä, matkustaja-autolauttoja ja erikoisaluksia. Kaikkiaan se on aikojen kuluessa rakentanut yli 1 300 laivaa.

Tytäryhtiöineen Meyer Turku työllistää n.1 400 työntekijää, mutta sen ylläpitämän niinsanotun meriteknisen klusterin arvioidaan välillisesti työllistävän Suomessa yhteensä yli 40 000 työntekijää. [3.]

### **3 Tallink Megastar -matkustaja-autolautta**

Turun telakalla rakenteilla oleva matkustaja-autolautta Megastar, joka luovutetaan tilaajalleen AS Tallink Gruppille alkuvuodesta 2017, on 212 metriä pitkä ja siihen mahtuu 2800 matkustajaa. Ajonopeus on 27 solmua, ja matka Tallinnaan kestää 2 tuntia.

Megastarin kehutaan olevan energiatehokkuudeltaan ja ympäristöystävällisyydeltään tämän hetken huippua maailmassa ja täyttävän kaikki Itämerelle asetetut tiukat ympäristönormit. Alus on LNG-käyttöinen (Liquid Natural Gas), mutta se voi käyttää myös meridieseliä polttoaineena. Rungon muoto on suunniteltu erityisesti vähentämään veden vastusta ja takaamaan pehmeän kulun myös jääolosuhteissa.

Matkustaja- ja rahtiliikennevarustamo AS Tallink Gruppilla on 17 alusta, jotka liikennöivät kuudella reitillä Itämerellä Tallink- ja Silja Line -brändeillä ja kuljettavat vuosittain 9 miljoonaa matkustajaa. Megastar (Kuva 1) tulee operoimaan Helsingin ja Tallinnan välillä ja korvaa nykyisin välillä liikennöivän Superstarin. [4;5.]



Kuva 1. Havainnekuva valmiista Megastar-aluksesta. [5.]

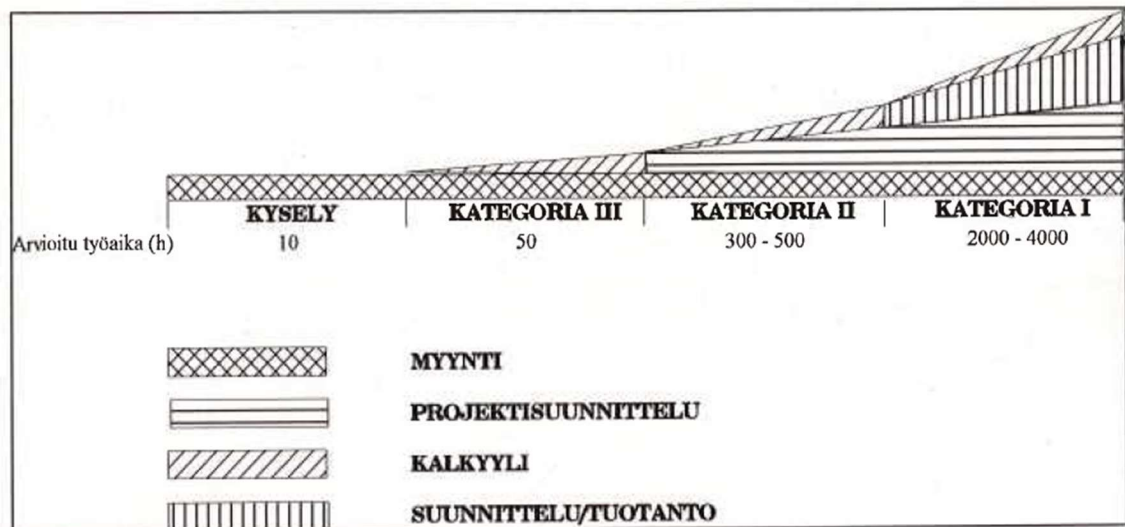
#### 4 Valmistussuunnittelu laivansuunnitteluprosessin osana

Laivansuunnitteluprosessi jaetaan karkeasti kolmeen osaan:

- projektisuunnittelu
- perussuunnittelu
- valmistussuunnittelu.

Projektisuunnittelulla tarkoitetaan laivan suunnitteluvaihetta ennen sopimusta. Sen tarkoituksena on aikaansaada toimeksiannon mukainen tekninen aineisto tilaajaneuvottelua ja sopimusta varten. Projektivaiheessa laaditaan yleisjärjestely ja valitaan laivan pääominaisuudet perustuen asiakkaan vaatimuksiin ja kokemusperäiseen mitoitustietämykseen. [6.]

Projektisuunnittelu on vaativuudeltaan laajin ja monipuolisin osa suunnitteluprosesseista ja merkitykseltään projektin onnistumisen ja varsinkin kustannusten kannalta ratkaiseva. (Kuva 2.)



Kuva 2. Projektien tärkeysluokitus ja myyntiprosessiin osallistuminen. [6.]

Laivaprojektit luokitellaan myyntitoiminnassa yleensä kolmeen tärkeysluokkaan, joita kutsutaan kategorioiksi. Tärkein on 1. kategoria, lähinnä toteutumista olevat projektit. Niihin panostetaan eniten resursseja, ja hyväksytyyn myyntisuunnitelman jälkeen niistä tehdään asiakkaalle yksilöity tarjous.

Tarjouksen valmisteluun osallistuu koko organisaatio myyntisuunnitelman osana laaditun projektiohjausohjeen mukaisesti. Projektiosaston tehtävänä on jakaa muille valmistelutyöhön osallistuville tarpeellisia lähtötietoja. Prosessin lopputuloksena saadaan tilaajalle annettava tarjousaineisto.

Projektipäällikön johdolla projektisuunnitteluryhmä suorittaa vielä suunnittelukatselmuksen, jonka tarkoitus on varmistaa, että mahdollisen tilauksen tekniset ehdot olisivat riittävän hyvin selvillä projektiohjaajalle ja että osallistujien kesken vallitsee yhteinen näkemys tärkeimmistä toteutukseen liittyvistä asioista. Projektipäällikkö tekee myös lopuksi laivaan liittyvän riskianalyysin.

Suunnittelun on myös hyväksyttävä sopimukseen tuleva suoritusarvo-sakkoehdotus. Mikäli neuvottelut eivät johda sopimukseen, projektipäällikön tehtävänä on laatia vielä palauteraportti. [6.]

Mikäli laivasopimus toteutuu, sen jälkeinen suunnittelu jaetaan kahteen vaiheeseen: perussuunnitteluun ja valmistussuunnitteluun. Nämä ammattiryhmäkohtaisesti organisoitavat suunnittelutyöt konkretisoidaan ja hallitaan piirustusluetteloilla.

Tyypillisesti perussuunnittelukuvien määrä laivassa lasketaan sadoissa ja valmistussuunnittelukuvien tuhansissa. Piirustukset ajoitetaan niiden valmistumisen tarpeen mukaan, ja niille määritetään tekijät ja tarkastuksesta ja hyväksynnästä vastaavat vastuuhenkilöt.

Laivan sopimusaineisto (sopimus ja erittely liitteineen) sekä säännöt ja määräykset ovat perussuunnittelutyön pohjana. Perussuunnittelu alkaa laivasopimuksesta, ja tämän vaiheen aikana laivan yleisjärjestely, järjestelmien, tilojen ja rungon suunnittelu hyväksytetään tilaajalla, viranomaisilla ja luokituslaitoksella. Samoin hyväksytetään tärkeimmät materiaalit ja laitteet.

Perussuunnitteluvaiheen aikana määritetään materiaalihankinnat, rakennustavat, alue- ja lohkojako, aikataulut, työpiirustusluettelot, hankintasuunnitelmat ja resurssivaraukset valmistussuunnitteluvaiheelle. Tämän vaiheen tuloksena syntyvät hyväksytyt järjestelypiirustukset, mallitukset, kaaviot, laskelmat, luokituspiirustukset, komponenttien tekniset määrytykset ja niin edelleen. Perussuunnitteluvaiheen lopussa pidetään suunnittelukatselmus, jossa läpikäydään tilanne hyväksytysten, aikataulujen ja hankintojen suhteen. [7.]

Viimeisenä vaiheena laivansuunnitteluprosessissa on valmistussuunnittelu. Sen lähtötiedot ovat järjestely- ja järjestelmäsuunnittelun aineisto, rakennustapakuvaukset, luokitusaineisto, arkkitehtiaineisto ja materiaalien tekniset tiedot. Usein perussuunnittelun viime vaiheet ja valmistussuunnittelun alku menevät aikataulullisesti päällekkäin.

Työpiirustusluettelot laaditaan suunnitteluosastoittain ja määritetään vastuuhenkilöt. Tuotannosuunnittelu ajoittaa valmistussuunnitteluaineiston valmistumisajankohdat tuotannon tarpeiden mukaisesti.

Valmistussuunnittelu tuottaa

- 3D-mallin rakenteesta tarpeen mukaan
- työpiirustukset ja osaluettelot
- hankintaimpulssit materiaaleista, joita perussuunnitteluvaiheessa ei ole tilattu
- perussuunnitteluaineiston päivitykset ja luovutuspiirustukset. [8.]

Piirustukset jaetaan valmistus -ja asennuspiirustuksiin. Valmistuspiirustuksilla tuotetaan esivalmisteita, jotka eivät ole standardi- vaan laivakohtaisia tuotteita. Asennuspiirustuksilla niistä kootaan ja asennetaan paikalleen tiettyjä kokonaisuuksia. [8.]

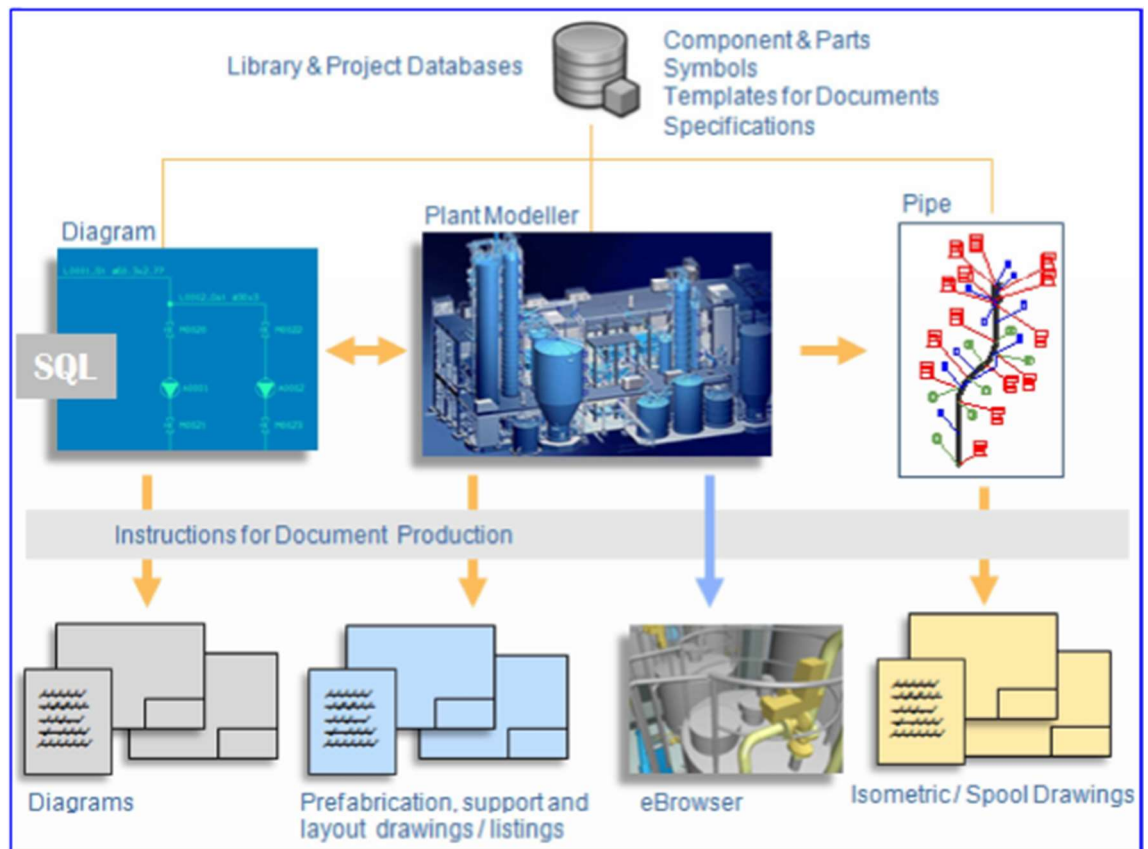
Telakkayhtiöt tilaavat usein ja paljon juuri valmistussuunnittelua eri suunnittelutoimistoilta, mutta myös jonkin verran konsepti- ja perussuunnittelua. Näin nämä alihankkijatkin tulevat osaksi edellä kuvattua laivansuunnitteluprosessin kokonaisuutta. Tässä insinööriyössä kuvattu valmistussuunnittelutyökokonaisuus oli osa Meyer Turun telakan Tallink Megastar - laivaan Elomatic Oy:ltä ostamaa kansivarustelusuunnittelua.

## **5 Cadmatic-ohjelmistokokonaisuus**

### 5.1 Ohjelmiston rakenne

Cadmatic-ohjelmisto jakautuu kolmeen osaan (Kuva 3), jotka ovat

- ohjelmat: Diagram, Plant Modeller ja Piping Isometrics & Spools
- COS (Cadmatic Objects Storage) -tietokanta
- dokumenttien tuottaminen. [9.]



Kuva 3. Cadmatic-ohjelmiston rakenne [9.]

Diagram on 2D-suunnitteluohjelma lähinnä prosessikaavioiden luontiin tietokannassa olevilla valmiilla symboleilla ja muilla tiedoilla.

Plant Modeller -ohjelmalla tuotetaan 3D-mallia putkistoista varusteineen, kanavista ja kaapeliradoista, erilaisia valmiita standardiosia ja -komponentteja kirjastosta, tai sinne komponenttimallinnussovelluksella luotuja omia geometrisia objekteja, komponentteja tai laitemalleja. Nämä voivat olla projektikohtaisia tai yleisiä, useaan projektiin sopivia. Putkistopiirustusten ja tuentojen ja layout-kuvien tuottaminen mallista on mahdollista. Ohjelma soveltuu sekä laitos- että laivasuunnitteluun.

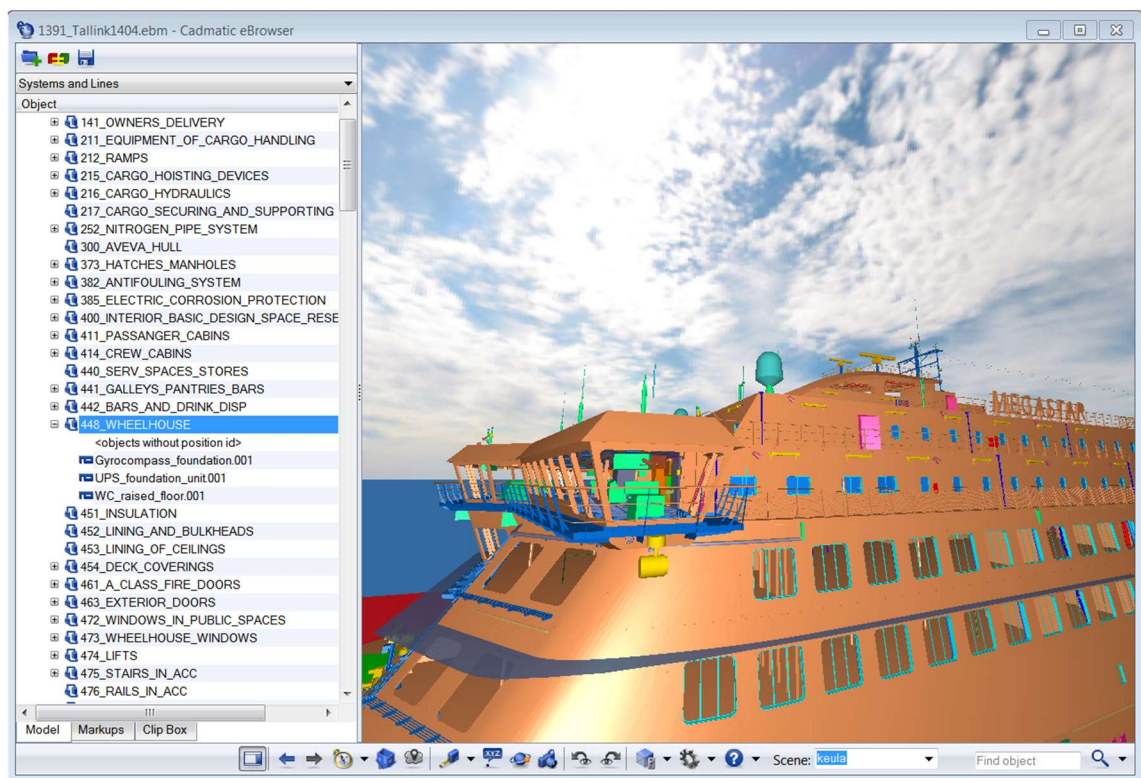
Cadmaticin 3D-mallin osaksi on mahdollista tuoda myös muilla 3D-ohjelmistoilla, kuten varustelusuunnittelussa tyypillisesti AutoCADilla tai Solidworksilla, tuotettuja malleja. Laivan rungon rakenteita voidaan tuoda NAPA- ja Aveva Marine -ohjelmistoilla tehtynä mallina. [9.]

Tässä työssä luvussa 8. kuvattu mallinnus tehtiin Plant Modeller -ohjelmalla.



Piping Isometrics & Spools -sovelluksella voidaan tuottaa Plant Modellerissa tehdyistä putkistoista PI-kaavioita ja isometreja niihin automaattisesti tulevine lisätietoineen.

Kuvassa 3. myös näytetty eBrowser on ilmaiseksi ladattavissa oleva lisäohjelma 3D-mallissa liikkumiseen ja tarkasteluun. Sillä voidaan tarkistaa mitoituksia, katsoa komponenttitietoja tai tehdä omia merkintöjä. Ohjelma toimii selaimessa, joten se on kätevä apu mallin tietojen katsomiseen sellaisilla tahoilla, joilla ei itsellään ole tarvetta 3D-suunnitteluohjelmille.



Kuva 4. Tallink Megastarin 3D-malli eBrowserissa. [9.]

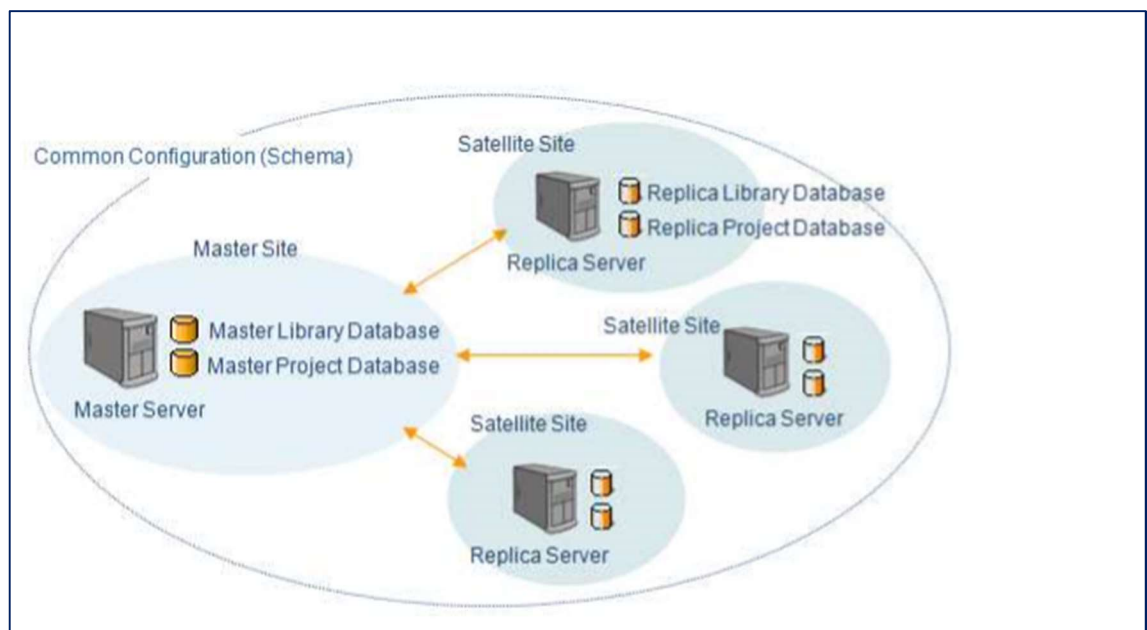
COS (Cadmatic Objects Storage) koostuu kahdesta tietokannasta. Projektin tietokannasta löytyvät spesifikaatiot, systeemitiedot, putkilinjojen ja kaapeliratojen määrittelyt. Kirjastotietokannasta löytyvät kaikkia projekteja koskevat yleiset määrittelyt kuten piirustusten kuvapohjat ja symbolit, käytettävät putkistokomponentit ja niin edelleen.

Tietokantaan kuuluu myös dokumenttien tuottamisen hallinta, joka määrittelee kaikki projektissa tuotettavien kuvapohjien, luetteloiden ja raporttien formaatit ja varmistaa että ne ovat kaikissa tietokantaa käyttävissä projekteissa samanlaiset. [9.]

## 5.2 Cadmatic-projektin rakenne

Cadmaticin sovellukset toimivat projektin kontekstissa, jossa tieto on siis kahdessa eri tietokannassa, jotka ovat nimeltään projekti ja kirjasto. Projekti-tietokannassa on kunkin suunnitteluprojektin määrittelevä tieto ja kirjastossa kaikille projekteille yhteinen tieto, kuten käytettävissä olevat komponentit, dokumenttien formaatit ja niin edelleen. Määrittelyt ja attribuutit näille tekee järjestelmän pääkäyttäjä.

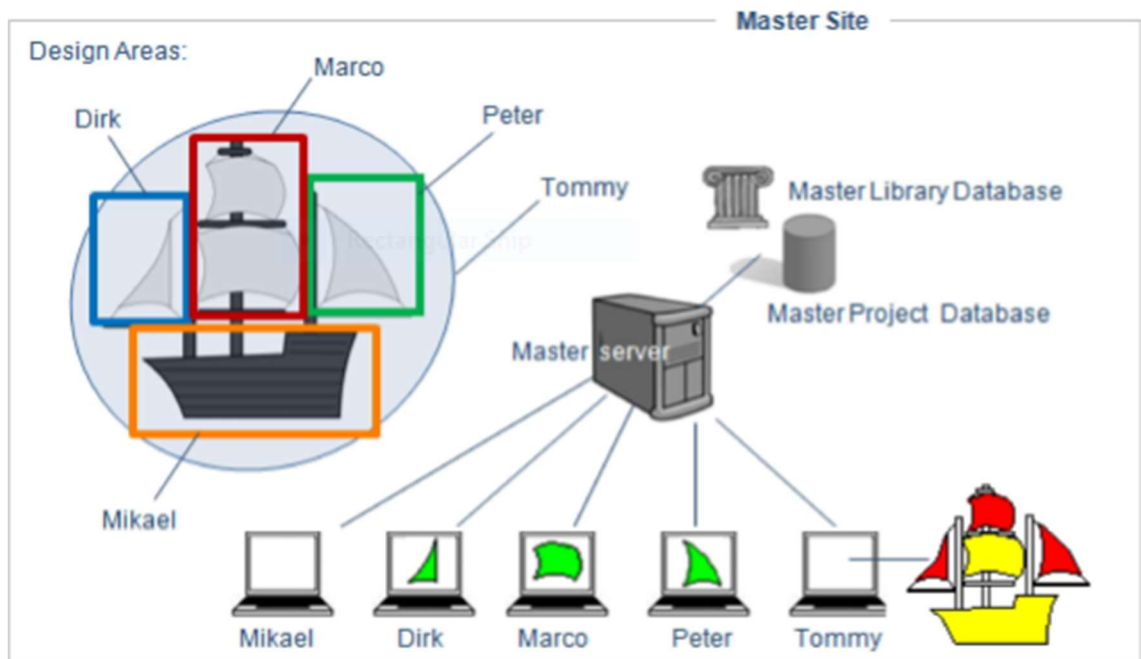
Kuvassa 5 on esitetty ns. jaetun projektin (Distributed Project) rakenne, kun Cadmatic-projektia suunnitellaan maantieteellisesti hajallaan useissa toimipisteissä. Yleensä nämä Satellite Site -nimellä kuvassa olevat yksiköt ovat alihankkijoina toimivia suunnittelutoimistoja. Niiden LAN-verkko on paikallisen Replica Server -palvelimen kautta yhteydessä tätä COS-verkkoa (COS = Cadmatic Object Storage) hallinnoivaan, projektin pääpaikalla sijaitsevaan Master Server -palvelimeen.



Kuva 5. COS-verkon rakenne. [9.]

Projektin päämalli sijaitsee tällä palvelimella, joka vastaa COS-verkon konfiguraatiosta ja mallin ja tietokantojen päivittämisestä verkon muiden palvelimien välillä määritetyin väliajoin. Projektin eri toimipisteissä tapahtuva suunnittelutyön eteneminen päivittyy siis näin Master Serverin kautta muiden Satellite Site -pisteiden palvelimilla sijaitsevaan mallin kopioon, Replicaan. [9.]

Kuvassa 6 on esitetty jollakin paikallisella suunnittelutoimistolla (Master Site tai Satellite Site) Plant Modeller -sovelluksessa laivaprojektin mallissa työskentelevien suunnittelu-ympäristö. Jokaiselle suunnittelijalle on määritelty mallissa tietty työalue (Design Area), jonka hän näkee mallista ja jota voi muokata. Työalueena voi olla myös koko malli.



Kuva 6. Cadmatic-projektin paikallinen suunnittelu-ympäristö. [9.]

Mallin jonkin objektin muokkaamiseksi täytyy hankkia itselleen sen omistajuus COS-palvelimen tietokannassa niinkutsutulla Check Out -toiminnolla. Vastaavasti luotujen objektien omistajuus luovutetaan pois Check In -toiminnolla. Näitä objektien omistajuuksia havainnollistetaan mallissa erilaisilla värikoodeilla. [9.]

## 6 Muut suunnittelutyöhön liittyvät ohjelmistot

### 6.1 Kronodoc-ohjelmisto

Kronodoc Oy on vuonna 1997 perustettu suomalainen ohjelmistoalan yritys. Sen ohjelmisto on alun perin Teknillisen korkeakoulun kehittämä, ja vuonna 1997 ohjelmiston oikeudet myytiin TKK:lta Kronodocille. Vuodesta 2010 sen on omistanut hollantilainen BlueCielo.

Kronodoc on käytössä myös Meyerin Turun telakalla laivaprojektien dokumenttien hallinnassa. Tieto tallennetaan neljässä tasossa: työtiloihin ja niiden alaisiin kansioihin, dokumentteihin ja tiedostoihin. Työtilat ovat käytännössä eri laivaprojekteja, joiden alta löytyvät kaikki tarvittavat dokumentit kuten tilauserittelyt, rakennustavat, piirustukset ja osaluettelot edellä mainittuun hierarkiaan järjestelmänumeroiden eli litteroiden mukaisesti järjestettynä. Projektin suunnittelun etenemisen mukana työtila täydentyy sinne talletettavalla aineistolla .

Telakan ulkopuolelta Kronodociin pääsee voimassa olevilla käyttöoikeuksilla kirjautumaan selaimella verkossa Citrixin NetScaler Unified Gateway -sovelluksen kautta. [10. ja 11.]

### 6.2 MARS-ohjelmisto

MARS (MAterial Reservation System) on materiaalinhallintajärjestelmä, jonka on kehittänyt tanskalainen tekniikka- ja informaatioteknologiayritys nimeltä Logimatic. Sitä on kehitetty yhdessä telakoiden kanssa, ja kymmenet telakat eri puolilla maailmaa käyttävät sitä. Myös Suomen telakoilla se on ollut käytössä pitkään.

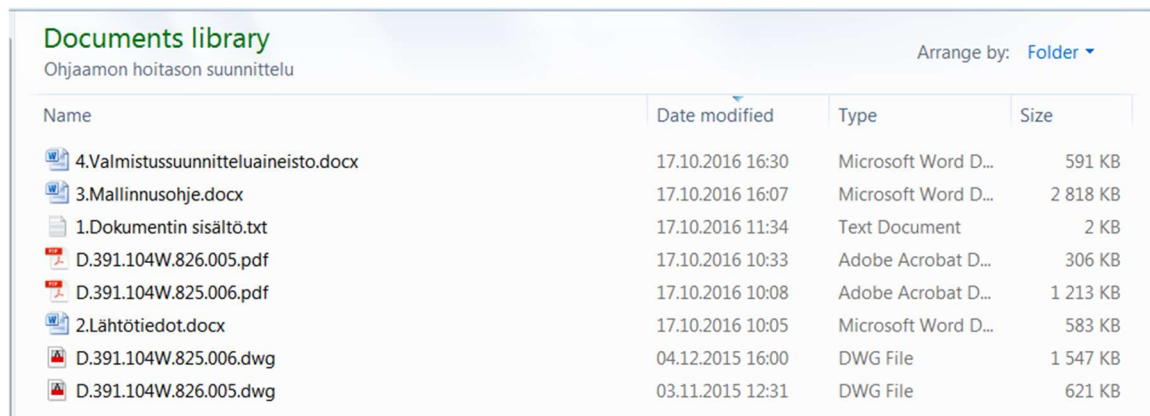
MARS perustuu vertikaaliseen ERP (Enterprise Resource Planning) -järjestelmään. Se on materiaalinhallintasovellus, jonka moduulit ovat materiaalinmäärittely, hankinta, materiaalinkäsittely, varastotoiminnot, budjetointi/ennustaminen, hankinta-aikataulut, las-kuntarkistus ja runkomateriaalivaraukset. Se tukee suunnittelu-, tuotanto- ja talousprosesseja. [12.]

MARS-ohjelma sisältää kokonaisuudessaan neljä eri pääsovellusta: materiaalinhallinta, resurssien suunnittelu ja hallinta, tuotannonohjaus ja kustannusarvio. Meyer Turun telakalla käytetään vain MARS materiaalihallintasovellusta ja tuotannonohjaukseen Safran-toiminnanohjausjärjestelmää.

MARS:n avulla ohjataan materiaaleja tuotannon eri vaiheissa. Siitä löytyvät prosessissa tarvittavat materiaalitiedot, komponentit, standardit, aikataulut ja materiaalikustannukset. Siihen syötetään tarvittavat tiedot, kuten piirustusnumerot, komponentit, varastomateriaalit ja esivalmisteet. [12.]

## 7 Lähtötiedot huoltotason suunnittelulle

Seuraavissa kolmessa luvussa (7,8 ja 9) esitellään ohjaamon huoltotason suunnittelun vaiheita kuten ne on esitetty Elomatic Oy:n palvelimelle talletetussa dokumenttikansiossa (Kuva 7.)



| Name                                | Date modified    | Type                | Size     |
|-------------------------------------|------------------|---------------------|----------|
| 4.Valmistussuunnitteluaineisto.docx | 17.10.2016 16:30 | Microsoft Word D... | 591 KB   |
| 3.Mallinnusohje.docx                | 17.10.2016 16:07 | Microsoft Word D... | 2 818 KB |
| 1.Dokumentin sisältö.txt            | 17.10.2016 11:34 | Text Document       | 2 KB     |
| D.391.104W.826.005.pdf              | 17.10.2016 10:33 | Adobe Acrobat D...  | 306 KB   |
| D.391.104W.825.006.pdf              | 17.10.2016 10:08 | Adobe Acrobat D...  | 1 213 KB |
| 2.Lähtötiedot.docx                  | 17.10.2016 10:05 | Microsoft Word D... | 583 KB   |
| D.391.104W.825.006.dwg              | 04.12.2015 16:00 | DWG File            | 1 547 KB |
| D.391.104W.826.005.dwg              | 03.11.2015 12:31 | DWG File            | 621 KB   |

Kuva 7. Dokumenttikansion sisältö

Suunnittelun lähtötietojen hakemisesta tehtiin dokumenttikansioon yksityiskohtainen esitys nimellä 2.Lähtötiedot.docx., josta tässä esitetään vain lyhyesti sen sisältö. Se koostuu seuraavista aiheista

- perusvaatimukset suunnittelutyölle
- kronodocissa liikkuminen ja dokumenttien haku

- työssä tarvittavat dokumentit
- lisätietoja.

Suunnittelutyön perusvaatimuksina esitetään arvioita muun muassa siitä, millaiset perustaidot suunnittelijalla on oltava Cadmaticistä tämän työn tekemiseen ja millaisessa vaiheessa perussuunnittelu ja rungon malli olisi oltava työtä alettaessa.

Ohjeessa kuvataan Kronodiciin telakan palvelimelle kirjautuminen verkossa Citrixin NetScaler-sovelluksen kautta ja käyttöliittymässä liikkumista ja tietojen hakua sekä hieman yleisemmin tyypillistä laivaprojektin tietojen jakautumista niin sanotun litteroinnin mukaisella järjestelmänumeroinnilla eri kansioihin. Huomiota kiinnitetään siihen, että järjestelmänumerointi (voidaan puhua myös systeeminumeroinnista) yleensä pysyy samankaltaisena laivaprojektista toiseen, joten muissakin projekteissa samantyyppiset tiedot todennäköisesti löytyvät samannumeroisista kansioista.

Lisäksi esitetään työn kannalta tärkein perussuunnitteluaineisto ja lisätiedoissa esimerkiksi aikaisemmista projekteista tullutta palautetta.

## **8 Huoltotason 3D-mallinnus vaiheittain**

### **8.1 Alustavia ohjeita huoltotason mallintamiseen Cadmatic-ohjelmalla**

Tässä luvussa 8 esitetään lyhennetyksi huoltotason mallinnuksen vaiheet dokumenttikansioon (Kuva 7.) tehdyn ohjeen 3.Mallinnus.docx mukaisesti.

Pääsääntöisesti rakenteet mallinnetaan vain toiselle puolelle laivaa, yleensä vasemmalle eli PS-puolelle. SB-puolen vastaavat rakenteet tehdään myöhemmin peilaamalla ne keskilinjan eli CL:n suhteen. Työskentelyyn sopivat leikkauskuvannot (View) mallinnuksen alkuvaiheessa ovat

- päältä ohjaamon kannen tasolta (TopView)
- CL-leikkaus P-suuntaan (FrontView)
- 3D-kuvanto (Axo1).

3D-kuvanto rajataan sopivan kokoiseksi, jotta sen päivittämiseen muutosten jälkeen kuluva aika jää mahdollisimman pieneksi. Suurin osa mallinnuksesta on syytä tehdä tässä kolmiulotteisessa ikkunassa tasoleikkauskuvantojen ollessa apuna kursorin sijainnin tarkassa määrittämisessä.

Ohjaamon vinoista rintalaipioista kannattaa myöhemmässä vaiheessa ottaa poikittaiset tasoleikkaukset samoin kuin kannen yläpuolelta joltain Z-tasolta, jolta voi tarkastaa rakenteet laipion takana.

Objektien mallintamista suoraan paikalleen laivan koordinaatistoon helpompi tapa on mallintaminen ympäröivässä avaruudessa. Tällöin muut rakenteet eivät ole tiellä. Mallinnettu objekti siirretään sitten valitusta pisteestä kohdalleen.

Periaatteessa on kaksi tapaa mallintaa tämä kokonaisuus: joko juuri sellaisina komponentteina, jollaisiksi ne kootaan esivalmistuksessa, tai sitten tästä välittämättä yksinkertaisesti vain mahdollisimman suurina ja helposti mallinnettavina osina. Jälkimmäisellä tavalla tehden ajatus on tehdä jakaminen valmistuksen kannalta tarkoituksenmukaisiin osiin vasta työpiirustusvaiheessa AutoCADilla.

Tässä tapauksessa mallinnus tehtiin jälkimmäisellä tavalla, koska valmistuksen kannalta sopiva lohkojako ei ollut vielä selvä. Mallinnus täsmälleen valmistuksen vaatimusten mukaisiin osiin kannattaa yleensä tehdä, jos siitä on hyötyä myös valmistusaineiston automaattisessa tuottamisessa.

Edellä mainittua valmistuksen vaatimusten mukaista mallinnusta voi harkita myös silloin, kun mallinnettava komponentti on rakenteeltaan niin monimutkainen, että sen siirtäminen yksittäisenä jostain kuvannosta AutoCADilla muokattavaksi dwg-tiedostoksi vähentäisi huomattavasti valmistuspiirustuksessa tehtävää työtä verrattuna siihen, että se siirrettäisiin osana isompaa kokonaisuutta, josta sitten kaikki ylimääräinen poistetaan.

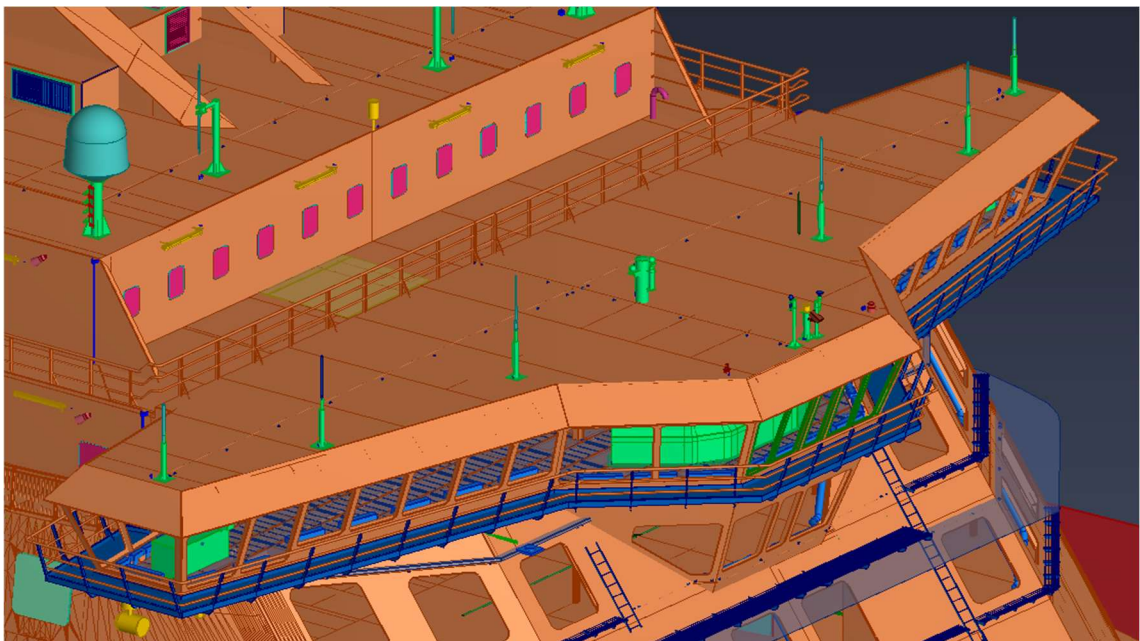
Mallin myöhemmällä korjailulla valmistuksen mukaisiin osiin työkuviin perusteella ei saavuteta mitään hyötyä, jos tuotantoaineistoa ei suoraan mallista saada, joten siihen ei kannata käyttää aikaa. Tässä tapauksessa 3D-mallista saadaan vain osittain apua työkuviin ja osaluetteloiden tekoon ja sen päätehtävä onkin visualisoida rakennetta ja asettaa omat rajaehdonsa muille samalle alueelle mallinnettaville rakenteille.

Luotujen objektien niin sanottua omistajuutta ei kannata luovuttaa pois liian aikaisin tietokantaan, koska sitten mahdollisten muutosten teko vie enemmän aikaa, jos suuria määriä objekteja joutuu ottamaan tietokannasta uudelleen omistukseensa. Omistuksen luovutus on syytä tehdä vasta kun koko mallinnustyö on valmis.

## 8.2 Valmis malli ja geometrian lähtöarvot

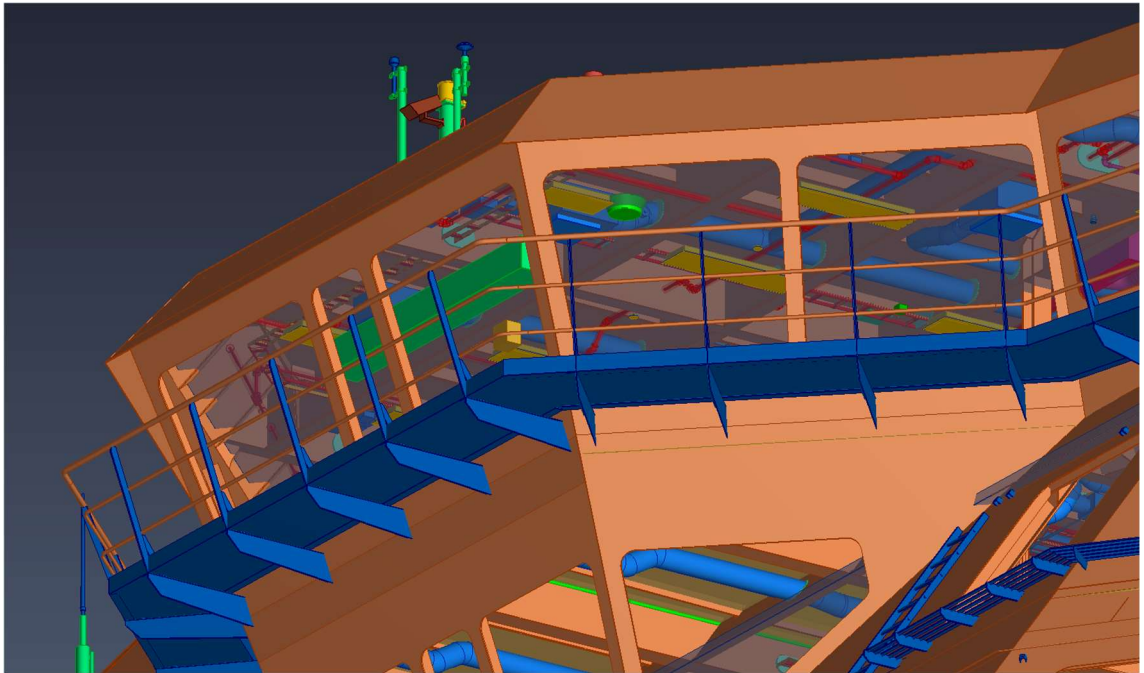
Seuraavissa kuvissa 8 ja 9 on esitetty laivan Cadmatic-3D-malliin ohjaamon ympärille valmiiksi mallinnettu huoltotaso kaiteineen ja kuvassa 10 poikkileikkaus, josta nähdään rakenteelle täsmennetyt mitat ja materiaalit vahvuuksineen. Tämän luvun kuvat on otettu ruudulta kuvakaappauksina eri mallinnusvaiheissa.

Sen jälkeen esitetään kohdasta 8.3 alkaen mallinnuksen eri vaiheet lähtien siitä alkutilanteesta, että työalue projektissa on olemassa, ohjaamon kaikki runkorakenteet ovat jo 3D-mallissa, tarvittavat leikkauskuvannot on luotu ja mallissa liikkuminen, koordinaatisto ja pisteiden määrittely ja muut perusasiat ovat hallinnassa.

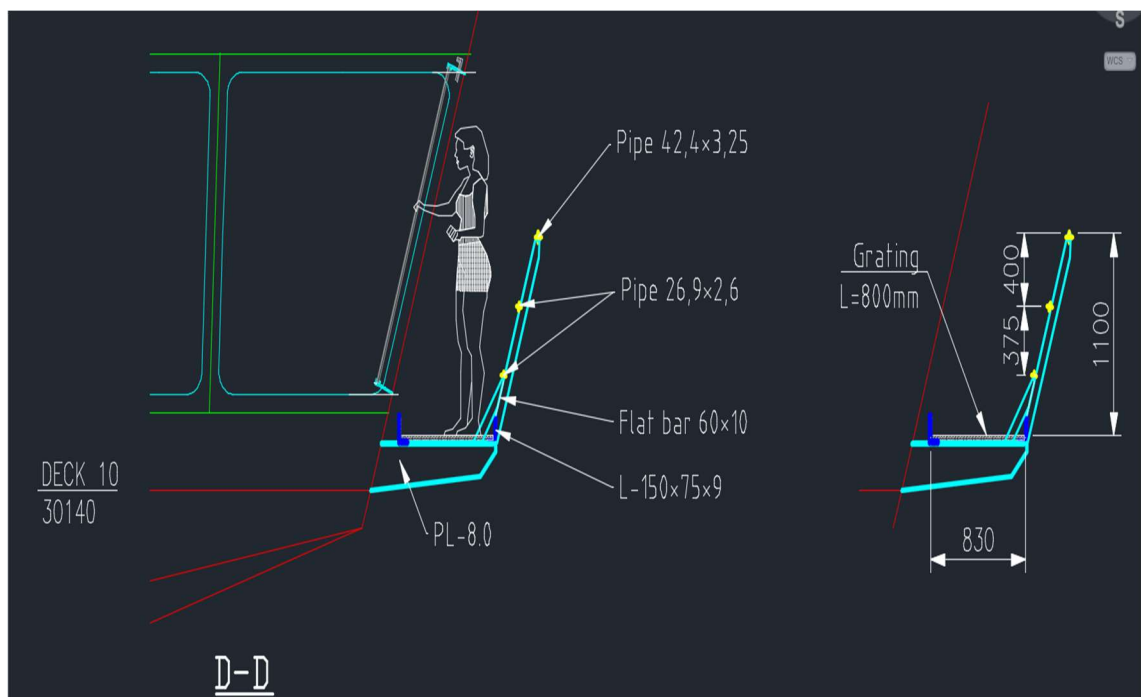


Kuva 8. Osa laivan 3D-mallin keulapäästä, jossa nähdään ohjaamorakenne ja sen ympärille valmiiksi mallinnettu huoltotaso.





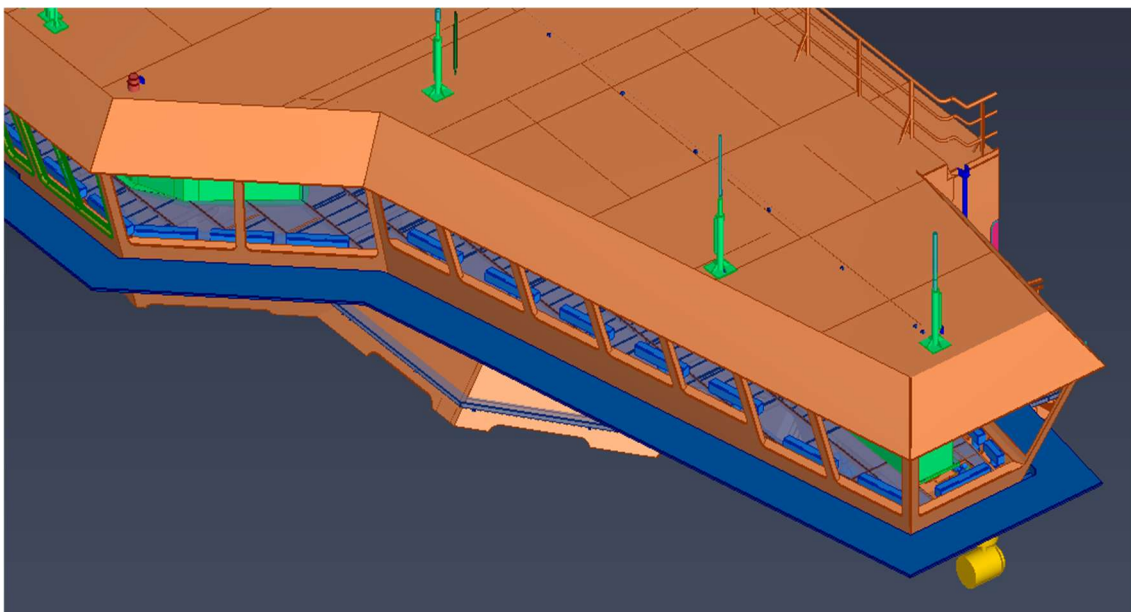
Kuva 9. Huoltotason rakennetta lähempää, ohjaamon keskikohdassa.



Kuva 10. Poikkileikkaus ohjaamosta ja huoltotasosta keskilaivan kohdalla. Tason alustava geometria ja materiaalit määritellyt. Detalji perussuunnittelupiirustuksesta Fixed Washing and Maintenance Arrangement.

### 8.3 Ritiätason alustava mallinnus

Mallinnuksen lähtökohtana ja perustana kannattaa käyttää oikealle korkeudelle ja oikeilla ulkomitoillaan mallinnettua alustavaa ritiätasoa, jonka suhteen sitten muut huoltotason osat mallinnetaan. Ritiätason voi ainakin aluksi mallintaa yksinkertaisuuden vuoksi yhtenäisenä, erisuuntaisten suorakaiteiden muodostamana levynä kuvan 11 mukaisesti.



Kuva 11. Pelkkä ritiätaso mallissa ohjaamon ympärillä.

Näin kannattaa tehdä sen vuoksi, että tällaista väliaikaista mallia voi paremmin käyttää muiden hoitotason osien mallintamisen ja mitoitusperustana kuin oikeaa ritiätason mallia. Lisäksi sitä voidaan hyödyntää varsinaisen ritiätason mallintamisessa muiden osien mallintamisen jälkeen.

Viime vaiheissa yksityiskohdissaan aidon näköinen ritiärakenne voidaan mallintaa sen tilalle Grating-työkalulla paremman visualisoinnin aikaansaamiseksi, lähinnä vain jos asiakas haluaa tämätasosta tarkkuutta mallin visualisoinnissa. Ritiätason paino on helppo laskea kun tiedetään ritiän neliöpaino ja pinta-ala.

Grating-työkalun käytettävyyden lievän kankeuden vuoksi täsmälleen aidonnäköinen ritiärakenne voidaan helpoimmin mallintaa tämän alustavan tason päälle tai sisään,

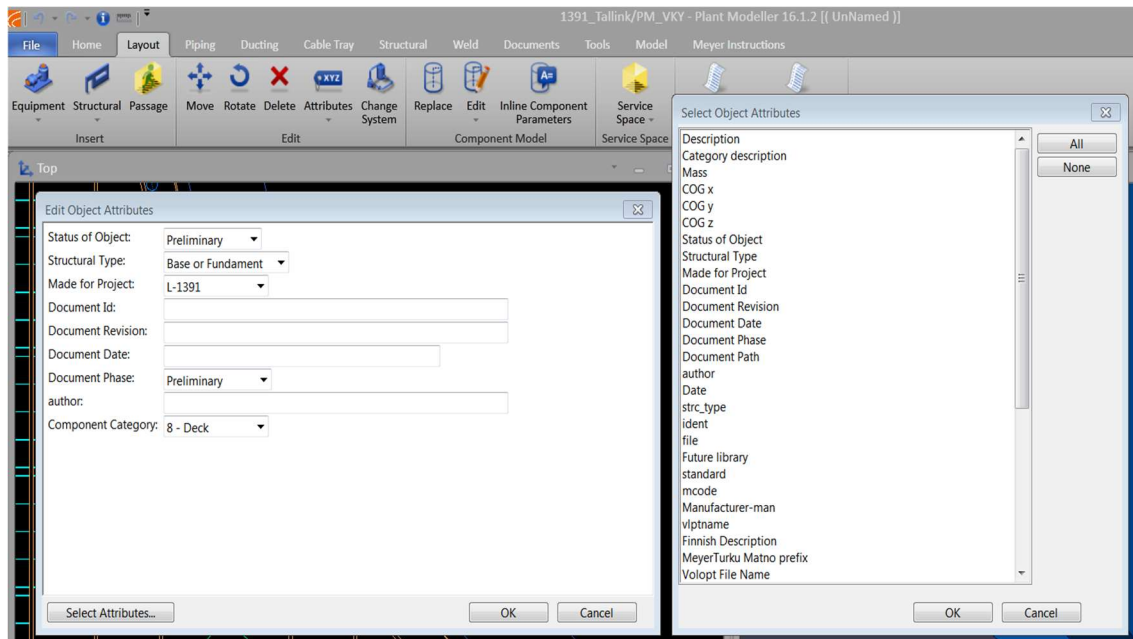
kuitenkin hieman laajempaan ja sitten korjailta eli trimmailla oikeaan kokoonsa tämän alustavan geometrian rajoihin viittaamalla. Lopuksi tuhoetaan alustava malli.

Ritilöiden mallintamisella aivan tarkasti valmistuksen mukaisiksi osiksi, mukaan lukien kaidetolppien vinotukien vaatimat loveukset, ei tässä tapauksessa saavuteta mitään etua siihen menevään aikaan nähden. Se tehdään nopeammin työpiirustuksessa AutoCADilla.

Alustava tason mallinnus tehdään Layout-välilehden Structural-työkalulla. Mallinnus käy kätevimmin TopView -kuvannossa, joka on otettu ohjaamon alueelta ritilätason korkeudelta. Leikkauksen syvyys voi olla 1 mm. Tason mitat ja taitekohdissa kulmapisteiden koordinaatit, toisin sanoen siirtymät origosta lähtien aina seuraavaan pisteeseen paikallisessa uv-koordinaatistossa, kannattaa määrittää valmiiksi etukäteen, jotta mallinnus yhtenäisenä käy nopeasti syöttämällä arvot näppäimistöltä.

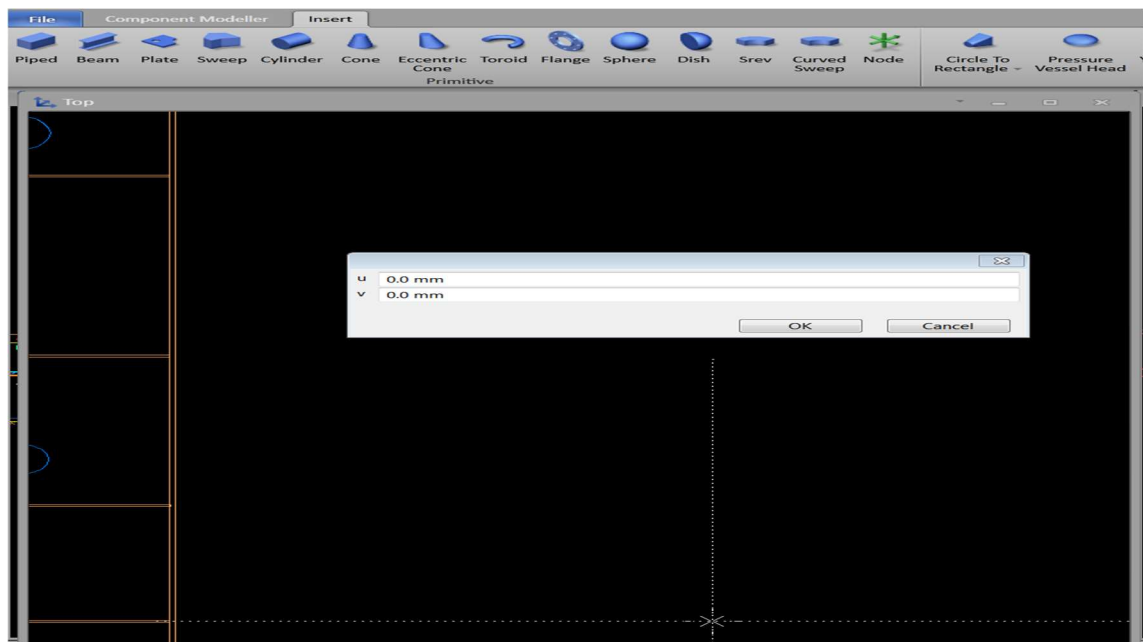
Polku tarvittavaan työkaluun on Layout>Structural>Model and Insert. Valitaan oikea laivan systeemi- eli niinsanottu järjestelmätunnus. Component Origin määrittää komponentin luonnin lähtöpisteen. Esimerkiksi CL:n kohdalla jompikumpi tason nurkka sopii tässä tapauksessa lähtökohdaksi.

Pisteen hyväksymisen jälkeen annetaan komponentille projektikohtaisesti tietoja seuraavissa kahdessa valintaikkunassa (kuva 12), minkä jälkeen ollaan Component Modeller -sovelluksessa. Tässä tapauksessa, koska rakenne on väliaikainen, on turha vielä syöttää paljon tietoja.

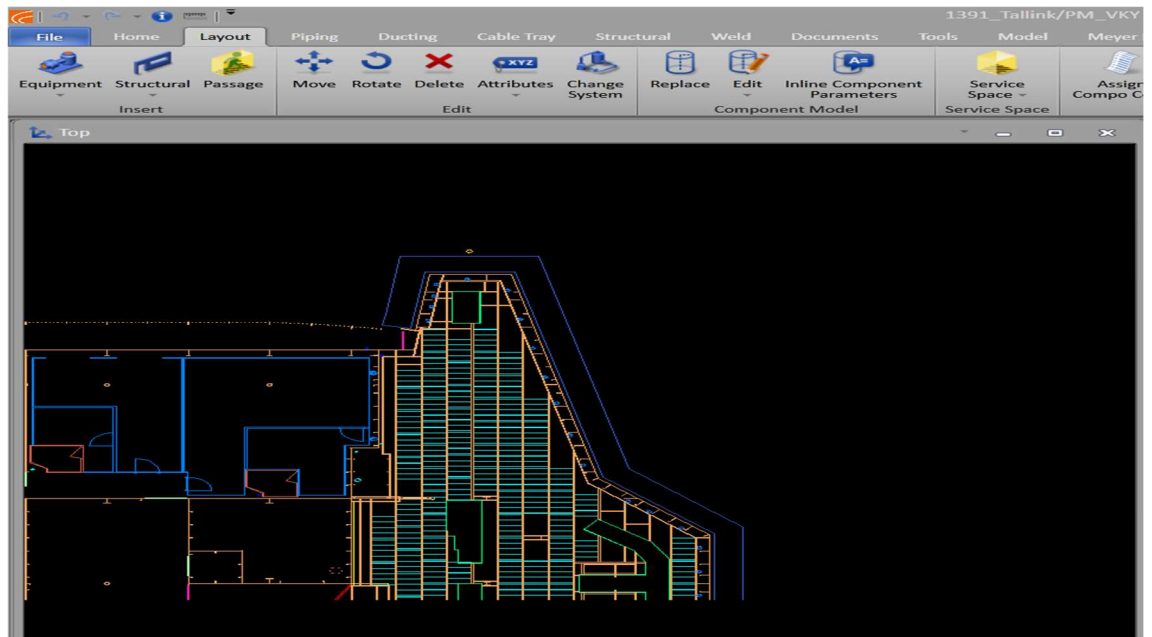


Kuva 12. Komponentin projektikohtaisten tietojen syötön valintaikkunat näytöllä.

Varsinainen geometria luodaan Insert-välilehdellä, tässä tapauksessa Sweep-työkalulla (kuva 13). Kun geometria on valmis (kuva 14), siirrytään takaisin Component Modeller-välilehdelle ja lopetetaan sovellus Close-painikkeella, jolloin ohjelma kysyy myös kirjastoon tallennukselle nimen.



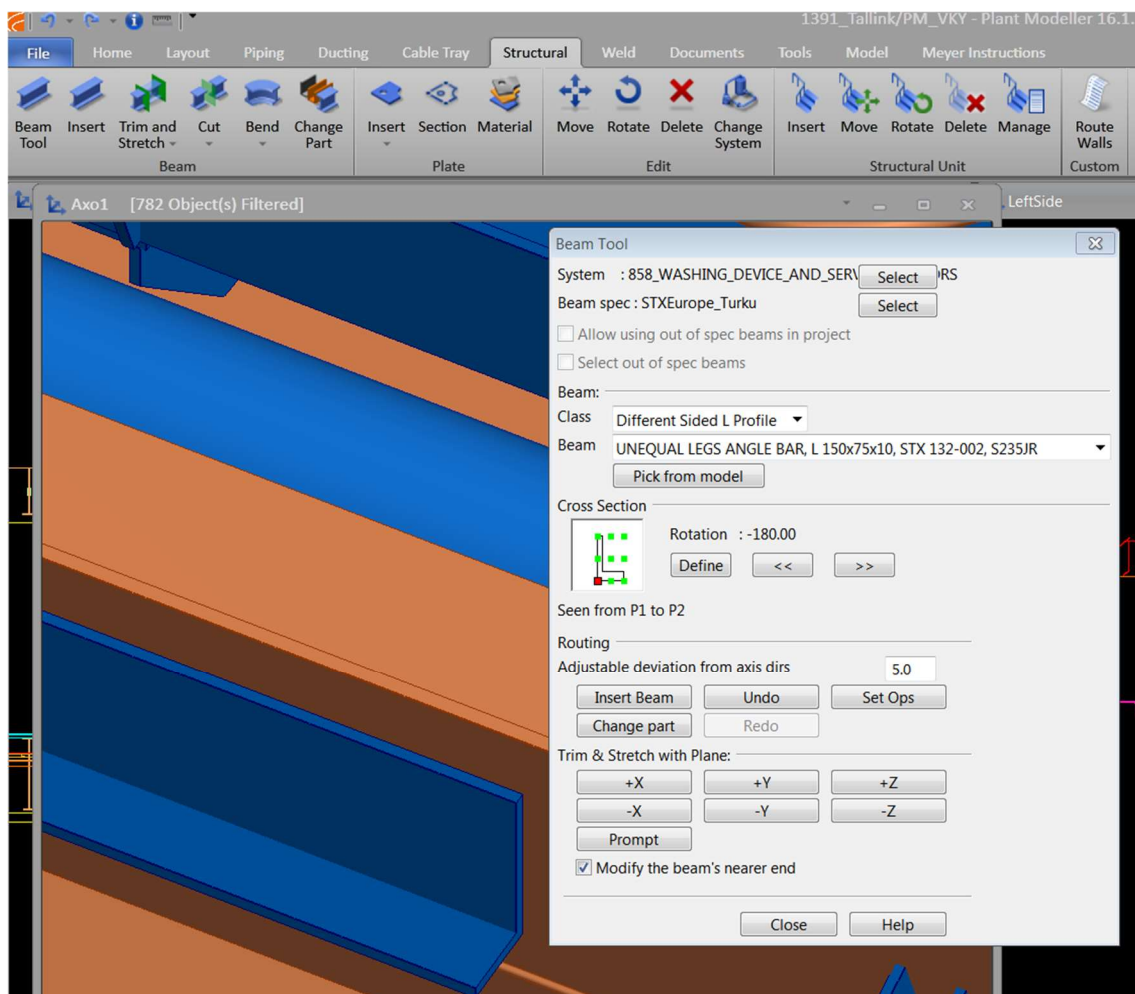
Kuva 13. Geometrian luonti Sweep-työkalulla syöttämällä aina uusien pisteiden arvoja määrittästä origosta u/v-koordinaatistossa.



Kuva 14. Ritiätaso mallinnettu ohjaamon ympäri PS-puolelle, Top view -tasoleikkaukuvanto.

#### 8.4 Kulmaprofiilikehikon mallinnus

Seuraavaksi mallinnetaan ritiätason ympärille sitä kannatteleva kehikko L-kulmaprofiileista. Työkaluna on Structural>Beam Tool (kuva 15).



Kuva 15. Kulmaprofiilien mallinnuksen työkalu.

System-valinta on tarkistettava, jotta objekti tulee oikealle järjestelmänumerolle.

Insert Beam -valinnalla annetaan profiilin alku- ja loppupiste. Aluksi profiilin päät ovat suoraan katkaistu. Jos ne pitää korjailla eli trimmailla tai venyttää pääkoordinaattitasoista xyz poikkeavaan katkaisukulmaan, tämä onnistuu Prompt-valinnalla.

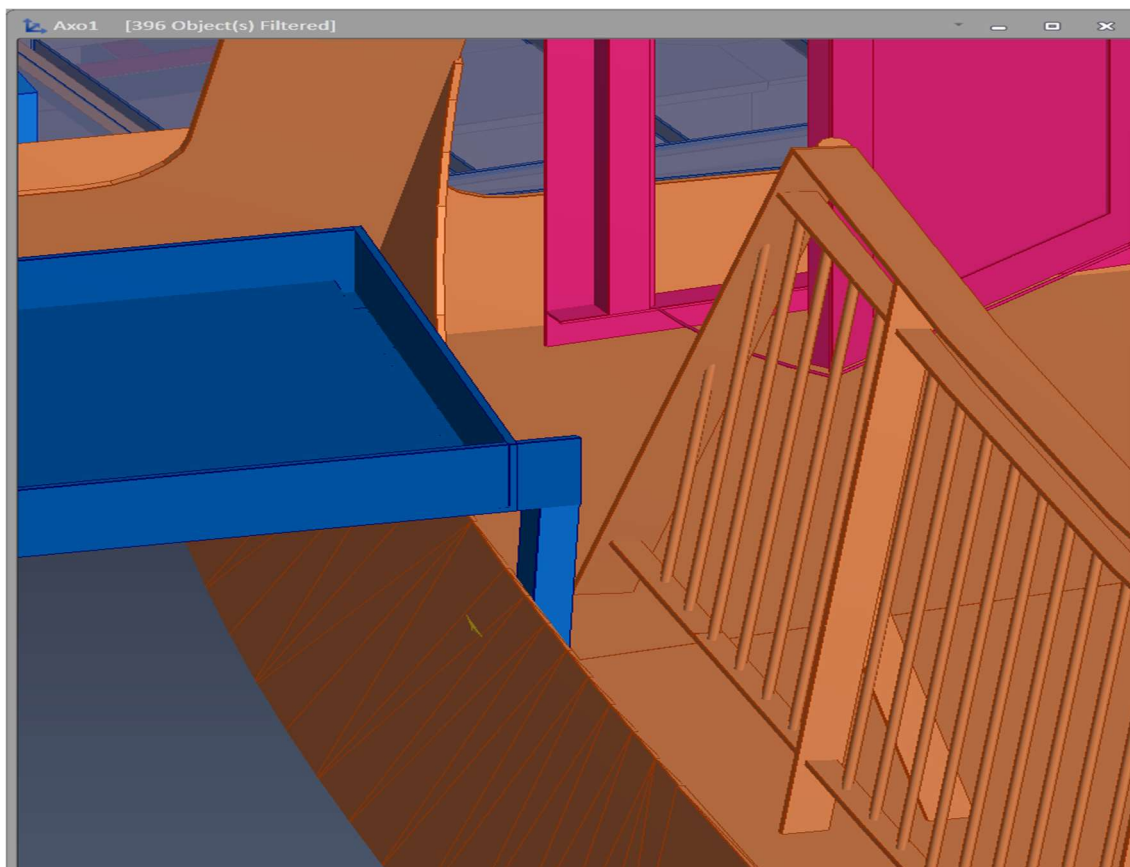
Kehikon profiilien mallinnuksessa käytetään nyt hyväksi edellä luotua ritilätason mallia sen reunoihin ja taitteiden koordinaatteihin viittamalla. Profiilit mallinnetaan ympäri tasoa PS-puolelle laivaa. On huomioitava se, että kulmaprofiilien välin on oltava hiukan ritilän leveyttä suurempi.

Profiilien siirroissa käytetään Layout-välilehdellä Move-työkalua. Osoitetaan siirrettävä objekti eli profiili ja suunta ja matka. Vinojen laipioiden osuudella oikea siirtymissuunnan kulma saadaan helposti antamalla se kahden pisteen avulla ja viittaamalla laipion takana oleviin runkorakenteisiin, joissa on oikea asennuskulma. Siirtojen jälkeen profiilien pituudet ja päiden katkaisukulmat pitää vielä korjailla oikeiksi.

Tämän aluksen tapauksessa ohjaamon ulkolaipiot ovat joka osuudeltaan suoria. Joissain laivoissa ainakin ohjaamon keskikohta saattaa olla malliltaan puolipyöreä tai kaareva. Jos ohjaamon malli on vahvasti kaareva, tämä huoltotason osan L-kulmaprofiilit olisikin mallinnettava levyosina nestattavaksi (nestaus on osien sijoittelua polttokartalle tuotantovaiheessa teräslevystä termomekaanista irtipoltoa varten), jottei tarvita tuotannolle hankalaa L-profiilien kaarevaksi taivutusta

Huoltotason taitekohdissa pitää huomioida, että käytännössä niissä tulee olemaan kahden eri ritilälohkon välinen raja, jolloin sen kohdalle tarvitaan tuenta alle, myös ritiläkiinnikkeitä varten. Tämän takia mallinnetaan lattaprofiili vaakatasoon kulmaprofiilien välille risteyskohdissa ja vielä latta pystyyn ritilöiden väliin, kuitenkin vain ritilätason korkuisena, ettei siihen kompastuta.

Huoltotason rakenteen jäykistämiseksi ja tärinän vaimentamiseksi kiinnitetään tason vapaa peränpuoleinen nurkka vielä laivan runkorakenteeseen esimerkiksi seuraavan kuvan 16 mukaisesti L-profiililla laivan laitalevyyn ja kanteen. Kiinnityksen alareunan tulisi olla kaaren tai muun vastaavan, rungon vahvistetun rakenteen kohdalla.



Kuva 16. Tuenta ohjaamon kannesta ja laidasta kulmaprofiilikehikon nurkkaan.

### 8.5 Konsoli-kaidetukielementin mallinnus.

Seuraavaksi mallinnetaan kuvassa 10 sivulla 19 näytetty, 8 mm:n levyistä, 60 \* 10 mm:n ja 60 \* 8 mm: lattaprofiileista koostuva kokonaisuus Component Modellerissa yhtenä elementtinä, jota voidaan sitten joko mallissa suoraan kopioida tai ottaa tarpeen tullen kirjastosta ja sijoittaa eri kohdille.

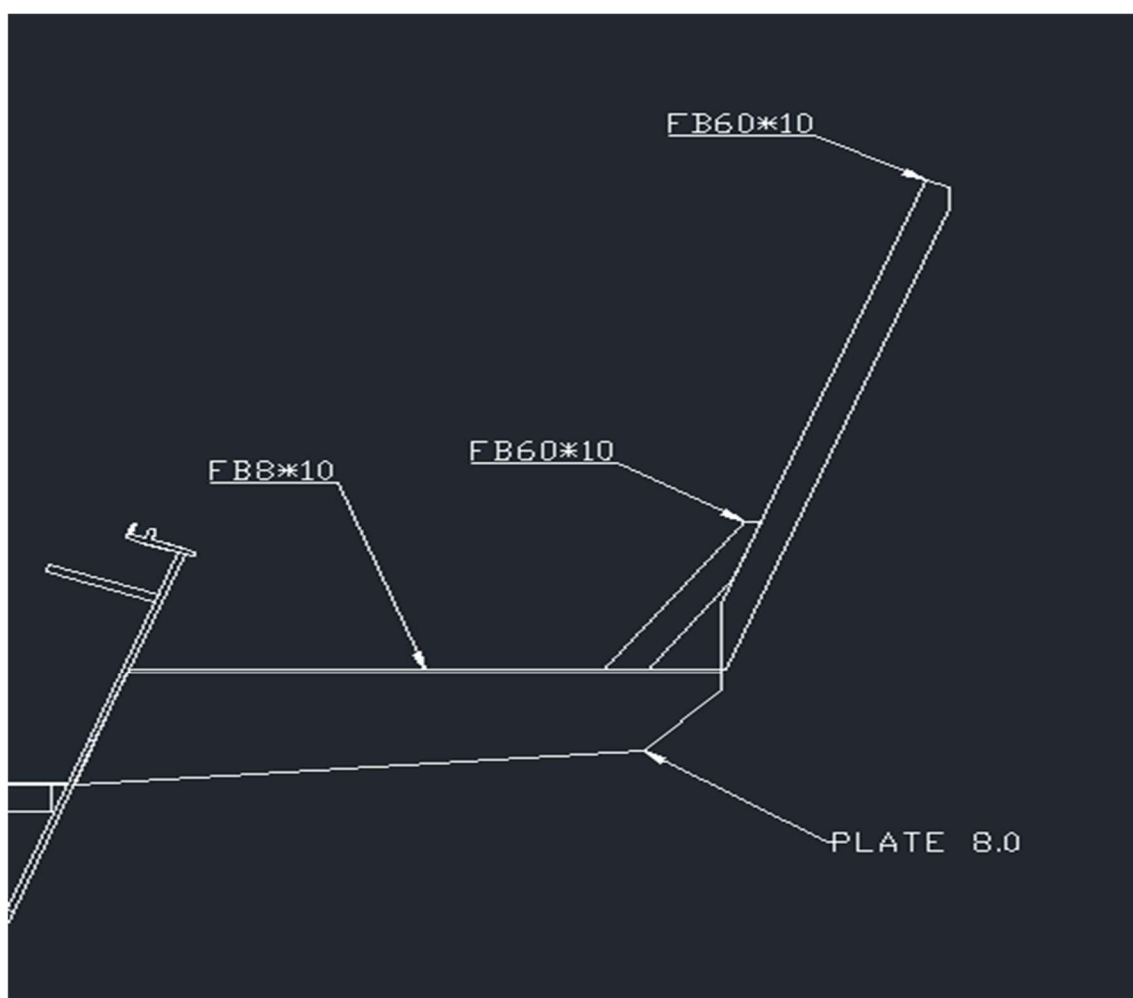
Ritilätasoa, kulmaprofiilikehikkoa ja kaidetta kannattelee sen alapuolinen joukko jäykistettyjä levyrakenteita, joita kutsutaan konsoleiksi.

Levyn yläreuna, jonka päälle ritilätaso kiinnitetään ritiläkiinnikkeillä, valmistusvaiheessaan käytännössä pokataan, eli taivutetaan 90 astetta, tässä tapauksessa 60 mm etäisyydeltä reunasta, riittävän jäykkyyden aikaansaamiseksi. Malliin voidaan tehdä yksinkertaisuuden vuoksi tämä reuna vain lattaprofiilina tai toisena levyosana, ja varsinaiset taivutustiedot esitetään valmistuspiirustuksessa.



Kaideputkien vino tukilatta, jota voitaneen kutsua kaidetolpaksi (engl. stanchion), mallinnetaan ohjaamon rintalaipion kaltevuuden mukaiseen kaltevuuskulmaan. Tässä kohtaa kannattaa leikkauksia ottamalla tarkistaa, että ohjaamon kaikki rintalaipiot ovat samassa kaltevuudessa, kuten todennäköisesti ovat. 70:n asteen kaltevuus lienee yleinen. Mallinnetaan kaidetolpalle vielä samasta materiaalista pienempi vino tuki.

Tämän elementin mallinnus on hyvä tehdä FrontView -kuvannossa CL:n kohdalle ohjaamon rintalaipion poikkilaivan suuntaisella suoralla osalla (kuva 17). Vähänkin monimutkaisemman geometrian mitoitus on yleensä hyvä tehdä ensin valmiiksi esim. AutoCAD-kuvana viereen, josta mitat voi mallinnettaessa aina helposti tarkistaa.



Kuva 17. Yhtenä strukturaalina ohjelman kirjastoon mallinnettava elementtikokonaisuus on reunastaan jäykistetty levykonsoli ja tuettu kaidetolppa.

Elementin mallinnus tehdään Layout-välilehden Structural-työkalulla. Polku on Structural>Model and Insert. Valitaan taas oikea laivan systeemi- eli järjestelmännumero. Com-

ponent Origin määrittää useista osista koostuvan strukturaalin eli elementin luonnin lähtöpisteen, josta koko elementti on tarkoitus sijoittaa malliin kohdalleen, mutta muis-takin pisteistä sijoituksen voi tehdä. Pisteiden hyväksymisen jälkeen annetaan kom-ponentille projektikohtaisesti tietoja seuraavissa kahdessa valintaikkunassa kuten edel-lä kohdan 8.3 kuvassa 12, mutta nyt täydellisemmin. Niiden hyväksymisen jälkeen ollaan Component Modellerissa.

Varsinaiset geometriat luodaan taas Insert-välilehden Sweep-työkalulla yksi kerrallaan. Ne tallennetaan yhtenä kokonaisuutena kirjastoon annetulla nimellä, jota ohjelma kysyy kun koko työ lopetetaan Close-painikkeella. Eri osageometrioiden luonnin jälkeen voi varmuuden vuoksi tehdä myös välitalletuksia. Konsolin reunan taivutetun osan voi mal-lintaa nopeammin Piped-työkalulla

Valmista elementin osaa voi siirtää, kopioida ja editoida tai muuttaa geometriaa Primiti-ve-työkalulla. Valintavaihtoehtoja saa tässä esiin hiiren oikealla klikkauksella.

Huoltotason rakenteessa konsolin ja kaidetolpan tulisi siis mielellään sijaita aina sa-massa linjassa mahdollisimman jäykän rakenteen aikaansaamiseksi. Myös siksi ne kannattaa ajansäästön ohella mallintaakin yhdeksi elementiksi. Riittävä jäykkyys huol-totasolle ja kaiteille saavutetaan sillä, että käytetyillä materiaalivahvuuksilla konsolien ja kaidetolppien jakoväli on maksimissaan noin 1 400 mm. Tämä on kokemusperäistä tietoa.

Joihinkin kohtiin, esimerkiksi tason taitekohtiin ohjaamon sivulla, voi kaidetankojen lisä-tukemista varten ja tärinän estämiseksi olla aiheellista lisätä näiden, korkeintaan 1 400 mm:n maksimietäisyydellä toisistaan olevien komponenttien väliin vielä pelkäs-tään kaidetolppia, joiden alla ei siis ole konsoleita, jos niitä on hankalaa kyseiseen koh-taan muuten käytännössä sijoittaa.

Mieluimmin olisi pyrittävä laivakohtaisesti vaihtelevan niinsanotun longi- eli pituuskaari-jaon mukaiseen välimittaan, mikäli mahdollista. Yleensä longijako laivoissa vaihtelee välillä 500-800 mm. Konsolien välimitaksi valitaan siis mieluiten kaksi kertaa tämä (kunhan 1 400 mm rajaa ei ylitetä), jotta konsolit osuvat näille laipion jäykistetyille koh-dille, eikä ylimääräisiä tuentoja tarvita.

Ulkonäkösysteistä pitää myös pyrkiä mahdollisimman tasaiseen jakoon.

Edellä kuvattu konsoli-kaidetukielementin mallinnus on siis helpoin tehdä y-akselin suuntaisen rintalaipion osuuden kohdalle, esimerkiksi CL:ään tai sen lähelle. Tästä sitä voi kopioida sopivalla jaolla Top-leikkauskuvannossa, joka on otettu sellaiselta korkeudelta, että siinä näkyvät laipion takana olevat runkorakenteet, joiden kohdalle hitsattavat konsolit on pyrittävä sijoittamaan. Sopiva piste kopiointiin on esimerkiksi ritilätason kehikon ulkoreunan L-profiilin poikkileikkauksen nurkkapiste. Apuna sijoittamisen tarkistamisessa samanaikaisesti ovat Front- tai LeftSide-leikkauskuvannot.

Konsoli-kaidetukielementti on myös sijoitettava aina kohtisuoraan levyä vasten pääkoordinaattiakselien (XY) välissä olevien suuntien laipioissakin, joten asennuskulmaa joutuu niitä Top-kuvannossa kopioidessa kääntämään. Toinen mahdollisuus on luoda oma poikkileikkauksevanto vinosta laipiosta ja sijoittaa elementti kirjastosta siihen, jolloin se tulee heti oikeaan kulmaan suhteessa rintalaipioon.

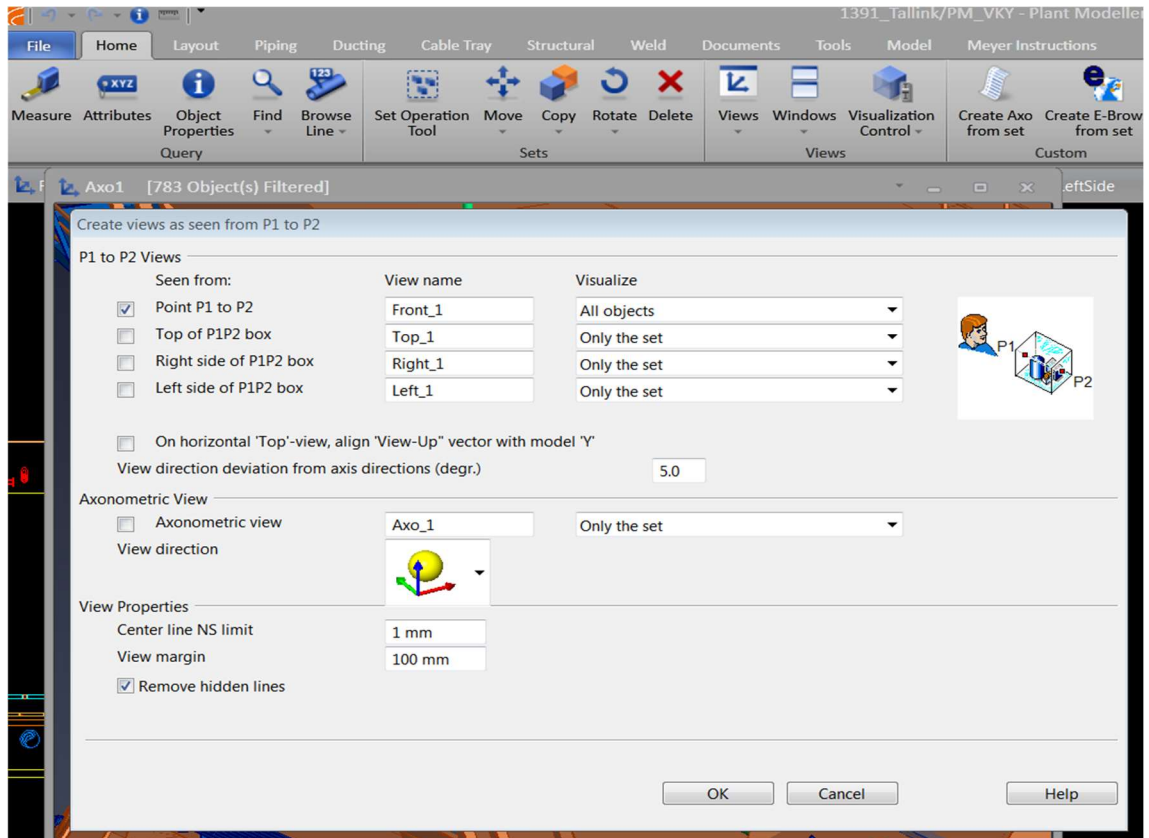
Näitä poikkileikkauksia on joka tapauksessa syytä ottaa vinojen laipioiden kohdilta, vaikka mallinnus kyllä voitaisiin tehdä ilman niitäkin, jotta rakenteiden millintarkka sopivuus saadaan varmistettua. Seuraavaksi luodaan laivakoordinaatiston pääakselien suunnista poikkeava tasoleikkauksevanto.

## 8.6 Vinon leikkauskuvannon luonti

X- ja Y-akselien välisen suunnan poikkileikkauksevannon voi luoda seuraavasti:

Home-välilehdellä polku on Views>Views>New>View from P1 to P2.

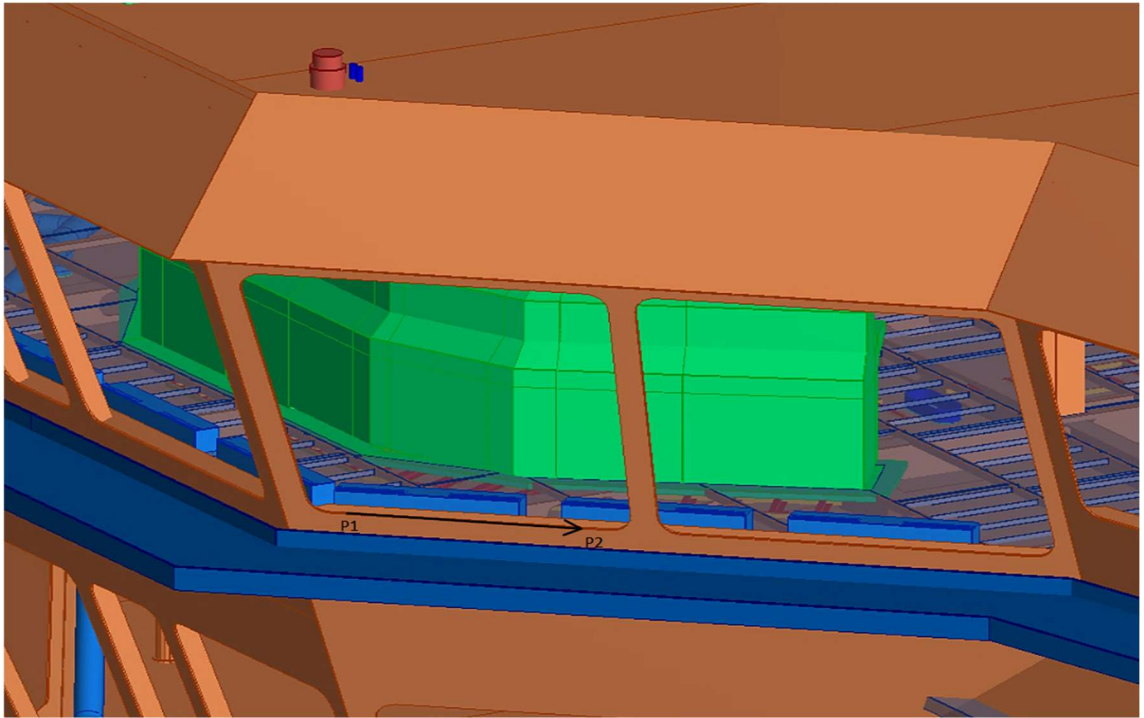
ViewsP1P2Set-kysymykseen osoitetaan Axo1-kuvannossa ohjaamon rintalaipio, josta poikkileikkaus otetaan. Tämän jälkeen saadaan näkyviin seuraava valintaikkuna, kuvassa 18.



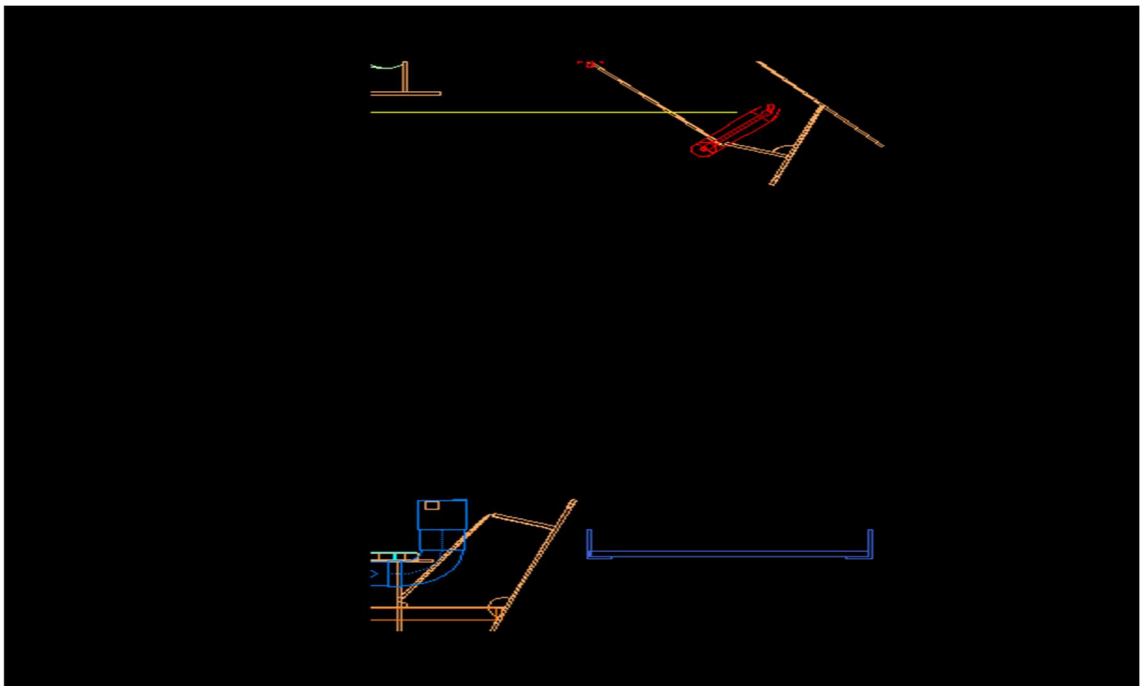
Kuva 18. P1 to P2 Views-valintaikkuna.

Nimen voi muuttaa ohjelman tarjoamasta ja Visualize -kohtaan kannattaa ottaa vain edellä valitun sijasta kaikki alueen objektit näkymään leikkauksessa.

Seuraavaksi valitaan seuraavan kuvan 19 mukaisesti kahdella pisteellä ikkuna-aukon reunasta leikkauksen katsomissuunta ja tuloksena saadaan kuvan 20 mukainen leikkauuskuvanto.

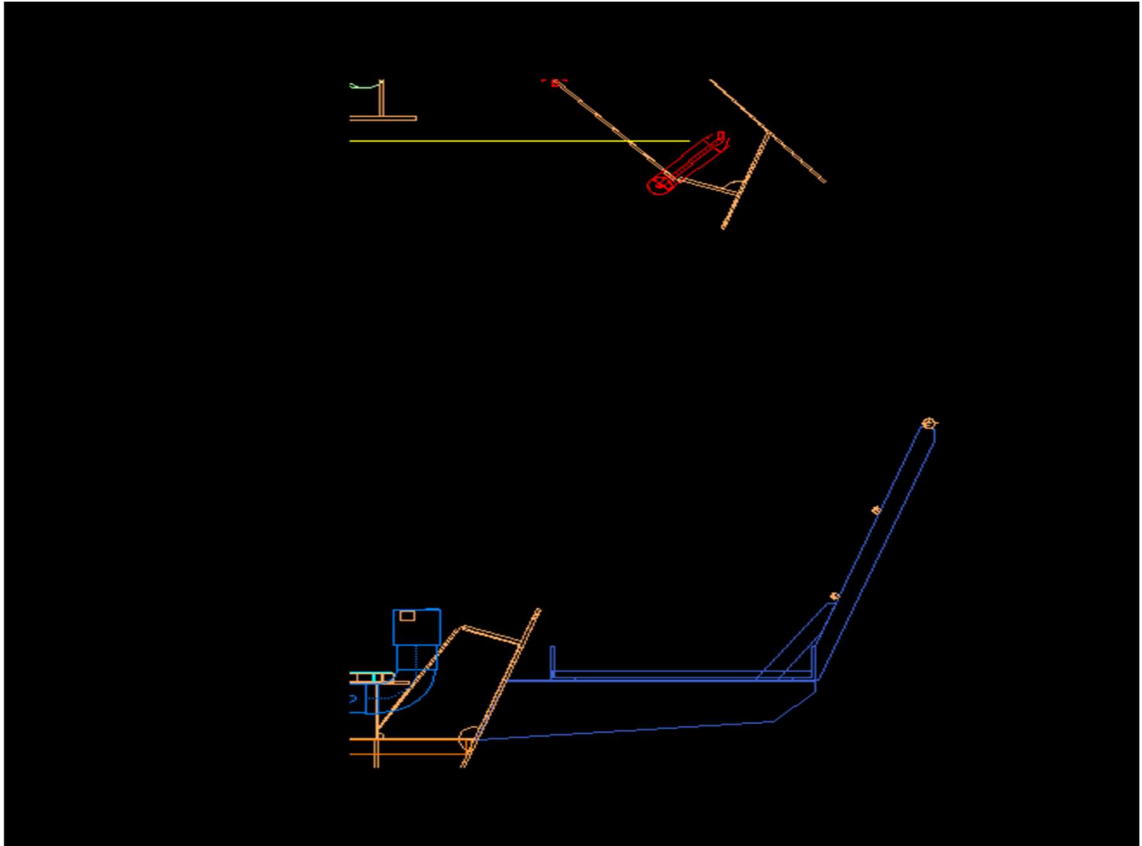


Kuva 19. Leikkauskuvannon katsomissuunnan valinta ohjaamon rintalaipiossa kahdella pisteellä P1 ja P2.



Kuva 20. Vinon rintalaipion suuntainen poikkileikkaus.

Tässä kuvannossa sijoitetaan konsoli tai ainakin tarkistetaan esim. Axo1- tai Top-kuvannossa paikalleen sijoitetun ja oikeaan kulmaan käännetyn konsolin sopivuus kohdilleen. Kun huoltototaso on kokonaan mallinnettu leikkaus tulee näyttämään seuraavan kuvan 21 mukaiselta.



Kuva 21. Vinon rintalaipion valmiin huoltotason poikkileikkaus.

E erityisesti vinoissa laipioissa kannattaa tarkistaa tukien sijoittuminen takana olevien runkolohkon jäykisterakenteiden kohdalle. Mikäli jotakin tuentaa ei näyttäisi saavan sijoitettua riittävän lähelle olemassaolevaa runkorakennetta, pitää mallintaa kohtaan ylimääräinen tukirakenne, jonka asennustiedot on sitten myös muistettava esittää huoltotason asennuspiirustuksessa. Tällä pyritään ennenkaikkea pitämään laivoissa usein ongelmana ollut hoitotason liikkuminen ja värähtely mahdollisimman vähäisenä. Kommentosillan alue on värähtelyiltään hankalaa aluetta muun muassa keulapotkureita käytettäessä syntyvien herätteiden takia.

Pystysuunnassa konsolien tarvitse osua aivan rintalaipion takaisen jäykistävän levyrakenteen tai profiilin kohdalle, jos konsolin ylä- ja alareuna ovat lähellä jotakin jäykkää vaakatasoista tukirakennetta kuten kantta tai ikkuna-aukon reunaprofiilia.

## 8.7 Kaidetankojen mallinnus

Seuraavana vaiheena on huoltototason kaidetankojen (railings) mallinnus kolmessa korkeustasossa PS-puolelle. Kahdesta ohuemmasta kaideputkesta toinen voidaan tehdä kopioimalla suorat osat eri tasolle, käyrät on mallinnettava erikseen. SB-puolen vastaavat osat siis tehdään peilaamalla PS-puolen rakenteet.

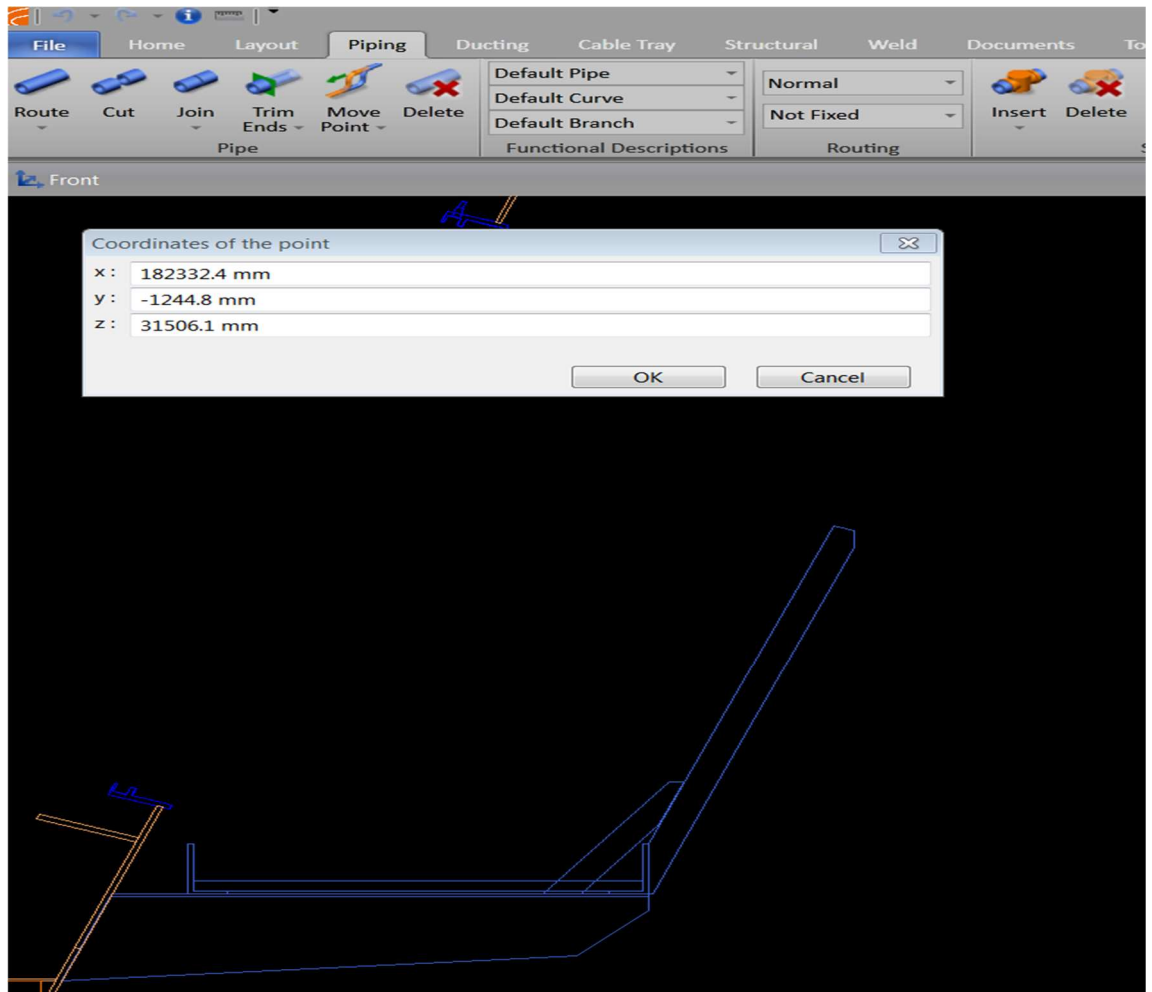
Käytännössä kaidetangot ovat kahta erikokoista ohutseinämäistä putkea. Mitoitusgeometria ja putkien koot on määriteltä perussuunnittelukuvan poikkileikkausdetaljissa ( kuva 10 s. 19 ).

Tärkeimmät mitat mallinnuksen kannalta ovat Z-mitat eli korkeussuunnassa ritilätason päältä kaideputkien keskilinjoihin. X/Y-koordinaattien suunnissa riittää tässä vain tarkistaa silmämääräisesti, että kaideputken reuna sivuaa kaidetolpan reunaa.

Aluksi putkien päät liitetään suorana toisiinsa, ja taitteiden käyrät mallinnetaan myöhemmin. Taivutussäde on sama kaikkialla, vähintään 1,5 x putken halkaisija.

Kaideputkien mallinnus kannattaa ko. tapauksessa aloittaa joko 3D-kuvannossa Axo1- tai FrontView-tasoleikkauskuvannossa noin keskilaivan kohdalta y-suuntaan. Jälkimmäisessä nähdään kaiteiden sijoittuminen kaidetolpalle heti tarkasti. Axo1-kuvannossa pientä virhettä ei tässä helposti huomaa.

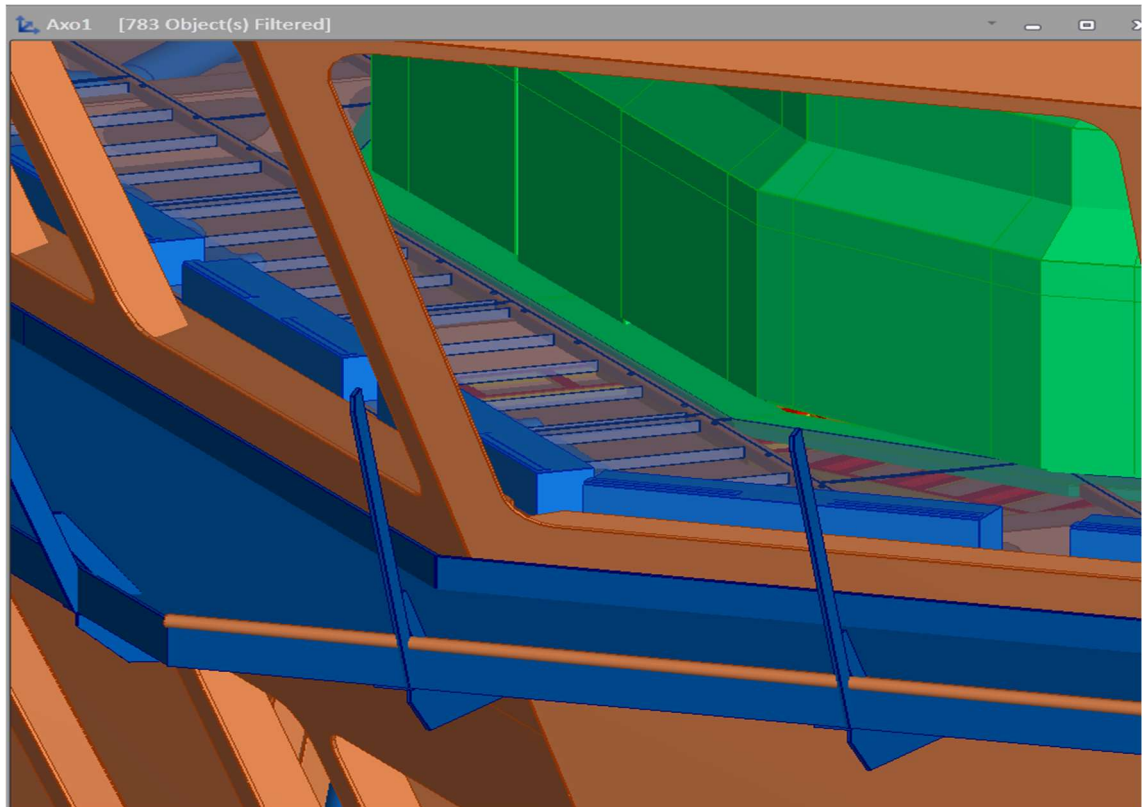
FrontView-kuvannossa annetaan putkelle alku- ja loppupiste xyz-koordinaatteina (kuva 22). Ensimmäisen pisteen antamisen jälkeen ilmestyvään valintaikkunaan syötetään putken systeemi-, materiaali- ynnä muut tiedot.



Kuva 22. Putken mallinnus päätepisteiden xyz-koordinaateilla.

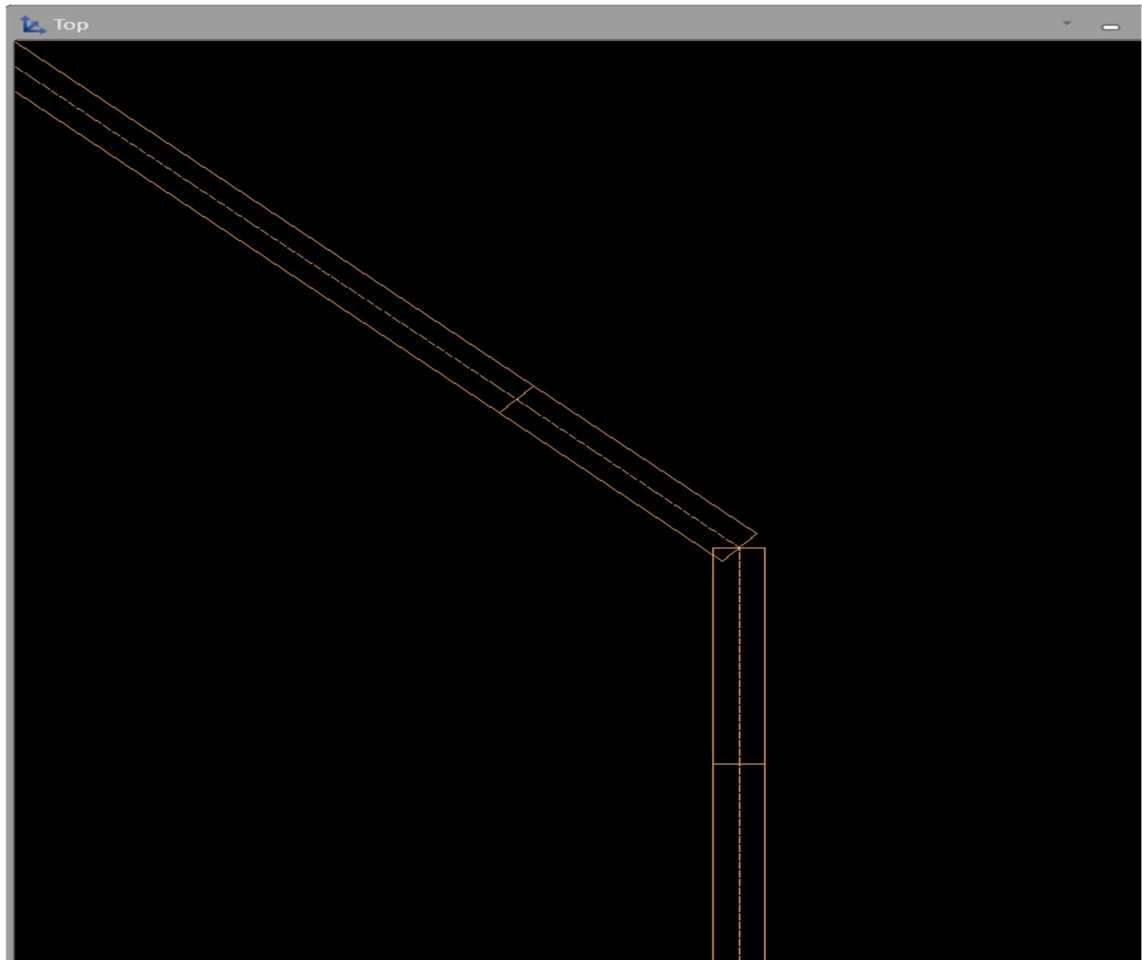
Kätevä tapa varsinkin vinoilla osuuksilla oikean kulman saamiseksi on mallintaa putket ensin kuvassa 23 näytetyllä tavalla antamalla päätepisteet ritiläkehikon kulmaprofiilien nurkkiin osoittamalla ja siirtämällä siitä oikeaan kohtaansa pituus- ja korkeussuunnassa.





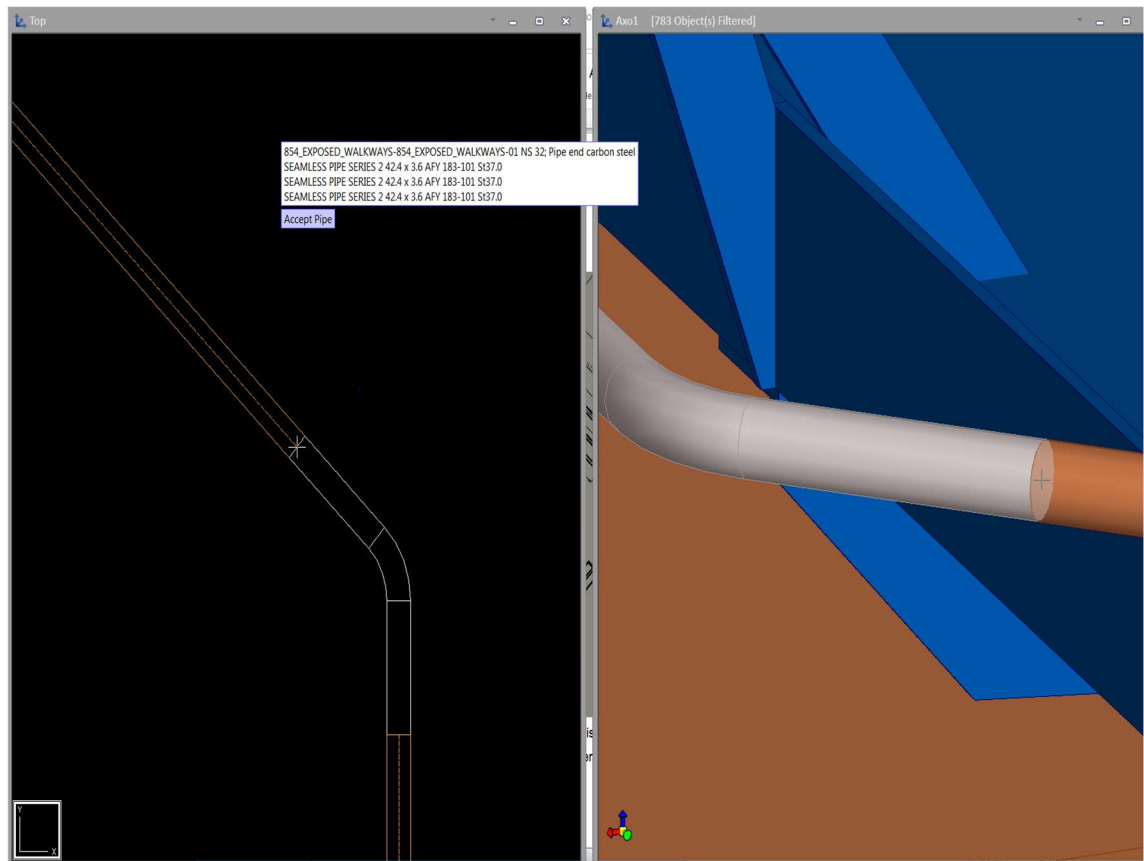
Kuva 23. Kaideputki mallinnettuna aluksi ritilätason kehikon reunaan.

Kun kaikille sivuille on mallinnettu putket ja siirretty ne oikealle paikalleen, putkien yhtymäkohtiin tulevien käyrien mallinnus voidaan helpoimmin tehdä seuraavan kuvan 24 mukaisessa, putken keskiliinjan tasalta otetussa TopView-tasoleikkauskuvannossa, jossa putkiin tehdään katkaisulinjat.



Kuva 24. Putkien liitoskohdan käyrän osan mallinnusta varten putkiin tehdään katkaisulinjat.

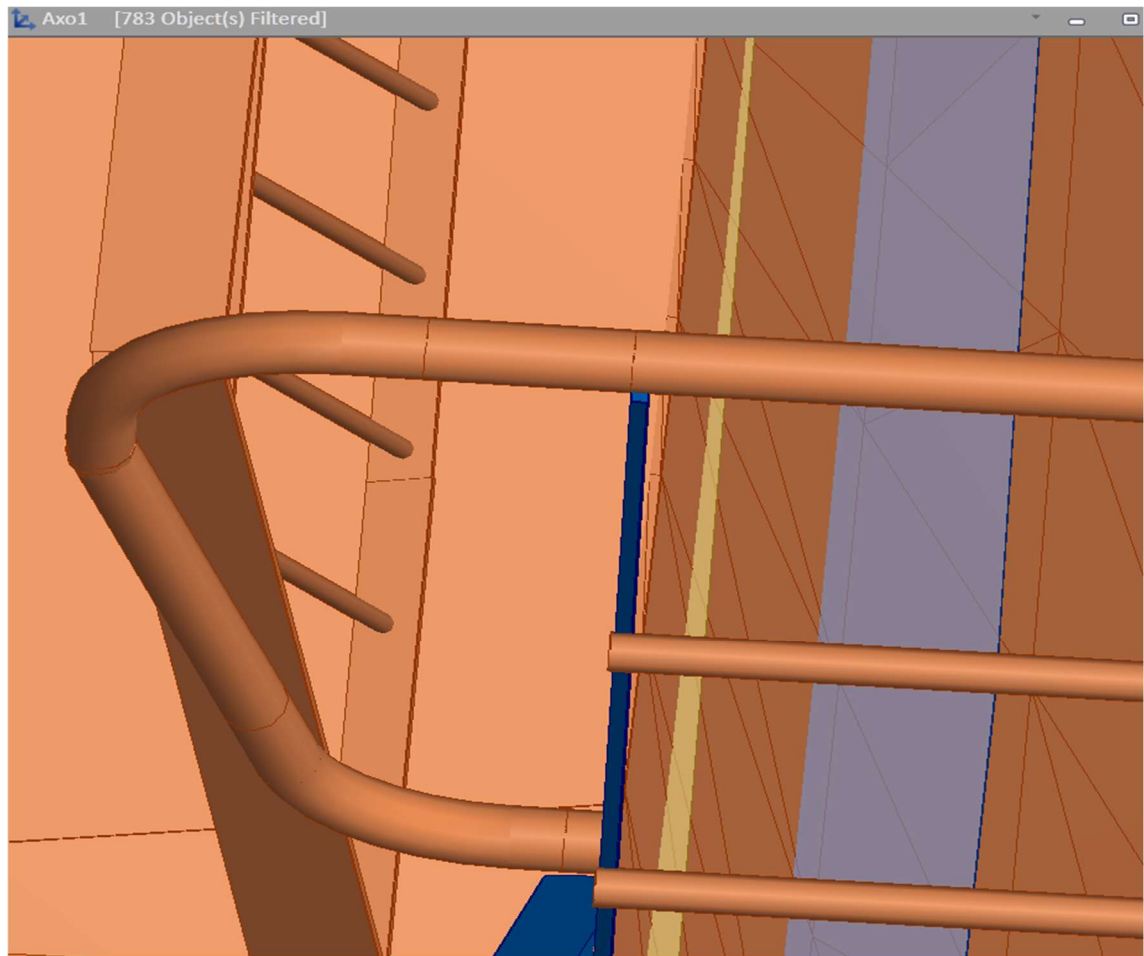
Putken taivutuskohta valmistuksessa tulee olemaan nyt suorien putkien keskilinjojen leikkauspiste. Putket katkaistaan mallissa valmistuksen kannalta riittävän pitkällä taivutusvaralla, tässä 250 mm. Taivutussäteeksi annetaan  $R = 125$  mm. Tämä tehdään Piping välilehden Cut-työkalulla. Poistetaan katkaistut pätkät ja tehdään kuvassa 25 näkyvä käyrä putkenosa väleihin työkalulla Route>Route Pipe.



Kuva 25. Käyrä putkenosa mallinnettu taitekohtaan. Top View- ja Axo1-kuvannot.

Muille sivuille kaidetangot on helppo mallintaa putkien keskilinjojen z-koordinaattitasoista otetuissa TopView-leikkauskuvannoissa. Vedetään putkilinjat edellä mainituin etäisyyksin tason reunaprofiileista ja yhdistetään toisiinsa käyrillä. Tärkeää myöhemmän valmistuspiirustuksen teon kannalta on, että taitteen alkamiskohdat määritetään aina samalle etäisyydelle putkilinjojen risteyskohdasta ja ettei saumaa poisteta mallista. Siitä on etua myöhemmin työkuviissa putkien katkaisumitoituksia määrittettäessä.

Kaidetankojen päättäminen hoitotason ja ohjaamon kannen reunakaiteen yhtymäkohdassa ohjaamon takana voidaan toteuttaa kuvan 26 mukaisella tavalla taivutettuna.

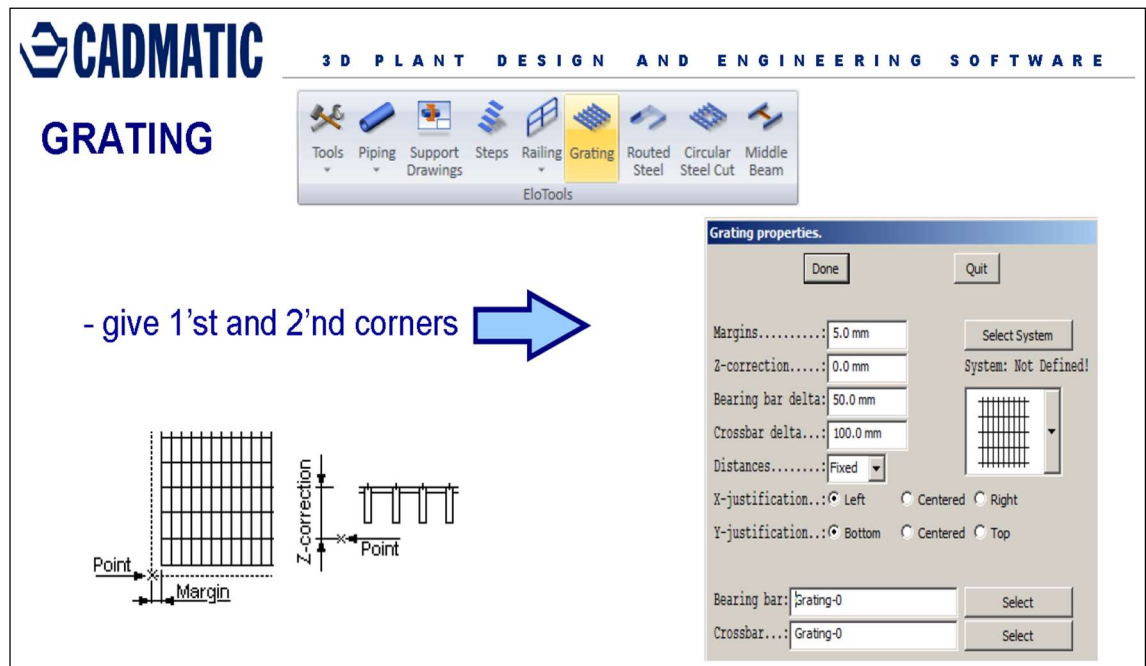


Kuva 26. Kaidetankojen päättäminen.

### 8.8 Ritilätason mallinnus yksityiskohdiltaan tarkemmaksi

Ritilätasojen mallintamisen helpottamiseksi kannattaa ensin siirtää alustava malli esimerkiksi X-suunnassa laivan ulkopuolelle, vaikkapa siirtymällä +10 000 mm. Sitten mallinnetaan oikea ritilämalli sen sisään, tuhotaan alustava malli ja lopuksi siirretään valmis ritilä takaisin sen paikalle hoitotason kehikon sisään.

Oikean ritilän mallin tekoon käytetään Elomaticin Cadmatic-sovellukseen kehittämän Elotools-lisäosion Grating-työkalua (kuva 27).



Kuva 27. Ritiätason mallinnustyökalu. [9.]

Tällä voidaan tehdä ritiärakenne, joka koostuu joukosta yksittäisiä Beam-objekteja. Se ei siis tee niistä yhtä komponenttia, vaan niitä on käsiteltävä yksittäisinä tai objektien joukkona (valitsemalla kaikki), mikä tekee niiden käsittelystä hieman työlästä.

## 8.9 Rakenteiden kopiointi peilikuvana

Viimeisenä mallinnuksen vaiheena peilataan kaikki PS-puolen rakenteet SB-puolelle CL:n suhteen ja tarkistetaan niiden sopivuus. Kaikki peilattavat rakenteet voidaan valita kerralla.

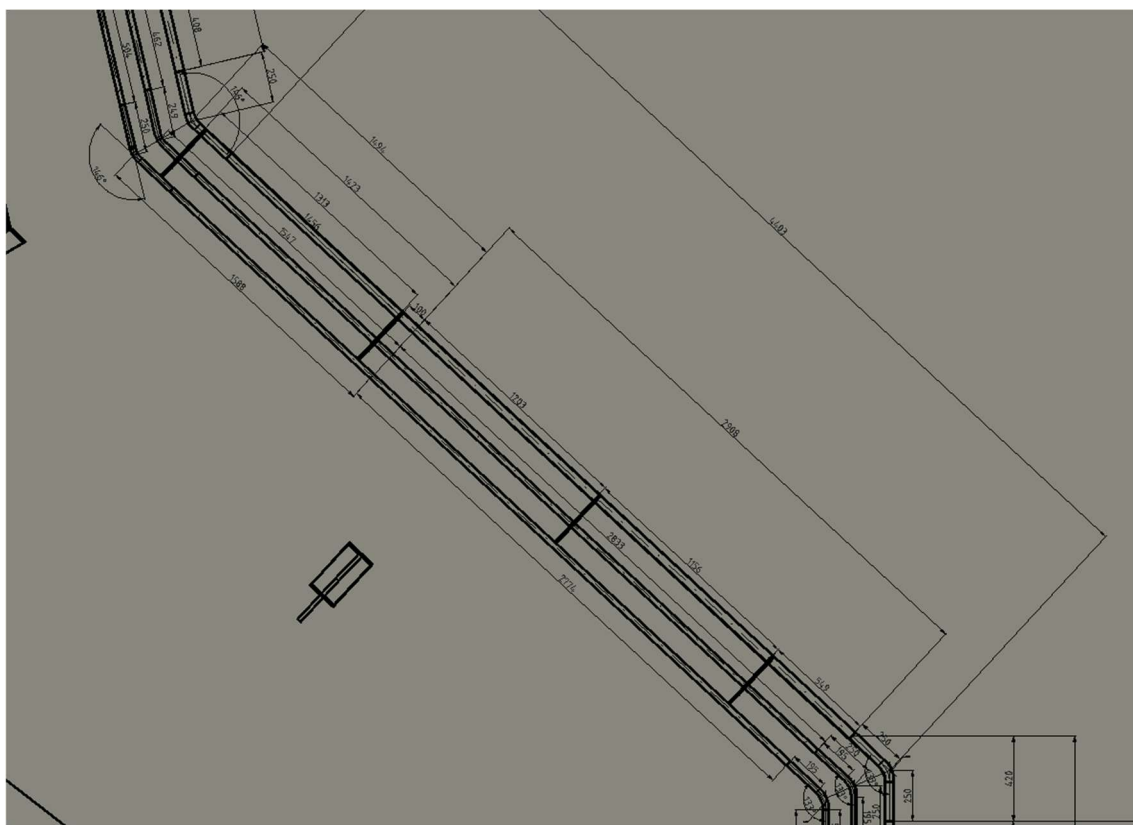
Peilaus laivan CL:n suhteen voidaan tehdä Home-välilehden Copy and Mirror -työkalulla ja valitaan peilaustasoksi XZ. Ohjelman kehoteeseen "Point on Reflection Plane" osoitetaan mikä tahansa piste rakenteissa, esimerkiksi keuhkon jokin nurkkapiste. Siihen lukitutaan näppäimellä E (edge, nurkkapiste), jotta saadaan sen koordinaatit talteen. Sitten painamalla näppäintä C saadaan näkyviin pisteen koordinaattien valintaikkuna. Tähän muutetaan vain y-arvo nolaksi ja hyväksytään, jolloin rakenne peilautuu samalle etäisyydelle keskijonasta vastakkaiselle puolelle.

## 8.10 Leikkauskuvantojen siirto työkuviin pohjaksi

Seuraavaksi otetaan vielä työkuviin tekoa varten pohjaksi leikkauksia mallista, esimerkiksi TopView-tasoleikkaus, jossa on syvyys suunnassa rajattu näkymään kaikki kolme kaideputkilinjaa (kuva 28).

Leikkauskuvanto kopioidaan Home-välilehden Views>Export-työkalulla valittuun paikkaan dwg-tiedostona, jossa voidaan tehdä työkuviin teossa tarpeellisia mitoituksia AutoCADilla.

Leikkaukset kannattaa ottaa työkuviin muokkausta ja hyödyntämistä varten myös kulmaprofiilikehikosta ja jostain konsolista y-suuntaisena poikkileikkauksena.



## 9 Valmistussuunnitteluaineiston teko

Piirustusten ja osaluetteloiden teosta laadittiin myös yksityiskohtaisempi ohje referenssikuvineen ja -osaluetteloineen nimellä Valmistussuunnitteluaineisto.docx Elomatic Oy:n palvelimelle dokumenttikansioon (kuva 7 s.15) Valmistussuunnitteluaineistoksi käsitetään tässä kohtaa enää tuotannon tarvitsemat piirustukset ja materiaaliosaluettelot, vaikka koko valmistussuunnitteluprosessiin kuuluukin myös lähtötietojen keruu ja rakenteen mallinnus. Tässä ohjeesta esitetään vain lyhyt tiivistelmä.

Ohjeen sisältö koostuu seuraavista aiheista:

- valmistus- ja asennuspiirustusten mallikuvat
- osaluettelon teko valmistuspiirustukseen MARS-tietokantaan
- osaluettelon teko asennuspiirustukseen MARS-tietokantaan
- lisätietoja.

Huoltotason rakenteen kuvat ovat siis toivottavasti jatkossa referenssikuvia vastaavissa töissä ja seuraavan työn tekevä suunnittelija taas jättää kuvansa uudeksi referenssiksi sekä muutenkin päivittää tarpeen mukaan dokumentin tiedot. Valmistuskuvissa on pyritty kiinnittämään erityistä huomiota tuotannon asettamien kaikkien vaatimusten huomioimiseen. Tärkein on pyrkimys optimaalisen suurien esivalmistelohkojen tekkoon huomioiden niiden käsittelyn ja kuljetusten sekä kuumasinkityksen asettamat rajoitukset. Tässä kohtaa huomattiin työn edetessä joidenkin aikaisempien vastaavien töiden menneen vikaan ja aiheuttaneen tuotannossa ongelmia ja lisäkustannuksia.

Osaluetteloiden tekoa telakan MARS-tietokantaan on kuvattu ohjeessa liittämällä kuva-kaappauksia käyttöliittymästä näytöllä eri vaiheissa. MARS-ohjelman käytöstä on olemassa kattavia ohjedokumenttejakin, mutta tässä pyrkimyksenä on esittää käyttäjälle juuri tässä työssä tarpeellinen tieto mahdollisimman yksinkertaisesti.

Lisätietoja-kohtaan on tarkoitus laittaa jotain erityisempää työhön liittyvää informaatiota. Kyseisessä työssä siihen liitettiin muun muassa aikaisemmasta vastaavanlaisesta työstä telakalta saatua palautetta huoltotason tason alle asennettavan valonheittimen kiinnitysalustan rakenteita koskien. Siinä oli aikaisemmassa työssä jäänyt parannettavaa. Vaikka tämäntyyppiset korjaukset tehdäänkin uuteen aineistoon, nämä palautteet on kuitenkin hyvä liittää dokumenttiin mukaan tiedoksi.

## 10 Yhteenveto ja johtopäätöksiä

Insinöörityössä kuvattu työ tulee vastaan aina jollekulle joka laivassa. Ihmettelyyn, yrityksiin ja erehdyksiin ja niiden korjaamiseen kuluva aika ehkä hieman tämän dokumentin ansiosta vähenee, ja siten työstä tulee tehokkaampaa. Joku tässä työssä kokeenempi suunnittelija voi olla jostain kohdasta eri mieltä ja tietää paremman keinon toteuttaa asia, mutta työnantajalle jättämäni työ on minun puolestani vapaasti jatkojalostettavissa kaikilta osin. Todistettavasti sen voi ainakin näinkin tehdä, koska näin se tehtiin Meyer Turun telakalla rakennettuun Tallink Megastar -matkustaja-autolauttaan.

Lokakuussa 2016 tiedustelin Meyer Turun telakalta miten tämän huoltototason valmistusvaiheet tuotannossa olivat sujuneet ja oliko tullut palautetta. Esivalmisteet oli tehty Paramet Oy:n konepajalla Paraisilla, eikä tuotantoaineistosta tullut sieltä mitään erityistä huomautettavaa. Samoin huoltotasojen asennus laivaan Turun telakalla oli sujunut ongelmitta, joten tämän referenssimateriaalin voi sanoa ikään kuin läpäisseen tuotannon testinkin ja siltä osin olevan pätevä pohja tulevissa vastaavanlaisissa töissä.

Kun kokemattomana tein tämän opinnäytetyön pohjana olevan varsinaisen työn työnantajalleni, siihen kulunut aika oli tietysti paljon pidempi kuin jo rutiinilla näitä suunnitteluitä tekevillä. Lisäksi malliaineistoa aikaisemmista laivaprojekteista hakiessani jouduin valitsemaan useista eri vaihtoehtoista, ja osa valinnoista osoittautui myöhemmin vääriksi. Niiden korjaamiseen hukkuu aikaa. Oma arvioni on, että jos minulla olisi ollut käytössä nyt tekemäni ohje ja pohjamateriaali, olisin saattanut päästä jopa viikonkin lyhyemmällä ajalla. Säästö on siis merkittävä.

Yksi tapa kehittää tätä työtä olisi kerätä myös perussuunnittelun tiedot ja ajankohtaiset referenssikuvat tähän kansioon, jolloin siitä tulisi koko suunnitteluprosessin kattava. Tarkoitukseni oli alun perin niin tehdäkin, mutta aikaa tuntuu aina olevan liian vähän, joten tyydyin valmistussuunnittelun osuuteen.

Kaikenlaista materiaalia ja aikaisempia vastaavanlaisia suunnitelmia on paljonkin löydettävissä, ja kyselemällä saa apua. Lisäksi esimiehet tietysti ohjeistavat suunnittelijalle jonkinlaiset lähtötiedot aina. Ongelma on kuitenkin, että tieto on hajallaan ja osin van-



hentunutta tai muuten väärää. Kukaan ei välttämättä kontrolloi ja organisoi sitä paremmaksi tulevaisuutta silmällä pitäen. Kun suunnittelija saa oman työnsä tehtyä, hän yleensä jättää lähtöaineistossa havaitsemansa puutteet silleen ja siirtyy seuraavaan tehtävään. Seuraava tekijä kohtaa ehkä samat ongelmat.

Oma käsitykseni on, että tässä olisi sellainen työsarka, johon panostamalla työn tehokkuutta voitaisiin nostaa varsinkin hyvin vaihtelevien suunnittelutehtävien parissa työskentelevissä organisaatioissa. Erityyppisten suunnittelutöiden parempi dokumentointi esimerkiksi suunnittelupäiväkirjojen pitämisen pohjalta ja työn valmistumisen jälkeen niistä dokumentin koostaminen tarpeellisine piirustuksineen ynnä muine liitteineen voisi aikaa myötä kasvattaa eräänlaisen kattavan suunnittelutapauskirjaston.

Dokumentointien tekemisestä saatavaa hyötyä pitää tietysti aina arvioida siihen kuluvaan aikaan nähden, joka ensimmäisellä kerralla voi tuntua suureltakin, mutta kun tällainen työ on kerran tehty harkiten ja huolellisesti sitä varten luodussa dokumentointijärjestelmässä, vie sen päivittäminen jatkossa aina vähemmän aikaa. Rutiiniluonteisia työtapoja, metodeja ja teknisiä apuvälineitä tähän voi varmasti kehittää. Tekemäni työ on vain yksi pieni esimerkki tähän suuntaan, enkä voi sen pohjalta vielä esittää mitään systeemiä, jolla yritys voisi tässä menetellä paremmin. Olen kuitenkin vakuuttunut siitä, että tällainen kehitystyö olisi hyödyllistä, mikäli yritykset nykyistä enemmän panostaisivat resursseja siihen.

Tämä puoli yrityksen tiedonhallinnassa on siis monessa työpaikassa kehityskelpoinen alue, mutta tietysti siihen tulee mukaan myös sellainen inhimillinen tekijä, että suunnittelijat mielellään pitävät usein niin sanotusti kantapään kautta hankittua kokemusta omana henkisenä pääomanaan, jota ei mielellään jaeta liikaa muille. Jonkinasteinen kilpailutilanne vallitsee tietysti yrityksen sisälläkin aina. Kuitenkin työn laadun lisäksi nykyään yhä merkittävämmäksi kilpailuvaltiksi yrityksille muodostuu nopeus ja joustavuus. Parempi tiedon jakaminen toimii tässä yrityksen hyödyksi.

Paljon riippuu myös yrityksessä vallitsevasta hengestä: kokevatko työntekijät yrityksen ilmapiirin kannustavan siihen, että parhaiten pärjää pitämällä tiedot itsellään, vaiko pyrkimällä mahdollisimman hyvään yhteistyöhön ja tiedon jakamiseen muiden kanssa. Uskon henkilöstöään jälkimmäiseen kannustavien yritysten tulevan menestymään parhaiten.

## Lähteet

- 1 Elomatic Consulting & Engineering. 2016. Verkkodokumentti. Elomatic Oy. <[www.elomatic.com](http://www.elomatic.com)>. Luettu 31.10.2016.
- 2 Cadmatic. 2016. Verkkodokumentti. Cadmatic Ltd. <[www.cadmatic.com](http://www.cadmatic.com)>. Luettu 30.10.2016.
- 3 Meyer Turku. 2016. Verkkodokumentti. Meyer Turku Oy.<[www.meyerturku.fi](http://www.meyerturku.fi)>. Luettu 30.10.2016.
- 4 Megastar | Esittely. 2016. Verkkodokumentti. As Tallink Group. <<http://megastar.tallink.com/fi/megastar-laivasta/esittely/>>. Luettu 30.10.2016.
- 5 ”Pikaostoskeskus”, aiempaa vähemmän hyttejä eikä yhtään pelastusvenettä – tällainen on Suomenlahden uusi Tallinnan-laiva. 2016. Verkkodokumentti. Helsingin Sanomat. <[mat.http://www.hs.fi/kotimaa/a1476763675263](http://www.hs.fi/kotimaa/a1476763675263)>.18.10.2016. Luettu 30.10. 2016.
- 6 Skytte,Martti. 2000. Projektisuunnittelu, osa 34 teoksessa Laivatekniikka, (toim.) Pekka Räisänen. Jyväskylä: Turun ammattikorkeakoulu.
- 7 Kosola, Pekka. 2000. Perussuunnittelu, osa 35 teoksessa Laivatekniikka, (toim.) Pekka Räisänen. Jyväskylä: Turun ammattikorkeakoulu.
- 8 Kosola, Pekka. 2000, Valmistussuunnittelu, osa 36 teoksessa Laivatekniikka, (toim.) Pekka Räisänen. Jyväskylä: Turun ammattikorkeakoulu.
- 9 Elomatic Oy:n Cadmatic-kurssimateriaalia toukokuulta 2015 ja Cadmatic-ohjelmiston opetusmateriaalia (How Cadmatic works).
- 10 Blue Cielo Kronodoc 2012 User’s Guide. Verkkodokumentti. Blue Cielo. <[https://documentation.bluecieloecm.com/BCWebHelp/en/kronodoc/2012/ug/Kronodoc2012\\_UG\\_LTR.pdf](https://documentation.bluecieloecm.com/BCWebHelp/en/kronodoc/2012/ug/Kronodoc2012_UG_LTR.pdf) >. Luettu 24.11.2016.
- 11 Kronodoc hallinnoi tietotulvaa . 2005. Verkkodokumentti. Tekniikka ja talous.<<http://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/ict/2005-11-17/Kronodoc-hallinnoi-tietotulvaa-3273107.html>>.17.11.2005. Luettu 30.10.2016.
- 12 Nieminen,Jarmo. 2010. MARS-materiaalinhallintajärjestelmän käyttö Elomatic Oy:ssä. Elomatic Oy:n materiaalia.