



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Ilkka Mattsson

NAPA Designer -ohjelmiston käyttäminen laivan konseptisuunnittelussa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikka

Insinöörityö

23.01.2020

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Ilkka Mattsson NAPA Designer -ohjelmiston käyttäminen laivan konsepti- suunnittelussa 23 sivua 23.01.2020
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Konetekniikka
Ammatillinen pääaine	Koneensuunnittelu
Ohjaajat	Lehtori Janne Nuotio Laivanrakennusinsinööri Björn Schönberg
<p>Tämä insinöörityö tehtiin Aker Arctic Technology Oy:lle. Insinöörityön tarkoituksena on tutkia ja kokeilla NAPA Designer ohjelmiston soveltuvuutta laivan rungon konseptimallin rakennesuunnitteluun. Erityisiä kiinnostuksen kohteita ovat laivan rakennemallin nopea luominen ja sen muokkaaminen sekä mallista saatavat paino- ja materiaalitiedot.</p> <p>Yhden 3D-mallin etuna olisi se, että kaikki työskentely tapahtuisi saman mallin parissa, jolloin suunnittelun eri osa-alueiden käytössä olisi koko ajan ajantasainen tieto laivan rakenteista, eikä eri ohjelmille ja tarkoituksille tarvitsisi tehdä ja ylläpitää omia malleja ja piirustuksia.</p> <p>Työssä mallinnettiin laivan rungon keskiosan karkea rakennemalli ja tehtiin siihen muutoksia, samalla kokeillen ohjelman eri mallinnustoimintojen toimintaa ja käytettävyyttä. Työn lopputuloksena saatiin selville ohjelman vahvuuksia ja heikkouksia, sekä arviointi, jota käytetään ohjelmistohankintojen päätöksenteossa.</p>	
Avainsanat	CAD, NAPA, laivanrakennus

Author Title	Ilkka Mattsson Use of NAPA Designer in the Concept Design of a Ship's hull
Number of Pages Date	23 pages 23 January 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Professional Major	Machine Design
Instructors	Björn Schönberg, Naval Architect Janne Nuotio, Senior Lecturer
<p>This Bachelor's thesis was commissioned by Aker Arctic Technology Oy and the objective was to test and examine the usability of NAPA Designer software in the tender design of a ship's hull. The main goal was to test the fast creation of a basic structural model and ease of editing the model. In addition output for weight calculation and bill of materials were part of the testing.</p> <p>Using 3D model for all design subareas would be a benefit since it would ease the design process and keep all the design subareas up to date. If all design subareas used the same model, there would be no need to keep up different models and drawings for different computer programs and design divisions.</p> <p>The thesis involved modeling and modifying the structure of the middle part of the ship's hull steel structure. In the modeling phase the functionality and usability of the modeling program were tested. As a result, the strengths and weaknesses of the program were identified, as well as the evaluation to be used in software procurement decisions.</p>	
Keywords	CAD NAPA Ship Building

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Laivansuunnittelussa käytettäviä ohjelmistoja	2
2.1	Naval Architectural Package (NAPA)	2
2.2	Yleisimpiä laivansuunnittelussa käytettyjä ohjelmistoja NAPA:n lisäksi:	3
2.2.1	Aveva Marine	3
2.2.2	Cadmatic	3
2.2.3	Foran	3
2.2.4	Catia V6	3
3	Aker Arctic Technology Oy	4
4	Laivansuunnitteluprosessi	4
5	Laivan yleiset rakennetyypit	6
6	Rakennesuunnittelu	8
7	NAPA Designer-ohjelmalla mallintaminen	9
7.1	Ohjelman tukimateriaali	10
7.2	Mallin perusobjektit	10
7.3	Objektien nimeäminen	10
7.4	Objektien luominen	11
7.4.1	Työkalut	11
7.4.2	Objektikirjastot	13
7.4.3	Tiedon tuominen ohjelmaan	13
7.5	Ohjelmasta saatavat tiedot	13
8	Ohjelmiston testaus ja havainnot	14
8.1	Mitä testattiin	14
8.2	Miten testattiin	14
8.2.1	Lähtöaineisto	14

8.2.2	Mallintaminen	14
8.2.3	Mallin muokkaaminen	15
8.3	Mitä haluttiin	15
8.4	Mitä saatiin	16
8.5	Mikä meni hyvin	16
8.6	Millaisia ongelmia esiintyi	16
8.7	Parannusehdotuksia ja huomioita	19
8.7.1	Objektien nimeäminen	21
8.7.2	Mallinnusjärjestys	21
8.7.3	NAPA Drafting	22
9	Yhteenveto ja päätelmät	22

Lyhenteet

AAT	Aker Arctic Technology Oy
CAD	<i>Computer Aided Design</i> , tietokoneavusteinen suunnittelu.
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i> , tietokoneavusteinen valmistus
FEM	<i>Finite Element Method</i> , elementtimenetelmä
IACS	<i>International Association of Classification Societies</i> , Kansainvälinen luokituslaitosten liitto
IMO	<i>International Maritime Organization</i> , Kansainvälinen merenkulkujärjestö
NAPA	<i>Naval Architectural Package</i>

1 Johdanto

Insinööriyön tarkoituksena on tutkia ja kokeilla NAPA Designer -ohjelmiston soveltuvuutta laivan rungon konseptimallin rakennesuunnitteluun. Erityisiä kiinnostuksen kohteita ovat laivan rakennemallin nopea luominen ja sen muokkaaminen sekä mallista saatavat paino- ja materiaalitiedot. Tähän asti konseptimallin rakennesuunnittelu on tehty pääosin 2D-piirustuksilla ja luokituslaitosten laskentaohjelmia käyttäen. Näiden pohjalta on tehty 3D-mallinnuksia NAPA Steel -ohjelmistolla painolaskentaa ja muita tarkasteluja varten. Painolaskenta on perustunut osin aikaisempien projektien toteutuneiden painojen keskiarvoihin ja alustaviin materiaalitietoihin. Kolmiulotteinen rakennemalli materiaalitietoineen antaisi tarkemman arvion materiaalitärkeestä ja painosta, lisäksi siitä saataisiin käyttökelpoista aineistoa FEM-tarkasteluja varten. Tällä hetkellä FEM-laskentaan tarvittava rakennemalli on tehtävä erikseen 2D-kuvien pohjalta, eikä malli päivity automaattisesti. Yhden 3D-mallin suurena etuna olisi se, että kaikki työskentely tapahtuisi saman mallin parissa, jolloin suunnittelun eri osa-alueiden käytössä olisi koko ajan ajantasainen tieto laivan rakenteista, eikä eri ohjelmille ja tarkoituksille tarvitsisi tehdä ja ylläpitää omia malleja ja piirustuksia.

Olen työskennellyt laivansuunnittelun parissa yli kaksikymmentä vuotta ja suurin osa työstäni on ollut runkosuunnittelua erilaisilla CAD-ohjelmilla. Omaan kohtuullisen kokemuksen NAPA-ohjelmiston käytöstä ja ymmärrän ohjelman mallinnusobjektien toiminnan ja niiden erot.

2 Laivansuunnittelussa käytettäviä ohjelmistoja

Laivansuunnittelussa on monia osa-alueita ja kokonaisuuden hallinta on usein haastavaa. Tämän takia meriteollisuuden tarpeisiin on kehitetty omia ohjelmistokokonaisuuksia, joilla pyritään hallitsemaan koko laivansuunnitteluprosessi alkuvaiheen konseptisuunnittelusta aina viimeisiin yksityiskohtiin asti. Kaikki ohjelmat eivät tarjoa kokonaisvaltaista työkalupakettia, osa ohjelmista keskittyy tietyille alueille ja vain muutamat ohjelmat suoriutuvat kaikista suunnittelun vaiheista. Laiva on suuri kokonaisuus, jonka suunnittelussa ja rakenteessa noudatetaan tiettyjä perusratkaisuja, ja laivansuunnitteluun tarkoitettavat ohjelmistot ovat tarkoitukseensa optimoituja. Lisäksi laivanrakennuksessa joudutaan hallitsemaan suuria materiaalivirtoja ja monimutkaisia kokoonpanoja, joiden takia ohjelmistolta edellytetään myös tehokkaita työkaluja osien ja osakokoonpanojen hallintaan. Tämän tyyppisten ominaisuuksien takia laivanrakennuksessa käytetään pääsääntöisesti erityisiä laivansuunnitteluohjelmistoja. Suunnitteluprosessissa käytetään myös yleisimpiä suunnitteluohjelmistoja, kuten Autocadia ja Solidworksia.

2.1 Naval Architectural Package (NAPA)

NAPA Oy on suomalainen ohjelmistotalo, jonka tuotteita ovat laivansuunnittelu- ja laskentaohjelmistot, sekä laivan ja laivueen hallintaan ja käytön optimointiin tarkoitettavat ohjelmistot. NAPAn kehitys alkoi jo 70-luvun lopussa Wärtsilän telakkatoiminnan sisäisenä ohjelmistokehityksenä, ja NAPA Oy eriytettiin omaksi yritykseksi Wärtsilän tietotekniikka-alan tytäryrityksestä WITEC Oy:stä vuonna 1989.

NAPA-ohjelmisto on kehitetty alun perin runkomallin ja erilaisten laskemien tekemiseen. Myöhemmin ohjelmistoon on tehty omat moduulit rakennemallien tekemiseen ja erillinen On-Board NAPA aluksen kulunaikaiseen hallintaan ja tarkasteluun. Tässä insinööri-työssä tarkasteltu NAPA Designer on tiettävästi korvaamassa NAPA Steel -ohjelmiston rakennesuunnittelun työkaluna.

Insinööri-työssä käytettiin NAPA:n ja NAPA Designerin versioita 2019, 2019.1 ja 2019.2 Beta. Varsinainen 2019.2 versio julkaistiin lokakuussa 2019.

2.2 Yleisimpiä laivansuunnittelussa käytettyjä ohjelmistoja NAPA:n lisäksi:

2.2.1 Aveva Marine

Aveva Marine on alkujaan ruotsalainen laivansuunnitteluohjelmisto, joka on käytössä useilla telakoilla. Aveva Marine pohjautuu Kockums-konsernin 1960-luvulla syntyneeseen Tribon-ohjelmistoon. Tämä ohjelmisto kehittyi levynleikkaukseen ja materiaalihallintaan keskittyneestä CAM-ohjelmistosta kokonaisvaltaiseksi laivansuunnitteluohjelmistoksi. Tämän ohjelmiston etuna on hyvälaatuinen tuotantoaineisto laivan valmistamiseen. Aveva on yksi Euroopan yleisimpiä ohjelmistoja teräsrunгон suunnittelussa. Esimerkiksi Helsinki Shipyard ja Meyer Turku käyttävät Aveva Marinea laivojen runkosuunnitteluun.

2.2.2 Cadmatic

Cadmatic on suomalainen suunnitteluohjelmisto, jonka Marine-versio tarjoaa laajat työkalut laivansuunnitteluprosessiin, Suomessa tätä ohjelmaa käyttävät etenkin varustelu- ja koneistosuunnittelu. Cadmaticin oman ilmoituksen mukaan 40 % maailman kaupallisista telakoista käyttää Cadmatic-ohjelmistoa.

2.2.3 Foran

Espanjalainen Sener Foran on yksi vanhimmista CAD-ohjelmistoista, jossa on kaikki laivanrakennuksen tarvitsemat toiminnot. Sener-yhtiön mukaan Forania käyttää yli 150 telakkaa 40 maassa. Suomessa Foranin käyttäjiä on vähän ja ohjelmistolisenssin hinta on suuri.

2.2.4 Catia V6

Dassaut Systemes Catia V6 on erittäin laaja ohjelmisto, joka sisältää kymmeniä erilaisia moduuleja eri tarkoituksiin. Catiaa käytetään laivanrakennuksen lisäksi monilla muilla

teollisuudenaloilla, kuten ajoneuvoteollisuudessa. Ohjelmisto on käytössä monilla telak-kayhtiöllä ympäri maailman. Catia tiedetään hyväksi ja tehokkaaksi mallinnus- ja suunnitteluohjelmistoksi.

3 Aker Arctic Technology Oy

Aker Arctic Technology Oy (AAT) on suomalainen talvimerenkulun tutkimukseen ja kehittämiseen erikoistunut yritys, joka tarjoaa suunnittelupalveluja sekä ylläpitää jäämalli-koelaboratoriota. Yrityksen toimitiloissa Vuosaassa sijaitsee myös 75 m pitkä mallikoeallas, josta voidaan jäädyttää 60 m pitkä osuus mallikokeita varten. Yrityksen suunnittelu- ja toteutustoiminnot ovat kasvaneet voimakkaasti 15 viimeisen vuoden aikana, ja etenkin Venäjän intressit Pohjoisen jäämeren alueella tuovat tilauksia AAT:lle. Yrityksellä on hieman yli 50 työntekijää.

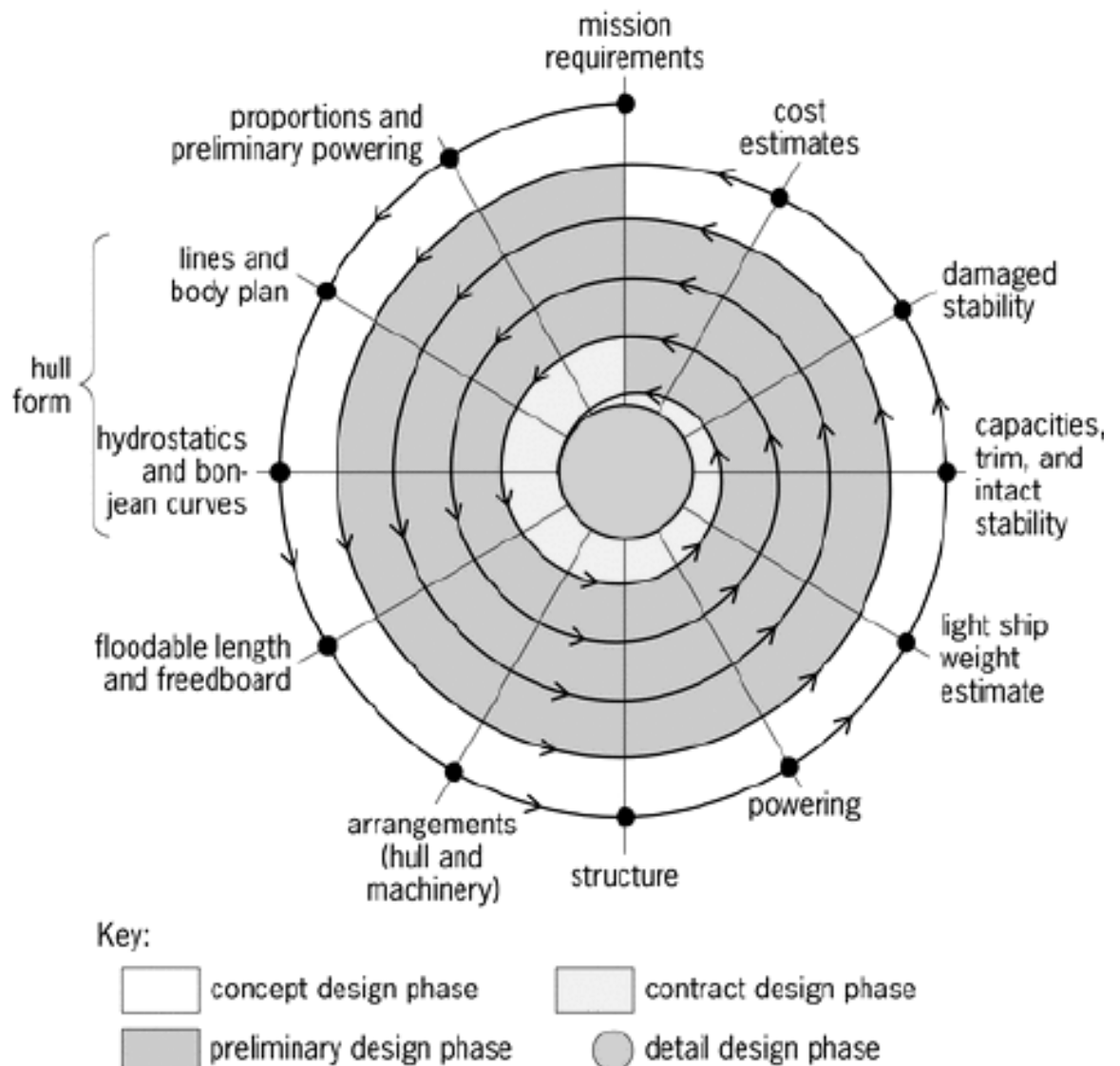
4 Laivansuunnitteluprosessi

Laivansuunnitteluprosessi voidaan kuvata nelivaiheisena iteratiivisena prosessina, jonka vaiheet ovat

- konseptisuunnittelu
- esisuunnittelu
- perussuunnittelu
- valmistussuunnittelu

Tähän asti on ollut tyypillistä, että konsepti- ja esisuunnitteluvaiheissa on käytetty rakenteiden alustavaan suunnitteluun kaksiulotteisia piirustuksia ja varsinainen kolmiulotteinen rakennemalli on tehty vasta perussuunnittelun ollessa loppuillaan. (Vesala L. 2019.) Jo konseptisuunnitteluvaiheessa tehdään erilaisia lujoustarkasteluja varten paikallisia rakennemalleja ja karkeita koko laivan mallinnuksia. Usein laivasta tehdään erillinen tilamalli mm. koneistosuunnittelun tarpeisiin. Aikaisemmassa suunnitteluvaiheessa käytettävissä oleva kolmiulotteinen rakennemalli tehostaisi erilaisten järjestelmien, kuten putkistojen ja ilmanvaihdon suunnittelua.

Laivansuunnitteluprosessia kuvataan usein suunnittelukierteenä (kuva 1). Tämän konseptin loi J. H. Evans 1950-luvulla ja sitä on käytetty monissa laivansuunnittelua käsittelevissä artikkeleissa, oppikirjoissa ja lopputöissä. Suunnittelukierteessä palataan tarkastelemaan aikaisempia suunnittelupäätöksiä uusien päätösten ja tietojen valossa.



Kuva 1. Suunnittelukierre, J. H. Evans 1

Suunnitteluun kuuluu monia osa-alueita, kuten

- hydrodynamiikka ja -statiikka
- rakenne
- järjestelmät
- sisustus
- pintakäsittely
- palontorjunta- ja pelastusjärjestelmät
- HVAC (lämmitys, ilmanvaihto ja jäähdytys)
- sähkö
- valaistus
- propulsio
- valmistus

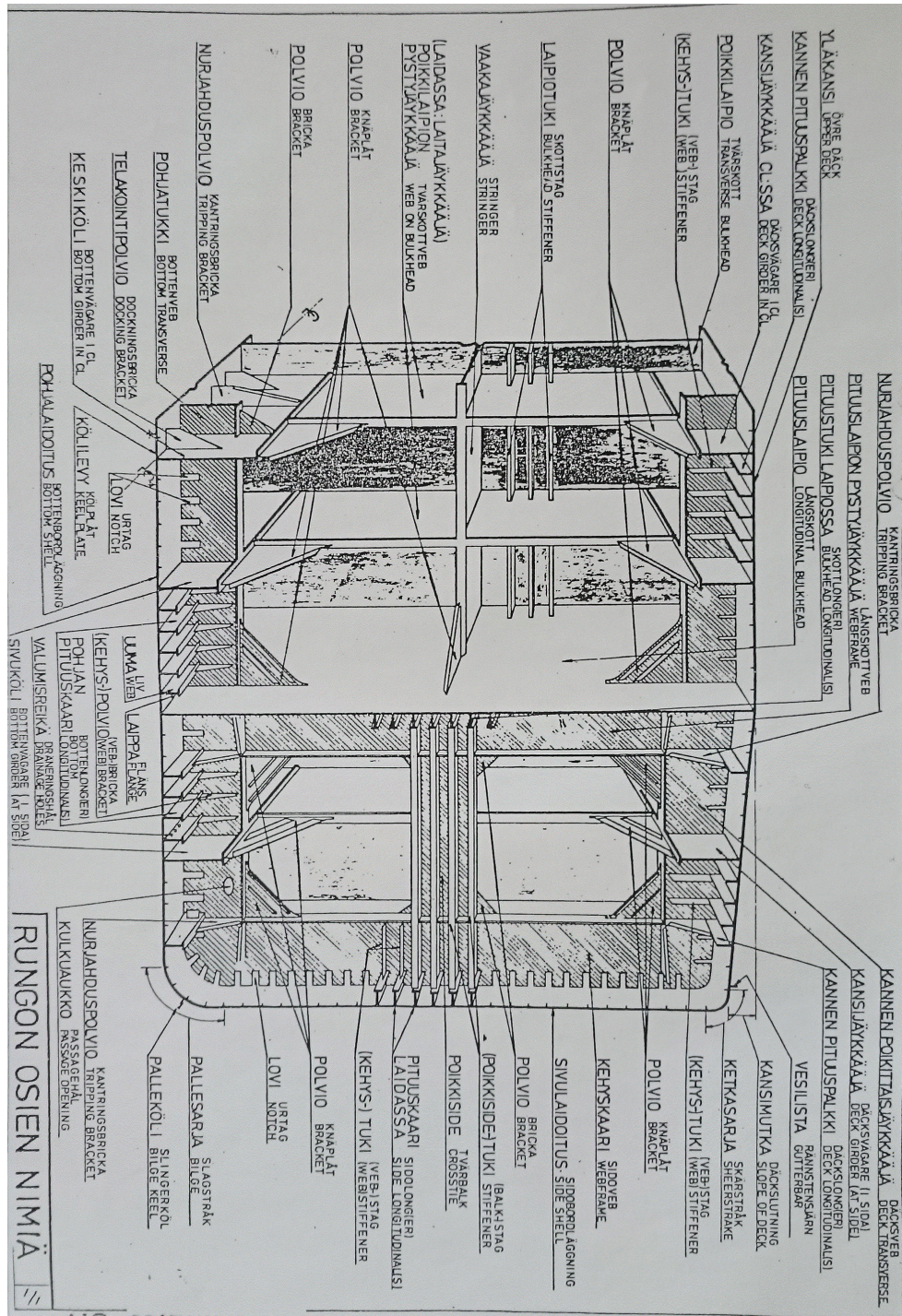
Tässä insinööriyössä keskitytään NAPA Designer ohjelmiston hyödyntämiseen alkuvaiheen eli konseptisuunnitteluvaiheen rakennesuunnittelussa.

5 Laivan yleiset rakennetyypit

Laivan teräsrungon rakennetyypit voidaan jakaa muutamaankin perustyyppiin.

- kannet
- laipiot
- ulkolaidoitus
- jäykkäjäät
- palkit
- jäykisteprofiilit
- polviot
- vahvikelevyt
- pilarit

Melkein kaikille erityyppisille osille on oma nimityksensä (kuva 2).



Kuva 2 Rungon osien nimiä, tekijä tuntematon

6 Rakennesuunnittelu

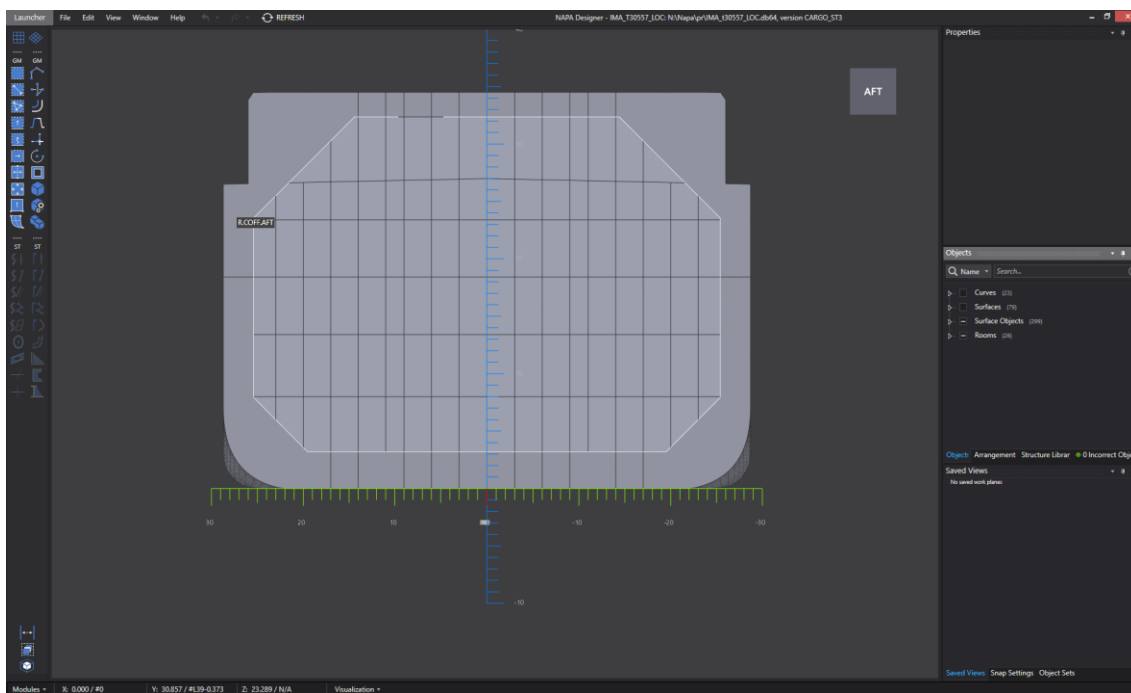
Rakenteiden määrittämiseen vaikuttavat useat tekijät ja niiden perusteella määritellään ainevahvuudet ja materiaalit. Perussäännöt rakennesuunnitteluun ovat useimmiten yleiset laivanrakennusstandardit, kuten International Association of Classification Societiesin (IACS) ja International Maritime Organizationin (IMO) määräykset, sekä jonkin luokituslaitoksen sääntökokoelma. Rakenteiden suunnittelussa tulee huomioida ainakin seuraavat asiat:

- laivan kokonaislujuus
- paikallinen lujuus
- valmistettavuus
- korrosio
- paino ja painopiste
- materiaallinen saatavuus
- palosuojaus
- vesitiiviys
- vuotovakavuus
- kustannus
- muiden suunnittelualojen tarpeet

Jo alkuvaiheen rakennesuunnittelussa tulee ottaa kaikki vaikuttavat tekijät huomioon, sillä mitä lähemmäs suunnitteluspiraalin keskustaa tullaan, sitä hankalampia ja kalliimpia muutokset rakenteeseen ovat. Konseptivaiheessa määritellään lähinnä päarakenteet ja pyritään optimoimaan laiva sen käyttötarkoitusta varten. Lujuus- ja painotarkastelut ovat kustannuslaskennan ohella keskeisessä asemassa, ja tässä kolmiulotteisen rakennemallin tuoma lisätarkkuus arvioihin ja tarkasteluihin on suureksi hyödyksi, kunhan mallin tuottaminen ja ylläpitäminen voidaan tehdä tarpeeksi tehokkaasti. Rakenteiden suunnittelun lähtökohtana ovat kaarien sijainnin määrittely eli kaarijako, pitkittäiset rakennelinjat eli longit ja kansiin sijainnit.

7 NAPA Designer-ohjelmalla mallintaminen

Napa Designer on NAPA-ohjelmiston interaktiivinen käyttöliittymä (kuva 3), jossa toimintoja käytetään pääosin hiirellä. Ohjelma näyttää mallin objektien tekstimuotoisen syötteen, jota käyttäjä voi editoida tarvittaessa.



Kuva 3. NAPA Designer -käyttöliittymä

Rakennemallin luominen voidaan aloittaa alustavan runkopinnan luomisen jälkeen. Runkopinta on laivan uloin osa, jonka sisälle rakenteet mallinnetaan. Runkopinta voidaan mallintaa NAPA-ohjelmistolla tai tuoda toisesta ohjelmasta. Pintamallin luominen NAPA-ohjelmistolla on laivansuunnittelussa yleinen tapa, mutta myös muilla ohjelmilla luotuja runkopintoja käytetään.

7.1 Ohjelman tukimateriaali

NAPA Designer -ohjelmassa on oma käyttöohjeensa, lisäksi ohjelman käyttäjille on alkuunpääsyn helpottamiseksi tehty muutama esimerkkivideo ja käyttäjäkoulutukseen tarkoitettu kalvosarja. Nämä materiaalit yhdessä NAPA-ohjelmiston ohjekirjan kanssa kattavat ohjelman toiminnot ja mallin ominaisuudet sekä rakenteen.

7.2 Mallin perusobjektit

NAPA-ohjelmistossa rakennemallin luomisessa tarvitaan muutamaa erityyppistä mallin-
nusobjektia.

- Käyrä (CUR). Kaksi- tai kolmiulotteinen käyrä, useita erilaisia määrittelytapoja.
- Taso (PLA). Taso kolmiulotteisessa avaruudessa.
- Sylinteri (CYL). Sylinteripinta kolmiulotteisessa avaruudessa.
- Tuubi (TUB). Käyrän (CUR) suuntaisesti pursotettu profiilin omaava pinta.
- Pinta (SUR). Pinta voi olla monella eri tavalla määritelty rajallinen kolmiulotteinen pinta. Pinta voidaan koota erilaisista objekteista yhdistelemällä ja rajaamalla.
- Surface Object (SO). Pintaobjekti on rakennemallin perusobjekti, joka on yleensä muodostettu tasolla tai kolmiulotteisella pinnalla sijaitsevasta rajatusta alueesta. Pintaobjektia käytetään samankaltaisesti kuin Avevan ja Catian Panel-objektia.

Rakennemalli mallinnetaan erilaisista pintaobjekteista, joihin voidaan määritellä aukkoja, saumoja, ainevahvuuksia ja materiaaleja sekä erilaisia jäykisteprofiileja ja polvioita. Yhteen suuntaan kaarevia objekteja voidaan luoda käyriä pursottamalla ja tasokappaleet rajaamalla. Kaksoiskaarevat objektit voidaan mallintaa pintoina käyristä koostamalla.

7.3 Objektien nimeäminen

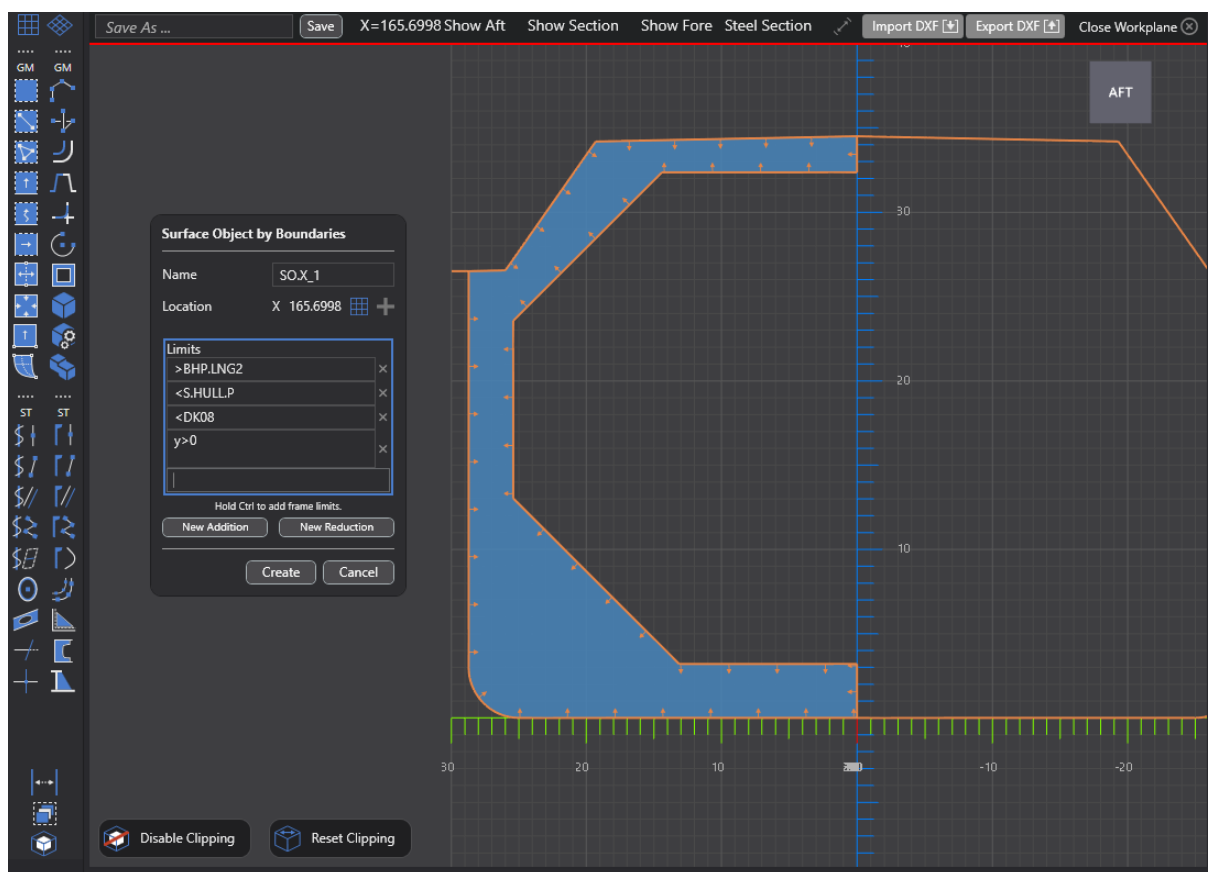
Laivan rakennemallissa on usein tapana nimetä osat niiden sijainnin ja rakennetyypin mukaan. Koska Designer ei muuta malliobjekteissa olevia referointeja referenssiobjektin

nimeä muutettaessa, aiheuttaa tällaisen nimeämistavan käyttäminen ongelmia alkuvaiheen jatkuvan muutoksen alla olevassa mallissa.

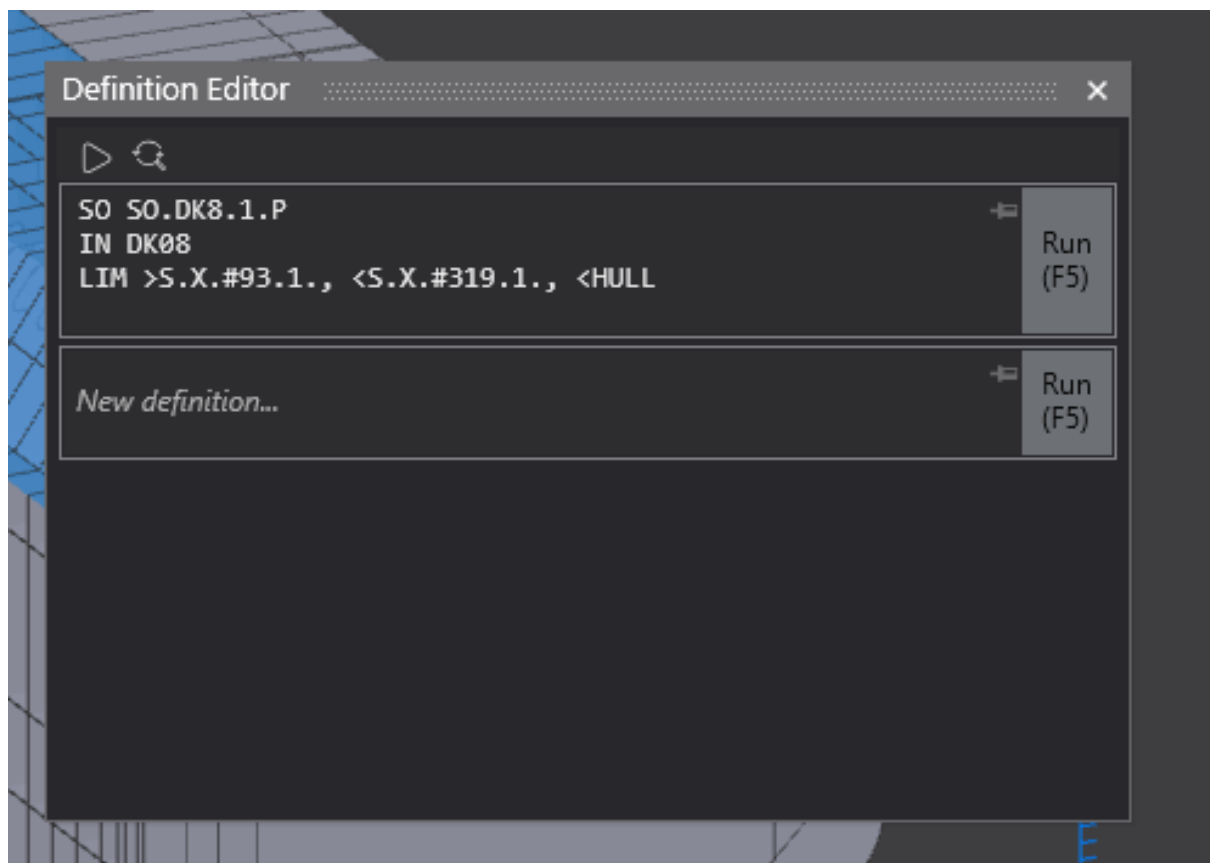
7.4 Objektien luominen

7.4.1 Työkalut

Malli luodaan interaktiivisia työkaluja käyttäen, joko suoraan, tai tuomalla toisesta ohjelmasta 2D-piirustus jonka piirteitä käyttäen voidaan luoda mallin objekteja. Objekti luodaan valitsemalla sen perustyyppi, jonka määrittelyikkunan (kuva 4) avulla määrittely tehdään. Ohjelma ehdottaa objektille nimeä ennalta määriteltyjen nimeämissääntöjen mukaisesti. Interaktiiviset työkalut näyttävät myös objektin määrittelyn tekstimuodossa ja määrittelyä voidaan muokata tarvittaessa Definition Editor-työkalulla (Kuva 5).



Kuva 4. Pintaobjektin luominen interaktiivisesti



Kuva 5. Definition Editor

Objektien määrittelyt voidaan tehdä myös suoraan tekstiä kirjoittamalla, mikä on edelleen tehokas tapa mallintamiseen. Määrittelyyn voidaan tehdä geometrioita ja viitata olemassa oleviin objekteihin. Esimerkiksi pintaobjekti voidaan määrittellä tasolle Taso-A, niin että sen rajat ovat X 100 X 200 pohja ja pääkansi, jolloin määrittely olisi seuraavanlainen:

SO pintaobjekti

IN Taso-A

LIM X>100, X<200, >pohja, <pääkansi

Profiileina mallinnettavat objektit mallinnetaan interaktiivisilla työkaluilla, eikä niiden määrittelyä voi editoida vapaasti. Profiileille on useita erilaisia määrittelytapoja. Määrittelyssä valitaan ensin isäntäobjekti ja sen jälkeen profiilin määrittelytapa. Erityyppiset profiilit määrittellään projektikohtaiseen kirjastoon, jota voidaan muokata aina tarvittaessa.

Käytännössä kaikki laivanrakennuksessa käytettävät profiilityypit saadaan mallinnettua helposti olemassa olevien esiohjelmoitujen työkalujen avulla.

7.4.2 Objektikirjastot

Ohjelmisto sisältää valmiita kirjastoja, joiden avulla voidaan määritellä projektikohtaisia standardeja, kuten jäykisteprofiilit ja aukot. Kirjastoissa on useita erityyppisiä levyosia, kuten laipioita, kehyskaaria ja polvioita, jotka voidaan tuoda malliin liittämällä ne mallin olemassa oleviin objekteihin. Ohjelman kirjastoja voidaan laajentaa helposti. Niissä on esimääriteltyjä objekteja, ja tarvittaessa kokonaan uusien muotojen luominen on myös mahdollista.

7.4.3 Tiedon tuominen ohjelmaan

NAPA Designeriin voidaan tuoda geometrioita AutoCADiin perustavasta NAPA Drafting -moduulista. Tällä tavalla rakenteiden paikat voidaan määrittää suoraan 2D-piirustuksesta. Valitettavasti NAPA Drafting -moduuli ei ollut käytettävissä tätä insinööriyötä tehtäessä.

7.5 Ohjelmasta saatavat tiedot

Ohjelman output-toiminnot ovat vielä hieman keskeneräisiä ja esimerkiksi painotiedot joudutaan tarkastamaan objektiryhmittäin tai NAPA Steel -ohjelmistoa käyttäen. 3D-rakennemallin tai sen osien siirtäminen muihin ohjelmiin on mahdollista muutaman erilaisen formaatin avulla, ohjelma tukee erityisesti merenkulun luokituslaitosten laskentaohjelmistojä. 2D-kuvien luomista ja editoimista varten NAPA käyttää Autodeskin AutoCAD-ohjelmistoon perustuvaa Drafting-moduulia, jossa on kaksisuuntainen linkitys. AutoCAD-pohjaisella ohjelmalla tehdyt muutokset saadaan takaisin NAPA Designer-malliin. AutoCAD-linkin testaaminen jätettiin tämän insinööriyön ulkopuolelle.

8 Ohjelmiston testaus ja havainnot

8.1 Mitä testattiin

Insinööriyössä testattiin Napa Designer -ohjelmiston käyttöönottoa. Ohjelmaa käytettiin laivan teräsrungon rakennesuunnittelussa, painolaskennassa ja yleisen (globaalin) elementtimenetelmämallin luomista kokeiltiin. Tarkoituksena oli selvittää, voidaanko suunnitteluprosessia tehostaa NAPA Designer -ohjelmiston käytöllä ja millä osa-alueilla siitä saataisiin suurin hyöty.

8.2 Miten testattiin

Testaus toteutettiin mallintamalla säiliölaivan rungon keskiosa ja muokkaamalla mallia. Mallin tarkkuus jätettiin konseptimallin tasolle, eikä malliin lisätty polvioita, pieniä aukkoja tai muita yksityiskohtia. Mallintaessa kokeiltiin erilaisia tapoja käyttää ohjelmaa ja niiden vaikutusta mallin topologiaan. Lisäksi testattiin ohjelmasta saatavien tietojen käyttökelpoisuutta ja output-toimintojen käyttöä.

8.2.1 Lähtöaineisto

Mallintamisen lähtöaineistona käytettiin laivan alustavaa yleisjärjestelypiirustusta, laidoituskuvaa ja tärkeimpien rakenteiden luokituspiirustuksia. Näistä piirustuksista selviää erilaisten rakenteiden sijainti, materiaali ja sen paksuus sekä aukot ja jäykisteet.

8.2.2 Mallintaminen

Mallintaminen tehtiin luomalla ensin referenssitasoja päärakenteiden sijaintitasoihin. Näille tasoille luotiin pintaobjekteja (SO), jotka rajautuivat laivan ulkopintaan ja referenssitasoihin. Pintaobjekteihin lisättiin aukot, saumat ja jäykisteet. Kehyskaaret ja päälaipiot luotiin niin, että ensin yksi rakenne mallinnettiin valmiiksi ja loput samanlaiset rakenteet luotiin kopioimalla tätä objektia. Objektin ominaisuuksien linkittäminen toiseen objektiin

saatiin pienen harjoittelun ja kokeilemisen jälkeen toimimaan hyvin. Pintaobjektien luominen onnistuu helposti. Yleisimmät aukkotyyppit löytyvät valmiista kirjastoista ja aukkojen asettelu on helppoa. Jäykisteprofiilien sijainnin ja asennon määrittäminen onnistui useimmiten hyvin, mutta joissain tapauksissa jäykisteprofiilin sijainnin määrittely on haastavaa. Profiilin sijainnin määrittelyyn on useita eri tapoja, joita kokeilemalla mallintaja oppii käyttämään parhaiten soveltuvaa määrittelytapaa.

8.2.3 Mallin muokkaaminen

Koska suunnitelmiin tehtiin muutoksia, piti mallia muuttaa. Suurin muutos oli pitkittäisten ja poikittaisten laipoiden siirtyminen. Tätä muutosta tehdessä selvisi, että laivanrakennuksessa usein käytetty tapa nimetä osat niiden sijainnin mukaan aiheuttaa ongelmia mallin muokkaamisessa. Osan nimen vaihtaminen vaatisi kaikkien riippuvuussuhteiden läpikäymisen ja korjaamisen tai vaihtoehtoisesti osan nimi ja sijainti olisivat ristiriidassa keskenään.

8.3 Mitä haluttiin

Tavoitteena oli tehostaa painolaskentaa, niin että alustavat materiaalitarpeet ja painot saataisiin selville nopeammin ja paremmalla tarkkuudella. 3D-mallista saadaan laskettua paino ja materiaalit tarkemmin ja nopeammin kuin 2D-kuvista pinta-ala- ja tilavuuskertoimilla tehdyllä painolaskelmalla. Mallista halutaan saada tieto teräspainosta niin että siinä on erikseen laskettu eri paksuiset levyt ja jäykisteprofiilit sekä molempien materiaalilaudut. Nämä tiedot mahdollistavat aikaisempaa tarkemmat kustannus- ja painolaskelmat.

Toinen tärkeä tavoite on käyttökelpoinen elementtinen malli lujustarkasteluja varten. Mallintaminen elementtinen malliohjelmilla on paljon työläämpää kuin NAPA-Designerillä mallintaminen. Lisäksi yhden mallin käyttäminen moneen tarkoitukseen on tehokasta ja vähentää suunnitteluaineistojen keskinäisiä ristiriitoja ja eriytymisiä.

8.4 Mitä saatiin

Ensimmäisestä mallista (säiliölaivan keskiosa) saatiin listattua materiaalit ja painot. Mallin muuttaminen tuotti haasteita, sillä päärakennelinjojen siirtäminen aiheutti nimeämisen säännön takia ongelmia. Tältä ongelmalta vältytään, kun objektien nimeäminen ei ole sidoksissa niiden sijaintiin ja asentoon. Mallintaminen toi esille monia huomioita ohjelmiston toiminnasta ja mallin käyttäytymisestä.

8.5 Mikä meni hyvin

Harjoittelun jälkeen mallintaminen sujui varsin hyvin, mutta ohjelmassa on rajoitteita ja "pitää tietää" -ominaisuuksia.

NAPA-ohjelmiston mallinnustyökalut mahdollistavat myös tekstipohjaisen syötteen käyttämisen. Tämä mahdollistaa objektien luomisen ja muokkaamisen ilman interaktiivisten työkalujen rajoitteita. Tämä mallinnustapa on vaativa, mutta tehokas.

Painotiedon saaminen ohjelmasta vaatii hieman työtä, sillä painotiedon listaamiseen ei ole vielä kunnollista työkalua. Tarvittavat tiedot saatiin kuitenkin ohjelmasta.

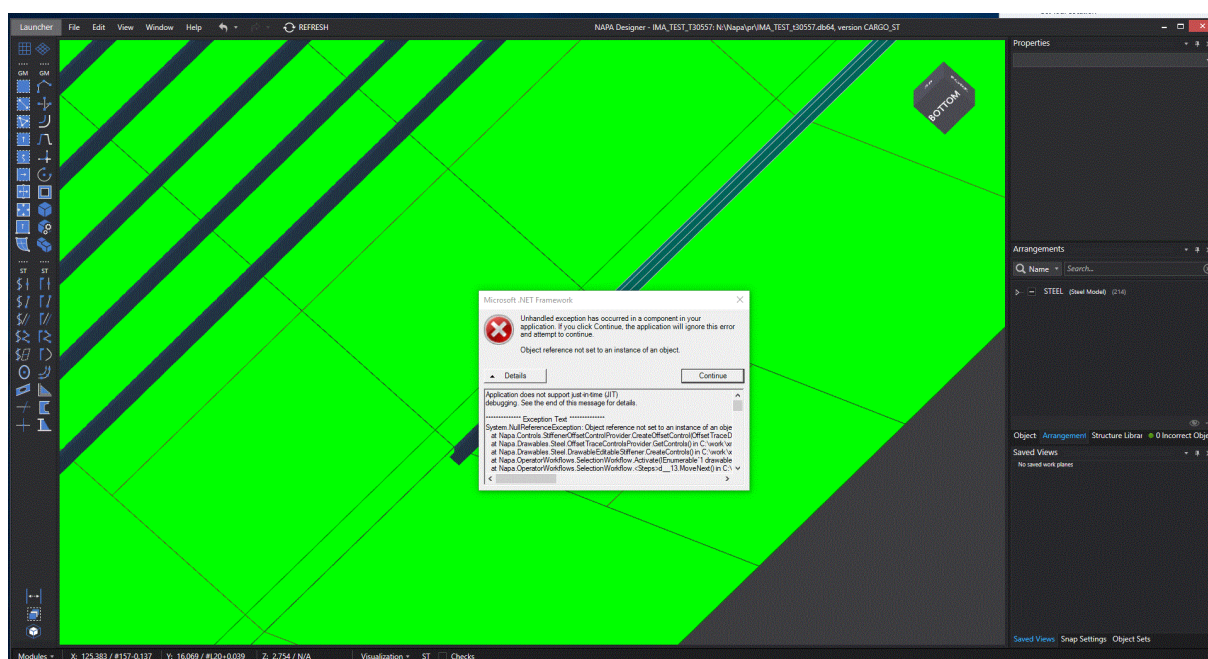
Ohjelmiston nopea kehitystyö näkyi selkeästi testausjakson aikana. Jokainen päivitys korjasi ohjelman toiminnassa esiintyviä ongelmia ja nopeutti ohjelman toimintaa. Havaitusta ongelmista ja ohjelmavirheistä keskusteltiin NAPA Oy:n edustajien kanssa.

8.6 Millaisia ongelmia esiintyi

NAPA-ohjelmisto ei osaa hyödyntää kuin yhtä tietokoneen prosessoriydintä, joten nykyaikaisen moniydinprosessorin suorituskyvystä jää suuri osa käyttämättä.

Ohjelman hajanainen dokumentointi hidasti mallintamista ensimmäisten viikkojen aikana, sillä moni asia piti opetella kokeilemalla erilaisia mallinnustapoja. Mallinnustavasta johtuneet mallin topologiaan liittyvät ongelmat ilmenivät vasta työn edetessä. Nämä asiat pakottivat palaamaan mallinnusprosessissa taaksepäin, jolloin usean päivän työ menetti.

Väärällä tavalla mallinnettujen muotorautojen aiheuttamat ohjelman jumiutumiset teetti-
vät paljon turhaa työtä, näitä poistettaessa ohjelma piti käynnistää uudelleen jokaisen
objektin poistamisen jälkeen, eli jopa satoja kertoja päivässä. Tämä ongelma on vältet-
tävässä ja NAPA:n edustajien mukaan ongelma korjataan seuraavissa versioissa. (Kuva
6)



Kuva 6 NAPA Designer-ohjelman virheilmoitus väärin mallinnettua muotorautaa poistettaessa

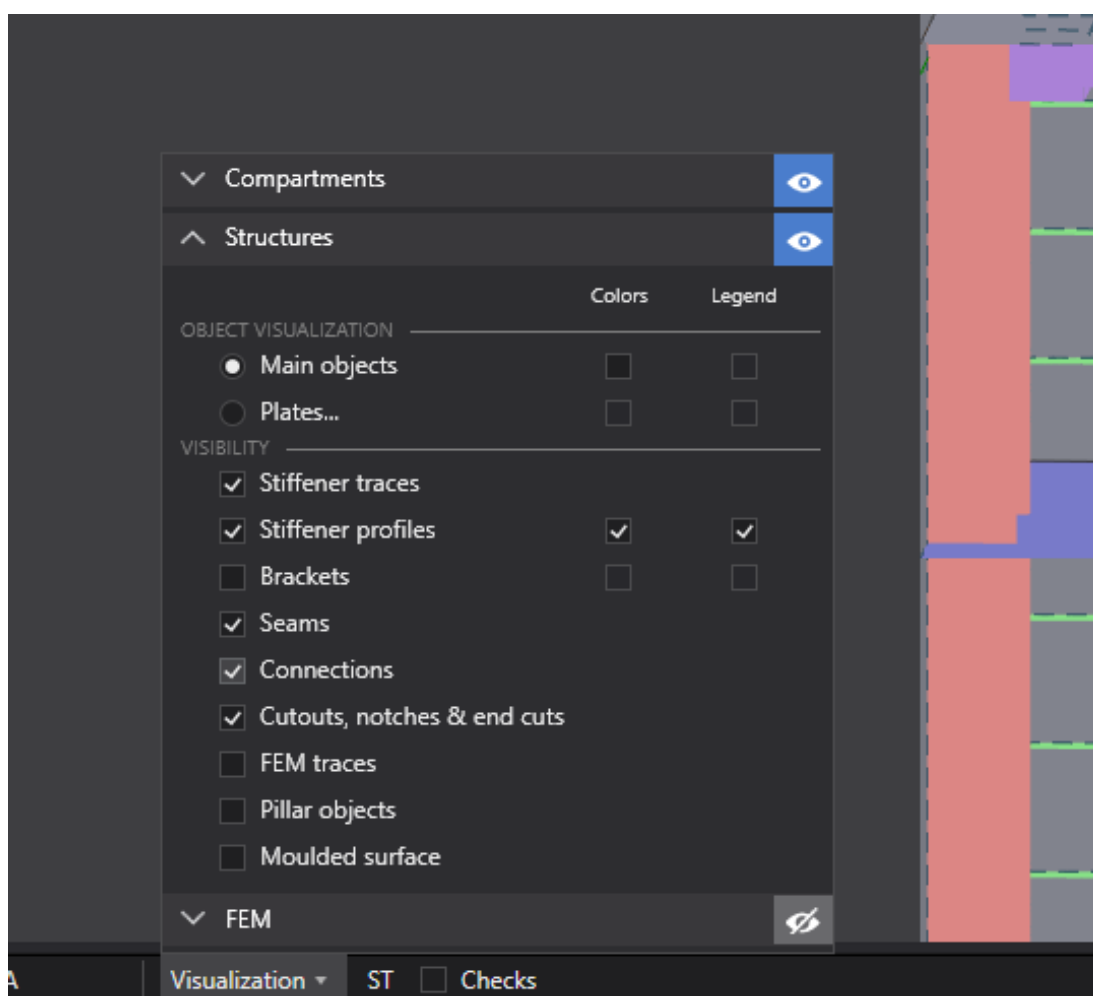
Toisesta ohjelmasta tuodun runkopinnan geometrinen esitystapa aiheuttaa Designer-ohjelmalle suorituskykyongelmia. Pahimmillaan ohjelmalla kestää mallin ruudulle piirtymisessä minutteja.

Windows-käyttöjärjestelmäpäivitys muutti NAPAn lisenssitunnistamisessa käyttämiä arvoja niin, että ohjelmistolisenssi piti tilata uudestaan. Onneksi NAPAn asiakaspalvelu

toimi tällaisissa tapauksissa nopeasti, ja uuden lisenssin hankkimiseen meni vain muutama tunti.

Designer-ohjelmiston toiminnasta on muistettava, että piirtoalueen geometrinen rajausta tarkoittaa vain ruudulla näkyvän osan rajoittamista, mutta ohjelmisto laskee kuitenkin koko mallin piirtämisen, toisin sanoen piirtoalueen geometrinen rajaaminen ei nopeuta ohjelman toimintaa. Piirrettävien objektien valitseminen ja piirtotavan muuttaminen auttavat suorituskykyongelmiin, esimerkiksi jäykisteet voidaan piirtää pelkkinä viivoina.

Ruudulla näytettävät objektityypit ja niiden piirtotavat valitaan ohjelman Visualization-valikosta. (Kuva 7)



Kuva 7 NAPA Designer - Visualization valikko

Erityisistä syistä AAT on käyttänyt pintojen mallintamiseen toista ohjelmaa, josta runkopinnat on siirretty IGES-muodossa NAPA-ohjelmistoon. Näiden pintojen käsittely NAPAssa vaatii huomattavasti enemmän laskentatehoa kuin NAPAlla mallinnetut runkopinnat. Koska tällä on suuri merkitys Designer-ohjelman käytettävyyden kannalta, testauksessa tehtiin myös kokeilu pintamallin yksinkertaistamisesta, sen rajakäyrien korjaamisesta erillisellä pintamallinnusohjelmalla, sekä pinnan uudelleenmallintamisesta NAPA:n natiiviksi pintamalliksi. Suorituskykyongelmien ratkaisuna toimii runkopinnan mallintaminen natiivina NAPA-pintana, joka on tehty riittävällä tarkkuudella vastaamaan toisesta ohjelmistosta tuotua pintamallia. Koska runkopinta voidaan vaihtaa, eivätkä rungon muodon muutokset merkittävästi vaikuta perusrakenteen suunnitteluun, ei erillisestä runkopinnasta ole merkittävää haittaa suunnitteluprosessille. Esisuunnitteluvaiheen rakenne-mallintamiseen soveltuvan NAPA-runkopinnan tekemiseen kuluu muutamia työpäiviä.

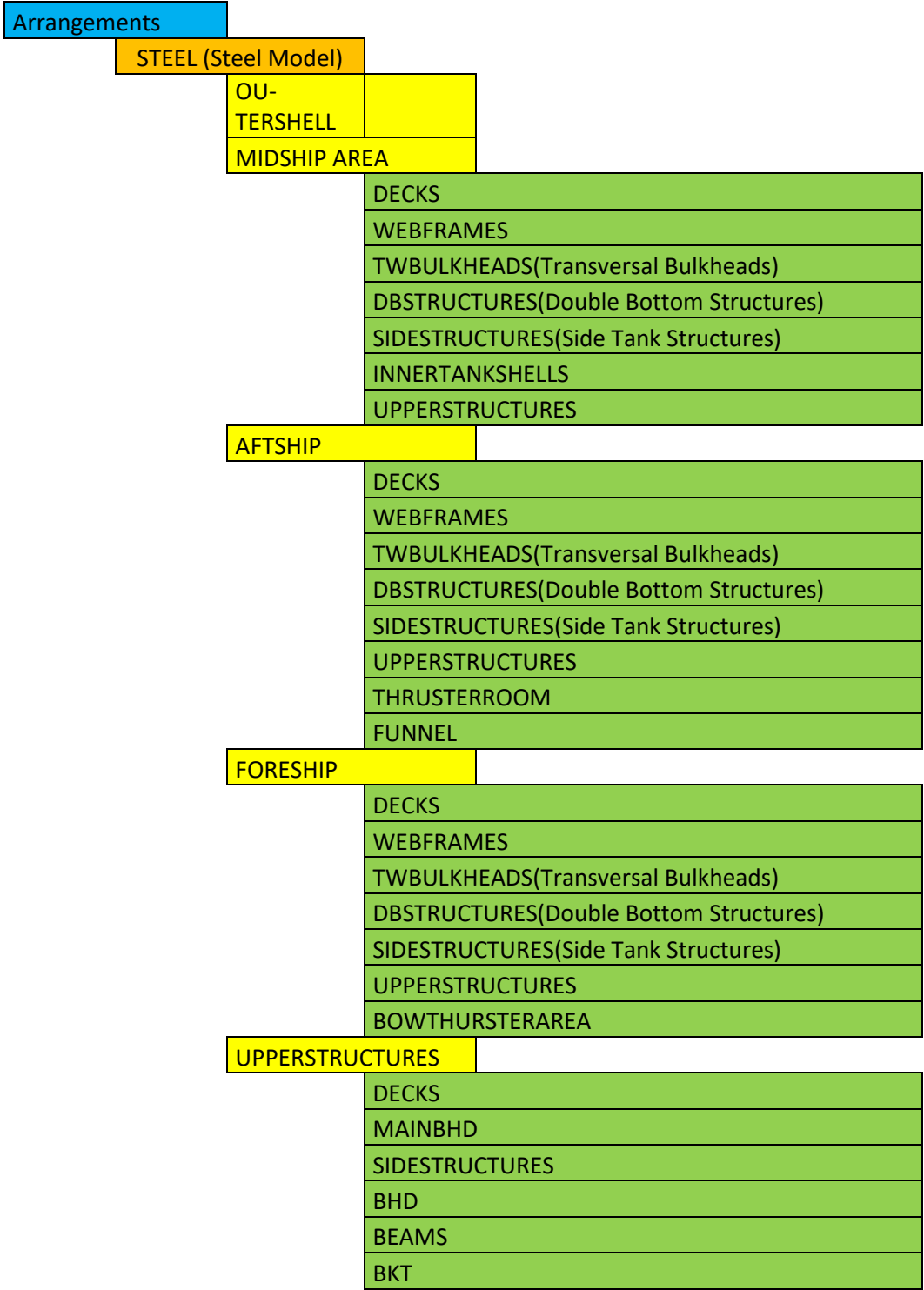
8.7 Parannusehdotuksia ja huomioita

Koska NAPA-ohjelmistossa ei käytetä erillistä tallennustoimintoa, vaan muutokset tallentuvat välittömästi tietokantaan, on hyvä tehdä tietyissä kohdissa uusi versio mallista ja jättää jo tehty työ edelliseen versioon varmuuskopioksi. Ohjelmassa on Undo- ja Redo-toiminnot, mutta niiden toiminta on rajallista eikä ulotu koko työskentelykerran komento-historiaan. Tämä on mielestäni tyypillistä monimutkaisille mallinnusohjelmille.

Mallin hierarkia ja eri rakenteiden keskinäiset riippuvuussuhteet tulisi suunnitella ja päättää ennen mallintamisen aloittamista.

Mallille järkevä hierarkian rakenne riippuu laivan koosta ja tyypistä. Esimerkiksi pieni jäänmurtaja voi olla rakenteeltaan huomattavan monimutkainen isoon rahtilaivaan verrattuna. Jo suunnittelun alkuvaiheessa olisi hyvä miettiä myös rakennustapaa ja siihen liittyviä seikkoja mallin rakenteessa.

Kuvassa 8 on esimerkki käytettävästä rakennehierarkiasta.



Kuva 8 Esimerkki mallin rakennehierarkiasta

8.7.1 Objektien nimeäminen

Mallin pintaobjektien nimeämisessä ei kannata käyttää sijaintia, sillä objektin sijainnin muuttaminen aiheuttaa ristiriidan nimen ja sijainnin suhteen. (Mallin osien nimen muuttamiseen kaikkiin referensseihin ei ole toimivaa keinoa.)

Päärakenteet voidaan nimetä rakennetyypin mukaan ja numeroida, mutta tässäkin rakenteen sijainnin käyttäminen objektin nimessä kannattaa välttää. Suositeltavaa on että ohjelma saa nimetä objektit automaattisesti, eikä nimeen sisällytetä sijaintia, kuten Tommi Kurki NAPA Oy:stä suositteli tekemään (Kurki, Tommi, Seppälä, Tapio, Schönberg, Björn, 2019). Tarkemman kuvauksen objektin sijainnista ja tyypistä voi sisällyttää objektin kuvaukseen kommenttina.

Mallia muokatessa ohjelma ilmoitti, että objektin nimi saa sisältää korkeintaan 18 merkkiä, tätä rajoitusta ei ole objektia luodessa.

8.7.2 Mallinnusjärjestys

Koska rakenteiden kopioiminen on helppoa, kannattaa toistuvista rakenteista mallintaa ensin yksi rakenne valmiiksi ja kopioida sitä. Jos rakenteissa on pieniä eroja, kopioitujen objektien yhteyden isäntäobjektiin voi katkaista ja erot tehdä muuttamalla rakenneobjekteja yhteyden katkaisemisen jälkeen. Esimerkiksi kolmen samankaltaisen objektin mallinnuksessa objektien eriyttäminen ensimmäisenä mallinnetusta voidaan tehdä milloin tahansa ja tämän jälkeen erilainen objekti on taas kopioitavissa haluttuihin paikkoihin. Ennen mallin samankaltaisten rakenteiden erittymistä erilaisiksi suositellaan mallin siirtämistä uuteen malliversioon.

Suosittelava mallinnusjärjestys:

- 1 tärkeimmät levyrakenteet
- 2 toissijaiset levyrakenteet
- 3 suuret ja keskikokoiset aukot
- 4 jäykisteprofiilit ja pilarit
- 5 polviot
- 6 Pienet aukot, klipsit yms.
- 7 Sisustuslaipiot

Mallinnusjärjestyksestä voidaan poiketa tarvittaessa, esimerkiksi päälaiption tai kehyskaaren painolaskentaa varten yksi rakenne liitososineen voidaan mallintaa valmiiksi ennen muita rakenteita.

8.7.3 NAPA Drafting

Tässä insinööriyössä ei käytetty NAPA Drafting -moduulia, sillä Drafting-ohjelmalienssiä ei ollut käytettävissä testauksessa. Mallinnusjakson aikana selvisi tämän moduulin tuoma mahdollisuus kaksisuuntaiseen linkkiin AutoCAD-piirustuksen kanssa, se todennäköisesti tehostaisi AutoCADia käyttävän suunnittelijan ja NAPA Designeriä käyttävän mallintajan yhteistyötä sekä helpottaisi Designerin käyttöönottoa.

9 Yhteenveto ja päätelmät

Vaikka NAPA Designerissä on puutteita ja vikoja, se on kuitenkin tehokas työkalu rakennemallintamiseen ja sen käyttö tukee esisuunnitteluvaihetta. Etenkin painolaskennassa ja elementtimenetelmämallien luomisessa NAPA Designer -malli on tehokkaasti hyödynnettävissä. 3D-malli on 2D-piirustuksia tehokkaampi tilojen ja rakenteiden hahmottamisessa. Kolmiulotteiseen malliin voidaan lisätä laitteita, koneistoja ja järjestelmiä, jolloin tilankäytön hallinta ja putkistojen yms. reititys voidaan tehdä paitsi tehokkaammin myös aikaisemmin.

Ohjelman käyttö edellyttää niin NAPA-ohjelmiston tuntemusta kuin laivanrakennuksen ja 3D-mallintamisen osaamista.

On odotettavissa, että ohjelmisto kehittyy tulevien vuosien aikana huomattavasti helppo-käyttöisemmäksi ja tehokkaammaksi työkaluksi laivan rakennesuunnitteluun. Jo koejakson aikana tapahtunut ohjelmistokehitys poisti osan alkuvaiheen ongelmista ja vähensi suorituskykyongelmia. Monia Designerista toistaiseksi puuttuvia toimintoja voidaan käyttää NAPA Steel -ohjelmiston kautta ja myöskin mallinnusta voidaan tehdä NAPA ja NAPA Steel -ympäristöissä.

10 viikon mallinnusjakson perusteella NAPA Designer on keskeneräisyydestään huolimatta tehokas työkalu laivan konseptisuunnitteluun, mutta siinä on rajoitteita. Ohjelman käyttö edellyttää kohtuullisen hyvää NAPA-osaamista ja ymmärrystä laivan rakenteiden mallintamisesta. Ohjelman avulla saadaan tehostettua painolaskentaa ja tuotettua malleja rakenteen hahmottamista ja lujuusanalyysjä varten. Ohjelmiston toiminnassa on useita pieniä ongelmia, mutta niiden välttäminen mallinnusvaiheessa on varsin helppoa. Suurin ongelma oli ohjelmiston huono suorituskyky, johon löytyi syy toisesta ohjelmasta tuodusta pintamallista.

Lähteet

Vesala, Lauri. 2019. The Study of Future Change in the Ship Design Process. Diplomityö. Aalto-yliopisto

Kurki, Tommi, Seppälä, Tapio, (Napa Oy), Schönberg, Björn, (AAT). 16.9.2019 Helsinki. Tapaaminen.