

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

2019

Petteri Munkki

SISUSTUKSEN SEINÄ- JA KATTOPANEELIEN 3D- MALLINNUKSEN KEHITTÄMINEN

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka | Meriteknikka

2019 | 34 sivua

Petteri Munkki

SISUSTUKSEN SEINÄ- JA KATTOPANEELIEN 3D-MALLINNUKSEN KEHITTÄMINEN

Seinä- ja kattopaneelien mallinnus yksitellen on työlästä ja hidasta, ja paneeleihin tulee suunnittelun aikana paljon muutoksia. Seinä- ja kattopaneelien mallinnus on tärkeää tilavarausten hahmottamiseksi laivan perussuunnittelun aikana. Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia keinoja sisustuksen seinä- ja kattopaneelien 3D-mallinnuksen tehostamiseksi.

Työssä tarkastellaan mallinnuksen kehittämistä Aveva Marine Outfitting -sovellusten osalta. Työn avulla voidaan myös kehittää muutosten hallintaa. Työ keskittyy mallinnuksessa käytettäviin toimintatapoihin ja käytäntöihin, niiden yhtenäistämiseen sekä sisustusvuorauksen suunnittelussa ja mallinnuksessa huomioitaviin asioihin. Työssä käsitellään keinoja mallinnuksen toteutukseen siten, että mallinnetut tiedot ovat mahdollisimman hyvin hyödynnettävissä ja muokattavissa myöhemmin.

Tämä opinnäytetyö on toteutettu perehtymällä alan kirjallisuuteen sekä keräämällä kokemukseen perustuvaa tietoa haastatteluilla mallinnuksen ja sisustussuunnittelun parissa toimivilta kokeneilta työntekijöiltä. Työn tuloksena saatiin tiivis raportti sisustuksen seinä- ja kattopaneeleista sekä tehokkaista toimintatavoista ja käytännöistä mallinnuksessa. Tuloksena saatiin lisäksi yrityksen käyttöön työohjeita, joissa esitettyjen työkalujen avulla mallinnus on huomattavasti nopeampaa ja muutosten toteutus helpompaa lähtötilanteeseen verrattuna. Työn tuloksena valitut menetelmät nopeuttavat ja helpottavat mallinnustyötä ja muutosten hallintaa sekä tehostavat olemassa olevan suunnittelutiedon käyttöä mallinnuksessa.

ASIASANAT:

3D-mallinnus, sisustussuunnittelu, laivanrakennus, tietokoneavusteinen suunnittelu

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering | Marine Technology

2019 | 34 pages

Petteri Munkki

DEVELOPMENT OF THE 3D MODELING OF THE INTERIOR WALL AND CEILING PANEL

Modelling wall and ceiling panels separately is very time-consuming and requires a lot of work. Modelling interior wall and ceiling panels is important for understanding the required space reservations during the basic design phase. The purpose of this thesis was to study ways to develop the 3D modeling of interior wall and ceiling panels.

The thesis examines the development of modelling with Aveva Marine Outfitting applications. During the design process, the positions and dimensions of the panels change a lot, which is why this thesis is also focused on developing the change management. The thesis focuses on the methods and practices used in modelling, their standardization and on the aspects that need to be considered during modelling. The work deals with implementing the modelling so that the created information can be later used efficiently, and that making changes to the model later during the basic design is simple and easy.

The information in this thesis was gathered by looking into existing literature of the field as well as by conducting interviews with experienced designers. The result was a concise report on interior wall and ceiling panels along with efficient methods and practices in modelling. In addition, working instructions for the company were included in the final outcome. The instructions focus on modelling tools which not only make the modelling faster but also render the change management easier when compared to the starting point. The chosen methods make the modelling and change management faster and easier as well as increase the effectiveness of using the existing design data.

KEYWORDS:

3D-modeling, interior design, ship building, computer-aided design

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Elomatic	7
1.2 Työn kuvaus ja tavoitteet	7
1.3 Työn rajaus	9
1.4 Tutkimusmenetelmät	9
2 MATKUSTAJA-ALUKSEN SISUSTUSSUUNNITTELU	10
2.1 Matkustaja-aluksen sisustusvarustelu	10
2.2 Perussuunnittelu	11
2.3 Sisustuksen perussuunnittelu	13
2.4 Seinä- ja kattovuoraus	13
3 3D-MALLINNUS	19
3.1 3D-kokoonpanot ja törmäystarkastelu	19
3.2 3D-mallin käyttö suunnittelussa	20
3.3 Muutokset 3D-mallissa	21
4 3D-MALLINNUS LAIVAN SISUSTUSSUUNNITTELUN OSANA	22
4.1 Aveva Marine Outfitting	22
4.2 Mallinnuksen vaiheet	24
4.3 Seinä- ja kattovuorausten mallinnus komponenteilla	27
5 TULOKSET	28
5.1 Mallinnuksessa käytettävät toimintatavat	28
5.2 Muutosten hallinta	29
5.3 Tulosten hyödyntäminen	31
5.4 Jatkokehitysideat	31
6 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT	33
LÄHTEET	34

KUVAT

Kuva 1. Esimerkkejä mallinnetuista paneeleista.	8
Kuva 2. Paneelien ja laivan rungon väliin sijoitettua tekniikkaa 3D-mallissa.	9
Kuva 3. Matkustaja-aluksen sisustustilojen jakautuminen.	10
Kuva 4. Perussuunnitteluaineiston jakautuminen.	12
Kuva 5. Järjestelypiirustuksessa esitettäviä asioita (Elomatic 2019).	13
Kuva 6. Esimerkki seinäpaneelien rakenteesta (SBA 2019).	14
Kuva 7. Esimerkki paneelikaton rakenteesta (Lautex 2019).	15
Kuva 8. Esimerkkejä seinien ja katon rakenteesta (Elomatic 2019).	16
Kuva 9. Kattovuorauksen yläpuolella olevaa tekniikkaa (Elomatic 2019).	16
Kuva 10. Seinien ja kattojen koolausrakenteita rakenteilla olevassa laivassa (Elomatic 2019).	17
Kuva 11. Seinävuoraukset asennettuna ja suojattuna, osa kattovuorauksesta asennettuna (Elomatic 2019).	18
Kuva 12. Seinä- ja kattovuoraukset valmiissa tilassa (Elomatic 2019).	18
Kuva 13. Seinä- ja kattopaneelien sijainti Avevan kokoonpanorakenteessa.	23
Kuva 14. Kattovuorauksen korkeuden mitoitus (Elomatic 2019).	25
Kuva 15. Mallinnusnäkyvä Avevassa.	26
Kuva 16. Esimerkki seinälinjojen suurista muutoksista.	30
Kuva 17. Esimerkki seinälinjojen pienistä muutoksista.	30

KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO

Tilavaraus	Perussuunnitteluvaiheessa tehtävä yksinkertaistettu malli, jolla varmistetaan halutuille elementeille riittävä tila ilman tarkkoja lopullisia mittoja.
Referenssi	Pinta, viiva tai piste, jota käytetään mallin määrittelyyn (Tuhola & Viitanen 2008, 149).
Lankamalli	Yksinkertainen geometrian esitystapa, jossa mallinnetaan kappaleen ääriviivat kaarien ja viivojen joukkona (Laakko ym. 1998, 310).
Pintamalli	3D-malli, jossa on esitettyinä vain kappaleen kuoret eikä sisäisiä osia (Tuhola & Viitanen 2008, 149).
Tilavuusmalli	3D-malli, joka on riittävä vastaamaan algoritmisesti mihin tahansa kappaletta koskevaan kysymykseen (Laakko ym. 1998, 297).
Tuotemalli	Esittää koko tuotteen elinkaaren aikaisen tiedon tietokonepohjaisena kuvauksena ja toimii tuotteeseen kohdistuvien toimenpiteiden ja tuotetta koskevien kysymysten tiedon lähteenä (Laakko ym. 1998, 308).

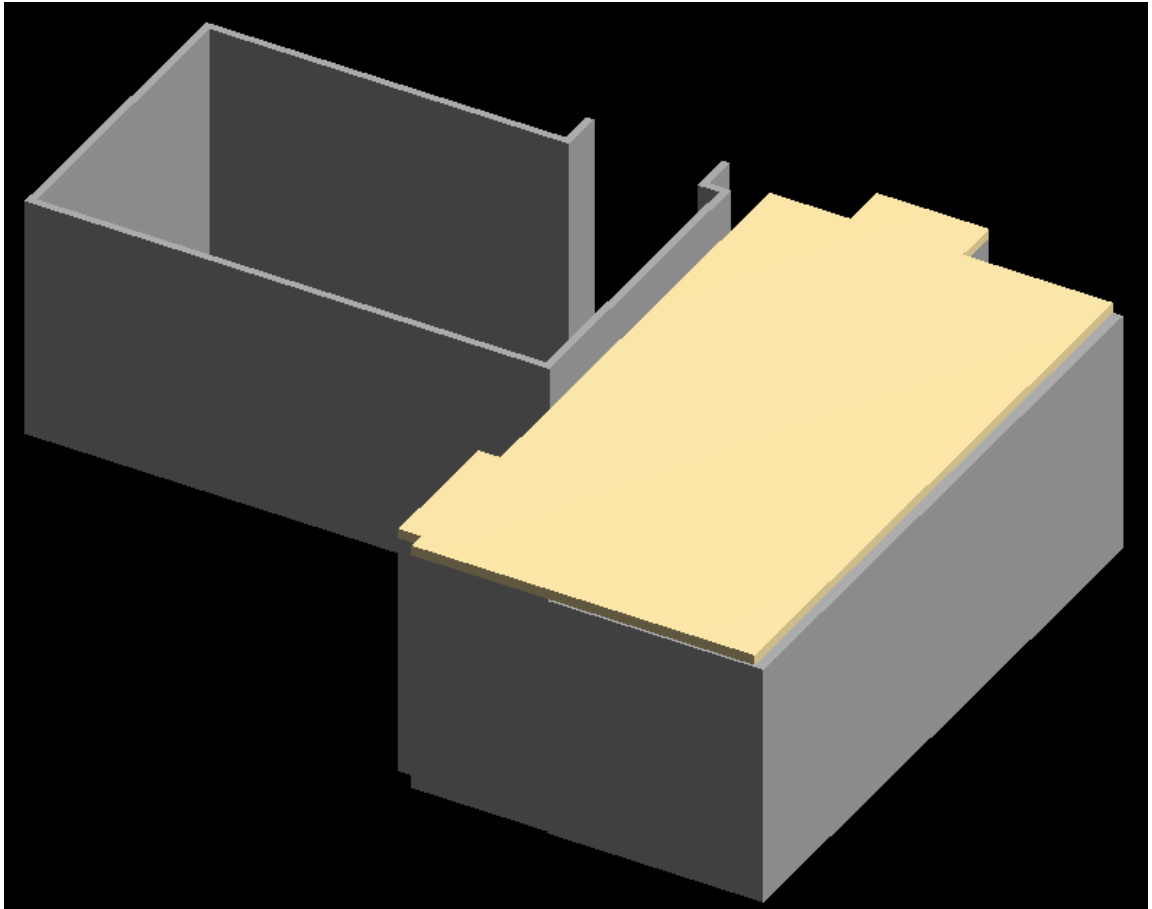
1 JOHDANTO

1.1 Elomatic

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on suomalainen suunnittelu- ja konsultointitoimisto Elomatic. Elomatic on Ari Elon vuonna 1970 perustama maailmanlaajuisesti toimiva yritys, jolla on toimistoja Suomessa, Puolassa, Hollannissa, Intiassa, Kiinassa, Venäjällä, Italiassa ja Yhdistyneissä Arabiemiirikunnissa. Suunnittelun ja konsultoinnin lisäksi Elomatic tarjoaa teollisuusyrityksille sekä julkisen sektorin organisaatioille tuote- ja palvelukehitystä, ohjelmistokehitystä, projektinhallintaa ja kokonaisratkaisuja. Yrityksen erikoisosaamisalueita ovat muun muassa meri- ja offshoreteollisuus, prosessi- ja energiateollisuus sekä kone- ja laitevalmistusteollisuus. Elomatic on myös kehittänyt Cadmaticin, joka on yksi edistyksellisimmistä markkinoilla olevista 3D-suunnitteluohjelmista laiva- ja laitosteollisuussuunnitteluun. (Elomatic 2019.)

1.2 Työn kuvaus ja tavoitteet

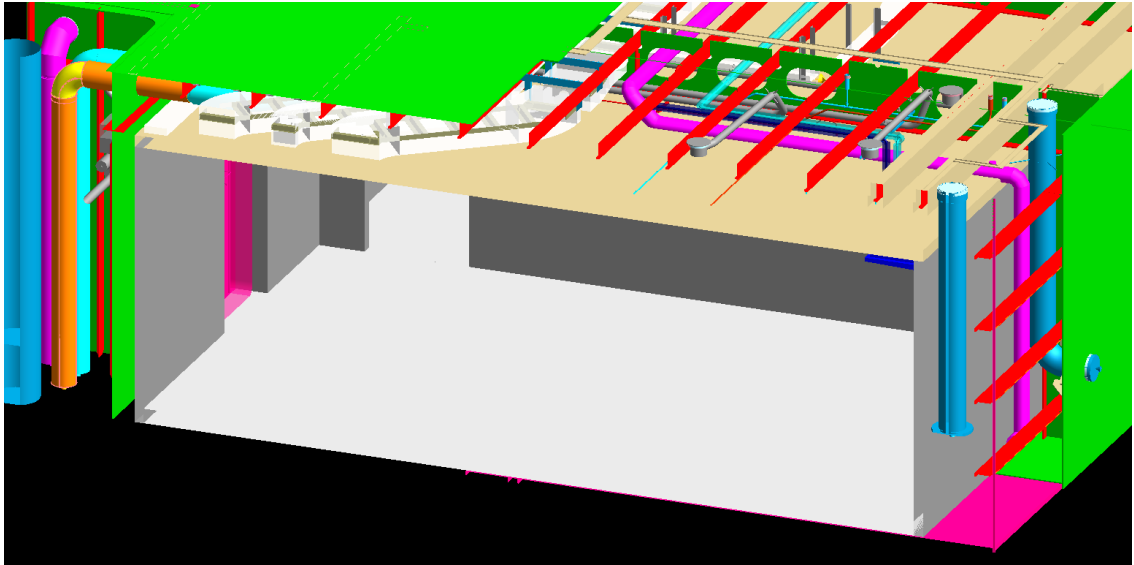
Tämän opinnäytetyön tehtävänä on tutkia matkustaja-alusten sisustussuunnitteluprosessiin kuuluvaa sisustuspaneelien 3D-mallinnusta sekä mallissa tapahtuvien muutosten hallintaa. Sisustuspaneelilla tarkoitetaan yleisesti laivan seinien ja kattojen vuoraukseen käytettäviä modulaarisia seinäelementtejä. Tässä työssä paneeleilla tarkoitetaan myös kaikkia 3D-mallissa yhdestä osasta koostuvia seinälinjoja ja kattopintoja (kuva 1). Sisustuksen perussuunnittelun aikana mallinnettavilla paneeleilla luodaan 3D-malliin tilavaraus, jossa otetaan huomioon käytettävien seinä- ja kattomateriaalien ja niiden vaatimien koolusrakenteiden vaatima tila. Mallinnettaville paneeleille määritetään yleisesti käytettävä vakiopaksuus, jota käytetään perussuunnittelun aikana mallinnuksessa läpi laivan, mikäli tarkempaa tietoa ei ole saatavilla. Vakiopaksuus määritetään sen mukaan, kuinka paljon vuoraus ja sen rakenteet enimmillään vaativat tilaa. Sisustuspaneelien sijainti vaikuttaa laivassa olevien tilojen sijaintiin, muotoon ja mittoihin, kuten käytävien leveyksiin ja vapaakorkeuksiin. Lisäksi paneelien sijainti vaikuttaa paneelien ja kansien tai laipoiden välissä sijaitsevaan tekniikkaan ja sille käytettävissä olevaan tilaan. Seinien ja kattojen vaatiman tilavarauksen on oltava 3D-mallissa oikein, jotta mallia voidaan käyttää tehokkaasti apuna suunnittelutyössä. Lisäksi mahdolliset muutokset on päivitettävä nopeasti malliin, jotta nähdään, aiheutuuko niistä mahdollisesti ongelmia.



Kuva 1. Esimerkkejä mallinnetuista paneeleista.

Paneelien sijainti muuttuu suunnittelun edetessä, kun sisustusalueiden arkkitehtiaineisto tarkentuu ja putki- ja kaapelireititykset määritetään 3D-malliin. Muutokset laivan tilojen käytössä sekä järjestelmissä, kuten ilmanvaihdossa, aiheuttavat muutoksia seinä- ja kattopaneelisiin.

Sisustuspaneelien mallinnus perussuunnittelun osana on tärkeää, jotta 3D-malliin saadaan paneelien tarvitsema tilavaraus ja suunnittelussa voidaan edetä esimerkiksi putki- ja kaapelireititysten osalta ja potentiaaliset ongelmakohdat voidaan nähdä jo mahdollisimman aikaisessa perussuunnittelun vaiheessa. Paneelien tilavaraus 3D-mallissa toimii tärkeänä tietona muille suunnittelijoille käytettävissä olevasta tilasta ja paneelien aiheuttamista rajoituksista. (Kuva 2.)



Kuva 2. Paneelien ja laivan rungon väliin sijoitettua tekniikkaa 3D-mallissa.

Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää yritykselle yhtenäinen ja tehokas toimintatapa sisustuspaneelien 3D-mallinnukseen, sekä 3D-malliin kohdistuvien muutosten hallintaan.

1.3 Työn rajaus

Tässä työssä keskitytään laivan sisustuspaneelien 3D-mallinnuksen kehittämiseen Aveva Marine ohjelmiston Outfitting-sovelluksien osalta sekä 3D-malliin kohdistuvien muutosten hallintaan perussuunnitteluprosessin aikana. Kehitystyö kohdistuu mallinnuksessa ja muutosten toteutuksessa käytettäviin toimintatapoihin ja niiden yhtenäistämiseen.

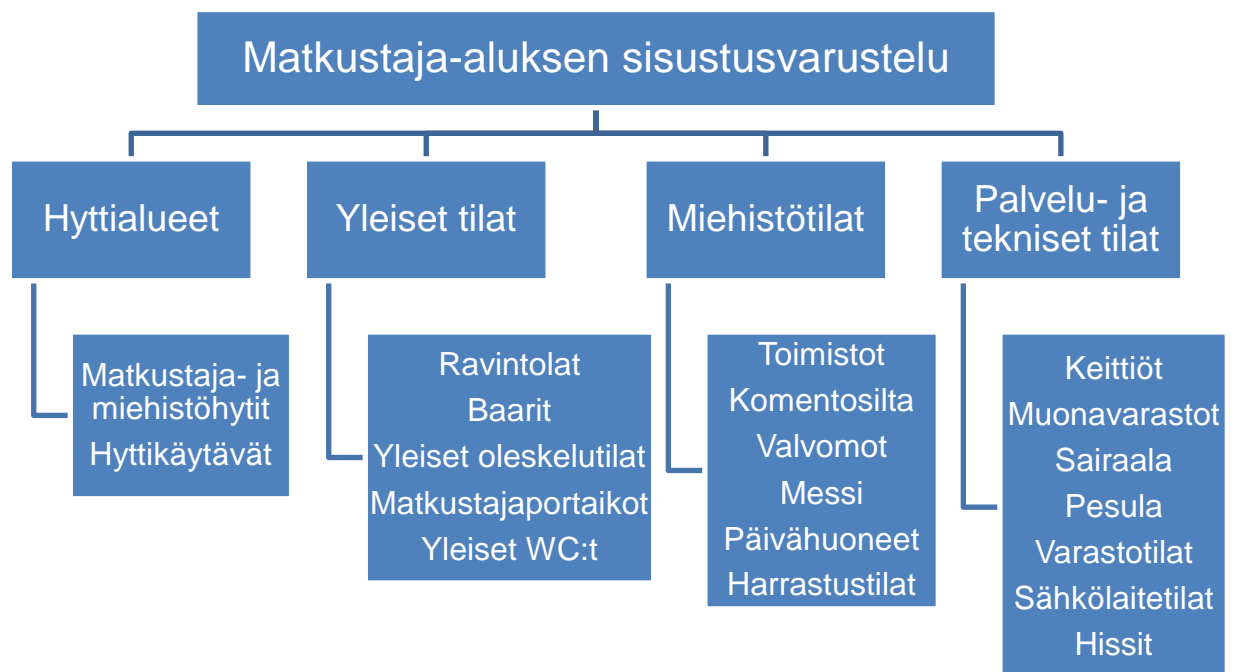
1.4 Tutkimusmenetelmät

Kehitystyö toteutettiin haastatteleamalla kokeneempia työntekijöitä Avevan käytöstä ja mahdollisuuksista sekä tutustumalla Aveva Marine Outfitting -sovellusten ohjeisiin ja koulutusmateriaaliin. Lisäksi kehitystyötä tukivat Elomaticin työntekijöilleen järjestämä Aveva-koulutus sekä Avevan käyttö työssä ennen opinnäytetyön aloittamista ja sen aikana.

2 MATKUSTAJA-ALUKSEN SISUSTUSSUUNNITTELU

2.1 Matkustaja-aluksen sisustusvarustelu

Laivan tuotanto jakautuu terästuotantoon ja varustelutuotantoon. Varustelutuotantoon kuuluu sisustusvarustelu, LVI-varustelu, konevarustelu, kansivarustelu ja sähkövarustelu. Sisustusvarustelu koostuu hyttitiloista, yleisistä tiloista, miehistötiloista sekä teknistä- ja palvelutiloista (kuva 3). (Sirén 2019.)



Kuva 3. Matkustaja-aluksen sisustustilojen jakautuminen.

Varustelusuunnittelun olennainen tehtävä on määrittää varusteluosien tyypit, lukumäärät ja tekniset tiedot sekä sovittaa ne laivan runkoon (Roh & Lee 2018, 265).

Sisustusvarustelu pitää sisällään kaikki laivan teräsrungon sisäpuolen vuoraukseen käytetyt materiaalit, kuten seinä- ja kattovuoraukset mukaan lukien palo-, lämpö- ja äänieristyksen, kansipäällysteet, uivat lattiarakenteet sekä melurakenteet katoissa ja seinissä.

Seinä- ja kattovuorauksen ja laivan teräsrungon väliin sijoitetaan kaikki tarvittava tekniikka, kuten ilmanvaihtokanavat, kaapeliradat sekä makeavesi-, sammutusvesi- ja vie-

märiputket. Matkustaja-aluksissa pyritään yleisesti maksimoimaan matkustajien käytössä olevat, varustamolle voittoa tuottavat tilat, kuten hytti- ja yleiset tilat, sekä samalla minimoimaan laivan toimintoihin tarvittavat, varustamolle kustannuksia aiheuttavat tilat, kuten varasto- ja tekniset tilat. Seinä- ja kattovuorauksen takana olevan tilan on oltava riittävä, jotta kaikki tarvittava tekniikka saadaan sijoitettua vuorauksen taakse, mutta samanaikaisesti tila on käytettävä hyödyksi mahdollisimman tehokkaasti erityisesti hytti- ja sisustusalueilla, jotta voittoa tuottavan tilan osuus saadaan mahdollisimman suureksi.

2.2 Perussuunnittelu

Laivan perussuunnittelu on tekninen ja taloudellinen toteutettavuustutkimus laivasta, joka on yksi tärkeimmistä merenkulun ansaintakeinoista. Perussuunnittelussa otetaan huomioon laiva- ja laivanrakennustekniikan viimeisin kehitys, laivan tilaajan tekniset ja taloudelliset vaatimukset sekä kansalliset ja kansainväliset säännöt ja määräykset laivan rakennuksen ja käytön osalta. Tavoitteena on ratkaista useat eri osapuolten välillä ristiriidassa olevat vaatimukset ja määrittää taloudellisin ratkaisu, jolla saavutetaan suurin tuotto tehdyille investoinneille. (Papanikolaou 2014, 18.)

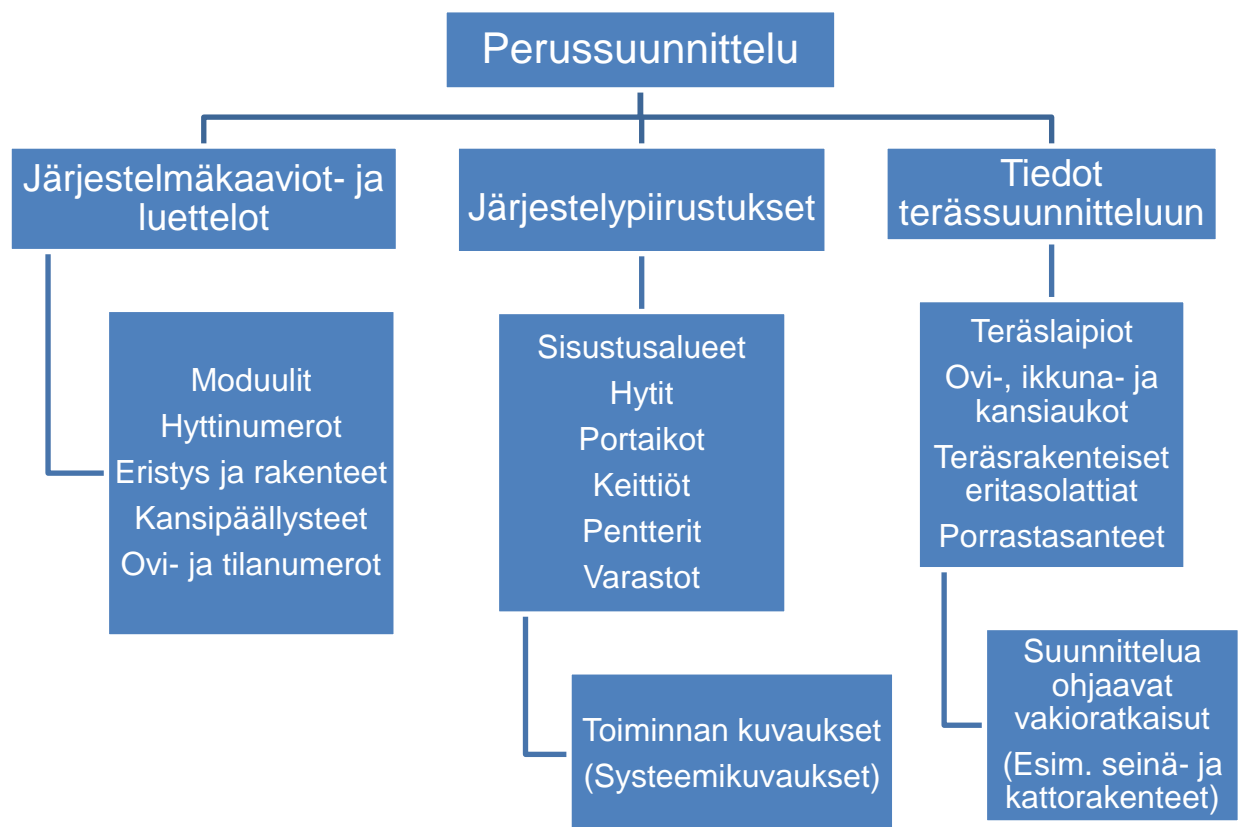
Perussuunnittelun tavoitteena on sovittaa yhteen laivan tilat, järjestelmät ja runko sääntöjen ja sopimusten mukaisesti. Tuotettu aineisto hyväksytetään laivan tilaajalla, luokituslaitoksella sekä viranomaisilla ja sitä käytetään lähtöaineistona varustelun ja rungon valmistussuunnittelussa. (Sirén 2019.)

Perussuunnittelu alkaa laivasopimuksen hyväksymisen jälkeen sopimuksessa laaditun erittelyn pohjalta. Perussuunnittelun aikana määritetään laivan yleisjärjestely, tilat ja järjestelmät sekä tärkeimmät laitteet ja materiaalit. Lisäksi määritetään laivan alue- ja lohkojako, aikataulut, laivan rakennustapa ja hankintasuunnitelmat. Suunnittelutyö jakautuu teräs-, kone-, varustelu, ja sähkösuunnitteluun. Työtä tehdään samanaikaisesti eri osastoilla. Tiedonkulun eri osastojen välillä pitää olla nopeaa ja suunnittelun pitää pystyä toimimaan joustavasti, joten suunnitteluprosessissa tarvitaan kehittyneitä suunnittelujärjestelmiä. Olennaisena osana suunnitteluprosessia on toimiva tiedonhallinta, jota tarvitaan suunnitteluaineiston luontiin, dokumentointiin ja jakeluun. Tiedonhallinnan avulla tulee hallita toiminnan edistyminen aikataulun ja budjetin mukaisesti sekä materiaalihankinnat ja hyväksynät. Tehdyt suunnitelmat hyväksytetään tarpeen mukaan laivan tilaajalla, luokituslaitoksella ja viranomaisilla, jonka jälkeen aineistoon tehdään mahdollisesti tar-

vittavat muutokset ja lisäselvitykset. Suunnittelijan työ vaatii huolellisuutta, kommunikointikykyä ja toimimista aikataulupaineessa. Uudet säännöt ja määräykset sekä kehittyvät tuotantomenetelmät ja suunnitteluvälineet, kuten CAD-ohjelmistot, vaativat suunnittelijalta jatkuvaa kouluttautumista. (Räisänen 2000, 35–1, 35–2.)

Perussuunnitteluvaiheen jälkeen alkaa valmistussuunnittelu, jonka aikana luodaan työpiirustukset, päivitetty perussuunnitteluaineisto ja luovutuspiirustukset. Valmistussuunnittelu on joskus aloitettava, vaikka perussuunnittelu ei vielä olisi valmis. (Räisänen 2000, 36–1.)

Kuvassa 4 on esitettyä perussuunnitteluaineiston jakautuminen. Sisustuksen seinä- ja kattopaneelien perussuunnitteluvaiheen mallinnukseen tarvittavat tiedot ovat esitettyinä järjestelypiirustuksissa. Lisäksi mallinnuksessa tarvitaan tiedot kattokorkeuksista sekä käytettävistä kansipäällysteistä ja lattiamateriaaleista.

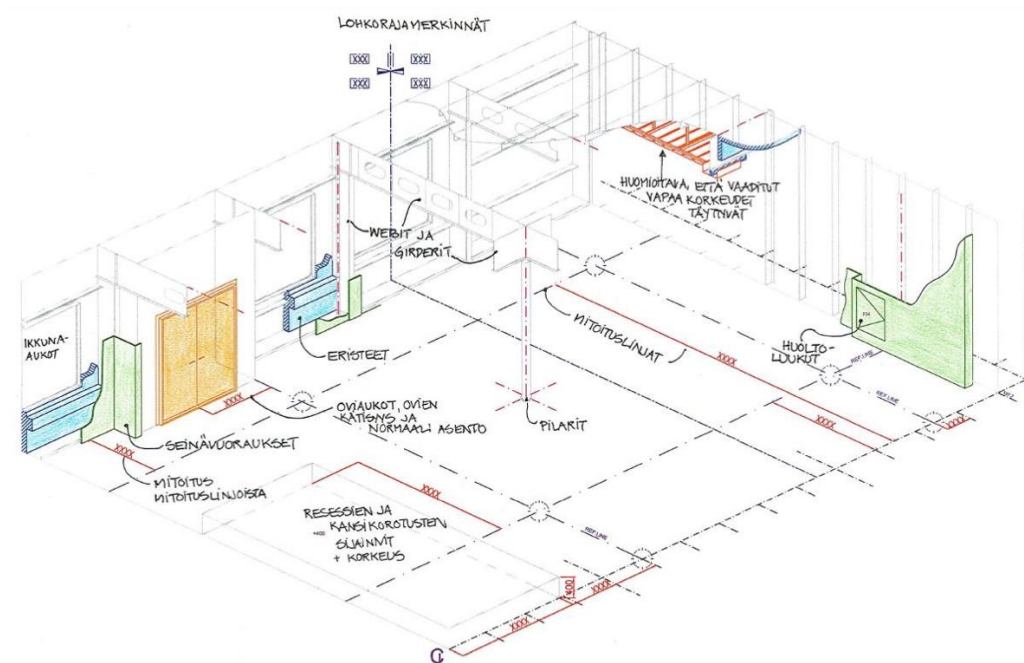


Kuva 4. Perussuunnitteluaineiston jakautuminen.

2.3 Sisustuksen perussuunnittelu

Sisustuksen perussuunnittelussa arkkitehtisuunnittelun tuottamaa aineistoa tarkennetaan järjestelypiirustusta varten teknisten ja luokituksellisten vaatimusten mukaisesti. (Sirén 2019.)

Perussuunnittelun aikana seinä- ja kattovuorauksille tehdään tarvittavat tilavaraukset, jotka pitävät sisällään sisustusseinien ja -kattojen rakenteet ja ottavat huomioon palo-, lämpö- ja äänieristyksen vaatiman tilan (kuva 5).



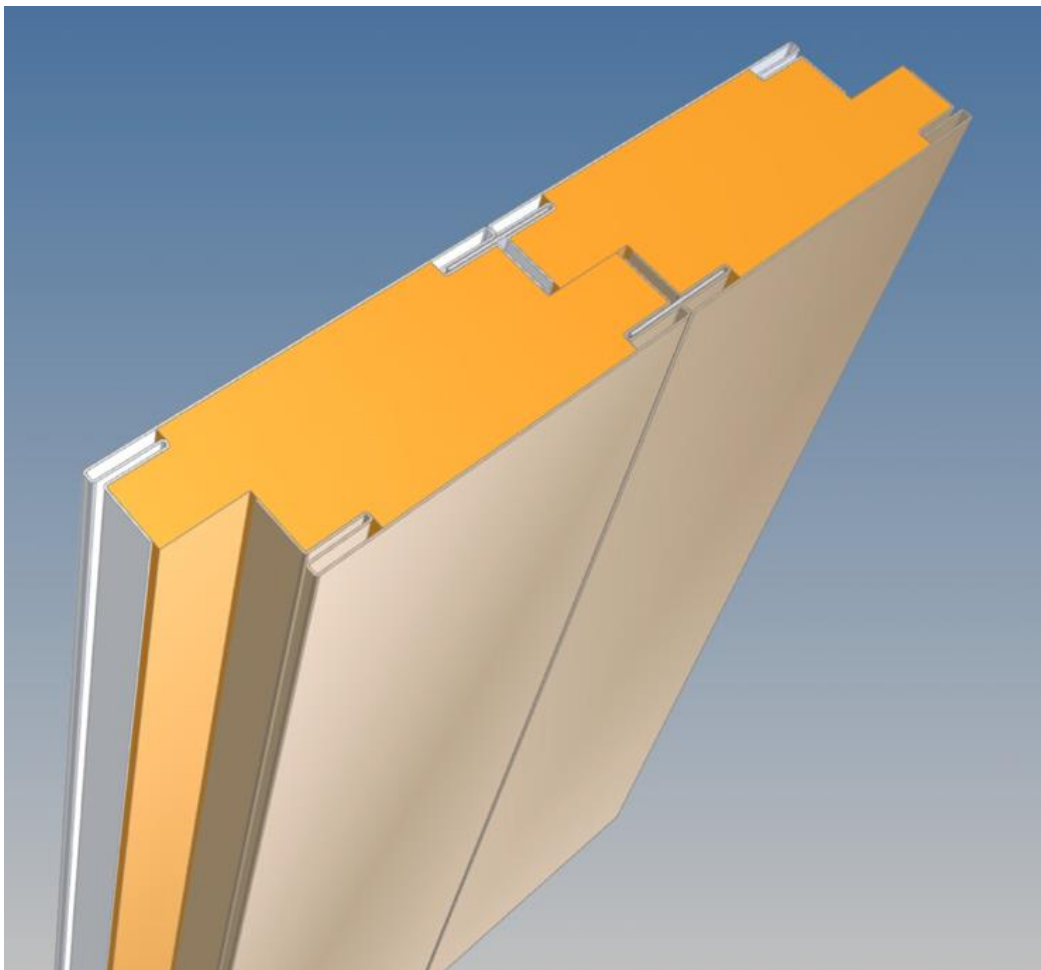
Kuva 5. Järjestelypiirustuksessa esitettäviä asioita (Elomatic 2019).

2.4 Seinä- ja kattovuoraus

Seinä- ja kattovuorauksia käytetään lähes kauttaaltaan matkustaja-alueiden asuin-, oleskelu- ja palvelutiloissa. Joissakin tiloissa, kuten miehistöportaikoissa voidaan jättää vuoraus pois ja maalattu laivan runko näkyviin. Vuorauksen poisjättäminen on järkevää erityisesti kohteissa, joissa seinävuoraukseen voisi kohdistua kovaa kuormitusta ja kolhimista, kuten huoltokäytävissä ja varastoissa. (Räisänen 2000, 43–7, 43–9.)

Matkustajalajivoissa seinä- ja kattovuorausten tulee olla palamatonta materiaalia kaikissa tiloissa pois lukien saunat, matkatavaratilat, postitustilat ja palvelutilojen jäähdytetyt osastot (IMO 1974. SOLAS, Ch. II-2 part B reg. 5.3.1.2.1).

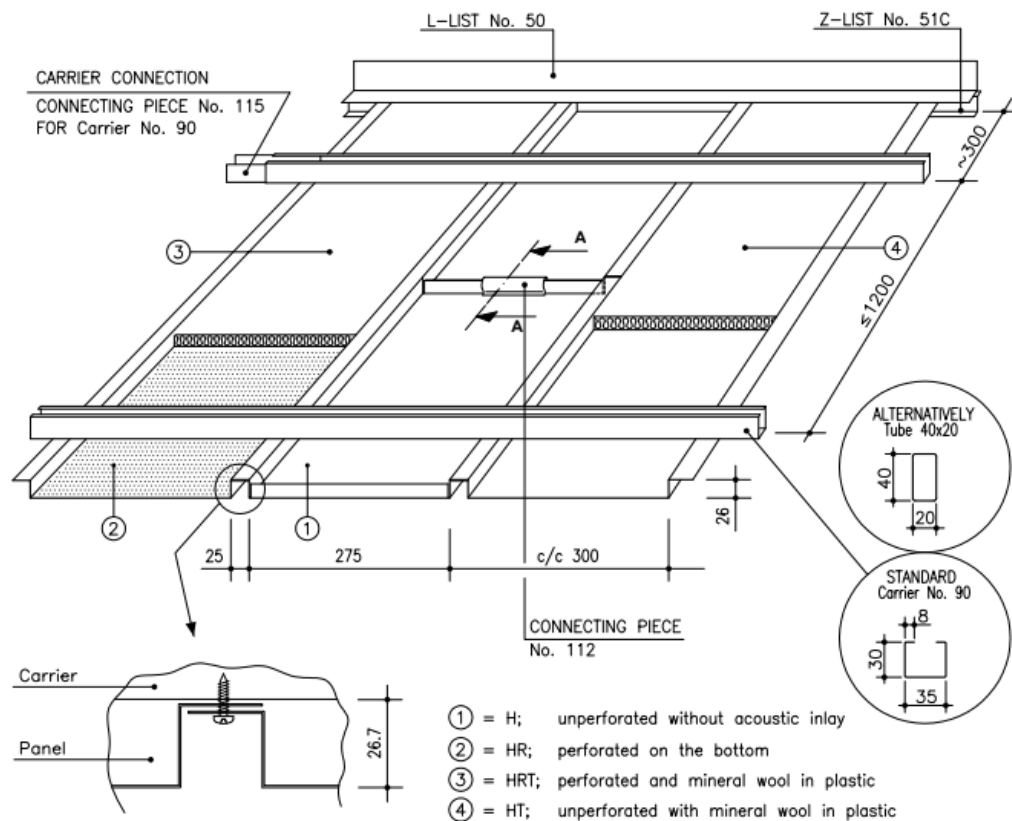
Seinävuoraukseen käytetään alueella vaaditun paloluokan mukaista materiaalia, joka voi olla esimerkiksi modulaarista seinäkasettilevyä, kennolevyä, kipsilevyä, alumiinia tai ruostumatonta terästä. Kuvassa 6 on esitettynä SBA:n modulaarinen seinäkasetti. Seinävuoraukseen käytettyjen materiaalien näkyviin jäävä puoli voidaan maalata tai pinnoittaa esimerkiksi PVC-kalvolla, puuviilulla, laminaatilla tai laatoituksella. (Sirén 2019.)



Kuva 6. Esimerkki seinäpaneelien rakenteesta (SBA 2019).

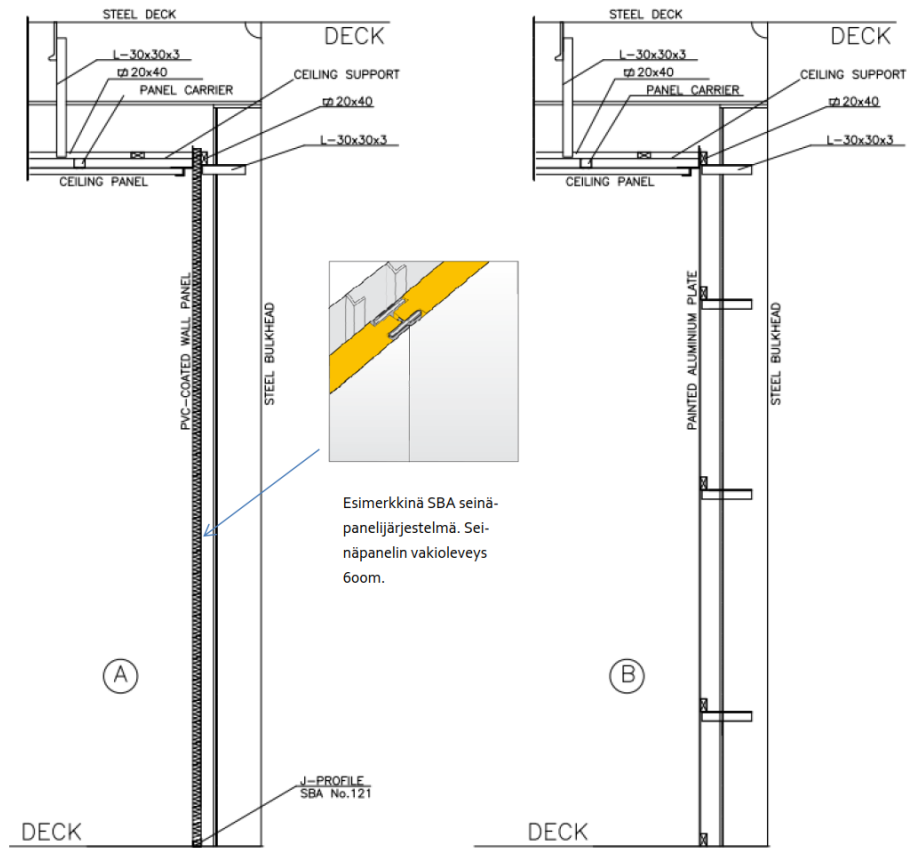
Välikattojen vuoraus toteutetaan yleisimmin teräksestä tai alumiinista valmistetuilla kattopaneeleilla tai -kaseteilla. Tasokatot tehdään esimerkiksi teräs-, alumiini tai kipsilevystä. Kuvassa 7 on esitettynä Lautex-paneelikattojärjestelmä, jossa erityyppisiä kattopaneeleja voidaan kiinnittää vakiomalliseen kiskorakenteeseen. (Sirén 2019.)

MARINE PANEL LAUTEX H-300



Kuva 7. Esimerkki paneelikaton rakenteesta (Lautex 2019).

Seinävuoraus kiinnitetään laipioon kiinnitettyyn koolausrakenteeseen. Koolausta varten teräslaipioon tai jäykisteisiin hitsataan koolaustartunnat esimerkiksi L-teräsprofiilista (30x30x3). Käytettävän seinämateriaalin mukaan koolaustartuntoihin hitsataan koolausputkesta tai koolauselementeistä seinälle tukirakenne. (Kuva 8.) Osalle seinämateriaaleista riittää kiinnitys vain seinän ylä- ja alareunasta. Lisäksi tukirakenteeseen tehdään lisävahvistuksia, mikäli seinään kiinnitetään kaiteita tai seinälle ripustetaan kalusteita kuten kaapistoja. Kattovuoraukselle tehdään koolausputkesta peruskoolausrakenne, jonka tiheys riippuu käytettävästä kattomateriaalista. Kuvassa 9 on kattovuorauksen yläpuolelle sijoitettua tekniikkaa, kuten ilmanvaihtokanavia ja sammutusvesiputkia. Katon koolausrakenne kiinnitetään hitsaamalla koolaustartuntoihin, jotka on hitsattu ylempään kantteen. Käytettäessä paneeli- tai kasettikattoa peruskoolausrakenteeseen kiinnitetään kiskorakenne, johon paneelit tai kasetit kiinnitetään. (Sirén 2019.)



Kuva 8. Esimerkkejä seinien ja katon rakenteesta (Elomatic 2019).



Kuva 9. Kattovuorauksen yläpuolella olevaa tekniikkaa (Elomatic 2019).

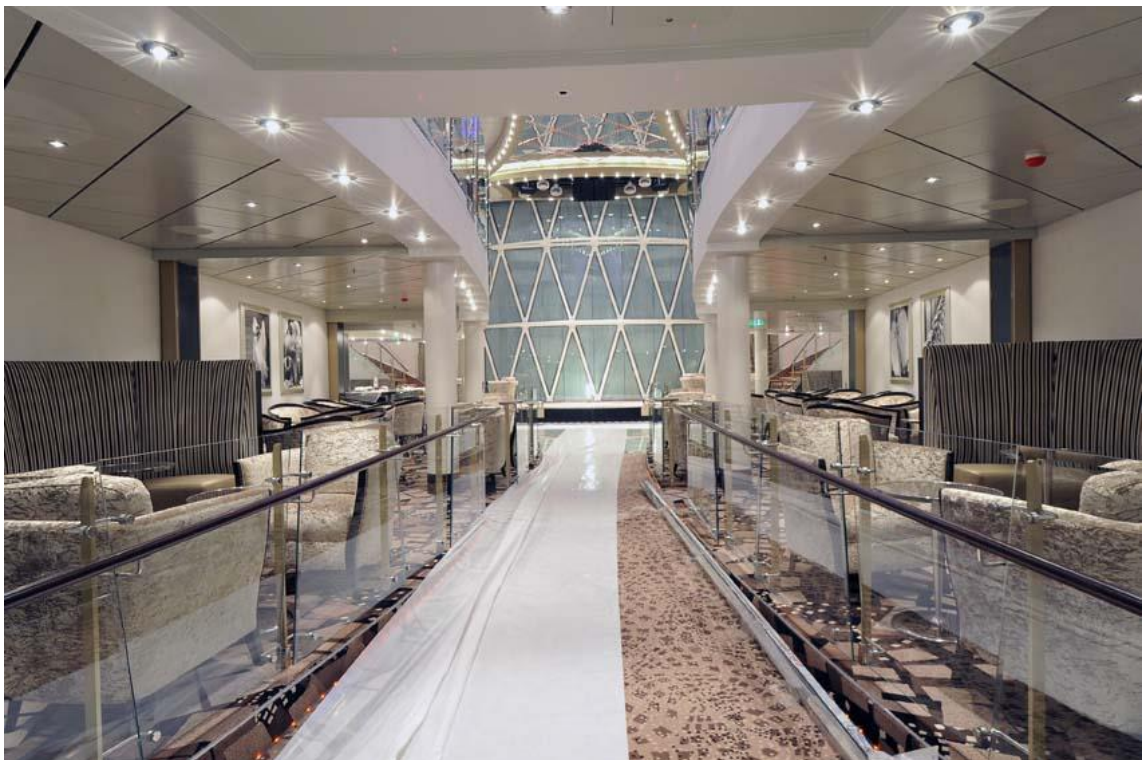
Kattovuorauksen ja ylemmän kannen jäykisteiden välissä tilaa on yleensä käytettävissä hyvin rajallisesti ja vain pienikokoisille kappaleille, kuten sammutusvesiputket kuvassa 9. Kuvissa 10–12 esitettynä yhden tilan seinä- ja kattovuorauksen rakentamisen etene- mistä vaiheittain.



Kuva 10. Seinien ja kattojen koolausrakenteita rakenteilla olevassa laivassa (Elomatic 2019).



Kuva 11. Seinävuoraukset asennettuna ja suojattuna, osa kattovuorauksesta asennettuna (Elomatic 2019).



Kuva 12. Seinä- ja kattovuoraukset valmiissa tilassa (Elomatic 2019).

3 3D-MALLINNUS

CAD-suunnittelussa on olennainen ero sen välillä, tehdäänkö työtä kaksi- vai kolmiulotteisesti. Kaksiulotteisessa suunnittelussa pyritään kuvaamaan kolmiulotteista kappaletta yhdessä tasossa useimmiten käyttämällä useita projektioita eri suunnista, joiden avulla kappale voidaan määrittellä täydellisesti. Projektioiden yhdenmukaisuus ja kappaleen oikea hahmottaminen vaativat suunnittelijalta ammattitaitoa. Kolmiulotteisessa suunnittelussa tehdään kappaleesta kolmiulotteinen malli. Mallia voidaan tarkastella näytöllä kuin fyysistä kappaletta, jolloin on helppoa nähdä, onko malli oikeanlainen. Mallin avulla voidaan myös luoda automaattisesti kaksiulotteisia projektioita kappaleesta. 3D CAD -mallit jakautuvat tyyppin mukaan lanka-, pinta- ja tilavuusmalleihin, joista tilavuusmalli kuvaa kappaletta parhaiten ja on nykyisin käytetyin esitysmuoto koneensuunnittelussa. (Pere 2012, 2–14.)

3D-tilavuusmallinnuksella saavutetaan suunnittelussa suuria hyötyjä, kun mahdollisten törmäystilanteiden selvittäminen sekä massan ja massakeskipisteen määrittäminen ovat tärkeitä. 3D-mallia voidaan havainnollisuutensa ansiosta myös käyttää tehokkaasti kommunikoinnin välineenä niin suunnittelijoiden kuin myös aiheeseen perehtymättömienkin kanssa. (Pere 2012, 2–22.)

Ennen 3D CAD -mallien käytön yleistymistä telakoilla käytettiin yleisesti pienoismalleja putkistosuunnittelun apuvälineinä. Pienoismallien käytöllä voitiin välttää linjojen törmäyksiä sekä tehostaa yhteensovittamista ja yhteistyötä muiden järjestelmien suunnittelun kanssa. (Häkkinen 1994, 87.)

3D-mallin käytöllä voidaan saavuttaa merkittäviä hyötyjä laivan suunnittelussa, tuotannossa, ylläpidossa sekä muutos- ja korjaustöissä koko laivan elinkaaren aikana. Kehittyvien suunnittelutyökalujen avulla mallissa olevia tietoja voidaan tulevaisuudessa käyttää monipuolisemmin, ja reaaliaikainen tieto suunnittelun ja tuotannon etenemisestä saadaan tehokkaammin kaikkien laivaprojektin osapuolten käyttöön.

3.1 3D-kokoonpanot ja törmäystarkastelu

Olennainen osa 3D-ohjelmistojen käyttöä on kokoonpanojen luominen. 3D-kokoonpanossa osien luominen ja paikoittaminen muistuttavat todellisen tuotteen kokoamista.

Suurien kokoonpanojen hallinnassa on tärkeänä osana kokoonpanorakenne, johon komponentit on jaettu. Kokoonpanorakenne ei välttämättä vastaa komponenttien fyysistä sijaintia mallissa, ja erilaiset kokoonpanorakenteet voisivat olla hyödyllisiä eri tahoille. Esimerkiksi suunnittelussa tietyn tyyppisten komponenttien jakaminen yhteen rakenteeseen olisi hyödyllistä, kun taas valmistuksessa jako fyysisen sijainnin mukaan olisi luultavasti parempi vaihtoehto. Kokoonpano voi komponenttien lisäksi sisältää myös toisia kokoonpanoja eli alikokoonpanoja, joissa voi edelleen olla omia alikokoonpanoja komponenttien lisäksi. (Pere 2012, 2–22, 2-23.)

3D-kokoonpanoille voidaan tehdä tila- ja törmäystarkasteluja. Lisäksi kokoonpanoja voidaan käyttää lujuusanalyysiin ja mekanismien simulointiin. Kokoonpanosta on helppoa luoda myös tarvittavat osaluettelot. Ohjelmistoissa osia voidaan paikoittaa kokoonpanoon siten, että ne leikkaavat toisiaan. Näiden toisiaan leikkaavien tilavuuksien etsimistä kutsutaan törmäystarkasteluksi. Erityisesti monimutkaisissa kokoonpanoissa tällaisia toisiaan leikkaavia tilavuuksia voi olla vaikeaa huomata, sillä monimutkaisen laitteen 3D-malli saattaa koostua sadoista tuhansista komponenteista. Yksityiskohtaisesti mallinnetuista tuotteista suurimpia ovat yhden valmistajan valmistamat kokonaisuudet kuten esimerkiksi kulkuneuvot, kun taas suuremmat kokonaisuudet kuten laivat ja tehtaot mallinnetaan yleensä yleisemmällä tasolla. Sen sijaan pienemmät osakokonaisuudet esitetään yksinkertaisempina tilavarauksmalleina. (Pere 2012, 2–24, 2-25.)

3.2 3D-mallin käyttö suunnittelussa

3D-työskentelyyn vaikuttavat esimerkiksi suunniteltava tuote, käytettävä 3D CAD -ohjelmisto ja suunnitteluprosessin vaihe. Yleensä mallinnus aloitetaan luonnostelemalla kappaleen perusmuoto 2D-geometriana, jonka avulla 3D-geometria luodaan. (Pere 2012, 2–57.) 3D-mallinnuksen käyttö yleistyy suunnittelussa koko ajan enemmän, koska se mahdollistaa useita asioita joihin 2D-ohjelmat eivät pysty. 3D-mallista saadaan erityistä hyötyä osien yhteen sovittamisessa ja rakenteiden toimivuuden varmistamisessa. (Tuohola & Viitanen 2008, 13.)

3D CAD -malli on tuotemalli, joka voi sisältää geometrian lisäksi paljon erilaista tietoa esimerkiksi painosta ja tuotteen osista. Tuotemalli mahdollistaa tiedon käytön tehokkaasti eri tarkoituksiin kuten suunnitteluun, valmistukseen ja kustannusten laskentaan. (Laakko ym. 1998, 9–11.) Tuotemalli toimii projektin tietovarastona, ja sen sisältämä tieto on kaikkien osapuolten hyödynnettävissä projektin kaikissa vaiheissa. Tietoa voidaan

käyttää suunnittelussa, rakentamisessa, käytössä ja ylläpidossa. Osa tuotemallin hyödyistä kohdistuu vain joillekin projektin osapuolille. (Penttilä ym. 2006, 13.) Tuotemallin tavoitteena on toimia työkaluna, jolla suunnittelija voi kuvata tuotteen täydellisesti virtuaalisessa muodossa. Tuotemallissa tiedot on koottu useille tasoille siten, että esimerkiksi tiedot tuotteen geometriasta ja valmistuksesta on jaettu eri tasoille. (Rembold ym. 1993, 68–69.)

Mallinnuksessa on tärkeää määrittää myös mallinnettavan kappaleen tyyppi myöhempäälle käyttöä varten. Esimerkiksi laivan 3D-mallissa mallinnettuja putkikomponentteja käytetään piirustusten ja osaluetteloiden laatimisessa, kun taas yleisellä tasolla mallinnetut komponentit kuten laitteet ja seinäpaneelit toimivat yleensä vain tilavarauksina mallissa.

3.3 Muutokset 3D-mallissa

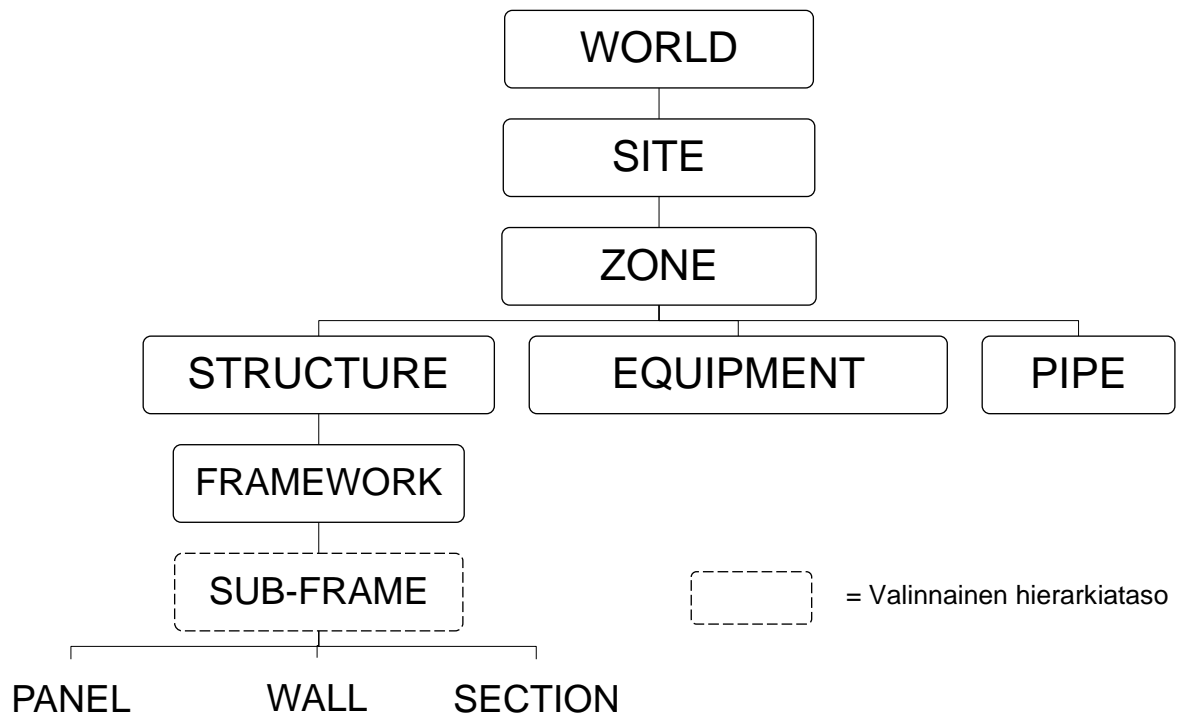
Yrityksissä pyritään yhtenäistämään käytettäviä työtapoja mallinnuskäytännöillä ja -säännöillä. Yhtenäiset mallinnustavat helpottavat työskentelyä ja parantavat mallien hyödyntämistä jatkossa. Jos toisen henkilön pitää jatkaa mallinnustyötä tai muokata mallia, se on helpompaa, mikäli kaikki toimivat yhteisten käytäntöjen mukaan. (Pere 2012, 2–57.)

4 3D-MALLINNUS LAIVAN SISUSTUSSUUNNITTELUN OSANA

4.1 Aveva Marine Outfitting

Aveva Marine Outfitting yhdistää Avevan laitossuunnittelutyökaluihin laivanrakennukselle erityisiä piirteitä ja mahdollistaa varustelun ja rungon suunnittelijoiden yhtäaikaisen työskentelyn. Laivanrakennuksen erityispiirteiden yhdistäminen tehokkaiden laitossuunnittelutyökalujen kanssa mahdollistaa monimutkaisten laiva- ja offshoreprojektien toteutuksen yhteisessä suunnitteluympäristössä. (Aveva 2019.)

Aveva Marine Outfitting -ohjelmisto koostuu useista erilaisista 3D-suunnittelutyökaluista, joiden avulla voidaan mallintaa esimerkiksi putkia, rakenne-elementtejä ja laitteita. Mallinnuksessa käytetään paljon standardikomponentteja kuten putkien käyriä, venttiilejä, erilaisia laitteita ja standardikokoisia teräsprofiileja. Standardikomponentit valitaan komponenttikirjastosta, johon voidaan projektikohtaisesti tuoda tarvittavia komponentteja. Tämän lisäksi voidaan mallintaa käyttäjän antamilla mitoilla esimerkiksi paneeleja ja erilaisia primitiivimuotoja, kuten sylintereitä ja erilaisia särmiöitä. Seinä- ja kattopaneelien mallinnukseen käytetään Structures-sovelluksen ”Panels & Plates” ja ”Walls & Floors” -työkaluja. Kuvassa 13 on esitettyä Avevan kokoonpanorakenteen jakautuminen eri tasoihin sekä seinä- ja kattopaneelien sijainti hierarkiassa.



Kuva 13. Seinä- ja kattopaneelien sijainti Avevan kokoonpanorakenteessa.

Aveva Marine Outfitting sopii erityisesti layout-tyyppiseen suunnitteluun sekä laivasuunnittelussa etenkin putkistojen, kanavien ja kaapelireititysten määrittämiseen. Suuren laivaprojektin sisältämien komponenttien määrä saattaa tehdä mallin käsittelystä hidasta. Myös muista mallinnusohjelmista tuodut yksityiskohtaisesti kuvatut mallit saattavat tehdä Aveva-mallista raskaan käsitellä. Tästä syystä mallinnus tulisi lähtökohtaisesti tehdä Avevan omia työkaluja käyttäen. Avevassa hierarkiarakenne luodaan projektikohtaisesti ja esimerkiksi laivaprojektissa telakka voi luoda Site-tasot, joihin suunnittelua tehdään. Projektin koko ja tyyppi määrittävät, miten komponentit jaetaan eri hierarkiatasolle. Telakka voi myös asettaa sääntöjä, joiden mukaan hierarkiatasojen jako ja nimeäminen tulee tehdä, jotta käytännöt olisivat yhtenäisiä kaikkien suunnittelua tekevien tahojen välillä. Suurissa projekteissa hierarkian merkitys korostuu, koska komponentteja on paljon ja suunnittelua tehdään useiden eri organisaatioiden toimesta. Vaikka mallinnuksessa olisi kiire ja Avevan käyttö olisi mallintajalle vierasta, tulisi mallinnustyötä aloittaessa pyrkiä huomioimaan hierarkia sekä käyttää sen eri tasoja siten, että jälkeempäin tehtävien muutoksien toteutus olisi mahdollisimman helppoa. Mallinnuksessa voidaan päätyä ulkonäöllisesti samaan lopputulokseen, vaikka mallinnustyö olisi tehty eri tavalla. Muutoksia tehdessä eriävät mallinnuskäytännöt saattavat aiheuttaa kuitenkin ongelmia, minkä

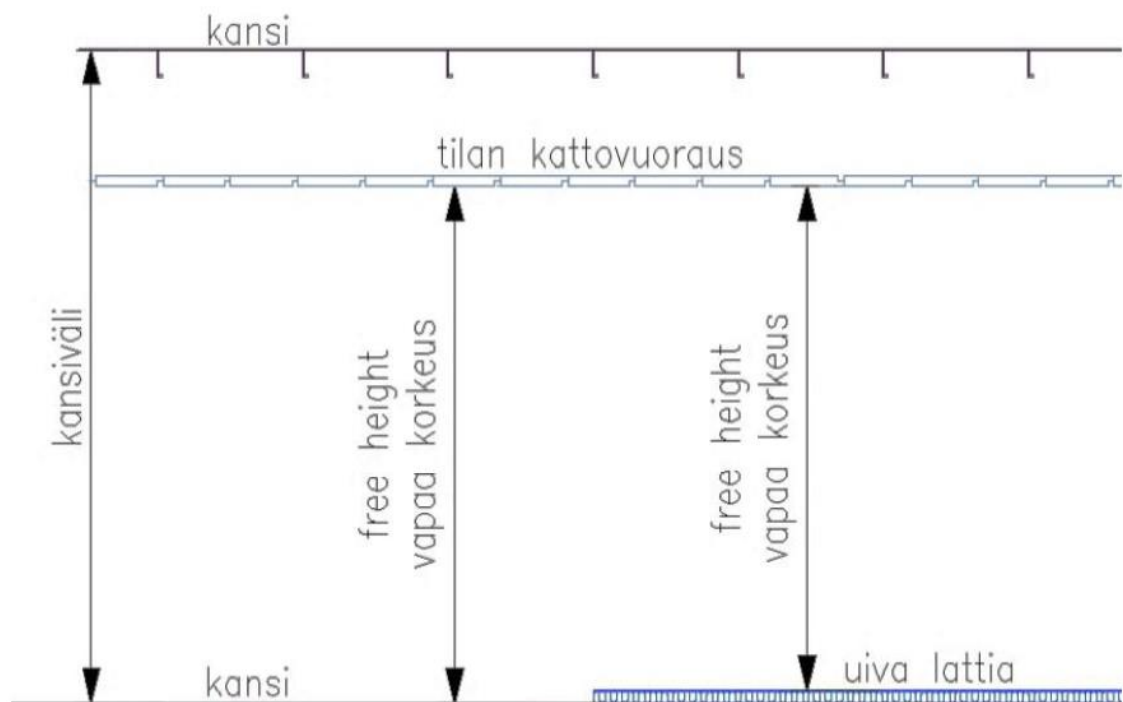
takia tarvitaan yhtenäisiä käytäntöjä ja toimintatapoja mallinnukseen ja hierarkiarakenteen jakoon. Suurissa projekteissa korostuu myös projektin ylläpidon ja hallinnoinnin tarve: suunnittelua tekeviä henkilöitä on paljon, suunnittelutiedon määrä on suuri ja muutoksia tulee jatkuvasti. (Kolho 2019.)

Hierarkiatasojen nimeäminen vakiokäytäntöjen mukaisesti helpottaa mallissa olevan tiedon etsimistä ja käyttöä myöhemmin. Lisäksi hierarkiatasojen attribuutteina olevien tietojen käytöllä voidaan tehostaa muutosten toteutusta ja hakutyökalujen käyttöä. Tietojen avulla voidaan myös tuottaa suoraan Avevasta erilaisia listauksia tarpeen mukaan. Käytettäviä attribuutteja ovat esimerkiksi kuvaus ja alue. Paneeleja sisältävän tason kuvaukseksi voidaan syöttää esimerkiksi tiedot mallinnukseen käytetyistä piirustuksista, niiden revisioista sekä mallinnuksen ajankohdasta, kun taas alue voidaan määrittää tilan numeron avulla. Kun malliin luodut tiedot on yksilöity tarkasti, mallinnetun tiedon hyödyntäminen on huomattavasti tehokkaampaa. (Merikukka 2019.)

Paneeleja mallinnettaessa on siis muistettava, että mallinnuksessa tulee huomioida paljon muutakin, kuin mallinnetun geometrian oikeellisuus. Mallinnettujen tietojen yksilöinnin ja erilaisiin tietorakenteisiin jakamisen merkitystä voisi verrata esimerkiksi 2D CAD -suunnittelussa käytettäviin tasoihin, joiden avulla tietoa voidaan eritellä siten, että suurista tietomäärästä saadaan helposti käyttöön kussakin tapauksessa vain halutut ja tarpeelliset tiedot.

4.2 Mallinnuksen vaiheet

Sisustuspaneelien 3D-mallinnus Aveva Marine Outfitting -sovelluksilla tehdään käytännössä yksi paneeli kerrallaan käsin. Mallinnustyö aloitetaan etsimällä työhön tarvittavat dokumentit, joihin kuuluvat tilan järjestelypiirustus, kattokuvat ja tiedot kansipäällysteistä sekä tilasta riippuen mahdollisten erityispiirteiden tiedot. Näistä dokumenteista saadaan selville sisustuspaneelien koko, sijainti ja muoto sekä tilojen vapaakorkeudet, niin kuin myös lattiassa käytettävät tasoitteet ja päällysteet sekä mahdolliset uivat lattiarakenteet. Erityisesti kattokorkeuden mitoituksessa tulee varmistaa, mitä annetulla mitalla tarkoitetaan (kuva 14). Sisustuspaneelien ääriviivat kopioidaan olemassa olevasta järjestelypiirustuksesta erilliseen 2D CAD -malliin, jossa tarkastetaan paneelien ääriviivojen oikeellisuus ja tehdään mahdollisesti tarvittavat muutokset. Valmis 2D CAD-malli viedään Avevaan, jossa sitä voidaan käyttää referenssigeometria paneelien luomiseen.

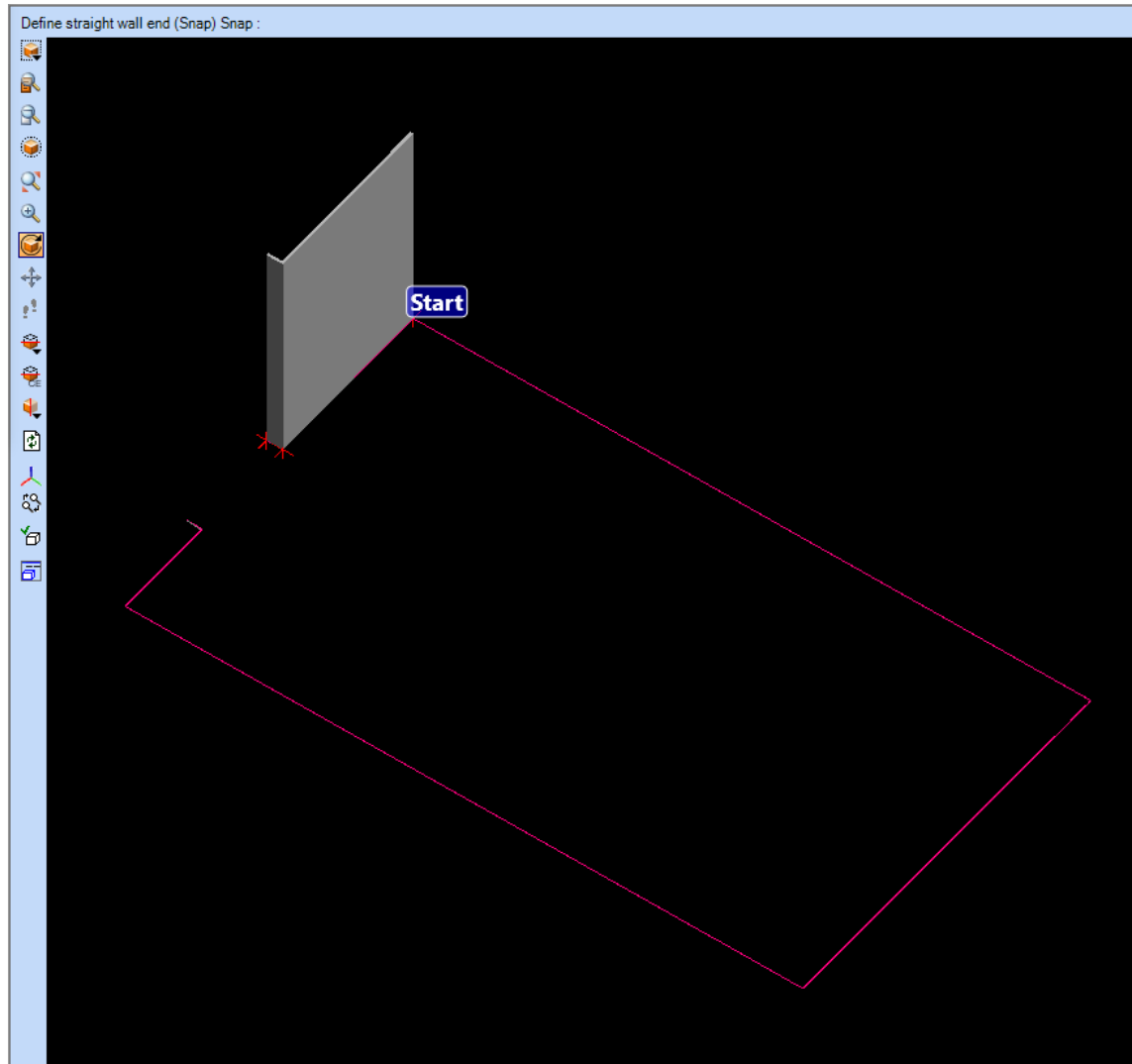


Kuva 14. Kattovuorauksen korkeuden mitoitus (Elomatic 2019).

Tässä työssä paneeleilla tarkoitetaan perussuunnitteluvaiheessa laivan 3D-malliin tehtäviä tilavaruuksia, jotka sekä pitävät sisällään seinä- ja kattovuorausmateriaalit tukirakenteineen että ottavat huomioon tarvittavan palo-, lämpö- ja äänieristyksen.

Sisustuspaneelit mallinnetaan Aveva Marine Outfitting -ohjelmiston Structures-sovelluksella. Seinä- ja kattopaneeleja voidaan mallintaa Structures-sovelluksen "Panels & Plates" -työkalulla, valitsemalla graafisesti yksitellen kaikki paneelin nurkkapisteet ja määrittämällä haluttu paneelin korkeus. Lisäksi seinäpaneeleja voidaan mallintaa "Walls & Floors" -työkalulla, jossa ensin määritetään haluttu seinäpaneelien paksuus ja korkeus sekä käyttäjän määrittämän referenssiiviivan sijainti suhteessa paneeliin, jotta mallinnus voidaan tehdä käyttäjän haluamalla tavalla. Tämän jälkeen käyttäjä valitsee graafisesti referenssiiviivan pisteet, jonka mukaan paneeli luodaan. Wall-työkalulla suoran seinäpaneelin luomiseen riittää siis käyttäjältä kahden pisteen valinta, kun taas Panel-työkalulla tarvitaan neljä pistettä. Wall-työkalulla seinäpaneeleja voidaan luoda myös yksittäisten nurkkapisteiden avulla samoin kuin Panel-työkalulla. Lisäksi molemmista työkaluista löytyy keinoja paneelien yhdistämiseen ja erottamiseen, kopiointiin, paneelien muokkaamiseen ja reikien tekemiseen paneeleihin. Kuvassa 15 on esimerkki Avevaan tuodusta sei-

nälinjojen referenssigeometriasta, jonka avulla paneelit on helppo mallintaa Wall-työkalua käyttäen. Kuvan mallinnusnäkyvässä Wall-työkalu on aktiivisena, seinän alkupiste on määritetty ja seuraavaksi ohjelma pyytää käyttäjää valitsemaan seinän loppupisteen.



Kuva 15. Mallinnusnäkyvä Avevassa.

Suunnittelun edetessä paneeleihin kohdistuvat muutokset tehdään 3D-mallissa tapauskohtaisesti joko muokkaamalla olemassa olevia paneeleja tai mallintamalla täysin uudet paneelit. Muutostyö aloitetaan tuomalla 3D-malliin referenssigeometriana muuttuneiden paneelien ääriviivat. Tuotu referenssigeometria paikoitetaan mallissa oikeaan sijaintiin, jonka jälkeen olemassa olevia paneeleja verrataan tuotuun referenssigeometriaan, jolloin voidaan nähdä tarvittavat muutokset paneelien osalta.

Valmiit mallinnetut sisustuspaneelit paikoitetaan 3D-mallissa oikeaan sijaintiin laivan 3D-mallissa olevien teräskansien ja -laipioiden mukaan. Seinäpaneelit paikoitetaan alareunastaan suoraan vasten laivan teräskantta, ja kattopaneelit kiinni seinäpaneelien yläreunaan. Koska seinäpaneelit sijoitetaan kiinni teräskanteen, tulee seinäpaneelin korkeuteen ottaa mukaan tilan vapaakorkeuden lisäksi myös lattiassa käytettyjen tasoitteiden ja pintamateriaalien paksuus, jotta kattopaneelin korkeus on 3D-mallissa oikein.

4.3 Seinä- ja kattovuorausten mallinnus komponenteilla

Panel- ja Wall-työkalujen avulla mallinnettavien tilavarauspaneelien lisäksi seinä- ja kattovuorausten mallinnus olisi mahdollista toteuttaa myös heti alussa todellisia paneelikomponentteja käyttäen. Tällöin projektissa käytettävät erilaiset paneelielementit luodaan mallinnusohjelmiston komponenttikirjastoon, josta niitä voidaan lisätä malliin. Paneelikomponenttien lisäämiseen malliin voisi lisäksi kehittää erillisen työkalun, jolla paneelien lisääminen tiloihin onnistuisi helposti ja nopeasti. Komponenttikirjastoon luoduille paneelikomponenteille annetaan paino- ja materiaalitiedot, joita voidaan käyttää suunnittelun ja tuotannon apuna. Lisäksi paneelikomponenttien määrän mukaan olisi mahdollista laskea paneeleille tarvittavien koolausrakenteiden materiaalien määriä ja painoja. Mallinnus komponenttien avulla tarjoaisi myös huomattavasti tarkempaa tietoa paino- ja hintalaskennan käyttöön jo varhaisessa suunnittelun vaiheessa. (Merikukka 2019.)

5 TULOKSET

Aikaisemmin paneelien mallinnus on toteutettu käyttäen Avevan ”Panels & Plates” -työkalua ja määrittämällä yksitellen jokaiselle paneelille pohjan nurkkapisteet ja paneelin korkeus. Tällä menetelmällä paneelityökalu pitää valita uudelleen jokaista paneelia luodessa, joten työssä on paljon toistuvia työvaiheita ja mallinnustyö on hidasta ja todella työlästä. Lisäksi tällä tavalla mallinnettujen paneelien muokkaus onnistuu vain muokkaamalla yhtä paneelia kerrallaan. Paneelien mallinnukseen ei ole aikaisemmin ollut yhteisiä mallinnuskäytäntöjä ja toimintatapoja, minkä vuoksi jokainen mallintaja on tehnyt työtä hieman eri tavoilla. Esimerkiksi paneelien jaottelu Avevan hierarkiassa on toteutettu monin eri tavoin, jolloin paneelien muokkaaminen myöhemmin on entistä vaikeampaa.

Kehitystyön tuloksena syntyi työohje paneelien mallinnukseen sekä ohjeet referenssigeometrian käyttöön ja paneelien muokkaamiseen suurempina kokonaisuuksina kerrallaan. Ohje referenssigeometrian käytöstä soveltuu sisustuksen lisäksi myös muiden suunnittelijoiden käyttöön. Referenssigeometrian käytöllä mallinnustyö nopeutuu huomattavasti, mikäli haluttu tieto on käytettävissä 2D-CAD-mallissa. Referenssigeometrian käytöllä olemassa oleva suunnittelutieto voidaan tuoda 3D-mallinnuksen tueksi, jolloin voidaan välttää tarvetta mitoittaa kappaleita erikseen 3D-mallissa. Paneelien mallinnohjeessa on kuvattuna seinäpaneelien mallinnus sekä yleiset toimintatavat ja mallinnuskäytännöt, joiden avulla paneelien muokkaaminen myöhemmin on huomattavasti helpompaa. Ohjeessa käsitellään Wall-työkalun käyttöä, joka mahdollistaa seinäpaneelien mallinnuksen vakiokorkeudella ja -paksuudella määrittämällä seinäpaneelille vain kaksi pistettä. Tällä menetelmällä työkalua ei myöskään tarvitse valita uudelleen jokaisen paneelin jälkeen, vaan voidaan valita peräkkäin pisteet jokaiselle paneelille, mikä tekee mallinnustyöstä huomattavasti nopeampaa.

5.1 Mallinnuksessa käytettävät toimintatavat

Mallinnustyötä aloittaessa tulee paneelien jaottelu Avevan kokoonpanohierarkiassa tehdä siten, että paneelien muuttaminen myöhemmin on mahdollisimman helppoa. Paneelit tulee jaotella eri tilojen mukaan omiksi kokonaisuuksiksi, joissa on otettu huomioon

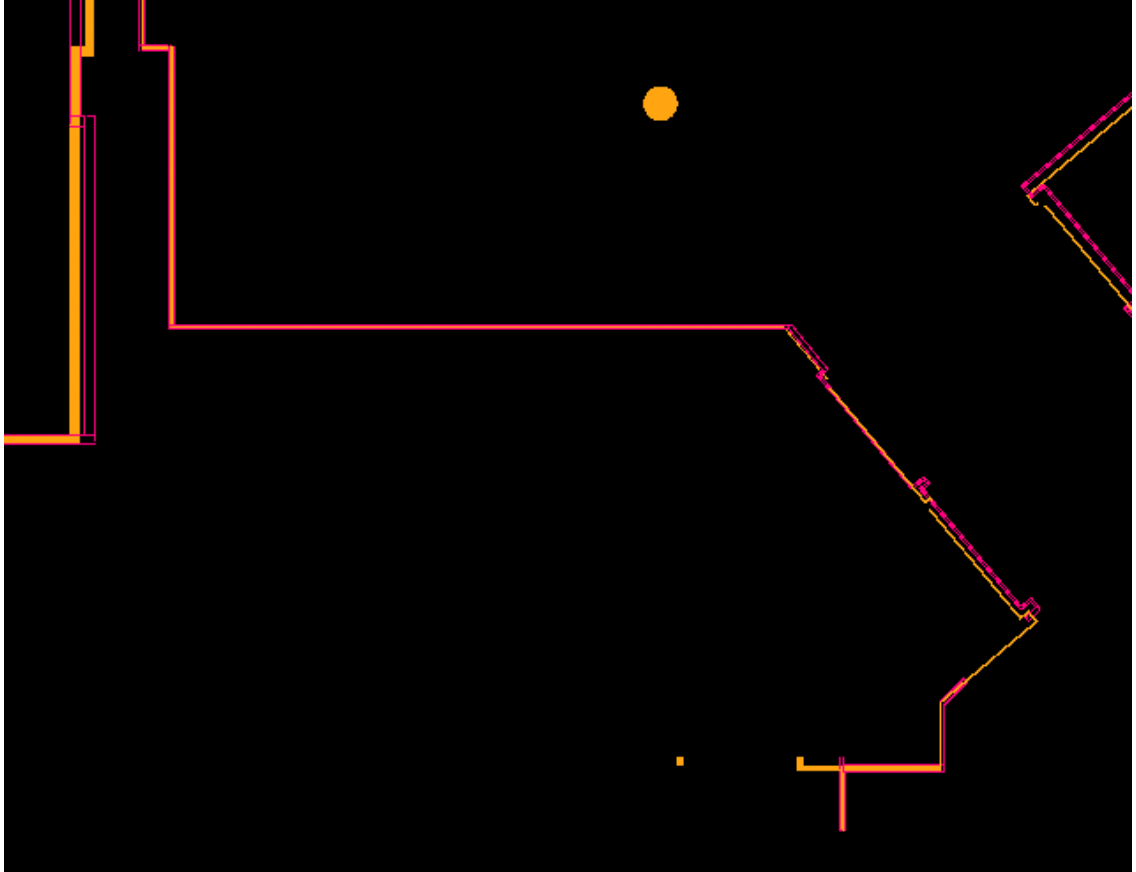
myös katon korkeudet tilassa. Jos yhdessä tilassa on useita kattokorkeuksia, tulee seinäpaneelit jakaa hierarkiassa erikseen kattokorkeuden mukaan. Tällöin kattokorkeuden muuttuessa on helppoa tehdä muutokset ilman tarvetta muokata jokaista paneelia yksitellen. Suurimmissa laivan yleisissä tiloissa kuten ravintoloissa seinäpaneeleja voi olla mallinnettuna useita satoja, jolloin niiden muokkaaminen yksitellen olisi todella työlästä ja aikaa vievää. Järkevällä mallin hierarkiarakenteen suunnittelulla voidaan säästää huomattavasti aikaa. Lisäksi muutokset saadaan toteutettua malliin nopeasti, jolloin ajantasainen tieto on heti muiden suunnittelijoiden käytössä 3D-mallissa. Hierarkian määrittelyssä tulee huomioida myös projektikohtaiset säännöt ja ohjeistukset hierarkiarakenteesta ja nimeämiskäytännöistä.

Tehty mallinnustyö tulee dokumentoida, jotta myöhemmin on mahdollista selvittää, milloin mallinnus on tehty, kenen toimesta ja minkä tietojen pohjalta. Tällöin muutostyön tekijällä on mahdollisuus ymmärtää paremmin aikaisemmin mallinnettua tietoa, ja epäselvissä tilanteissa on mahdollista kysyä edelliseltä mallintajalta tarkentavia tietoja.

Lisäksi mahdollisesti käytetty referenssigeometria tulee tallentaa siten, että muutoksia tehdessä voidaan helposti verrata nykytilannetta aikaisempaan ja on helppoa nähdä missä muutokset ovat tapahtuneet.

5.2 Muutosten hallinta

Kun tehdään muutoksia mallinnettuihin seinä- ja kattopaneeleihin, tulee aluksi selvittää muutosten laajuus ja arvioida, kannattaako olemassa olevia paneeleja muokata vai onko helpompaa poistaa aiemmin mallinnetut paneelit ja mallintaa tilalle täysin uudet paneelit. Kuvassa 16 on esimerkki muutoksista tapauksessa, jossa on helpompaa poistaa vanhat paneelit, jotka eivät vastaa muodoiltaan nykytilannetta, ja mallintaa täysin uudet paneelit. Kuvassa 17 muutokset kohdistuvat lähinnä olemassa olevien paneelien sijaintiin, jolloin on helpompaa siirtää olemassa olevat paneelit paikoilleen uuden referenssigeometrian mukaisesti. Kuvissa aikaisemmin mallinnetut paneelit keltaisella ja muuttuneet seinälinjat punaisella.



Kuva 16. Esimerkki seinälinjojen suurista muutoksista.



Kuva 17. Esimerkki seinälinjojen pienistä muutoksista.

Joissakin tapauksissa tehdessä malliin muutoksia on helpompaa käyttää mallin tarkasteluun erillistä katseluohjelmaa, kuten Autodeskin Navisworksia. Raskaan mallin käsittely Avevassa on hidasta ja tarkasteltavien alueiden lataaminen vie aikaa, jolloin ongelmakohtien karkea tarkastelu on helpompaa suorittaa erillisellä katseluohjelmalla, jossa mallin tarkastelu onnistuu helposti ja nopeasti. Katseluohjelmalla on myös helppoa löytää halutut komponentit mallihierarkiasta. Katseluohjelmaa käytettäessä tulee muistaa tarkastaa, milloin mallista on viimeksi luotu versio katseluohjelman käyttöön, sillä mallissa tehdyt muutokset eivät näy katseluohjelmassa reaaliajassa.

Erityisesti tehdessä muutoksia malliin Avevalla, käyttäjän on tärkeää hallita Avevan listatyökalun käyttö. Listatyökalulla voidaan valita helposti halutun hierarkiarakenteen sisältä halutun tyyppiset objektit, jolloin niiden käsittely ja muokkaaminen on huomattavasti nopeampaa verrattuna objektien käsittelyyn ja muokkaamiseen yksitellen. Listatyökalulla halutut objektit on helppoa kerätä yhteen listaan, jonka jälkeen listalla oleviin objekteihin voidaan kohdistaa Avevan komentoja.

5.3 Tulosten hyödyntäminen

Työn tuloksena syntyneitä työohjeita sekä opinnäytetyössä kuvattuja mallinnuskäytäntöjä ja toimintatapoja voidaan käyttää ohjeistaessa uusia työntekijöitä paneelien mallinnukseen sekä yleisesti yrityksen sisäisenä koulutusmateriaalina. Tämä nopeuttaa perehdytystä ja lisää organisaation tehokkuutta sekä yhtenäistää toimintatapoja. Tehdyn tutkimuksen pohjalta kehitystyötä voidaan jatkaa ja opinnäytetyötä voidaan käyttää kehitystyön perustana.

5.4 Jatkokehitysideat

Aveva Marine Outfitting -ohjelmistossa on mahdollista käyttää käyttäjän luomia makroja, joilla 3D-mallinnusta ja muita ohjelmiston toimintoja voidaan joiltain osin automatisoida. Opinnäytetyön tekemisen aikana selvitettiin myös mahdollisuutta automatisoida paneelien mallinnusta joiltakin osin makron avulla. Makrot luodaan PML-ohjelmointikielellä. Opinnäytetyöhön käytettävissä oleva aika ei riittänyt syvempään perehtymiseen tällaisen makron luomisesta, mutta kehitystyötä on tämän opinnäytetyön pohjalta mahdollista jatkaa tuodun referenssigeometrian hyödyntämisestä automatisoidussa paneelien mallinnuksessa. Tämä toisi paneelien mallinnukseen ja muutosten hallintaan merkittäviä etuja,

koska makron avulla yksittäisten paneelien mallinnus voisi olla mahdollista toteuttaa referenssigeometrian avulla täysin ilman käyttäjän valintaa. Esimerkiksi yhden tilan paneelit, joilla on sama korkeus, voitaisiin mahdollisesti mallintaa automaattisesti. Tällöin myös tarve tehdä muutoksia olemassa oleviin paneeleihin poistuisi, koska uudelleenmallinnus automaattisesti olisi joka tapauksessa nopeampaa.

6 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

Opinnäytetyössä tutkittiin sisustuksen seinä- ja kattopaneelien 3D-mallinnuksen kehittämistä ja muutosten hallintaa perehtymällä aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen sekä haastattelemalla kokeneempia työntekijöitä liittyen laivan sisustukseen, 3D-mallinnuksen toimintatapoihin ja käytäntöihin sekä yleiseen Avevan käyttöön. Työssä selvitettiin paneelien tilavarauksen merkitys muiden vastuuryhmien suunnittelijoille sekä tekijät, jotka aiheuttavat muutoksia paneelien muotoon ja sijaintiin perussuunnittelun aikana. Työssä määritettiin paneelien mallinnuksessa huomioon otettavat asiat sekä yleiset toimintatavat, joilla helpotetaan muutosten hallintaa. Lisäksi työn tuloksena syntyi yrityksen sisäiseen käyttöön työohjeita paneelien mallinnukseen, referenssigeometrian käyttöön ja paneelien muokkaamiseen.

Mallinnuksessa käytettävät toimintatavat vaikuttavat merkittävästi mahdollisuuksiin hyödyntää tietoa myöhemmin ja tehdä muutoksia mallinnettuihin tietoihin. Kertaalleen luodun suunnittelutiedon tehokas hyödyntäminen tehostaa yleisesti suunnittelutyötä ja projektin etenemistä. Selkeät ja yhtenäiset tietorakenteet sekä tehokas hakutyökalujen käyttö helpottavat suuressa laivaprojektissa suunnittelua ja projektin toteutusta huomattavasti.

Työ täyttää sille asetetut tavoitteet. Se esittää tehokkaita toimintatapoja mallinnuksen toteutukseen ja perusteltuja syitä niiden käytölle. Alan kirjallisuuteen perehtymällä ja asiantuntijoita haastattelemalla saatiin kattava tietopaketti 3D-mallinnuksesta ja laivan sisustuksesta seinä- ja kattopaneelien osalta.

LÄHTEET

Aveva 2019. Viitattu 29.3.2019 https://www.aveva.com/en/solutions/product_finder/aveva_outfitting/

Elomatic 2019. Viitattu 19.3.2019. <https://www.elomatic.com/fi/yritys/elomatic-lyhyesti.html>

Häkkinen, P. 1994. Laivan putkistot. Teknillinen korkeakoulu: Otaniemi

IMO 1974. SOLAS. Vuoden 2014 painos. IMO

Kolho, M. Haastattelu 2.4.2019. Elomatic Oy, Turku.

Laakko, T.; Sukuvaara, A.; Borgman, J.; Simolin, T.; Björkstrand, R.; Konkola, M.; Tuomi, J. & Kaikonen, H. 1998. Tuotteen 3D-CAD-suunnittelu. 1. painos. Helsinki, Porvoo, Juva: WSOY

Merikukka, M. Haastattelu 3.4.2019. Elomatic Oy, Turku.

Papanikolaou, A. 2014. Ship Design - Methodologies of Preliminary Design. Ateena. National Technical University of Athens

Penttilä, H.; Nissinen, S.; Niemioja, S. 2006. Tuotemallintaminen rakennushankkeessa yleiset periaatteet. Helsinki: Rakennustieto Oy

Pere, A. 2012. Koneenpiirustus 1 & 2. Espoo: Kirpe Oy

Rembold, U.; Nnaji, B.O.; Storr, A. 1993. Computer integrated manufacturing and engineering. Addison-Wesley

Roh, M. & Lee, K. 2018. Computational ship design. Seoul: Springer

Räisänen, P. (toim.) 2000. Laivatekniikka, Modernin laivanrakennuksen käsikirja. Turku. Turun Ammattikorkeakoulu

Sirén, T. Haastattelu 10.4.2019. Elomatic Oy, Turku.

Tuhola E. & Viitanen K. 2008. 3D-mallintaminen suunnittelun apuvälineenä. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy