

Opinnäytetyö AMK

Konetekniikka / Tuotantotekniikka

2019

Alex Niittymäki

TEKNISEN TILAN KONSEPTOINTI

300 matkustajan kelluvaan kiinteistöön

Alex Niittymäki

TEKNISEN TILAN KONSEPTOINTI

300 matkustajan kelluvaan kiinteistöön

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi ADMARES Group Oy. Toimeksiannon tavoite oli luoda vakioituja teknisiä ratkaisuja sekä tuotekonsepti 300 matkustajan kelluvaan kiinteistöön. Tuotekonseptista on luotu pohjapiirros Autocad-suunnitteluohjelmalla. Teknisten ratkaisujen vakioinnilla haluttiin nopeuttaa tulevien projektien suunnitteluvaihetta. Työssä tutkittiin teknisten tilojen vaatimuksia sekä niiden keskinäisiä vaikutussuhteita. Jo etukäteen oli tiedossa, että jokainen projekti on ainutlaatuinen eikä yhtä tiettyä ratkaisua voida pitää joka tilanteeseen sopivana. Tämän vuoksi tuotekonseptista oli pyrittävä tekemään skaalautuva eri projektien tarpeisiin.

Opinnäytetyö koostuu teoriaosasta sekä työn käsittelyosasta. Teoriaosuudessa käsitellään vesialueille rakentamista, tuotekonseptoinnissa käytettyä säännöstöä sekä offsite-rakentamisella ja tuotteiden moduloinnilla saavutettavia etuja, jotka kuuluvat ADMARES Group Oy:n toimintamalliin. Opinnäytetyön käsittelyosassa esitellään työstä saatuja tuloksia, pohditaan toimeksiantoon liittyviä seikkoja sekä verrataan työn onnistumista toimeksiannon tavoitteisiin.

Tuotekonseptointi suoritettiin DNV GL määräyksiä noudattaen, sillä sitä haluttiin pitää pohjana suunnittelutyölle tulevissa projekteissa. Konseptoinnilla selvitettiin tarvittavat laitteistot autonomiselle 300 matkustajan kiinteistölle sekä niiden tilan tarve. Näillä tiedoilla on piirretty pohjakuva teknisestä tilasta kelluvalle kiinteistölle. Toimeksiannon ulkopuolelle oli jätetty kustannuslaskelmat, mutta ne tullaan toteuttamaan tulevaisuudessa uusien projektien yhteydessä.

Toimeksiannossa haluttiin tuotekonseptin lisäksi selvittää teknisiä rajapintoja kelluvan kiinteistön ominaisuuksia muokkaamalla. Tuotekonsepti tehtiin 300 matkustajan kiinteistöön, joka on suunniteltu autonomiseksi seitsemän päivän ajaksi. Tekniset rajapinnat selvitettiin kuitenkin myös teknisestä infrastruktuurista riippuvaiseen kiinteistöön, 200 matkustajan kiinteistöön sekä näiden yhdistelmään. Selvityksestä selvisi, että kiinteistön vaatimusten vähentyessä voidaan saavuttaa huomattavia säästöjä tarvittavassa tilan määrässä sekä vaaditun tekniikan määrässä, jotka ovat merkittäviä rahallisesti

ASIASANAT:

Tuotekonsepti, vakiointi, offsite, modulaarisuus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical engineering

2019 | 37 pages, 1 appendix

Alex Niittymäki

TECHNICAL AREA CONCEPTUALIZATION

For 300 passenger floating real estate

This thesis was commissioned by ADMARES Group Oy. The purpose of the assignment was to create standardized technical solutions and a product concept for a 300-passenger floating facility. The product concept has been designed by using AutoCAD software. The standardization of technical solutions was intended to speed up the planning phase of future projects. The requirements of technical facilities and their interaction were studied. It was known in advance that each project is unique, and one solution cannot be considered suitable for every situation. As a result, the product concept had to be scalable to the needs of different projects.

This thesis consists of a theory part and a discussion section. The theory part consists of topics as constructions at water areas, the regulations used to create product concept, and the benefits of offsite construction and product modulation, which are part of the ADMARES Group Oy operating model. The discussion session presents the results of the thesis, discusses the assignment and compares the success of the thesis with the objectives of the assignment.

The product concept was carried out in accordance with DNV GL regulations, as it was intended to serve as a basis for design work in future projects. The product concept was carried out in accordance with the DNV GL regulations, as it was intended to serve as a basis for design work in future projects. This information is used to draw a layout of a technical space for a floating real estate. The cost calculations had been excluded from the assignment, but they will be implemented in the future in connection with new projects.

In addition to the product concept, the assignment sought to clarify the technical interfaces by modifying the properties of the floating real estate. The product concept was developed for a 300-passenger property designed for an autonomous seven-day period. However, the technical interfaces were also clarified for the property dependent on the technical infrastructure, the 200-passenger property and for a combination of both. The study showed that, as property requirements decrease, major savings can be made in the amount of space required and the amount of technology required, which are significant in financial terms

KEYWORDS:

Product concept, standardization, offsite, modularity

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
2 ADMARES GROUP OY	9
3 VESIALUEILLE RAKENTAMINEN	11
3.1 Kelluvat kiinteistöt	11
3.2 Ympäristöystävällisyys	12
4 SÄÄNNÖKSET	15
4.1 DNV GL	15
4.2 Runko	16
4.3 Tankit	17
4.4 Ankkurit	18
4.5 Palo-osastointi	19
4.6 Poistumistiet	20
5 OFFSITE-RAKENTAMINEN JA MODULAARISUUS	21
5.1 Offsite-rakentaminen	21
5.2 Offsite-rakentamisen mahdollisuudet	21
5.3 Modulaarisuus	23
6 TEKNISEN TILAN SUUNNITTELU	25
6.1 Työn aloitus	25
6.2 Vaatimukset ja tavoitteet	25
6.3 Tilat	26
6.3.1 Konehuone	27
6.3.2 Ilmastointi	28
6.3.3 Vesitankit	28
6.3.4 Keittiö ja hotellin pyykkitilat	29
6.4 Skaalautuvuus	30
7 POHDINTA	33
8 YHTEENVETO	34

LIITTEET

Liite 1. Autonomisen 300 matkustajan kelluvan kiinteistön teknisen tilan pohjakuva

KUVAT

Kuva 1. Organisaatio	10
Kuva 2. Ankkurin mitoituskalkelma	19
Kuva 3. Perinteisen ja offsite-rakennusprosessin vertailu	22
Kuva 4. Generaattorin mitoitukseen löytetty sähkökuormalaskelma	27
Kuva 5. Kahramaa Water Installations Code 2016 veden kulutusmatriisi	28
Kuva 6. Vedenkulutuslaskelma	29

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Autonomisuus	Yksikön kyky toimia itsenäisesti
DNV GL	Kansainvälinen luokituslaitos (Det Norske Veritas & Germanischer Lloyd)
DualDocker	Laituriin kiinnitys mekanismi
Elinkaaripalvelu	Ennalta suunnitellut palvelut tuotteen koko elinkaaren ajalle
Laipio	Laivassa sisällä oleva vettä tai tulta kestävä runkoa vahvistava seinä
Liiketoimintayksikkö	Kokonaisuus, johon kuuluu kaikki liiketoiminnan harjoittamista varten vaadittavat asiat
Skaalautuvuus	Operoinnin tehostaminen ilman resurssien lisäämistä
Tekninen infrastruktuuri	Tekniset palvelut ja rakenteet, jotka mahdollistavat yhteiskunnan toiminnan
Tuotekonsepti	Hahmottelee vastaukset tarpeeseen tai keinot tavoitteen toteuttamiseksi
Vakiointi	Tuotteiden tai prosessien yhtenäistäminen

1 JOHDANTO

Osa maailman suurkaupungeista on täyteen rakennettuja, mikä on nostanut asuntojen neliöhinnat todella korkeiksi kysynnän ylittäessä tarjonnan. Joissakin paikoissa on alkanut uudisrakentamisen buumi, kun taas toisaalla ei enää yksikertaisesti ole tilaa rakentaa uutta. Maapinta-alan alkaessa täyttymään ihmisen rakentamista rakennelmista vaihtoehtoisia ratkaisuja perinteiselle rakentamiselle on pyritty löytämään. Yksi vaihtoehto on veden päälle rakentaminen, joka esimerkiksi ei ole herkkä ilmastonmuutoksesta johtuvalle merenpinnan nousulle.

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja ADMARES Group Oy on lähtenyt kehittämään ratkaisuja kelluvien rakennelmien tuotemarkkinoille. Perinteisen rakentamisen sijaan yritys on erikoistunut veden päälle rakennettaviin kelluviin ja paalutettuihin modularisoituihin rakennelmiin. ADMARES Group Oy tarjoaa avaimet käteen -periaatteella rakennettuja huviloita, hotelleja, laitureita ja rantakohteita, jotka ovat myös uudelleen sijoitettavissa tarpeen vaatiessa. Ydinliiketoimintaa on veden päälle rakentaminen, mutta ratkaisuja tarjotaan myös maalle rakennettaviin asuin- sekä terveydenhuollon tiloihin. Yrityksen suunnittelemat ja toimittamat rakennelmat pystyvät toimimaan autonomisesti myös paikoissa, joissa alueen tekninen infrastruktuuri ei ole riittävä nykypäivän tarpeisiin. Tämä vaatii rakennuksien teknisien ratkaisuiden tarkkaa suunnittelemista.

Tarve luoda standardisoituja ratkaisuja toimii tämän opinnäytetyön lähtökohtana. Tavoitteena on luoda teknisen tilan tuotekonsepti keskisuuren kokoluokan kelluvaan kiinteistöön. Konseptia on tarkoitus käyttää perustana kyseisen kokoluokan uusille tilauksille, mikä vähentää suunnittelutyötä ja laskee täten projektin toteutusaikaa. Toteutusaikojen lyhentyessä projektien kokonaiskustannuksia saadaan alennettua. Kustannuslaskelmat on jätetty tämän opinnäytetyön ulkopuolelle, mutta työtä on tarkoitus jalostaa tulevaisuudessa täysin valmiiksi perustaksi uusille tilauksille, missä kustannukset on huomioitu.

Loppukäyttäjällä on harvoin omia vaatimuksia teknisen tilan ratkaisuihin, joten standardointi on suotavaa ja mahdollista tehdä. Konsepti on tehtävä kuitenkin skaalautuvaksi, jotta asiakkaiden monimuotoisiin vaatimuksiin itse rakennelman teknisestä toiminnallisuudesta pystytään vastaamaan. Tällä hetkellä kyseisille rakennelmille on olemassa rajoitetusti luokituslaitosten sääntöjä. Tässä työssä perustana käytetään DNV GL:n sisävesialusten standardeja, joista ADMARES on yhdessä DNV GL:n kanssa koonnut veden

päälle rakennettaville rakennelmille soveltuvat suunnitteluohjeet. Työ vaatii säännösten tarkastelua ja teknisten tilojen keskinäisten vaikutusten huomioon ottamista. Konsepti luodaan tekemällä yhteistyötä asiantuntijoiden kanssa, jotka ovat erikoistuneet teknisten tilojen suunnitteluun. Konseptiin luotavat tekniset tilat ja koneistot suunnitellaan tilavarauksiltaan oikean kokoisiksi, mutta ne eivät vastaa minkään tietyn valmistajan laitteita. ADMARES Group Oy ei ole sitoutunut tiettyihin laitevalmistajiin laitehankinnoissa, vaan kilpailutus suoritetaan projektikohtaisesti tämän opinnäytetyön toimeksiannon ulkopuolella.

2 ADMARES GROUP OY

ADMARES Group Oy on vuonna 2015 perustettu, pääasiassa kelluviin rakennuksiin erikoistunut yritys. Se tunnetaan parhaiten vuonna 2016 valmistuneesta pilareiden päälle rakennetusta keinotekoisesta saaresta, joka toimitettiin Arabiemiraatteihin, Dubaihin Burj Al Arab -hotellin yhteyteen. ADMARES:n päämaja sijaitsee Suomessa, mutta sen toimipisteitä on myös Yhdysvalloissa, Arabiemiraateissa, Qatarissa, Iso-Britanniassa ja Italiassa. ADMARES Oy:n toimitusjohtajana toimii yrityksen perustanut Mikael Hedberg. (ADMARES 2019a.)

ADMARES:n toiminta jakautuu Marine-, Construction-, Healthcare- ja Service-liiketoimintayksiköihin. Yritys toimii verkostomallilla, jossa projektien myynti, suunnittelu ja johtaminen ovat pääliiketoimintaa. Tuotteiden valmistus, tuotantotilat ja arkkitehtisuunnittelu ovat yrityksen ulkoistettuja toimintoja. (Rakennuslehti 2016.) ADMARES tarjoaa avaimet käteen -periaatteella laitureita, huviloita, hotelleja ja kokonaisia asuinkeksuksia joko veden päälle tai maalle rakennettaviksi. Projektien läpimenoajat pidetään lyhyinä ja toiminta kustannustehokkaana offsite-rakentamisen ja modulaarisien ratkaisuiden ansiosta. (ADMARES 2019a.)

Marine-liiketoimintayksikössä kehitettävät vedenpäälliset ratkaisut rakennetaan kelluviksi tai pilareiden päälle. Kelluvat tuotteet on mahdollista valmistaa autonomisiksi yksiköiksi, jolloin ne eivät ole riippuvaisia ympäröivästä teknisestä infrastruktuurista. Rakennukset voidaan varustaa myös propulsiojärjestelmällä, joka mahdollistaa vapaan liikuttamisen. (ADMARES 2019g.) Marine-liiketoimintayksikössä referensseihin kuuluu maailman suurin kelluva huvila, johon on sen valmistumisen jälkeen lisätty myös propulsiojärjestelmä. (ADMARES 2019a.)

Construction- ja Healthcare-liiketoimintayksiköt ovat erikoistuneet maan päälle rakentamiseen. Divisioonat tarjoavat vaihtoehtoisen ratkaisun perinteiselle rakentamiselle, kun rakennustyömaiden sijaan rakentaminen tapahtuu moduuleittain ulkopuolisissa tuotantotiloissa. Construction-liiketoimintayksikkö tarjoaa samat tuotteet kuin Marine-liiketoimintayksikkökin, mutta erona on maan päälle rakentaminen. Patentoitu moduuliteknologia mahdollistaa räätälöityjen rakennuksien rakentamisen paikallisen arkkitehtuurin ja teknisten vaatimusten mukaisesti. (ADMARES 2019b.) Healthcare-liiketoimintayksikkö toimii yhteistyössä yhdysvaltalaisen yrityksen EIR Healthcaren kanssa. Tuotekategoriiaan kuuluvat sairaalat, potilashuoneet sekä laboratoriot. (ADMARES 2019d.)

ADMARES tarjoaa kaikille tuotteilleen elinkaaripalveluja asiakkaan toiveiden mukaisesti. Elinkaaripalvelut ovat myös ulkoistettu liiketoiminnasta, mutta ADMARES vastaa niiden järjestämisestä. Palveluihin kuuluvat huolto-, hallinta- ja varaosapalvelut sekä rakennuksien modernisointi ja kunnostus. Service-liiketoimintayksikkö vastaa palveluiden tarjoamisesta ja järjestämisestä. Kuvassa 1 on esitetty ADMARES:n organisaatio (ADMARES 2019f.)



Kuva 1. Organisaatio

3 VESIALUEILLE RAKENTAMINEN

Maapallon 26 suurimmasta kaupungista 20 sijaitsee rannikolla, kolme suureen mereen johtavan joen varrella ja vain kolme sisämaassa (Medium 2017). Suurkaupungit ovat alun perin keskittyneet rannikkoalueille hyvien luonnonvarantojen vuoksi, mutta nykyään myös liikenneyhteydet ovat merkittävässä roolissa rannikkoseutujen suosioon. (NCBI 2015). Meriliikenteellä on keskeinen rooli maailmantaloudessa, sillä 90 % kaupasta kulkee meritse. Se on ylivoimaisesti kustannustehokkain tapa siirtää suuria volyymeja tavaroita ja raaka-aineita ja tästä syystä rannikkokaupunkien suosio tulee jatkossakin säilymään. (Shipowners 2019.)

Suurimmat kaupungit kasvavat jopa 4 %:n vuosivauhdilla ja kaupungistuminen näkyy globaalina megatrendinä ympäri maailmaa (Medium 2017). Tilanpuute uhkaa kaupunkeja yhä enemmän ja enemmän, kun väestö kasvaa. Keskimaahan rakentamisen sijaan kannattavampaa on keskittyä pysymään hyvien meriliikennereittien lähellä. Täten vaihtoehtoisia ratkaisuja perinteiselle rakentamiselle on alettu etsiä ja vaihtoehtoista yksi on veden päälle rakentaminen. Rakentaminen vesialueille säästää myös luonnonvaroja, kun metsiä ja muuta maata ei tarvitse raivata rakennuksien tieltä. (Sweco 2018).

Maapallon pinta-alasta 70% on vettä ja rantaviivaa on noin 620 000 kilometriä. (NASA Science 2019). Esimerkiksi Dubaissa rantaviiva on kuitenkin jo rakennettu täyteen, mikä on pakottanut miettimään eri tapoja laajentaa kaupunkia. Eräs vaihtoehto on ollut rakentaa hiekasta tekosaaria. Hiekkaa Dubaissa on runsain mitoin, mutta ongelmana on hiekan painuminen mereen ja ilmastonmuutoksesta johtuva merenpinnan nouseminen, jolloin tekosaarien rakennukset jäävät veden alle. (The Inertia 2016.) Kestävämpi ratkaisu vesialueille laajentumiseen on kelluvat kiinteistöt, jotka eivät ole erityisen herkkiä merenpinnan nousulle.

3.1 Kelluvat kiinteistöt

Veden päälle rakennetut kiinteistöt sijaitsevat nimensä mukaisesti vesialueilla ja useimmiten rannikon tuntumassa, jotta ne saadaan yhdistettyä maanpäälliseen infrastruktuuriin. Kelluva kiinteistö on mahdollista valmistaa myös autonomisesti toimivaksi siten, ettei se ole riippuvainen alueen teknisestä infrastruktuurista (vesi-viemäri-sähkö). Autonominen kelluva kiinteistö muistuttaa teknisiltä ratkaisuiltaan laivaa, jossa on muun muassa

jätevedenkäsittely-yksikkö, makean veden tuotanto sekä omat generaattorit sähköntuotantoa varten. (ADMARES 2019g.)

Veden päälle rakennettu kiinteistö voi olla tehty joko kelluvana rakenteena tai se voidaan asentaa paalujen päälle. Kelluvuus mahdollistaa kiinteistön siirtelyn myös rakennusvaiheen jälkeen joko hinaten, laivan päällä tai omatoimisesti propulsiojärjestelmällä. (ADMARES 2019g.) Paalutus taas tarjoaa vankan ja turvallisen pohjan avoimille rannikkoalueille, jotka altistuvat koville tuulille ja aallokelle. Nykyaikaisilla ratkaisulla pystytään tarjoamaan veden päälle rakennetulle kiinteistölle kaikki samat ominaisuudet, jotka ovat käytettävissä maan päälle rakennetuissa kiinteistöissä. Kelluvat kiinteistöt ovat usein ainutlaatuisia myös ulkonäöltään, sillä ne suunnitellaan asiakkaan toiveiden mukaisesti arkkitehtien kanssa. (ADMARES 2019e.)

Kelluvat ratkaisut mahdollistavat rannikoiden ja ranta-alueiden monimuotoisen käytön. Eri alueiden asukkaille, vierailijoille, palveluille ja liiketoiminnalle pystytään tarjoamaan liike- ja asumistoimintoja täydentäviä palveluja, kun nykyaikaiset erikoisratkaisut asunnoista hotelleihin ja uimaloista palvelurakennuksiin on mahdollista valmistaa. (Marina Housing 2019.) Tätä opinnäytetyötä tehtäessä kelluvien luksushuviloiden ja hotellien markkina on keskittynyt erityisesti rikkaisiin Lähi-Idän maihin, mutta kelluvia koteja ja muita yksiköitä on valmistunut myös Eurooppaan viime vuosina. (Talouselämä 2016).

3.2 Ympäristöystävällisyys

Tärkeitä seikkoja kelluvissa kiinteistöissä ovat rakennusmateriaalien ja kiinteistön operoinnin ympäristöystävällisyys sekä lopputuotteen elinkaarisuunnittelu. Kelluvat rakenteet altistuvat suuremmalle ilmankosteudelle, tuulikuormille ja veden suolaisuudelle, jotka vaikuttavat rakennusmateriaalivalintoihin ja rakennustekniikkaan. Kelluvissa kiinteistöissä on otettava huomioon myös maantieteellisestä sijainnista johtuvia seikkoja, kuten mahdollinen vesialueen jäätyminen ja aallokko. (Sweco 2018.)

Tärkeitä huomioitavia seikkoja kelluvien rakenteiden suunnittelussa ovat keveys ja massan hallinta. Tällä hetkellä kiinteistöjen alla käytetään teräs- ja betoniponttoneja, jotka ovat hyvin ympäristökuormitusta kestäviä. Tietoa on kerätty paljon laivateollisuuden puolelta, jossa materiaalitekniikkaan ja rakenteiden kestävyteen on jo kauan kiinnitetty huomiota. Komposiittirakenteet ovat tehneet tuloaan laivateollisuuteen jo jonkin aikaa erityi-

sesti kevyen painon, lujuuden ja ruostumattomuutensa vuoksi. Kuitenkin vielä nykyäänkin asiakas on harvemmin valmis maksamaan huomattavasti kalliimmista materiaaleista, mikä on yksi syy komposiittirakenteiden harvinaisuudelle meriteollisuudessa. (AZO Materials 2013.)

Useimmiten kelluvat kiinteistöt yhdistetään kaupungin infrastruktuuriin. Tällöin kiinteistön jätevedet saadaan suoraan johdettua viemäriverkostoon. Sama pätee myös juomaveden, kaukolämpöön ja käyttösähköön, jotka saadaan suoraan kaupunki-infrasta. Kytkeminen tekniseen infrastruktuuriin yksinkertaistaa kiinteistön teknisiä tiloja, mikä säästää rakennuskustannuksissa, kun tietyistä järjestelmistä voidaan luopua. Tällöin luovutaan myös kiinteistön autonomisuudesta ja mahdollisista energiantuotantoratkaisuista, joita veden päällä asuminen mahdollistaa. (Sweco 2018.)

Kelluvassa kiinteistössä on mahdollista hyödyntää vesistöjen tuomia etuja asumisessa. Usein rannikkoalueet sijaitsevat avarilla paikoilla, jotka altistuvat tuulelle ja auringolle. Kumpaaakin näistä pystytään hyödyntämään energiantuotannossa tuulimyllyillä ja aurinkopaneeleilla. Merkittävä uusiutuvan energianlähde on meri, jota nykyisin hyödynnetään vielä hyvin vähän. Merien energiavarat jaetaan kolmeen ryhmään: vuorovesi-, aalto- ja lämpöenergiaan. Vuorovesi- ja aaltoenergia voivat vaihdella paljonkin sijainnista riippuen, sillä vuorovettä ei esiinny kaikissa maissa eikä meri ole aina aallokkoineen. (Habibi, S2015.) Meren lämpöenergiaa pystytään kuitenkin helposti hyödyntämään sijainnista riippumatta. Kuumissa maissa meren lämpötilaa pystytään käyttämään kiinteistöjen kylmäjärjestelmien lauhduttamiseen. Kylmissä maissa meren lämpötila vaikuttaa taas päin vastaisesti, kun lämpöenergiaa voidaan käyttää lämmittämiseen. (Sweco 2018.)

Kiinteistöjen ilmanvaihtojärjestelmät tuottavat runsaasti kondenssivettä. Jo pelkästään normaalikokoisen omakotitalon ilmanvaihtokone voi tuottaa kymmeniä litroja kondenssivettä päivässä. Kondenssiveden määrä kasvaa laitteiston kasvaessa ja isoissa hotelleissa ja risteilyaluksissa veden määrä voi kasvaa kymmeneen kuutioihin päivässä erityisesti kuumissa maissa operoidessa. Kondenssivesi muodostuu ilmassa olevasta vesihöyrystä, kun se on yhteydessä kylmemmän pinnan kanssa. Usein vesi johdetaan viemäriverkostoon, sillä se aiheuttaa vaurioita kerääntyessään kiinteistöjen rakenteisiin. Nykyään vettä kerätään myös hyötykäyttöön keräämällä se suoraan ilmanvaihtokoneelta esimerkiksi säiliöön. Suoraan sellaisenaan kondenssivesi ei sovellu juotavaksi ja siksi se vaatii käsittelyä. Risteilylaivoissa on käytössä järjestelmiä, joilla ohjataan kondenssivesi

suoraan sellaisenaan hyötykäyttöön esimerkiksi siivousvedeksi sekä vessojen huuhteluvedeksi. Hyötykäyttö on järkevää erityisesti silloin, kun kondenssiveden muodostuminen on tuhansia litroja päivässä. (Alliance for Water Efficiency 2019.)

4 SÄÄNNÖKSET

Tässä opinnäytetyössä noudatetaan DNV GL -luokituslaitoksen sisävesialuksille määrittämiä säännöksiä. Kelluvat kiinteistöt ovat melko uusia tuotteita markkinoilla, eikä DNV GL:llä ole niille suoraan omia säännöksiä. ADMARES Group Oy:n valmistamat rakennukset pystyvät toimimaan merellä itsenäisesti, mutta niitä ei ole tarkoitettu risteilykäyttöön vaan ainoastaan lyhyisiin siirtymisiin. Tästä syystä käytettävät säännökset on valittu sisävesialuksille sopiviksi, jotka ovat riittävät kelluville rakennuksille, mutta ne eivät täytä valtamerialusten vaatimuksia.

ADMARES Group Oy on yhteistyössä DNV GL:n kanssa selvittänyt olemassa olevien DNV GL:n sääntöjen soveltuvuutta kelluville kiinteistöille. Yhteistyön tuloksena kirjoitushetkellä on viitekehys, johon on kerätty sisävesillä toimivien hotellialusten säännöt.

Tässä kappaleessa tullaan käsittelemään merkittävimpiä vaatimuksia sisävesialuksille sekä DNV:n kanssa yhteistyössä tehtyä viitekehystä. Säännöksiä tullaan käsittelemään siinä määrin kuin on järkevää. Teknisten tilojen ratkaisut riippuvat aina asiakkaiden ja arkkitehtien suunnitelmista itse kiinteistölle ja täten opinnäytetyössä luotavaa konseptia voidaan käyttää vain soveltavasti tulevilla projekteilla. Tämän vuoksi konseptia kehitettäessä tiettyjä seikkoja, kuten esimerkiksi hälytysjärjestelmiä ja kiinteistön vakavuutta, on pidetty vain antamassa suuntaa teknisiä ratkaisuja tehtäessä.

4.1 DNV GL

DNV GL:n kanssa luodussa viitekehyksessä on etukäteen asetettu tietyt reunaehdot sekä kelluville yksiköille että paalutetuille yksiköille. Reunaehtoien avulla viitekehukseen on pystytty valitsemaan parhaiten ADMARES:n tuotteita vastaavat säännöt. Osa kelluvissa ja paalutetuissa kiinteistöissä käytettävistä säännöistä on valittu yleisistä merialuksista koskevasta säännöstöstä, vaikka tuotteita ei laivoiksi luokitellakaan. Tämä johtuu siitä, että ADMARES:n tuotteille ei löydy omaa luokitusta.

DNV:n ja ADMARES:n Group Oy:n keskusteluissa linjaamat reunaehdot yksiköille ovat seuraavat:

Kelluvat yksiköt:

- Pääasiassa käytössä kiinteistöinä, kuten hotelleina, ravintoloina, huviloina tms. eivätkä sovellu ihmisten kuljettamiseen
- Ovat pysyvästi tai lähes pysyvästi ankkuroitu rantaan, jossa mahdollisesti voidaan yhdistyä alueen infrastruktuuriin (vesi, jäte, sähkö ym.)
- Voidaan liikuttaa itsenäisesti tai avustetusti
- Operoivat pääasiallisesti kansallisilla vesillä, mutta voidaan tarvittaessa uudelleen sijoittaa muuhun paikkaan

Paalutetut yksiköt:

- Voivat operoida itsenäisesti tai osana paikallista infrastruktuuria
- Ovat pysyvästi sijoitettu paaluille
- Tavallisesti eivät ole siirreltävissä, mutta kuljetusta kohteeseen voidaan harkita
- Operoivat kansallisilla vesillä eivätkä ole uudelleen sijoitettavissa

4.2 Runko

Suunnittelussa lähtökohtana on pidetty, että rungon koko olisi 80m x 20m. Konseptia luodessa on otettu huomioon teknisten tilojen osastointia koskevat säännökset ja miten niitä tulisi noudattaa kyseisessä kokoluokassa. Rungon kumpaankin päähän on suunniteltu törmäyslaipiot, joiden mitoituksessa on käytetty DNV:n määrittelemää kaavaa. Kaavan mukaan törmäyslaipioiden pituuden tulisi olla $0.04 * LWL$ ja $0.04 * LWL + 2m$ välillä. Törmäyslaipion tulee olla koko rungon levyinen. (DNV GL 2015, 5) Kaikki matkustajatilat tulisi myös erottaa vesitiiviillä laipioilla rahdista, konetiloista ja kattilatilasta, mutta matkustajatilojen sijaintia ei tässä työssä ole huomioitu.

Rungon osastointia on suunniteltu vain alustavasti. Osastojen määrä ja koko riippuvat rungon vakavuusvaatimuksista vaurioitilanteessa. Osastointia laskiessa on tiedettävä, paljonko vettä voi virrata sisään ennen kuin runko menettää vakavuutensa. Tarkka osas-

tointi voitaisiin laskea vakavuuslaskelmien jälkeen, mutta ne on jätetty tämän toimeksiannon ulkopuolelle. Suuntaa antavia laskelmia voidaan kuitenkin tehdä, koska teräsrungon sekä varustelun painoarvio tiedetään. ADMARES Group Oy:n toteutuneiden projektien pohjalta on saatu arvio rungon sekä varustellun hotellin painoista. Rungon syrjäyttämän veden painoksi on laskettu 8 400 tonnia ja konseptin hotellin painoksi arvioitu 4 250 tonnia. Suunnitellun rungon mitoilla noin puolet vesitiiviistä tilasta olisi mahdollista täyttyä vedellä, jolloin noste vielä riittäisi pitämään kelluvan kiinteistön pinnalla. Laskelmiin ja säännöksiin nojaten runko on osastoitu kolmeen vesitiiviiseen tilaan.

Konseptissa runkoon on luotu kaksoispohja ja -laita turvallisuussyistä. Kaksoispohja on mitoitettu 1,2 m korkeaksi ja laidat 1,5 m leveiksi. Säännöstössä kaksoispohjan mitoituksen minimivaatimukseksi on asetettu korkeudeksi 0,6 m ja sivuttaisten tilojen leveydeksi 0,6 m. (DNV GL 2015, 5.) Konseptissa kaksoispohja on mitoitettu reilusti vaatimuksia suuremmiksi, sillä tilaan sijoitetaan tankkeja ja siellä tulee pystyä suorittamaan huoltotöitä. Levykentän jäykisteet tulevat myös kaksoispohjaan, jotka vievät runsaasti tilaa, jos pohjan korkeudeksi valitaan vähimmäisvaatimuksen täyttävä 0,6 m. Tällöin tilassa liikuminen ja työskentely tulisi mahdottomaksi.

4.3 Tankit

Tilan säästämiseksi kaksoispohjaa on käytetty osittain myös tankkitilana. Säännöt kieltävät polttoaineen ja makeanveden säilyttämisen kaksoispohjassa, mutta käsitellyt ja käsittelemättömät jätevedet voidaan sijoittaa sinne. Vaatimus kelluvan kiinteistön seitsemän päivän autonomisuudelle vaatii melko runsaasti tankkitilaa, joten kaksoispohjassa olevaa tyhjää tilaa on perusteltua käyttää hyväksi suunnittelussa.

Polttoaineen määrä on mitoitettu konseptissa riittämään kahdelle generaattorille, jotka ovat samaan aikaan yhtä jaksoisesti käytössä seitsemän päivän ajan. Tankki on mitoitettu 90% täyttösuhteella, jolloin tankkiin jää sopiva shokkivara. DNV:n sääntöjen mukaisesti tankki on suunniteltu osaksi runkoa eikä se ole yhteydessä makean veden, voiteluöljyn, rahdin eikä matkustajatilojen kanssa. DNV:n mukaan tankkia ei saa myöskään sijoittaa keulan törmäyslaipion etupuolelle eikä A-kategorian koneiloihin, jotka SOLAS on määritellyt. (DNV GL 2015, 3.) SOLAS:n mukaan A-luokan koneistotiloihin kuuluvat kaikki koneistotilat sekä tilat, joissa on potkurikoneita, kattiloita, polttoaineyksiköitä, höyry- ja polttomootoreita, generaattoreita ja suuria sähkökoneita, öljyn täyttöasemia, jäähdytys-, stabilointi-, tuuletus- ja ilmastointilaitteita. Polttoainetankin sijoittamista tilojen

viereen, joissa on kattiloita tai muuten korkea lämpötila, tulee välttää tai vaihtoehtoisesti tankin seinämät on vuorattava riittäväällä lämpöeristyksellä. (SOLAS 2007, 1.)

Makeavesitankin koko on mitoitettu Kahramaa Water Installations Code 2016 perustuen. Säännöstöön on taulukoitu eri tarkoituksiin valmistettujen kiinteistöjen veden kulutus arvioita. Arvot on merkitty litramääräisinä joko henkilöä, huonetta, vuodepaikkaa tai ateriaa kohden, riippuen kyseessä olevan kiinteistön funktiosta. Tankin kapasiteetti on suunniteltu kattamaan kahden vuorokauden laskennallinen veden tarve. Autonomisessa kiinteistössä on tarvittavat laitteet makean veden tuottamiseen, mutta tankin tarkoitus on toimia varalla esimerkiksi laitteiston huollon ajan. Veden kulutus on laskettu taulukkoon merkityn suurimman arvon mukaan, jotta tankissa oleva vesi varmasti riittää kahdeksi vuorokaudeksi.

Jätevesitankki on jaettu kahteen osaan. Toinen osa sisältää käsittelemättömän jäteveden ja toinen käsitellyn jäteveden. Käsittelemätön jätevesi pumpataan jäteveden käsitelylaitoksen läpi käsitellyn veden tankkiin, josta se voidaan laskea ympäröivään vesistöön. Tankkien koko yhteensä kattaa yhden vuorokauden veden kulutuksesta muodostuvan jäteveden.

4.4 Ankkurit

Ankkureita suunniteltaessa on niiden määrä ja koko haluttu pitää minimissään. Ankkuri on vain kiinteistön siirtämistä meriteitse varten asennettu, koska yleiset meriliikennesäännöt niin vaativat. Kelluvalla kiinteistöllä ei kuitenkaan ole tarkoitus purjehtia jatkuvasti, joten ankkurin tarve on hyvin vähäinen. Kiinteistön ollessa laiturissa, on se ankkuroitu pohjaan joko kiinteillä betoniankkureilla tai DualDock-kiinnityksellä.

Ankkurin mitoituksessa on käytetty DNV GL:n määrittämää laskentakaavaa ankkureille. Laskentakaava määrittää varustenumeron ankkurille, minkä perusteella valitaan DNV GL:n ankkureille luodusta taulukosta konseptiin sopiva ankkuri. Laskentakaavaan syötetyt tiedot rungosta on tehty konseptiin 2D-malliin perustuen. Kuvassa 2 on esitetty ankkurin mitoituslaskelma sekä laskelmasta saadut tulokset ankkurin vaatimuksille.

EQUIPMENT NUMBER CALCULATION

According to DNV GL Rules for Ships, Part 3, Chapter 11

Admares / RKe / 23-May-2019

Item	Value	Unit	Description
L	90	m	Rule length
B	20	m	Moulded breadth
T	3	m	Moulded draught
Δ	5400	m ³	Moulded displacement in summer load condition
H	20	m ²	Effective height from summer load waterline to top of uppermost deckhouse
A	1500	m ²	Side projected area, above summer load waterline
EN	1258	-	Equipment number ($= \Delta^{2/3} + 2BH + 0.1A$)

Equipment number	Equipment letter	Stockless bower anchors		Stud-link chain cables			Towline (guidance)		Mooring lines ¹⁾²⁾⁴⁾ (guidance)			
		Number	Mass per anchor kg	Total length m	Diameter and steel grade			Steel or fibre ropes		Steel or fibre ropes		
					VL K1 mm	VL K2 mm	VL K3 mm	Minimum length m	Minimum breaking strength kN	Number	Length of each m	Minimum breaking strength kN
1140 to 1219	y	2	3540	522.5	60	52	46	200	691	4	180	293
1220 to 1299	z	2	3780	522.5	62	54	48	200	738	4	180	309
1300 to 1389	A	2	4050	522.5	64	56	50	200	786	4	180	336

Value	Unit	Anchor equipment specifications, general	Next size higher:
zr	-	Equipment letter	Ar
3780	kg	Mass per stockless anchor	4050 kg
522,5	m	Total length of stud-link chain cable	522,5 m
48	mm	Chain cable diameter, grade K3	50 mm
R4	-	Service area restriction	R4 -
1	pcs	Number of stockless anchors	1 pcs
0	%	Mass change per anchor from general specification	0 %
-50	%	Stud-link chain cable length reduction	-50 %
0	%	Stud-link chain cable diameter reduction	0 %
-25	%	Anchor mass reduction when a H.P.P. anchor is used	-25 %
2835	kg	Minimum mass per anchor	3037,5 kg
261,3	m	Minimum length of chain cable	261,3 m
48	mm	Minimum diameter of chain cable, grade K3	50 mm
6,6	m ³	Approximate volume for a cylindrical chain box	7,2 m ³

Kuva 2. Ankkurin mitoituslaskelma.

4.5 Palo-osastointi

Tekninen tila on jaettu kolmeen palo-osastoon. Konseptissa vesitiiviit osastot ovat samat kuin palo-osastot. DNV:n sääntöjen mukaan alus on jaettava A-luokan laipioilla osastoihin, joiden pituus on enintään 40 m. (DNV GL 2015, 5.) Osastoinnin lisäksi konehuone tulee varustaa A-60-laipioilla. (DNV GL 2015, 6).

4.6 Poistumistiet

Konseptissa teknisentilan suunnittelussa on käytetty DNV GL:n asettamia sääntöjä poistumisteille ja muihin poistumiseen liittyviin seikkoihin. (DNV GL:n 2015, 5) mukaan poistumisreittien on täytettävä seuraavat vaatimukset:

- Portaikot, uloskäynnit ja hätäuloskäynnit on sijoitettava siten, että tulipalon sattuessa jollakin tietyllä alueella muut alueet voidaan evakuoida turvallisesti.
- Poistumisreittien on johdettava lyhyintä reittiä evakuointialueille.
- Poistumisreitit eivät saa kulkea konehuoneiden tai keittiöiden läpi.
- Askelmia, tikkaita tai vastaavia ei saa olla sijoitettuna poistumisreittien varrelle.
- Poistumisreittien ovet on rakennettava siten, että poistumisreitit vähimmäisleveyttä ei pienennetä.
- Poistumisreitit ja hätäuloskäynnit on merkittävä selvästi. Merkit on syytettävä hätälävalaistusjärjestelmän avulla.

Poistumisreitit on suunniteltu siten, että mistä tahansa tilasta pääsee poistumaan viereiselle palo-osastolle kulkemalla enintään kahden oven läpi. Saman tilan ovet ja poistumislukut on pyritty sijoittamaan mahdollisimman kauas toisistaan, jotta hätätilanteessa poistuminen onnistuisi nopeasti. Ovet ja lukut on suunniteltu avautumaan poistumisuuntaan sekä niin, että ne eivät avaudu poistumistien eteen hidastamaan kulkua.

Ovien tulee olla vähintään 0,8m leveät ja tiloihin, joissa on yli 80 matkustajaa, tulee ovet mitoittaa 0,01m leveäksi matkustajaa kohden. Kaikki ovet tulee olla suunniteltu myös niin, että ne ovat avattavissa tilan ulkopuolelta, milloin tahansa. (DNV GL 2015, 5.)

Poistumisreittien tulee olla vähintään 0,8m leveitä ja vapaata korkeutta tulee olla vähintään 2m. Yli 80 hengen tiloissa poistumisreitit tulee suunnitella 0,01m leveiksi matkustajaa kohden. Portaiden mitoituksessa käytetään vastaavia mittoja kuin poistumisreiteissä. Portaiden tulee olla kuitenkin vähintään 1m leveät, jos ne tarjoavat matkustajille ainoan tavan poistua tilasta. (DNV GL 2015, 5.)

5 OFFSITE-RAKENTAMINEN JA MODULAARISUUS

5.1 Offsite-rakentaminen

Offsite-rakentaminen tarkoittaa rakennuksen komponenttien, elementtien ja moduulien valmistamista tehdasolosuhteissa. Valmistamisen jälkeen tuotteet viedään lopulliseen asennuspaikkaansa eli varsinaiselle työmaalle. Offsite-rakentamisessa rakennuksen moduuleja aletaan valmistaa ajallisesti rinnakkain työmaan perustustyön kanssa. Etuja perinteiseen rakentamiseen verrattuna saavutetaan työn kestossa, tuotteiden laadussa, työolosuhteissa, työvoiman käytössä, työmaalogistiikassa ja mahdollisesti projektien rahoituksessa. (Kumpulainen 2017.) ADMARES Group Oy:n liiketoimintajohtaja Kaj Cásen kommentoi offsite-rakentamista seuraavasti: ” Ideaalitapauksessa asennus kohteessa ei vaadi lainkaan erikoisjärjestelyitä pääurakoitsijan tai operaattorin päivittäiseen operointiin. Esimerkiksi hotellin laajennuksessa hotelli ei menetetä liikevaihtoa, kun kaikki toiminnot voidaan pitää jatkuvasti käynnissä. ”

Offsite-rakentamisen yleistymisen esteenä on useimmiten korkea pääoman tarve moduulitehtaan perustamiseksi. Myös rahoituksen saaminen offsite-rakennusprojekteihin on huomattavasti vaikeampaa kuin perinteisiin rakennusprojekteihin. Offsite-rakentaminen on kohtalaisen uusi käsite rakennusmaailmassa eikä sitä tunneta kovin hyvin markkinoilla. Siihen liittyy väriä olettamuksia sen kustannuksista eikä sen arvontuottokykyä usein ymmärretä. (Kumpulainen 2017.)

Tässä kappaleessa esitellään offsite-rakentamista ja sen hyötyjä. Offsite-toimintamalli on merkittävä osa ADMARES Group Oy:n liiketoimintaa ja siksi kappaleessa esitetään merkittävimpiä seikkoja sen puolesta. Toimintamalliin liittyy olennaisesti modulaarisuus, jota myös käsitellään tässä kappaleessa. (Kumpulainen 2017.)

5.2 Offsite-rakentamisen mahdollisuudet

Rakennusprosessi nopeutuu, kun offsite-rakentamisella voidaan aloittaa rinnakkaisia prosesseja samanaikaisesti. Varsinaista työmaata perustettaessa voidaan samanaikaisesti suorittaa offsite-prosesseja tehdasolosuhteissa, jolloin itse rakennusprosessin kokonaiskesto lyhenee merkittävästi. Kuvassa 3 on esitetty offsite-rakennusprosessin

mahdollistama prosessien ajallinen rinnakkaisuus, jolloin pääprosessin läpimenoaika lyhenee merkittävästi. (Kumpulainen 2017).



Kuva 3. Perinteisen ja offsite-rakennusprosessin vertailu (mukaihen Kumpulainen 2017.)

Työn laatuun vaikuttaa kontrolloiduissa tehdasolosuhteissa suoritettava työ, työasema-kohtaiset toistuvat työvaiheet, ja helpommin ja systemaattisemmin tehtävä laadunvarmistus. Tehtaassa valmistettaville tuotteille voidaan asettaa myös tiukempia valmistustoleransseja ja varmistaa rakenteiden yhdenmukaisuus. Työmaalle lähtevien lopputuotteiden testaus on mahdollista suorittaa tehdasolosuhteissa ja korjaustyöt ovat nopeammin suoritettavissa. (Kumpulainen 2017.)

Rakentamisessa usein vaaditaan optimaalisia työolosuhteita tietyille töille, kuten hitsaukselle, joka on erittäin herkkä epäpuhtauksille. Ulkona rakentaminen vaatii paljon telien ja suojauksien rakentamista, jotta tarvittaviin paikkoihin päästään turvallisesti ja suojatusti työskentelemään. Tehdasolosuhteet on luotu valmiiksi sopiviksi moduulien valmistusta varten, kun esimerkiksi nostotyöt ja korkealla työskentely on suunniteltu tehdasta rakennettaessa. Tehdasolosuhteissa rakentaessa työ tapahtuu säältä suojassa, joka mahdollistaa muun muassa maalaamisen ja hitsauksen säästä riippumatta. Nämä tekijät tekevät aikataulussa pysymisen varmemmaksi, kun yllättäviä työtä estäviä tekijöitä voidaan eliminoida projektista. (Kumpulainen 2017.)

Moduulitehdas alentaa merkittävästi työntekemisestä aiheutuvia kustannuksia. Tehtaan sijainti voidaan valita helposti työvoiman sijainnin mukaan, jolloin työntekijöiden ei tarvitse matkustaa vaihtuvien työmaiden mukana. Tämä alentaa merkittävästi matka- ja asumiskustannuksia. Tehdasolosuhteissa työtä voidaan myös yksinkertaistaa linjatyyppisellä kokoonpanotyöllä. Tällöin suuria työkokonaisuuksia voidaan pilkkoa pienemmiksi vähemmän osaamista vaativiksi töiksi, mikä alentaa myös vaadittavaa työntekijöiden taitotasoa ja näin ollen madaltaa henkilöstökustannuksia. (Kumpulainen 2017.)

Rakennettavien alueiden infrastruktuuri on toisinaan alkeellinen, mikä vaikeuttaa rakennustöitä. Alueilta voi puuttua autoteitä, sähköverkot ja työvoiman saaminen kohteeseen voi olla vaikeaa. Tällöin on paljon kustannustehokkaampaa teettää työt offsite-rakentamisella, kuin alkaa rakentaa ensin koko infrastruktuuria sopivaksi rakentamiselle paikan päällä. Tehdasolosuhteissa materiaalinhallintaprosessi ja logistiikka saadaan myös paremmaksi kuin perinteisellä työmaalla, sillä väliaikaisvarastoja ei tarvita. Tehtaissa materiaalin on käyttö ja kierrätys on myös tehokkaampaa kuin perinteisillä työmailla. (Kumpulainen 2017.)

Rakennusprojektin rahoitusmalli perustuu aina työn etenemiseen. Perinteisillä työmailla eri työvaiheet, joihin maksupostit ovat sidottu, voivat olla suuria kokonaisuuksia. Viivästys pienessäkin asiassa voi venyttää maksupostin lähettämistä, jolloin yrityksen pääomaa ei saada vapautettua kassaan. Pääoman puuttuminen voi viivästyttää merkittävästi seuraavien työvaiheiden aloittamista. Offsite-rakentamisessa maksupostit perustuvat moduulien valmistumiseen, jolloin kassavirta saadaan tasaisemmaksi läpi projektin. Tämä helpottaa seuraavien työvaiheiden rahoittamista ja luo turvaa yritystoiminnalle. (Kumpulainen 2017.)

5.3 Modulaarisuus

Yritykset pyrkivät tarjoamaan tuotteitaan mahdollisimman laajalle asiakaskunnalle. Tämä vaatii yhä enemmän räätälöityjä tuotteita, jotta mahdollisimman monen asiakkaan toiveisiin pystytään vastaamaan. Tuotteiden asiakaskohtainen räätälöinti on kuitenkin kallista ja hidasta, ja tuotannonsuunnittelu vaikeaa. Tuotteiden valmistusprosessit ovat usein keskenään erilaisia ja niiden automatisoiminen vaikeaa, kun keskitytään yhä pienempiin markkinasegmentteihin ja valmistuserät ovat pieniä. Jotta asiakkaiden yhä vaativampiin tarpeisiin pystytään vastaamaan kustannustehokkaammin, pyritään tuotteita

suunnittelemaan skaalautuviksi. Tuotteille suunnitellaan alusta, johon voidaan lisätä ominaisuuksia tai jättää tarpeettomia pois. (Kontinen 2016.)

Modularisointi tarkoittaa isompien kokonaisuuksien pilkkomista pienempiin osiin eli moduuleihin, joita voidaan yhdistellä eri kombinaatioin erilaisiksi lopputuotteiksi. (Kontinen 2016.) Modulaarisuudella pyritään nopeuttamaan tuotteiden valmistusaikoja, vähentämään kustannuksia ja nostamaan tuotteiden katteita. Moduloinnilla pystytään myös hallitsemaan laajojen tuotekategorioiden aiheuttamia ongelmia. Valmistusta voidaan ohjata paremmin, kun tuotanto on jaettu moduuleittain omille tuotantolinjoilleen. (Kontinen 2016.)

Tuotteen elinkaariajattelun kannalta modulointi on myös kannattavaa. Modulaarisen tuotteen vioittuessa, siitä voidaan vaihtaa helposti vioittunut moduuli kokonaisuudessaan. Yksittäisen osan vaihtaminen voi olla kalliimpaa ja vaikeampaa, kun vioittunutta osaa lähdetään tunnistamaan ja korjaamaan. Tällöin tuotetta voidaan joutua purkamaan mahdollisesti paljonkin. Moduulin vaihtaminen toimii myös mahdollisen tuotepäivityksen kannalta. Koko tuotteen uuteen vaihtamisen sijasta, siihen voidaan myydä päivitettyjä moduuleja uusilla ominaisuuksilla, jotka voidaan lisätä tai vaihtaa jo olemassa olevaan tuotteeseen. Näin saadaan pidennettyä merkittävästi yhden tuotteen elinkaarta. (Kontinen 2016)

6 TEKNISEN TILAN SUUNNITTELU

6.1 Työn aloitus

Teknisen tilan konseptointi aloitettiin palaverilla Marine-liiketoimintajohtajan ja suunnittelujohtajan kanssa työn tarpeellisuudesta ja tavoitteista, joita työllä pyritään saavuttamaan. Palaverissa käytiin läpi yrityksen edeltäviä projekteja, joista tunnistettiin parannettavia asioita. Työn ensisijaiseksi tavoitteeksi asetettiin projektien toiminnan tehostaminen tietyillä standardiratkaisuilla. Ennen työn aloittamista tiedostettiin kuitenkin, ettei opinnäytetyötä yksinään voi pitää ratkaisuna kaikille tulevien projektien teknisille tiloille. Jokainen projekti on ainutlaatuinen, mikä vaatii tapauskohtaisen suunnittelun. Standardisoinnilla haluttiin kuitenkin löytää valmiita ratkaisuja tietyille tiloille ja tilojen keskinäisille suhteille, jotta suunnittelu yksinkertaistuu. Teknisen tilan suunnittelussa ohjaavana tekijänä on toiminut tilojen kustannustehokas tilasuunnittelu ja ylimääräistä pinta-alaa teknisistä tiloista on pyritty eliminoimaan.

6.2 Vaatimukset ja tavoitteet

Tarkat kustannuslaskelmat on jätetty tämän opinnäytetyön ulkopuolelle, mutta kustannusten tiedostaminen on ohjannut päätöksentekoa teknisiä ratkaisuja kehitettäessä. Aikaisempien projektien tutkiminen on osoittanut tehokkaan tilankäytön vaikeuden. Monesti arkkitehtien suunnittelemat kansirakenteet ovat ristiriidassa teknisten ratkaisujen kanssa. Kiinteistön tekniikan sijoittelu joudutaan muokkaamaan usein sopimaan kiinteistön muiden rakenteiden kanssa. Tämä tekee teknisistä tiloista helposti epäkäytännöllisiä ja hukkapinta-alalta on hankalaa välttyä.

Konseptoinnilla on pyritty vähentämään hukkaneliöiden määrää suunnittelemalla moduuleja, joita voidaan suunnitteluvaiheessa siirrellä tarpeen mukaan. Ajatuksena on ollut luoda valmis tila, jonka sisään on suunniteltu tarpeet täyttävä tekniikka ja jonka sijainti määräytyy kansirakenteiden mukaan. Työssä on haluttu käyttää teknisten tilojen ydinratkaisua, jonka ympärille muut tilat rakentuisivat. Ns. ytimeen on suunniteltu kiinteistön toiminnan kannalta tärkeimmät tilat, mitä tullaan käsittelemään myöhemmin tässä luvussa.

Kiinteistölle on haluttu luoda kyky toimia autonomisesti seitsemän päivän ajan. Tämä on nostanut vaatimuksia kiinteistön laitteistoille sekä kasvattanut tankkikapasiteettia runsaasti. Autonomisuudesta huolimatta tekniset ratkaisut on tehty niin, että kiinteistö voidaan yhdistää myös osaksi ympäröivää teknistä infrastruktuuria. Konseptiin on myös tehty tilavaraus omalle propulsiojärjestelmälle, jolloin kiinteistö voi täysin itsenäisesti vaihtaa paikkaa.

Kelluvan kiinteistön ponttonin kooksi asetettiin 80m x 20m x 5m. Koko haluttiin rajata etukäteen, sillä ADMARES suunnittelee myös isompia ja pienempiä kelluvia kiinteistöjä eikä yhtä konseptia ole mahdollista käyttää jokaisessa kokoluokassa. Tässä opinnäytetyössä luotava konsepti asetuu keskisuureen kokoluokkaan, jossa matkustajamäärä on suurimmillaan 300 henkilöä.

Viimeisenä vaatimuksena konseptille oli skaalautuvuus. Sen lisäksi, että työssä selvitettiin tilojen keskinäisiä suhteita, haluttiin tietää miten matkustajamäärä ja kiinteistön autonomisuus vaikuttavat teknisen tilan ulkoisiin mittoihin. Suunnittelussa pääpaino oli autonomisessa 300 matkustajan kiinteistössä, jonka suunnittelu vietiin yksityiskohtaisimmaksi. Skaalautuvuutta selvitettiin kuitenkin kolmella muullakin suunnitelmalla, joiden rajoina olivat: 300 matkustajaa ja riippuvainen yksikön ulkopuolisesta teknisestä infrastruktuurista, 200 matkustajaa ja autonominen sekä 200 matkustajaa ja riippuvainen yksikön ulkopuolisesta teknisestä infrastruktuurista.

6.3 Tilat

Tilojen suunnittelussa käytettiin teknisiä tietoja vanhoissa projekteissa käytetyistä laitteistoista. Näin osattiin tehdä oikeassa suuruusluokassa olevat tilavaraukset tarvittaville laitteistoille. Laittevalmistajien kanssa ei ole tehty sopimuksia toimeksiannon puitteissa eikä ADMARES Marine Oy ole sitoutunut laitehankkeissa kenenkään kanssa. Tästä syystä tilavarauksissa on käytetty turvamarginaalia, jotta tulevat laitteistot varmasti mahduttavat niille suunniteltuihin tiloihin. Tankkien mitoituksessa on käytetty aikaisemmissa projekteissa luotuja vakioita veden kulutukselle ja polttoainetta on varattu sähkögeneraattoreille, jotka täyttävät selvästi kiinteistön sähkötehon tarpeen.

6.3.1 Konehuone

Kelluviin kiinteistöihin ei vaadita kahdennettuja järjestelmiä luokittajan puolesta eikä kustannusten puolesta toimeksiantajakaan halunnut kahdentaa järjestelmiä. Teknisten ratkaisujen haluttiin olevan kuitenkin toimintavarmoja, joten sähkögeneraattoreita valittiin kolme kappaletta. Tällöin kaksi generaattoria on samanaikaisesti käytössä ja yksi on varalla. Generaattorien mitoitukseen käytettiin ADMARES Group Oy:n aikaisemmin suunnittelemaa noin 200 matkustajan kelluvan hotellin sähkökuormalaskelmaa, joka on esitetty kuvassa 4. Hotellin kokoluokka vastaa tässä työssä tehtävää konseptia. Konseptiin mitoitettiin kolme nimellisteholtaan 1200 kW sähkögeneraattorit. Tehontarpeen puolesta pienemmätkin generaattorit olisivat sopineet konseptiin, mutta niiden ulkoiset mitat eivät olleet merkittävästi pienemmät. Tulevaisuuden mahdollisten muutostöiden ja kiinteistön sähkökuorman kasvun vuoksi tilavaraus suunniteltiin 1200 kW laitteille.

Main summary	Shore Conn.		Gensets		Emergency	
		kW		kW		kW
1. Ground floor		80		90		10
2. First Floor		90		90		10
3. Second Floor		90		90		10
4. Third Floor		90		90		10
5. Barge		919		896		105
6. Galley		281		281		0
7. Laundry		81		81		0
Total kW groups 1..10		1269		1619		145
cos phi		0.9		0.9		0.8
Total kVA groups 1..10		1410		1798		181
	In use		In use			In use
Shore Connection	x	2200		0		0
DG1 (kVA)		0	x	465		0
DG2 (kVA)		0	x	465		0
DG3 (kVA)		0	x	465		0
DG4 (kVA)		0	x	465		0
DG5 (kVA)		0	x	465		0
DG6 (kVA)		0		0		0
EDG		0		0		x 465
Total power available from gensets running or from shore connection (kVA)		0		2325		465
Total main genset or shore connection loading %		0		77		39
Power available from harbour genset running (kVA)		0		0		x 250
Total harbour genset loading %		0		0		4
Remarks:						
SHORE CONNECTION:						
-Normal operating mode when shore power is available						
GENSETS:						
-Normal operating mode when shore power is not available						
-5 gensets running						
-boilers in use						
EMERGENCY:						
-Operating mode when engine room not operational (e.g fire)						
-All non-essential loads tripped						

Kuva 4. Generaattorin mitoitukseen käytetty sähkökuormalaskelma.

6.3.2 Ilmastointi

Ilmastointikonehuoneet ovat yksiä suurimmista tiloista konseptissa. Suuren ilmanvaihdon tarpeen vuoksi tiloja on suunniteltu kaksi. Käytännön syistä ilmanvaihtokonehuoneet ovat eri puolilla ponttonia ilmastointikanavoinnin vuoksi. Ilmanvaihtokanavat vaativat runsaasti tilaa ja siksi niiden kuljettamista käytäviä pitkin pyritään välttämään.

Molemmat ilmanvaihtokonetilat on sijoitettu portaiden viereen, josta ilmanvaihtokanavat saadaan reititettyä porraskuilua pitkin ylös. Toiseen ilmastointikuiluun tulevat myös sähkögeneraattoreiden pakoputket, jotka vaativat runsaasti tilaa. Tästä syystä toisesta kuilusta tulee erittäin suuri.

Toinen ilmanvaihtokonehuone suunniteltu keittiötilojen läheisyyteen, sillä keittiön ilmanvaihdon tarve on todella suuri. Tilan korkea lämpötila, höyryn poisto ja tehokkaat uunit vaativat runsaan ilmanvaihdon. Järjestelyllä on saatu pidettyä ilmastointikanava lyhyenä ja monilta laipioiden läpivienneiltä on välttytty.

6.3.3 Vesitankit

Tankkien mitoituksessa on käytetty Kahramaa Water Installations Code 2016 arvioitua vedenkulutusta. Kuva 5 näyttää vedenkulutuksen minimi- ja maksimiarvon sekä keskiarvon kiinteistön suurimmista kuluttajista.

Unit water demands:	Unit	Water consumption estimate		
		Min	Max	Average
Worker labor accommodation (staff areas)	Liters / person / day	70	120	95
Hotel (note: water per room)	Liters / room / day	200	300	250
Restaurant	Liters / meal	10	20	15
Office, retail	Liters / person / day	60	80	70
Laundry	Liters / wash / machine	400	600	500

Kuva 5. Kahramaa Water Installations Code 2016 veden kulutusmatriisi

Kuvassa 6 taas eritelty tarkemmin vedenkulutusta ja laskettu päiväkohtaiset kokonaiskulutukset. Laskelmassa suoritettiin kolme skenaariota, jotka olivat vähäinen käyttö, keskisuuri käyttö ja suuri käyttö. Jokaisesta skenaariosta on vielä laskettu minimi- ja maksimiarvoilla sekä niiden keskiarvoilla kulutukset päivää kohden.

Konseptin makeavesitankin suunnittelussa arvona on käytetty suurikulutuksisimman skenaarion maksimiarvoilla saatua tulosta. Vedenkulutuksen on arvioitu olevan suurta korkealuokkaisessa hotellissa, johon konseptia valmistellaan. Kapasiteetti vastaa kahden päivän kulutusta 90 prosentin täyttöasteella. Näin ollaan varmistettu veden riittävyys tilanteessa, jossa käänteisosmoosilaitte vaatii huoltoa. Normaalitylanteessa juomakelpoista vettä tuotetaan merivedestä käänteisosmoosilaitteella, jonka tuotto riittää täyttämään veden tarpeen kiinteistössä.

Scenario 3: Maximum case	No.	Unit	Min	Max	Average	
Hotel rooms	75	Liters / day	15000	22500	18750	
Hotel guests per room	2					
Hotel guests total	150					
External restaurant guests	150					
Meals per day	3					
Total meals per day	900	Liters / day	9000	18000	13500	
Offices and retail units (estimated)	4					
Persons per office and retail unit	2					
Total persons in offices and retail	8	Liters / day	480	640	560	
Number of staff	70	Liters / day	4900	8400	6650	
Number of washing machines	2					
Linen per hotel guest per day	4,2	kg				
Linen per staff per day	0,8	kg				
Linen per meal per table	0,2	kg				
Total linen to wash per day	866	kg				
Washes per day	28,9					
Laundry water per day +20% margin		Liters / day	13856	20784	17320	
TOTAL WATER DEMAND PER DAY, MAXIMUM CASE		m3/day	43,2	70,3	56,8	
Summary matrix for water demand per day (m3) - 75 rooms						
			Unit water demand			
			Scenario	Min	Average	Max
			Minimum case	33,5	43,4	53,4
			Intermediate case	38,7	50,6	62,4
			Maximum case	43,2	56,8	70,3

Kuva 6. Vedenkulutuslaskelma

6.3.4 Keittiö ja hotellin pyykkitilat

Konseptin suunnittelussa keittiö- ja pyykkitilat on sijoitettu myös teknisiin tiloihin. Kiinteistön rahaa tuottamattomat tilat on haluttu sijoittaa pohjakerrokseen, jolloin tulosta tekeville tiloille jää enemmän tilaa asiakkaiden käytössä oleville ylemmille kerroksille. Suurin osa näistä tiloista on sijoitettu omaan palo-osastoonsa hygieniasyistä. Osastoon tulee omat tavarahissit puhtaille ja likaisille tuotteille, jolloin elintarvikkeet ja jätteet eivät ole tekemisissä keskenään. Tilojen sijoittelu on suunniteltu niin, että tavaravirtaus sujuu loogisesti ja hygieenisesti. Elintarvikkeet kulkevat vain puhtaassa hississä ja keittiötilojen sisällä.

Keittiötiloista tuleva jäte kulkee ainoastaan hetkellisesti konseptiin suunnitellulla keskikäytävällä.

Keittiötilojen mitoitus ja pohjaratkaisu on tilattu ADMARES Group Oy:n Italian toimipisteeltä, jossa työskentelevät kyseisten tilojen asiantuntijat. Tilat on mitoitettu 300 matkustajan ja yhden ravintolan mukaan. Ravintolan lisäksi kiinteistössä on erillinen baari. 300 matkustajaan on laskettu henkilökunta mukaan ja tekniseen tilaan on suunniteltu vaatimusten mukaiset tilat henkilökunnalle.

6.4 Skaalautuvuus

Konsepti on luotu skaalautuvaksi, jotta siitä on mahdollisimman paljon hyötyä tulevaisuuden projekteissa. Jokainen projekti on uniikki ja jokaiseen projektiin on omat vaatimuksensa. Tästä syystä myös teknisen tilan ratkaisujen on oltava muunneltavissa. Merkittävimmät muuttujat projektien välillä ovat matkustajamäärä ja asuinkerrosten arkkitehtuurin asettamat rajoitteet.

300 matkustajan autonomisen kiinteistön ponttonin lopulliseksi pituudeksi tuli 86 metriä. Se on enemmän kuin alkuperäinen pituusrajoite, mutta vaadittavat tekniset ratkaisut asettivat omat tilavaatimuksensa. Rungon syvyys ja leveys pysyivät annetuissa mitoissa. Ponttonin pituus ylittyi lähinnä luokituslaitoksen vaatimien törmäyslaipioiden sijainnin vuoksi. Itse tekninen tila on saatu kompaktiin kokoon ja tilojen välisiä riippuvuussuhteita on pystytty noudattamaan.

Seitsemän päivän autonomisuus vaatimus kasvatti konseptin tankkikapasiteettia runsaasti. Tilaa saatiin säästettyä huomattavasti, kun käsittelemätön jätevesi- ja käsitelty jätevesitankki saatiin sijoitettua ponttonin kaksoispohjaan. Määräykset taas pakottivat sijoittamaan makeavesi- ja polttoainetankin pohjakerrokseen. Tankeista saatiin konseptissa kuitenkin kolme metriä korkeita, joten niiden pituus pysyi kohtuullisena.

Matkustajien määrän leikkaaminen 200 matkustajaan toi noin 10 metrin säästön pituus suunnassa syvyyden ja leveyden pysyessä samana. Ero ei ole merkittävä, sillä tekniset vaatimukset ovat lähes samat kuin 300 matkustajan konseptissa. Keittiö- ja pyykinpesutiloja pystyttiin hieman pienentämään, kuten myös makeavesitankkia. Ilmanvaihdon tarve vähenee matkustajien vähentyessä, mutta tilavaraus kahdelle ilmanvaihtokonehuoneelle on pidetty mahdollisen tulevaisuuden kuorman kasvun varalta. Konseptissa muut tilat pysyivät samoina suurempaan konseptiin verrattuna.

Merkittäviä tilasäästöjä saavutettiin luopumalla kiinteistön autonomisuudesta. 300 matkustajan konseptissa ponttonin pituus laski 60 metriin muiden mittojen pysyessä samana. Konseptissa kiinteistö on tarkoitus yhdistää ympäröivään tekniseen infrastruktuuriin, jolloin sähkö ja käyttövesi on tarkoitus ottaa maista ja viemäriverdet on tarkoitus siirtää suoraan maihin. Näin ollen lähes kaikista tankeista on voitu luopua. Sähkögeneraattorit on pidetty sähkökatkojen varalta ja siksi myös polttoainetta tarvitaan. Generaattorit on vaihdettu kuitenkin pienemmiksi, koska niiden tuottaman sähkön tarve on vähäinen. Propulsiojärjestelmän poistaminen toi merkittävän tilansäästön konseptiin, kun ponttonia voitiin lyhentää yhteensä 10 metriä.

Rajapintoja tutkittaessa pienin mahdollinen malli saatiin 200 matkustajan ponttonista, joka on riippuvainen yksikön ulkopuolisesta teknisestä infrastruktuurista. Ponttonin pituus verrattuna 100 matkustajaa suurempaan konseptiin on noin 10 metriä vähemmän. Kokonaismitaksi tuli noin 50m muiden mittojen pysyessä samana. Autonomiseen 200 matkustajan malliin verrattuna säästöä tuli taas merkittävästi, noin 30 metriä. Tilojen pienennykset ovat identtiset 300 matkustajan ulkopuolisesta teknisestä infrastruktuurista riippuvaisen konseptin kanssa ja loput tilasäästöistä saatiin keittiö- ja pyykinpesupuolelta sekä hieman pienennetystä tankkikapasiteetista.

Opinnäytetyössä on tutkittu myös teknisten tilojen keskinäisiä suhteita toisiinsa. Tulevaisuuden projekteihin ei voida yksinomaan käyttää yhtä tiettyä ennalta suunniteltua konseptia, vaan tiloja tulee suunnitteluvaiheessa pystyä siirtämään tarpeiden mukaan. Tiloja ei voida siirrellä kuitenkaan täysin vapaasti mihin tahansa, sillä osaa tiloista koskee määräykset, jotka kieltävät tilojen tietyt sijainnit ja tietyt tilat eivät saa olla yhteydessä toisiinsa. Konseptissa on pyritty luomaan teknisille tiloille ydinmoduuli, jonka ympärille rakentuisivat muut tilat. Ydinmoduuliin on ollut tarkoitus koota tärkeät toiminnot kiinteistön kannalta ja suunnittelutyötä aloittaessa olisi tarkoitus aloittaa moduulin sijoittamisesta sopivaan paikkaan.

Aikaisemmin tässä luvussa käsiteltyyn ydinratkaisuun kuuluvat sähköhuone, konehuone, polttoainetankki ja ilmanvaihtokonehuone. Ehdottoman tärkeää on ollut saada konehuoneen ja ilmanvaihtokonehuoneen lähelle putkistojen nousukuilu. Sähkögeneraattoreiden pakoputket sekä tuloilma ja ilmastoinkoneiden tulo- sekä paluuilmaputket ovat isokokoisia. Tärkeää oli välttää pitkiä putkilinjojen vaakavetoja, sillä ne vievät runsaasti vapaata tilaa pohjakerroksesta. Samasta syystä toinen ilmanvaihtokonehuone on sijoitettu paljon ilmanvaihtoa vaativan keittiön läheisyyteen. Nousukuilun viereen on suunniteltu myös portaat, jotka ovat käytännöllistä rakentaa ylös menevän kuilun kanssa.

Sähköhuone ja sähkögeneraattorihuone on suunniteltu sijaitsevan vierekkäin, koska monesti työskentely vaatii kummankin tilan samanaikaista operointia. Isojen kaapelien pituudet myös lyhenevät, kun tilat ovat vierekkäin. Koneistonvalvontahuone on sijoitettu näiden tilojen lähelle myöskin operointia helpottavasta syystä, mutta se ei kuulu ydinmoduuliin. Konseptissa palo-osastoja suunniteltaessa ongelmaksi tuli ydinmoduulin suuri koko, jolloin valvontahuoneesta oli luovuttava moduulissa.

Polttoainetankki on suunniteltu moduuliin lyhyiden putkilinjojen ja päivätankin painovoimaisen syöttölinjan vuoksi. Konehuoneeseen on suunniteltu polttoaineseparaattori, joka poistaa polttoaineesta mahdollisesti sinne kuulumattomia partikkeleita. Separoinnin jälkeen separaattori siirtää polttoaineen päivätankkiin, joka on suunniteltu kattamaan yhden vuorokauden polttoaineen tarpeen. Päivätankista menee polttoaineen syöttölinja sähkögeneraattoreille. Päivätankki on sijoitettu polttoainetankin päälle, jotta syöttölinjasta on saatu laskeva. Tällöin polttoainepumpun rikkoontuessa polttoaine saadaan koneille painovoimaisesti.

7 POHDINTA

Kelluvien kiinteistöjen markkina on todennäköisesti kasvava tulevaisuudessa suotuisien megatrendien, kuten kaupungistumisen ja meriliikenneyhteyksien tärkeyden kasvamisen myötä. Laajat erilaiset mahdollisuudet rakentaa veden päälle edesauttavat suosion kasvua, kun rakentamiskelpoinen maapinta-ala vähenee. Meriliikenteen tärkeys maailmankaupassa tulee pitämään suuret kaupungit jatkossakin rannikkoalueilla.

Huolimatta suuresta rannikkoalueiden määrästä maailmalla eivät kaikki paikat sovellu kelluvalle rakentamiselle. Kelluvien kiinteistöjen suunnittelussa on otettu huomioon suuret aallot, mutta kiinteistöjä ei tyypillisesti suunnitella hirmumyrskyalueille. Osa maailman rannikkoalueista taas sijaitsee paikoilla, joissa tsunameja esiintyy. Nämä ovat käytännössä pois suljettuja markkina-alueita. Vakuutusyhtiötkään eivät todennäköisesti ole hakukkaita vakuuttamaan kelluvia kiinteistöjä riskialueilla. Kelluvaa rakentamista täytyy keskittää maihin, jotka sijaitsevat suotuisissa paikoissa markkinalle.

Opinnäytetyön aikana tehdyssä tutkimuksessa selvisi, että kelluvien kiinteistöjen tekniisiin ratkaisuihin vaikuttaa merkittävästi kiinteistön autonomisuus. Autonomisessa kiinteistössä vaaditaan enemmän laitteistoja ja koneistoja sekä suurempi tankkikapasiteetti. Nämä tuottavat runsaasti lisäkustannuksia ja vaativat suuremmat tilavaraukset. Ponttonin pituuden puolesta säästöä saavutettiin noin 35 %, kun kiinteistön suunniteltiin hyödyntävän ulkopuolista teknistä infrastruktuuria. Asiakkaan kannalta tämä säästö on merkittävä myös rahallisesti. Havainto asettaa kyseenalaiseksi autonomisuuden todellisen tarpeen kelluvista kiinteistöistä puhuttaessa. Yrityksen kannalta on kuitenkin viisasta pystyä vastamaan asiakkaiden moninaiisiin tarpeisiin ja kuten kokemus näyttää, on autonomisille kiinteistöille ollut myös kysyntää.

8 YHTEENVETO

Aikaisemmin uudet projektit on aloitettu suunnittelemalla kaikki tekniset ratkaisut alusta saakka uudelleen niin, että ne mukautuvat arkkitehtien piirtämiin suunnitelmiin. Monesti samoja työn vaiheita on toistettu eri projekteissa, kun vakioituja ratkaisuja ei ole ollut saatavilla. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda ja dokumentoida vakioituja teknisiä ratkaisuja, jotta projektien suunnitteluvaihetta saataisiin nopeutettua.

Tiettyjä oletuksia on ollut jo aikaisemminkin teknisille ratkaisuille, mutta niitä ei ole ollut dokumentoituna. Opinnäytetyössä on saavutettu dokumentoitu teknisten ratkaisuiden malli, jota tullaan jalostamaan eteenpäin opinnäytetyön ulkopuolella. Toimeksiannon raameissa malliin saatiin luotua ydinrakenne ajattelua hyödyntävä ratkaisu teknisten tilojen sijoittelulle. Ydinrakenteessa on huomioitu tilojen keskinäisiä suhteita luokituslaitoksen sääntöjä noudattaen. Optimoidulla tilajärjestelyllä saavutetaan säästöjä rakennusneliöissä ja sitä kautta materiaalikustannuksissa.

Ydinrakennetta hyödyntäen opinnäytetyössä tehtiin myös analysointi neljälle eri yksikölle, joissa vertailtiin kiinteistön asiakasmäärän ja autonomisuuden vaikutusta teknisiin tiloihin. Analyysi ei ole kaiken kattava, mutta toimeksiannon tavoitteeseen sillä pystyttiin vastaamaan. Neljälle eri yksikölle määritettiin tilavaruksen puolesta fyysiset mitat ja laitteisto tarpeet. Laitteistojen ja teknisten tilojen kustannuslaskelmia analysoinnissa ei selvitetty, mutta niiden selvittäminen tulee kuulumaan olennaisena osana tämän opinnäytetyön aiheen jatkokehitys vaiheessa.

Seuraavaksi aihetta tullaan jalostamaan muiden yritysten kanssa. Yksityiskohtaisempia teknisiä ratkaisuita tullaan tekemään tarvittavien laitteiden toimittajien kanssa yhteistyössä ja samalla ADMARES:lla pyritään löytämään kustannustehokkaimmat ratkaisut kokonaisuuden kannalta.

LÄHTEET

ADMARES 2019a. About us. Viitattu 29.05.2019 <https://admares.com/about-us>

ADMARES 2019b. Construction. Viitattu 29.05.2019 <https://admares.com/construction>

ADMARES 2019c. Floating real estate. Viitattu 30.05.2019 <https://admares.com/marine/floating-real-estate>

ADMARES 2019d. Healthcare. Viitattu 29.05.2019 <https://admares.com/healthcare>

ADMARES 2019e. Real estate on piles. Viitattu 30.05.2019 <https://admares.com/marine/real-estate-on-piles>

ADMARES 2019f. Service. Viitattu 29.05.2019 <https://admares.com/service>

ADMARES 2019g. World's largest floating villa. Viitattu 29.05.2019 <https://admares.com/marine/floating-real-estate/world--s-largest-floating-villa>

Alliance for Water Efficiency 2019. Condensate water introduction. Viitattu 30.05.2019 http://www.allianceforwaterefficiency.org/Condensate_Water_Introduction.aspx

Habibi, S. 2015. Architectural engineering technology <https://www.om-icsonline.org/open-access/floating-building-opportunities-for-future-sustainable-development-andenergy-efficiency-gains-2168-9717-1000142.php?aid=56937>

AZO Materials 2013. Composites in the marine industry. Viitattu 30.05.2019 <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=8155>

DNV GL 2015, Pt 3. Rules for classification, Inland navigation vessel. Part 3 Structures, equipment. 2015.

DNV GL 2015, Pt 5. Rules for classification, Inland navigation vessel. Part 5 Ship types. 2015.

DNV GL 2015, Pt 6. Rules for classification, Inland navigation vessel. Part 6 Additional class notations. 2015.

Kumpulainen, O. 2017. Tuotannosuunnitelun kehittäminen offsite-toimitusprojekteissa. Konetekniikan tutkinto-ohjelma. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. Viitattu 13.06.2019 <https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/25139/Kumpulainen.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Kontinen, T. 2016. Modulaarisen tuoterakenteen suunnittelu. Opinnäytetyö. Kone- ja tuotantotekniikan tutkinto-ohjelma. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Viitattu 13.06.2019. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201605096770>

Marina Housing 2019. Ratkaisut. Viitattu 30.05.2019 <https://www.marinahousing.fi/>

Medium 2017. Megacities by the sea. Viitattu 30.05.2019 <https://medium.com/world-ocean-forum/megacities-by-the-sea-543c591de77c>

NASA Science 2019. Living ocean. Viitattu 30.05.2019 <https://science.nasa.gov/earth-science/oceanography/living-ocean>

NCBI, 2015. Future coastal population growth and exposure to sea-level rise and coastal flooding – A global assessment. Viitattu 30.05.2019 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4367969/>

Rakennuslehti 2016. Ensin tekosaari Dubaihin, nyt kelluva luksushuvila – HS tutustui huippusalaiseen vientiprojektiin. Viitattu 29.05.2019 <https://www.rakennuslehti.fi/2016/12/ensin-tekosaari-dubaihin-nyt-kelluva-luksushuvila-hs-tutustui-huippusalaiseen-vientiprojektiin-raumalla/>

Shipowners 2019. Merenkulkualan keskeisimpänä tavoitteena on päästöjen vähentäminen. Viitattu 30.05.2019. <https://shipowners.fi/merenkulkualan-keskeisimpana-tavoitteena-on-paastojen-vahentaminen/>

SOLAS 2007, 2. Solas, Technical regulation on the construction and equipment, etc. of passenger ships on domestic voyages. Chapter II-2 A Fire protect

Sweco 2018. Kelluvat rakenteet mahdollistavat turvallisen täydennysrakentamisen tulevaisuuden suurkaupungeissa. Viitattu 30.05.2019 <https://www.sweco.fi/uutiset/uutiskisto/news-2018/kelluvat-rakenteet-mahdollistavat-turvallisen-taydennysrakentamisen-tulevaisuuden-suurkaupungeissa/>

Talouselämä 2016. Kelluva huvila valmistui vientiin. Viitattu 30.05.2019 <https://www.talouselama.fi/uutiset/kelluva-huvila-valmistui-vientiin/fb410604-4f37-3178-a8a3-14b00a5cdc0a>

The Inertia 2016. Dubais's man-made islands for the super-rich are reportedly sinking back into the sea. Viitattu 30.05.2019 <https://www.theinertia.com/environment/dubais-man-made-islands-for-the-super-rich-are-reportedly-sinking-back-into-the-sea/>

Autonomisen 300 matkustajan kelluvan kiinteistön teknisen tilan pohjakuva