

Opinnäytetyö AMK

Konetekniikka

Meritekniikka

2024

Anna Majjala

Tuotetiedon hyödyntäminen laivasuunnittelussa

– komponenttien ja laitteiden luoksepäästävyys



Opinnäytetyö AMK | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikka | Meritekniikka

2024 | 42 sivua

Anna Maijala

Tuotetiedon hyödyntäminen laivasuunnittelussa

- komponenttien ja laitteiden luoksepäästävyys

Tuotetieto on organisaatiolla tuotteesta olevaa tietoa. Luoksepäästävyys on osa tuotetietoja, joiden huomioiminen on tärkeää laivasuunnitteluprosessin aikana. Kun oikea, ajantasainen tieto on sitä tarvitsevien asiantuntijoiden saatavilla, suunnitteluprosessista syntyy toimiva lopputuote.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella komponenttien ja laitteiden luoksepäästävyysvaatimuksia, jotka vaikuttavat suunnittelutyöhön. Tilaajana toimi yritys X. Tavoitteena oli luoda työkalu luoksepäästävyysvaatimusten tunnistamiseksi ja näin vähentää lisätyön ja -kustannusten määrää.

Opinnäytetyö toteutettiin kvalitatiivisena haastattelututkimuksena.

Haastateltavana toimi yritys X:n työntekijöitä (n=7), joilla on kokemusta suunnittelutyöstä. Tulokset analysoitiin sisällönanalyysillä.

Opinnäytetyön tuloksista selvisi, että hyvät tuotetiedot ja luoksepäästävyysvaatimukset ovat tehokkaan suunnittelutyön perusta. Lisäksi toimiva yhteistyö laitetoimittajan kanssa, osastojen välinen yhteistyö ja hyvä tiedonhallintajärjestelmä tukevat suunnitteluprosessia.

Opinnäytetyön tulosten pohjalta syntyi tarkistuslista luoksepäästävyysvaatimusten huomioimiseksi. Tarkistuslistan avulla voi varmistaa tuotetietojen riittävyyden, komponentin tai laitteen sopivuuden sille suunniteltuun tilaan sekä muiden vaikuttavien tekijöiden huomioon ottamisen.

Asiasanat:

tuotetieto, luoksepäästävyys, suunnitteluprosessi, laivasuunnittelu

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical Engineering | Marine Engineering

2024 | 42 pages

Anna Maijala

Utilization of product information in ship design

- accessibility of components and appliances

Product information consists of the knowledge that the organization has about the product. Accessibility is part of the product information which is important to take into consideration during the ship design process. The final product is created during the design process when correct and real time information is available to the experts who need it.

This thesis examines the accessibility requirements of components and devices that affect the designer's work. The client was company X. The objective was to create a tool to identify the need for accessibility and to reduce the amount of additional work and costs. The thesis was carried out as a qualitative interview study. The interviewees were employees of company X (n=7) who have experience in design work. The results were analyzed using a content analysis.

The results of the thesis revealed that sufficient product information and accessibility requirements are the basis of effective design work. Functional collaboration with the equipment supplier, collaboration between departments and an effective information management system are prerequisites.

Based on the results of this thesis a checklist was created to support the consideration of accessibility. With the help of the checklist, the sufficiency of the product information, the suitability of the component or device for the space designed for and the consideration of other impressive factors can be ensured.

Keywords:

product data, accessibility, design process, ship design

Sisältö

Käytetyt lyhenteet	6
1 Johdanto	7
2 Tuotetieto	9
2.1 Tuotetiedon hallinta	9
2.2 Tuotetiedon hallintajärjestelmä	10
2.3 Tuotteen elinkaari	11
2.3.1 Tuotteen elinkaaren hallinta	13
3 Suunnitteluprosessi	15
3.1 Laivasuunnitteluprosessi	15
3.2 Laivasuunnitteluprosessin vaiheet	17
3.2.1 Konseptisuunnitteluvaihe	18
3.2.2 Perussuunnitteluvaihe	18
3.2.3 Sopimussuunnitteluvaihe	18
3.2.4 Valmistussuunnitteluvaihe	19
4 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymykset	20
5 Opinnäytetyön menetelmä	21
5.1 Tutkimusmenetelmä	21
5.2 Aineiston hankinta	22
5.3 Aineiston analysointi	23
6 Opinnäytetyön tulokset	25
6.1 Tuotetieto suunnittelutyössä	25
6.1.1 Tuotetieto eri osastojen näkökulmasta	26
6.1.2 Tuotetiedon merkitys elinkaaren aikana	26
6.1.3 Tuotetiedon hallinta suunnitteluprosessin aikana	27
6.2 Luoksepäästävyysvaatimukset	27
6.2.1 Luoksepäästävyysvaatimukset eri osastojen näkökulmasta	28
6.2.2 Luoksepäästävyysvaatimusten toteutus	29

6.2.3 Luoksepäästävyysvaatimusten huomiointi suunnittelutyössä	29
6.3 Tuotetiedon ja luoksepäästävyysvaatimusten vaikutus suunnittelutyöhön	30
7 Pohdinta	32
7.1 Tarkistuslista	34
7.2 Johtopäätökset ja jatkotutkimusaiheet	35
Lähteet	37

Liitteet

Liite 1. Infokirje haastattelu ehdokkaille.

Liite 2. Tarkistuslista luoksepäästävyysvaatimusten huomioimisesta suunnittelutyön tueksi.

Kuviot

Kuvio 1. PDM:n ja PLM:n erot (Amend 2021).	11
Kuvio 2. Tuotteen elinkaari (CFI 2023).	12
Kuvio 3. Laivasuunnitteluspiraali (Ang & Goh 2015).	16
Kuvio 4. Ajan jakautuminen suunnitteluprosessissa (La Monaca ym. 2019).	17

Taulukot

Taulukko 1. Toimivan tuotetiedonhallinnan hyödyt (Adeona 2023).	9
Taulukko 2. Tiivistetty analyysirunko.	24

Käytetyt lyhenteet

CAD	Computer-aided design, tietokoneavusteinen suunnittelu (PTC 2023).
CFD-laskelma	Computational fluid dynamics, virtauslaskelma (Vossen ym. 2013).
DWT	Deadweight tonnage, laivan kuollut paino (Alanko 2011, V-2).
IMO	International Maritime Organization, kansainvälinen merenkulkujärjestö (IMO 2024).
NPD	New product development, uuden tuotteen kehittäminen (Arena 2023).
PDF	Portable document format, yleinen tiedostomuoto (Microsoft 2023).
PDM	Product data management, tuotetiedon hallintajärjestelmä (Hakkarainen 2023).
PIM	Product information management, tuotetiedon hallinta (Hakkarainen 2023).
PLM	Product lifecycle management, tuotteen elinkaaren hallinta (Hakkarainen 2023).

1 Johdanto

Suunnitteluprosessin lähtökohtana on ongelma, johon etsitään ratkaisua (Discover Design 2023). Riippuen projektista, suunnitteluprosessin vaiheet voidaan määritellä eri tavoin (Indeed 2023). 1950-luvulta lähtien laivan suunnitteluprosessia on kuvannut laivasuunnitteluspiraali, joka koostuu konsepti-, perus-, sopimus- ja valmistussuunnitteluvaiheesta (Inameq 2023). Suunnitteluvaiheiden nimet ja järjestys vaihtelevat hieman lähteestä riippuen.

Tuotetieto on organisaatiolla tuotteesta olevaa tietoa (Amplifi 2023). PIM-järjestelmä hallinnoi tuotetietoa keskitetysti, ja sen avulla kerätään, hallinnoidaan ja jaetaan tuotetietoa. Tällöin esimerkiksi prosessien rakentaminen helpottuu ja tarvittava, ajankohtainen tieto on oikeiden asiantuntijoiden saatavilla helposti. (Adeona 2023.) Luoksepäästävyys on yksi osa tuotetiedoista, joita suunnittelijat tarvitsevat työssään (Saikkonen 2021). Luoksepäästävyys tarkoittaa saavutettavuutta, jonka komponentti tai laite voi tarvita esimerkiksi huoltotoimenpiteiden suorittamista varten.

Laivasuunnitteluprosessin valmistussuunnitteluvaiheessa suunnittelijan mallintaessa komponenttia tai laitetta luoksepäästävyysvaatimuksen tarve saattaa jäädä huomioimatta eri tekijöiden vaikutuksista johtuen. Tämä luo riskin luoksepäästävyysvaatimuksen estymisestä ja voi aiheuttaa lisätyötä ja -kustannuksia.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella komponenttien ja laitteiden erilaisia luoksepäästävyysvaatimuksia, jotka vaikuttavat suunnittelutyöhön liittyen laivasuunnitteluun ja -mallinnukseen. Opinnäytetyön tavoitteena on luoda tarkistuslista, joka tukee luoksepäästävyysvaatimuksen tunnistamista suunnitteluvaiheessa. Lisäksi tavoitteena on vähentää lisätyötä ja -kustannusten määrää sekä selkeyttää suunnitteluprosessia. Opinnäytetyön tarkoitusta, tavoitteita ja tutkimuskysymyksiä käsitellään tarkemmin luvussa neljä. Opinnäytetyön tilaaja on yritys X.

Opinnäytetyö toteutetaan haastattelututkimuksena ja haastatteluista saatu aineisto analysoidaan sisällönanalyysin avulla. Opinnäytetyössä käytettyjä menetelmiä avataan tarkemmin luvussa viisi.

Yritys X on suomalainen suunnittelu- ja konsultointiyritys. Suunnittelu- ja konsultointipalvelujen lisäksi yritys tarjoaa omiin teknologioihin perustuvia kokonaisratkaisuja. Yrityksen arvot keskittyvät vastuullisuuteen sekä ympäristön huomiointiin. Yrityksen erikoisosaamisalueita ovat kone- ja laitevalmistusteollisuus, prosessi- ja energiateollisuus, meri- ja offshore-teollisuus sekä biotekniikka- ja lääketeollisuus.

2 Tuotetieto

Tuotetieto on tietoa, jota organisaatiolla on tuotteesta, jota se tuottaa, myy, ostaa tai jakelee (Amplifi 2023). Tuotetietoa ovat esimerkiksi mallit, piirustukset, osaluettelot, käyttöohjeet ja tuote-esitteet. Tuotetietoa tarvitsevat niin suunnittelijat, alihankkijat, tuotanto, hankinta kuin myyntikin. (Saikkonen 2021.) Tuotetietoon liittyy oleellisesti tuotetiedon hallinta. Tästä puhuttaessa tuotetieto terminä muuttaa hieman merkitystään, koska tällöin se liittyy ennen kaikkea tuotteen teknisiin tietoihin. (Peltonen ym. 2022, 9.)

2.1 Tuotetiedon hallinta

Tuotetiedon hallinta (PIM) on prosessi, jossa organisoidaan tuotteisiin liittyvää tietoa keskitetysti. Se muodostuu tuotetietojen keräämisestä, hallinnoimisesta ja jakamisesta. PIM-prosessin tavoitteena on suojata ja parantaa sekä sisäisten että ulkoisten yhteistyökumppaneiden, järjestelmien ja partnereiden saatavilla olevien tuotetietojen laatua. (Holmes 2023.) PIM-prosessiin sisältyvät esimerkiksi tuotekuvaus, tekniset tiedot, elinkaaritiedot sekä digitaaliset resurssit, joita ovat esimerkiksi tuotekuvat ja PDF-tiedostot (Pimcore 2023). Optimaalisessa tilanteessa tuotetiedon hallintaan käytettävä järjestelmä toimii yhteen suunnittelun ohjelmistojen, tuotannonohjausjärjestelmän, asiakashallinnan työkalujen sekä tavallisten toimisto-ohjelmien kanssa (Saikkonen 2021). Toimivan tuotetiedonhallinnan hyötyjä esitetään taulukossa 1.

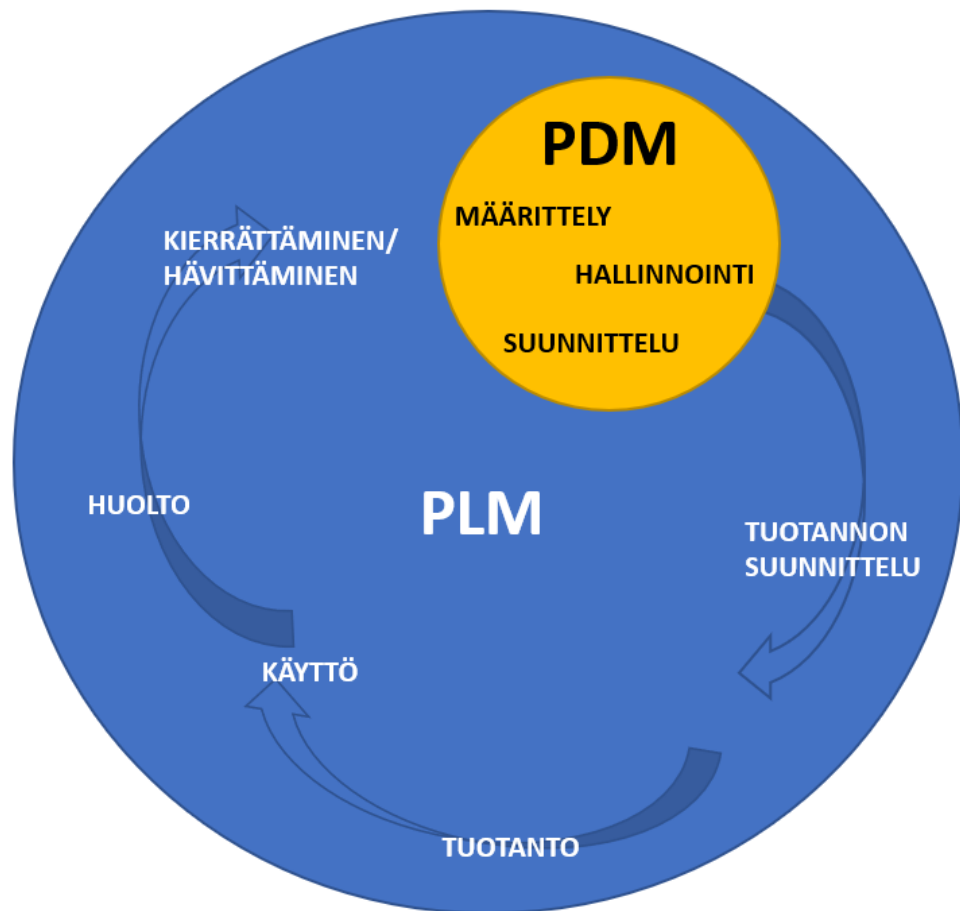
Taulukko 1. Toimivan tuotetiedonhallinnan hyödyt (Adeona 2023).

Toimivan tuotetiedonhallinnan hyödyt
Tieto tallennetaan ja ylläpidetään yhteen paikkaan.
Prosessien rakentaminen ja automatisointi helpottuu.
Liittymien rakentaminen helpottuu ja integraatiopisteiden määrä vähenee.
Valikoimien hallinta ja kasvattaminen sekä datan laadunhallinta helpottuu.
Oikea tieto on sitä tarvitsevien asiantuntijoiden saatavilla helposti ja nopeasti.
Tuotetietoa voidaan julkaista yhdestä lähteestä kaikkiin tarvittaviin järjestelmiin ja palveluihin.

Ongelmana on usein, että tuotetietoa on hajallaan eri järjestelmissä: samaa tietoa ylläpidetään monessa eri paikassa, siitä on useita eri versioita ja osa tiedosta on vanhentunutta tai virheellistä. Tiedon määrän kasvu ja liiketoiminnan digitalisoituminen tuovat lisähaasteita tiedon hallintaan ja hyödyntämiseen. (Adeona 2023.) Tyypillisesti tuotetiedonhallinnan ongelmista johtuva virhe tapahtuu silloin, kun tuote siirtyy suunnittelusta tuotantoon. Tällöin seuraukset voivat liittyä esimerkiksi toimituksen viivästymiseen tai rahan menetykseen. (Saikkonen 2021.)

2.2 Tuotetiedon hallintajärjestelmä

Tuotetiedon hallintajärjestelmään (PDM) kerätään tuotetietoja ja dokumentteja tuotekehityksen eri vaiheissa osana elinkaaren hallintaa (Hakkarainen 2023). Tuotekehityksen tavoitteena on uusien tuotteiden kehittäminen tai nykyisten tuotteiden parantaminen (Osaava yrittäjä 2021). PDM-järjestelmä hallinnoi tuotteen valmistukseen ja kehitykseen liittyviä aineistoja, kuten CAD-piirustuksia, komponenttistöjä ja alihankkijoiden tietoja (Kuvio 1) (Hakkarainen 2023).



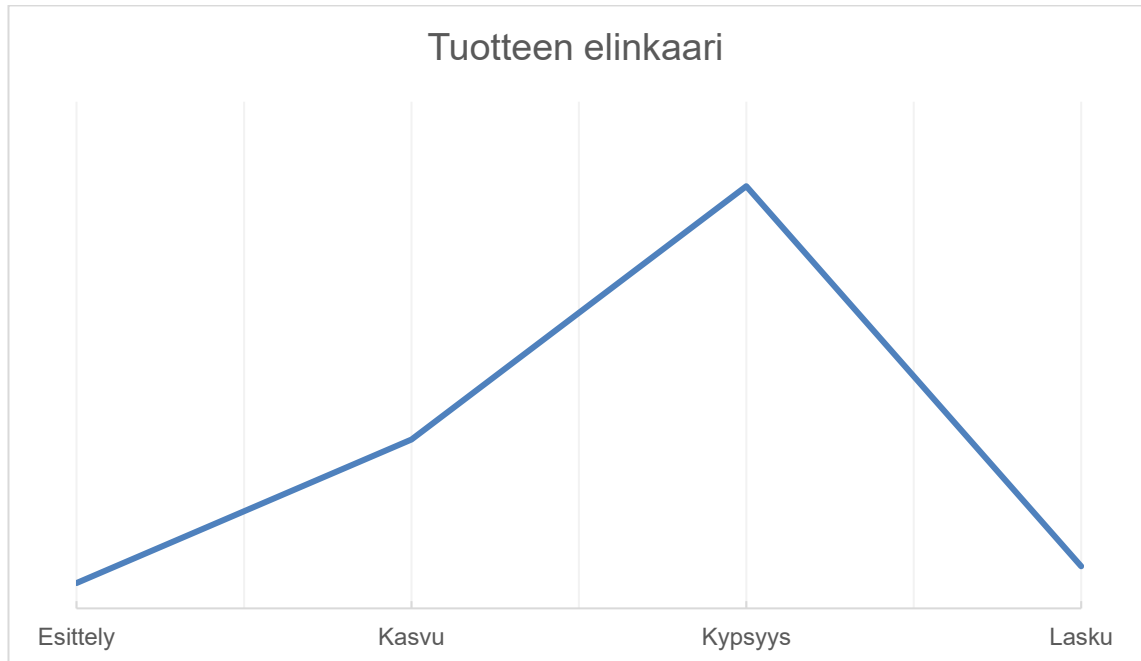
Kuvio 1. PDM:n ja PLM:n erot (Amend 2021).

PDM-järjestelmästä suunnittelijat voivat hakea nykyiseen tuotteeseen tai tuotteen aiempiin versioihin liittyviä tietoja. Vanhoja malleja voidaan käyttää uusien pohjina tai niihin voidaan tehdä parannuksia, kun vanhat versiot ovat tallennettuna järjestelmään. (PLM Group 2023.) PDM-järjestelmä on tärkeä osa tuotesuunnittelua mutta sen sisältämä tieto ei vastaa myynnin ja markkinoinnin tarpeisiin (Hakkarainen 2023).

2.3 Tuotteen elinkaari

Uuden tuotteen kehittäminen (NPD) on joukko suunnittelu- ja tutkimusprosesseja, jotka luovat ja tuovat markkinoille uuden tuotteen. Tuotteen

elinkaari alkaa NPD-prosessista, kun uutta ideaa lähdetään kehittämään. Kun tuote on valmis, se lanseerataan markkinoille. (Arena 2023.) Markkinalähtöisillä tuotteilla elinkaari jaetaan yleensä neljään vaiheeseen: esittely-, kasvu-, kypsyys- ja laskuvaiheeseen (Kuvio 2). (TWI 2023.)



Kuvio 2. Tuotteen elinkaari (CFI 2023).

Esittelyvaiheessa tuote tuodaan markkinoille ennen kuin sille on osoitettu kysyntää. Tuotteen myynti on vähäistä ja nousee hitaasti. Tavoitteena on saada tuotetuntemusta ja kannustaa kuluttajia kokeilemaan tuotetta. Jos tuote täyttää markkinoiden tarpeet ja alkaa menestyä, siirrytään kasvuvaiheeseen, jolloin kysyntä kiihtyy ja markkinoiden koko kasvaa nopeasti. Kun kysyntä tasoittuu, siirrytään kypsyysvaiheeseen. Suurin haaste kypsyysvaiheessa on kannattavuuden ylläpitäminen ja myynnin laskun estäminen. Strategioita menestyksen ylläpitämiseen ovat esimerkiksi markkina- ja tuotekehitys. Laskuvaiheessa markkinat taantuvat: tuote alkaa menettää kuluttajien vetovoimaa ja myynti laskee. Lasku johtuu ensisijaisesti muiden innovatiivisten tai korvaavien tuotteiden tulosta markkinoille. (CFI 2023.)

Markkinalähtöisillä tuotteilla kuluttajien tarve käynnistää uuden tuotteen kehitysprosessin, kun taas laivan rakentamisen lähtökohtana ovat asiakkaan tarpeet ja vaatimukset (Lee ym. 2014). Laivan elinkaari koostuu kehitys-, suunnittelu-, tuotanto-, ja operointivaiheesta sekä hävittämisestä. Kehitys- ja suunnitteluvaiheeseen kuuluvat konsepti-, perus- ja valmistussuunnitteluvaiheet. Tuotantovaiheeseen sisältyvät rakennusvaihe, vesillelasku, käyttöönotto ja luovutus. Suunnittelu- ja tuotantovaiheissa syntyneistä tiedosta vain pieni osa siirtyy laivan omistajalle. Operointivaihe koostuu toiminnanohjauksesta, huolloista, päivityksistä ja korjaustoista. Hävittämiseen kuuluvat käytöstä poisto, purkaminen ja kierrätys. (Ang ym. 2018.) Operointivaihe on pisin jakso laivan elinkaareissa ja laivan käyttöikä voi olla jopa 50 vuotta (SSI 2023).

2.3.1 Tuotteen elinkaaren hallinta

Tuotteen elinkaaren hallinta (PLM) on järjestelmä kaikkien tuotteeseen sidottujen tietojen ja prosessien hallintaan (Arena 2023). PLM-järjestelmä liittyy vahvasti teollisuuden tuotekehityksen tarpeisiin. Se sisältää tuotteen koko elinkaareen liittyvien sisäisten prosessien, kuten määrittelyn, suunnittelun, tuotannon, huollon ja käytöstä poiston hallinnan (Kuvio 1). PLM-järjestelmässä ei ole yleensä myynnillistä tuotetietoa. (Hakkarainen 2023.)

Laivan suunnittelu- ja rakennusvaiheessa syntyy valtavasti tietoa ja PLM-järjestelmä on keino käsitellä sitä. Laivasuunnitteluprosessissa PLM-järjestelmä koostuu kuudesta eri osasta: tietokannasta, mallinnustyökaluista, arvoketjun prosesseista, tuotehierarkian hallinnasta, tuotehallinnasta ja projektinhallinnasta. Tietokanta sisältää indeksointityökaluja ja dokumenttien hallinnan. Mallinnustyökaluihin kuuluvat kaikki ohjelmistot, joita käytetään suunnitteluun ja virtuaalisen prototyypin luomiseen. Arvoketju prosessina kuvaa tuotteen elinkaarta raaka-aineista valmiiseen tuotteeseen ja lopuksi hävittämiseen, jossa jokainen prosessin kohta lisää tuotteen arvoa. Arvoketjun tavoitteena on tuotteen kehittäminen keskittyen arvon lisäämiseen mahdollisimman pienillä kustannuksilla. Tuotehierarkian hallinta perustuu

kaikkien laivan järjestelmien ja komponenttien luokitteluun. Tuotehallinta hallinnoi kaikkea tietoa liittyen komponentteihin, ja projektinhallinta yhdistää jokaisen prosessin koko laivan elinkaareen. (Andrade ym. 2015.)

Laivan suunnitteluvaiheessa PLM-järjestelmän käytöstä on useita eri hyötyjä. Kun tuote- ja prosessitiedot ovat keskitettyinä arkistoon, se vähentää tiedon etsimiseen kuluvaa aikaa sekä tietojen päällekkäisyyttä. Tämä vähentää suunnitteluvirheitä, jolloin myös kustannukset alenevat ja työskentely tehostuu. Kun ajantasaiset tiedot ovat kaikkien sidosryhmien, kuten suunnittelijoiden, telakan ja alihankkijoiden käytössä, yhteistyö tehostuu ja sitä kautta parantaa päätöksentekoa ja projektin koordinoitua sekä virtaviivaistaa hyväksymisprosesseja. (Ship Technology 2023.)

3 Suunnitteluprosessi

Suunnittelu on monipuolinen ja pitkälle kehittynyt prosessi. Jokainen prosessi on erilainen mutta niiden luonteissa toistuvat samat piirteet: jaksollisuus, syklisyys ja iteratiivisuus. Suunnitteluprosessia voidaan kuvata erilaisten mallien avulla, jotka havainnoivat prosessin eri vaiheita. Kaikkiin vaiheisiin sisältyvät jatkuva arviointi, vertailu muihin suunnitteluelementteihin ja -resursseihin sekä palautteen haku. Arviointi ja palaute vaikuttavat suunnitteluprosessin iteratiivisuuteen. Suunnitteluprosessia voi verrata ongelmanratkaisuprosessiin. (Seitamaa-Hakkarainen n.d.)

Suunnitteluprosessin lähtökohtana on ongelma, johon etsitään ratkaisua. Mitä tarkemmin ongelman saa määriteltyä, sitä helpompi sitä on lähteä ratkaisemaan. Kun ongelma on selvillä, tutustutaan aiheeseen ja pohditaan mahdollisia ratkaisuja ongelmaan. Ratkaisujen pohtiminen monen eri asiantuntijan kanssa tuottaa parannusehdotuksia monesta eri näkökulmasta. Lopputuloksena muodostuu tuote, joka on hiottu vastaamaan tarpeita. (Discover Design 2023.)

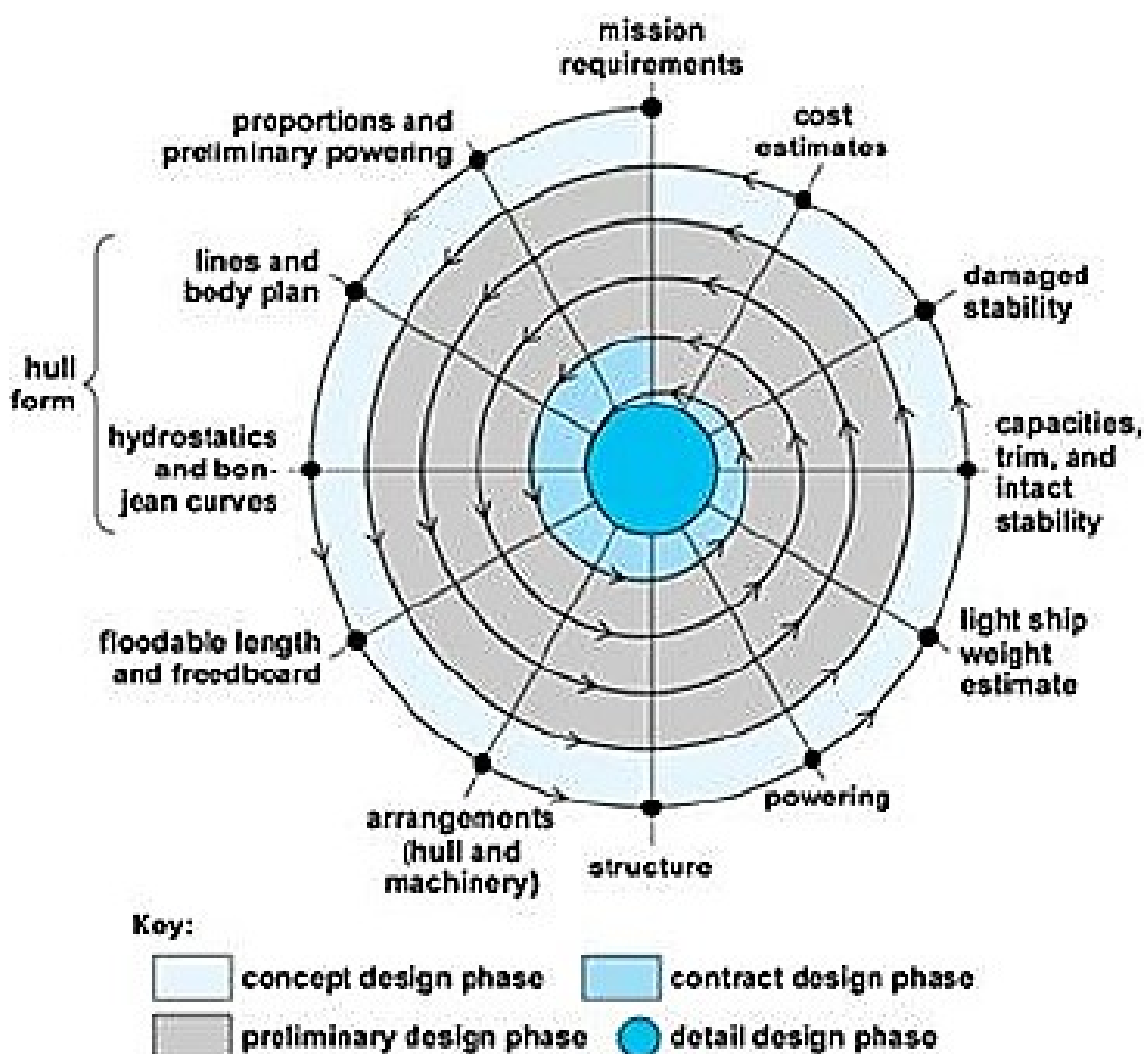
Jos tarkastellaan tyypillistä suunnitteluprosessia suunnitteluinsinöörin työssä, siihen voi liittyä yllämainitun suunnitteluprosessin kuvauksen lisäksi esimerkiksi prototyypin luominen (Indeed 2023). Teknisessä suunnitteluprosessissa korostuvat loogisuus ja rationaalisuus. Ominaisena piirteenä esiintyy se, että edellisen osavaiheen pitää olla ratkaistu ennen siirtymistä seuraavaan vaiheeseen. Tämä ei kuitenkaan sulje pois suunnittelun iteratiivista luonnetta. (Seitamaa-Hakkarainen n.d.)

3.1 Laivasuunnitteluprosessi

Laivasuunnitteluprosessi lähtee liikkeelle liikeideasta. Idea voi liittyä täysin uuteen tuotteeseen tai vanhan tuotteen uudistamiseen ja kehittämiseen. Idean lisäksi tarvitaan kuljetustarve ja/tai markkinapotentiaalia. (Räisänen 2000, 16-4 - 16-6.)

Laivasuunnittelussa on käytetty perinteistä laivasuunnitteluspiraalia (Kuvio 3) suunnittelun perustana jo 1950-luvulta lähtien (Ship Technology 2023).

Laivasuunnitteluspiraali pyrkii havainnollistamaan suunnittelun iteratiivista luonnetta. Alkuelettamuksien perusteella lähdetään kiertämään spiraalin kehää; tehdään arvioita, laskelmia ja niiden perusteella muutoksia, jonka jälkeen palataan kierroksen alkuun ja laskelmat toistetaan uusilla arvoilla. Prosessia jatketaan niin kauan, kunnes päämittoihin ei ole enää odotettavissa merkittäviä muutoksia. Laivasuunnitteluspiraalin sisältö vaihtelee sen mukaan, mitä vaihetta prosessista halutaan kuvata ja millä laajuudella. (Alanko 2011, V-2.)

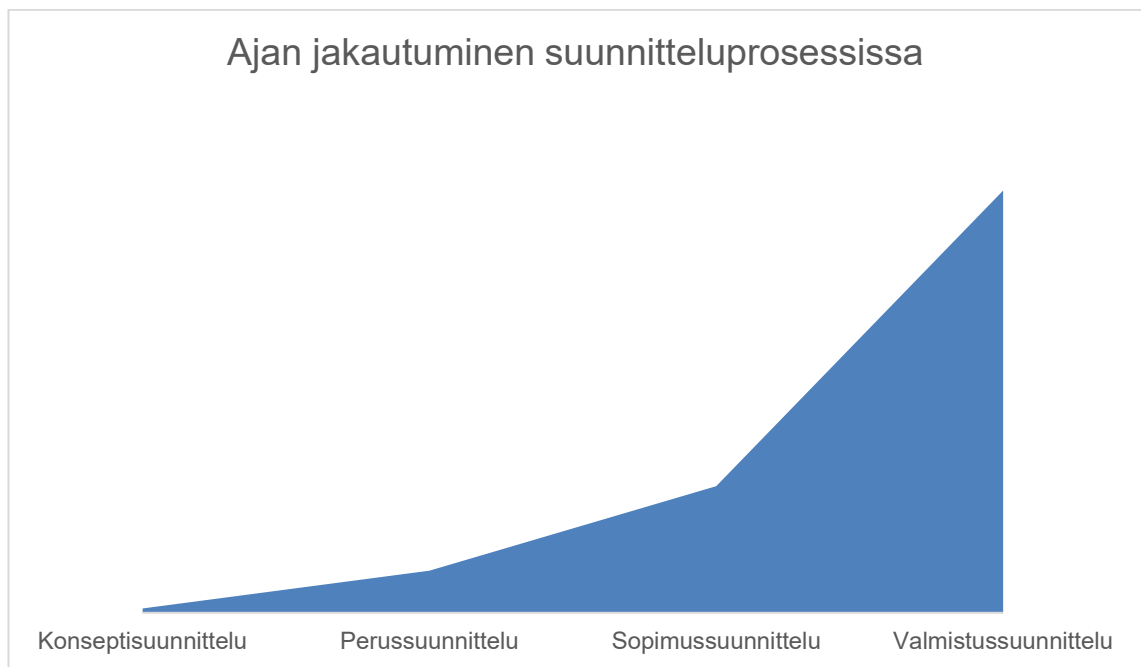


Kuvio 3. Laivasuunnitteluspiraali (Ang & Goh 2015).

Tässä opinnäytetyössä laivasuunnitteluspiraali koostuu konsepti-, perus-, sopimus- ja valmistussuunnitteluvaiheesta (Ship Technology 2023).

3.2 Laivasuunnitteluprosessin vaiheet

Laivasuunnitteluprosessi voidaan jakaa karkeasti perussuunnitteluun ja valmistussuunnitteluun. Mitä pidemmälle prosessi etenee, sitä enemmän vaiheisiin kuluu aikaa (Kuvio 4). (Garcia Agis ym. 2020.)



Kuvio 4. Ajan jakautuminen suunnitteluprosessissa (La Monaca ym. 2019).

Suunnitteluprosessissa on paljon liikkuvia tekijöitä, joten yksiselitteistä prosessin kestoa on mahdotonta määrittää. Kuluvaan aikaan vaikuttavat esimerkiksi laivan koko, tilaajan vaatimukset sekä tekijöiden kokemusvuodet. Risteilylaivan rakennusvaihe kestää 12-18 kuukautta. (Haiyan 2022.) Rakennusvaihetta edeltää suunnitteluprosessi, joka voi kestää kuukausista vuosiin (Garcia Agis ym. 2020).

3.2.1 Konseptisuunnitteluvaihe

Konseptisuunnitteluvaihe pohjautuu ensisijaisiin suunnitteluvaatimuksiin, jotka perustuvat liikeideaan ja liiketoimintatarpeeseen. Tässä vaiheessa määritellään rungon tyyppi ja muoto, päämitat, alustavat tehoarviot, propulsiojärjestelmä, yleisjärjestely, alustavat hydrostaattiset ja hydrodynaamiset laskelmat sekä alustavat kustannusarviot. (Vossen ym. 2013.) Konseptivaiheen tulokset ovat yleensä piirustusten tai luonnosten muodossa, joko osittain tai kokonaan (Inameq 2023).

3.2.2 Perussuunnitteluvaihe

Perussuunnitteluvaiheessa konseptisuunnitteluvaiheessa luodut ratkaisut tarkentuvat ja suunnittelukonsepti muotoutuu yksityiskohtaisemmaksi. Ratkaisuista keskustellaan asiakkaan kanssa parhaan kokonaissuunnitelman löytämiseksi. (Vossen ym. 2013.) Perussuunnitteluvaiheessa tarkennetaan esimerkiksi vakaus-, suorituskyky- ja rakennelaskelmia (Inameq 2023).

3.2.3 Sopimussuunnitteluvaihe

Sopimussuunnitteluvaiheessa luodaan asiakirjoja, jotka kuvaavat valmistettavaa laivaa. Lisäksi laivan rakennusprojektin kustannukset tarkentuvat. Sopimuksen osiin sisältyvät esimerkiksi (Inameq 2023)

- yleisjärjestelypiirustus
- rakennepiirustus
- rakenteelliset yksityiskohdat
- propulsiojärjestely
- koneiston valinta
- potkurin valinta
- generaattorin valinta ja
- sähköjärjestelyt.

Onnistuneessa tarjousprosessissa lopullinen ehdotus johtaa allekirjoitettuun sopimukseen ja valmistussuunnitteluvaihe sekä varsinainen rakennusprosessi alkavat (Vossen ym. 2013).

3.2.4 Valmistussuunnitteluvaihe

Valmistussuunnitteluvaiheessa aikaisempien vaiheiden tuloksista muodostetaan kokonaisuus, jota lähdetään viemään yksityiskohtaisempaan suuntaan. Tämä vaihe sisältää kaikkien laivan rakentamiseen ja käyttöprosesseihin tarvittavien suunnitelmien ja laskelmien laatimisen. Suurin osa ajasta kuluu tuotannon tarvitsemien työpiirustusten laatimiseen. (Inameq 2023.) Laivan suunnitteluprosessissa käytetään useita työkaluja. Näitä ovat esimerkiksi 2D- ja 3D-mallinnus, CFD-laskelmat, simulaatiot ja säiliöttestit, joilla pystytään tekemään havainnekuvia laivasta. (Vossen ym. 2013.)

On huomioitavaa, että laivasuunnitteluprosessin vaiheet eivät etene ennalta määritellyssä järjestyksessä vaan ovat usein päällekkäisiä.

Laivasuunnitteluprosessia määrittelevät pitkälti voimassa olevat kansainväliset säännöt, mitkä takaavat turvallisen merenkulun (Vossen ym. 2013).

4 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella komponenttien ja laitteiden erilaisia luoksepäästävyysvaatimuksia, jotka vaikuttavat suunnittelutyöhön liittyen laivasuunnitteluun ja -mallinnukseen. Luoksepäästävyysvaatimusten taso vaihtelee toimittajakohtaisesti, ja suunnittelijalle voi jäädä suuri vastuu luoksepäästävyysvaatimusten huomioimisesta. Riittävä luoksepäästävyys on merkittävä tekijä esimerkiksi huoltotoimenpiteitä suorittaessa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda työkalu luoksepäästävyysvaatimusten tunnistamiseen, ja näin vähentää lisätyön sekä -kustannusten määrää. Lisäksi tavoitteena oli kehittää ja selkeyttää suunnitteluprosessia. Opinnäytetyön tuotoksena muodostui tarkistuslista (Liite 2), jota voi käyttää suunnittelutyön tukena.

Tarkistuslista on apuväline, joka on suunniteltu toistuvia tehtäviä varten. Sen tarkoituksena on vähentää muistista ja huomiokyvystä johtuvia virheitä. Tarkistuslistan avulla tehtävien suorittaminen johdonmukaisesti ja kattavasti helpottuu. (Puscasu 2023.)

Opinnäytetyön tutkimuskysymykset olivat:

1. Minkälaista tuotetietoa suunnittelutyössä tarvitaan?
2. Minkälaisia luoksepäästävyysvaatimuksia on olemassa?
3. Miten tuotetiedon ja luoksepäästävyysvaatimusten taso vaikuttaa suunnittelutyöhön?

5 Opinnäytetyön menetelmä

5.1 Tutkimusmenetelmä

Tässä opinnäytetyössä käytetään tutkimusmenetelmänä kvalitatiivista eli laadullista tutkimusta, jonka lähtökohtana on todellisen elämän kuvaaminen mahdollisimman kokonaisvaltaisesti. Lisäksi tarkoituksena on löytää tai paljastaa tosiasioita, eikä todentaa jo olemassa olevia väittämiä. Teorian tai hypoteesin testaamisen sijaan kvalitatiivisessa tutkimuksessa on lähtökohtana aineiston monitahoinen ja yksityiskohtainen tarkastelu sekä odottamattomien seikkojen paljastaminen. Arvolähtökohdat on syytä ottaa huomioon, sillä arvot ja jo olemassa oleva tieto muovaavat ymmärrystä tutkittaviin ilmiöihin, jolloin objektiivisuutta ei ole mahdollista saavuttaa perinteisessä mielessä. Täten tulokset ovat ehdollisia selityksiä, jotka on sidottu aikaan ja paikkaan. (Hirsjärvi ym. 2016, 161-164.)

Tutkimuslajina käytetään puolistrukturoitua haastattelua eli teemahaastattelua. Puolistrukturoidussa haastattelussa kaikille haastateltaville esitetään samat kysymykset samassa järjestyksessä. Joissain tapauksissa kysymykset saattavat hieman vaihdella haastateltavien välillä ja kysymysten järjestystä voidaan vaihtaa. (Hirsjärvi & Hurme 2001, 47.) Puolistrukturoitu haastattelu sopii tilanteisiin, joissa on päätetty haluttavan tietoa juuri tietyistä asioista, eikä haastateltaville haluta tai ole tarpeellista antaa kovin suuria vapauksia haastattelutilanteessa (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006). Haastattelun etuna ovat monipuoliset vastaukset, joita voidaan selventää ja syventää tarvittaessa. Haastateltavat on mahdollista tavoittaa myös jälkikäteen, jos halutaan esimerkiksi täydentää aineistoa. Menetelmänä haastattelu on aikaa vievä, ja edellyttää huolellista perehtymistä tutkijalta haastattelun suunnitteluun ja toteutukseen. Haastattelu sisältää myös monia virhelähteitä liittyen tutkijaan, haastateltavaan ja kokonaisuuteen. Haastattelun luotettavuutta heikentää haastateltavien sosiaalisesti suotavat vastaukset. Lisäksi haastateltava voi antaa tietoa aiheista haastattelukysymysten ulkopuolelta. Tuloksia luodessa

pitää ottaa huomioon, että haastatteluaineisto on konteksti- ja tilannesidonnaista, jolloin tuloksia ei voi yleistää suuremmin. (Hirsjärvi ym. 2016, 204- 207.)

Teoreettisessa viitekehyksessä kuvataan tutkimuksen keskeisiä käsitteitä ja niiden välisiä suhteita (Tuomi & Sarajärvi 2018, 24). Opinnäytetyössä käytetään lähteinä tieteellisiä julkaisuja, verkkosivustoja, alan kirjallisuutta ja henkilökohtaisia tiedonantoja. Tietoa haetaan suomen ja englannin kielellä. Tiedonhaussa käytetään hakusanoina muun muassa ”tuotetieto”, ”suunnitteluprosessi” ja ”laivasuunnittelu” sekä näiden yhdistelmiä suomen ja englannin kielellä. Aikarajausta tiedonhauille ei tehty. Tämä johtuu rajallisesta tiedon määrästä sekä tiedon pysymisestä muuttumattomana, jolloin se on edelleen ajankohtaista. Hyvänä esimerkkinä tästä on laivasuunnitteluspiraali, jonka pohja on pysynyt muuttumattomana jo 1950-luvulta lähtien (Ship Technology 2023).

5.2 Aineiston hankinta

Aineiston hankinta aloitettiin loppusyksystä 2023 lähettämällä Microsoft Teamsissa potentiaalisille haastateltaville infokirje (Liite 1), jossa kerrottiin opinnäytetyöstä ja sitä varten toteutettavista haastatteluista. Potentiaalisia haastateltavia kartoitettiin yhdessä opinnäytetyön ohjaajan kanssa. Haastatteluun osallistumisen kriteerinä oli työkokemus suunnittelutyöstä. Lisäksi haastateltavat pyrittiin valitsemaan eri osastoilta niin, että saatiin näkökulmaa eri osaamisalueiden ammattilaisilta. Tavoitteena oli haastatella seitsemää (n=7) henkilöä, mikä täyttyi. Haastateltavaksi suostuneet henkilöt sopivat haastatteluajankohdan Microsoft Teamsin kautta opinnäytetyön tekijän kanssa. Suostumus haastatteluun annettiin ilmoittautumalla haastateltavaksi. Haastattelut toteutettiin loppuvuonna 2023. Haastatteluja suoritettiin sekä kasvotusten että etäyhteyden välityksellä haastateltavien toiveiden mukaan. Haastattelut nauhoitettiin matkapuhelimella tai Microsoft Teamsin tallennustoiminnolla. Nauhoittamisen avulla pystyttiin jälkikäteen palaamaan haastatteluun, ja tieto pysyi muuttumattomana koko aineiston analysoinnin ajan.

Haastatteluun varattiin aikaa yksi tunti. Ennen haastattelun alkua kerrottiin tietoa haastattelun kulusta sekä tulosten käsittelystä. Valmiin opinnäytetyön tuloksista ei voi tunnistaa haastateltuja henkilöitä. Haastattelut toteutettiin puolistrukturoituna haastatteluna, jossa kysymykset esitetään kaikille lähes samassa järjestyksessä. Haastatteluista saatu materiaali litteroitiin eli kirjoitettiin puhtaaksi sanasta sanaan aineiston tarkempaa analysointia varten.

5.3 Aineiston analysointi

Tässä opinnäytetyössä aineisto analysoitiin sisällönanalyysillä. Sisällönanalyysi perustuu tulkintaan ja päättelyyn, jossa edetään empiirisestä aineistosta käsitteellisempää näkemystä kohti. Sisällönanalyysin tavoitteena on luoda aineistosta teoreettinen kokonaisuus tiivistetyssä ja yleisessä muodossa. Aineistolähtöinen sisällönanalyysi on kolmivaiheinen prosessi, jossa aineisto ohjaa analyysin tekoa. Siihen kuuluvat pelkistäminen eli redusointi, kluestrointi eli ryhmittely ja abstrahointi eli teoreettisten käsitteiden luominen. Tässä opinnäytetyössä redusoinnissa analysoitava aineisto on litteroidut haastattelut, joista etsitään tutkimuskysymyksiin vastaavia ilmaisuja. Redusointiin kuuluu myös epäolennaisen tiedon karsiminen pois. Kluestroinnissa aineistosta etsitään samankaltaisuuksia ja/tai eroavaisuuksia kuvaavia ilmaisuja, jotka ryhmitellään ja kootaan luokiksi, joista muodostuvat alaluokat. Kluestroinnin tarkoituksena on luoda pohja tutkimuksen perusrakenteelle sekä alustavia vastauksia tutkimuskysymyksiin. Alaluokkia yhdistelemällä luodaan yläluokkia sekä pääluokka. Abstrahoinnissa erotetaan tutkimuksen kannalta oleellinen tieto ja muodostetaan valikoidusta aineistosta teoreettisia käsitteitä. Käsitteitä yhdistelemällä saadaan lopulta vastaus tutkimuskysymyksiin. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 122-127.)

Aineiston analysointi aloitettiin etsimällä tutkimuskysymyksiin vastaavia ilmaisuja litteroiduista haastatteluista värikoodeja käyttäen. Tämä toistettiin useita kertoja, jolloin saatiin karsittua epäolennainen tieto pois. Jäljelle jäivät ilmaisut, jotka vastasivat tutkimuskysymyksiin sekä muu esiin tullut oleellinen tieto. Seuraavaksi ilmaisuista etsittiin yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia, joiden

avulla pystyttiin luomaan tutkimuskysymysten alle alaluokkia. Aineistosta esiin tulleet ilmaukset pelkistettiin, jonka jälkeen ne luokiteltiin alaotsikoiden alle taulukkomuotoon. Alaluokkia yhdistelemällä muodostettiin yläluokat sekä pääluokka. Lopuksi muodostettiin tutkimuksen kannalta oleellisesta tiedosta teoreettisia käsitteitä, joiden avulla pystyttiin vastaamaan tutkimuskysymyksiin. Taulukossa 2 on esitetty toisesta tutkimuskysymyksestä tiivistetty analyysirunko. Tässä opinnäytetyössä on kolme tutkimuskysymystä, ja analyysirunko on tehty erikseen jokaisesta tutkimuskysymyksestä.

Taulukko 2. Tiivistetty analyysirunko.

Esimerkki pelkistetyistä ilmauksesta	Alaluokka	Yläluokka	Pääluokka
Huoltoluokku	Tilavaraus	Suunnitteluvaihe	Luoksepäästävyysvaatimuksia
Haalausreitti			
Miesaukko			
Evakuointi	Turvallisuus		
Poistumisreitit			
Sähkölaitteiden varoetäisyydet			
Määräykset ja säännöt			
Tarkistaminen	Runko	Tuotantovaihe	
Hitsaus			
Pintakäsittely			
Hionta			
Huolto	Elinkaariajattelu	Operointivaihe	
Vaihto			
Korjaus			

6 Opinnäytetyön tulokset

Tässä kappaleessa esitellään haastattelujen tulokset. Haastatelluista, suunnittelutehtävissä työskentelevistä henkilöistä käytetään nimitystä asiantuntija.

6.1 Tuotetieto suunnittelutyössä

Kun laivaan tarvitaan komponentti tai laite, pyydetään tarjouksia eri laitetoimittajilta. Kahden asiantuntijan mukaan tarjousvaiheessa ensimmäisenä saatava tuotetieto komponentista tai laitteesta on usein esitteen muodossa. Esite sisältää perustietoja tuotteesta, kuten nimen, mallin ja valmistajan. Usein myös tuotteen päämitat ja paino on ilmoitettu. Laitetoimittajan toimittamat tuotetiedot eivät sisällä aina relevanttia tietoa, ja tarjousvaiheessa suunnittelija voi joutua pyytämään tarkempaa teknistä erittelyä tai etsimään tietoa laitetoimittajan nettisivuilta. Yhden asiantuntijan mukaan tuotetiedot voivat olla kattavat, jos kyseessä on standardituote, mutta uniikkien tuotteiden kohdalla tiedot voivat olla aluksi puutteelliset, koska ne suunnitellaan spesifiä käyttöympäristöä ja projektia varten. Tuotetieto muuttuu prosessin edetessä tarkemmaksi ja teknisen tiedon määrä lisääntyy.

Komponenttien ja laitteiden mitat voidaan esittää CAD-piirustuksissa tai PDF-tiedostoissa, ja niiden pohjalta tuotteesta tehdään tilavaraus malliin. Jos tuotetiedot eivät sisällä CAD-piirustuksia, suunnittelija mallintaa ne itse tilavaruksen luomiseksi. Asiantuntijoiden mukaan on tyypillistä, että tarjousvaiheessa saatavat mitat kuvaavat tilavarausta, ja itse tuotteen mitat ilmoitetaan myöhemmin. Tilavaraus näyttäytyy mallissa laatikkona tai kuutiona riippuen siitä, onko kyse 2D- vai 3D-mallista. Huomioimalla järjestelmäkuvat sekä luokituslaitoksen säännöt saadaan kokonais käsitys suunnitteilla olevasta tilasta.

6.1.1 Tuotetieto eri osastojen näkökulmasta

Runkoasiantuntijan mukaan tuotteen paino vaikuttaa laivan painopisteeseen ja mahdollisesti tarvittaviin tukirakenteisiin. Kaikki komponentit ja laitteet kiinnitetään runkoon joko hitsaamalla tai polttamalla, joten perusratkaisujen tulee olla tiedossa. Kaikista laitteista täytyy tarkistaa paino, sijainti, voimat tai värähtelyherätteet ja ”footprint” eli alue, johon laite tulee, ennen kuin ne kiinnitetään tai asennetaan laivaan. Luokituslaitos tarkistaa vielä erikseen painavampien laitteiden sijainnin.

Sähkölaitteille jännite, sähkövirta ja vaaditut liitännät ovat oleellista tuotetietoa suunnittelun kannalta. Laitteen vaatimat liitännät määrittelevät esimerkiksi kaapelien ja putkien reitityksiä. Sähkösuunnittelua ohjaavat lisäksi viranomaisien määräykset sekä luokituslaitosten säännöt. Säännöt asettavat vaatimuksia esimerkiksi varoetäisyyksille vikatilanteissa.

6.1.2 Tuotetiedon merkitys elinkaaren aikana

Asennus-, kokoonpano- ja haalausohjeet antavat tietoa tuotteen vaatimasta tilavarauksesta ja luoksepäästäväydestä niin suunnittelu-, tuotanto- kuin operointivaiheessakin. Asiantuntijoiden mukaan tuotetietojen kattavuudessa esiintyy paljon eroja siinä, sisältävätkö ne tuotteen huolto- ja poistosuunnitelman vai eivät. Suunnitteluvaiheessa on tärkeää ottaa huomioon tuotteen elinkaari, jotta operointi sujuu mahdollisimman vaivattomasti. Yhden asiantuntijan mukaan tuotteen elinkaaren loppupäätä tulee harvemmin huomioitua suunnitteluprosessin aikana, ja siihen pitäisi kiinnittää enemmän huomiota.

Kaikki laitteet eivät vaadi huoltoa elinkaarensa aikana. Tällöin voi olla mahdollisuus sijoittaa laite niin, että se jää kokonaan piiloon seinän taakse ja luoksepäästävyys estyy. Siltä varalta, että laitteeseen pitää päästä joskus käsiksi, kanteen tai laipioon jätetään varaus, josta seinän voi tarvittaessa

purkaa. Tällaisen niin sanotun ”soft spot” kohdan läpi ei reititetä kaapeliratoja tai isoja kanavia.

6.1.3 Tuotetiedon hallinta suunnitteluprosessin aikana

Kuten aiemmin mainittiin, tuotetieto lisääntyy ja tarkentuu suunnitteluprosessin aikana. Asiantuntijoiden mukaan on melko yleistä, että tuotetieto ei ole ajantasaista. Työn tekeminen vanhentuneilla tiedoilla kasvattaa virheiden mahdollisuutta ja lisää suunnittelukierrosten määrää. Yksi asiantuntija mainitsi, että aikaa kuluu siihen, kun selvitetään, onko tieto ajantasaista vai ei.

Haasteena on asiantuntijoiden mukaan epäselvyys siitä, kenen vastuulla on ylläpitää tiedonhallintajärjestelmiä ja jakaa tietoa sitä tarvitseville. Aina ei ole myöskään tiedossa, ketkä kaikki kyseistä tietoa tarvitsevat. Yksi 3D-mallin tarkoituksista on kerätä ajantasainen tieto yhteen paikkaan kaikkien saataville.

6.2 Luoksepäästävyysvaatimukset

Asiantuntijoiden mukaan luoksepäästävyysvaatimukset koskevat komponentteja ja laitteita, laivan runkoa sekä liittyvät lisäksi tiiviisti tilavarauksiin ja turvallisuustekijöihin. Laitetoimittajien lisäksi luoksepäästävyysvaatimusten liittyviä vaatimuksia antavat eri viranomaistahot ja luokituslaitokset. Komponenttien ja laitteiden luoksepäästävyysvaatimukset liittyvät säännölliseen huoltotarpeeseen tai vaihdettaviin osiin. Venttiili on hyvä esimerkki komponentista, joka vaatii luoksepäästävyysvaatimusten sen avaamiseksi ja sulkemiseksi. Vaihdettavia osia laitteissa ovat esimerkiksi ulosvedettävät suodattimet ja filterit sekä sulakkeet. Kaikki komponentit ja laitteet vaativat jonkinlaisen suunnitelman luoksepäästävyysvaatimuksesta, koska ne voivat esimerkiksi rikkoutua. Luoksepäästävyysvaatimus voidaan ilmoittaa tuotteen CAD-piirustuksissa, PDF-tiedostoissa, käyttöohjeissa tai asennusohjeissa.

6.2.1 Luoksepäästävyysvaatimukset eri osastojen näkökulmasta

Laivan runkoa koskevat erilliset luoksepäästävyysvaatimukset. Runko-osaston asiantuntijan mukaan runko pitää pystyä hitsaamaan, tarkastamaan, hiomaan ja pintakäsittelemään tuotantovaiheessa. Luoksepäästävyuden saavuttamista helpottaa se, että lohkot, joista runko muodostuu, voidaan rakentaa myös ylösalaisin, jolloin niiden tarkistaminen on huomattavasti helpompaa. Koska kaikki komponentit ja laitteet kiinnitetään runkoon, täytyy huomioida riittävä luoksepäästävyys niiden kiinnityksen suorittamiseksi. Myös järjestyksellä, jolla komponentit ja laitteet tuodaan laivaan ja kiinnitetään on merkitystä, jotta ne eivät estä luoksepäästävyyttä toistensa luota. Laiva telakoidaan pääsääntöisesti viiden vuoden välein, ja silloin runkoon suoritetaan tarkastuksia ja huoltotoimenpiteitä.

Sen lisäksi, että tilavarausta käytetään varaamaan tarvittava alue tietylle laitteelle, se voi rajata alueen, joka on jätettävä tyhjäksi, eli tällöin tilavaraus vaatii luoksepäästävyuden. Sisustusosaston asiantuntijan näkökulmasta tilavarauksia voidaan käyttää esimerkiksi varaamaan tila sisustuselementille tai muodostamaan alue, jolle ei saa tulla huoltoluukkuja. Sisustuselementtejä ei voi kuitenkaan aina viedä riittävällä tarkkuudella malliin, jotta siitä olisi hyötyä. Koskemattomaksi jätettäviä alueita voivat olla esimerkiksi katot, seinät ja lattiat, joissa on koristuksia, kuten seinämaalauksia tai peilipintoja. Tilavarausta suunniteltaessa on oleellista huomioida, että se kattaa kaiken tarvittavan. Esimerkiksi seinän tilavarauksessa pelkkä seinäpinnan kattava tilavaraus ei riitä, vaan tilaa on jätettävä myös eristeille ja putkille. Jos malli suunnitellaan liian ahtaaksi, se aiheuttaa uudelleenjärjestelyä.

Viranomaisten määräykset ja luokituslaitosten säännöt säätelevät erityisesti sähkölaitteiden luoksepäästävyyttä. Monet sähkölaitteet tarvitsevat luoksepäästävyuden mutta luoksepäästävyyttä voidaan myös rajata. Sähkölaitteille tyypillinen luoksepäästävyyttä rajoittava tekijä on varoetäisyys, jonka tarkoituksena on rajoittaa pääsyä laitteelle. Laivassa on vaarallisia alueita, "hazardous areas", joihin voi kerääntyä helposti syttyviä seoksia, kuten kaasua

tai höyryä. Näiden alueiden kohdalla arvioidaan erikseen, mitä laitteita alueelle voidaan laittaa, onko huoltotoimenpiteiden suorittaminen turvallista ja onko alueella liikkuminen ylipäättään turvallista henkilökunnalle. Jos alue täytyy jättää tyhjäksi, siihen suunnitellaan tilavaraus. Sähkösuunnittelijoiden tavoitteena on mahdollistaa luoksepäästävyys huoltoa vaativien laitteiden luokse turvallisesti.

Luoksepäästävyysvaatimus koskee myös poistumisreittejä ja portaikkoja, joihin tulee olla vaivaton pääsy. Tarkoituksena on mahdollistaa sujuva evakuointi hätätilanteessa. Tämä edellyttää turvallisia kulkureittejä ja työoloja sekä riittävän suuria asennus- ja huoltotiloja. Turvallisuuteen liittyvät vaatimukset on määritelty tarkasti merenkulkualan määräyksissä ja säännöissä, kuten IMO:n konventioissa.

6.2.2 Luoksepäästävyysvaatimusten toteutus

Luoksepäästävyysvaatimus voidaan toteuttaa esimerkiksi huoltoluukulla, miesaukolla tai haalausreitillä. Huoltoluukku sopii hyvin komponenttien kanssa, jotka vaativat pieniä toimenpiteitä, kuten venttiilin avaaminen ja sulkeminen tai painemittarin lukeman lukeminen. Miesaukkoja käytetään esimerkiksi tankkien luoksepäästävyysvaatimusten täyttämiseksi. Haalausreitti sopii painavammille ja suuremmille laitteille, ja sitä pitkin laite voidaan siirtää omalle paikalleen ja poistaa siitä katossa olevia kiskoja pitkin. Laitteiden yläpuolelle asennetaan nostokorvat, joista nostotaljat ripustetaan ja kiinnitetään laitteeseen siirtoa valmisteltaessa. Lisäksi tulee valmistaa, että laitteen mahtuu laskemaan sille varattuun huoltotilaan oman paikan ulkopuolella, jos huolto suoritetaan laivassa.

6.2.3 Luoksepäästävyysvaatimusten huomiointi suunnittelutyössä

Kuten aiemmin mainittiin, luoksepäästävyysvaatimuksia esittävät laitetoimittajien lisäksi myös muut tahot, kuten viranomaiset ja luokituslaitokset. Yksi asiantuntija kertoi, että joskus dokumenteissa on epäselviä merkintöjä luoksepäästävyysvaatimusten liittyen. Tällöin on selvítettävä taho, jonka vaatimuksia

noudatetaan ensisijaisesti. Jos luoksepäästävyysvaatimuksia ei ole ilmoitettu, suunnittelija arvioi laitteen tarvitseman tilavarauksen itse. Tällöin riskinä on ylitäi alimitoitus. Suunnittelijan on oleellista tietää, voiko tuotteen asennus- ja huoltotilan jakaa toisen laitteen kanssa. Tämä säästää tilaa laivan ahtaissa olosuhteissa.

Se, kuinka tarkasti komponenttien ja laitteiden luoksepäästävyys pitää merkitä malliin, on projektikohtaista. Yhden asiantuntijan mukaan minimiin karsittu merkintätapa jättää enemmän tilaa oletuksille, mikä voi lisätä virheiden määrää ja aiheuttaa lisätyötä. Haastatteluissa kävi ilmi, että asiantuntijat olettavat toistensa tietävän muiden osastojen toiminnasta enemmän kuin todellisuudessa tietävät. Näin ollen yksityiskohtaisempi merkintätapa helpottaisi erityisesti osastojen välistä yhteistyötä. Mallissa ei voi esittää kaikkia yksityiskohtia täydellisesti, mutta esimerkiksi tilavarausten tulee kattaa tarvittava tila ja huomioida myös laitteesta ulostulevat osat.

6.3 Tuotetiedon ja luoksepäästävyysvaatimusten vaikutus suunnittelutyöhön

Hyvät tuotetiedot ja luoksepäästävyysvaatimukset helpottavat ja nopeuttavat suunnittelutyötä, vähentävät suunnittelukierrosten määrää ja tekevät työstä kustannustehokasta. Ennakoitavuus ja toteutettavuus parantuvat hyvillä lähtötiedoilla, ja ne takaavat myöhemmin helpomman asennus- ja huoltotyön. Tilan suunnittelua helpottavat realistiset tilavaraukset mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Yksi asiantuntija huomautti, että samantyyppiset vaatimukset tiettyjen komponenttien ja laitteiden kohdalla toistuvat, joten kokemuksen karttuessa tilavarausten arviointi helpottuu. Myös 3D-mallia voidaan hyödyntää arvioimalla, miten komponentti tai laite sopii nykyiseen suunnitelmaan ennen sen hankkimista. Hyvät lähtötiedot helpottavat myös osastojen välistä yhteistyötä, kun komponenttien tai laitteiden vaatimukset pystytään esittämään mahdollisimman tarkasti muille osapuolille.

Asiantuntijat kertoivat puutteellisten tuotetietojen ja luoksepäästävyysvaatimusten aiheuttavan lisätyötä ja -kustannuksia sekä

aikatauluhaasteita. Yksi asiantuntija kertoi, että riittämättömistä lähtötiedoista johtuen tuotteen vaatiman tilavarauksen voi joutua arvaamaan, ja pahimmassa tapauksessa asennus- ja huoltotilojen huomiointi unohtuu kokonaan. Tilojen uudelleenjärjestely aiheuttaa lisätyötä lähtötietojen muuttuessa. Tilan ylimitoitus saattaa viedä arvokasta tilaa muilta laitteilta ja alimitoituksen seurauksena laite ei mahdu tilaan ollenkaan. Suunnittelukierrosten lisääntyessä jatkuvat muutokset kasvattavat virheiden mahdollisuutta. Pahimmillaan virheet jäävät huomaamatta suunnitteluvaiheessa ja aiheuttavat myöhemmin tuotannolle purku- ja korjaustöitä laivassa. Ulkopuolisten tarkastajien avulla voidaan pienentää riskiä, että virheet jäisivät huomaamatta. Puutteelliset lähtötiedot vaikuttavat laitteen koko elinkaaren ajan, ja voivat estää esimerkiksi huoltotoimenpiteet tai turvallisen laitteen käsittelyn.

Asiantuntijat kokivat, että tuotetietojen ja luoksepäästävyysvaatimusten ollessa puutteelliset jokaisella on vastuu puuttua asiaan ja ottaa asiasta selvää kysymällä esimerkiksi systeemivastaavalta tai laitetoimittajalta lisätietoja. Tärkeää on saattaa ongelma kaikkien asianosaisten tietoon. Haasteena on kuitenkin se, ettei tiedetä, kuka tarvitsee mitään tietoa. Osastojen välistä ristiin toimivaa tarkaistustapaa käytetään asiantuntijoiden mukaan tukemaan osastojen välistä yhteistyötä. Siinä eri osastojen kokeneet työntekijät ja systeemivastaavat katsovat toisten osastojen tekemiä dokumentteja ja kommentoivat niitä omalta osaltaan. Lisäksi hyvä tiedonhallintajärjestelmä helpottaa tiedonkulkua ja kommunikaatiota eri osastojen välillä. On tärkeää, että järjestelmään jää jälki, kun muutoksia tehdään. Näin muutoksen tekijä pystytään tavoittamaan myös jälkikäteen tarvittaessa.

Kun laitetoimittajan toimittamat tiedot, tekninen erittely ja vaatimukset sekä mahdollinen luokitus ja säännöt täsmäävät, luoksepäästävyys on huomioitu suunnittelun puolesta niin hyvin kuin mahdollista. Telakka ja luokituslaitos hyväksyvät valmiin kokonaisuuden.

7 Pohdinta

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella komponenttien ja laitteiden erilaisia luoksepäästävyysvaatimuksia, jotka vaikuttavat suunnittelutyöhön liittyen laivasuunnitteluun ja -mallinnukseen. Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda työkalu luoksepäästävyuden tarpeen tunnistamiseen, ja näin vähentää lisätyön sekä -kustannusten määrää. Lisäksi tavoitteena oli kehittää ja selkeyttää suunnitteluprosessia. Haastatteluista saatujen tulosten pohjalta pystyttiin vastaamaan tutkimuskysymyksiin ja luomaan tarkistuslista suunnittelutyön tueksi. Haastatteluaineiston perusteella hyvät tuotetiedot ovat tehokkaan suunnittelutyön perusta.

Opinnäytetyön tulosten mukaan hyvät tuotetiedot helpottavat ja nopeuttavat suunnittelutyötä, vähentävät lisätyön määrää ja parantavat kustannustehokkuutta. Haasteita näiden tekijöiden saavuttamiselle luovat ongelmat tuotetiedon saatavuudessa ja ajantasaisuudessa. Tuotetietojen saatavuus on suurelta osin riippuvaista laitetoimittajista. Laitetoimittajien välillä on suuria eroja, ja saatavilla olevien tuotetietojen laajuus riippuu monesta tekijästä. Yhtenä tekijänä vaikuttaa se, onko kyseessä standardi- vai uniikki tuote. Uniikin tuotteen kohdalla hankintaa tukevan suunnitteluaineiston tulee olla tarpeeksi kattava, jotta laitetoimittaja voi suunnitella tuotteen.

Suunnitteluaineiston kattavuus vaikuttaa siten laitetoimittajalta saatavan tuotetiedon ajantasaisuuteen. Toisena tekijänä laitetoimittajat eivät halua luovuttaa tietoa suotta, ja tieto tarkentuu usein vasta kaupanteon jälkeen. Tästä voi päätellä, että mitä nopeammin päätös laitehankinnasta tehdään, sitä nopeammin tuotetiedot tarkentuvat ja suunnittelutyön tarkkuus parantuu. Ship Technologyn artikkelin (2023) mukaan ajantasaisen tiedon saatavuus tehostaa yhteistyötä eri sidosryhmien välillä ja sitä kautta parantaa päätöksentekoa ja projektin koordinoitua sekä virtaviivaistaa hyväksymisprosesseja. On siis etu sekä suunnittelutoimistolle että laitetoimittajalle, että tieto siirtyy ajantasaisesti hankintaprosessin aikana. Tämä vähentää myös lisätyön määrää, kun

selvitystyötä on vähemmän. Ajantasaisen tiedon saatavuus on edellytys tehokkaalle suunnittelutyölle.

Opinnäytetyön tuloksista kävi ilmi, että sisäisessä tiedonkulussa suurin haaste on se, ettei tiedetä, kuka tarvitsee mitään tietoa. Ongelma liittyy erityisesti tiedonkulkuun eri osastojen välillä, kun alkuperäisiin tietoihin tulee muutoksia. Kuten taulukosta 1 nähdään, toimiva tuotetiedon hallinta varmistaa ajantasaisen ja oikean tiedon saatavuuden sitä tarvitseville. Kun työ on projektimuotoista, toimintatavat ja -järjestelmät muuttuvat projektien luonteen ja asiakkaan toiveiden mukaan. Tämä luo monenlaisia haasteita, kun yritetään luoda ja kehittää toimivampia toimintatapoja. Yksi aiheuttaja tietämättömyyteen muiden osastojen työstä ja siihen tarvittavista tiedoista voi olla etätyöhön siirtyminen ja sitä myötä vähentyneet sosiaaliset kontaktit työpaikalla. Vuorelan ym. (2022) mukaan etätyön kasvaneen suosion myötä hiljaisen tiedon siirtyminen on vähentynyt. Tämä on merkittävää erityisesti uransa alussa olevien suunnittelijoiden kehityksen kannalta. Etätyö voi lisätä myös kapeakatseisuutta oman työn ympärille. Tuloksissa esiin tullut ristiin toimiva tarkistustapa tukee tiedonkulkua osastojen välillä sekä avarakatseisuutta oman työn ulkopuolelle. Ristiin toimivan tarkistustavan lisääminen ja kehittäminen voisi auttaa sisäisen tiedonkulun haasteissa. Hyvien tuotetiedon hallintamenetelmien avulla tiedonkulusta saadaan mahdollisimman tehokasta ja toimivaa.

Opinnäytetyön tuloksista kävi ilmi, että jos luoksepäästävyysvaatimuksia ei ole ilmoitettu, suunnittelija arvioi itse laitteen vaatiman tilavarauksen. Tästä voi päätellä, että käytännön työkokemuksesta ja teknisten laitetietojen hallitsemisesta on hyötyä suunnittelutyössä. Nämä auttavat muun muassa tilan hahmottamisessa ja käytännön olosuhteiden huomioimisessa. Lisäksi suunnittelussa käytettävillä työkaluilla on merkitystä. Yhden asiantuntijan mukaan hyvä tapa tilan hahmottamiseksi on rajata tila mittanauhan avulla ja kokeilla, mahtuuko tilassa menemään itse esimerkiksi kyykkyy. Näin voi varmistaa huoltotilojen riittävyyden. Käytännön työkokemus sekä yllä kuvattu fyysisen tilan havainnointi erilaisilla apuvälineillä voivat vähentää yli- ja alimitoitusta ja parantaa siten suunnittelutyön tarkkuutta.

Tulosten pohjalta voi päätellä, että elinkaariajatteluun tulee kiinnittää entistä enemmän huomiota suunnittelutyössä. Kuten yksi asiantuntija mainitsi, elinkaaren loppupäätä tulee mietittyä harvemmin. Se voi johtua suunnittelutyön sijoittumisesta laivan elinkaaren alkupäähän. Tulosten mukaan kestävä suunnittelu huomioi komponentin tai laitteen huolto- ja poistosuunnitelman. Jos nämä jätetään huomiotta, huoltotoimet voivat estyä tai laitteen turvallinen käsittely vaarantua. Pitkällä aikavälillä kestävä suunnittelu säästää ympäristöä ja rahaa. Aikaa kestävät ja ympäristöä huomioivat ratkaisut, jotka vähentävät kulutusta voivat tuoda imagohyötyä yritykselle.

Haastattelujen aikana kävi ilmi, että eri osastojen asiantuntijoiden kokemukset opinnäytetyön aiheesta erosivat toisistaan yllättävän paljon. Tuloksiin vaikuttivat vastaajien työtehtävät sekä kokemusvuodet. Suurin ero näkyi siinä, kuinka avarakatseisesti muiden osastojen työhön suhtauduttiin. Toiset keskittyivät tiiviisti omaan työhönsä, kun taas toiset huomioivat laajempia kokonaisuuksia. Koska laivassa on samassa tilassa useiden eri osastojen komponentteja, laitteita ja suunnittelutyön ratkaisuja, tietämys muiden osastojen työstä on eduksi. Osastokohtaisista eroista huolimatta kaikkia suunnittelijoita velvoittavat eri viranomaistahojen määräykset ja luokituslaitosten säännöt.

Opinnäytetyössä nousi esille asioita, joihin edelleen panostamalla voidaan parantaa suunnittelutyötä liittyen tuotetietoon ja luoksepäästävyteen. Näitä ovat toimiva tuotetiedon hallintajärjestelmä, osastojen välinen yhteistyö, yhteisesti sovitut toimintatavat ja käytännön työkokemus.

7.1 Tarkistuslista

Opinnäytetyön tulosten pohjalta koottu tarkistuslista (Liite 2) luotiin opinnäytetyön tuloksissa ilmenneiden ongelmien ratkaisemiseksi sekä luoksepäästävyden huomioimisen tukemiseksi. Tarkistuslistan avulla voi varmistaa tuotetietojen riittävyyden, komponentin tai laitteen sopivuuden sille suunniteltuun tilaan sekä muiden vaikuttavien tekijöiden huomioon ottamisen.

Tarkistuslista auttaa huomioimaan koko tilan yksittäisen komponentin tai laitteen sijaan.

Tarkistuslista sisältää yksitoista pääkohtaa ja kahdeksan alakohtaa. Kohdat voi käydä läpi järjestyksessä tai ne voi merkitä suoritetuksi siinä järjestyksessä, kun ne tulevat tehdyksi. Kaikki kohdat eivät koske kaikkia komponentteja ja laitteita, ja siinä tapauksessa kohdan voi ohittaa.

Tarkistuslistaa voivat hyödyntää muun muassa suunnittelijat ja laitetoimittajat. Suunnittelijat voivat käyttää tarkistuslistaa oman työnsä tukena varmistaen, että luoksepäästävyys on huomioitu. Komponentin tai laitteen hankintaprosessin aikana tarkistuslistaa voi hyödyntää toimittamalla sen laitetoimittajalle.

Laitetoimittaja saa tarkistuslistan avulla tiedon, mitä kaikkea tietoa suunnittelija tarvitsee luoksepäästävyuden huomioimiseksi ja voi omalta osaltaan tarkistaa, että luoksepäästävyuden huomioimiseen vaaditut tiedot on ilmoitettu. Tämä menettelytapa voisi vähentää lisätyötä hillitsemällä selvitystyön määrää.

7.2 Johtopäätökset ja jatkotutkimusaiheet

Opinnäytetyön tulosten perusteella luoksepäästävyystarpeen ilmoittaminen 3D-mallissa mahdollisimman selkeästi ja tarkasti helpottaa suunnittelijoiden työtä. Tämän perusteella konkreettinen työkalu 3D-mallissa voisi olla luoksepäästävyystägi, joka sisältäisi luoksepäästävyuden huomioimiseen vaadittavat tuotetiedot. Tägin voisi lisätä komponentteihin, laitteisiin tai tilavarauksiin, joita koskee luoksepäästävyysvaatimus. Tägin voisi laittaa asetuksista aktiiviseksi, jolloin esimerkiksi yhteen tilaan merkityt luoksepäästävyystägit näkyisivät tietyn värisenä. Tämä helpottaisi hahmottamaan todellista vapaata tilaa mallissa tietyssä huoneessa sekä auttaisi kiinnittämään huomiota muiden osastojen komponenttien tai laitteiden luoksepäästävyysvaatimukseen. Koska tägin näkyvyyden voisi laittaa myös pois päältä, se ei toisi malliin ylimääräisiä, kuvaa sekavoittavia elementtejä. Luoksepäästävyysvaatimusten perusteella tägejä voisi jakaa myös erilaisiin

ryhmiin. Esimerkiksi värikoodeilla merkityt ryhmät antaisivat tietoa jo lyhyellä vilkaisulla tuotteen luoksepäästävyysvaatimuksista.

Opinnäytetyön tulokset tarjoavat materiaalia opinnäytetyön tilaajalle tuotetiedon hyödyntämisestä suunnittelutyössä komponenttien ja laitteiden luoksepäästävyden näkökulmasta. Opinnäytetyön tulokset ovat yleistettävissä yritys X:n sisällä projekteihin, joihin liittyy komponentti- ja laitehankintoja sekä suunnittelutyötä. Tuloksia voi hyödyntää käyttämällä opinnäytetyön tulosten pohjalta luotua tarkistuslistaa suunnittelutyön tukena. Lisäksi tuloksia voi hyödyntää yritys X:n toiminnan kehittämiseen.

Lähteet

Adeona 2023. Mitä on tuotetiedonhallinta. Viitattu 20.10.2023.

<https://adeona.com/mita-on-tuotetiedonhallinta/>.

Alanko, J. 2011. Laivan yleissuunnittelu. 3. painos. Turku: Mediaprint Oy.

Amend, A. 2021. Product data management (PDM). XPLM. Viitattu 2.11.2023.

<https://www.xplm.com/news/technology-innovation/what-is-product-data-management/>.

Amplifi 2023. What is product information. Viitattu 20.10.2023.

<https://amplifiuk.com/glossary/product-information>.

Andrade, S.; Monteiro, T. & Gaspar, H. 2015. Product life-cycle management in ship design: From concept to decommission in a virtual environment. Viitattu 23.11.2023.

https://www.scs-europe.net/dlib/2015/ecms2015acceptedpapers/0178-svt_ECMS2015_0088.pdf.

Ang, J. & Goh, C. 2015. Hull form design optimisation for improved efficiency and hydrodynamic performance of 'ship-shaped' offshore vessels. Research Gate. Vaatii kirjautumisen palveluun. Viitattu 30.10.2023.

https://www.researchgate.net/publication/282366386_Hull_Form_Design_Optimisation_for_Improved_Efficiency_and_Hydrodynamic_Performance_of_%27Ship-Shaped%27_Offshore_Vessels.

Ang, J.; Goh, C. & Li, Y. 2018. Smart design of hull forms through hybrid evolutionary algorithm and morphing approach. Research Gate. Vaatii kirjautumisen palveluun. Viitattu 23.11.2023.

https://www.researchgate.net/publication/325894739_Smart_Design_of_Hull_Forms_Through_Hybrid_Evolutionary_Algorithm_and_Morphing_Approach.

Arena 2023. What is PLM. Viitattu 4.12.2023.

<https://www.arenasolutions.com/what-is-plm/>.

CFI 2023. Product life cycle. Viitattu 2.11.2023.

<https://corporatefinanceinstitute.com/resources/management/product-life-cycle/>.

Discover Design 2023. What is the design process, why is it helpful. Viitattu 23.10.2023. <https://discoverdesign.org/handbook>.

Garcia Agis, J.; Brett, P. & Erikstad, S. 2020. How uncertainty influences decision-making effectiveness in conceptual ship design processes. IOS Press Content Library. Viitattu 4.12.2023. <https://content.iospress.com/articles/international-shipbuilding-progress/isp209003>.

Haiyan, Ma. 2022. How long does it take to build a cruise ship. Cruise Hive. Viitattu 4.12.2023. <https://www.cruisehive.com/how-long-does-it-take-to-build-a-cruise-ship/72148>.

Hakkarainen, A. 2023. Tuotetiedon hallinta: PIM, PLM ja PDM – mitä ne tarkoittavat. Crasman. Viitattu 20.10.2023. <https://www.crasman.fi/blogi/tuotetiedon-hallinta-mita-tarkoittavat-pim-plm-ja-pdm>.

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2008. Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Yliopistopaino.

Hirsjärvi, S.; Remes, P. & Sajavaara, P. 2016. Tutki ja kirjoita. 21. painos. Porvoo: Bookwell Oy.

Holmes, N. 2023. Product information management. Acquia. Viitattu 2.11.2023. <https://www.acquia.com/blog/product-information-management>.

Inameq 2023. Ship design theory. Viitattu 30.10.2023. <https://inameq.com/types-of-ship/ship-design-theory/>.

Indeed 2023. The 7 steps of the engineering design process. Viitattu 20.10.2023. <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/design-process>.

International Maritime Organization (IMO) 2024. Viitattu 17.1.2024. <https://www.imo.org/>.

La Monaca, U.; Bertagna, S.; Marinó, A. & Bucci, V. 2019. Integrated ship design: an innovative methodological approach enabled by new generation computer tools. International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM). Vol. 14, 59-76. Viitattu 25.1.2024. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12008-019-00612-4#citeas>.

- Lee, D.; Nam, S.; Jeong, J. & Shin, J. 2014. Development of a generic-YWBS for engineering integrated management of sailing yacht. Research Gate. Vaatii kirjautumisen palveluun. Viitattu 23.11.2023.
https://www.researchgate.net/publication/263626339_Development_of_a_Generic-YWBS_for_Engineering_Integrated_Management_of_Sailing_Yacht.
- Microsoft 2024. PDF-tiedoston muokkaaminen tai muutosten tekeminen PDF-tiedostoon. Viitattu 16.1.2024. <https://support.microsoft.com/fi-fi/office/pdf-tiedoston-muokkaaminen-tai-muutosten-tekeminen-pdf-tiedostoon-5a316914-6901-470a-9dcd-fe87a51ceed4>.
- Osaava yrittäjä 2021. Tuotekehitys. Viitattu 23.11.2023.
<https://www.osaavayrittaja.fi/yritystoiminnan-kehitt%C3%A4minen/tuotekehitys>.
- Peltonen, H.; Martio, A. & Sulonen, R. 2022. PDM – Tuotetiedon hallinta. 1. painos. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Pimcore 2023. What is product information management (PIM): a beginner's guide. Viitattu 2.11.2023. <https://pimcore.com/en/what-is-pim>.
- PLM Group 2023. PDM – kolme erittäin tärkeää kirjainta. Miksi. Viitattu 14.11.2023. <https://plmgroup.fi/blogi/pdm-kolme-erittain-tarkeaa-kirjainta-miksi/>.
- PTC 2023. CAD software solutions. Viitattu 2.11.2023.
<https://www.ptc.com/en/technologies/cad>.
- Puscasu, A. 2023. Checklist, what is it and why use it. Ape. Viitattu 25.1.2023.
<http://apepm.co.uk/checklist-what-is-it-and-why-use-it/>.
- Räisänen, P. 2000. Laivatekniikka. 2. painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 11.1.2024.
https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_3_3.html.
- Saikkonen, J. 2021. Ota kallisarvoinen tuotetieto hallintaan. Vertex Systems. Viitattu 23.10.2023. <https://vertex.fi/blog/2021/03/19/ota-kallisarvoisen-tuotetieto-hallintaan/>.

Seitamaa-Hakkarainen, P. n.d. Suunnitteluprosessien teoriaa. Aalto University. Viitattu 23.11.2023.

https://mlab.taik.fi/polut/Design/teoria_suunnitteluprosessit.html.

Ship Technology 2023. Multidisciplinary design: How naval architects today are creating the ships of tomorrow. Viitattu 23.10.2023. <https://www.ship-technology.com/sponsored/multidisciplinary-design-how-naval-architects-today-are-creating-the-ships-of-tomorrow/>.

Ship Technology 2023. Product lifecycle management solutions: the productivity silver bullet for modern naval architects. Viitattu 23.11.2023. <https://www.ship-technology.com/sponsored/product-lifecycle-management-solutions-the-productivity-silver-bullet-for-modern-naval-architects/>.

SSI 2023. Managing ship life cycle – prepare for ship’s lifespan. Viitattu 23.11.2023. <https://www.ssi-corporate.com/content/managing-ship-life-cycle-prepare-for-ships-lifespan/#:~:text=The%20average%20lifespan%20of%20a,maintenance%2C%20repair%2C%20and%20refit.>

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

TWI 2023. What is a product life cycle (Definitions, stages and examples). Viitattu 20.10.2023. <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-a-product-life-cycle>.

Vossen, C.; Kleppe, R. & Hjørungnes, S. 2013. Ship design and system integration. Research Gate. Vaatii kirjautumisen palveluun. Viitattu 30.10.2023. https://www.researchgate.net/publication/273026917_Ship_Design_and_System_Integration.

Vuorela, P.; Erkkilä, H. & Kultanen, H. 2022. Tutkimus etätyön vaikutuksista 2023. Elinkeinoelämän keskusliitto. Viitattu 30.1.2024. <https://ek.fi/wp-content/uploads/2023/06/EK-Tutkimus-etatyon-vaikutuksista-2023.pdf>.

Infokirje haastattelu ehdokkaille

Moi!

Teen opinnäytetyötä yritykselle X aiheesta **Tuotetiedon hyödyntäminen laivasuunnittelussa – komponenttien ja laitteiden luoksepäästävyys.**

Opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella komponenttien ja laitteiden erilaisia luoksepäästävyysvaatimuksia, jotka vaikuttavat suunnittelijan työhön liittyen laivasuunnitteluun ja -mallinnukseen. Olen meritekniikan opiskelija Turun ammattikorkeakoulusta.

Etsin haastateltavia, joilla on kokemusta suunnittelutyöstä.

Haastattelukysymykset käsittelevät siis omaa työtäsi aiheen näkökulmasta.

Toteutan haastattelut loppuvuoden 2023 aikana. Haastattelut toteutetaan työajalla haastateltavan valitsemana ajankohtana. Haastatteluun kuluva ajan voi merkitä opinnäytetyöprojektin tunteihin. Haastattelu voidaan toteuttaa joko kasvotusten tai etäyhteyden välityksellä. Haastattelun arvioitu kesto on noin 60 min.

Haastatteluun osallistuminen on vapaaehtoista. Ilmoittamalla halukkuutesi osallistua annat suostumuksesi haastatteluun. Haastattelukysymykset saa luettavaksi hyvissä ajoin ennen haastattelua, jolloin on halutessaan mahdollisuus valmistautua etukäteen. Vastaan mielelläni kysymyksiin.

Voit ilmoittaa halukkuudestasi osallistua haastateltavaksi vastaamalla tähän viestiin.

Ystävällisin terveisin,

Anna Maijala

Tarkistuslista luoksepäästävyyden huomioimisesta suunnittelutyön tueksi

- Komponentin/laitteen luoksepäästävyyden tarve varmistettu
- Teknisten tietojen riittävyys varmistettu
 - Vaatimukset tarvittavista sisään- ja ulostuloliitännöistä ilmoitettu tuotetiedoissa
- Sähkölaitteita koskevat vaatimukset huomioitu
 - Varoetäisyys huomioitu
 - Valokaaren uhka huomioitu
- Riittävä asennus- ja huoltotila varmistettu
 - Mahdollisuus jakaa asennus- ja huoltotila toisen laitteen kanssa huomioitu
 - Haalautarve huomioitu toistuvuus huomioiden
 - Huoltotarve huomioitu toistuvuus huomioiden
 - Myös sisään- ja ulostuloliitännöjen komponenteista
- Laitetoimittajan vaatimukset huomioitu
- Eri viranomaistahojen määräykset ja luokituslaitoksen säännöt huomioitu
 - Mahdolliset standardit huomioitu
- Vaarallisten laitteiden sijainti huomioitu laitesijoittelussa
- Laitteen sopivuus sille suunniteltuun tilaan 3D-mallissa tarkistettu
- Poistumisteiden riittävyys ja turvallisuus varmistettu
- Komponentin/laitteen vaatima luoksepäästävyys ilmoitettu projektin edellyttämällä tavalla 3D-mallissa
- Kollegan suorittama tarkistus suoritettu tarvittaessa