

Opinnäytetyö (AMK / YAMK)

Konetekniikka

2021

Mathias Hagsberg

LAIVANRAKENNUSALAN LVI- VALMISTUSSUUNNITTELU- PROSESSI JA SEN KEHITTÄMINEN

Mathias Hagsberg

LAIVANRAKENNUSALAN LVI- VALMISTUSSUUNNITTELUPROSESSI JA SEN KEHITTÄMINEN

Opinnäytetyön tavoitteena oli työn toimeksiantajayrityksen, NB Design Oy:n LVI-valmistussuunnitteluprosessin kehittäminen laivanrakennusalalla. Yrityksessä haluttiin tarkastaa suunnittelun tämän hetkinen tila, sillä viimeisissä projekteissa oli ilmennyt hankaluuksia prosessissa. Työssä selvitetään haastatteleamalla yrityksen henkilökuntaa, mitä prosessissa voisi tehdä toisin. Yrityksen työntekijämäärän kasvun myötä oli myös tarve selvittää ja yrittää kehittää yrityksen sisäistä osastojen välistä kommunikointia ja viestintää koskien suunnittelutyötä.

Haastatteluista saadun materiaalin lisäksi opinnäytetyössä hyödynnettiin kirjallisia lähteitä, kun kuvailtiin laivanrakennusalan suunnitteluprosessia ja kuvailtiin sujuvaa ja tehokasta viestintää projektityössä. Kirjalähteitä käytettiin myös hyväksi, kun näytettiin, miten laivanrakennusalan suunnitteluprosessissa oleva runsas vaihtelu vaikuttaa itse prosessiin ja siinä toimiviin osiin. Lean-filosofia on osana opinnäytetyötä, sillä se keskittyy prosessitoiminnassa prosessin virtaustehokkuuteen ja sitä häiritseviin tekijöihin.

Työn tuloksena syntyi yritykselle ehdotus sisäisestä viikkopalaverirakenteesta ja viikkopalaverin palaveripöytäkirjapohja. Työssä myös osoitettiin, miten suuri vaihtelun määrä suunnitteluprosessissa koskien valmistussuunnittelun lähdetietoja vaikeuttaa valmistussuunnitteluprosessia luoden muutos- ja korjaustyötarpeita, sekä vaikuttaa mentaalisesti prosessissa työskenteleviin ihmisiin. Työtä varten tehtyjen haastattelujen pohjalta saatiin myös idea kehittää yrityksen LVI-valmistussuunnitteluohjetta sekä luoda sen liitteeksi erillinen ohje piirustusteknisiä asioita varten, jotta suunnittelu olisi selkeämpää ja johdonmukaisempaa niin suunnittelijoiden kuin asennuksen kannalta.

ASIASANAT:

Laivanrakennus, suunnitteluprosessi, tuotekehitys, lean-ajattelu, vuorovaikutus, viestintä.

BACHELOR'S / MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical engineering

2021 | 26 pages, 2 pages in appendices

Mathias Hagsberg

HVAC DETAIL DESIGN PROCESS AND ITS DEVELOPMENT IN THE SHIPBUILDING INDUSTRY

The object of this thesis was to develop the HVAC detail design process for the client company NB Design Oy that operates in the shipbuilding industry. The company wanted to analyze the current situation of the design process because there had been some issues in some of the latest projects. The idea was to interview employees that were vital to the design process and try to understand the state of the process and to get some data to help the development of the process. Also, with the rise in employee numbers at the client company, there was a need to develop the internal communication between the departments regarding the design work.

In addition to the data gathered from the interviews books were utilized for this thesis when describing the overall design process in the shipbuilding industry and when finding out what is a fluent and effective way of communication in a project style of work. Book sources were also used when showing how variation in the shipbuilding industry design process affects the process and the working parts in it. This is why Lean philosophy is a part of the thesis, because in a process operation Lean focuses on the flow efficiency of the process and on the distracting factors.

From the results of this thesis arose a proposition to the client company that internal project meetings would be held on a weekly basis. The proposition also included a structure of how the meetings could be followed through. The thesis also describes how the variation in the design process regarding the information used in detail design complicates the detail design process and thus creating additional work and affects the employees working on the project mentally. In the interviews done with the employees there were also discussions of developing the company's HVAC detail design instructions and adding a separate instruction regarding the details when making technical drawings as this would make the design work clearer and more coherent from the designers' as well as from the installation departments' perspective.

KEYWORDS:

Shipbuilding, design process, product development, lean manufacturing, interaction, communication.

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	5
1.1 Työn tarkoitus	5
1.2 Toimeksiantajayrityksen esittely	6
2 SUUNNITTELUPROSESSI LAIVANRAKENNUSALALLA	7
2.1 Tarjoussuunnittelu	7
2.2 Perussuunnittelu	9
2.3 Valmistussuunnittelu	9
2.4 LVI-valmistussuunnittelu	10
3 LEAN-AJATTELUTAPA PROSESSEISSA	15
3.1 Lean prosesseissa	15
3.1.1 Littlen laki	16
3.1.2 Pullonkaulojen laki	16
3.1.3 Vaihtelun vaikutus -laki	16
3.2 Kehitys	17
4 VIESTINTÄ JA KOMMUNIKOINTI PROJEKTISSA	18
4.1 Viestintä työyhteisössä	18
4.2 Kokoukset ja palaverit projektissa	19
5 HAASTATTELUJEN TULOKSIEN ANALYSOINTI	21
5.1 Suunnitteluosastojen kommunikointi	21
5.2 LVI-suunnittelutyön haasteet	22
6 YHTEENVETO	25
LÄHTEET	26

LIITTEET

- Liite 1. Kokouspöytäkirjapohja.
- Liite 2. Haastatteluissa käsitellyt aiheet.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tarkoitus

Tämän opinnäytetyön aiheena on toimeksiantajayritys NB Design:n LVI-valmistussuunnitteluprosessin analysoiminen ja sen mahdollinen kehittäminen. Yrityksen suunnittelu on ollut totutusti hyvällä mallilla, mutta alati kehittyvällä laivanrakennusalalla on syytä aika ajoin tarkastaa oman suunnittelun tila sekä hankkia palautetta niin suunnittelijoilta kuin asentajiltakin. Yritys on myös suhteellisen lyhyen ajan sisään kasvanut työntekijöiden määrässä merkittävästi, ja tämän vuoksi on havaittu, että yrityksen sisäisessä viestinnässä olisi mahdollisesti kehittämistä. Yrityksessä on myös huomattu, että viimeisissä risteilijähankkeissa, joihin yritys on tehnyt suunnittelua ja asennusta, on jouduttu tekemään erityisen paljon muutostöitä, eli töitä, joita joudutaan tekemään tilaajan hyväksynnän saamiseksi. Tämä selittyy osaltaan sillä, että Turun telakalla rakennetaan risteilijöitä useille eri varustamoille, joilla voi olla erilainen näkemys suunnittelu- ja asennustavoista. Toiseksi, risteilijöitä on myös rakentamassa ja suunnittelemassa todella suuri joukko muitakin alihankkijoita suomesta sekä ulkomailta, joten yhteistyö ja tiedonjakelu ei aina ole aivan saumatonta. On kuitenkin asianmukaista tarkastaa, minkälainen rooli yrityksellä itsellään on, kun ollaan tilanteessa, jossa joudutaan tehtyä työtä korjaamaan.

Opinnäytetyötä varten haastateltiin yrityksen suunnittelijoita sekä LVI- että sisustuspuolelta, sekä asennuksen työnjohtajaa, jotta saatiin kuva suunnittelun nykyisestä tilanteesta, sekä palautetta ja kehitysideoita. Laiva-alan suunnitteluprosessin kuvausta varten tukeuduttiin kirjallähteisiin ja yrityksen sisäisiin lähteisiin. Tässä työssä sivutaan myös Lean-filosofiaa ja keskitytään erityisesti siihen, miten Lean analysoi prosesseja niiden virtaustehokkuuden laadulla. Tämä kuvastaa hyvin, miten laivanrakennusalan suunnitteluprosessissa esiintyvä vaihtelu vaikuttaa itse prosessiin ja myös työntekijöihin. Toimeksiantajayrityksen sisäisen vuorovaikutuksen ja viestinnän parantamiseksi selvitettiin kirjallähteistä, millaista on tehokas viestintä projektityössä. Työssä esitellään myös viikopalaverirakenne, jonka yritys voisi integroida toimintaansa.

1.2 Toimeksiantajayrityksen esittely

Toimeksiantajayritys NB Design Oy on vuonna 2006 perustettu Turussa sijaitseva pääasiassa laivanrakennukseen keskittyvä yritys, joka tarjoaa palveluinaan LVI- ja sisustus suunnittelua sekä LVI-alan asennustoimintaa. Yritys on myös tuottanut perinteistä koneenrakennusta eri tuotantolaitoksille ja suorittanut asennusurakointia asuinrakennuksiin sekä ravintola- ja toimistotiloihin. Keväällä 2021 yritys työllistää 13 suunnittelijaa ja asennustyöryhmään kuuluu 16 henkilöä työnjohtajineen.

NB Designin suurin ja tärkein asiakas on Meyer Turku Oy, ja yritys on tuottanut tälle palveluitaan onnistuneesti jo vuosia. Projekteina on ollut lukuisia loistoristeilijöitä, joiden moniin ravintola-, majoitus- sekä teknisiin tiloihin NB Design on tehnyt LVI- ja sisustusvalmistussuunnittelua sekä LVI-asennusta. Työskentely edellä mainittujen alueiden parissa on erityisen haastavaa, sillä ne vaativat laajan kirjon erilaisia teknisiä järjestelmiä ja ratkaisuja tiukasti rajattuihin tiloihin sekä lukuisten eri suunnittelu- ja asennusstandardien huomioon ottamista.

2 SUUNNITTELUPROSESSI

LAIVANRAKENNUSALALLA

Suunnittelu on monipuolinen ja pitkälle kehittynyt prosessi, jossa jokin tarve on usein sen alulle paneva voima. Suunnitteluprosessia voidaan kuvata spiraalimaisesti etenevänä, vaihe vaiheelta tarkentuvana mallina, missä ratkaisut hahmottuvat kun kuljetaan prosessissa kohti täsmällistä ja hyvin määriteltyä lopputuotetta. Suunnitteluprosesseja on monenkaltaisia, mutta yleisesti niille ovat tyypillisiä seuraavanlaiset osavaiheet:

1. Tehtävän määrittäminen ja hahmottaminen.
2. Käsitteellinen ja alustava suunnittelu.
3. Varsinainen, yksityiskohtainen suunnittelu.
4. Dokumentointi, eli esimerkiksi työpiirustusten laadinta.(Seitamaa-Hakkarainen 1995.)

Seuraavassa kuvataan laivanrakennusalan suunnitteluprosessia laivan tilauksesta aina valmistussuunnitteluun asti, keskittyen syvemmin jälkimmäiseen, sillä se on tämän opin- näytetyön kannalta prosessin oleellisin vaihe.

2.1 Tarjoussuunnittelu

Laivan rakennusprosessi alkaa samalla tavalla, kuten useat muiden alojen rakennus- hankkeet eli asiakkaan tarjouspyynnöllä. Tämän jälkeen laivan rakentamisen vaiheet voidaan suunnittelun osalta tiivistetysti jakaa

- tarjoussuunnitteluun
- perussuunnitteluun
- valmistussuunnitteluun

Suunnitteluvaiheiden jälkeen siirrytään rakennusprosessissa tuotanto- ja koekäyttövai- heisiin, mutta näitä vaiheita ei tässä opin- näytetyössä käsitellä sen syvemmin.

Laivahanke käynnistyy tilaajan, esimerkiksi varustamon, tarjouspyynnöstä, johon laadi- taan konsultin avulla liitteksi kyselyrittely, joka välitetään eri telakoille. Tämä erittely pi- tää sisällään laivan käyttötarkoituksen ja tehtävän ohella tärkeimmät parametrit ja lait- teet, jotta hanke voitaisiin hinnoitella ja näin telakka voisi laatia mahdollisimman tarkan

tarjouksen. Vaikka erittelyt pyritään laatimaan mahdollisimman tarkasti, laivanrakennuksessa ei kaikkea usein pystytä määrittelemään kvantitatiivisesti detaljisuunnittelun tarpeen vuoksi, joten määrittelyt on tehtävä kvalitatiivisesti. Tässä suhteessa laivanrakennus eroaa esim. maarakennuksesta, jossa sopimusvaiheessa kaikki on määritelty erittäin yksityiskohtaisesti. Tyypillisessä laivahankkeen kyselyerittelyssä on seuraavia kohtia:

- laivatyyppi sekä kuljetus- ja suoritustehtävä
- nopeus ja toimintasäde
- mahdolliset päämittatoivomukset sekä rajoitukset
- kuollut paino
- muut pääkapasiteetit
- lastinkäsittelylaitteet
- koneistotyypit ja mahdolliset vaihtoehdot
- erikoislaitteet
- luokka ja säännöt
- varustelutaso ja -laatu
- mahdollinen referenssialus

Tarjouspyynnön kyselyerittelyineen saatuaan telakka voi tehdä ensimmäisen tarjouksen, jossa joko viitataan varustamon kyselyerittelyyn tai luodaan erillinen tarjouserittely. Telakan ja tilaajan välisten neuvotteluiden edetessä laaditaan ns. täydellinen erittely, johon määritellään pääkriteerit ja -arvot sekä yksityiskohdat mahdollisimman tarkkaan. Neuvotteluvaihe voi kestää jopa kuukausia ja tämän aikana syntyy useita versioita erittelystä, kunnes lopullinen sisältö saadaan lyötyä lukkoon ja voidaan siirtyä sopimuksen allekirjoittamiseen.

Sopimuksen astuttua voimaan käytetään lopullista erittelyä viitekehystenä rakennushankkeessa. Telakka hyödyntää erittelyä ohjeena perus- ja detaljisuunnittelussa, kun taas tilaaja vertaa suunniteluaineistoa erittelyyn ja näin tarkastaa, että hanke etenee sovitusti. Kuitenkin on usein havaittu, että erittelystä joudutaan poikkeamaan, koska joko tilaaja haluaa muutoksia ja lisäyksiä tai tulee ilmi, että jotkin ratkaisut ovat mahdottomia toteuttaa. Kun erittelystä poiketaan, niin korjataan myös sopimushinta sekä muut sopimusarvot jos tälle on tarvetta. (Räisänen ym. 1997/2000, 31/1 – 31/9.)

2.2 Perussuunnittelu

Perussuunnittelun pohjana on laivan sopimussaineisto, eli itse sopimus ja erittely liitteineen, sekä säännöt ja määräykset. Perussuunnitteluvaihe kestää muutamia kuukausia laivatyyppistä riippuen, ja tämän aikana hyväksytetään tilaajalla, viranomaisilla ja luokitulaitoksella laivan yleisjärjestelyn ohella järjestelmien, tilojen ja rungon suunnittelu, sekä keskeisimmät materiaalit ja laitteet. Asianomaisten käytyä läpi aineiston he joko hyväksyvät sen tai vaativat korjauksia tai lisäselvityksiä. Usein tämä hyväksytysprosessi vaatii useamman kuin yhden suunnittelukierroksen. Perussuunnittelun aikana määritetään myös rakennustapa, alue- ja lohkojako sekä aikataulut, jonka lisäksi laaditaan työpiirustusluettelot ja materiaalien hankintasuunnitelmat sekä selvitetään valmistussuunnitteluvaiheen edellyttämät resurssivaraukset. Perussuunnitteluvaiheen valmistuttua on tuloksena näyttää hyväksytyt järjestelypiirustukset, mallitukset, kaaviot, laskelmat ja luokituspiirustukset sekä komponenttien tekniset määritykset ja tilaukset.

Koko suunnitteluprosessin toteuttaminen riippuu telakan toimintatavoista, mutta useimmiten telakka tekee ainakin suurimman osan perussuunnitteluvaiheen töistä, koska keskeisimmät ratkaisut suunnittelun kannalta tehdään tuona aikana. Näin telakka myös varmistaa, että perussuunnitteluun tarvittava tietotaito pysyy yrityksen sisällä. Iso osa valmistussuunnittelusta on sen sijaan tuotettu perinteisesti alihankintana eri suunnittelutoimistoilla. (Räisänen ym. 1997/2000, 35/1 – 35/7.)

2.3 Valmistussuunnittelu

Valmistussuunnittelu alkaa perussuunnitteluvaiheen jälkeen, ja käytettävänä aineistona on kaikki se, mitä on perussuunnitteluvaiheessa laadittu ja hyväksytetty. Optimaalisinta olisi, että perus- ja valmistussuunnittelu tapahtuisivat peräkkäin, jolloin lopullinen aineisto olisi valmistussuunnittelun saatavilla, mutta tähän ei aina kyetä tiukkojen aikataulujen vuoksi, jolloin osa valmistussuunnittelusta on aloitettava vaikka perussuunnittelussa olisi asioita kesken. Jotta kyseisessä tilanteessa suunnitteluprosessi toimisi jouhevasti, vaatii se hyvää yhteistyökykyä ja kommunikointia kaikilta osapuolilta, oli sitten kyseessä telakan ja alihankkijoiden tai telakan sisäisten sidosryhmien välinen yhteistyö. Mikäli valmistussuunnittelu vaatii perussuunnitteluaineistoon korjauksia tai lisäyksiä, on tästä tehtävä

perussuunnittelulle muutospyyntö, ja näin ollen kyseinen aineistokappale hyväksytetään uudelleen. Tämä voi olla prosessin kannalta hyvin aikaavievää, mikäli yhteistyö ei ole vaaditulla tasolla.

Valmistussuunnitteluvaiheen aikana tehdään

- työpiirustukset ja osaluettelot
- niiden materiaalien hankinta, joita ei ole tilattu perussuunnitteluvaiheessa
- päivitetty perussuunnitteluaineisto ja luovutuspiirustukset.

Keskeisin työ valmistussuunnittelussa on työpiirustusten laadinta. Nämä voidaan jakaa asennuspiirustuksiin ja valmistuspiirustuksiin. Asennuspiirustukset sisältävät ne tiedot, joiden perusteella tietty kokonaisuus, kuten esim. ilmanvaihtojärjestelmä, voidaan asentaa paikoilleen. Vastaavasti valmistuspiirustukset sisältävät tiedot esivalmisteiden valmistusta varten. Esivalmisteet ovat osia, joita vaaditaan tilanteissa, joissa ei voida käyttää standardiosaa, kuten esimerkiksi tilanpuutteen vuoksi. (Räisänen ym. 1997/2000, 36/1 – 36/7.)

2.4 LVI-valmistussuunnittelu

Suurpiirteisesti LVI-tekniikka loistoristeilijässä on samankaltaista kuin maapuolen rakennuksissa käytettävään, mitä tulee laitteiden toimintaperiaatteisiin ja itse tavoitteeseen. Kuitenkin käytettävien eri järjestelmien määrä ja niiden monimutkaisuus on suurempaa laivoissa, sillä ne liikkuvat vaihtelevissa ympäristöolosuhteissa ja järjestelmien tulee täyttää kansainväliset säännöt ja eri maiden viranomaisten toisistaan poikkeavat vaatimukset. (Räisänen ym. 2000, 44/1 – 44/22.)

Kokonaiskuva LVI-valmistussuunnittelusta on vaativa, sillä nykyaikaiset risteilijät ovat lähestulkoon kelluvia kaupunkoja. Risteilijässä tarvitaan vähintään samat LVI-järjestelmät hyvin paljon pienempään tilaan pakattuna. Suunnittelijan näkökulmasta tämä on hyvin aluekohtaista. Ennen tuotannon aloitusta laivalle tehdään yleisjärjestely perussuunnitteluvaiheessa. Laiva jaetaan lohkoihin, jotka hyvin pitkälle valmistetaan ja varustellaan irrallaan laivan rungosta, kunnes ne nostetaan ja kiinnitetään runkoon hitsaamalla. Nämä lohkot jaetaan vielä alueiksi yleisjärjestelyssä, ja jokaiselle alueelle on suunnittelija, joka vastaa alueen LVI-valmistussuunnittelusta. Alueen vaativuus riippuu yleensä sen

käyttötarkoituksesta ja siitä, että onko matkustajien tarkoitus viettää alueella paljon aikaa. Esimerkiksi laivan porraskäytävöihin ei ohjata kaikkia vaativia LVI-järjestelmiä, sillä niille ei ole tämän tyyppisessä alueessa yksinkertaisesti mitään tarvetta. Toisaalta tarpeen vaatiessa näiden tilojen kautta mahdollisesti reititetään kulkemaan järjestelmiä, joille on kysyntää vaativimmilla alueilla. Näitä alueita ovat esimerkiksi ravintola-alueet sekä niiden keittiöt ja myös monesta risteilijästä löytyvät kasinoalueet.

Kun LVI-valmistussuunnitteluvaihe alkaa, aloittaa suunnittelija alueeseen tutustumisesta. Tämä tarkoittaa kaiken sen perussuunnitteluaineiston tarkkaa läpikäymistä, mikä jollakin tavalla koskettaa työn alla olevaa aluetta. Ensiksi aloitetaan käymällä läpi laivan yleisjärjestelykaaviota, erityisesti niiden kansien osalta, jotka olennaisesti liittyvät työn alla olevaan alueeseen. Kaaviosta nähdään miten alue on rajattu ja mitä alueita sijaitsee sen laipionaapureina, sekä nähdään lohkorajat. Alueen rajauksiin on kaaviossa merkattu laipiovastuut, joilla viestitään, että millä alueella ollaan vastuussa laipioläpivienneistä, jos ja kun on tarkoitus reitittää jotakin järjestelmälinjaa toiselle alueelle. Tilanteessa, jossa suunnittelija on laipiovastuussa tehdään vastuulaipion tai -laipioiden läpivienneistä asianmukaiset piirustukset, ja nämä sitten hyväksytetään suunnittelijoilla, jotka ovat vastuussa niistä alueista, jonne läpiviennit kohdistuvat. Vastaavasti sama prosessi toistuu kansilevyn läpivientien osalta, mutta sillä erolla, että näiden läpivientien vastuu on aina oletuksena alueen suunnittelijalla. Yleisjärjestelykaavion lisäksi suunnittelija käy läpi LVI-järjestelmäkaaviot, jotka alueeseen jollain tapaa liittyvät. Keskeisimmät LVI-järjestelmät, joiden perussuunnittelukaavioita suunnittelija tarkastelee ja hyödyntää ovat:

- ilmastointi
- harmaa- ja mustavesijärjestelmät
- keittiö- ja pyykinpesutilojen höyrynkäsittelyjärjestelmät
- jäähdytysvesi- ja jäähdytysnestejärjestelmät
- kylmä- ja kuuma-käyttövesijärjestelmät
- palovesi- ja sprinklerijärjestelmät

Nämä edellä mainitut järjestelmät ovat toimintaperiaatteiltaan samoja, joita käytetään myös maapuolen rakentamisessa pois lukien laivan viemäröintinä toimivat harmaa- ja mustavesijärjestelmät. Kaikkien järjestelmien syvää asiantuntemista ei valmistussuunnittelijalta vaadita, sillä perussuunnitteluvaiheessa kaaviot tehdään järjestelmät hyvin tuntevien suunnittelijoiden toimesta. Kuitenkin eri järjestelmien asennusstandardit ja vaatimukset on valmistussuunnittelijan hallittava ja ymmärrettävä, jotta asennus voi tapahtua määritellyn rakennustavan mukaisesti.

Kun alueen taustatutkimus on suoritettu ja alueeseen on muodostettu asianmukainen tuntuma, voidaan varsinainen työskentely alueen 3D-mallin parissa aloittaa. Suunnittelu toteutetaan Cadmatic Oy:n laivatuotantoon tarkoitettulla Cadmatic 3D -tilanvaraus suunnitteluohjelmistolla. Laivan rungon malli on yksityiskohtaisesti mallinnettuna ohjelmistossa ja tämä mahdollistaa vastaavasti yksityiskohtaisen valmistussuunnittelun, kun toimitaan tilojen todellisten parametrien puitteissa. Kaikkien käytettävien järjestelmien standardiosat löytyvät ohjelmiston kirjastoista valmiiksi mallinnettuna, joten suunnittelijan työksi jää sijoittaa ja reitittää nämä kappaleet ja järjestelmälinjat malliin ja ikään kuin rakentaa palapelimaisesti toimiva kokonaisuus. Kun esimerkiksi tilanpuutteen vuoksi ei kanava- tai putkireititystä tehdessä voi edetä standardiosaa käyttäen, tehdään tilannetta varten esivalmistekappale. Esivalmisteita ei tarvitse myöskään mallintaa itse, vaan ohjelmassa on säädetyt parametrit joiden puitteissa standardiosia voi muuttaa. Ohjelmalla tehdään myös piirustus esivalmisteelle, jonka suunnittelija mitoittaa ja täyttää vaaditut yksityiskohdat, ja tätä piirustusta käyttäen paja valmistaa kappaleen.

Alueen LVI-reitityksen yhteydessä on suunnittelijan otettava huomioon sisustusvarustelun aiheuttamat rajoitteet ja muita vaikuttavia tekijöitä. Näitä ovat esimerkiksi:

- Sisustusseinien koolaukset, jotka siis määrittävät, että kuinka paljon tilaa jää sisustusseinän ja rungon teräksen väliin.
- Kattokorkeus, joka määrittää sisustuskaton ja ylemmän kannen kansilevyn väliin jäävän tilan.
- Laipioiden ja kansilevyjen eristeet ja niiden paksuudet.
- Kattopaneelien sijoittelu LVI-järjestelmien huoltoluukkujen sijaintien suhteen.

Kuten voidaan havaita, niin sisustussuunnittelun aiheuttamat rajoitteet LVI-suunnittelulle ovat vahvasti tilapainotteisia, ja tiloihin joissa esteettisyyteen on kiinnitetty paljon huomiota, voi olla myös vaativampaa suorittaa LVI-reititystä, sillä tilaa LVI-järjestelmille voi olla välillä suhteellisen vähän.

Tilaparametrien ollessa selvillä, voidaan reitittäminen aloittaa 3D-malliin. Työjärjestys on niin sanotusti isommasta pienempään, eli eniten tilaa vaativat järjestelmät reititetään ensin ja siirrytään vähitellen kohti vähemmän tilaa vaativia ja helpommin asennettavissa olevia järjestelmiä. Tässä vaikuttaa myös laivan rakennustapa, sillä lohkovaiheessa kun työn alla oleva lohko on rungosta erillään, on se väärinpäin ja isot tavarat on helpompi asentaa jalkoasennossa. Reititettävillä kanava- ja putkilinjoilla ei sisustuskaton ja ylemmän kannen kansilevyn välisellä alueella ole suoranaisesti ennalta määritettyjä tarkkoja

reittejä, mutta ne tulisi reitittää siten, että asennus sujuisi mahdollisimman helposti ja vaivatta. Eri järjestelmille on myös tiettyjä suunnittelustandardeja, miten linjoja kuuluu viedä eteenpäin ja esimerkiksi minkälaisia mutkia on luvallista tehdä. Reititettävien linjojen alku- ja päätepisteet määritellään tarkasti joko naapurialueen vastaavan suunnittelijan kanssa, kun reititetään toiselle alueelle, tai kun kyseessä on linja, joka viedään suunniteltavan alueen jollekin pääteasemalle, kuten esimerkiksi käyttövesiputkien reitittäminen keittiöalueen tiskeille.

Kun malli on todettu valmiiksi, eli kun sieltä löytyvät kaikki putki- ja kanavalinjat sekä niihin kuuluvat komponentit, jotka on perussuunnitteluaineistossa alueelle sijoitettu, tehdään alueesta asennuspiirustukset. Asennuspiirustukset tehdään vaiheittain, sillä esimerkiksi kahden lohkon väliin, ns. lohkorajalle sijoittuvat kappaleet on asennettava vasta kun lohko on kiinni rungossa hitsaustyön mahdollistamiseksi, joten nämä kappaleet jätetään lohkovaiheen asennuspiirustuksesta pois myöhempää vaihetta varten. Asennuspiirustuksista tulee siis löytyä vain ne komponentit, jotka juuri silloin ovat asennusvuorossa. Piirustuksia ei kirjaimellisesti piirretä itse, vaan kuvannot tuodaan mallista ja näytetään rautalanka-tyylillä. Suunnittelijan on kuitenkin mitoitettava komponentit ja linjat, sekä merkittävä kaikki tarvittava informaatio symbolein ja tekstein hyvän ja selkeän asennuksen mahdollistamiseksi. Piirustuksien pääkuvannot ovat ylhäältä päin kuvattuja, mutta on myös syytä lisätä tarkempia kuvantoja eri suunnista etenkin kun vaaditaan yksityiskohtaisempaa asennusta. Kun piirustukset ovat valmiita, ne laitetaan tarkistuskieron kautta telakan tietojenkäsittelyjärjestelmään. Tämän jälkeen asennuspuoli ottaa piirustukset käyttöönsä ja aloittaa asentamisen niiden mukaisesti kun alue on edennyt vaadittuun vaiheeseen.

Edellisessä on kuvattu tämän opinnäytetyön toimeksiantajayrityksen LVI-suunnitteluprosessin kulku yleisellä tasolla yrityksen omaa suunnitteluohjetta lähteenä käyttäen, ja vaikka yksityiskohdat jätetään pois salassapidon vuoksi, voidaan kuvauksen avulla tarkastella kohtia prosessissa, jotka ovat kriittisiä sen toimivuudelle. Yrityksen suunnitteluprosessia analysoimalla on havaittu, että prosessia hidastaa sekä hankaloittaa ainakin kaksi isoa tekijää, jotka ovat lähdetietojen, eli perussuunnitteluaineiston puutteellisuus ja yrityksen sisäinen, erityisesti suunnitteluosastojen välinen kommunikointi ja tiedonjakelu. Kyseisiä kohtia tarkastellaan lähemmin tämän opinnäytetyön viimeisessä kappaleessa haastattelutuloksien analysointien yhteydessä. Ennen sitä luodaan teoreettinen viitekehys, jotta tämänkaltaisten ongelmien luonteen voi ymmärtää. Ensiksi käsitellään Lean-filosofiaa prosesseissa, ja tämän aineiston avulla voi saada kuvan siitä, miten

lähdetietojen puutteellisuus hankaloittaa suunnitteluprosessia sekä toiseksi käydään läpi kommunikoinnin ja viestinnän tärkeyttä projektitoiminnassa ja esitellään, miten esimerkiksi säännöllisten sisäisten palaverien avulla tiedonjakelu voisi parantua huomattavasti.

3 LEAN-AJATTELUTAPA PROSESSEISSA

Lean-ajattelu on saanut alkunsa 1980-luvun loppupuolella, kun länsimaalaiset tutkijat kiinnostuivat japanilaisen Toyotan johtamis- ja tuotantoprosesseista. Tutkijat havaitsivat suuria eroja vertaillessaan länsimaisen, klassiseen massatuotantoon perustuvan autojen kokoonpanotehtaan ja Toyotan vastaavan välillä. Sen aikaisen massatuotantotehtaan isoimpia negatiivisia pääpiirteitä olivat suuri tuotannon arvoa lisäämättömien työntekijöiden määrä, tuotantolinjojen epäjärjestelmällisyys ja runsas inventaario, sekä työmäärän epätasainen jakautuminen ja monien pullonkaulojen olemassaolo. Toyotan tehtaalla taas lähes jokainen työntekijä tuotti arvoa tuotteelle koko vuoronsa aikana, inventaariot pidettiin pieninä ja näin myös käytettävä tila pysyi tehokkaana eliminoiden kaiken hukan. Työmäärä jakautui myös tasaisemmin ja näin jokainen työntekijä pysyi toistensa vauhdissa mukana. Tutkimuksen lopputuloksena auton kokoonpaneminen Toyotan tehtaalla oli yli 50 % nopeampaa kuin länsimaisessa klassisen massatuotannon tehtaalla, kuitenkin pienemmällä työvoimalla ja -tilalla. Tämän vuoksi prosessia kuvattiinkin sanalla lean, sillä tuotanto oli soljuvampaa ja ”hoikempaa”. (Womack ym. 1990/2007, 75 - 82.)

3.1 Lean prosesseissa

Lean-filosofiassa on ominaista kuvailla prosessien laatua niiden keskeisten liikkuvien osien, niin kutsuttujen flow- eli virtausyksiköiden, sekä virtaustehokkuuden kautta. Flow-yksiköt voivat olla materiaalia, kuten esimerkiksi autojen kokoonpanotehtaalla olevat osat joita liikutellaan ja prosessoidaan koneiden avulla ja asennetaan yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. Flow-yksiköt voivat myös olla informaatiota tai vaikkapa ihmisiä esimerkiksi lääkärin vastaanotolla odottamassa toimenpiteitä. Virtaustehokkuudella taas tarkoitetaan prosessille arvoa antavien aktiviteettien, kuten esimerkiksi valmistussuunnittelussa piirustusten tekeminen, ja flow-yksikön prosessin läpäisemiseen tarvittavan ajan suhdetta. Jotta ymmärretään miten prosessit organisaatioissa voisivat saavuttaa hyvän virtaustehokkuuden, on tarkasteltava miten prosessit toimivat ja miten ne rakentuvat. Lean jakaa prosessien virtaustehokkuuden toimivuuden kolmen lain alaisuuteen (Modig & Åhlström 2016, 31–34.):

- Littlen laki
- pullonkaulojen laki

- vaihtelun vaikutus -laki.

3.1.1 Littlen laki

Littlen laki kuvastaa prosessin läpimenoajan riippuvuuden flow-yksiköiden määrästä sekä niiden keskimääräisestä prosessin kiertoaajasta. Tämä lasketaan kertomalla flow-yksiköiden määrä yhden yksikön kiertoaajalla. Kun prosessille määritetään raja-arvot eli alku- ja loppupiste, voidaan Littlen lain avulla tarkastella, millä tasolla prosessin virtaustehokkuus on. (Modig & Åhlström 2016, 34–36.)

3.1.2 Pullonkaulojen laki

Laki on syynä sille, miksi organisaatioilla on vaikeuksia parantaa prosessien virtaustehokkuutta. Kun tarkastellaan prosesseja lähempää, voidaan havaita niiden koostuvan yksittäisistä aktiviteeteista, niin kutsutuista aliprosesseista. Osa näistä aliprosesseista voi pakottaa flow-yksikön, oli se sitten materiaalia, informaatiota tai ihmisiä, keskeyttämään liikkeensä prosessissa, jolloin muodostuu pullonkaula. Näissä kohdissa prosessia virtaustehokkuus on pienimmillään, ja Littlen lain avulla voidaan todeta, että kun flow-yksiköiden määrä kasaantuu jonkin aliprosessin kohdalla kiertoaajan pysyessä samana, koko prosessin läpimenoaika hidastuu. Vastaavasti aktiviteetit, jotka tulevat pullonkaulojen jälkeen toimintaan, seisovat toimeettomina eivätkä pysty tuottamaan täyttä arvoa prosessille.

Pullonkaulojen olemassaololta ei oikeastaan voida välttyä organisaatiotoiminnassa, sillä prosessit, joille esimerkiksi annetaan raja-arvoiksi tarve ja tarpeen täytyminen, eivät valmistu samanaikaisesti suoritettavien aktiviteettien toimesta, vaan ne suoritetaan tietyssä järjestyksessä. Toinen syy pullonkaulojen olemassaololle on vaihtelu, ja kolmas laki käsittelee tämän vaikutusta prosessiin. (Modig & Åhlström 2016, 37–39.)

3.1.3 Vaihtelun vaikutus -laki

Prosesseissa tulee aina olemaan vaihtelua: tuotantolinjoilla koneita voi mennä rikki, tai esimerkiksi lupahakemus voi olla virheellisesti täytetty. Oli vaihtelun syynä tai lähteenä

mikä tahansa, vaikuttaa se aina aikaan, joko itse prosessointiaikaan tai sitä varten varattuun siirtymisaikaan. Kun prosessi on rakennettu useista aliprosesseista, voi vaihtelu prosessointiajassa jonkin tietyn aliprosessin kohdalla vaikuttaa useisiin seuraaviin vaiheisiin kokonaisprosessissa.

Suurin vaikutus, joka vaihtelulla on virtaustehokkuuteen selittyy vaihtelun, resurssitehokkuuden ja läpimenoajan välisellä suhteella. On näytetty, että prosessin läpimenoaika on riippuvainen resurssitehokkuudesta, ja mitä lähemmäs resurssitehokkuus siirtyy kohti 100 %:a, kasvaa läpimenoaika eksponentiaalisesti. Kun tähän lisää vielä korkean vaihtelun asteen resurssitehokkuuden pysyessä samana, kasvaa läpimenoaika entisestään. Mitä suurempi määrä vaihtelua prosessissa siis on, sitä suuremmaksi prosessin läpimenoaika kasvaa. (Modig & Åhlström 2016, 41–43.)

3.2 Kehitys

Näiden lakien avulla voidaan löytää syitä sille, miksi prosesseissa läpimenoaika kasvaa ja ne näyttävät, että on monia syitä, jotka vaikuttavat prosessin virtaustehokkuuteen, kuten esimerkiksi flow-yksiköiden määrä, kiertoaika, pullonkaulat ja vaihtelu. Tästä voidaan yksinkertaistettuna johtaa, että lakien avulla prosessin virtaustehokkuutta voidaan parantaa esimerkiksi:

- Vähentämällä flow-yksiköiden määrää prosessissa.
- Työskentelemällä nopeammin, joka nopeuttaa kiertoaikaa.
- Lisäämällä resursseja, mikä nostaa kapasiteettia ja nopeuttaa kiertoaikaa.
- Eliminoimalla, vähentämällä ja hallitsemalla vaihtelun eri muotoja prosessissa.

(Modig & Åhlström 2016, 44–46.)

Nämä edellämainitut kehitystavat ovat suurpiirteisiä, ja eivät välttämättä suoraan ole integroitavissa organisaation prosesseihin, mutta ne ovat hyödyllisiä työkaluja, joita hyödyntämällä tullaan tämän opinnäytetyön myöhemmässä vaiheessa tuomaan esille ongelmia toimeksiantajayrityksen prosesseissa. Yrityksessä on etenkin havaittu merkittävää vaihtelua liittyen lähdetietoihin, joiden perusteella valmistussuunnittelua tehdään.

4 VIESTINTÄ JA KOMMUNIKOINTI PROJEKTISSA

Projekti-sana on johdettu latinan kielen sanasta *projectum*, joka tarkoittaa ”esiin heitettyä”. Tämä ei itsessään täytä projektin määritelmää, mutta projekti usein määritellään seuraavanlaisella tavalla: ”Projekti on kestoaltaan rajallinen, ainutkertainen ja muusta toiminnasta erillään oleva toiminto, jonka tarkoituksena on resursseja ohjaillemalla saavuttaa tietty päämäärä”. (Karlsson & Marttala 2002, 11.)

Projektissa on aina selkeä tavoite tai tavoitteita, ja projektin elinkaari päättyy aina tavoitteen täyttymiseen tai vastaavasti päätökseen, että tavoitteeseen ei päästä. Projekti voidaan, ja se myös kuuluu, jakaa vaiheisiin, jotta sen kulku olisi mahdollisimman selkeää. Projekti perustuu aina asiakkaan tilaukseen, oli asiakas sitten projektia tekevän organisaation sisältä tai ulkopuolelta. Tämä asiakas asettaa projektille vaatimuksia ja reunaeh-toja, joilla rajataan projektin toimintaa. Yksi tärkeimmistä, ellei tärkein, projektin piirre on sen sisäinen ryhmätyöskentely ja vielä tarkemmin ryhmän sisäinen kommunikointi ja viestintä, sillä ryhmät voivat koostua organisaation sisäisten eri osastojen jäsenistä, eri alojen asiantuntijoista ja joskus projektiryhmät voivat sisältää ihmisiä eri puolilta maapalloa. Viestintä voidaan rinnastaa muihin voimavaroihin kuten aikaan, rahaan, ihmisiin ja laitteisiin mutta viestintä on kuitenkin erikoisasemassa ja jotta projektissa päästään asettuihin tavoitteisiin, täytyy viestinnän toimia saumattomasti ja tehokkaasti. (Ruuska 2008, 18–20 & 83.)

4.1 Viestintä työyhteisössä

Työyhteisö voidaan määritellä ihmisryhmittymäksi, joka pyrkii järjestelmällisesti tiettyihin tavoitteisiin käytössä olevia voimavaroja hyödyntäen. Tällaisen työyhteisön viestinnällä tarkoitetaan yhteisön eri osien välillä vaihdettavaa sanomaa ja tietoa, mikä edesauttaa tavoitteiden saavuttamisen. Tavoitteellinen työskentely siis vaatii toimivan viestintäjärjestelmän, jossa noudatetaan ennalta sovittuja pelisääntöjä ja järjestelyitä. Jos työyhteisön viestintää vertaa kahden henkilön väliseen viestintään, voidaan huomata sen olevan paljon organisoidumpaa ja tavoitteellisempaa. Suurpiirteisesti työyhteisön viestintä rakentuu ulkoiseen ja sisäiseen viestintään, missä ulkoiseen viestintään kuuluu esimerkiksi mediatiedotteet ja viestintä muille organisaatioille ja sisäiseen viestintään kuuluu esimerkiksi sisäinen markkinointi ja työviestintä. Projektitoiminnan näkökulmasta työviestintä

on oleellisinta, sillä se mahdollistaa projektin jäsenten välisen tiedonjaon ja edesauttaa työntekoa. Työviestintä voidaan jakaa suoraan yhteydenpitoon ja välitettyyn viestintään. Ensiksi mainittuun kuuluu esimerkiksi erilaiset suulliset työohjeet, kokoukset, tietoiskut ja henkilöiden väliset satunnaiset tapaamiset, kun taas jälkimmäiseen lukeutuu esimerkiksi kaikki sähköisesti saatavilla olevat dokumentit, raportit, muistiot ja kirjalliset ohjeet, sekä myös sähköposti, jota hyödynnetään projektitoiminnassa suuresti. Projektissa myös projektipäällikön delegoimat työohjeet ovat erittäin tärkeä työviestinnän kanava, kuten myös projektin muiden jäsenten välinen vuorovaikutus. On havaittu, että juuri henkilökohtainen kanssakäyminen on ylivoimaisesti tehokkain viestinnän muoto, ja tämä korostaa projektin sisäisten kokouksien ja palaverien merkitystä. (Ruuska 2008, 84–87.)

4.2 Kokoukset ja palaverit projektissa

Viestintä on viestin lähettäjän ja vastaanottajan välistä dynaamista vuorovaikutusprosessia, jossa molemmat osapuolet ovat aktiivisessa roolissa. Viestimenä voi käyttää useita eri työkaluja (ks. luku 4.1), ja nämä työkalut voidaan asettaa tehokkuuden näkökulmasta järjestykseen. Viestintä on tehokkainta, kun viestintä on henkilökohtaista, palautteen määrä on suuri, sanomaa tuetaan esimerkiksi eleillä ja äänenpainoilla sekä kun käytetään luonnollista kieltä. Viestinnän on myös havaittu olevan tehokasta, kun se tuo esille viestin lähettäjän persoonallisia piirteitä. Henkilökohtaiset tapaamiset tai kokoustilanteet täyttävät edellämainitut kriteerit, jonka vuoksi ne ovat tehokkain viestintätilanne erityisesti silloin, kun on käsiteltävänä monimutkaisia tai mahdollisesti ikäviäkin asioita. (Ruuska 2008, 106–107.)

Projekti on luonteeltaan organisaatio, joka edellyttää toimiakseen paljon vuorovaikutusta erilaisten sisäisten kokouksien ja palaverien muodossa. Kuitenkin on hyvin mahdollista, että kokouksia on projektissa liikaa tai ne ovat kestoiltaan liian pitkiä. Jotta kokouksista saataisiin kaikki hyöty irti ja niin sanottu turha aika karsittua pois, täytyisi kokoustilanne olla etukäteen suunniteltuna. (Ruuska 2008, 157–158.)

Yksi esimerkki projektikokouksen rakenteesta voisi olla seuraavanlainen:

- Tarkastetaan tilanne verrattuna edelliseen projektikokoukseen, ja keskustellaan tehdyistä työtehtävistä.
- Käsitellään näissä tehtävissä mahdollisesti esiintyvät poikkeamat.
- Käydään läpi projektissa esiintyviä ongelmia tai vaikeuksia.

- Tuodaan esille löydettyjä ratkaisuja ja edistysaskeleita.
- Määritetään, mitä tavoitellaan seuraavaa kokouksetta silmällä pitäen.

Kokouksella olisi myös hyvä olla puheenjohtaja ja sihteeri, joka kirjaa käsitellyt asiat kokouspöytäkirjaan myöhempää tarkastelua varten. (Karlsson & Marttala 2002, 91–92.)

Edellä esitelty rakenne on toimiva lähtökohta viikottaiselle projektipalaverille, mutta on myös tärkeää aina pohtia etukäteen, mitä varten palaveria pidetään. Kaikkia palavereita ei ole tarkoitus järjestää tai johtaa samalla tavalla, vaan tarve ja tavoite on kuitenkin projektissa keskeisessä asemassa. Tarpeen mukaan, palaverin luonne voi olla jokin seuraavista:

- Vuorovaikutteinen, jolloin kaikilta osallistujilta odotetaan aktiivisuutta ja voidaan syventyä aiheisiin.
- Raportoiva, jolloin kaikkien ei tarvitse osallistua puheeseen, vaan tiedon ja palautteen jakaminen on tavoitteena.
- Tilannekatsauspalaveri, missä tavoitteena on esimerkiksi tehdä yhteenveto koko projektin tilanteesta.

Projektin kannalta on siis hyvä miettiä, mitä kukin palaverityyppi vaatii osallistujilta ja vetäjiltä, ajankäytöltä, minkälaisissa yhteyksissä niitä pidetään ja ketä niihin olisi kutsuttava paikalle. Tällä tavoin projektia ja projektiin osallistuvien toimintaa voidaan viedä haluttuun suuntaan, eli kohti lopullista tavoitetta. (Koskela ym. 2007, 152–154.)

Tässä osiossa käytiin läpi, mitä viestintä projektitoiminnassa on ja minkälaisia keinoja voidaan käyttää tehokkaassa työviestinnässä. Erilaiset kokoukset ja palaverit koettiin erityisen tehokkaaksi tiedonjakelukanavaksi, ja juuri näille ilmeni kysyntää tämän työn toimeksiantajayrityksessä suoritetuissa haastatteluissa. Yrityksen suunnitteluosastojen välinen viestintä on koettu hieman vajavaiseksi, sillä ei ole olemassa mitään määrättyä sapluunaa jota noudattaa tiedonjakeluasioissa. Yritys on suhteellisen pieni, joten muutoksien ei tarvitsisi olla suuria, jotta voitaisiin nähdä tuloksia ja tämän vuoksi tässä osiossa edellä kuvattu viikkopalaverimuoto voisi olla hyvä keino tehostaa osastojen välistä viestintää. Haastattelujen tuloksia käydään vielä lisää läpi seuraavassa osiossa.

5 HAASTATTELUJEN TULOKSIEN ANALYYSINTI

Kvalitatiivisen eli laadullisen tutkimuksen yksi käytetyimmistä työkaluista on haastattelu. Se on vuorovaikutustapahtuma, jossa haastattelija ja haastateltava vaikuttavat toisiinsa ja tämän vuoksi haastattelun avulla voidaan käsitellä asioita syvemmin ja laajemmin kuin esimerkiksi lomakekyselyssä. Haastattelussa on mahdollista kysyä tarkentavia kysymyksiä ja perusteluita asioista, jotka esimerkiksi tulevat juuri haastatteluhetkellä ilmi. Haastattelu on myös erittäin tehokas tutkimuskeino aiheissa, joita on tutkittu vähän tai ei lainkaan, sillä ihmisten kokemusten avulla voidaan esimerkiksi saada laadukasta tietoa jonkin asian toimivuudesta käytännössä. (Näpärä 2007.)

Tätä opinnäytetyötä varten käytiin keskusteluita toimeksiantajayrityksen suunnittelijoiden kanssa sekä sisustussuunnittelun että LVI-suunnittelun puolelta. Asennuksen puolelta haastateltiin yhtä työnjohtajaa. Keskusteluita varten ei tehty tarkkoja kysymyksiä, vaan niissä käsiteltiin eri teemoja, jotka löytyvät tämän työn liitteenä. Suunnittelijoiden kanssa käydyissä keskusteluissa teemat olivat samoja keskittyen itse suunnitteluprosessiin ja osastojen väliseen tiedonkulkuun. Asennuspuolen keskustelussa haettiin taas uutta näkökulmaa suunnitteluun ja koitettiin selvittää mitä toistuvia virheitä mahdollisesti suunnittelussa tapahtuu, ja mitä toiveita sekä kehitysehdotuksia asennuksen puolella mahdollisesti olisi suunnitteluun. Keskusteluiden vastauksia ei julkaista, mutta niiden teemoja tarkastellaan pääpiirteisesti alla, sekä tuodaan esille mahdolliset ratkaisut.

5.1 Suunnitteluosastojen kommunikointi

Haastatteluissa käytiin syvemmin läpi LVI-osaston toimintaa ja sen suunnitteluprosessia, sillä tämän työn tavoitteena on kehittää nimenomaan sitä. LVI-suunnittelun kannalta on kuitenkin oleellista miettiä suunnittelutyön alla olevan alueen sisustussuunnittelua, kuten ilmeni tämän työn aikaisemmassa, suunnitteluprosessi-osiossa, jossa käytiin LVI-valmistussuunnittelua läpi. Tämän vuoksi oli myös syytä tutkia sisustussuunnittelun näkökulmaa kun yritetään kehittää LVI-puolen suunnittelua. Toimeksiantajayrityksessä tehdään usein suunniteltaville alueille sekä LVI- että sisustussuunnittelu, mutta ongelmalliseksi tilanteen tekee se, että aikataulut ovat täysin erilaiset. LVI-suunnittelu tehdään usein valmiiksi monia kuukausia ennen sisustussuunnittelua johtuen ulkoisista tekijöistä joihin ei yrityksessä voida vaikuttaa. Tämä johtaa siihen, että kun sisustussuunnittelua tehdään

paljon myöhemmin, ei mahdollisiin muutoksiin voida reagoida reaaliaikaisesti LVI-suunnittelussa. Haastatteluissa kävi kuitenkin ilmi, että voisi olla silti mahdollista käydä alueita läpi sisustuspuolen kanssa esimerkiksi viikkokohtaisissa palavereissa, ja koittaa etsiä mahdollisia ratkaisuja ennalta vaikeaksi arvioituihin paikkoihin alueilla, jotka ovat LVI-puolella suunnitteluprosessissa. Tällä tavoin LVI-suunnittelussa voitaisiin ennakoita vaikeissa tilanteissa ja suunnitella sen mukaisesti, mitä sisustusratkaisuja suunniteltavaan tilaan mahdollisesti tulee ja minkälaisia rajoituksia ne tuovat mukanaan, ja näin voitaisiin välttyä kustannuksia kasvattavilta muutostöiltä myöhemmillä vaiheilla. Samankaltainen ehdotus tuli myös esille asennuksen työnjohtajan kanssa käydyssä haastattelussa, jossa nähtiin eduksi suunnittelulle jos ennen kuin jonkin suunniteltun alueen piirustukset laetaan lopulliseen jakoon, olisi myös alueen vastaava työnjohtaja palaverissa paikalla käymässä läpi alueen mahdollisia haasteellisia paikkoja yhdessä suunnittelijoiden kanssa. Muita suunnitteluosastojen haastatteluissa ilmi tulleita mahdollisia hyötyjä koskien sisäisiä viikkopalavereita oli:

- Kaikkien suunnittelijoiden paikallaolo mahdollistaisi suunnittelun tilannekatsauksen integroinnin palaverin yhteyteen, mikä helpottaisi projektinvetäjien työtä.
- Jokainen suunnittelija saisi suurpiirteisen kuvan siitä, mitä kukin tekee ja millä alueella tai alueilla.
- Pienikin informaatio saataisiin kuuluville, kun muuten voi tietoa jäädä jakamatta esimerkiksi unohduksen tai olettaman vuoksi, että tieto ei olisi kiireellinen.
- Vuorovaikutustilanteessa on aina mahdollisuus oppia, kun saadaan laajempaa kuvaa siitä, minkälaisia eri ongelmia ja haasteita eri alueilla on niin sisustus- kuin LVI-puolella.

Yksi mahdollinen malli viikkopalaverille olisi opinnäytetyön neljännessä kappaleessa, viestintä ja kommunikointi projektissa – osiossa kuvattu projektikokous-malli. Palaverista pidettäisiin myös pöytäkirjaa, jotta läpikäytyt asiat olisivat arkistoituna myöhempää tarkastelua varten. Tähän tarkoitukseen löytyy pöytäkirjapohja tämän työn liitteissä.

5.2 LVI-suunnittelutyön haasteet

Toimeksiantajayrityksen LVI-suunnitteluprosessia lähdettiin analysoimaan siltä kannalta, että onko prosessissa joitain selkeitä ongelmakohtia, jotka johtavat muutostöihin myöhemmissä vaiheissa ja näin kasvattavat yrityksen kustannuksia. Haastatteluista tuli ilmi merkittävänä tekijänä suunnittelun haasteellisuudelle lähdetiedot eli

perussuunnittelu, jonka perusteella valmistussuunnittelua tehdään. Opinnäytetyön ensimmäisessä osiossa kuvattiin perussuunnittelua tarkemmin ja sieltä käy ilmi, että valmistussuunnittelu alkaa vasta kun perussuunnittelu on saatu valmiiksi, pois lukien joitakin poikkeustilanteita, kun on pakko suorittaa molempia vaiheita päällekkäin. Toimeksiantajayrityksen viimeisissä projekteissa on kuitenkin ollut tavallista, että valmistussuunnittelua suoritetaan keskeneräisillä perussuunnitteluaineistoilla, sillä vaikka perussuunnittelu ei vielä olisi aivan valmista, ovat valmistussuunnittelun aikataulut silti samat. On myös ollut epävarmuutta sen suhteen, että mitä roolia perussuunnittelun luomat järjestelmäkaaviot edustavat, sillä ajoittain niiden oletetaan olevan suuntaa antavia ja ajoittain niiden perusteella olisi suunniteltava lähes kirjaimellisesti. Tämä asettaa valmistussuunnittelijan mahdollisesti hankalaan tilanteeseen, sillä aikataulun ollessa tiukkoja ei aina löydy aikaa perussuunnitteluaineiston syvälliseen kriittiseen analysoimiseen. Tämänkaltaisen tilanteen luomia ongelmia suunnitteluprosessille voidaan tehokkaasti kuvata tämän työn kolmannessa osiossa esiteltyjen Lean-filosofian prosesseille antamien prosessin virtaus- tehokkuuta säätevien lakien avulla; Littlen laki, pullonkaulojen – sekä vaihtelun vaikutuksen -laki. Jos ajatellaan yhtä valmistussuunnitteluprosessissa olevaa risteilijän aluetta prosessin virtausyksikkönä, niin saadaan Littlen lain avulla prosessille laskettua läpimenoaika kun tiedetään virtausyksikön kiertoaika, eli siis se aika jonka se vaatii kulkeakseen prosessin alkupisteestä loppupisteeseen. Kuitenkin ulkoiset tekijät, kuten esimerkiksi suunnittelun lähdetiedot tässä toimeksiantajayrityksen tapauksessa, voivat aiheuttaa prosessille vaihtelua järjestelmäkaavioiden ja alueiden yleisjärjestelymuutoksien muodossa. Kun näitä muutoksia tulee merkittävästi alueelle, jonka suunnittelu on jo valmistunut silloisen perussuunnitteluaineiston mukaisesti, palaa alue takaisin suunnitteluun ja syntyy uusia piirustusrevisioita. Tässä vaiheessa suunnittelijalla on jo uusi alue työn alla, joten virtausyksiköiden määrä lisääntyy suunnittelijaa kohden luoden pullonkauloja prosessiin, mikä pidentää prosessin läpimenoaika, kuten Littlen laki osoittaa. On myös mentaalisesti haastavaa uudelleenkäynnistää jo valmiiksi oletetun alueen suunnittelu, sillä alueeseen on tutustuttava uudestaan, koska suunnittelun valmistumisesta voi olla kuukausia aikaa. Mitä enemmän näitä uudelleenkäynnistymisiä tulee, sen pidempään on havaittu mentaalisen valmistautumisen kestävänsä ihmismielen rajoittuneisuuden vuoksi. (Modig & Åhlström 2016, 55–56.)

Tämä edellä kuvattu ongelma lähdetietojen kanssa ei ole toimeksiantajayrityksen sisäinen ongelma, joten siihen ei ole helppoa keinoa puuttua ja korjata sitä. On kuitenkin tärkeää tiedostaa tämä, ja mahdollisesti tätä voisi koittaa ratkaista perussuunnittelua tekevän tahon ja muiden valmistussuunnittelua tekevien yritysten kanssa, jotta

suunnitteluprosessi selkeytyisi ja prosessista voitaisiin karsia vaihtelua, joka heikentää prosessin virtaustehokkuutta merkittävästi.

Suunnitteluun liittyvissä haastatteluissa pureuduttiin myös piirustusteknisiin asioihin, kuten piirustusten selkeyteen ja johdonmukaisuuteen, mahdollisiin toistuviin virheisiin ja piirustusten tarkistuskierron tehostamiseen. Näitä asioita käsiteltiin myös asennuksen työjohtajan kanssa käydyissä keskusteluissa, sillä juuri asennuspuolelle asennuspiirustukset tehdään, joten palaute sieltä on erityisen tärkeää. Keskusteluissa tuli esille, että suunnittelussa ei ollut mitään merkittävää ongelmaa, joka olisi toistunut projektista toiseen, mutta sekä suunnittelu- että asennuspuolella oltiin yksimielisiä siitä, että olisi kaikkien etujen mukaista, että asennuspiirustukset noudattaisivat samankaltaista sapluunaa, mitä tulee esimerkiksi piirustuksessa käytettäviin symboleihin, väreihin, kuvioihin ja tekstin fonttikokoihin, joiden avulla viestitään piirustuksissa asennuksen kannalta keskeisiä tietoja.

Tällä hetkellä piirustukset hieman vaihtelevat näiden edellämainittujen piirustusteknisten seikkojen osalta riippuen suunnittelijasta, mutta yhdenmukaisuuden nähtiin hastaateluissa olevan asennusta hyödyttävä asia. Asennustyö selkeytyisi, sillä tiedetään aina mitä suunnittelija milläkin merkintätavalla viestii ja näin voidaan välttyä mahdollisilta virheiltiltä, kun tulkinnanvaraisuus piirustuksissa häviäisi. Vastaavasti suunnittelijoilla olisi yhteinen dokumentoitu piirustusten laadintaan keskittyvä suunnitteluohje, jossa on yhteisesti sovittu miten mikäkin asia piirustuksiin merkitään. Tämä nähtiin keskusteluissa myös eduksi esimerkiksi uuden työntekijän perehdytystilanteessa, kun voidaan antaa dokumentoidut ohjeet siitä, millä tyylillä yrityksessä piirustuksia laaditaan. Asennuspuolelta oli myös toivottavaa, että piirustukset pyritään pitämään mahdollisimman selkeinä ja että ne sisältäisivät vain niitä tietoja, jotka ovat asennuksen kannalta kiinnostavia. Olisi myös hyödyllistä asennuksen kannalta merkitä poikkeavat asiat, kuten esimerkiksi vierekkäisten kanavalinjojen materiaalierot, tarpeeksi selvästi. Tämä sen vuoksi, että asennusta tehdään oloissa, joissa ei aina voi ihmissilmällä erottaa piirustuksista merkintöjä tarkasti. Näitäkin edellämainittuja asioita varten piirustustekninen suunnitteluohje olisi hyödyllinen työkalu, ja sen laatiminen tulisikin tehdä yhteistyössä LVI-puolen suunnittelijoiden sekä asennuksen kesken.

6 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä tavoitteena oli selvittää mahdollisia ongelmia toimeksiantajayritys NB Design Oy:n LVI-valmistussuunnitteluprosessissa. Prosessi oli jo toimiva ja yrityksen henkilökunta hyvin asiantuntevaa, joten lähtökohtaisesti ei mitään selviä ongelmia ollut tiedossa. Kuitenkin viimeisissä projekteissa oli ollut runsaammin tarvetta muutostöille, ja vaikka muutostyöt nähdään asiaankuuluvaksi laivanrakennusalalla, haluttiin toimeksiantajayrityksessä tuotekehitysideologian mukaisesti tarkastaa ja mahdollisesti kehittää omaa toimintaa.

Työ aloitettiin haastattelemalla yrityksessä avainasemassa olevia henkilöitä suunnittelun ja asennuksen puolelta, jotta saatiin tietoa koskien suunnitteluprosessin nykytilaa sekä kehityksen kohteita. Haastatteluista saatujen tietojen pohjalta oli mahdollista luoda näkökulma opinnäytetyölle, jonka avulla kerättiin työtä tukevia teoriapohjaisia lähteitä.

Työssä käsiteltävät pääteemat, jotka tulivat ilmi haastatteluissa, koskivat yrityksen sisäistä viestintää sekä valmistussuunnittelussa hyödynnettävien lähdetietojen aiheuttamaa vaihtelun vaikutusta prosessiin. Näiden teemojen avulla saatiin työn tuloksena yritykselle alustava rakenne viikkopalaverille (ks. luku 4.2) ja sitä varten työn liitteenä löytyvä palaveripöytäkirjapohja. Työn toisena merkittävänä tuloksena voidaan myös pitää osoitusta siitä, miten valmistussuunnittelun lähdetietojen epäselkeä rooli ja tilanne vaikuttaa negatiivisesti suunnitteluprosessin tehokkuuteen (ks. luku 5.2).

Jatkotoimenpide-ehdotuksia ajatellen toimeksiantajayrityksen tulisi koittaa integroida toimintaansa sisäisiä palavereita viestintää tehostamaan. Yritykselle olisi myös hyödyllistä päivittää LVI-suunnitteluohjetta, sekä lisätä sen liitteeksi piirustusteknisiä asioita käsittelevä osio. Edellä mainittujen toimenpiteiden lisäksi olisi yrityksessä hyvä pohtia, miten olisi mahdollista kehittää koko laivanrakennusalan suunnitteluprosessia yhteistyössä muiden suunnitteluyritysten sekä telakan kanssa, jotta prosessia saataisiin selkeämmäksi helpottaen kaikkien siinä toimivien osien työtä. Helppoa tämä ei ole, sillä Suomessa laivanrakennusalalla toimijoiden määrä on valtava ja yhteisen sävelen löytäminen on haastavaa, mutta kehitystä on silti aina ajateltava, jotta pysytään kilpailukykyisenä alan globaalilla tasolla.

LÄHTEET

Karlsson Å. & Marttala A. 2002. Projektikirja. Onnistuneen projektin toteuttaminen. 2. painos. Helsinki: Talentum Media Oy.

Koskela L.; Koskinen J. & Lankinen P. 2007. Viestintä verkostoissa ja innovaatioissa. Helsinki: WSOY.

Modig N. & Åhlström P. 2016. This is Lean. Resolving the efficiency paradox. 6. painos. Stockholm: Rheologica Publishing.

Näpärä L. 2007. Haastattelun etuja. Spoken Oy:n blogi. 8.2.2007. <https://spoken.fi/2215/>. Viitattu 5.5.2021.

Ruuska K. 2008. Pidä projekti hallinnassa. Suunnittelu, menetelmät, vuorovaikutus. 7. painos. Helsinki: Talentum Media Oy.

Räisänen P. (toim.) 1997/2000. Laivatekniikka: modernin laivanrakennuksen käsikirja. 2. korj. painos. Turku: Turun Ammattikorkeakoulu.

Seitamaa-Hakkarainen P. 1995. Suunnitteluprosessien teoriaa. Taideteollisen korkeakoulun Medialaboratorio & opetusministeriö. Polut – verkkojulkaisu. http://www.mlab.uiah.fi/polut/Design/teoria_suunnitteluprosessit.html. Viitattu 10.5.2021.

Womack J.; Jones D. & Roos D. 1990/2007. The machine that changed the world. How Lean production revolutionized the global car wars. With a new foreword by the authors. London: Simon & Schuster UK Ltd.

Liite 1: Kokouspöytäkirjapohja

NB Design
Osoitetiedot

Kokouspöytäkirja

1

[pvm.]

Kokous kk/vuosi

Aika:

Paikka:

Läsnä:

Poissa:

1§ KOKOUKSEN AVAUS

2§ ESITYSLISTAN ESITTELY

3§ EDELLISEN KOKOUKSEN TEHDYT PÄÄTÖKSET

4§ NYKYTILANTEEN KATSAUS

5§ KÄSITELTÄVÄT ASIAT

6§ PÄÄTÖKSET

7§ VAPAA AIHE

8§ SEURAAVAN KOKOUKSEN AJANKOHTA

9§ KOKOUKSEN PÄÄTÖS

Etunimi Sukunimi
Puheenjohtaja

Etunimi Sukunimi
Sihteeri

NB DESIGN

Liite 2: Haastatteluissa käsitellyt aiheet

Työntekijäkeskusteluissa läpikäytyt teemat:

LVI-suunnittelu

- Suunnittelun kulku
- prosessille haitalliset piirteet
- kommunikointi sisustus- ja asennuspuolen kanssa
- haasteet projekteissa
- kehityskohteita ja -ideoita

Sisustussuunnittelu

- Kommunikointi LVI-puolen kanssa
- Haasteet osastojen välisessä työssä
- Kehityskohteita ja -ideoita

LVI-asennus

- Suunnittelun ja asennuksen vuorovaikutus
- Nykyinen tilanne
- Mahdolliset toistuvat virheet suunnittelussa
- Asennuksen rooli suunnittelussa
- Piirustustekniset asiat
- Kehityskohteita ja -ideoita