LAPPEENRANNAN–LAHDEN TEKNILLINEN YLIOPISTO LUT
School of Engineering Science
Tuotantotalous

Janne Honkainmaa

LAIVANRAKENNUSPROJEKTIEN ENNUSTETTAVUUDEN PARANTAMINEN YRITYSVERKOSTOSSA

Tarkastajat: Professori Timo Kärri
Tutkijatohtori Antti Ylä-Kujala

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Janne Honkainmaa

Työn nimi: Laivanrakennusprojektien ennustettavuuden parantaminen yritysverkostossa

Vuosi: 2020 **Paikka:** Rauma

Diplomityö. Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT, Tuotantotalous.
129 sivua, 15 kuvaa, 4 taulukkoa ja 2 liitettä
Tarkastajat: Professori Timo Kärri ja tutkijatohtori Antti Ylä-Kujala

Hakusanat: laivanrakennus, projektin ohjaus, tuloksen arvo -menetelmä, yritysverkostot

Projektiliiketoiminnan ja verkostoitumisen merkitys yritysmaailmassa on kasvanut viime vuosikymmeninä, ja tulevaisuudessa näiden merkitys korostuu entisestään. Verkostoituminen luo yrityksille uusia mahdollisuuksia, mutta samalla se monimutkaistaa toiminnan ohjausta. Tämän diplomityön tavoitteena oli parantaa laivanrakennusprojektien ennustettavuutta tutkimuskohteena olevassa yritysverkostossa.

Tutkimus toteutettiin monitapaustutkimuksena, jossa tutkittiin kuutta verkostoon kuuluvaa yritystä. Tutkimusmenetelminä käytettiin haastatteluja yhdistettynä osallistuvaan havainnointiin. Yksittäisten yritysten tuloksia verrattiin keskenään ja niitä peilattiin myös aihepiirin taustalla vaikuttavaan teoreettiseen viitekehykseen. Yritysverkoston nykytila-analyysia tuettiin suorittamalla benchmarking eli vertailuanalyysi.

Tutkimuksen tuloksena yritysverkostossa käytettävien projektin ohjaus- ja ennustemenetelmien todettiin olevan muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta samankaltaisia. Merkittävimmät haasteet liittyivät projektien tilannekuvaan ja aikatauluohjaukseen. Tilannekuvan luomisessa ja projektin ennustamisessa tukeuduttiin vahvasti vastuuhenkilöiden näkemykseen, kokemukseen ja osaamiseen. Tästä syystä kehitysehdotuksissa keskityttiin keinoihin, joilla projektien tilannekuvaa ja aikatauluohjausta voidaan parantaa. Laadittujen kehitysehdotusten implementointi parantaa verkoston projektin ohjausta ja samalla projektien ennustettavuutta.

ABSTRACT

Author: Janne Honkainmaa

Title: Improving Predictability of Shipbuilding Projects in a Business Network

Year: 2020 **Place:** Rauma

Master's Thesis. Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT, Industrial Engineering and Management.

129 pages, 15 figures, 4 tables ja 2 appendices

Supervisors: Professor Timo Kärri and Post-Doctoral Researcher Antti Ylä-Kujala

Keywords: Business Network, Earned Value Management, Project Controlling, Shipbuilding

The importance of project business and networking in the business world has increased in recent decades and will become even more important in the future. Networking creates new opportunities for businesses, but at the same time complicates the controlling of operations. The aim of this thesis was to improve the predictability of shipbuilding projects in the business network under research.

The research was conducted as a multi-case study of six companies in the business network. Interviews combined with participant observation were used as research methods. The study results of individual case companies were compared with each other. The results were also contrasted with the theoretical framework of the topic. In addition, a benchmark study was conducted to support the business network's current state analysis.

As a result of the study, with a few exceptions, the project controlling and forecasting methods used in the business network were identified to be similar. The most significant problems were related to assessing a project's actual status and schedule controlling. The status assessment and forecasting relied prominently on the views, experience and expertise of responsible individuals. For this reason, the development proposals focused on methods to improve project monitoring, assessment and control. Implementing the proposals enhances network's project control and improves projects' predictability.

ALKUSANAT

Haluan kiittää työpaikkaani mahdollisuudesta tämän mielenkiintoisen diplomityön tekemiseen, esimiestäni Jukka Seppälää työn ohjaamisesta sekä kaikkia tavalla tai toisella työhön osallistuneita henkilöitä telakalla ja verkostoyrityksissä, joita ilman tätä työtä ei olisi voinut toteuttaa. Haluan myös kiittää professori Timo Kärriä saamistani arvokkaista vinkeistä työn alussa sekä toteutuksen aikaisista kommenteista.

Laivanrakennusprojektien sovittaminen yhteen diplomityön tekemisen kanssa ei ollut aina aivan helppo tehtävä. Työn valmistuminen vaati useita pitkiä iltoja tietokoneen äärellä niin telakalla kuin kotona viimeisen puolen vuoden aikana. Kaikesta huolimatta työ valmistui ajallaan ja saavutti sille asettamani tavoitteet. Tämän lisäksi se opetti paljon uutta laivanrakennuksesta ja projektien ohjauksesta, mistä on varmasti hyötyä tulevaisuudessa.

Lopuksi haluan osoittaa erityiskiitokset perheelleni ja läheisilleni. Teidän tukenne diplomityön aikana oli korvaamatonta.

Raumalla 22.4.2020
Janne Honkainmaa

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO 9

1.1 Tutkimuksen tausta 9

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset 10

1.3 Tutkimusmenetelmät ja toteutus 12

1.4 Tutkimusraportin rakenne 13

2 VERKOSTOT JA PROJEKTINHALLINTA 16

2.1 Yritysverkostot 16

2.2 Projektiliiketoiminta 18

2.3 Projektien elinkaari ja vaiheet 20

2.4 Aikataulun- ja resurssienhallinta 24

2.5 Kustannusten hallinta 29

3 PROJEKTIEN OHJAUS JA ENNUSTAMINEN 33

3.1 Projektien aikataulu- ja kustannusohjaus yleisesti 33

3.2 Projektien ohjaus ja ennustaminen tuloksen arvo -menetelmällä 36

3.3 Ohjaus- ja ennustemenetelmien käyttö projektiverkostossa 45

4 TUTKIMUSKOHTEEN ESITTELY 50

4.1 Tutkimuskohteena toimiva yritysverkosto 50

4.2 Tapaustutkimuksen suunnittelu ja toteutus 53

5 TAPAUSTUTKIMUKSEN TULOKSET 57

5.1 Yritysverkoston kärkiyritys 57

5.2 Suunnittelutoimisto A 66

5.3 Suunnittelutoimisto B 71

5.4 Työalihankintatoimittaja 76

5.5 Kokonaistoimittaja 81

5.6 Järjestelmätoimittaja 86
5.7 Benchmarking-hanke 90
6 TOIMINNAN KEHITTÄMINEN TUTKIMUSKOHTEESSA 95
6.1 Tulosten analysointi 95
6.2 Kehitysehdotukset 106
7 JOHTOPÄÄTÖKSET 114
7.1 Tutkimuksen johtopäätökset 114
7.2 Pohdinta 116
LÄHTEET 120

LIITTEET

Liite 1. Haastattelujen kysymysrunko.
Liite 2. Ehdotus perussuunnitteluvaiheen visualisoidusta raportista.

KUVAT

Kuva 1. Tutkimusraportin rakenne 15
Kuva 2. Projektinhallinnan kolmio 19
Kuva 3. Projektin elinkaaren vaiheet 21
Kuva 4. Projektiosituksen neljä tasoa 25
Kuva 5. Aikataulusuunnittelun prosessimalli 28
Kuva 6. Projektibudjetin S-käyrä 32
Kuva 7. Projektin seurannan tavat 35
Kuva 8. EVM-menetelmän graafinen esitys 39
Kuva 9. ES-menetelmän graafinen esitys 43
Kuva 10. ES-raporttimalli 45
Kuva 11. Laivanrakennusprojektin vaiheet ja tutkitut verkostoyritykset 53
Kuva 12. Kärkiyrityksen aikatauluohjausprosessi ja kehitysehdotukset 107
Kuva 13. Autolauttaprojektin aikataulurakenne ja mittauskohteet 108
Kuva 14. Poikkeamatyökalu 111

Kuva 15. Kehitystoimenpiteiden aikataulu 112

TAULUKOT

Taulukko 1. EVM-menetelmän terminologia 37
Taulukko 2. ES-menetelmän terminologia 42
Taulukko 3. Kärkiyrityksessä suoritetut haastattelut 54
Taulukko 4. Verkostoyrityksissä suoritetut haastattelut 55

LYHENNELUETTELO

AC	*Actual Cost*, toteutuneet kustannukset
AT	*Actual Time*, kulunut aika
CBS	*Cost Breakdown Structure*, kustannusositus
CPI	*Cost Performance Index*, kustannustehokkuusindeksi
CV	*Cost Variance*, kustannusero
EAC	*Estimate at Completion*, kustannusennuste
EAC(t)	*Estimate at Completion (time)*, aikatauluennuste
EML	ennen maalausta lohkovarustelu
EMS	ennen maalausta suurlohkovarustelu
ERP	*Enterprise Resource Planning*, toiminnanohjausjärjestelmä
ES	*Earned Schedule*, ansaittu aikataulu
EV	*Earned Value*, tuloksen arvo
EVM	*Earned Value Management*, tuloksen arvo -menetelmä
JMS	jälkeen maalauksen suurlohkovarustelu
KPI	*Key Performance Indicator*, suorituskykymittari
LOE	*Level of Effort*, jatkuvasti suoritettavat tehtävät
OBS	*Organizational Breakdown Structure*, organisaatio-ositus
PES	perussuunnittelu
PF	*Performance Factor*, tehokkuuskerroin
PMB	*Performance Measurement Baseline*, suorituskyvyn vertailukohta
PV	*Planned Value*, suunniteltu arvo
SPI	*Schedule Performance Index*, aikataulutehokkuusindeksi
SPI(t)	*Schedule Performance Index (time)*, aikataulutehokkuusindeksi
SRA	*Schedule Risk Analysis*, aikataulun riskianalyysi
SV	*Schedule Variance*, aikatauluero
SV(t)	*Schedule Variance (time)*, aikatauluero
VAC(t)	*Variance at Completion (time)*, ennuste aikatauluerosta lopussa
VAS	valmistussuunnittelu
WBS	*Work Breakdown Structure*, projektiositus

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Yritysverkostojen taustalla vaikuttaa yritysten tekemät ulkoistukset toimintaansa. Nykyään ulkoistaminen ja siitä aiheutuva verkostoituminen kuuluvat tavalliseksi osaksi monen yrityksen liiketoimintaa (Ali-Yrkkö, 2009, s. 45). Tästä huolimatta Valkokarin et al. (2009, s. 11) mukaan yritysverkostojen luomista mahdollisuuksista, rajoitteista ja johtamisesta ei tiedetä tarpeeksi. Tämä diplomityö pyrkii lisäämään tietoisuutta projektien ohjauksesta tutkimalla yksittäisen meriteollisuuden yritysverkoston toimintatapoja. Tutkimustulokset ovat kuitenkin yleistettävissä kaikille projektiliiketoimintaa harjoittaville aloille.

Tutkittavaan yritysverkostoon kuuluu useita eri yrityksiä, jotka ovat erikoistuneet laivanrakennuksen eri vaiheisiin. Verkoston kärkiyrityksenä toimii laivanrakennusta harjoittava telakka. Yritys on ollut toiminnassa vasta muutaman vuoden, mutta sen taustalla vaikuttaa kuitenkin pitkä historia laivanrakennuksessa. Kärkiyrityksen liiketoiminta perustuu verkostomaiseen toimintamalliin, jossa suurin osa suorittavasta työstä on ulkoistettu verkoston muille yrityksille.

Toimintansa aikana kärkiyritys on toimittanut yhden uudisrakennusprojektin ja tehnyt erilaisia korjausprojekteja yhdessä muiden verkostoyritysten kanssa. Ensimmäisessä uudisrakennusprojektissa kärkiyritys ymmärsi verkostomaisesta toimintamallista saatavien hyötyjen lisäksi sen aiheuttamat haasteet projektien ohjaukselle. Verkostomallissa kärkiyrityksen vastuulla on johtaa ja ohjata projektiverkkoa (Möller & Rajala, 2009, s. 68). Laivanrakennusprojekteissa ohjaus ja ennustaminen ovat ennestäänkin olleet haastavia. Nykyinen toimintamalli luo lisähaasteita projektien aikataulu- ja kustannusohjaukselle sekä ennustamiselle.

Laivanrakennuksessa, kuten muillakin projektiliiketoimintaan perustuvilla aloilla, aikataululla, kustannuksilla ja laajuudella on keskinäinen riippuvuussuhde (Lee, 2010). Ongelmat aikataulussa johtavat yleensä kustannusongelmiin, mikä pätee myös toisinpäin. Verkostossa yhden toimijan ongelmat vaikuttavat koko projektiverkostoon. Osin näistä

syistä kärkiyrityksessä koettiin, että ensimmäistä projektia toteutettaessa aikataulua ja kustannuksia ei kyetty ennustamaan riittävän tarkasti tarpeeksi aikaisessa vaiheessa. Strategisena päätöksenä valittu verkostomainen liiketoimintamalli ja aiemmin koetut haasteet ovat syynä tämän diplomityön tekemiseen. Työn tarkoituksena on parantaa laivanrakennusprojektien ennustettavuutta verkostotasolla kehittämällä kärkiyrityksen aikataulu- ja kustannusohjausta sekä näiden ennustamista.

Laivanrakennuksessa kilpaillaan globaaleilla markkinoilla, jolloin laivan kauppahinta määräytyy markkinoiden toimesta (Fafandjel et al., 2010). Telakoiden välinen kilpailu on kovaa markkinasegmentistä riippumatta (Vishnevskiy et al., 2017). Edellä mainittujen seikkojen takia laivanrakennuksessa kustannusohjauksen merkitys korostuu. Telakka kykenee toteuttamaan laivaprojektin taloudellisesti kannattavasti ainoastaan pysymällä budjetoiduissa kustannuksissa ja pääsemällä suunniteltuun työtehokkuuteen. Tehokkuuden kannalta merkittäväksi tekijäksi muodostuu järkevästi suunniteltu toteutusaikataulu.

Aiemmassa meriteollisuuden alihankintaverkostoja koskevassa tutkimuksessa (Vuorenmaa & Välimaa, 2015) selvitettiin verkostojen kärkiyritysten ja alihankkijoiden näkemyksiä alihankinnasta. Tutkimuksen mukaan alihankkijoiden aikataulujen pitävyys ja luotettavuus nousivat tärkeimmiksi asioiksi kärkiyritysten kannalta. Eniten kehitettävää alihankkijoilla ilmeni laadussa ja aikataulujen pitävyydessä. Alihankkijoiden omasta mielestä tärkein alihankkijalta vaadittava asia oli aikataulun pitävyys. Toiminnan kehittämisen kannalta aikataulujen pitävyys nousi kilpailukyvyn jälkeen toiseksi tärkeimmäksi asiaksi. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta aikataulujen pitävyyden olevan merkittävässä osassa meriteollisuusverkostojen projektinhallintaa.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset

Tutkimuksen päätavoitteena on parantaa laivanrakennusprojektien ennustettavuutta. Tutkimusongelmana on selvittää, miten tutkimuskohteena olevassa yritysverkostossa projekteja ohjataan ja ennustetaan. Selvitetyn nykytilan ja havaittujen ongelmien perusteella yritysverkossa käytettäviä menetelmiä kehitetään, jolloin projektien ennustettavuus paranee.

Tutkimusongelman pohjalta muodostetaan seuraavat tutkimuskysymykset:

1. *Millaisia teoreettisia malleja projektien ohjaukseen ja ennustamiseen on luotu?*
2. *Miten tutkitussa yritysverkostossa projekteja ohjataan ja ennustetaan?*
3. *Miten yritysverkoston projektien ohjausta ja ennustettavuutta voidaan kehittää?*

Vastausten löytäminen tutkimuskysymyksiin tarjoaa ymmärryksen projektien ohjauksen ja ennustamisen taustalla vaikuttavasta teoreettisesta viitekehyksestä, yritysverkoston projektien ohjauksen ja ennustamisen nykytilasta sekä tarvittavista toimenpiteistä, joilla projektien ohjausta ja ennustettavuutta voidaan parantaa. Tutkimuksen tulosten perusteella verkostoyritykset voivat arvioida, miten niiden toimintamenetelmät vertautuvat projektien ohjauksen ja ennustamisen teoriaan sekä muiden yritysten käyttämiin menetelmiin.

Tutkimuksen teoreettinen osuus rajataan koskemaan projektien aikataulu- ja kustannusohjausmenetelmiä yleisesti ja verkostotasolla. Projektien ohjaus- ja ennustemenetelmistä tutkitaan tuloksen arvo -menetelmää (*Earned Value Management*, EVM) ja siitä kehitettyä ES-menetelmää (*Earned Schedule*, ES). Tutkimuksessa esitetään yritysten välillä käytettäviä sopimusmuotoja, sekä niiden vaikutuksia projektien ohjaukseen ja ennustamiseen.

Tutkimuksen empiirinen osuus rajataan kärkiyrityksen toteutusvaiheessa oleviin uudisrakennusprojekteihin. Empiirisessä osuudessa tutkitaan kärkiyrityksen ja sen johtaman verkoston käyttämiä aikataulu- ja kustannusohjausmenetelmiä. Tutkittavat verkostoyritykset rajataan sellaisiin toimijoihin, joilla on merkittävä rooli kärkiyrityksen käynnissä olevissa projekteissa. Kaikilla tutkittavilla verkostoyrityksillä on suora sopimussuhde verkoston kärkiyritykseen.

Tutkimuksessa tunnistetaan laajuus ja laatu tärkeiksi projektien toteuttamiseen vaikuttaviksi asioiksi, mutta niiden hallintaa projekteissa ei käsitellä tarkemmin tässä työssä. Vaikka aiemmassa tutkimuksessa (Vuorenmaa & Välimaa, 2015) alihankkijoiden laatu todettiin yhdeksi tärkeimmistä kehittämisalueista, tutkittavan yritysverkoston toimijoiden työn laatu on koettu pääsääntöisesti hyväksi. Laajuus taas perustuu telakan ja asiakkaan väliseen sopimuserittelyyn, joka luodaan myyntiprojektivaiheessa.

Tutkimus keskittyy projektien sisäiseen ohjaukseen ja ennustamiseen. Tästä syystä yritysten linjaorganisaation ohjaustoimenpiteet rajataan ulos tutkimuksen piiristä. Materiaalikustannusten merkitys tunnistetaan tutkimuksessa, mutta muuten ne eivät kuulu tutkimukseen. Vaikka tutkimus käsittelee yritysten välisiä sopimusmuotoja, niin työssä ei oteta kantaa siihen, millaisia sopimuksia yritysverkostossa tulisi käyttää tai mihin suuntaan verkostoa tulisi kehittää. Tutkittavan yritysverkoston rajauksena toimii kärkiyrityksen ja siihen suorassa sopimussuhteessa olevien yritysten ohjausmenetelmät. Verkostoyritysten alihankkijoiden ohjausmenetelmiä ei tässä tutkimuksessa käsitellä.

1.3 Tutkimusmenetelmät ja toteutus

Työn tutkimusstrategiana käytetään case- eli tapaustutkimusta. Tapaustutkimuksessa tutkitaan yleensä yksittäistä ilmiötä, johon perehdytään ja siitä kerrotaan tarkka kuvaus (Laine et al., 2007, s. 9; Kananen, 2013, s. 28). Tapaustutkimus sopii asetettujen tutkimuskysymysten selvittämiseen, koska Laineen et al. (2007, s. 10) mukaan se vastaa kysymyksiin miten ja miksi, jolloin sen avulla voidaan tutkia monimutkaisia ilmiöitä. Tapaustutkimus on mahdollista toteuttaa monitapaustutkimuksena (Kananen, 2013, s. 28), jollaisena tämä tutkimus toteutetaan.

Tutkimuksen teoreettinen ja empiirinen osuus perustuvat kvalitatiiviseen tutkimukseen. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa on tärkeintä, että tutkittava aineisto ilmentää tutkimusongelman kannalta keskeisiä asioita (Uusitalo, 1999, s. 80). Teoreettinen viitekehys luodaan tutkimalla aiheeseen liittyvää teoriaa ja aiempia tutkimuksia. Empiirinen aineisto hankitaan haastattelemalla tutkittavan verkoston yrityksiä. Haastattelut suoritetaan puolistrukturoituna teemahaastatteluna. Puolistrukturoidussa haastattelussa haastateltavat saavat vastata esitettyihin kysymyksiin vapaasti, mutta kysymykset ovat valmiiksi määritettyjä (Eskola & Suoranta, 2014, s. 87). Haastattelut toteutetaan teemahaastatteluina, sillä haastattelu jaetaan kolmeen teemaan, jotka ovat aikatauluohjaus, kustannusohjaus sekä aikataulu- ja kustannusennustaminen. Teemoihin liittyvät kysymykset on etukäteen määritetty ja ne lähetetään haastateltaville tutustuttaviksi Tuomen & Sarajärven (2018, s. 85) suosituksen mukaisesti.

Kärkiyrityksen toimintaa tutkitaan lisäksi osallistuvalla havainnoinnilla. Osallistuvalla havainnoinnilla kerätty aineisto on kvalitatiivista (Uusitalo, 1999, s. 90). Menetelmässä tutkimuskohteesta hankitaan tietoa kohdistamalla havainnointi tutkimusongelman kannalta merkittäviin asioihin (Vilkka, 2015, s. 145). Kärkiyritys vastaa verkoston ohjauksesta, joten se toimii luonnollisena havainnoinnin kohteena, kun halutaan ymmärtää verkostotason ohjauksen toimivuutta.

Kerätyn teoreettisen ja empiirisen aineiston pohjalta luodaan nykytila-analyysi perustuen sisällönanalyysiin. Sisällönanalyysissa empiirinen aineisto teemoitellaan ja tyypitellään (Tuomi & Sarajärvi, 2018, s. 105–107). Eskolan & Suorannan (2014, s. 179) mukaan aineiston teemoittelua suositellaan käytännönläheisen ongelman ratkaisemisessa, jollaiseksi tämänkin työn tutkimusongelma voidaan luokitella. Teemoittelun jälkeen aineisto tyypitellään, etsien siitä samankaltaisuuksia (Eskola & Suoranta, 2014, s. 182). Aineiston analysoinnissa hyödynnetään abduktiivista eli teoriaohjaavaa analyysia. Abduktiossa induktiota ja deduktiota hyödynnetään vuorotellen (Kananen, 2013, s. 51). Abduktiivinen analyysi perustuu hankittuun aineistoon, mutta siinä huomioidaan myös teorian vaikutus taustalla. Tuomi & Sarajärvi (2018, s. 109) kertovat, että abduktiivisen analyysin tarkoitus ei ole testata teorian toimivuutta, vaan sillä luodaan uusia ajatuksia. Edellä mainittu sopii tämän tutkimuksen luonteeseen, koska tutkimuksella pyritään löytämään keinot projektien ennustettavuuden parantamiseen tutkimuskohteessa.

1.4 Tutkimusraportin rakenne

Tutkimusraportti jakautuu seitsemään päälukuun. Johdannossa esitellään tutkimuksen tausta, tavoitteet ja rajaukset, käytettävät tutkimusmenetelmät sekä kerrotaan tutkimuksen toteutuksesta. Seuraavat pääluvut sisältävät teoreettisen ja empiirisen osuuden.

Luvuissa kaksi ja kolme luodaan tutkimuksen teoreettinen viitekehys, joihin empiirisessä osuudessa kerrottavia asioita peilataan. Luvussa kaksi kerrotaan verkostoista, projektiliiketoiminnasta sekä projektien aikataulu- ja kustannushallinnasta yleisellä tasolla. Luvussa esitellään muun muassa projektiosituksen ja kustannusarvioinnin menetelmiä, joihin seuraavassa luvussa kerrotut projektin toteutusvaiheessa suoritettavat suorituskyvyn

mittaaminen, ohjaus ja ennustaminen perustuvat. Luvun kaksi tarkoituksena on luoda pohja myöhemmin luvussa kolme esitettäville teoreettisille projektiohjauksen ja ennustamisen menetelmille sekä empiirisessä osuudessa ilmeneville asioille. Erityisesti luvun kolme on tarkoitus vastata ensimmäiseen tutkimuskysymykseen.

Luvuissa neljä, viisi ja kuusi esitellään tutkimuksen empiirinen osuus. Luvussa neljä esitellään tutkittaviksi valitut verkostoyritykset sekä kerrotaan tapaustutkimuksen suunnittelusta ja toteutuksesta. Luvussa viisi esitellään tapaustutkimuksen tulokset yrityskohtaisesti. Jokaisesta tutkitusta yrityksestä kerrotaan sen käyttämistä menetelmistä aikataulu- ja kustannusohjaukseen sekä aikataulu- ja kustannusennustamiseen. Lisäksi tuloksissa kerrotaan yritysten kokemista haasteista edellä mainittuihin liittyen. Luvun viisi tarkoituksena on vastata toiseen tutkimuskysymykseen.

Empiirisen osuuden päättää luku kuusi, jossa tapaustutkimuksen tuloksia analysoidaan. Teoreettisen viitekehyksen ja tapaustutkimuksen perusteella ehdotetaan tutkimuskohdetta koskevat kehitysehdotukset. Kehitysehdotuksissa keskitytään kärkiyrityksen toiminnan kehittämiseen, koska se on vastuussa verkoston toiminnan ohjaamisesta. Luvun tavoitteena on antaa vastaus kolmanteen tutkimuskysymykseen.

Luvussa seitsemän esitetään johtopäätökset työn tutkimustuloksille. Luvussa pohditaan tulosten merkittävyyttä ja niiden vastaavuutta teoreettiseen viitekehykseen. Lopuksi kerrotaan työn tekemisen aikana havaitut jatkotutkimusmahdollisuudet. Tutkimusraportin rakenne esitetään tiivistetysti kuvassa 1, josta nähdään yksittäisten lukujen merkitys koko työlle.

Kuva 1. Tutkimusraportin rakenne.

2 VERKOSTOT JA PROJEKTINHALLINTA

2.1 Yritysverkostot

Yleisesti yritysverkosto määritetään kahden tai useamman yrityksen systeemiksi, joka muodostuu yritysten välisistä pitkäaikaisista suhteista (Sandhu & Helo, 2006). Yritysverkoston tarkoituksena on tuottaa jokin tuote verkoston loppuasiakkaalle (Lambert & Cooper, 2000; Harland et al., 2001). Verkostot kilpailevat toisiaan vastaan tuottamillaan lopputuotteilla. Verkostoon kuuluvat yritykset voivat kuitenkin samanaikaisesti kuulua useaan eri verkostoon, ja nämä verkostot voivat jopa olla toistensa suoria kilpailijoita (Kajüter & Kulmala, 2005).

Yhtenä pääsyynä yritysverkostojen muodostumiseen on yrityksen keskittyminen ydinosaamiseensa, jolloin muut toiminnot ulkoistetaan toisille yrityksille (Artto et al., 2008a). Ulkoistamisessa yritys hankkii resursseja muilta yrityksiltä, joilla se korvaa omaa toimintaansa. Toiminnan ja resurssien hankkiminen muilta yrityksiltä muodostaa yleensä vertikaalisia asiakas-toimittaja-verkostosuhteita (Ali-Yrkkö, 2009, s. 45; Möller & Rajala, 2009, s. 64) Ali-Yrkkö (2009, s. 48–49) kertoo ulkoistamisen tärkeimpien tavoitteiden liittyvän kustannussäästöihin, joustavuuden lisäämiseen, lisäkapasiteetin hankkimiseen ja haluun keskittyä yrityksen ydintoimintoihin. Ulkoistaminen tai alihankinta ei kuitenkaan automaattisesti johda verkostoyhteistyöhön, vaan useimmiten yritykset toimivat keskenään markkinaehtoisesti. Tärkein erottava tekijä yritysverkostojen ja muun yritysten välisen yhteistyön välillä on sitoutuminen yhteisiin tavoitteisiin. (Valkokari et al., 2009, s. 59)

Yritysverkostosta voidaan tietoisesti muodostaa strateginen liiketoimintaverkko. Liiketoimintaverkot ovat yleensä vahvan kärkiyrityksen ohjaamia yritysverkostoja, joissa jokaisella liiketoimintaverkkoon kuuluvalla yrityksellä on tietty toteutusvastuu verkon liiketoiminnassa (Möller & Rajala, 2009, s. 64). Strategisen liiketoimintaverkon tavoitteena on saavuttaa yritysten välisen tiiviin yhteistyön avulla etuja, joita yritykset eivät itsenäisesti kykenisi saavuttamaan.

Möllerin & Rajalan (2007) luomassa mallissa laivanrakennusliiketoiminnassa käytettävät liiketoimintaverkot kuuluvat perustyypiltään arvontuotannon uudistamista varten luotuihin järjestelmiin ja asiakassovellusverkkoihin. Tällaiset järjestelmät ja verkot ovat tyypillisesti kärkiyrityksen ohjaamia usean eri toimijan projekteja, joille on määritetty selkeä tavoite (Möller & Rajala, 2009, s. 68). Arvontuotannoltaan ne ovat määräaikaisia, kuten projektiliiketoiminnalle on ominaista. Möllerin & Rajalan (2009, s. 68) mukaan arvontuotannon uudistamista varten luoduissa järjestelmissä pyritään muun muassa rakentamaan räätälöityjä asiakasratkaisuja tai -sovelluksia liiketoimintaverkon avulla. Arvontuotantologiikaltaan nämä liiketoimintaverkot perustuvat erittäin haastavien monijäsenisten projektiverkkojen johtamiseen.

Asiakassovellusverkkojen tehokas toiminta vaatii liiketoimintaverkossa toimivien yritysten erityisosaamisen ja tiedon hyödyntämistä. Liiketoimintaverkossa toimivien yritysten osaamista tulee laajentaa yhteistyön ja yhdessä oppimisen avulla. (Möller & Rajala, 2009, s. 74) Yritysten välinen yhteistyö on tärkeää verkon toiminnan kannalta (Ylä-Kujala et al., 2017, s. 233). Toisena tärkeänä asiana mainitaan yritysten välinen luottamus (Kulmala 2004; Kajüter & Kulmala, 2005; Artto et al., 2008a), jonka voidaan ajatella olevan edellytys toimivalle yhteistyölle.

Projektiverkosto on yhdenlainen yritysverkostotyyppi, joka on luotu projektin toteuttamista varten. Projektiliiketoiminnan kannalta projektiverkosto voidaan nähdä yhtenä työkaluna, jolla liiketoiminnan tavoitteet on mahdollista saavuttaa (Artto et al., 2008a). Projektiverkostot muodostuvat projektissa toimivista yrityksistä ja muista toimijoista. Hellgren & Stjernberg (1995) sekä Sandhu & Helo (2006) kertovat verkoston suhteiden kehittyvän projektin edetessä, perustuen lopulta toimijoiden välisiin sopimuksiin.

Projektiverkostossa projektin tilaaja eli ostaja sekä toimittaja eli myyjä ovat verkoston päätoimijat. Muita merkittäviä toimijoita ovat suuret alihankkijat, konsulttiyritykset ja viranomaiset. Näiden lisäksi projektiverkostoon liittyy muita pienempiä toimijoita, kuten pienet alihankkijat, tavarantoimittajat ja erilaiset sidosryhmät. (Sandhu & Helo, 2006) Laivanrakennusprojektin toimijoita ovat laivan tilaaja eli varustamo, laivan toimittaja eli telakka, telakan alihankkijat, luokituslaitos, viranomaiset ja rahoittajat.

2.2 Projektiliiketoiminta

Projektiliiketoiminnasta on tullut merkittävä osa monen yrityksen toimintaa (Wikström et al., 2010), ja sen merkitys kasvaa edelleen. Sandhu & Helo (2006) kertovat projektiliiketoiminnan merkityksen kasvavan, koska tarve asiakasräätälöidyille tuotteille, joiden toimitusaika on lyhyt ja hinta kilpailukykyinen, lisääntyy. Nämä vaatimukset tuotteille aiheuttavat projektiliiketoiminnan verkottumisen (Sandhu et al., 2018).

Projektiliiketoimintaa harjoitetaan erityisesti teknisesti sekä taloudellisesti monimutkaisten ja merkittäviä resursseja vaativien hankkeiden toteuttamisessa. Edellä mainittu johtaa hankkeiden tilaamiseen projekteja toteuttavilta yrityksiltä, jotka vastaavat hankkeen suunnittelusta, toteutuksesta ja johtamisesta kokonaisuutena (Sandhu & Helo, 2006). Projektiyritykset ovat laajentaneet toimintaansa pelkistä toimituksista myös projektina tuotettavan tuotteen ylläpitoon, palveluun ja osaomistukseen. Wikström et al. (2010) toteavat tämän kehityksen monimutkaistavan projektiliiketoimintaa entisestään.

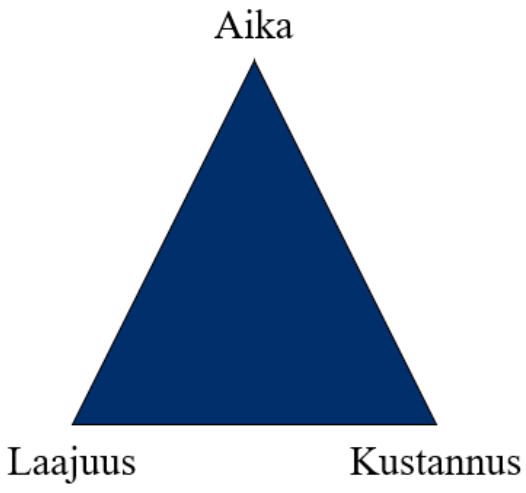
Projektiliiketoiminnan erottaa muista liiketoimintamuodoista kolme ominaispiirrettä, jotka ovat ainutlaatuisuus, monimutkaisuus ja jatkumattomuus (Sandhu et al., 2018). Sandhun & Helon (2006) mukaan projektiliiketoiminnan ominaispiirteet johtuvat toteutettavista projekteista, jotka itsessään ovat ainutlaatuisia, monimutkaisia ja väliaikaisia. Ainutlaatuisuus erottaa projektit muusta toiminnasta, sillä mikään projekti ei ole täsmälleen samanlainen kuin jokin toinen aiemmin toteutettu projekti (PMI, 2017, s. 4). Projektin lopputuote saattaa erota aiemmista tuotteista, organisaatio tai työtavat eroavat aiemmasta, vastaavaa ei ole toteutettu samoissa olosuhteissa, asiakkaan toiveet ja vaatimukset muuttavat tuotetta tai projektiin osallistuu uusia yhteistyökumppaneita (Artto et al., 2008b, s. 26–27).

Monimutkaisuus liittyy projektien tuloksena syntyvään räätälöityyn tuotteeseen. Toteutettavan tuotteen teknisten tekijöiden lisäksi tulee huomioida useita erilaisia taloudellisia, poliittisia ja sosiaalisia tekijöitä, jotka tekevät projektista monimutkaisen (Sandhu & Helo, 2006). Projektin monimutkaisuus liittyy myös sidosryhmien ristiriitaisiin tavoitteisiin (Zwikael & Smyrk, 2019, s. 9). Projektiverkostossa yritysten mahdollisesti

ristiriitaiset tavoitteet kasvattavat monimutkaisuutta (Ruuska et al., 2009). Näiden tekijöiden ja tavoitteiden ohjaaminen muodostuu kriittiseksi projektin onnistumisen kannalta.

Projekteihin liittyy erittäin vahvasti myös niiden väliaikaisuus. Projektit toteutetaan tiettyä tarvetta varten määrätyssä aikataulussa ja budjetissa. Projektin väliaikaisuudella ei kuitenkaan tarkoiteta lyhytkestoisuutta (PMI, 2017, s. 5). Esimerkiksi laivanrakennusprojektin kesto on laivatyypistä riippuen keskimäärin 1,5–3 vuotta (Kim & Park, 2017). Tämä tekee projektien lopputuloksen arvioinnin haastavaksi. Projektille täytyykin asettaa tavoitteet, joilla haluttuun päämäärään pyritään.

Tavallisesti projektille määritetään tavoitteet sen laajuudelle, kustannuksille ja aikataululle. Projektin laajuudella, kustannuksilla ja aikataululla on keskinäinen riippuvuussuhde. Yhtä tavoitetta ei voi painottaa liikaa, koska silloin kaksi muuta kärsivät. Esimerkiksi painotettaessa projektin kustannuksia, aikataulu venyy ja laajuus kärsii. Tavoitteiden tärkeysjärjestys täytyy päättää, sillä ne ovat monesti keskenään ristiriidassa (Artto et al., 2008b, s. 34; Slack et al., 2013, s. 504–505). Nämä kolme kilpailevaa tavoitetta muodostavat projektin rajoitteet. Kuvassa 2 esitetään perinteinen projektinhallinnan kolmio, joka havainnollistaa näiden kolmen tavoitteen suhteet toisiinsa.



Kuva 2. Projektinhallinnan kolmio (mukaillen Lee, 2010).

Kolmiossa laajuustavoite on usein korvattu laatutavoitteella, kuten Slack et al. (2013, s. 504) ja Lester (2014, s. 3) tekevät. Lee (2010) kuitenkin kertoo tasapainoilun kolmen mainitun

tavoitteen välillä vaikuttavan suoraan projektin laatuun, sillä laadukas projekti tuottaa halutun lopputuloksen ajallaan, oikeassa laajuudessa ja budjetissa. Laatu onkin erityisen tärkeä asia laivanrakennusprojektissa, jossa telakan tulee toteuttaa projekti asiakaslähtöisesti ja taloudellisesti kannattavasti tiukassa aikataulussa.

2.3 Projektien elinkaari ja vaiheet

Projekteilla on elinkaari, joka kestää projektin aloituksesta sen lopetukseen. Elinkaari koostuu projektista riippuen erilaisista vaiheista, joiden läpi projekti kulkee. Nämä vaiheet voidaan pilkkoa pienempiin osiin, joilla on omat aikataulut, resurssit ja tavoitteet. Projektin vaiheet muodostavat projektille perusrakenteen, jonka pohjalta projektia voidaan hallita riippumatta siitä, millaisia tehtäviä vaiheet sisältävät. (Vanhoucke, 2012, s. 2–3)

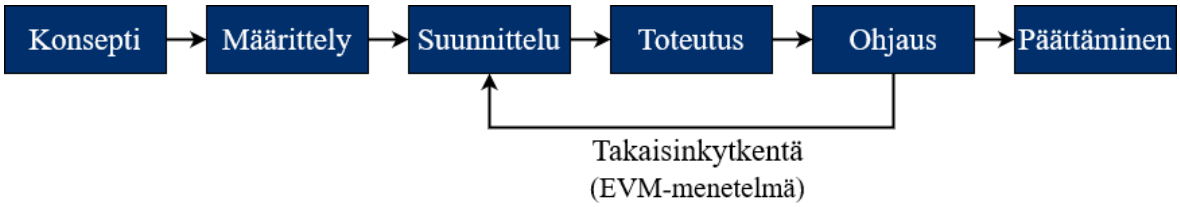
Yleisesti projektit alkavat konseptivaiheella, jossa tunnistetaan tarve projektille. Tarve voi syntyä yrityksessä sisäisesti tai toimitusprojekteissa asiakkaan kyselystä. Konseptivaiheen jälkeen projekti siirtyy määrittelyvaiheeseen. Määrittelyvaiheessa projektille määritetään tavoitteet, vaatimukset, tarpeet ja toteutuksesta vastaava projektiorganisaatio. (Vanhoucke, 2012, s. 4–5) Tässä vaiheessa tehdään myös riskianalyysi, jonka avulla voidaan tunnistaa projektin riskit ja niiden mahdolliset negatiiviset vaikutukset tavoitteisiin (Artto et al., 2008b, s. 48).

Määrittelyvaiheesta siirrytään suunnitteluvaiheeseen, jossa projektin toteuttamiseen tarvittavat tehtävät ja resurssit tunnistetaan. Tunnistetuille tehtäville suunnitellaan aikataulu, resursointi ja kustannusrakenne (Artto et al., 2008b, s. 49). Suunnittelu perustuu aiemmassa vaiheessa määritettyihin tavoitteisiin ja vaatimuksiin (Vanhoucke, 2012, s. 5).

Suunnitteluvaiheesta siirrytään toteutus- ja ohjausvaiheeseen, joita suoritetaan samanaikaisesti. Toteutusvaiheessa suunnitelmia tarkennetaan, tarvittavat resurssit hankitaan ja projekti toteutetaan. Ohjausvaiheessa toteuttamista seurataan aikataulu- ja kustannusraportoinnin avulla. Raportointi perustuu toteuman ja suunnitelmien väliseen vertailuun, jolla pyritään löytämään poikkeamia näiden väliltä. Raportoinnin pitää perustua ennakointiin, jotta tuleviin poikkeamiin voidaan reagoida mahdollisimman aikaisin. (Artto

et al., 2008b, s. 49) Toteuman jäädessä suunnitellusta aikataulusta jälkeen tai kustannusten kasvaessa suunniteltua korkeammaksi, tehdään korjaavat toimenpiteet alkuperäisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Vanhoucken (2012, s. 5) mukaan tätä varten ohjauksen ja suunnittelun välillä on takaisinkytkentä, jossa hyödynnetään EVM-menetelmää.

Projektin elinkaaren viimeisenä vaiheena on päättäminen. Päättämisvaiheessa projekti luovutetaan tilaajalle ja projektiin liittyvät dokumentit viimeistellään. Luovutuksen jälkeen projektista järjestetään päätöspalaveri ja tehdään loppuraportti, jossa projektin onnistumista arvioidaan. Loppuraportti yhdessä projektin toteutuksen aikana kerättyjen tietojen kanssa muodostavat tärkeän pohjan tuleviin projekteihin. (Vanhoucke, 2012, s. 5; Artto et al., 2008b, s. 50) Edellä kerrottujen vaiheiden järjestystä sekä ohjauksen ja suunnittelun välistä takaisinkytkentää havainnollistetaan kuvassa 3.



Kuva 3. Projektin elinkaaren vaiheet (mukaillen Vanhoucke, 2012, s. 5).

Laivoja rakentavan telakan näkökulmasta laivanrakennusprojektin elinkaari alkaa tilaajan lähettämästä tarjouskyselystä. Tarjouskyselyn yhteydessä tilaaja toimittaa kyselyerittelyn, jossa määritetään esimerkiksi laivan käyttötarkoitus, pääominaisuudet kuten haluttu nopeus, toimintasäde, ulkomitat, paino, varustelutaso sekä luokka. Lisäksi voidaan mainita referenssialus, johon rakennettavaa laivaa verrataan. Kyselyerittelyn tarkoituksena on auttaa telakkaa hinnoittelussa ja tarjouksen tekemisessä. (Bachér, 2000, s. 1)

Tarjouskyselystä alkaa tarjoussuunnitteluvaihe, jossa telakka tekee oman tarjouserittelynsä. Tarjouserittelyn perusteella tilaaja ja telakka käyvät neuvotteluja, joiden pohjalta muodostuu sopimuserittely. Se toimii perustana toimituslaajuudelle, tekniselle tasolle ja kauppahinnalle. Sopimuserittelyssä määritetään muun muassa rakennettavan laivan tekniset ominaisuudet, suorituskyky sekä järjestelmät ja niiden sisältämät laitteet. (Bachér, 2000, s. 2–4) Tilaajan ja telakan tehdessä sopimuksen laivan rakentamisesta, sopimuserittelystä muodostuu tärkeä

työkalu molemmille osapuolille. Telakka hyödyntää erittelyä perussuunnittelun (PES) ja valmistussuunnittelun (VAS) pohjana. Tilaaja puolestaan hyödyntää erittelyä suunnitteluaineiston tarkastamiseen varmistuakseen toimituslaajuuden olevan sopimuksen mukainen. (Bachér, 2000, s. 9)

Sopimuksen solmimisen jälkeen siirrytään tarjoussuunnitteluvaiheesta PES-vaiheeseen. PES:n tarkoituksena on tarkentaa laivan yleisjärjestystä, suunnitella runko, tilat ja tarvittavat järjestelmät. Luotu suunnitteluaineisto hyväksytetään tilaajalla, luokituslaitoksella ja viranomaisilla. Lisäksi tärkeimmille laitteille ja valituille materiaaleille haetaan hyväksyntä tilaajalta. PES:n aikana päätetään rakennustavasta, tehdään alue- ja lohkojako, luodaan piirustusluettelot ja toteutusaikataulut sekä resursoidaan projektin tulevat vaiheet. Suunnittelutyön ohella luodaan hankintasuunnitelma ja hankitaan laivan tärkeimmät laitteet. (Kosola, 2000a, s. 2)

PES-vaiheesta siirrytään VAS-vaiheeseen, jonka tarkoituksena on tuottaa laivan rakentamiseen tarvittavat työpiirustukset ja osaluettelot. Työpiirustukset ovat erilaisia valmistukseen ja asennukseen liittyviä piirustuksia. Esimerkiksi tarvittavat esivalmisteet, kuten koneikot, moduulit ja putkipaketit tuotetaan VAS-piirustusten avulla. Esivalmisteet ovat sellaisia tuotteita, jotka täytyy suunnitella ja valmistaa laivakohtaisesti. VAS-vaiheeseen kuuluu suunnittelutyön lisäksi vielä ostamatta olevien laitteiden ja materiaalien hankinta. (Kosola, 2000b, s. 1)

VAS-vaiheen jälkeen alkaa laivan tuotantovaihe, joka jaetaan runkotuotantoon ja varustelutuotantoon. Runkotuotannon tehtävänä on valmistaa lohkot, joista laivan runko rakennetaan. Runkotuotanto jakautuu pienempiin kokonaisuuksiin, joita ovat osavalmistus, lohkovalmistus ja rungon koonti. Osavalmistuksessa levyosat merkataan ja leikataan, laidoituksen muotolevyt taivutetaan, muototangot merkataan ja katkaistaan sekä valmistetaan tarvittavat T-palkit (Gustafsson, 2000, s. 21–24).

Lohkovalmistuksessa osavalmistuksen valmistamista osista rakennetaan kansia, pohjia, laipioita ja laitoja. Näistä rakenne-elementeistä valmistetaan lohkoja, joita yhdistämällä syntyy suurlohkoja. Suurlohkojen määrä ja koko riippuvat tuotantokapasiteetista, päätetystä rakennustavasta sekä käytettävästä aikataulusta. Kuljetus- ja nostokapasiteetti muodostavat

usein rajoitteet suurlohkojen koolle ja painolle. Lohkot kannattaa pintakäsitellä ennen niiden nostamista rakennusaltaaseen. Maalaus tehdään usein hitsattavien varusteiden asentamisen jälkeen ennen rungon koontia rakennusaltaassa. (Gustafsson, 2000, s. 26–28)

Lohkovalmistuksesta lohkot siirtyvät rungon koontiin. Gustafssonin (2000, s. 31) mukaan rungonkoontitapa riippuu rakennettavan laivan tyypistä, koosta ja rajoittavista tekijöistä. Rungon koontia rajoittavia tekijöitä ovat muun muassa lohkotehtaan ja varustelun tuotantokapasiteetti, lohkojen nostokapasiteetti ja koontipaikka (Gustafsson, 2000, s. 31). Useimmiten koontipaikkana toimii rakennusallas, josta koottu laiva lasketaan vesille avaamalla sulkuportti (Gustafsson, 2000, s. 32).

Varustelutuotantoa toteutetaan runkotuotannon kanssa samanaikaisesti, jotta tuotantoaika ja samalla projektin kokonaiskesto ei kasvaisi liian pitkäksi. Varustelutuotanto jaetaan lohko-, kone-, kansi-, sisustus- ja sähkövarusteluun. Lohkovarusteluun kuuluu lohkoihin tehtävät asennustyöt ennen lohkojen nostoa rungolle. Konevarusteluun kuuluu pääkoneiden ja potkurilaitteiden asennustyöt sekä konetilojen muiden laitteiden asennukset ja käyttöönotot. Kansivarusteluun kuuluu ohjaamon, lastialueiden, ulkokansien ja pelastusjärjestelmien asennukset. Sisustusvarusteluun kuuluu sisustusalueiden kuten matkustaja-, majoitus- ja ruokatilojen sekä portaikoiden asennustyöt. Sähkövarusteluun kuuluu sähköasennukset, sähkökäyttöönotot ja -kokeet. (Holmström, 2000, s. 3–7)

Varustelutyön aikana ja sen jälkeen laivalle suoritetaan erilaisia käyttöönottokokeita, joilla varmistetaan laivan olevan valmis luovutukseen tilaajalle. Käyttöönottokokeita tehdään laiturikokeina ja merikokeina. Holmström (2000, s. 19) kertoo, että laiturikokeissa laivan järjestelmien toiminta testataan. Lisäksi tarkoituksena on varmentaa järjestelmien vastaavuus sopimuserittelyyn sekä luokituslaitoksen ja viranomaisten vaatimuksiin (Holmström, 2000, s. 19). Merikokeissa käyttöönotetaan ja testataan sellaiset järjestelmät, jotka täytyy tehdä laivan ollessa merellä. Merikoeajossa varmistetaan laivan ja sen järjestelmien toiminta todellisissa olosuhteissa kokonaisuutena. (Holmström, 2000, s. 20; Jaatinen, 2000, s. 4) Onnistuneiden merikokeiden jälkeen laiva on valmis luovutukseen, jos se vastaa sopimuserittelyä ja täyttää kaikki luokituslaitoksen sekä viranomaisten vaatimukset. Laivanrakennusprojektin elinkaari päättyy laivan luovutukseen tilaajalle.

2.4 Aikataulun- ja resurssienhallinta

Projektin aikataulusuunnittelu sisältää kaksi päävaihetta, jotka ovat karkeasuunnittelu ja hienosuunnittelu. Karkeasuunnittelu tehdään mahdollisimman aikaisessa vaiheessa projektia ja sen tavoitteena on järjestellä projekti hallittaviin osiin. Karkeasuunnittelusta siirrytään myöhemmässä vaiheessa hienosuunnitteluun, joka sisältää tehtävien aikataulutuksen ja resursoinnin. (Kuster et al., 2015, s. 123–126)

Karkeasuunnittelu alkaa projektin vaiheistamisella, jossa kokonaisprojekti puretaan pienempiin osiin eli vaiheisiin. Vaiheille määritetään tietyt tavoitteet, jotka tulee olla saavutettuna vaiheen tullessa päätökseen. Vaiheiden sisällä projekti puretaan edelleen pienempiin ja paremmin hallittavissa oleviin osiin. (Kuster et al., 2015, s. 126–127) Tätä ositusta kutsutaan projektiositukseksi.

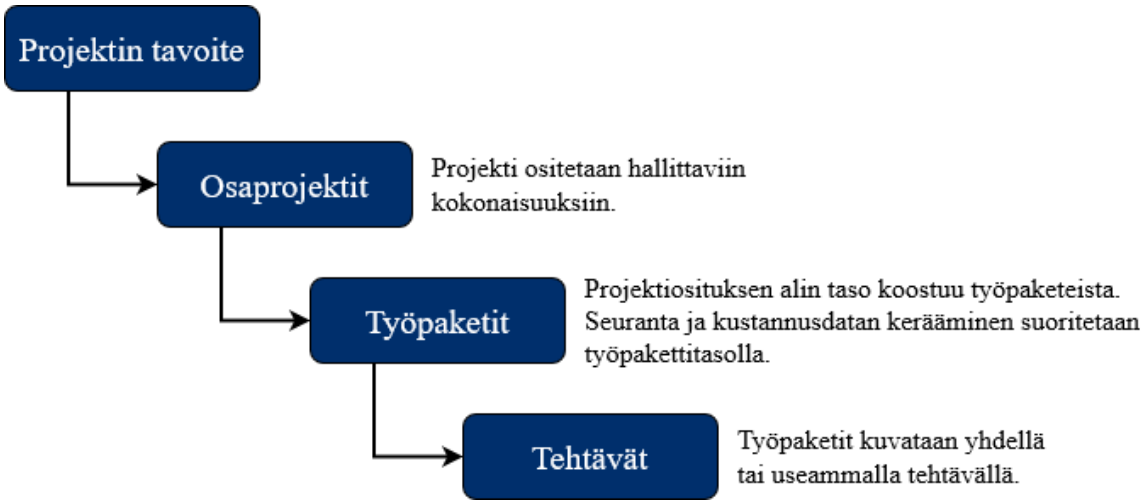
Projektiositus (*Work Breakdown Structure*, WBS) mahdollistaa muun muassa projektin aikataulu- ja resurssitarpeiden suunnittelun, vastuiden määrittämisen, kustannusten hallinnan ja edistymisen seurannan (Artto et al., 2008b, s. 113). WBS:n tekeminen ensimmäistä kertaa on työlästä, mutta hyvin tehtynä se antaa perustan saman tyyppisten projektien osittamiseen tulevaisuudessa (Pelin, 2011, s. 92).

WBS:n tavoitteena on pilkkoa projektissa tehtävä työ ja suoritteet pienempiin paremmin hallittavissa oleviin kokonaisuuksiin eli työpaketteihin (PMI, 2017, s. 156–157). Projektissa tehtävä työ järjestellään työpakettien avulla. Työpaketit auttavat arvioimaan projektissa tarvittavan kokonaistyömäärän. Lisäksi työpaketit auttavat kustannusten arvioinnissa ja hallinnassa sekä aikataulun muodostamisessa ja ohjauksessa. (Vanhoucke, 2012, s. 12) Projektien aikataulu- ja kustannusohjaus perustuukin suurilta osin tehtyyn projektiositukseen (Pelin, 2011, s. 91–92).

Projektin ositukseen on kehitetty useita eri menetelmiä (Kuster et al., 2015, s. 130; Martinelli & Milosevic, 2016, s. 129; Ruuska, 2007, s. 190). Näitä menetelmiä ovat muun muassa vaiheittainen ositus, järjestelmiin ositus, rakenteellinen ositus ja työlajikohtainen ositus. Vaiheittaisessa osituksessa projekti jaetaan ajallisesti rajattuihin toisiaan seuraaviin

itsenäisiin osiin. Järjestelmiin osituksessa projekti jaetaan toiminnallisiin kokonaisuuksiin. Rakenteellisessa osituksessa projekti jaetaan fyysisiin erillään oleviin osiin esimerkiksi maantieteellisesti. Työlajikohtaisessa osituksessa projekti jaetaan työlajien mukaan esimerkiksi suunnitteluun, asennustöihin ja tarkastuksiin. Projektin lopullinen WBS yhdistelee eri menetelmiä sopivalla tavalla. (Pelin, 2011, s. 93–95) Laivanrakennuksessa käytetään kaikkia edellä mainittuja ositusmenetelmiä.

WBS kuvataan usein hierarkkisena puurakenteena, joka koostuu useista eri tasoista. Kuvassa 4 esitetään yksinkertaistettu malli WBS:n eri tasoista, jossa määritettävä tieto tarkentuu siirryttäessä alemmalle tasolle. Vanhoucken (2012, s. 13) mukaan ylin taso on projektin tavoitetaso, joka kertoo projektin laajuuden. Toinen taso on osaprojektitaso, jolla projekti pilkotaan pienempiin hallittaviin osiin. Kolmas taso on työpakettitaso, jonka avulla projektia seurataan ja ohjataan. Neljäs eli alin taso on tehtävätaso, jolla projektin kesto-, resurssi- ja kustannusarvioita voidaan parantaa. (Vanhoucke, 2012, s. 13)



Kuva 4. Projektiosituksen neljä tasoa (mukaillen Vanhoucke, 2012, s. 12).

WBS luo hyvän perustan projektin aikataulujärjestelmälle, jossa ylin WBS:n taso vastaa projektin pääaikataulua, toinen taso vastaa osaprojektien aikatauluja, kolmas taso vastaa työpakettien aikataulua ja neljäs taso vastaa työpaketteihin kuuluvien tehtävien aikataulua. Alempien tasojen aikataulujen tulisi kytkeytyä ylempien tasojen aikatauluihin, jolloin tilannepäivitykset alemmilla tasoilla siirtyvät suoraan pääaikatauluun asti. (Pelin, 2011, s.

98–99) Laivanrakennuksessa toimivan aikataulujärjestelmän luominen on tärkeää, sillä projektit ovat monimutkaisia ja aikataulut sisältävät yhteensä kymmeniä tuhansia tehtäviä (Han et al., 2017).

WBS:n rinnalle luodaan usein organisaatio-ositus (*Organizational Breakdown Structure*, OBS), joka havainnollistaa organisaatiosuhteita ja toimii mallina vastuiden jakamiselle. (Vanhoucke, 2012, s. 13) Projekti- ja organisaatio-osituksen jälkeen karkeasuunnittelusta siirrytään hienosuunnitteluun, jossa WBS:n pohjalta muodostettujen työpakettien sisältöä tarkennetaan ja niihin kuuluvat tehtävät tunnistetaan (Vanhoucke, 2012, s. 14). Tunnistetut tehtävät lisätään tehtäväluetteloon, johon jokainen aikaa tai rahaa kuluttava tehtävä sekä välitavoitteet on listattu aikajärjestyksessä. Tehtäväluettelossa tehtävät saavat yksilöivän tunnisteen, joka voi muodostua esimerkiksi projekti-, työpaketti- ja tehtävänumeron yhdistelmästä. (Kuster et al., 2015, s. 136)

Tehtäväluettelon laadinnan jälkeen kaikille tunnistetuille tehtäville määritetään niiden tarvitsemat resurssit (SFS-ISO 21500:2012, s. 27). Tehtävien resursointi ja työmäärän arviointi liittyvät vahvasti yhteen. Kuster et al. (2015, s. 154) kertovat työmäärien arvioinnin perustuvan usein aiemmista projekteista kerättyihin tietoihin. Tietoja saadaan kerättyä työtuntiraporteista. Tuntiraportoinnin tulee tapahtua riittävän tarkalla tasolla, jotta saatua dataa voidaan hyödyntää tehokkaasti seuraavissa projekteissa. Arvioitujen tuntien ja todellisen toteuman väliset erot selvitetään. (Pelin, 2011, s. 119) Tällä tavoin tuntiarviot tarkentuvat erityisesti toistuvissa projekteissa, joita myös laivanrakennusprojektit ovat.

Aikataulun suunnittelu ja resurssilaskenta vaikuttavat toinen toisiinsa. Projektista riippuen aikataulu voidaan suunnitella ensin, jolloin tarvittavat resurssit hankitaan jälkikäteen tai vaihtoehtoisesti aikataulu suunnitellaan huomioiden resurssikapasiteetti. Epäonnistunut resursointi aiheuttaa usein aikataulun venymistä ja kustannusten nousua. (Pelin, 2011, s. 143–144). Laivanrakennusprojektissa aikataulun venyminen johtaa sopimussakkoon, joka saattaa pahimmillaan muuttaa muuten kannattavan projektin tappiolliseksi.

Projektin tehtävien riippuvuudet tulee tunnistaa, jotta projektille voidaan luoda tarkempi aikataulu. Tehtävien välillä vaikuttaa erityyppisiä riippuvuuksia, jotka vaikuttavat tehtävien aikataulutukseen (Vanhoucke, 2012, s. 18–19). Tehtävän aloittaminen saattaa edellyttää

toisen tehtävän valmistumista. Toisaalta osa tehtävistä voidaan aloittaa, kun aiempi tehtävä on edennyt riittävän pitkälle. Pelin (2011, s. 121) kertoo riippuvuuksien tunnistamisen vaikuttavan työn suunnitteluun. Tehtävät on järjestettävä tukemaan työn suorittamista parhaalla mahdollisella tavalla.

Projektin aikataulun suunnittelussa hyödynnetään erilaisia aikataulutustekniikoita. Perinteisesti käytetään Gantt- eli janakaaviota, jossa tehtävät esitetään vaakasuorina janoina suhteessa kalenteriaikaan. Janan pituus määräytyy tehtävän keston mukaan. (Lester, 2014, s. 125) Yleisesti tehtävien kestot tulee aikatauluttaa muutaman viikon pituisiksi. Tätä pidemmät kestot ovat vaikeasti hallittavissa ja toisaalta lyhyemmät kestot ovat työläitä seurata sekä hallita. (Artto et al., 2008b, s. 124) Janakaaviossa projektin valmiutta voidaan verrata alkuperäisiin janoihin, jotka kuvaavat projektin perusaikataulua. Tehtävän edistymä esitetään värjäämällä tehtäväjana ansaitun valmiuden mukaan. (Tonchia, 2018, s. 118)

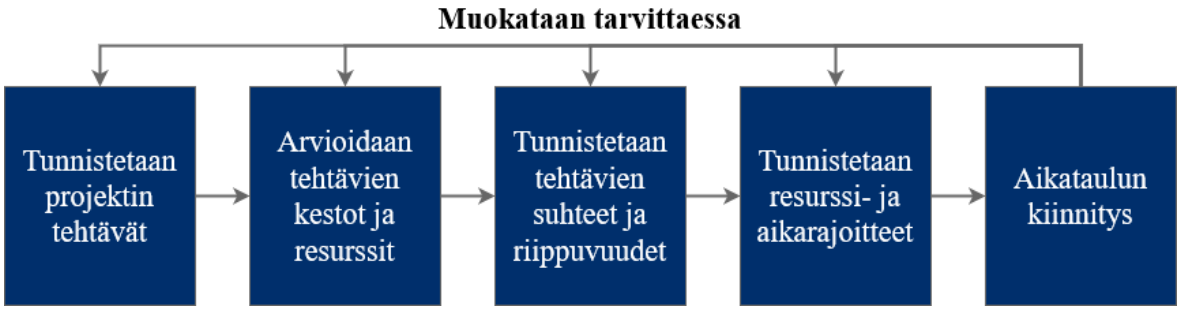
Perinteinen janakaavio ei kuvaa tehtävien välisiä riippuvuuksia, eikä se ota kantaa tehtävien kriittisyyksiin tai pelivaroihin. Tämän ongelman ratkaisemiseksi on kehitetty toimintaverkkomenetelmiä, jotka perustuvat alkujaan muun muassa kriittisen polun menetelmään. (Artto et al., 2008b, s. 131; Tonchia, 2018, s. 118) Kriittisen polun menetelmä auttaa tehtävien aikatauluttamisessa projektin kokonaisaikataulun ja kustannusten kannalta parhaalla mahdollisella tavalla. Sen avulla on mahdollista määrittää kriittiset tehtävät, joilla on suurin vaikutus projektin valmistumiseen suunnitellussa aikataulussa. (Martinelli & Milosevic, 2016, s. 154) Kriittiset tehtävät muodostavat ajallisesti projektin pisimmän tehtäväketjun eli kriittisen polun. Kriittinen polku voidaan selvittää toimintaverkkomenetelmällä.

Toimintaverkkoa käytetään kuvaamaan projektin tehtäviä ja niiden välisiä riippuvuuksia. Rolstadås (2004, s. 783) kertoo toimintaverkon rakentamisen vaativan tiedot kaikista tehtävistä, niiden ensisijaisista riippuvuuksista ja arvion kestoista. Toimintaverkon avulla saadaan selvitettyä tehtävien vapaat pelivarat ja tehtäväpolkujen kokonaispelivarat. Vapaa pelivara on se aika, jonka tehtävä voi myöhästyä vaikuttamatta muiden tehtävien aloitukseen. Kokonaispelivara taas on se aika, jonka tehtävät voivat myöhästyä

vaikuttamatta koko projektin valmistumiseen. (Ruuska, 2007, s. 195–196; Pelin, 2011, s. 126–127)

Kriittisen polun tehtävän myöhästyminen myöhästyttää koko projektia, joten kriittiseen polkuun tulee kiinnittää erityistä huomiota projektin ohjauksessa. Toisaalta kaikkien tehtävien seuranta ja niiden riippuvuuksien tunnistaminen on tärkeää, sillä ei-kriittiset tehtävät saattavat muodostaa uuden kriittisen polun myöhästyessään riittävästi. (Artto et al., 2008b, s. 135–136) Kriittisen polun laskenta on tehokasta projektinhallintaohjelmistojen avulla, koska niiden toiminta perustuu toimintaverkkolaskentaan (Pelin, 2011, s. 126). Samankaltaisia projekteja toteuttavan yrityksen kannattaa kehittää käyttöönsä toimintaverkkomallipohja. Pohjaa voidaan hyödyntää uusien projektien suunnittelussa, jolloin niiden aikataulutus nopeutuu ja helpottuu. (Pelin, 2011, s. 129)

Projektin aikataulusuunnittelu on iteratiivinen prosessi, jossa suunnitelmat ja aikataulut tarkentuvat projektin edetessä. Slack et al. (2013, s. 505) esittelevät iteratiivisuuden pohjalta aikataulusuunnittelun prosessimallin. Mallissa aiemmin hienosuunnitteluun kuuluvaksi kerrotut toimenpiteet jaetaan viiteen eri vaiheeseen kuvan 5 mukaisesti. Mallin ensimmäisessä vaiheessa tunnistetaan projektin tehtävät. Tehtävien tunnistamisen jälkeen arvioidaan niiden vaatimat kestot ja resurssit. Aika- ja resurssiarviota seuraa tehtävien välisten suhteiden ja riippuvuuksien tunnistaminen. Seuraavaksi tunnistetaan aika- ja resurssirajoitteet. Lopulta aikataulu kiinnitetään ja otetaan käyttöön. Aikataulusuunnittelussa aiempiin vaiheisiin palataan tarpeen vaatiessa.



Kuva 5. Aikataulusuunnittelun prosessimalli (mukaillen Slack et al., 2013, s. 506).

2.5 Kustannusten hallinta

Projektin kustannusten hallinta linkittyy projektisitukseen ja organisaatio-situkseen, jotka jaottelevat kustannukset loogisiin kokonaisuuksiin. (Artto et al., 2008b, s. 155) Kustannusarviot muodostetaan perustuen projektiosituksessa määritettyihin työpaketteihin (Munier, 2013, s. 175). Työpaketit muodostavat alimman tason kustannuskohteet, joiden kustannusten kertymistä seurataan. Tällä tavoin työpaketti kytkee kustannus- ja aikatauluseurannan toisiinsa. (Pelin, 2011, s. 101)

Työpaketin toteuttaminen kuuluu tietylle organisaatio-osastolle, jolloin työpaketti ja osasto muodostavat kustannuskohteen, jolle kustannuksia kirjataan. Syntyvät kustannukset voidaan lisäksi ryhmitellä kustannuslajeihin, joita ovat esimerkiksi henkilöstökulut, matkakulut ja ostot. Tunnistettujen kustannuslajien perusteella voidaan toteuttaa projektin kustannusositus (*Cost Breakdown Structure*, CBS). WBS, OBS ja CBS muodostavat yhdessä kustannusten kolme eri ulottuvuutta. (Artto et al., 2008b, s. 155–156)

Kustannusositus tulee suunnitella riittävän tarkaksi, jotta kertyvistä kustannuksista saadaan oleellista tietoa. Toisaalta liian hienojakoinen CBS hankaloittaa keskittymistä olennaisiin kustannuksiin. Projektin johtamisen kannalta suositellaankin, että CBS jätetään melko karkealle tasolle. (Artto et al., 2008b, s. 157)

Kustannusarvioinnin taustalla vaikuttaa tehty projektiositus ja kustannusositus. Kustannusarviointia suoritetaan läpi projektin elinkaaren, mutta sen tarkoitus muuttuu riippuen elinkaaren vaiheesta. Ennen projektin tarjousvaihetta arviolla pyritään selvittämään projektin kannattavuus. Tarjousvaiheessa projektin hinnoittelu perustuu arvioon. Ennen toteutusvaihetta arviosta muodostetaan budjetti ja varataan tarvittavat kustannusvaraukset yllättävien tilanteiden varalle. Toteutusvaiheessa arvioita päivitetään säännöllisesti ja niitä käytetään projektin ennustamiseen. (Artto et al., 2008b, s. 158) Projektin päättämisen jälkeen tehdään projektin jälkiarviointi, jonka tuloksia voidaan hyödyntää seuraavissa projekteissa.

Kustannusarvio on ennuste, joka perustuu arviointihetkellä olemassa olevaan tietoon. Kustannusarvion perusteella yritys tekee päätöksen siitä, ryhtyykö se toteuttamaan projektia.

Kustannusarviossa tulee huomioida valinnat, jotka aiheuttavat kustannuksia sekä kustannuksiin liittyvät riskit. (PMI, 2017, s. 241) Kustannusarviolla on merkittävä vaikutus projektinhallintaan, koska se toimii lähtökohtana projektin kustannusten hallinnalle. Kustannusarvion tulisi olla riittävän tarkka alusta alkaen, jotta arvio ei muodostu liian korkeaksi tai matalaksi suhteessa toteutuviin kustannuksiin. Liian korkea kustannusarvio johtaa toimitusprojektin ylihinnoitteluun ja siten sen menettämiseen kilpailijalle. Liian matala kustannusarvio taas johtaa todennäköisesti tappiolliseen projektiin. (Lester, 2014, s. 59)

Kustannusten arviointiin on kehitetty erilaisia menetelmiä, joiden vaatima työmäärä ja niiden tarjoama tarkkuus vaihtelevat merkittävästi. Näitä menetelmiä ovat muun muassa analoginen, parametrinen ja analyyttinen arviointi. Analoginen eli vertailuarviointi pohjautuu aiempien projektien kokonaiskustannuksiin, joiden perusteella projektille luodaan kustannusarvio (Munier, 2013, s. 179). Arviota muokataan toteutettavan projektin haastavuuden ja muiden tekijöiden mukaan. Menetelmällä on mahdollista arvioida projektin kustannukset nopeasti. Riskinä kuitenkin on, että projektin haastavuutta ja monimutkaisuutta suhteessa aiempiin projekteihin ei huomioida riittävällä tavalla. (Lombard, 2014, s. 107) Analogista arviointia käytetään yleensä, kun projektista ei ole vielä saatavilla riittävästi tietoa, jotta voitaisiin tehdä tarkempi arvio (Martinelli & Milosevic, 2016, s. 191).

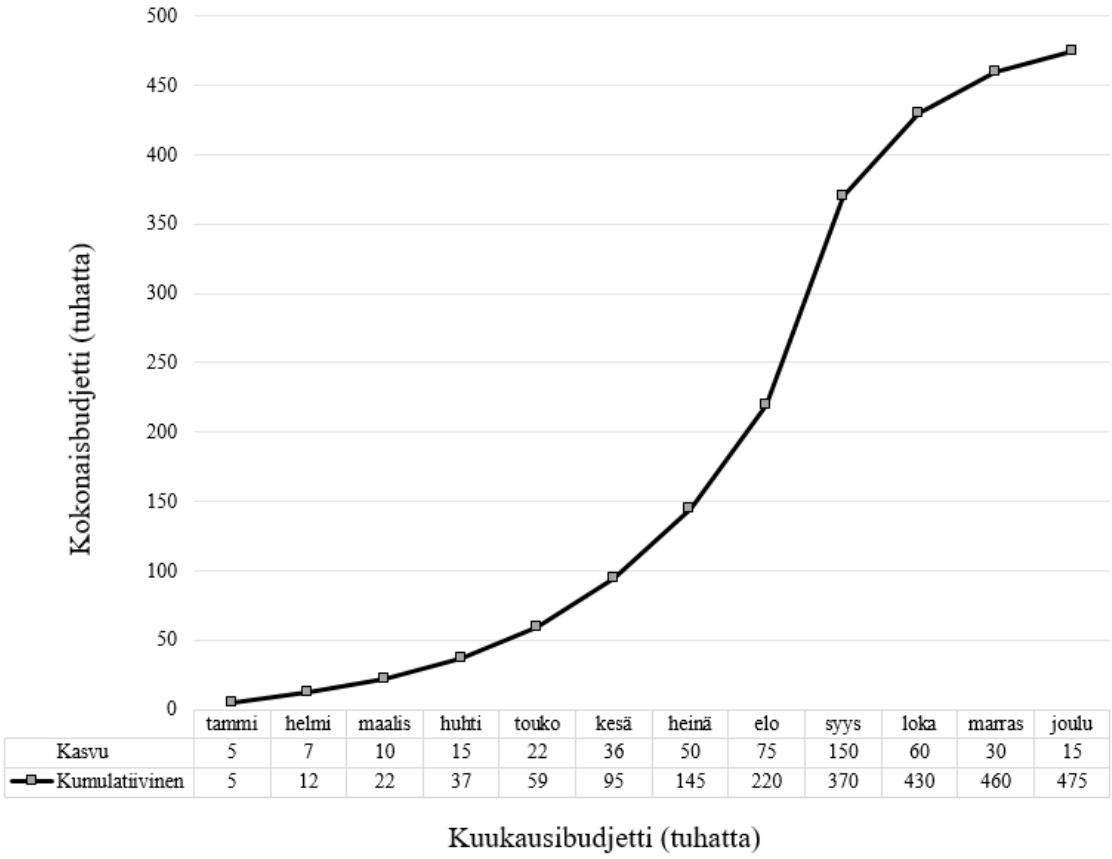
Parametrisessa arvioinnissa toteutettavan projektin kustannuksia arvioidaan perustuen tilastollisiin menetelmiin. Aiemmista projekteista kerätyn kustannusdatan avulla voidaan laskea projektin kustannukset tiettyjen parametrien mukaan. (Lombard, 2014, s. 107) Esimerkiksi laivanrakennuksessa laivan kokonaispainon perusteella voidaan laskea arvio käytettävälle terälselle. Kertomalla teräsmäärä tuotannon tunnusluvulla, saadaan laskettua rungon kokonaishinta. Martinellin & Milosevicin (2016, s. 198) mukaan parametrista arviointia käytetään projektin määrittelyvaiheessa, kun analyyttista menetelmää ei vielä voida tehdä puutteellisten tietojen takia. Parametrisen arvioinnin tekeminen on lisäksi nopeampaa ja helpompaa kuin analyyttisen arvion tekeminen. (Martinelli & Milosevic, 2016, s. 199)

Analyyttinen arviointi perustuu tehtyyn projektiositukseen ja siinä kustannusarvio tehdään työpakettikohtaisesti (Rolstadås, 2004, s. 801). Jokaiselle työpaketille määritetään materiaali- sekä työkustannus. Kustannusten arviointiin käytetään tunnuslukuja, jotka saadaan yrityksen kustannustietokannasta. Käytettäviä tunnuslukuja muokataan niin, että ne vastaavat mahdollisimman hyvin nykyhetken tilannetta ja projektin yksilöllisiä vaatimuksia. (Lester, 2014, s. 61)

Projektin kustannusarviot voivat perustua myös toimittajilta saatuihin tarjouksiin. Tällöin eri tarjousten sisältöä vertaillaan, jotta arviossa päädytään mahdollisimman lähelle todellisia kustannuksia (PMI, 2013, s. 207). Toimittajilta saatujen kustannustietojen käyttö on hyödyllistä erityisesti laitteiden ja ulkoistetun työn kustannuksia arvioitaessa.

Riittävän tarkasta kustannusarviosta muodostetaan projektin kustannusbudjetti, jossa rahan kulutus esitetään ajan funktiona (Munier, 2013, s. 174). Budjetissa arvioidut kustannukset ajoitetaan niiden oletetun toteuman mukaan mahdollisimman tarkasti projektin aikatauluun. Yleensä työn kustannukset kertyvät projektin resursoinnin mukaan. Alihankintakustannukset syntyvät sopimusten ja saavutettujen virstanpylväiden perusteella. Laite- ja materiaalikustannukset taas syntyvät toimitusten mukaan. (Martinelli & Milosevic, 2016, s. 205–206)

Kustannusbudjetin rakentaminen riippuu arvioon käytetystä menetelmästä. Analyyttisen arvion pohjalta budjetti voi rakentua suoraan perustuen projektin työpaketteihin. Analogisen tai parametrisen arvion pohjalta budjetti voidaan rakentaa projektin vaiheistuksen ja kustannusten syntymekanismien mukaisesti. (Martinelli & Milosevic, 2016, s. 206) Kun projektin arvioidut kokonaiskustannukset on jaettu projektin toteutusaikataulun perusteella, voidaan budjetista muodostaa S-käyrä kuvan 6 mukaisesti. Kuvassa kustannuskertymä esitetään kuukausittain ja kumulatiivisesti S-käyrän muodossa.



	tammi	helmi	maalis	huhti	touko	kesä	heinä	elo	syys	loka	marras	joulu
Kasvu	5	7	10	15	22	36	50	75	150	60	30	15
Kumulatiivinen	5	12	22	37	59	95	145	220	370	430	460	475

Kuva 6. Projektibudjetin S-käyrä (mukaillen Martinelli & Milosevic, 2016, s. 207).

S-käyrän nimitys tulee kustannuskäyrän muodosta, joka muistuttaa S-kirjainta. Käyrästä muodostuu yleisesti tällainen, koska projektin alussa kustannuskertymä alkaa hitaasti kasvaa, toteutusvaiheessa kertyy suurin osa kustannuksista ja lopussa kustannuskertymässä tapahtuu merkittävä hidastuminen. Käyrän tyypillinen muoto vaihtelee projektityypistä riippuen ja sitä voidaan säätää tarpeen mukaan. (Cioffi, 2005; Munier, 2013, s. 174) S-käyrää voidaan hyödyntää myös projektin suunnitellun työmäärän kuvaamiseen. Munierin (2013, s. 174) mukaan S-käyrä on keskeinen työkalu projektiennustamisessa.

3 PROJEKTIEN OHJAUS JA ENNUSTAMINEN

3.1 Projektien aikataulu- ja kustannusohjaus yleisesti

Projektin aikatauluohjauksen tarkoituksena on varmistaa työn tekeminen suunnitelman mukaan, arvioida aikataulupoikkeamien vaikutuksia koko projektiin ja muuttaa tarvittaessa suunniteltua perusaikataulua (Martinelli & Milosevic, 2016, s. 237; Pelin, 2011, s. 135). Martinelli & Milosevic (2016, s. 237) kertovat aikaohjauksen keskittyvän erityisesti myöhässä olevaan työhön ja sen tarkoituksena on estää jättämän syntyminen. Aikatauluohjausta suoritetaan vertaamalla projektin edistymää suunniteltuun perusaikatauluun. Edistymän poiketessa suunnitellusta perusaikataulusta, ryhdytään korjaaviin toimenpiteisiin (SFS-ISO 21500:2012, s. 30).

Kustannusohjauksen tarkoituksena on varmistaa projektin toteutuminen budjetissa, arvioida muutosten vaikutuksia kustannuksiin ja päivittää budjettia tarpeen mukaan (Martinelli & Milosevic, 2016, s. 273). Kustannusohjausta suoritetaan vertaamalla sitoutuneita kustannuksia budjetoituihin kustannuksiin. Aikatauluohjauksen tavoin myös kustannusohjauksessa ryhdytään korjaaviin toimenpiteisiin, mikäli toteuma poikkeaa suunnitellusta (SFS-ISO 21500:2012, s. 32).

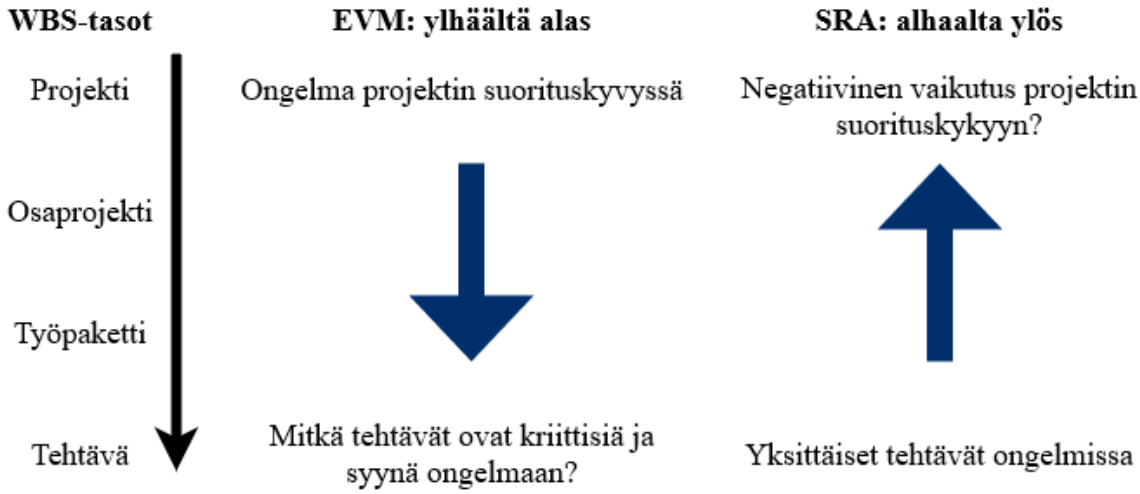
Projektin ohjauksesta voidaan tunnistaa viisi osa-aluetta, joita ovat seuranta, arviointi, raportointi, ohjaustoimenpiteet ja muutoksenhallinta. Seurannassa tehtävien aikataulutilannetta, resursointia ja syntyviä kustannuksia arvioidaan säännöllisesti. Monimutkaisissa ja aikataulullisesti haastavissa projekteissa seurannan merkitys korostuu. Erityisesti resurssien suunnittelu ja resurssisuunnitelman toteuttaminen ovat haastavia tehtäviä. Suunniteltujen resurssien ja todellisen tarpeen välille muodostuu merkittävä ero, jos suunnitelmat perustuvat vääriin oletuksiin. Yrityksellä tulisi olla tietoa aiempien projektien resurssitarpeesta, johon toteutettavaa projektia voidaan verrata. Monesti resurssihaasteita aiheuttavat saatavuusongelmat, jotka voivat johtua esimerkiksi liian suuresta työkuormasta suhteessa resursseihin, puutteellisesta resurssisuunnittelusta tai moniprojektiympäristössä puutteellisesta ohjauksesta. (Kuster et al., 2015, s. 166–168)

Resurssiongelmat kytkeytyvät suoraan aikatauluun ja kustannuksiin, koska vain oikea resursointi mahdollistaa aikataulun ylläpidon määritetyillä kustannuksilla.

Aikatauluseuranta ja ansaitun valmiuden arviointi helpottuvat, kun työ paloitellaan WBS:n alimmalla tasolla riittävän pieniin selkeästi määritettyihin tehtäviin. Tehtävistä tulee kyetä määrittämään niiden valmiusaste yksiselitteisesti. Raportoitavat valmiusprosentit kannattaa kytketään tiettyyn tehtävävaiheeseen. (Pelin, 2011, s. 136–137) Tällöin valmiusraportointi selkeytyy ja ansaittu valmius voidaan varmentaa.

Kustannusseuranta perustuu toteutuneisiin ja sidottuihin kustannuksiin. Toteutuneet kustannukset ovat syntyneitä kustannuksia ja keskeneräisen työn aiheuttamia kustannuksia. Keskeneräisen työn kustannuksissa on tärkeää tunnistaa tehtävien valmiusaste, joille työtä on tehty ja työn aiheuttamat kustannukset. Sidotut kustannukset ovat toteutuneiden kustannusten lisäksi hankintasopimuksissa ja tilauksissa määritettyjä kustannuksia, joita ei ole vielä laskutettu. (Artto et al., 2008b, s. 171) Projektin kustannusseurannan tulee perustua sidottujen kustannusten seurantaan, koska ne ennakoivat syntyviä kustannuksia (Artto et al., 2008b, s. 171; Pelin, 2011, s. 175).

Vanhoucke (2009, s. 109) esittää seurannan toteuttamista kahdella päinvastaisella tavalla. Ylhäältä alas -tapa perustuu projektin suorituskyvyn seurantaan, jolloin muutokset suorituskyvyssä johtavat korjaaviin toimenpiteisiin WBS:n alimmalla tasolla. Tässä seurantatavassa hyödynnetään EVM-menetelmää. Alhaalta ylös -tapa taas perustuu yksittäisten tehtävien seurantaan WBS:n alimmalla tasolla. Tapaa tarvitaan tilanteissa, joissa EVM-menetelmää ei käytetä tai se ei tarjoa riittävää tarkkuutta. Alhaalta ylös -tapa vaatii tiukempaa kontrollia tehtävistä ja jatkuvaa kriittisen polun seurantaa. Tässä seurantatavassa hyödynnetään aikataulun riskianalyysia (*Schedule Risk Analysis*, SRA). (Vanhoucke, 2009, s. 109–110) Nämä kaksi toisistaan poikkeavaa tapaa voidaan yhdistää, jolloin projektin seuranta tehostuu. Molemmat edellä mainitut tavat esitellään kuvassa 7 suhteutettuna projektiosituksen eri tasoihin.



Kuva 7. Projektin seurannan tavat (Vanhoucke, 2009, s. 109).

Projektiarviointi liittyy kiinteästi virstanpylväisiin, joiden saavuttamiseksi ennalta määrätyt työpaketit täytyy olla tehtynä. Projektin väliarvioissa tulee vastata erilaisiin kysymyksiin, jotka liittyvät asetettujen tavoitteiden saavuttamiseen suunnitellussa aikataulussa ja kustannuksissa. Lisäksi väliarvioissa kiinnitetään huomiota erityisesti riskeihin, jotka voivat vaarantaa asetettujen tavoitteiden saavuttamisen. (Kuster et al., 2015, s. 168–169)

Projektiraportoinnissa projektiryhmä raportoi projektin välituloksista projektin johdolle, joka taas raportoi tiedot eteenpäin yrityksen johdolle. Raportoinnilla yrityksen johto saadaan tietoiseksi projektin tilanteesta. Merkittävien ongelmien ilmaantuessa yrityksen johto voi auttaa projektiorganisaatiota ongelmien ratkaisemisessa. (Kuster et al., 2015, s. 174)

Kusterin et al. (2015, s. 174–175) mukaan projektin kuukausiraportoinnin tulisi sisältää ainakin seuraavia asioita:

- Aikataulun, kustannusten ja resurssien toteumat suunniteltuun verrattuna.
- Aloitetut ja valmistuneet työpaketit.
- Todennäköisyys jäljellä olevien virstanpylväiden saavuttamiseen suunnitellusti.
- Raportointivälin aikana ilmaantuneet ongelmat.
- Toimenpiteet ongelmien ratkaisemiseksi, vastuuhenkilö ja ratkaisun aikataulu.
- Raportointivälillä tunnistetut uudet riskit.
- Mahdollinen lisätarve yritysjohdon tuelle.

Raportoinnin perusteella tehdään projektin ohjausta. Ohjauksella pyritään selvittämään syyt aikataulu- ja kustannuspoikkeamiin sekä vaikuttamaan niihin tekijöihin, jotka aiheuttavat poikkeamia. Vanhoucken (2012, s. 215) mukaan projektin ohjauksessa hyödynnetään EVM-menetelmällä saatuja tietoja projektin suorituskyvystä.

Projekteja toteutetaan jatkuvasti muuttuvassa ympäristössä. Muutokset voivat aiheutua esimerkiksi asiakkaasta, suunnitteluvirheistä, materiaalien saatavuusongelmista tai muuttuneista säädöksistä. Muutoksia varten yrityksellä tulee olla käytössään toimiva muutostenhallintaprosessi, jossa muutosten vaikutuksia projektin aikatauluun ja kustannuksiin arvioidaan. Muutosten järjestelmällinen käsittely ja dokumentointi on tärkeää. (Kuster et al., 2015, s. 181–182) Muutosten aiheuttaessa lisäkustannuksia sopimuskumppaneille, tekevät nämä yleensä korvausvaatimuksen, jota varten suoritetaan vaatimustenhallintaa. Muutosten- ja vaatimustenhallinta ovat tärkeitä prosesseja erityisesti monimutkaisten projektien onnistumisen kannalta. (Kuster et al., 2015, s. 182)

3.2 Projektien ohjaus ja ennustaminen tuloksen arvo -menetelmällä

EVM-menetelmä toimii tehokkaana työkaluna projektin suorituskyvyn hallintaan ja ennustamiseen (Chen et al., 2016), koska se yhdistää aikataulun, kustannukset ja laajuuden yhteen (Cioffi, 2006; Vanhoucke & Vandevoorde, 2007; Acebes et al., 2013). EVM-menetelmä huomioi tehdyn työmäärän, käytetyn ajan ja syntyneet kustannukset projektin valmistumiseksi. Menetelmä auttaa projektiin liittyvien riskien arvioinnissa ja hallinnassa mittaamalla ansaittua valmiutta rahamääräisesti. (Vandevoorde & Vanhoucke, 2006)

EVM vaatii projektin suorituskyvyn mittaamiseen tiedon kolmesta tekijästä, joille löytyy kirjallisuudesta erilaisia nimityksiä ja lyhenteitä. Cioffi (2006) kritisoi lyhenteiden monimutkaisuutta ja pyrki luomaan näille tekijöille tieteellisemmät merkintätavat. Tässä työssä käytetään muun muassa *Project Management Body of Knowledge* -teoksessa (PMI, 2017) esiintyvää terminologiaa. Tekijät ovat aikataulutetun työn budjetoidut kustannukset eli suunniteltu arvo (*Planned Value*, PV), tehdyn työn toteutuneet kustannukset (*Actual Cost*, AC) ja tehdyn työn budjetoidut kustannukset eli tuloksen arvo (*Earned Value*, EV) (Chen et

al., 2016; PMI, 2017, s. 261). Taulukossa 1 esitellään EVM-menetelmässä käytettävät lyhenteet, niiden merkitykset ja mahdolliset laskukaavat.

Taulukko 1. EVM-menetelmän terminologia (mukaillen Lipke et al., 2009).

Lyhenne	Merkitys	Suomennos
PV	Planned Value	Suunniteltu arvo
EV	Earned Value	Tuloksen arvo
AC	Actual Cost	Toteutuneet kustannukset
CV	Cost Variance $CV = EV - AC$	Kustannusero
SV	Schedule Variance $SV = EV - PV$	Aikatauluero
CPI	Cost Performance Index $CPI = EV/AC$	Kustannustehokkuusindeksi
SPI	Schedule Performance Index $SPI = EV/PV$	Aikataulutehokkuusindeksi
PMB	Performance Measurement Baseline	Suorituskyvyn vertailukohta
BAC	Budget at Completion	Suunniteltu kokonaisbudjetti
EAC	Estimate at Completion $EAC = BAC/CPI$	Projektin ennustetut kokonaiskustannukset

EVM-menetelmässä projektin suorituskyvyn mittaaminen tapahtuu projektijohdon kustannuspaikoilla (*Control Account*). Projektijohdon kustannuspaikat toimivat mittauskohteina, joissa yhdistyy määritetty osuus projektin laajuudesta, aikataulusta ja kustannuksista. Mittauskohteen tuloksia verrataan sen suunniteltuihin arvoihin. (Fleming & Koppelman, 2010, s. 75–76; PMI, 2011, s. 8) Yhdessä nämä kohteet muodostavat projektin suorituskyvyn vertailukohdan (*Performance Measurement Baseline*, PMB), jota vasten suorituskyvyn mittausta suoritetaan (Fleming & Koppelman, 2010, s. 77).

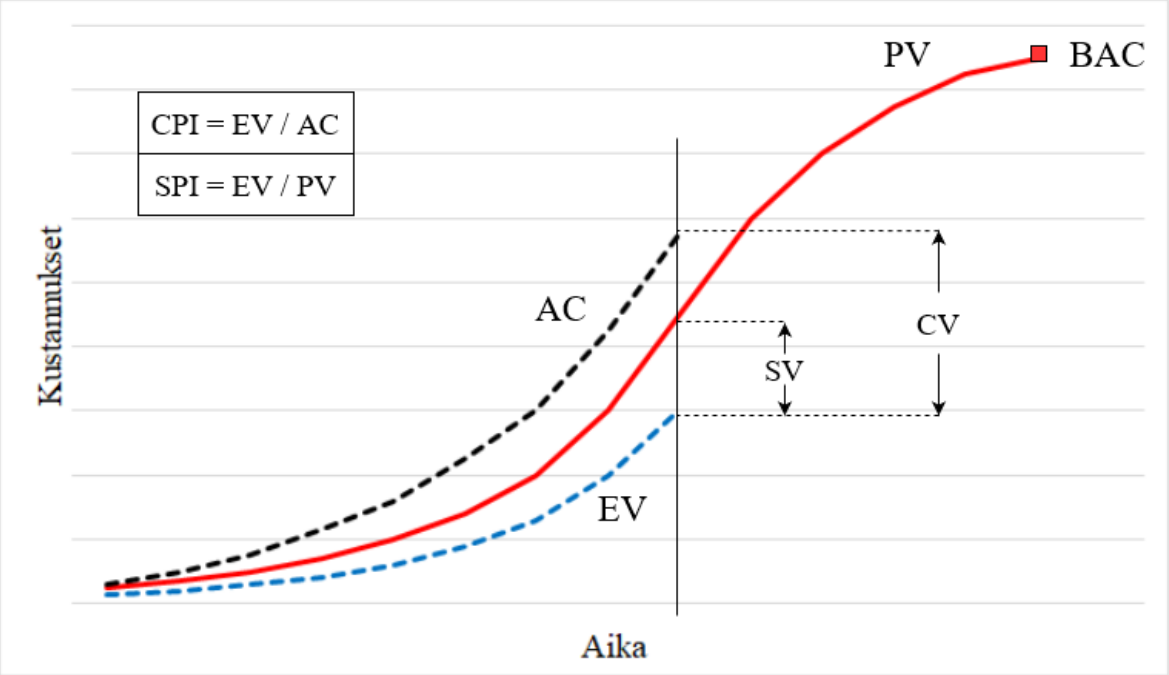
Projektijohdon kustannuspaikka tarvitsee tiedon siihen kuuluvista työpaketeista, työpakettien aikataulun, niiden käyttämät resurssit tai määritetyn budjetin ja vastuuhenkilön. Projektin koko vaikuttaa mittauskohteiden sopivaan määrään. Nykyisenä trendinä on muodostaa projektille vain muutamia laajemman sisällön omaavia mittauskohteita. (Fleming & Koppelman, 2010, s. 79) Projektijohdon kustannuspaikat muodostetaan sille WBS-tasolle, joka parhaiten palvelee projektin suorituskyvyn mittausta (Fleming & Koppelman, 2010, s. 78; s. 84). Pelin (2011, s. 187) kertoo osaprojektien ja aliurakoiden olevan esimerkkejä loogisista mittauskokonaisuuksista. Sopivien projektijohdon kustannuspaikkojen suunnittelu ja asettaminen riippuvat kuitenkin projektityypistä.

Tuloksen arvon määrittämiseksi mittauskohteelle, tulee siihen kuuluvien työpakettien ansaittu valmiusaste arvioida. Valmiusasteen arviointiin on kehitetty useita erilaisia menetelmiä (PMI, 2011, s. 43; Martinelli & Milosevic, 2016, s. 285; Lambert, 2014, s. 362; Kerzner, 2017, s. 522–524). Näitä tapoja ovat muun muassa painotetut virstanpylväät, kiinteät laskukaavat, arvioitu valmiusasteprosentti ja suoritteiden mittaaminen. Fleming & Koppelman (2010, s. 91) kertovat valmiusasteprosentin arvioinnin kiinnitettynä virstanpylväisiin yhdistävän molempien menetelmien hyvät puolet. Menetelmä on helppo ylläpitää ja samalla se on tarkka virstanpylväiden ansiosta. Pelin (2011, s. 192) mainitsee EVM-menetelmän sopivan erityisesti projekteihin, joissa ansaittua tulosta kyetään mittaamaan tehtyinä yksiköinä.

Projekteissa toteutetaan myös erilaisia hallinto- ja tukipalveluita. Nämä ovat aikataulullisesti pitkiä jatkuvasti suoritettavia tehtäviä (*Level of Effort*, LOE) (Pelin, 2011, s. 194). LOE-tehtävien työmäärä tulee tunnistaa ja mahdollisuuksien mukaan muuntaa mitattavaksi työksi tai vaihtoehtoisesti poistaa kokonaan mittaustuloksista (Fleming & Koppelman, 2010, s. 96; Lambert, 2014, s. 358). LOE-tehtävät suositellaan muunnettavaksi tai poistettavaksi, jotta ne eivät sotkisi mittaustuloksia.

Projektijohdon kustannuspaikasta saadaan tieto EVM-menetelmän tarvitsemille tekijöille PV, AC ja EV, jolloin projektin toteutunutta suorituskykyä voidaan mitata. Muun muassa Vanhoucke & Vandevoorde (2007), Acebes et al. (2013) ja Bovteev & Petrochenko (2015) kertovat, että näistä tekijöistä voidaan laskea projektin kustannusero (*Cost Variance*, CV)

sekä aikatauluero (*Schedule Variance*, SV) toteutuneen ja suunnitellun välillä. Positiivinen CV tarkoittaa projektin toteutusta alle suunniteltujen kustannusten, kun taas negatiivinen CV merkitsee toteutusta yli suunniteltujen kustannusten. Vastaavasti positiivinen SV tarkoittaa projektin olevan aikataulua edellä, kun taas negatiivinen SV merkitsee projektin olevan aikataulusta jäljessä. Tekijöistä saadaan laskettua myös suorituskykymittarit kustannuksille (*Cost Performance Index*, CPI) ja aikataululle (*Schedule Performance Index*, SPI). Yli 1:n arvot indikoivat hyvää suorituskykyä. Vastaavasti alle 1:n arvot indikoivat heikkoa suorituskykyä. (PMI, 2017, s. 267) Kuvassa 8 esitetään EVM-menetelmän tekijät ja tunnusluvut graafisessa muodossa.



Kuva 8. EVM-menetelmän graafinen esitys (mukaillen Lipke & Henderson, 2006).

CPI ja SPI toimivat hyvin projektin suorituskyvyn mittaamiseen, kun näiden indeksien kehittymistä seurataan ajallisesti. Seurannassa indekseistä muodostuvat trendit ovat yhtä tärkeitä kuin niiden absoluuttiset arvot. (Martinelli & Milosevic, 2016, s. 290) Erityisesti SPI:n toimintaa mittarina on kritisoitu (Lipke & Henderson, 2006; Vandevoorde & Vanhoucke, 2006). Fleming & Koppelman (2010, s. 131) pitävätkin CPI-mittaria näistä kahdesta mittarista tärkeämpänä.

Suorituskykymittarit toimivat varhaisina varoitussignaaleina projektin alkaessa jäädä aikataulusta jälkeen tai kustannusten kasvaessa suunniteltua korkeammaksi (Vanhoucke & Vandevoorde, 2007; Fleming & Koppelman, 2010, s. 76). EVM-menetelmän tarkoituksena ei ole kuitenkaan korvata kriittiseen polkuun perustuvia aikataulumenetelmiä. EVM-menetelmän tarjoamat varoitussignaalit ohjaavat tutkimaan WBS:n alempia tasoja, jolloin voidaan puuttua erityisesti ongelmissa oleviin kriittisen polun tehtäviin (Vanhoucke & Vandevoorde, 2007).

Suorituskykymittareiden avulla kyetään ennustamaan projektin lopputulosta (Lipke et al., 2009). Projektin lopullisten kustannusten ennustamiseen (*Estimate at Completion*, EAC) voidaan käyttää useita eri laskukaavoja (Fleming & Koppelman, 2010, s. 141–142; PMI, 2011, s. 62; Martinelli & Milosevic, 2016, s. 291; Kerzner, 2017, s. 526). Yleisesti EAC:n ennustamiseen käytetään kolmea eri tapaa, jotka eroavat siinä, miten ne huomioivat aiemmin toteutuneen suorituskyvyn vaikutuksen jäljellä olevaan työhön:

1. Kustannukset kertyvät alkuperäisen suunnitelman mukaisesti.
2. Kustannukset kertyvät noudattaen toteutunutta kustannustehokkuutta.
3. Kustannukset kertyvät noudattaen toteutunutta kustannus- ja aikataulutehokkuutta.

Ensimmäinen ennustetapa tarjoaa optimistisimman lopputuloksen, kun taas kolmas tapa tarjoaa pessimistisimmän lopputuloksen. Toinen tapa tarjoaa lopputuloksen näiden kahden ääripään väliltä. Zwikael et al. (2000) ja Fleming & Koppelman (2010, s. 145) kertovat tutkimustulosten tukevan tavan 2 käyttöä kustannusennustamisessa. Tutkimukset ovat osoittaneet, että CPI vakiintuu projektin saavuttaessa 20 %:n valmiusasteen. Tämän jälkeen se ei enää parane tai heikkene yli 10 %. Yleensä CPI kuitenkin hieman heikkenee projektin loppua kohden. (Christensen, 1994; Lipke et al., 2009)

EAC toteutuneella kustannustehokkuudella lasketaan alla olevalla kaavalla 1 (Snyder, 2018, s. 119). Kaavassa käytettävät tekijät esitetään tarkemmin taulukossa 1, kuten myös Lipken et al. (2009) käyttämä kaavan yksinkertaistettu muoto.

$$EAC = AC + \frac{BAC - EV}{CPI} \tag{1}$$

Aikataulusta jäljessä olevissa ajallisesti kriittisissä projekteissa toteutunut aikataulutehokkuus kannattaa huomioida EAC:n laskennassa kustannustehokkuuden lisäksi. Aikataulun kiinniotto lisää todennäköisesti entisestään kustannuksia (Fleming & Koppelman, 2010, s. 147). Aiemmin esitetty tapa 3 voi tarjota tarkemman ennusteen aikataulukriittisille projekteille. EAC toteutuneella kustannus- ja aikataulutehokkuudella lasketaan alla olevalla kaavalla 2 (Snyder, 2018, s. 120).

$$EAC = AC + \frac{BAC - EV}{CPI * SPI} \quad (2)$$

Kaavat 1 ja 2 tarjoavat kaksi erilaista EAC-tulosta. Martinelli & Milosevic (2016, s. 292) suosittelevat käyttämään näitä molempia menetelmiä rinnakkain, jolloin on mahdollista arvioida todennäköinen vaihteluväli syntyville kokonaiskustannuksille.

EVM-suorituskykymittarit CPI ja SPI toimivat hyvin kustannusennustamiseen, mutta niiden toimivuutta aikatauluennustamiseen on kritisoitu (Henderson, 2003; Lipke, 2003). Lipke et al. (2009) kertovat aikataulumittarien lakkaavan toimimasta, kun projektin kesto ylittää suunnitellun päätöspäivämäärän. Myöhästyvissä projekteissa SPI muuntuu ja päätyy arvoon 1.0. Vastaavalla tavalla SV muuntuu ja päätyy arvoon 0.0. Tämän takia perinteiset EVM aikataulumittarit eivät sovi luotettavasti aikatauluennustamiseen. (Lipke, 2003; Lipke et al., 2009)

Edellä mainituista syistä aikataulun mittaamiseen ja ennustamiseen on kehitetty erilaisia tuloksen arvoon pohjautuvia menetelmiä (Anbari, 2003; Vandevoorde & Vanhoucke, 2006). Yksi näistä menetelmistä on Lipken (2003) luoma ES-menetelmä (*Earned Schedule*, ES), jota myös Henderson (2004) on kehittänyt. ES-menetelmässä aikataulutehokkuutta mitataan ajassa, eikä kustannuksissa kuten EVM-menetelmässä. Tutkimusten mukaan ES-menetelmä ennustaa projektin lopullista kestoa tarkemmin erityisesti projektin loppupuolella kuin muut tuloksen arvoon perustuvat menetelmät (Vandevoorde & Vanhoucke, 2006; Vanhoucke & Vandevoorde, 2007). Taulukossa 2 esitellään ES-menetelmässä käytettävät lyhenteet, niiden merkitykset ja mahdolliset laskukaavat.

Taulukko 2. ES-menetelmän terminologia (mukaillen Lipke et al., 2009).

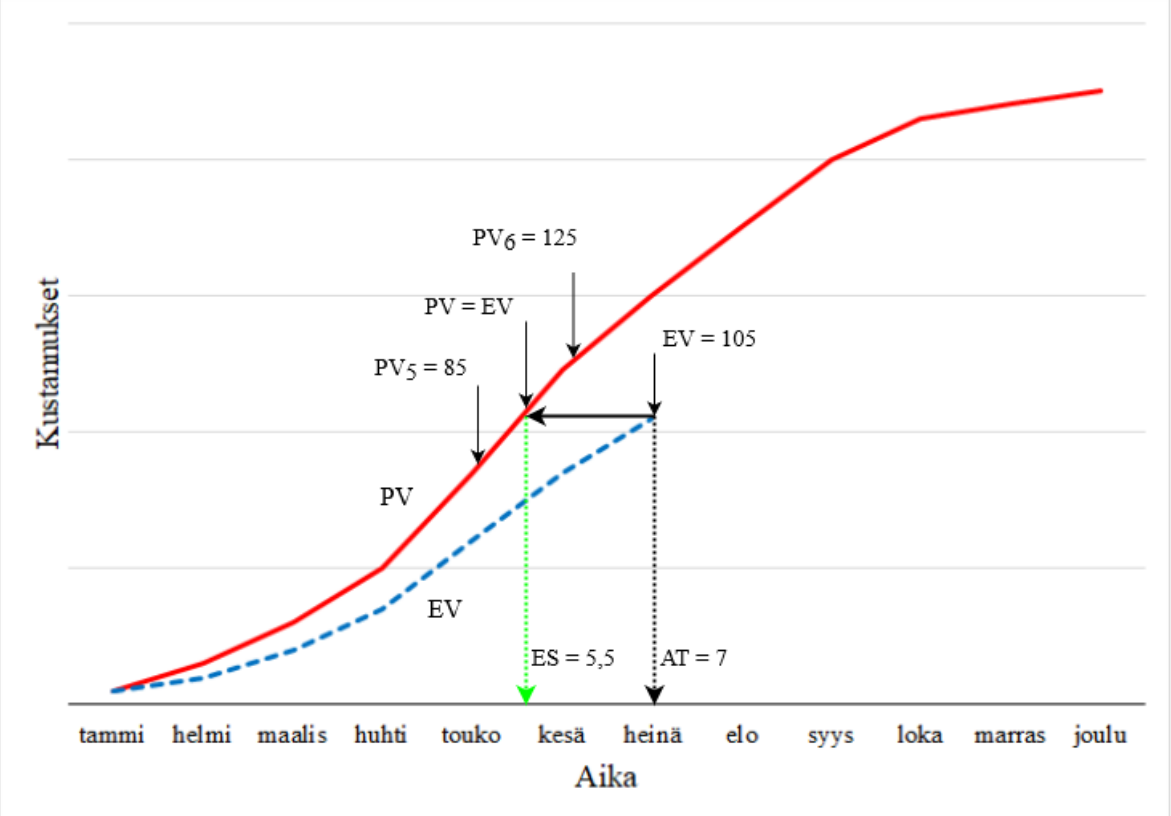
Lyhenne	Merkitys	Suomennos
AT	Actual Time	Kulunut aika projektin alusta
ES	Earned Schedule $ES = C + I$	Ansaittu aikataulu
C	Number of whole time increments of PMB for condition EV ≥ PV	Kuluneiden ajanjaksojen määrä, joissa ehto EV ≥ PV täyttyy
I	Portion of PMB increment earned $I = (EV - PV_c)/(PV_{c+1} - PV_c)$	Interpoloitu osuus viimeisestä ajanjaksosta, jossa ehto $EV \geq PV$ täyttyy vain osin
SV(t)	Schedule Variance (time) $SV(t) = ES - AT$	Aikatauluero
SPI(t)	Schedule Performance Index (time) $SPI(t) = ES/AT$	Aikataulutehokkuusindeksi
PD	Planned Duration	Projektin suunniteltu kokonaiskesto
EAC(t)	Estimate at Completion (time) $EAC(t) = PD/SPI(t)$	Projektin ennustettu kokonaiskesto

ES-menetelmä hyödyntää samoja tietoja, joita käytetään EVM-menetelmässä, joten se ei vaadi ylimääräistä mittaamista (Christensen-Day, 2010). Tämän takia ES-menetelmää on mahdollista käyttää yhdessä EVM:n kanssa. Tällöin perinteiset EVM aikataulumittarit SV ja SPI korvataan ES-menetelmän aikataulumittareilla SV(t) ja SPI(t). SV(t) ja SPI(t) toimivat projektin loppuun asti virheettömästi, vaikka projekti olisi ylittänyt alun perin suunnitellun päätöspäivämäärän (Vandevoorde & Vanhoucke, 2006).

ES-menetelmässä käytetään kahta tekijää, joita EVM-menetelmässä ei hyödynnetä. Nämä tekijät ovat ansaittu aikataulu (*Earned Schedule*, ES) ja kulunut aika (*Actual Time*, AT). Tekijän ES laskemiseen tarvitaan tieto kahdesta muuttujasta C ja I. Ensimmäinen muuttuja C tarkoittaa kuluneiden ajanjaksojen lukumäärää, joissa ehto EV ≥ PV täyttyy koko ajalta. Toinen muuttuja I tarkoittaa interpoloitua osuutta viimeisestä ajanjaksosta, jossa ehto EV ≥ PV täyttyy vain osittain. (Lipke & al., 2009) Tekijän ES määrittämisen jälkeen on mahdollista laskea aikataulumittarit SV(t) ja SPI(t).

Vastaavalla tavalla kuin SV:n myös SV(t):n positiivinen arvo merkitsee projektin olevan edellä aikataulusta, kun taas negatiivinen SV(t) merkitsee projektin olevan aikataulusta jäljessä. SPI(t) > 1 indikoi hyvää ja SPI(t) < 1 indikoi heikkoa aikataulutehokkuutta. (Vanhoucke, 2014, s. 38) Tämän takia perinteiset EVM aikataulumittarit voidaan korvata suoraan ES-menetelmän aikataulumittareilla. Edellä kerrottujen tekijöiden, muuttujien ja mittareiden tarkemmat

ES-menetelmän toimintaa havainnollistetaan kuvassa 9. Kuvassa ES osoittaa, milloin EV olisi pitänyt ansaita. Tämä tarkoittaa PMB:n (punainen käyrä) kohtaa, jossa PV = EV. Aikataulusta ansaittu osuus kuvataan sinisellä katkoviivalla. Projektin alusta sinisen katkoviivaan loppuun asti kulunut aika vastaa ansaitun aikataulun määrää. AT osoittaa EV:n ansaitsemiseen kuluneen ajan. Nykyhetki eli AT kuvataan mustalla katkoviivalla.



Kuva 9. ES-menetelmän graafinen esitys (mukaillen Lipke et al., 2009).

ES-menetelmään perustuvaa aikatauluennustamista voidaan tehdä kolmella vaihtoehtoisella oletuksella jatkossa toteutuvasta suorituskyvystä (Batselier & Vanhoucke, 2015a). Nämä vastaavat samoja oletuksia kuin aiemmin esitellyssä EVM:n kustannusennustamisessa. Tehokkuuskertoimena (*Performance Factor*, PF) voidaan käyttää:

1. Alun perin suunniteltua aikataulutehokkuutta, PF = 1.
2. Toteutunutta aikataulutehokkuutta, PF = SPI(t).
3. Toteutuneen kustannus- ja aikataulutehokkuuden yhdistelmää, PF = CPI * SPI(t).

Yleisessä muodossa projektin lopullinen kesto (*Estimate at Completion (time)*, EAC(t)) lasketaan alla olevalla kaavalla 3 (Batselier & Vanhoucke, 2015a):

$$EAC(t) = AT + \frac{PD - ES}{PF} \tag{3}$$

Kaavassa PF korvataan yhdellä aiemmin esitetyistä suorituskykykertoimista. Vanhoucken & Vandevoorden (2007) mukaan tarkin ennustetulos saadaan käyttämällä toteutunutta aikataulutehokkuutta. Kuitenkin Batselier & Vanhoucke (2015b) toteavat alun perin suunnitellun aikataulutehokkuuden tarjoavan tarkimman ennustetuloksen. Näitä kahta ennustetta voidaan käyttää rinnakkain, jolloin saadaan todennäköinen väli, jolle projektin lopullinen kesto asettuu.

ES-menetelmän raportointiin voidaan käyttää kuvan 10 kaltaista raporttimallia. Raportissa ensimmäisessä sarakkeessa esitetään mitattavat WBS-kokonaisuudet. Jokaisesta mitattavasta kokonaisuudesta esitetään viimeisimmän mittausajanjakson tiedot, kumulatiiviset tiedot ja ennustetiedot. Kuvassa 10 kokonaisuus 1.1 toteutui suunnitellun keston mukaisesti. 1.2 myöhästyi 10 viikkoa suunnitellusta. 1.3 on kesken, ja se on viivästynyt 8 viikkoa suunnitellusta. Ennusteen mukaan projekti myöhästyy yhteensä 19 viikkoa suunnitellusta aikataulusta (*Variance At Completion (time)*, VAC(t)).

Projektin suorituskykyraportti														
		NYKYINEN AJANJAKSO					KUMULATIIVINEN					ENNUSTE LOPUSSA		
		Budjetoitu	Toteuma		Mittarit		Budjetoitu	Toteuma		Mittarit				
		Suunniteltu kesto PD	Ansaittu aikataulu ES	Toteutunut aika AT	SV(t)	SPI(t)	Suunniteltu kesto PD	Ansaittu aikataulu ES	Toteutunut aika AT	SV(t)	SPI(t)	Suunniteltu kesto PD	Ennustettu kesto EAC(t)	Keston erotus VAC(t)
WBS														
1.1	Suunnittelu	0	0	0	0		20	20	20	0	1.00	20	20	0
1.2	Kehittäminen	0	0	1	(1)	0.00	50	50	60	(10)	0.83	50	60	(10)
1.3	Käyttöönotto	0	2	1	1	2.00	30	28	36	(8)	0.78	30	39	(9)
Yhteensä		**0**	**2**	**2**	**0**	**1.00**	**100**	**98**	**116**	**(18)**	**0.84**	**100**	**119**	**(19)**

Kuva 10. ES-raporttimalli (mukaillen Christensen-Day, 2010).

EVM:n ja ES-menetelmän tukena voidaan käyttää muitakin menetelmiä ja mittareita. Yhtenä esimerkkinä voidaan pitää Goodpasturen (2004, s. 173–178) esittelemää aikakeskeistä tuloksen arvoa (*Time-Centric Earned Value*), jossa mitataan suunniteltujen ja ansaittujen tehtäväaloitusten ja -lopetusten eroa. Menetelmällä voidaan laskea tehokkuusindeksit tehtävien aloituksille ja lopetuksille. Menetelmä antaa nopeasti ymmärryksen projektin aikataulutehokkuudesta, ja sitä voidaan käyttää myös aikatauluennustamiseen (Goodpasture, 2004, s. 175).

3.3 Ohjaus- ja ennustemenetelmien käyttö projektiverkostossa

Projektiverkoston ohjaus vaatii verkostoon kuuluvien yritysten yhteistyötä. Verkostoyhteistyö ilmenee yritysten yhteisenä suunnitteluna, seurantana ja suorituskyvyn mittaamisena (Järvenpää et al., 2010, s. 415). Verkoston ohjaus on kuitenkin huomattavasti haastavampaa kuin yksittäisen yrityksen ohjaus. Verkostossa toimiminen asettaa uusia vaatimuksia yritysten toiminnalle. Järvenpään et al. (2010, s. 417) mukaan verkoston tehokas toiminta vaatii yrityksiltä kykyä jakaa oikea-aikaista ohjaustietoa muille verkostotoimijoille.

Ylä-Kujala et al. (2017) kertovat Norjan öljyteollisuuden olevan edelläkävijä verkostotasoisen tiedonsiirron ja ongelmanratkaisumenetelmien hyödyntämisessä. Öljyteollisuusyritykset käyttävät edistyneitä menetelmiä datan keräämiseen. Kerätty data välitetään yritysten kesken yhteisessä tietoliikenneverkossa. Päätöksenteossa hyödynnetään johtamiskeskuksia, joissa saatua dataa simuloidaan ja visualisoidaan. Johtamiskeskuksissa saadaan luotua hyvä tilannekuva olematta kuitenkaan paikan päällä öljynporauslautalla. (Ylä-Kujala et al., 2017) Lyhyellä aikavälillä tällaiset menetelmät tehostavat

verkostotasoista ohjausta. Pidemmällä aikavälillä ne mahdollistavat yritysten välisen oppimisen ja verkoston toiminnan kehittämisen.

Verkostotasoisen ohjauksen haasteena on se, että verkostossa mukana olevat yritykset saattavat kokea omat tietonsa luottamuksellisina, eivätkä tästä syystä suostu vaihtamaan näitä tietoja verkoston muiden toimijoiden kanssa (Järvenpää et al., 2010, s. 415). Yritysten täytyy voida luottaa toisiinsa, jotta ohjaustietoa kyetään tehokkaasti tuottamaan ja hyödyntämään verkostotasolla. Ylä-Kujala et al. (2017, s. 233) mainitsevat yritysten väliset yhteistyö- ja kumppanuussuhteet nykyaikaiseksi vaihtoehdoksi perinteisille transaktiosuhteille. Kumppanuussuhteet voivat edesauttaa yritysten välistä luottamusta, kun toiminnan hyödyt ja riskit jaetaan verkoston kesken.

Verkostossa kustannuslaskenta voi olla jopa yksinkertaisempaa kuin perinteinen yrityksen sisäinen kustannuslaskenta. Järvenpään et al. (2010, s. 415) mukaan verkostossa yritysten kulurakenteet yksinkertaistuvat, koska kustannukset muodostuvat alihankintasopimuksista. Alihankinta korvaa yritysten sisäisistä prosesseista aiheutuvia palkka- ja yleiskustannuksia. Laivanrakennusverkostoissa käytetään yleisesti viittä erilaista alihankintasopimustyyppiä, jotka ovat:

- kokonaistoimitus
- kiinteä sopimus
- tavoiteurakka
- kehys- ja vuosisopimus
- tuntiveloitussopimus.

Kokonaistoimitussopimuksessa (KT-sopimus) tilaaja ja toimittaja sopivat alue- tai järjestelmäkokonaisuuden toimittamisesta. Yleensä kokonaistoimituksena hankitaan tietyntyyppinen erikoisalue tai monimutkainen järjestelmäkokonaisuus. Aluekokonaisuudesta esimerkkinä voidaan pitää laivan sisustusalueita, joita Holmströmin (2000, s.12) mukaan toimitetaan kokonaistoimituksina. Järjestelmäkokonaisuus voi olla esimerkiksi autolautan lastinkäsittelylaitteet. Nimensä mukaisesti kokonaistoimituksessa toimittaja vastaa kokonaisuuden suunnittelusta, materiaaleista ja asennustyöstä kiinteällä hinnalla (Rotkirch, 2000, s. 16).

Kiinteässä sopimuksessa toimittajan vastuulla on suunnitella tai varustella jokin alue- tai järjestelmäkokonaisuus kiinteällä hinnalla (Rotkirch, 2000, s. 16). Kiinteässä sopimuksessa toimittajan vastuu kokonaisuudesta on pienempi kuin KT-sopimuksessa, koska yleensä kiinteä sopimus sisältää vain suunnittelun tai asennustyön.

Tavoiteurakassa toimittaja vastaa alue- tai järjestelmäkokonaisuuden toimittamisesta tavoitehinnalla. Tavoite sovitaan yhdessä tilaajan sekä toimittajan kesken ja tavoitteen alituksesta saavutettu kustannushyöty tai ylityksestä aiheutuneet lisäkustannukset jaetaan osapuolten välillä (Rotkirch, 2000, s. 16). Tavoiteurakkaa voidaan käyttää, jos alihankintatoimituksen laajuuteen liittyy epävarmuutta.

Kehys- ja vuosisopimusta käytetään tietyn tuotteen, työn tai palvelun hankkimiseen toimittajalta sovitulla hinnalla sovituin ehdoin määrätyllä ajanjaksolla. Kehys- ja vuosisopimuksia käytetään yleisesti varastonimikkeiden ja esivalmisteiden hankintaan. (Rotkirch, 2000, s. 16)

Tuntiveloitussopimuksessa sovitaan suunnittelu- tai varustelutyön ostamisesta toimittajalta yksikköhinnalla. Työstä maksetaan hyväksyttyjen suoriteraporttien mukaisesti. (Rotkich, 2000, s. 16) Tuntiveloitusalihankinta soveltuu parhaiten pienten ja vaikeasti määriteltävien kokonaisuuksien hankintaan (Pelin, 2011, s. 248). Tuntiveloitusalihankintaa käytetään korvaamaan tilaajan oman kapasiteetin puutetta tai osaamisvajetta väliaikaisesti. Rotkirch (2000, s. 16) kutsuukin tätä kapasiteettialihankinnaksi, koska tilaaja vastaa yksin aikataulu- ja kustannusriskeistä. Tämä on yhtenä syynä sille, miksi tuntiveloitusalihankintaa ei lähtökohtaisesti kannattaisi käyttää.

KT-sopimuksen ja tuntiveloitussopimuksen voidaan ajatella olevan ääripäitä kustannus- ja aikatauluriskin kannalta. KT-sopimuksessa toimittaja vastaa kokonaisuuden osalta kaikesta kiinteällä hinnalla sovitussa aikataulussa. Tuntiveloitussopimuksessa toimittaja vastaa vain osasta suunnittelua tai varustelutyötä, eikä kertyvistä kokonaiskustannuksista ole etukäteen sovittu. Kiinteä sopimus vastaa KT-sopimusta kustannusriskin kannalta, koska kustannusriski siirtyy toimittajalle ja aikatauluriski jaetaan tilaajan kanssa. Vuosisopimus taas vastaa yksikköhintaista tuntiveloitussopimusta, koska kustannusriski säilyy tilaajalla.

Tavoiteurakka asettuu ääripäiden väliin, sillä siinä kustannusriski ja aikatauluriski jaetaan tilaajan ja toimittajan kesken sovituilla ehdoilla.

Perinteisesti EVM-menetelmästä ajatellaan, että siitä hyötyvät ainoastaan suuret projektit, joissa alihankinta toteutetaan yksikköhintaisilla sopimuksilla. Marshall (2005) toteaa tämän johtuvan osin EVM:n alkuperästä arvoltaan merkittävien Yhdysvaltain liittovaltion hankkeiden työkaluna. EVM-menetelmää suositellaan kuitenkin käytettäväksi kaikkiin alihankintakokonaisuuksiin, joiden toteutukseen liittyy merkittävä riski. Tällaisia ovat esimerkiksi tilanteet, joissa toimittaja vastaa haastavien ja monimutkaisten kokonaisuuksien toimittamisesta tai toimitukset ovat muuten merkittäviä koko projektin onnistumisen kannalta (Fleming & Koppelman, 2010, s. 112).

EVM-menetelmää kannattaa hyödyntää käytetystä sopimusmuodosta riippumatta (Marshall, 2005). Sopimusmuoto vaikuttaa siihen, miten suorituskyvyn mittausta tulee hyödyntää projektin toteutussuunnittelussa. Marshall et al. (2008) kertovat, että kiinteissä sopimuksissa korostuu WBS:n hyödyntäminen maksupostien määrittelyssä, kun taas yksikköhintaperusteisissa sopimuksissa korostuu WBS:n hyödyntäminen aikataulun suunnittelussa. Yhtenä selityksenä tälle tarjotaan sopimustyyppien erilaista riskiä. Kiinteissä sopimuksissa tilaajalle on tärkeintä, että työ toteutuu sovitussa laajuudessa. Yksikköhintaperusteisissa sopimuksissa aika on rahaa, jolloin työn toteutuminen suunnitellussa tehokkuudessa ja aikataulussa on tilaajalle tärkeintä.

Kiinteillä sopimuksilla suoritettavat projektikokonaisuudet hyötyvät EVM-menetelmästä jopa enemmän kuin yksikköhintaperusteisilla sopimuksilla toteutettavat kokonaisuudet (Marshall et al., 2008). Yhdeksi syyksi tälle esitetään kiinteiden sopimusten maksupostirakennetta, jonka tulisi taata työn suorittaminen sovitun laajuisena suunnitellulla suorituskyvyllä. EVM-menetelmän avulla voidaan varmistua näiden asioiden toteutumisesta. Lisäksi EVM vaatii tiedon työn laajuudesta, kustannuksista ja aikataulusta toimiakseen oikein. Kiinteät sopimukset täyttävät luonnollisesti nämä vaatimukset. Tästä syystä EVM sopii erityisen hyvin ohjaus- ja ennustemenetelmäksi työkokonaisuuksiin, jotka toteutetaan kiinteillä sopimuksilla (Marshall, 2010).

Kiinteissä sopimuksissa toimittajalla ei ole velvollisuutta raportoida syntyneistä kustannuksista tilaajalle, eikä toimittaja yleensä haluakaan paljastaa syntyneitä kustannuksia. Christensen-Day (2010) mainitsee useita syitä sille, miksi toimittaja ei halua kertoa tilaajalle toteutuneista kustannuksista. Toimittaja saattaa haluta pitää tiedon sopimushinnan sisältämästä riskilisästä vain itsellään. Tieto toimittajan toteutuneista kustannuksista voi johtaa tilaajan vaatimuksiin lisätöistä pienemmällä katteella. Tilaaja saattaa myös tulkita tuloksen arvon positiivisen kustannuseron johtuvan toimittajan ylihinnoittelusta. Negatiivinen kustannusero taas saatetaan tulkita kertovan toimittajan kustannusongelmista. Julkisissa hankkeissa on lisäksi riskinä, että kustannustiedot päätyvät julkisesti saataville myös toimittajan kilpailijoille.

Toisaalta Fleming & Koppelman (2008) toteavat, että tilaaja ei monesti ole edes kiinnostunut tosiasiallisista kustannuksista, koska kustannusriski on siirretty toimittajalle ja toimituksesta maksetaan tehdyn sopimuksen mukaisesti. Tästä syystä tilaaja ei yleensä vaadi EVM-menetelmää käytettäväksi. Toimittajan kannattaa kuitenkin hyödyntää menetelmää, vaikka tilaaja ei sitä vaatisikaan. EVM tarjoaa tärkeää tietoa toimituksen kannattavuudesta ja sen avulla on mahdollista ennustaa toimituksen lopullinen kannattavuus. (Fleming & Koppelman, 2008; Christensen-Day, 2010)

Christensen-Day (2010) suosittelee käyttämään ES-menetelmää projektikokonaisuuksissa, jotka toteutetaan kiinteillä sopimuksilla. ES-raportoinnissa toimittajan ei tarvitse raportoida arkaluontoisia kustannustietoja eteenpäin. Menetelmä sopii kiinteisiin sopimuksiin erinomaisesti siitä syystä, että sillä mitataan aikataulutehokkuutta. Kiinteissä sopimuksissa tilaajan kiinnostus kohdistuu erityisesti aikataulun pitävyyteen, koska kustannusriski on siirretty toimittajalle (Christensen-Day, 2010). ES-raportoinnilla toimittaja voi esittää tilaajalle tiedon työkokonaisuuden etenemisestä ja ennusteen työkokonaisuuden lopullisesta kestosta.

4 TUTKIMUSKOHTEEN ESITTELY

4.1 Tutkimuskohteena toimiva yritysverkosto

Tutkittuun yritysverkostoon kuuluu kärkiyrityksenä toimivan telakan lisäksi useita yrityksiä laivan suunnitteluvaiheista aluevarusteluvaiheeseen. Tutkimukseen haluttiin mukaan erityyppisiä yrityksiä, jotta ymmärretään, miten näiden yritysten ohjaus- ja ennustemenetelmät poikkeavat toisistaan. Lisäksi selvitetään, millaisia haasteita yritykset kohtaavat eri vaiheissa laivanrakennusprojektia. Tutkittaviksi verkostoyrityksiksi valittiin kaksi suunnittelutoimistoa, varustelun työalihankintatoimittaja, kokonaistoimittaja ja järjestelmätoimittaja. Kaikilla näillä yrityksillä on merkittävä rooli telakalla toteutuksen alla olevissa projekteissa.

Telakka toimii verkoston kärkiyrityksenä, koska se vastaa laivanrakennussopimuksesta ja laivan toimittamisesta asiakkaana olevalle varustamolle. Kaikilla verkostoyrityksillä on pääsopimus telakan kanssa. Verkostoyritykset harjoittavat kuitenkin keskinäistä yhteistyötä liittyen suunnitteluun ja materiaalitoimitusten hoitamiseen. Lisäksi niillä on erilaisia sopimuksia omien alihankkijoidensa kanssa.

Kärkiyritys

Kärkiyritys on erikoistunut matkustaja-autolauttojen, monitoimimurtajien ja taistelualusten suunnitteluun, rakentamiseen ja huoltamiseen. Yritys on perustettu vasta muutama vuosi sitten. Samalla paikkakunnalla on kuitenkin harjoitettu sitä edeltäneiden yhtiöiden toimesta laivanrakennusta jo pitkään. (Kärkiyritys, 2019)

Kärkiyritys soveltaa toimintaansa verkostomaista liiketoimintamallia. Verkostomallissa telakka on luonut strategisia kumppanuuksia yritysverkoston muiden toimijoiden kanssa. Telakka vastaa projektien projektinhallinnasta, taloudesta ja laadusta. Projektin muista toiminnoista vastaavat muut verkostoyritykset. Toimintamallin tarkoitus on mahdollistaa projektien joustava toteutus, kun käytettävissä on laajemmat resurssit suurten laivaprojektien

toteuttamiseen. Verkostomallissa jokainen yritys voi hyödyntää omaa ydinosaamistaan projektin toteuttamisessa. (Kärkiyritys, 2019)

Suunnittelutoimisto A

Suunnittelutoimisto A on erikoistunut erilaisiin laivasuunnittelupalveluihin. Suunniteltaviin laivatyyppeihin lukeutuu kaikenlaisia aluksia risteilijöistä öljytankkereihin. Laivasuunnittelun lisäksi yritys tarjoaa suunnittelua offshore-puolelle. Asiakkaina sillä on useita eri toimijoita varustamoista öljy-yhtiöihin. Laivasuunnittelun puolella yritys tarjoaa kaikkien eri alojen suunnittelua sekä uudisprojekteihin että konversioprojekteihin. Suunnittelua tehdään koko laivan elinkaaren ajalta sisältäen konseptisuunnittelun, projektinhallinnan sekä käytön aikaiset tuki- ja kehityspalvelut. (Suunnittelutoimisto A, 2020)

Suunnittelutoimisto B

Suunnittelutoimisto B tarjoaa suunnittelu-, konsultointi-, projektinhallinta- ja ohjelmistokehityspalveluita useille eri teollisuuden aloille. Palveluita tarjotaan esimerkiksi energiateollisuuteen, prosessiteollisuuteen sekä offshore- ja meriteollisuuteen. Yritys palvelee asiakkaitaan maailmanlaajuisesti kattavan toimistoverkostonsa avulla. Laivasuunnittelun puolella yritys tarjoaa kaikkien eri alojen suunnittelupalveluita projekti- ja konseptisuunnittelusta laivan elinkaaritukeen sekä kaikkien näiden eri vaiheiden tiedonhallintaratkaisuja. Yrityksellä on pitkä kokemus erityyppisten alusten suunnittelusta. (Suunnittelutoimisto B, 2020)

Työalihankintatoimittaja

Työalihankintatoimittaja tarjoaa alihankinta- ja resursointipalveluita, projektinjohtopalveluita sekä tiedonhallintapalveluita. Alihankinta- ja resursointipalveluihin sisältyy muun muassa hitsaustyöt, asennustyöt, pintakäsittelytyöt ja erilaiset logistiikkapalvelut. Projektinjohtopalveluihin sisältyy muun muassa projektin suunnittelua, urakoiden hallintaa ja seurantaa sekä käyttöönottojen johtamista. Laivanrakennuksessa

yritys on erikoistunut suurten teräsrakenteiden valmistukseen ja pintakäsittelyyn sekä laivan putki- ja teräsvarustelutöihin. (Työalihankintatoimittaja, 2020)

Kokonaistoimittaja

Kokonaistoimittaja on erikoistunut risteilijöiden ja muiden matkustaja-alusten erikoisalueiden kokonaistoimituksiin. Yritys tekee kokonaistoimituksia eri telakoille ja laivavarustamoille ympäri maailman. Kokonaistoimittaja tarjoaa palveluitaan aluksen koko elinkaaren ajan sekä uudisrakennusprojekteihin että korjausprojekteihin. Yrityksen kokonaistoimitukset sisältävät arkkitehtuurisuunnittelun, tarvittavat materiaalitoimitukset ja asennustyön. Yritys vastaa omien alueidensa suunnittelusta ja varustelutyöstä. Yrityksellä on lisäksi oma tuotantolaitos, jossa se tuottaa laivanrakennuksessa tarvittavia varusteita. (Kokonaistoimittaja, 2020)

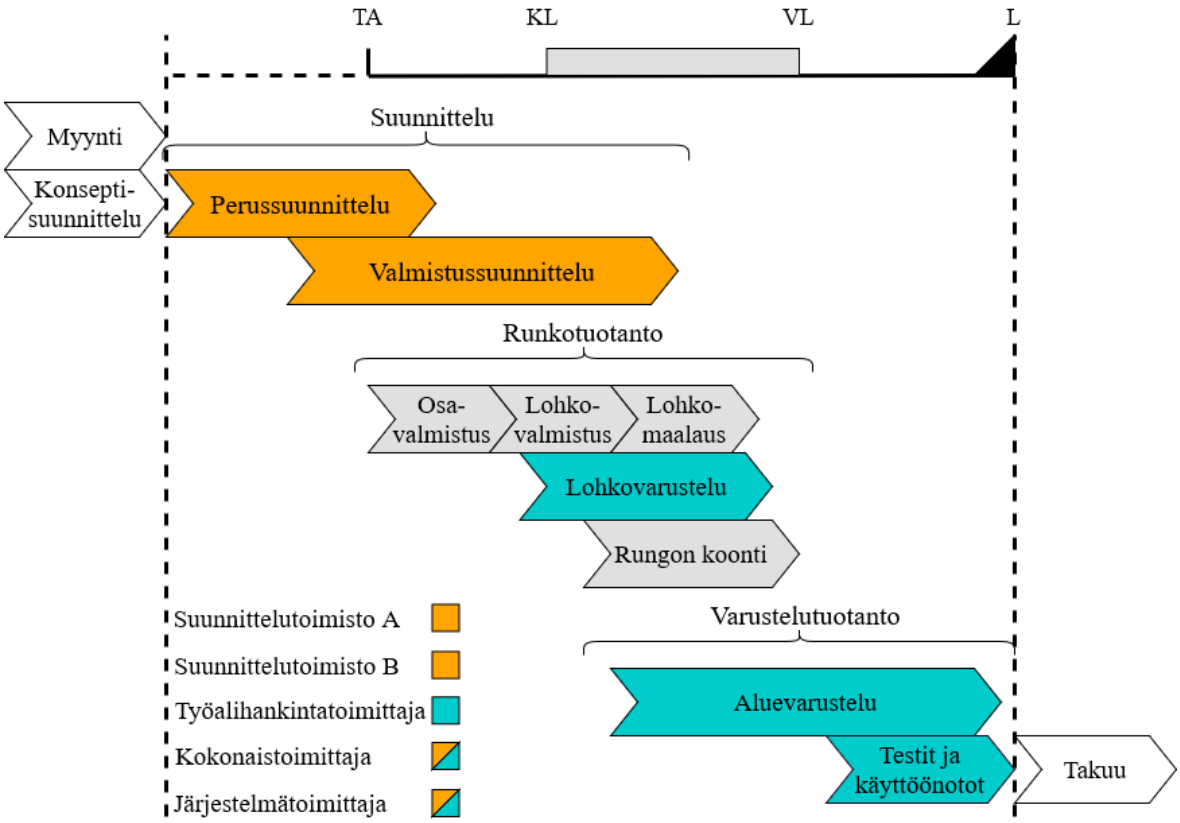
Järjestelmätoimittaja

Järjestelmätoimittajan erityisosaamista ovat kiinteistöissä, prosessilaitoksissa ja laivoissa tarvittavat erikoisjärjestelmät. Yritys on erikoistunut näihin järjestelmiin kuuluvien laitteiden ja tilojen toimituksiin. Järjestelmätoimittajalla on oma tuotekehitys- ja testauskeskus sekä tuotantolaitos järjestelmien suunnittelua ja tuotantoa varten. Laivanrakennuksessa yritys vastaa aluksen tarvitsemien laitteiden toimittamisesta ja niiden vaatimien tilojen suunnittelusta, materiaaleista ja asennustyöstä kokonaistoimituksena. Yritys tarjoaa myös järjestelmien elinkaaripalveluita koko aluksen elinkaaren ajan. (Järjestelmätoimittaja, 2020)

Edellä esiteltyjen yritysten osallistumista laivanrakennusprojektin eri vaiheisiin havainnollistetaan kuvassa 11. Kuvassa ylhäällä näytetään projektin kovat pisteet eli tuotannon aloitus (TA), kölin lasku (KL), vesillelasku (VL) ja luovutus (L). Kuvasta nähdään, että yrityksillä on toimintaa useissa vaiheissa laivanrakennusprojektin elinkaarta.

Telakka vastaa myynnistä ja konseptisuunnittelusta ennen toteutusprojektia. Suunnittelutoimistot osallistuvat suunnitteluvaiheisiin. Työalihankintatoimittaja osallistuu runkotuotannossa lohkovarusteluun ja varustelutuotantovaiheeseen. Kokonaistoimittaja ja

järjestelmätoimittaja osallistuvat projektin suunnitteluun, lohkovarusteluun ja varustelutuotantovaiheeseen. Tutkitut verkostoyritykset eivät osallistu osavalmistukseen, lohkovalmistukseen, lohkomaalaukseen tai rungon koontiin. Telakka tekee näitä yhdessä muiden tutkimuksen ulkopuolelle rajattujen yritysten kanssa. Luovutuksen jälkeen telakka vastaa rakennetun laivan takuusta.



Kuva 11. Laivanrakennusprojektin vaiheet ja tutkitut verkostoyritykset (muokattu Kärkiyritys, 2020).

4.2 Tapaustutkimuksen suunnittelu ja toteutus

Tapaustutkimuksessa selvitettiin kärkiyrityksen sekä valittujen verkostoyritysten projektien aikataulu- ja kustannusohjauksessa sekä projektiennustamisessa käytössä olevia menetelmiä. Tarkoituksena oli tutkia, käytetäänkö yritysverkostossa teoreettisessa viitekehyksessä esiteltyjä menetelmiä ja malleja. Toisena tarkoituksena oli tutkia, poikkeavatko verkostoyritysten käyttämät menetelmät kärkiyrityksen käyttämistä

menetelmistä. Kolmantena tarkoituksena oli tutkia, millaisia haasteita tai ongelmia verkoston eri toimijat kokevat projektien seurantaan, ohjaukseen ja ennustamiseen liittyen. Tutkimuksessa suoritettujen haastattelujen runkona käytetyt kysymykset esitetään liitteessä 1. Kysymykset lähetettiin haastatelluille etukäteen tutustuttaviksi ja heiltä kysyttiin lupa haastattelujen äänittämiseen. Haastattelut kestivät noin 60–90 minuuttia.

Tutkimuksen aikana telakalla oli toteutusvaiheessa kaksi matkustaja-autolauttaprojektia. Projektissa X oltiin pitkällä VAS-vaiheessa ja runkotuotanto sekä lohkovarustelu oli aloitettu. Projektissa Y oltiin siirtymässä PES-vaiheesta VAS-vaiheeseen. Molemmista projekteista haastateltiin projektipäällikköä, projektista vastaavaa toiminnanohjaajaa ja projekticontrolleria. Projektipäälliköt vastaavat projektien johtamisesta, toiminnanohjaajat vastaavat projektien aikataulutuksesta ja projekticontrollerit vastaavat projektien taloudesta. Kärkiyrityksestä haastateltiin lisäksi lohkotehdaspäällikköä ja runkotuotannosta vastaavaa toiminnanohjaajaa, koska heillä on paras tietämys runkotuotannosta. Haastateltujen tehtävänimike ja projekti esitetään taulukossa 3.

Taulukko 3. Kärkiyrityksessä suoritetut haastattelut.

Haastateltu	Tehtävänimike	Projekti
Haastateltu 1	Projektipäällikkö	X
Haastateltu 2	Projektipäällikkö	Y
Haastateltu 3	Toiminnanohjaaja	X
Haastateltu 4	Toiminnanohjaaja	Y
Haastateltu 5	Projekticontroller	X
Haastateltu 6	Projekticontroller	Y
Haastateltu 7	Lohkotehdaspäällikkö	Runkotuotanto, X ja Y
Haastateltu 8	Toiminnanohjaaja	Runkotuotanto, X ja Y

Tutkituiksi verkostoyrityksiksi valittiin kärkiyrityksen merkittävimmät yhteistyökumppanit. Kaikki tutkittaviksi valikoidut verkostoyritykset toimivat telakalla toteutuksen alla olevissa matkustaja-autolauttaprojekteissa. Haastateltujen tehtävänimike ja yritys esitetään taulukossa 4.

Taulukko 4. Verkostoyrityksissä suoritetut haastattelut.

Haastateltu	Tehtävänimike	Yritys
Haastateltu 9	Koneistosuunnittelun osastopäällikkö	Suunnittelutoimisto A
Haastateltu 10	Runkosuunnittelun osastopäällikkö	Suunnittelutoimisto A
Haastateltu 11	Toiminnanohjauspäällikkö	Suunnittelutoimisto B
Haastateltu 12	Varustelusuunnittelun osastopäällikkö	Suunnittelutoimisto B
Haastateltu 13	Projektipäällikkö	Työalihankintatoimittaja
Haastateltu 14	Projektijohtaja	Kokonaistoimittaja
Haastateltu 15	Liiketoimintajohtaja	Järjestelmätoimittaja
Haastateltu 16	Projektipäällikkö	Järjestelmätoimittaja

Verkostoyritysten haastattelujen lisäksi tutkimusta varten suoritettiin benchmarking eli vertailuanalyysi. Vertailuanalyysin tarkoituksena oli selvittää, miten laivanrakennusteollisuuden ulkopuolella suoritetaan projektien ohjausta ja ennustamista. Vertailukohteeksi valikoitui eräs Suomen suurimmista toteutuksen alla olevista infrastruktuurihankkeista.

Hanketta varten on perustettu hankeyhtiö, joka vastaa infran rakennuttamisesta. Hankkeen suunnittelu on jaettu eri suunnittelutoimistojen kesken. Rakentaminen toteutetaan usean eri projektinjohtourakoitsijan ja sivu-urakoitsijan toimesta. Jokaisella projektinjohto-

urakoitsijalla on hankkeessa oma osaprojekti, josta urakoitsija vastaa. (Benchmarking-hanke, 2020)

Hankeyhtiön puolesta haastateltiin hankkeen tilannekeskuspäällikköä. Haastattelussa käytettiin samaa haastattelurunkoa kuin muissakin tutkimuksen haastatteluissa, jotta hankkeesta saadut tiedot olisivat mahdollisimman hyvin vertailukelpoisia verkostoyrityksistä saatujen tietojen kanssa.

5 TAPAUSTUTKIMUKSEN TULOKSET

5.1 Yritysverkoston kärkiyritys

Aikatauluohjaus kärkiyrityksessä

Yritysverkoston kärkiyrityksellä eli telakalla on luotuna omat aikataulut PES-vaiheelle, VAS-vaiheelle, runkotuotannolle ja varustelutuotannolle. Merkittävimpiä hankintoja seurataan PES-aikataulun yhteydessä. Lisäksi hankinnalla on oma hankintasuunnitelma, jossa seurataan hankintojen tavoitemääräpäiviä sekä hankintoihin varatun budjetin ja toteuman eroa.

Telakan suunnitteluosastoja ovat teoria, runko, sisustus, koneisto, kansivarustelu ja sähkö. PES toteutetaan osittain telakan oman suunnittelun voimin, kun taas VAS on ulkoistettu alihankkijoille. PES-aikataulussa piirustukset ja hankinnat jaetaan osastoittain. Telakan sisäisessä seurannassa projektin osastovastaavat keskustelevat suunnittelijoiden kanssa piirustusten valmiudesta. Alihankittavien piirustusten valmiudesta osastovastaavat saavat tiedon suoraan alihankkijalta. Vastaavat raportoivat valmiudet viikoittain taulukkolaskentamuodossa eteenpäin telakan toiminnanohjaukseen. Valmiusraportoinnissa luotetaan raportoituun, eikä sitä erikseen varmenneta.

VAS-vaihetta varten osastoille on luotu erilliset VAS-aikataulut. Esimerkiksi rungon VAS-aikataulussa valmiutta seurataan osalohkokohtaisesti alustavan 3D-mallin, varsinaisen 3D-mallin ja kaikkien piirustusten kokonaisvalmiuden osalta. Lisäksi järjestelytiedoille ja aukkotiedoille on määritetty aikataulussa tarvepäivämäärät. Alihankkijoilla on omat aikataulunsa, joissa tehtävät on jaettu hienommalla tasolla piirustuksittain. Valmistussuunnittelua varten osastoilla on omat VAS-koordinaattorit, joiden tehtävänä on toimia tiedon välittäjänä telakan ja alihankkijan välillä, seurata alihankkijan valmiutta sekä tarvittaessa ohjata alihankkijaa. Osastosta riippuen alihankkija raportoi valmiudet viikoittain taulukkolaskentamuodossa telakan VAS-koordinaattorille, joka välittää tiedot toiminnanohjaukseen, tai alihankkija raportoi suoraan telakan toiminnanohjaukseen. Valmiusraportoinnissa luotetaan alihankkijoiden näkemykseen ja raportoituun valmiuteen.

Telakalla on käytössä dokumentinhallintajärjestelmä, jossa seurataan piirustusten valmistumisen tavoitepäiviä. Suunnittelija muuttaa järjestelmään piirustuksen statusta ansaitun valmiuden mukaan. PES-vaiheessa osastovastaava ja VAS-vaiheessa koordinaattori seuraa aikataulun lisäksi piirustusten statusta. Myöhästyneistä piirustuksista ajetaan jättämälistaa viikoittain. Osastot käyvät omissa viikkopalavereissaan läpi jättämälistalla olevia piirustuksia. Telakalla seurataan ainoastaan piirustusten ensimmäisten versioiden eli A-revisioiden aikataulua projektinhallintaohjelmalla ja määräpäiviä dokumentinhallintaohjelmalla. Piirustusten virheistä tai muutoksista johtuvia myöhempiä revisioita ei seurata kummallakaan tavalla. Kuitenkin lähetettyjen ja lähettämättömien piirustusten kokonaismäärää sekä piirustuksista auki olevien selvittämättömien luokituslaitoksen tai tilaajan kommenttien kokonaismäärää seurataan osastoittain.

Runkotuotannossa ainoastaan osavalmistusta tehdään telakan oman henkilöstön toimesta, kun muut toiminnot on ulkoistettu verkoston muille toimijoille. Runkotuotannon aikataulu jakautuu tuotettavien suurlohkojen ja näiden osalohkojen mukaan. Osalohkoille on määritetty tehtävät osavalmistukselle, lohkovalmistukselle ja lohkovarustelulle ennen maalausta eli EML-vaiheelle. Suurlohkoille on määritetty tehtävät suurlohkovalmistukselle, suurlohkovarustelulle ennen maalausta eli EMS-vaiheelle ja suurlohkon maalaukselle. Suurlohkoille voi olla lisäksi määritetty tehtävä suurlohkovarustelulle jälkeen maalauksen eli JMS-vaiheelle, joka tehdään ennen rungon valmistusta.

Telakan työnjohtajat raportoivat viikoittain osavalmistuksen valmiuden ja ennusteen käynnissä olevan työvaiheen valmistumisesta runkotuotannon toiminnanohjaajalle. Alihankkijat raportoivat vastaavat asiat viikoittain telakan toiminnanohjaajalle omasta työosuudestaan. Toiminnanohjaaja tekee viikoittain lohkojen ennustetun valmistumisen perusteella lohkokarttaa, jossa näytetään lohkojen paikat ja siirrot lohkohallissa.

Varustelutuotannossa telakka vastaa alueiden pääaikataulusta, joka on jaettu matkustaja-autolautassa alueryhmittäin lasti- ja kansialueisiin, sisustusalueisiin sekä konealueisiin. Esimerkkeinä lastialueen tyypillisistä tehtävistä ovat putkiasennus, levyvarustelu, sähköasennus, eristys ja maalaus. Näiden lisäksi aikataulussa saattaa olla myös muita alueen

vaatimia tehtäviä. Alihankkijoiden on tarkoitus tarkentaa aikataulua ja tehtäväkokonaisuuksia siten, että se palvelee työn suorittamista järkevällä tavalla.

Telakalla on määritetty alueryhmittäin aluevastaavat, joiden vastuulla on seurata työn etenemistä ja valvoa alihankkijoita. Kaikki varustelutyö on ulkoistettu alihankkijoille. Yhdellä alueella toimii useita eri alihankkijoita, jotka vastaavat aiemmin mainituista tehtäväkokonaisuuksista. Alihankkijat raportoivat ansaitsemansa valmiuden aluekohtaisesti aluevastaavalle, joka toimittaa raportit telakan toiminnanohjaukseen.

Telakan toiminnanohjaus luo valmiusraportit suunnittelusta, tuotannosta ja koko projektista. Valmiusraportit luodaan seurantaohjelmalla, joka hakee tiedot projektinhallintaohjelmasta. PES- ja VAS-valmiusraporteissa näytetään osastokohtaisesti suunniteltu ja ansaittu kokonaisvalmius. Runkotuotannon valmiusraporteissa näytetään vastaavat osavalmistuksesta, lohkovalmistuksesta, lohkovarustelusta ja rungon koonnista. Varusteluvaiheessa valmiusraportit perustuvat rakennettavan laivan alueryhmiin. Valmiusraporteista tiedot viedään yhteenvetotaulukkoon, jossa jokaiselle raportoitavalle kokonaisuudelle näytetään viikkotasolla suunniteltu ja ansaittu valmius, näiden kahden erotus ja erotuksen lisäys tai väheneminen edeltävästä viikosta. Yhteenvetotaulukosta saadaan luotua S-käyrät, joilla projektin ansaintaa seurataan. Valmiusraportit ja S-käyrät siirretään telakan dokumentinhallintajärjestelmässä oleviin viikkokansioihin.

Kaikissa projektin eri vaiheissa aikataulua, valmiuksia, kohdattuja ongelmia ja muita ajankohtaisia asioita käsitellään viikkopalavereissa. Tehtävien ollessa jäljessä aikataulusta, pyritään syyt selvittämään. Korjaavat toimenpiteet riippuvat myöhästymisen syystä ja vallitsevasta tilanteesta. Palaverin pitäjä kirjoittaa palaverimuistioon käsitellyt ja sovitut asiat. Muistio lähetetään palaverin osallistujille ja muille vastuuhenkilöille.

Kustannusohjaus kärkiyrityksessä

Telakan kustannusseuranta ja -ohjaus perustuvat projektibudjettiin, joka muodostetaan myyntiprojektivaiheessa luodusta kalkyylista. Kalkyyli pohjautuu laivaerittelyyn ja arvioituihin kustannuksiin. Materiaalikustannukset on budjetoitu projektissa osastoittain kustannuskohteisiin. Suunnitteluun, tuotantoon ja toimihenkilötunteihin on budjetoitu tietty

määrä tunteja. Nämä tunnit jakautuvat telakan omiin ja ulkoisen alihankinnan tunteihin. Projektissa jokaisella osastolla on budjettivastuu omasta budjetistaan sekä hankittavien materiaalien että työtuntien osalta. Projekticontroller seuraa hankintojen ja työtuntien kehittymistä sekä raportoi sitoutuneista ja toteutuneista kustannuksista projektipäällikköä ja telakan johtoa.

Materiaaleista, laitteista, työalihankinnasta ja kokonaistoimituksista tehdyt kaupat kirjataan yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään eli ERP-järjestelmään (*Enterprise Resource Planning*). ERP:stä nähdään sitoutuneet ja toteutuneet kustannukset. Telakka pyrkii pääasiassa tekemään kiinteitä sopimuksia muiden verkostoyritysten kanssa. Kiinteissä sopimuksissa kaupan onnistuminen määrittää sen, pysytäänkö budjetissa. Suuremmissa laitehankinnoissa ja työalihankintakokonaisuuksissa sopimukseen on määritetty maksupostit, jotka sidotaan tiettyyn ajankohtaan tai ansaittuun valmiusasteeseen.

Telakan omat suunnittelijat kirjaavat työtuntinsa projektille osastoittain. Pääsääntöisesti tunnit kirjataan joko suunnittelutyöhön tai tekniseen käsittelyyn. Suunnittelutyö on laivan teknistä määrittelyä ja piirustusten suunnittelua. Tekninen käsittely on hankittavien materiaalien ja laitteiden teknisten ominaisuuksien määrittelyä sekä tarjouskyselyiden tekemistä ja tarjousten vertailua yhteistyössä hankinnan kanssa. Suunnittelutyöhön tai tekniseen käsittelyyn kirjattuja tunteja ei erotella tämän tarkemmin. Telakan muut toimihenkilöt kirjaavat tuntinsa vastaavalla tavalla kuin suunnittelu, mutta muiden toimihenkilöiden tuntikirjauksia ei erotella projektia ja osastoa tarkemmin.

Kirjattuja tunteja ei tarkasteta, vaan toimihenkilöt vastaavat omista tunneistaan ja varmistavat niiden kirjaamisen viikoittain. Terästuotannossa työnjohtajat vastaavat osavalmistuksen työntekijöiden tuntien kirjaamisesta työajanseurantaan. Työntekijöiden tunnit kirjataan projektille, osavalmistukseen ja tietylle työpisteelle. Telakan kaikkien työntekijöiden edeltävän viikon tunnit siirtyvät työajanseurantajärjestelmästä ERP:iin tiistaisin. Edeltävän kuukauden tunnit tulee olla oikein kirjattuna viimeistään seuraavan kuun alkuun mennessä.

Ulkoistettu osuus suunnittelusta ja varustelutyöt pyritään tekemään kiinteinä alihankintasopimuksina. Kustannukset muodostuvat alihankkijan ansaitseman valmiuden

mukaan. Kiinteissä sopimuksissa tai kokonaistoimituksissa alihankkijat eivät raportoi tai kirjaa tekemiään tunteja telakan järjestelmään. Joissain tapauksissa työtä joudutaan teettämään tuntisopimuksilla. Tällöin alihankkija raportoi käytetyt tunnit telakalle, jotka työstä riippuen suunnittelu- tai aluevastaava hyväksyy. Raportoidut tunnit toimivat laskutusperusteena. Telakka käyttää osassa varustelun alihankintakokonaisuuksissa tavoitetuntisopimuksia, joissa alihankkijan kanssa on sovittu tavoitetuntimäärä työkokonaisuudelle. Alittuvien tuntien säästö ja ylittyvien tuntien kustannus jaetaan tehdyn sopimuksen mukaisesti telakan ja alihankkijan kesken. Alihankkija raportoi sopimukseen kuuluvaan työhön käytetyt tunnit telakalle, jotka aluevastaava hyväksyy.

Osa- ja lohkovalmistuksessa ulkoistetun työn sopimukset perustuvat yksikköhintoihin, jolloin kustannukset muodostuvat pääasiassa alihankkijoiden tuottamien kilojen mukaan. Alihankkijat laskuttavat tehdyt kilot sopimusten perusteella, ja laskuja verrataan suunnitteluaineistoon. Alihankkijat raportoivat työntekijämäärän valmiusraportoinnin yhteydessä. Käytettyjä tunteja ei kuitenkaan raportoida telakalle.

Telakalla käytössä oleva työajanseurantajärjestelmä luotiin, kun toiminta oli pienimuotoista ja työntekijöitä oli vain parikymmentä. Toiminnan kasvaessa on huomattu nykyisen järjestelmän puutteet. Telakalla on tehty päätös uuden työajanseurantajärjestelmän hankinnasta. Tulevan järjestelmän on tarkoitus tukea paremmin suuremman organisaation toimintaa.

Lisä- ja muutostöistä sopimisen käytännöt vaihtelevat projektin vaiheen ja työn mukaan. Kaikesta lisätyöstä pitäisi kuitenkin tehdä kirjallinen sopimus ja se tulisi dokumentoida. Esimerkiksi runkotuotantoon on luotu selkeät toimintatavat lisä- ja muutostöille, jossa suurin osa muutostöistä aiheutuu suunnitteluvirheistä. Tuotanto informoi suunnittelua muutostyön syystä ja laajuudesta, jolloin suunnittelu avaa telakan dokumentinhallintajärjestelmään muutostyödokumentin. Tuotannossa telakan valvoja sopii alihankkijan kanssa työstä ja käytettävästä tuntimäärästä etukäteen. Työstä sovitaan runkotuotannon omalla lomakepohjalla ja muutostyö valokuvataan. Lohkotehtaan päällikkö hyväksyy lisä- ja muutostyöt. Runkotuotanto kerää lisäksi taulukkolaskentaohjelmaan muutostöiden syitä.

Suunnittelun ja tuotannon vastuuhenkilöt seuraavat omaa budjettiaan. Projekticontroller seuraa lisäksi koko projektin taloutta. Telakan toimintamallista johtuen tehdyt hankinnat ja sopimukset ovat avainroolissa projektin taloudelliseen onnistumiseen. Sopimusten onnistumisen perusteella varoja voidaan siirtää kustannuskohteiden välillä. Tarvittaessa tehdään osastojen välisiä budjettisiirtoja. Controller punnitsee yhdessä projektipäällikön kanssa projektin taloudellista tilannetta. Huonossa tilanteessa on mahdollista käyttää varauksia tai alentaa projektin tulosennustetta. Tehtävät päätökset ovat projekti- ja tilannekohtaisia.

Projektin johtoryhmä tekee kuukausittain projektiraportin, jossa talous on yhtenä osiona. Projektipäällikkö esittää projektiraportin telakan johtoryhmän palaverissa. Hallitukselle tehdään erillinen kuukausiraportti projektin tilanteesta. Lisäksi projektipäällikkö tekee lyhyen vapaamuotoisen raportin hallitukselle viikoittain. Tarvittaessa telakan johtoryhmä ja hallitus voivat yrittää vaikuttaa projektin tilanteeseen tapauskohtaisesti.

Projektiennustaminen kärkiyrityksessä

Telakalla aikatauluennustamista tehdään käytännössä viikoittain. Aikatauluennustamisen apuna käytetään valmiusraportteja ja S-käyriä. Ennustaminen perustuu ansaintalogiikkaan, jossa ansaittua valmiutta verrataan suunniteltuun valmiuteen. Jäljellä olevaa aikataulua ja ansaittua valmiutta peilataan koviin pisteisiin.

Kovat pisteet suunnitellaan laivan läpimenoaikaan sopiviksi. Kölinlasku ja vesillelasku määrittävät rungon koonnin aikataulun, joka vaikuttaa sekä runkotuotantoon että varustelutuotantoon. Tuotantoaikataulut taas määrittävät tarvittavien piirustusten kautta valmistussuunnittelun aikataulutuksen. Kovista pisteistä pidetään kiinni kaikin mahdollisin keinoin. Merkittävässä myöhästymisessä tehdään kiinniottosuunnitelma. Jos aikataulua ei saada korjaavilla toimenpiteillä kiinni, joudutaan yksittäistä kovaa pistettä siirtämään. Laivan luovutusta ei kuitenkaan siirretä kuin äärimmäisessä tapauksessa. Aikatauluun on luotu aikapuskuria ennen kovia pisteitä, joilla varmistetaan kovan pisteen toteutuminen aikataulussa, vaikka projekti olisi muuten jonkin verran myöhässä.

Telakan aikatauluihin ei ole merkittynä selkeästi kriittisiä polkuja. Kaikkien haastateltujen toiminnanohjaajien mukaan kriittisten polkujen tunnistaminen ja ennustaminen perustuvat vastuullisten näkemykseen ja kokemukseen. Heidän tehtävänään on arvioida, kyetäänkö tehtävät toteuttamaan jäljellä olevassa aikataulussa. Haastateltu 4 kertoo, että viikon jättämä projektin puolessa välissä ei tarkoita laivan luovutuksen lykkääntymistä viikolla. Osin tämä johtuu kovien pisteiden yhteyteen luoduista aikapuskureista ja toteutuksen aikana tehtävistä korjaavista toimenpiteistä. Toisaalta haastatellun 8 mukaan kokemus on opettanut, että projektin jäädessä aikataulusta jälkeen, ei sitä enää yleensä saada kiinni. Päätöksiä korjaavista toimenpiteistä pitäisi tehdä kaikilla organisaatiotasoilla, mutta viimeistään projektipäällikön tulisi puuttua tilanteeseen.

Runkotuotannossa omilta työnjohtajilta ja alihankkijoilta pyydetään ennusteet käynnissä olevan työvaiheen päättymisestä. Muissa projektin vaiheissa tällaista menetelmää ei käytetä. Haastateltu 3 haluaisi, että ainakin varusteluvaiheessa alihankkijoiden kanssa sovittaisiin jokaisessa viikkopalaverissa, mitä seuraavan kahden viikon aikana tehdään valmiiksi. Näin voitaisiin paremmin ohjata toimintaa ja keskittyä olennaisiin asioihin.

Kustannusennustaminen on projektin lopputuloksen ennustamista. Telakan toimintamallin takia kustannusennustaminen on vahvasti sidoksissa tehtäviin hankintoihin ja sopimuksiin. Ennusteet perustuvat hankintaneuvotteluihin ja tehtyihin sopimuksiin laitteista, materiaaleista ja työstä. Osastovastaavat ovat vastuussa ennusteista oman osastonsa osalta. Vastaavat pyrkivät kustannuskohteittain ennustamaan, saadaanko hankinta tehtyä budjetissa, joudutaanko kyseiseen kustannuskohteeseen tekemään lisähankintoja, tai liittyykö tehtyihin hankintoihin riski lisäkustannuksista. Ennustaminen perustuu vahvasti vastuullisten henkilökohtaiseen osaamiseen ja kokemukseen. Ennusteiden tekemisen tukena käytetään taulukkolaskentaohjelmaa, jossa on merkittynä kustannuskohteittain budjetoidut, sitoutuneet ja ennustetut kustannukset. Controller siirtää ennustetiedot telakan ERP:iin. Tärkeintä on, että osaston ennustetut kokonaiskustannukset pysyvät alle budjetoidun. Yksittäisille kustannuskohteille voi tulla ylityksiä, jos toisissa kohteissa budjetti alitetaan. Työkustannuksissa osastovastaavat arvioivat, riittävätkö jäljellä olevat telakan omaan työhön budjetoidut työtunnit jäljellä olevaan työmäärään.

Haastateltu 5 kertoo, että aiemmin osastovastaavat kävivät kuukausittain kertomassa ennusteet suoraan controllerille, mutta toimintatavasta siirryttiin telakan yhteiseen kaikki suunnitteluosastot käsittävään ennustepalaveriin. Nykyisessä toimintatavassa saadaan paremmin kokonaisvaltainen ymmärrys projektin taloudellisesta tilanteesta. Ennustepalaverissa keskustellaan ennustemuutoksista, niiden syistä ja vaikutuksista. Vaikka ennustepalaveri pidetään kuukausittain, tulisi osastojen päivittää omaa ennustettaan jatkuvasti. Muuten projektipäällikkö ja controller eivät tiedä projektin todellista ajankohtaista tilannetta.

Osastovastaavilla ja -päälliköillä on myös omia taulukkolaskentaohjelmia, joilla seurataan kustannusten syntymistä ja ennusteita. Esimerkiksi lohkotehtaan päällikkö suorittaa omaa kuukausittaista seurantaa materiaali- ja työkustannuksista. Haastatellun 7 mukaan hankittujen materiaalien ja ulkoistetun työn perusteella projektin terästyön kokonaiskustannuksista noin 80 % on tiedossa jo ennen tuotannon aloitusta.

Kärkiyrityksen kohtaamat haasteet

Projektinhallinnan kannalta suurimmat haasteet liittyvät aikatauluihin. Haastatellun 2 mukaan telakalla pitäisi jo projektin alkaessa olla käytössään koko projektin kattava aikataulu, jota tarkennettaisiin projektin edetessä. Projektissa Y tällaista koko projektin kattavaa aikataulua ei vieläkään ole, vaikka projekti on jo siirtynyt VAS-vaiheeseen. Lisäksi kaikkien projektiin osallistuvien toimijoiden aikataulut tulisi sovittaa paremmin yhteen.

Haastatellun 1 mukaan projektissa X ei tällä hetkellä ole sellaista aikataulua, joka todella ohjaisi tekemistä. Projekti on jäänyt jälkeen alkuperäisestä aikataulusta, mutta toiminnanohjaus ei ole kuitenkaan päivittänyt aikataulua vastaamaan nykyistä tilannetta. Todellista tilannetta vastaava aikataulu palvelisi projektin tarpeita ja ohjaisi paremmin toimintaa. Haastateltu 1 kertoo, että telakalla aikataulua katsotaan taaksepäin, eikä mietitä riittävästi, millaisia asioita ja toimenpiteitä tulisi tehdä, jotta saavutettaisiin tietyt asiat pidemmällä aikavälillä. Haastatellun 2 mukaan projektissa tulisi olla tarkastuspisteitä, joissa aikataulussa havaittuja virheitä korjataan ja aikataulua päivitetään. Alihankkijoiden aikatauluja pitäisi myös valvoa paremmin ja varmistua siitä, että alihankkijoiden aikataulut ja resursointi toteuttavat projektin tarpeet.

Haastateltujen toiminnanohjaajien mukaan yhtenä merkittävänä haasteena aikataulu-ohjauksessa on se, ettei havaittuihin ongelmiin puututa riittävän ajoissa ja korjaavat toimenpiteet ovat monesti alimitoitettuja. Telakalla toivotaan liian pitkään asioiden korjautuvan itsestään. Lisäksi haastateltu 3 kertoo erityisesti suunnittelualihankkijoiden vetoavan usein telakan omaan myöhästymiseen, jolloin ne eivät ryhdy korjaaviin toimenpiteisiin ainakaan ilman lisäkorvausta.

Kaikki toiminnanohjaajat toteavat 3D-mallinnuksen seurannan ja valmiuden määrittämisen olevan vaikeaa. Haastatellun 8 mukaan projektissa X runkosuunnittelun VAS näytti etenevän aikataulussa tuotannon alkuun asti. Tuotannon alkaessa osavalmistuksesta kuitenkin puuttui piirustuksia, eikä kaikkia osia saatu tuotettua aikataulussa. Tämä on aiheuttanut merkittäviä aikataulu- ja kustannushaasteita. 3D-mallin todellisesta valmiudesta ja piirustusten valmistumisesta ei kerrota tuotannolle riittävästi.

Muutenkaan puuttuvista aineistoista tai materiaaleista ei tiedoteta tarpeeksi tuotantoa. Resurssien varaaminen vaikeutuu, kun ei tiedetä, milloin puuttuva aineisto tai materiaalit toimitetaan tuotannon käyttöön. Resurssien varaaminen väärään aikaan aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia telakalle. Haastatellun 7 mukaan aineisto pitäisi saada tuotantoon kaksi viikkoa ennen ja materiaali viikkoa ennen tuotannon tarvetta, mutta projektissa X tämä ei ole toteutunut. Haastateltu 2 näkee, että jokaiselle isommalle toimituskokonaisuudelle tulee olla oma koordinaattori ja toimitusvalvoja. Tällä tavoin voitaisiin varmistaa projektin onnistuminen. Lisäksi haastateltu 4 kertoo telakalla olevan puutteellinen ohjeistus työn tekemiseen, valvontaan ja valmiuden toteamiseen sekä suunnittelu- että tuotantovaiheissa.

Telakalla ja alihankkijoilla tulisi olla mahdollisuus käyttää samoja projektinhallinnan työkaluja. Haastatellun 4 mukaan nykyiset työkalut eivät kuitenkaan tue riittävän hyvin laivanrakennusprojektien hallintaa verkostomaisessa ympäristössä. Lisäksi haastateltujen 2 ja 4 mukaan käytössä olevat työkalut eivät palvele raportointia. Projektin sisäinen ja ulkoinen raportointi koetaan työlääksi. Raportointia tulisi jotenkin automatisoida, jolloin siihen kuluva aika ja sen vaatima työmäärä vähenisi.

Molempien controllerien mielestä kustannusten kirjaamisen oikea-aikaisuus on tärkeintä projektin kustannusten ennustettavuuden kannalta. Molemmissa projekteissa on ilmennyt

tilanteita, joissa tieto hankinnan tilanteesta tai ehdoista ei ole välittynyt hankinnan ja budjettivastuussa olevan suunnitteluosaston välillä. Haastatellun 6 mukaan myös talousosastoa tiedotetaan huonosti, jos tehdystä sopimuksesta on jätetty jotain siihen budjetoitua pois tai kauppaan on yhdistetty useita eri kustannuskohteita. Tällaisissa tapauksissa tulee tehdä tarvittavat budjettisiirrot kustannuskohteiden välillä. Haastatellun 5 mukaan toteutuksen aikana erityisesti palvelukokonaisuuksien, kuten maalauksen ja telinetöiden kustannusten ennustaminen on haastavaa. Palvelukokonaisuudet vaativat usein lisätyötilauksia, jotka aiheutuvat osin suunnitelmallisuuden puutteesta.

Talouden näkökulmasta yhtenä ongelmana on tuntien kirjaaminen oikea-aikaisesti oikealla tavalla. Telakalla esimiehet eivät hyväksy tai tarkasta alaistensa tunteja. Osa työntekijöistä kirjaa tuntinsa vasta kuun lopussa, jolloin tuntitoteuma ei vastaa todellisuutta ennen kuukauden loppua. Haastatellun 6 mukaan valvonnan avulla voitaisiin varmistua datan kirjautumisesta oikein kustannusseurantaan. Lisäksi esimiehet näkisivät tuntien tarkastamisen yhteydessä, missä on pahin resurssipula, ja joutuvatko alaiset työskentelemään ylikuormassa. Haastateltujen controllerien mukaan suunnitteilla olevassa uudessa työajanseurantajärjestelmässä esimiesten on tarkoitus hyväksyä alaistensa tunnit, joten nykyiseen toimintatapaan on odotettavissa parannusta.

5.2 Suunnittelutoimisto A

Aikatauluohjaus suunnittelutoimistossa A

Suunnittelutoimisto A luo yleensä saman tyyppisen aikataulun omaa seurantaansa varten. PES-vaiheessa projekti jaetaan suunnitteluosastoittain, joille jokaiselle luodaan piirustuskohtainen aikataulu. Piirustusten valmiusasteprosentti perustuu suunnittelijan ja hänen esimiehensä yhteiseen arvioon dokumentin valmiudesta. Piirustus merkitään yleensä 90 % valmiiksi, kun se lähtee luokituslaitokselle tarkastettavaksi. Piirustuksen ollessa luokituslaitoksen, telakan ja varustamon toimesta hyväksytty, ja lopullisesti telakalle luovutettu, merkitään se täysin valmiiksi. Luovutuksen jälkeisiä muutoksia tai revisioita ei enää seurata projektinhallintaohjelmalla, eikä revisionhallinnassa käytetä valmiusasteseurantaa.

Piirustusten hallintaa varten yrityksellä on käytössään dokumentinhallintajärjestelmä, jossa piirustukselle määritetään tavoitepäivä valmistumiselle. Piirustuksille on määritetty lisäksi tavoitepäivät luokituslaitoksen, telakan ja varustamon hyväksynnälle. Järjestelmässä seurataan suunniteltujen toimituspäivien lisäksi toteutuneita toimituksia. Järjestelmästä siirtyy automaattisesti tieto projektinhallintaohjelmistoon, kun dokumentin statusta muutetaan. Projektinhallintaohjelmistosta voidaan siten nähdä dokumenttien ajantasainen tilanne.

VAS-vaiheessa osastoilla on hieman toisistaan poikkeavat tavat seurata aikataulua. Esimerkiksi koneiston VAS-tehtävät jaetaan alueittain. Jokaiselle alueelle on jyvitetty tietty tuntimäärä. Suunnittelijat seuraavat 3D-mallin valmiutta perustuen alueen mallinnettuihin järjestelmäkaavioihin suhteessa kaikkiin mallinnettaviin järjestelmiin. Tämä toimii yhtenä perusteena valmiuden määrittelemiselle. Lisäksi seurataan tarvittavien laitetietojen vientiä malliin, mikä on toinen peruste valmiudelle. Suunnittelijat arvioivat tehtyjen tehtävien perusteella mallinnuksen valmiutta. Tärkeintä on, että 3D-malli jaetaan riittävän pieniin osiin, jolloin ansaittua valmiusastetta on mahdollista arvioida suhteessa koko mallin vaatimaan työmäärään.

Alihankkijoiden tekemää työtä seurataan täsmälleen samalla tavalla kuin omaakin työtä. Alihankkijalle on kuitenkin varattu oma koordinaattorinsa erikseen projekti- ja osastokohtaisesti. Suunnittelutoimisto A:n näkemyksenä on, että koordinaattorin tulee toimia täysipäiväisesti tässä tehtävässä. Koordinointiin kuuluu monenlaista asiaa, kuten tiedon vientiä ja tuontia, piirustusten tarkastamista, kommunikointia suunnittelun oikeellisuudesta sekä aikataulun seurantaa, ettei sitä voi hoitaa muiden tehtävien ohella. Koordinaattori toimii vain yhdessä projektissa kerrallaan, sillä jokainen asiakas haluaa omanlaisensa suunnitteluaineiston.

Aikatauluseurannan tukena suunnittelutoimisto harjoittaa jatkuvaa lähtötietoseurantaa, jolla voidaan varmistua edellytyksistä suunnitteluun. Telakkaa raportoidaan tarvittavista lähtötiedoista viikkoraporttien muodossa sovitulla tavalla yleensä 4–6 viikkoa ennen tehtävän aloitusta. Lähtötietojen puute on yksi merkittävä indikaattori sille, että projekti viivästyy suunnitellusta.

Suunnittelutoimisto harjoittaa valmiusasteraportointia samalla tavalla riippumatta siitä, raportoidaanko omaa vai alihankkijoiden työtä. Molemmissa tapauksissa valmiusaste raportoidaan projektipäällikölle osastoittain kerran viikossa. Lisäksi tiedot lähetetään telakalle. Haastatellun 10 mielestä raportoidun valmiusasteen varmentaminen on turhaa, jos työ on pilkottu riittävän pieniin osiin. Tällöin pienet virheet valmiusasteissa eivät vaikuta koko projektin valmiusasteeseen.

Toimenpiteet projektin viivästyessä riippuvat taustalla vaikuttavista syistä. Viivästyksen johtuessa puuttuvista lähtötiedoista, täytyy nämä tiedot saada välittömästi, jotta aikataulua olisi edes teoriassa mahdollista ottaa kiinni. Alihankkijoista aiheutuneet viivästykset hoidetaan tapauskohtaisesti. Syy viivästymän taustalla täytyy selvittää ja siihen puuttua. Monesti syyt liittyvät väärinymmärryksiin tai tiedonpuutteeseen. Pahimmassa tapauksessa työmäärä on arvioitu väärin. Merkittävästi väärin arvioitu kokonaistyömäärä johtaa siihen, että koko projekti on tuomittu epäonnistumaan suunnittelutoimiston kannalta.

Resurssitarve täytyy myös selvittää tarkkaan ennen projektista tehtävää sopimusta. On äärimmäisen haastavaa saada aikataulua kiinni, jos sopimusta tehtäessä työvoimatarve on arvioitu todellista tarvetta alemmaksi. Alihankkijoiden selviytyminen tarjottavasta projektista pyritään varmistamaan sillä, että alihankkijat toimittavat oman kuormitussuunnitelmansa.

Kustannusohjaus suunnittelutoimistossa A

Suunnittelutoimisto A seuraa kustannuksia kertyneiden tuntien kautta. Tehtävistä avataan työnumero, johon tunnit kirjataan. PES-työtunteja seurataan piirustustasolla asti. VAS-työtunteja seurataan aluetasolla tai lohkotasolla riippuen osastosta. VAS-tuntiseurantaa ei tehdä piirustustasolla asti, koska se olisi suunnittelutoimiston mukaan liian hienojakoista. Alihankkijoiden tuntikäyttöä seurataan vastaavalla tarkkuudella kuin omaakin työtä. Yleensä alihankkijat raportoivat käytetyt työtunnit, vaikka alihankkijan kanssa olisi tehty kiinteä sopimus. Haastatellut nimesivät yhdeksi tärkeäksi intressiksi työtuntien seurannalle sen, että niistä saadaan statistiikkaa, millä pystytään tulevaisuudessa paremmin tarjoamaan uusia projekteja.

Omat ja alihankkijoiden suunnittelijat kirjaavat työtuntinsa viikoittain järjestelmään. Maanantaisin edeltävän viikon tunnit tulee olla ajantasaisesti kirjattuna. Tunteja ei erikseen tarkasteta, vaan ne siirtyvät suoraan järjestelmästä S-käyräseurantaan. Tällöin nähdään käytetty tuntimäärä kokonaisuutena tai ositettuna, riippuen miten tuntikäyttöä halutaan tutkia. S-käyräseurantaa toteutetaan taulukkolaskentaohjelmalla, jonka avulla voidaan seurata baselinetunteja, ansaittuja tunteja ja käytettyjä tunteja yhdessä. Taloushallinto raportoi kuukausittain jokaisen projektin taloudellisesta suorituskyvystä. Suorituskyvyn ollessa huono, pyritään syyt tähän selvittämään ja puuttumaan syihin. Korjaavat toimenpiteet päätetään tapauskohtaisesti.

Alihankkijoiden kanssa tehdään monenlaisia sopimuksia, mutta yleensä tehtävä sopimus pohjautuu telakan kanssa tehtyyn pääsopimukseen, jolloin sopimus valuu arvoketjussa alaspäin samanlaisena. Pääsopimuksen ollessa kiinteä sopimus, myös alihankkijoiden kanssa tehdään kiinteä sopimus. Kiinteissä sopimuksissa alihankkijat laskuttavat suunnittelutoimistoa ansaitun valmiusasteen perusteella. Tämä sama pätee suunnittelutoimistolla telakan suuntaan.

Suunnittelutoimisto laskee tulosta kerran kuukaudessa, jolloin toimiston kaikkien projektien taloudellinen tilanne käydään läpi. Lisäksi operatiivisella tasolla järjestetään viikkopalaveri, jossa mahdolliset kalkyylihuononnukset täytyy hyväksyttää. Viikkopalaverissa projektipäällikölle annetaan mahdollisuus kertoa syyt projektin huonolle tilanteelle ja esittää korjaavat toimenpiteet.

Projektiennustaminen suunnittelutoimistossa A

Suunnittelutoimiston A projektien seuranta ja ennustaminen perustuvat S-käyrään, jossa kuvataan projektin suunniteltu ja ansaittu työmäärä sekä käytetyt tunnit. Alihankkijoiden työosuudesta tehdään omat S-käyrät. S-käyräseurantaa ja ennustamista tehdään sovelluksella, joka on taulukkolaskentapohjainen. Taulukkolaskentaohjelman sovellus toimii käyttöliittymänä ja näkymänä tietokantaan, johon talletetaan viikoittain aikataulu- ja kustannusseurannan tiedot projekteittain. Tietokannassa olevan tiedon perusteella voidaan nähdä nykyinen tilanne ja ennustaa tulevaa. Projektipäällikkö vastaa oman projektinsa

ennusteista. Projektiennustamista suoritetaan kuukausittain, jolloin ennusteet käydään yritystasolla läpi.

Suunnittelutoimiston oman tai alihankkijan toteuman poiketessa suunnitellusta S-käyrästä, toimii tämä hälytysmerkkinä korjaaville toimenpiteille. Kun syy huonoon suorituskykyyn saadaan selville, täytyy siihen puuttua. Toinen seuranta- ja ennustekeino on työn kapasiteettisuunnitelma, jota seurataan ja tutkitaan. Alihankkijoille tehdään kapasiteettisuunnitelmat ja resurssien riittävyyttä seurataan yhteistyössä alihankkijoiden kanssa.

Suunnittelutoimiston A kohtaamat haasteet

Haastatellut 9 ja 10 keskittyivät suunnittelutoimiston A ja kärkiyrityksen välisessä yhteistyössä koettuihin haasteisiin. Haastateltujen mielestä suurin haaste ennustamiselle on projektin pääaikataulu, jonka luomisesta telakka vastaa. Pahimmassa tapauksessa pääaikataulua ei ole luotuna, vaikka projekti olisi jo aloitettu. Tällöin ei ole olemassa sellaista aikataulua, jota suunnittelutoimiston kuuluisi noudattaa. Tämä aiheuttaa suuria vaikeuksia, kun kapasiteettia joudutaan varaamaan puutteellisilla tiedoilla, jolloin resurssit ovat todennäköisesti väärään aikaan varattuna.

Haastateltu 10 mainitsee avoimuuden puutteen yhdeksi merkittäväksi haasteeksi. Telakka tietää asioista, mutta syystä tai toisesta se ei tiedota suunnittelutoimistoa. Esimerkiksi projektissa X erään tärkeän järjestelmän lähtötieto oli sovittu toimitettavaksi huhtikuussa. Tarvittava lähtötieto saatiin kuitenkin vasta puoli vuotta myöhemmin. Jälkikäteen on ilmennyt, että laitetoimittaja ei ollut luvannutkaan tietoa telakalle ennen marraskuuta. Tämän tietäminen olisi helpottanut suunnittelutoimistoa omassa aikataulutuksessa ja resursoinnissa.

Haastateltu 9 kertoo, että telakka ei muutenkaan kerro suunnittelutoimistolle laitehankintojen tilanteesta. Hän uskoo telakan kaupallisen puolen pelkäävän tietovuotoa mahdollisille toimittajaehdokkaille, minkä takia hankintojen tilanteesta ei kerrota. Suunnittelutoimisto ei kuitenkaan tarvitsisi muuta tietoa kuin sen, milloin hankinnasta tehdään päätös ja milloin tarvittavat lähtötiedot saadaan. Lisäksi yhtenä haasteena on telakan reagoimattomuus suunnittelutoimiston raportoimiin lähtötietopuutteisiin.

Suunnittelutoimiston mielestä telakan laivanrakennusprojektien aikataulut eivät ainakaan alussa ole realistisia. Telakka lupaa suunnittelutoimistolle, että tarvittavat hankinnat on hoidettu tiettyyn ajanhetkeen mennessä. Monesti hankinnat kuitenkin viivästyvät ja niitä tehdään merkittävästi alkuperäisen suunnitelman jälkeen. Haastatellun 10 mukaan projektin onnistuminen on tällöin käytännössä tuhottu. Hänen mielestään telakka ei systemaattisesti noudata omaa aikatauluaan. Kokonaisaikataulun tekeminen niin, että siinä olisi edes teoriassa mahdollista onnistua, on äärimmäisen tärkeää.

Erityisesti sellaisissa projekteissa, joissa mittava määrä työstä toteutetaan alihankinnalla, haasteena on tarve alihankkijoiden sitouttamiseen hyvin aikaisessa vaiheessa. Suunnittelutoimisto ei voi tehdä sopimuksia omien alihankkijoidensa kanssa niin kauan kuin pääsopimus telakan kanssa ei ole kunnossa. Mitä kauemmin pääsopimuksen solmimisessa kestää, sitä suuremmaksi riski alihankkijan kieltäytymisestä muodostuu. Alihankkijat toimivat avoimilla markkinoilla, jossa ne tarjoavat kapasiteettiaan sinne missä työtä on tarjolla. Haastateltu 9 ymmärtää kuitenkin telakan toimintaa, koska se kilpailuttaa alihankintaa vastaavalla tavalla kuin suunnittelutoimistokin.

Muutostöihin liittyvä hyväksyttämisprosessi kestää suunnittelutoimiston näkökulmasta liian kauan. Hyväksyttämisprosessin pitäisi olla nopeampaa ja muutostöihin liittyvän keskustelun tulisi olla avoimempaa. Suunnittelutoimiston kannalta vaikeimpia ovat sellaiset muutostyöt, jotka sopimusten mukaan joudutaan alihankkijalle korvaamaan, mutta telakka ei ole valmis maksamaan muutostyöstä. Tämä on suunnittelutoimistolle selkeä kustannusriski.

5.3 Suunnittelutoimisto B

Aikatauluohjaus suunnittelutoimistossa B

Suunnittelutoimiston B aikatauluohjaus perustuu sisäiseen laatujärjestelmään ja luotuun toimintajärjestelmään. Toimintajärjestelmässä kuvataan kattavasti projektinhallinta-prosessit, vastuut ja toiminta projektin eri vaiheissa. Toimintajärjestelmä toimii runkona kaikille projekteille. Haastateltujen mukaan kyseinen runko täytyy tuntea, jotta voi toimia projektipäällikkönä.

Suunnittelutoimiston B projektien valmiusasteseuranta riippuu asiakkaasta. Osa telakoista toimittaa valmiin pohjan ja ohjeistuksen seurannasta, joiden mukaan raportointia tehdään. Suunnittelu käy osastoittain läpi projektin valmiustilanteen viikoittaisissa projektikatselmuksissa. Tämän perusteella osastot raportoivat projektipäällikölle, joka raportoi edelleen telakalle. Kokenut projektipäällikkö näkee suoraan esimerkiksi 3D-mallista, vastaako raportoitu todellista valmiutta. Valmiusastearvioinnin tukena käytetään lisäksi suunnitteluohjelmistoa, joka laskee mallista, kuinka paljon esimerkiksi putkia tai painoa on tullut 3D-malliin. Tämän perusteella ohjelma peilaa mallin tietoa aiemmin suunniteltuun saman tyyppiseen laivaan ja arvioi valmiutta. Yleensä VAS-vaiheessa alueen 3D-malli pyritään tekemään ensin täysin valmiiksi. Vasta tämän jälkeen aletaan tehdä alueen piirustuksia. Mallin valmiutta seurataan prosentuaalisesti alueittain eri painokertoimilla. VAS-piirustuksia ei seurata valmiusasteprosenteilla.

Ulkoistetun työn seuranta ei käytännössä poikkea omasta sisäisestä seurannasta. Alihankkijoiden kanssa käydään työtilanne läpi viikoittaisissa palavereissa, joiden yhteydessä todennetaan ansaitut valmiusasteet. Alihankkijoiden kanssa käytetään samaa raportointipohjaa kuin omassa työssä. Haastateltujen mukaan suunnittelutoimistolla on iso rooli alihankkijoiden ohjauksessa ja työn tarkistamisessa. Tästä syystä jokaiselle alihankkijalle on nimetty erikseen oma koordinaattorinsa. Koordinaattori on päivittäin yhteydessä alihankkijaan ja tekee yhteistyötä heidän kanssaan. Tämän avulla koordinaattori tietää tarkasti missä mennään ja tarvittaessa voi neuvoa alihankkijaa. Suunnittelutoimiston näkemyksen mukaan koordinaattorin tulee keskittyä tähän työhön täysipainoisesti. Suunnittelutoimisto on kokeillut toimintamallia, jossa työ on ostettu alihankkijalta ilman valvontaa. Kokeilun perusteella todettiin, että alihankinta ilman valvontaa ei toimi.

Alihankinnan onnistuminen varmistetaan ennen projektin aloitusta sopimalla riittävistä resursseista. Alihankkijan kanssa käydään läpi luovutettavien piirustusten määrät kuukausitasolla. Tällä varmistetaan alihankkijan ymmärtävän tulevan työkuorman suuruus. Toteutuksen aikana alihankkijoiden kuormitusta ja miehitystä seurataan, sillä alihankkijat eivät välttämättä ymmärrä, että työkuormaa tulee vahvasti ennakoida. Haastatellun 12 mukaan kokemuksesta on opittu, että työtilanteesta tulee keskustella alihankkijoiden kanssa päivittäin. Tarvittaessa alihankkijaa herätellään muuttuvaan työkuormaan.

Aikataulupoikkeamia varten on luotu ohjeistus, mutta korjaavat toimenpiteet ovat tilannekohtaisia. Usein syynä on lähtöaineiston puute, josta ilmoitetaan telakalle, ja kerrotaan tämän aiheuttavan suunnittelun myöhästymisen. Viivästymän ollessa suunnittelutoimiston oma vika, otetaan lisää suunnittelijoita tekemään työtä, jotta aikataulu saadaan kiinni. Piirustusten toimittaminen telakalle oikea-aikaisesti koetaan erittäin tärkeäksi.

Kustannusohjaus suunnittelutoimistossa B

Suunnittelutoimistossa B kustannuksia seurataan monipuolisesti. Työkustannusten seuranta perustuu pääasiassa työtuntien seurantaan. Työtunnit kirjataan aktiviteeteille, joita voivat projektista riippuen olla tietty piirustus, lohko, systeemi tai mallin osa. Suunnittelijat merkkaavat päivittäin, mitä aktiviteettia ollaan tehty. Tällä tavoin seurataan suunnittelijoiden määrää, tehtyjä aktiviteetteja ja käytettyjä tunteja. Kirjattuun aktiviteettiin kirjoitetaan lisäksi selite, jossa kerrotaan tarkemmin tehdyn työn sisältö. Kirjausten perusteella tiedetään tehdyt piirustukset ja niiden vaatimat työmäärät.

Alihankkijoiden tekemät tunnit kirjataan vastaavalla tarkkuudella kuin omien suunnittelijoiden tunnit. Alihankkijat raportoivat tehdyistä tunneista sopimusmuodosta riippumatta. Osassa projekteista alihankkija kirjaa tehdyt tunnit suoraan suunnittelutoimiston ERP:iin. Toisissa projekteissa alihankkija kirjaa tehdyt tunnit taulukkoon, josta suunnittelutoimisto siirtää ne ERP:iin.

Projektipäällikkö sekä osastovastaava tarkastavat ja hyväksyvät yhdessä osastojen kirjaamat tunnit viikoittain. Suuremmissa projekteissa projektipäällikkö katsoo kokonaiskuvaa ja osastot tarkastavat sisäisesti oman osastonsa tunnit. Tuntien kirjaaminen oikein on suunnittelutoimistolle tärkeää, koska tuntikulutuksesta kerätään tietoa tunnuslukuja varten. Tunnusluvut toimivat pohjana tulevien projektien hinnoittelulle. Lisäksi alihankkijoiden tunneista voidaan seurata, millaiseen tuottavuuteen eri alihankkijat pystyvät. Tuntien ylittäessä suunnitellun tason, projektipäällikkö yhdessä osastovastaavien kanssa tutkii ylityksen syitä. Syihin puututaan tapauskohtaisesti.

Nykyään muutostyönhallinnan merkitys korostuu. Suunnittelutoimistossa koetaan, että isoissa projekteissa tähän tarvitaan oma vastuuhenkilö. Muutostyönhallintaan liittyy oman

työn ja alihankkijoiden muutostyön koordinointia. Suuremmissa projekteissa henkilö maksaa itsensä takaisin. Lisä- ja muutostyöstä avataan aina aktiviteetti ja kirjataan sille kyseisestä työstä aiheutuneet kustannukset. Alihankinnassa koordinaattori käy yhteistyössä alihankkijan kanssa läpi muuttuneet asiat, joiden perusteella päätetään muutostyöstä. Lähtökohtaisesti telakan hyväksymät muutostyöt tehdään ja hylätyt jätetään tekemättä.

Projektipäällikkö käyttää kahta eri ohjelmaa työkalunaan kustannusten seurannassa. Ensimmäinen ohjelmista on projektinseuranta- ja raportointiohjelma, joka on yrityksen oman ohjelmistokehityksen tulosta. Ohjelmalla hoidetaan riskiarviointia, tilanneraportointia ja S-käyräseurantaa. Toinen ohjelma on ERP, jonne käytetyt tunnit siirtyvät. ERP:ssä voidaan tarkemmin tutkia syntyneitä kustannuksia.

Toimistolla on käynnissä useita projekteja samanaikaisesti. Tästä syystä järjestetään ohjausryhmän seurantapalaveri kolmen viikon välein. Näissä palavereissa käydään läpi projektien aikataulua, budjettia, resursointia ja mahdollisia ongelmakohtia. Palaverin tehtävänä on ohjata ja neuvoa projektipäällikköä erityisesti ongelmatilanteissa. Haastateltujen mukaan palaverit on koettu hyväksi toiminnan yhdenmukaistamisen kannalta. Lisäksi projektipäällikkö saa tukea, eikä ole yksin projektinsa kanssa. Tällä hetkellä kaikki laivapuolen projektit ovat mukana, koska telakoiden toimeksiannot ovat kooltaan merkittäviä.

Projektiennustaminen suunnittelutoimistossa B

Ennustamisen tukena käytetään projektinseuranta- ja raportointiohjelmaa sekä ERP:iä. Ohjelmista nähdään mennyt ja nykyhetki, mutta kumpikaan ei ole ennustetyökalu. Suunnittelutoimisto on etsinyt ennustamiseen kehitettyä kaupallista ohjelmistoa. Haastateltu 12 kertoo, että muutamia olemassa olevaan dataan perustuvia ohjelmistoja on koekäytetty, mutta ne eivät ole olleet riittävän hyviä ennustamaan projekteja. Ennusteohjelma olisi hyödyllinen erityisesti, kun kokeneet projektipäälliköt ja suunnittelijat eläköityvät. Ohjelma tukisi nuorempia projektipäälliköitä ennustamisessa. Tällä hetkellä ennustaminen perustuu projektipäällikön sekä controllerin kokemukseen ja osaamiseen, jolloin ennustaminen henkilöityy vahvasti. Ohjausryhmä on perustettu sitä varten, että kokemuksen turvin autetaan projektipäällikköä ennustamaan kerättyjen tunnuslukujen avulla.

Projektipäällikkö käy viikoittain läpi projektin aikataulua ja taloudellista tilannetta, joiden perusteella ennustamista tehdään. Projektipäälliköllä on käytössään S-käyrä ja tuntitiedot. Tuntitiedoista nähdään käytetyt tunnit verrattuna budjetoituun tuntimäärään. Budjetoidut tunnit on määritelty jokaiselle työvaiheelle jo tarjousta tehtäessä, minkä jälkeen työvaiheet on aikataulutettu. Tästä syystä työtuntien pysymistä budjetissa on helppo seurata ja ennustaa niiden mahdollinen ylitys. Haastateltu 11 kertoo, että jokaiselle projektille on nimetty valvoja, jolle projektipäällikkö raportoi ennusteista. Suurissa projekteissa projektipäällikkö raportoi suoraan ohjausryhmälle, joka hoitaa valvojan virkaa. Korjaavat toimenpiteet ja mahdollisuudet toiminnan tehostamiseen pyritään löytämään tapauskohtaisesti.

Suunnittelutoimiston B kohtaamat haasteet

Haastatelluilla 11 ja 12 ei ollut omakohtaista kokemusta yhteistyöstä kärkiyrityksen kanssa, minkä takia he keskittyivät laivanrakennusprojektien ohjauksessa ja ennustamisessa kohdattuihin haasteisiin yleisellä tasolla. Haastateltujen mukaan valmiusasteen seurannassa on ollut aina haasteena arvioidun valmiusasteen etupainotteisuus. Suunnittelussa arvioidaan liian aikaisin työn olevan jo 90 % valmis, jolloin viimeisen 10 %:n saavuttaminen kestää ajateltua kauemmin. Yleensä tämä johtuu puutteista tai muutoksista suunnitelmiin. Kyseessä ei kuitenkaan ole suuri haaste, koska se tiedostetaan. Suunnittelutoimisto tutkii tällä hetkellä keinoja, joilla työ saataisiin etenemään lineaarisesti alusta loppuun.

Alihankinnassa haasteena on se, että pitkään jatkuneen onnistuneen yhteistyön seurauksena alihankkijat korottavat hinnoitteluaan. Toinen haaste alihankinnassa on se, että alihankkijat saattavat yliarvioida kykynsä hoitaa tarjottu projektikokonaisuus. Suunnittelutoimiston tulee olla tarkkana, ettei se myy liian suurta osuutta yhdelle alihankkijalle. Alihankkijat ovat kuitenkin aina auditoituja ja yleensä pitkäaikaisia yhteistyökumppaneita. Suunnittelutoimisto tietää näiden alihankkijoiden osaamistason ja kyvyn hoitaa tietyntyyppisiä projektikokonaisuuksia. Alihankinnassa auttaa osaava koordinaattori ja lisäksi toimiston oma suunnitteluryhmä, joka tekee omaa aluettaan projektista. Alihankintaa on helpompi ohjata, kun oma ryhmä kertoo, millaisia haasteita tai ongelmia projekti sisältää. Haastatellun 12 mukaan mitään projektia ei toistaiseksi tehdä kokonaan alihankintana aiemmin mainituista syistä.

Ennustamiseen liittyviä haasteita on, mutta haastatellut eivät koe niitäkään suuriksi ongelmiksi. Haasteet liittyvät aiemmin mainitusti henkilöiden kokemukseen. Tähän haetaan ratkaisuja kehittämällä toimintamalleja ja uusia ohjelmistoja. Osaavan henkilöstön löytäminen laivanrakennusalalla on kaikkien yritysten yhteinen haaste. Muilta aloilta saadaan rekrytoitua potentiaalista työvoimaa, mutta heidän kouluttamisensa laivanrakennukseen kestää oman aikansa. Osaajia tarvittaisiin tälläkin hetkellä välittömästi.

5.4 Työalihankintatoimittaja

Aikatauluohjaus työalihankintatoimittajalla

Työalihankintatoimittaja seuraa valmiutta telakan vaatimalla tavalla. Varustelulistoihin merkitään kuva- ja osakohtaisella tarkkuudella asennetut varusteet. Varustelistoista saadaan laskettua tietyn lohkon varusteluaste kokonaisvarustelusta. Haastatellun 13 mukaan tämä toimii lohkovarustelussa, koska se auttaa sekä työalihankkijaa että telakkaa ymmärtämään vielä asentamatta olevien varusteiden määrän osatarkkuudella. Kuitenkin aluevarustelussa osakohtainen seuranta on työlästä, eikä aluevarustelussa ole tarkoituksenmukaista seurata yksittäisten varusteiden asentamista. Työalihankkija aikoo tällöin siirtyä seuraamaan valmiutta koeponnistus- ja järjestelmäkohtaisesti, jotta tiedettäisiin tehdyt koeponnistukset ja käyttöönotetut järjestelmät. Hyväksytty koeponnistus merkitsee 100 %:n valmiutta tietyltä osalta putkistoa. Haastateltu kertoo tämän olevan aluevarustelussa järkevämpää kuin osakohtainen seuranta.

Työalihankkijan työnjohtajat vastaavat lohkovarusteluvaiheessa asennuslistojen päivittämisestä. Työnjohtajat merkitsevät asennetut varusteet näille asennuslistoille. Projektipäällikkö hakee asennuslistoilta valmiudet ja päivittää tiedot työalihankkijan aikataulujärjestelmään. Valmiusasteet raportoidaan telakalle, jonka kanssa valmiustilannetta käydään läpi viikkopalavereissa. Projektipäällikkö raportoi projektin tilanteesta esimiehelleen.

Haastateltu kertoo työalihankkijan pyytävän telakalta jatkuvasti keinoja siihen, miten syntynyt jättämä voitaisiin ottaa kiinni. Hän uskoo molempien osapuolien haluavan takaisin

suunniteltuun aikatauluun. Projektissa X asennustyön myöhästyminen on aiheutunut myöhästyneistä esivalmisteista esivalmistetoimittajilta. Esivalmisteiden myöhästyminen on taas aiheutunut suunnittelun myöhästyneistä esivalmistepiirustuksista. Projektin työkuorman siirtyessä myöhemmäksi, työalihankkija ei voi muuta kuin vastaavasti mukauttaa työntekijätarvettaan myöhemmäksi.

Kustannusohjaus työalihankintatoimittajalla

Työalihankkijan ja telakan välinen sopimus on tavoiteurakkamuotoinen. Keskimäärin puolet työvoimasta on omia työntekijöitä ja puolet on alihankintaa. Alihankintaan sovelletaan tuntipohjaisia sopimuksia ja alihankkijat laskuttavat tekemistään tunneista. Työalihankkija seuraa kustannuksia viikkotasolla. Sisäinen kustannusraportti tehdään kuukausittain. Työalihankkija raportoi ja laskuttaa telakkaa materiaali- ja työkustannuksista kuukausittain.

Työtuntien keräämiseen käytetään työalihankkijan RFID-pohjaista kulunvalvontaa, johon päivittäinen työajanseuranta perustuu. Kulunvalvontaa varten työmaatoimistolla on leimauskone, johon työntekijät leimaavat itsensä. Leimaukset siirtyvät suoraan työajanseurantajärjestelmään, josta nähdään työntekijätasolla tehdyt työtunnit. Työnjohtajat tarkastavat ja hyväksyvät kaikkien työntekijöiden tekemät tunnit viikoittain. Hyväksytyt tunnit jyvitetään lohko- ja aluenumeroittain, työlajeittain ja tehtäväkohtaisesti. Tuntien jyvityksiä ja raportteja varten on oma taloushallinnon työntekijä. Alihankkijoilta saapuneet laskut tehdystä työstä jyvitetään oikeille kustannuspaikoille, jotta ne vastaavat alihankkijoilta kirjattuja työtunteja. Projekti sisältää erilaisia tilauksia, joille on luotuna omat työnumerot työalihankkijan järjestelmään. Tehdyt työtunnit jyvitetään lisäksi näille työnumeroille. Telakalle annetaan viikoittain kerätty tuntidata, jonka telakka kuittaa.

Työalihankkija vertaa ansaittua valmiutta ja tuntikulutusta käytössä olevaan kokonaistuntimäärään. Tämä kokonaistuntimäärä on jaoteltu pienempiin kokonaisuuksiin, jolloin käytössä on työvaihekohtainen arvio käytettävistä työtunneista. Tuntikulutuksesta saadaan laskettua työtehokkuus, jota verrataan suunniteltuun tehokkuuteen. Ensin tuntikulutusta tutkitaan sisäisesti, ja tämän jälkeen yhdessä telakan kanssa. Projektin edetessä alkuperäisellä miehityssuunnitelmalla ja miehityksen pysyessä suunnitellun

mukaisena, myös tunteja kertyy suunniteltu määrä. Suunnitellun miehityksen riittävyys loppuun asti voidaan arvioida vasta projektin edettyä riittävän pitkälle.

Viikkopalavereissa selvitetään huomattuja virheitä ja sovitaan niiden aiheuttamista muutoksista. Lisä- ja muutostöistä sovitaan telakan kanssa tapauskohtaisesti. Telakka pyytää muutoksen arvioidut kustannukset. Kun muutoksesta on sovittu, telakka avaa järjestelmäänsä muutostyönumeron, jolle syntyneet kustannukset kirjataan. Työalihankkija laskuttaa telakkaa kirjattujen kustannusten mukaisesti. Työalihankkijan omista alihankkijoista ei aiheudu muutostöitä, koska alihankkijoita käsitellään vastaavalla tavalla kuin omiakin työntekijöitä.

Työalihankkija seuraa työnsä tuottavuutta ja pyrkii vaikuttamaan siihen sisäisillä keinoilla. Tekemisen edellytykset mahdollisimman tehokkaaseen työhön pyritään varmistamaan. Tämä vaatii tarvittavat materiaalit ja kuvat oikeaan aikaan sekä ymmärrystä tehtävästä työstä. Haastateltu kokee, että työalihankkijalla on käytössään melko vähän keinoja tähän, koska telakka on vastuussa kuvista ja piirustuksista. Tärkeintä olisi, että korjaavia toimenpiteitä tehtäisiin välittömästi jo projektin alkuvaiheessa.

Vielä ei ole sovittuna selkeää toimintatapaa, miten työn siirtyminen viivästymien takia lohkovarustelusta aluevarusteluvaiheeseen käsitellään. Aluevarustelussa työn tekeminen on huomattavasti hitaampaa kuin lohkovarustelussa. Oletuksena on, että työt toteutettaisiin suunnitellusti. Haastateltu muistuttaa, että osa lohkovarustelutyöstä siirtyy aina aluevarusteluvaiheeseen, ja tämä on huomioitu jo tarjouslaskentavaiheessa. Kuitenkin siirtyvän työn määrän kasvaessa tavallista suuremmaksi, joutuu työalihankkija laskemaan muutosten aiheuttamat kustannukset. Näistä kustannuksista täytyy sopia telakan kanssa erikseen.

Projektiennustaminen työalihankintatoimittajalla

Projektiennustamiseen käytetään seurantaohjelmaa ja taulukkolaskentaohjelmaa. Työmaan sisäinen ennustaminen tapahtuu projektipäällikön ja työnjohtajien kesken. Viikkopalavereissa pyritään ennustamaan tulevaa ja työtä suunnitellaan jatkuvasti kolme viikkoa eteenpäin.

Seurantaohjelma näyttää S-käyrän, johon ansaittua valmiutta verrataan. Ohjelma kertoo tiedon tuntijättämästä sekä toteutuneesta ja suunnitellusta miehityksestä. Käytössä on lisäksi kustannus- ja aikataulutehokkuusindeksit. Jokaiselle työvaiheelle on määritetty aikataulutettu tuntimäärä, johon ansaittua valmiutta ja käytettyjä tunteja verrataan. Näistä saadaan laskettua tietyn työkokonaisuuden tehokkuusluvut, joita verrataan suunniteltuun työtehokkuuteen.

Haastatellun 13 mukaan tehokkuuslukujen avulla voidaan osittain nähdä mihin projekti on menossa. Alle ja yli 1:n tehokkuudessa ensimmäiseksi tarkastetaan, onko mitattavien työvaiheiden tunnit jyvitetty oikein. Tuntien ollessa oikein, työtehokkuuden todetaan poikenneen suunnitellusta. Alle 1:n arvossa yhtenä korjaavana toimenpiteenä työalihankkija nostaa miehitystä, sillä muuten työtä jää tekemättä sovitussa aikataulussa. Yli 1:n arvossa taas tutkitaan mahdollisuutta laskea tulevaa miehitystä. Työtehokkuutta tutkitaan pidemmältä aikaväliltä, jotta se olisi vertailukelpoinen suunniteltuun nähden.

Kustannusennustaminen perustuu aluekohtaiseen tuntiseurantaan. Ansaitun valmiuden ja käytettyjen tuntien avulla ennustetaan syntyviä kustannuksia. Haastatellun mukaan ennustaminen tukeutuu hyvin vahvasti työtunteihin, koska ne ovat käytännössä sama asia kuin kustannukset. Budjetoitujen tuntien riittävyyttä seurataan ja ennustetaan, koska telakan kanssa tehdyn sopimuksen luonnekin jo vaatii sitä. Budjetin riittävyyttä ei ennusteta vielä lohkovaiheessa koko projektin loppuun, vaan sitä peilataan työvaihekohtaisesti. Ensin EML, sitten EMS ja lopulta JMS. Aluevaiheessa siirrytään ennustamaan projektin loppua ja arvioidaan, riittääkö jäljellä oleva tuntimäärä.

Kertynyt tuntidata päätyy projektipäällikölle, joka on vastuussa koko projektin ennustamisesta. Ennusteet tehdään viikko- ja kuukausitasolla. Lyhyen aikavälin ennustamista käytetään kuormituksen ja miehityksen säätöön, kun taas pitkän aikavälin ennustamista käytetään projektin taloudelliseen ennustamiseen. Ennusteita käsitellään sekä sisäisesti että telakan kanssa viikkopalavereissa, joissa pyritään luomaan yhteinen käsitys projektin suunnasta.

Työalihankintatoimittajan kohtaamat haasteet

Haastateltu 13 keskittyi kohdattuihin haasteisiin projektin X lohkovarusteluvaiheen alkupuolella. Kohdatuista haasteista huolimatta haastateltu antoi kiitosta telakan matalan kynnyksen toiminnasta, jossa ilmoitettuihin ongelmiin pyritään puuttumaan nopeasti.

Aikataulun kannalta suurin haaste on jo muodostunut jättämä. Telakka on toimittanut aikataulun, jota ei ole päivitetty, vaikka myöhässä ollaan noin kuukausi. Projektin aluksi työalihankkija toimitti työntekijät tekemään aikataulutettuja töitä sovitusti. Todellisuudessa töitä ei kuitenkaan pystytty tekemään erilaisten puutteiden takia. Tästä muodostui työalihankkijalle ja telakalle ylimääräisiä kustannuksia. Työalihankkija pyrkii tällä hetkellä oman kokemuksensa pohjalta korjaamaan miehitystään vastaamaan projektin muuttunutta työkuormaa.

Ennustamisessa haasteena on rajallinen tieto ja lähtötietojen vähyys. Haastatellun näkemyksen mukaan telakan pitäisi itse kohdistaa aikatauluaan ja kyetä kertomaan paras näkemys aikataulusta edes kolme viikkoa eteenpäin. Nyt työalihankkija yrittää tehdä tämän yksin. Esimerkiksi puuttuvista piirustuksista tai esivalmisteista ei informoida työalihankkijaa. Puutteet selviävät vasta viikkoa ennen töiden aloitusta, kun näitä pyydetään järjestelmästä. Haastateltu toivoo, että myös telakka suunnittelisi ja aikatauluttaisi töitä sekä jakaisi systemaattisesti tietoa alihankkijoiden suuntaan.

Haastatellun mukaan yhtenä haasteena on telakan antama aikataulu, jossa vain osaan suurlohkoista on merkitty JMS-vaihe. Työalihankkijan näkökulmasta tämä vaihe tarvittaisiin ehdottomasti kaikkiin suurlohkoihin. JMS-vaiheeseen ei välttämättä tarvittaisi edes kuvia tai piirustuksia, vaan sitä voisi käyttää EMS-vaiheessa asentamatta jääneiden varusteiden asentamiseen.

Projektin X alkuperäisessä aikataulussa lohkon maalauksen ja altaalle noston välissä on tyhjiä viikkoja. Nyt telakan kanssa on suullisesti sovittu, että työalihankkija voi mennä varustelemaan suurlohkoa tällä aikavälillä. Työalihankkija on rakentanut aikataulunsa ja miehityksensä ajatuksella, että varustelua voidaan tehdä vielä maalauksen jälkeen. JMS-vaiheen puuttuminen aiheuttaa kuitenkin sen, että lohkoon ei saada telineitä, sähköjä tai

valoja automaattisesti, vaan niistä täytyy erikseen sopia. Toisaalta, jos kyseistä vaihetta ei ole aikataulussa, telakan ei edes tarvitse antaa sitä työalihankkijalle.

Haastateltu uskoo, ettei JMS-vaihetta ole aikataulutettu, koska sillä saadaan luotua pelivaraa. Suurlohkon ollessa vaarassa myöhästyä nostosta, voidaan maalauksen jälkeinen varustelu vain unohtaa. Tällöin ollaan olevinaan taas aikataulussa. Tämä on kuitenkin vaarallista, sillä korkea lohkovarusteluaste on äärimmäisen tärkeää projektin kokonaisaikataulun onnistumisen kannalta. Alhainen lohkovarusteluaste aiheuttaa suuria aikataulu- ja kustannushaasteita aluevarusteluvaiheessa projektin kaikille osapuolille. Haastateltu olisi valmis jopa viivästyttämään lohkon nostoa altaalle tapauksissa joissa lohkovarusteluun on edellytyksiä.

5.5 Kokonaistoimittaja

Aikatauluohjaus kokonaistoimittajalla

Kokonaistoimittaja sopii telakan kanssa PES-vaiheessa suunniteltavien piirustusten määrästä ja luovutusaikatauluista, minkä perusteella suunnittelutoimistoille annetaan aikataulu piirustusten tekemiselle. Suunnittelutoimistot tekevät oman työkuormituksensa tämän aikataulun pohjalta. Toimistot raportoivat valmiuttaan viikoittain, jota käydään läpi viikkopalavereissa. Suunnittelutyön valmiusastetta seurataan sovittujen kuvaluovutuspäivämäärien kautta. Lisäksi suunnittelun valmiutta seurataan kokonaistoimittajan valmius- ja raportointityökalun avulla. Esimerkiksi 3D-mallin osalta valmiusasteen arviointi on subjektiivista. Mallia tutkitaan aika-ajoin yhdessä suunnittelutoimiston kanssa, jolloin nähdään mallinnetut asiat ja voidaan arvioida ansaittu valmius. Myös lähtöaineistoa käydään läpi ja tutkitaan, onko mallissa otettu huomioon kaikki tarvittavat tiedot.

Varusteluvaiheessa ansaitut valmiudet käydään yhdessä alihankkijoiden kanssa läpi työmaapalavereissa, minkä perusteella projektipäällikkö raportoi valmiusasteen kokonaistoimittajan ERP:iin. Telakalla on yleensä oma aikataulujärjestelmänsä ja

kokonaistoimittajalla omansa. Mahdollisista aikataulu- ja valmiusaste-eroista keskustellaan yhteisissä viikkopalavereissa.

Haastatellun 14 mukaan varusteluvaiheessa ansaitun valmiusasteen todentaminen muodostuu muutamasta asiasta. Suuri rakennusalue jaetaan yleensä pienempiin paremmin hallittaviin alueisiin, joille luodaan omat aikataulut, osaluettelot ja budjetit. Pienempien alueiden tehtävien valmiutta on helpompi arvioida ja seurata kuin suurten alueiden. Projektipäällikkö sekä työnjohto käyvät alueella fyysisesti paikalla ja muodostavat kokemuksensa perusteella näkemyksen alueen valmiudesta. Valmiusasteen arvioinnissa yhdistetään visuaalinen katselmus verifiointityökaluihin, joita ovat esimerkiksi työohjeet ja -kuvat. Valmiusastearvion oikeellisuus varmistetaan vertaamalla tehtyjä asennuksia työkuvaan ja siihen liittyviin osaluetteloihin. Valmiusasteen määrittämiseen on luotu lisäksi ohjeet, joilla kokematonkin henkilö pystyy muodostamaan ymmärryksen ansaitusta valmiudesta. Ohjeissa tietyn asian asentaminen vastaa tiettyä valmiusastetta.

Projektin toteutunutta valmiusastetta seurataan S-käyrällä, josta nähdään työn toteutunut edistymä suunniteltuun aikatauluun nähden. Kokonaistoimittaja pyrkii reagoimaan viimeistään silloin, jos jättämä muodostuu viikon mittaiseksi. Raja on asetettu tähän, sillä kokemuksen mukaan yli viikon jättämää on vaikea kuroa umpeen. Mitä suuremmaksi jättämä kasvaa, sitä vaikeammaksi sen kiinniottaminen muodostuu. Näissä tilanteissa tutkitaan, mistä jättämä muodostuu, kenen syytä se on, ja voidaanko siihen vaikuttaa yrityksen omilla toimenpiteillä. Jos kokonaistoimittaja ei pysty vaikuttamaan tilanteeseen, niin asiasta ilmoitetaan telakalle ja vaaditaan siltä toimenpiteitä tilanteen korjaamiseksi. Telakan saadessa oman aikataulunsa kiinni, on muillakin toimijoilla mahdollisuus päästä takaisin suunniteltuun aikatauluun.

Kokonaistoimittajan alihankkijoista aiheutunut jättämä tutkitaan ja sen syistä keskustellaan alihankkijoiden kanssa. Alihankkijoille annetaan mahdollisuus kertoa, mistä jättämä on aiheutunut ja millaisia korjaavia toimenpiteitä alihankkija esittää sovitun aikataulun kiinniottamiseksi. Korjaavien toimenpiteiden ollessa riittämättömiä, kokonaistoimittaja varaa oikeuden puuttua tilanteeseen erilaisin työjärjestelyin. Viikoittaisissa

työmaapalavereissa pyritään sopimaan korjaavista toimenpiteistä tilannekohtaisesti ja toimenpiteet kirjataan palaverimuistioon.

Haastatellun mukaan tärkeintä on ymmärtää, mistä mahdollinen jättämä muodostuu. Tilanteissa, joissa projekti on alusta asti myöhässä johtuen telakan tai toisen toimijan töiden myöhästymisestä, aikatauluongelmista keskustellaan yhdessä telakan kanssa. Telakkaa tiedotetaan virallisia reittejä pitkin, jos kokonaistoimittajan näkemyksen mukaan ollaan auttamattomasti jäljessä aikataulusta. Myöhästyneessä projektissa tulee viikoittain tutkia myöhästymisen taustalla vaikuttavia syitä ja luoda suunnitelmat korjaavista toimenpiteistä tilanteen mukaan. Korjaavien toimenpiteiden tulee olla riittäviä, jotta muodostunut jättämä onnistutaan kuromaan umpeen ja päästään takaisin suunniteltuun valmiuteen. Tilanne tulisi korjata mahdollisimman nopeasti ongelmien havaitsemisesta.

Kustannusohjaus kokonaistoimittajalla

Projektipäällikkö seuraa projektin kustannuksia ERP:ssä, jossa näkyy kustannuspaikkojen budjetit sekä sitoutuneet ja toteutuneet kustannukset. Kokonaistoimittaja pyrkii tekemään mahdollisimman paljon kiinteitä sopimuksia alihankkijoidensa kanssa. Tällöin tiedetään mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, kuinka paljon hankittavaan materiaaliin, tuotteeseen tai palveluun sitoutuu kustannuksia. Solmittua sopimushintaa verrataan kyseisen hankinnan budjettiin. Budjetin ylittyessä etsitään keinoja, joilla ylitys saataisiin estettyä. Tarvittaessa tehdään budjettisiirtoja, jolloin varoja siirretään kustannuspaikkojen välillä. Tärkeintä on, että projektin kokonaiskustannukset pysyisivät budjetoidulla tasolla.

Suurin osa työalihankinnasta tehdään kiinteinä kauppoina, mutta toisinaan joudutaan käyttämään tuntipohjaista alihankintaa. Sopimusta tehtäessä tulee ymmärtää työalihankinnan laajuus ja siihen käytettävien tuntien määrä. Varsinkin tuntipohjaisissa sopimuksissa työajanseurannan merkitys korostuu. Käytössä on työajanseurantaohjelmisto, johon kytketty lukulaite tuodaan telakalle. Alihankkijoiden työntekijät leimaavat kulkulätkänsä lukulaitteeseen töihin tultaessa ja töiden päättyessä. Tuntipohjaisissa sopimuksissa seurataan päivittäin, että henkilöt ovat töissä sovitusti ja leimaavat tuntinsa oikein. Myös kiinteillä sopimuksilla toimivien alihankkijoiden työntekijät leimaavat tehdyn työaikansa lukulaitteeseen. Alihankkijoiden henkilömäärästä pidetään kirjaa ja sitä

seurataan päivittäin. Tämän lisäksi työmaapalavereissa kirjataan alihankkijoiden viikoittainen vahvuus.

Kokonaistoimittaja seuraa viikkotasolla alihankintatyön valmiusasetta ja käytettyä tuntimäärää, joita verrataan suunniteltuun. Suunnitellun tuntimäärän riittämättömyys voi johtua haastatellun mukaan kahdesta syystä: työ ei ole edennyt suunnitellusti, jolloin alihankkijan kanssa keskustellaan syistä tuntien riittämättömyyteen, tai alkuperäinen arvio työmäärästä on virheellinen.

Lisä- ja muutostyötilanteissa alihankkija voi ilmoittaa sellaisesta muutostyöstä, joka tulisi korvata. Muutostyö selvitetään alihankkijan kanssa, minkä jälkeen tehdään päätös sen hyväksymisestä. Kokonaistoimittaja voi myös pyytää alihankkijaa tekemään lisätyön. Lisätyöstä tulee aina ensin sopia toteutusbudjetti, jotta syntyvät kustannukset eivät tule yllätyksenä kummallekaan osapuolelle. Sopimukset tehdään kirjallisena sähköpostitse tai osana palaveripöytäkirjaa. Kirjattuna täytyy olla mitä on sovittu, mihin hintaan, kuka tekee ja missä aikataulussa. Projektipäällikön ollessa vastuussa projektin taloudellisesta tilanteesta, lisä- ja muutostyöt kulkevat aina hänen kauttaan. Alihankkijalle annetaan lisä- tai muutostyöstä työnumero, jolle siitä syntyvät kustannukset kohdistetaan.

Kokonaistoimittajalla on käytössään ohjausryhmä, joka vastaa projektien ohjauksesta. Ohjausryhmä käy läpi viikoittain kaikkien projektien taloudelliset tilanteet. Johtoryhmä tekee vastaavan kuukausittain. Ohjausryhmä selvittää yhdessä projektipäällikön ja projektiostajan kanssa mahdollisia syitä budjetin ylittymiselle. Taustalla saattaa vaikuttaa pieleen mennyt tarjouslaskentavaihe, jossa markkinoiden muuttuvia tilanteita ei ole kyetty huomioimaan, jolloin hankintaa ei voida toteuttaa suunnitellulla tavalla. Tällöin tilannekohtaisesti pyritään löytämään keinot, joilla budjetin ylittymisen negatiiviset vaikutukset voidaan minimoida.

Projektiennustaminen kokonaistoimittajalla

Kokonaistoimittaja käyttää aikatauluennustamiseen EVM-menetelmää. Yleensä aikataulu-ennusteita ja tulevia muutoksia tutkitaan parin viikon välein. Ennustamisessa ansaitun edistymän kulmakerrointa verrataan suunniteltuun kulmakertoimeen. Toteuman ollessa liian

loiva suunniteltuun nähden, ryhdytään korjaaviin toimenpiteisiin. Korjaavia toimenpiteitä suunniteltaessa voidaan laskea, miten nämä muuttavat kulmakerrointa.

Haastateltu 14 kertoo, että kulmakertoimen avulla kyetään melko hyvin ennustaa, mihin projekti on menossa nykytilanteen mukaan. Projektin ollessa edellä tai jäljessä aikataulusta, nähdään tehtäväkohtaisesti, mistä tämä kokonaisuus muodostuu. Esimerkiksi kokonaisjättämän muodostuessa yhdestä tehtävästä, tähän tehtävään puututaan ja sen osalta tehdään korjaavat toimenpiteet.

Projektipäällikkö vastaa kustannusennustamisesta ja hänen tehtävänään on ennustaa ERP:ssä viikoittain jokaiselle kustannuspaikalle toteutuvat kokonaiskustannukset projektin loppuun asti. Tällöin viikoittain nähdään, mihin kustannusennuste on projektia taloudellisesti ajamassa. Kustannusennustaminen perustuu kokemukseen ja osaamiseen, joten sen voidaan sanoa olevan inhimillistä ennustamista.

Kustannuksia tulisi kyetä ennustamaan projektin loppuun asti mahdollisimman tarkasti. Ennustamista tehtäessä täytyy ymmärtää, onko kaikki tarvittavat hankinnat tehty. Hankintojen ollessa kesken, tulee ymmärtää kuinka suuret hankkimattoman osuuden arvioidut kustannukset ovat. Lisäksi täytyy huomioida hankintoihin liittyvät riskit, jotka toteutuessaan saattavat aiheuttaa ylimääräisiä lisäkustannuksia.

Kokonaistoimittajan kohtaamat haasteet

Haastateltu 14 keskittyi laivanrakennusprojekteissa yleisemmin kohdattuihin haasteisiin, koska hänellä ei ollut aiempaa kokemusta yhteistyöstä verkoston kärkiyrityksen kanssa. Haastatellun mukaan projektiseurannan tärkein asia ja suurin yksittäinen haaste on se, miten välittömästi kyettäisiin reagoimaan aikataulupoikkeamiin. Yksi haaste on myös se, että monesti syntynyt jättämä tai sen kurominen ei ole suoraan kokonaistoimittajan omasta toiminnasta kiinni, vaan se riippuu projektin muiden toimijoiden tekemisestä.

Haastateltu kertoo rakennusaikataulun ennustamisen olevan hyvin vaikeaa, jos muut kuin kokonaistoimittajan omat sopimusvelvoitteet ovat pahasti myöhässä, eikä telakka anna luotettavaa ja uskottavaa suunnitelmaa myöhästymisen kuromisesta umpeen. Aikataulun

riippuessa omista toimista, ennustaminen on huomattavasti helpompaa. Haastateltu korostaa, että telakan täytyy itse puuttua omaan jättämäänsä. Projektin myöhästyessä telakan tulee välittömästi reagoida ja korjata tilanne, jotta jokaisella sopimuskumppanilla olisi edellytykset suoriutua omista velvoitteistaan.

Alihankkijoiden suhteen haasteena on, että alihankkija saattaa aloittaa työt liian pienellä miehityksellä. Miehitystarvetta tuleekin tarkastella jatkuvasti ja puuttua välittömästi vajaamiehitykseen. Tämän takia alihankkijoiden kanssa käydään yhdessä läpi projektin kuormitus ja miehitystarve jo ennen sopimuksen solmimista. Ennen projektin toteutusta alihankkijat esittävät viikoittaisen miehityssuunnitelmansa, jolla työ ajatellaan tulevan tehdyksi suunnitellussa aikataulussa. Tällä varmistutaan siitä, että alihankkijat ymmärtävät kuorman koon ja tulevan miehitystarpeen.

Nykypäivän haastavassa tilauskantatilanteessa, jossa töitä on paljon, myöhästymiset ovat ongelmallisia. Mikäli työt päästään aloittamaan myöhässä, on vaikea varmistua alihankkijan kapasiteetin riittävyydestä työn suorittamiseen lyhyemmällä aikataululla. Tällöin joudutaan mahdollisesti muilla keinoilla lisäämään miehitystä. Haasteena on, miten varmistutaan nopealla aikataululla hankittujen lisäresurssien riittävästä laadusta.

5.6 Järjestelmätoimittaja

Aikatauluohjaus järjestelmätoimittajalla

Järjestelmätoimittaja käyttää varusteluvaiheessa pääasiassa aliurakointia. Aliurakoitsijat noudattavat järjestelmätoimittajan tekemää varusteluaikataulua, joka perustuu telakan luomaan ylemmän tason aikatauluun, jossa näytetään alueiden päätehtävät. Järjestelmätoimittaja luo lisäksi tarkemman aikataulun testeille ja säädöille. Ne ovat erittäin tärkeitä järjestelmän oikeanlaisen toiminnan varmistamisen kannalta, mutta niiden toteuttamiseen jää perinteisesti vain vähän aikaa.

Varusteltavista alueista ja tiloista luodaan 3D-mallit, joilla varmistutaan tilojen järkevyydestä ja siitä, että ne ovat varustelun kannalta mahdollisia toteuttaa. Mallit luodaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, ja ne siirretään lopulta telakan koko laivan kattavaan

3D-malliin. Mallit suunnittelee järjestelmätoimittajan tytäryhtiö, joka vastaa mallien aikatauluttamisesta ja valmistumisesta tarveaikaan mennessä. Tytäryhtiön raportoimaa mallien valmiutta ei erikseen varmisteta, vaan raportoituun luotetaan.

Varusteluvaiheessa pyritään yleensä käyttämään useampaa aliurakoitsijaa samassa laivassa, koska tällöin käytössä on enemmän resursseja mahdollisissa ongelmatilanteissa. Yleensä suuremmissa laivoissa jokaisella alueella on oma aliurakoitsijansa. Pienemmissä laivoissa aliurakoitsijoilla on tavallisesti vastuullaan kaksi aluetta. Aliurakoitsijat raportoivat varusteltavien alueiden ansaitusta valmiusasteesta viikoittain. Ansaittu valmiusaste varmennetaan katselmoimalla alueet ja tilat fyysisesti yhdessä aliurakoitsijan kanssa. Valmiusastearviointi perustuu aiempaan kokemukseen vastaavista tiloista. Valmiusastetta ei ole suoraan liitetty mihinkään tiettyyn tapahtumaan. Aliurakan maksuerät on sidottu tiettyihin valmiuksiin, minkä takia valmiusasteen varmentaminen on tärkeää. Järjestelmätoimittaja raportoi telakalle valmiuden, joka hyväksytään yhdessä telakan kanssa. Telakka maksaa järjestelmätoimittajalle samalla tavalla ansaitun valmiuden perusteella.

Haastatellun 16 mukaan järjestelmätoimittajan aliurakoitsijat pysyvät hyvin tehdyssä aikataulussa. Monesti mahdolliset aikatauluongelmat aiheutuvat telakan aikatauluongelmista. Yhtenä esimerkkinä haastatellut mainitsivat alueiden lohkosaumat, jotka jakavat järjestelmätoimittajan vastuulla olevat tilat. Lohkosaumojen hitsausaikataulusta täytyy ehdottomasti pitää kiinni, sillä lohkosaumat ovat kriittisiä järjestelmätoimittajan laitteiden asennusaikataulun kannalta. Laitteet sijaitsevat usein lohkosaumojen päällä, jolloin niiden asennus voidaan aloittaa vasta saumojen hitsauksen ja maalauksen jälkeen.

Töiden jäädessä aikataulusta jälkeen, järjestelmätoimittaja tekee kiinniottosuunnitelman, jonka sisältämät toimenpiteet ovat tapauskohtaisia. Yleensä kiinniottosuunnitelmassa tehdään erilaisia työaikajärjestelyjä. Aikataulun kiinniotossa voidaan hyödyntää ylitöitä ja töitä voidaan tarvittaessa tehdä myös viikonloppuisin. Telakasta johtuvassa myöhästymisessä telakka vastaa kiinniotosta aiheutuneista ylimääräisistä kustannuksista.

Kustannusohjaus järjestelmätoimittajalla

Järjestelmätoimittaja vastaa järjestelmien ja niiden vaatimien tilojen suunnittelusta. Suunnitelmien perusteella osataan arvioida järjestelmien ja tilojen toteuttamiseen vaaditut työtunnit sekä niitä vastaavat kustannukset. Haastatellun 15 mukaan tuntien ja kustannusten arvioinnissa auttaa järjestelmätoimittajan pitkä kokemus kyseisten järjestelmien toimittamisesta. Aliurakoitsijoiden kanssa tehtävät sopimukset varustelutyöstä ovat pääsääntöisesti kiinteitä urakoita. Kun tilat on suunniteltu järkevästi ja piirustukset ovat oikein, niin aliurakoitsija pääsee varusteluvaiheessa arvioituihin tunteihin ja kustannuksiin. Lisäksi mahdollisissa muutostilanteissa hyvin suunniteltuja tiloja on helpompi muuttaa tarvittaessa toisenlaisiksi.

Projektin budjetti luodaan perustuen kustannuskohteittain arvioituihin kustannuksiin. Kustannuskohteille on käytössä standardipohja, jota muokataan aina projektin tarpeen mukaisesti. Järjestelmätoimittajan vastuulla olevat tilat on jaettu kustannuskohteittain niin tarkasti, että syntyviä kustannuksia on vaivatonta seurata. Työ- ja materiaalihankintoja tehtäessä seurataan budjetin toteutumista. Sopimuskohtaisesti alihankintaan voi työn lisäksi kuulua materiaalit mukaan, tai sitten työ ja materiaalit hankitaan eri toimittajilta. Tähän vaikuttaa valittu toimittaja, rakennuskohde ja markkinatilanne.

Siirrettäessä laitteet järjestelmätoimittajan omalta tuotantotehtaalta projektin käyttöön, kustannukset siirtyvät suoraan tehtaalta projektille. Suunnittelusta vastaava tytäryhtiö seuraa kustannuksia piirustuskohtaisesti, jolloin käytetyt tunnit saadaan selville myös tilakohtaisesti. Tytäryhtiön käyttämät suunnittelutunnit menevät projektin kokonaispottiin. Projektinhallintatoimintojen kustannukset ovat yleiskustannuksia, eikä niitä erotella projekteittain. Alihankintakustannusten seuranta on suoraviivaista, kun sopimukset pyritään tekemään kiinteinä. Alihankkijoiden käyttämiä työtunteja ei seurata kiinteissä sopimuksissa.

Projektipäällikkö sopii kaikista lisä- ja muutostöistä, joiden tiedot kirjataan järjestelmätoimittajan taulukkolaskentaohjelmaan. Lisä- tai muutostyöpyynnön tullessa telakalta, projektipäällikkö pyytää aliurakoitsijalta muutoksen arvioituja kustannuksia. Arvioidut kustannukset ilmoitetaan telakalle, jonka kanssa sovitaan kirjallisesti työn ehdoista esimerkiksi sähköpostitse. Joskus muutos saattaa johtua omasta

suunnitteluvirheestä, mutta haastateltujen mukaan tällaisia ilmenee harvemmin. Suunnitteluvirheestä aiheutuvat muutostyöt korvataan luonnollisesti aliurakoitsijalle. Lisätyöstä tehdään ERP:iin aina oma alaprojektinsa, jossa on tarvittavat kustannuskohteet. Varusteltavan tilan myynnin eli telakalle luovuttamisen jälkeen sovitaan, ettei yhdelläkään toimijalla ole enää lisävaatimuksia tilaan liittyen.

Projektiennustaminen järjestelmätoimittajalla

Projektipäällikkö vastaa projektien aikataulu- ja kustannusennusteista. Ennustaminen perustuu projektipäällikön osaamiseen, kokemukseen ja ymmärrykseen projektin tilanteesta. S-käyrää ei hyödynnetä projektin seurantaan tai ennustamiseen. Aikatauluennustamisessa projektipäällikön vastuulla on etsiä projektin kriittisiä polkuja, joiden perusteella tehdään aikatauluarviointia. Projektinhallintaohjelmalla seurataan tehtävien raportoitua valmiusastetta suhteessa suunniteltuun aikatauluun hyödyntäen tilanneviivaa. Aikatauluennusteita päivitetään viikkopalavereissa, joissa käydään läpi aikatauluun liittyviä asioita. Aikatauluennusteista raportoidaan yhtiön johtoa tilanne- ja tapauskohtaisesti.

Kustannusennusteet projektipäällikkö tekee parhaan arvionsa mukaan. ERP:ssä on ennusterivit kustannuskohteille, jotka jakautuvat vielä alanumeroihin. Ennustaminen on päivittäistä toimintaa, jossa projektipäällikkö päivittää alanumeroita tapahtuvien muutosten perusteella. Järjestelmätoimittajalla on suunnitelmissa hankkia uusi ERP, jolla voisi paremmin tutkia kustannusten vaikutuksia kassavirtaennusteeseen. Ennusteita varten ei ole olemassa mitään virallista raportointia tai organisaatiota ennusteiden läpikäyntiin. Kustannusennusteista raportoidaan yhtiön johtoa kvartaaleittain.

Järjestelmätoimittajan kohtaamat haasteet

Kohdatuissa haasteissa keskityttiin tutkitussa verkostossa ilmenneisiin haasteisiin ja ongelmiin. Haastateltujen 15 ja 16 mielestä järjestelmätoimittajan kannalta suurin haaste on projektin muiden toimijoiden toiminta. Aikataulun kannalta kriittisintä on telakan pysyminen sovitussa aikataulussa. Telakalla on vastuu kokonaisaikataulusta ja sen noudattamisesta. Jos telakka lipsuu omasta aikataulustaan, voi tämä pahimmillaan aiheuttaa merkittäviä ongelmia myös järjestelmätoimittajalle. Tämänhetkinen markkinatilanne on

haastava, kun töitä on runsaasti tarjolla, eikä osaavia alihankintaresursseja ole riittävästi. Tästäkään syystä projektit eivät saisi myöhästyä, sillä myöhästymiset vaikuttavat resursointiin.

Toisena merkittävänä haasteena ovat järjestelmätoimittajan vastuulla olevien tilojen rajapinnat. Järjestelmätoimittaja antaa järjestelytietojen ja aukkotietojen tarvepäivämäärät telakalle. Telakan tulee varmistaa, että kaikki toimijat noudattavat näitä päivämääriä. Tärkeä asia on myös läpivienneistä sopiminen toisten varustelutoimijoiden kanssa. Viereisellä alueella töitä tekevien toimijoiden aikataulutus vaikuttaa merkittävästi järjestelmätoimittajan tekemiseen. Näiden toimijoiden myöhästyminen omassa tekemisessään aiheuttaa ongelmia järjestelmätoimittajalle. Haastateltujen näkemyksen mukaan telakka on vastuussa kokonaisuuden hallinnasta ja toimijoiden ohjaamisesta, joten siltä toivotaan vahvempaa tukea rajapintojen hoitamiseen.

Yhtenä haasteena on myös telakan toimintamalli. Telakalla pitäisi olla parempi koordinaatio siihen, että järjestelmätoimittajan piirustukset löytävät oikeaan paikkaan oikeaan aikaan. Nyt tämä ei toimi parhaalla mahdollisella tavalla. Telakan vastuuhenkilöiden tulisi vahvemmin vastata alueistaan ja ohjauksen pitäisi paremmin ohjata eri toimijoita. Tällöin projektit saataisiin toteutettua onnistuneesti. Esimerkiksi säätöaikataulusta ja alueiden tarpeista tulisi järjestää yhteinen projektipalaveri, jossa asioista sovittaisiin toimijoiden kesken ja aikataulut päivitettäisiin vastaamaan testausaikataulua.

5.7 Benchmarking-hanke

Benchmarking-hankkeen ohjaustoiminta

Benchmarking-hankkeessa hyödynnetään big room -menetelmää. Menetelmässä kaikki projektin keskeiset osapuolet työskentelevät samassa tilassa. Hankkeen big roomissa toimivat projektin johto, aliprojektien vetäjät, suunnittelu, ohjaus, hankinta ja turvallisuusvastaavat. Työmailla on käytössä pienemmät big roomit, jossa urakoitsijat toimivat yhdessä osaprojektien johdon kanssa. Koko hankkeen yhteistyöpalaverit järjestetään varsinaisessa big roomissa.

Haastatellun mukaan big roomiin liittyy hyviä ja huonoja puolia. Hyviksi puoliksi mainitaan mahdollisuus nopeaan ongelmanratkaisuun, kun kaikki vastuulliset ovat samassa tilassa. Menetelmä helpottaa kommunikaatiota eri toimijoiden välillä ja koko hankkeen valvonta tehostuu. Kuitenkin avokonttorimaisuuden takia syvällinen työskentely vaikeutuu, jos erilaisia ongelmia muodostuu runsaasti ja niitä joudutaan ratkomaan nopealla aikataululla.

Big roomin lisäksi käytössä on tilannekeskus, jonka tarkoituksena on jalostaa ja välittää hankkeen kannalta merkittävää tietoa esimerkiksi aikataulusta ja kustannuksista eri osapuolille. Tilannekeskushuoneessa hankkeen osaprojekteista kerätty data on visualisoitu erilaisin mittarein digitaalinäytöille, joista nähdään tehokkaasti eri osaprojektien ajantasainen tilanne.

Hankkeessa seurataan aikataulun ja kustannusten lisäksi muun muassa yhteistyön sujuvuutta. Seuranta tapahtuu sähköisellä alustalla, jossa yhteistyön sujuvuudelle on luotu mittarit. Projektin eri osapuolet voivat anonyymisti kertoa alustalle projektiin liittyvistä asioista ja yhteistyön sujuvuudesta. Tästä luodaan raportit kerran kvartaalissa. Riskejä seurataan erikseen omalla riskienseurantajärjestelmällä.

Aikatauluohjaus benchmarking-hankkeessa

Hankkeen aikataulutusjärjestelmään on luotu useita eri tasoja. Ylimmällä tasolla kuvataan koko hanke 30–40 päätehtävällä. Toisella tasolla hanke on purettuna osa- ja järjestelmäurakoihin noin 1000 tehtävällä. Osaurakat toteutetaan projektinjohtourakoina ja järjestelmäurakat sivu-urakoina. Urakoitsijat vastaavat kolmannen tason aikataulun luonnista, jossa näytetään osaurakoiden yksittäisten tehtävien aikataulu. Käytännössä projektinjohtourakoitsijalla saattaa olla useita WBS-tasoja, mutta hanke näyttää aikataulussaan näistä vain kaksi ylintä tasoa, jossa kuvataan koko urakan valmius. Urakoitsijoiden tehtävänä on tarkentaa aikataulua toimintansa kannalta riittävän tarkaksi.

Käytössä on kaksi pääprosessia aikataulun seurantaan. Ensimmäisessä prosessissa projektinjohtourakoitsijat lähettävät aikatauludatan tilannekeskukselle, joka jalostaa datan tiedoksi koko hankkeen käyttöön. Toisessa prosessissa urakoitsijat lataavat viikoittain valmiustiedot taulukkolaskentaohjelmina sähköiselle alustalle, joka jalostaa tietoa

automaattisesti. Koko projektinjohtourakan edistymätiedot saadaan kerran kuussa. Valmiusasteen arvioinnissa käytetään 0, 25, 50, 75 ja 100 %:n tasoja. Arvioinnissa pyritään konservatiivisuuteen, jolloin valmius ei lähtökohtaisesti voi olla 90 %, vaan tällöin ollaan 75 %:n tasolla.

Valmiusasteiden varmentaminen tapahtuu kenttäorganisaation valvonnan avulla. Kenttäorganisaatio varmistaa raportoitujen valmiusasteiden vastaavan todellisuutta. Valmiusasteita käsitellään työmaiden viikkopalavereissa. Varmentamisessa hyödynnetään lisäksi analytiikkaa, jonka avulla tutkitaan, ettei raportoidussa valmiudessa ole ristiriitoja muista lähteistä saadun tiedon kanssa. Käytössä on suorituskykymittareita (Key Performance Indicator, KPI), joihin saadaan tiedot urakoitsijoiden tekemistä työvaiheista, kuten automaatioasennuksesta. Esimerkiksi jos kaikista pistetesteistä on KPI-mittareiden mukaan kumulatiivisesti tehty vasta 50 %, niin raportoitu valmius ei voi olla 90 %.

Tehtävän jäädessä aikataulusta jälkeen, tutkitaan ensimmäisenä, onko kyseinen tehtävä kriittisellä polulla. Tehtävän ollessa kriittisellä polulla, tutkitaan kyseisen polun vaikutus koko hankkeen kriittiseen polkuun. Hankkeen kriittisen polun ollessa vaarassa, suunnitellaan korjaavat toimenpiteet tilannekohtaisesti. Ensin päätetään, pitääkö asia korjata, sitten päätetään korjaavat toimenpiteet. Ongelma pilkotaan pienempiin komponentteihin ja tutkitaan, voidaanko työtä aloittaa jotenkin aikaisemmin. Tämän lisäksi hankkeessa kerätään korjaavien toimenpiteiden listaa.

Kustannusohjaus benchmarking-hankkeessa

Hankkeen kustannuksista 60–70 % muodostuu rakentamiskustannuksista. Urakoitsijat raportoivat aikasarjan kustannusten suunnitellusta toteutumisesta. Aikasarjan raportointi tehdään työlaji- ja kustannuspaikkakohtaisesti. Kustannusten kertymistä seurataan maksuerien kautta sekä urakoitsijan toteutuneiden ja varmistettujen laskujen perusteella. Kustannusraportin lisäksi urakoitsijat laativat ennusteen syntyvistä kustannuksista kerran kuussa. Toteuma- ja ennustetiedot tulee olla kirjattuna kuukausittain määrättynä hetkenä hankkeen sähköiselle alustalle. Työmaiden operatiivinen porras tarkastaa ja varmentaa kustannusten kirjautumisen oikein. Hankkeen talousosasto seuraa sähköisen alustan lisäksi kirjanpidon kustannuksia ja kirjautuneita laskuja.

Lisätöitä seurataan lisätyöehdotusten määrän ja hyväksyttyjen lisätöiden perusteella. Lisätöistä tehdään aina erillinen dokumentti, jossa kerrotaan muun muassa lisätyöehdotuksen syy, sisältö ja toteutusaikataulu. Tämä näkyy yhtenä nimikkeenä kustannusseurannan kustannuspaikalla. Tehdyn sopimuksen mukaan pyritään arvioimaan, kuinka paljon kustannuspaikalle kirjattuja lisätöitä joudutaan todellisuudessa maksamaan.

Kustannusten ylittyessä tehdään korjaavat toimenpiteet vastaavalla tavalla kuin aikatauluohjauksessa kriittisten polkujen kanssa. Ensin selvitetään syyt budjetin ylittymiselle, sitten tutkitaan keinot asian ratkaisemiseen. Joissain tilanteissa joudutaan käyttämään varauksia.

Projektiennustaminen benchmarking-hankkeessa

Aikatauluennustaminen perustuu KPI-mittareihin ja aikatauluseurantaan. Ennustamisessa oletetaan pessimistisesti, ettei syntynyttä jättämää saada kiinni ja alkuperäinen suunnitelma työtehokkuudesta on ollut oikein. Ennustamiseen hyödynnetään EVM-menetelmää, josta saadaan laskettua kustannustehokkuus- ja aikataulutehokkuusindeksit. Haastatellun mukaan indekseihin tulee kuitenkin suhtautua varauksella, sillä erityisesti urakan jäädessä alussa aikataulusta jälkeen, indeksit näyttävät todellista huonompia lukemia.

Aikataulu- ja kustannusennusteet tehdään kerran kuussa. Jokainen hankkeeseen osallistuva toimija joutuu laatimaan hankkeelle oman ennusteensa. Ennustaminen ei siis perustu pelkästään hankkeen näkemykseen, vaan yhdessä usean toimijan kesken pyritään luomaan kokonaisnäkemys tilanteesta.

Urakoitsijat raportoivat kerran kuussa ennusteensa tilannekeskukselle, joka jalostaa datan selkeämpään muotoon. Urakoitsijoilta saadut tiedot lähetetään jalostettuina aliprojektien vetäjille, projektin johdolle, hankeyhtiön johdolle sekä erillinen kooste hallitukselle ja ulkoisille sidosryhmille. Lisäksi jalostetut tiedot lähetetään takaisin urakoitsijoille, joilta data on alun perin saatu. Yleensä edessä olevat ongelmat näkyvät aina vähintäänkin toisessa ennusteista, sillä aikataulua ei voida ottaa kiinni ilman ylimääräisiä kustannuksia myöhemmässä vaiheessa.

Negatiiviset ennusteet johtavat niiden taustalla vaikuttavien syiden ja vaikutusmahdollisuuksien tutkimiseen. Ennusteiden ollessa riittävän huonoja, myös hankeyhtiön ylin johto kutsutaan mukaan ratkaisemaan ongelmaa. Edessä olevat ongelmat pyritään ratkomaan tärkeysjärjestyksessä.

Benchmarking-hankkeen kohtaamat haasteet

Hankkeen ohjauksessa yhtenä haasteena ovat virheelliset aikataulusuunnitelmat. Urakoitsijan tekemästä aikataulusta saattaa esimerkiksi puuttua jokin riippuvuus toiseen asiaan. Haasteita aiheuttavat myös korjaukset ja muutokset, jolloin jo valmiiksi arvioitu työ joudutaan tekemään uudelleen. Lisäksi suunnittelun seuranta on haastavaa, koska suunnittelutoimistot eivät välttämättä ole luoneet selkeää prosessia valmiuden seurantaan. Hankkeen on täytynyt tästä syystä luoda seurantakeinot suunnittelua varten.

Haastateltu kertoo urakoitsijoiden ja aliurakoitsijoiden aikataulutettujen tehtävien aikatauluriskin vaihtelevan. Osalla tehtävistä saattaa olla todella tiukka aikataulu, kun taas osalle on annettu enemmän toteutusaikaa. Tähän tietoon ei päästä helposti kiinni, minkä takia hanke painottaa tehtävät niiden euromääräisellä kustannuksella. Tehtävä on sitä merkittävämpi, mitä suurempi on sen osuus kokonaiskustannuksista. Näin kyetään helpommin ymmärtämään tehtävien merkittävyys kokonaisuuden kannalta.

Haasteita ovat aiheuttaneet myös urakoitsijoiden ja alihankkijoiden tuottaman tiedon laadun vaihtelu. Nykyään hankkeessa pyritään siihen, että kaikille toimijoille on luotu yhteiset säännöt ohjaukseen ja tiedon keräämiseen oikeanlaisena, oikea-aikaisena ja varmistettuna. Jokaisen toimijan tulee raportoida asioista määrätyllä tavalla.

Haastatellun mukaan projektien seurannassa ja raportoinnissa on tärkeintä, että ihmiset kokevat sen itsensä kannalta hyödylliseksi. Heidän pitää kokea, että raportointi toimii työkaluna, jolla projektin johto voi auttaa heitä tekemään työnsä mahdollisimman hyvin. Ihmisten tulee ymmärtää, että seurantaa ja raportointia tehdään ongelmien tunnistamiseksi ja niiden ratkaisemiseksi. Raportoinnin tulee olla yksinkertaista, ytimekästä ja kustannustehokasta. Lisäksi raportoinnin käyttötarkoituksesta ja merkityksestä täytyy tiedottaa raportointiin osallistuvia henkilöitä.

6 TOIMINNAN KEHITTÄMINEN TUTKIMUSKOHTEESSA

6.1 Tulosten analysointi

Tutkitussa yritysverkostossa aikatauluohjauksen menetelmät eivät merkittävästi poikkea yritysten välillä. Kaikissa yrityksissä suunnittelun aikatauluseurantaa ja raportointia harjoitetaan viikoittain. Telakalla ja suunnittelutoimistossa A valmiusasteen arviointia harjoitetaan samalla tavalla. Näissä yrityksissä suunnittelija ja osastovastaava arvioivat yhdessä dokumenttien valmiutta, josta muodostuu koko suunnittelun valmius. Suunnittelutoimistossa B osastot pitävät viikoittaisia projektikatselmuksia, joiden tuloksena saadaan arvio suunnittelun valmiudesta. Kokonaistoimittajalle suunnittelutoimistot raportoivat suunnittelun valmiutta viikoittain ja raportoitua käsitellään yhteisissä viikkopalavereissa. Järjestelmätoimittajalla suunnittelu poikkeaa hieman muista yrityksistä, kun suunnitellaan saman tyyppisiä järjestelmiä ja niiden tarvitsemia tiloja. Järjestelmätoimittajan tytäryhtiö vastaa suunnittelun aikataulutuksesta ja valmistumisesta tarveaikaan mennessä.

Molemmat suunnittelutoimistot painottavat koordinaattorin tärkeyttä alihankkijoiden ohjaamisessa ja valvonnassa. Suunnittelutoimistojen mukaan koordinaattorin tulee tehdä koordinointia täysipäiväisesti keskittyen vain yhteen alihankkijaan ja projektiin kerralla. Erityisesti suunnittelutoimiston B haastattelussa painotettiin suunnittelutoimiston vahvaa roolia alihankkijoiden ohjaamisessa sekä kerrottiin epäonnistuneista kokeiluista alihankinnassa ilman jatkuvaa ohjeistusta ja valvontaa. Tämä poikkeaa telakan näkökulmasta, jossa aikataulua seurataan viikkotasolla ja palavereita alihankkijoiden kanssa järjestetään tarvittaessa. Syynä eroon vaikuttaa olevan telakan ja alihankkijoiden välinen luottamus. Luottamus mainitaankin yhdeksi tärkeimmistä tekijöistä liiketoimintaverkoston toiminnan kannalta (Kulmala 2004; Kajüter & Kulmala, 2005; Artto et al., 2008a). Telakka luottaa siihen, että ulkoistamalla suunnittelun tunnetuille suunnittelutoimistoille, sen ei tarvitse muuta kuin lähettää tarvittavia lähtötietoja ja valvoa aikataulun toteutumista viikkoraporttien muodossa. Kuitenkin suunnittelutoimistot A ja B molemmat mainitsevat lähtötietojen puutteen olevan merkittävä syy suunnittelun myöhästymiselle.

Suunnittelutoimiston A mukaan telakka ei edes reagoi ilmoitettaviin lähtötietopuutteisiin. Edellä mainittujen syiden takia telakan tulee keskittyä suunnittelun tarvitsemien lähtötietojen lähettämiseen oikeaan aikaan ja reagoida välittömästi puutteisiin.

Kärkiyritys on ainut tutkituista verkostoyrityksistä, joka osallistuu osa- ja lohkovalmistukseen. Telakan työnjohtajat ja alihankkijat raportoivat oman työosuutensa käynnissä olevien työvaiheiden valmiutta ja ennustettua valmistumista viikoittain telakan toiminnanohjaukseen. Tämä osa- ja lohkovalmistuksessa käytössä oleva toimintatapa työvaiheen ennustetusta valmistumisesta tulisi ottaa käyttöön myös varusteluvaiheessa. Lohkovarusteluun ja aluevarusteluun osallistuvat kaikki muut tutkitut verkostoyritykset kuin suunnittelutoimistot. Varusteluvaiheessa kaikki yritykset raportoivat viikoittain alueiden valmiudesta telakan aluevastaavalle, joka toimittaa raportit toiminnanohjaukseen. Työalihankintatoimittaja raportoi valmiudesta telakan vaatimalla tavalla perustuen varustelistoihin osakohtaisella tarkkuudella. Kokonaistoimittajan raportoima valmius perustuu fyysiseen katselmointiin, työkuviin ja tehtyihin ohjeisiin. Järjestelmätoimittajalla valmiusasteet perustuvat fyysiseen katselmointiin ja aiempaan kokemukseen vastaavista tiloista. Näitä kaikkia edellä mainittuja menetelmiä kerrottiinkin käytettäväksi tuloksen arvon määrittämiseen työn teoriaosuuden kappaleessa 3.2.

Kaikissa tutkituissa yrityksissä järjestetään viikoittaisia aikataulupalavereita niin suunnittelu- kuin tuotantovaiheissa. Palavereissa käsitellään valmiuksia, kohdattuja ongelmia ja muita ajankohtaisia asioita sekä päätetään korjaavista toimenpiteistä. Tämä vastaa projektien aikatauluohjausta yleisesti, josta teoriaosuuden kappaleessa 3.1 kerrottiin. Yritykset painottavat korjaavien toimenpiteiden olevan projekti- ja tilannekohtaisia.

Benchmarking-hankkeen aikatauluohjauksessa on useita yhtäläisyyksiä yritysverkoston toimintaan. Hankkeen toimesta on luotu pääaikataulu, jota urakoitsijat tarkentavat toimintansa kannalta riittävän tarkaksi. Urakoitsijat toimittavat aikatauluraportit hankkeen tilannekeskukselle, joka vastaa telakan toiminnanohjausta. Hankkeessa käytetään kuitenkin lisäksi sähköistä alustaa, joka automaattisesti jalostaa dataa tiedoksi. Hankkeen kenttäorganisaatio varmistaa valmiusasteet. Tutkitussa verkostossa tämän tekevät

esimerkiksi varusteluvaiheessa telakan aluepäälliköt. Molemmissa tapauksissa valmiusasteita käsitellään viikkopalavereissa.

Suurin yksittäinen ero on kriittiset polut, joita hankkeen tilannekeskus seuraa tarkasti. Kriittisten polkujen perusteella päätetään tarpeesta korjaaviin toimenpiteisiin. Korjaavista toimenpiteistä kerätään listaa, jonka pohjalta päätetään toimenpiteet tilannekohtaisesti. Erityisesti aluevarusteluvaiheessa telakan tulee näyttää selkeästi kriittiset polut aikatauluissaan hanketta vastaavalla tavalla. Lisäksi telakan kannattaa ottaa käyttöön korjaavien toimenpiteiden lista, jota hyödynnetään systemaattisesti poikkeamien hallinnassa.

Tutkittujen verkostoyritysten kustannusohjaukseen vaikuttaa yrityksen harjoittama liiketoiminta. Telakalla, kokonaistoimittajalla ja järjestelmätoimittajalla materiaalikustannukset sekä kiinteät työsopimukset muodostavat suurimman osan kokonaiskustannuksista. Yritykset seuraavat näitä kustannuksia kustannuskohteittain verraten sitoutuvia kustannuksia siihen varattuun budjettiin. Suunnittelutoimistoilla ja työalihankintatoimittajalla tehdyt työtunnit muodostavat suuren osan kustannuksista, minkä takia ne seuraavat tarkasti kertyneitä tunteja ja ennustavat toteutuvaa kokonaistuntimäärää.

Verkostoyritykset ovat tuntien seurannassa muutenkin tarkempia kuin telakka. Suunnittelutoimistot seuraavat työtunteja PES-vaiheessa piirustustasolla ja VAS-vaiheessa lohko- tai aluetasolla. Varusteluvaiheessa työalihankkija seuraa työntekijämäärää ja kertyviä tunteja työvaihekohtaisesti. Myös kokonaistoimittaja seuraa alihankkijoiden työntekijämäärää ja kertyviä tunteja. Edellä mainitut yritykset seuraavat jopa kiinteissä sopimuksissa alihankkijoiden tekemiä työtunteja vastaavalla tarkkuudella kuin oman työnsä tunteja. Poikkeuksena on järjestelmätoimittaja, joka ei seuraa alihankinnan työtunteja. Suunnitteluvaiheessa järjestelmätoimittajan tytäryhtiö kuitenkin seuraa suunnittelutunteja piirustuskohtaisesti.

Telakalla hallinnon ja suunnittelun työtunteja ei seurata projekti- ja osastotasoa tarkemmin. Osavalmistuksessa omien työntekijöiden tunteja seurataan työpistekohtaisesti. Alihankittavien työkokonaisuuksien tunteja ei seurata kiinteissä sopimuksissa, jotka muodostavat suurimman osan alihankittavasta työstä. Toisaalta kiinteiden sopimusten

tunteja ei ole tarpeen seurata yksittäisen projektin kannalta, mutta ennustettavuuteen tämä olisi hyvä lisä, kun voitaisiin verrata alihankkijoiden työtehokkuutta suhteessa telakan suunnittelemaan työtehokkuuteen. Lisäksi työtuntidatan kerääminen tulevia projekteja varten olisi erittäin hyödyllistä. Suunnittelutoimistot mainitsevat tuntiseurannan olevan tärkeää juuri tunnuslukuja varten, koska ne toimivat pohjana tulevien projektien hinnoittelulle. Tämä vastaa täysin teoreettisessa viitekehyksessä esitettyä. Erityisesti analyyttisessa arvioinnissa tarvitaan tarkkoja tunnuslukuja, joilla kustannukset voidaan arvioida työpakettikohtaisesti.

Telakalla budjettivastuu on jaettu osastoittain ja projektipäällikkö vastaa koko projektin budjetista. Tämä poikkeaa muiden verkostoyritysten mallista, jossa projektipäälliköllä vaikuttaisi olevan selvästi suurempi vastuu yksin projektin budjetista. Yhtenä todennäköisenä syynä on projektien koko. Telakka vastaa koko laivan suunnittelusta ja rakentamisesta, kun verkostoyritysten projektit ovat osia telakan projektista. Laivanrakennusprojektin suuren koon ja monimutkaisuuden takia vastuuta on luonnollista jakaa useammalle henkilölle.

Kaikki tutkitut yritykset pitävät tärkeänä lisä- ja muutostöiden sopimista kirjallisena. Tällöin sovitusta työstä jää selkeä dokumentaatio, jolla voidaan varmistaa sovitut asiat. Esimerkiksi Kuster et al. (2015, s. 181–182) kertovat muutosten käsittelyn ja dokumentoinnin tärkeydestä. Näiden syiden takia telakan tulee luoda standardi dokumenttipohja lisä- ja muutostöitä varten. Mallia voidaan ottaa kokonaistoimittajan vaatimuksista lisätyön dokumentoinnille. Dokumenttipohjaan kirjataan miksi työ tehdään, kuka sen tekee, mihin hintaan ja missä aikataulussa. Varusteluvaiheessa kannattaa hyödyntää runkotuotannon käyttämää toimintatapaa, jossa dokumenttiin liitetään valokuva muutostyön kohteesta. Kokonaistoimittaja ja järjestelmätoimittaja kertovat, että lisä- ja muutostöistä sopii ainoastaan projektipäällikkö. Telakalla projektissa X on sovittu vastaavaa, mutta asiasta kertovaa vastuumatriisia ei ole virallisesti julkaistu projektin käyttöön. Lisäksi telakalla tulee sopia ja kuvata selkeä prosessi lisä- ja muutostyönhallintaan. Suunnittelutoimistolla B lisä- ja muutostyönhallintaan on nimetty erillinen vastuuhenkilö, joka yrityksen mukaan maksaa itsensä takaisin. Erillistä vastuuhenkilöä kannattaa harkita myös telakalla tähän tehtävään.

Verkostossa projektin taloudellista tilannetta käsitellään seurantapalavereissa, joiden toteutuksessa on eroja yritysten välillä. Suunnittelutoimistolla B ja kokonaistoimittajalla järjestetään ohjausryhmän seurantapalavereita projektien sisäisten ja yrityksen johtoryhmäpalavereiden lisäksi. Suunnittelutoimistolla B ohjausryhmän seurantapalaveri järjestetään kolmen viikon välein, kun taas kokonaistoimittajalla ohjausryhmä tapaa viikoittain. Telakalla ei ole käytössä erillistä projektien ohjausryhmää, vaan projektien johtoryhmät tekevät kuukausittaisen projektiraportin, jota käsitellään telakan johtoryhmän palaverissa. Yhteisenä tavoitteena näille palavereille on projektien tilanteesta tiedottaminen yritysten linjaorganisaatiolle ja johdolle. Tarkoituksena on kertoa kohdatuista haasteista ja ongelmista sekä tehdä päätöksiä korjaavista toimenpiteistä. Korjaavat toimenpiteet ovat tilannekohtaisia, kuten eri yritysten vastuuhenkilöiden haastatteluista ilmeni.

Benchmarking-hankkeen kustannusohjaus poikkeaa osin hankkeen toteutusmuodon takia yritysverkoston kustannusohjauksesta. Hankkeessa projektinjohtourakoitsijat vastaavat osaprojekteista ja varmistavat kustannusten pysymisen budjetissa yhteistyössä hankkeen kanssa. Verkostossa ainoastaan osassa projektin varusteluvaiheen työkokonaisuuksista käytetään tavoiteurakkaa. Muuten verkostossa hyödynnetään pääsääntöisesti kiinteitä sopimuksia. Kuten työn teoriaosuuden kappaleessa 3.4 kerrottiin, eri sopimusmuodot vaikuttavat tilaajan ja toimittajan kustannusriskiin eri tavoilla. Tavoiteurakassa kustannusriski jaetaan osapuolten kesken, jolloin kustannusohjausta tehdään luonnollisesti yhteistyössä, kuten benchmarking-hankkeessa toimitaan. Kuitenkin lisä- ja muutostöiden hallinta on tärkeää molemmissa sopimusmuodoissa. Hankkeessa lisätöistä tehdään aina erillinen dokumentti, jossa kerrotaan työn syy, sisältö ja toteutusaikataulu. Tämä vastaa verkoston yritysten käyttämää toimintatapaa ja teoriassa esitettyä.

Projektien aikataulu- ja kustannusennustamista harjoitetaan verkostoyrityksissä erilaisin menetelmin. Yleisesti aikatauluennustaminen tapahtuu viikkopalavereiden yhteydessä. Telakalla sekä suunnittelutoimistossa A ennusteita tutkitaan yritystasolla kuukausittain, ja suunnittelutoimistossa B ohjausryhmäpalavereissa kolmen viikon välein. Kaikki muut tutkitut yritykset, paitsi järjestelmätoimittaja, hyödyntävät aikatauluseurannassa sekä ennustamisessa EVM-menetelmää ja S-käyrää teoreettista viitekehystä vastaavalla tavalla.

Yritykset käyttävät projektin seurantaan tuloksen arvoa, jonka perusteella nähdään projektin olevan edessä tai jäljessä aikataulusta. Haastatellun 14 kuvailun mukaan jättämätilanteissa tutkitaan tehtäväkohtaisesti, mistä kokonaisjättämä muodostuu, ja jäljessä olevien tehtävien osalta tehdään korjaavat toimenpiteet. Järjestelmätoimittajalla aikatauluennustaminen taas perustuu pelkästään kriittisiin polkuihin, joiden tunnistaminen on projektipäällikön vastuulla. Haastatellun 16 mukaan kriittisten polkujen perusteella arvioidaan, saadaanko varustelutyö valmiiksi suunnitellussa aikataulussa. Edellä kuvatut toimintamallit vastaavat kuvassa 7 esiteltyjä menetelmiä. Tärkeintä olisi yhdistää nämä kaksi eri menetelmää yhteen, jolloin ne tukisivat toisiaan Vanhoucken (2009, s. 109) kertomalla tavalla.

Kustannusennustamiseen vaikuttaa erityisesti yrityksen harjoittama liiketoiminta. Laite- ja materiaalihankintoja tekevät yritykset erottelevat kustannukset kustannuskohteittain. Telakalla jokainen osasto vastaa omasta materiaalibudjetistaan ja osastovastaavat ennustavat kustannuskohteita vähintään kuukausittain. Kokonaistoimittajalla ja järjestelmätoimittajalla projektipäällikkö vastaa kustannusennustamisesta. Projektipäälliköt päivittävät kustannuspaikkakohtaisia ennusteita suoraan yritysten toiminnanohjausjärjestelmiin vähintään viikoittain.

Työkustannusten ennustamisessa yritykset vertaavat käytettyjä työtunteja budjetoituihin tunteihin. Telakalla arvioidaan omaan työhön varattujen työtuntien kokonaismäärän riittävyyttä osastotasolla. Esimerkiksi suunnittelutoimistot ja työalihankintatoimittaja ovat aikatauluttaneet budjetoidut työtunnit työvaihe- tai tehtävätasolla. Tällöin tuntien riittävyyttä on helpohkoa arvioida suhteessa ansaittuun valmiusasteeseen.

Työalihankintatoimittaja on ainut tutkituista verkostoyrityksistä, joka käyttää EVM-menetelmästä tuttuja aikataulu- ja kustannustehokkuusindeksejä seurannan sekä ennustamisen tukena. Telakalla vastaavia ei käytetä edes oman työn osuuksissa, vaikka ne toisivat lisäarvoa projektin seurantaan ja ennustamiseen. Indekseillä voidaan seurata projektissa saavutettua tehokkuutta trendinä Martinellin & Milosevicin (2016, s. 290) esittämällä tavalla. Lisäksi niitä voidaan hyödyntää ennustamiseen kaavojen 1, 2 ja 3 tapaan.

Verkoston aikataulu- ja kustannusennustaminen on vahvasti sidoksissa inhimilliseen pääomaan kaikissa yrityksissä. Ennusteiden tarkkuuteen ja oikeellisuuteen vaikuttavat

ihmisten näkemys, kokemus ja osaaminen. Tutkimustulosten perusteella erityisesti suunnittelutoimisto B on pyrkinyt löytämään keinoja, joilla ennustamisessa voitaisiin hyödyntää tehokkaammin jo olemassa olevaa dataa erilaisilla ennustetyökaluilla. Vielä riittävän hyvää ennustetyökalua ei ole löytynyt. Tällä hetkellä vastuuhenkilöiden tilannearviointia ja ennustamista koetetaan tukea muun muassa kehittyneellä suunnitteluohjelmistolla ja ohjausryhmäpalavereilla.

Verkostossa negatiiviset ennusteet johtavat korjaaviin toimenpiteisiin. Kaikissa tutkituissa yrityksissä korjaavien toimenpiteiden sanotaan olevan projekti- ja tilanneriippuvaisia. Yhtä kaikkiin tilanteisiin sopivaa menetelmää ja toimenpidettä ei ole. Tärkeintä kuitenkin on, että poikkeamiin reagoitaisiin mahdollisimman nopeasti ja korjaavat toimenpiteet olisivat riittäviä. Tästä syystä kokonaistoimittajan asettama raja viikon aikataulujättämälle, jonka jälkeen viimeistään ryhdytään korjaaviin toimenpiteisiin, vaikuttaa järkevältä säännöltä. Telakan tulee asettaa vastaavanlaisia selkeitä rajoja, jotka johtavat ennalta määrättyihin toimenpiteisiin.

Benchmarking-hankkeessa jokainen toimija laatii oman aikataulu- ja kustannusennusteensa kerran kuussa. Usean toimijan kesken pyritään luomaan kokonaisnäkemys hankkeen tilasta. Verkostossa vastaava toimintamalli olisi järkevä erityisesti tavoiteurakoissa. Työalihankintatoimittajalla on käytössään hyvät ennustetyökalut ja -menetelmät, joilla voidaan tukea telakan ennustamista. Kiinteissä sopimuksissa painottuu aikatauluennustaminen, jota tulee tehdä vahvemmin yhteistyössä usean eri toimijan kanssa. Näin luodaan yhteinen kokonaisnäkemys projektin tilasta, vastaavalla tavalla kuin hankkeessa tehdään.

Benchmarking-hankkeessa ennustamiseen hyödynnetään EVM-menetelmää ja siinä käytettäviä kustannustehokkuus- ja aikataulutehokkuusindeksejä. Ennustamisen tukena käytetään erilaisia KPI-mittareita. Telakalla on käytössään vastaavalla tavalla erilaisia mittareita muun muassa suunnittelun seurantaan, mutta näiden mittareiden tietoa ei näytetä samassa paikassa aikataulun kanssa. Muutenkin telakan tarjoama tilannekuva omalle henkilöstölle ja yhteistyökumppaneille on pirstaleinen, jolloin tietoa joutuu etsimään eri paikoista. Paremman tilannekuvan luomiseen voidaan käyttää benchmarking-hankkeen

tavoin tilannehuoneita, joissa projektien ajantasainen tilanne visualisoidaan näytöille. Yhdistämällä edellä mainittu Ylä-Kujalan et al. (2017) kertomiin älykkäisiin teknologioihin, voidaan projektin tilannekuvaa välittää ajasta ja paikasta riippumatta kaikille osapuolille.

Telakan kohtaamat suurimmat haasteet liittyvät projektien aikatauluihin. Telakalla on käytössä projektin alkaessa toteutusaikataulu, jossa kuvataan tärkeimmät kovat pisteet ja projektin vaiheet. Tarkemmat aikataulut luodaan projektin edetessä. Tämä koetaan ongelmaksi sekä telakalla sisäisesti että yhteistyökumppaneiden toimesta. Ratkaisuksi voidaan ehdottaa valmiita aikataulupohjia eli tyyppiaikatauluja, jotka kattavat koko projektin kaikki vaiheet suunnittelusta käyttöönottoihin. Tyyppiaikataulut vastaavat Pelinin (2011, s. 129) esittämää toimintaverkkomallipohjaa. Tyyppiaikatauluissa esitetään piirustus- ja työvaihekohtaisesti eri tehtävät, joita muokataan projektin yksilöllisten tarpeiden mukaan. Tyyppiaikatauluja voidaan hyödyntää jo myyntiprojektivaiheessa, jolloin tehtävät kuormitettaisiin kalkyloiduilla työtunneilla. Valmiit aikataulut nopeuttavat projektien käynnistämistä, kun piirustuksille, tiedontarpeille ja hankinnoille on luotuna alustavat aikataulut. Ulkoistettavien työkokonaisuuksien osuutta aikatauluista tarkennettaisiin yhteistyössä verkostoyritysten kanssa. Valmiit aikataulupohjat korjaisivat ongelman pääaikataulun puutteesta, josta haastateltu 2 ja suunnittelutoimisto A kertoivat.

Haastatteluissa ilmeni, että aikataulut eivät vastaa ajantasaista tilannetta, koska niitä ei päivitetä riittävän usein. Kuvan 3 mukaisesti EVM-menetelmän tarkoitus on toimia takaisinkytkentänä ohjauksesta projektin suunnitteluun. Suorituskykyongelmien tulisi johtaa korjaaviin toimenpiteisiin, kuten tehtävien uudelleen aikataulutukseen ja resursointiin. Haastatellun 2 mukaan telakan tulisi määrittää tietyt tarkastuspisteet, jolloin aikatauluissa olevia virheitä korjataan ja aikatauluja päivitetään. Tämän voisi tehdä telakan kustannusennustepalavereita vastaavalla tavalla kuukausittain. Aikataulumuutosten yhteydessä tulee pohtia muutosten vaikutuksia resursointiin ja resurssien riittävyyttä.

Telakan ja verkostoyritysten ajantasaiset aikataulut kannattaa laittaa kaikkien niitä tarvitsevien saataville telakan dokumentinhallintajärjestelmässä sovittuun paikkaan. Lisäksi aikataulumuutoksista tulee tiedottaa niitä toimijoita, joihin muutokset vaikuttavat. Tällä toimenpiteellä lisätään avoimuutta toimijoiden välillä sekä parannetaan projektin ohjausta

verkostotasolla. Esitetyt toimenpiteet auttaisivat suunnittelutoimiston A ja työalihankkijan mainitsemiin aikatauluhaasteisiin.

Haastateltu 4 mainitsi puutteellisen ohjeistuksen työn tekemiseen, valvontaan ja valmiusasteen määrittämiseen olevan haaste. Telakan tulee kehittää nykyistä toimintajärjestelmää ja ohjeistusta kattavammaksi, vastaavalla tavalla kuin suunnittelutoimisto B on tehnyt. Tällöin uusille työntekijöille ja muille verkoston toimijoille on helpompaa kertoa kärkiyrityksen käyttämistä toimintatavoista. Telakalla valmiusasteen määrittämiseen on luotu raportointiohjeet PES-piirustuksille ja hankinnoille. Varusteluvaiheessa valmiusaste on sidottu asennuslistoihin. Erityisesti varusteluvaiheeseen kannattaa kuitenkin luoda ohjeet eri alueiden valmiusasteen määrittämiseen, kuten kokonaistoimittaja on tehnyt. Toteutettavat projektit tarjoavat erinomaisen mahdollisuuden ohjeistuksen luomiseen ja ohjeiden testaamiseen. Projektin X aikana voidaan luoda ohjeistus esimerkiksi valokuvaamalla tai videoimalla alueita eri valmiudessa 25 %:n välein. Ohjeistuksen toimivuutta testataan projektissa Y ja tarvittaessa kehitetään paremmaksi. Alueiden valmiuden arviointi kannattaa tehdä Flemingin & Koppelmanin (2010, s. 91) esittämällä tavalla eli sitomalla valmiusastearviointi tiettyihin tapahtumiin.

Palvelukokonaisuuksien, kuten maalauksen ja telinetöiden, kustannusten ennustaminen koetaan haastavaksi merkittävän lisätyömäärän takia. Lisätyötarve johtuu osin suunnitelmallisuuden puutteesta. Tästä syystä projekteille tulee luoda selkeä aikataulu ja ohjeistus sille, milloin telineet rakennetaan ja puretaan tietyllä alueella. Varusteluaikataulussa alueille on määritetty maalausvaiheet, mutta tämän lisäksi aikatauluun perustuen pitää luoda suunnitelma, missä järjestyksessä alueet maalataan ja myydään. Kaikkien maalausta edeltävien työvaiheiden täytyy olla valmiita ennen maalauksen aloittamista. Eri alueryhmille on varattu lisätyötunnit resursseittain, jolloin maalaukseen käytettäviä lisätyötunteja voidaan verrata alueryhmälle varattuun aikataulutettuun tuntimäärään. Lisätöiden lopullista kokonaiskustannusta kyetään ennustamaan EVM:n ennustekaavoilla.

Haastatellun 1 mukaan telakalla aikataulua ei katsota riittävästi eteenpäin. Haastateltu 3 taas haluaisi, että alihankkijoiden kanssa sovittaisiin viikkopalavereissa, mitä seuraavan kahden

viikon aikana tehdään valmiiksi. Telakalla kaikissa projektin vaiheissa kannattaa hyödyntää runkotuotannon käyttämää mallia, jossa vastuuhenkilöt ja alihankkijat kertovat tehtävän todellisen aloituksen ja arvioivat todellisen lopetuksen. Tällä tavoin tekijät sitoutetaan paremmin aikatauluun, ja ymmärretään mahdollisimman aikaisessa vaiheessa edessä olevat aikatauluongelmat. Jokaisessa viikkopalaverissa pitäisi projektin vaiheesta riippumatta sopia seuraavina kahtena viikkona valmistuvista tehtävistä. Mikäli palaverissa todetaan, ettei tehtävää saada valmiiksi ajallaan, tulee tämän johtaa korjaaviin toimenpiteisiin, arvioon uudesta valmistumisajankohdasta sekä aikataulun päivittämiseen. Siirrettäessä useita tehtäviä myöhemmäksi, täytyy näiden siirtojen vaikutuksia tutkia projektin resursointiin. Toimintatapa vastaa työn teoriaosuuden kuvassa 5 esitettyä prosessimallia.

Telakalle ollaan hankkimassa uutta työajanseurantajärjestelmää, joka palvelee paremmin suuremman organisaation tarpeita. Uuden järjestelmän hankinta mahdollistaa tarpeelliset muutokset kustannusseurantaan ja -ohjaukseen. Telakan kannattaa seurata suunnittelijoidensa työtunteja vastaavalla tarkkuudella kuin suunnittelutoimistot eli aktiviteettikohtaisesti. Osavalmistuksessa tuntien kirjaamisen tarkkuus on nykyisellään riittävä, mutta työntekijöiden pitää itse leimata tuntinsa, jotka järjestelmä automaattisesti jyvittää leimausten perusteella. Erityisesti varusteluvaiheessa telakalla työskentelevien alihankkijoiden tulee myös leimata työtuntinsa, jolloin nähtäisiin resurssi- ja aluekohtaisesti käytetyt kokonaistunnit. Tämän perusteella telakka kykenee arvioimaan saavutettua työtehokkuutta, joka toimii yhtenä indikaattorina mahdollisesti edessä oleville aikataulu- ja kustannusongelmille. Lisäksi kerättyä tuntidataa voidaan hyödyntää tehokkaasti seuraavissa projekteissa, kuten Pelin (2011, s. 119) kertoo.

Työtuntien tarkempi kirjaaminen kaikissa toteutusvaiheissa tukee tulevia projekteja, minkä muun muassa Pelin (2011, s. 119) sekä tutkitut suunnittelutoimistot mainitsevat tärkeäksi asiaksi. Tarkempi kirjaaminen mahdollistaa myös EVM-menetelmän tehokkaamman käytön. Menetelmää tulee hyödyntää kaikissa telakan omalla työvoimalla toteutettavissa työkokonaisuuksissa, sekä tuntityönä ja tavoiteurakoina toteutettavissa alihankintakokonaisuuksissa. ES-menetelmää tulee soveltaa lisäksi kiinteisiin alihankintakokonaisuuksiin, kuten Marshall et al. (2008) ja Christensen-Day (2010) suosittelevat. Kaikilta verkostoyrityksiltä tulee pyytää näkemys niiden vastuulla olevien

kokonaisuuksien suunnitellusta ja ansaitusta valmiudesta sekä kokonaisuuteen liittyvistä ennusteista benchmarking-hanketta vastaavalla tavalla, jolloin projektille saadaan luotua yhteinen kokonaisnäkemys tilanteesta.

Yhtenä merkittävänä haasteena on telakan sisäinen tiedottaminen ja verkostoyritysten informointi. Kuten haastateltu 2 totesi, jokaiselle suuremmalle toimituskokonaisuudelle pitäisi olla oma koordinaattori tai toimitusvalvoja. Telakan täytyy määrittää koordinaattorit mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Koordinaattorin tulee toimia vain yhdessä projektissa kerrallaan, kuten suunnittelutoimistoissa tehdään. Koordinaattori on vastuussa tiedon välittämisestä eri toimijoiden välillä, ja hänen tehtävänään on puuttua alihankkijoiden raportoimiin lähtötietopuutteisiin, valvoa aineiston valmistumista tarveaikaan mennessä ja tiedottaa tuotantoa mahdollisista aineiston puutteista ajoissa, jotta puutteisiin kyetään varautumaan. Telakan tuotannon tulee taas siirtää tietoa systemaattisesti eteenpäin alihankkijoille. Lisäksi varusteluvaiheessa aluevastaavien roolia tulee kasvattaa. Heidän tehtävänään on ohjata ja tiedottaa vastuualueillaan toimivia toimijoita. Tärkeintä on, että telakalla on riittävä resursointi eri toimijoiden ohjaukseen ja valvontaan. Vahvemmalla koordinoinnilla, ohjaamisella ja tiedottamisella voidaan puuttua suunnittelutoimiston A, työalihankintatoimittajan sekä järjestelmätoimittajan ilmaisemiin haasteisiin ja ongelmiin.

Projektin sisäinen ja ulkoinen raportointi koetaan työlääksi telakan eri tahojen toimesta. Erityisesti toiminnanohjaus käyttää viikoittaiseen aikatauluraportointiin runsaasti manuaalista työtä puutteellisten raportointityökalujen takia. Raportointimäärä kasvaa entisestään, kun projektit siirtyvät seuraaviin vaiheisiin ja useita projekteja toteutetaan samanaikaisesti. Viikkoraportteja ei myöskään sellaisenaan koeta riittävän informatiivisina, jolloin toiminnanohjaus joutuu tekemään erillisiä koontiraportteja linjaorganisaatiota varten. Kehittämällä ja automatisoimalla raportointia, siihen kuluva aika ja työmäärä vähenevät. Toiminnanohjauksessa voidaan tällöin keskittyä paremmin aikataulupoikkeamien tutkimiseen, korjaustoimenpiteiden selvittämiseen ja aikataulujen päivittämiseen, jotka jo teoreettisen viitekehyksen mukaan ovat tärkeitä toimenpiteitä aikatauluohjauksessa.

Havaituista poikkeamista, niiden kriittisyydestä ja suunnitelluista korjaustoimenpiteistä tulee ylläpitää projektikohtaista poikkeamalistaa. Lista auttaa korjaustoimenpiteiden

suunnittelussa, ja sillä varmistetaan toimenpiteiden toteuttaminen tärkeysjärjestyksessä. Kuten aiemmin kerrottiin, esimerkiksi benchmarking-hanke kerää korjaavien toimenpiteiden listaa, joka auttaa toimenpiteiden suunnittelussa. Riittävän ripeä puuttuminen havaittuihin ongelmiin mainittiin tärkeänä asiana sekä telakan että verkostoyritysten haastatteluissa.

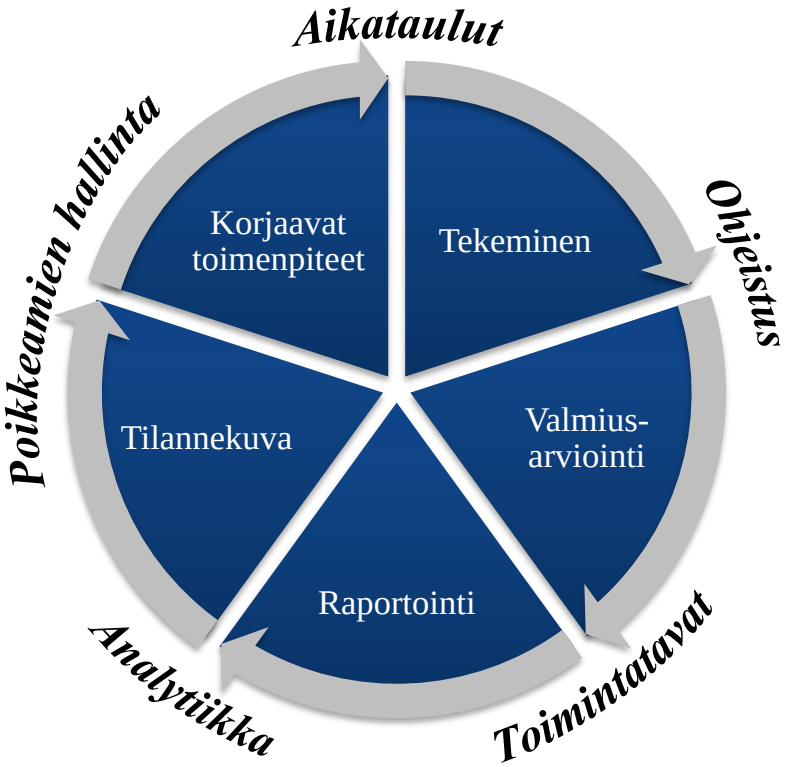
6.2 Kehitysehdotukset

Tutkimuksessa selvitettiin yritysverkoston aikataulu- ja kustannusohjauksen sekä ennustamisen nykytilaa ja haasteita. Näiden perusteella ehdotetaan toimenpiteet, joilla projektien ohjattavuutta ja ennustettavuutta voidaan parantaa. Verkostoyritysten kokemat haasteet koskevat pääosin verkostotason aikatauluohjausta ja ennustettavuutta. Möller & Rajala (2009, s. 68) toteavat verkoston kärkiyrityksellä olevan kokonaisvastuu projektin toteuttamisesta ja toimijoiden koordinoinnista, minkä takia toimenpiteissä keskitytään telakan aikatauluohjauksen eri osa-alueiden kehittämiseen. Kehitysehdotuksia voidaan kuitenkin hyödyntää soveltuvin osin kaikissa verkostoyrityksissä.

Laivanrakennusprojektien aikatauluohjauksesta voidaan tunnistaa viisi eri osa-aluetta: tekeminen, valmiusarviointi, raportointi, tilannekuvan luominen ja korjaavat toimenpiteet. Luodut aikataulut ohjaavat tekemistä, jonka avulla ansaitaan projektin valmiutta. Ansaittua valmiutta arvioidaan erilaisin menetelmin projektin suunnittelu- ja tuotantovaiheissa. Ansaitusta valmiudesta raportoidaan toiminnanohjaukseen, jossa luodaan tarvittavat valmiusraportit, joissa verrataan ansaittua valmiutta suunniteltuun valmiuteen. Luotujen raporttien ja palaverien perusteella projekti- ja linjaorganisaatio muodostavat tilannekuvan. Projektin tilannekuva yhdessä vastuuhenkilöiden näkemysten kanssa vaikuttavat esitettäviin korjaustoimenpiteisiin. Korjaavilla toimenpiteillä taas vaikutetaan tekemiseen, jolla projekti pidetään aikataulussa.

Viikoittain toistuvasta aikatauluohjausprosessista, siihen kuuluvista osa-alueista ja osa-alueisiin liittyvistä kehitysehdotuksista luotiin malli, joka esitetään kuvassa 12. Mallissa olevia kehitysehdotuksia käsiteltiin jo osin aiemmin haasteiden analysoinnin yhteydessä. Kehitysehdotukset koskevat aikatauluja, ohjeistusta, toimintatapoja, analytiikkaa ja

poikkeamien hallintaa. Aikataulut liittyvät korjaaviin toimenpiteisiin ja tekemiseen. Ohjeistus liittyy tekemiseen ja valmiusarviointiin. Toimintatavat vaikuttavat valmiusarviointiin ja raportointiin. Analytiikkaa hyödynnetään raportoinnissa ja tilannekuvan luomisessa. Poikkeamien hallinta liittyy tilannekuvaan ja korjaaviin toimenpiteisiin.



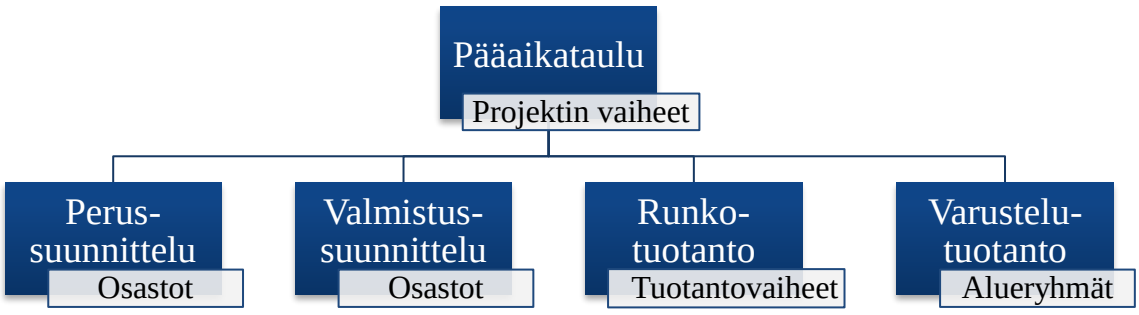
Kuva 12. Kärkiyrityksen aikatauluohjausprosessi ja kehitysehdotukset.

Telakalla luodaan autolauttaprojektille tyyppiaikataulut, jotka kattavat koko projektin kaikki vaiheet tehtäväkohtaisesti. Tyyppiaikataulussa tehtäville määritetään vakioajoitukset, kestot ja riippuvuudet. Aikatauluja hyödynnetään jo myyntiprojektivaiheessa, jolloin ne ovat valmiiksi kuormitettuja ennen toteutusprojektin alkua. Aikatauluja muokataan ja tarvittaessa tarkennetaan projektin edetessä.

Määrittämällä tyyppiaikatauluihin selkeästi eri tehtävien riippuvuudet, voidaan projektin ohjauksessa hyödyntää toimintaverkkoa. Toimintaverkossa yksittäisen tehtävän myöhästymisen vaikutukset muihin tehtäviin nähdään selkeämmin, kun aikataulussa näytetään kriittiset polut ja pelivarat. Toimintaverkkoa käyttämällä projektin ohjauksessa

voidaan yhdistää EVM-menetelmä ja kriittisten polkujen seuranta teorian suosittelemalla tavalla. Esimerkiksi PES-aikataulussa tärkeintä on muodostaa piirustusten ja tiedontarpeiden riippuvuudet eri suunnitteluosastojen välillä, kun taas varusteluaikataulussa työvaiheiden väliset riippuvuudet voidaan muodostaa alueittain.

Autolauttaprojektin aikataulurakenne ja suorituskyvyn mittauskohteet esitetään kuvassa 13. Aikataulurakenne perustuu käytössä olevaan projektiositukseen. Pääaikataulu koostuu projektin osa-aikatauluista, joita ovat PES, VAS, runkotuotanto ja varustelutuotanto. Varustelutuotannossa aluevarusteluaikataulun lisäksi luodaan tarkemmat erillisaikataulut esimerkiksi tankeille, akselilinjan asennukselle, käyttöönotoille ja merikokeille.



Kuva 13. Autolauttaprojektin aikataulurakenne ja mittauskohteet.

EVM-menetelmään perustuva koko projektin suorituskyvyn mittaaminen tapahtuu projektivaihekohtaisesti. Vaiheiden suunnitellut ja ansaitut valmiudet sekä käytetyt työtunnit johdetaan osa-aikatauluista, jolloin voidaan mitata koko projektia. Suunnittelussa suorituskyvyn mittaaminen tapahtuu osastokohtaisesti. Runkotuotannossa mittaaminen suoritetaan tuotantovaiheisiin perustuen. Varustelutuotannossa mittaaminen tehdään alueryhmäkohtaisesti. Lisäksi kaikissa projektin vaiheissa mitataan ulkoistettujen työkokonaisuuksien suorituskykyä.

Aikatauluihin liittyen projekteissa aletaan kuukausittain järjestää aikatauluennustepalaveria vastaavalla tavalla kuin kustannusennustepalaveria. Aikatauluennustepalavereissa

ennustetaan ja arvioidaan projektin mahdollisuuksia siirtyä seuraavaan vaiheeseen suunnitellusti. Näkyvissä olevat aikatauluongelmat ja tehtävät toimenpiteet kirjataan muistioon, joka jaetaan projektiorganisaatiolle ja linjaorganisaatiolle. Lisäksi palaverissa korjataan aikatauluissa esiintyviä virheitä ja päivitetään aikataulut vastaamaan projektin ajantasaista tilannetta. Vastuuhenkilöt suunnittelevat valmiiksi ehdotettavat muutokset, jotka toteutetaan yhdessä osastojen ja yhteistyökumppaneiden kanssa aikataulusta riippuen. Samalla tutkitaan aikataulumuutosten vaikutuksia resursointiin. Ennustepalaverissa käsiteltävät asiat vastaavat pitkälti teoreettisessa viitekehyksessä esiteltyjä kuukausiraportoinnin sisältämiä kohtia, joista kerrotaan työn teoriaosuuden kappaleessa 3.1.

Projektin aikataulut laitetaan telakan dokumentinhallintajärjestelmässä paikkaan, josta kaikki aikatauluja tarvitsevat toimijat pääsevät ne näkemään. Vastaavaan paikkaan laitetaan myös kaikkien yhteistyökumppaneiden aikataulut. Tällä lisätään verkoston avoimuutta ja luodaan kokonaisvaltainen kuva aikatauluista. Aikataulut päivitetään viikoittain dokumentinhallintajärjestelmään. Tehdyistä aikataulumuutoksista tiedotetaan kaikkia verkostossa toimivia yrityksiä, joihin kyseinen aikataulu vaikuttaa.

Nykyisestä ohjeistuksesta määritetään päivityksen tarpeessa olevat ohjeet. Lisäksi tutkitaan ohjeistuksen puutteet telakan omassa ja verkoston tekemisessä. Tunnistettujen puutteiden perusteella kehitetään ohjeistusta tärkeysjärjestyksessä. Valmiusraportoinnin ohjeistuksessa kaikille tehtävätyypeille määritetään 25 %:n välein valmiusasteet sidottuna tiettyihin tapahtumiin. Yksiköinä mitattavissa olevien tehtävien, kuten putkiasennuksen, valmiusasteen arviointiin luodaan mittarit. Ohjeistuksen ja mittareiden tarkoituksena on vähentää subjektiivista arviointia ja avustaa arvion tekemisessä.

Valmiuksien arvioinnissa ja niiden raportoinnissa siirrytään vakioituun toimintatapaan kaikissa projekteissa. Vakioitu toimintatapa selkeyttää ohjaustoimintaa. Telakan oman työn osalta edeltävän viikon ansaitut valmiudet käsitellään maanantaisin osastopalavereissa. Palavereissa tulee lisäksi sopia viikon aikana valmiiksi tehtävät työt. Palaverin perusteella osastovastaavat raportoivat ansaitut valmiudet vakioformaatissa dokumentinhallintajärjestelmään saman päivän aikana. Alihankitun työn osalta yhteistyökumppaneille luodaan raportointipohjat, johon alihankittavasta työstä raportoidaan

vastaavalla tavalla suunnitellut ja ansaitut valmiudet sekä toteutunut miehitys maanantaisin. Alihankittavasta työstä tulee olla raportoituna tehtävien painokertoimet ja miehityssuunnitelma ennen seurannan aloittamista.

Valmiuksien raportoinnin yhteydessä jokaiselle tehtäväriville syötetään ennuste työn alla olevien tehtävien valmistumisesta. Tämä runkotuotannon nykyinen toimintatapa laajennetaan siis käytettäväksi kaikkiin projektin vaiheisiin. Ennusteen avulla aikataulua katsotaan eteenpäin, ja ennusteisiin perustuen tehdään tarvittaessa muutoksia.

Uuden työajanseurantajärjestelmän käyttöönoton yhteydessä siirrytään tarkempaan tuntikulutuksen seurantaan. Seurantaa ja ennustamista varten PES-vaiheessa tunnit kirjataan jatkossa piirustuskohtaisesti, runkotuotannossa työpiste- ja lohkokohtaisesti sekä varustelutuotannossa aluekohtaisesti. Yhteistyökumppaneiden kanssa tulee neuvotella tuntien kirjaamisesta alihankittavissa työkokonaisuuksissa, kuten VAS-vaiheessa, jossa työ on kokonaan ulkoistettu. Kirjaamalla tunnit aiemmin mainitulla tavalla, voidaan suunnitellun ja saavutetun työtehokkuuden eroa tutkia esimerkiksi varusteluvaiheessa työvaihekohtaisesti. Tehokkuuden ollessa alle suunnitellun, pyritään tilannekohtaisesti löytämään keinot tehokkuuden parantamiselle. Tarkempi kirjaaminen auttaa lisäksi tulevien projektien työn kalkylointia ja hinnoittelua.

Analytiikkaa tullaan hyödyntämään tilannekuvan luomiseen, joka luodaan aikataulujen, raportoitujen valmiuksien ja tuntikirjausten perusteella. Analytiikkaohjelman avulla projekteille rakennetaan visualisoidut raporttinäkymät eli dashboardit. Ohjelma hakee raportin tiedot tietokannasta, jonne ansaitut ja suunnitellut valmiudet sekä tuntikulutus on siirretty. Ehdotus projektin PES-vaiheen visualisoidusta raportista esitetään liitteessä 2.

Visualisoidussa raportissa esitetään kuvailtavasta vaiheesta riippuen tärkeimmät asiat. Liitteen 2 ehdotuksen mukaisesti PES-vaiheessa kuvataan suunniteltu ja ansaittu valmius, käytetyt tunnit kokonaisbudjetista, S-käyrät, CPI- ja SPI(t)-arvot kumulatiivisena trendinä, luokituslaitoksen hyväksymät piirustukset kaikista suunniteltavista piirustuksista, suunnitellut ja toteutuneet lähetykset luokituslaitokselle, tulevat määräpäivät ja myöhässä olevat piirustukset sekä myöhässä olevien piirustusten määrä ja osuus osastoittain.

Visualisoitua raporttia voidaan tutkia paikasta riippumatta ja se saadaan tarvittaessa jaettua yhteistyökumppaneille.

Visualisoitujen raporttinäkymien lisäksi projektin vaiheille luodaan teoreettisessa viitekehyksessä esitellyn kuvan 10 kaltaiset ES-raportit. Raportista nähdään kumulatiiviset ja viimeisimmän ajanjakson tiedot suunnitellulle ja toteutuneelle aikataululle, aikataluerosta kertova SV(t) ja aikataulutehokkuusindeksi SPI(t). Raportissa kerrotaan myös nykyiseen aikataulutehokkuuteen perustuva ennuste kokonaiskestolle EAC(t) sekä sen ero VAC(t) suunniteltuun kokonaiskestoon. Raportissa esitettävät kokonaisuudet vastaavat aiemmin kerrottuja kuvassa 13 esiteltyjä mittauskohteita.

Projektien viikkopalaverit järjestetään tiistaisin, jolloin käytössä on edeltävän viikon toteumatiedot. Palavereissa käsitellään projektin tilannetta ja ajankohtaisia asioita sekä tehdään päätökset korjaavista toimenpiteistä. Havaittujen aikataulupoikkeamien ja korjaavien toimenpiteiden hallintaa varten otetaan käyttöön poikkeamatyökalu. Kuvassa 14 esitetään malli poikkeamatyökalulle. Työkaluun kirjataan poikkeama, kriittisyys, syy, toimenpide, vastuullinen henkilö, aikamääre, tilanne ja tulos.

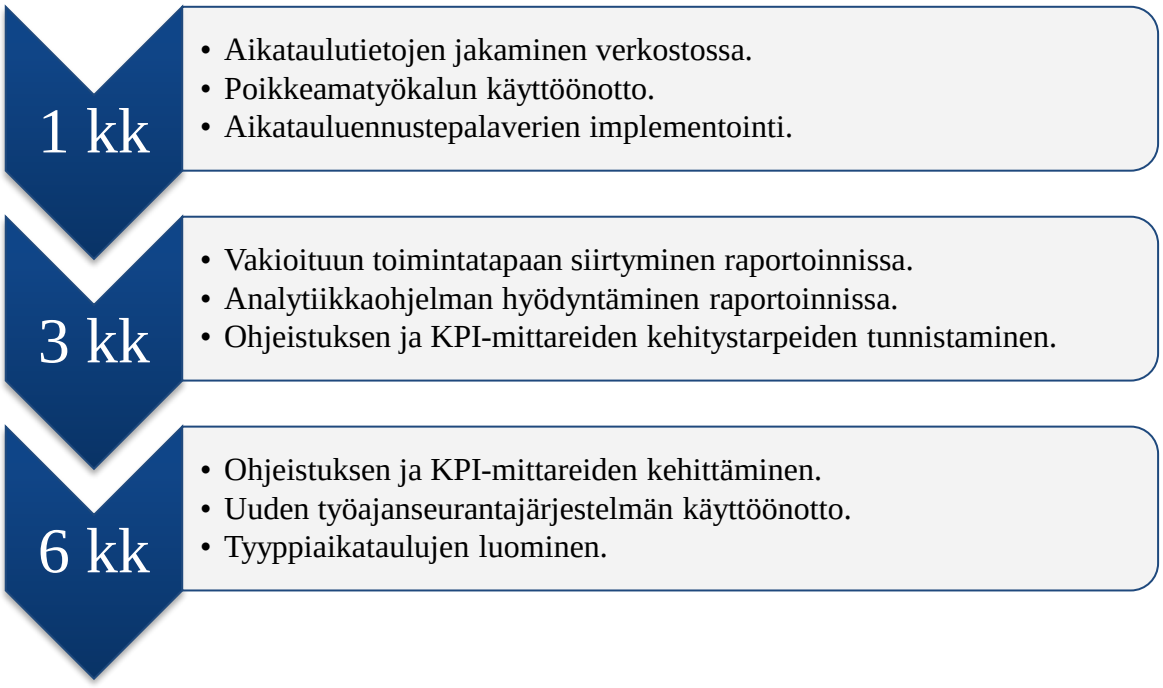
Poikkeama	Kriittisyys	Syy	Toimenpide	Vastuullinen	Aikamääre	Tilanne	Tulos
A	5			NN1	5.2.2020	Kesken	
B	5			NN1	5.2.2020	Valmis	
C	4			NN1	12.2.2020	Kesken	
D	3			NN3	12.2.2020	Kesken	
E	3			NN6	12.2.2020	Kesken	
F	3			NN2	12.2.2020	Kesken	
G	3			NN6	12.2.2020	Kesken	
H	2			NN2	12.2.2020	Kesken	
I	2			NN5	19.2.2020	Aloittamatta	
J	2			NN7	12.2.2020	Aloittamatta	
K	2			NN2	19.2.2020	Aloittamatta	
L	1			NN4	26.2.2020	Aloittamatta	
M	1			NN6	19.2.2020	Aloittamatta	
N	1			NN5	19.2.2020	Kesken	

Kuva 14. Poikkeamatyökalu.

Havaittujen poikkeamien kirjaaminen sekä vastuullisen henkilön ja aikataulun määrittäminen varmistavat, että poikkeamiin puututaan riittävällä tavalla. Kriittisyyttä arvioidaan asteikolla 1–5, jossa viisi on kriittisin. Keskittyminen kriittisimpien poikkeamien korjaamiseen on tärkeintä, minkä takia ne nousevat listan kärkeen. Syyn tunnistaminen ja

korjaavan toimenpiteen kirjaaminen auttavat poikkeaman ratkaisussa. Tilannetiedon perusteella tilanteen väri muuttuu. Tulokseen kirjataan toimenpiteellä saavutettu lopputulos. Työkalussa olevat tiedot voidaan siirtää projektin visualisoituun raporttinäkymään, jolloin poikkeamat voidaan tehokkaasti viestiä sekä projektiorganisaation sisällä että sen ulkopuolelle.

Edellä kerrotuille toimenpiteille ehdotetaan kuvassa 15 näkyvää aikataulua. Toimenpiteet ajoitetaan tehtäväksi kolmessa eri vaiheessa. Ensimmäiseen vaiheeseen ajoitetaan nopeasti toteutettavissa olevat toimenpiteet. Aikataulutietojen jakamisesta verkostossa ja aikataulujen tallentamisesta dokumentinhallintajärjestelmään vastaa telakan toiminnanohjausosasto yhteistyössä muiden verkostoyritysten kanssa. Poikkeamatyökalun käyttöönotosta ja sen päivittämisestä projektin eri vaiheissa vastaa kokonaisuutta ohjaava toiminnanohjaaja. Aikatauluennustepalavereiden implementoinnin hoitaa projektipäällikkö yhteistyössä projektista vastaavan toiminnanohjaajan kanssa.



Kuva 15. Kehitystoimenpiteiden aikataulu.

Toisen vaiheen toimenpiteet toteutetaan kolmen kuukauden kuluessa. Raportoinnissa vakioituun toimintatapaan siirtymisestä vastaa telakan toiminnanohjausosasto, joka luo

tarvittavat raportointipohjat ja ohjeistuksen raportointiin. Telakan tietotekniikkaosasto vastaa tietokannan rakentamisesta analytiikkatyökalua varten. Visualisoidut raporttinäkymät suunnitellaan niitä käyttävien vastuuhenkilöiden, toiminnanohjausosaston ja tietotekniikkaosaston yhteistyönä. Raporttinäkymien rakentamisesta vastaa tietotekniikkaosasto. Laatuosasto vastaa ohjeistuksen ja toiminnanohjausosasto KPI-mittareiden kehitystarpeiden suunnittelusta sekä kehittämisestä yhteistyössä niitä käyttävien tahojen kanssa. Kehitystarpeiden suunnittelu tehdään kolmen kuukauden kuluessa ja kehittämistyö kuuden kuukauden aikana. Kehitetyt KPI-mittarit lisätään aiemmin luotuihin raporttinäkymiin.

Kolmannen vaiheen toimenpiteet vaativat enemmän aikaa, joten niiden toteuttamiseen varataan kuusi kuukautta. Tällaisia ovat ohjeistuksen ja KPI-mittareiden kehittämisen lisäksi uuden työajanseurantajärjestelmän käyttöönotto ja tyyppiaikataulujen luominen. Työajanseurantajärjestelmän käyttöönotosta päävastuu on tietotekniikkaosastolla ja talousosastolla. Tyyppiaikataulujen luomisesta vastaa toiminnanohjausosasto yhteistyössä aikatauluja käyttävien suunnittelu- ja tuotanto-osastojen kanssa. Tyyppiaikataulujen luomisessa työläintä on PES-vaiheen osastojen välisten tiedontarpeiden määrittäminen ja synkronointi. Varusteluvaiheessa työläintä on erilaisten alueiden tyypillisten riippuvuussuhteiden ja kestojen tunnistaminen. Tyyppiaikataulut jatkojalostetaan nykyään käytössä olevista aikatauluista.

Ehdotettujen kehitystoimenpiteiden lisäksi telakan tulee puuttua muihinkin tutkimuksessa esiin tulleisiin haasteisiin niin yrityksen omassa toiminnassa kuin verkostotasolla. Telakan tulee parantaa kykyään koordinoida projektiverkostoa, jotta kaikki toimijat tekevät oikeita asioita oikeaan aikaan. Tämä vaatii telakan organisaation vahvistamista ja projektinhallinnan työkalujen kehittämistä. Ensisijaisesti täytyy keskittyä korjaamaan nykyisten työkalujen rajapintaongelmat. Jatkossa on tärkeää hankkia sellaisia työkaluja, jotka soveltuvat laivanrakennukseen ja toimivat tehokkaasti verkostomaisessa toimintaympäristössä.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

7.1 Tutkimuksen johtopäätökset

Työn tarkoituksena oli parantaa laivanrakennusprojektien ennustettavuutta verkostotasolla. Projektien ennustettavuutta pyrittiin parantamaan kehittämällä tutkimuskohteena olevan verkoston kärkiyrityksen aikataulu- ja kustannusohjausta sekä ennustamista. Tutkimusongelman pohjalta asetettiin kolme tutkimuskysymystä. Ensimmäinen tutkimuskysymys ratkaistiin luomalla projektien ohjauksen ja ennustamisen teoreettinen viitekehys alan kirjallisuuden ja aiemman tutkimuksen avulla. Toinen ja kolmas tutkimuskysymys ratkaistiin hyödyntämällä tapaustutkimusta yritysverkoston nykytilan selvittämiseen ja kehitysehdotusten luomiseen. Työn tutkimuskysymykset ja niiden vastaukset esitetään tiivistetysti seuraavaksi.

1. *Millaisia teoreettisia malleja projektien ohjaukseen ja ennustamiseen on luotu?*

Projektien ohjaus perustuu aikataulu- ja kustannusraportointiin sekä raporteista havaittuihin poikkeamiin suhteessa suunniteltuun. Raportoinnin tulee perustua ennakointiin, jotta tuleviin poikkeamiin voidaan reagoida mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Aikataulu- ja kustannusohjaus yhdistetään EVM-menetelmällä, joka toimii takaisinkytkentänä projektin ohjauksen ja suunnittelun välillä.

Projektin ohjausta tulee toteuttaa samanaikaisesti ylhäältä alaspäin EVM-menetelmällä sekä alhaalta ylöspäin kriittisen polun menetelmällä. EVM-menetelmällä seurataan projektin suorituskykyä ja sen perusteella tutkitaan yksittäisiä tehtäviä. Kriittisen polun menetelmällä seurataan yksittäisiä tehtäviä ja tutkitaan niiden vaikutuksia projektin suorituskykyyn.

EVM-suorituskykymittareita hyödynnetään projektin lopputuloksen ennustamiseen. Ennustamista tehdään yleisesti kolmella eri laskukaavalla, jotka huomioivat aiemmin toteutuneen tehokkuuden vaikutuksen jäljellä olevaan työhön eri tavoin. Aikatauluohjaukseen ja -ennustamiseen käytetään tuloksen arvosta jatkojalostettua ES-

menetelmää, jolla voidaan ennustaa jäljellä olevaa aikataulua tarkemmin kuin perinteisellä EVM-menetelmällä.

2. *Miten tutkitussa yritysverkostossa projekteja ohjataan ja ennustetaan?*

Verkostossa tehdyn tapaustutkimuksen perusteella voidaan todeta verkoston aikatauluohjauksen menetelmien riippuvan projektin vaiheesta. Suunnittelu- ja tuotantovaiheissa käytetään hieman erilaisia ohjausmenetelmiä. Yritysten väliset erot eivät kuitenkaan ole suuria. Kärkiyritys ulkoistaa merkittävän osan suunnittelutyöstään ja lähes kaiken tuotantotyön verkostoyrityksille. Verkostoyritykset taas ulkoistavat työtä omille alihankkijoilleen. Toimintamallissa tiedonvälityksen ja työn koordinoinnin merkitys korostuu.

Kustannusohjauksen menetelmät riippuvat yrityksen harjoittamasta liiketoiminnasta. Kärkiyrityksen, kokonaistoimittajan ja järjestelmätoimittajan kustannuksista merkittävä osa sitoutuu materiaalihankintoihin ja alihankittavaan työhön. Hankintoihin sitoutuneita kustannuksia verrataan kustannuskohteelle varattuun budjettiin. Suunnittelutoimistojen ja työalihankintatoimittajan kustannukset ovat suurelta osin työkustannuksia, joten ne seuraavat tarkasti työtuntien kertymistä suhteessa budjetoituun tuntimäärään.

Suunnittelu- ja tuotantovaiheissa järjestetään viikoittaisia palavereita, joissa käsitellään ansaittuja valmiuksia, kohdattuja ongelmia ja muita ajankohtaisia asioita. Palaverien tarkoitus on puuttua havaittuihin poikkeamiin ja päättää korjaavista toimenpiteistä. Kaikki yritykset painottavat korjaavien toimenpiteiden olevan tilannekohtaisia.

Verkostossa aikataulu- ja kustannusennustaminen perustuvat inhimilliseen pääomaan. Ennusteiden tarkkuuteen vaikuttavat ennustamista tekevien henkilöiden näkemys, kokemus ja osaaminen. Kaikissa verkostoyrityksissä negatiiviset ennusteet johtavat korjaaviin toimenpiteisiin. Negatiivisiin ennusteisiin ja poikkeamiin reagoiminen mahdollisimman nopeasti riittävillä toimenpiteillä koetaan tärkeäksi jokaisessa yrityksessä.

3. *Miten yritysverkoston projektien ohjausta ja ennustettavuutta voidaan kehittää?*

Tapaustutkimuksen tuloksena selvisi, että yritysverkostossa kohdatut haasteet liittyvät pääosin verkoston aikatauluohjaukseen ja -ennustamiseen. Yritysverkoston kärkiyritys vastaa verkoston ohjauksesta ja laivanrakennusprojektin kokonaisuuden hallinnasta. Tästä syystä kehittämistoimenpiteet kohdistetaan kärkiyritykseen. Vaikka kehitysehdotukset koskevat kärkiyritystä, voidaan näitä ehdotuksia hyödyntää muissakin verkostoyrityksissä soveltuvin osin.

Nykytila-analyysin perusteella luotiin malli kärkiyrityksen aikatauluohjausprosessista, joka sisältää viisi osa-aluetta: tekeminen, valmiusarviointi, raportointi, tilannekuvan luominen ja korjaavat toimenpiteet. Kehitysehdotukset kohdistetaan näihin osa-alueisiin, ja ne liittyvät aikatauluihin, ohjeistukseen, toimintatapoihin, analytiikkaan ja poikkeamien hallintaan.

Kärkiyritykselle luodaan autolauttaprojekteja varten tyyppiaikataulut, joissa hyödynnetään toimintaverkkoa. Aikatauluja päivitetään nykyistä useammin, jotta ne vastaavat ajantasaista tilannetta. Kaikkien toimijoiden aikataulut laitetaan yhteiseen paikkaan, josta tiedot ovat saatavilla niitä tarvitseville. Ohjeistuksella ja toimintatavoilla standardoidaan verkoston toimintaa. Analytiikkaa hyödynnetään tilannekuvan luomisessa ja raportoinnin automatisoinnissa. Poikkeamien hallintaa varten otetaan käyttöön poikkeamatyökalu kaikissa projekteissa.

7.2 Pohdinta

Diplomityölle asetettiin tavoitteeksi selvittää, miten laivanrakennusprojektien ennustettavuutta voidaan parantaa. Tutkimustavoitteen vuoksi nykytila-analyysi suoritettiin teoriaohjaavasti. Tavoitteena ei ollut testata teoreettisen viitekehyksen toimivuutta tai luoda yritysverkoston käyttämien menetelmien pohjalta uutta teoreettista mallia, vaan tarkoituksena oli tutkia verkostossa käytettäviä menetelmiä ja kohdattuja haasteita aineistolähtöisesti. Tutkimuksessa huomioitiin kuitenkin aiheen vahva teoreettinen tausta.

Tutkimus toteutettiin haastattelemalla kärkiyrityksen toteutuksen alla olevien projektien projektipäälliköitä sekä aikataulu- ja kustannusohjauksesta vastaavia henkilöitä.

Kärkiyrityksen toimintamallin takia tutkimus ulotettiin koskemaan verkostotasoa. Tutkittaviksi verkostoyrityksiksi valittiin kärkiyrityksen merkittävimpiä yhteistyökumppaneita sekä suunnittelu- että tuotantovaiheesta. Tällä tavoin saatiin selville verkostossa käytettävät ohjausmenetelmät sekä verkoston ohjaustoimintaan liittyvät haasteet projektien eri vaiheissa.

Tutkimuksen pohjalta tehdyn nykytila-analyysin oikeellisuus varmistettiin lähettämällä yrityskohtaiset analyysit tietolähteille. Lisäksi aineistoa vahvistettiin aineistotriangulaatiolla yhdistämällä haastattelut osallistuvaan havainnointiin. Havainnoinnilla tutkittiin syvemmin yritysverkoston kärkiyrityksen ohjaustoimintaa sisäisesti ja verkostotasolla.

Haastatteluissa ja havainnoinnilla ilmenneisiin haasteisiin ja ongelmiin puututtiin luomalla ohjaustoiminnan kehitysehdotukset. Kehitysehdotusten tekemisen tueksi suoritettiin vertailuanalyysi. Vertailukohteeksi valikoitiin yksi Suomen suurimmista infrastruktuurihankkeista, johon osallistuu useita eri toimijoita. Yritysverkoston käyttämiä ohjausmenetelmiä verrattiin benchmarking-kohteessa käytettäviin menetelmiin. Kehitysehdotukset muodostettiin lopulta yhdistämällä teoreettinen viitekehys yritysverkostossa ja vertailuanalyysissa tunnistettuihin parhaisiin käytäntöihin.

Kärkiyrityksessä suunnitellaan uuden työajanseurantajärjestelmän käyttöönottoa. Asia huomioitiin ehdottamalla uudessa järjestelmässä siirtymistä tarkempaan tuntiseurantaan, mikä vastaisi muiden verkostoyritysten toimintatapoja ja teoreettisessa viitekehyksessä esitettyä. Samalla työkustannusten tarkempi seuranta tukisi projektien ennustamista toteutuksen aikana ja se kerryttäisi tarkempaa tietoa työkustannuksista tulevia projekteja varten.

Diplomityön aikana kärkiyritykseen hankittiin analytiikkaohjelmisto, jota suositellaan käytettäväksi projektien aikataulu- ja kustannusraportoinnin tukena. Analytiikalla visualisoidaan raportteja, jolloin niistä saadaan informatiivisempia. Visuaalisilla raporttinäytöillä projektien tilanteesta saadaan nopeasti hyvä yleiskuva, mikä auttaa kärkiyritystä erityisesti nykyisessä moniprojektiympäristössä.

Tutkimuksessa ei ollut mahdollista tutkia kaikkia laivanrakennusprojektiin osallistuvia yrityksiä. Tulokset olisivat todennäköisesti muuttuneet, jos tutkittaviksi yrityksiksi olisi valittu pienempiä yrityksiä. Näiden käyttämät ohjausmenetelmät eivät välttämättä vastaa yhtä hyvin teoreettista viitekehystä kuin työssä tutkituilla suuremmilla yrityksillä.

Kärkiyrityksen nykytila-analyysissa hyödynnettiin tutkituista yrityksistä ainoana osallistuvaa havainnointia. Havainnointi muissakin verkostoyrityksissä olisi vahvistanut saavutettujen tutkimustulosten reliabiliteettia. Tämä ei kuitenkaan ollut mahdollista työn rajallisen aikataulun takia.

Tutkimusta tehtäessä kärkiyritys oli toimittanut aiemmin ainoastaan yhden uudisrakennusprojektin. Toteutuksessa olevista kahdesta uudisrakennusprojektista toinen oli siirtynyt tuotantovaiheeseen ja toinen oli suunnitteluvaiheessa. Edellä mainitut asiat aiheuttivat rajoitteita tutkimukselle, koska sitä ei voinut perustaa laajoihin kvantitatiivisiin aineistoihin. Ensimmäisen uudisrakennusprojektin jälkeen muutettiin toimintatapoja, joita ei vielä oltu riittävästi testattu uudemmissa projekteissa. Kärkiyritys kehittää toimintaansa jatkuvasti yhteistyössä verkostokumppaniensa kanssa, siksi osa ilmenneistä haasteista ja ongelmista onnistuttiin ratkaisemaan ennen tutkimuksen valmistumista. Suurimmat haasteet liittyvät kuitenkin tiedottamiseen, ohjeistukseen ja käytettäviin työkaluihin, joihin tämä työ tarjoaa ratkaisuja. Tutkimuksessa ratkaistiin asetetut tutkimuskysymykset, minkä tuloksena verkoston kärkiyritykselle ehdotettiin toimenpiteitä, joilla laivanrakennusprojektien ennustettavuutta voidaan parantaa. Täten diplomityö täytti sille alussa asetetun päätavoitteen.

Diplomityön tekemisen aikana tunnistettiin useita mielenkiintoisia jatkotutkimusaiheita, jotka eivät kuuluneet tämän tutkimuksen rajauksiin. Verkostomaisessa toimintamallissa eri osapuolten välisen viestinnän, tiedottamisen ja tiedonhallinnan merkitys korostuu. On tärkeää tutkia, miten näitä asioita voitaisiin kehittää verkostotasolla. Tässä työssä esitetyt toimenpiteet parantavat projekteista saatavaa tilannekuvaa, mutta tiedonhallintaan ei otettu tarkemmin kantaa.

Nykyisin projektien ennustamista tehdään perustuen ihmisten henkilökohtaiseen tai kollektiiviseen näkemykseen, kokemukseen ja osaamiseen. Ennustamista tulee tukea

tietotekniikan avulla, sillä erityisesti koneoppiminen voi tarjota ennustamiseen uusia mahdollisuuksia. Tämä vaatii riittävän määrän laadukasta dataa, jonka perusteella ohjelmisto oppii. Koneoppimisen mahdollisuuksia laivanrakennuksessa kannattaa siis tutkia.

Projektien karkea- ja hienokuormituksen kehittämisen mahdollisuuksia tulee selvittää. Yhtenä parannusehdotuksena on hankkia tai kehittää sellainen projektinhallintaohjelma, jolla muutosten vaikutuksia kuormitukseen ja resursointitarpeeseen voidaan simuloida ja visualisoida käytössä olevaa ohjelmaa paremmin. Kuormituksen- ja resurssienhallinta korostuu nykyisessä tilanteessa, jossa ollaan siirrytty moniprojektiympäristöön. Muutokset yhdessä projektissa vaikuttavat myös muihin projekteihin. Tästä syystä moniprojektihallinnan ja -johtamisen menetelmiä pitäisi lisäksi tutkia.

Mahdollisuuksia runkotuotannon työnsuunnittelun automatisointiin kannattaa myös tutkia. Lohkotuotantoon voitaisiin hankkia tai luoda työkalu, jolla simuloitaisiin lohkojen tuotantoaikataulua. Lohkot siirtyvät osalohkovalmistuksesta suurlohkovalmistukseen ja maalaukseen. Lohkosiirtojen ja tilavarausten tutkimiseen tällainen simulointityökalu olisi hyvä lisä. Nykyään lohkotehtaan tilasuunnitelma joudutaan tekemään manuaalisesti.

Projektien suorituskyvyn mittaus perustuu luotuun toteutusaikatauluun ja budjettiin. Budjetti taas perustuu myyntiprojektivaiheen kalkyyliin. Myyntivaiheessa väärin kalkyloitua projektia ei pelasta edes erinomainen seuranta, raportointi tai ennustaminen. Tästä syystä projektien hinnoittelua ja kalkylointia täytyy kehittää. Parempaan hinnoitteluun päästään käyttämällä parempia tunnuslukuja, joiden kerryttäminen liittyy vahvasti projektien toteutusvaiheessa kerättävään dataan ja projektien päättämisen jälkeen tehtävään jälkilaskentaan. Kalkylointi, seuranta ja jälkilaskenta linkittyvätkin toisiinsa. Näiden kokonaisvaltainen kehittäminen on tärkeää projektien taloudellisen onnistumisen kannalta.

LÄHTEET

Acebes, F., Pajares, J., Galán, J., López-Paredes, A. 2013. Beyond Earned Value Management: A Graphical Framework for Integrated Cost, Schedule and Risk Monitoring. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 74, s. 181–189.

Anbari, F. 2003. Earned Value Project Management Method and Extensions. *Project Management Journal*, Vol. 34(4), s. 12–23.

Ali-Yrkkö, J. 2009. ”Ulkoistusten tavoitteet – suomalaisyritykset osaamista ostamassa” teoksessa Valkokari, K., Hyötyläinen, R., Kulmala, H., Malinen, P., Möller, K. & Vesalainen, J. (toim.), Verkostot liiketoiminnan kehittämisessä. Helsinki, WSOYpro. 241 s.

Artto, K., Eloranta, K. & Kujala, J. 2008a. Subcontractors' business relationships as risk sources in project networks. *International Journal of Managing Projects in Business*, Vol. 1(1), s. 88–105.

Artto, K., Martinsuo, M. & Kujala, J. 2008b. Projektiliiketoiminta. WSOY, Helsinki. 417 s.

Bachér, H. 2000. ”Erittelyt” teoksessa Räisänen, P. (toim.), Laivatekniikka. 2. uudistettu painos. Turku, Turun Ammattikorkeakoulu. 770 s.

Batselier, J. & Vanhoucke, M. 2015a. Evaluation of deterministic state-of-the-art forecasting approaches for project duration based on earned value management. *International Journal of Project Management*, Vol. 33(7), s. 1588–1596.

Batselier, J. & Vanhoucke, M. 2015b. Empirical evaluation of earned value management forecasting accuracy for time and cost. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 141(11)

Benchmarking-hanke. 2020. Benchmarking-hankkeen verkkosivut. [verkkodokumentti] [viitattu 1.2.2020] Saatavilla: Luottamuksellinen

Bovteev, S. & Petrochenko, M. 2015. Method "Earned Value Management" for Timescale Controlling in Construction Projects. *Applied Mechanics and Materials*, Vols. 725–726, s. 1025–1030.

Chen, H., Chen, T. & Lin, Y. 2016. Earned value project management: Improving the predictive power of planned value. *International Journal of Project Management*, Vol. 34(1), s. 22–29.

Christensen, D. 1994. Using Performance Indices to Evaluate the Estimate at Completion. *The Journal of Cost Analysis*, Vol. 11(1), s. 17–23.

Christensen-Day, C. 2010. Earned Value on Fixed-Price Projects. *Cost Engineering*, Vol. 52(10), s.12–17.

Cioffi, D. 2005. A tool for managing projects: an analytic parameterization of the S-curve. *International Journal of Project Management*, Vol. 23, s. 215–222.

Cioffi, D. 2006. Designing project management: A scientific notation and an improved formalism for earned value calculations. *International Journal of Project Management*, Vol. 24, s. 136–144.

Eskola, J. & Suoranta, J. 2014. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. 10. uudistettu painos. Tampere, Vastapaino. 268 s.

Fafandjel N., Zamarin, A. & Hadjina, M. 2010. Shipyard production cost structure optimisation model related to product type. *International Journal of Production Research*, Vol. 48(5), s. 1479–1491.

Fleming, Q. & Koppelman, J. 2010. Earned Value Project Management. 4. uudistettu painos. Newtown Square, Project Management Institute, Inc. 231 s.

Goodpasture, J. 2004. Quantitative methods in project management. Boca Raton, J. Ross Publishing, Inc. 288 s.

Gustafsson, J. 2000. ”Terästuotantoprosessi” teoksessa Räisänen, P. (toim.), Laivatekniikka. 2. uudistettu painos. Turku, Turun Ammattikorkeakoulu. 770 s.

Han, D., Yang, B., Li, J., Sun, M., Zhou, Q. & Wang, J. 2017. A three-layer parallel computing system for shipbuilding project scheduling optimization. *Advances in Mechanical Engineering*, Vol. 9(10), s. 1–17.

Harland, C., Lamming, R., Zheng, J. & Johnsen, T. 2001. A Taxonomy of Supply Networks. *The Journal of Supply Chain Management*, Vol. 37(3), s. 21–27.

Hellgren, B. & Stjernberg, T. 1995. Design and implementation in major investments – A project network approach. *Scandinavian Journal of Management*, Vol. 11(4), s. 377–394.

Henderson, K. 2003. Earned Schedule: A Breakthrough Extension to Earned Value Theory? A Retrospective Analysis of Real Project Data. *The Measurable News*, Summer, s. 13–23.

Henderson, K. 2004. Further Developments in Earned Schedule, *The Measurable News*, Spring, s. 15–22.

Holmström, J. 2000. ”Varustelu” teoksessa Räisänen, P. (toim.), Laivatekniikka. 2. uudistettu painos. Turku, Turun Ammattikorkeakoulu. 770 s.

Jaatinen, J. 2000. ”Laivaprojektin hyväksyttäminen ja luovuttaminen” teoksessa Räisänen, P. (toim.), Laivatekniikka. 2. uudistettu painos. Turku, Turun Ammattikorkeakoulu. 770 s.

Järjestelmätoimittaja. 2020. Järjestelmätoimittajan verkkosivut. [verkkodokumentti] [viitattu 1.2.2020] Saatavilla: Luottamuksellinen

Järvenpää, M., Länsiluoto, A., Partanen, V. & Pellinen, J. 2010. Talousohjaus ja kustannuslaskenta. Helsinki, WSOYpro. 452 s.

Kajüter, P & Kulmala, H. 2005. Open-book accounting in networks: Potential achievements and reasons for failures. *Management Accounting Research*, Vol. 16(2), s. 179–204.

Kananen, J. 2013. Case-tutkimus opinnäytetyönä. Jyväskylä, Jyväskylän ammattikorkeakoulu. 152 s.

Kerzner, H. 2017. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. 12. uudistettu painos. Hoboken, John Wiley & Sons, Inc. 848 s.

Kim, C. & Park, K. 2017. An analysis on the causal relationship between freight rate and newbuilding orders. *Journal of Korea Trade,* Vol. 21(1), s. 22–37.

Kokonaistoimittaja. 2020. Kokonaistoimittajan verkkosivut. [verkkodokumentti] [viitattu 1.2.2020] Saatavilla: Luottamuksellinen

Kosola, P. 2000a. ”Perussuunnittelu” teoksessa Räisänen, P. (toim.), Laivatekniikka. 2. uudistettu painos. Turku, Turun Ammattikorkeakoulu. 770 s.

Kosola, P. 2000b. ”Valmistussuunnittelu” teoksessa Räisänen, P. (toim.), Laivatekniikka. 2. uudistettu painos. Turku, Turun Ammattikorkeakoulu. 770 s.

Kulmala, H. 2004. Developing cost management in customer–supplier relationships: three case studies. *Journal of Purchasing and Supply Management*, Vol. 10(2), s. 65–77.

Kuster, J., Huber, E., Lippman, R., Schmid, A., Schneider, E., Witschi, U. & Wüst, R. 2015. Project Management Handbook. Heidelberg, Springer-Verlag. 449 s.

Kärkiyritys. 2019. Kärkiyrityksen verkkosivut. [verkkodokumentti] [viitattu 17.12.2019] Saatavilla: Luottamuksellinen

Kärkiyritys. 2020. Laivanrakennusprosessi – prosessivaiheet. [intranet-dokumentti] [viitattu 9.2.2020] Saatavilla: Luottamuksellinen

Laine, M., Bamberg, J. & Jokinen, P. 2007. Tapaustutkimuksen taito. Helsinki, Gaudeamus Helsinki University Press. 300 s.

Lambert, D. & Cooper, M. 2000. Issues in Supply Chain Management. *Industrial Marketing Management*, Vol. 29(1), s. 65–83.

Lee, W. 2010. Manager's challenges – managing constraints. [verkkodokumentti] [viitattu 4.2.2020] Saatavilla: https://www.pmi.org/learning/library/managing-challenges-triple-constraints-6884

Lester, A. 2014. Project Management, Planning and Control. 6. uudistettu painos, Kidlington, Elsevier Ltd. 592 s.

Lipke, W. 2003. Schedule is Different. *The Measurable News*, March, s. 10–15.

Lipke, W. & Henderson, K. 2006. Earned Schedule: An Emerging Enhancement to Earned Value Management. *CrossTalk: The Journal of Defense Software Engineering*, Vol. 19(11), s. 26–30.

Lipke, W., Zwikael, O., Henderson, K. & Anbari, F. 2009. Prediction of project outcome: The application of statistical methods to earned value management and earned schedule performance indexes. *International Journal of Project Management*, Vol. 27(4), s. 400–407.

Lombard, P. 2014. ”Project Cost Management in Practice” teoksessa Dinsmore, P. & Cabanis-Brewin, J., The AMA handbook of project management. 4. uudistettu painos. New York, Amacom Books. 576 s.

Marshall, R. 2005. The Case for Earned Value Management with Fixed-Price Contracts. *Contract Management*, Vol. 45(10), s. 30–34.

Marshall, R., Ruiz, P. & Bredillet, C. 2008. Earned value management insights using inferential statistics. *International Journal of Managing Projects in Business*, Vol.1(2), s. 288–294.

Marshall, R. 2010. Earned value management: Does the Obama administration’s contracting policy obviate its use?. *Contract Management*, Vol. 50(3), s. 16–20.

Martinelli, R. & Milosevic, D. 2016. Project Management Toolbox. 2. uudistettu painos. Hoboken, John Wiley & Sons, Inc. 450 s.

Munier, N. 2013. Project Management for Environmental, Construction and Manufacturing Engineers. Dordrecht, Springer Science+Business Media. 250 s.

Möller, K. & Rajala, A. 2007. Rise of strategic nets – New modes of value creation. *Industrial Marketing Management*, Vol. 36(7), s. 895–908.

Möller, K. & Rajala, A. 2009. ”Strategiset liiketoimintaverkot – hyödyt ja haasteet” teoksessa Valkokari, K., Hyötyläinen, R., Kulmala, H., Malinen, P., Möller, K. & Vesalainen, J. (toim.), Verkostot liiketoiminnan kehittämisessä. Helsinki, WSOYpro. 241 s.

Pelin, R. 2011. Projektihallinnan käsikirja. 7. uudistettu painos. Helsinki, Projektijohtaminen Oy. 400 s.

PMI. 2011. Practice standard for earned value management. 2. uudistettu painos. Newtown Square, Project Management Institute, Inc. 153 s.

PMI. 2013. A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide). 5. uudistettu painos. Newtown Square, Project Management Institute, Inc. 589 s.

PMI. 2017. A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide). 6. uudistettu painos. Newtown Square, Project Management Institute, Inc. 726 s.

Rolstadås, A. 2004. ”Time and Cost” teoksessa Morris, P. & Pinto, J. (toim.), The Wiley guide to managing projects. Hoboken, John Wiley & Sons, Inc. 1440 s.

Rotkirch, C. 2000. ”Alihankinta ja ostot” teoksessa Räisänen, P. (toim.), Laivatekniikka. 2. uudistettu painos. Turku, Turun Ammattikorkeakoulu. 770 s.

Ruuska, K. 2007. Pidä projekti hallinnassa. 6. uudistettu painos. Helsinki, Talentum. 302 s.

Ruuska, I., Artto, K., Aaltonen, K. & Lehtonen, P. 2009. Dimensions of distance in a project network: Exploring Olkiluoto 3 nuclear power plant project. *International Journal of Project Management*, Vol. 27(2), s. 142–153.

Sandhu, M. & Helo, P. 2006. A network approach to project business analysis. *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 13(6), s. 600–615.

Sandhu, M., Shamsuzzoha, A. & Helo, P. 2018. Does outsourcing always work? A critical evaluation for project business success. *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 25(7), s. 2198–2215.

SFS-ISO 21500. 2012. Ohjeita projektinhallinnasta. Helsinki, Suomen Standardoimisliitto SFS ry. 86 s.

Slack, N., Brandon-Jones, A. and Johnston, R. 2013. Operations Management. 7. uudistettu painos. Harlow, Pearson Education Limited. 733 s.

Snyder, C. 2018. A project manager's book of tools and techniques: a companion to the PMBOK Guide. 6. uudistettu painos. Hoboken, John Wiley & Sons, Inc. 224 s.

Suunnittelutoimisto A. 2020. Suunnittelutoimiston A verkkosivut. [verkkodokumentti] [viitattu 1.2.2020] Saatavilla: Luottamuksellinen

Suunnittelutoimisto B. 2020. Suunnittelutoimiston B verkkosivut. [verkkodokumentti] [viitattu 1.2.2020] Saatavilla: Luottamuksellinen

Tonchia, S. 2018. Industrial Project Management: International Standards and Best Practices for Engineering and Construction Contracting. 2. uudistettu painos. Berliini, Springer-Verlag GmbH Germany. 341 s.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Uudistettu laitos. Helsinki, Kustannusosakeyhtiö Tammi. 205 s.

Työalihankintatoimittaja. 2020. Työalihankintatoimittajan verkkosivut. [verkkodokumentti] [viitattu 1.2.2020] Saatavilla: Luottamuksellinen

Uusitalo, H. 1999. Tiede, tutkimus ja tutkielma: johdatus tutkielman maailmaan. 6. uudistettu painos. Helsinki, WSOY. 121 s.

Valkokari, K., Hyötyläinen, R., Kulmala, H., Malinen, P., Möller, K. & Vesalainen, J. 2009. Verkostot liiketoiminnan kehittämisessä. Helsinki, WSOYpro. 241 s.

Vandevoorde, S. & Vanhoucke, M. 2006. A comparison of different project duration forecasting methods using earned value metrics. *International Journal of Project Management*, Vol. 24(4), s. 289–302.

Vanhoucke, M. & Vandevoorde, S. 2007. A simulation and evaluation of earned value metrics to forecast the project duration. *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 58, s. 1361–1374.

Vanhoucke, M. 2009. Measuring Time: Improving Project Performance Using Earned Value Management. New York, Springer Science+Business Media. 164 s.

Vanhoucke, M. 2012. Project Management with Dynamic Scheduling. Heidelberg, Springer-Verlag. 310 s.

Vanhoucke, M. 2014. Integrated Project Management and Control: First Comes the Theory, then the Practice. Cham, Springer International Publishing Switzerland. 141 s.

Vilkka, H. 2015. Tutki ja kehitä. 4. uudistettu painos. Jyväskylä, PS-kustannus. 240 s.

Vishnevskiy, K., Karasev, O., Meissner, D., Razheva, A. & Klubova, M. 2017. Technology foresight in asset intensive industries: The case of Russian shipbuilding. *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 119, s. 194–204.

Vuorenmaa, J. & Välimaa, T. 2015. Meriteollisuuden alihankintaverkostot. Turku, Brahea Centre at the University of Turku centre for maritime studies. 68 s.

Wikström, K., Artto, K., Kujala, J. & Söderlund, J. 2010. Business models in project business. *International Journal of Project Management*, Vol. 28(8), s. 832–841.

Ylä-Kujala, A., Kinnunen, S., Marttonen-Arola, S., Kärri, T. & Liyanage, J. 2017. ”Parhaita käytäntöjä Norjasta: Öljyteollinen internet” teoksessa Martinsuo, M. & Kärri, T. (toim.), Teollinen internet uudistaa palveluliiketoimintaa ja kunnossapitoa. Helsinki, Kunnossapitoyhdistys Promaint ry. 239 s.

Zwikael, O., Globerson, S. & Raz, T. 2000. *Evaluation of Models for Forecasting the Final Cost of a Project*. Project Management Journal. Vol. 31(1), s. 53–57.

Zwikael, O. & Smyrk, J. 2019. Project Management: A Benefit Realisation Approach. Cham, Springer Nature Switzerland AG. 337 s.

HAASTATTELUT

Koneistosuunnittelun osastopäällikkö. Suunnittelutoimisto A. 30.1.2020

Liiketoimintajohtaja. Järjestelmätoimittaja. 19.12.2019

Lohkotehdaspäällikkö. Kärkiyritys. 17.12.2019

Projekticontroller, projekti X. Kärkiyritys. 16.12.2019

Projekticontroller, projekti Y. Kärkiyritys. 10.12.2019

Projektijohtaja. Kokonaistoimittaja. 8.1.2020

Projektipäällikkö. Järjestelmätoimittaja. 19.12.2019

Projektipäällikkö. Työalihankintatoimittaja. 15.1.2020

Projektipäällikkö, projekti X. Kärkiyritys. 18.2.2020

Projektipäällikkö, projekti Y. Kärkiyritys. 12.2.2020

Runkosuunnittelun osastopäällikkö. Suunnittelutoimisto A. 30.1.2020

Tilannekeskuspäällikkö. Benchmarking-hanke. 27.11.2019

Toiminnanohjaaja, projekti X. Kärkiyritys. 2.12.2019

Toiminnanohjaaja, projekti Y. Kärkiyritys. 25.11.2019.

Toiminnanohjaaja, runkotuotanto. Kärkiyritys. 16.12.2019

Toiminnanohjauspäällikkö. Suunnittelutoimisto B. 22.1.2020

Varustelusuunnittelun osastopäällikkö. Suunnittelutoimisto B. 22.1.2020

LIITTEET

Liite 1. Haastattelujen kysymysrunko.

Yritys:
Haastateltava:
Aika ja paikka:

Aikatauluohjaus

Yrityksen sisäinen aikatauluohjaus:

1. Miten projektin pysyminen aikataulussa varmistetaan?
2. Miten projektin valmiusastetta seurataan?
3. Miten, kuinka usein ja kenelle projektin valmiusasteesta raportoidaan?
4. Miten raportoitu valmiusaste varmennetaan?
5. Millaisia toimenpiteitä raportoitu viivästyminen suunnitellusta aikataulusta aiheuttaa?
6. Millaisia haasteita tai ongelmia projektin valmiusasteen seurantaan tai aikatauluohjaukseen liittyy?

Alihankinnan aikatauluohjaus:

7. Miten alihankkijoiden pysyminen aikataulussa varmistetaan?
8. Miten alihankkijoiden valmiusastetta seurataan?
9. Miten, kuinka usein ja kenelle alihankkijat raportoivat valmiusasteesta?
10. Miten alihankkijoiden raportoima valmiusaste varmennetaan?
11. Millaisia toimenpiteitä raportoitu alihankkijoiden toimituksien tai työn viivästyminen aiheuttaa?
12. Millaisia haasteita tai ongelmia alihankkijoiden valmiusasteen seurantaan tai aikatauluohjaukseen liittyy?

Kustannusohjaus

Yrityksen sisäinen kustannusohjaus:

13. Miten kustannusten pysyminen budjetissa varmistetaan?
14. Miten projektin kustannuksia seurataan?
15. Miten omien työntekijöiden työkustannukset kirjataan projektille?
16. Miten varmistetaan kustannusten kirjautuminen oikealle kustannuspaikalle oikea-aikaisesti?
17. Miten, kuinka usein ja kenelle projektin kustannuksista raportoidaan?
18. Millaisia toimenpiteitä raportoitu budjetin ylittyminen aiheuttaa?
19. Millaisia haasteita tai ongelmia kustannusseurantaan tai -ohjaukseen liittyy?

(jatkuu)

(liite 1 jatkoa)

Alihankintakustannukset:

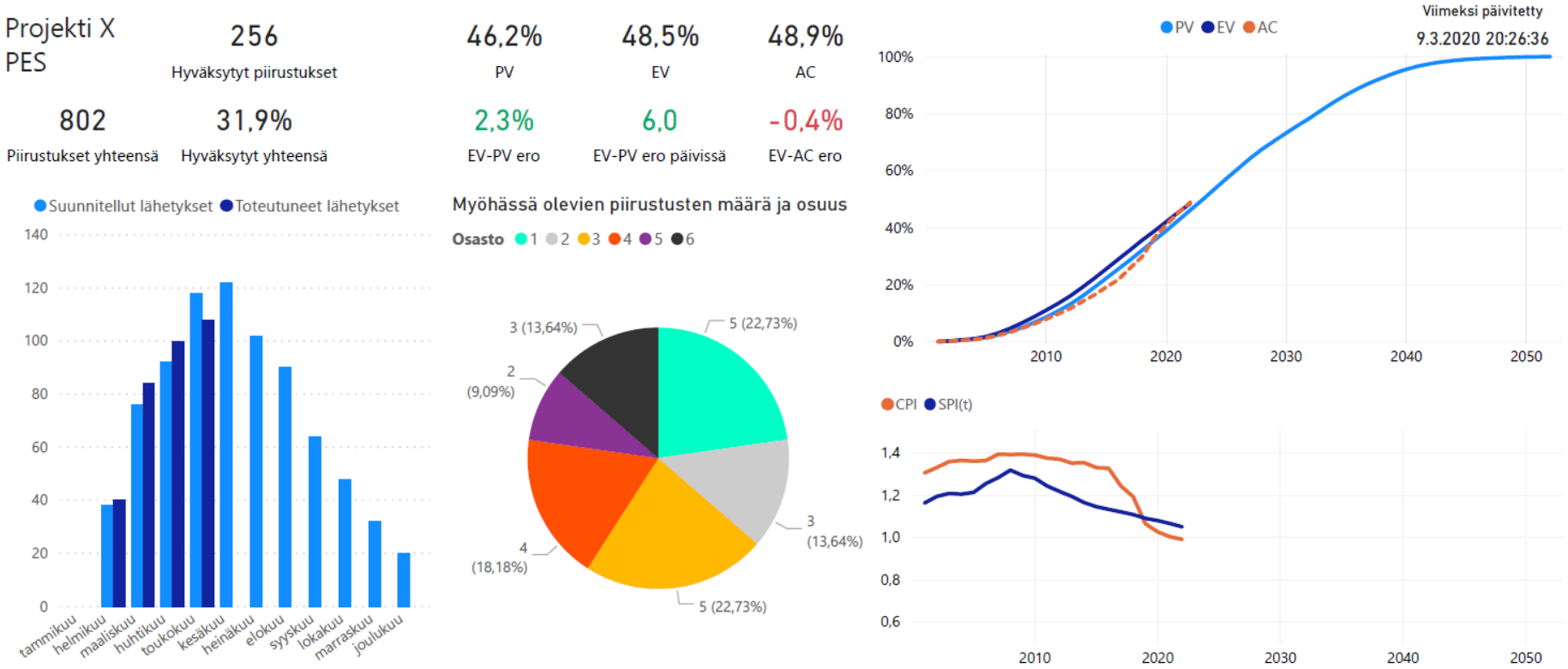
20. Miten työalihankintakustannusten pysyminen budjetissa varmistetaan?
21. Miten työalihankinnasta aiheutuvia kustannuksia seurataan?
22. Miten työalihankintatunteja seurataan?
23. Miten alihankkijoista aiheutuneet muutostyöt ja niiden kustannukset käsitellään?
24. Miten alihankintakustannusten, mukaan lukien muutostöiden, kirjautuminen oikein varmistetaan?
25. Miten, kuinka usein ja kenelle alihankintakustannuksista raportoidaan?
26. Millaisia toimenpiteitä raportoitu alihankintakustannusten ylittyminen aiheuttaa?
27. Millaisia haasteita tai ongelmia alihankintakustannusten seurantaan tai ohjaukseen liittyy?

Projektin aikataulu- ja kustannusennustaminen

28. Miten ja millä työkalulla projektin aikataulu- ja kustannusennustamista tehdään?
29. Mihin menetelmään käytetty ennustemalli tai työkalu perustuu?
30. Kuinka usein projektin aikataulu- ja kustannusennusteita päivitetään?
31. Miten, kuinka usein ja kenelle projektin ennusteista raportoidaan?
32. Millaisia toimenpiteitä negatiiviset ennusteet aiheuttavat?
33. Millaisia haasteita tai ongelmia aikataulu- ja kustannusennustamiseen liittyy?

Vapaa sana liittyen projektien seurantaan, raportointiin ja ennustamiseen.

Liite 2. Ehdotus perussuunnitteluvaiheen visualisoidusta raportista.



Tulevat deadlinet

Osasto	Vastuullinen	Piirustus	Valmius	Päivämäärä
1	NN1	Piirustus A	75 %	05.06.
1	NN2	Piirustus B	75 %	05.06.
1	NN2	Piirustus C	75 %	05.06.
1	NN3	Piirustus D	75 %	05.06.
1	NN4	Piirustus E	50 %	05.06.
1	NN5	Piirustus F	50 %	05.06.
1	NN1	Piirustus G	50 %	05.06.

Myöhässä olevat piirustukset

Kriittisyys	Osasto	Vastuullinen	Piirustus	Valmius	Myöhässä (pv)
5	1	NN1	Piirustus H	50 %	10
5	2	NN6	Piirustus I	75 %	10
5	2	NN7	Piirustus J	75 %	10
4	5	NN8	Piirustus K	75 %	10
4	1	NN5	Piirustus L	25 %	3
3	1	NN2	Piirustus M	25 %	3
3	5	NN9	Piirustus N	50 %	3