



Joel Tiihonen

Onnistuneiden teollisuuden rakennuttamispalveluiden edellytykset

Investoinnin konsepti- ja esisuunnitteluvaihe

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (ylempi AMK) -tutkinto

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

17.5.2023

Tiivistelmä

Tekijä:	Joel Tiihonen
Otsikko:	Onnistuneiden teollisuuden rakennuttamispalveluiden edellytykset
Sivumäärä:	65 sivua + 1 liite
Aika:	17.5.2023
Tutkinto:	Insinööri (ylempi AMK) -tutkinto
Tutkinto-ohjelma:	Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto:	Korjausrakentaminen
Ohjaajat:	Jorma Lehtinen, Lehtori Juha Soralahti, Ryhmäpäällikkö

Monimuotoisien ja haasteellisten teollisuuden hankkeiden investointien ammattitaitoisen ja osaavan konsepti- ja esisuunnittelun merkityksen arvo ymmärretään silloin, kun toteutuksen aikataulu ja kustannukset eivät ole kohdanneet. Teollisuuden investoinnit, joissa toteutuksen aikataulun viivästykset ovat aiheuttaneet kustannuksellisia haasteita tilaaja- ja omistajataholla, ovat yhdistettävissä tavoitteisiin. Tavoitteet ovat olleet odotettua haasteellisimpia toteuttaa tai tavoitteita ei ole oikea-aikaisesti määritetty toteutuskelpoisiksi.

Teollisuuden investoinnin konsepti- ja esisuunnittelun tulee vastata jatkuvasti kehittyvän teollisuuden alan asettamiin vaatimuksiin ja haasteisiin. Kehittyvän teollisuuden alan asettamien vaatimusten myötä rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen on myös kehitettävä hallitsemaan konsepti- ja esisuunnittelun vaiheiden menetelmillään teollisuuden rakentamisen haasteita. Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää toimivat ja ajantasaiset menetelmät rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen suunnittelun tehtävien sisällölle tutkitun tiedon perusteella teollisuuden hankkeiden konsepti- ja esisuunnittelun vaiheiden määrittämien vaatimusten mukaisesti. Rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen konsepti- ja esisuunnitteluvaiheissa ilmenneiden haasteiden sekä taustan kartoittamisen myötä yksityiskohtaiseen ammattikirjallisuuden tietoon perustuen opinnäytetyön menetelmäksi kehittyi kvalitatiivinen tutkimus.

Tutkimuksessa käytetty aineisto perustuu teollisuuden hankkeiden EPCM-toimitusmuodon palvelumenetelmien ammattikirjallisuuteen, projektiaineistoihin sekä tieteellisiin julkaisuihin. Tutkimuksessa on saavutettu selkeät askelmerkit teollisuuden rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen konsepti- ja esisuunnittelun vaiheiden tehtävien sisältövaatimuksille. Tutkimuksessa saaduilla tuloksilla on saavutettavissa rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen tehtäville konsepti- ja esisuunnittelun vaiheiden sisältövaatimusten mukainen tehtäväsisältö. Tehtävien sisältövaatimusten tutkimustulokset ovat hyödynnettävissä rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen konsepti- ja esisuunnitteluvaiheiden projektiaineistojen sekä suunnitelmien jatkotutkimusten sisällön lähtötietovaatimuksena.

Avainsanat:	Teollisuus, FEL (Front End Loading), EPCM, rakentamisen projektinhallinta, rakennustyön johtaminen, rakennuttaminen
-------------	---

Abstract

Author: Joel Tiihonen
Title: The Conditions for a Successful Industrial Construction Management Services
Number of Pages: 65 pages + 1 appendix
Date: 17 May 2023

Degree: Master of Engineering
Degree Programme: Civil Engineering
Specialisation option: Repair Construction
Supervisors: Jorma Lehtinen, Principal Lecturer
Juha Soralahti, Section Manager

The importance of professional and skilled pre-engineering of investments in diverse and challenging industrial projects is understood when the implementation schedule and costs have not been met. Industrial assets, where delays in the implementation schedule have caused costly challenges for the ordering party and the owner, can be connected to goals that have been more challenging to implement than expected or the plans have not been determined to be feasible on time.

Pre-engineering of industrial investment must meet the demands and challenges set by the constantly developing industry. Along with the needs set by the developing industrial sector, construction project management and construction management must also evolve to manage the challenges of industrial construction through the concept and preliminary design phases. The purpose of the thesis was to develop functional and up-to-date methods based on researched information from the requirements of pre-engineering stages of industrial projects to the content of construction project management and construction management planning tasks. After mapping the background and the challenges in the pre-engineering phases of construction project management and management, a qualitative study developed as the thesis method based on detailed knowledge from the professional literature.

The material used in the research is based on the professional literature, project materials and scientific publications on the service methods of the EPCM delivery form of industrial projects. The study has achieved clear milestones for the content requirements of the pre-engineering phases of industrial construction project management and construction management. With the results obtained in the research, one can achieve the task content under the pre-engineering phases' content requirements for construction project management and construction management tasks. Furthermore, the research results on the content requirements can be used by further studies as initial information requirements for the content of the project materials and plans of the construction project management and management of the pre-engineering phases.

Keywords: Industry, Front End Loading, EPCM, construction project management, construction management, contracting

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tutkimuksen tausta	4
3	Taustan kartoittaminen	9
3.1	Rakentamisen projektinhallinnan sisältöä konsepti- ja esisuunnittelun toimeksiannoissa	9
3.2	Projektihenkilöiden kokemukset rakentamisen projektinhallinnan konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen toimeksiantojen sisällöstä	12
3.3	Rakentamisen projektinhallinnan konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen sisällön kehitystarve	16
4	Projektiorganisaation onnistumisen periaatteet	18
4.1	Projektiorganisaation toimintaperusteet	20
5	Yleisimmät toimitusmuodot	26
5.1	EPC- ja EPCM-palvelukonseptien hyödyt ja haasteet	29
6	Konsepti- ja esisuunnittelun vaiheistus	31
6.1	FEL 1-vaiheen tavoite	32
6.2	FEL 2-vaiheen tavoite	34
6.3	FEL 3-vaiheen tavoite	36
6.4	Rakentamisen projektinhallinnan toimintojen ja tavoitteiden eteneminen FEL-vaiheissa	38
6.5	Rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen sisältö projektin FEL-vaiheissa	40
7	Tulokset ja analysointi	52
7.1	Rakentamisen projektinhallinnan FEL-vaiheiden tehtäväsisällön tulokset	52
7.2	Tulosten tarkastelu	55
7.3	Tulosten lisäarvo ja merkitys	57
8	Pohdinta	59
9	Yhteenveto	61
10	Loppusanat	63

Lähteet

64

Liite 1 Projektihenkilöiden haastattelukysymykset

66

Lyhenteet ja käsitteet

Tarveselvitys:	Kuvaus tilatarpeista sekä asetetuista vaatimuksista vaihtoehtoille ja investoinnille.
Hankesuunnittelu:	Arviointia sekä selvittämistä rakennushankkeen toteutettavuuden perusteista ja tarpeista.
Ehdotussuunnittelu:	Hankkeen tavoitteiden mukaisesti määritetty ehdotus ratkaisusta.
Yleissuunnittelu:	Ehdotussuunnittelujen ratkaisuiden määrittämistä toteutettaviksi ratkaisuksi.
EPCM:	Suunnittelu, hankinnat ja rakentamisen johtaminen.
EPC:	Suunnittelu, hankinnat ja rakentaminen.
Allianssi:	Yhteisvastuumalli, jossa hankkeen osapuolet vastaavat yhteisesti projektinsuunnittelusta ja rakentamisesta sekä riskeistä ja hyödyistä.
FEL:	Front End Loading, konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen vaiheistusprosessi

HSE:	Terveys-, turvallisuus- ja ympäristöjohtaminen
GATE:	Konsepti- ja esisuunnitteluvaiheiden väliarviointi
CPM:	Kriittisen polun menetelmä
Seisokki:	Tehtaan huoltotoimenpiteestä johtuva tuotantokatkos
LVIS:	Lämpö-, vesi-, ilmastointi- ja sähkösuunnittelu
WBS:	Tehtaan alue- ja prosessitoimintokohtainen tunnistusjärjestelmä
IPA:	Teollisuushankkeista riippumaton tutkimusinstituutio Independent Project Analysis, Inc.

1 Johdanto

Syitä rakentamiseen on tarve rakentaa uutta, tarve korjata rakennusta tai muuttaa rakennuksen käyttötarvetta. Rakennushankkeen hallittavuuden ja ohjattavuuden osalta hankkeet jaetaan tarveselvitys-, hankesuunnittelu-, ehdotussuunnittelu-, yleissuunnittelu-, toteutussuunnittelu-, rakentamis-, käyttöönotto- ja takuu-aikavaiheeseen. Päävaiheiden lisäksi rakennushankkeen vaiheet voidaan jakaa suunnittelun valmistelun, rakennusluvan hankinnan sekä rakentamisen valmistelun tehtäväkokonaisuuksiin. Rakennuttamisen tehtäväkokonaisuuksien vaiheistuksen tavoitteena on saavuttaa hankkeen ratkaisuille, suunnittelulle, toteutukselle ja investointipäätökselle toimintaedellytykset. [1]

Teollisuuden projektinjohto- ja rakennuttamispalveluiden tavoitteena on tietämys ja ymmärrys rakennuttamisen prosessin sisällöstä ja vaiheista, jotta teollisuushankkeella on edellytykset laadukkaalle ja tehokkaalle rakentamiselle. Projektinjohto- ja rakennuttamispalveluiden prosessin sisällön toiminnot määrittävät perusedellytykset onnistuneelle teollisuuden rakentamiselle. Teollisuusinvestointien rakentamisen projektinjohtamisen lähtökohtana on olla mukana jokaisessa investoinnin vaiheessa ja toimia tilaaja- ja omistajataholla asiantuntijaroolissa läpi hankkeen. [2]

Teollisuuden investoinnit ovat laajuudeltaan ja prosessien toiminnoiltaan haasteellisia organisoida tehokkaaksi ja onnistuvaksi teollisuuden rakennushankkeeksi. Lisäksi ympäristön asettamat haasteet esimerkiksi ympäristönsuojelun osalta tekevät teollisuuden hankkeista monimuotoisia toteuttaa. Tilaaja- ja omistajatahon asiantuntijaroolissa toimiminen teollisuusinvestoinnin onnistumiselle edellyttää projektinjohto- ja rakennuttamispalveluita tarjoavalta organisaatiolta ammattitaitoa ja kokemusta. Ammattitaitoinen ja kokenut projektinjohtamisen asiantuntijapalvelu ohjaa ja johtaa asiakkaan valitsemaan oikeat suunnittelun ratkaisut ja hankinnat, luotettavat ja ammattitaitoiset urakoitsijat, työmaan johtamiseen ja palveluihin vaadittavat resurssit sekä teollisuusinvestoinnin valmistumisen varmistavat toimenpiteet ja resurssit. [3]

Teollisuushankkeen tavoitteisiin ohjaavina vaiheina rakennuttamispalveluissa ovat prosessin toimintojen kokonaistulos, kuten investoinnin valmistelu, suunnittelun valmistelu ja ohjaus, rakentamisen valmistelu, rakentamisen ohjaus ja valvonta, vastaanotto, käyttöönotto ja takuu-aika. Huolellisesti määritelty ja suunniteltu toimiva ja arvoa tuottava projektinjohto- ja rakennuttamispalvelun prosessin sisältö esisuunnitteluvaiheesta alkaen on hankkeen rakennettavuuden, aikataulu-, laatu-, ja kustannustavoitteiden perusta ja mahdollistaa sujuvan jatko-suunnittelun rakentamiselle. [3]

Suurissa teollisuusinvestoinneissa konsepti- ja esisuunnittelun vaiheet ovat ratkaisevassa asemassa investoinnin onnistumisen kannalta. Konsepti- ja esisuunnittelulla mahdollistetaan teollisuuden investoinnille teknisien sekä taloudellisten perusteiden osalta tarvittavat tiedot hankkeen toteutumisen edellytyksille. Kustannuksien osalta konsepti- ja esisuunnittelusta saatu tieto määrittää hankkeen toteuttamiseen vaadittavan investoinnin vaatimukset. Teknisten edellytyksien osalta konsepti- ja esisuunnittelu määrittää tiedon rakentamiselle vaadittavista menetelmistä sekä toimenpiteistä. Teollisuusinvestoinnin teknisten sekä taloudellisten perusteiden huolellisesti määrittäminen konsepti- ja esisuunnittelussa ohjaa koko teollisuuden hankkeen rakentamisen onnistumista. [2]

Opinnäytetyössä tutkitaan olemassa olevan tutkimusmateriaalin, toteutuneiden teollisuuden rakennusprojektien ja haastattelututkimuksesta saadun tiedon perusteella teollisuushankkeen konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen rakennuttamispalveluiden prosessin vaiheiden sisältöä. Opinnäytetyön tavoitteena on tutkimusaineiston perusteella hahmottaa ja rakentaa selkeä kokonaisuus teollisuuden rakennuttamispalveluiden konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen prosessin sisällöstä. Tutkimusaineiston perusteella lopputulemana on tutkimus edellytettävästä teollisuuden konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen rakentamisen projektinhallinnan tehtäväsällöstä teollisuushankkeen rakentamisen onnistumisen sekä sujuvuuden näkökulmasta. Opinnäytetyöhön tuotetun tutkimusaineistoon perustuvan konsepti- ja esisuunnitteluvaiheiden rakentamisen projektinhallinnan tehtäväsällön tarkoituksena on toimia lähtötietoaineistona jatkotutkimuksissa kehitettäville projektiasiakirjojen sekä suunnitelmien perustiedoille ja sisältövaatimuksille. Tutkitun

sisältökokonaisuuden tarkoituksena on antaa lisäarvoa rakennuttamispalveluiden prosessin sisällön suunnittelulle ja käytettävyydelle. Lisäksi opinnäytetyön tavoitteena on edistää ammatillista osaamista teollisuuden uudis- ja muutoshankkeiden rakennuttamisen prosessin vaiheiden sisällön vaikutuksien, laadullisten tavoitteiden, suunnitteluratkaisujen, riskienhallinnan, projektinhallinnan ja rakennettavuuden kannalta. Ammatillisen osaamisen edistäminen ja kehittäminen teollisuuden rakennuttamispalveluiden prosessin sisällön osalta luo varmuutta toimeksiantojen onnistumiselle sekä parantaa rakennuttamispalveluiden kilpailukykyä.

2 Tutkimuksen tausta

Jotta teollisuuden rakennuttamisella on mahdollisuudet onnistua, rakennuttamis- palvelut tarvitsevat selkeät pelisäännöt ja ohjeistukset kuinka eri projektin vaiheissa tulee toimia. Keskeinen painopiste ja tarkoitus rakennuttamisen prosessin eri vaiheilla on määrittää hankkeen rakennettavuutta ohjaavat kriteerit ja määrittää rakennuttamista ohjaavat pääperiaatteet sekä määräävät toiminnot, joiden perusteella projektinhallinta, suunnittelu, hankinnat, rakentaminen, käyttöönotto ja takuvaihe toteutetaan. Rakennuttamisen konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen prosessin tarkentuvilla toiminnoilla ja sisällöllä ohjataan ja selkeytetään projektin tavoitteita ja hallittavuutta. [1]

Lähtökohtaisesti rakennushankkeissa rakennuttamisen vaiheiden osalta selvästi korostuvat suunnittelutyön ohjaaminen ja valvonta, toteutuskelpoisten tavoitteiden asettaminen, rakennuttamisorganisaation ja muiden sidosryhmien johtaminen, tietämys ja ymmärrys hankkeesta, toteutusmuotojen, sopimusasiantunte muksen sekä sopimusmenettelyjen ja sopimusasiakirjojen hallinta. Edellä mainitut selkeästi rakennushankkeissa korostuvat asiat kertovat projektinhallinnalta vaadittavien menetelmien kehittämisen ja ajantasaistamisen tarvetta. Teollisuus- hankkeen rakennuttamisen vaiheiden onnistuminen edellyttää projektinhallinnan menetelmien osalta ajantasaista osaamista sekä tietoa. Projektin hallittavuuden ja rakennuttamisen prosessin sisällön toteutumisen edellytyksenä on asiantun- teva ja osaava projektinjohto. [1]

Rakentamisen projektinhallinnan vaatimukset kasvavat kansainvälisen kilpailun, globaalien projektiorganisaatioiden, viestinnän ja tietojärjestelmien hallittavuuden sekä ammatillisten ja projektihenkilöstön laatu- ja pätevyysvaatimuksien myötä. Projektijohtamisen kehittäminen projektin prosessiajattelun ja toiminnanohjau- sjärjestelmien osalta on myös kehityttävä projektien vaatimuksien kasvaessa. Ra- kennuttamispalveluiden vaatimuksien kasvaessa prosessin toimintojen kehittä- miseltä edellytetään jatkuvaa ja ajantasaista projektien tarpeiden ymmärtämistä sekä tarpeiden sisäistämisen hallintaa. [4]

Rakennuttamispalveluiden tehtävät ohjeistetaan määrittelemään RT-tietoväylän ohjekortin *Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR18* [5] mukaan kolmeen päävaiheeseen: hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen organisointi, hankkeen toteutuksen suunnittelu ja ohjaus sekä hankkeen päättäminen.

Teollisuuden rakennuttaminen noudattaa samoja *Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR18* [5] RT-tietoväylän ohjekortin lainalaisuuksia kuin normaali talo-, asuin- ja infrarakentaminenkin. Talo-, asuin- ja infrarakentamisessa hankkeet suunnitellaan ja toteutetaan rakennettavan kohteen käyttäjän eli ihmisen tarpeisiin soveltuviksi, mutta teollisuuden rakentaminen suunnitellaan ja toteutetaan teollisuuden prosessin ehdoin, ja prosessille rakennetaan prosessin vaatimukset täyttävät ja soveltuvat rakenteet, rakennukset ja teollisuusympäristö. [3]

Teollisuuden rakentamisessa muun muassa teollisuusympäristön sijoittuminen on kaupunkialueiden ja keskittymien ulkopuolella sekä rakentamisen, rahoituksen, rakenteiden, koneiden, kemikaalien ja kuormien mittaluokat ovat moninkertaisia normaaliin talo-, asuin- ja infrarakentamiseen verrattuna. Teollisuusrakentamisen sijoittuminen kaupunkialueiden ja keskittymien ulkopuolelle on yleensä logistiikkajärjestelyistä johtuvaa. Teollisuuden prosessi tarvitsee toimivat logistiset yhteydet jatkuvan teollisuustuotannon takaamiseksi. Teollisuusalueet usein sijaitsevat vesistöjen sekä junaratojen läheisyydessä suuren tavaraliikenteen takaamiseksi. Suurissa teollisuuden investoinneissa pääasiallinen syy jättimäisille teollisuusalueiden mittaluokille ovat teollisuudelta vaadittujen suurien tuotantokapasiteettien vaatimukset. Suuret tuotantokapasiteettivaatimukset määrittävät teollisuushankkeen rakentamisen, rahoituksen, rakenteiden, koneiden, kemikaalien ja kuormien suuret ja moninkertaiset mittaluokat verrattuna normaaliin talo-, asuin- ja infrarakentamiseen. [3]

Teollisuusprosessin tuotannon toiminnan jatkuvuutta määrittävät vaatimukset teollisuuden uudis-, muutos-, huolto- ja korjaushankkeissa monimuotoisen ja teollisuuskohteisiin yksilöidyn projektisuunnittelun sekä toteutuksen tavoitteet ja

rajoitteet. Teollisuusinvestointien uudis-, muutos-, huolto- ja korjaushankkeissa tuotantolaitoksien seisokkien pituudella tehtaan taloudellisen kannattavuuden kannalta voi olla suuret vaikutukset tehtaan liikevaihtoon. Ennustamaton viivästys voi aiheuttaa tuotannon pitkittyneen keskeytymisen ja keskeytymisen kestosta riippuen määräytyvät myös investoinnille aiheutuvat taloudelliset kustannukset. [2]

Konsepti- ja esisuunnitteluvaiheessa projekti- ja toteutussuunnittelun asema on teollisuusinvestoinnin taloudellisen kannattavuuden kannalta merkittävä, ja taloudellisen kannattavuuden vaatimukset tulee olla tunnistettu. Investoinnin kustannuksien virheellinen arviointi ohjaa teollisuushanketta rakentamisen sekä kustannuksien osalta epäonnistumiseen. [2]

Onnistuneessa projekti- ja toteutussuunnittelussa on määritetty ja tunnistettu kustannuksineen teollisuusinvestoinnin rakentamiselta edellytettävät vaatimukset. Tunnistettavia ja määritettäviä teollisuushankkeen projekti- ja toteutussuunnittelun osa-alueita ovat pääasiallisesti suunnittelun, aikataulun, valvonnan, urakoitsijoiden, hankintojen ja rakennettavuuden asettamat vaatimukset. Teollisuushankkeen konsepti- ja esisuunnittelun tavoitteena on minimoida rakennustoimenpiteistä aiheutuvat tehtaan liikevaihdon menetykset ja haitat. Rakentamisen projektinhallinnan konsepti- ja esisuunnittelun vaiheistuksessa määritetään ja suunnitellaan tarkasti teollisuuden uudis-, muutos-, huolto- ja korjaushankkeen vaikutukset teollisuuden prosessin toiminnan jatkuvuuden onnistumisen kannalta, jotta rakennustoimenpiteillä olisi mahdollisimman pienet vaikutukset tehtaan liikevaihtoon. [3]

Teollisuushankkeiden rakennuttamispalveluiden yksi palvelukonsepteista on EPCM-palvelut, eli (Engineering, Procurement, Construction Management) suunnittelu-, hankinta- ja rakentamisen johtaminen. EPCM-toimitusmallissa EPCM-palvelutoimittaja lähtökohtaisesti asiantuntijapalveluillaan hallinnoi ja koordinoi tilaaja- ja omistajatahon valtuutuksella koko teollisuusinvestoinnin rakennuttamisen prosessia alusta loppuun. Suurissa teollisuushankkeissa on käytössä konsepti- ja esisuunnitteluvaiheessa prosessin toimintojen FEL-

vaiheistusmenetelmä eli "Front-End Loading". FEL-vaiheilla määritetään projektille vaihetasot, joiden perusteella ennen projektin toteutusta vaiheittain arvioidaan ja tarkastellaan hankkeen taloudellisia ja teknisiä perusteita [2].

EPCM-palvelun FEL-vaiheistuksien osalta löydetty kotimainen tutkimusaineisto ei suoranaisesti palvellut opinnäytetyön tutkimustyötä, eikä pelkästään kotimaisesta tutkimusaineistosta saatu tieto olisi ollut tarkasti johdettavissa tutkimustyöhön. EPCM-palvelun FEL-vaiheistuksien osalta suomenkielinen tutkimusaineisto aiheesta oli lähinnä tieteellisiä julkaisuja tai artikkeleita, jotka lähdeaineistoltaan perustuivat ulkomaalaisiin tutkimuksiin ja kirjallisuuteen. EPCM-palvelun FEL-vaiheistuksiin liittyvän suomenkielisen tutkimuskirjallisuuden vähäisyyden syynä voi olla, että Suomessa teollisuusinvestointien konsepti- ja esisuunnittelussa on enenevässä määrin alettu hyödyntää maailmalla käytettyjä sekä tutkittuja FEL-vaiheistuksen menetelmiä.

Tämän opinnäytetyön painopiste on tutkia teollisuuden hankkeen konsepti- ja esisuunnittelun EPCM-palvelun osalta rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen FEL-vaiheiden tehtävien sisältöä sekä vaiheiden sisällön vaatimuksia rakentamisen onnistumisen kannalta. Merkittävänä osana opinnäytetyön tutkimusaineiston tuloksien perusteena on käytetty E. W. Merrow'n [2] *Industrial Megaprojects* sekä Hicksonin ja Owenin [3] *Project Management for Mining; Handbook for Delivering Project Success* -teoksia. Edellä mainitut teokset perustuvat toteutuneisiin teollisuushankkeisiin ja teollisuushankkeista kerättyihin konsepti- ja esisuunnittelun FEL-vaiheiden tutkimusaineistoihin.

E. W. Merrow'n [2] teoksen *Industrial Megaprojects* tutkimukset suurien teollisuuden hankkeiden onnistumisen menetelmien kannalta perustuvat riippumattoman tutkimusinstituution Independent Project Analysis tutkimusaineistoon. Riippumattoman tutkimusinstituution Independent Project Analysis tutkimusaineistoja sekä analyysejä teollisuushankkeiden teknisistä ja taloudellisista tiedoista on kerätty usean sadan teollisuusinvestoinnin osalta 1980-luvun lopulta lähtien.

Hicksonin ja Owenin [3] teoksen *Project Management for Mining; Handbook for Delivering Project Success* ohjeistukset projektinhallinnan osalta perustuvat lähes viidensadan teollisuushankkeen investointien eri vaiheiden tietoihin. Teollisuushankkeiden eri vaiheiden tietoihin perustuen edellä mainitussa käsikirjassa on esitetty projektinhallinnalle menetelmät hankkeiden onnistumisen kannalta. Hicksonin ja Owenin [3] teoksessa *Project Management for Mining; Handbook for Delivering Project Success* ohjeistukset projektinhallinnan menetelmille on esitetty konsepti- ja esisuunnittelun FEL-vaiheista lähtien päättyen hankkeen valmistumiseen.

3 Taustan kartoittaminen

Onnistuneen teollisuuden rakennuttamisen lähtökohdat perustuvat jokaiselta projektilta edellytettäviin konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen projektinhallinnan perusteisiin, joita ovat osaava ja ammattitaitoinen projektihenkilöstö, tarkasti määritetty projektin sisältö ja vaatimukset sekä tarkasti määritetyt projektin toteutussuunnitelma ja projektinjohtamisen toiminnot [3]. Opinnäytetyön tutkimusaineisto teollisuushankkeen rakentamisen onnistumiseen edellytettävästä EPCM-palvelun konsepti- ja esisuunnittelun rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen FEL-vaiheiden tehtävien sisällöstä ja vaatimuksista on tähän opinnäytetyöhön analysoitu ammattikirjallisuudesta, aiheen tutkimuksista, AFRY Finland Oy:n projektiaineistosta sekä edellä mainitun Hicksonin ja Owenin [3] teoksen *Project Management for Mining; Handbook for Delivering Project Success* ohjeistuksista projektinhallinnan perusteista.

3.1 Rakentamisen projektinhallinnan sisältöä konsepti- ja esisuunnittelun toimeksiannoissa

Teollisuuden rakentamisen konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen projektinhallinnan toimintoihin tulee määritellä rakentamisen projektinhallinnan menetelmät ja suunnitelmat, teollisuuden hankkeen rakennettavuuden arvioinnit, rakentamisen toteutussuunnittelu, HSE-suunnitelmat sekä rakentamisen tukipalvelujen määrittäminen. Onnistuneen teollisuuden rakentamisen projektinhallinnan tehtävien sisältö ja vaatimukset rakentuvat tehtävien oikea-aikaisesta ja vaiheisiin oikein määritetyistä konsepti- ja esisuunnitteluvaiheiden tehtävistä. Oikea-aikaisella ja oikein määritetyillä tehtävien tiedoilla jokaisen projektin tehtävien osa-alueiden osalta on hallittavissa osaavan projektinjohdon toimesta konsepti- ja esisuunnittelun vaiheiden onnistunut eteneminen. Oikein määritetty ajantasainen tieto on konsepti- ja esisuunnittelun asiantuntijatehtävien etenemisen vähimmäisvaatimus. FEL-vaiheiden konsepti- ja esisuunnittelu ei etene vaiheille määritettyjen vaatimuksien mukaisesti, jos tehtäville annettu tieto on väärää tai jos tieto ei ole ajan tasalla. Edellä mainitun perusteella konsepti- ja esisuunnittelu voi pahimmassa tapauksessa edetä väärillä lähtötiedoilla. Väärin määritetyn ja viivästyneen FEL-vaiheiden vastaisen tiedon korjaavien toimenpiteiden ja suunnitelmien

ajantasaistamisen johdosta voi hankkeelle aiheutua aikataulu- sekä kustannushaittoja [3]. Taulukossa 1, s.11 on esitetty teollisuuden rakentamisen konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen projektinhallinnan tehtävien sisältöä. Taulukon 1 sisältö perustuu lähteestä [3] tarkasteltuihin tietoihin sekä AFRY Finland Oy:n teollisuuden hankkeiden osalta tarkasteltuihin EPCM-toimituksen konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen projektiaineistoihin.

Taulukko 1. Rakentamisen projektihallinnan konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen tehtävät lähteen [3] sisältövaatimuksiin ja AFRY Finland Oy:n projektiaineistoihin perustuen.

KONSEPTI- JA ESISUUNNITTELUVAIHE				
TEHTÄVÄ:	SISÄLTÖ:			
Rakentamisen projektihallinnan menetelmät/ suunnitelma				
	- Laadunhallinta- menetelmät/suunnitelma	- Kustannushallinta- menetelmät/suunnitelma	- Toimitusketjun hallinta- menetelmät/suunnitelma (hankinnat)	- Tiedonhallinta- menetelmät/suunnitelma
	- Työmaan HSE- menetelmät/suunnitelma	- Aikatauluhallinta- menetelmät/suunnitelma	- Materiaalien hallintamenetelmät/ suunnitelma	- Viestintä- menetelmät/suunnitelma
	- Muutoksien hallinta- menetelmät/suunnitelma	- Hankintojen hallinta- menetelmät/suunnitelma	- Lupien hallintamenetelmät/ suunnitelmat	- Raportointi- menetelmät/suunnitelmat
	- Valvonta- menetelmät/suunnitelma	- Vaihtoehtoiset tuotteet ja varaosat (menetelmät/suunnitelma)	- Riskienhallinta- menetelmät/ suunnitelma	- Rakentamisen projektiorganisaatio menetelmät/suunnitelmat (tehtävät)
	- Rakennus- ja huolto- toimenpidemenetelmät/ suunnitelmat	- Sopimushallinta- menetelmät/suunnitelma	- Työnseuranta- menetelmät/suunnitelma	- Käyttöönotto- menetelmät/hallintasuunnit- elma
	- Urakointi menetelmät/suunnitelmat	- Takuu ja takuuehdot		
TEHTÄVÄ:	SISÄLTÖ:			
Rakennettavuus- katsaus/ arvioinnit				
	- Rakennettavuusarviointi (suunnitelma/raportti)	- Suunnittelu- arviointi/katsaus	- Rakentamisen aikataulukatsaus/arviointi	- Rakennus- ja huoltotoimenpide (katsaus/arviointi)
	- Riskiarvioinnit	- HSE- arvioinnit	- Laatuselvitys/arvioinnit	
TEHTÄVÄ:	SISÄLTÖ:			
Rakentamisen toteutussuunnitelma				
	- Rakentamisen aikataulu	- Rakennustyön hankintapaketit	- Väliaikasten työmaatilojen suunnitelma	- Rakentamissuunnitelma ja suunnitelma työmaatoiminnoista sekä työmaan perustamisesta
	- Rakentamisen jaksotus- ja järjestyssuunnitelma	- Suurien osien, laitteiden ja koneiden nostosuunnitelma	- Rakennusosien esivalmistussuunnitelma	- Rakentamisen, asennuksien ja huoltotoimenpiteiden menetelmien suunnitelma
	- Asennussuunnitelma	- Työmaan logistiikkasuunnitelma	- Koneteknisten asennuksien valmiudet/vaatimukset	- Kokousmenetelmä- suunnitelma
TEHTÄVÄ:	SISÄLTÖ:			
HSE- suunnitelma				
	- HSE (rakentaminen)	- HSE- koordinointi/hallinnointi (työmaa)	- Ympäristönhallinta ja ohjeistus (työmaa)	- Jätehuoltosuunnitelma
TEHTÄVÄ:	SISÄLTÖ:			
Rakentamisen palvelut				
	- Rakennustyömaa-alueen johto	- Rakennustyön johtaminen	- Rakentamisen suunnittelun toiminnot	- Työmaan aikataulusuunnittelu ja hallinta
	- Kustannus- ja materiaalihallinta	- Turvallisuus ja turvatoimet	- Työmaan määrälaskenta	- Asennus- ja pystytystöidenhallinta
	- Rakennustöiden ja rakennetekniikan asiantuntijapalvelut/valvonta	- Konetekniikan asennusvalvonta	- Sähköasennusvalvonta	- Automaatiolaitteiston asennusvalvonta
	- Lämmitys-, ilmanvaihto- ja ilmastointiasennuksien valvonta	- HSE- valvonta	- Laadunvarmistus ja - valvonta	- Työmaahankinnat
	- Rakennustyömaanhallinto			

3.2 Projektihenkilöiden kokemukset rakentamisen projektinhallinnan konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen toimeksiantojen sisällöstä

Opinnäytetyön taustaa on kartoitettu haastattelemalla liitteen 1 kysymyksillä projektihenkilöitä, jotka ovat myös osallistuneet opinnäytetyössä käytetyn projektiaineiston FEL-vaiheistettuihin konsepti- ja esisuunnitteluprojekteihin. Haastateltuja projektihenkilöitä taustan kartoittamiseen oli kolme, ja heidän roolinsa projekteissa ovat olleet projektipäällikkö, ryhmäpäällikkö, rakennuspäällikkö, työmaa-päällikkö, aluepäällikkö ja rakennesuunnittelun ohjauksesta vastaava projektihenkilö.

Haastattelukysymyksiin perustuen projektihenkilöiden kokemukset konsepti- ja esisuunnittelun vaiheiden etenemisestä olivat, että rakentamisen projektinhallinnan tehtävien osalta rakentamisen projektiorganisaatio on kiinnitetty hankkeen FEL-vaiheisiin liian myöhäisessä vaiheessa. Projektihenkilöiden näkemys oli, että hankkeen laajuutta sekä lähtötietojen asettamia vaatimuksia ei ollut osattu ottaa huomioon oikein, eikä tästä johtuen oltu kyetty kiinnittämään rakentamisen projektiorganisaatiota oikea-aikaisesti konsepti- ja esisuunnittelun FEL-vaiheisiin.

Rakentamisen projektinhallinnan projektihenkilöiden tulisi olla poikkeuksetta ensimmäisestä konsepti- ja esisuunnittelun FEL-vaiheesta lähtien mukana, jotta hankkeen rakennettavuus ja rakennettavuuden vaatimat toiminnot ovat oikea-aikaisesti ja sisältövaatimusten mukaisesti määritettävissä [2].

Esimerkkitapauksena haastateltavat toivat esille, että suurin osa FEL-vaiheiden alun resursseista on teollisuushankkeissa sidottu projektinjohtoon ja suunnitteluorganisaation tehtäviin, ja projektinjohtoon osalta konsepti- ja esisuunnittelun vaiheiden toiminnot ovat pitkälle kehitettyjä ilman rakentamisen projektinhallinnan osallistumista. Haastateltavien kanta oli, että kehitettävää, selkeyttämistä ja oikea-aikaista ohjeistamista rakentamisen projektinhallinnan osallistumisesta FEL-vaiheiden alkuun tarvitaan, koska rakentamisen projektinhallinnan osallistuminen hankkeen sisällön määrittämiseen on hankkeen rakentamisen onnistumisen

kannalta oleellisen tärkeä osa-alue hankkeen oikeiden ja toimivien ratkaisujen kehittämisen ja ohjaamisen kannalta.

Haastateltavat myös kokivat hankkeiden konsepti- ja esisuunnitteluvaiheiden sujuvan etenemisen riippuvan tilaaja- ja omistajatahon ammattitaidosta ja kokemuksesta sekä tilaaja- ja omistajatahon projektimaasta. Esimerkiksi EPCM-toimeksiannot voivat tulla hyvin vaihtelevilla ja muuttuvilla lähtötiedoilla, vaatimuksilla sekä odotuksilla riippuen meneillään olevasta konsepti- ja esisuunnitteluvaiheesta.

EPCM-toimeksiantojen vaihtelevuus ja lähtötietojen vaatimuksien muutokset yleensä johtuvat tilaaja- ja omistajatahon kokemattomuudesta. Kokematon tilaaja- ja omistajataho tulee tunnistaa EPCM-toimeksiannon alkuvaiheessa ja määrittää tarkat edellytykset teollisuushankkeen lähtötietojen ja vaatimuksien osalta, millä edellytyksillä konsepti- ja esisuunnittelua on mahdollista viedä eteenpäin. Kokemattoman tilaaja- ja omistajatahon yleisin tunnusmerkki on, että heillä itsellään ei ole vakiintunutta ja kokenutta asiantuntijaorganisaatiota, joka määrittäisi riittävät laajuudet hankkeen toimeksiannon vaativuuteen ja laajuuteen perustuen. [2]

Haastateltavat kokivat konsepti- ja esisuunnittelun FEL-vaiheiden tehtävänantojen ajantasaisuudessa hyvin suurta vaihtelevuutta ja eroavaisuuksia projektinvetovastuussa olevan projektipäällikön sekä tiedottamiskäytäntöjen välillä.

Yhtenä esimerkkinä ilmeni, että verrattiin sisällöltään kahta hyvin samanlaista eri maiden teollisuuden muutosprojektia keskenään, joista toisessa projektissa projektinjohto sekä konsepti- ja esisuunnittelu oli toteutettu projektimaassa ja toisessa ulkomaan projektissa projektinjohto sekä konsepti- ja esisuunnittelu oli toteutettu projektimaan ulkopuolelta. Erona projektien välillä ilmeni, että projektin toteutusmaassa toimivan projektipäällikön johtamassa konsepti- ja esisuunnittelun EPCM-toimeksiannossa oli huomattavasti enemmän resursoitu hänen tiiminsä rakentamisen toteutussuunnittelua tekeville projektihenkilöille

työmaakäyntejä ja rakennettavuusarvioiteja, kun taas toisessa projektissa rakentamisen toteutussuunnitteluun tarvittavia kohdekäyntejä oli minimoitu.

Teollisuuden muutosprojektit ja yleisesti korjaushankkeet, joissa on enemmän resursoitu työmaakäynteihin ja rakennettavuusarvioiteihin, onnistuvat paremmin. Kohdekäynneillä asiantuntijaorganisaation havaitsemien rakennettavan alueen olosuhteiden ja tilan käyttövaatimuksien perusteella on helpommin ja perusteltavammin määritettävissä tarvittavat toimenpiteet ja tutkimukset jatkosuunnittelua varten. Kohdekäynneillä määritettyjen toimenpiteiden perusteella varmistetaan esimerkiksi suunnittelun sujuvuuden osalta lähtötietojen, rakenneteknisten ratkaisuiden ja yleisesti rakennettavuuden perusteet. [3]

Teollisuuden muutoshankkeissa yleensä suunnittelun apuvälineenä on käytössä teollisuuslaitoksista laserskannattu 3D-pistepilvimalli lähtötilanteesta, jonka perusteella muutoksien suunnittelun vaatimukset ovat määriteltävissä. *Rakennuksen laserkeilaus RT 103133* [6] RT-tietoväylän ohjekortin mukaisesti pistepilveä voidaan käyttää suunnittelun 3D-mallinnuksen apuna ja määrittää kohteelle tarkat mitat. Pistepilvimalli määrittää vallitsevan lähtötilanteen, eikä se voi korvata tarkkoja kohdekäynneillä määritettyjä kohdetietoja ja vallitsevien olosuhteiden määrittämiä vaatimuksia rakentamisen toteuttamiselle [3].

Konsepti- ja esisuunnitteluvaiheiden tehtävänannoissa vastaan tulleita haasteita haastattelukysymyksien vastauksien perusteella oli, että rakentamisen projektihallinnan toimeksiannon laajuuden ja tilaaja- ja omistajatahon odotuksien suhteen on epäselvyyttä. Haastatteluissa mainittiin, että epäselvien tehtävänantojen sisältövaatimuksien osalta asiakkaalle sekä itse EPCM-projektiorganisaatiolle on vaihtelevasti ollut epäselvää, mitä rakentamisen projektihallinnan ja johtamisen tehtäviin kuuluu ja mitä EPCM- toimeksiannon prosessin toiminnoista FEL-vaiheittain tulee olla tehtynä.

Epäselvien tehtävänantojen riskinä voi pahimmillaan olla, että esimerkiksi maaperätutkimukset, logistiikkaselvitykset tai rakenteiden purkamiseen liittyvät selvitykset, suunnitelmat ja tutkimukset eivät ole suoritettu FEL-vaiheen vaatimuksien

mukaisesti, ja projektin konsepti- ja esisuunnitteluvaihe etenee virheellisesti seuraavaan vaiheeseen [3]. Puutteellisten FEL-vaiheiden lähtötietovaatimuksien ja edellytettävien suunnitelmien osalta konsepti- ja esisuunnittelulle aiheutuu muun muassa projektinhallintaan, kustannuksiin ja aikatauluun liittyviä haittoja [2].

Johtopäätöksenä haastateltavat näkivät, että konsepti- ja esisuunnittelun FEL-vaiheiden toimintojen tehtävien ja tehtävien sisältöjen osalta toimitettavien asiakirjojen, suunnitelmien ja selvityksien tulee olla FEL-vaiheittain selkeitä ja kaikille konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen projekteille yhdenmukaisia sisällöltään ja sisällön laajuudeltaan. Selkeillä ja yhdenmukaisilla tehtävänannoilla rakentamisen projektinhallinnan konsepti- ja esisuunnitteluvaiheiden tehtävät ovat EPCM-projektioorganisaatiossa sekä tilaaja- ja omistajataholla hallittavissa [3].

Konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen projekteille yhdenmukainen tehtävänantojen sisältö sekä sisältölaajuus on perusteltavissa sillä, että sisältö on aina projekti-kohtaisesti muokattavissa, mutta sisällön laajuus ja vaatimukset ovat valmiiksi määriteltäviä, ja projektihenkilöillä on tiedossa, mitä aineistoa teollisuuden hankkeen konsepti- ja esisuunnittelulle täytyy FEL-vaiheittain tuottaa. Lisäksi haastateltavat toivat myös esille kommentissaan näkökannan, että EPCM-toimituksen myynnin valmistelun yhteydessä valmistelusta vastaavan projektihenkilön täytyy tietää ja ymmärtää rakentamisen projektinhallinnan konsepti- ja esisuunnittelun FEL-vaiheiden myytävä ja toimitettava sisältö.

Yhdenmukaista aineistosisältöä sekä sisältölaajuuksia konsepti- ja esisuunnittelun FEL-vaiheiden tehtävien osalta on kehittävä, jotta konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen EPCM-toimeksianto valmistelevalle projektihenkilöllä on valmiudet arvioida, mitä sisältöä missäkin FEL-vaiheessa tarjoaa. Yhdenmukaisen aineistosisällön sekä sisältölaajuuksien konsepti- ja esisuunnittelun FEL-vaiheiden tehtävien kehittämisen osalta puolesta puhuvana näkökantana on myös se, että FEL-vaiheittain toimitettava materiaali on asiakkaalle esitettävissä, jolloin asiakkaalla sekä EPCM-toimittajalla on yhteisymmärrys ja näkemys rakentamisen projektinhallinnan konsepti- ja esisuunnittelun FEL-vaiheiden EPCM-toimituksen sisällöstä. [3]

Kommunikoinnin ja viestinnän ajantasaisuuden suhteen konsepti- ja esisuunnittelun vaiheissa haastateltavat näkivät vaihtelevuutta ajantasaisen tiedonvaihdon sekä projektiorganisaation vastuualueiden ja projektihenkilöille määritettyjen tehtävien välillä. Projektihenkilöiden antamissa vastauksissa suurimmaksi haasteeksi koettiin, ettei konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen projektinjohdon ja rakentamisen projektinhallinnan välillä ollut FEL-vaiheiden tilanteen vaatiessa riittävästi hankkeen seurantakokouksia ja ajantasaista tiedonvaihtoa. Haastateltavien mielestä proaktiivinen tiedonhankinta kiireellisten hankkeiden osalta ei ole toimiva ratkaisu, vaan tiedon tulisi tulla projektiorganisaatiolle ajantasaisesti projektinjohdolta suoraan. Seurantakokouksista ajantasainen tieto oli tullut viiveellä projektihenkilöille tai rakentamisen projektinhallinnalta tarvittava tieto oli mennyt eteenpäin viiveellä projektinjohdolle. Haastateltavat kokivat seurantakokouksien käytännöt hyviksi, koska kokouksista projektihenkilöt olivat saaneet viimeisimmät ja ajantasaisimmat projektitiedot käyttöönsä – vaikkakin joissakin tilanteissa viiveellä.

Viivästykset ajantasaisen tiedon välittämisessä aiheuttavat hankkeelle muun muassa aikataulukustannuksia sekä riskejä muutoksien hallittavuuden osalta [2]. Projektihenkilöiden kommenttien perusteella kokouskäytännöt ja yhteyshenkilöt projektin ja asiakkaan välillä tulee konsepti- ja esisuunnitteluvaiheissa määritellä ja kehittää projektin laajuuden, aikataulun ja projektihenkilöiden määrän mukaisesti toimivaksi kokonaisuudeksi, jotta tiedonvaihto on EPCM-toimitusmallin mukaisesti tilaaja- ja omistajataholle sekä projektiorganisaatiolle läpinäkyvää ja ajantasaista [3].

3.3 Rakentamisen projektinhallinnan konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen sisällön kehitystarve

Tutkimusaineiston ja taustan kartoittamisen perusteella monimuotoisten ja haasteellisten teollisuuden uudis- ja muutoshankkeiden konsepti- ja esisuunnittelun prosessin vaiheiden osalta rakentamisen projektinhallinnan sisältöä on projektinhallinnan vaatimuksien kasvaessa kansainvälisen kilpailun, globaalien projektiorganisaatioiden, viestinnän ja tietojärjestelmien hallittavuuden, ammatillisten ja projektihenkilöstön laatu- ja pätevyysvaatimuksien myötä kehitettävä.

Pääasialliset kehittämisen tarpeet taustojen kartoittamisen perusteella kohdistuvat konsepti- ja esisuunnittelun prosessin FEL-vaiheiden ajantasaisten tietojen ja tehtävien osalta projektinhallinnan menetelmiin ja suunnitelmiin, teollisuuden hankkeen rakennettavuuden arviointeihin, rakentamisen toteutussuunnitteluun, HSE-suunnitelmiin sekä rakentamisen tukipalvelujen määrittämiseen. Edellä mainittujen osa-alueiden perusteella opinnäytetyön tutkittava ja kehitettävä aineisto on teollisuuden rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen konsepti- ja esisuunnittelun EPCM-toimituksen sisältö ja tehtävät. Opinnäytetyön tutkimuksessa EPCM-toimituksen sisällön ja tehtävien kehittäminen tulee perustua FEL-vaiheiden vaatimuksien mukaisuuteen ja oikea-aikaiseen laajuuden määrittämiseen [7].

Hicksonin ja Owenin teoksen *Project Management for Mining; Handbook for Delivering Project Success* sekä E. W. Merrow'n teoksen *Industrial Megaprojects* lisäksi AFRY Finland Oy:n projektiaineistoista kerättyä tietoa hyödynnetään opinnäytetyössä lähtötietoaineistona tutkittavalle EPCM-toimituksen FEL-vaiheiden sisällölle ja tehtäville. Projektiaineistoista saatua tietoa FEL-vaiheiden sisällöstä ja tehtävistä sovelletaan opinnäytetyön tutkimuksessa FEL-vaiheistuksen periaatteiden sekä ohjeistuksien mukaisesti. FEL-vaiheiden periaatteita ja ohjeistuksia noudattamalla konsepti- ja esisuunnittelun toimeksiannon prosessi on oikea-aikaisesti saavutettavissa ja hallittavissa [3].

Tampereen teknillisessä yliopistossa julkaistun Tuomas Vaulasen diplomityön [8] *Teollisuuden suunnittelupalveluiden vaikuttavuus* lähdeaineistoa on opinnäytetyön tutkimusmateriaaleissa hyödynnetty EPCM-toimituksen FEL-vaiheisiin liittyvän aineiston osalta. Diplomityön lähdeaineiston Loots & Henchie [7] artikkelin *EPC and EPCM Contracts: Risk issues and allocation* mukaisesti EPCM-toimituksen sisällön ja tehtävien oikea-aikaisella laajuuden määrittämisellä FEL-vaiheittain parannetaan EPCM-toimituksen prosessin tuloksien hallittavuutta ja saavutettavuutta.

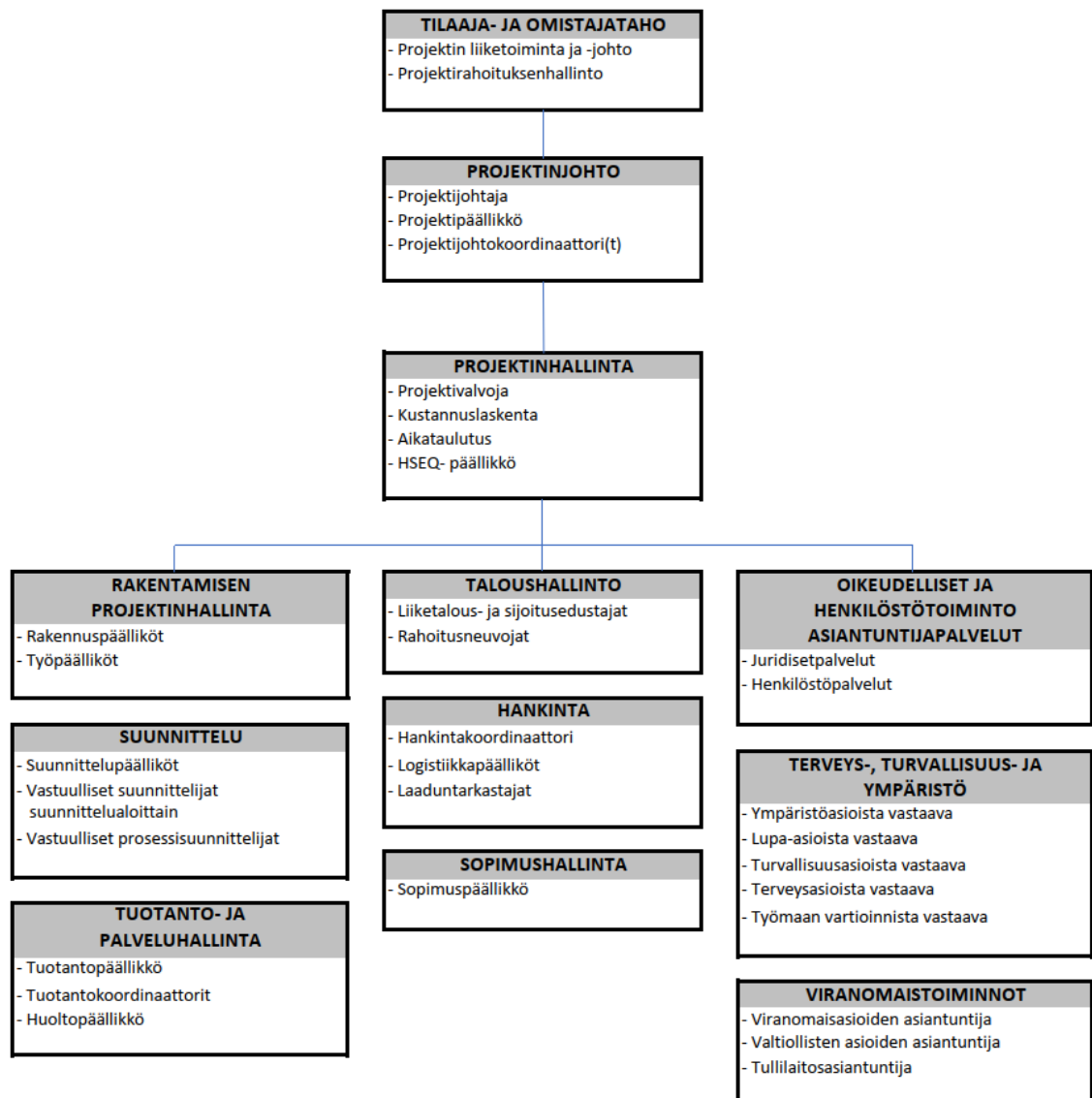
4 Projektiorganisaation onnistumisen periaatteet

Teollisuushankkeen rakennuttamisen projektinhallintaorganisaation rakenne tulee määritellä aikaisessa projektin konsepti- ja esisuunnitteluvaiheessa tehtävä- ja vastuualueittain. Teollisuuden hankkeen konsepti- ja esisuunnittelun tiedonhallinnan menetelmien toimivuudelle ja tiedon oikea-aikaiselle hallittavuudelle perusedellytyksenä on projektinhallintaorganisaatio, johon on määritetty tehtävien tarkat vastuualueet. Tarkka tehtävien vastuualueittain määrittäminen asettaa projektiorganisaatioon kuuluville asiantuntijapalveluille tavoitteet. Konsepti- ja esisuunnittelun vaiheiden etenemisen mahdollistamiseksi asetettuja tavoitteita on noudatettava ja tavoitteiden noudattamiseen tarvitaan ammattitaitoinen projektinhallintaorganisaatio. Strukturoidun projektinhallintaorganisaation prosessin kokonaisuuteen määritetyt tehtävä- ja vastuualueet parantavat prosessin tuloksien hallittavuutta ja saavutettavuutta. [9]

Teollisuushankkeeseen tarvittava projektiorganisaatio tulee mitoittaa hankkeen laajuuden ja vaatimuksien mukaisesti. Näin ollen hankkeen konsepti- ja esisuunnittelun asiantuntijapalveluiden tulee soveltua toimeksiannon laajuuteen ja vaativuuteen. Teollisuushankkeen konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen organisaatioon kuuluu lukuisien eri prosessitoimintojen asiantuntijaorganisaatioita. Toimivat, tehokkaat ja tavoitteet määrittävät perusedellytykset tulee projektinjohdon ymmärtää teollisuuden hankkeen projektiorganisaation sekä koko prosessin kehittämisessä. Onnistuneen teollisuushankkeen projektiorganisaation perusedellytyksiä ovat organisaation oikea-aikainen muodostaminen, ammattitaidon oikein mitoittaminen, prosessin hallittavuuden kehittäminen, johtajuus, yhteistyö, tehtävä- ja vastuualueiden ymmärtäminen sekä johdonmukaisten tavoitteiden ja tehtävien asettaminen. Projektiorganisaation perusedellytyksien ymmärtäminen projekti-kohtaisessa kehittämisessä mahdollistaa projektiorganisaation tavoitteiden ja tehokkuuden onnistumisen. [2]

Konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen projektiorganisaatorakenne teollisuusrakentamisessa koostuu projektin liiketoiminnan, projektinjohdon, projektinhallinnan, rakentamisen projektinhallinnan, suunnittelun, tuotanto- ja palveluhallinnan,

taloushallinnon, hankinnan, sopimushallinnan, terveyden, turvallisuuden, ympäristön ja viranomaistoimintojen toiminnoista sekä oikeudellisista ja henkilöstötoiminnollisista asiantuntijapalveluista. Teollisuuden investointiin ja hankkeen toteuttamiseen osallistuvia tahoja esitetty kuvassa 1 projektiorganisaation hierarkian mukaisesti. [2]



Kuva 1. Teollisuuden investointiin ja hankkeen toteutukseen osallistuvat tahot, johdettu lähteestä [2] s.166

4.1 Projektioorganisaation toimintaperusteet

Tilaaaja- ja omistajataho

Teollisuushankkeen liiketoiminnan tilaaaja- ja omistajataholla on lopullinen määräysvalta hankkeen toimeksiannosta ja taloudellisista päätöksistä. Tilaaaja- ja omistajataho on nimensä mukaisesti teollisuushankkeen omistaja ja investoinnin rahoituksesta vastuussa oleva taho. Projektioorganisaatiossa tilaaaja- ja omistajataho päättää, miten teollisuuden investoinnin rahoittaminen toteutuu. Teollisuusrakentamisen konsepti- ja esisuunnitteluvaiheessa projektioorganisaation asiantuntijatoiminnot tuottavat teollisuushankkeen liiketoiminnan tilaaaja- ja omistajataholle tiedon hankkeen taloudellisista ja teknisistä perusteista. [2]

E. W. Merrow'n [2] teoksessa *Industrial Megaprojects* on analysoitu konsepti- ja esisuunnitteluvaiheesta alkaen teollisuushankkeista riippumattoman tutkimusinstituution Independent Project Analysis, Inc. (IPA) tutkimusmateriaaleihin perustuen useiden suurien teollisuushankkeiden prosessien toimintoja. Tutkimustuloksiin perustuen toimivan ja menestyvän teollisuushankkeen liiketoiminnan tulee olla joustokkyinen liiketoiminnan taloudellisten ja teknisten ominaisuuksien osalta, ja prosessin kaikkien vaiheiden osalta tiivis yhteistyö projektinjohdon kanssa on välttämätön edellytys toimivalle ja menestyvälle teollisuushankkeelle. IPA-tutkimusaineistoon perustuen teollisuuden projektilla on yli 65:n prosentin mahdollisuus epäonnistua suuresti, jos tilaaaja- ja omistajatahon ja projektinjohdon välillä on epäyymmärrys teollisuushankkeen teknisten toimintojen ja tehtävien muokattavuuden sekä kehitettävyyden osalta. [2]

Projektinjohto

Tilaaaja- omistajataho asettaa teollisuushankkeelta vaadittavat ja saavutettavat tavoitteet. Projektinjohdon tehtävä on tuottaa tilaaaja- ja omistajataholle projektin tavoitteiden onnistumisen menetelmät ja ratkaisut. Teollisuushankkeen projektinjohdon oleellisin tehtävä teollisuushankkeen konsepti- ja esisuunnitteluvaiheessa on saada ohjattua investointi palvelemaan oikein tilaaaja- ja omistajatahon

asettamia tavoitteita. Projektinjohdon tulee ratkaista konsepti- ja esisuunnittelun asiantuntijapalveluilla tilaaja- ja omistajataholle, miten projektissa on saavutettavissa asetettujen vaatimuksien mukaiset toimivat ratkaisut taloudellisten, teknisten, suunnittelun, hankinnan ja aikataulutavoitteiden osalta. Teollisuuden hankkeen konsepti- ja esisuunnittelun osalta viime kädessä projektijohdolla on päättösvastuu projektisuunnitelmasta, projektiin tarvittavista resursseista ja projektituotteen luovuttamisesta tilaaja- ja omistajataholle. [4]

Projektinjohdon tehtävänä konsepti- ja esisuunnitteluvaiheessa on johtaa strategisesti hanketta projektiorganisaatioon muodostettujen asiantuntijatoimintojen tavoitteiden välillä. Konsepti- ja esisuunnitteluvaiheessa strategisen ja ammattitaitoisen projektinjohdon merkitys projektin onnistumisen kannalta on merkittävässä asemassa. Teollisuushankkeen konsepti- ja esisuunnitteluvaiheessa projektiorganisaation asiantuntijatoiminnoilla tuotettavien taloudellisten ja teknisten tietojen onnistumisen kannalta projektiorganisaation toimivuus tulee olla ratkaistu. Toimivilla ja tehokkailla projektiorganisaation asiantuntijapalveluilla teollisuusinvestoinnin liiketoiminnan tavoitteiden asettamat vaatimukset ovat mahdollista saavuttaa. Edellä mainitun osalta projektinjohdolla tulee olla ymmärrys teollisuushankkeen liiketoiminnan tavoitteista ja vaatimuksista, jotta toimiva konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen projektiorganisaatio asiantuntijatoimintoinen on mahdollista kehittää. [2]

Teollisuushankkeen konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen EPCM-projektinjohtoyrityksen tehtävänä on ohjata ja johtaa projektiorganisaation prosessitoiminnoilla tilaaja- ja omistajataho saavuttamaan liiketoiminnalleen määrittämänsä tavoitteet. Näin ollen oikein resursoidun ja ammattitaitoisen projektinjohdon toimesta on projektilla edellytykset menestyä. [2]

Projektinhallinta

Lähtökohtaisesti teollisuuden rakentaminen toteutetaan teollisuusprosessin vaatimuksien mukaisesti. Jokainen teollisuuden konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen uudis- tai muutoshanke on erilainen, ja teollisuushankkeen toimeksianto

määrittää projektiorganisaation suunnittelu- ja asiantuntijaryhmille saavutettavat tehtävät ja tavoitteet. Yleisimpiä teollisuushankkeen suunnittelu- ja asiantuntija-aloja ovat prosessi- ja konetekniikka, geotekniikka, rakennus- ja rakennetekniikka, energiatekniikka, LVIS-tekniikka sekä palotekninen suunnittelu. [2]

Projektinjohdon asettamien ja saavutettavien teollisuushankkeen liiketoiminnan tavoitteiden osalta projektinhallinnan tehtävänä on hallinnoida tavoitteiden määrittämät asiantuntijatehtävät projektiorganisaation asiantuntijaryhmille. Teollisuuden hankkeissa tavoitteiden tehtäviä ohjaavat laatuvaatimukset. Teollisuusprosessia tai turvallisuutta vaarantavaa heikkoa laatua ei voi hyväksyä, mutta myöskään ensisijainen ”laatu edellä” -toteutus ei saa ylittää hankkeelle asetettua budjettia. Yleisesti hankkeesta riippumatta projektinhallintaan vaikuttavia osatekijöitä ovat raha, työvoima ja koneet. Suurissa teollisuuden hankkeissa tavoitteena on toteuttaa aikatauluhallittu, kustannustehokas ja laadukkaasti toteutettu projekti. Teollisuushankkeissa edellä mainittujen osatekijöiden osalta rahan, työvoiman ja koneiden käytön optimointia on konsepti- ja esisuunnittelussa tehtävä, jotta liiketoiminnalle määritetyt tavoitteet ovat mahdollisia. Rahan, työvoiman ja koneiden käytön optimointi ei saa johtaa laatuvaatimuksien osalta heikkoon laatuun. Teollisuushankkeiden konsepti- ja esisuunnittelussa optimoinnit tulee hallinnoida ja suunnitella siten, ettei optimoinneilla ole vaikutusta teollisuushanketta määrittäviin laatuvaatimukseen. [10]

Projektin sisällön ja tehtävien sisäistäminen projektihenkilöiden välillä on saavutettavissa hyvällä projektityhteistyöllä ja suunnittelulla. Toimivalla projektiryhmien yhteistyöllä ja tiedonsiirrolla minimoidaan riskejä projektin tehtävien toteutuksessa. Projektiorganisaation tehtävien tai suunnitelmien muutoksilla on suora vaikutus muihin projektiorganisaation ryhmiin ja ryhmälle määritettyihin tehtäviin. Muutosten valvonnalla ja informoinnin puuteellisuuksella on vaikutus projektin kustannuksiin ja projektin tehtävien suorittamiseen. Toimivassa teollisuushankkeen konsepti- ja esisuunnittelussa projektinhallinnassa on resurssoitu muutostenhallintaan ja seurantaan. Konsepti- ja esisuunnittelun muutostenhallinnan ja seurannan mitoittaminen tulee tehdä teollisuushankkeen laajuuden ja vaatimusten määrittämien vaatimuksien mukaisesti. Projektiorganisaation sidosryhmien

välillä ajantasainen tiedonhallinta on ratkaistavissa oikein resurssoiduilla muutoksien hallinnalla ja seurannalla. [10]

Rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen päämääränä teollisuushankkeen konsepti- ja esisuunnittelussa on määritellä investoinnin laajuudet ja valmiudet rakentamiselle. Pääsääntöisesti teollisuushankkeen investoinnin laajuudet ja valmiudet määrittävät rakentamisen kustannukset. Rakennusurakoihin liittyvien sopimusasiakirjojen ehtojen, velvollisuuksien sekä rakennusurakoiden kustannusperusteiden määrittäminen laajuuksineen ja valmiuksineen kuuluu rakentamisen projektinhallinnan tehtävien osa-alueisiin. Edellä mainituilla huolellisesti määritetyillä rakentamisen projektinhallinnan konsepti- ja esisuunnittelun osa-alueilla varmistetaan rakentamisen sujuvuutta ja hallittavuutta [1]. Hankkeen toteuttaminen aikataulun mukaisesti edellyttää, että aikataulusuunnittelussa on hankkeelle määritetty tarkka alkaminen ja päättyminen ja että aikataulussa on huomioitu kaikki hankkeen toiminnot ja toimintojen väliset vaikutussuhteet. Virheelliset määritetyt teollisuusinvestoinnin laajuudet ja valmiudet aiheuttavat rakentamisen aikatauluun viivästyksiä ja sitä kautta lisäkustannuksia investoinnille. Aikataulussa tulee konsepti- ja esisuunnittelussa tarkkaan määritellä ja tunnistaa jokaisen rakentamisen toiminnon vaikutussuhteet teollisuushankkeen eri osa-alueiden välillä ja määrittää jokaiselle eri toiminnolle käytettävä aika. Valmiuksien ja laajuuksien hallinta konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen aikataulusuunnittelussa mahdollistaa teollisuuden investoinnin rakentamisen kustannuksien sekä rakentamisen aikataulun hallitun määrittämisen. [10]

Aikataulun-, kustannuksien- ja laadunhallinnan osa-alueiden osalta on tarkasti määritettävä, miten näihin kukin asiantuntijaryhmä projektiorganisaatiosta sitoutuu. Laatu-, aikataulu- ja kustannushallinta ovat teollisuushankkeessa riippuvaisia toisistaan. Teollisuushankkeessa tavoiteltava laatu määrittää työn toteutukselle keston, ja työn kesto sekä laatutaso määrittävät kustannukset. Yhdenkin osa-alueen pettäminen johtaa suoriin vaikutuksiin toisissa projektiorganisaation asiantuntijaryhmissä ja sitä kautta vaikuttaa hankkeen kokonaiskustannuksiin. Konsepti- ja esisuunnittelussa riskien seuranta- ja hallintamenetelmillä tulee tunnistaa riskit, asettaa riskeille toimenpidevaatimukset ja etsiä ratkaisut riskien

välttämiselle riskien luonteen, todennäköisyyden ja vaikutuksien mukaisesti. Aikataulullisia, kustannuksellisia ja laadunhallinnallisia riskejä sekä turvallisuusriskejä tulee seurata ja hallita. Onnistuneessa teollisuushankkeen konsepti- ja esisuunnittelun toimeksiannossa projektihallintaan on varattu hankkeen laajuuden ja vaativuuden perusteella riittävät resurssit riskienhallintaan. [10]

Teollisuushankkeet ovat riippuvaisia materiaalien ja laitteiden hankinnoista. Ilman rakennusmateriaaleja on vaikea rakentaa, eikä teollisuutta ole ilman teollisuuden laitteita ja koneita. Teollisuuden hankkeissa tulee olla hankintastrategiat ja sopimusmenettelyt, kuinka hallitaan hankintoja sekä hankintojen ja palveluiden laatuvaatimuksia [10]. Suurissa teollisuushankkeissa tehtävät hankinnat jaetaan hankkeen laajuuden mukaisesti sopivaan määrään hankintapaketteja, jotta hankinnat ovat hallittavissa. Hankintoja teollisuushankkeessa on suunnaton määrä, ja yksi hankintapaketti suuressa teollisuushankkeessa voi olla esimerkiksi yksi alue teollisuusrakennuksesta. Yhden teollisuusrakennuksen alueen hankintapaketin sisältö voi lisäksi jakautua useaan eri osa-alueeseen [11].

Suurissa teollisuushankkeissa hankintapaketit on yhdistetty tehtaan alue- ja prosessitoimintokohtaiseen tunnistusjärjestelmään ja tunnistusjärjestelmän menettelyä käytetään suunnittelun, budjetoinnin, raportoinnin ja kustannusseurannan olennaisena hallintatoimintona. Tunnistusmenetelmää kutsutaan work breakdown structure -menetelmäksi eli lyhennettynä WBS-menetelmäksi. Erityissuunnitteluprosessin merkitys on oleellinen teollisuuden konsepti- ja esisuunnitteluvaiheissa, koska suurissa teollisuushankkeissa suunnittelu- ja hankintaorganisaation tehtävänä on tuottaa kaikki tarvittava suunnitteluaineisto, jonka perusteella voidaan tehdä tarvittavat hankinnat laitteista ja materiaaleista sekä hankinnat teollisuuden laitoksen rakentamisesta. [11]

Erityissuunnittelun päämääränä on projektinjohdon määrittämien tavoitteiden perusteella saavuttaa hankkeeseen soveltuvat ja kokonaiskustannustavoitteisiin sopivat suunnitteluratkaisut. Suunnitteluprosessin onnistuminen edellyttää, että tehdään hallittuja ja tavoitteiden mukaisia päätöksiä ja että suunnittelun etenemistä määrittävät ja ohjaavat tiedot välittyvät oikea-aikaisesti. Suunnittelun

etenemisen kannalta ohjaavia ja rakennettavuutta määrittäviä tietoja ovat esimerkiksi teollisuuden standardit ja tekniset vaatimukset, pohjatutkimus, haitta-ainetutkimus, kuntotutkimus, rakennuksen käyttö- ja ympäristöselvitys, viranomaisen lupapäätös ja lupapäätöksessä edellytetyt selvitykset ja tutkimukset. Ilman edellä mainittuja suunnittelua määrittäviä tietoja konsepti- ja esisuunnittelulla ei saavuteta riittäviä tietoja teollisuuden hankkeen teknisistä ja taloudellisista perusteista. [1]

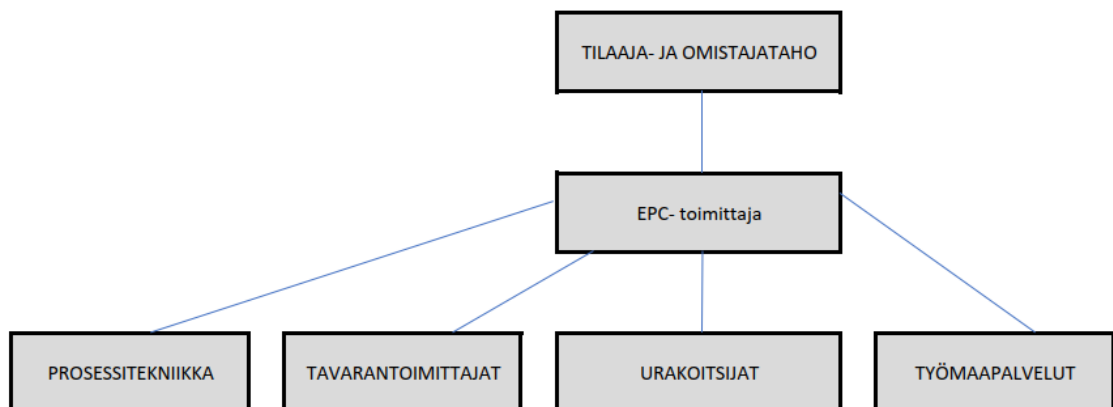
Teollisuusrakentamisen onnistumista määritteleviä osa-alueita ovat myös viranomais- ja lupatoiminnot sekä teollisuushankkeen toteutusmaan valtiolliset toiminnot. Teollisuusrakentaminen Suomessa valtiollisten ja viranomaistoimintojen osalta on eri maihin verraten varsin sujuvaa. Ulkomailla rakentamista voivat ohjailla maan paikalliset edut. Joissakin maissa rakennusalalla on vanha korrup-tiorakenne, ja se voi olla yksi suurimmista harmaan talouden liiketoiminnoista. Vanha maakohtainen korrup-tiorakenne voi tuoda mukanaan hankkeeseen ongelmia hankkeen toteutustapojen suhteen. On tärkeää tutkia ja selvittää valtiollisten ja viranomaistoimintojen osalta hankkeen onnistumisen mahdollisuudet aina maakohtaisesti [2]. Ääripään esimerkkinä rakentamisesta ulkomailla on lähteen [12] Yleisradio Oy:n julkaisema Ulkolinja-dokumentti, jossa käsitellään Italian julkista rahoitusta ja hallinnon korrup-tiota. Ulkolinja-dokumentin Italian tapauksessa muun muassa teollisuusinvestointien rahoitusta oli ohjailnut maan hallinnon korrup-tio, ja suurin osa rakentamisen rahoituksesta oli mennyt harmaan talouden liiketoimintaan [12].

5 Yleisimmät toimitusmuodot

Teollisuuden investoinneissa yleisimmät toimitusmuodot ovat EPCM-, EPC-toimitusmuodot sekä allianssimallin toimitusmuodot [3]. Opinnäytetyön tutkimusaineistot perustuvat EPCM-toimitusmuodon aineistoihin, ja tähän osioon on selvitetty EPCM- ja EPC-toimitusmuotojen palvelumenetelmien eroavaisuuksia tutkimustyön aineiston selkeyttämiseksi.

EPC

”Engineer, procure, construct” EPC-palvelumenetelmä on teollisuuden hankkeissa käytetty suunnittelun ja rakentamisen sopimusmalli. EPC-palvelumenetelmää kutsutaan ”avaimet käteen” -toimitusmalliksi eli EPC-palvelussa työn tilaaja saa palveluntarjoajalta tilaamansa hankkeen valmiiksi ”avaimet käteen” toimitettuna. EPC-palvelumenetelmässä palveluntarjoaja vastaa ja toimittaa kiinteäinhintaisella sopimuksella tilaajalle teollisuuden laitoksen suunnittelun, hankinnat ja rakentamisen. Hankkeen aikataulu- ja kustannusriskit kohdistuvat EPC-palveluntarjoajaan, ja EPC-toimitussopimus perustuu konsepti- ja esisuunnitteluvaiheessa tarkasti suunniteltuun ja määritettyyn hankkeen laajuuteen ja toimitussisältöön [13]. EPC-palvelumenetelmän organisaation vastuiden toimintamalli on esitetty kuvassa 2, joka on johdettu Loots & Henchie [7] artikkelista *EPC and EPCM Contracts: Risk issues and allocation*.

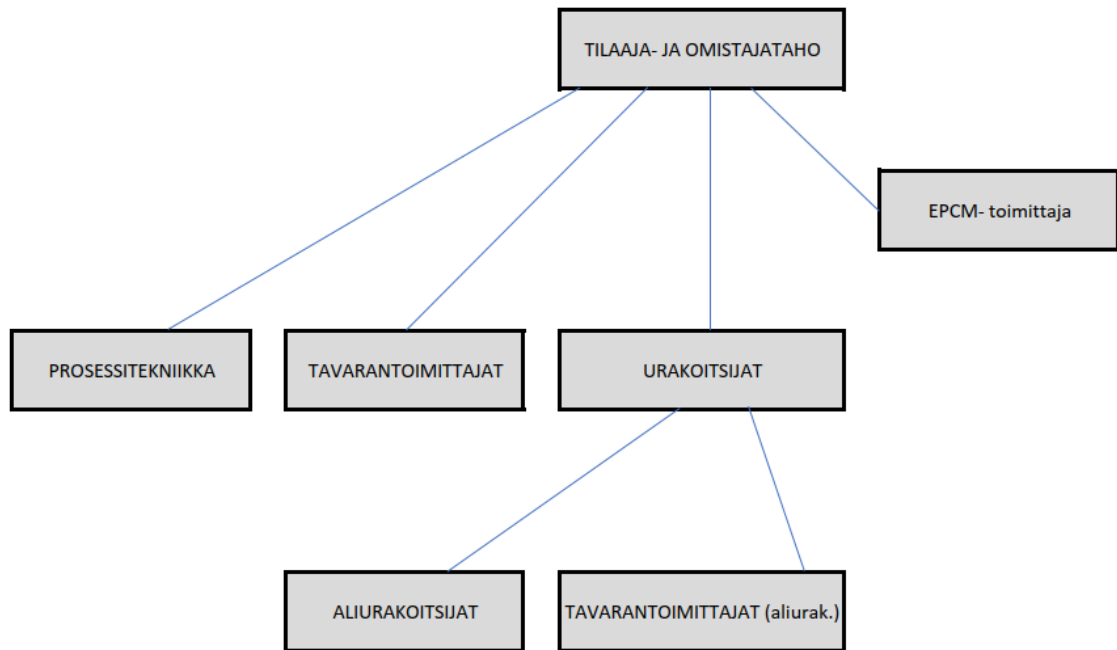


Kuva 2. EPC- palvelun organisaatiomalli, johdettu lähteestä [7] s.6

EPC-palvelumenetelmää käytetään yleisimmin teollisuuden projekteissa, joissa on mahdollista hyödyntää teollisuudessa käytössä olevia hyväksi todettuja, toimivia ja tutkittuja ratkaisuja ja joissa hankkeen teollisuusprosessi sekä tekninen kokonaisuus on selkeä toteuttaa [13]. EPC-palveluntarjoaja tekee yleisimmin alihankintana tai teollisuuden hankkeisiin erikoistuneiden urakoitsijoiden yhteistyösopimukseen perustuen teollisuuden laitoksen rakentamisen ja toimintojen valmistuksen. Yksittäisellä suunnittelusta, hankinnoista ja rakentamisesta vastaavalla EPC-palveluntarjoajalla on harvoin tarjota ilman alihankintoja tarpeeksi henkilökuntaa ja ammattitaitoa toteuttaa kokonaisuudessaan kiinteähintainen teollisuuden hanke. Erittäin suurissa teollisuuden hankkeissa teollisuusprosessien tai rakennusalueiden välillä voi toimia useita EPC-toimittajia, ja tilaajalla on suuri ammattitaidollinen vastuu hallita kyseisten rajapintojen riskejä ja yhteensovittamista. [2]

EPCM

EPCM-palvelumenetelmässä palveluntarjoajan sopimusmalli koostuu suunnittelusta, hankinnoista ja rakentamisen johtamisesta. Palvelumenetelmässä palveluntarjoaja sitoutuu hankkimaan ja hallinnoimaan hankintoja ja suunnittelupalveluja sekä suorittamaan rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen asiakkaan puolesta. EPCM-palvelussa palveluntarjoaja ei sitoudu suorittamaan teollisuuden laitoksen rakentamista, vaan (CM) construction management -termin mukaisesti palveluntarjoaja johtaa, ohjaa ja valvoo rakentamista. Rakentamisen projektinhallinnan pääasiallinen tavoite on saattaa ja koordinoida rakennuttamisen toimeksiannon tehtävien ja asiakkaan asettamien vaatimuksien mukaisesti teollisuushanke toiminnallisesti kannattavaan lopputulokseen [13]. EPCM-palvelumenetelmän organisaation vastuiden toimintamalli esitetty kuvassa 3, s.28, joka johdettu Loots & Henchie [7] artikkelista *EPC and EPCM Contracts: Risk issues and allocation*.



Kuva 3. EPCM-palvelun organisaatiomalli, johdettu lähteestä [7] s.6

Teollisuuden hankkeessa EPCM-palveluntarjoaja on projektin johtamisen ja hallinnoinnin asiantuntija. EPCM-palvelumenetelmä on asiantuntijapalvelukonsepti, jossa EPCM-palveluiden keskeisimpinä tehtävinä on hankkeen konsepti- ja esisuunnittelu, perusteellinen ja asiantunteva toteutussuunnittelu, projektin hankintojen osittelu, sopimusten hallinta sekä rakentamisen projektihallinta [13]. EPCM-palveluntarjoaja toimii teollisuuden hankkeessa tilaajan edustajana. Tilaajan edustajan roolissa EPCM-palveluntarjoaja neuvottelee ja solmii sopimussuhteita tilaajan valtuutuksella urakoitsijoiden, tavarantoimittajien sekä suunnittelijoiden välillä. Urakoiden kilpailutuksella ja neuvotteluilla sekä tarjousvertailulla on suuri merkitys teollisuuden hankkeen aikataulussa onnistumisen ja kustannustavoitteiden kannalta. Oikein resursoidulla EPCM-palveluilla teollisuushankkeen on mahdollista saavuttaa tai jopa alittaa asetetut kustannustavoitteet. [7]

5.1 EPC- ja EPCM-palvelukonseptien hyödyt ja haasteet

Vaikka palvelukonseptien termit EPC ja EPCM vaikuttavat hyvin saman kaltaisilta, niin palvelukonseptien sopimus- ja toimintomallit eroavat toisistaan oleellisesti. EPC-toimituksessa palveluntarjoaja ottaa täyden vastuun hankkeen toteutuksen aikataulusta, suunnittelutyöstä ja työn laadusta sekä hankkeen kokonaiskustannuksista kiinteähintaisella ”avaimet käteen” -sopimuksella. EPC-toimitus on edellä mainitun perusteella tilaajalle riskivapaampi hankkeen toteutukseen osallistumisen ja tilaajan tilaaman teollisuushankkeen toteutuksen kustannuksien kannalta. Vaikka tilaajalle ”avaimet käteen” EPC-toimitus on riskivapaampi hankkeen toteutukseen osallistumisen ja kustannuksien kannalta, niin EPC-toimituksessa on riskinä hankkeen aikainen projektin tai prosessin muunneltavuus. EPC-toimitus perustuu FEL-vaiheissa tarkoin määritettyyn hankkeen kokonaisuuteen, ja EPC-toimittaja mitoittaa ja suunnittelee toimituksensa konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen tarkoin määritettyyn laajuuteen ja aineistoon perustuen. EPC-toimituksessa muunneltavuus konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen jälkeen on haastavaa tuotantosuunnittelun ja toteutuksen alkaessa. Tällöin on riski hankkeen tilaajalle, ettei toimitus välttämättä vastaa tilaajan haluamaa toiminnallista ja tuotannollista lopputulosta, koska hankkeen toteutuksen tai prosessin muunneltavuus on ollut sidottu tarkoin määritettyyn kiinteähintaiseen EPC-toimitussopimukseen. [7]

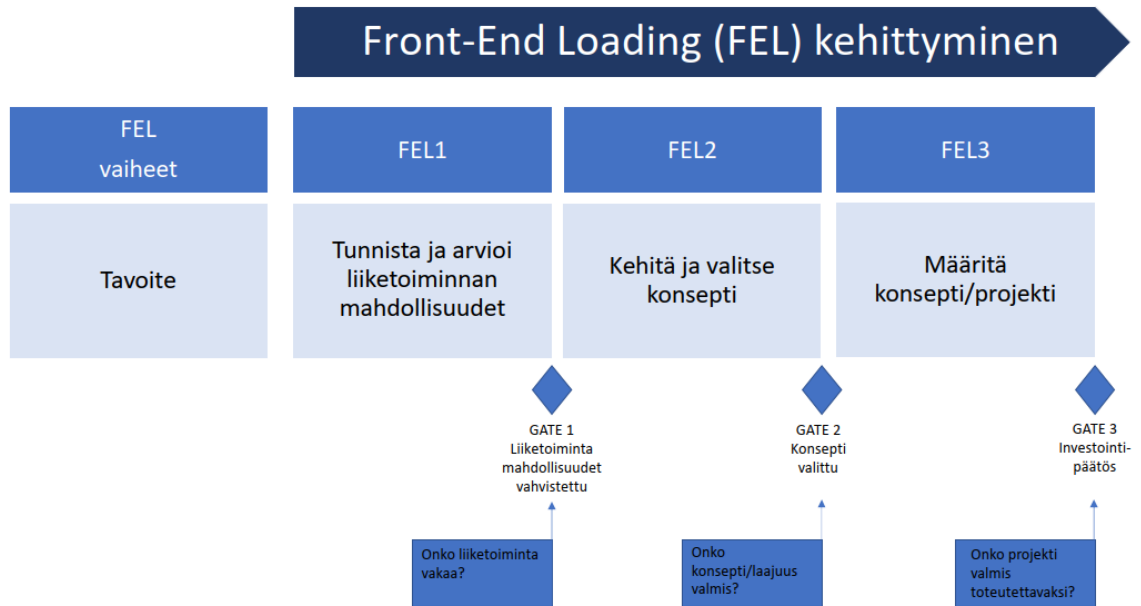
Toisin kuin EPC-toimitusmallissa, EPCM-palveluntarjoaja on yleisimmin hankkeessa mukana asiantuntijana jo hyvin varhaisessa teollisuuden konsepti- ja esisuunnitteluvaiheessa ja toimii tilaajan edustajan roolissa läpi hankkeen. Asiakkaan puolesta tilaajan edustajan roolissa EPCM-toimittaja sitoutuu asiantunteuksellaan neuvottelemaan, solmimaan ja hallinnoimaan sopimussuhteita, suunnittelupalveluita sekä johtamaan, ohjaamaan ja valvomaan rakentamista. Lähtökohtana EPCM-palveluissa on, että riskien hallittavuuden kannalta EPCM-toimitussopimus on toimitussisällöltään oikein resursoitu ja että toimitus vastaa tilaajan asettamia toiminnallisia sekä tuotannollisia vaatimuksia ja haluttua lopputulosta. EPCM-toimitusmallissa ei ole EPC-toimituksen kaltaisia sopimussidonnaisuuksia, jotka voivat hankkeen edetessä estää teollisuushankkeen ja

prosessin teknisten toimintojen muokattavuutta ja kehitettävyyttä. EPCM-palvelut perustuvat saumattomaan ja jatkuvaan asiantuntevaan yhteistyöhön sekä tiedonvälitykseen EPCM-palveluntarjoajan ja teollisuushankkeen tilaajan välillä. Hankkeen aikataulullisen ja kustannustavoitteiden osalta EPCM-toimittajalla asiantuntijapalveluroolissa on suuri toimintavastuu huolehtia, että hankkeeseen laaditun toteutussuunnitelman mukaisesti projekti aikataulu etenee ja että tavoitteisiin määritetyt hankintavoitteet, tarjouskilpailutus ja suunnittelutavoitteet valmistuvat oikea-aikaisesti. Edellä mainittujen EPCM-toimittajan asiantuntijapalveluiden toimintavastuiden tulee noudattaa teollisuushankkeelta vaadittua laatutasoa sekä määritettyjä sopimus- ja hankintastrategioita. EPCM-palveluorganisaation tulee olla hankkeen laajuuteen oikein mitoitettu sekä asiantuntemukseltaan että henkilöresursseiltaan, jotta aikataulu- ja kustannusriskit ovat hallittavissa. [7]

6 Konsepti- ja esisuunnittelun vaiheistus

Teollisuuden projektinhallinnan konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen prosessin toimintojen "Front-End Loading" FEL-vaiheistusprosessilla määritetään tilaaja- ja omistajatahon liiketoiminnan tavoitteista yksityiskohtaiset tekniset ja taloudelliset tiedot projektin riskien ja resurssien hallitsemiseksi. Jokainen FEL-vaihe on yksi asiakkaalle toimitettava projektituote [2]. FEL-vaiheista tietolähteissä käytetään eri nimityksiä, kuten konseptisuunnittelu ja -tutkimus, esisuunnittelu ja -tutkimus ja toteutettavuustutkimus.

Ennen projektin toteutuksen investointipäätöstä konsepti- ja esisuunnittelun FEL-vaiheistusprosessin toiminnot määrittävät projektin toteutettavuuden. FEL-vaiheistusprosessi on nimensä mukaisesti jaettu vaiheisiin, joissa jokaisessa kolmessa FEL-vaiheessa projektijohto arvioi asetettujen vaihetavoitteiden osalta prosessin etenemisen tekniset edellytykset sekä liiketaloudelliset edellytykset vaiheille määritettyjen kustannusarvion tarkkuuksien perusteella. Projektijohdon tehtävänä on päättää prosessin vaihetavoitteiden valmiuden perusteella projektin etenemisestä seuraavan FEL-vaiheeseen. Vaiheiden väliarvioinnit FEL-vaiheistusprosessissa ovat niin kutsuttuja "GATE"-väliarviointeja. Vähimmäismäärä johdonmukaiselle projektihallinnalle on FEL- vaiheiden määrän mukaisesti vähintään kolme väliarviointia. FEL-vaiheiden toimintamalli esitetty kuvassa 4, s.32, joka on johdettu E. W. Merrow'n teoksesta *Industrial Megaprojects*. [2]



Kuva 4. FEL-vaiheet ja GATE-malli, johdettu lähteestä [2] s.203

6.1 FEL 1-vaiheen tavoite

Ensimmäisessä vaiheessa tunnistetaan teollisuushankkeen liiketoiminnan tavoitteet ja näiden vaikutukset liiketoiminnan konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen prosessissa. Liiketoiminnan osalta on selvítettävä liiketoimintasuunnitelman tavoitteiden kilpailukykyisyys, rahoituksen ja kustannuksien hallittavuus sekä varmistettava ja suunniteltava, että liiketoiminta on oikeudellisesti ja lainsäädännöllisesti sekä teollisuuden prosessin kapasiteetiltaan ja teknologialtaan toimintakykyinen. [14]

Parthin [14] artikkelin *Successful Program Delivery Starts Long Before the Program Does -Part 2* mukaan FEL 1-vaiheen huolellisesti tehdyllä konsepti- ja esisuunnittelulla on saavutettavissa kokonaiskustannuksien kustannusarvion alarajan ja ylärajan tarkkuudeksi -25% / +30%. Liiketoiminnan asettamien tavoitteiden osalta FEL 1-vaiheessa projektijohdon tehtävänä on määrittää projektiorganisaatioon tarvittavat resurssit asiantuntija-aloittain sekä selkeät tavoitteiden mukaiset projektijohdon ja -hallinnan vastualueet. FEL 1-vaiheessa projektiorganisaation

johtamiseen ja organisaation selkeisiin tavoitteisiin sekä päätöksen selkeyteen ja organisaatiossa käytettävään viestintään tulee varata riittävät resurssit. Konsepti- ja esisuunnittelun ensimmäisessä vaiheessa toimivilla ja oikein teollisuushankkeen laajuuteen ja vaativuuteen määritetyillä viestinnän menetelmillä varmistetaan FEL-vaiheelta edellytettävän oikea-aikaisen suunnittelutiedon siirtyminen. Tehokkaan ja toimivan konsepti- ja esisuunnittelun toimivuuden edellytyksenä on oikea-aikaiset ja oikeat lähtötiedot projektiorganisaation asiantuntijaryhmien välillä. [14]

FEL 1-vaiheessa tulee ratkaista ja tarjota teollisuudenprosessiin soveltuvimmat menetelmät ja toiminnot teollisuuden projektin onnistumisen kannalta. Konsepti- ja esisuunnittelun ensimmäiseen vaiheeseen määritetyistä vaatimustasoista tulee pitää kiinni ennen kuin projekti voi edetä ”GATE” väliarvioinnista seuraavaan FEL-vaiheeseen. Projektin yhtenä lähtötietojen vähimmäisvaatimuksena FEL 1-vaiheessa tulisi olla, että teollisuuden prosessin kulkukaavion yksityiskohtainen suunnittelu ja määrittäminen on tehty. Tilanteessa, jolloin FEL 1-vaiheen väliarviointiin prosessin kulkukaaviota ei ole yksityiskohtaisesti määritetty suunnittelun lähtötiedoksi, projektijohdon tulee tunnistaa ja asettaa lähtötietopuute korkean luokan riskiksi ja arvioida, onko projektilla edellytykset edetä seuraavaan FEL-vaiheeseen. [14]

Projektissa riittävien lähtötietojen päättämiseksi ja määrittämiseksi ei tule asettaa etenemistä määrääviä aikatauluja, vaan projektilla tulee olla riittävän yksityiskohtaiset lähtötiedot olemassa edetäkseen FEL 1-vaiheesta seuraavaan vaiheeseen. FEL 2-vaiheen tehtävillä ei ole edellytyksiä edetä ilman riittäviä FEL 1-vaiheessa määritettyjä lähtötietoja [14]. Lähteenä käytetyn Parthin artikkelin *Successful Program Delivery Starts Long Before the Program Does -Part 2* [14] FEL-vaiheiden aineisto perustuu E. W. Merrow'n [2] teoksen *Industrial Megaprojects* (IPA) tutkimusaineistoon.

6.2 FEL 2-vaiheen tavoite

Toisen vaiheen tavoitteita FEL-vaiheistuksessa voidaan pitää vaiheistusmenetelmän tärkeimpänä vaiheena. FEL 2-vaiheen konsepti- ja esisuunnittelussa sekä määritettävän toteutussuunnitelman tavoitteena on huomioida kaikki projektin osa-alueet FEL 3-vaiheen teollisuushankkeen toteuttamisen mahdollistavaa suunnittelua varten. Projektin toteutussuunnitelman tulee sisältää suunnittelu-, hankinta-, huolto-, seisokki-, aikataulu- ja sopimusstrategiat, sekä toteutussuunnitelman tulee määrittää rakentamisen strategia ja projektiorganisaatioon kuuluvien henkilöiden roolit ja vastualueet. Toteutussuunnitelmassa tunnistetaan yksityiskohtaisesti teollisuushankkeen toteuttamisen ja rakennettavuuden laajuus, huoltotoimintojen ja seisokkien vaikutukset sekä hankkeen laajuuden ja toimintojen asettamat kustannukselliset ja teknilliset vaatimukset. [14]

Toisen vaiheen kustannusarvio perustuu toteutussuunnitelmassa määritettyyn tietoon, ja Parthin [14] artikkelin *Successful Program Delivery Starts Long Before the Program Does -Part 2* mukaan FEL 2-vaiheen huolellisesti tehdyllä konsepti- ja esisuunnittelulla on saavutettavissa kokonaiskustannuksien kustannusarvion alarajan ja ylärajan tarkkuudeksi -15% / +20%. FEL 2-vaiheessa selvitettävät ja kehitettävät asiat keskittyvät teollisuushankkeen toteutussuunnitteluun, rakennettavuuteen, sijainnin asettamiin vaatimuksiin, suunnittelulle ja suunnitelmille asetettujen vaatimusten toteutettavuuden hallintaan sekä FEL 2-vaiheessa edellytetyn suunnitelmien ja tutkimuksien tason valmiuteen. [14]

FEL 2-vaiheessa teollisuushankkeen työmaa-alueen osalta on selvitettävä maaperässä ja ympäristössä vallitsevat olosuhteet. Teollisuusrakennuksien ja -alueen maaperä- ja ympäristöolosuhteiden soveltuvuuden osalta on selvitettävä ja suunniteltava rakennus- ja rakennetekniikkaan sekä kustannuksiin vaikuttavat ratkaisuvaihtoehdot ja toimenpiteet. Rakennuksien sijoittelun ja teollisuuden toimintojen vaikutukset on otettava huomioon maaperän ja ympäristön suunnittelussa sekä myös asetettujen ympäristölupavaatimusten osalta. Teollisuushankkeen työmaa-alueen maaperän ja ympäristön olosuhteiden oikein määrittäminen on erityissuunnittelun lähtötieto, johon perustuen suunnitelmat laaditaan. Lisäksi

FEL 2-vaiheessa teollisuushankkeen rakennettavuuden osalta on selvittävä tarvittavat palveluntarjoajat ja tunnistettava hankkeen laajuuden mukaan työvoiman tarve sekä saatavuus. Asiantuntevilla ja teollisuushankkeen laajuuteen sekä vaativuuteen soveltuvilla palveluntarjoajilla varmistetaan teollisuushankkeen toteutuksen sujuvuus. Lähtökohtaisesti ennen kuin projekti voi edetä seuraavaan vaiheeseen, terveys- ja turvallisuusvaatimuksien sekä rakennustoimenpiteiden ja ympäristön rakentamiselle asettamien vaatimuksien osalta toimintamenettelyt tulee olla tunnistettu ja selvitetty. [14]

FEL 2-vaiheen konsepti- ja esisuunnittelun etenemisen mahdollistamiseksi tulee olla projektiorganisaation asiantuntijaryhmiin kuuluville henkilöille käytettävissä ja kirjallisesti määritetty: hankkeessa tehtävät toimenpiteet, suunnittelutehtävien laajuudet, lähtötietolista suurimpien päälaitteiden ja -koneiden ominaisuuksista, rakennettavalla alueella olevat tai hyödynnettävät rakenteet, laitteet ja koneet sekä tiedot alueen teknisistä järjestelmistä, kuten liikenne-, sähkö-, tietoliikenne-, lämpö-, vesi- ja viemäriverkostoista. FEL 2-vaiheen teollisuushankkeen konsepti- ja esisuunnittelun tavoitteena on määrittää prosessin kulkukaavioon lähtötiedot vaihekohtaisesti prosessissa käytettävästä raaka-aineesta ja sen ominaisuuksista. Erityissuunnitelmia määrittäviä lähtötietoja ovat muun muassa prosessin raaka-aineen ja sen ominaisuuksien asettamat vaatimukset. Prosessin lähtötiedot tulee olla FEL 2-vaiheessa määritetty, jotta hankkeen erityissuunnittelulla on edellytykset FEL 3-vaiheeseen. [14]

Oleellista projektin toteutuksen aikataulusuunnittelun kannalta on, että hankkeesta tunnistetaan projektin kriittinen polku. Kriittisellä polulla tarkoitetaan teollisuushankkeessa olevien rakennettavien alueiden ja alueisiin kuuluvien toimintojen toteuttamisen järjestystä. Kriittisen polun järjestys määräytyy teollisuusprosessille asetettujen valmistumisen vaatimuksien mukaisesti, eli missä vaiheessa teollisuushanketta mikäkin teollisuusprosessin osa-alueen pitää olla toimintakuntoinen. Projektin toteutuksen optimoinnin kannalta FEL 2-vaiheen aikataulun laatiminen on tehtävä yhdistäen aikatauluun hankkeen kriittisen polun määrittävät osa-alueet. Kriittisen polun aikataulua kutsutaan CPM- aikatauluksi, ja lyhenne tulee sanoista Critical Path Method. Tunnistettavia kriittisen polun osa-alueita

ovat FEL 3-vaiheen toiminnot, suunnittelu ja suunnittelutehtävät asiantuntija-aloittain, hankinnat, rakentaminen, sopimukset ja toimintoihin määritetyt resurssit. [14]

6.3 FEL 3-vaiheen tavoite

Kolmannessa vaiheessa tavoitteena on, että vaiheen jälkeen hankkeen rakennustöille, esivalmistettaville rakennusosille ja -tuotteille sekä pitkän valmistusprosessin vaativille teollisuusprosessin laitteille ja koneille on välitön aloitusvalmius [2]. Toimintosisältö on peruskäsitteiltään sama kuin toisessa vaiheessa, ja Partin [14] artikkelin *Successful Program Delivery Starts Long Before the Program Does -Part 2* mukaan FEL 3-vaiheen huolellisesti tehdyllä konsepti- ja esisuunnittelulla on saavutettavissa kokonaiskustannuksien kustannusarvion alarajan ja ylärajan tarkkuudeksi -10% / +10%. Kustannusarvion tarkkuus sekä FEL 3-vaiheen jälkeinen toteutusvaihe edellyttää teollisuushankkeen rakennettavuuden, toimintojen, suunnittelutilanteen, laatu-, terveys-, turvallisuus- ja ympäristövaatimuksien sekä toteutussuunnitelman ja aikatauluhallinnan osalta yksityiskohtaista ja tarkkaa projektikohtaista tietoa. [14]

Suoritettavan työn ja tarvittavien työmaatoimintojen osalta FEL 3-vaiheen suunnitelmissa ja selvityksissä tulee olla todennettu tarvittavat hankinnat, sopimukset sekä hankintojen kustannukset ja sopimusmenettelyt. Hankintojen kustannuksiin vaikuttavat muun muassa tarvittava työvoima ja työvoiman saatavuus sekä tarvittavat palvelut ja palveluiden saatavuus. Työmaatoimintojen ja työvoiman kustannuksien osalta on selvitettävä urakoitsijoiden luotettavuus, tuottavuus ja paikallisten materiaalien saatavuus. FEL 3-vaiheessa työmaa-alueeseen ja työmaa-alueen ulkopuolisiin toimintoihin ja järjestelyihin liittyvä esisuunnittelu ja kustannukset tulee myös huomioida FEL 3-vaiheen toteutussuunnittelussa. Lisäksi tarkka tieto maaperän soveltuvuudesta rakentamiselle ja maaperän vaikutukset rakentamisen kustannuksiin tulee olla selvitetty toteutussuunnittelussa. [14]

Toteutussuunnitelmassa tulee suunnitella ja tunnistaa huoltotoimenpiteiden ja seisokkien vaikutukset teollisuuden prosessissa ja suunnitella, kuinka huoltotoimenpiteiden tai seisokkien aiheuttamat kustannukset ovat optimoitavissa. Huoltotoimenpiteiden ja seisokkien lisäksi toteutussuunnitelmassa on suunniteltava prosessin käyttöönotto ja kuinka näiden osalta kustannukset ovat optimoitavissa. Toteutussuunnittelussa tulee huomioida ja suunnitella toteutuksessa tehtävien toimenpiteiden vaikutukset teollisuusympäristöön ja teollisuuden toimintoihin. Toteutussuunnitelmassa tulee määrittää tarkasti, mitä vaikutuksia hankkeella on alueen ympäristöön ja yhteisön toimintaan sekä määrittää menettelyt vaikutusten hallintaan. Projektin toteutussuunnitelmassa tulee olla selvitetty ja määritetty projektin tavoitteiden mukaiset sopimusstrategiat, joita hankkeen toteutusvaiheen sopimussuhteissa ja sopimusmenettelyissä noudatetaan. Toteutussuunnitelmaan tulee tunnistaa ja määrittää tarkasti laajuuden mukaisesti projektiorganisaation henkilöresurssit ja vastuualueet sekä huomioida henkilöresurssien mitoittamisessa kriittisen polun asettamat vaatimukset. FEL 3-vaiheelle asetettujen hankkeen toteutettavuuden vaatimusten mukaisesti ilman oikein resursoitua ja määritettyä toteutussuunnitelmaa konsepti- ja esisuunnittelu ei voi edetä toteutusvaiheeseen. [14]

FEL 3-vaiheessa projektin konsepti- ja esisuunnittelu tulee tehdä suunnittelutehtävien osalta suunnittelualoittain toteuttamisen mahdollistavalle valmiustasolle, josta tuotantosuunnittelun on mahdollista jatkaa. Konsepti- ja esisuunnittelun tulee olla valmis rakentamisen tuotantosuunnittelua varten suunnittelutehtävien laajuuden, sisällön, vaatimusten, suunnittelun perusteiden ja rakenteiden mitoituksen sekä teollisuusprosessin osalta. Konsepti- ja esisuunnittelu ei ole valmis, jos edellä mainitut FEL 3-vaiheen tavoitteiden vaatimukset ovat puutteelliset. [2]

6.4 Rakentamisen projektihallinnan toimintojen ja tavoitteiden eteneminen FEL-vaiheissa

Käsiteltyjen aihealueiden mukaisesti hankkeen sisällön ja laajuuden perusteella FEL 1-3 -vaiheissa selvitetään asiantuntijaorganisaation määritettyjen tehtävien työtoiminnoilla projektin tekniset ja taloudelliset lähtökohdat sekä perusteet tilaaja- ja omistajatahon investointihankkeen toteuttamista varten. Suurissa kaivosteollisuushankkeissa on laajalti ollut käytössä EPCM-toteutusmuoto sekä konsepti- ja esisuunnittelun FEL-vaiheistus. Taulukkoon 2, s.39 on Hicksonin ja Owenin [3] teoksesta *Project Management for Mining; Handbook for Delivering Project Success* johdettu ja analysoitu tiedot FEL-vaiheiden perustietojen etenemisestä. Teollisuuden investoinnin konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen toiminnot ja tavoitteet perustuvat hankkeen FEL-vaiheiden perustietoihin. Näin ollen FEL-vaiheiden perustietojen etenemisen mukaisesti kehittyvät myös projektin yksityiskohtaiset tekniset ja taloudelliset tiedot rakentamisen projektihallinnan tehtävien sekä toimintojen osalta. [3]

Taulukko 2. Perustietojen eteneminen FEL-vaiheiden toiminnoissa, johdettu lähteestä [3] s.244

KONSEPTI- JA ESISUUNNITTELUVAIHE		
FEL 1	FEL 2	FEL 3
Prosessiraaka-aine ja tuotetutkimukset	Prosessiraaka-aine ja tuotetutkimukset	Prosessiraaka-aine ja tuotetutkimukset
Alustava tieto	Alustavat laskelmat	Määritetty laskelmin ja tuottavuus todistettu
Prosessitoiminnan tutkimukset/suunnitelmat	Prosessitoiminnan tutkimukset/suunnitelmat	Prosessitoiminnan tutkimukset/suunnitelmat
Alustava suunnitelma teollisuuden prosessista määritetty	Teollisuuden prosessin valinta tehty suunnitelmiin perustuen	Yksityiskohtaiset prosessimenetelmät määritetty ja prosessisuunnittelu tehty
Rakennustekninen- ja prosessisuunnittelu	Rakennustekninen- ja prosessisuunnittelu	Rakennustekninen- ja prosessisuunnittelu
- Suunnittelu alustavaa ja perustuu vastaaviin teollisuuden hankkeisiin - Infrastruktuurin vaatimuksien määrittäminen - Tuotantoteho arvioitu	- Konsepti- ja esisuunnittelu: alustava rakennus- ja rakennesuunnittelu tehty - Infrastruktuuri määritetty - Alustavia tuotantomääriä - Oletettu prosessikaavio - Suunnittelusopimuksia tehty - 3D- mallinnus aloitettu	- Konsepti- ja esisuunnittelu valmis delta- ja tuotantosuunnitteluun sekä työnlajauudet ja vaatimukset täysin määritetty - Rakennus- ja rakennesuunnitelmat määritetty ja sisältöön ei enää muutoksia - Tuotantomäärät asetettu ja ei enää muutoksia - Prosessikaavioon ei enää muutoksia - Suunnittelusopimukset tehty - Infrastruktuuri viimeistely
Ympäristö, luvat ja yhteiskunnalliset asiat	Ympäristö, luvat ja yhteiskunnalliset asiat	Ympäristö, luvat ja yhteiskunnalliset asiat
- Olemassa olevien tietojen tarkastaminen - Ympäristöön liittyvät lupa ja yhteiskunnalliset asiat selvitetty	- Lähtötiedot selvitetty - Arvio yhteiskunnallista asioista sekä ympäristöasioiden hallintasuunnitelma kehitetty - Tarvittavat luvat selvitetty	- Lähtötiedot valmiit - Ympäristöasioiden hallintasuunnitelman täytäntöönpano käynnissä sekä toimintasuunnitelma yhteiskunnallisista asioista kehitetty - Luvat valmisteltu ja luvitus käynnissä
Alueen rakentaminen	Alueen rakentaminen	Alueen rakentaminen
- Tiedot alustavia rakennettavuudesta	- Geo- ja pohjarakennetekniset tutkimukset käynnissä	- Geo- ja pohjarakennetekniset tutkimukset sekä selvitykset tehty ja menetelmät rakentamiselle määritetty
Kustannusarvio	Kustannusarvio	Kustannusarvio
EPCM- toimitussopimuksen mukaisesti	EPCM- toimitussopimuksen mukaisesti	EPCM- toimitussopimuksen mukaisesti

6.5 Rakentamisen projektihallinnan ja johtamisen sisältö projektin FEL-vaiheissa

FEL-vaiheiden toiminnoilla määritetään teollisuusprojektin toteutukselle vaadittavat yksityiskohtaiset menetelmät, ja kuinka menetelmiä hallitaan toteutuksessa. Hankkeen projektipäällikön oleellisin tehtävä konsepti- ja esisuunnitteluvaiheessa on varmistaa, että menetelmät projektin toteuttamiselle on määritetty projektin toteutussuunnitelmaan, ennen kuin hanke voi edetä FEL-3 vaiheesta toteutusvaiheeseen. Teollisuushankkeen rakentamisen toteutus- ja hallintamenetelmät määritetään projektin toteutus- ja hallintamenetelmät -käsikirjaan, joka on projektin toteutussuunnitelman tärkein liiteaineisto teollisuuden hankkeen rakentamisen onnistumisen kannalta. Konsepti- ja esisuunnitteluvaiheessa rakentamisen projektihallinnan ja johtamisen oleellisin tuotettava aineisto projektin toteutus- ja hallintamenetelmät -käsikirjaan ovat rakentamisen toteutus- ja hallintamenetelmät. Teollisuuden hankkeen rakentamisen toteutuksen hallintaan ja menetelmiin kuuluvat rakentamisen projektihallinnan ja johtamisen menetelmät sekä tehtävät ja suunnitelmat. [3]

Projektin toteutus- ja hallintamenetelmiä määritettäessä teollisuushankkeen sekä tilaaja- omistajatahon laatuvaatimukset ja standardit tulee huomioida. Projektin toteutus- ja hallintamenetelmien käsikirja sisältää ja määrittää koko teollisuushanketta ja projektiorganisaation asiantuntijoiden tehtäviä ja toimintoja sekä menetelmiä ohjaavat ja noudatettavat tiedot. [3]

Rakentamisen projektihallinnan menetelmien toiminnot

Rakentamisen projektihallinnan tehtävät perustuvat konsepti- ja esisuunnittelun FEL-vaiheiden tehtävien sisällöllä tuotettuun tietoon ja aineistoon. Rakentamisen projektiorganisaation päätehtäviä ovat projektinjohto, projektihallinta, projektinvalvonta, projektihallinto, kirjanpito, suunnittelu, hankinta, sopimushallinta, rakentaminen, laadunhallinta, riskienhallinta, toimenpiteet, huolto, tiedonhallinta, henkilöstöhallinto, terveys-, turvallisuus- ja ympäristöhallinta sekä viranomais- ja lupatoiminnot. [3]

Konsepti- ja esisuunnitteluvaiheessa projektin toteutus- ja hallintamenetelmät -käsikirjan sisältö projektin toteutussuunnitelmaan rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen menetelmien tehtävien osalta ovat: rakentamisen projektinhallinnan suunnitelma, rakennettavuus arvioinnit, rakentamisen toteutussuunnitelma, projektinhallinnan ja toteutuksen tukipalvelut ja vaatimukset sekä terveys-, turvallisuus- ja ympäristöhallintasuunnitelmat. Edellä mainittujen rakentamisen projektinhallinnan tarkkaan määritettyjen tehtävien sisältö koostuu suunnitelmista ja selvityksistä. Taulukoihin 3-7 s.42–49, on Hicksonin ja Owenin [3] teoksesta *Project Management for Mining; Handbook for Delivering Project Success* johdettu ja analysoitu tiedot rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen tehtävien sekä suunnitelmien FEL-vaiheiden sisältövaatimuksista. Taulukoihin 3-7 s.42-49, teoksesta R. J. Hickson ja T. L. Owen [3] *Project Management for Mining; Handbook for Delivering Project Success* johdetun ja analysoidun tiedon tausta-aineistona on käytetty AFRY Finland Oy:ltä saatuja projektiaineistojen tietoja. [3]

Taulukko 3. Rakentamisen projektinhallinnan menetelmien ja suunnitelmien FEL-vaiheiden sisältövaatimukset lähteen [3] ja AFRY Finland Oy:n projektiaineistoon perustuen.

KONSEPTI- JA ESISUUNNITTELUVAIHE				
TEHTÄVÄ:	SISÄLTÖ:	FEL 1	FEL 2	FEL 3
Rakentamisen projektinhallinnan menetelmät/suunnitelma				Rakentamisen projektinhallinnan menetelmät perustuvat tehtävän sisällön aineistojen tietoihin
	- Laadunhallinta-menettelmät/suunnitelma	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötietojen selvitys käynnissä	- Työn sisältö ja lähtötiedot tunnistettu - Laadunhallintasuunnitelman vaatimukset ja menetelmät tunnistettu	- Työn sisältö ja lähtötiedot määritetty - Laadunhallintasuunnitelman vaatimukset ja menetelmät määritetty - Laadunhallintasuunnitelma määritetty
	- Työmaan HSE-menettelmät/suunnitelma	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötietojen selvitys käynnissä - Ympäristöasiantuntijan työmaakäynnit suoritettu - Suurimmat ympäristöön kohdistuvat riskit määritetty - Luettelo tärkeimmistä sidosryhmistä kasattu	- Työn sisältö, lähtötiedot, sidosryhmät ja vaarat tunnistettu - Asiantuntijoiden työmaakäynnit suoritettu - Ympäristöön kohdistuvat riskit raportoitu - HSE- suunnitelman vaatimukset ja menetelmät tunnistettu	- Työn sisältö, lähtötiedot, sidosryhmät ja vaarat määritetty - Asiantuntijoiden työmaakäynnit suoritettu ja raportoitu - Ympäristöön kohdistuvat riskit määritetty - HSE- suunnitelman vaatimukset ja menetelmät määritetty - HSE- suunnitelma määritetty
	- Muutoksien hallinta-menettelmät/suunnitelma	- Työn sisällön arviointi tehty - Riskienarviointi tehty - Lähtötietojen selvitys käynnissä	Muutoksien hallintasuunnitelman lähtötiedot, sisältö ja vaatimukset tunnistettu	- Muutoksien hallintasuunnitelman sisältö ja vaatimukset määritetty - Muutoksien hallintasuunnitelma määritetty
	- Valvonta-menettelmät/suunnitelma	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötietojen selvitys käynnissä	Valvontasuunnitelman lähtötiedot, sisältö ja vaatimukset tunnistettu	- Valvontasuunnitelman sisältö ja vaatimukset määritetty - Valvontasuunnitelma määritetty
	- Rakennus- ja huolto-toimenpidemenettelmät/suunnitelmat	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötietojen selvitys käynnissä	Rakennus- ja huoltosuunnitelman lähtötiedot, sisältö ja vaatimukset tunnistettu	- Rakennus- ja huoltosuunnitelman sisältö ja vaatimukset määritetty - Rakennus- ja huoltosuunnitelma määritetty
	- Kustannushallinta-menettelmät/suunnitelma	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötietojen selvitys käynnissä	Kustannushallintasuunnitelman lähtötiedot, sisältö ja vaatimukset tunnistettu	-Kustannushallintasuunnitelman sisältö ja vaatimukset määritetty - Kustannushallintasuunnitelma määritetty
	- Aikatauluhallinta-menettelmät/suunnitelma	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötietojen selvitys käynnissä - FEL 1- vaiheen aikataulussa esitetty rakentamisen kesto sekä tärkeimmät työvaiheet	Aikatauluhallintasuunnitelman lähtötiedot, sisältö ja vaatimukset tunnistettu	-Aikatauluhallintasuunnitelman sisältö ja vaatimukset määritetty - Aikatauluhallintasuunnitelma määritetty

Taulukko 3.1. Rakentamisen projektinhallinnan menetelmien ja suunnitelmien FEL-vaiheiden sisältövaatimukset lähteen [3] ja AFRY Finland Oy:n projektiaineistoon perustuen.

KONSEPTI- JA ESISUUNNITTELUVAIHE				
		FEL 1	FEL 2	FEL 3
TEHTÄVÄ:	SISÄLTÖ:			
Rakentamisen projektinhallinnan menetelmät/ suunnitelma				Rakentamisen projektinhallinnan menetelmät perustuvat tehtävän sisällön aineistojen tietoihin
	- Hankintojen hallintamenetelmät/suunnitelma	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötietojen selvitys käynnissä - Hankintojen saatavuus työmaalle tutkittu	- WBS- menetelmä valmisteltu - Pitkän toimitusvälin hankinnat tunnistettu - Hankinnat, varastointi ja varastointialueet tunnistettu - Hankintasuunnitelma valmisteltu	- Pitkän toimitusvälin hankinnat määritetty - Hankinnat määritetty logistiikkasuunnitelmaan - Varastointi ja varastointialueet määritetty - Hankintasuunnitelma määritetty
	- Vaihtoehtoiset tuotteet ja varaosat (menetelmät/suunnitelma)	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötietojen selvitys käynnissä	- Menetelmät vaihtoehtoisille tuotteille ja varaosille tunnistettu	- Suunnitelma vaihtoehtoisille tuotteille ja varaosille määritetty
	- Sopimushallintamenetelmät/suunnitelma - Takuu ja takuuehdot	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötietojen selvitys käynnissä	- Menetelmät sopimushallintaan tunnistettu	- Sopimushallintasuunnitelma määritetty
	- Toimitusketjun hallintamenetelmät/suunnitelma (hankinnat)	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötietojen selvitys käynnissä	- Tilaus- ja toimitusketjun menetelmät tunnistettu	- Toimitusketjun hallintasuunnitelma määritetty
	- Materiaalien hallintamenetelmät/suunnitelma	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötietojen selvitys käynnissä	- Pitkän toimitusvälin työmaahankinnat tunnistettu - Työmaahankintojen varastointi ja varastointialueet tunnistettu - Työmaamateriaalien hankintasuunnitelma valmisteltu	- Pitkän toimitusvälin työmaahankinnat määritetty - Työmaahankinnat määritetty logistiikkasuunnitelmaan - Työmaahankintojen varastointi ja varastointialueet määritetty - Työmaamateriaalien hankintasuunnitelma määritetty
	- Lupien hallintamenetelmät/suunnitelmat	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötiedot ja vaatimukset tunnistettu	- Voimassa olevat ja uudet määräykset - tunnistettu - Lupien valmistelu aloitettu - Lupien hallintasuunnitelma valmisteltu	- Voimassa olevat ja uudet määräykset - täysin määritelty - Lupien hakeminen aloitettu - Lupapäätös ja luvan laivoimaisuuden listaus määritetty - Lupien hallintasuunnitelma määritetty
	- Riskienhallintamenetelmät/suunnitelma	- Työn sisällön arviointi tehty - Yhteenveto tunnistetuista riskeistä tehty - Lähtötietojen selvitys käynnissä	- Työn sisältö ja lähtötiedot tunnistettu - Riskien arvioinnin vaatimukset ja menetelmät tunnistettu	- Riskien arvioinnit suoritettu - Riskienhallintasuunnitelma määritetty

Taulukko 3.2. Rakentamisen projektinhallinnan menetelmien ja suunnitelmien FEL-vaiheiden sisältövaatimukset lähteen [3] ja AFRY Finland Oy:n projektiaineistoon perustuen.

KONSEPTI- JA ESISUUNNITELUVAIHE				
		FEL 1	FEL 2	FEL 3
TEHTÄVÄ:	SISÄLTÖ:			
Rakentamisen projektinhallinnan menetelmät/ suunnitelma				Rakentamisen projektinhallinnan menetelmät perustuvat tehtävän sisällön aineistojen tietoihin
	- Työnseuranta- menetelmät/suunnitelma	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötiedot ja vaatimukset tunnistettu - Kuukausiraportointi menetelmät määritetty ja käytössä	- WBS- menetelmä valmisteltu - Työtavoitelista ja tavoiteaikataulu tunnistettu - Raportointi menetelmät tunnistettu ja käytössä - Työnseurantamenetelmän hallintamenetelmät tunnistettu	- WBS- menetelmä määritetty - Työtavoitelista ja tavoiteaikataulu määritetty - Raportointi menetelmät määritetty - Työnseurantasuunnitelma määritetty
	- Tiedonhallinta- menetelmät/suunnitelma	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötiedot ja vaatimukset tunnistettu	- Tiedonhallinta- järjestelmä valmisteltu - Tiedonhallinta- menetelmät valmisteltu	- Tiedonhallinta- järjestelmä suunniteltu - Tiedonhallinta- suunnitelma määritetty
	- Viestintä- menetelmät/suunnitelma	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötiedot ja vaatimukset tunnistettu	- Viestintäjärjestelmän ja menetelmien tutkimus suoritettu - Viestintäjärjestelmä valmisteltu - Viestintämenetelmät valmisteltu	- Viestintäjärjestelmä suunniteltu - Viestintäsuunnitelma määritetty
	- Raportointi- menetelmät/suunnitelmat	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötiedot ja vaatimukset tunnistettu - Kuukausiraportointi menetelmät määritetty ja käytössä	- Raportointimenetelmät tunnistettu ja käytössä - Menetelmät raportointihallintaan valmisteltu	- Raportointijärjestelmä suunniteltu - Raportointisuunnitelma määritetty
	- Rakentamisen projektioorganisaatio menetelmät/suunnitelmat (tehtävät)	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötiedot ja vaatimukset tunnistettu - Projektijohto nimetty ja tarvittavat projektioorganisaation henkilöresurssit tunnistettu	- Projektipäällikkö valittu - Projektioorganisaatio valmisteltu - Työn sisältö tunnistettu ja lähtötiedot määritetty - Hallintamenetelmät tunnistettu ja valmisteltu	- Projektipäällikkö nimetty - Projektioorganisaatio määritetty - Työn sisältö määritetty - Projektioorganisaation hallintasuunnitelma määritetty
	- Käyttöönotto- menetelmät/hallintasuunnitelma	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötietojen selvitys käynnissä	- Työn sisältö ja aikataulu tunnistettu - Lähtötiedot määritetty - Hallintamenetelmät tunnistettu ja valmisteltu	- Työn sisältö ja aikataulu määritetty - Hallintasuunnitelma määritetty
	- Urakointi menetelmät/suunnitelmat	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötietojen selvitys käynnissä	- Työn sisältö ja aikataulu tunnistettu - Lähtötiedot määritetty - Hallintamenetelmät tunnistettu ja valmisteltu	- Työn sisältö ja aikataulu valmisteltu - Hallintasuunnitelma määritetty

Taulukko 4. Rakennettavuuskatsauksien ja arviointien FEL-vaiheiden sisältö-vaatimukset lähteen [3] ja AFRY Finland Oy:n projektiaineistoon perustuen.

KONSEPTI- JA ESISUUNNITTELUVAIHE				
TEHTÄVÄ:	SISÄLTÖ:	FEL 1	FEL 2	FEL 3
Rakennettavuuskatsaus/arvioinnit				Suoritettu ja raportoitu
- Rakennettavuusarviointi (suunnitelma/raportti)		- Lähtötietojen selvitys ja vaiheen arviointi suoritettu/raportoitu - Arvioinnissa selvitetty rakennusalueen vallitsevat olosuhteet ja vaatimukset rakentamiselle	- Vaiheen arviointi suoritettu/raportoitu - Rakennusalueen vallitsevat olosuhteet ja vaatimukset rakentamiselle määritetty	- Valmiudet tarkastettu ja tarvittavat korjaavat toimenpiteet määritetty ennen GATE-arviointia - Vaiheen arviointi suoritettu/raportoitu
- Suunnitteluarviointi/katsaus		- Lähtötietojen selvitys ja vaiheen arviointi suoritettu/raportoitu - Arvioinnissa selvitetty vaatimukset ja toimenpiteet suunnittelulle	- Vaiheen arviointi suoritettu/raportoitu - Konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen työsisältö, vaatimukset ja toimenpiteet määritetty	- Valmiudet tarkastettu ja tarvittavat korjaavat toimenpiteet määritetty ennen GATE-arviointia - Vaiheen arviointi suoritettu/raportoitu
- Rakentamisen aikataulukatsaus/arviointi		- Lähtötietojen selvitys ja vaiheen arviointi suoritettu/raportoitu - Arvioinnissa selvitetty vaatimukset ja toimenpiteet rakentamisen aikataululle	- Vaiheen arviointi suoritettu/raportoitu - Aikataulun sisältö, vaatimukset ja toimenpiteet määritetty	- Valmiudet tarkastettu ja tarvittavat korjaavat toimenpiteet määritetty ennen GATE-arviointia - Vaiheen arviointi suoritettu/raportoitu
- Rakennus- ja huoltotoimenpide (katsaus/arviointi)		- Lähtötietojen selvitys ja vaiheen arviointi suoritettu/raportoitu - Arvioinnissa selvitetty vaatimukset ja toimenpiteet rakennus- ja huoltotoimenpiteille	- Vaiheen arviointi suoritettu/raportoitu - Vaatimukset ja sisältö rakennus- ja huoltotoimenpiteille määritetty	- Valmiudet tarkastettu ja tarvittavat korjaavat toimenpiteet määritetty ennen GATE-arviointia - Vaiheen arviointi suoritettu/raportoitu
- Riskiarvioinnit		- Lähtötietojen selvitys ja vaiheen arviointi suoritettu/raportoitu - Arvioinnissa selvitetty vaatimukset ja toimenpiteet	- Vaiheen arviointi suoritettu/raportoitu - Sisältö, vaatimukset ja toimenpiteet määritetty	- Valmiudet tarkastettu ja tarvittavat korjaavat toimenpiteet määritetty ennen GATE-arviointia - Vaiheen arviointi suoritettu/raportoitu
- HSE- arvioinnit		- Lähtötietojen selvitys ja vaiheen arviointi suoritettu/raportoitu - Arvioinnissa selvitetty vaatimukset ja toimenpiteet	- Vaiheen arviointi suoritettu/raportoitu - Sisältö, vaatimukset ja toimenpiteet määritetty	- Valmiudet tarkastettu ja tarvittavat korjaavat toimenpiteet määritetty ennen GATE-arviointia - Vaiheen arviointi suoritettu/raportoitu
- Laatuselvitys/arvioinnit		- Lähtötietojen selvitys ja vaiheen arviointi suoritettu/raportoitu - Arvioinnissa selvitetty vaatimukset ja toimenpiteet	- Vaiheen arviointi suoritettu/raportoitu - Sisältö, vaatimukset ja toimenpiteet määritetty	- Valmiudet tarkastettu ja tarvittavat korjaavat toimenpiteet määritetty ennen GATE-arviointia - Vaiheen arviointi suoritettu/raportoitu

Taulukko 5. Rakentamisen toteutussuunnitelman FEL-vaiheiden sisältövaatimukset lähteen [3] ja AFRY Finland Oy:n projektiaineistoon perustuen.

KONSEPTI- JA ESISUUNNITTELUVAIHE				
		FEL 1	FEL 2	FEL 3
TEHTÄVÄ:	SISÄLTÖ:			
Rakentamisen toteutus-suunnitelma				Suoritettu ja laadittu (perustuu sisällön aineiston tietoon)
	- Rakentamisen aikataulu	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötiedot ja vaatimukset jatkosuunnittelulle tunnistettu - FEL 1- vaiheen aikataulu rakentamiselle laadittu	Konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen työnsisältö määritetty ja lähtötiedot, sisältö ja vaatimukset tunnistettu	Valmisteltu
	- Rakennustyön hankintapaketit	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötiedot ja vaatimukset jatkosuunnittelulle tunnistettu - Hankintapakettien valmistelu työn sisältöön perustuen	- WBS- menetelmä valmisteltu - Hankinnat, varastointi ja varastointialueet tunnistettu - Työn sisältö määritetty - Tarjouspyyntöjen valmistelu ja lähetys	Hankinnat määritetty
	- Väliaikasten työmaatilojen suunnitelma	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötiedot ja vaatimukset jatkosuunnittelulle tunnistettu	Työn sisältö ja vaatimukset tunnistettu	Valmisteltu
	- Rakentamissuunnitelma ja suunnitelma työmaatoiminnoista sekä työmaan perustamisesta	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötiedot ja vaatimukset jatkosuunnittelulle tunnistettu	Työn sisältö ja vaatimukset tunnistettu	Valmisteltu
	- Rakentamisen jaksotus- ja järjestysuunnitelma	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötiedot ja vaatimukset rakentamisen kriittiselle polulle tunnistettu	Rakentamisen kriittinen polku tunnistettu aikatauluun perustuen	Valmisteltu
	- Suurien osien, laitteiden ja koneiden nostosuunnitelma	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötiedot ja vaatimukset jatkosuunnittelulle tunnistettu	Työn sisältö ja vaatimukset suurien osien, laitteiden ja koneiden osalta tunnistettu	Valmisteltu

Taulukko 5.1. Rakentamisen toteutussuunnitelman FEL-vaiheiden sisältövaatimukset lähteen [3] ja AFRY Finland Oy:n projektiaineistoon perustuen.

KONSEPTI- JA ESISUUNNITTELUVAIHE				
		FEL 1	FEL 2	FEL 3
TEHTÄVÄ:	SISÄLTÖ:			
Rakentamisen toteutus-suunnitelma				Suoritettu ja laadittu (perustuu sisällön aineiston tietoon)
	- Rakennusosien esivalmistussuunnitelma	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötiedot ja vaatimukset jatkosuunnittelulle tunnistettu	Työn sisältö ja vaatimukset esivalmistettavien rakennusosien osalta tunnistettu	Valmisteltu ja hankinnoissa otettu huomioon
	- Rakentamisen, asennuksien ja huoltotoimenpiteiden menetelmien suunnitelma	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötiedot ja vaatimukset jatkosuunnittelulle tunnistettu	Työn sisältö ja vaatimukset rakentamisen, asennuksien ja huoltotoimenpiteiden osalta tunnistettu	Valmisteltu
	- Asennussuunnitelma	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötiedot ja vaatimukset jatkosuunnittelulle tunnistettu	Työn sisältö ja vaatimukset asennuksien osalta tunnistettu	Valmisteltu
	- Työmaan logistiikkasuunnitelma	- Työn sisällön arviointi tehty - Logistiikkaan liittyvät ongelmat arvioitu - Lähtötiedot ja vaatimukset jatkosuunnittelulle tunnistettu	Työn sisältö ja vaatimukset logistiikan osalta tunnistettu	Valmisteltu
	- Koneteknisen asennuksien valmiudet/vaatimukset	- Työn sisällön arviointi tehty - Lista päälaitteista ja -koneista laadittu - Lähtötiedot ja vaatimukset jatkosuunnittelulle tunnistettu	Työn sisältö koneteknisen asennuksien valmiuksien ja vaatimuksien osalta tunnistettu	Valmisteltu
	- Kokousmenetelmä-suunnitelma	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötiedot ja vaatimukset jatkosuunnittelulle tunnistettu	Kokousmenetelmät tunnistettu ja valmisteltu	Kokousmenetelmät määritetty

Taulukko 6. HSE- suunnitelman FEL-vaiheiden sisältövaatimukset lähteen [3] ja AFRY Finland Oy:n projektiaineistoon perustuen.

KONSEPTI- JA ESISUUNNITTELUVAIHE				
		FEL 1	FEL 2	FEL 3
TEHTÄVÄ:	SISÄLTÖ:			
HSE- suunnitelma				Suoritettu ja laadittu
	- HSE (rakentaminen)	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötietojen selvitys käynnissä - Ympäristöasiantuntijan työmaakäynti suoritettu	- Työn sisältö, lähtötiedot ja vaarat tunnistettu - Asiantuntijoiden työmaakäynnit suoritettu - Ympäristöön kohdistuvat riskit raportoitu - HSE- suunnitelman vaatimukset ja menetelmät tunnistettu - HSE- suunnitelma valmisteltu	- Työn sisältö, lähtötiedot ja vaarat määritetty - Asiantuntijoiden työmaakäynnit suoritettu ja raportoitu - Ympäristöön kohdistuvat riskit määritetty - HSE- suunnitelman vaatimukset ja menetelmät määritetty - HSE- suunnitelma määritetty
	- HSE- koordinointi/hallinnointi (työmaa)	- Suurimmat ympäristöön rakentamisesta kohdistuvat riskit määritetty - Luettelo tärkeimmistä sidosryhmistä kasattu - Lähtötietojen selvitys ja ympäristön osalta tutkimukset käynnissä	- Työn sisältö, lähtötiedot, sidosryhmät ja vaarat tunnistettu - Asiantuntijoiden työmaakäynnit suoritettu - Ympäristöön kohdistuvat riskit raportoitu - HSE- suunnitelman vaatimukset ja menetelmät tunnistettu - HSE- suunnitelma valmisteltu	- Työn sisältö, lähtötiedot, sidosryhmät ja vaarat määritetty - Asiantuntijoiden työmaakäynnit suoritettu ja raportoitu - Ympäristöön kohdistuvat riskit määritetty - HSE- suunnitelman vaatimukset ja menetelmät määritetty - HSE- suunnitelmaan määritetty
	- Ympäristönhallinta ja ohjeistus (työmaa)	- Ympäristöasiantuntijan työmaakäynti suoritettu - Luettelo tärkeimmistä sidosryhmistä kasattu - Lähtötietojen selvitys ja ympäristön osalta tutkimukset käynnissä	- Työn sisältö, lähtötiedot, sidosryhmät ja vaarat tunnistettu - Asiantuntijoiden työmaakäynnit suoritettu - Ympäristöön kohdistuvat riskit raportoitu - HSE- suunnitelman vaatimukset ja menetelmät tunnistettu - HSE- suunnitelma valmisteltu	- Työn sisältö, lähtötiedot, sidosryhmät ja vaarat määritetty - Asiantuntijoiden työmaakäynnit suoritettu ja raportoitu - Ympäristöön kohdistuvat riskit määritetty - HSE- suunnitelman vaatimukset ja menetelmät määritetty - HSE- suunnitelma määritetty
	- Jätehuoltosuunnitelma	- Työn sisällön arviointi tehty - Lähtötiedot ja vaatimukset jatkosuunnittelulle tunnistettu	Vaatimukset tunnistettu	Jätehuoltosuunnitelma määritetty

Taulukko 7. Rakentamisen palveluiden FEL-vaiheiden sisältövaatimukset lähteen [3] ja AFRY Finland Oy:n projektiaineistoon perustuen.

KONSEPTI- JA ESISUUNNITTELUVAIHE				
		FEL 1	FEL 2	FEL 3
TEHTÄVÄ:	SISÄLTÖ:			
Rakentamisen palvelut				Määritetty suunnitelmiin
	- Rakennustyömaa-alueen johto	Työn sisällön arviointi tehty	Lähtötietojen ja tarpeiden vaatimukset tunnistettu	Määritetty
	- Rakennustyön johtaminen	Työn sisällön arviointi tehty	Lähtötietojen ja tarpeiden vaatimukset tunnistettu	Määritetty
	- Rakentamisen suunnittelun toiminnot	Työn sisällön arviointi tehty	Lähtötietojen ja tarpeiden vaatimukset tunnistettu	Määritetty
	- Työmaan aikataulusuunnittelu ja hallinta	Työn sisällön arviointi tehty	Lähtötietojen ja tarpeiden vaatimukset tunnistettu	Määritetty
	- Kustannus- ja materiaalihallinta	Työn sisällön arviointi tehty	Lähtötietojen ja tarpeiden vaatimukset tunnistettu	Määritetty
	- Turvallisuus ja turvatoimet	Työn sisällön arviointi tehty	Lähtötietojen ja tarpeiden vaatimukset tunnistettu	Määritetty
	- Työmaan määrälaskenta	Työn sisällön arviointi tehty	Lähtötietojen ja tarpeiden vaatimukset tunnistettu	Määritetty
	- Asennus- ja pystytystöidenhallinta	Työn sisällön arviointi tehty	Lähtötietojen ja tarpeiden vaatimukset tunnistettu	Määritetty
	- Rakennustöiden ja rakennetekniikan asiantuntijapalvelut/valvonta	Työn sisällön arviointi tehty	Lähtötietojen ja tarpeiden vaatimukset tunnistettu	Määritetty
	- Konetekniikan asennusvalvonta	Työn sisällön arviointi tehty	Lähtötietojen ja tarpeiden vaatimukset tunnistettu	Määritetty
	- Sähköasennusvalvonta	Työn sisällön arviointi tehty	Lähtötietojen ja tarpeiden vaatimukset tunnistettu	Määritetty
	- Automaatiolaitteiston asennusvalvonta	Työn sisällön arviointi tehty	Lähtötietojen ja tarpeiden vaatimukset tunnistettu	Määritetty
	- Lämmitys-, ilmanvaihto- ja ilmastointiasennuksien valvonta	Työn sisällön arviointi tehty	Lähtötietojen ja tarpeiden vaatimukset tunnistettu	Määritetty
	- HSE- valvonta	Työn sisällön arviointi tehty	Lähtötietojen ja tarpeiden vaatimukset tunnistettu	Määritetty
	- Laadunvarmistus ja -valvonta	Työn sisällön arviointi tehty	Lähtötietojen ja tarpeiden vaatimukset tunnistettu	Määritetty
	- Työmaahankinnat	Työn sisällön arviointi tehty	Lähtötietojen ja tarpeiden vaatimukset tunnistettu	Määritetty
	- Rakennustyömaanhallinto	Työn sisällön arviointi tehty	Lähtötietojen ja tarpeiden vaatimukset tunnistettu	Määritetty

Sivujen 42-49 taulukoihin 3–7 tutkimusaineistosta kerätyt tiedot konsepti- ja esisuunnittelun rakentamisen projektinhallinnan FEL-vaiheiden tehtävien sisältövaatimuksista on määritetty FEL-vaiheille asetettujen tavoitteiden ja sisällön oikea-aikaisen laajuuden määrittämisen perusteella. Sisällön oikea-aikaisella määrittämisellä FEL-vaiheissa on oleellinen merkitys konsepti- ja esisuunnittelun etenemisen ja investoinnin onnistumisen kannalta, koska jos tehtävissä määritetyt tiedot eivät ole ajan tasalla vaiheen vaatimuksien kanssa, niin tietojen keskenräisyys vaikuttaa muihin vaiheen tehtäväalueisiin. Tehtävien oikea-aikaisella etenemisellä FEL-vaiheissa varmistetaan muiden konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen tehtävien oikea-aikainen vaadittujen tietojen määrittäminen ja suunnittelu [3].

Projektinjohdon tulee reagoida oikea-aikaisesti FEL-vaiheisiin määritettyjen tehtävien sisällön ajantasaisuuden ja vaatimuksien osalta sekä varmistaa, että tehtävien sisällöllä on edellytykset edetä seuraavaan FEL-vaiheeseen. Onnistumisen näkökannasta konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen tulee tapahtua poikkeuksetta oikeilla ja ajantasaisilla lähtötiedoilla. Esimerkiksi jos teollisuuden uudis-, muutos- tai korjaushankkeessa FEL-vaiheen tavoitteiden ja vaatimuksien mukaisesti ei ole oikea-aikaisesti rakennettavuusarvioinneissa ja vaadittavissa selvityksissä tai tutkimuksissa määritetty teollisuusprosessille edellytettyä tilojen vaatimuksia sekä ylipäättään määritetty tietoja, millaiset olosuhteet teollisuusprosessi vaatii toimiakseen, niin vaadittua tehtävien vaatimustasoa rakennus-, rakenne-, geo- ja pohjarakennesuunnittelun sekä rakennusfysikaalisen suunnittelun osalta ei ole perusteltua saavuttaa. [2]

Teollisuushankkeen rakentamisen projektinhallinnan tehtävillä sekä rakennus-, rakenne-, geo-, pohjarakenne- ja rakennusfysikaalisella suunnittelulla määritetään teollisuusprosessin käytettävyyden ja olosuhdevaatimuksien mukaiset rakenneratkaisut. Teollisuusprosessin ja ympäröivien olosuhteiden vaatimuksien määrittäminen suunnittelulle oikea-aikaisesti FEL-vaiheessa on oleellisen tärkeä edellytys, jotta esimerkiksi rakennetekniset ja rakennusfysikaaliset rakenneratkaisut osataan suunnitella rakennuksen käyttöiän suhteen toimiviksi kokonaisuuksiksi. Rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen tehtävien

suunnittelussa tulee huomioida toteutusvaiheen kosteudenhallinnan suunnittelu sekä huomioida teollisuusprosessin asettamat olosuhdevaatimukset rakennukselle. Teollisuusprosessin asettamat vaatimukset rakennuksen runkorakenteille tulee määrittää rakenne- ja rakennusfysikaaliselle suunnittelulle, jotta rakennuksen vaipan tiiveys, rakenteiden lämpö- ja kosteustekniset ominaisuudet ja toiminnallisuus sekä myös rakenteiden ominaisuudet ja lujuudet ovat teollisuusprosessin asettamien vaatimuksien mukaisia. Rakennuksen lämpö- ja kosteusteknisen toimivuuden kannalta suunnittelulle tulee oikea-aikaisesti määrittää muun muassa teollisuusprosessin määrittämät rakennuksen sisäilmaston olosuhteiden vaatimukset sekä myös rakennuksen ulkoilmaston olosuhteet, jotta rakennuksen ja rakenteiden rakennusfysikaalinen lämpö- ja kosteustekninen toimivuus ja kohteeseen soveltuvat rakenteet sisä- ja ulkoilmaston suhteen ovat määritettävissä ja suunniteltavissa [3].

Sivuilla 42-49 taulukoissa 3–7 käytetyn tutkimusaineiston perusteella lähtötietojen ja ajantasaisten hankkeesta tutkittujen ja suunniteltujen tietojen käyttö ja tuottaminen FEL-vaiheiden vaatimuksien mukaisesti on perusedellytys onnistuneelle konsepti- ja esisuunnittelulle rakentamisen projektihallinnan ja johtamisen osalta. Projektinjohdon tulee pitää kiinni jokaisen FEL-vaiheen osalta, etteivät keskenreisillä tiedoilla määritetyt tehtävät voi edetä seuraavaan FEL-vaiheeseen, vaikka kyseisen vaiheen tietojen täydentämisellä olisi sillä hetkellä aikataulu- ja kustannusvaikutuksia. Oikea-aikaisen tiedon määrittäminen FEL-vaiheittain palvelee vain ja ainoastaan hankkeen toteutuksen aloittamisen ja hankkeen valmistumisen onnistumista. Konsepti- ja esisuunnittelussa käytetty aika tarkan tiedon määrittämiseen on pieni kustannus verrattuna teollisuuden hankkeen rakennustyön aikaisiin muutoksiin sisällön määrittämisen osalta. Suurissa teollisuuden rakennushankkeissa pienikin rakennusaikainen muutos voi vaikuttaa merkittävästi toteutuksen aikatauluun ja sitä tehden kustannuksiin. [3]

7 Tulokset ja analysointi

Onnistuneen teollisuuden rakennuttamispalveluiden edellytyksien osalta opin- näytetyössä tutkittiin EPCM-palvelun konsepti- ja esisuunnittelun rakentamisen projektihallinnan ja johtamisen FEL-vaiheiden sisältöä lähdekirjallisuuden, toteu- tuneiden teollisuuden rakennusprojektien ja haastattelutuloksien tiedon perus- teella. Opinnäytetyön tutkimusaineiston perusteella on määritetty tulokseksi teol- lisuuden hankkeen rakentamisen onnistumisen kannalta edellytettävää konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen rakentamisen projektihallinnan ja johtamisen tehtävien sisältövaatimuksia FEL-vaiheittain.

7.1 Rakentamisen projektihallinnan FEL-vaiheiden tehtäväsistön tu- lokset

Sivujen 52-54 taulukoissa 8–12 on esitetty teollisuuden rakentamisen projekti- hallinnan ja johtamisen tehtävien sekä sisällön FEL-vaiheiden etenemisen perus- edellytykset ja periaatteet rakentamisen toteutusvaiheen onnistumisen näkökul- masta. Rakentamisen projektihallinnan ja johtamisen konsepti- ja esisuunnittelu- vaiheen tehtävät on määritetty omaan taulukkoonsa. Sivujen 52-54 taulukoiden 8-12 tehtäville on määritetty etenemisen periaatteet FEL-vaiheittain, ja sisältö- vaatimukset tehtäville on esitetty taulukoissa 3–7 sivuilla 42-49.

Taulukko 8. Rakentamisen projektihallinnan menetelmien ja suunnitelmien tehtävän eteneminen konsepti- ja esisuunnitteluvaiheissa.

KONSEPTI- JA ESISUUNNITTELUVAIHE						TOTEUTUSVAIHE
	FEL 1		FEL 2		FEL 3	VALMIUS
TEHTÄVÄ:	SISÄLTÖ:		SISÄLTÖ:		SISÄLTÖ:	SISÄLTÖ:
Rakentamisen projektihallinnan menetelmät/ suunnitelma	FEL 1- VAIHEEN TEHTÄVÄ SUORITETTU GATE- arviointiin → (SISÄLTÖVAATIMUKSET TAULUKOISSA 3, 3.1 JA 3.2)	→	FEL 2- VAIHEEN TEHTÄVÄ SUORITETTU GATE- arviointiin → (SISÄLTÖVAATIMUKSET TAULUKOISSA 3, 3.1 JA 3.2)	→	FEL 3- VAIHEEN TEHTÄVÄ SUORITETTU GATE- arviointiin → (SISÄLTÖVAATIMUKSET TAULUKOISSA 3, 3.1 JA 3.2)	TAULUKOIHIN 3, 3.1 JA 3.2 MÄÄRITETYILLÄ TEHTÄVÄN SISÄLLÖLLÄ VALMIUDET TOTEUTUKSELLE
	- GATE 1- arviointi hylätty ↑ - Tiedot puutteelliset ja tiedot tarkennettava FEL 1- vaiheen vaatimuksien mukaisiksi	←	- GATE 2- arviointi hylätty ↑ - Tiedot puutteelliset ja tiedot tarkennettava FEL 2- vaiheen vaatimuksien mukaisiksi	←	- GATE 3- arviointi hylätty ↑ - Tiedot puutteelliset ja tiedot tarkennettava FEL 3- vaiheen vaatimuksien mukaisiksi	
		←		←		

Taulukko 9. Rakennettavuuskatsauksien ja arviointien tehtävän eteneminen konsepti- ja esisuunnitteluvaiheissa.

KONSEPTI- JA ESISUUNNITTELUVAIHE						TOTEUTUSVAIHE
TEHTÄVÄ:	FEL 1 SISÄLTÖ:		FEL 2 SISÄLTÖ:		FEL 3 SISÄLTÖ:	VALMIUS SISÄLTÖ:
Rakennettavuus- katsaus/ arvioinnit	FEL 1- VAIHEEN TEHTÄVÄ SUORITETTU GATE- arviointiin → (SISÄLTÖVAATIMUKSET TAULUKOSSA 4)	→	→	→	→	→
		- GATE 1- arviointi hyväksytty - Tiedot asetettujen vaatimuksien mukaisia ↓	- GATE 2- arviointi hyväksytty - Tiedot asetettujen vaatimuksien mukaisia ↓	- GATE 3- arviointi hyväksytty - Tiedot asetettujen vaatimuksien mukaisia ↓	- GATE 3- arviointi hyväksytty - Tiedot asetettujen vaatimuksien mukaisia ↓	- GATE 3- arviointi hyväksytty - Tiedot asetettujen vaatimuksien mukaisia ↓
		GATE 1 ↑ ↓	GATE 2 ↑ ↓	GATE 3 ↑ ↓	GATE 3 ↑ ↓	TAULUKKON 4 MÄÄRITETYLLÄ TEHTÄVÄN SISÄLLÖLLÄ VALMIUDET TOTEUTUKSELLE
- GATE 1- arviointi hylätty ↑ - Tiedot puutteelliset ja tiedot tarkennettava FEL 1- vaiheen vaatimuksien mukaisiksi	←	- GATE 2- arviointi hylätty ↑ - Tiedot puutteelliset ja tiedot tarkennettava FEL 2- vaiheen vaatimuksien mukaisiksi	←	- GATE 3- arviointi hylätty ↑ - Tiedot puutteelliset ja tiedot tarkennettava FEL 3- vaiheen vaatimuksien mukaisiksi	←	

Taulukko 10. Rakentamisen toteutussuunnitelman tehtävän eteneminen konsepti- ja esisuunnitteluvaiheissa.

KONSEPTI- JA ESISUUNNITTELUVAIHE						TOTEUTUSVAIHE
TEHTÄVÄ:	FEL 1 SISÄLTÖ:		FEL 2 SISÄLTÖ:		FEL 3 SISÄLTÖ:	VALMIUS SISÄLTÖ:
Rakentamisen toteutus- suunnitelma	FEL 1- VAIHEEN TEHTÄVÄ SUORITETTU GATE- arviointiin → (SISÄLTÖVAATIMUKSET TAULUKOISSA 5 JA 5.1)	→	→	→	→	→
		- GATE 1- arviointi hyväksytty - Tiedot asetettujen vaatimuksien mukaisia ↓	- GATE 2- arviointi hyväksytty - Tiedot asetettujen vaatimuksien mukaisia ↓	- GATE 3- arviointi hyväksytty - Tiedot asetettujen vaatimuksien mukaisia ↓	- GATE 3- arviointi hyväksytty - Tiedot asetettujen vaatimuksien mukaisia ↓	- GATE 3- arviointi hyväksytty - Tiedot asetettujen vaatimuksien mukaisia ↓
		GATE 1 ↑ ↓	GATE 2 ↑ ↓	GATE 3 ↑ ↓	GATE 3 ↑ ↓	TAULUKOIHIN 5 JA 5.1 MÄÄRITETYLLÄ TEHTÄVÄN SISÄLLÖLLÄ VALMIUDET TOTEUTUKSELLE
- GATE 1- arviointi hylätty ↑ - Tiedot puutteelliset ja tiedot tarkennettava FEL 1- vaiheen vaatimuksien mukaisiksi	←	- GATE 2- arviointi hylätty ↑ - Tiedot puutteelliset ja tiedot tarkennettava FEL 2- vaiheen vaatimuksien mukaisiksi	←	- GATE 3- arviointi hylätty ↑ - Tiedot puutteelliset ja tiedot tarkennettava FEL 3- vaiheen vaatimuksien mukaisiksi	←	

Taulukko 11. HSE-suunnitelman tehtävän eteneminen konsepti- ja esisuunnitteluvaiheissa.

KONSEPTI- JA ESISUUNNITTELUVAIHE						TOTEUTUSVAIHE	
	FEL 1		FEL 2		FEL 3	VALMIUS	
TEHTÄVÄ:	SISÄLTÖ:		SISÄLTÖ:		SISÄLTÖ:	SISÄLTÖ:	
HSE- suunnitelma	FEL 1- VAIHEEN TEHTÄVÄ SUORITETTU GATE- arviointiin → (SISÄLTÖVAATIMUKSET TAULUKOSSA 6)	GATE 1 ↑ ↓	→ - GATE 1- arviointi hyväksytty - Tiedot asetettujen vaatimuksien mukaisia ↓	GATE 2 ↑ ↓	→ - GATE 2- arviointi hyväksytty - Tiedot asetettujen vaatimuksien mukaisia ↓	→ - GATE 3- arviointi hyväksytty - Tiedot asetettujen vaatimuksien mukaisia ↓ TAULUKKON 6 MÄÄRITETTYLLÄ TEHTÄVÄN SISÄLLÖLLÄ VALMIUDET TOTEUTUKSELLE	
			→ - GATE 1- arviointi hylätty ↑ - Tiedot puutteelliset ja tiedot tarkennettava FEL 1- vaiheen vaatimuksien mukaisiksi		→ - GATE 2- arviointi hylätty ↑ - Tiedot puutteelliset ja tiedot tarkennettava FEL 2- vaiheen vaatimuksien mukaisiksi		→ - GATE 3- arviointi hylätty ↑ - Tiedot puutteelliset ja tiedot tarkennettava FEL 3- vaiheen vaatimuksien mukaisiksi
			←		←		←

Taulukko 12. Rakentamisen palveluiden tehtävän eteneminen konsepti- ja esisuunnitteluvaiheissa.

KONSEPTI- JA ESISUUNNITTELUVAIHE						TOTEUTUSVAIHE	
	FEL 1		FEL 2		FEL 3	VALMIUS	
TEHTÄVÄ:	SISÄLTÖ:		SISÄLTÖ:		SISÄLTÖ:	SISÄLTÖ:	
Rakentamisen palvelut	FEL 1- VAIHEEN TEHTÄVÄ SUORITETTU GATE- arviointiin → (SISÄLTÖVAATIMUKSET TAULUKOSSA 7)	GATE 1 ↑ ↓	→ - GATE 1- arviointi hyväksytty - Tiedot asetettujen vaatimuksien mukaisia ↓	GATE 2 ↑ ↓	→ - GATE 2- arviointi hyväksytty - Tiedot asetettujen vaatimuksien mukaisia ↓	→ - GATE 3- arviointi hyväksytty - Tiedot asetettujen vaatimuksien mukaisia ↓ TAULUKKON 7 MÄÄRITETTYLLÄ TEHTÄVÄN SISÄLLÖLLÄ VALMIUDET TOTEUTUKSELLE	
			→ - GATE 1- arviointi hylätty ↑ - Tiedot puutteelliset ja tiedot tarkennettava FEL 1- vaiheen vaatimuksien mukaisiksi		→ - GATE 2- arviointi hylätty ↑ - Tiedot puutteelliset ja tiedot tarkennettava FEL 2- vaiheen vaatimuksien mukaisiksi		→ - GATE 3- arviointi hylätty ↑ - Tiedot puutteelliset ja tiedot tarkennettava FEL 3- vaiheen vaatimuksien mukaisiksi
			←		←		←

Sivujen 52-54 taulukoissa 8-12 esitetään rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen konsepti- ja esisuunnittelun FEL-vaiheiden tehtävien etenemissuunnat. GATE-arviointikohdat havainnollistavat tehtävien osalta, että jos arvioinnissa arvioitava aineisto on FEL-vaiheelle asetettujen sisältövaatimuksien mukainen, aineistolla on edellytykset edetä vihreää reittiä seuraavaan vaiheeseen. Jos vaiheen aineisto on puutteellinen, aineisto palaa takaisin punaista reittiä pitkin täydennettäväksi vastaamaan kyseisen vaiheen vaatimuksia ja siten etenee uudelleen GATE-arviointiin. Taulukot havainnollistavat konsepti- ja esisuunnittelun FEL-vaiheiden periaatteen, ettei puutteellisilla tiedoilla etene GATE-arviointien läpi toteutusvalmiuteen, vaan että vaiheittain määritettyjen tehtävien sisältövaatimuksien edellytykset etenemiselle ovat aina perusteltuja ja suunniteltuja.

7.2 Tulosten tarkastelu

Projektiaineistoista konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen EPCM-toimeksiannoista saatu tieto oli hyvin vaihtelevaa laajuudeltaan ja sisällöltään. Vaihtelevuus rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen FEL-vaiheiden projektiaineistojen laajuudesta oli yhdistettävissä konsepti- ja esisuunnittelun toimeksiannon ajankohtaan. Yleisesti ottaen rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen projektiaineistot olivat hyvin kattavia ja viimeistelyjä konsepti- ja esisuunnittelun kokonaisuuksia, jos rakentamisen johtamisen projektiorganisaatio oli kiinnitetty mahdollisimman aikaisessa vaiheessa konsepti- ja esisuunnittelun toimeksiannossa.

Rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen konsepti- ja esisuunnittelun projektiaineistot olivat tutkittuun EPCM- ja FEL-vaiheistuksen ammattikirjallisuuteen ja julkaisuihin verraten kokonaisuudeltaan yhteneväisiä, mutta projektiaineistojen FEL-vaiheiden tehtävien sisällön ja ajantasaisuuden osalta tutkittuun kirjallisuuteen ja julkaisuihin verraten osassa projekteissa oli havaittavissa poikkeavuutta. Tämä osaltaan kertoo myös siitä, että resurssit rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen osalta on kiinnitetty konsepti- ja esisuunnitteluvaiheisiin liian myöhäisessä vaiheessa tai että EPCM-toimeksiannon vaihtelevista ja muuttuvista lähtötiedoista johtuen tehtävien projektiaineisto on virheellisesti edennyt

FEL-vaiheistuksen periaatteiden vastaisesti liian puutteellisilla tiedoilla eteenpäin.

Huomionarvoinen havainto ammattikirjallisuudesta oli, että EPCM-toimeksiannon rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen FEL-vaiheistuksien osalta vaiheittain suoritetaan rakennettavuusarvioinnit suunnittelualoittain sekä tehtäviin kuuluvien sisältöjen osalta [3]. Toisin sanoen FEL-vaiheilla pyritään saamaan suunnittelunohjausta jokaiselle teollisuushankkeeseen kuuluvalla suunnittelualalla rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen osalta sekä myös varmistetaan tiedon oikea-aikainen siirtyminen hankkeen projektiorganisaatiossa.

Rakentamisen projektinhallinnan konsepti- ja esisuunnittelun FEL-vaiheiden tavoitteiden osalta suunnittelunohjauksen merkitystä on korostettu sivujen 51-54 taulukoissa 8–12 ja sivujen 42-49 taulukoissa 3–7. Edellä mainituissa taulukoissa hankkeen rakennettavuudesta saadut tiedot asettavat vaatimukset suunnittelunohjaukselle ja siten määrittävät vaatimukset rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen tehtäville. Taulukoissa FEL-vaiheiden suunnittelunohjauksen ja rakennettavuuden vaatimuksien tavoitteena on saavuttaa teollisuuden hankkeen rakentamiselle oikeat ja toimivat suunnitteluratkaisut sekä saavuttaa vaiheiden etenemisen osalta suunnittelutietojen ajantasainen määrittäminen. Rakennettavuusarvioinnit suunnittelualoittain on huomioitu rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen konsepti- ja esisuunnittelun projektiaineistoissa. Projektihenkilöiden haastatteluihin perustuen sisältöä on yhdenmukaistettu FEL-vaiheiden periaatteiden mukaisiksi tuloksena saaduissa tehtävien sisältövaatimuksien sivujen 42-49 taulukoissa 3–7, jotta muun muassa rakennettavuusarviointien raportointi ja tiedonajantasaisuus olisi hallitumpaa.

Teollisuuden konsepti- ja esisuunnittelun EPCM-toimituksen rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen FEL-vaiheiden onnistumisen edellytyksien ja kehittämisen lähtötietoina ja kysymyksinä tämän opinnäytetyön osalta ovat olleet opinnäytetyön taustan kartoituksessa selvinneet tiedot. Taustan kartoituksesta käytetyt lähtötiedot ja kysymykset kehitetyille taulukoille rakentamisen projektinhallinnan FEL-vaiheiden tehtäväsisällön vaatimuksista ovat suunnittelutyön

ohjaaminen ja valvonta, toteutuskelpoisten tavoitteiden asettaminen, rakennuttamisorganisaation ja muiden sidosryhmien johtaminen, tietämys ja ymmärrys hankkeesta, toteutusmuotojen, sopimusasiantuntemuksen, sopimusmenettelyjen ja sopimusasiakirjojen hallinta.

Opinnäytetyössä käytetyt tiedot EPCM- ja FEL-vaiheistuksen projektiaineistoista, ammattikirjallisuudesta ja aiheeseen liittyvistä julkaisuista perustuvat taustan kartoituksessa selvinneisiin lähtötietoihin ja kysymyksiin. Tulosten käytettävyyden kannalta opinnäytetyössä käytetyt tiedot ja aineistot ovat niin ammattikirjallisuuden, yrityksen projektiaineiston, haastatteluiden kuin myös EPCM- ja FEL-vaiheistukseen perustuvien julkaisuiden osalta opinnäytetyön tutkimusnäkökannasta valideja. Kaikki opinnäytetyön sivujen 42-49 taulukoiden 3-7 ja sivujen 52-54 taulukoiden 8–12 tuloksissa käytetyt tiedot ja aineistot perustuvat suuriin toteutuneisiin teollisuuden konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen hankkeisiin. Suurien teollisuuden hankkeiden tiedot on kerätty ja analysoitu opinnäytetyön tuloksiin ammattikirjallisuudesta, EPCM- ja FEL-vaiheistukseen perustuvista julkaisuista tai AFRY Finland Oy:n projektiaineistosta.

Sivujen 42-49 taulukoihin 3-7 ja sivujen 52-54 taulukoihin 8-12 on taustan kartoittamisen kysymyksiin ja lähtötietoihin perustuen saavutettu käytetyn tutkimusaineiston osalta konsepti- ja esisuunnittelun rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen FEL-vaiheiden periaatteiden mukaiset etenemisen perusedellytykset ja tehtäväsisällön vaatimukset. Rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen tehtävät taulukoissa ovat teollisuuden rakentamisen onnistumisen edellytyksien kannalta FEL-vaiheittain määritetty siten, että taulukoissa FEL-vaiheen mukainen vaatimus tehtäville sekä suunnitelmille on selkeästi tavoitteen mukaisesti listattu. Lisäksi taulukoissa on selkeästi korostettu perusedellytyksien vaatimuksien täyttymistä ennen kuin tehtävä aineisto on valmis GATE- arviointiin.

7.3 Tulosten lisäarvo ja merkitys

Opinnäytetyön merkittävyys on osoitettavissa saavutetuilla tuloksilla, joilla on saavutettu lisäarvoa konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen rakentamisen

projektinhallinnan ja johtamisen tehtäväsisällön selkeän listauksen osalta teollisuusinvestoinnin onnistumisen sekä sujuvuuden näkökulmasta.

Opinnäytetyössä saavutetuilla tuloksilla parannetaan tutkimuksen taustan kartoittamisessa ilmenneiden ongelmien hallittavuutta. Projektihenkilöille opinnäytetyön tulokset selkeyttävät rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen tehtävien sisältövaatimuksia FEL-vaiheittain sekä parantavat tehtävien sisällön merkityksen tärkeyttä teollisuuden hankkeen konsepti- ja esisuunnittelussa. Tulokset tuovat myös lisäarvoa teollisuuden hankkeen konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen projektinjohdolle rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen tehtävien paremman ymmärtämisen kautta. Tulokset myös korostavat FEL-vaiheiden aikaisissa vaiheissa rakentamisen onnistumisen kannalta rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen osallistumisen tärkeyttä konsepti- ja esisuunnittelun tehtävien ja hankkeen sisällön hallittavuuden osalta.

Taustan kartoittamiseen perustuen tuloksilla on saavutettu myös EPCM-toimituksen myyntiä valmistelevalle projektihenkilölle selkeä listaus tehtävien sisällöstä ja laajuudesta. Sisällön ja laajuuden perusteella EPCM-toimituksen myyntiä tekevällä projektihenkilöllä on tiedossa ja arvioitavissa rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen FEL-vaiheiden tehtävien sekä aineistojen toimitusajankohdat asiakkaalle. Rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen FEL-vaiheiden sisältövaatimuksista on arvioitavissa esimerkiksi, että FEL 2-vaiheessa aineistoa suurien osien, laitteiden ja koneiden nostosuunnitelman osalta ei ole toteutettavissa eikä luovutettavissa asiakkaalle, koska geotekniset ja pohjarakennetekniset tutkimukset ovat käynnissä sekä alustava rakennus- ja rakennesuunnittelu toteutetaan FEL 2-vaiheessa. Virhearvioinnit sekä väärinymmärrykset myytävästä aineistosta asiakkaalle ovat estettävissä opinnäytetyön tuloksissa saavutetuilla rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen FEL-vaiheiden tehtävien selkeillä listauksilla ja sisältövaatimuksilla.

8 Pohdinta

Opinnäytetyön tutkimustausta kehittyi työpaikallani kollegoideni kanssa projekteissa ilmenneiden haasteiden pohdinnoista. Pääasiallinen kysymys pohdinnoissa oli, miksi työn tehokkuus vaihtelee projektikohtaisesti ja kuinka työn tehokkuutta tulisi parantaa haasteiden hallittavuuden osalta. Opinnäytetyön tutkimus perustuu teollisuuden hankkeen investoinnin konsepti- ja esisuunnittelun rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen tehtävien tehokkuuden parantamiseen ja haasteiden hallittavuuteen projekteissa. Opinnäytetyön taustaa kartoittaessa olennaista oli ymmärtää projektien työmenetelmien kehittämisen kannalta ilmenneiden haasteiden todelliset aiheuttajat. Opinnäytetyössä projektien työmenetelmissä kohdattujen haasteiden ymmärtämistä johdatteli Albert Einsteinin viisaat sanat ja sanojen johdattelemana *”Kaikkea millä on väliä, ei voi mitata, eikä kaikella, minkä voi mitata, ole väliä”* on ennen projektien työmenetelmien kehittämistä ymmärrettävä kohdattujen haasteiden aiheuttajat, eli juurisyyt. Ilmenneiden haasteiden ymmärtämisellä projektien työmenetelmien kehittäminen olisi mahdollista ja haasteet olisivat hallittavissa.

Opinnäytetyöprojektin alussa haluttiin, että kehitetään projektitehtävien asiakirjapohjia yhteneväisiksi sisällöltään ja vaatimuksiltaan. Tätä perusteltiin sillä, että kaikille projektihenkilöille on tiedossa ajantasaiset perusvaatimukset ja sisältö jokaisen asiakirjan sekä suunnitelman osalta. Kun projektiaineistoihin perehdyttiin ja kun jo oli osittain kehitetty projektiaineistoa sisällöltään, tutkimuksessa törmättiin aina samaan ongelmaan: ettei välttämättä kehitettävä aineisto palvelisikaan jokaista konsepti- ja esisuunnittelun vaihetta. Kävi selväksi, että ensiksi täytyy tutkia konsepti- ja esisuunnittelun vaiheiden sisältöä määrittävät vaatimukset ensimmäisestä suunnittelun vaiheesta alkaen, jotta kehitystyötä ohjaavat oikeat periaatteet ja jotta tutkimustyöllä saadaan konsepti- ja esisuunnittelun vaiheiden tehtäville oikein palvelevat tutkimusaineistoon pohjautuvat tiedot.

Rakentamisen projektinhallintaa ja johtamisen konsepti- ja esisuunnittelua oikein palvelevia lähtötietoja ja aineistoa on kerätty sekä analysoitu työn tuloksien osalta vaiheittain aiheeseen liittyvästä ammattikirjallisuudesta, julkaisuista sekä

yrittäjien toteutuneista konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen projekteista. Tutkimustyötä ja aineiston keräämistä viitoittivat projekteihin osallistuneiden henkilöiden haastattelut kokemuksista konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen projekteissa.

Opinnäytetyössä oli ratkaistava, kuinka kehittää toimiva menetelmä teollisuuden hankkeen konsepti- ja esisuunnitteluvaiheiden rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen tehtävien sisällöille. Tehtävien sisällöt olivat ratkaistavissa keräämällä tutkittuun aineistoon perustuen tiedot konsepti- ja esisuunnittelun vaiheiden sisältövaatimuksista. Työn tuloksiin on kerätty kattavasti tietoa rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen konsepti- ja esisuunnittelun vaiheiden tehtävien sisältövaatimuksista sisältäen luotettavaa ammattikirjallisuuden tietoa sekä myös ammattikirjallisuuden konsepti- ja esisuunnitteluvaiheiden periaatteiden ja ohjeistuksien mukaisesti kerättyä projektiaineistoa.

Opinnäytetyön tutkimustyön tulokset ovat teollisuuden hankkeen konsepti- ja esisuunnittelun vaiheissa edellytettävät tiedot rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen tehtävien sisältövaatimuksista. Opinnäytetyön tulokset ovat hyödynnettävissä tutkimusarvoltaan sekä toimivat tutkimusmenetelmiltään soveltuvina lähtötietoina kehitettävän konsepti- ja esisuunnitteluvaiheiden rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen projektiaineiston sisällön jatkotutkimuksissa.

9 Yhteenveto

Tuloksiin perustuen rakentamisen projektinhallinta ja johtaminen teollisuuden hankkeen EPCM-palvelun konsepti- ja esisuunnitteluvaiheissa ei ole pelkästään rakentamisen johtamisen suunnittelua. Rakentamisen projektinhallintaan ja johtamiseen kuuluvat suunnittelunohjaus, valvonnan suunnittelu, hankintojen suunnittelu, kustannushallinnan suunnittelu ja rakentamisen johtamisen suunnittelu, jotta teollisuuden rakentamisella on edellytykset onnistua. Tutkimustuloksien perusteella useassa tapauksessa on ilmennyt, että jos teollisuuden hankkeen toteuttamista johtavan tahon suunnittelu perustuu vain toteutuksen johtamiseen, eikä aikaisesta vaiheesta alkaen kokonaisvaltaiseen konsepti- ja esisuunnitteluvaiheiden rakentamisen projektinhallintaan, niin silloin EPCM-toimitus ei vastaa konsepti- ja esisuunnitteluvaiheiden FEL-vaiheistuksen käytäntöjä, ja hankkeen tekniset ja taloudelliset perusteet ja tiedot rakentamisen projektinhallinnan osalta ovat toteutuksen onnistumisen kannalta vaillinaisia.

Opinnäytetyön alkuvaiheista alkaen tutkimusta kehittäessä ja pohdintoja tehtäessä tutkimuksessa on keskitytty juurisyyn hahmottamiseen, jotta tuloksena on mahdollisimman luotettava ja jatkotutkimuksissa hyödynnettävissä oleva tutkimus. Ilman juurisyyn hahmottamista tutkimuksen merkitys ei palvele haluttua kokonaisuutta. Tutkimuksessa tiedot perustuvat tutkittuun tietoon, ja tutkitun tiedon perusteella on analysoitu tutkimusaineiston tuloksien materiaalit.

Opinnäytetyön tutkimuksen tuloksena on kehitetty rakentamisen projektinhallinnalle ja johtamiselle teollisuuden hankkeen konsepti- ja esisuunnitteluvaiheisiin tutkittuun tietoon perustuva työkalu. Rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen konsepti- ja esisuunnittelun EPCM-toimeksiantojen FEL-vaiheiden tehtävien projektiaineistoilta sekä suunnitelmilta vaihekohtaisesti edellytettävä sisältö on kehitetyllä työkalulla määritettävissä. Työkalun tuloksien tiedot ovat hyödynnettävissä teollisuuden hankkeiden investointien konsepti- ja esisuunnittelun rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen projektiaineistojen sekä suunnitelmien sisällön jatkotutkimuksissa kehitystyön lähtötietovaatimuksina.

Päätuloksena tutkimus on antanut selkeät periaatteet rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen konsepti- ja esisuunnittelun FEL-vaiheiden toiminnoille ja selkeyttänyt rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen tehtävien merkityksen painoarvoa teollisuuden rakentamisen onnistumisen kannalta. Etenemällä ja noudattamalla rakentamisen projektinhallinnan ja johtamisen konsepti- ja esisuunnittelun FEL-vaiheiden toimimiselle ja etenemiselle vaadittuja periaatteita sekä FEL-vaiheiden tehtäviltä edellytettäviä sisältövaatimuksia parannetaan mahdollisuuksia onnistua teollisuushankkeen rakentamisessa.

Opinnäytetyön tulokset selkeistä FEL-vaiheiden toiminnan periaatteista sekä selkeä listaus FEL-vaiheiden tehtävien sisältövaatimuksista palvelee teollisuushankkeen konsepti- ja esisuunnittelun projektinjohtoa, projektipäälliköitä ja projektiorganisaation asiantuntijaryhmiä sekä konsepti- ja esisuunnittelun palveluiden myyntiä tekeviä projektihenkilöitä. Konsepti- ja esisuunnittelussa rakentamisen projektihallinnalle ja johtamiselle kuuluvien FEL-vaiheiden tehtävien sisältövaatimuksien ajantasaisen tiedon valveutuneisuus sekä sisältövaatimuksien painoarvon tuntemus mahdollistaa onnistumisen teollisuushankkeen konsepti- ja esisuunnittelussa. Opinnäytetyössä saatujen tutkimustuloksien painoarvon tuntemuksella sekä ajantasaisen tiedon valveutuneisuudella projektiorganisaation projektinjohdon, projektipäälliköiden, asiantuntijaryhmien ja myyntiä tekevien projektihenkilöiden osalta parannetaan mahdollisuuksia onnistua konsepti- ja esisuunnittelussa. Onnistuneella teollisuushankkeen konsepti- ja esisuunnittelulla on mahdollista saavuttaa onnistunut teollisuuden rakentaminen.

10 Loppusanat

Opinnäytetyön arvioitavaan osioon eivät kuulu loppusanat. Joka tapauksessa haluan loppuun mainita loppusanoina kiitokset työnantajalleni, joka on mahdollistanut tämän opinnäytetyön tekemisen, ja sain valita mielenkiintoisen aiheen – kiitos.

Lisäksi suuren kiitoksen haluan osoittaa perheelleni, johon kuulu vaimo ja tytär. Kiitos, että olette jaksaneet vierestä seurata tutkimustyön ”luomisen tuskaa” ja olette mahdollistaneet sekä ymmärtäneet läsnäoloni puuttumisen perheen askareista – kiitos. Arvostan suuresti ymmärrystänne käyttämästäni ajasta opinnäytetyön tekemiseen yön pimeille tunneille saakka.

Omalta osaltani olen tyytyväinen saavuttamastani yhdestä elämäni suuresta virstanpylvästä. Työ on vaatinut ponnisteluja itseltäni useaan otteeseen, mutta kaikki tämä on ollut vaivan arvoista, ja työ on antanut uutta motivaatiota seuraaviin haasteisiin kehittää itseäni työelämässä osaamiseni suhteen.

Lähteet

- [1] J.-M. Junnonen ja J. Kankainen, Rakennuttaminen, Helsinki: Rakennustieto Oy, 2020.
- [2] E. W. Merrow, Industrial megaprojects, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2011.
- [3] R. J. Hickson ja T. L. Owen, Project Management for Mining; Handbook for Delivering Project Success, Colorado: SOCIETY FOR MINING, METALLURGY & EXPLORATION, 2022.
- [4] R. Pelin, Projektihallinnan käsikirja, Helsinki: Projektijohtaminen Oy Risto Pelin, 2009.
- [5] RAKLI ry ja Rakennustietosäätiö RTS 2017, "HANKKEEN JOHTAMISEN JA RAKENNUKSEN TEHTÄVÄLUETTELO HJR18," Rakennustieto Oy, 2017.
- [6] Rakennustietosäätiö RTS 2019, "RAKENNUKSEN LASERKEILAUUS RT 103133," Rakennustieto Oy, 2019.
- [7] Mayer Brown International LLP. Loots, Phil; Henchie, Nick;, "Worlds Apart," *EPC and EPCM Contracts: Risk issues and allocation*, p. 17, 2007.
- [8] T. VAULANEN, "TEOLLISUUDEN SUUNNITTELUPALVELUIDEN VAIKUTTAVUUS," Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere, 2017.
- [9] G. A. van der Weijde BSc, Kirjoittaja, *Front-End Loading in the Oil and Gas Industry*. [Performance]. MSc programme Management of Technology, Faculty Technology, Policy and Management, Delft University of Technology, 2008.
- [10] M. A. EL-REEDY, PROJECT MANAGEMENT IN THE OIL & GAS INDUSTRY, New Jersey: Co-published by John Wiley & Sons, Inc. , 2016.
- [11] F. B. Plummer, Jr., Project Engineering, Burlington, MA 01803, USA: Butterworth–Heinemann, Elsevier's Science & Technology Rights Department in Oxford, UK, 2007.

- [12] Yleisradio Oy, "Koronaraha mafialle," 13 2 2023. [Online]. Available: <https://areena.yle.fi/1-63576152#autoplay=true>.
- [13] L. Klee, International Construction Contract Law, 2nd edition, Oxford: John Wiley & Sons Ltd, 2018.
- [14] F. R. Parth, "Successful Program Delivery Starts Long Before the Program Does – Part 2," PM World Journal , California, 2016.

Liite 1 Projektihenkilöiden haastattelukysymykset

Kysymykset konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen kehittämisen taustan kartoittamiseen.

1. Missä roolissa olette toimineet konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen hankkeissa?
2. Mikä on näkemyksenne konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen etenemisestä hankkeissa, joissa olette olleet mukana?
3. Oliko konsepti- ja esisuunnittelun FEL-vaiheiden tehtävänannot ajantasaisia?
4. Tuliko konsepti- ja esisuunnittelun FEL-vaiheiden tehtävänannoissa vastaan haasteita, jotka hidastivat työprosessia?
5. Oliko FEL- vaiheiden lähtötiedot toimeksiannon laajuuteen nähden ajantasaisia ja oikea-aikaisia?
6. Oliko konsepti- ja esisuunnittelun FEL- vaiheiden tehtävänannoille määritetyt aikarajat toimeksiannon laajuuteen nähden ajantasaisia?
7. Oliko konsepti- ja esisuunnitteluvaiheiden tehtävänannoissa kommunikointi ja viestintä ajantasaista?
8. Ilmenikö konsepti- ja esisuunnitteluvaiheissa haasteita tehtävänannoissa kommunikoinnin ja viestinnän ajantasaisuuden suhteen?
9. Oliko konsepti- ja esisuunnittelun hankkeissa projektiorganisaatio selkeä ja sinulla tiedossa projektihenkilöiden vastuualueet tai tehtävät?
10. Oliko konsepti- ja esisuunnittelun FEL- vaiheiden kokouskäytännöt selkeät?
11. Mitä konsepti- ja esisuunnitteluvaiheiden asioita, toimintoja tai menetelmiä koette hyväksi?
12. Onko jotain asioita, toimintoja tai menetelmiä mitä mielestänne tulisi kehittää konsepti- ja esisuunnitteluvaiheen hankkeissa?