

Aki Pajarinen

# UUSIUTUVAN VEDYN TUOTANTOLAITOSTEN RAKENNUTTAMINEN

Diplomityö  
Rakennetun ympäristön tiedekunta  
Tarkastaja: Professori Arto Saari  
Tarkastaja: Tutkijatohtori Ulrika Uotila  
Helmikuu 2025

# TIIVISTELMÄ

Aki Pajarinen: Uusiutuvan vedyn tuotantolaitosten rakennuttaminen  
Diplomityö  
Tampereen yliopisto  
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma  
Helmikuu 2025

---

Ilmaston lämpeneminen ja sen aiheuttamat seuraukset ovat puhuttaneet paljon viimeisten vuosikymmenten aikana. Maapallon keskilämpötila on noussut merkittävästi esiteolliseen aikaan verrattuna. Lämpeneminen johtuu pääasiassa ihmisen toiminnan aiheuttamista, viime vuosikymmenten aikana merkittävästi kasvaneista kasvihuonekaasupäästöistä. Ilmasto jatkaa lämpenemistään, jollei kasvihuonekaasupäästöjä saada vähennettyä. Ilmaston lämpenemisen hidastaminen vaatii kansainvälisiä toimia kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi.

Uusiutuvan ja vähähiilisesti tuotetun vedyn odotetaan olevan merkittävässä osassa tulevaisuuden energiajärjestelmiä. Sen avulla voidaan vähentää usean eri sektorin kasvihuonekaasupäästöjä tulevaisuudessa. Puhtaasti tuotettu vety ei kuitenkaan ole vielä kilpailukykyistä verrattuna fossiilista polttoaineista tuotettuun vetyyn. Siksi pitkäjänteisellä ja määrätietoisella poliittisella ohjauksella on todella suuri merkitys hiilineutraalisti tuotetun vedyn kilpailukykyyn ja kansainvälisen puhtaan vetytalouden syntymisen kannalta. Vedyn tuotanto on merkittävä puhtaan vetytalouden arvoketjun osa. Yksi vedyn tuotantomenetelmä on elektrolyysi. Siinä vesimolekyylit hajotetaan vety- ja happi-ioneiksi sähkökemiallisen reaktion avulla. Kun prosessissa käytetty sähköenergia tuotetaan uusiutuvista energian lähteistä, on valmistettu vety hiilineutraalia. Tässä tutkimuksessa käsitellään elektrolyysiä vedyn tuotantomenetelmänä käyttävien, uusiutuvan vedyn tuotantoon tarkoitettujen laitosprojektien hallintaa ja johtamista.

Elektrolyysiä tuotantomenetelmänä käyttävät vedyn tuotantolaitosprojektit ovat prosessiteollisuuden hankkeita. Niiden toteutus vaatii tyypillisesti monivaiheista suunnittelua, suuria investointeja ja monialaista osaamista. Tällaiset projektit ovat laajoja, pitkäkestoisia ja monivaiheisia. Niiden onnistunut toteuttaminen edellyttää useiden eri alojen asiantuntijoiden tehokasta yhteistyötä sekä kestävien ja taloudellisesti kannattavien ratkaisujen kehittämistä.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on määrittää keskeisiä periaatteita ja menetelmiä teollisen kokoluokan uusiutuvan vedyn tuotantolaitosprojektin johtamiseen ja hallintaan. Tutkimuksessa määritetään prosessiteollisuuden sekä muiden laajojen ja monimutkaisten hankkeiden toteutuksessa käytettävien projektimallien etuja ja haasteita. Lisäksi analysoidaan, miten näiden mallien parhaita käytäntöjä voidaan soveltaa uusiutuvan vedyn tuotantolaitoshankkeissa.

Tutkimuksessa kävi ilmi, että uusiutuvan vedyn tuotantolaitosprojekteille tyypillinen piirre on investointipäätösten viivästyminen ja sen aiheuttama projektin käynnistysvaiheen ajallinen venyminen. Toisaalta tämä pitkittää hankkeen kokonaiskestoa, mutta se antaa myös mahdollisuuden tavanomaista laajempiin tarveselvitys-, hankesuunnittelu- ja kehitysvaiheisiin. Näihin vaiheisiin panostaminen nähtiin haastatteluissa tärkeänä tekijänä laajojen ja monimutkaisten hankkeiden menestyksekkään toteutuksen kannalta. Tutkimuksen tuloksissa korostuu myös hankkeen osapuolten välisen toimivan yhteistoiminnan suuri merkitys laajojen ja monimutkaisten hankkeiden haasteiden ratkaisemisessa. Tutkimuksessa havaittiin myös, että kerrostuneet sopimusrakenteet aiheuttavat ongelmia hankkeen toteutuksessa esimerkiksi tiedonkulun haasteiden ja kasvaneiden rahoituskustannusten muodossa. Tämän vuoksi uusiutuvan vedyn tuotantolaitoshankkeisiin suositellaan sellaista toteutusmuotoa, jossa korostetaan hankkeen osapuolten välistä yhteistoimintaa ja jossa kaikki osapuolet ovat sopimussuhteessa suoraan tilaajaan.

Avainsanat: Hiilineutraali, Vetytalous, Elektrolyysi, Prosessiteollisuushanke, Projektin johtaminen, Yhteistoiminta, Toteutusmuoto, Projektimalli

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

# ABSTRACT

Aki Pajarinen: Construction Project Management of Renewable Hydrogen Production Plants  
Master's thesis  
Tampere University  
Civil Engineering  
February 2025

---

Global warming and its consequences have been widely discussed over the past decades. Earth's average temperature has risen significantly compared to the pre-industrial era. The warming is primarily caused by greenhouse gas emissions, which have increased substantially in recent decades due to human activities. The climate will continue to warm unless greenhouse gas emissions are reduced. Slowing global warming requires international efforts to reduce greenhouse gas emissions.

Renewable and low-carbon hydrogen is expected to play a significant role in future energy systems. It has the potential to reduce greenhouse gas emissions across multiple sectors in the future. However, hydrogen produced through clean methods is not yet competitive compared to hydrogen derived from fossil fuels. Therefore, long-term and determined political guidance is crucial for enhancing the competitiveness of carbon-neutral hydrogen production and fostering the development of a global clean hydrogen economy. One key part of the clean hydrogen economy's value chain is hydrogen production. One method of producing hydrogen is electrolysis, in which water molecules are split into hydrogen and oxygen ions through an electrochemical reaction. When the electricity used in the process is generated from renewable energy sources, the produced hydrogen is carbon-neutral. This study focuses on the management of facility projects aimed at producing renewable hydrogen, utilizing electrolysis as the chosen method for hydrogen production.

Hydrogen production facility projects utilizing electrolysis as a production method are process industry projects. Their implementation typically requires multi-phase planning, significant investments, and multidisciplinary expertise. Such projects are extensive, long-term, and complex, involving multiple phases. Successful execution demands effective collaboration among experts from various fields, as well as the development of sustainable and economically viable solutions.

The aim of this study is to define key principles and methods for managing and leading industrial-scale renewable hydrogen production facility projects. The research identifies the advantages and challenges of project models used in the implementation of process industry projects and other large, complex initiatives. Additionally, it analyzes how best practices from these models can be applied to renewable hydrogen production facility projects.

The study revealed that a characteristic feature of renewable hydrogen production facility projects is the delay in investment decisions, which leads to a prolonged starting phase of the projects. On the one hand, this extends the overall project duration, but it also provides an opportunity for more extensive project planning, and development phases. According to the interviews, placing emphasis on these phases was seen as a crucial factor in the successful implementation of large and complex projects. The results of the study also emphasize the importance of effective collaboration among project stakeholders in addressing the challenges of large and complex initiatives. Additionally, the research found that layered contractual structures cause issues during project implementation, such as communication challenges and increased financing costs. Therefore, the study recommends a project model for renewable hydrogen production facility projects that emphasizes collaboration between parties and ensures that all stakeholders have a direct contractual relationship with the project owner.

Keywords: Carbon neutral, Hydrogen economy, Hydrogen economy, Process industry project, Project management, Collaboration, Project delivery method, Project model

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin Originality Check service.

# ALKUSANAT

Viiden ja puolen vuoden mittainen yliopistotaipaleeni on tullut päätökseensä tämän diplomityön valmistumisen myötä. Näihin vuosiin on mahtunut lukemattomia unohtumattomia hetkiä, joita tulen vaalimaan läpi elämäni. Yksi merkittävä elämänvaihe on nyt takana, ja vaikka muutos tuo mukanaan haikeutta, se avaa myös ovia uusiin mahdollisuuksiin. Odotankin innolla, mitä tulevaisuus tuo tullessaan.

Tämä diplomityö on toteutettu yhteistyössä Welado Oy:n, Helen Oy:n ja Tampereen yliopiston kanssa. Haluan esittää lämpimät kiitokset näille organisaatioille mielenkiintoisesta tutkimusaiheesta sekä mahdollisuudesta toteuttaa tämä työ. Työn vastuujohtajana toimi professori Arto Saari. Työn toisena ohjaajana toimi Welado Groupin Chief Operating Officer Joonas Haverinen. Iso kiitos molemmille ohjaajille. Haluan kiittää myös Helen Oy:n Senior Project Manager Mika Marankoa todella arvokkaista neuvoista ja ammattimaisesta ohjauksesta työn eri vaiheissa. Tämä prosessi on ollut haastava, mutta todella opettavainen ja palkitseva kokemus. Toivon, että työni voi osaltaan tarjota hyödyllistä tietoa ja herättää uusia ajatuksia uudesta prosessiteollisuuden alasta sekä siihen liittyvien tuotantolaitosprojektien hallinnasta.

Olen kiitollinen perheelleni ja ystäväilleni heidän antamastaan tuesta sekä yhteisistä muistoista ja kokemuksista opintojeni aikana. Suuret kiitokset kaikille matkassa mukana olleille!

Tampereella, 9.2.2025



Aki Pajarinen

# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	1
1.1 Tutkimuksen tausta.....	1
1.2 Tutkimuksen tavoitteet, tutkimuskysymykset ja rajaus .....	2
1.3 Tutkimusmenetelmät ja työn rakenne .....	2
2. VETYTALOUS JA SEN TUOMAT MAHDOLLISUUDET .....	5
2.1 Vety osana ilmastomuutoksen torjuntaa .....	5
2.1.1 Vedyn tuotanto ja luokittelu .....	6
2.1.2 Vedyn ja elektrolyysiprosessissa syntyvien sivutuotteiden käyttökohteet .....	7
2.2 Vetytalouden arvoketjut .....	8
2.2.1 Energian tuotanto ja siirto .....	9
2.2.2 Vedyn tuotanto elektrolyysillä.....	9
2.2.3 Vedyn käsittely, varastointi, logistiikka ja jakelu .....	10
2.2.4 Vedyn johdannaistuotteet.....	12
2.3 Vedyn tuotantolaitokset .....	12
2.3.1 Puertollano green hydrogen plant .....	13
2.3.2 P2X Solutions .....	13
2.3.3 NEOM Green Hydrogen Company.....	14
2.3.4 Shell plc.....	14
3. PROSESSITEOLLISUUDEN INVESTOINTIPROJEKTtien HALLINTA .....	16
3.1 Hankkeen vaiheet ja johtaminen.....	16
3.2 Prosessiteollisuushankkeiden erityispiirteet .....	20
3.3 Projektin käynnistysvaihe.....	21
3.3.1 Tarveselvitys.....	22
3.3.2 Hankesuunnittelu .....	25
3.4 Suunnittelun ohjaus .....	27
3.4.1 Ehdotussuunnittelu .....	30
3.4.2 Yleissuunnittelu.....	31
3.4.3 Rakennuslupatehtävät .....	31
3.4.4 Toteutussuunnittelu.....	33
3.5 Rakentamisen valmistelu .....	34
3.5.1 Urakkamuoto .....	34
3.5.2 Maksuperuste .....	35
3.5.3 Suunnitelmien valmiusaste .....	36
3.5.4 Tarjouspyyntö .....	36
3.5.5 Urakkasopimus .....	37
3.6 Rakentamisvaihe .....	39
3.6.1 Vastaanotto.....	40
3.7 Erimielisyydet hankkeen osapuolten välillä .....	41
4. HANKKEIDEN TOTEUTUSMUODOT .....	43
4.1 Toteutusmuodon valinta .....	44
4.1.1 Lähtökohtien ja ominaisuuksien määrittäminen .....	45
4.2 Projektinjohtomuodot .....	47

4.2.1	Projektinjohtorakennuttaminen.....	49
4.2.2	Projektinjohtopalvelu.....	50
4.2.3	Projektinjohtourakointi.....	51
4.3	EPCM-projektimalli.....	52
4.4	Yhteistoiminnalliset mallit rakennushankkeen toteutusmuotoina.....	55
4.4.1	Yhteistoiminnallisten toteutusmuotojen eroavaisuudet projektinjohtomuotoihin.....	56
4.5	Allianssi.....	57
4.5.1	Allianssihankkeen vaiheet.....	61
5.	HAASTATTELUTUTKIMUS.....	63
5.1	Asiantuntijahaastattelujen tiedot.....	64
5.2	Asiantuntijahaastattelujen tulokset.....	64
5.2.1	Prosessiteollisuuden investointiprojektin käynnistysvaiheen hallinta 64	
5.2.2	Uusiutuvan vedyn tuotantolaitosprojektin hallinta.....	67
5.2.3	Projektin johtaminen ja hallinta sekä osapuolten välinen yhteistoiminta.....	69
5.2.4	Toteutusmuotojen ominaisuudet, käytännön kokemukset ja vertailu 73	
5.2.5	Hankkeen osapuolten väliset sopimussuhteet.....	77
6.	TULOSTEN POHDINTA.....	81
6.1	Keskeiset tulokset.....	81
6.2	Tutkimuksen arviointi.....	87
7.	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	88
	LÄHTEET.....	91
	LIITE A: TEEMAHAASTATTELUJA OHJANNEET KYSYMYKSET.....	97

## KUVALUETTELO

<i>Kuva 1. Esimerkki vetytalouden arvoketjusta ja sen läpileikkaavista toiminnoista (Bröckl et al., 2022).....</i>	<i>8</i>
<i>Kuva 2. Vaihtoehtoja vedyn varastointiin (Moradi &amp; Groth, 2019) .....</i>	<i>11</i>
<i>Kuva 3. Kustannusarvioita eri kuljetusmuodoille (Hydrogen council, Bröckl et al., 2022 mukaan).....</i>	<i>11</i>
<i>Kuva 4. Rakennuttajan ja rakennuttajakonsultin päätehtävät (Peltonen &amp; Kiiras, 1998, Junnonen &amp; Kankainen, 2020 mukaan).....</i>	<i>19</i>
<i>Kuva 5. Tarveselvityksen vaiheet (muokattu lähteestä Junnonen &amp; Kankainen, 2020) .....</i>	<i>22</i>
<i>Kuva 6. Esiselvityksen päävaiheet (Tielaitos, 1994, Junnonen &amp; Kankainen, 2020 mukaan).....</i>	<i>23</i>
<i>Kuva 7. Suunnittelun ohjauksen ulottuvuudet (muokattu lähteestä Savolainen et al., 2023).....</i>	<i>27</i>
<i>Kuva 8. Rakennusluvan liittyminen hankkeen eri vaiheisiin ja osapuoliin (RT 11-10781) .....</i>	<i>32</i>
<i>Kuva 9. Vastuiden jakautuminen eri urakkamuodoissa (Peltonen &amp; Kiiras, 1998) .....</i>	<i>34</i>
<i>Kuva 10. Maksuperusteisiin liittyvät riskit ja niiden jakautuminen (Peltonen &amp; Kiiras, 1998).....</i>	<i>35</i>
<i>Kuva 11. Urakasopimuksen syntymisen vaiheet (muokattu lähteestä Junnonen &amp; Kankainen, 2020) .....</i>	<i>38</i>
<i>Kuva 12. Riitojen ratkaisuvaihtoehtoja (Salminen, 2017) .....</i>	<i>42</i>
<i>Kuva 13. Esimerkkikuva projektinjohtomuotoisten rakennushankkeiden aikataulusta verrattuna kokonaisurakalla toteutettuun hankkeeseen (Kiiras et al., 2019).....</i>	<i>48</i>
<i>Kuva 14. Projektinjohtomuotoisten rakennushankkeiden eroavaisuudet (RT 103017).....</i>	<i>49</i>
<i>Kuva 15. Sopimussuhteet projektinjohtorakennuttamisessa, jossa TJ on työmaan johto ja OU on osaurakka (muokattu lähteestä Junnonen &amp; Kankainen, 2020).....</i>	<i>50</i>
<i>Kuva 16. Sopimussuhteet projektinjohtopalvelussa, jossa TJ on työmaan johto ja OU on osaurakka (muokattu lähteestä Junnonen &amp; Kankainen, 2020) .....</i>	<i>51</i>
<i>Kuva 17. Sopimussuhteet projektinjohtourakoinnissa, jossa TJ on työmaanjohto ja AU on aliurakka (muokattu lähteestä Junnonen &amp; Kankainen, 2020) .....</i>	<i>51</i>
<i>Kuva 18. Esimerkki allianssihankkeen sopimusrakenteista (RT 103239) .....</i>	<i>58</i>
<i>Kuva 19. Havainnekuva allianssihankkeen onnistumisen osatekijöistä (RT 103239).....</i>	<i>60</i>
<i>Kuva 20. Allianssihankkeen vaiheistus ja eri vaiheisiin liittyvät tehtävät (RT 103239).....</i>	<i>62</i>

## LYHENTEET JA MERKINNÄT

YK	Yhdistyneet Kansakunnat
IPCC	Tulee sanoista: "Intergovernmental Panel on Climate Change" eli hallitustenvälinen ilmastonmuutospaneeli
GCC	Tulee sanoista: "Gulf Cooperation Council" eli Persianlahden yhteistyöneuvosto
ALK ja AEL	Alkalinen
PEM	Polymeerimembraani
SOEC	Kiinteäoksidikenno
MW	Megawatti
GW	Gigawatti
USD	Yhdysvaltain dollari
HJR18	Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo
YSE 1998	Rakennusurakan yleiset sopimusehdot
KSE 2013	Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot
RT	Rakennustieto
EPCM	Tulee sanoista: "Engineering, Procurement and Construction Management" eli suunnittelu, hankinta ja rakentamisen johtaminen
EPC	Tulee sanoista: "Engineering, Procurement and Construction" eli suunnittelu, hankinta ja rakentaminen
PJ	Projektinjohto
PJR	Projektinjohtorakennuttaminen
PJP	Projektinjohtopalvelu
PJU	Projektinjohtourakointi
SR	Suunnittele- ja rakenna
RAS	Rakennushankkeen allianssisopimus
KAS	Kehitysvaiheen allianssisopimus
TAS	Toteutusvaiheen allianssisopimus
IPECC	Tulee sanoista "Initiation, Planning, Execution, Controlling and Closing" eli käynnistäminen, suunnittelu, toteutus, valvonta ja päätös
LVI	Lämmitys-, vesijohto- ja ilmanvaihtotekniikka
AACE	Association for the Advancement of Cost Engineering
FEL	Front-End Loading
kV	Kilovoltti
FIDIC	Tulee sanoista: "Fédération Internationale des Ingénieurs – Conseils" eli kansainvälinen insinöörikonsulttien liitto



# 1. JOHDANTO

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Vety on noussut keskeiseksi teemaksi 2020-luvun energia- ja ilmastokeskusteluissa. Hiilineutraalisti tuotetun vedyn potentiaali hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä on tunnistettu erityisesti teollisuudessa ja liikenteessä, ja sen odotetaan olevan merkittävä osa tulevaisuuden energijärjestelmiä. Useat maat ovat jo laatineet kansallisia vetystrategioita tai tiekarttoja, ja monissa maissa niiden valmistelu on käynnissä. (Bröckl et al., 2022)

Uusiutuvan vedyn tuotannon avulla Suomella on mahdollisuus kehittää energiaomavaraisuuttaan. Riittävän suurilla tuotantomäärillä Suomella on potentiaalia olla mukana myös Euroopan uusiutuvan vedyn markkinoilla tulevaisuudessa. Potentiaalın hyödyntäminen vaatii kuitenkin merkittäviä investointeja vetytalouden eri arvoketjuihin, joista yksi on hiilineutraalin vedyn tuotanto ja sen mahdollistava uusien vedyn tuotantolaitosten rakentaminen.

Hiilineutraalisti tuotettu vety ei ole vielä kilpailukykyistä fossiilisesti tuotettuun vetyyn verrattuna, mutta 2030-luvulla sen nähdään olevan keskeinen keino vähentää hiilidioksidipäästöjä usealla eri sektorilla (Bröckl et al., 2022; Kar et al., 2022). Pitkäjänteinen ja määrätietoinen poliittinen ohjaus on tärkeää, jotta uusiutuva vety voi tulevaisuudessa olla kilpailukykyistä ja sen potentiaali hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi saadaan toteutua (Bröckl et al., 2022).

Elektrolyysillä tuotettavan uusiutuvan vedyn tuotantolaitosprojektit ovat prosessiteollisuuden hankkeita. Ne ovat tyypillisesti pitkäkestoisia, monimutkaista teknologiaa sisältäviä ja merkittäviä investointeja vaativia projekteja. Niiden toteutuksessa on mukana useiden eri alojen toimijoita ja niissä on lukuisia vuorovaikutteisia toimitusketjuja. Sen vuoksi prosessiteollisuuden hankkeiden hallinta vaatii moniammatillista yhteistyötä ja tehokasta poikkitoiminnallista koordinaatiota. (Sun & Zhang, 2011; Wang & AbouRizk, 2009) Tällaisten projektien johtaminen ja hallinta voi vaatia perinteisiä projektinhallintamenetelmiä kattavampaa lähestymistapaa (Sun & Zhang, 2011).

Yksi keino, jolla voidaan vastata laajan ja monimutkaisen hankkeen haasteisiin, on hankkeelle sopivan toteutusmuodon valinta. Toteutusmuodolla määritetään hankkeen tehtävien, kuten rakennuttamis-, suunnittelu-, hankinta- ja rakentamispalveluiden sisällöt ja

vastuusuhteet (Junnonen & Kankainen, 2020). Näiden lisäksi toteutusmuoto määrittää hankkeen organisoitumis- ja johtamistavan (Salminen, 2017). Toteutusmuodon valinta on yksi hankkeen tärkeimmistä strategisista päätöksistä, koska sillä on merkittäviä vaikutuksia hankkeen kulkuun aina sen käynnistämisestä takuuajkaan asti (Junnonen & Kankainen, 2020; Salminen, 2017). Tässä tutkimuksessa käsitellään laajoissa ja vaativissa hankkeissa tyypillisesti käytettäviä toteutusmuotoja ja niiden erityispiirteitä. Käsiteltävät toteutusmuodot ovat projektinjohtomuodot, yhteistoiminnalliset muodot, joista erityisesti Suomessa yleistynyt allianssimalli sekä prosessiteollisuushankkeissa yleisesti käytetty EPCM-projektimalli.

## 1.2 Tutkimuksen tavoitteet, tutkimuskysymykset ja rajaus

Tämän tutkimuksen tavoitteena on määrittää keskeiset periaatteet ja menetelmät teollisen kokoluokan uusiutuvan vedyn tuotantolaitosprojektin johtamiseen ja hallintaan. Tutkimuksen tavoitteet pyritään saavuttamaan etsimällä vastauksia kolmeen tutkimuskysymykseen.

Nämä tutkimuskysymykset ovat:

1. Miten uusiutuvan vedyn tuotantolaitos- ja prosessiteollisuuden hankkeet eroavat muista rakentamisen hankkeista?
2. Mitä muissa rakentamisen hankkeissa hyväksi todettuja periaatteita ja menetelmiä voidaan hyödyntää uusiutuvan vedyn tuotantolaitoshankkeissa?
3. Millaiset toimintatavat ja periaatteet kannattaa huomioida teollisen kokoluokan uusiutuvan vedyn tuotantolaitoshankkeen toteutusmuodossa?

Tutkimusta on rajattu niin, että se keskittyy puhtaasti vetytalouden eri arvoketjujen osalta vain tuotantoon ja sen mahdollistavien tuotantolaitosprojektien johtamiseen ja hallintaan. Tutkimuksessa ei siis käsitellä muihin arvoketjun osiin, kuten energian tuotantoon ja siirtoon sekä vedyn käyttökohteisiin liittyviä projekteja. Muista arvoketjun osista kerrotaan yleisellä tasolla, mutta niihin ei syvennyttä.

## 1.3 Tutkimusmenetelmät ja työn rakenne

Tutkittavan aiheen teoriataustaa ja aikaisempaa tutkimusaineistoa kerättiin kirjallisuustutkimuksen avulla. Sen tavoitteena on lisätä tutkijan ja lukijan ymmärrystä tutkittavasta aiheesta. Ensimmäisenä tarkastelun kohteena kirjallisuustutkimuksessa on puhtaasti vetytalouden tuomat mahdollisuudet ja rajoitteet yleisellä tasolla. Toisena tarkastelun koh-

teena on prosessiteollisuushankkeiden ja muiden laajojen yhteistoiminnallisia toteutusmuotoja hyödyntävien hankkeiden johtaminen ja hallinta. Siinä käsitellään hankkeen eri vaiheita ja niihin liittyviä projektin johtamisen tehtäviä, prosessiteollisuushankkeiden erityispiirteitä sekä laajoissa hankkeissa tyypillisesti käytettäviä toteutusmuotoja ja niiden erityispiirteitä. Kirjallisuustutkimuksessa hyödynnettiin tutkimuksen kannalta relevantteja tieteellisiä artikkeleita, alan kirjallisuutta ja ajankohtaisia tutkimuksia Suomesta ja muualta maailmasta. Tietoa hankittiin pääasiassa yliopiston kirjaston tietokannoista, luotettavista kansainvälisistä tutkimuskokoelmista ja yliopiston kirjastosta saatavilla olevista tutkimuksen aihetta käsittelevistä kirjoista.

Tutkimuskysymyksiin vastaamiseksi ja tutkimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi tietoa kerättiin kirjallisuustutkimuksen lisäksi myös puolistrukturoidun teemahaastattelututkimuksen avulla. Haastatteluiden avulla kerättiin tietoa ja käytännön näkemyksiä hankkeen eri vaiheiden hallintaan, osapuolten väliseen yhteistoimintaan, tutkimuksessa käsiteltäviin toteutusmuotoihin sekä hankkeen osapuolten välisiin sopimussuhteisiin. Haastateltavat henkilöt valittiin niin, että heidän erikoisosaamisensa kattoivat tutkittavan aiheen kannalta eri näkökulmia. Haastatteluiden teemat ja ohjaavat kysymykset määritettiin kirjallisuustutkimuksen perusteella muodostettujen havaintojen perusteella.

Tutkimuksen rakenne muodostuu Tampereen yliopiston opinnäytetyöpohjan perusteella tehden siitä yliopiston vaatimusten mukaisen. Tutkimuksen ensimmäisessä johdantoluvussa käydään läpi tutkimuksen tausta, tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset, aiheen rajaus, tutkimusmenetelmät sekä työn rakenne.

Tutkimuksen toisessa, kolmannessa ja neljännessä luvussa käsitellään tutkimuksen teoriaa kirjallisuusselvityksen avulla. Toisessa luvussa käsitellään puhdasta vetytaloutta ja sen tuomia mahdollisuuksia yleisellä tasolla. Siinä käydään läpi uusiutuvan energian avulla tuotetun vedyn osuutta ilmastonmuutoksen torjunnassa, vetytalouteen kuuluvia arvoketjun osia sekä elektrolyysiä tuotantomenetelmänä käyttäviä vedyn tuotantolaitoksia ja niiden toteutusprojekteja. Kolmannessa luvussa käsitellään prosessiteollisuushankkeiden vaiheita sekä niihin liittyviä projektinhallinnan ja johtamisen tehtäviä. Neljännessä luvussa käydään läpi laajoissa hankkeissa tyypillisesti käytettäviä toteutusmuotoja ja niiden erityispiirteitä sekä sopivan projektimallin valintaan vaikuttavia tekijöitä.

Tutkimuksen viidennessä luvussa käsitellään kirjallisuustutkimuksen avulla muodostettuja teemoja puolistrukturoidun teemahaastattelututkimuksen muodossa. Siinä kuvataan teemahaastattelututkimuksen rakenne ja toteutus, esitellään haastateltavat asiantuntijat sekä käsitellään haastatteluiden tuloksia teemoittain.

Kuudennessa ja seitsemännessä luvussa analysoidaan tutkimuksen keskeisiä tuloksia tutkimuskysymyksittäin ja verrataan niitä kirjallisuuteen. Lisäksi arvioidaan tutkimuksen suorittamisen sekä tulosten luotettavuutta, toistettavuutta ja yleistettävyyttä. Johtopäätökset-luvussa kootaan tutkimuksen havainnot yhteen, tehdään niistä tutkimuksen tavoitteisiin vastaavat johtopäätökset ja esitetään mahdollisia jatkotutkimusaiheita.

## 2. VETYTALOUS JA SEN TUOMAT MAHDOLLI-SUUDET

Seuraavissa luvuissa käydään läpi tarvetta ja edellytyksiä kansainvälisen puhtaan vetytalon syntyemiselle, sekä siihen liittyviä arvoketjun osia. Luvuissa käsitellään myös vedyn valmistusmenetelmiä, sen luokittelua ja käyttökohteita sekä muutamaa jo valmistunutta tai käynnissä olevaa vedyn tuotantolaitosprojektia.

### 2.1 Vety osana ilmastonmuutoksen torjuntaa

Ilmastonmuutos ja sen seuraukset ovat puhuttaneet paljon viimeisten vuosikymmenten aikana. Ilmaston lämpeneminen on aiheuttanut muun muassa maapallon keskilämpötilan nousun 0,76 °C vuoden 1900 jälkeen. Myös merenpinta on noussut 17 cm vuosien 1900–1999 välillä. Ilmaston lämpeneminen johtuu pääasiassa ihmisen toiminnasta, erityisesti kasvaneista kasvihuonekaasupäästöistä. Esimerkiksi metaanin pitoisuus ilmakehässä on noussut noin 70 % teollistumisen seurauksena vuosien 1970 ja 2004 välillä. (Oloke et al., 2021) Jos ilmasto lämpenee nykyistä tahtia, maapallon keskilämpötilan arvioidaan nousevan esiteolliseen aikaan verrattuna 2,1–3,9 °C vuoteen 2100 mennessä (Kemp et al., 2022). Nykyisten trendien jatkuessa todennäköisyys sille, että maapallon keskilämpötila olisi noussut alle 2 °C vuoteen 2100 mennessä esiteolliseen aikaan nähden on vain noin 5 % (Liu & Raftery, 2021). Maapallon keskilämpötila on viimeksi ollut yli 2 °C esiteollista aikaa korkeampi yli 2,6 miljoonaa vuotta sitten (Kemp et al., 2022).

Ilmastonmuutoksen hidastaminen vaatii toimia kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Vuonna 1992 solmittiin **YK:n globaali ilmastopimus**, jonka tavoitteena on vakauttaa kasvihuonekaasujen pitoisuudet ilmakehässä sellaiselle tasolle, joka estää vaaralliset ihmisen aiheuttamat vaikutukset ilmastojärjestelmään. (UNFCCC, 1992). Lähes kaikki valtiot maailmassa ovat ratifioineet YK:n globaalin ilmastopimuksen. Ilmastonmuutos on maailmanlaajuinen ongelma ja sen hidastaminen vaatii kaikkien maailman maiden yhteistyötä. YK:n globaalin ilmastopimuksen ratifioineiden maiden johtajat hyväksyivät vuonna 2015 **Pariisin ilmastopimuksen**, jossa asetettiin tavoitteet ilmaston lämpenemisen rajoittamiseksi. (Eurooppa-neuvosto) Pariisin ilmastopimuksessa sovittiin, että maapallon keskilämpötilan nousu pidetään selvästi alle 2 celsiusasteessa ja pyritään rajoittamaan se 1,5 celsiusasteeseen suhteessa esiteolliseen aikaan (Paris Agreement, 2015).

Kansainvälisesti vetytaloutta edistää Pariisin ilmastopimuksen lisäksi vuonna 2019 Euroopan Unionin käynnistämä **Green Deal**, vihreän kehityksen ohjelma, jossa tavoitteeksi on asetettu Euroopan hiilineutraalisuus vuoteen 2050 mennessä (Paris Agreement, 2015; Euroopan komissio, 2019). Lisäksi monessa maassa on asetettu kansallisia tavoitteita hiilineutraalisuuden suhteen (Bröckl et al., 2022). Vetytalouden kehittymistä pidetään esimerkiksi hallitustenvälisessä ilmastomuutospaneelissa IPCC:ssä välttämättömänä osana hiilidioksidipäästöjen vähentämistä, jotta Pariisin ilmastopimuksen tavoitteet voidaan saavuttaa (Chen et al., 2018).

Hiilineutraalisti tuotetun vedyn avulla voidaan korvata fossiilisten raaka-aineiden käyttöä usealla eri sektorilla. Vedyn käyttökohteet ovat monipuolisia. Sitä voidaan käyttää esimerkiksi polttoaineena, raaka-aineena, energiankantajana sekä keinona energian varastointiin. (Bröckl et al., 2022) Vedystä onkin tullut monelle yritykselle keskeinen osa strategiaa hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi (Khan & Al-Ghamdi, 2023).

### **2.1.1 Vedyn tuotanto ja luokittelu**

Yksi vedyn tuotantomenetelmä on elektrolyysi. Siinä vesimolekyylit hajotetaan vety- ja happi-ioneiksi sähkökemiallisen reaktion avulla. Jotta tuotettava vety olisi hiilineutraalia, on elektrolyysissä käytettävän sähkövirran oltava uusiutuvien energiamuotojen avulla tuotettua. (Bröckl et al., 2022) Hiilineutraalin vedyn tuottaminen on kallista verrattuna fossiilipohjaiseen vetyyn. Tuotannon korkeat kustannukset hidastavat puhtaan vetytalouden kehittymistä (Khan & Al-Ghamdi, 2023).

Hiilineutraalisti tuotettua vetyä yleisempää tällä hetkellä on tuottaa vety fossiilisia polttoaineita hyödyntäen sen edullisempien tuotantokustannusten vuoksi (Khan & Al-Ghamdi 2023). Vedyn tuotannosta aiheutuu näin tuotettuna hiilidioksidipäästöjä. Fossiilisista polttoaineista tuotetun vedyn hiilidioksidipäästöjä voidaan vähentää valmistuksesta syntyvän hiilidioksidin talteenoton, varastoinnin ja hyödyntämisen avulla. (Yu et al., 2021)

Vedyn luokittelun apuna käytetään usein erilaisia värejä. Esimerkiksi vihreällä vedyllä tarkoitetaan uusiutuvien energiamuotojen avulla tuotettavaa vetyä ja harmaalla vedyllä taas fossiilisista polttoaineista tuotettavaa vetyä, jonka tuotantoprosessista ei oteta hiilidioksidia talteen. Euroopan komissio ja parlamentti eivät kuitenkaan luokittele vetyä enää värien avulla, vaan luokittelu tehdään valmistusprosessissa syntyneiden hiilidioksidipäästöjen perusteella uusiutuvaan vetyyn ja vähähiiliseen vetyyn. Jos valmistusprosessin hiilidioksidipäästöt eivät ole riittävän matalat, sitä ei luokitella kumpaankaan näistä kategorioista. Uusi luokittelu on väriluokittelua selkeämpi, sillä siinä vetyä ei luokitella sen valmistusmenetelmän perusteella. Vähähiiliseksi luokiteltavaa vetyä voidaan

valmistaa esimerkiksi fossiilisista polttoaineista, jossa prosessin hiilidioksidi otetaan talteen, sekä elektrolyysillä, jossa sähköenergia on tuotettu ydinvoimalla. Luokittelu tehdään siis valmistusprosessista syntyvien hiilidioksidipäästöjen perusteella riippumatta siitä, mikä vedyn valmistusmenetelmä on. (Erbach & Svensson, 2023)

Nykyisin tuotettu vety on suurimmaksi osaksi tuotettu fossiilisista polttoaineista ja hiilineutraalin vedyn osuus vedyn kokonaistuotannosta on tällä hetkellä vain noin 5 % (Bröckl et al., 2022; Kiwa, 2021). Bröckl et al. (2022) ja Wappler et al. (2022) tarkastelivat tutkimuksissaan erilaisia energiaskenaarioita ja vedyn osuutta niissä. Jokaisessa skenaariossa hiilineutraalin ja vähähiilisen vedyn osuuden vedyn kokonaistuotannosta odotetaan kasvavan tulevaisuudessa.

Vetytalouden kehittymisestä on kirjallisuudessa hieman eriäviä näkemyksiä. Esimerkiksi Khan & Al-Ghamdi (2023) kertovat, että hiilineutraalin vedyn korkeiden tuotantokustannusten vuoksi GCC maissa vetytalouden kehitys lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä perustuu pitkälti vähähiiliseen vetyyn. Toisaalta Wappler et al. (2022) tutkimuksessa oletetaan, että monessa maassa hiilineutraalin vedyn tuotanto on tärkeässä roolissa ilmastotavoitteiden saavuttamisen kannalta keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä.

### **2.1.2 Vedyn ja elektrolyysiprosessissa syntyvien sivutuotteiden käyttökohteet**

Vetyä käytetään nykyisin eniten ammoniakkin valmistukseen ja öljyn jalostukseen. Bröckl et al. (2022) kertovat tutkimuksessaan, että hiilineutraalin vedyn käyttökohteita tulevaisuudessa ovat myös esimerkiksi teollisuuden prosessit ja liikenne, joissa uusien teknologioiden avulla voidaan korvata fossiilisten energialähteiden käyttöä hiilineutraalisti tuotetulla vedyllä.

Terästeollisuus on hyvä esimerkki potentiaalisesta uusiutuvan vedyn käyttökohteesta tulevaisuudessa. Terästeollisuuteen kehitetään raudan suorapelkistysprosessia vedyn avulla. Vedyllä voitaisiin siis korvata fossiilisen hiilen käyttö raudan pelkistysprosessissa ja merkittävästi vähentää terästeollisuuden hiilidioksidipäästöjä.

Toinen uusiutuvan vedyn käyttökohde tulevaisuudessa on synteettisten raaka- ja polttoaineiden valmistus. Niiden valmistukseen tarvitaan vedyn lisäksi hiilidioksidia. Bröckl et al. (2022) kertovat tutkimuksessaan, että valmistusprosessissa tarvittavaa hiilidioksidia saadaan esimerkiksi ottamalla se talteen teollisuuden prosesseista. Tarvittava hiilidioksidi on mahdollista ottaa talteen myös ilmakehästä. (Zeman & Keith, Chen et al. mukaan). Suoraan ilmakehästä talteen otetun hiilidioksidin avulla valmistettavien poltto- ja raaka-aineiden hiilitase ilmaston kannalta on nolla. Hiilidioksidin talteenotto teollisuuden

prosesseista ei muuta hiilitasetta ilmaston kannalta, sillä se vapautuu ilmakehään lyhyellä aikavälillä polttoaineita käyttämällä. Mahdollisia hiilineutraalista vedystä valmistettavia synteettisiä polttoaineita ovat esimerkiksi metaani, metanoli, bensiini, diesel ja kerosiini. (Bröckl et al., 2022)

Elektrolyysillä vetyä valmistettaessa osa prosessin vaatimasta sähköenergiasta vapautuu lämpönä ympäristöön. Prosessin hyötysuhteen kannalta on merkittävää, että hukkalämpöä voidaan käyttää hyödyksi johtamalla se esimerkiksi kaukolämpöverkostoon tai varastoimalla se maaperään. Elektrolyysiprosessissa syntyy myös todella paljon happea. Sekin voidaan käyttää hyödyksi esimerkiksi korvaamalla teräs- ja kemianteollisuudessa tislaamalla valmistettua happea. Muita hapen käyttökohteita ovat esimerkiksi energiantuotannossa polttoprosessin hyötysuhteen nostaminen, lääkkeellisenä hapeana käyttäminen tai sen käyttäminen hitsaamisessa. Prosessissa syntyvien sivutuotteiden hyötykäyttö nostaa elektrolyysiprosessin hyötysuhdetta merkittävästi. (Bröckl et al., 2022)

## 2.2 Vetytalouden arvoketjut

Vetytalouden arvoketju muodostuu toiminnoista, jotka mahdollistavat raaka-aineista ja resursseista uusiutuvan vedyn ja mahdollisten jatkojalosteiden valmistuksen, sekä toimijoista, jotka ovat jossain edellä mainituissa toiminnoissa mukana. Vetytalouden arvoketjun osia ovat esimerkiksi energian tuotanto ja siirto, vedyn tuotanto, käsittely, varastointi, logistiikka ja jakelu. Vedyn käyttökohteet, kuten johdannaistuotteet ovat myös vetytalouden arvoketjun ytimessä. Eri arvoketjun osiin voi liittyä myös erilaisia toimintoja, kuten tutkimus, teknologian toimitus ja kehitys, projektikehitys sekä laitteiston ja infrastruktuurin kunnossapito. (Bröckl et al., 2022) Kuvassa 1. on esitetty esimerkki mahdollisesta vetytalouden arvoketjusta ja siihen liittyvistä läpileikkaavista toiminnoista.



**Kuva 1.** Esimerkki vetytalouden arvoketjusta ja sen läpileikkaavista toiminnoista (Bröckl et al., 2022)



Jokainen vetyprojekti ja arvoketju on kuitenkin yksilöllinen ja voi muodostua hyvin erilaiseksi, kuin kuvassa 1. esitetty esimerkki. Bröckl et al. (2022) toteavat, että vetytalouden arvoketjut tulevat todennäköisesti muuttumaan lähivuosisikymmeninä tavoilla, joita on vaikea ennakoita.

### **2.2.1 Energian tuotanto ja siirto**

Yksi vetytalouden arvoketjun merkittävimmistä osista on energian tuotanto ja siirto. Uusiutuvan vedyn tuotanto edellyttää suuria määriä hiilineutraalia sähköenergiaa, sillä elektrolyysiprosessi on erittäin sähköintensiivistä. Suomessa tuulivoimainvestointeja on tehty viime vuosina paljon ja uusille investoinneille on merkittävää potentiaalia. (Bröckl et al., 2022)

Vedyn avulla voidaan myös tasapainottaa sähköjärjestelmää. Tämä tapahtuu varastomalla valmistettua vetyä ja käyttämällä sitä sähköntuotantoon silloin, kun järjestelmässä tarvitaan säätövoimaa. (Bröckl et al., 2022) Näin sähkön markkinahintaa saadaan tasatua ja pörssisähkön hintapiikkejä esimerkiksi poikkeuksellisen kylminä päivinä madalletua.

Suomen vahvuuksia esimerkiksi Keski-Eurooppaan verrattuna vetytalouden kehittymisen näkökulmasta on vahva sähkön siirtoverkko. Verkkoon tarvitaan kuitenkin myös lisäinvestointeja. Kansainvälinen yhteistyö pohjoismaiden kesken ja toimivat pohjoismaiset sähkömarkkinat ovat edellytys vetytalouden kehittymiselle. (Bröckl et al., 2022)

### **2.2.2 Vedyn tuotanto elektrolyysillä**

Hiilineutraalia vetyä voidaan valmistaa elektrolyysiprosessin avulla. Elektrolyysiin on olemassa kolmeen pääkategoriaan jaettavia teknologioita. Nämä kategoriat ovat alkalinen (ALK tai AEL), polymeerimembraani (PEM) ja kiinteäoksidikenno (SOEC). Teknologiat eroavat toisistaan muun muassa käytetyn elektrolyytin ja toimintalämpötilan suhteen. Nykyisin kaupallisessa vaiheessa olevia teknologioita ovat ALK- ja PEM-teknologioita käyttävät elektrolyysilaitteistot. (IRENA, 2020)

Vesi on sähkön lisäksi elektrolyysiprosessin toinen pääraaka-aine. Stoikiometrisesti yhtä vetykiloa kohti tarvitaan 9 kg vettä. IRENA (2020) arvioi kuitenkin, että prosessin häviöt huomioon ottaen todellinen vedentarve olisi noin 18–24 kg yhtä vetykiloa kohti. Suomessa on paljon puhdasta, makeaa vettä, jota voidaan käyttää elektrolyysiprosessissa (Bröckl et al., 2022). Tätä voidaan pitää hiilineutraalin sähköntuotannon ja siihen liittyvän potentiaalini lisäksi Suomen vahvuutena vetytaloudessa elektrolyysiteknologioiden näkökulmasta.

Elektrolyysillä tuotetun vedyn tuotantokustannukset ovat suuret johtuen elektrolyysilaitteistojen ja hiilineutraalin sähkön korkeista hinnoista. Edellytyksenä hiilineutraalin vedyn yleistymiselle onkin näiden hintojen madaltuminen tulevaisuudessa. (Chen et al., 2018)

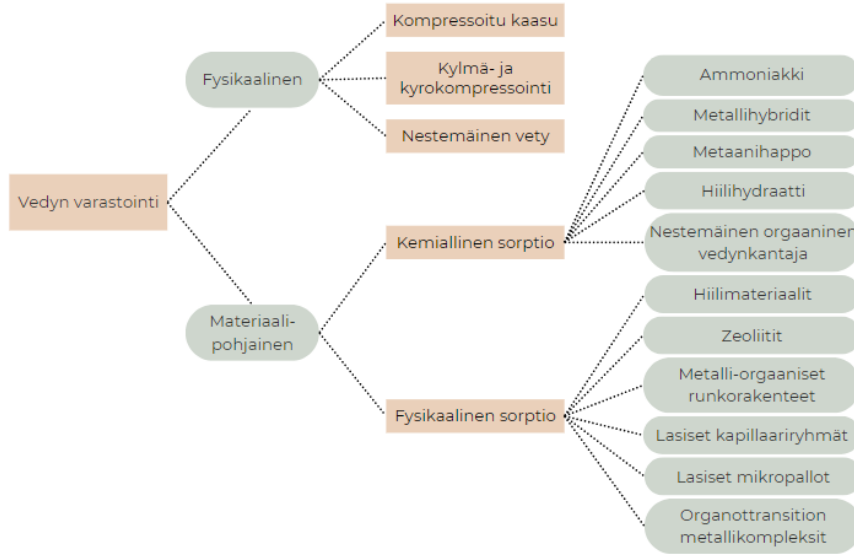
Elektrolyysilaitteistojen korkeat hinnat näkyvät muun muassa siinä, että vedyn tuotantolaitosprojekteissa prosessin päälaitteisto on todella merkittävässä osassa koko hankkeen budjettia (Danish Energy Agency, 2017). Elektrolyysilaitteistojen hintojen alentaminen edellyttää teknologian kehittymistä, jotta laitteistojen valmistuskustannuksia voidaan pienentää. Myös laitteistojen valmistuksen määrän kasvaessa, niiden hintojen voidaan odottaa laskevan. (Chen et al., 2018) Elektrolyysilaitteistojen investointikustannusten arvioidaan pienentyvän merkittävästi tulevien vuosikymmenten aikana. Voimakkaimmin kustannusten odotetaan pienentyvän vuosina 2020–2030. (Danish Energy Agency, 2017)

Hiilineutraalin sähkön hinta tulee laskemaan investointien kautta. Investointeja tarvitaan uusiutuviin energialähteisiin, kuten meri- ja maatuulivoimaan, aurinkovoimaan sekä vesivoimaan. (Chen et al., 2018)

### **2.2.3 Vedyn käsittely, varastointi, logistiikka ja jakelu**

Tarve vedyn kuljetukselle ja varastoinnille syntyy, kun tuotanto ja kulutus eivät kohtaa ajallisesti tai paikallisesti. Kustannustehokkuuden näkökulmasta olisi järkevintä, jos vedyn tuotanto ja kulutus olisivat samassa paikassa samanaikaisesti. Tällöin säästyttäisiin siirto- ja varastointikustannuksilta, jotka voivat olla jopa moninkertaiset vedyn tuotantokustannuksiin verrattuna. (International Energy Agency, 2019)

Vedyn varastointiin on useita tapoja. Varastointi voidaan toteuttaa fyysisesti tai materiaalina. Yleisin vedyn varastointimuoto nykyään on kaasuna tai nesteinä paikallisissa varastoissa. Vetytalouden kehittyminen vaatii kuitenkin tulevaisuudessa suurempien varastointimahdollisuuksien hyödyntämistä. Vetyä voitaisiin varastoida tulevaisuudessa esimerkiksi luolastoissa tai ehtyneissä fossiilimuodostumissa. (International Energy Agency, 2019) Kuvassa 2. on esitetty erilaisia vedyn varastointimahdollisuuksia.



**Kuva 2.** Vaihtoehtoja vedyn varastointiin (muokattu lähteestä Moradi & Groth, 2019)

Vedyn kuljettaminen pitkiä välimatkoja on haastavaa johtuen sen alhaisesta energiatiheydestä. Kuljetusta varten vety kannattaa paineistaa, nesteyttää tai sitoa kemiallisesti muihin molekyyliin tai materiaaleihin. (Bröckl et al., 2022) Kuvassa 3. on esitetty erilaisia kuljetusmuotoja ja niiden arvioituja kustannuksia eri kuljetusetäisyyksille.

		Kuljetuskustannukset				
		Jakelu		Siirto		
		0–50 km	51–100 km	101–500 km	>1000 km	>5000 km
Putkisto	Jälkiasennettu	Jakeluverkko	Alueellinen jakeluverkko	Siirtoverkko (maalla)	Siirtoverkko (maalla tai merellä)	Ei käytössä
	Uusi	Jakeluverkko	Alueellinen jakeluverkko	Siirtoverkko (maalla)	Siirtoverkko (maalla tai merellä)	Ei käytössä
Merikuljetus	Nestemäinen vety	Ei käytössä	Ei käytössä	Ei käytössä	Laiva (LH <sub>2</sub> )	Laiva (LH <sub>2</sub> )
	Ammoniakki	Ei käytössä	Ei käytössä	Ei käytössä	Laiva (NH <sub>3</sub> )	Laiva (NH <sub>3</sub> )
Kuorma- autokuljetus	Nestemäinen orgaaninen vedynkantaja	Ei käytössä	Ei käytössä	Ei käytössä	Laiva (LOCH)	Laiva (LOCH)
	Nestemäinen vety	Kuorma-auto (LH <sub>2</sub> )	Kuorma-auto (LH <sub>2</sub> )	Kuorma-auto (LH <sub>2</sub> )	Ei käytössä	Ei käytössä
	Kaasumainen vety	Kuorma-auto (CH <sub>4</sub> )	Kuorma-auto (CH <sub>4</sub> )	Kuorma-auto (CH <sub>4</sub> )	Ei käytössä	Ei käytössä

**Kuva 3.** Kustannusarvioita eri kuljetusmuodoille (Hydrogen council, Bröckl et al., 2022 mukaan)

Vedyn jakelu loppukäyttäjille voidaan tehdä esimerkiksi tankkausasemien tai paikallisen putkiston kautta. Kuljetusmuotoon ja siihen, missä muodossa vety toimitetaan käyttäjille, riippuu toimitusmatkasta, toimitusmääristä ja loppukäyttäjän tarpeista. (International Energy Agency, 2019)

Laajamittaisen vetytalouden kehittyminen edellyttää toimivaa ja tehokasta vedyn varastointia ja logistiikkaa. Vetytalouden kehittymisen alkuvuosina vedyn käyttö perustuu sekä Suomessa että maailmalla sen paikalliseen tuotantoon lähellä sen kulutuspaikkaa. Vedyn varastointiin on Suomessa hyvin rajallisesti sopivia luonnon muodostumia. Suomen sijainti meren äärellä voi mahdollistaa tehokkaan laivakuljetuksiin perustuvan infrastruktuurin kehittymisen. Vedyn siirto putkistojen avulla on myös mahdollista tulevaisuudessa. (Bröckl et al., 2022)

#### **2.2.4 Vedyn johdannaistuotteet**

Vetyä voidaan käyttää sellaisenaan esimerkiksi polttokennoteknologian avulla, tai siitä voidaan valmistaa erilaisia johdannaistuotteita. Vedyn johdannaistuotteita valmistetaan esimerkiksi siksi, että vety ei sellaisenaan sovellu loppukäyttöön. Vedystä voidaan johtaa erilaisia synteettisiä polttoaineita, kemikaaleja ja materiaaleja. Prosessista syntyvät häviöt kuitenkin kasvavat, mitä pidemmälle jalostusprosessi viedään ja niihin pystytään vaikuttamaan hyvin rajallisesti esimerkiksi prosessioptimoinnilla. (Bröckl et al., 2022)

Bröckl et al. (2022) mukaan vedyn johdannaistuotteiden hintatasoa ei kannata verrata vain fossiilisten vastineiden hintoihin, vaan myös muiden päästövähennyskeinojen kustannuksiin. Esimerkiksi suora sähköistäminen on muodostumassa vaihtoehtoiseksi teknologiaksi usean sektorin päästöjen vähentämiseksi tulevaisuudessa.

Vedyn johdannaistuotteet voivat avata mielenkiintoisia mahdollisuuksia uudelle liiketoiminnalle Suomessa. Myös johdannaistuotteiden ulkomaan vienti voi olla tulevaisuudessa mahdollista, jos valtioiden rajat ylittävä markkina- ja toimitusketju syntyy kansainvälisen vetytalouden kehittymisen seurauksena. Suomessa vetyä käytetään esimerkiksi öljyn jalostuksessa ja biopolttoaineena. hiilineutraali vety voi tulevaisuudessa korvata näissä prosesseissa käytettävän fossiilisen vedyn ja näin vähentää prosesseista syntyviä hiilidioksidipäästöjä merkittävästi. (Bröckl et al., 2022)

### **2.3 Vedyn tuotantolaitokset**

Tässä kappaleessa tarkastellaan jo tuotannossa olevia sekä lähivuosien aikana valmistuviksi odotettuja vedyn tuotantolaitoksia Suomesta ja muualta maailmalta. Kaikissa tässä kappaleessa tarkasteltavissa laitoksissa vedyn tuotantomenetelmä on elektrolyysi.

Elektrolyysiteknologian uutuus teollisessa mittakaavassa näkyy siinä, että jo tuotannossa olevat laitokset ovat vielä suhteellisen pieniä verrattuna monen vetyalan toimijan visioon ja tulevaisuuden tavoitteisiin. Esimerkiksi P2X Solutionsin Suomen ensimmäisen puhtaan vedyn tuotantolaitoksen kapasiteetti megawatteina mitattuna on 20 ja heidän

tavoitteensa on 1 GW vedyntuotantokapasiteetti vuoteen 2031 mennessä (P2X Solutions).

### 2.3.1 Puertollano green hydrogen plant

Puertollanon vihreän vedyn tuotantolaitos Espanjassa on Euroopan suurin teolliseen käyttöön tarkoitettu hiilineutraalin vedyn tuotantolaitos. Laitos aloitti toimintansa vuonna 2022, ja sen kehittäjä on Iberdrola niminen yhtiö. Laitos hyödyntää täysin uusiutuvaa energiaa ja toimii merkittävänä esimerkkinä teollisuuden siirtymässä kohti hiilineutraaliisuutta. (Iberdrola)

Puertollanon laitokseen kuuluvat kapasiteetiltaan 100 MW aurinkopaneelipuisto, 20 MWh litiumioniakkujärjestelmä ja 20 MW elektrolyysilaitteisto. Laitoksen tuotantokapasiteetti hiilineutraalille vedylle on 3000 tonnia vuodessa. Vetyä voidaan myös varastoida laitoksen yhteydessä ja näin varmistaa asiakkaille useiden päivien toimitusvarmuus. (eFuel-Today, 2023) Laitoksen investoinnin suuruudeksi on ilmoitettu 150 miljoonaa euroa. Laitoksen rakennushanke työllisti rakentamisen aikana noin 1000 henkilöä ja sen avulla voidaan välttää 48000 tonnin hiilidioksidipäästöt vuosittain. (Iberdrola)

Laitoksessa tuotettu uusiutuva vety toimitetaan Fertiberian ammoniakkitehtaalle, jossa sitä käytetään hiilineutraalin ammoniakin valmistamiseen. Fertiberia pyrkii vähentämään lannoitetuotannosta aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä hiilineutraalin vedyn avulla. (Iberdrola) Tämä prosessi osoittaa hiilineutraalin vedyn mahdollisuudet korvata fossiilisia polttoaineita teollisissa sovelluksissa ja edistää ympäristöystävällistä tuotantoa. Puertollanon laitos ei ole vain teknologisesti edistynyt, vaan se symboloi myös Euroopan sitoutumista uusiutuvien energialähteiden hyödyntämiseen ja teollisuuden hiilijalanjäljen pienentämiseen.

### 2.3.2 P2X Solutions

P2X Solutions operoi Suomen ensimmäistä teollisen kokoluokan uusiutuvaa vetyä ja synteettistä metaania valmistavaa tuotantolaitosta Satakunnan Harjavaltassa. P2X Solutionsin Harjavallan hankkeessa käytetyn elektrolyysilaitteiston teho on 20 MW. Se tuottaa hiilineutraalia vetyä uusiutuvalla energialla tuotetun sähkön avulla. Hankkeeseen kuuluu myös metanointilaitos, jossa osa elektrolyysillä tuotetusta vedystä jatkojalostetaan synteettiseksi metaaniksi. Laitos aloitti toimintansa alkuvuodesta 2025. (P2X Solutions)

Harjavallan hankkeen investoinnin suuruus on noin 70 miljoonaa euroa. Kuten elektrolyysiprosessia hyödyntävissä tuotantolaitoshankkeissa yleensäkin, myös Harjavallan hankkeessa merkittävä osa investoinneista kohdistuu elektrolyysiprosessin laitteistoon.

Elektrolyysilaitteistojen vaatimien suurien investointien vuoksi yhteiskunnan tuki on erittäin tärkeää, jotta tällaiset projektit voivat toteutua tulevaisuudessa. Harjavallan hanke sai työ- ja elinkeinoministeriöltä 26 miljoonan euron investointituen. Tämän lisäksi Ilmatorahasto myönsi P2X Solutionsille kymmenen miljoonan euron lainan hankkeen toteuttamista varten. (Wallenius, 2022)

### 2.3.3 NEOM Green Hydrogen Company

NEOM Green Hydrogen Company rakentaa yhteistyössä Acwa Powerin ja Air Productsin kanssa uusiutuvan vedyn tuotantolaitosta Oxagoniin Saudi Arabiaan. NEOM Green Hydrogen Project on kansainvälisen vetytalouden kehityksen kannalta todella merkittävä projekti. Projektin on määrä valmistua, ja tuotannon määrä alkaa vuoden 2026 loppuun mennessä. Valmistuessaan laitos on maailman suurin kaupalliseen käyttöön tarkoitettu täysin uusiutuvaa energiaa vedyn valmistamiseen käyttävä tuotantolaitos (Acwa Power). NEOM Green Hydrogen Company on ilmoittanut laitoksen kokonaisinvestoinnin suuruudeksi 8,4 miljardia USD.

Laitosta varten rakennetaan yhteensä 4 gigawatin edestä tuuli- ja aurinkovoimaa uusiutuvan energian tuottamista varten. Yhtiön mukaan elektrolyysikapasiteetti laitoksella on yli 2,2 gigawattia. Laitoksessa pystytään tuottamaan 600 tonnia hiilineutraalia vetyä päivässä. Vety jatkojalostetaan laitoksella ammoniakiksi muun muassa logistisista syistä. Ammoniakin valmistamista varten tarvittava tyyppi tuotetaan myös samalla laitoksella. Valmistumisen jälkeen laitoksella voidaan tuottaa noin 1,2 miljoonaa tonnia vientiin tarkoitettua ammoniakkia vuodessa ja sen avulla voidaan välttää 5 miljoonan tonnin hiilidioksidipäästöt vuosittain. (NEOM Green Hydrogen Company)

### 2.3.4 Shell plc

**Holland Hydrogen I** on Shellin käynnistämä uusiutuvan vedyn tuotantolaitosprojekti. Laitoksesta odotetaan valmistuessaan yhtä Euroopan suurimmista uusiutuvan vedyn tuotantolaitoshankkeista. (Shell, 2024) Laitos rakennetaan Rotterdamin sataman Tweede Maasvlakte-alueelle (Shell, 2022). Shell käynnistää laitoksen toiminnan vuonna 2025, kuten vuonna 2022 tehdyssä investointipäätöksessä luvattiin (FCW, 2024)

Laitoksen elektrolyysikapasiteetti tulee olemaan 200 MW ja vety tuotetaan Hollandse Kust nimisessä offshore-tuulipuistossa tuotetun sähkön avulla. Laitoksessa voidaan tuottaa jopa 60 tonnia uusiutuvaa vetyä päivittäin. Tuotettu vety on tarkoitus kuljettaa HyTransPort-putkiston kautta Shellin Energy and Chemicals-puistoon Rotterdamiin, missä sen on määrä korvata osa fossiilisten polttoaineiden avulla valmistetusta vedystä. Tämä vähentää merkittävästi hiilidioksidipäästöjä polttoaineiden, kuten bensiinin, dieselin tuotannossa. (Shell, 2022)

Shell on tehnyt myös lopullisen investointipäätöksen **REFHYNE II**-projektiin. Laitos rakennetaan Saksan Rheinlandissa sijaitsevaan Shell Energy and Chemicals-puistoon. Vetyä tuotetaan laitoksella uusiutuvan energian ja 100 MW elektrolyysilaitteiston avulla. Laitoksen on määrä tuottaa jopa 44 tonnia uusiutuvaa vetyä päivässä ja sen on suunniteltu aloittavan toimintansa vuonna 2027. Laitoksen tuottamaa uusiutuvaa vetyä käytetään laitosalueella muun muassa synteettisten polttoaineiden valmistukseen. (Shell, 2024).

REFHYNE II -projekti on saanut tukea Euroopan unionin uusiutuvaa vetyä koskevista sitovista tavoitteista sekä Saksan liittovaltion myönteisestä poliittisesta ohjauksesta. Sille on myönnetty myös rahoitusta Euroopan Unionin Horizon 2020 ohjelmasta. (Shell, 2024).

Holland Hydrogen I- ja REFHYNE II-projektit edustavat Shellin strategista panostusta uusiutuvaan energiaan ja maailmanlaajuiseen vetyekosysteemiin. Projektit tukevat yrityksen tavoitetta saavuttaa nettonollapäästöt vuoteen 2050 mennessä ja osoittavat uusiutuvan vedyn keskeisen roolin tulevaisuuden energijärjestelmissä.

### 3. PROSESSITEOLLISUUDEN INVESTOINTIPROJEKTIEH HALLINTA

Elektrolyysillä tuotettavan vedyn tuotantolaitosprojektit kuuluvat prosessiteollisuuden hankkeisiin. Niiden toteutus vaatii monivaiheista suunnittelua, suuria investointeja ja monialaista osaamista. Tällaiset hankkeet ovat laajoja ja pitkäkestoisia, ja ne edellyttävät useiden asiantuntijoiden yhteistyötä sekä kestävien ja taloudellisesti kannattavien ratkaisujen kehittämistä. Tässä luvussa käsitellään projektinhallintaan ja johtamiseen liittyviä asioita ja tehtäviä hankkeen eri vaiheissa.

Rakentaminen on projektitoimintaa ja siinä pätevät samat lainalaisuudet, kuin yleisessäkin projektinhallinnassa. Rakennusalalla käytetään kuitenkin alalle ominaisia projektinhallinnan termejä. Tämä voi yleisiin tuotantotalouden ja projektitoiminnan käsitteistöön tottuneelle kuulostaa omalta kieleltään. (Salminen, 2017) Rakennusalalla ja yleisessä projektimaailmassa puhutaan kuitenkin samoista asioista tietyin termieroin. Salminen (2017) kertoo, että muilla aloilla tapahtuva projektitoiminnan kehitys on pitkälti analogista sen kanssa, mitä rakennusalalla tapahtuu. Tässä luvussa tarkastelu projektinhallintaan ja johtamiseen tehdään sekä rakennusalan kirjallisuuden että yleiseen projektinhallintaan liittyvän kirjallisuuden avulla.

#### 3.1 Hankkeen vaiheet ja johtaminen

Rakennusala on monimuotoinen. Siihen kuuluvat esimerkiksi asuinrakentaminen, korjausrakentaminen, infrarakentaminen ja teollisuusrakentaminen (Sears et al., 2015; Junnonen & Kankainen, 2020). Asuin-, korjaus- ja teollisuusrakentaminen luokitellaan kuuluvan talonrakentamiseen, joka kattaa sekä uudisrakentamisen että vanhan rakennuskannan korjaamisen. Infrarakentaminen tarkoittaa maa- ja vesirakennustuotantoa, jonka tehtävänä on tuottaa rakenteet ja laitteet liikenneväyliin ja -terminaaleihin sekä esimerkiksi vedenhankintaan, viemärointiin ja energiansaantiin. Rakennuksien osuus Suomen vuotuisesta energiankulutuksesta on noin 40 prosenttia ja kasvihuonepäästöistä noin 35 prosenttia. Tämän vuoksi ekologisten tekijöiden, kuten sijainnin, energiatehokkuuden, muuntojoustavuuden ja uusiutuvien energiamuotojen huomioiminen on rakennusten suunnittelussa ja toteutuksessa todella tärkeää. (Junnonen & Kankainen, 2020)

Rakennushankkeet toteutetaan projekteina. Hanke-sanaa käytetään suomen kielessä synonyyminä projektille, mutta hankkeella tarkoitetaan kuitenkin usein projektia laajem-



paa työkokonaisuutta. Hanke voi siis koostua useista projekteista. (Ruuska, 2007) Projektin yleisen määritelmän mukaan sen tavoitteena on tuottaa ainutlaatuinen tuote, palvelu tai tulos. Projektilla on selkeä alku ja loppu: se käynnistyy päätöksestä aloittaa projekti ja päättyy, kun asetetut tavoitteet on saavutettu, niitä ei voida enää saavuttaa tai kun projektille ei ole enää tarvetta. Projektit eroavat monista muista toimintamuodoista erityisesti päämääräsuuntautuneisuutensa, väliaikaisuutensa ja ainutkertaisuutensa ansiosta. Projektin kesto voi vaihdella muutamista tunneista useisiin vuosiin. Vaikka projekteilla voi olla samankaltaisia vaiheita, lopputulos on aina ainutlaatuinen. Projektit voivat sisältää monimutkaisia elementtejä, kuten vaikeasti ennakoitavia riskejä tai tehtäviä, jotka vaativat erityistä luovuutta ja erikoisosaamista. Projektien sisällä voi kuitenkin olla myös tehtäviä, jotka toistuvat eri työkohteissa. Projektien johtamiseen voidaan kehittää ammattitaitoa, jota voidaan hyödyntää eri projekteissa. (Ratu KI-6031)

Yksittäisen rakennushankkeen tarkoitus on vastata tilan käyttäjän muuttuneeseen tilantarpeeseen tai tuottaa tarvittavat rakenteet tai verkostot yrityksen tai yhteiskunnan tarpeisiin. Tässä työssä keskitytään uuden prosessiteollisuuden laitoshankkeeseen tilaajana toimivan yrityksen tarpeisiin. Syynä yrityksen muuttuneisiin tilan tarpeisiin ovat yleensä muutokset liiketoiminnassa ja taloudellisten toimintaedellytysten luominen. Uuden teollisuuslaitoksen rakennuttaminen liittyy vahvasti yrityksen strategiaan. (Junnonen & Kankainen, 2020)

Sears et al. (2015) kertovat kirjassaan, että rakennusprojekteihin liittyy erilaisia vaiheita ja erikoistuneita palveluja. Alla muutama kirjassa mainittu rakennushankkeisiin keskeisesti liittyvä asia.

- **Monimutkaisuus ja monimuotoisuus:** Rakennushankkeet ovat monimutkaisia ja aikaa vieviä projekteja, jotka vaativat laajasti erikoisosaamista eri palveluiden tuottamisesta. Jokainen projekti on ainutlaatuinen, ympäristöönsä sovitettu ja suunniteltu vastaamaan tiettyjä vaatimuksia ja mieltymyksiä.
- **Projektin vaiheet:** Rakennushankkeisiin liittyy erilaisia vaiheita, joiden kautta hanke etenee alun tarveselvityksestä hankkeen valmistumiseen. Näihin vaiheisiin osallistuvat useat tahot, kuten rahoituslaitokset, valtion viranomaiset, arkkitehdit, insinöörit, urakoitsijat ja muut hankkeeseen liittyvät sidosryhmät.
- **Prosessien johdonmukaisuus:** Vaikka rakennushankkeet vaihtelevat luonteeltaan, rakennusprosessit ovat yleensä johdonmukaisia eri hankkeissa. Jokainen projekti käy tyypillisesti läpi aloitus-, läpivienti- ja lopetusprosessit, ja hankkeeseen liittyvät materiaalit ja laitteet hankitaan hankintaprosessin kautta.

- **Projektinhallinta:** Tehokas rakennushankkeiden hallinta keskittyy ymmärtämään ja hallitsemaan rakennusprosesseja tehokkaasti. Projektipäälliköillä on keskeinen rooli projektin kaikkien osa-alueiden järjestämisessä, suunnittelussa, aikataulutuksessa ja valvonnassa, jotta projekti saadaan valmiiksi asetettujen aika- ja kustannusrajojen puitteissa.
- **Projektin toimitusjärjestelmät:** On olemassa erilaisia projektin toimitusjärjestelmiä ja toteutusmuotoja. Tässä työssä tarkastellaan suuren kokoluokan prosessiteollisuushankkeisiin soveltuvia muotoja, joista jokaisella on omat erityispiirteensä.
- **Urakoitsijat rakennusalalla:** Rakennusalan urakoitsijat vaihtelevat kooltaan ja erikoistumiseltaan. Jotkut keskittyvät tiettyihin tehtäviin (erikoisurakoitsijat) ja toiset ottavat laajempia vastuita (pääurakoitsijat). Alihankinta on rakennusalalla yleistä. Siinä pääurakoitsija voi delegoida tiettyjä projektin osa-alueita erikoisurakoitsijoille.

Hanke voi käynnistyä esimerkiksi rakennuttajan, kiinteistökehittäjän tai kiinteistösjoittajan aloitteesta. RT 10-11224 (2015) kortissa hankkeen kerrotaan jakautuvan seuraaviin vaiheisiin:

- Tarveselvitys
- Hankesuunnittelu
- Ehdotussuunnittelu
- Yleissuunnittelu
- Toteutussuunnittelu
- Rakentaminen
- Käyttöönotto
- Takuu aika

Hankkeeseen voi kuulua myös muita vaiheita ja tehtäviä, kuten suunnittelun valmistelu, lupatehtävät, rakentamisen valmistelu ja käyttöönotto (RT 10-11224). Teollisuuden hankkeissa esimerkiksi prosessisuunnittelu ja prosessiin kuuluvien laitteistojen hankintamenettelyt ovat keskeisessä roolissa projektin hallinnan kannalta.

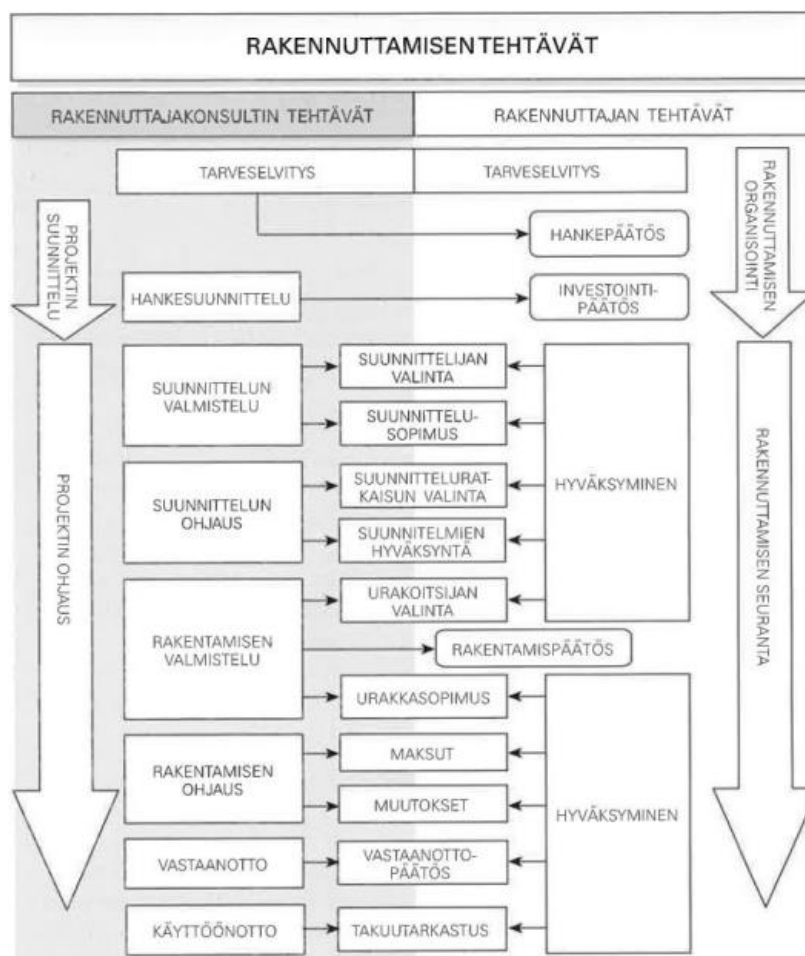
Rakennuttamisella tarkoitetaan hankkeen eri vaiheiden ja niihin liittyvien tehtävien hallintaa ja johtamista. Rakennuttamiseen liittyviä tehtäviä voidaan organisoida eri tavoin.

Keskeisiä rakennuttamisen tehtäviä ovat tavoitteiden asettaminen, organisointi, suunnitteluttaminen ja suunnittelunohjaus sekä rakentamisen ohjaus ja valvonta. Tehtävien avulla hankkeelle saadaan luotua suunnitelma-asiakirjoja, hankkeesta vastaavien ja viranomaisten päätöksiä sekä rakennussuorituksia. Hankkeen jokaisen vaiheen lopussa tehtävät päätökset tuottavat ratkaisuja hankkeen tulevien vaiheiden ja osatehtävien suorittamiseen. Hankkeen alkuvaiheessa tehtävät päätökset voivat myös johtaa hankkeen keskeyttämiseen tai sen toteutuksen siirtämiseen. (Junnonen & Kankainen, 2020)

RT 10-11284 Hankkeen johtaminen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR18 (2017) kortissa rakennuttamisen tehtävät jaetaan kolmeen pääryhmään, jotka ovat:

- Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen organisointi.
- Hankkeen toteutuksen suunnittelu ja ohjaus.
- Hankkeen päättäminen.

Kuvassa 4. on esitetty rakennuttajan ja rakennuttajakonsultin päätehtäviä hankkeen eri vaiheissa.



**Kuva 4.** Rakennuttajan ja rakennuttajakonsultin päätehtävät (Peltonen & Kiiras, 1998, Junnonen & Kankainen, 2020 mukaan)

Rakennuttamistehtävät eivät ole lineaarinen prosessi, vaan ne voivat ajoittua hankkeen eri vaiheisiin ja limittyä keskenään joko kokonaan tai osittain. RT 10-11284 tehtäväluetelossa määritellään ne rakennuttamistehtävät, joissa rakennushankkeeseen ryhtyvä tarvitsee rakennuttamisen asiantuntemusta, ja ne päätökset, jotka ovat välttämättömiä hankkeen johtamisen kannalta. (Junnonen & Kankainen, 2020)

Rakennuttamiseen liittyvien tehtävien suorittaminen edellyttää kokemusta ja osaamista projektin johtamisesta, organisoinnista sekä aikataulujen, talouden ja riskien hallinnasta. Rakennushankkeissa keskeisiä rakennuttajan osaamisen alueita ovat suunnitteluttamiseen liittyvien tehtävien hallinta, kyky realistiseen tavoitteiden asettamiseen, ymmärrys rakennettavan kohteen kohdetyypistä, tiimityön hallinta sekä toteutusmuotojen, sopimusmenettelyjen ja -asiakirjojen hallinta. (Junnonen & Kankainen, 2020)

Rakennuttamisen organisoinnista on vastuussa rakennushankkeeseen ryhtyvä. Hän voi suorittaa rakennuttamiseen liittyvät tehtävät omilla resursseillaan tai ulkoistaa ne kokonaan tai osittain ulkopuolisille konsulteille (Junnonen & Kankainen, 2020). Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) 119 § velvoittaa, että rakennushankkeeseen ryhtyvällä on hankkeen vaativuus huomioiden riittävät edellytykset hankkeen toteuttamiseen. Laissa veloitetaan myös, että rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että hänellä käytettävissään riittävän pätevä henkilöstö muun muassa suunnittelijoiden ja työnjohtajien pätevyysvaatimusten kannalta.

### **3.2 Prosessiteollisuushankkeiden erityispiirteet**

Teollisella rakentamisella on merkittävä, noin 21 prosentin osuus globaalissa rakennusmarkkinassa (IHS Global Insight, 2016, Yun & Jung, 2017 mukaan). Teollisuusrakennushankkeet ovat pitkäkestoisia, monimutkaista teknologiaa sisältäviä ja merkittäviä investointeja vaativia projekteja. Näiden hankkeiden monimutkaisuus ja useiden erikoistuneiden alojen osallistuminen edellyttävät usein korkeatasoisia rakennusmenetelmiä ja laatua. Moniammatillinen yhteistyö ja tehokas poikkitoiminnallinen koordinointi ovat välttämättömiä, jotta voidaan vastata teollisuushankkeiden mittakaavasta ja monimutkaisuudesta johtuviin haasteisiin. (Sun & Zhang, 2011)

Myös Wang & AbouRizk (2009) kertovat artikkelissaan, että teollinen rakentaminen on usein monimutkaisempaa ja epävarmempaa verrattuna esimerkiksi muihin rakennus- ja infrastruktuuriprojekteihin, pääasiassa projektien luonteen ja niiden lukuisten vuorovaihteisten toimitusketjujen vuoksi. Sun & Zhang (2011) toteavat artikkelissaan, että perinteiset projektinhallintamenetelmät eivät välttämättä riitä tällaisten projektien hallintaan, vaan organisaation johtamiseen ja hallintaan voidaan tarvita kattavampi lähestymistapa.

Teollisuuslaitosprojekteissa laitoksen koko elinkaaren huomioon ottaminen korostuu projektinhallinnassa verrattuna perinteisiin suuren kokoluokan projekteihin. Rakennettavan teollisuuslaitoksen elinkaaren toimivuus- ja taloudellisuustavoitteisiin tulee siis kiinnittää erityistä huomiota koko projektin toimitusprosessin ajan. Teollisuushankkeille tyypilliset pitkä toteutusaikataulu ja suuret investoinnit lisäävät epävarmuutta ja monimutkaisuutta tällaisten projektien hallintaan. (Sun & Zhang, 2011)

Myös kestävyyyteen liittyvät kysymykset ovat kriittisiä teollisessa rakentamisessa, koska negatiiviset ympäristövaikutukset ja turvallisuusonnettomuudet teollisuusrakennuskohdeissa voivat johtaa vakaviin seurauksiin. Yun & Jung (2017) nostavat artikkelissaan esimerkiksi tapauksen, jossa British Petroleum joutui maksamaan merkittäviä kuluja öljyvuodon seurauksena. Muun muassa kestävyys- ja ympäristöasioiden vuoksi teollisuusrakennusprojekteissa tiukkojen turvallisuustoimenpiteiden tarpeellisuus korostuu. Näiden haasteiden vuoksi tehokkaat kestävyysdenhallintakäytännöt ovat välttämättömiä koko projektin toimitusprosessin ajan.

### **3.3 Projektin käynnistysvaihe**

Projektien toteuttaminen aiheuttaa kustannuksia niiden toteuttajalle. Jotta projektit tukisivat kannattavaa liiketoimintaa, niiden lopputuloksen tulee tuottaa arvoa esimerkiksi edistämällä yrityksen strategiaa ja parantamalla sen kilpailuetua muihin verrattuna. (Marion & Richardson, 2022) Myös Campbell (2014) mukaan yritykset lähtevät toteuttamaan projekteja, jotta voivat parantaa liiketoimintansa tuottavuutta.

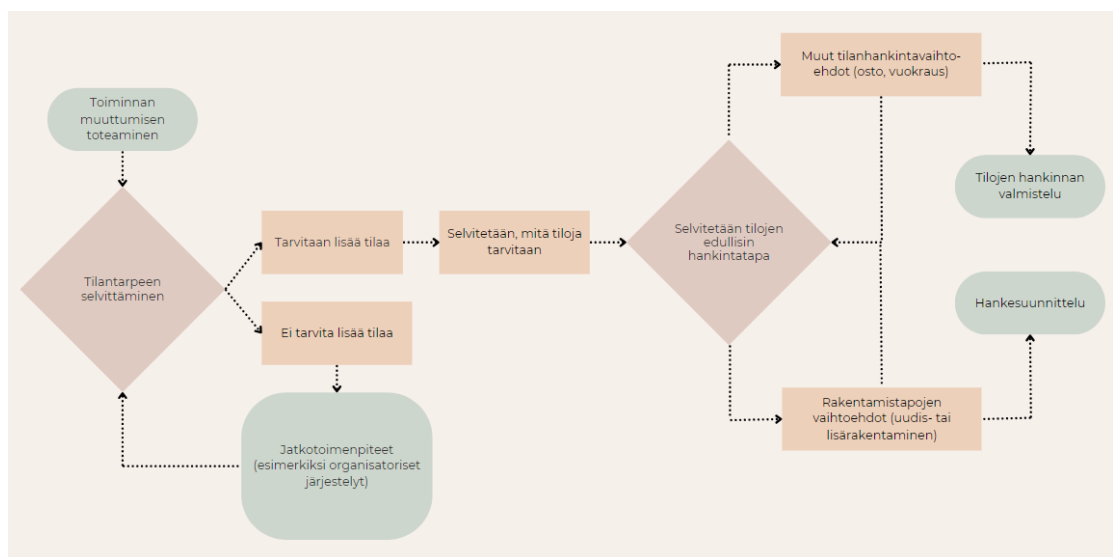
Projektin käynnistysvaihe sisältää Portny & Portny (2022) mukaan liiketoimintatarpeen määrittämisen, projektin laajuuden ja tulosten arvioimisen sekä karkean aikataulu-, kustannus- ja resurssiarvion tekemisen. Myös Ruuska (2007) kertoo, että projektin käynnistysvaiheessa sen lopputulos ja tavoitteet tulee kuvata mahdollisimman tarkasti ja laatia työn aloittamiseksi tarvittavat suunnitelmat. Nämä asiat ovat keskeisessä roolissa projektin asettamisen kannalta.

Junnonen & Kankainen (2020) kertovat, että hanke lähtee liikkeelle päätöksestä toteuttaa projekti vastaamaan syntyneeseen tarpeeseen. Tarve voi syntyä esimerkiksi uudesta liiketoimintamahdollisuudesta, jonka realisointi vaatii jonkin hyödykkeen valmistamiseen tarvittavat tilat. Projektinhallinnan kirjallisuudessa käsiteltävässä projektin käynnistysvaiheessa ja siihen kuuluvassa esiselvityksissä suoritetaan samoja tehtäviä, kuin rakennuttamisen kirjallisuudessa käsiteltävissä tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheissa.

### 3.3.1 Tarveselvitys

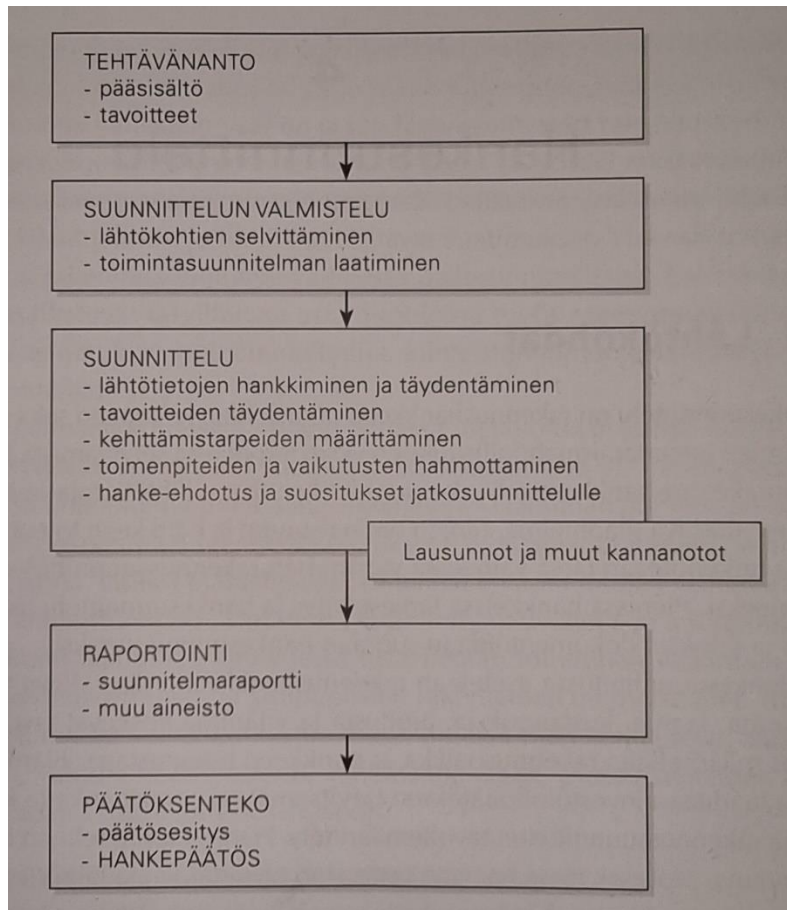
Junnonen & Kankainen (2020) kertovat, että teollisuushankkeiden tarveselvitysvaiheessa arvioidaan tarvittavien tilojen toteutusmahdollisuuksia. Sen aikana laaditaan tilan käyttäjien toimintastrategia, jonka pohjalta tehdään tilanhankinnan tarveselvitys. Tilaaja-organisaation ylin johto vastaa toimintastrategian laatimisesta.

Tarveselvitys kuvaa alustavasti tarvittavat tilat ja niille asetetut vaatimukset. Tarveselvityksen perusteella tehdään päätös siitä, lähdetäänkö hanketta toteuttamaan. Hankepäättöksen ollessa positiivinen, tarveselvitys toimii suunnitteluohjeena ja puitteena projektin jatkotoimenpiteitä varten. (Junnonen & Kankainen, 2020) Kuvassa 5. on havainnoitu tarveselvityksen kulkua.



**Kuva 5.** Tarveselvityksen vaiheet (muokattu lähteestä Junnonen & Kankainen, 2020)

Prosessiteollisuushankkeiden tavoin myös infrahankkeet ovat laajoja ja monimutkaisia. Infrahankkeissa tarveselvitysvaihetta kutsutaan esiselvitykseksi. Sen päävaiheet eroavat hieman kiinteistöhankeiden tarveselvityksen päävaihteista. Päävaihteita esiselvityksessä ovat tehtävänanto, suunnittelun valmistelu, suunnittelu, raportointi ja päätöksenteko. (Junnonen & Kankainen, 2020) Kuvassa 6. on esitetty esiselvityksen päävaiheet ja mitä tehtäviä niihin sisältyy.



**Kuva 6.** Esiselvityksen päävaiheet (Tielaitos, 1994, Junnonen & Kankainen, 2020 mukaan)

Rakennuttamiseen kuuluvia tehtäviä tarveselvitysvaiheessa ovat Junnonen & Kankainen (2020) mukaan seuraavat:

- Määrittellä käyttäjän ja omistajan tarpeet.
  - Tehdä kuvaus toiminnasta ja mahdollisista tilantarpeista.
  - Tehdä kuvaus käyttäjien työympäristölle ja muulle toiminnalle asettamista tarpeista ja vaatimuksista.
  - Asettaa omistajan tavoitteet esimerkiksi kannattavuuden osalta.
- Asettaa tilanhankinnan tavoitteet ja vaihtoehdot.
  - Asettaa tavoitteet eri toimintavaihtoehdoille.
  - Tarkastella tilantarpeen tyydyttämiseksi asetettuja vaihtoehtoja.
  - Tarkastella vaihtoehtoisia rakennuspaikkoja. Esimerkiksi kaavallisen ja toiminnallisen kelpoisuuden sekä juridisen ja teknisen rakennettavuuden kannalta.

- Laatia alustavat kustannusselvityksen tuottolaskelmineen.
- Valmistella hankepäätös.
  - Tehdä talous-, riski- ja suhdanneanalyysit.
  - Tehdä riskitarkastelu ja arvioida ympäristövaikutusanalyysin tarvetta.
  - Teettää rakennushistoriallinen selvitys tarvittaessa.
  - Selvittää hankkeen rakennuslupaedellytykset.
  - Laatia hankepäätösesitys.

Ruuska (2007) kertoo kirjassaan, että ennen projektin käytännön toteutusta tulee kohdealueesta tehdä esiselvitys. Siinä kartoitetaan hankkeen teknis-taloudellisia edellytyksiä sekä varmistetaan, että projektin ennakoitu lopputulos on organisaation toiminnallisten tavoitteiden mukainen. Esiselvityksessä kuvataan karkeasti ainakin seuraavat asiat:

- Toiminnalliset ja tekniset tavoitteet
- Keskeiset ongelma-alueet
- Tavoiteaikataulu
- Kustannusarvio ja resurssitarve
- Onnistumisedellytykset
- Lopputulos (alustava rajaus)

Myös Marion & Richardson (2022) painottavat esiselvityksessä läpikäytävien asioiden käsittelemisen tärkeyttä projektin käynnistysvaiheessa. He toteavat myös, että esimerkiksi kustannus- ja aikataulutavoitteiden sekä tarvittavien resurssien arviointi voi olla haastavaa, sillä projektin käynnistysvaiheessa sen laajuus ei välttämättä ole määritetty riittävän tarkasti. Tarkkojen arvioiden määrittäminen projektille vaatii paljon aikaa ja vaivaa, sekä kattavaa analyysia projektin eri osa-alueista. Tästä saattaa aiheutua ongelmia, sillä projektien rahoittajat odottavat usein arvioita näistä asioista mahdollisimman varhaisessa vaiheessa.

Esiselvityksen ollessa positiivinen voidaan projektia lähteä toteuttamaan (Ruuska, 2007). Tämä näkemys eroaa hieman Junnoson & Kankaisen (2020) kirjan näkemyksestä, jossa kerrotaan, että päätös hankkeen toteutuksesta tehdään tarveselvityksen jälkeen. Esiselvityksen sisältö vastaa kuitenkin pitkälti tarveselvityksen sisältöä. Tästä voidaan päätellä, että esiselvitys pohjautuu tarveselvitykseen ja se voi syventää analyysi-



sia hankkeen toteutettavuudesta ja kannattavuudesta. Esiselvityksessä tehdään rakennuttamisen kirjallisuuden tarveselvitysvaiheen tehtävien lisäksi myös seuraavassa luvussa esiteltäviä hankesuunnitteluvaiheen tehtäviä.

### 3.3.2 Hankesuunnittelu

Junnonen & Kankainen (2020) kertovat, että hankkeen toteutusmahdollisuuksien ja kannattavuuden tarkastelemisen jälkeen siirrytään hankesuunnitteluvaiheeseen. Aikaisemmissa vaiheissa määritellyt karkeat tavoitteet tarkennetaan hankesuunnitteluvaiheessa täsmällisiksi tavoitteiksi muun muassa toimivuuden, laajuuden, laadun, kustannusten, ajoituksen ja ylläpidon osalta. Hankesuunnittelussa määritellään rakennuspaikka ja hankkeen toteutustapa sekä laaditaan investointipäätökseen tarvittavat hanketta koskevat tiedot ja suunnittelun tavoitemäärittely.

Hankesuunnitteluvaiheessa laaditaan *projektiohjelmasta* ja *hankeohjelmasta* muodostuva *hankesuunnitelma*. Projektiohjelmassa käsitellään hankkeen läpiviennille asetetut tavoitteet ja hankeohjelmassa hankkeen suunnittelulle asetetut tavoitteet. Hankesuunnitteluvaiheessa tarkennetaan rakennuksen tulevan toiminnan laajuus ja mitoitus sekä asetetaan hankkeen budjetti. (Junnonen & Kankainen, 2020)

Hankesuunnittelun osapuolina ovat yleensä hankkeen tilaaja, eli rakennushankkeeseen ryhtyvä, mahdollinen rakennuttajakonsultti, käyttäjä sekä suunnittelijat. Hankkeen tilaajan tehtävänä on asettaa hankkeelle taloudelliset tavoitteet ja muut, kuten energiatehokkuuteen ja yrityskuvaan liittyvät tavoitteet. Käyttäjät täsmentävät tulevan toiminnan lähtökohdat ja voivat osallistua esimerkiksi hankeohjelman laadintaan. Rakennuttajakonsultti toimii hankkeen sisällön ja sen läpiviennin sekä rakennustoiminnan asiantuntijana. Suunnittelijat kokoavat ja työstävät tietoja rakennussuunnittelun pohjaksi. (Junnonen & Kankainen, 2020)

Hankesuunnitteluvaiheessa tehdään myös projektiohjelma, jossa määritetään hankkeen toteutukseen liittyvät vaatimukset. Vaatimukset liittyvät hankkeen aikatauluun ja ohjausmenettelyihin. Projektiohjelman hankeaikataulu toimii hankkeen hallinta- ja valvontatyökaluna ja sen laatimisessa on huomioitava esimerkiksi seuraavat asiat:

- Rahoitusmahdollisuudet.
- Rajoitukset esimerkiksi maa-alueen omistuksesta ja kaavatilanteesta.
- Suunnittelun ja rakentamisen aikatarpeet.
- Erityiset toiminnan tarpeet, kuten teollisuusyrityksen laitetoimitukset.

Junnonen & Kankainen (2020) luettelevat hankesuunnitteluvaiheeseen kuuluviksi rakentamistehtäviksi seuraavat:

- Rakentamismahdollisuuksien selvittäminen.
  - Juridisten asioiden selvittäminen vaihtoehtoisin rakennuspaikkoihin liittyen.
  - Teknisten rakentamismahdollisuuksien selvittäminen vaihtoehtoisille rakennuspaikoille.
- Hankkeeseen liittyvien vaarojen ja haittojen mahdollisuuksien arvioiminen.
  - Selvitysten teettäminen esimerkiksi maaperän saastuneisuuteen ja geoteknisiin ominaisuuksiin liittyen.
  - Selvitysten teettäminen alustavasta tontinkäytöstä sekä kunnallisteknisistä asioista.
- Rakennuspaikan lupamenettelyiden selvittäminen ja käynnistäminen.
- Hankkeen suunnittelulle asetettavien tavoitteiden määrittäminen.
  - Toiminnan osalta.
  - Omistajan asettamien tavoitteiden osalta.
  - Kiinteistönpidon osalta.
- Hankeohjelman kokoaminen sekä tilaohjelman ja tilojen vaatimusten määrittäminen.
- Tavoitteiden asettaminen hankkeen läpiviennille.
  - Hankkeen toteutusmuodon valinta.
  - Hankeaikataulun määrittäminen.
  - Projektin ohjaukseen liittyvien menetelmien määrittäminen.
- Projektiohjelman kokoaminen hankkeen läpiviennin tavoitteista ja menettelyistä.
- Investointipäätöksen valmisteleminen.

Hankesuunnittelunvaiheessa tuotetaan siis hankesuunnitelma ja sen tuloksena voidaan tehdä *investointipäätös*. Hankesuunnitelma koostuu seuraavista asioista:

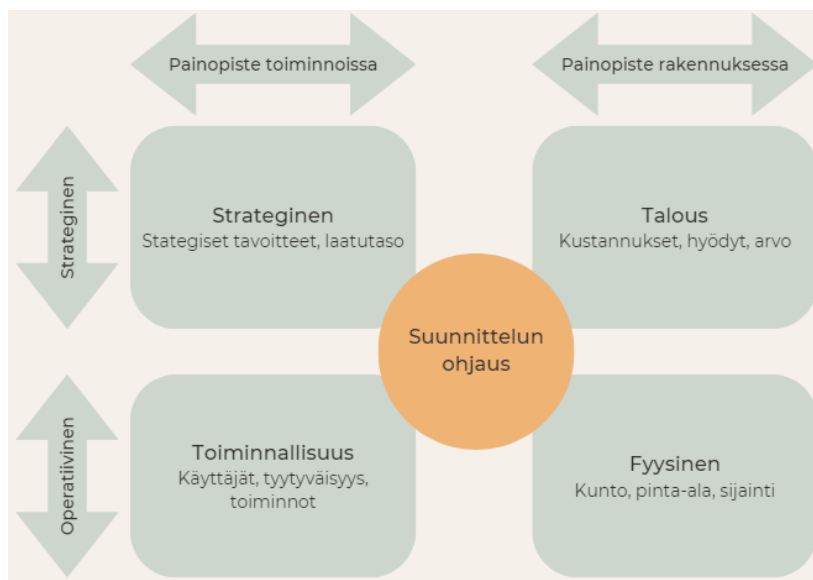
- Tilaohjelma ja tilojen ominaisuuksia koskevat vaatimukset.
- Selvitys rakennuspaikasta.

- Hankkeen budjetti ja rahoitussuunnitelma.
- Suunnittelu- ja rakentamisaikataulu.

Tilaohjelman ja tilojen ominaisuuksia koskevien vaatimusten määrittäminen sekä rakennuspaikkaan liittyvien selvitysten tekeminen vastaa yleisessä projektikirjallisuudessa käsiteltävän esiselvityksen toiminnallisten ja teknisten tavoitteiden määrittämistä. Myös hankesuunnittelussa määritettävät hankkeen budjetin ja rahoitussuunnitelman sekä suunnittelu- ja rakentamisaikataulun määrittäminen kuuluvat esiselvityksessä käsiteltäviin asioihin.

### 3.4 Suunnittelun ohjaus

Suunnittelun ohjaus on yksi osa hankkeen johtamista. Suunnittelun ohjaukseen liittyviä tehtäviä ovat esimerkiksi eri suunnitteluvaiheiden aikatauluttaminen, tavoitteiden täsmentäminen ja ratkaisuvaihtoehtojen määrittäminen. Suunnittelunohjauksella pyritään varmistamaan tarkoituksenmukaisten ja laadukkaiden suunnitelmien tuottaminen. Näillä tarkoitetaan sellaisia suunnitelmia, jotka vastaavat hankkeelle asetettuja tavoitteita ja mahdollistavat tehokkaan suunnitteluprosessin. Suunnittelun ohjaus sisältää siis suunnitelmien ja niihin liittyvien ratkaisujen laadun valvontaa ja kehittämistä. (Savolainen et al., 2023) Kuvassa 7. on havainnointu suunnittelun ohjaukseen liittyviä ulottuvuuksia ja niiden sisältöä.



**Kuva 7.** Suunnittelun ohjauksen ulottuvuudet (muokattu lähteestä Savolainen et al., 2023)

Suunnittelulla on keskeinen rooli hankkeen laadun määrittämisessä. Sen tavoitteena on kehittää ratkaisut, jotka mahdollistavat hankkeen tavoitteiden saavuttamisen. Suunnitteluratkaisut ja niiden vaikutukset kustannuksiin voivat merkittävästi vaikuttaa hankkeen talouteen. Hankkeen suunnitelmien tilaaja voi olla rakennuttaja, urakoitsija tai rakennuttajakonsultti, riippuen hankkeeseen valitusta toteutusmuodosta. Tilaaja luo suunnittelulle edellytykset sekä ohjaa suunnittelua. Suunnittelijoiden tehtävänä on tehdä suunnitelmat niin, että hankesuunnitteluvaiheessa asetetut suunnittelun tavoitteet täyttyvät. (Junnonen & Kankainen, 2020)

Junnonen & Kankainen (2020) kertovat, että lähtöaineistona suunnittelussa ovat esimerkiksi seuraavat asiakirjat, ohjeet ja kokonaisuudet:

- Hankesuunnitelma.
- Erilaiset suunnitteluohjeistot.
- Suunnitteluohje ja rakennuttajan asettamat yksityiskohtaiset hankkeen tavoitteiden täsmennykset.
- Tehtäväluettelot.
- Normit ja normiluontoiset ohjeet.
- Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset.

Rakennushankkeissa suunnitteluun kootaan tyypillisesti suunnittelijaryhmä, joka koostuu eri suunnittelualojen suunnittelijoista. Suunnitteluryhmään kuuluvia suunnittelualoja voivat olla esimerkiksi arkkitehti-, rakenne- ja geosuunnittelu sekä talotekniset suunnittelualat, kuten LVI-, sähkö- ja tietojärjestelmäsuunnittelu. Rakennuskohteesta riippuen mukana voi olla myös muita suunnittelualoja. (Junnonen & Kankainen, 2020)

Suunnittelijoiden välinen yhteistyö ja suunnitteluprosessin eteneminen sille asetetun aikataulun mukaisesti ovat oleellisia tekijöitä suunnitteluryhmän tehokkaan toiminnan kannalta. Suunnitteluprosessin tulee lomittua suunnitelmallisesti ja häiriöttömästi muun muassa päätöksentekoon, viranomaismenettelyihin, rakentamiseen ja muihin hankkeeseen liittyviin prosesseihin. (Junnonen & Kankainen, 2020)

Junnonen & Kankainen (2020) luettelevat kirjassaan seuraavat suunnittelun valmisteluun liittyvät rakennuttamisen tehtävät:

- Hankkeen tavoitteiden tarkastaminen ja suunnittelulle asetettujen tavoitteiden täsmentäminen.
- Turvallisuusasiakirjan laatiminen suunnittelua varten sekä turvallisuuskoordinaattorin nimeäminen hankkeelle.

- Suunnitteluprosessin määrittelemine ja ajoittaminen.
  - Suunnittelumuodon valinta.
  - Pääsuunnittelijan valitseminen.
  - Suunnitteluaiakataulun laatiminen.
- Suunnittelutehtävien määrittäminen.
  - Suunnittelutoimeksiannon laajuuden määrittelemine.
  - Suunnittelijoiden pätevyysvaatimusten määrittelemine.
  - Mahdollisten erityissuunnittelijoiden ja asiantuntijoiden tarpeen sekä tehtävien määrittelemine.
- Suunnittelutiedon hallinnan määrittäminen
  - Tietoteknisten vaatimusten määrittäminen suunnittelulle. Esimerkiksi tietomallien käytön määrittely.
  - Dokumenttien hallintamenetelmien määrittäminen. Esimerkiksi projekti-pankin käyttö.
  - Yhteydenpidon ja raportoinnin vaatimusten määrittäminen suunnittelijoiden välille.
- Suunnittelijoiden valitseminen.
  - Pääsuunnittelijan toiminnan edellytysten varmistaminen.
  - Tarjouspyyntöasiakirjojen laatiminen suunnittelulle.
  - Tarjousten vertaileminen.
- Suunnittelun käynnistäminen.
  - Suunnittelun lähtötietojen varmistaminen pääsuunnittelijan kanssa.
  - Suunnitteluryhmän työskentelyn organisoiminen.
  - Yhteisten suunnittelutavoitteiden varmistaminen.
  - Yhteistyömahdollisuuksien järjestäminen suunnittelijoille.
  - Suunnitteluaiakataulun täsmentäminen yhteistyössä suunnittelijoiden kanssa.
- Käyttäjien suunnitteluun osallistamisesta ja viestinnästä sopiminen.

Rakennussuunnittelu voidaan jakaa kolmeen osaan. Nämä ovat *ehdotussuunnittelu*, *yleissuunnittelu* ja *toteutussuunnittelu*.

### 3.4.1 Ehdotussuunnittelu

Ehdotussuunnittelussa hankkeelle tuotetaan asetettujen tavoitteiden mukainen yleisratkaisu kohteen toteuttamiseen. Ehdotussuunnitelmia tehdään useita ja niiden avulla pyritään tutkimaan ja vertailemaan erilaisia toimintaratkaisuja sekä maankäyttömalleja. Jotta vaihtoehtoisia ratkaisumalleja voidaan vertailla, on suunnitelmien oltava riittävän tarkkoja. Junnonen & Kankainen (2020) mukaan ehdotussuunnitelmasta voi ilmetä esimerkiksi kohteen

- toiminnallinen yleisratkaisu
- rakennustaiteellinen ja arkkitehtoninen yleisratkaisu
- tekninen yleisratkaisu
- sijoittuminen tontille
- liittyminen ympäristöön ja kaupunkikuvaan
- perustamisolosuhteet
- alueen kunnallistekninen valmiusaste ja liittymätiedot
- kustannusarvio.

Vaihtoehtoiset ehdotussuunnitelmat pidetään avoimina niin kauan, kuin mahdollista. Näin mahdollistetaan mahdollisimman monen suunnitteluratkaisun ja niiden vaikutusten vertailu kokonaisuuden kannalta. Vaihtoehtoja tulee vertailla, jotta kokonaisuuden kannalta parhaat ratkaisut tulevat valituiksi. Vaihtoehtoja tulee tarkastella ja verrata kaikkiin tavoitteisiin eikä ainoastaan esimerkiksi teknis-taloudellisesta näkökulmasta. (Savolainen et al., 2023)

Vertailun avulla voidaan havaita myös suunnitelmissa olevia epäkohtia ja ristiriitoja. Näiden esiin tullessa kyseisen suunnittelun osa-alueen suunnittelu keskeytetään ja virheet korjataan. (Savolainen et al., 2023) Jokainen vaihtoehtoinen suunnitteluratkaisu tulee testata kustannusten osalta ja verrata niitä hankesuunnitteluvaiheen kustannustavoitteeseen. Tilaaja hyväksyy valitun ratkaisun ja siihen liittyvät ehdotussuunnitelmat jatkosuunnittelun pohjaksi. (Junnonen & Kankainen, 2020)

### 3.4.2 Yleissuunnittelu

Ehdotussuunnittelun jälkeen suunnittelussa siirrytään yleissuunnitteluvaiheeseen. Siinä valittuja ehdotussuunnitelmia kehitetään niin, että niistä tulee toteutuskelpoisia yleissuunnitelmia. Yleissuunnittelun tavoitteena on muodostaa sellaiset suunnitelmat, jotka tukevat rakennuttajan päätöksentekoa hankkeen käynnistämisestä, lykkäämisestä tai hylkäämisestä. (Savolainen et al., 2023) Yleissuunnitelmat muodostavat myös pohjan hankkeen rakennuslupa-asiakirjoille (Junnonen & Kankainen, 2020).

Savolainen et al. (2023) kertovat, että yleissuunnittelussa ehdotussuunnitelmia tarkennetaan seuraavien kokonaisuuksien osalta:

- Rakennuksen perustamistapa
- Kantavat ja osastoivat rakennusosat
- Keskeiset rakenteet ja rakennuksen päämateriaalit
- Rakennustapaselostus
- Ympäristösuunnitelma
- Talotekniset järjestelmät, tilat, pääkanavat ja putkireitit
- Talotekniikkaselostus ja sitä täydentävä järjestelmäselostus.

Yleissuunnitelmasta tulee käydä ilmi, että se toteuttaa tilaohjelman laajuustiedot, kustannusarviot, arvioidut ylläpitokulut, toteutusaikataulun, rahoitussuunnitelman sekä esimerkiksi ympäristötavoitteet ja muut suunnittelulle asetetut tavoitteet (Savolainen et al., 2023).

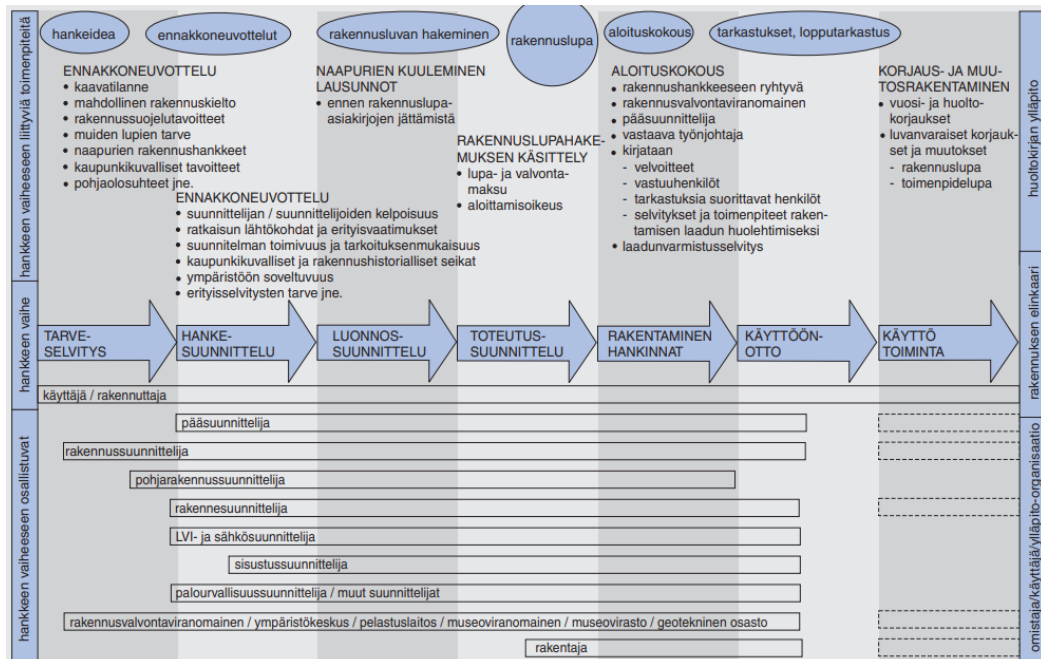
Yleissuunnitteluvaiheessa tekniseen suunnitteluun osallistuu useita suunnittelualoja ja tyypillisesti siinä sovitellaan eri alojen suunnitelmia yhteen ja ratkotaan niihin liittyviä risiiritoja. Yleissuunnitteluvaiheessa voidaan tehdä myös erilaisia visualisointeja, joiden avulla käyttäjälle voidaan kuvata tilojen käyttömahdollisuuksia ja luoda mahdollisia uusia ideoita tilojen suhteen. Rakennusteknisen suunnittelun osalta yleissuunnittelu tehdään kiinteälle perusosalle ja muuntuvalle tilaosalle. Tilaratkaisuja voi yleissuunnitteluvaiheessa olla vielä useita ja suunnitelmia voidaan muuttaa tarvittaessa vielä toteutussuunnitteluvaiheessa. Yleissuunnitelmat toimivatkin toteutussuunnittelun lähtötietona. (Savolainen et al., 2023)

### 3.4.3 Rakennuslupatehtävät

Rakennuslupan hakemisprosessissa selvitetään pääpiirustusten hyväksyttävyyys ja laaditaan lupahakemus siihen kuuluvine liitteineen ja lausuntoineen. Savolainen et al. (2023) kertovat kirjassaan, että päätöksessä, jossa rakennuslupa hyväksytään

- Hyväksytään pääpiirustukset noudatettaviksi rakentamisvaiheessa
- Laadun varmistamiseksi voidaan vaatia erityissuunnitelmia ja lisäselvityksiä käsittelyn aikana
- Vaaditaan työskentelyyn tai asumiseen tarkoitetun rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje tehtäväksi.

Rakennuksen suunnittelusta vastaavien henkilöiden tulee olla aktiivisesti yhteydessä rakennusvalvontaviranomaisen kanssa lupaprosessin edetessä. Kuvassa 8. on havainnollistettu, miten rakennuslupaprosessi liittyy hankkeen eri vaiheisiin ja osapuoliin.



**Kuva 8.** Rakennusluvan liittyminen hankkeen eri vaiheisiin ja osapuoliin (RT 11-10781)

Rakennuslupahakemusta varten on laadittava hankkeen pääpiirustukset siten, että hankkeen lupahakemus voidaan käsitellä niiden ja niihin liittyvien selvitysten perusteella. Rakennuslupahakemus voidaan käsitellä myös muiden asiakirjojen, kuin pääpiirustusten perusteella. Tällöin jokaisen rakennusvaiheen tai osan pääpiirustukset on hyväksyttävä lupaviranomaisella ennen kyseisten vaiheiden tai osien rakentamisen aloittamista. Esimerkiksi pääpiirustuksissa esitetään muuntuvalle tilaosalle ratkaisu, jota voidaan täydentää työnaikaisina lupamuutoksina toteutussuunnitteluvaiheen aikana. (Savolainen et al., 2023)



### 3.4.4 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnitteluvaiheessa yleissuunnitelmista muokataan rakentamisen ja hankintojen tekemisen mahdollistavia mitoitettuja suunnitelmia ja tuotemäärittelyitä. Tässä vaiheessa suunnitellaan esimerkiksi detaljit, tuote- ja järjestelmäosat sekä muut tavoitteiden toteutumista tarkentavat asiat. Suunnitelmien laajuus ja tarkkuus tulee olla sellaisella tasolla, että hankintaprosessissa tarvittavat toteutuskustannukset voidaan määrittää kohteen rakennusosien laajuuden, määrien, työtapojen ja laatutason avulla. Suunnitelmien ristiriidattomuus ja yhteensovitus esimerkiksi tietomalleja käyttämällä tehdään toteutussuunnitteluvaiheessa. (Savolainen et al., 2023)

Toteutussuunnitteluvaiheeseen liittyviä selvityksiä ja varmistuksia: (Savolainen et al., 2023)

- Asetettujen tavoitteiden mukaisten, toiminnan ja käytön aiheuttamat yksityiskohdalliset tarpeet.
- Ratkaisujen ja detaljien tavoitteidenmukaisuuden varmistaminen.
- Tavoitteiden asettaminen valmistus- ja viimeistelylaadulle.
- Rakennuttajan ja käyttäjän erillishankintojen ohjelmoiminen.
- Varmistetaan, että viranomaiset hyväksyvät suunnitelmat.
- Varmistetaan, että osasuunnitelmat nivELYVÄT yhteen ja muodostavat ehjän kokonaisuuden.

Rakennushankkeissa on yleistä, että suunnitelmien toimituksessa tai niiden sisällössä on ongelmia. Esimerkiksi hankinnoissa ja seuraavaa rakennusvaihetta aloitettaessa tarvittavissa suunnitelmissa voi olla puutteita tai virheitä. Joustomahdollisuus suunnitelmissa on, varsinkin tietyin toteutusmuodoin toteutettavissa hankkeissa tärkeää. Esimerkki tällaisista hankkeista ovat projektinjohtomuotoiset hankkeet, joissa toteutussuunnittelu, hankinnat ja rakentaminen limittyvät ajallisesti. Suunnitelmien jousto mahdollistaa toimittajien ja aliurakoitsijoiden osaamisen hyödyntämisen sekä suunnitelmien vaiheittain teettämisen vastaamaan tarpeeseen. (Savolainen et al., 2023)

*Suunnitelmapakettien* käyttö on toteutussuunnittelussa yleistä. Niillä tarkoitetaan suunnitelmakokonaisuuksia, joiden päätökset ohjataan ajoittumaan samanaikaisesti suunnitelmien keskinäisten riippuvuuksien avulla. Suunnitelmapaketit sisältävät siis eri suunnittelualojen toteutussuunnitelmat, jotka on ajoitettu valmistumaan samanaikaisesti. Ajoitus suunnitelmapaketeille tehdään rakennuttajan päätöksenteon ja työmaan toteutuksen perusteella. Suunnitelmapakettien perustella tehdään rakennustyöhön tarvittavat han-

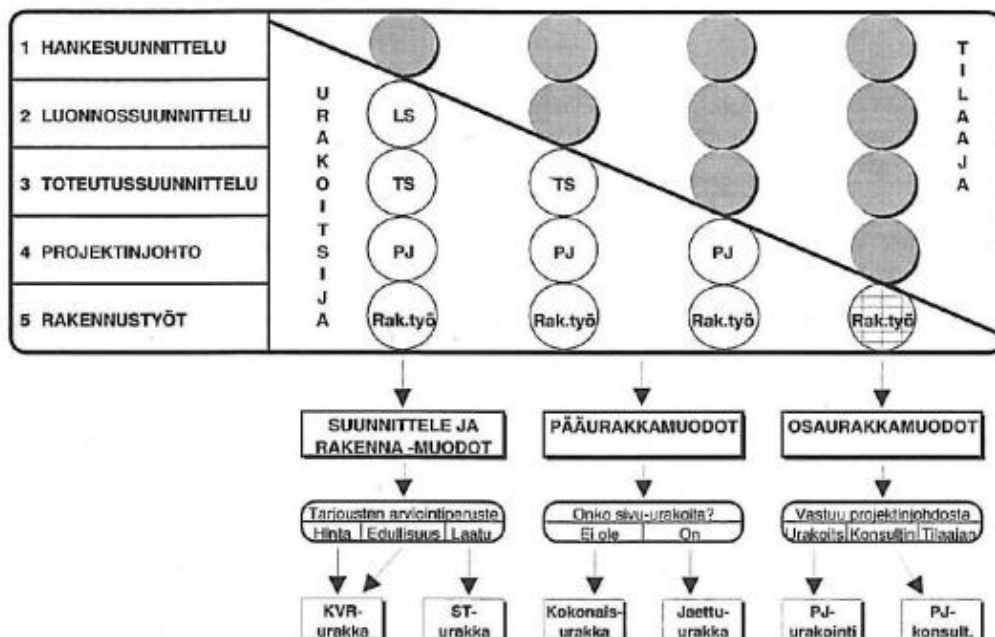
kinnat töiden edellyttämässä aikataulussa. Suunnitelmapaketit aikataulutetaan projektinjohton ja suunnittelijoiden toimesta heti toteutussuunnittelun alussa. Suunnitelmapaketteja käytetään yleisimmin projektinjohtomuotoisissa rakennushankkeissa, mutta niitä voidaan hyödyntää myös muiden toteutusmuotojen avulla toteutettavien hankkeiden suunnittelunohjauksen apuna. (Savolainen et al., 2023)

### 3.5 Rakentamisen valmistelu

Rakentamisen valmisteluvaiheessa varmistetaan kaikki rakentamisen aloittamiseen tarvittavat edellytykset, organisoidaan rakennusprojekti ja suoritetaan toteutukseen liittyvät hankintaprosessit. Sen aikana määritetään muun muassa urakoitsijaa velvoittavia asioita, esimerkiksi laadunvarmistukseen, tietomallin käyttöön, raportointiin, tiedonkulkuun, dokumentointiin ja muutostöihin liittyen. (Savolainen et al., 2023)

#### 3.5.1 Urakkamuoto

Rakentamisen valmisteluvaiheessa valitaan urakkamuoto. Urakkamuodon valinta on kriittinen osa hankkeeseen liittyvää päätöksentekoa. Urakkamuotoja jaotellaan eri tavoin. Esimerkiksi suoritusvelvollisuuksien laajuuden perusteella jaottelu on selkeä tapa jaotella eri urakkamuodot. Siinä jaottelu tehdään sen mukaan, missä vaiheessa tilaaja antaa toimeksiannon urakoitsijalle rakennushankkeen loppuun saattamisesta. (Peltonen & Kiiras, 1998) Kuvassa 9. on esitetty vastuiden jakautumista urakoitsijan ja tilaajan välillä eri hankkeen vaiheissa ja urakkamuodoissa.

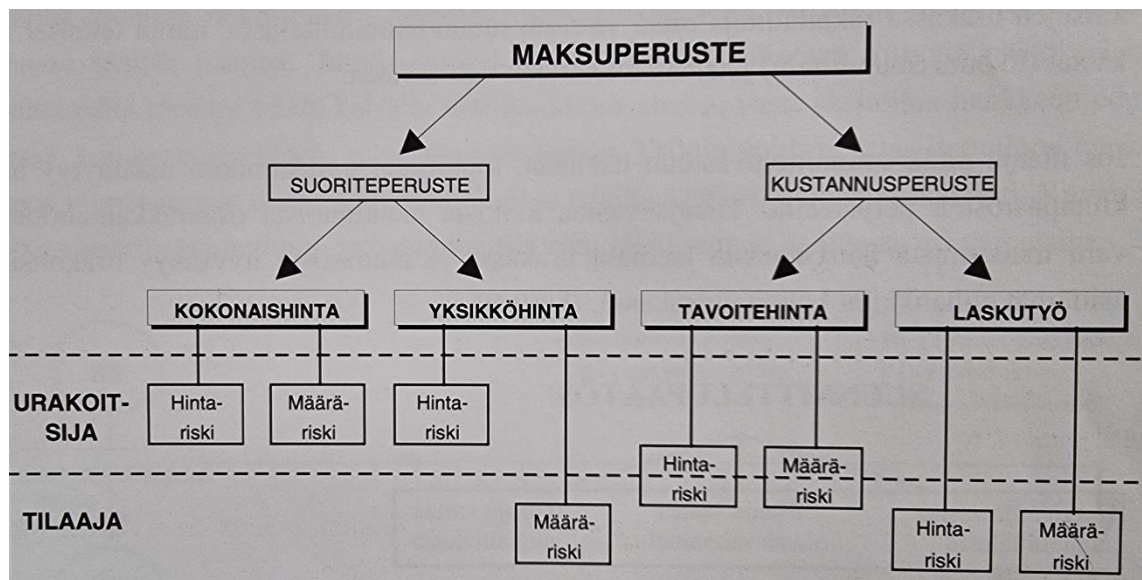


**Kuva 9.** Vastuiden jakautuminen eri urakkamuodoissa (Peltonen & Kiiras, 1998)

Junnonen & Kankainen (2020) kertovat, että tärkeimmät urakkamuotoja määrittelevät ehdot koskevat urakoitsijan suoritusvelvollisuuksien laajuutta, urakkahinnan maksuperustetta, tarjousten hankintatapaa ja suunnitelma-asiakirjojen valmiutta.

### 3.5.2 Maksuperuste

Tilaaaja voi valita urakoitsijalle maksettavan korvauksen maksuperusteen riippumatta siitä, toteutetaanko hanke SR-, pää- vai osaurakkamuodolla. Vaihtoehtoina maksuperusteelle ovat suoritusperusteiset ja kustannusperusteiset hinnanmäärittävät. Suoritusperusteisia hinnanmäärittäytapoja ovat kokonais- ja yksikköhintaurakka. Suoritusperusteisissa määrittäytavoissa urakoitsijalle maksetaan työn kokonaissuorituksen tai suoritusyksiköiden määrän perusteella. Kustannusperusteisia hinnanmäärittäytapoja ovat laskutyö- ja tavoitehintaurakka. Niissä urakoitsijalle maksetaan korvaus todellisten työ- ja hankintakustannusten mukaisesti. (Junnonen & Kankainen, 2020) Kuvassa 10. on havainnollistettu eri maksuperusteisiin liittyvien riskien jakautumista urakoitsijan ja tilaaajan kesken.



**Kuva 10.** Maksuperusteisiin liittyvät riskit ja niiden jakautuminen (Peltonen & Kiiras, 1998)

Valitulla maksuperusteella on vaikutusta myös tarjous- ja sopimusvaiheen suunnitelmien vaadittuun valmiusasteeseen. Esimerkiksi maksuperusteen ollessa laskutyö, työt voidaan aloittaa ilman valmiita suunnitelmia. Kokonaishinnan tapauksessa hinnan määrittäminen vaatii lähes valmiita toteutussuunnitelmia, ellei tarjouksen tekeminen sisällä myös suunnittelua. (Junnonen & Kankainen, 2020)

### 3.5.3 Suunnitelmien valmiusaste

Tarjouspyynnössä, tarjouksessa ja urakkasopimuksessa käytettävät suunnitelmat voivat olla eri suunnitteluvaiheiden mukaisilla tasoilla. Junnonen & Kankainen (2020) mukaan käytettävät suunnitelmat voivat siis olla:

- Hankesuunnitelma
- Ehdotussuunnitelmat
- Yleissuunnitelmat
- Toteutussuunnitelmat

Suunnitelmien valmiusastetta voidaan kasvattaa vaiheiden välillä. Esimerkiksi yhteistointia sisältävien toteutusmuotojen tapauksessa tarjouksen perusteena olleita suunnitelmia voidaan tarkentaa ja kehittää ennen lopullista urakkasopimusta. Näin voidaan vähentää rakennusaikaisia erimielisyyksiä, kun suunnitelmissa olleita epäselvyyksiä voidaan ratkaista ja kehittää ennen sopimuksen solmimista. (Junnonen & Kankainen, 2020)

Vaihtoehtoja tarjousten hankintatavalle ovat neuvottelu ja kilpailu. Tilaajan ollessa julkinen taho, on tarjousten hankinnassa noudatettava hankintalainsäädäntöä ja sen osoittamia menettelytapoja. Yksityinen tilaaja voi toimia tarjousten hankinnassa vapaammin. Hankintatavan tulee myös sopia hankkeen vaiheeseen, olemassa oleviin asiakirjoihin ja vallitsevaan kilpailutilanteeseen. (Junnonen & Kankainen, 2020)

### 3.5.4 Tarjouspyyntö

Ensimmäinen vaihe urakkasopimuksen solmimisessa on tarjouspyynnön laatiminen. Tarjouspyynnön tekee tilaaja ja urakoitsija saa siitä tarvittavat tiedot oman tarjouksensa tekemiseen. Tilaaja ilmaisee tarjouspyynnöllä halunsa pyynnön sisältämän työsuorituksen aikaansaamiseen, mutta ei sitoudu työsuorituksen toteuttamiseen vielä tässä vaiheessa. Tarjouspyynnön avulla tilaaja saa tiedon siitä, mitä pyynnön sisältämä rakennustyön aikaansaaminen maksaa. (Junnonen & Kankainen, 2020)

Tarjouspyyntöön sisällytetään tietyt vakiintuneet tarjouspyyntöasiakirjat. Junnonen & Kankainen (2020) mukaan nämä ovat:

- Tarjouspyyntökirje
- Urakkaohjelma
- Urakkarajaliite
- Yksikköhintaluettelo ja tarjouslomake
- Tekniset asiakirjat

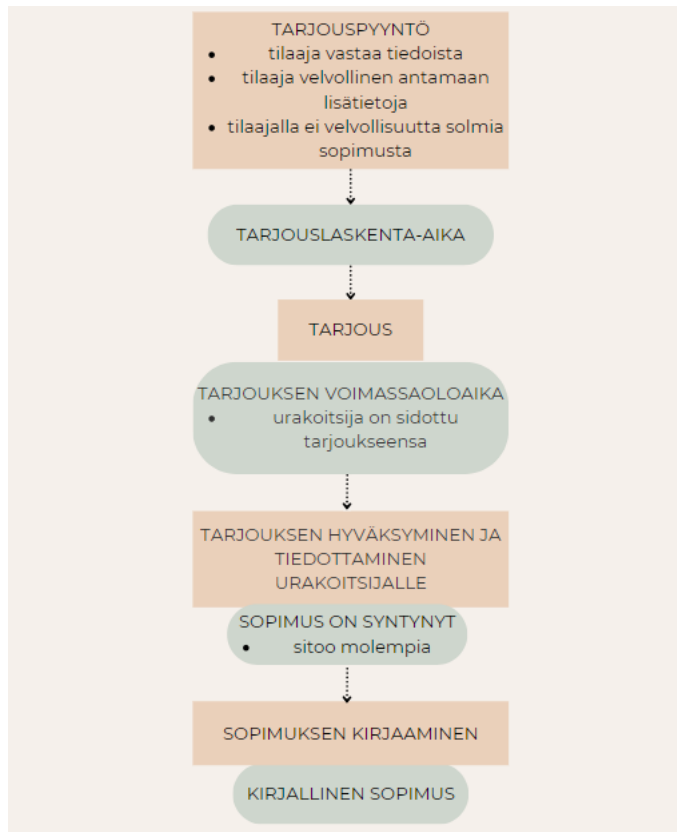
- Turvallisuusasiakirja
- Kosteudenhallintaselvitys

Tarjouspyyntöasiakirjojen tulee olla selviä ja yksikäsitteisiä. Niiden sisältämien urakkaa koskevien ehtojen on oltava tasapuolisia kaikille urakoitsijoille. Asiakirjojen tulee olla kaikille urakoitsijoille samansisältöiset, ja ne tulee toimittaa samanaikaisesti kaikille urakoitsijoille. Tarjouspyyntöasiakirjoissa tulee esittää työturvallisuuden koordinoinnin kannalta asiat riittävän selkeästi, jotta tarjouksenantaja voi huomioida ne riittävällä tarkkuudella. (Junnonen & Kankainen, 2020)

Tilaaaja valitsee tarjouksen antaneista urakoitsijoista joko hinnaltaan halvimman tai kokonaisvaltaisesti edullisimman tarjouksen. Suunnittelua sisältävissä urakkamuodoissa myös suunnitteluratkaisu ja sen laatu toimivat urakoitsijan valintaperusteena. Kokonaisvaltaisen edullisuuden ollessa valintakriteerinä, urakkaohjelmassa on ilmoitettava, millä osatekijöillä ja painoarvoilla edullisuutta arvostellaan. Näin tarjoajat voivat huomioida osatekijöiden painoarvot tarjousta tehdessään. (Junnonen & Kankainen, 2020)

### **3.5.5 Urakkasopimus**

Urakkasopimus solmitaan urakkatarjouksen hyväksymisen jälkeen. Hyväksymiseen ei saa liittyä sellaisia ehtoja tai rajoituksia, joita tarjouksessa ei ole määritetty. Tällöin hyväksyminen vastaa tarjousta. Jos näin ei ole, on kyseessä tilaajan tekemä vastatarjous, joka vaatii urakoitsijan hyväksynnän. Urakkatarjous tulee hyväksyä tarjouksen voimaansaoloaikana ja hyväksynnästä on ilmoitettava viipymättä valitulle urakoitsijalle. Muille tarjoajille on myös ilmoitettava urakoitsijan valinnasta kohtuullisen ajan kuluessa. Kuvassa 11. on havainnollistettu prosessia urakkasopimuksen syntymiseen. (Junnonen & Kankainen, 2020)



**Kuva 11.** Urakkasopimuksen syntymisen vaiheet (muokattu lähteestä Junnonen & Kankainen, 2020)

Rakennusurakkasopimus syntyy tilaajan hyväksyvän vastauksen saapuessa urakoitsijalle. Tarjouspyyntöasiakirjoissa voi olla myös ehto, että urakkasopimus syntyy vasta molempien osapuolien allekirjoitettua kirjallinen urakkasopimus. Sopimuksen synnyttyä on molempien osapuolien täytettävä sopimuksen mukaiset velvollisuutensa. (Junnonen & Kankainen, 2020)

Rakennusurakkasopimus koostuu allekirjoitetusta sopimuksesta ja siinä noudatettavaksi määrätyistä asiakirjoista. Siinä kuvataan muun muassa rakennustyön tulos ja urakkahinta sekä osapuolten suoritukseen liittyvät velvollisuudet ja vastuut. Liiteasiakirjat koostuvat kaupallisista ja teknisistä asiakirjoista. Tekniset asiakirjat kuvaavat rakennustyön sisältöä, laatuvaatimuksia ja suoritusta. (Junnonen & Kankainen, 2020)

Junnonen & Kankainen (2020) mukaan kaupallisia urakkasopimuksen liiteasiakirjoja ovat

- urakkasopimus
- urakkaneuvottelupöytäkirja
- rakennusurakan yleiset sopimusehdot (YSE 1998)
- tarjouspyyntö ja ennen tarjouksen antamista annetut kirjalliset lisäselvitykset

- urakkaohjelma tai muut sopimuskohtaiset urakkaehdot
- urakkarajaliite
- tarjous
- määrä- ja mittaluettelot
- muutostöiden yksikköhintaluettelo.

Urakka-asiakirjat voivat olla osittain ristiriitaisia keskenään ja niissä voi olla puutteita. Siksi sopimuksessa on määrättävä niille keskinäinen pätevyysjärjestys. Järjestys voi olla sopimuskohtaisesti määrätty tai rakennusurakan yleisten sopimusehtojen mukainen.

### 3.6 Rakentamisvaihe

Hankkeen rakentamisvaiheen sujuvan läpiviennin kannalta yhteistyö eri hankkeeseen osallistuvien tahojen välillä tulee olla toimivaa. Lähtökohtana yhteistyölle on, että kaikki osapuolet noudattavat niin sanottua hyvää rakennuttamis- ja urakointitapaa. Junnonen & Kankainen (2020) toteavat kirjassaan, että urakkasopimuksessa tulee pyrkiä noudattamaan seuraavia periaatteita, jotta työnaikainen yhteistyö on sujuvaa:

- Urakka-asiakirjat laaditaan selkeiksi ja yksikäsitteisiksi.
- Lähtökohtaisesti noudatetaan alan yleisiä käytäntöjä ja niistä poiketaan vain perustellusta syystä ja poikkeama osoitetaan selkeästi.
- Rakennustyöhön liittyvien riskien jakaminen suoritetaan kohtuullisesti ja siinä huomioidaan hankkeen eri osapuolten tehtävät, asiantuntemus ja vaikutusmahdollisuudet.
- Urakkasopimus tehdään niin, ettei se sisällä kohtuuttomia ehtoja, tarpeettomia riskitekijöitä tai piiloriskejä. Ideaalitapauksessa ehtojen noudattaminen hyödyttää kaikkia osapuolia.
- Osapuolet pyrkivät löytämään ratkaisuja ilmaantuneisiin ongelmiin yhteistyössä, jotta päästään onnistuneeseen lopputulokseen.

Onnistuneen yhteistyön mahdollistamiseksi hankkeen osapuolten on määritettävä muun muassa oman organisaationsa ja henkilöstönsä tehtävät ja valtuudet sekä laadittava tarpeelliset suunnitelmat hankkeen läpivientiin. Yhteistyön onnistumisen elementtejä ovat:

- Avoin, asiallinen ja ammattimainen kanssakäynti.
- Kunkin hankkeen osapuolen vastaaminen omien velvollisuuksiensa täyttämistä.

- Osapuolten omien oikeuksien valvonta ja niistä asiallisesti kiinni pitäminen.
- Hankkeen osapuolet tukevat toisiaan ongelmien ratkaisemisessa.

Tilaaajan ja urakoitsijan välinen toimiva ja tehokas vuorovaikuttaminen rakennusvaiheen aikana on hankkeen toimivan yhteistoiminnan kannalta välttämätöntä. Yhteistoimintaa ovat esimerkiksi päivittäinen kanssakäynti, kokousten, katselmusten, tarkastusten ja neuvotteluiden pitäminen sekä dokumentointi. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot määrittävät osapuolten vastuut ja velvollisuudet kuvaamalla yhteistoiminnassa käytettävät muodot ja keinot sekä esittämällä menetelmiä häiriötilanteiden ratkaisuun. Niissä on annettu esimerkiksi määräykset työmaakokousten pidosta. Työmaakokoukset ovat yksi tärkeimmistä tilaaajan, urakoitsijan ja muiden hankkeen osapuolten välisen kanssakäymisen muodoista. (Junnonen & Kankainen, 2020) Työmaakokouksissa

- luodaan kontaktit osapuolten kesken
- ratkaistaan ongelmia, jotka ovat ilmenneet toteutuksen aikana
- käsitellään ja vertaillaan vaihtoehtoisia toimintatapoja, menetelmiä ja ratkaisuja onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseksi
- ratkaistaan rakennusaikana ilmenneitä erimielisyyksiä.

Työmaakokouksissa voidaan ratkaista hankkeeseen liittyviä ongelmia ja erimielisyyksiä. Niissä ei kuitenkaan voida tehdä muutoksia urakkasopimukseen, ellei osanottajilla ole siihen oikeutta. Tilaaja tai tilaaajan edustaja toimii työmaakokousten puheenjohtajana. Jokaisesta työmaakokouksesta laaditaan pöytäkirja. Pöytäkirjoilla voi olla todella suuri merkitys mahdollisten osapuolten välisten riitatilanteiden ratkaisemisessa. (Junnonen & Kankainen, 2020)

### 3.6.1 Vastaanotto

Junnonen & Kankainen (2020) kertovat, että YSE 1998-sopimusehdoissa on kahdenlaisia rakennuskohteen luovutustarkastuksia. Nämä ovat urakkasuorituksen tarkastus ja vastaanottotarkastus. Urakkasuorituksen tarkastuksessa käsitellään yhden urakoitsijan tietyn osakokonaisuuden suoritusta ja vastaanottotarkastuksessa koko fyysistä kokonaisuutta, joka koostuu useiden eri urakoitsijoiden suorituksista.

Vastaanottotarkastuksen osapuolina ovat hankkeen tilaaja sekä tilaajaan sopimussuhteessa olevat urakoitsijat. Molemmilla osapuolilla on oikeus pyytää vastaanottotarkastusta. Siinä tarkastetaan ja todetaan, että molemmat osapuolet ovat täyttäneet sopimuk-



selliset veloitteensa. Tarkastuksen jälkeen osapuolten urakkasopimukseen liittyvät velvollisuudet päättyvät ja aloitetaan tiettyjen määräaikojen, kuten takuuajan laskeminen. (Junnonen & Kankainen, 2020)

Vastaanottotarkastuksesta laaditaan pöytäkirja, jossa osoitetaan, mitä tarkastuksessa on havaittu ja päätetty. Siihen merkitään esimerkiksi, mitkä virheet tarkastuksessa on havaittu ja sitä voidaan käyttää tarvittaessa todisteena havaituista virheistä. Vastaanottotarkastuksessa havaittujen virheiden korjaamisaikataulusta tulee sopia vastaanottotarkastuksen yhteydessä. (Junnonen & Kankainen, 2020)

Urakkaan liittyvät taloudelliset asiat voidaan käsitellä vastaanottotarkastuksessa tai niiden käsittelyä varten voidaan järjestää erillinen taloudellinen loppuselvitys. Siinä on tarkoitus päättää lopullisesti ja osapuolia sitovasti kaikista urakkaan liittyvistä asioista. Jotta loppuselvitys täyttää sille asetetut vaatimukset, on pöytäkirjan viimeiseksi kohdaksi syytä kirjata, että sopijapuolten väliset kyseiseen urakkasuhteeseen liittyvät kysymykset ovat tulleet selvityksen mukaisesti lopullisesti ratkaistuksi, eikä sopijapuolilla ole toisilleen muita vaatimuksia kyseiseen urakkasuhteeseen liittyen. (Junnonen & Kankainen, 2020)

### **3.7 Erimielisyydet hankkeen osapuolten välillä**

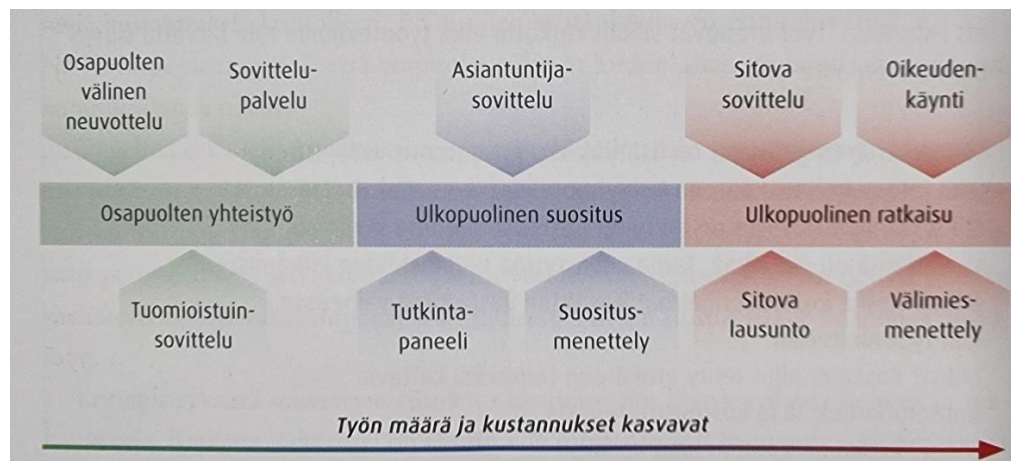
Erimielisyyksien välttäminen on kaikkien hankkeen osapuolten yhteinen intressi (Junnonen & Kankainen, 2020). Hankkeissa kaikki ei kuitenkaan aina mene suunnitellusti, ja erimielisyyksiä saattaa syntyä osapuolten välille hankkeen eri vaiheissa. Ongelmien ilmetessä osapuolet eivät lähtökohtaisesti halua ottaa niitä, tai etenkin niistä aiheutuvia kustannuksia vastuulleen. Erimielisyydet voivat johtua esimerkiksi siitä, että sopijaosapuolet näkevät jonkin asian eri tavalla tai eivät osaa kommunikoida ongelmista oikein. (Salminen, 2017) Erimielisyyksien takana on usein sopimuksien ja suunnitelmien epätasällisuus. Syntyneen häiriö- ja virhetilanteen takana on yleensä jompikumpi tai molemmat sopimusosapuolet. Joskus rakentamisessa voi kuitenkin ilmaantua ulkopuolisista tekijöistä aiheutuvia häiriötilanteita, joihin sopimusosapuolilla ei ole ollut vaikutusmahdollisuutta. (Junnonen & Kankainen, 2020)

Ensisijainen ratkaisutapa erimielisyyksille on neuvottelu. Junnonen & Kankainen (2020) esittävät seuraavia tasoja, joilla erimielisyyksiin voidaan hakea ratkaisua:

1. Asian tulkinta tehdään tilaajan ja urakoitsijan välillä työmaalla.
2. Asia käydään läpi työmaakokouksessa tai muutoin neuvottelemalla ja mahdollinen ratkaisu vahvistetaan esimerkiksi kirjeellä.

3. Asiasta käydään kirjallista neuvonpitoa, jonka jälkeen sopijapuolet neuvottelevat asian sopimiseksi.
4. Sopijapuolet voivat pyytää yhteisesti hyväksytyltä puolueettomalta asiantuntijalta lausunnon, jonka pohjalta tehdään ratkaisu.
5. Riita ratkaistaan yleisessä tuomioistuimessa tai välimiesoikeudessa.

Kahdenkeskisten neuvotteluiden ja virallisten ratkaisumenettelyjen välissä käytetään erityisesti yhteistoimintaa sisältävissä hankkeissa kohdan 4 mukaista asiantuntijasovittelua. Sovitteluun voi osallistua myös useampi kuin yksi sovittelija. (Niemistö, 2014) Kuvassa 12. on kuvattu riitojen eri ratkaisumenetelmiä ja niiden vaikutusta työn määrään ja kustannuksiin.



**Kuva 12.** Riitojen ratkaisuvaihtoehtoja (Salminen, 2017)

Kuten kuvasta 12. nähdään, riitojen ratkaisuun liittyvä työn määrä sekä niistä aiheutuvat kustannukset kasvavat sitä mukaa, mitä pidemmälle riitojen ratkaisuprosessi etenee. Tämän vuoksi riitojen ratkaisu mahdollisimman kevyillä menettelyillä ja nopeasti on tärkeää. (Salminen, 2017)

## 4. HANKKEIDEN TOTEUTUSMUODOT

Hankkeen toteutusmuodolla määritetään rakennuttajan kannalta rakennuksen ja siihen liittyvien tehtävien, kuten rakennuttamis- suunnittelu- ja rakentamispalveluiden sisällöt ja vastuusuhteet (Junnonen & Kankainen, 2020). Toteutusmuoto sisältää vastuiden ja maksuperusteiden määräytymisen lisäksi myös hankkeen organisoitumis- ja johtamista- van. Näistä muodostuu hankkeen toteutuksen pelisäännöt ja toimintatavat. (Salminen, 2017) Toteutusmuodon valinta on yksi hankkeen tärkeimmistä strategisista päätöksistä, sillä se vaikuttaa merkittävästi hankkeen kulkuun aina sen käynnistämisestä takuu-aikaan asti (Junnonen & Kankainen, 2020; Salminen, 2017).

Salminen (2017) mukaan toteutusmuoto koostuu seuraavista asioista:

- **Urakan laajuus** eli urakkasopimuksen mukainen työn- ja vastuiden jako
- **Kaupallinen malli** eli maksuperuste ja kannustinmekanismit
- **Hankintatapa** eli kriteerit hankkeen läpivientiin tarvittavien palveluiden hankintaan

Tehokas toiminta ja yhteistyö ovat mahdollisia kaikissa toteutusmuodoissa, jos hankkeen johtamisen osa-alueiden suorittamisessa onnistutaan. Hankkeeseen soveltuva toteutusmuoto kuitenkin edesauttaa tehokkaan toiminnan ja yhteistyön toteutumisessa. Oikein valittu toteutusmuoto ei kuitenkaan takaa hankkeen laadukasta lopputulosta. Jokaisella toteutusmuodolla on omat ominaisuutensa, jotka näkyvät hankkeen johtamisessa ja toiminnassa. (Salminen, 2017)

Toteutusmuodot ovat uudistuneet viimevuosikymmenten aikana. Uusilla toteutusmuodoilla on ollut merkittävä vaikutus koko rakennusalaan, ja ne ovat tuoneet vanhoihin toimintatapoihin uusia näkökulmia ja käytänteitä. Rakennusala nähdään suuren yleisön silmissä paikalleen jämähtäneenä teollisuuden alana. Julkisuuteen nousee säännöllisesti uutisia kustannusten ylityksistä, riidoista ja laaturvirheistä. Ne vahvistavat rakennusalaan kohdistuvaa mielikuvaa uudistumiskyvyttömyydestä entisestään. Rakennusalan uudistuminen vaatii toimintatapojen kehittämistä. Yksi tapa kehittää rakennusalaan on uudistaa hankkeiden toimitustapoja. Hankkeen toteutusmuoto on tilaajan päätös, joten tilaajilla on merkittävä rooli koko alan kehittämisen kannalta. Esimerkiksi palveluntarjoajien mahdollisuus kokonaisratkaisujen tarjoamiseen tai toiminnan kehittämiseen yhdessä tilaajan kanssa loisi mahdollisuuksia rakennusalan kehittämiseen. Toteutusmuodoista uusimmat

ja yleistyvät yhteistoiminnalliset mallit hankkeiden toteutukseen pyrkivät juuri tähän. Rakennusalan kehittyminen on niin tilaajien kuin palveluntarjoajien etu. Edelläkävijyys kehityksessä tuo uusien mahdollisuuksien lisäksi myös muita etuja. Uusien toimintatapojen kehittäminen on hankkeen kaikille osapuolille mieluisaa ja siksi esimerkiksi urakoitsijat tarjoavat kehityshankkeisiin usein parhaita resurssejaan. (Salminen, 2017)

Seuraavissa luvuissa käydään läpi toteutusmuodon valintaan liittyviä asioita sekä erilaisia toteutusmuotoja, joita käytetään suurten ja vaativien hankkeiden toteuttamiseen. Käsiteltävät toteutusmuodot ovat projektinjohtomuodot, yhteistoiminnalliset muodot, joista erityisesti Suomessa yleistynyt allianssimalli sekä prosessiteollisuushankkeissa yleisesti käytetty EPCM-projektimalli.

## 4.1 Toteutusmuodon valinta

Hankkeen toteutusmuotoa valittaessa rakennuttajan tulee ensin päättää, mitkä hankkeeseen liittyvät tehtävät hän tekee itse ja mitkä hän hankkii palveluina. Rakennuttaja voi esimerkiksi hoitaa rakennuttamistehtävät itse tai hankkia ulkopuolisen rakennuttajakonsultin huolehtimaan hankkeen johtamisesta ja hallinnasta. Toteutusmuodon valinnassa on myös keskeistä päättää, millaisina kokonaisuuksina ulkopuoliset palvelut hankitaan. Esimerkiksi suunnittelu ja rakentaminen voidaan hankkia yhdessä tai erillisinä palveluina. (Junnonen & Kankainen, 2020)

Rakennuttaja valitsee hankkeelle toteutusmuodon yleensä hankepääätöksen jälkeen. Toteutusmuoto määrittää, miten hankkeeseen liittyvät riskit ja hyödyt jaetaan osapuolten kesken. Toteutusmuodon huolellinen valinta on hankkeen tavoitteiden täyttymisen kannalta kriittistä, sillä sen vaihtaminen kesken hankkeen aiheuttaa usein ylimääräisiä kustannuksia ja aikatauluviivästyksiä. (Junnonen & Kankainen, 2020)

Junnonen & Kankainen (2020) kertovat, että rakennuttajan tulee ymmärtää seuraavat asiat, jotta hän voi valita hankkeelle sopivan toteutusmuodon:

- Mitkä ovat hankkeen tavoitteet ja miten ne saavutetaan varmimmin.
- Mitä riskejä hankkeeseen liittyy ja miten ne ovat luontevinta jakaa hankkeen osapuolten kesken.

Sopivan toteutusmuodon valinta tukee hankkeelle asetettuja tavoitteita ja pienentää siihen liittyviä riskejä. Valinnan kannalta on keskeistä, että rakennuttaja ymmärtää eri toteutusmuotojen ominaisuudet ja miten ne eroavat toisistaan. Myös valitsijan tuntemus

tarjousten hankintatavoista, tarjous- ja sopimusasiakirjoista, sekä ostettavien palveluiden sisällöstä ja erityisistä sopimusehdoista on keskeistä onnistuneen toteutusmuodon valinnan kannalta. (Junnonen & Kankainen, 2020)

#### 4.1.1 Lähtökohtien ja ominaisuuksien määrittäminen

Tilajaan ja hankkeeseen liittyvät lähtökohdat ja ominaisuudet luovat pohjan hankkeen toteutusmuodon valinnalle. Eri toteutusmuotoja tulee tarkastella näiden lähtökohtien ja ominaisuuksien pohjalta, jotta hankkeelle voidaan valita parhaiten soveltuva toteutusmuoto. (Salminen, 2017)

Salminen (2017) esittää seuraavia kysymysesimerkkejä tilaajan ja hankkeen lähtökohtien ja ominaisuuksien määrittämisen tueksi:

- Mikä on tilaajan kiinteistöstrategia?
- Mitkä ovat tilaajan tavoitteet ja reunaehdot hankkeen toteuttamisessa?
- Miten laaja ja vaativa hanke tulee olemaan?
- Miten hyvin ennalta määritely hanke on?
- Millaiset ovat tilaajan resurssit ja osaaminen rakennushankkeen johtamisessa?
- Miten vallitseva kilpailutilanne vaikuttaa hankkeeseen?

**Kiinteistöstrategiat** eroavat huomattavasti muun muassa omistajista ja käyttötarkoituksista riippuen. Kiinteistöstrategialla tarkoitetaan omistajan näkemystä kiinteistön tulevaisuuden, käytön, tuottojen ja ylläpidon suhteen. Sen avulla voidaan määrittää, mihin kiinteistön rakentamisella tähdätään. (Salminen, 2017)

**Tilajan tavoitteet ja reunaehdot rakennushankkeen toteutukselle** vaikuttavat urakan sisältöön, laajuuteen ja toteutustapaan. Tavallisimmat reunaehdot liittyvät hankkeen aikatauluun ja budjettiin. Käytettävissä olevaan rahamäärään eri hankkeen vaiheissa vaikuttavat esimerkiksi omistajan rahoitus- ja kassavirtalaskelmat sekä markkinatekijät. Aikataulu on ihannetapauksessa sellainen, että hankkeen valmistelulle on riittävästi aikaa, jotta se voidaan toteuttaa oikea-aikaisesti esimerkiksi suhdanteisiin ja vuodenaikaan nähden. Tämä ei kuitenkaan aina ole mahdollista, jos hankkeen toteutuksella on jostain syystä kiire ja valmistelulle ei ole riittävästi aikaa. (Salminen, 2017)

Hankkeen taloudelliset tavoitteet määrittelevät osaltaan hankkeen **laajuutta**, mutta rakennuksen rahallinen arvo ei suoraan kerro projektin **vaatimustasosta**. Kohde, jossa on toteutuksen kannalta paljon toistoa ja sen ajallinen jakauma on pitkä, voi laajuudestaan huolimatta olla melko yksinkertainen toteuttaa. Toisaalta myös laajuudeltaan pienemmät hankkeet, joissa on toteutuksen kannalta merkittäviä erityispiirteitä voivat olla hyvinkin

vaativia. Hankkeen laajuus ja vaativuus ovat toteutusmuodon kannalta tärkeimpiä tekijöitä, sillä ne ovat suoraan verrannollisia hankkeen riskitasoon. Valitussa toteutusmuodossa riskin ja katemahdollisuuden välinen suhde tulee olla oikea, jotta hankkeelle saadaan kiinnostuneita palveluntarjoajia ja kohtuullisen hintaisia tarjouksia. (Salminen, 2017)

**Hankkeen ennalta määrittelyn tarkkuus** vaikuttaa siihen, kuinka paljon vapautta hankkeen toteuttamisessa on. Hankkeissa, joissa toteutus on tarkasti ennalta määritelty, innovatiivisuutta ei juurikaan esiinny, eikä sille myöskään ole tarvetta. Nykyään lukuisat tekijät ohjaavat hankkeita vaatimaan entistä enemmän joustavuutta ja eri alojen osaamisen yhdistämistä. Tällaisissa hankkeissa liian tiukka ennalta määrittely vaikeuttaa hankkeen menestyksestä toteuttamista. Rakennusalalla tuottavuudessa ja palvelukyvyssä on paljon kehitettävää. Uusien toimintatapojen kehittäminen vaatii hankkeilta vapautta toteutuksen kannalta, jotta hankkeen eri sidosryhmät voivat viedä hanketta yhdessä eteenpäin ja kokeilla, sekä kehittää toimintaansa hankkeessa. Tämä on yksi syy yhteistyötä korostavien toteutusmuotojen yleistymiselle vaativissa hankkeissa, sillä niiden avulla voidaan helpommin reagoida esimerkiksi käyttäjien muuttuviin toiveisiin ja suunnitelmien muutoksiin vielä rakentamisenkin aikana. (Salminen, 2017)

**Tilaaajan omat resurssit ja osaaminen** ovat tärkeässä roolissa jokaisella toteutusmuodolla toteutettavassa hankkeessa. Tilaaajan osaamistasoa tulee tarkastella kriittisesti jo hankkeen alkuvaiheessa, jotta voidaan varmistua tilaaajan riittävästä osaamisesta ja kokemuksesta oman roolinsa suorittamisessa. Hankkeen alkuvaiheessa ei kannata säästää asiantuntemuksessa, sillä valmisteluvaiheen kustannukset ovat hankkeen kokonaiskustannuksiin verrattuna pienet, mutta sen vaikutukset hankkeeseen kokonaisuutena ovat suurimmat. Tilaaajan tulee löytää hankkeelle parhaiten sopivat asiantuntijat, jotta asiantuntijoiden kokemustausta ja näkemykset ovat linjassa tilaaajan odotusten kanssa. (Salminen, 2017) Tilaaajan tulee arvioida mahdollisuuksia sitoa omaa henkilöstöänsä projektiin ja sitä, onko heidän rakennustekninen asiantuntemuksensa riittävällä tasolla hankkeen vaativuus huomioiden (Junnonen & Kankainen, 2020). Oikeanlaisen osaamisen löytäminen hankkeen toteutukseen helpottaa sen läpivientiä kohti sille asetettuja tavoitteita.

**Kilpailutilanne ja suhdanteet** vaikuttavat siihen, mikä toteutusmuoto soveltuu parhaiten hankkeen toteutukseen. Matalasuhdanteessa palveluntarjoajia on paljon, laadukkaita resursseja on tarjolla enemmän ja hinnat ovat alhaisempia. Myös vuodenajat vaikuttavat kilpailutilanteeseen rakennusalalla. Suurin kysyntäpiikki on yleensä keväällä, ja syksyllä kysyntä on matalimmillaan. Sykliset lainalaisuudet kannattaa huomioida toteu-

tusmuodon valinnassa. Esimerkiksi korkeasuhdanteessa toteutusmuodot, joissa urakoitsijan riskitaso on alhaisempi voivat tarjota parempia tuloksia. (Salminen, 2017) Junnonen & Kankainen (2020) mainitsevat, että lait, määräykset ja asetukset, kuten se, mitä kilpailuttamisvelvoitteita hankkeeseen kohdistuu, tulee huomioida hankkeen toteutusmuodon valinnassa.

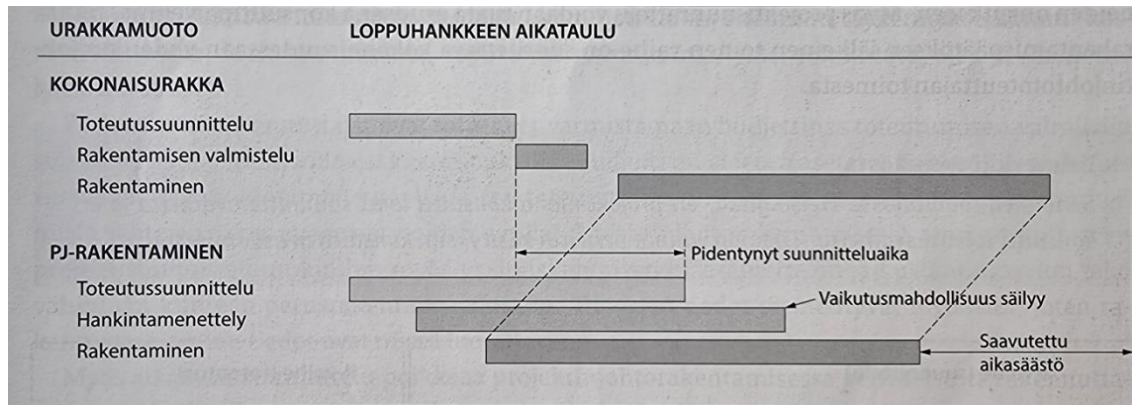
Junnonen & Kankainen (2020) korostavat samojen hankkeen lähtökohtien ja ominaisuuksien määrittämistä, jotta hankkeelle voidaan valita parhaiten sopiva toteutusmuoto. Näiden lisäksi he mainitsevat seuraavat hankkeen ominaisuudet, jotka tulisi huomioida toteutusmuodon valinnassa:

- Päätöksenteko ja yhteistyön tarve hankkeen aikana.
- Rakennukselle asetettavat vaatimukset ja käyttöominaisuudet.

Lähtökohtien ja ominaisuuksien riittävän tarkka ja huolellinen määrittäminen antaa edellytykset sopivan toteutusmuodon valintaa varten. On myös erittäin tärkeää, että valinnan tekijät ymmärtävät, miten hankkeen lähtökohdat ja ominaisuudet vaikuttavat hankkeen toteutusmuodon valintaan. (Salminen, 2017)

## 4.2 Projektinjohtomuodot

Projektinjohtomuotoisissa rakennushankkeissa pyritään vastuiden ja riskien jakamiseen sekä yhteistyön lisäämiseen projektin johtamisessa (Salminen, 2017). Projektinjohtomuodot ovat yleistyneet suurissa ja erityisosaamista vaativissa hankkeissa. Tämä johtuu siitä, että tilaaja tavoittelee hankkeen kustannusten pienentämistä hankkimalla ammattimaista projektinjohto-osaamista monista osakokonaisuuksista koostuvan hankkeen hallintaan (Niemi, 2014). Toinen syy projektinjohtomuotojen yleistymiselle on niiden mahdollistama suunnittelu- hankinta- ja rakentamisvaiheiden ajallinen limittäminen, minkä avulla hankkeen kokonaiskestoa voidaan lyhentää. (Saarimäki, 2016). Kuvassa 13. on havainnollistettu suunnittelun, hankintojen ja rakentamisen limittämisen vaikutuksia hankkeen kokonaiskestoon.



**Kuva 13.** Esimerkkikuva projektinjohtomuotoisten rakennushankkeiden aikataulusta verrattuna kokonaisurakalla toteutettuun hankkeeseen (Kiiras et al., 2019)

Projektinjohtomuotojen ominaisuudet palvelevat parhaiten sellaisia hankkeita, joissa aikataulu on kireä ja joiden toteutuksessa vaaditaan paljon joustavuutta ja ohjattavuutta. Vähiten projektinjohtomuodot tukevat tilaajien tavoitteita silloin, kun suunnitelmat halutaan laatia tilaajan johdolla pitkälle ennen rakennustöiden aloitusta ja projektin lopulliset kustannukset halutaan sitoa mahdollisimman aikaisin urakkasopimuksilla. Lisäksi, jos tilaajan työmäärä ja vastuu halutaan pitää mahdollisimman vähäisinä eikä projektissa ole rakennusaikaisia käyttäjämuutoksia tai korjauskohteen yllätyksiä, projektinjohtomuodot eivät välttämättä ole sopivin toteutusmuoto. (RT 103470)

Projektinjohtomuotoisissa rakennushankkeissa projektinjohtototeuttaja johtaa hanketta tilaajan kanssa tiiviissä yhteistyössä. Hankkeen rakennustyö jaetaan esimerkiksi toimialakohtaisesti tai alueellisesti urakka- ja hankintakokonaisuuksiin. (Junnonen & Kankainen, 2020) Nämä kokonaisuudet kilpailutetaan erikseen. Kokonaisuuksien erikseen kilpailuttaminen mahdollistaa sen, että projektinjohtomuotoisissa rakennushankkeissa kaikkien suunnitelmien ei tarvitse olla valmiita rakennusvaiheen alkaessa, vaan niihin ja niiden toteutukseen jätetään vaikutusmahdollisuuksia hankkeen ollessa käynnissä. Näin hankkeeseen saadaan joustavuutta ja mahdollistetaan suunnitelmien kehittäminen yhteistyössä paremmiksi rakentamisen aikana. Suunnitelmat valmistuvat rakennustöiden etenemisen mukaisesti niin, että ne ovat valmiita silloin, kun niitä tarvitaan. Myös urakka- ja hankintapaketit kilpailutetaan rakennustöiden etenemisen mukaisesti niihin liittyvien suunnitelmien valmistuttua. (Salminen, 2017; Junnonen & Kankainen, 2020; Saarimäki, 2016)

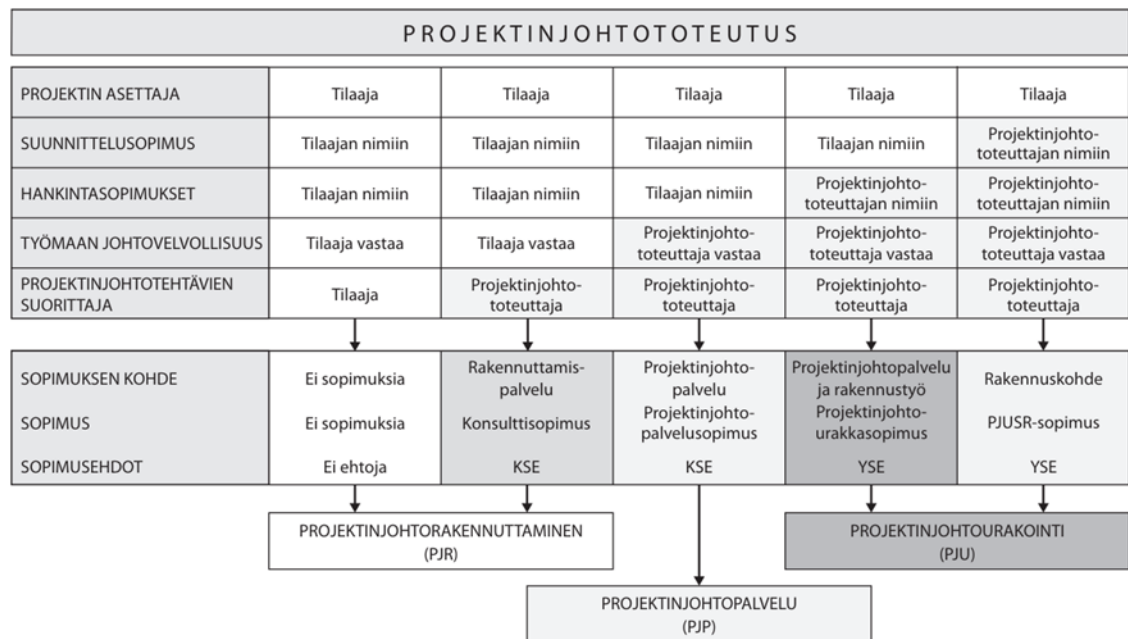
Erikseen kilpailuttamalla pyritään myös saamaan urakka- ja hankintakokonaisuuksiin paras mahdollinen hinta. Laaja hankintojen kilpailuttaminen vaatii projektinjohtototeuttajalta ammattitaitoa, jotta ne voidaan toteuttaa tehokkaasti ja saada kustannussäästöjä hankkeen toteutuksessa. Kilpailutuksessa mahdollisesti syntyneet säästöt jaetaan projektinjohtototeuttajan ja tilaajan kesken. (Salminen, 2017).



Kirjallisuudessa (Junnonen & Kankainen, 2020; Salminen, 2017; Niemistö, 2014) projektinjohtomuodot jaetaan kolmeen eri variaatioon projektinjohtototeuttajan keskeisten tehtävryhmien perusteella. Nämä kolme variaatiota ovat

- projektinjohtorakennuttaminen (PJR)
- projektinjohtopalvelu (PJP)
- projektinjohtourakointi (PJU).

Kuvassa 14. on havainnollistettu projektinjohtomuotoisten rakennushankkeiden eri variaatioiden eroavaisuuksia toisistaan.



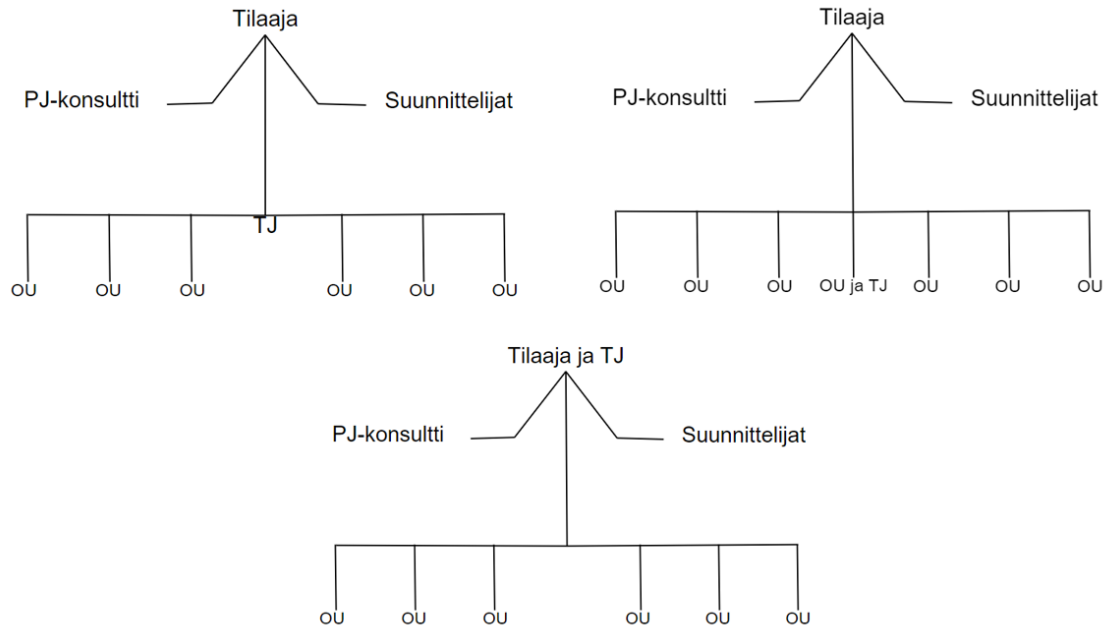
**Kuva 14.** Projektinjohtomuotoisten rakennushankkeiden eroavaisuudet (RT 103017)

Kuvasta 14. huomataan, että projektinjohtototeuttajan vastuu on suurin projektinjohtourakoinnissa. Tilaaajan rooli taas on suurimmillaan projektinjohtorakennuttamisessa. Sopimuksen kohteessa, sopimuksessa ja sopimusehdoissa on merkittäviä eroja eri variaatioiden välillä.

#### 4.2.1 Projektinjohtorakennuttaminen

Projektinjohtorakennuttamisessa hankkeen projektinjohto-organisaatio muodostuu joko kokonaan tilaaajan omasta henkilöstöstä tai sitä täydennetään ulkopuolisella rakennuttaja- tai projektinjohtokonsultilla. Tilaaajan ja konsultin välinen sopimus perustuu yleensä Konsulttitoiminnan yleisiin sopimusehtoihin. Rakennuttaja- tai projektinjohtokonsulttia käytettäessä tilaaaja saa käyttöönsä konsultin henkilöstöä ja mahdollisia projektinhallintajärjestelmiä. Työmaan johtovelvollisuuksista voi vastata tilaaajan oma henkilöstö, ne

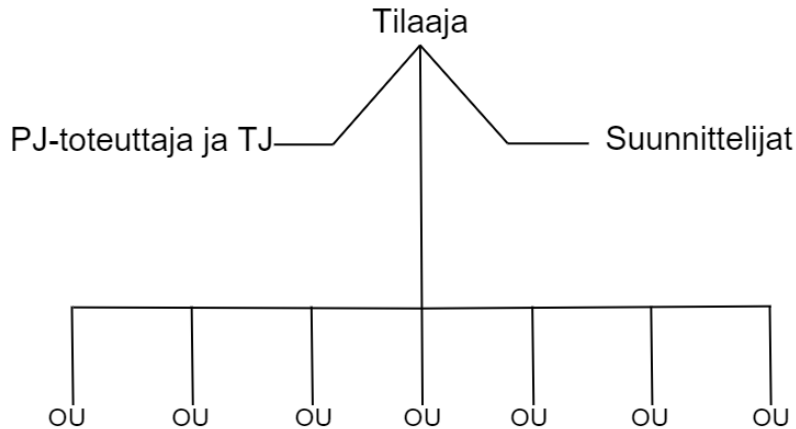
voidaan ulkoistaa kuten muutkin rakennustyöt tai ne voidaan sisällyttää rakennusurakkaan. Kuvassa 15. on esitetty eri sopimussuhdevaihtoehtoja projektinjohtorakennuttamisessa. Hankinnoista tehtävät sopimukset tehdään projektinjohtorakennuttamisessa tilaajan nimiin. Rakennustöiden valvonnasta vastaa yleensä projektinjohtokonsultti. (Junnonen & Kankainen, 2020; Niemistö, 2014)



**Kuva 15.** Sopimussuhteet projektinjohtorakennuttamisessa, jossa TJ on työmaan johto ja OU on osaurakka (muokattu lähteestä Junnonen & Kankainen, 2020)

#### 4.2.2 Projektinjohtopalvelu

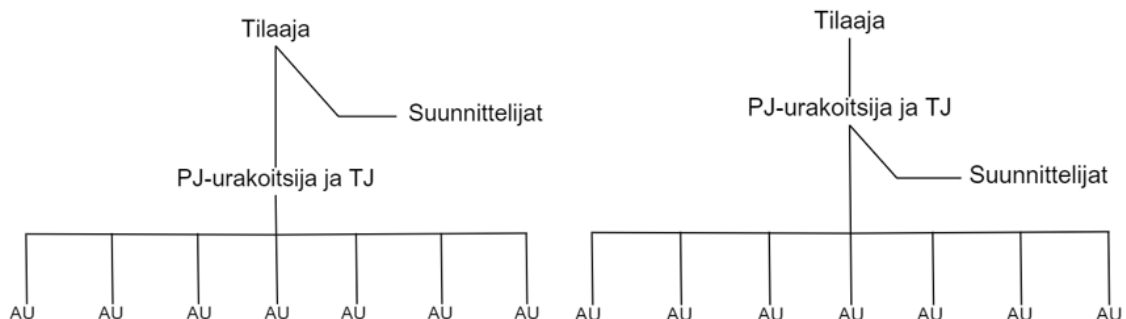
Toisin, kuin projektinjohtorakennuttamisessa projektinjohtopalvelussa projektinjohtototeuttaja vastaa rakennuttamistehtävien lisäksi työmaan johtotehtävistä. Projektinjohtototeuttaja asettaa työmaalle työnjohdon ja suorittaa päätoteuttajan tehtävät. Urakka- ja hankintasopimukset tehdään kuitenkin tilaajan nimiin. Organisaatiossa voi olla mukana myös tilaajan henkilöstöä, mutta se koostuu kuitenkin suurimmaksi osaksi projektinjohtototeuttajan henkilöstöstä. Projektinjohtopalvelussa projektinjohtototeuttajan asema ja vastuut ovat konsulttimaiset. Tästä syystä projektinjohtopalvelussa käytetään yleensä Konsulttitoiminnan yleisiin sopimusehtoihin pohjautuvaa sopimusta. Projektinjohtopalvelulle on olemassa myös oma RT-sopimusehtolomake *RT 80314 Projektinjohtopalvelusopimus*. Projektinjohtototeuttaja ei tee varsinaista rakennustyötä itse ja sen vuoksi se voi toimia myös rakennustyön valvojana hankkeessa. (Junnonen & Kankainen, 2020; Niemistö, 2014) Kuvassa 16. on esitetty sopimussuhteita projektinjohtopalvelussa.



**Kuva 16.** Sopimussuhteet projektinjohtopalvelussa, jossa TJ on työmaan johto ja OU on osaurakka (muokattu lähteestä Junnonen & Kankainen, 2020)

### 4.2.3 Projektinjohtourakointi

Projektinjohtourakoinnissa projektinjohtourakoitsija vastaa perinteisen pääurakoitsijan tapaan rakennustyöstä, rakennuttamistehtävistä ja työmaan johtovelvollisuuksista. Urakka- ja hankintasopimukset tehdään projektinjohtourakoitsijan nimiin, mutta erikseen sovittaessa tilaaja voi tehdä osan hankintasopimuksista myös omiin nimiinsä. Vaikka hankinnat tehdään pääsääntöisesti projektinjohtourakoitsijan nimiin, tilaajalla on lopullinen päätösvalta ja vaikutusmahdollisuus sekä suunnitteluun että hankintoihin. Tämä on merkittävin ero projektinjohtourakoinnin ja perinteisen pääurakoinnin välillä. Projektinjohtourakoinnissa organisaatio koostuu projektinjohtourakoitsijan henkilöstöstä. Tilaaja on sopimussuhteessa vain projektinjohtourakoitsijaan, mutta hän voi käyttää tämän lisäksi erillistä rakennuttajakonsulttia. Projektinjohtourakoitsijan ja tilaajan välinen sopimus perustuu projektinjohtourakoinnissa Rakennusurakan yleisiin sopimusehtoihin. (Junnonen & Kankainen, 2020; Niemistö, 2014) Kuvassa 17. on esitetty projektinjohtourakoinnin sopimussuhteet.



**Kuva 17.** Sopimussuhteet projektinjohtourakoinnissa, jossa TJ on työmaanjohto ja AU on aliurakka (muokattu lähteestä Junnonen & Kankainen, 2020)

### 4.3 EPCM-projektimalli

EPCM-sopimuksella (Engineering, Procurement, Construction Management) toteutettavien projektien käsite ei ole uusi. Sen suosio on vaihdellut vuosikymmenien ajan, ja sitä on jo pitkään käytetty laajasti öljy-, kaasu-, petrokemian- ja resurssiteollisuudessa. Esimerkiksi tilaajien rajalliset resurssit ja sen aiheuttama haluttomuus maksaa urakoitsijoille riskipremioita ja voittoja perinteisten kiinteään aikatauluun ja kustannuksiin perustuvien sopimusten mukaisesti ajavat projektien toteutustapojen uusiutumista. EPCM-sopimukset ovat yksi yleistyvistä malleista vaihtoehtona perinteisille rakennuttamismalleille. (PwC, 2016)

EPCM-malli on konsulttisopimus ammatti- tai teknisten palveluiden tarjoamiseksi, jossa EPCM-toimittaja vastaa suunnittelusta, hankinnasta sekä rakennusurakoiden hallinnasta ja hallinnoinnista. EPCM-toimittaja on vastuussa perus- ja yksityiskohtaisesta suunnittelusta ja insinööryöstä, projektin hankintaprosessien hallinnasta sekä hankkeen johtamisesta ja työpakettisopimusten hallinnoinnista. (PwC, 2016)

EPCM-toteuttaja ei ole täydessä vastuussa projektin valmistumisesta ajallaan tai projektibudjetin noudattamisesta. Maksimivastuu on yleensä rajoitettu ja saattaa sisältää viallisten palveluiden uudelleensuorittamisen. (PwC, 2016) EPCM-toimittajan pääasialliset vastuut liittyvät yleensä suunnittelutyön rikkomuksiin tai huolimattomuuteen. EPCM-toteuttaja vastaa hankkeen budjetin kustannusarvion valmistelusta, työn keston arvioimisesta, hankintojen ja aliurakoiden hallinnasta sekä suunnittelun ja rakentamisen koordinoinnista aliurakoitsijoiden välillä, mutta tilaaja säilyttää kuitenkin lopullisen vastuun näiden kokonaisuuksien onnistumisesta. (Loots & Henchie, 2007).

EPCM-sopimusmalli eroaa EPC-sopimusmallista siten, että siinä toteuttaja ei toimi pääurakoitsijana eikä ole osana rakennusprojektin sopimusta (Loots & Henchie, 2007). Palvelun toimittajan näkökulmasta EPCM-mallissa on tarkoitus tarjota myös muita palveluita rakennustöiden johtamisen lisäksi. Tärkein ero EPCM-mallin ja perinteisten rakennuttamismallien välillä on se, että EPCM-toteuttaja tarjoaa myös suunnittelu- ja muita insinööritoimintoja. (Klee, 2018)

EPCM-projekteissa on useita keskeisiä sidosryhmiä, jotka ovat ratkaisevassa asemassa projektin onnistuneessa toteutuksessa. Taulukossa 1. on eriteltyinä Loots & Henchien (2007) artikkelissa erittelemät EPCM-projektin pääosapuolet ja heidän tehtävänsä pääpiirteittäin.

**Taulukko 1.** EPCM-projektin pääsidosryhmät ja heidän päätehtävänsä

Projektin sidosryhmä	Päätehtävät
Tilaaaja	Määrittää projektin tarpeet ja vaatimukset, hyväksyy budjetin ja aikataulun sekä osallistuu suunnittelua, hankintoja ja rakentamista koskevaan päätöksentekoon. Tarjoaa EPCM-toteuttajalle tarvittavat resurssit ja tuen, seuraa projektin edistymistä ja suoritusta, osallistuu ongelmien ja kiistojen ratkaisuun, tarkistaa ja hyväksyy keskeiset projektitoimitukset sekä hallitsee suhteita projektin sidosryhmiin.
EPCM-toimittaja	Toimii tilaajan edustajana ja solmii suoria sopimussuhteita tilaajan sekä toimittajien ja alihankkijoiden välillä. Vastaa pääasiallisesti suunnittelusta, materiaalien ja laitteiden hankinnasta sekä rakennusurakoiden johtamisesta ja hallinnasta.
Toimittajat	Toimittavat hankkeen toteutukseen tarvittavat materiaalit, laitteet ja palvelut. Ovat suorassa sopimussuhteessa tilaajaan.
Urakoitsijat	Suorittavat omat urakkansa. Ovat suorassa sopimussuhteessa tilaajaan. EPCM-projektimallissa urakoitsijoilla voi olla myös suoria sopimussuhteita osatoimituksia tai -urakoita suorittaviin alieurakoitsijoihin tai -toimittajiin.
Rahoittajat	Mahdollistavat projektin rahoituksen. Sopimusasiakirjojen ja riskien jakamisen on oltava rahoittajien hyväksymiä, jotta projekti voi edetä menestyksekkäästi.

Taulukosta 1. nähdään, että EPCM-toimittaja toimii tilaajan edustajana ja luo hänen puolestaan suoria sopimussuhteita toimittajien sekä alieurakoitsijoiden kanssa. Jokainen alieurakkasopimus on suora sopimus tilaajan ja alieurakoitsijan, erikoispalvelujen tarjoajan tai toimittajan välillä. EPCM-mallilla toteutetuissa projekteissa tilaajalla on usein ammattitaitoinen tiimi avustamassa EPCM-toteuttajaa esimerkiksi sopimusten hallinnassa ja ylläpidossa. Vaikka sopimusten hallinta ja ylläpito onkin iso osa EPCM-toteuttajan roolia, niin esimerkiksi alieurakkasopimukseen liittyvät ongelmat, kuten alieurakoitsijoiden ja tilaajan väliset rajapinnat, viivästyksset ja häiriöt, omaisuus- ja työvahinkovaatimukset sekä muut lisäaika- ja rahavaatimukset ovat lopulta tilaajan vastuulla. Ongelmatilanteissa EPCM-

toteuttaja avustaa tilaajaa vaatimusten hallinnassa ja ongelmien ratkaisussa. (Loots & Henchie, 2007) Sopimusrakenne EPCM-projektimallissa on hyvin samantyyppinen, kuin projektinjohtopalvelussa. EPCM-toteuttaja toimii tilaajan konsulttina ja sopimukset eri hankkeen osapuoliin tehdään tilaajan nimiin. Toisin, kuin projektinjohtopalvelussa, EPCM-malliin sisältyy kuitenkin myös suunnittelu ja se on suurin ero näiden kahden toteutusmuodon välillä.

Klee (2018) luettelee kirjassaan EPCM-mallin yleisimmin saavutettavia etuja ja usein toteutuvia haasteita. Näitä etuja ja haasteita on lueteltuna taulukossa 2.

**Taulukko 2.** EPCM-mallin yleisimmät edut ja haasteet

Edut	Haasteet
Alhaisemmat kustannukset, kun työ sujuu hyvin. Pääurakoitsijan riskipreemiota ei tarvitse maksaa.	Vaikeus koordinoida yksittäisiä urakoitsijoita.
Laajemmat urakoitsijoiden markkinat. Urakkapakettien jakaminen lisää urakoitsijoiden valikoimaa.	Vaikeus osoittaa vastuuta, jos yksittäiset urakoitsijat epäonnistuvat.
Joustavuus. Kaikki tarvittavat muutokset, kuten työn laajuuteen liittyvät, voidaan sopia suoraan urakoitsijoiden kanssa.	Vaikeus koordinoida vastuuta EPCM-toteuttajan ja pääurakoitsijan välillä.
Pienempi riski suorituksen epäonnistumisesta tai urakoitsijan maksukyvyttömyydestä. Riski jakautuu useammalle urakoitsijalle.	Alempi sopimussakkojen ja vahingonkorvausten taso pienempien urakoitsijoiden sopimuksissa.
Yksi vastuutaho vastaa suunnittelusta ja töiden koordinoinnista.	Korkeat vaatimukset toteuttajan kapasiteetille. Toteuttajan tulee olla hyvin organisoitu ja kykenevä hallitsemaan monia urakoitsijoita ja tehtäviä samanaikaisesti.

Kuten taulukosta 2. nähdään, EPCM-malli tarjoaa kustannussäästöjä, joustavuutta ja laajempia urakoitsijamarkkinoita sekä jakaa riskejä useille osapuolille. Sen haasteet taas liittyvät urakoitsijoiden ja vastuiden koordinointiin, sopimusasioiden monimutkaisuuteen sekä toteuttajan korkeisiin vaatimuksiin hallita monia osapuolia ja tehtäviä samanaikaisesti.

EPCM-toteuttaja on vastuussa rakennustöiden budjettien kehittämisestä, hankinnasta, hallinnasta ja rakennusurakoiden hallinnoinnista näiden budjettien mukaisesti. EPCM-toteuttajalle maksetaan yleensä projektipalkkio roolinsa suorittamisesta, joka jaetaan kuukausittain projektin keston ajalle. Lisäksi hänelle maksetaan toteutuneiden kustannusten perusteella sopimuksessa sovitulla hinnoilla ja palkkioilla palvelujensa suorittamisesta. Kustannusten hallinnan kannustamiseksi voidaan asettaa tavoitehinta, jolloin EPCM-toteuttaja saa osan säästöistä, jos todelliset kustannukset alittavat tavoitehinnan. (Loots & Henchie, 2007)

Aikataulun hallinnan osalta EPCM-toteuttaja on vastuussa eri urakoitsijoiden työn koordinoinnista varmistaakseen, että projektiohjelma toteutuu. EPCM-toteuttaja on yleensä vastuussa koko projektiohjelman kehittämisestä ja hyväksymisestä. EPCM-toteuttajan ajalliset velvoitteet rajoittuvat tarvittavien suunnittelutoimitusten tuottamiseen EPCM-sopimuksen aikataulun mukaisesti. EPCM-toteuttaja ei siis ole vastuussa eri työpakettien urakoitsijoiden suorituksista. Viivästyssakot eivät välttämättä sovellu EPCM-sopimukseen johtuen vastuiden jakautumisesta osapuolten kesken. (Loots & Henchie, 2007)

#### **4.4 Yhteistoiminnalliset mallit rakennushankkeen toteutusmuotoina**

Yhteistoiminnallisissa toteutusmuodoissa urakoitsija, suunnittelijat ja tilaaja vastaavat yhteistyössä suunnitelmista ja rakentamisesta. Myös aikatauluun ja kustannuksiin liittyvistä asioista vastataan yhdessä. Osapuolten väliseen sopimukseen liitetään yhteisiä kannustinjärjestelmiä, joiden avulla pyritään pääsemään hankkeelle asetettuihin tavoitteisiin. (Junnonen & Kankainen, 2020) Yhteisvastuumuodoissa organisaatioiden rajat on siis häivytetty. Tätä kutsutaan projektin integroinniksi. Terminä integrointi tulee yhteisvastuullisen hankkeen englanninkielisestä nimestä Integrated Project Delivery. (Salmiinen, 2017) Integroidussa projektitoimituksessa myös hankkeen riskit ja mahdollisuudet jaetaan projektiorganisaation jäsenten välillä (RT 103239).

Yhteistoiminnalliset muodot ovat yleistyneet viime vuosina. Syynä tälle on esimerkiksi rakennusten tekninen kehittyminen. Rakennukset ovat nykyään useista erilaisista järjestelmistä koostuvia monimutkaisia kokonaisuuksia. Käyttäjien tarpeet sekä sisäilma- ja energia-asioiden huomioiminen hankkeiden toteutuksessa lisäävät niiden haastavuutta. Järjestelmien yhteistoiminta siten, että tavoitellut kulutus- ja olosuhdeominaisuudet täyttyvät vaatii yhä kasvavissa määrin yhteistoimintaa hankkeen eri osapuolten välillä. (Salmiinen, 2017) Yhteisvastuumuodot sopivat erityisesti monimutkaisiin ja laajoihin hankkeisiin, joissa on paljon riskejä ja mahdollisuuksia (Junnonen & Kankainen, 2020). Moni-

mutkaisissa rakennushankkeissa riskien tunnistaminen on haastavaa. Riskit voivat toteutuessaan aiheuttaa merkittävästi ylimääräistä työtä ja erimielisyyksiä sopimusten tulokinnassa hankkeen osapuolten välille. Yhteisvastuullisilla toteutusmuodoilla pyritään vastaamaan tähän haasteeseen luomalla hankkeen osapuolista yhtenäinen projektitiimi hankkeen toteutukseen. (Takamaa, 2013)

Yhteisvastuumuotoisissa rakennushankkeissa sopimus pohjana voidaan käyttää projektinjohto- tai SR-sopimusta. Tämän lisäksi solmitaan kaikkia osapuolia koskeva yhteistyösopimus. Sopimusmallina voidaan käyttää myös juuri yhteistoiminnallisille hankkeille laadittua allianssisopimusta. (Salminen, 2017) Yleisimmät allianssisopimuksen osapuolet ovat hankkeen tilaaja, päätoteuttaja ja pääsuunnittelija sekä mahdollisesti rakennuttamisen ja valvonnan tuottava taho (Junnonen & Kankainen, 2020; RT 103239). Allianssin ulkopuoliset tahot ovat sopimussuhteessa johonkin allianssin osapuoleen, mutta allianssi johtaa suunnittelua ja hankintoja kuitenkin yhteistyössä (Junnonen & Kankainen, 2020).

#### **4.4.1 Yhteistoiminnallisten toteutusmuotojen eroavaisuudet projektinjohtomuotoihin**

Projektinjohtomuodoilla tavoitellaan hieman samantyylistä yhteistoiminnallisuutta, kuin yhteistoimintamuodoilla. Tämän vuoksi ne menevät usein sekaisin ja uudet mallit saataan kokea kilpailuksi projektinjohtomalleihin tottuneiden keskuudessa. Näissä toteutusmuodoissa on paljon yhtäläisyyksiä, mutta myös merkittäviä eroavaisuuksia. Taulukossa 3. on kuvattu eroavaisuuksia projektinjohtomuotojen ja yhteisvastuumuotojen välillä.



**Taulukko 3.** Projektinjohtomuotojen ja yhteisvastuullisten muotojen erot (Salminen, 2017)

Projektinjohtomuodot	Yhteisvastuulliset muodot
Kahdenkeskinen sopimus	Monenkeskinen sopimus
Riskienjakomekanismi; tavoitekustannus (+kustannuskatto).	Tavoitekustannus (kattokustannus rajatulla urakoitsijan riskillä) ja bonusjärjestelmä.
Urakoitsija tulee mukaan suunnittelunohjaukseen toteutussuunnitteluvaiheessa.	Osapuolet osallistuvat suunnittelunohjaukseen yhteistyössä alusta asti.
Osapuolikohtainen organisointi.	Pyritään yhteiseen projektiorganisaatioon.
Arvostetaan yleistä projektinjohto-osaamista.	Projektinjohdon lisäksi arvostetaan erikoisosaamista, jota voidaan hyödyntää jo suunnitteluvaiheessa.
Kaikki palvelut ja urakat kilpailutetaan.	Omien resurssien ja työvoiman käyttöä suositaan.

Kuten taulukosta 3. huomataan, yhteistoiminnalliset muodot ja projektinjohtomuodot eroavat toisistaan sopimussuhteiden osalta. Tämä on merkittävin eroavaisuus näiden toteutusmuotojen välillä. Toisin, kuin projektinjohtomuodoissa, yhteistoiminnallisessa sopimuksessa hankkeen osapuolille luodaan yhteinen kannustinmalli. Yhteisvastuullisissa urakoitsija tulee mukaan suunnittelunohjaukseen varhaisemmassa vaiheessa, kuin projektinjohtomalleissa. Projektinjohtomalleissa vastuunjako urakoitsijan ja rakennuttajan välillä on toteutussuunnitteluvaiheessa epäselvä, sillä vaikka urakoitsija ohjaa suunnittelua sen toteutuskelpoisuuden näkökulmasta, lopullinen päätösvalta on kuitenkin tilaajalla. Monet riitatilanteet projektinjohtomuodoissa liittyvät juuri tähän. (Salminen, 2017)

#### 4.5 Allianssi

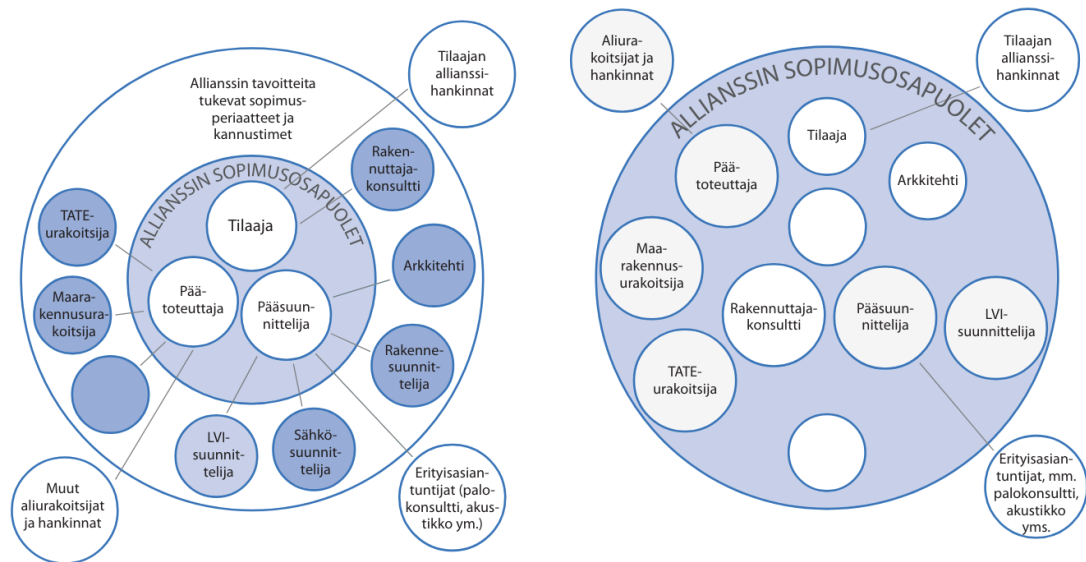
Allianssit ovat monimutkaisia organisatorisia muotoja, joita pidetään epätäydellisinä sopimuksina yritysten välillä. Alliansseihin liittyy tietojen siirto kumppaneiden kesken, mikä voi olla haastavaa johtuen näiden suhteiden hallintaan liittyvästä epäselvyydestä ja epävarmuudesta. Yritysten kokemus allianssien hallinnasta on keskeinen tekijä allianssin

arvontuoton kannalta. (Anand & Tarun, 2000) Allianssin hallintaan liittyy olennaisesti koordinointi-, viestintä- ja ongelmanratkaisutaidot. Allianssien hallintakyky mahdollistaa yrityksille paremmin toimivan yhteistoiminnan ja keskeisten strategisten tavoitteiden saavuttamisen. (Schreiner et al., 2009) Kyvykyys hallita projektiallianssi kattaa taidot, jotka ovat tarpeen menestyksekkääseen projektin aloitukseen ja toteutukseen (Hietajärvi et al., 2016).

Allianssimallin lähtökohtana ovat yhteistoiminnalliset periaatteet ja arvot (RT 103239). Tällaisia ovat esimerkiksi luottamus, sitoutuminen ja yhteistyö. Näitä periaatteita voidaan pitää ehdottomina ja jos jokin niistä ei toteudu, niin hankkeen toteutus ei ole allianssimainen (Lahdenperä, 2009, Takamaa, 2013 mukaan). Myös Hietajärvi et al. (2016) painottaa artikkelissaan allianssimaisen ajattelun tärkeyttä. Projektiin liittyvien tietojen ja ajattelutavan merkityksen jakaminen kaikille allianssiorganisaation toimijoille on tärkeää, jotta saadaan luotua edellytykset onnistuneelle yhteistyölle hankkeessa.

Kuten yhteistoiminnallisissa hankkeissa yleisesti, myös alliansseissa sopimusosapuolia voi olla tilaajan, päätoteuttajan ja pääsuunnittelijan lisäksi myös muita, kuten rakennuttajakonsultti ja erikoisurakoitsija. (RT 103239)

Kuvassa 18. on esitetty kaksi esimerkkiä allianssihankeiden osapuolten välisestä sopimusrakenteesta.



**Kuva 18.** Esimerkki allianssihankeiden sopimusrakenteista (RT 103239)

RT 103239 kortissa allianssimallin keskeisiksi strategisiksi tavoitteiksi on listattu:

- Mahdollisuuksien hyödyntäminen sekä taloudellisten ja toiminnallisten riskien pienentäminen monimuotoisissa ja haastavissa rakennushankkeissa.
- Hankkeen nopeampi, laadukkaampi ja edullisempi toteutus.

- Hankkeen tuottavuuden parantaminen.
- Innovatiivisuuden lisääminen ja osaamisen kehittäminen hankkeen toteutuksessa.
- Avoimen ja luottamukseen perustuvan toimintakulttuurin luominen.
- Ristiriitojen minimoiminen ja hyvän yhteishengen luominen.
- Hankkeen onnistuminen kaikkien osapuolien osalta.

Hietajärvi et al. (2017) ja Doz (1996) korostavat artikkeleissaan tavoitteiden asettamisen, sitoutumisen, innovaatioiden ja sopeutuvan käyttäytymisen roolia allianssiprojektin lopputulosten edistämässä. Vaativien tavoitteiden ja päämäärien asettaminen on suuressa merkityksessä allianssiprojektin kehitysvaiheessa. Yhteisesti määrittelemällä tiukat keskeiset tulosalueet ja tavoitteet, allianssiorganisaatio parantaa sitoutumistasoa ja varmistaa projektin kokonaisvaltaisen näkemyksen alusta alkaen. Tämä lähestymistapa haastaa yksilöitä etsimään parempia ratkaisuja ja mahdollisuuksia, edistäen jatkuvan parantamisen ja innovaation kulttuuria allianssiprojektissa. (Hietajärvi et al., 2017)

Toisaalta Doz (1996) käsittelee artikkelissaan yhteistyön kehittymistä strategisissa alliansseissa, korostaen kuinka yritysten välisten allianssien alkuolosuhteet voivat muovata yhteistyöprosessia ja vaikuttaa projektin lopputuloksiin. Tutkimuksessa käsitellään mahdollisuutta siihen, että korkean panoksen projektien aiheuttama stressi saattaa johtaa haluun pelata varman päälle, mikä voi tukahduttaa oppimista ja organisaation sopeutumista tavoitteisiin.

Jotta allianssin tavoitteet voidaan saavuttaa, on huomiota kiinnitettävä erityisesti seuraaviin vaatimuksiin (RT 103239):

- Kaikkien allianssisopimuksen osapuolten tulee omaksua siihen liittyvät toimintatavat sekä yhteistoimintamenettelyjen perusteet.
- Allianssin kaikissa osapuolissa tulee olla mukana riittävä määrä osaamista toteutusmuodon ja hankkeen asettamien vaatimusten täyttämiseksi.
- Allianssiorganisaation tehtävänä on luoda ja ylläpitää luottamuksellista ilmapiiriä hankkeessa sekä jatkuvasti kehittää hankkeen johtamista.
- Tilaajan tulee varmistaa, että heidän resurssinsa ovat osaavia ja heillä on riittävästi aikaa osallistua allianssin edellyttämään yhteistyöhön.

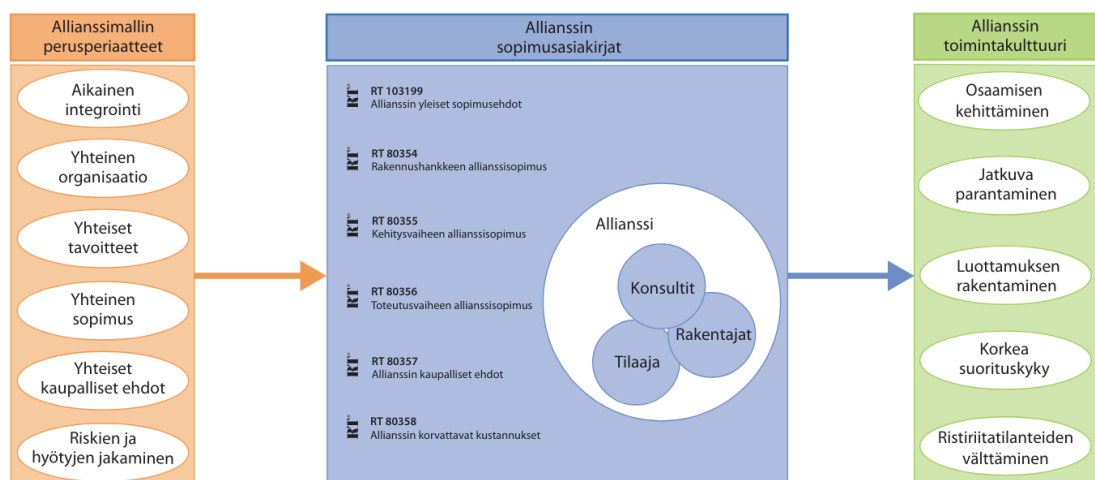
Yhteiset tilaratkaisut, työskentelytavat ja tietotekniset sovellukset voivat auttaa allianssin sitoutumisen, luottamuksen ja avoimuuden kehittämisessä. Sitoutuminen on avainasemassa erityisesti hankkeeseen liittyvien ongelmien ratkaisussa ja toiminnan jatkuvassa

kehittämisessä. Luottamusta aletaan rakentaa jo allianssin muodostamisvaiheessa, erityisesti työpajoissa, jotka ovat olennainen osa allianssimallin mukaista työskentelytapaa. Avoimuutta voidaan saavuttaa esimerkiksi yhteisen työskentelytilan eli *Big Roomin* avulla. (RT 103239) Hankkeen osapuolet voivat työskennellä siellä yhdessä. Näin luodaan mahdollisuus jatkuvaan matalan kynnyksen vuoropuheluun. Big Roomilla tarkoitetaan nykyään fyysisen tilan lisäksi myös erilaisia toimintamalleja, joilla yhteistyötä edistetään. (Salminen, 2017) Avoimuuteen liittyy myös hankkeen kustannusrakenteen läpinäkyvyys allianssin osapuolten välillä (RT 103239).

Hankkeeseen sitoutuminen vaatii allianssin osapuolten henkilöstön henkilökohtaista taitoa. Sitä voidaan edesauttaa yhteisen päätöksenteon, oikeanlaisen organisaation ja erilaisten kannustinjärjestelmien avulla. Hyvään suoritukseen ohjaava kannustinjärjestelmä mahdollistaa allianssin osapuolten yhteisen riskien ja mahdollisuuksien jakamisen. Palkkiot määräytyvät hankkeen keskeisten tavoitteiden saavuttamisen perusteella, mikä kannustaa sopimusosapuolia ottamaan toistensa näkemykset huomioon ja toimimaan tehokkaasti yhteistyössä menestyksekkään hankkeen toteuttamiseksi. (RT 103239)

Allianssimallissa keskeistä on tuottaa arvoa tilaajalle. Arvoa rahalle-periaate ohjaa allianssin osapuolten toimintaa. Arvoa rahalle-periaate pohjautuu hankkeen tavoitekustannuksiin ja keskeisiin tavoitteisiin. Kun tämä periaate huomioidaan hankkeen johtamisessa, mahdollistetaan merkittävien innovaatioiden ja kustannussäästöjen saavuttaminen. Mahdollisimman alhaiset kustannukset eivät kuitenkaan ole allianssin tavoite. Allianssilla toteutetuissa hankkeissa pyritään korkeaan laatutasoon ja hyviin toiminnallisiin ominaisuuksiin tavoitekustannuksen puitteissa. (RT 103239)

Kuvassa 19. on esitetty onnistumisen osatekijöitä allianssihankkeen läpiviennissä.



**Kuva 19.** Havainnekuva allianssihankkeen onnistumisen osatekijöistä (RT 103239)

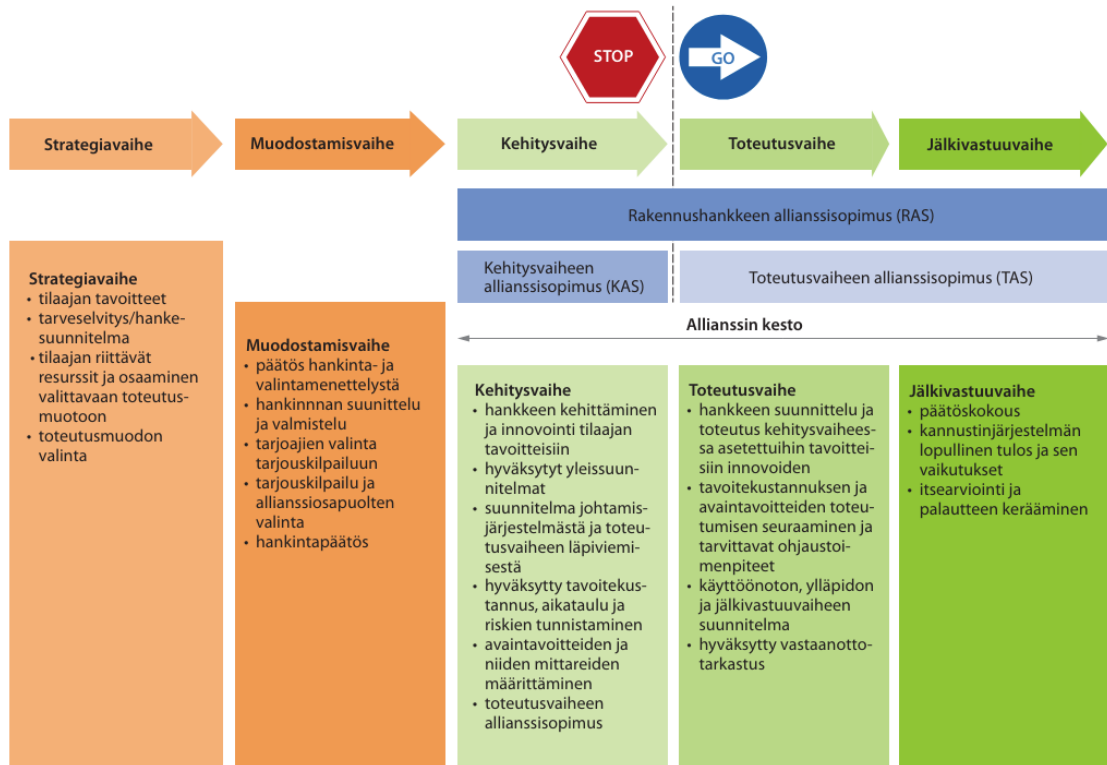
Useat tutkijat ovat korostaneet, että yritysten välisten yhteistyöprojektien kriittiset haasteet liittyvät epävarmuuksiin, jotka koskevat kumppaneiden yhteistyömotivaatiota ja tehtävien keskinäisen riippuvuuden hallintaa. Näihin haasteisiin voidaan puuttua allianssin muodostamisvaiheessa valitsemalla sopivat kumppanit, luomalla sopiva hallintorakenne tai neuvottelemalla asianmukainen sopimus. Allianssin asianmukaista muodostamista ja suunnittelua pidetään keskeisinä keinoina näiden ongelmien ratkaisemiseksi. (Schreiner et al., 2009)

Hietajärvi et al. (2017) kertovat, kuinka heidän artikkelissaan käsiteltävässä allianssi-hankkeessa allianssiorganisaatio kannusti ideointiin ja tunnisti mahdollisuuksia projektin aikana. Organisaatio käytti yksilöllisiä kannustimia ja työpajoja edistääkseen innovaatiokulttuuria ja ideointia projektin jäsenten keskuudessa. Päätöksentekoprosessi suunniteltiin joustavaksi ja tehokkaaksi, jolloin päätökset tehtiin oikealla organisaatiotasolla tarpeettomien viivästysten välttämiseksi. Organisaatio etsi aktiivisesti parannusmahdollisuuksia sitouttamalla ulkoisia sidosryhmiä ja vertailemalla tekemistä muihin infrastruktuuriprojekteihin. Artikkelissa korostetaan avoimen viestinnän, positiivisen asenteen uusia ideoita kohtaan sekä jäsennellyn mahdollisuuksien hallinnan merkitystä allianssiprojektissa. Nämä ovat hyviä esimerkkejä allianssimaisen ajattelutavan toteutumisesta projektissa.

#### **4.5.1 Allianssihanke vaiheet**

Allianssihanke jaetaan ajallisesti peräkkäisiin vaiheisiin, joista jokaisessa on omat päätöksentekopisteensä. Nämä vaiheet ovat *strategiavaihe*, *muodostamisvaihe*, *kehitysvaihe*, *toteutusvaihe* ja *jälkivastuvaihe*. Allianssihankeiden vaiheistuksissa on eroja muihin toteutusmuotoihin verrattuna, mutta siinä huolehditaan kuitenkin samoista rakentamisen, suunnittelun, rakentamisen ja valvonnan tehtävistä kuin muillakin toteutusmuodoilla toteutetuissa hankkeissa. (RT 103239)

Allianssihanke noudattaa talonrakennushankkeen vaiheistusta niin, että hankkeen tarveselvitys ja hankesuunnitelma laaditaan *strategiavaiheessa*. Ehdotus- ja yleissuunnitelmien laatiminen sekä toteutuksen edellyttämien lupien hankkiminen tehdään allianssihankeissa *kehitysvaiheessa*. Kehitysvaiheen päätteeksi tilaaja tekee päätöksen hankkeen jatkamisesta toteutusvaiheeseen. *Toteutusvaiheessa* laaditaan hankkeen lopulliset toteutussuunnitelmat ja toteutetaan hanke. Allianssihankeiden jälkivastuvaihe vastaa tavanomaisen rakennushankkeen takuu-aikaa. (RT 103239) Kuvassa 20. on esitetty allianssihankeiden eri vaiheisiin kuuluvia keskeisiä tehtäviä.



**Kuva 20.** Allianssihankkeen vaiheistus ja eri vaiheisiin liittyvät tehtävät (RT 103239)

Kuten kuvasta 20. nähdään, allianssisopimus solmitaan muodostamisvaiheen jälkeen ennen kehitysvaiheen alkamista, kun osapuolet allekirjoittavat kehitysvaiheen allianssisopimuksen (KAS). Kehitysvaiheesta siirrytään toteutusvaiheeseen tilaajan niin päättyessä. Silloin allekirjoitetaan toteutusvaiheen allianssisopimus (TAS).

## 5. HAASTATTELUTUTKIMUS

Haastattelua voidaan pitää yhtenä käytetyimmistä tiedonhankinnan menetelmistä. Kysymistä käytetään arkielämän sosiaalisissa tilanteissakin ensisijaisena tiedonhankinnan keinona. (Ruusuvuori et al., 2005) Haastatteluja verrataan usein keskusteluun, sillä niissä on paljon samoja piirteitä, kuten kielellinen ja ei-kielellinen kommunikaatio sekä molempien osapuolten vaikutus toinen toisiinsa (Hirsjärvi & Hurme, 2022). Haastattelut tai sen kaltaiset keskustelutilanteet ovat merkittävässä osassa tavanomaisissa arjen asiointitilanteissa. Esimerkkejä tällaisista ovat esimerkiksi lääkärissä käynti, työhaastattelu tai erilaisissa virastoissa asiointi. (Ruusuvuori et al., 2005) Haastattelut eroavat keskusteluista yhdessä merkittävässä suhteessa. Haastattelu on ennalta suunniteltua päämäärähakuista toimintaa, joka tähtää informaation keräämiseen. Keskustelu ei välttämättä ole tällainen vaan sillä voi olla pelkkä yhdessäolofunktio. (Hirsjärvi & Hurme, 2022)

Tutkimushaastattelut ovat yksi haastatteluiden muoto. Niissä kerättyä tietoa voidaan käyttää käytännön ongelmien ratkaisuun, mutta vasta, kun tieto on tieteellisin menetelmin varmennettu ja tiivistetty. Hirsjärvi & Hurme (2022) kertovat kirjassaan, että tutkimushaastatteluilla on seuraavia luonteenomaisia piirteitä:

- Haastattelu on ennalta suunniteltu ja haastattelija on perehtynyt tutkimuksen kohteeseen. Haastattelijan tulee pyrkiä saamaan haastattelusta luotettavaa tietoa tutkimusongelman kannalta tärkeisiin alueisiin.
- Haastattelu on haastattelijan järjestämä ja ohjaama.
- Haastatteliija joutuu yleensä motivoimaan haastateltavaa ja ylläpitämään hänen motivaatiotaan.
- Haastatteliija tuntee oman roolinsa ja tuo sen esiin niin, että haastateltava oppii sen haastattelun kuluessa.
- Haastateltavan on voitava luottaa siihen, että annettuja tietoja käsitellään asianmukaisesti.

Tutkimushaastatteluita voidaan jakaa strukturointiasteen perusteella. Strukturointiasteella tarkoitetaan sitä, kuinka kiinteästi kysymykset on muotoiltu ja kuinka paljon haastatteliija jäsentää tilannetta. Strukturoinnin määrän perusteella jaettuja haastattelulajeja ovat esimerkiksi strukturoitu haastattelu, puolistrukturoitu haastattelu, strukturoimaton haastattelu ja teemahaastattelu.

## 5.1 Asiantuntijahaastattelujen tiedot

Tässä työssä haastattelumuotona käytettiin puolistrukturoitua teemahaastattelua. Haastattelut henkilöt ja heidän tittelinsä on esitetty taulukossa 4.

**Taulukko 4.** Asiantuntijahaastattelujen tiedot

Haastateltava	Titteli
Mika Maranko	Senior Project Manager, Helen Oy
Jari Hassinen	Projektipäällikkö, P2X Solutions Oy
Juhani Karppelin	Liiketoimintajohtaja, kiinteistörakennuttaminen, Welado Oy
Jyrki Kataja	Liiketoimintajohtaja, ratarakennuttaminen, Welado Oy
Mira Saarentaus	Projektipäällikkö, ratarakennuttaminen, Welado Oy
Tomi Nurmela	Toimitusjohtaja, Readcon Oy
Jarmo Mäkelä	Projektipäällikkö, kiinteistörakennuttaminen, Welado Oy
Haastateltava A	Kansainvälisen asianajotoimiston johtotehtävät

Haastattelut teemoitettiin kirjallisuustutkimuksen havaintojen perustella. Teemat olivat:

- Prosessiteollisuuden investointiprojektin käynnistysvaiheen hallinta.
- Uusiutuvan vedyn tuotantolaitosprojektin hallinta.
- Projektin johtaminen ja hallinta sekä osapuolten välinen yhteistoiminta.
- Toteutusmuotojen ominaisuudet, käytännön kokemukset ja vertailu.
- Hankkeen osapuolten välisiin sopimukseen liittyvät ominaisuudet ja mahdolliset ongelmakohdat.

Ohjaavat haastattelukysymykset on esitetty liitteessä A.

## 5.2 Asiantuntijahaastattelujen tulokset

### 5.2.1 Prosessiteollisuuden investointiprojektin käynnistysvaiheen hallinta

Investointiprojektin käynnistysvaihe voidaan jakaa karkeasti projektin johtamiseen liittyviin toimiin, suunnitteluun ja hankintoihin. Maranko (Haastattelu 2024) tarkastelee asiaa



haastattelussa IPECC (Initiation, Planning, Execution, Controlling, Closing) projektinjohtamisen periaatteiden kannalta niin, että projekti on jo alustettu ja suunniteltu. Projekti on siis toteutusvaiheessa.

Maranko (Haastattelu 2024) kertoo, että projektissa suoritetaan ennen rakennusvaiheen alkamista seuraavia tehtäviä:

- Laaditun ja ylläpidettävän projektisuunnitelman edellyttämiä projektinhallinnan tehtäviä.
- Esiselvityskierroksia, joiden perusteella päätetään projektin jatkamisesta ja tilaajaorganisaatiosta riippuen saatetaan tehdä jo investointipäätös hankkeelle.
- Projektissa toteutettavan laitoksen suunnittelua. Hankkeen tilaaja hankkii lähes poikkeuksetta prosessiteollisuushankkeissa näiden tehtävien suorittamisen ulkoistettuina konsultti- ja suunnittelupalveluina.
- Projektin toteuttamiseen vaadittavia hankintatoimen tehtäviä. Hankintoja ovat muun muassa laitoksen laitteet ja järjestelmät, materiaalit, urakat ja käyttöönottoon liittyvät tehtävät.

Mäkelä (Haastattelu 2024) painottaa haastattelussa tarveselvityksen ja hankesuunnittelun tärkeyttä hankkeen onnistumisen kannalta. Suurissa projekteissa käynnistysvaiheeseen tulee panostaa riittävästi, sillä ongelmien tunnistaminen suunnitteluvaiheessa pienentää niistä aiheutuvia kustannuksia merkittävästi.

Saarentaus (Haastattelu 2024) suosittelee kehitysvaihetta kaikkiin monimutkaisiin hankkeisiin riippumatta siitä, mikä hankkeen toteutusmuoto ja sopimusmalli on. Mäkelä (Haastattelu 2024) näkee, että hankkeen kehitysvaiheeseen tulee ottaa mukaan poikkitieteellistä asiantuntemusta matalalla kynnyksellä, jotta ratkaisuja voidaan tarkastella monesta eri näkökulmasta. Esimerkiksi eri suunnittelualoja, kuten palo- ja LVI-suunnittelun asiantuntijoita tulee hänen mukaansa kuulla, jotta he voivat antaa omia näkemyksiään eri toteutusratkaisuihin. Myös Maranko (Haastattelu 2024) pitää tärkeänä, että projekti suunnitellaan eri osapuolten kesken yhdessä ja tähän varataan riittävästi aikaa.

Rakennuttamisen kirjallisuudessa esitetyt tarveselvityksen ja hankesuunnittelun tehtävät vastaavat pitkälti prosessiteollisuushankkeiden käynnistysvaiheen tehtäviä. Prosessiteollisuushankkeissa prosessi ja sitä ohjaavat, turvallistavat ja tukevat järjestelmät ovat kuitenkin merkittävän laajoja ja vaativat paljon erityisosaamista. Niiden osuus hankkeen kokonaiskustannuksista on myös erittäin suuri. Niihin tulee kiinnittää erityistä huomiota projektin johtamisessa, suunnittelussa ja hankintojen tekemisessä. Muuten pro-

sessiteollisuushankkeiden käynnistysvaiheessa pätevät samat lainalaisuudet, kuin rakentamisen kirjallisuuden tarveselvityksessä ja hankesuunnittelussa. (Maranko, haastattelu 2024)

Projektin käynnistysvaiheessa sen budjettia aletaan rakentamaan toteutettavuusselvitysten avulla. Niiden tarkkuudelle asetetaan vaatimuksia esimerkiksi AACE-kustannustarkkuusluokituksen ja FEL-vaiheistuksen avulla. Toteutettavuusselvitysten ensimmäisellä kierroksella pyritään määrittämään karkea arvio hankkeen kustannuksista. Maranko (Haastattelu 2024) kertoo että Helen Oy:n uusiutuvan vedyn tuotantolaitosprojektista toteutettavuusselvityksen FEL1-vaiheen kustannustarkkuuden tavoitetaso oli -50 % - +100 %. Tämän kustannustason määrittäminen vaatii jonkin verran suunnittelua, markkinatutkimusta ja toteutettuihin projekteihin tutustumista, jotta voidaan arvioida tällaisen laitospjektin kokonaiskustannuksia. Samalla arvioidaan hankkeen aikataulua yleensä selvitystä tekevän ryhmän kokemuksiin perustuen.

Helen Oy:n projektin toteutettavuusselvityksen toisella kierroksella Maranko (Haastattelu 2024) kertoo, että selvitys tehdään FEL2-luokituksen mukaisesti. Siinä kustannustarkkuus pyritään saamaan +/- 30 % tasoon, mutta pysymään kuitenkin vähintään -40 % - +50 % rajoissa. Tämän tarkkuustason saavuttaminen vaatii budjettikyselyiden tekemistä toimittajille esimerkiksi päälaitteisiin, kompressointiin ja automaatiojärjestelmiin liittyen. Kuten on todettu, prosessiteollisuushankkeissa päälaitteet ovat merkittävässä osassa hankkeen kokonaiskustannuksista ja siksi on oleellista saada niille riittävän tarkka budjetti-arvio, jotta hankkeen kokonaiskustannuksia voidaan arvioida riittävän tarkasti. Hän kertoo, että Helen Oy:n hankkeessa päälaitteiden osuus kokonaiskustannuksista on noin 50 %–60 %. Kokonaiskustannusten loppuosan suuruutta arvioitaessa projektitoimittajat voivat pohjata arviotaan aiempiin kokemuksiinsa teollisuuden hankkeista. Tässä vaiheessa toteutettavuusselvitystä kustannusarviolle tehdään myös herkkyysanalyysia esimerkiksi Monte Carlo-analyysimenetelmää käyttäen. Näin saadaan määritettyä todennäköisyys sille, että kustannukset asettuvat tietylle hintavälille. Tässä vaiheessa aikatauluarviota pystytään muodostamaan jo kvartaalitarkkuudella perustuen toteutettavuusselvitykseen.

Maranko (Haastattelu 2024) kertoo, että prosessisuunnittelun ja hankintatoimen tehtävät toteutetaan projektin käynnistysvaiheessa paketteina ja niillä on riippuvuussuhde toisiinsa. Suunnitelma- ja hankintapaketit edistävät toinen toistaan ja mahdollistavat toistensa etenemisen aikataulun mukaisesti. Esimerkiksi prosessiteollisuushankkeen käynnistysvaiheessa suunnitelmia edistetään niin pitkälle, että laitoksen päälaitteiden ja järjestelmien tekniset spesifikaatiot ja määrittelyasiakirjat voidaan julkaista ja muodostaa niistä suunnittelupaketti, jonka perusteella tarvittavat hankinnat voidaan käynnistää.

Hankinnat tehdään ennalta määritetyn aikataulun mukaisesti, ja toimitusseurannan avulla varmistetaan, että suunnitelmien perusteella tehdyn hankintapaketin sisältämän kokonaisuuden tekniset spesifikaatiot saadaan toimittajilta aikataulun mukaisesti jatko-suunnittelua varten. Jatkosuunnitelmista muodostetaan seuraava hankintapaketti hankintaprosessin seuraavaa vaihetta varten.

Marangon (Haastattelu 2024) mukaan kaikki tehtävät liittyvät toisiinsa ja oikea-aikaisesti suoritettuina ne mahdollistavat ennalta määritellyn aikataulun toteutumisen. Hän sanookin, ettei töiden oikea-aikaisuutta ja yhteensovittamista voi painottaa liikaa hankkeen käynnistysvaiheessa. Suunnittelu- ja hankintapaketien tulee valmistua oikea-aikaisesti, jotta ne edistävät toinen toistaan. Tämä vaiheiden limittäminen vaatii erittäin laadukasta projektinhallintaa

### **5.2.2 Uusiutuvan vedyn tuotantolaitosprojektin hallinta**

Marangon (Haastattelu 2024) mukaan vety ei aineena tuo paljoakaan uutta muihin prosessiteollisuushankkeisiin verrattuna. Myös Hassinen (Haastattelu 2024) toteaa, että vetyä on valmistettu jo pitkään ja aineena vety ei ole teollisuudessa uusi. Uutuutena tässä työssä tarkasteltavissa hankkeissa on se, että vety tuotetaan elektrolyysin avulla hiilineutraalisti. Maranko (Haastattelu 2024) sanoo, että esimerkiksi viranomaiset ovat vielä jossain määrin kokemattomia tällaisten hankkeiden käsittelyssä. Myös prosessien turvallistaminen korostuu vetyhankkeissa. Hassinen (Haastattelu 2024) toteaa, että tällaisissa hankkeissa esimerkiksi prosessisuunnitteluun tarvitaan vetyalan osaajia.

Haastateltava A (Haastattelu 2024) mukaan hiilineutraaliin vetyyn liittyvät regulatoriset asiat vaikuttavat tuotantolaitosprojektien hallintaan etenkin aikataulun kannalta. Regulatoriset ongelmat saattavat aiheuttaa viivästyksiä offtake-sopimusten laidinnassa. Hänen mukaansa tuotantolaitosprojektille ei todennäköisesti tehdä investointipäätöstä ennen, kuin tuotettavalle vedylle on solmittu offtake-sopimus. Erityisesti elektrolyysilaitteistojen vaatimat suuret investoinnit hidastavat tuotantolaitosprojektien investointipäätösten tekemistä. Elektrolyysilaitteistojen vaatimien investointien laskiessa myös tuotettavan vedyn hinta laskee ja hän näkee, että silloin offtake-sopimuksia saadaan solmittua todennäköisemmin ja projektien investointipäätökset saadaan tehtyä nopeammin.

Hassinen (Haastattelu 2024) kertoo, että Harjavallan vetylaitosprojektissa toteutusmuotona on EPCM-projektimalli. P2X Solutions teki projektin alussa strategisen valinnan ja päätti toimia itse hankkeen EPCM-toteuttajana. P2X Solutions toimii siis itse hankkeen pääasiallisena projektinjohtajana ja hankkii EPCM-toteutusmuotoon liittyvät suunnittelu- ja hankintatehtävät sekä rakennusvaiheen projektinhallinnan suorittamisen ulkopuolisina palveluina.

Hassinen (Haastattelu 2024) toteaa, että EPCM-toteuttajana P2X Solutions pääsi näkemään ja vaikuttamaan suoraan projektin toteutukseen, eikä asioita jäänyt piiloon. Näin olisi voinut käydä esimerkiksi silloin, jos he olisivat olleet tilaajan asemassa ja ostaneet EPCM-toteutuksen ulkopuolisesta palvelun tarjoajalta. EPCM-toteuttajana toimiessaan P2X Solutions maksimoi saadun opin määrän ensimmäisestä uusiutuvan vedyn tuotantolaitosprojektistaan. Toisaalta EPCM-toteutusmuodon valinnan takana oli myös se, että realistisia EPC-toimittajavaihtoehtoja ei ollut tarjolla vetypuolella silloin, kun Harjavallan projektia lähdettiin toteuttamaan.

Hassinen (Haastattelu 2024) kertoo, että EPCM-projektimallin etuna on projektin aikana ollut se, että se sallii muutosten tekemisen kesken projektin toteuttamisen. Esimerkiksi EPC-sopimusta tehdessä projekti täytyy pystyä määrittämään melko tarkasti. Ensimmäisen vetylaitosprojekti kohdalla tämä olisi ollut hyvin haastavaa ja siksi EPCM-malli oli tähän projektiin paremmin soveltuva toteutusmuoto. P2X Solutionsin toimiminen itse EPCM-toteuttajana projektissa vaikutti Hassisen (Haastattelu 2024) mukaan merkittävästi siihen, että hankkeelle asetetussa tiukassa aikataulussa pysyttiin. Esimerkiksi urakoitsijoiden kanssa suora kommunikointi mahdollisti nopean reagoimisen muutoksiin ja haasteisiin projektin aikana.

Yksi laitoksen sijaintiin vaikuttava asia oli elektrolyysiprosessin toisen raaka-aineen eli sähkön saatavuus. Harjavallan laitos sijaitsee 110 kV sähkölinjan vieressä. Hassinen (Haastattelu 2024) toteaa sen olleen merkittävä tekijä laitoksen sijainnin valinnan kannalta sen vuoksi, että kauempana sijaitsevalle laitokselle sähkön tuomisesta vastaisi sähköyhtiö. Tällöin P2X Solutions ei olisi voinut vaikuttaa aikatauluun sähkön saannin osalta. Toinen merkittävä tekijä laitoksen sijainnin valinnassa oli lopputuotteen asiakas. Hassinen (Haastattelu 2024) kertoo myös, että Harjavallan kunta oli myötämielinen hankkeen suhteen ja tälläkin oli vaikutusta laitoksen sijainnin valinnassa.

Harjavallan laitokselle haettiin ennakkopäätös siitä, vaatiiko hanke ympäristövaikutusten arvioinnin tekemistä. Päätöksen mukaan arviointia ei tarvinnut tehdä. Hassinen (Haastattelu 2024) kertoo, että lupaprosessin edistäminen hankkeen alkuvaiheessa on haastavaa, sillä hankkeen investointipäätöstä varten tulee hakea tarvittavia lupia ja lupien hakeminen taas edellyttää melko pitkälle vietyä suunnittelua. Harjavallan hankkeen lupaprosessista Hassinen (Haastattelu 2024) mainitsee sen, että viranomaiset olivat hie-man varovaisia myönnettävien lupien kanssa, sillä he muodostivat Harjavallan hankkeen kohdalla ennakkotapauksen muita uusiutuvan vedyn tuotantolaitosprojekteja varten. Hän uskoo kuitenkin, että luvitusten kannalta vedyn tuotantolaitokset vastaavat tulevaisuudessa tavanomaisia teollisuuslaitoksia.

Harjavallan projekti toteutettiin kireällä aikataululla ja suunnittelun, hankintojen ja rakentamisen ajallinen limittäminen oli merkittävässä roolissa aikataulun kannalta. Hassinen (Haastattelu 2024) kertoo, että yksi suurimmista haasteista hankkeen toteutuksen aikana oli saada hankintojen ja suunnittelun välinen ketju toimivaksi. Päälaitteiden toimitusaikataululla oli merkittävä vaikutus Harjavallan projektin aikatauluun.

EPCM-toteuttajan vastuun ottaminen toi P2X Solutionsille mahdollisuuden vaikuttaa siihen millaisiksi palasiksi hankkeen rakennusprojekti jaettiin. Tämä mahdollisti sen, että urakoitsijat voitiin valita kilpailukykyisesti lähialueiden palvelun tarjoajista. Hassinen (Haastattelu 2024) kertoo, että he suosivat lähialueiden palveluntarjoajia siksi, että kustannukset ovat pienemmät silloin, kun urakoitsijoiden työntekijät voivat käydä kotoa käsin töissä.

Yhteistoiminnallisuudesta hankkeen rakennusvaiheen aikana Hassinen (2024) kertoo, että menettely vastasi tavanomaisen työmaan johtamisen määrittelemää yhteistoimintaa. Hankkeessa pidettiin päivittäin palaveri, johon osallistuivat kunkin kyseisenä päivän töissä olevan urakoitsijan edustajat. Näiden lisäksi pidettiin tavanomaiset työmaakokoukset. Yhteistoiminnan osalta Hassinen (Haastattelu 2024) korostaa haastattelussa tiedonkulkua ja sen toimivuutta. Hän kertoo myös, että haasteena yhteistoiminnallisuuden ja tiedonkulun osalta oli se, että suunnittelun, hankinnan ja rakentamisen palvelut hankittiin tässä hankkeessa eri palveluntarjoajilta. Tässä hän korostaa projektinjohdon roolia eri yrityksistä koostuvan projektitiimin toimivan yhteistoiminnan kannalta.

### **5.2.3 Projektin johtaminen ja hallinta sekä osapuolten välinen yhteistoiminta**

Kataja (Haastattelu 2024) näkee, että pelkkä laadukas substanssiosaaminen ei riitä suurten hankkeiden projektinjohtamiseen. Hänen mukaansa esimerkiksi allianssimallilla toteutetuissa hankkeissa projektiorganisaation toiminta kiteytyy projektipäällikön luomaan ilmapiiriin. Saarentaus (Haastattelu 2024) korostaa ihmisten johtamisen ja siihen liittyvien käytänteiden hallintaa suurten hankkeiden projektinjohto-organisaatiolta. Hänkin näkee, että substanssiosaaminen ei ole projektin johtamisen kannalta niin merkittävää, sillä suurissa hankkeissa projektiorganisaatio muodostuu eri alojen asiantuntijoista, joilta löytyy tarvittava substanssiosaaminen. Projektin johdon tehtävä on saada eri alojen asiantuntijat toimimaan samaa tavoitetta kohti.

Karpelin (Haastattelu 2024) näkee, että suuren kokoluokan prosessiteollisuushankkeissa projektitiimiltä vaaditaan seuraavia osaamisen osa-alueita:

- Ihmisten johtaminen, jotta projektitiimin toiminta saadaan johdettua kohti projektin tavoitteita.

- Tekninen osaaminen esimerkiksi prosessista ja siihen liittyvistä laitteista sekä rakentamisesta, jotta hankkeeseen liittyvää suunnittelua, hankintoja ja rakentamista voidaan johtaa tehokkaasti.
- Ymmärrys kustannusten muodostumisesta, jotta tiimi pystyy johtamaan hankkeen taloutta tehokkaasti.

Nurmelan (Haastattelu 2024) mukaan erityisesti teollisuushankkeissa prosessi ja siihen tarvittava laitteisto luovat raamit projektin muulle toimitukselle. Siksi on kriittistä, että projektiorganisaatiosta löytyy riittävä osaaminen niiden suunnitteluun ja hankintaan. On myös tunnistettava, mitkä kokonaisuudet ovat tavanomaisia ja markkinaehtoisesti hankittavissa, sekä sellaiset kokonaisuudet, joiden tehokas hankkiminen voi vaatia esimerkiksi erityisosaamista. Hän korostaa projektinjohtamisen tärkeyttä hankkeiden onnistumisen kannalta. Projektinjohto-organisaatiosta tulee löytyä riittävä osaaminen ja kokemus, jotta voidaan tunnistaa projektin toteutuksen kannalta oleellimmat asiat riittävän ajoissa ja hankkia niihin ratkaisut oikea-aikaisesti (Nurmela, Haastattelu 2024; Mäkelä, Haastattelu 2024).

Karppelin (Haastattelu 2024) näkee, että hankkeen eri osapuolten ottaminen mukaan projektiorganisaatioon mahdollisimman aikaisessa vaiheessa on hankkeen toteutuksen kannalta etu. Esimerkkinä hän antaa urakoitsijan mukaan ottamisen hankkeen suunnitteluvaiheessa eri suunnitteluratkaisuiden toteutuskelpoisuuden arviointiin. Hän näkee, että urakoitsija kannattaa ottaa mukaan jo suunnitteluvaiheessa yhdeksi jäseneksi eri toimijoista koostuvaa projektitiimiä. Myös Kataja (Haastattelu 2024) on sitä mieltä, että suurissa hankkeissa eri osapuolten mahdollisimman aikainen mukaan tuominen hankkeen toteutukseen on etu. Saarentauksen (Haastattelu 2024) mukaan erityisesti allianssissa on tärkeää, että tilaaja, suunnittelijat ja urakoitsija ovat aktiivisesti mukana projektiorganisaatiossa etenkin kehitysvaiheessa. Nurmelan (Haastattelu 2024) mukaan eri osapuolten mukaan ottamisesta projektiorganisaatioon tulisi keskustella aina projekti-kohtaisesti ja osapuolia tulisi tuoda mukaan siinä vaiheessa, kun heidän osaamisestaan on konkreettista hyötyä hankkeen toteutuksessa.

Maranko (Haastattelu 2024) nostaa haastattelussa erityistä huomiota vaativiksi seikoiksi prosessiteollisuushankkeiden johtamisessa *riskienhallinnan, dokumentoinnin, kommunikoinnin sekä toimijoiden välisen yhteistyön*. Hän näkee, että projektien epäonnistuminen johtuu useimmin näiden kokonaisuuksien epäonnistumisista. Maranko (Haastattelu 2024) sanoo myös, että näissä asioissa onnistutaan yllättävän harvassa projektissa.

**Riskienhallinta:** Laaja-alaisen työpajan käyttäminen riskien tunnistamisen apuvälineenä on yksi elementti, jolla voidaan tehostaa laajan hankkeen riskienhallintaa. Riskien

tunnistamisen lisäksi Maranko (Haastattelu 2024) suosittelee riskien vakavuuden ja vaikutusten arviointia riskityöpajassa. Ensisijaisesti työpajassa tulisi miettiä, miten riskin toteutuminen saadaan estettyä. Tämän lisäksi tulisi pohtia korjaavia toimenpiteitä, jos riski kuitenkin toteutuu.

Maranko (Haastattelu 2024) painottaa haastattelussa riskien määräajoin, esimerkiksi kerran kuussa tai kvartaalissa suoritettavan uudelleenarvioinnin tärkeyttä. Projektiorganisaatio muuttuu projektin edetessä ja siksi on tärkeää, että riskejä arvioidaan koko projektin toteuttamisen ajan siinä kussakin vaiheessa mukana olevan henkilöstön kesken.

Karppelinin (Haastattelu 2024) mukaan yhteistoiminnallisissa toteutusmuodoissa mahdollisuus tehokkaaseen riskienhallintaan kasvaa verrattuna perinteisiin toteutusmuotoihin. Hankkeeseen liittyviä riskejä voidaan analysoida laaja-alaisesti, kun hankkeen osapuolet osallistuvat riskien arviointiin yhteistyössä. Näin riskejä pystytään tunnistamaan tehokkaammin ja niiden toteutumisen estäminen ja vaikutusten minimointi helpottuu.

Marangon (Haastattelu 2024) mukaan hyvin järjestetyt riskityöpajat mahdollistavat riskien tunnistamisen, estämisen ja korjaavien toimenpiteiden tekemisen. Tämän toteutuminen on erittäin tärkeää, sillä muutoin riskit voivat tulla yllätyksinä ja niiden korjaavat toimenpiteet ovat reaktiivisia. Tunnistamattomat riskit johtavat usein uusiin epävarmuuksiin, joita niitäkään ei ole tunnistettu ja huomioitu. Nämä taas johtavat yleensä ainakin aikataulun venymiseen ja kustannusylityksiin.

**Dokumentointi:** Maranko (Haastattelu 2024) painottaa ajantasaisen ja oikean dokumentoinnin sekä dokumenttien saatavuuden tärkeyttä projektin toteutuksessa. Dokumentointiin tulee varata resursseja ja sitä varten tulee laatia ohjeet ja järjestelmä. Dokumentointiohjeiden sekä järjestelmän käyttökoulutusten ja -ohjeiden kommunikointi on tärkeää, jotta projektin henkilöstöllä on käytössään ajantasainen dokumentaatio ja he tietävät mistä ne löytyvät.

Kommunikoinnissa ja dokumentoinnissa on kyse tiedon hallinnasta ja jakamisesta. Näissä onnistuminen on kriittistä projektin aikataulu- ja kustannustavoitteiden kannalta.

**Kommunikointi:** Marangon (Haastattelu 2024) mukaan kommunikointi on ollut yksi suurimmista ongelmakohdista suurissa hankkeissa, joissa hän on ollut mukana. Hän kertoo, että projekteissa ongelmana on usein se, että osapuolet luulevat kommunikointia tapahtuneen sovitusti, mutta näin ei kuitenkaan ole tapahtunut. Projekteissa työskentelee satoja ihmisiä, joiden on vaihdettava tietoa keskenään. Sen vuoksi kommunikoinnin tulisi tällaisissa hankkeissa olla hyvin organisoitua muun muassa kokousmenettelyiden, sähköpostikäytänteiden, etäpalavereiden sekä muun kommunikoinnin osalta.

Nurmelan (Haastattelu 2024) mukaan on tärkeää, että hankkeeseen sovitaan käytännöt, miten kommunikointi eri osapuolten kesken toteutetaan. Hän näkee, että jo heti hankkeen alussa tulisi tehdä kattava viestintäsuunnitelma, jotta tehokas viestintä hankkeen aikana mahdollistuu. Hän toteaa myös, että viestintäsuunnitelmaa ja siihen liittyviä käytänteitä voi muuttaa hankkeen aikana, jos se nähdään tarpeelliseksi.

Mäkelän (Haastattelu 2024) mukaan suurissa hankkeissa projektin pilkkominen sopivan kokosiin osiin on kriittistä. Jos projekti pilkotaan todella pieniin osiin, siitä saattaa aiheutua eri toimijoiden tehokkaan yhteistoiminnan häiriintyminen. Projektia pilkottaessa vastualueisiin, tulisi toimijoita informoida kommunikoinnin toteuttamisesta hankkeen aikana ja valvoa, että kommunikointia tapahtuu sovitusti. Näin voidaan välttyä esimerkiksi siltä, että jokin toimijoista jää ilman tärkeää tietoa, joka vaikuttaa hänen työsuoritukseensa. Hän painottaa avoimen ilmapiirin ja riittävän vuorovaikutuksen tärkeyttä hankkeen osapuolten kesken.

**Toimijoiden välinen yhteistyö:** Maranko (Haastattelu 2024) kertoo, että kokeneesta projektipäälliköstä ja projektitiimistä huolimatta oikea-aikaisen yhteistyön toteutuminen on tällaisissa hankkeissa haastavaa. Avuksi tähän hän ehdottaa pitämään aikataulutettuja suunnittelu- ja yhteistyöpalavereja hankkeen avainhenkilöiden kesken. Tällöin ongelmat oikea-aikaisuudessa ja töiden ajoittumisessa tulisivat esille etukäteen ja niiden toteutuminen voitaisiin parhaimmassa tapauksessa estää tai ainakin sopia käytänteet ongelmien ratkaisemiseksi.

Karppelin (Haastattelu 2024) korostaa avoimuuden tärkeyttä hankkeen eri osapuolten välillä, jotta yhteistoiminta hankkeessa voisi toimia mahdollisimman tehokkaasti. Kun kaikki osapuolet tuovat ajantasaisen hankkeeseen liittyvän tiedon avoimesti muiden osapuolten tietoon, sitä pystytään parhaiten hyödyntämään ja hanketta voidaan edistää yhteistyössä kaikkien hankkeen toimijoiden kesken.

Katajan (Haastattelu 2024) mukaan erityisesti allianssissa osapuolten sitoutuminen yhteisiin tavoitteisiin ja toimiminen allianssihengen mukaisesti ovat avainasemassa toimivan projektinjohtamisen kannalta. Saarentaus (Haastattelu 2024) korostaa toimivan projektinjohtamisen kannalta eri osapuolten kohtaamisen tärkeyttä sekä selkeiden raamien asettamista sille, miten kyseisessä projektissa toimitaan. Kun kommunikaatio eri osapuolten välillä on avointa, ongelmien ratkaisu nopeutuu ja niistä aiheutuvat kustannukset pienenevät.

Kataja (Haastattelu 2024) näkee, että jatkuva kommunikaatio hankkeen eri osapuolten välillä on merkittävin tekijä suurten hankkeiden toimivan yhteistoiminnan kannalta. Tämä mahdollistuu esimerkiksi alliansseissa paljon käytetyn eri osapuolten välisen yhteisen



työskentelytilan eli **Big Roomin** avulla. Hänen mielestään fyysinen tila on tähän parempi vaihtoehto, kuin etäyhteyksien avulla ylläpidettävä kommunikointi. Myös Saarentaus (Haastattelu 2024) ja Mäkelä (Haastattelu 2024) korostavat projektitiimin yhteisen työtilan ja sen aktiivisen käytön tärkeyttä toimivan yhteistoiminnan kannalta, jos hankkeen koko ja tarjolla olevat resurssit sen mahdollistavat.

Saarentaus Haastattelu (2024) näkee myös hyvin toimivan pikaviestintäkanavan vaihtoehtona toimivan yhteistoiminnan tukemisessa, mutta näkee niissä haasteeksi sen, miten eri osapuolet saadaan sitoutumaan sen aktiiviseen käyttöön. Myös ajantasaisen tilannekuvan ylläpitäminen edistää Katajan (Haastattelu 2024) mukaan tehokasta viestintää hankkeessa. Mäkelä (Haastattelu 2024) näkee yhteisen ajan resursoimisen yhdeksi vaihtoehtoiseksi tavaksi edistää yhteistoimintaa hankkeessa. Hankkeen osapuolet voisivat esimerkiksi sopia, että he kokoontuvat etäyhteyksillä kerran viikossa muutaman tunnin ajaksi edistämään vain kyseistä projektia. Näin ratkaisuja voitaisiin pohtia yhdessä niin, että kaikkien osapuolten näkemykset tulevat huomioiduiksi.

Karppelin (Haastattelu 2024) näkee, että yhteistoiminnan laatua hankkeissa saataisiin parannettua esimerkiksi yhteistoiminnallisten toteutusmuotojen toimintatapoihin liittyvien koulutusten avulla. Niiden avulla voitaisiin saavuttaa tilanne, jossa hankkeen eri osapuolet ymmärtävät, miten projektin yhteisiin tavoitteisiin pyrkiminen olisi kaikkien osapuolten etu.

#### **5.2.4 Toteutusmuotojen ominaisuudet, käytännön kokemukset ja vertailu**

Projektin johtamisen kannalta oikean toteutusmuodon valinta on kriittistä. Karppelin (Haastattelu 2024) kertoo, että oikein valittu toteutusmuoto antaa mahdollisuuden hankkeen sujuvalle läpiviennille ja onnistuneelle projektitoteutukselle. Toisaalta väärin valittu toteutusmuoto saattaa johtaa epäselvyyksiin hankkeen osapuolten välisissä sopimussuhteissa ja niiden tulkinnassa. Tämä voi aiheuttaa esimerkiksi hankkeen aikataulun venymistä, budjetin ylittymistä ja heikkoa laatua.

Karppelinin (Haastattelu 2024) mukaan se, millainen toteutusmuoto soveltuu hankkeeseen parhaiten, riippuu muun muassa hankkeen kokoluokasta ja tilaajan resursseista. Myös Mäkelä (Haastattelu 2024) kertoo, että tilaajan osaaminen ja resurssit ovat merkittävät asia, joka vaikuttaa sopivan toteutusmuodon valintaan. Tilaajan on mahdollista tehdä merkittäviä kustannussäästöjä, jos osallistuu aktiivisesti projektin johtamiseen osana projektitiimiä. Tällöin tilaajan edustajalla on kuitenkin oltava päätösvalta projektin toteuttamiseen liittyviin asioihin, jotta projektin läpivienti on sujuvaa ja päätöksenteko on riittävän nopeaa.

Marangon (Haastattelu 2024) mukaan prosessiteollisuushankkeiden tilaajilla on usein vakiintunut käsitys siitä, millaisilla malleilla hankkeita on aiemmin toteutettu. Projektin alkuvaiheessa aikataulu on tiukka ja sen vuoksi tilaajat suosivat vakiintuneen käsityksensä mukaisesti heille ennalta tuttuja EPC- ja EPCM-projektimalleja.

Myös haastateltava A (Haastattelu 2024) kertoo, että suuria pääomainvestointeja vaativissa projekteissa tilaajat suosivat EPC- ja EPCM-projektimalleja. Pääomasijoittajat ovat usein tällaisissa, suuria investointeja vaativissa hankkeissa ulkomaisia ja heillä on tietyt toimintatavat, miten he haluavat projektit toteutettavan. Esimerkiksi sopimusehtojen osalta ulkomaisilla sijoittajilla on usein vaatimuksena, että hankkeissa käytetään FIDIC-sopimusehtoja, sillä he eivät tunne Suomessa laajasti käytettyjä YSE 1998- tai KSE 2013-sopimusehtoja.

Haastateltava A (Haastattelu 2024) kertoo, että vielä vakiintumattomissa vihreän siirtymän, kuten akku-, vety- ja toisen sukupolven polttoainelaitoshankkeissa sopimukset ovat lähes aina FIDIC-mallisia. Sijoittajilla voi olla myös omia, niin sanottuja house form-malleja. Ne perustuvat lähes poikkeuksetta kuitenkin FIDIC-ehtoihin. Eri sopimusehtojen yhdistäminen ei ole hänen mukaansa järkevää.

Karpelinin (Haastattelu 2024) mukaan kaikissa tässä työssä käsiteltävien toteutusmuotojen heikko kohta on hankkeen toimivan yhteistoiminnan häiriintyminen eri toimijoiden henkilökohtaisen katetavoittelun aiheuttamana. Hän kertoo, että esimerkiksi alliansseissa hankkeen osapuolet eivät välttämättä ymmärrä allianssimaisen ajattelutavan tärkeyttä hankkeen toteutuksen kannalta. Sen seurauksena osapuolten toiminta voi ohjautua oman edun tavoitteluun (Karpelin, haastattelu 2024; Maranko, haastattelu 2024). Tällöin projektin toteutus ei ole enää allianssimainen ja hankkeen onnistunut toteutus vaikeutuu. Myös Kataja (Haastattelu 2024) kertoo, että esimerkiksi allianssissa tavoite-kustannusten määrittelyssä saattaa ilmetä hankkeen osapuolten oman edun tavoittelua, joka voi johtaa osapuolten välisen luottamuksen heikentymiseen. Luottamus on yksi allianssin peruselementtejä ja siksi toiminta hankkeen osapuolten välillä tulisi olla avointa, jotta luottamus organisaation sisällä säilyy.

Karpelin (Haastattelu 2024) kertoo, että yhteistoimintaa korostavat toteutusmuodot soveltuvat erityisesti toteutukseltaan haastaviin hankkeisiin. Haasteet voivat olla esimerkiksi teknisiä, aikataulullisia tai taloudellisia. Suuren kokoluokan teollisuushankkeisiin liittyy yleensä useita tällaisia haasteita.

Katajan (Haastattelu 2024) mukaan allianssi soveltuu sellaisiin hankkeisiin, joille ei ole ennalta määriteltä selkeitä rajoja. Hän korostaa allianssin me yhdessä-toimintatapaa sen

suurimpana etuna verrattuna muihin toteutusmuotoihin. Allianssi mahdollistaa eri ratkaisuvaihtoehtojen vertailun hankkeen eri osapuolten toimesta niin, että ratkaisujen lähtökohtana on yhteisten tavoitteiden saavuttaminen. Myös Saarentaus (Haastattelu 2024) pitää allianssin yhteistoiminnallista toimintatapaa ja sen tuomaa ketteryyttä sen parhaina puolina. Hän sanoo, että allianssissa voidaan keskittyä teknisten ratkaisujen löytämiseen yhteistyössä, eikä hallinnollisten asioiden hoitamiseen tarvitse käyttää niin paljon aikaa. Maranko (Haastattelu 2024) näkee allianssin suurimpana hyötynä sen, että kaikki toiminta pohjautuu yhteisen tavoitteen ympärille. Projektin onnistuminen kaikilla osa-alueilla on kaikkien osapuolten etu. Mäkelä (Haastattelu 2024) pitää allianssin kehitysvaihetta sen parhaana puolena. Kehitysvaiheessa esimerkiksi hankkeen ja hankintojen suunnittelemiseen käytetään aikaa ennen varsinaisten hankintojen ja rakennustöiden aloitusta. Näin voidaan saavuttaa merkittäviä kustannussäästöjä, kun mahdolliset rakennusaikaiset ongelmat on voitu tunnistaa kehitysvaiheen aikana.

Heikkoutena Saarentaus (Haastattelu 2024) näkee allianssimallissa sen, että se on projektin toteutusmuotona melko raskas ja vaatii paljon projektihenkilöstöä. Hän kertoo, että allianssihankeeseen yhteiskustannukset ovat merkittävästi suuremmat verrattuna moneen muuhun toteutusmuotoon. Tämän vuoksi allianssi soveltuu parhaiten suuriin ja monimutkaisiin hankkeisiin, joissa kustannustehokkaiden ratkaisujen löytäminen alentaa toteutusvaiheen kustannuksia merkittävästi. Allianssi on siis silloin hankkeelle sopiva toteutusmuoto, kun toteutusvaiheen kustannussäästöt ovat suuremmat, kuin ero allianssin ja vaihtoehtojen toteutusmuotojen yhteiskustannuksissa. Hän painottaa hankkeen aikataulua erityisesti toteutusvaiheen ajallista pituutta allianssin kannattavuuden kannalta, jotta sen aikana ehditään löytämään riittävästi kustannustehokkaita toteutusratkaisuja hankkeen kokonaiskustannusten pienentämiseksi. Maranko (Haastattelu 2024) Hän näkee allianssin mahdollisena ongelmana sen, että jokin osapuoli ei ole tehtäviensä tasalla eikä pysty tuottamaan esimerkiksi sovittuja ja hankkeen toteutuksen kannalta oleellisia lähtötietoja.

Marangon (Haastattelu 2024) mukaan allianssisopimus tulee rakentaa ajan kanssa ja tarpeeksi hyvin kaikkien osapuolten toimesta, jotta siitä hyötyvät kaikki. Tällöin projektilla on hyvät edellytykset saavuttaa tavoitteensa aikataulussa. Allianssisopimuksissa ei makseta ylimääräisiä katteita projektiorganisaation osapuolille vaan kaikki nämä on huomioitu allianssisopimuksessa. On kuitenkin huomioitava, että konsulttiyritykset hinnoittelevat oletuskatteen mukaan omiin tuntihintoihinsa. Nämä neuvotellaan allianssin muodostamisvaiheessa

Hyvin toimivassa allianssissa hankkeen tilaajalla on merkittävä rooli. Tilaaajan tulisi käyttää riittävästi aikaa ja resursseja hankkeen määrittelyyn jo ennen varsinaisen allianssin

muodostamista. Näin palveluntarjoajat tietävät mihin he sitoutuvat, antaessaan tarjouksen ja lähtiessään allianssin osapuoleksi. Tämä edistää tehokasta yhteistyötä hankkeen toteutuksen aikana, kun kaikki osapuolet tuntevat hankkeelle asetetut tavoitteet ja pysyvät huomioimaan ne omassa toiminnassaan. Tilaajan tulisi myös tarjota allianssille riittävät resurssit. (Kataja, haastattelu 2024)

Katajan (Haastattelu 2024) mukaan se, että hankkeen osapuolet omaksuvat allianssimaisen ajattelutavan ja toimivat sen mukaisesti on avaintekijä siihen, että hanke etenee kohti sille asetettuja yhteisiä tavoitteita. Innovaatiot ja yhteinen ongelmien ratkaisu mahdollistuvat, kun osapuolet saadaan sitoutumaan yhteisiin tavoitteisiin. Saarentauksen (Haastattelu 2024) mukaan hankkeen johdolla on merkittävä vaikutus siihen, miten osapuolet saadaan sitoutumaan yhteisiin tavoitteisiin. Hänen mukaansa on tärkeää, että hankkeen osapuolille asetetut henkilökohtaiset tavoitteet ohjaavat toteutuessaan koko hanketta kohti sille asetettuja tavoitteita. Henkilökohtaiset tavoitteet ja hankkeelle asetetut tavoitteet eivät siis saa olla ristiriidassa keskenään.

EPCM-mallin toimivuudessa on Marangon (Haastattelu 2024) mukaan kriittistä se, että sen suorittamisesta vastaa osaava ja taitava tiimi läpi koko suorittavan ketjun. Tällöin projekti on mahdollista hoitaa valmiiksi aikataulussa ja pysyä ennustetussa budjetissa. Riskinä hän näkee sen, että riittävän pätevää EPCM-toteuttajaa voi olla vaikea löytää ja tunnistaa markkinoilta.

Nurmela (Haastattelu 2024) näkee, että projektinjohtopalvelussa suurin etu on se, että tilaaja voi sitoutua erilaisiin toimituksiin projektin aikana, kun tieto hankkeessa lisääntyy. Tilaajan ei siis tarvitse sitoutua sopimuksella toimitusten suhteen tiettyyn hintaan vielä projektin alkuvaiheessa. Projektinjohtopalvelu mahdollistaa toimitusketjujen lyhentämisen ja tehokkaamman riskienhallinnan esimerkiksi hankkimalla hajautetusti hankkeelle parhaat ratkaisut markkinoilta oikea-aikaisesti. Myös Mäkelä (Haastattelu 2024) näkee projektinjohtopalvelun parhaana puolena sen, että hankinnat tehdään oikea-aikaisesti ja ne voidaan kilpailuttaa tehokkaasti. Näin voidaan aidosti vaikuttaa hankkeen tavoitekustannuksen toteutumiseen. Nurmelan (Haastattelu 2024) mukaan myös laadullinen riskienhallinta tehostuu, kun hankitaan työsuorituksia täsmähankintoina. Tällöin voidaan kommunikoida tehtävän sisältö ja sen suhde projektin kokonaisuuteen suoraan tekijöille.

Projektinjohtopalvelun heikkoutena Nurmela (Haastattelu 2024) näkee sen, että toimijoita ei voida sitouttaa tiettyyn budjettiin. Tämän takia kiinteää hintaa hankkeelle ei voida määrittää hankepäätöstä tehtäessä. Hän kuitenkin toteaa, että kustannuksia voidaan arvioida riittävän tarkasti tukemaan hankepäätöstä esimerkiksi aiempien kokemusten, va-

kinoituneiden hintatietojen ja ennakkotarjousten avulla. Mäkelän (Haastattelu 2024) mukaan ongelmia projektinjohtopalvelumallilla toteutetuissa projekteissa voi aiheuttaa, jos hankkeen tavoitekustannustasoa ei ole pystytty määrittämään realistiseksi.

### **5.2.5 Hankkeen osapuolten väliset sopimussuhteet**

Nykymuotoiset sopimusrakenteet ja niiden kerrostuneisuus voivat aiheuttaa ongelma- ja riitatilanteita suurissa hankkeissa. Nykymuotoisissa sopimuksissa informointivelvollisuus ei aina kata kaikkia hankkeen osapuolia. Esimerkiksi aliurakoitsijoiden sopimukset velvoittavat heitä usein informoimaan ongelmista vain välittömälle sopimuskumppanilleen, kuten pääurakoitsijalle, mutta eivät kaikille muille osapuolille, joihin ongelma voi vaikuttaa. Tämän seurauksena tieto ei aina saavuta niitä toimijoita, jotka voisivat auttaa ongelman ratkaisussa. Näin pieneltäkin vaikuttava ongelma voi päästä kertautumaan ja aiheuttaa suuria vaikutuksia koko hankkeen aikatauluun ja kustannuksiin. (Haastateltava A, 2024) Sopimusten kerrostuneisuus voi aiheuttaa myös rahoituskustannuksia. Esimerkiksi projektinjohtourakoissa hankintasopimukset tehdään urakoitsijan nimiin ja urakoitsija rahoittaa tällöin projektia. (Mäkelä, haastattelu 2024)

Ongelmien kertautuminen on Haastateltava A (Haastattelu 2024) mukaan ongelma, sillä esimerkiksi YSE 1998-mallisissa sopimuksissa on asetettu yläraja viivästyksistä aiheutuville korvauksille. Tämä tarkoittaa, että vaikka viivästymisestä aiheutuisi projektissa suuria kustannuksia ja haittoja, korvauskatto voi estää tilaajaa saamasta täyttä korvausta kaikista aiheutuneista vahingoista. Näin ollen korvausrajoitus voi jättää osan ongelmasta aiheutuneista kustannuksista kattamatta, erityisesti jos ongelma on kertautunut ja sen laajuus on kasvanut alkuperäisestä. Tämä voi aiheuttaa riitatilanteita hankkeen osapuolten välille.

Riitatilanteiden riskiä hankkeissa nostaa myös esimerkiksi sellaiset tilanteet, joissa urakasopimukset on solmittu liian kireiksi ja urakoitsijat ovat vaarassa menettää palkkionsa tekemästään työstä. Tällöin urakoitsijat pyrkivät optimoimaan toimintaansa esimerkiksi kustannusten ja ajan suhteen. Osapuolten tulisi sopimuksia solmiessaan ottaa huomioon se, että molemmilla on mahdollisuus selviytyä urakasta menestyksekkäästi. (Haastateltava A, haastattelu 2024)

Riitoja ja ongelmia hankkeen aikana voidaan sopimusten avulla ennaltaehkäistä esimerkiksi vaatimalla avointa informointia osapuolten sopimuksissa. Sopimuksissa on myös määritettävä selkeästi sovitut menettelyt. Esimerkiksi, mikä dokumentti toimitetaan kenelle ja mihin mennessä. Selkeiden raamien asettaminen vähentää erimielisyyksien mah-

dollisuutta hankkeen aikana. Myös kohtuullisten korvausten ja toimitusaikojen määrittäminen sopimuksissa jokaiselle hankkeen osapuolelle edesauttaa sovun säilymistä hankkeen osapuolten välillä. (Haastateltava A, haastattelu2024)

Erimielisyyksien syntyessä on tärkeää, että sovittelu on ensisijainen keino niiden ratkaisuun. Haastateltava A (Haastattelu 2024) mukaan sopimuksissa voi olla neuvotteluvollisuuksia, joiden avulla pyritään osapuolten väliseen sovitteluun ennen asian eteenpäin viemistä. Osapuolten sopimuksissa voidaan hänen mukaansa määrittää myös niin suuret kannustimet tai sanktiot esimerkiksi tuotantolaitoksen valmistumisesta aikataulussa, että on kaikkien osapuolten etu, että erimielisyydet ratkaistaan mahdollisimman nopeasti sovittelemalla. Sopimuksissa on myös vaadittava, että osapuolet jatkavat töitään, vaikka jonkin osa-alueen osalta päädyttäisiin riitatilanteeseen.

Haastateltava A (Haastattelu 2024) mukaan hankkeen sopimukset ja niistä muodostuva sopimusrunko tulee toteutusmuodosta riippumatta rakentaa niin, että sopimuksissa joku on aina vastuussa. Jos näin ei ole, tulee tilaajaosapuolen olla tietoinen siitä, että hän vastaa tällöin itse. Hänen mukaansa etenkin hankkeen kriittisten vaiheiden osalta tulee myös tehdä suunnitelma, miten toimitaan, jos jokin sopimusosapuoli ei olekaan kykenevä suorittamaan sovittuja velvollisuuksiaan.

Haastateltava A (Haastattelu 2024) kertoo, että tilaajan voi halutessaan räätälöidä hankkeen tavoitteisiin sidottuja kannustimia ja sanktioita. Ne ovat hyvä keino saada hankkeen osapuolet toimimaan kohti hankkeen tavoitteita. Realistisesti asetetut kannustimet nähdään tähän järkevämpänä keinona, kuin todella tiukat sanktiot. (Karppelein, haastattelu 2024; Kataja, haastattelu 2024) Kannustimia olisi hyvä jakaa koko hankkeen ajalle esimerkiksi aikataulu-, kustannus-, turvallisuus- ja laatuavoitteisiin sidottuina (Karppelein, haastattelu 2024; Nurmela, haastattelu 2024). Katajan (Haastattelu 2024) mukaan kehitysvaihe hankkeissa auttaa sopivien tavoitehinnan ja kannustimien määrittämisessä sekä vähentää vääriymmärrysten määrää hankkeen osapuolten välillä.

Mäkelän (Haastattelu 2024) mukaan kaikkien hankkeen osapuolten tulisi toimia hankkeen parhaaksi. Sopimuksissa olevien kannustimien ja sanktioiden tulisi ohjata osapuolten ajattelua ja toimintaa tähän suuntaan. Hän toteaa, että toiminta hankkeen parhaaksi ei toteudu, jos jokin osapuoli haluaa esimerkiksi suorittaa tietyn osakokonaisuuden itse, vaikka hankkeen kokonaisedun kannalta olisi järkevämpää hankkia palvelu toiselta palveluntarjoajalta, joka pystyy suorittamaan kyseisen osakokonaisuuden tehokkaammin. Haastateltava A (Haastattelu 2024) toteaa, että eri sopimukseen liitetyt kannustimet eivät saa olla sellaisia, joihin pääsemisestä ei ole hyötyä hankkeen kokonaisuuden kannalta. Nämä asiat tulisi huomioida osapuolten kannustimien ja sanktioiden määrittämisessä.

Haastateltava A (Haastattelu 2024) näkee, että esimerkiksi yhteistoiminnallisten toteutusmuotojen sopimuksissa olevat perinteisiä sopimusmalleja laajemmat informointivollisuudet lisäävät tiedon määrää hankkeessa ja ohjaavat sitä kautta osapuolia toimimaan kohti hankkeen tavoitteita. Esimerkiksi mahdollisista ja todennäköisistä aikatauluviivästyksistä tulee informoida muita osapuolia avoimesti. Hänen mukaansa tämä voi myös aiheuttaa vastustusta sopimusosapuolissa.

Katajan (Haastattelu 2024) mukaan yhteinen bonusjärjestelmä, josta bonukset jaetaan oikeudenmukaisesti hankkeen osapuolille auttaa ohjaamaan koko projektiorganisaation toimintaa kohti yhteisesti sovittuja tavoitteita. Myös Saarentaus (Haastattelu 2024) pitää yhteistä kannustinjärjestelmää hyvänä keinona johtaa eri osapuolten toimintaa kohti hankkeen tavoitteita.

Saarentauksen (Haastattelu 2024) mukaan hankkeen, ja eri osapuolten tavoitteita tulisi tarkastella ja tarvittaessa muokata hankkeen aikana. Tämä on hyvä tuoda kaikkien osapuolten tietoon jo hankkeen kehitysvaiheen aikana. Tällöin voidaan tasaisin väliajoin tarkastella, johtavatko tavoitteet samaan yhteisesti sovittuun lopputulokseen, ja tehdä muutoksia niihin, jos näin ei ole. On tärkeää, että tavoitteista käydään keskustelua ja ne määritellään selkeästi, jotta eri osapuolet tietävät, mitä tavoitteet tarkoittavat kenellekin ja ymmärtävät tavoitteet samalla tavalla.

Hankkeeseen voidaan saada allianssimaista yhteistoimintaa myös muunlaisten sopimusten, kuin allianssisopimuksen avulla. Saarentauksen (Haastattelu 2024) mukaan yhteisten tavoitteiden asettaminen hankkeen kehitysvaiheessa eri osapuolten välille on ensiarvoisen tärkeää, jotta projektin aikana tulevat ongelmat voidaan ratkaista yhteistyössä. Muiden sopimusmallien mahdollisena ongelmana hän näkee sopimusten välisten rajapintojen hallitsemisen esimerkiksi tilanteissa, joissa ongelmat tulevat yllätyksinä projektin aikana. Hän näkee kuitenkin, että esimerkiksi tuomalla toiminnallisia tavoitteita sopimukseen, voidaan ennaltaehkäistä tilanteita, joissa yllätyksinä tulevia ongelmia ratkaistaisiin lisä- ja muutostöinä. Haastateltava A (Haastattelu 2024) kertoo, että sopimusten välisten rajapintojen hallitsemiseen voidaan käyttää tavallisten sopimusten lisäksi myös niin sanottuja interface agreement-sopimuksia. Niiden avulla hankkeessa eri sopimuksilla mukana olevia osapuolia voidaan ohjata tekemään yhteistyötä ongelmatilanteissa. Niiden solmiminen voi olla kuitenkin haastavaa ja ne saattavat olla melko kalliita. Eri osapuolten sopimukset ja niissä määritellyt kannustimet eivät saa olla ristiriidassa toistensa, tai hankkeen yhteisten tavoitteiden kanssa. Näin vältetään osaoptimoinnilta, jossa hankkeen osapuolet tähtäävät toiminnallaan oman tavoitteensa täyttämiseen,

vaikka toisen osapuolen suoritus saattaa kärsiä sen seurauksena. (Saarentaus, haastattelu 2024; Nurmela, haastattelu 2024) Haasteena Saarentaus (Haastattelu 2024) näkee sen, että hankkeen osapuolet ja heidän kannustimensa eivät ole samassa sopimuksessa.



## 6. TULOSTEN POHDINTA

### 6.1 Keskeiset tulokset

Tutkimuksen tavoitteena oli määrittää keskeisiä periaatteita ja menetelmiä teollisen kokuuokan uusiutuvan vedyn tuotantolaitosprojektin johtamiseen ja hallintaan. Tutkimuksen tavoitteet pyrittiin saavuttamaan etsimällä vastauksia kolmeen tutkimuskysymykseen. Analysoidaan tutkimuksen tuloksia tutkimuskysymysten avulla ja vertaamalla niitä olemassa olevaan kirjallisuuteen.

- *Miten uusiutuvan vedyn tuotantolaitos- ja prosessiteollisuuden hankkeet eroavat muista rakentamisen hankkeista?*

Elektrolyysi on teollisessa mittakaavassa vielä kypsymätön teknologia. Tämä näkyy erityisesti siinä, että elektrolyysilaitteistot ovat todella kalliita, ja siksi merkittävässä osassa tällaisten hankkeiden kokonaiskustannuksista. Sun & Zhang (2011) kertovat, että teollisuushankkeille tyypilliset suuret investoinnit lisäävät epävarmuutta projektien toteutukseen. Tämä on nähtävissä myös uusiutuvan vedyn tuotantolaitoshankkeissa. Hankkeiden vaatimien korkeiden investointien vuoksi elektrolyysillä tuotettu vety ei ole tällä hetkellä kilpailukykyistä esimerkiksi fossiilipohjaiseen vetyyn verrattuna. Tämän johdosta offtake-sopimusten laatiminen tuotettavalle vedylle on haastavaa. Hiilineutraalin vedyn korkeat tuotantokustannukset on noteerattu myös aiemmassa kirjallisuudessa. Esimerkiksi Chen et al. (2018) kertovat, että tuotantokustannusten madaltuminen tulevaisuudessa on edellytys hiilineutraalin vetytalouden syntymiselle.

Elektrolyysillä tuotettu vety vaikuttaa projektinhallinnan kannalta merkittävimmin aikatauluun. Tuotantolaitosprojektille ei todennäköisesti tehdä investointipäätöstä ennen, kuin tuotettavalle vedylle on solmittu offtake-sopimus. Prosessiteollisuushankkeen investointipäätöksen ajoittuminen riippuu tilaajaorganisaatiosta. Junnonen & Kankainen (2020) kertovat, että investointipäätös tehdään projektin käynnistysvaiheeseen kuuluvan hankesuunnitteluvaiheen tehtävien perusteella. Voidaan siis päätellä, että uusiutuvan vedyn tuotantolaitosprojektin käynnistysvaihe voi venyä ajallisesti pitkäksi verrattuna muihin rakentamisen hankkeisiin. Myös viranomaisten kokemattomuus tällaisten hankkeiden käsittelyssä nostettiin haastatteluissa mahdolliseksi aikataulua venyttäväksi tekijäksi.

Teollinen rakentaminen on usein monimutkaisempaa ja epävarmempaa verrattuna muihin rakennus- ja infraprojekteihin. Tämä johtuu pääasiassa projektien erityispiirteistä ja monista vuorovaikutteisista toimitusketjuista. Perinteiset projektinhallintamenetelmät ei-

vät välttämättä riittä tällaisten projektien tehokkaaseen toteuttamiseen, vaan organisaation johtaminen ja hallinta voivat vaatia laajempaa ja kattavampaa lähestymistapaa. (Wang & AbouRizk, 2009; Sun & Zhang, 2011)

Kuten prosessiteollisuushankkeissa yleisesti, myös uusiutuvan vedyn tuotantolaitoshankkeissa prosessi, ja siihen liittyvä laitteisto luovat raamit projektin muulle toimitukselle. Danish Energy Agency (2017) mukaan prosessin päälaitteisto on hankkeen budjetin kannalta todella suuressa osassa. Laitteet ja järjestelmät ovat tällaisissa hankkeissa todella laajoja kokonaisuuksia. Maranko (Haastattelu 2024) kertoo, että prosessisuunnittelun ja prosessiin liittyvien hankintojen merkitys ja oikea-aikaisuus korostuu tämän tyyppisissä hankkeissa. Nämä toteutetaan suunnitelma- ja hankintapaketteina, jotka edistävät toinen toistaan. Näiden vaiheiden oikea-aikainen suorittaminen vaatii erittäin laadukasta projektinhallintaa ja niihin tulee kiinnittää erityistä huomiota projektinjohtamisessa.

- *Mitä muissa rakentamisen hankkeissa hyväksi todettuja periaatteita ja menetelmiä voidaan hyödyntää uusiutuvan vedyn tuotantolaitoshankkeissa?*

Uusiutuvan vedyn tuotantolaitosprojektit ovat laajoja ja monimutkaisia. Haastatteluissa tällaisiin projekteihin suositeltiin muun muassa allianssihankkeissa käytettävää laajaa kehitysvaihetta. Kehitysvaiheeseen suositeltiin poikkitieteellisen asiantuntemuksen hyödyntämistä, jotta ratkaisuja voidaan käsitellä monesta eri näkökulmasta. Näin mahdollistetaan merkittävien kustannussäästöjen tekeminen suunnitteluvaiheessa tunnistettujen ongelmien ratkaisujen kautta. Toisaalta haastatteluissa laaja kehitysvaihe ja siitä aiheutuvat korkeat kustannukset nähtiin allianssimallin heikkoutena verrattuna muihin toteutusmuotoihin. Haastatteluissa painotettiin myös projektin käynnistysvaiheeseen kuuluvia tarveselvityksen ja hankesuunnittelun vaikutuksia hankkeen onnistumisen kannalta suurissa hankkeissa.

Haastatteluissa nousi esiin eriäviä näkemyksiä siitä, milloin eri toimijoita tulisi osallistaa tällaisen projektin toteutukseen. Osa suositteli allianssimaista laajaa kehitysvaihetta ja osapuolten osallistamista mahdollisimman aikaisessa vaiheessa projektia. Osa taas näki, että osaamista tulisi tuoda projektiorganisaatioon oikea-aikaisesti vastaamaan tarpeeseen.

Haastatteluissa nähtiin tärkeäksi, että prosessiteollisuushankkeiden projektinjohto-organisaatiosta löytyy muun muassa seuraavia osaamisen osa-alueita:

- Ihmisten johtamisen taito.

- Riittävä tekninen osaaminen esimerkiksi prosessista ja siihen liittyvistä laitteista sekä rakentamisesta, jotta hankkeen suunnittelua, hankintoja ja rakentamista voidaan johtaa tehokkaasti.
- Osaaminen ja kokemus projektin kannalta kriittisten asioiden tunnistamiseen.
- Ymmärrys kustannusten muodostumisesta hankkeen aikana.

Haastatteluissa nostettiin esiin seuraavat prosessiteollisuushankkeissa usein epäonnistuvat kokonaisuudet:

- Riskienhallinta
- Dokumentointi
- Kommunikointi
- Osapuolten välinen yhteistyö

Yhteistoiminnan korostaminen hankkeen alusta alkaen siinä kulloinkin mukana olevien toimijoiden kanssa edesauttaa kaikkien näiden kokonaisuuksien onnistumista. Allianssi-hankkeissa käytettävää fyysistä työtilaa, eli Big Roomia pidettiin merkittävimpänä keinona tehokkaan yhteistoiminnan saavuttamiseksi suurissa hankkeissa. Big Roomissa työskentely nähtiin tukevan jatkuvaa kommunikointia, tiivistä vuorovaikutusta ja yhteistä päätöksentekoa etäyhteyksiä paremmin. Nämä havainnot vastaavat aiemmassa kirjallisuudessa havaittuja etuja Big Roomin käytöstä. Esimerkiksi Rakennustiedon kortissa (RT 103239) Big Roomin todetaan lisäävän avoimuutta hankkeen osapuolten välille.

Yhteistoimintaa voidaan tehostaa myös etäyhteyksien avulla, jos niille luodaan säännöllinen ja tavoitteellinen käyttömalli. Esimerkiksi osapuolten välistä yhteistä pikaviestintäkanavaa sekä ajantasaista ja avointa tilannekuvan ylläpitämistä pidettiin hyvinä keinoina tukea osapuolten välistä viestintää ja yhteistyötä. Näiden tehokkaassa käytössä on tärkeää, että osapuolet sitoutuvat käyttämään niitä aktiivisesti. Haastatteluissa yhdeksi yhteistoimintaa ja avoimuutta hankkeeseen lisääväksi vaihtoehdoksi nostettiin myös yhteisten kokoontumisten resursoiminen, esimerkiksi viikoittaisten etätapaamisten muodossa. Näin hankkeen ratkaisuja voidaan arvioida yhdessä eri osapuolten näkökulmasta.

Myös koulutuksen nähdään olevan tärkeässä roolissa yhteistoiminnan kehittämisessä. Koulutukset, jotka keskittyvät esimerkiksi yhteistoiminnallisten toteutusmuotojen käytäntöihin, voivat auttaa hankkeen eri osapuolia ymmärtämään, miksi yhteisiin tavoitteisiin pyrkiminen on kaikkien etu. Tämä lisää osapuolten sitoutumista ja parantaa yhteistyön laatua hankkeessa.

Avoimuus osapuolten välillä on keskeistä onnistuneessa yhteistoiminnassa. Kun kaikki toimijat jakavat ajantasaista hankkeeseen liittyvää tietoa avoimesti, sitä voidaan hyödyntää parhaalla mahdollisella tavalla yhteisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Tämä edellyttää selkeiden viestintäkanavien käyttöä sekä yhtenäistä käsitystä siitä, mitä avoimuus käytännössä tarkoittaa projektin eri vaiheissa. Voidaankin siis todeta, että toimijoiden välinen yhteistoiminta paranee avoimuuden, suunnitelmallisuuden ja jatkuvan viestinnän avulla.

- *Millaiset toimintatavat ja periaatteet kannattaa huomioida teollisen kokoluokan uusiutuvan vedyn tuotantolaitoshankkeen toteutusmuodossa?*

Kirjallisuudessa esimerkiksi Salminen (2017) esittää muun muassa seuraavia sopivan toteutusmuodon valintaan vaikuttavia tekijöitä:

- Tilaajan resurssit ja osaaminen hankkeen johtamisessa.
- Hankkeen ennalta määrittelyn tarkkuus
- Hankkeen laajuus ja vaativuus
- Tilaajan tavoitteet ja reunaehdot hankkeen toteuttamisessa

Tutkimuksen havainnot sopivan toteutusmuodon valintaan vaikuttavista tekijöistä olivat vastaavia edellä mainittujen kirjallisuudessa esitettyjen havaintojen kanssa. Tilaajalla on mahdollisuus tehdä merkittäviä kustannussäästöjä prosessiteollisuushankkeissa, mikäli osallistuu aktiivisesti projektin johtamiseen eikä maksa projektitoteuttajalle riskien kantamisesta, kuten esimerkiksi prosessiteollisuudessa vakiintuneessa EPC-projektimallissa. Tällöin tilaajan edustajalla tulee olla riittävä osaaminen ja päätöksentekovalta projektin toteuttamiseen liittyvistä asioista, jotta hankkeen läpivienti ja päätöksenteko on sujuvaa.

Uusiutuvan vedyn tuotantolaitosprojekteja ei ole toteutettu vielä kovin montaa. Siksi tällaisia projekteja on todella haastava määritellä tarkasti varhaisessa vaiheessa. Tämä tulee huomioida hankkeen toteutusmuodon valinnassa. Myös joustavuus nähtiin tärkeäksi elementiksi uusiutuvan vedyn toteutusmuodon kannalta. Esimerkiksi P2X Solution-sin Harjavallan projektin aikana ilmeni tarpeita tehdä muutoksia hankkeen toteutukseen ja siksi toteutusmuodon valinnassa on huomioitava riittävä joustomahdollisuus tällaisiin muutoksiin reagoimiseksi.

Sopimusrakenteiden kerrostuneisuus ja nykymuotoisten sopimusten riittämättömien informointivelvollisuuksien aiheuttamat puutteet tiedonkulussa saattavat johtaa ongelmiin suurten hankkeiden toteutuksessa. Esimerkiksi aliurakoitsijoiden velvollisuus raportoida ongelmista rajoittuu usein vain välittömään sopimuskumppaniin. Tieto ongelmasta ei

välttämättä kulje kaikille hankkeen osapuolille, jotka voisivat toiminnallaan vaikuttaa ongelmaan ja edesauttaa sen ratkaisua. Tällöin ongelma voi päästä kertautumaan ja aiheuttaa merkittäviä vaikutuksia hankkeen aikatauluun ja kustannuksiin. Sopimukseen sisältyvät korvauskatot eivät välttämättä riitä korvaamaan kertautuneista ongelmista aiheutuneita kokonaiskustannuksia. Tämä voi aiheuttaa riitatilanteita hankkeen osapuolten välillä. Sopimusten kerrostuneisuus voi aiheuttaa myös rahoituskustannuksia hankkeen tilaajalle.

Riitatilanteita hankkeen osapuolten välille voi aiheuttaa myös sopimukset, jotka on laadittu niin kireiksi, että ne vaarantavat palveluntuottajien kannattavan toiminnan hankkeessa. Riitoja voidaan ennaltaehkäistä vaatimalla avointa tiedonkulkua sekä määrittämällä selkeät menettelytavat sekä kohtuulliset korvaukset ja toimitusajat hankkeen sopimuksissa.

Ennaltaehkäisemisestä huolimatta riitoja ja erimielisyyksiä voi syntyä hankkeen osapuolten välille. Kirjallisuudessa esimerkiksi Junnonen & Kankainen (2020) kertovat, että erimielisyyksien ensisijainen ratkaisutapa on neuvottelu. Kirjallisuuden tavoin, myös tässä tutkimuksessa todettiin, että sovittelun tulee olla ensisijainen keino erimielisyyksien ratkaisuun. Sopimukseen voidaan asettaa neuvotteluvollisuuksia sekä esimerkiksi aikatauluun liitettäviä kannustimia ja sanktioita, joiden avulla voidaan ohjata osapuolia löytämään ratkaisut ongelmiin ennen oikeustoimiin turvautumista. Niemistö (2014) kertoo, että myös asiantuntijasovittelu on yleinen ongelmien ratkaisukeino yhteistoimintaa korostavissa hankkeissa ennen virallisten ratkaisumenetelmien käyttöä. Sopimuksissa on myös vaadittava, että osapuolet jatkavat hankkeeseen liittyviä töitään riitatilanteista huolimatta.

Hankkeen sopimusten avulla voidaan edesauttaa toimivan yhteistoiminnan toteutumista. Yhteistoiminnallisissa toteutusmuodoissa, kuten alliansseissa käytettävät monikantasopimukset pyrkivät juuri tähän. Niissä vastuu suunnitelmista, rakentamisesta, aikataulusta ja kustannuksista on sopimuskokonaisuuteen tuleville toimijoille yhteinen (Kiiras et al. 2019). Tämän tutkimuksen myötä voidaan todeta, että toimivaa yhteistoimintaa voidaan saavuttaa hankkeisiin myös muiden sopimusmallien avulla. Alla on listattu tutkimuksessa esiin tulleita keinoja, jotka huomioimalla hankkeen sopimuksissa voidaan edistää yhteistoimintaa hankkeessa.

- Laajempien informointivelvollisuuksien vaatiminen hankkeen sopimuksissa.
  - Lisäävät tietoa hankkeessa ja ohjaavat sitä kautta osapuolia toimimaan kohti hankkeen tavoitteita.

- Tämä voi aiheuttaa vastustusta etenkin niissä palveluntarjoajissa, joilla ei ole kokemusta yhteistoiminnallisista toteutusmuodoista. Haastatteluissa nostettiin yhteistoiminnallisiin toimintatapoihin liittyvät koulutukset mahdolliseksi ratkaisuksi tähän.
- Yhteisten tavoitteiden asettaminen hankkeen eri osapuolten sopimuksiin.
  - Haasteena nähtiin se, että eri osapuolten tavoitteet eivät ole samassa sopimuksessa. Siksi sopimusten välisiin rajapintoihin tulee kiinnittää erityistä huomiota. Toiminnallisten tavoitteiden asettaminen sopimuksiin nähtiin keinona ennaltaehkäistä tilanteita, joissa yllätyksinä tulevia ongelmia ratkaistaan lisä- ja muutostöinä. Myös interface agreement-sopimusten avulla voi saada eri sopimuksilla hankkeessa mukana olevia toimijoita tekemään yhteistyötä ongelmatilanteiden korjaamiseksi.
- Realistisiin tavoitteisiin sidotut kannustimet ja sanktiot.
  - Hankkeen koko ajalle ja eri tavoitteisiin, kuten aikatauluun, kustannuksiin, turvallisuuteen ja laatuun sidottuina.
  - Tavoitteiden oltava sellaisia, joiden saavuttamisesta on konkreettista hyötyä hankkeen toteutukseen.
  - Yhteinen kannustinjärjestelmä nähtiin keinona ohjata hankkeen osapuolten toimintaa kohti hankkeen tavoitteita.
  - Eri osapuolten sopimuksissa olevat tavoitteet ja kannustimet eivät saa olla ristiriidassa keskenään tai hankkeen tavoitteiden kanssa.

Hankkeen tavoitteita ja niihin sidottavia kannustimia ja sanktioita voidaan määrittää hankkeen kehitysvaiheessa. Näin toimitaan tyypillisesti myös allianssihankeiden kehitysvaiheissa (Kiiras et al. 2019). Hankkeen ja osapuolten tavoitteita tulisi tarkastella ja tarvittaessa muokata hankkeen aikana. Tästä tulee informoida osapuolia jo kehitysvaiheen aikana. Näiden asioiden huomioiminen osapuolten välisissä sopimuksissa tukevat hankkeen kokonaisvaltaista onnistumista ja parantavat osapuolten välistä yhteistoimintaa.

Tämä tutkimus tuottaa uutta tieteellistä kontribuutiota projektinhallintaan. Viime vuosina puhdasta vetytaloutta, sen kehitystä ja siihen liittyviä arvoketjun osia on tutkittu sekä Suomessa että kansainvälisesti. Tämän tutkimuksen keskeinen uutuusarvo on uusiutuvan vedyn vaikutusten tarkastelu projektinhallinnan näkökulmasta. Myös projektin toimitusmalleja ja toteutusmuotoja on analysoitu paljon aiemmassa kirjallisuudessa. Tämä

tutkimus tuo uutta tieteellistä lisäarvoa analysoimalla eri toteutusmuotojen etuja ja haasteita monimutkaisten prosessiteollisuushankkeiden, ja erityisesti uusiutuvan vedyn tuotantolaitoshankkeiden näkökulmasta.

## 6.2 Tutkimuksen arviointi

Tämä tutkimus suoritettiin kirjallisuus- ja teemahaastattelututkimuksena. Tutkimustulosten ja -menetelmien kriittinen arviointi on tärkeä osa tutkimuksen suorittamista. Tässä luvussa arvioidaan tutkimuksen tulosten ja siinä käytettyjen menetelmien luotettavuutta ja yleistettävyyttä.

*Kirjallisuustutkimuksessa* hyödynnettiin tutkimuksen kannalta relevantteja tieteellisiä artikkeleita, alan kirjallisuutta ja ajankohtaisia tutkimuksia Suomesta ja muualta maailmasta. Kirjallisuuden laaja-alainen tarkastelu lisäsi kirjallisuustutkimuksen luotettavuutta ja toistettavuutta. Eri kirjallisuuslähteiden luotettavuutta tarkasteltiin tapauskohtaisesti ennen niiden käyttämistä tämän tutkimuksen lähteinä. Ulkomaisten lähteiden luotettavuus saattaa vaihdella kontekstista riippuen esimerkiksi eri maiden erilaisten toimintaperiaatteiden, kulttuuristen tulkintaerojen ja olosuhteiden johdosta. Luotettavuuteen voi vaikuttaa negatiivisesti myös ulkomaisista lähteistä saadun tiedon kääntäminen suomen kielelle. Käännösprosessista voi syntyä esimerkiksi väärinymmärryksiä, käännösvirheitä tai alkuperäisen sisällön merkityksen kannalta tärkeiden nyanssien katoamista.

*Teemahaastattelututkimuksessa* kysymysten väärinymmärtämisen mahdollisuus on suuri. Myös keskustelun ajautuminen haastattelun aiheen ulkopuolelle on mahdollista. Nämä saattavat heikentää teemahaastattelututkimuksen tulosten luotettavuutta. Teemahaastatteluiden luotettavuutta pyrittiin parantamaan tallentamalla haastattelut, jotta niitä voitiin analysoida haastattelun jälkeen. Teemahaastattelututkimuksen yleistettävyyttä pyrittiin parantamaan valitsemalla erilaista kokemusta omaavia haastateltavia, ja sitä kautta saamaan hankkeen eri osapuolten näkökulmaa tutkimuksen aiheeseen. Haastateltavilla oli kokemusta eri toteutusmuotojen käytännön toteutuksesta ja näin haastatteluiden tulosten perusteella voitiin vertailla eri toteutusmuotoja toisiinsa.

*Tutkimustulosten analysoinnin* luotettavuuteen vaikutti tutkijan kokemattomuus ja aikaisemmista kokemuksista muodostuneet mielikuvat tutkimuksen aiheeseen. Tutkija analysoi tutkimustulokset pääasiassa itsenäisesti, mutta työn ohjaajat kommentoivat tutkimuksen tuloksia läpi sen toteutuksen. Tämä lisäsi tutkimuksen luotettavuutta. Tutkimus muodostettiin käsittelemään erityisesti uusiutuvan vedyn tuotantolaitoshankkeita, mutta sen tuloksia voidaan yleistää myös muihin laajoihin hankkeisiin.

## 7. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tavoitteeksi asetettuja keskeisiä periaatteita ja menetelmiä teollisen kokoluokan uusiutuvan vedyn tuotantolaitosprojektin johtamiseen ja hallintaan pyrittiin löytämään kattavan kirjallisuustutkimuksen ja sen havaintojen pohjalta teemoitettujen asiantuntijahaastatteluiden avulla. Tutkimuksessa määritettiin prosessiteollisuudessa ja muissa rakentamisen hankkeissa käytettyjen projektimallien etuja ja haasteita sekä analysoitiin, miten niiden parhaita käytäntöjä voidaan soveltaa uusiutuvan vedyn tuotantolaitosprojektien toteutuksessa.

Uusiutuvan vedyn tuomiksi erityispiirteiksi muihin prosessiteollisuuden hankkeisiin verrattuna tutkimuksessa nousi esiin projektinhallinnan näkökulmasta erityisesti hankkeiden aikatauluihin liittyvät asiat. Investointipäätösten viivästyminen aiheuttaa projektien käynnistysvaiheen pitkittymistä verrattuna muihin prosessiteollisuushankkeisiin. Panostaminen projektin käynnistysvaiheeseen kuuluviin tarveselvitykseen ja hankesuunnitteluun nähtiin haastatteluissa tärkeänä monimutkaisissa projekteissa. Myös laajaa kehitysvaihetta suositeltiin monimutkaisiin hankkeisiin. Tämän tutkimuksen tulosten perusteella uusiutuvan vedyn tuotantolaitoshankkeille voidaan suositella tavanomaista laajempia tarveselvitys-, hankesuunnittelu- ja kehitysvaiheita pitkittyneiden käynnistysvaiheiden takia.

Käynnistysvaiheen tehtäviin panostaminen luo mahdollisuuden hankkeen kriittisten vaiheiden tarkempaan arviointiin ja laadukkaaseen hankesuunnitelman tekemiseen. Näihin vaiheisiin panostamalla saadaan kerättyä tietoa, joka tukee hankkeen seuraavien vaiheiden suoritusta. Tarveselvityksen ja hankesuunnittelun avulla tunnistettuja ongelmia ja kehitysteemoja voidaan käsitellä hankkeen kehitysvaiheessa. Ongelmat ja kehitysteemat tunnistamalla voidaan arvioida tapauskohtaisesti, millaista osaamista hankkeen kehitysvaiheessa tarvitaan ja tuoda osaamista projektin toteutukseen oikea-aikaisesti vastaamaan tarpeeseen.

Kirjallisuuden tavoin myös tässä tutkimuksessa yhteistoiminnan korostaminen hankkeiden toteutuksessa nähtiin tehokkaana keinona vastata monimutkaisiin hankkeisiin liittyviin haasteisiin. Tutkimuksen pohjalta toimenpide-ehdotuksina uusiutuvan vedyn tuotantolaitoshankkeiden tehokkaan yhteistoiminnan tukemiseksi suositellaan seuraavia keinoja:

- Yhteistoiminnan korostaminen jo tarveselvitysvaiheesta lähtien esimerkiksi työpajojen avulla.



- Aikataulutettujen suunnittelu- ja yhteistyöpalavereiden järjestäminen hankkeen avainhenkilöiden kesken.
- Osapuolten välisen yhteisen ajan resursoiminen esimerkiksi viikoittaisten etätaapaamisten muodossa.
- Ajantasaisen ja avoimen tilannekuvan ylläpitäminen niin, että se on kaikkien osapuolten saatavissa.
- Pikaviestintäkanavan käyttö hankkeessa.
- Yhteistoiminnallisiin toimintatapoihin liittyvien koulutusten järjestäminen hankkeen osapuolille.
- Laajempien informointivelvollisuuksien vaatiminen osapuolten välisissä sopimuksissa.
- Yhteisten tavoitteiden asettaminen hankkeen eri osapuolten sopimuksiin.
- Kannustimien ja sanktioiden sitominen realistisiin tavoitteisiin sekä yhteisen kannustinjärjestelmän luominen.

Tutkimuksessa nousivat esiin hankkeiden yhteistoimintaa tukeviksi tekijöiksi myös osapuolten välisen yhteisen työtilan järjestäminen ja interface agreement-sopimusten solmiminen hankkeen osapuolten kanssa. Tutkimuksen tulosten perusteella voidaan suositella näiden tekijöiden tapauskohtaista harkintaa uusiutuvan vedyn tuotantolaitosprojekteissa.

Uusiutuvan vedyn tuotantolaitosprojekteja on haastava määritellä tarkasti projektin alkuvaiheessa. Tämä tulee huomioida toteutusmuodon valinnassa. Laajoissa ja monimutkaisissa hankkeissa on todennäköistä, että muutoksia ilmenee hankkeen aikana. Toteutusmuodon tulee tämän tyyppisissä hankkeissa olla sellainen, joka tarjoaa joustomahdollisuuden ongelmiin ja muutoksiin reagoimiseksi.

Kerrostuneet sopimusrakenteet nähtiin haastatteluissa mahdollisia ongelmia hankkeiden toteutukseen aiheuttavana tekijänä. Tämän vuoksi uusiutuvan vedyn tuotantolaitoshankkeisiin suositellaan sellaista toteutusmuotoa, jossa hankkeen kaikki osapuolet ovat sopimussuhteessa tilaajaan. Tällöin vältetään kerrostuneiden sopimusrakenteiden aiheuttamilta rahoituskustannuksilta ja potentiaalisilta ongelmilta esimerkiksi tiedonkullussa. Suorat sopimussuhteet hankkeen tilaajan ja toimijoiden välillä mahdollistavat suoran kommunikoinnin projektin johdon ja palveluntarjoajien välillä. Näin projektin aikana ilmeneviin muutoksiin ja haasteisiin voidaan reagoida nopeasti.

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että aiheen tutkiminen oli tarpeellista. Tutkimuksessa löydettiin prosessiteollisuudessa ja muissa rakentamisen hankkeissa käytettyjen toteutusmuotojen etuja ja kehityskohtia. Niiden avulla saatiin määritettyä toimintatapoja, periaatteita ja menetelmiä uusiutuvan vedyn tuotantolaitosprojektien johtamiseen ja hallintaan. Tutkimuksen tulokset vastasivat sille asetettuihin tavoitteisiin ja voitaneen todeta tutkimuksen olleen onnistunut.

Jatkotutkimusaiheita pohdittiin tutkimuksen edetessä. Ensimmäiseksi jatkotutkimusaiheeksi ehdotetaan tämän tutkimuksen tulosten pohjalta räätälöidyn projektitoteutusmallin muodostamista. Toiseksi jatkotutkimusaiheeksi ehdotetaan tämän tutkimuksen tulosten perustella muodostetun projektitoteutusmallin käytännön toimivuuden tutkimista uusiutuvan vedyn tuotantolaitoshankkeessa. Kolmanneksi jatkotutkimusaiheeksi ehdotetaan hankkeen osapuolten välisten interface agreement-sopimusten ja allianssimaisen monikantasopimuksen sekä laajan, eri osapuolet osallistavan kehitysvaiheen vertailututkimusta hankkeen kustannusten kannalta.

# LÄHTEET

Acwa Power. NEOM GREEN HYDROGEN PROJECT. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 11.11.2024): <https://acwapower.com/en/projects/neom-green-hydrogen-project/>

Anand, B. & Tarun, K. (2000). Do firms learn to create value? The case of alliances. John Wiley & Sons, Ltd. Chichester, UK. 21 p. Saatavissa (viitattu 17.7.2024): <https://www-jstor-org.libproxy.tuni.fi/stable/3094189?sid=primo>

Bröckl, M., Laukkanen, O., Lehtinen, H., Patronen, J., Pilpola, H., Ruismäki A., Semkin, N., Sivill, L., Takamäki, S., Vasara, P. & Patronen, J. (2022). Vetytalous – mahdollisuudet ja rajoitteet. Valtioneuvoston kanslia. Helsinki. 234 s. Saatavissa (viitattu 12.6.2024): <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/163901>

Campbell, G. (2014). Project management. Penguin Group USA Inc. New York. Saatavissa (viitattu 19.9.2024): <https://learning.oreilly.com/library/view/project-management-sixth/9781615644421/xhtml/copyright.xhtml>

Chen, Y., Connors, S., Gomis, M.I., Lonnoy, E., Masson-Delmotte, V., Matthews, J.B.R., Maycock, T., Moufouma-Okia, W., Péan, C., Pidcock, R., Pirani, A., Pörtner, H.-O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P.R., Tignor, M., Waterfield, T., Zhai, P. & Zhou, X. (2018). Global Warming of 1.5°C – An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Intergovernmental Panel on Climate Change. 630 p. Saatavissa (viitattu 12.6.2024): [http://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15\\_Full\\_Report\\_Low\\_Res.pdf](http://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_Low_Res.pdf)

Danish Energy Agency. (2017). Technology Data – Renewable fuels: Technology descriptions and projections for long-term energy system planning. Kööpenhamina. 382 p. Saatavissa (viitattu 4.9.2024): [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology\\_data\\_for\\_renewable\\_fuels.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology_data_for_renewable_fuels.pdf)

Doz, Y.L. (1996). The evolution of cooperation in strategic alliances: Initial conditions or learning processes? John Wiley & Sons, Ltd. Chichester. 30 p. Saatavissa (viitattu 17.7.2024): <https://www-jstor-org.libproxy.tuni.fi/stable/2486904?sid=primo>

eFuel-Today. (2023). Iberdrola commissions largest green hydrogen plant in Puertollano. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 12.11.2024): <https://efuel-today.com/en/iberdrola-commissions-largest-green-hydrogen-plant-in-puertollano/>

Erbach, G. & Svensson, S. (2023). EU rules for renewable hydrogen. European Parliamentary Research Service, EPRS. Saatavissa (viitattu 10.10.2024): [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/747085/EPRS\\_BRI\(2023\)747085\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/747085/EPRS_BRI(2023)747085_EN.pdf)

Euroopan komissio. (2019). Euroopan vihreän kehityksen ohjelma. Komission tiedonanto. Bryssel. Saatavissa (viitattu 12.6.2024): [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0003.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0003.02/DOC_1&format=PDF)

Eurooppa-neuvosto. Pariisin ilmastopöytäkirja. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 14.6.2024): <https://www.consilium.europa.eu/fi/policies/climate-change/paris-agreement/>

FCW. (2024). Europe's Largest Standalone Green Hydrogen Project Moves Forward with Temporary Grid Connection. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 9.2.2025): <https://fuelcellsworks.com/2024/09/24/green-hydrogen/europe-s-largest-standalone-green-hydrogen-project-moves-forward-with-temporary-grid-connection>

Hietajärvi, A., Aaltonen, K. & Haapasalo, H. (2016). What is project alliance capability? Emerald Publishing Limited. Leeds. 20 p. Saatavissa (viitattu 17.7.2024): <https://www.proquest.com/docview/1883171806?accountid=14242&parentSessionId=vbDbGiHKKDcREfXFifOpNqWAWzSr17XbdUmYBHs%2FE90%3D&pq-origsite=primo&sourcetype=Scholarly%20Journals>

Hietajärvi, A., Aaltonen, K. & Haapasalo, H. (2017). Opportunity management in large projects: a case study of an infrastructure alliance project. Emerald Publishing Limited. Lontoo. 23 p. Saatavissa (viitattu 17.7.2024): <https://www.proquest.com/docview/1923918991?accountid=14242&parentSessionId=hIU%2FnEL0VU2QiGVG2ek%2BChKqY50Om2ckPgjjvVQM%2BJc%3D&pq-origsite=primo&sourcetype=Scholarly%20Journals>

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. (2022). Tutkimushaastattelu: teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Gaudeamus. Helsinki.

Iberdrola. Puertollano green hydrogen plant - Iberdrola commissions its largest green hydrogen plant for industrial use in Europe. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 12.11.2024): <https://iberdrola.com/about-us/what-we-do/green-hydrogen/puertollano-green-hydrogen-plant>

IHS Global Insights. (2016). Global Construction Outlook. IHS Global Insights. Lexington, MA, USA.

International Energy Agency. (2019). The future of hydrogen. Pariisi. 203 p. Saatavissa (viitattu 4.9.2024): [https://iea.blob.core.windows.net/assets/9e3a3493-b9a6-4b7d-b499-7ca48e357561/The\\_Future\\_of\\_Hydrogen.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/9e3a3493-b9a6-4b7d-b499-7ca48e357561/The_Future_of_Hydrogen.pdf)

Irena. (2020). Green Hydrogen Cost Reduction: Scaling up Electrolysers to Meet the 1.5°C Climate Goal. International Renewable Energy Agency. Abu Dhabi. 106 p. Saatavissa (viitattu 2.9.2024): [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Dec/IRENA\\_Green\\_hydrogen\\_cost\\_2020.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Dec/IRENA_Green_hydrogen_cost_2020.pdf)

Junnonen, J.M. & Kankainen, J. (2020). Rakennuttaminen. Rakennustieto Oy. Vaasa. 130 s.

Kar, SK., Harichandan, S. & Roy, B. (2022). Bibliometric analysis of the research on hydrogen economy: An analysis of current findings and roadmap ahead. Pergamon-Elsevier Science LTD. 22 p. Saatavissa (viitattu 14.6.2024): <https://www.sciencedirect.com.libproxy.tuni.fi/science/article/pii/S0360319922002774?via%3Dihub>

Kemp, L., Xu, C., Depledge, J., Ebi, K.L., Gibbins, G., Kohler, T.A., Rockström, J., Scheffer, M., Schellnhuber, H.J., Steffen, W. & Lenton, T.M. (2022). Climate Endgame: Exploring catastrophic climate change scenarios. PNAS. 11 p. Saatavissa (viitattu 14.6.2024): <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.2108146119#sec-1>

Khan, M. & Al-Ghamdi, S. (2023). Hydrogen economy for sustainable development in GCC countries: A SWOT analysis considering current situation, challenges, and prospects. Pergamon-Elsevier Science LTD. 30 p. Saatavissa (viitattu 13.6.2024):

<https://www.sciencedirect-com.libproxy.tuni.fi/science/article/pii/S0360319922057500?via%3Dihub#sec5>

Kiiras, J., Peltonen, T., Kruus, M. & Sivunen, M. (2019). Projektinjohtorakentaminen ja muita palvelumuotoja. Rakennustieto Oy. Helsinki. 312 s.

Kiwa. (2021). Vihreän vedyn mahdollisuudet energiamurroksessa. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 14.6.2024): <https://www.kiwa.com/fi/fi/uutiset/vihrean-vedyn-mahdollisuudet-energiaturroksessa/>

Klee, L. (2018). "Specifics of EPC and EPCM," in *International Construction Contract Law*. John Wiley & Sons Ltd. Chichester, UK. pp. 172–214. Saatavissa (viitattu 11.7.2024): <https://ebookcentral.proquest.com/lib/tampere/reader.action?docID=5448169>

Liu, P.R., Raftery, A.E. (2021). Country-based rate of emissions reductions should increase by 80% beyond nationally determined contributions to meet the 2 °C target. *Communications Earth & Environment*. 10 p. Saatavissa (viitattu 14.6.2024): <https://www.nature.com/articles/s43247-021-00097-8#citeas>

Loots, P. & Henchie, N. (2007). *Worlds Apart: EPC and EPCM Contracts: Risk issues and allocation*. Mayer Brown. 16 p. Saatavissa (viitattu 11.7.2024): [https://www.fidic.org/sites/default/files/epcm\\_loots\\_2007.pdf](https://www.fidic.org/sites/default/files/epcm_loots_2007.pdf)

Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999). Saatavissa (viitattu 19.7.2024): <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Marion, J. & Richardson, T. (2022). *Managing Projects with PMBOK 7: Connecting New Principles with Old Standards*. Business Expert Press, LLC. New York. 257 p. Saatavissa (viitattu 9.9.2024): <https://ebookcentral.proquest.com/lib/tampere/reader.action?docID=29423599>

Moradi, R. & Groth, K. (2019). *Hydrogen storage and delivery: Review of the state of the art technologies and risk and reliability analysis*. Elsevier Ltd. 16 p. Saatavissa (viitattu 6.9.2024): <https://www.sciencedirect-com.libproxy.tuni.fi/science/article/pii/S0360319919309656>

NEOM Green Hydrogen Company. *The Plant*. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 11.11.2024): <https://nghc.com/the-plant/>

Niemistö, E. (2014). *Projektinjohtourakka: Erytyspiirteet, sopimustekniikka ja ongelmakohdat*. Rakennustieto Oy. Helsinki. 127 s.

Oloke, O.C., Fayomi O.S.I., Oluwatayo, A., Adangunodo, T.A. & Akinwumi, I.I. (2021). *The nexus of climate change, urban infrastructure and sustainable development in developing countries*. IOP Publishing Ltd. 11 p. Saatavissa (viitattu 14.6.2024): <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/665/1/012051/meta>

P2X Solutions. *Hankkeemme*. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 30.10.2024): <https://p2x.fi/hanke/>

Paris Agreement. (2015). *United Nations Framework Convention on Climate Change*. Pariisi. Saatavissa (viitattu 12.6.2024): [https://ym.fi/documents/1410903/38439968/paris-agreement-english-B334B5EC\\_B697\\_4C03\\_8F06\\_D42B87AA76E6-118495.pdf](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/paris-agreement-english-B334B5EC_B697_4C03_8F06_D42B87AA76E6-118495.pdf)

Peltonen, T. & Kiiras, J. (1998). Rakennuttajan riskit eri urakkamuodoissa. Rakennustieto Oy. Helsinki. 115 s.

PWC. (2016). EPCM Contracts: Project delivery through engineering, procurement and construction management contracts. 20 p. Saatavissa (viitattu 11.7.2024): <https://www.pwc.com/au/legal/assets/investing-in-infrastructure/iif-8-epcm-contracts-feb16-3.pdf>

Rakennustieto Oy. (2002). RT 11-10781 Luvan hakeminen rakentamiseen. Saatavissa (viitattu 25.7.2024): <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2011-10781>

Rakennustieto Oy. (2016). RT 10-11224 Talonrakennushankkeen kulku – Rakennushankkeen vaiheet ja osittelu. Saatavissa (viitattu 18.7.2024): <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-11224>

Rakennustieto Oy. (2017). Ratu KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Saatavissa (viitattu 24.7.2024): <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20KI-6031>

Rakennustieto Oy. (2017). RT 10-11284 Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtävälueetelo HJR18. Saatavissa (viitattu 19.7.2024): <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-11284>

Rakennustieto Oy. (2018). RT 103017 Projektinjohtourakkasopimuksen laatiminen tavoite- ja kattohinnalla – Talonrakennustyö. Saatavissa (viitattu 25.6.2024): <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%20103017>

Rakennustieto Oy. (2020). RT 103239 Allianssimalli hankkeen toteutusmuotona – Allianssimallin yleiskuvaus. Saatavissa (viitattu 25.6.2024): <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%20103239>

Rakennustieto Oy. (2022). RT 103470 Opas projektinjohtomuotojen käyttöön. Saatavissa (viitattu 10.7.2024): <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%20103470>

Ruuska, K. (2007). Pidä projekti hallinnassa – Suunnittelu, menetelmät ja vuorovaikutus. Talentum Media Oy, Helsinki. 302 s.

Rakennustieto Oy. (2017). Ratu KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Saatavissa (viitattu 24.7.2024): <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20KI-6031>

Ruusuvuori, J., Tiittula, L., Aaltonen, T., Alastalo, M., Rastas, A., Tienari, J., Vaara, E., Meriläinen, S., Lumme-Sandt, K., Alasuutari, M., Hyvärinen, M., Löyttyniemi, V., Valtonen, A. & Nuolijärvi, P. (2005). Haastattelu: tutkimus, tilanteet ja vuorovaikutus. Vastapaino. Tampere.

Saarimäki, T. (2016). Projektinjohto-organisaation muodostaminen ja yhteistoiminta suurissa projekteissa. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. 91 s. Saatavissa (viitattu 24.6.2024): <https://trepo.tuni.fi/handle/123456789/23882>

Salminen, J. (2017). Rakennushankkeen uusiutuvat toteutusmuodot. Rakennustieto Oy. Helsinki. 185 s.

Savolainen, J., Junnonen J.M. & Saari, A. (2023). Rakennushankkeen suunnittelun ohjaus. Rakennustieto Oy. Vaasa. 102 s.

Schreiner, M., Kale, P. & Corsten, D. (2009). What really is alliance management capability and how does it impact alliance outcomes and success? John Wiley & Sons, Ltd. Chichester. 25 p. Saatavissa (viitattu 17.7.2024): <https://www-jstor-org.libproxy.tuni.fi/stable/27735500?sid=primo>

Sears, S., Sears, A., Clough, R., Rounds, J. & Segner, R. (2015). Construction project management: A practical guide to field construction management. John Wiley & Sons. Hoboken, New Jersey. 342 p. Saatavissa (viitattu 18.7.2024): <https://ebookcentral.proquest.com/lib/tampere/reader.action?docID=7104021>

Shell. (2022). Shell to start building Europe's largest renewable hydrogen plant. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 13.11.2024): <https://www.shell.com/news-and-insights/newsroom/news-and-media-releases/2022/shell-to-start-building-europes-largest-renewable-hydrogen-plant.html>

Shell. (2024). Shell to build 100-megawatt renewable hydrogen electrolyser in Germany. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 13.11.2024): <https://www.shell.com/what-we-do/hydrogen/latest-news-from-shell-hydrogen/shell-to-build-100-megawatt-renewable-hydrogen-electrolyser-in-germany.html>

Sun, J. & Zhang, P. (2011). Owner organization design for mega industrial construction projects. Elsevier Sci Ltd. Lontoo. 6 p. Saatavissa (viitattu 29.7.2024): <https://www-sciencedirect-com.libproxy.tuni.fi/science/article/pii/S0263786311000536?via%3Dihub>

Takamaa, J. (2013). Allianssimalli liikenteen infrahankkeen toteutusmuotona. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. 84 s. Saatavissa (viitattu 26.6.2024): <https://trepo.tuni.fi/handle/123456789/21929>

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (1992). Saatavissa (viitattu 14.6.2024): [https://unfccc.int/files/essential\\_background/background\\_publications\\_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf](https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf)

Wallenius, D. (2022). Vetyä, synteettisiä polttoaineita ja sähkön varastointia – Vetylaitokset tuovat miljardi-investoinnit seuraavan vuosikymmenen aikana. Rakennuslehti. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 5.11.2024): <https://www.rakennuslehti.fi/2022/09/vetya-synteettisia-polttoaineita-ja-sahkon-varastointia-vetylaitokset-tuovat-miljardi-investoinnit-seuraavan-vuosikymmenen-aikana/>

Wang, P. & AbouRizk, S. (2009). Large-scale simulation modeling system for industrial construction. Ottawa, ON: National Research Council of Canada. 14 p. Saatavissa (viitattu 29.7.2024): <https://web-p-ebsohost-com.libproxy.tuni.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=0efdfd1e-7d33-4eca-b086-bcaa373247a0%40redis>

Wappler, M., Ugunder, D., Lu, X., Ohlmeyer, H., Teschke, H. & Lueke, W. (2022). Building the green hydrogen market-Current state and outlook on green hydrogen demand and electrolyzer manufacturing. Pergamon-Elsevier Science LTD. 20 p. Saatavissa (viitattu 14.6.2024): <https://www-sciencedirect-com.libproxy.tuni.fi/science/article/pii/S0360319922033900?via%3Dihub#sec4>

Yu, M., Wang, K. & Vredenburg, H. (2021). Insights into low-carbon hydrogen production methods: Green, blue and aqua hydrogen. Pergamon-Elsevier Science LTD. 13 p. Saatavissa (viitattu 13.6.2024): <https://www-sciencedirect-com.libproxy.tuni.fi/science/article/pii/S0360319921012684?via%3Dihub>

Yun, S. & Jung, W. (2017). Benchmarking Sustainability Practices Use throughout Industrial Construction Project Delivery. MDPI. Basel. 20 p. Saatavissa (viitattu 29.7.2024): <https://www.mdpi.com/2071-1050/9/6/1007>



## LIITE A: TEEMAHAASTATTELUJA OHJANNEET KYSYMYKSET

### Prosessiteollisuuden investointiprojektin käynnistysvaiheen hallinta

- Mitkä ovat oleellimmat vaiheet ja tehtävät tilaajan näkökulmasta prosessiteollisuushankkeiden käynnistämisympäristössä?
  - Miten tehtävät eroavat rakennuttamiseen liittyvän kirjallisuuden esittämiin tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheiden tehtäviin?
  - Millaisia seurauksia tehtävien onnistumisesta ja epäonnistumisesta voi seurata?
- Millaista vertailua hankkeiden toteutusmuodoista tehdään prosessiteollisuushankkeiden käynnistysympäristössä?
- Miten budjetti ja aikataulu määritellään ennen rakentamisvaihetta ja miten niiden toteutumista seurataan?
- Miten riskien tunnistaminen ja arviointi tehdään ennen rakentamisvaihetta?

### Uusiutuvan vedyn tuotantolaitosprojektin hallinta

- Mitä erityispiirteitä vety tuo hankkeeseen muihin prosessiteollisuushankkeisiin verrattuna?
- Millaista toteutusmuotoa Harjavallan vedyntuotantolaitosprojektissa käytettiin?
  - Millaista vertailua toteutusmuodoista tehtiin tässä hankkeessa?
  - Hyviä puolia / haasteita valitusta toteutusmuodosta?
- Millainen päätöksentekoprosessi oli rakennuspaikan valinnassa?
  - Mitä kriteerejä käytettiin sopivan paikan valintaan?
- Liittyikö hankkeeseen erityisiä lupia tai säädöksiä?
  - Kuinka kauan lupien saaminen kesti ja oliko niiden kanssa haasteita?
- Limittyivätkö suunnittelu, hankinnat ja rakentaminen ajallisesti keskenään?
  - Miten suunnitelmien valmistumisen ajoitusta seurattiin ja miten siinä onnistuttiin?
- Kuinka hyvin hankkeen alkuperäisestä aikataulusta on pystytty pitämään kiinni?

- Mitkä ovat aikataulun ja töiden vaiheistuksen kannalta kriittisimmät työvaiheet ja toimitukset?
- Millaisia kriteerejä käytitte urakoitsijoiden valinnassa?
  - Miten yhteistyö sujui ja oliko siinä erityisiä haasteita tai onnistumisia?
  - Kuinka paljon yhteistoiminnallisuutta urakoitsijoiden kanssa oli hankkeessa?
  - Miten tiedonkulku onnistui urakoitsijoiden kanssa?
- Millaisia haasteita hankkeeseen liittyi?
  - Kuinka niistä selvittiin?
  - Miten niitä voitaisiin ennaltaehkäistä?
- Mitkä ovat suurimmat opit tästä hankkeesta tulevaisuuden hankkeita ja niiden rakennusprojektin hallintaa ajatellen?

#### Projektin johtaminen ja hallinta sekä osapuolten välinen yhteistoiminta

- Millaista osaamista suuren kokoluokan teollisuusprojektin johtaminen mielestäsi vaatii projektinjohto-organisaatiolta?
- Millaista yhteistoimintaa suuret teollisuusprojektit mielestäsi vaativat hankkeen eri osapuolten kesken?
  - Miten tämä toteutuu eri toteutusmuodoilla toteutettavissa projekteissa?
  - Miten näiden toteutumista hankkeen aikana voitaisiin kehittää?
  - Missä vaiheissa hanketta yhteistoiminnallisuutta tarvitaan eri osapuolten kesken?

#### Toteutusmuotojen ominaisuudet, käytännön kokemukset ja vertailu

- Millaisia vahvuuksia ja heikkouksia eri toteutusmuodoissa on?
- Millaisia kokemuksia sinulla on eri toteutusmuotojen käytännön toteutuksesta projektinjohtamisen kannalta?
  - Miten näkyy, jos valittu toteutusmuoto oli oikea tai väärä?
  - Voitko kertoa esimerkkejä onnistumisista ja haasteista projekteista, joissa näitä toteutusmuotoja on käytetty?
- Millaista yhteistoimintaa suuret teollisuusprojektit mielestäsi vaativat hankkeen eri osapuolten kesken?

- Miten tämä toteutuu eri toteutusmuodoilla toteutettavissa projekteissa?
- Miten näiden toteutumista hankkeen aikana voitaisiin kehittää?
- Missä vaiheissa hanketta yhteistoiminnallisuutta tarvitaan eri osapuolten kesken?
- Liittykö prosessiteollisuushankkeisiin sellaisia riskejä, joilta jokin toteutusmuoto suojaa erityisen hyvin tai paremmin, kuin muut toteutusmuodot?
  - Onko prosessiteollisuushankkeiden tilaajilla yleensä valmiutta ja halukkuutta maksaa riskien siirtämisestä muiden hankkeen osapuolien kannettaviksi?
  - Mitä riskejä tilaajan kannattaa kantaa itse?
- Oletko havainnut eroja toteutusmuotojen kustannustehokkuudessa, -ohjauksessa ja budjetin hallinnassa?

Hankkeen osapuolten välisiin sopimuksiin liittyvät ominaisuudet ja mahdolliset ongelmatkohdat

- Onko EPCM-projektimuodolla toteutetuissa hankkeissa eroavaisuuksia sopimuksissa?
- Mitkä ovat yleisimmät riitoja tai ongelmia osapuolten välille aiheuttavat asiat EPCM-projektimallissa?
  - Onko ongelmatilanteet yleisempiä tiettyjen osapuolten välillä?
- Miten mahdollisia riitoja tai ongelmia voitaisiin ennaltaehkäistä sopimusten avulla hankkeissa, joissa on mukana useita eri osapuolia?
- Millaisilla sopimusteknisillä elementeillä hankkeen eri osapuolet saataisiin ohjattua toimimaan kohti yhteistä päämäärää?
  - Mitkä ovat hanketta edistäviä seikkoja, jotka olisi hyvä huomioida sopimuksissa?
  - Voidaanko sopimusten avulla edistää yhteistoimintaa hankkeen osapuolten välillä?