Tampereen yliopisto

Antti Rantala

PROJEKTINHALLINTAKÄYTÄNTÖJEN KEHITYS SÄHKÖVERKKOTOIMIALALLA

Diplomityö
Informaatioteknologian ja viestinnän tiedekunta
Tarkastaja: Professori Pertti Järventausta
Tarkastaja: Väitöskirjatutkija, DI, Tuomas Vanhanen
Toukokuu 2025

TIIVISTELMÄ

Antti Rantala: Projektinhallintakäytäntöjen kehitys sähköverkkotoimialalla
Diplomityö
Tampereen yliopisto
Sähkötekniikan DI-ohjelma
Toukokuu 2025

Sähköverkkotoimiala on energiamurroksen keskiössä. Sähköverkon toimitusvarmuutta, joustavuutta ja uusiutuvien energianlähteiden integrointia koskevat vaatimukset lisäävät tarvetta kehittää sähköverkon investointiprojektien hallintaa.

Tämän diplomityön tavoitteena on kehittää projektinhallintakäytänteitä vastaamaan sähköverkkotoimialan erityisvaatimuksia. Työ toteutettiin toimeksiantajayritys, Netel Oy:n tarpeisiin. Kehitystyössä keskityttiin pääosin pääurakoitsijan rooliin sähköverkon investointiprojekteissa koko projektin elinkaaren ajan.

Työ rakentuu teoreettisen viitekehyksen ympärille, missä käsitellään projektinhallinnan keskeisimpiä osa-alueita, kuten projektinhallinnan rautakolmion mukaisten osa-alueiden hallintaa. Teoreettinen viitekehys toteutettiin kirjallisuuskatsauksena painottuen tieteellisiin artikkeleihin ja kirjallisuuteen. Empiirisen analyysin osuus perustui Netel Oy:n nykyisten projektinhallintakäytänteiden kartoitukseen, asiantuntijahaastatteluihin, työpajoihin sekä projektidataan. Tarkoituksena oli tunnistaa kehityskohteita ja esittää konkreettisia kehitystoimenpiteitä käytäntöjen tehostamiseksi ja projektituottavuuden kasvattamiseksi.

Työn tuloksissa ilmenee, että merkittävimmät kehitystarpeet liittyvät kustannusten ja aikataulujen hallintaan, projektisuunnitelmien yhtenäistämiseen sekä digitaalisten järjestelmäohjelmistojen tehokkaampaan hyödyntämiseen. Esimerkiksi tuloksen arvo -analyysin käyttöönotto nähtiin mahdollisuutena parantaa projektien tehokasta seurantaa ja projektin ohjauksen ennakoitavuutta. Lisäksi projektin roolien sekä vastuiden tarkempi määrittely ja selkeys parantaisi merkittävästi projektien toteutusten sujuvuutta ja tekisi projektinhallinnasta johdonmukaisempaa.

Työ osoitti, että projektinhallinnan systemaattinen kehittäminen lisää sähköverkon investointiprojektien toimitusten tehokkuutta, parantaa yrityksen tuottavuutta ja tukee yrityksen strategisia tavoitteita. Kehitetyt käytännöt luovat pohjan yhtiö- ja liiketoimintatason projektinhallintaprosessille, joka on elintärkeä osa yhtenäisten projektitoteutusten saavuttamiseksi nyt ja tulevaisuudessa.

Avainsanat: projektinhallinta, projektin elinkaari, sähköverkkotoimiala, investointiprojekti, kehitys, projektisuunnittelu, teknologian integrointi, tehokkuus, resurssienhallinta, kustannusten hallinta.

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

ABSTRACT

Antti Rantala: Development of project management in the electricity network industry
Master of Science Thesis
Tampere University
Master's Degree Program in Electrical Engineering
May 2025

The electricity network industry is at the center of the energy transition. Increasing demands related to grid reliability, flexibility, and the integration of renewable energy sources highlight the need to develop the management of electricity network investment projects.

The aim of this master's thesis is to develop project management practices that meet the specific requirements of the electricity network sector. The work was carried out to serve the needs of the commissioning company, Netel Oy. The development focused specifically on the role of the main contractor in electricity network investment projects throughout the entire project lifecycle.

The thesis is built around a theoretical framework that addresses key elements of project management, particularly the areas defined by the project management "iron triangle" (scope, time, cost, quality). The theoretical part was conducted as a literature review with emphasis on scientific articles and books. The empirical part consisted of mapping Netel Oy's current project management practices, expert interviews, workshops, and project data. The aim was to identify development areas and propose concrete actions to enhance practices and increase project productivity.

The results indicate that the most significant development needs relate to cost and schedule management, standardization of project planning, and more efficient utilization of digital project management tools. For example, the implementation of Earned Value Analysis was seen as a promising way to improve project monitoring and control predictability. Furthermore, clearer definitions of project roles and responsibilities would significantly improve project execution and make project management more coherent.

The thesis demonstrates that systematic development of project management increases the efficiency of electricity network investment project delivery, improves company productivity, and supports strategic business objectives. The proposed practices lay the foundation for a unified project management process at both company and business levels, which is essential for consistent project execution now and in the future.

Keywords: Project management, project lifecycle, electricity network industry, investment project, development, project planning, technology integration, efficiency, resource management, cost management.

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

TEKOÄLYN KÄYTTÖ OPINNÄYTTEESSÄ

Opinnäytteessäni on käytetty tekoälysovelluksia:

☐ Ei
☒ Kyllä

Ilmoitukseni mukaan olen käyttänyt opinnäytteessäni tutkielmaprosessin aikana seuraavia tekoälysovelluksia:

Tekoälysovellusten nimet ja versiot:
Microsoft Copilot Chat TUNI-tunnuksella.

Käyttötarkoitus:
Tekoälyä on käytetty opinnäytteessä pääosin englanti-suomi-käännöstöihin. Lisäksi tekoälyä on käytetty opinnäytteen kappalesisältöjen ideointiin ja luonnosteluun, sekä kirjallisuuslähteiden analysointiin.

Osiot, joissa tekoälyä on käytetty:
Kappaleen 2 englanninkielisten kirjallisuuslähteiden analyysit ja käännöstyö, kappaleen 4.3 sisältöjen ideointi ja yhteenvedon ja tiivistelmän luonnostelutyöt.

Olen tietoinen siitä, että olen täysin vastuussa koko opinnäytteeni sisällöstä, mukaan lukien osat, joissa on hyödynnetty tekoälyä, ja hyväksyn vastuun mahdollisista eettisten ohjeiden rikkomuksista.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on toteutettu osana Tampereen yliopiston sähkötekniikan DI-ohjelmaa. Työ on tehty yhteistyössä toimeksiantajayritys Netel Oy:n kanssa. Diplomityön aihe valikoitui omien mielenkiinnon kohteiden sekä toimeksiantajayrityksen tarpeiden kohdatessa. Työn aikana pääsin hyödyntämään kattavasti omaa kokemusta sähköverkon rakennusprojekteista ja niiden projektinhallinnasta.

Kiitän työn järjestämisestä, tuesta ja ohjaamisesta Netelin kehitys- ja projektitukijohtajaa Mika Järvistä, sekä työn tarkastamisesta ja yliopiston ohjauksesta professori Pertti Järventaustaa sekä väitöskirjatutkija Tuomas Vanhasta. Lisäksi haluan kiittää perhettäni ja opiskelukavereitani opiskeluvuosien aikaisesta jatkuvasta tuesta. Suurimmat kiitokset kuuluvat vanhemmilleni, sisaruksilleni sekä Anniliinalle, jotka ovat tämän teekkarin matkassa olleet mukana tukemassa orientaatioviikosta alkaen.

Tampereella, 5.6.2025

Antti Rantala

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO 1
1.1 Työn tavoitteet ja tutkimuskysymykset 2
1.2 Netel Oy 3
2. PROJEKTINHALLINNAN TEORIA JA PROJEKTILIIKETOIMINTA 4
2.1 Projekti 4
2.2 Projektinhallinta 7
2.3 Projektiliiketoiminta 14
3. SÄHKÖVERKKOTOIMIALA SUOMESSA 17
3.1 Toimialan yleiskatsaus 17
3.2 Suomen sähköjärjestelmä pähkinänkuoressa 18
3.3 Sähköverkkoliiketoiminnan valvonta ja verkkoinvestoinnit 19
3.4 Sähkönjakeluverkon investointiprojektit 25
4. PROJEKTINHALLINTAKÄYTÄNNÖT SÄHKÖVERKKOTOIMIALALLA 29
4.1 Toimialakohtainen projektinhallinta 29
4.2 Toimeksiantajayrityksen nykyiset projektinhallintakäytännöt 32
4.3 Kehityskohteet 37
4.3.1 Kustannusten hallinta 38
4.3.2 Aikataulujen hallinta 40
4.3.3 Laajuuden hallinta 42
4.3.4 Laadunhallinta 44
5. PROJEKTINHALLINTAKÄYTÄNTÖJEN KEHITYSTOIMET 47
5.1 Tavoitteet ja määritys 47
5.2 Teknologinen näkökulma 47
5.3 Projektin elinkaariseuranta ja projektiraportointi 49
5.4 Roolit ja vastuut 55
5.5 Projektisuunnitelma 57
6. JOHTOPÄÄTÖKSET JA TULOSTEN ARVIOINTI 59
7. YHTEENVETO 60
LÄHTEET 61

LYHENTEET JA MERKINNÄT

AC	engl. Actual Cost, todelliset kustannukset työlle, joka on tehty tiettyyn päivämäärään mennessä
BAC	engl. Budget at Completion, projektin loppuunsaattamiseen suunniteltu kokonaisbudjetti
EV	engl. Earned Value, hyväksytty budjetti työlle, joka on oikeasti suoritettu tiettyyn päivämäärään mennessä
KPI	engl. Key Performance Indicator, suorituskykymittari, jolla seurataan projektin tai toiminnan onnistumista
KVR	Kokonaisvastuurakentaminen
Oy	Osakeyhtiö
PV	engl. Planned Value, hyväksytty budjetti työlle, jonka on tarkoitus olla valmiina tiettyyn päivämäärään mennessä
TTY	Tampereen teknillinen yliopisto
WBS	engl. Work Breakdown System, työn ositus

1. JOHDANTO

Sähköverkkotoimiala on yksi sellaisista kriittisistä infrastruktuurin osa-alueista, joka mahdollistaa nykypäiväisen yhteiskunnan toiminnan ja arjen. Sähköverkon toiminnan luotettavuus, eli toimitusvarmuus, sekä tehokkuus ovat elintärkeitä niin kotitalouksille, teollisuudelle kuin julkisille palveluille. Osana energiamurrosta sähköverkkotoimiala on kohdannut merkittäviä haasteita, kuten laaja-alalaisesti kasvavan energiankulutuksen, uusiutuvien energianlähteiden integroinnin ja elinkaarensa päähän tulleiden komponenttien korvaamiset. Näiden haasteiden ratkaisemiseksi tarvitaan tehokkaita projektinhallintakäytäntöjä, jotka varmistavat projektien onnistuneen toteutuksen aikataulussa ja budjetissa koko toimitusketjun läpi.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia ja kehittää projektinhallintakäytäntöjä sähköverkkotoimialalla. Työssä keskitytään erityisesti projektinhallinnan menetelmiin ja osa-alueisiin projektin elinkaaren kautta. Lisäksi tarkastellaan, miten digitalisaatio ja uudet teknologiat voivat tukea projektinhallintaa ja tuoda lisäarvoa sähköverkkoprojektien toteutukseen.

Projektinhallintamenetelmät ja -käytännöt ovat hyvin keskeisessä roolissa projektiliiketoiminnassa, missä investointiprojektit, kunnossapito ja saneeraustyöt edellyttävät työn tehokasta hallintaa, etenemän seurantaa ja kehittämistä kilpailuedun saavuttamiseksi. Sähköverkkojen ja energiainfrastruktuurin merkitys yhteiskunnalle kasvaa, ja teknologinen kehitys asettaa uusia vaatimuksia projektien suunnittelulle, toteutukselle ja seurannalle. Lisäksi yritysten toimintaympäristön muuttuminen muun muassa digitalisaation kautta korostaa projektinhallintakäytäntöjen jatkuvan kehityksen tarvetta, mikä edellyttää yrityksen tehokkuuden optimointia ja manuaalisen työn poistumista. Lisäksi digitalisaatio vaatii jatkuvaa henkilöstön osaamisen kehittämistä, jotta yrityksen toiminta säilyy kilpailukykyisenä.

Työn teoreettisen viitekehyksen perustana on kirjallisuus ja projektinhallinnan monimuotoiset aineistot ja tutkimukset. Lisäksi työssä sovelletaan empiiristä analyysiä, jossa käytetään sekä omaa kokemusta, että toimeksiantajayrityksen projektidataa ja asiantuntijahaastatteluita.

1.1 Työn tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tämä diplomityö toteutetaan toimeksiantajayritys Netel Oy:n tarpeisiin, ja sen tavoitteena on kartoittaa kokonaiskuvaa yrityksen nykyisistä projektinhallintakäytännöistä sähköverkon investointiprojekteissa. Kartoitustyö sisältää muun muassa projektisuunnittelun, aikataulutuksen, resursoinnin, riskienhallinnan ja projektin seurannan menetelmät. Nykytilan kartoituksen jälkeen tavoitteena on projektinhallintamenetelmien kokonaisvaltainen kehittäminen, mikä tuottaa konkreettisia kehityskohteita nykyisten käytäntöjen tehostamiseksi ja yrityksen projektituotannon tuottavuuden kasvattamiseksi. Lopuksi tavoitteena on koota työn tulokset toimeksiantajalle selkeänä kokonaisuutena antamaan suuntaviivoja projektinhallintakäytäntöjen parantamiseksi. Lopullinen konkreettinen tavoite on saada yrityksen projektinhallintaan yhtenäinen ilme prosessina.

Työn tutkimuskysymyksiä on viisi:

1) Pääkysymys: Miten projektinhallintakäytäntöjä voidaan kehittää vastaamaan sähköverkkotoimialan erityisvaatimuksia ja parantamaan projektien taloudellista kannattavuutta?
2) Alakysymys: Millainen markkinatilanne sähköverkkotoimialalla on Suomessa?
3) Alakysymys: Miten sähköverkkotoimialan erityispiirteet vaikuttavat projektinhallinnan tarpeisiin ja toteutukseen?
4) Alakysymys: Mitkä ovat nykyisten projektinhallintakäytäntöjen suurimmat haasteet ja kehityskohteet?
5) Alakysymys: Millaisia konkreettisia muutoksia tai parannuksia projektinhallintaprosesseihin voidaan tuoda, ja miten niiden vaikutuksia voidaan arvioida?

Työn tutkimusote on konstruktiivinen tutkimus, joka soveltuu hyvin projektinhallinnan konkreettisten tulosten esittämiseen ja projektinhallintamallin kehittämiseen. Työn alkuosa perustuu projektinhallinnan kirjallisuuslähteisiin ja tieteellisiin tutkimuksiin. Kehitystoimien tunnistamisessa ja konkreettisten kehitystoimenpide-ehdotusten luomisessa käytetään valtaosin omaa kokemusta sekä toimeksiantajayrityksessä järjestettyjä työpajoja ja haastatteluita.

1.2 Netel Oy

Netel Oy on 2010 perustettu projektinjohtomallilla toimiva, laaja-alaisesti verkostoitunut tietoliikenne- ja sähköverkkoja rakentava yritys. Netel Oy kuuluu Netel Group AB -konserniin 100 % omistuksella. Konserni on listautunut Tukholman pörssiin, ja sen toiminta ulottuu Suomen ja Ruotsin lisäksi Norjaan, Saksaan ja Iso-Britanniaan. Netel AB on perustettu vuonna 2000.

Suomessa Netel on rakentanut valokaapeliverkkoja yli 6000 kilometriä, asentanut mobiilitukiasemia yli 6000 kappaletta ja toteuttanut kokonaisvastuurakentamisena, eli KVR-urakkana sähköverkkoprojekteja useille eri asiakkaille yli 5500 kilometriä. Vuonna 2023 Netel Oy:n liikevaihto oli 24 M€, mikä koostuu kiinteän verkon, sähköverkkojen sekä mobiiliverkkojen projekteista ympäri Suomen. Kaikki sähköverkot-liiketoimintayksikön toteuttamat projektit ovat KVR-urakkana sisältäneet minimissään maastosuunnittelun, rakennus- ja toimenpidelupamenettelyt, maanrakennustyöt, sähköasennukset, sekä dokumentoinnin loppuasiakkaan tietojärjestelmiin. Netel Oy:n strateginen tavoite on vahvistaa asemaansa nykyisissä liiketoiminnoissa.

Yritys on vuosien saatossa saanut hyvää ja kannustavaa palautetta sen toteuttamista projekteista asiakkailta, ja on pystynyt hyödyntämään vahvaa kuituverkon rakentamisesta kertynyttä kokemusta myös sähköverkkojen saneeraustöissä. Projektit toteutetaan kattavalla projektinjohtomallilla, jonka painopisteenä ovat ympäristö-, työturvallisuus-, laadunhallinta-, ja johtamismallinäkökulmat. Netel tähtää aina toiminnassaan yleisesti korkeaan laatutasoon, merkittävien sidosryhmien positiiviseen suhtautumisen lisäämiseen sekä jatkuvaan kustannustehokkuuden ja tuottavuuden parantamiseen, työturvallisuudesta tinkimättä. Projektinjohtomalli kattaa koko verkonrakennuksesta koostuvan tuotantoprosessin suunnittelusta käyttöönottoon ja dokumentointiin.

2. PROJEKTINHALLINNAN TEORIA JA PROJEKTI-LIIKETOIMINTA

Projektinhallinta on hyvin keskeinen osa nykyaikaista liiketoimintaa, jossa projektien monimutkaisuus ja laajuus vaativat tehokkaita projektinhallintakäytänteitä ja -työkaluja. Tässä kappaleessa käsitellään kirjallisuuskatsauksen avulla projektinhallinnan keskeisiä käsitteitä, menetelmiä ja työkaluja, jotka ovat suunniteltu projektien onnistuneen toteutuksen aikaansaamiseksi. Lisäksi tarkastellaan, miten yleiset projektinhallinnan ja projektiliiketoiminnan teoriat ja käytännöt tukevat projektien hallintaa ja liiketoimintaa.

2.1 Projekti

Projekti on tilapäinen pyrkimys tai ponnistus, jolla on määritelty alku ja loppu, ja jonka tavoitteena on saavuttaa ainutlaatuisia päämääriä ja tavoitteita, tyypillisesti hyödyllisen muutoksen tai lisäarvon saavuttamiseksi. Pähkinänkuoressa projekti on siis ainutlaatuinen kokonaisuus, joka tehdään ainutlaatuisen tuotteen tai palvelun tarjoamiseksi. Projektin päätavoitteena on tyydyttää asiakkaan tarpeet, eli sisimmissään projekti tai projektinhallinta ei eroa minkä tahansa tuotteen tai palvelun tarjoamisesta tai tuottamisesta. (Pai, 2019)

Termille ”projekti” ei ensimmäisen kappaleen kuvauksesta huolimatta ole yksikäsitteistä hyväksyttyä määritelmää. Eri organisaatiot määrittelevät projektit eri tavoin. Eri projekteilla on kuitenkin keskenään paljon yhteisiä piirteitä (Kuster et al., 2015):

- Projektit ovat kokonaisuuksia muutokselle, jolle on aina asetettu aikarajat.
- Projektien suunnittelu ja ohjaus on usein vaikeaa. Projektit vaativat toteutukseen erityisiä organisatorisia toimenpiteitä ja selkeitä päätöksiä.
- Projekti luo aina resurssitarpeen. Tarpeet voivat olla poikkeuksellisia, sisältäen henkilöosaamista, henkilöstöä ja taloudellisia panoksia.
- Projekti luo lähes aina toteuttajalle riskiä. Riskit voivat liittyä esimerkiksi projektibudjettiin, henkilöstöön, aikatauluun tai projektin sisältöön.
- Projektin onnistuminen edellyttää aina oman projektiorganisaation koostamista. Projektit voidaan nähdä jopa itsenäisinä organisaatioina, jotka vaativat erityisiä rakenteita ja johtamista.

Projektit ovat siis aina ainutlaatuisia kokonaisuuksia, jonka sisällä tehtävien luonne, toteutuksen epävarmuustekijät ja monimutkaisuus vaihtelevat suuresti. Projekteja voidaan

kuitenkin kategorisoida luokkiin, mikä auttaa ymmärtämään projektikokonaisuuksien välisiä eroja ja yhtäläisyyksiä sekä auttaa käyttämään sopivia strategioita projektin toteutukseen. Luokittelutapoja on monia. Yksi tapa luokitella projekti on sen toteutuksen perusteella (Stewart R. Clegg et al., n.d.):

- Rakennusprojektit
- Järjestelmäkehitysprojektit
- Tuotekehitysprojektit
- Tapahtumaprojektit
- Tutkimus- ja kehitysprojektit
- Organisaation kehitysprojektit.

Monet projektit tuottavat loppukäyttäjälle sekä tuotteen että prosessin. Esimerkiksi uusi järjestelmä yrityksen matkalaskuihin tuottaa IT-ratkaisun, ja uudet toimintatavat matkalaskujen kirjaamiseen ja käsittelyyn. Ero tuotteen ja prosessin välillä sekä suhde projektin tilaajan ja omistavan organisaation välillä yksinkertaistaa projektiluokittelua neljään eri kategoriaan: kehitys-, muutos-, toimitus- ja tapahtumaprojekteihin. (Stewart R. Clegg et al., n.d.)

Taulukko 1. *Projektityyppien kategorisointi (muokattu lähteestä Stewart R. Clegg et al., n.d.)*

Projekti-tyyppi	**Kehitysprojekti**	**Muutosprojekti**	**Toimitusprojekti**	**Tapahtumapro-jekti**
Tarkoitus	Kehittää uusi teknologia, tuote tai palvelu markkinoille.	Muuttaa organisaatiota tai organisaation työmenetelmiä tehokkaammaksi.	Toteuttaa ja toimittaa monimutkaisia ratkaisuja asiakkaille.	Järjestää onnistunut tapahtuma.
Lähtökohta	Tuote	Prosessi	Sopimus	Laatukriteeri
Vaadittu asiantuntemus	Eri aihealueiden tiedon integrointi.	Osaamisrakenteen muutos ja organisaation tiedon integrointi.	Tiedon integrointi asiakkaan ja toimittajan välillä.	Relevantin osaamisen tarjoaminen.
Johtamis-fokus	Erityismääräykset, tekniset ratkaisut.	Muutosvastaisuuden välttäminen, tukeminen, sisäinen markkinointi	Asiakasdialogi, vuorovaikutus, neuvottelu	Osallistaminen ja sitouttaminen sekä ympäristönhallinta
Edistymiskriteerit	Kannattavuus, markkinastrategiset tulokset	Realisoitunut parannuspotentiaali, hallinta ja työntekijöiden tyytyväisyys	Kannattavuus, asiakastyytyväisyys	Sitoutuminen, onnistunut tapahtuma.

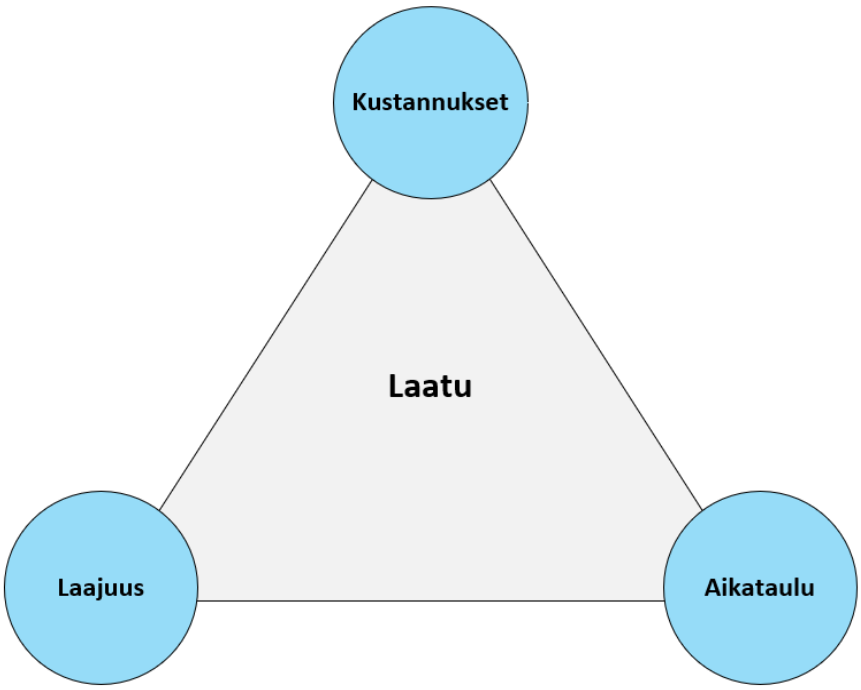
Tässä työssä keskitytään toimitusprojekteihin, niiden hallintaan ja ominaisiin käytäntöihin. Monet organisaatiot perustavat olemassaolonsa tuotteisiin tai palveluihin, joita ne eivät kehitä ja toteuta omassa organisaatiossaan, vaan käyttävät kolmatta osapuolta näiden kehittämiseen tai toteuttamiseen. Näin ollen projektit suoritetaan muiden toimesta, joko osittain tai kokonaisuudessaan. Tällöin toimittaja (urakoitsija) toteuttaa projektin tilaajan (asiakkaan) toiveiden ja tarpeiden mukaisesti. Toimitusprojektit ovatkin siis hyvin yleisiä esimerkiksi rakennus-, ICT- ja telekommunikaatioalalla. (Stewart R. Clegg et al., n.d.)

Toimitusprojekteissa on keskeistä ymmärtää tilaajan tarpeet mahdollisimman tarkasti. Sopijapuolten väliset neuvottelut ja vaatimusten sekä lopputuloksen selventäminen tilaajan ja toimittajan välillä ovat tavanomaisia. Sopimus toimii toimitusprojektien perustana ja määrittelee toimitusprojektin laajuuden, aikataulun ja talouskäytännöt. Sopimuksen

ehtoja on mahdollista tarkastella ja neuvotella projektin edetessä. (Stewart R. Clegg et al., n.d.)

2.2 Projektinhallinta

Projektinhallinta on kehittynyt suhteellisen uudeksi käsitteeksi, vaikka projekteja on toteutettu jo sivilisaation alkuajoista lähtien. Teollinen vallankumous 1900-luvun alussa korosti tarvetta organisoidulle osaamiselle monenlaisten projektien hallinnassa. Vaikka yksittäiset projektit ovat ainutlaatuisia ja kertaluonteisia, projektinhallinnan perusperiaatteet ja käytetyt menetelmät ovat toistettavissa riippumatta projektin koosta. Projektinhallinta voidaan nähdä organisoituna toimintana, jossa hyödynnetään tietoja, taitoja, työkaluja ja tekniikoita projektin eri vaiheissa. Tavoitteena on täyttää tai jopa ylittää sidosryhmien tarpeet ja odotukset tasapainottamalla projektin laajuus, aikarajat, kustannukset ja laatu. Projektinhallinnassa pyritään myös huomioimaan sidosryhmien odotukset sekä erottamaan tarpeet ja tunnistamattomat odotukset toisistaan. (Pai, 2019)



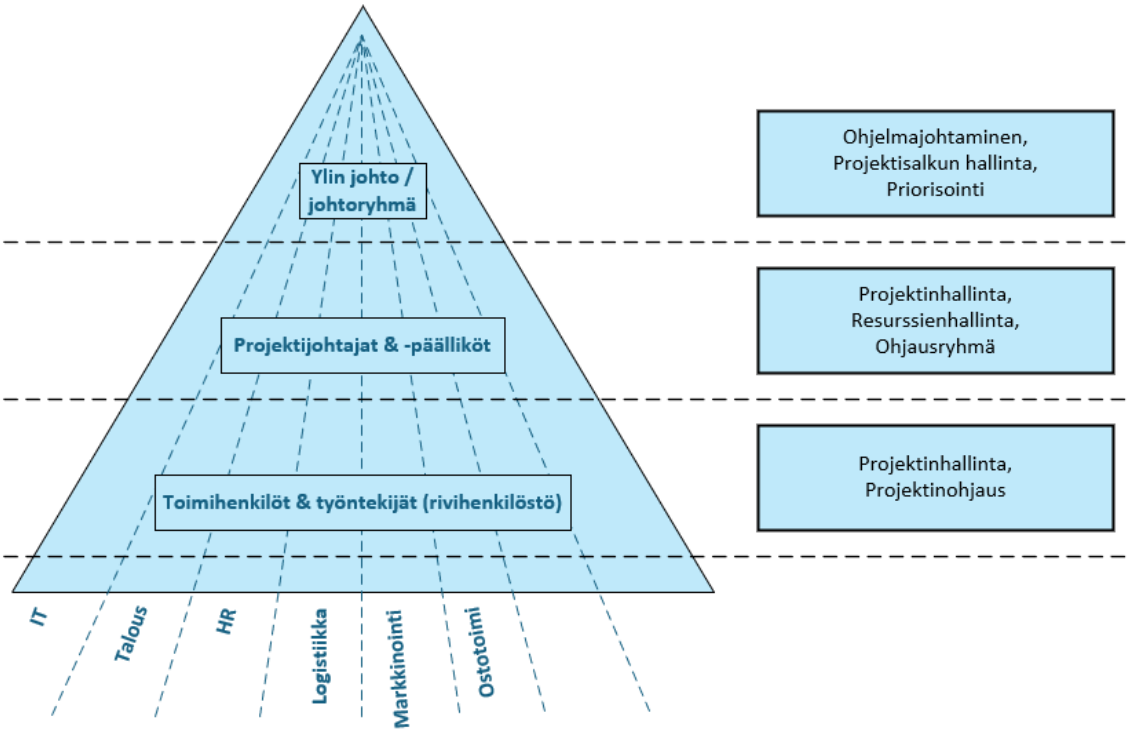
Kuva 1. *Projektinhallinnan ”rautakolmio”: kolme tärkeää keskinäisessä riippuvuussuhteessa olevaa tekijää: kustannukset, aikataulu ja laajuus. Kustannukset sisältävät projektin budjetin ja taloudelliset resurssit. Aikataulu määrää projektin määräajan ja välitavoitteet. Laajuus kuvaa projektin tavoitteita, tehtäviä ja tuotoksia. Jos yksi tekijä muuttuu, se vaikuttaa väistämättä muihin.*

Toisin sanoen projektinhallinta on tieteellinen lähestymistapa, jossa hyödynnetään moderneja työkaluja ja menetelmiä ainutlaatuisten tehtävien suunnittelussa, toteutuksessa, seurannassa ja koordinoinnissa. Tavoitteena on saavuttaa ennalta asetetut aikaraja-, kustannus- ja laajuusvaatimukset. (Pai, 2019) Lopullista ratkaisua jopa tärkeämpää on

se, millä lähestymistavalla ratkaisu saavutetaan, mitä resursseja se vaatii ja kuinka niitä käytetään. (Kuster et al., 2015)

Organisaation tavoitteiden saavuttaminen ja arvonluonti edellyttää johtamista, joka kattaa strategiset, taktiset ja operatiiviset tasot. Strategia määrittää pitkän aikavälin vision, kun taas taktiikat ovat joustavia toimia, joilla vastataan visiota uhkaaviin tilanteisiin. Operatiivisella tasolla tehdään käytännön toimenpiteitä, kuten mukautetaan työtapoja ja resursseja uhkien torjumiseksi. Strateginen visio toimii usein projektin viitekehyksenä projektinhallinnassa. (Stewart R. Clegg et al., n.d.)

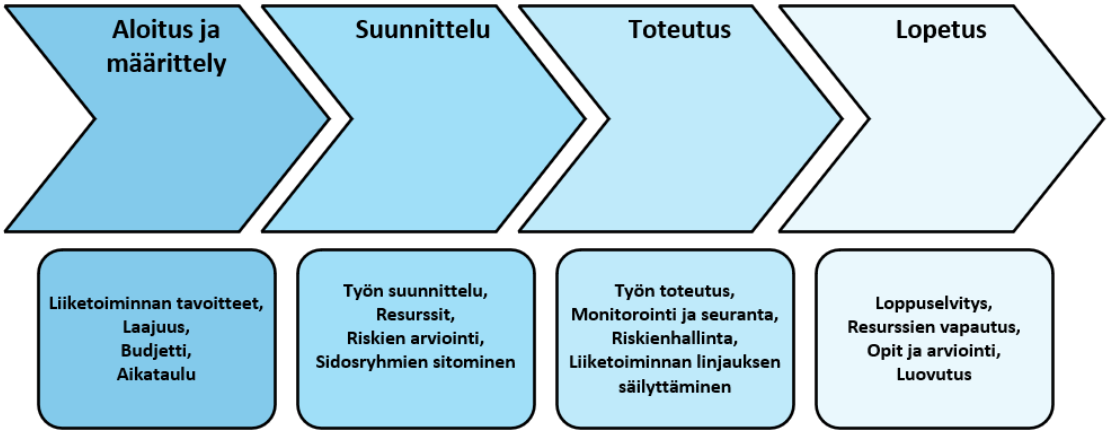
Projektinhallinta ulottuu läpi koko organisaation. Eri projektinhallinnan tehtäviä suoritetaan liiketoiminnan eri hierarkiatasoilla (kuva 2).



Kuva 2. *Projektinhallinta yrityshierarkiassa: projektinhallintaa toteutetaan yrityksen jokaisella hierarkiatasolla. (muokattu lähteestä Kuster et al., 2015). Kolmiossa kuvataan eri hierarkiatasoja koko organisaation läpi.*

Ohjelmajohtaminen projektinhallinnan yhteydessä tarkoittaa kaikkien sellaisten projektien hallintaa, jotka yhdessä tähtäävät samaan strategiseen tavoitteeseen. Se voi sijoittua organisaation eri tasoille ja kattaa joko osan yrityksen projekteista tai kaikki sen projektit. Ohjelmajohtaminen keskittyy prioriteettien asettamiseen ja resurssien, kuten palveluiden ja budjettien jakamiseen. (Kuster et al., 2015)

Projektin elinkaari voidaan jakaa yleensä neljään vaiheeseen. Vaikka eri organisaatiot voivat käyttää eri määriä vaiheita, ovat nämä neljä hyvin tyypillisiä jokaisen projektin vaiheita. Jokaisessa vaiheessa on omat tärkeät tehtävänsä. Projektin vaiheiden ja niiden tuotosten tarkastelu auttaa ymmärtämään, miten ne vaikuttavat kokonaisvaltaisesti projektin lopulliseen arvoon. Jokaisen vaiheen aikana keskitytään saavuttamaan liiketoiminnalle asetettuja tavoitteita ja varmistetaan, että lopputulos vastaa sidosryhmien odotuksia. Kuvassa 3 on esitetty projektinhallinnan neljä perusvaihetta. (Campbell, 2014)



Kuva 3. *Projektinhallinnan perusvaiheet: aloitus ja määrittely, suunnittelu, toteutus ja lopetus (muokattu lähteestä Campbell, 2014). Aloitus- ja määrittelyvaiheessa projektikokonaisuus määritellään ja virallistetaan. Suunnitteluvaiheessa luodaan mahdollisimman yksityiskohtainen suunnitelma projektin toteutukseen. Toteutusvaiheessa projektin suunnitelmaa toteutetaan ja luodaan varsinaiset tuotokset. Lopetusvaiheessa projekti saatetaan päätökseen ja tulokset toimitetaan asiakkaalle tai omistajalle.*

Kuten edellä todettiin, projektin vaiheiden määrä ja niiden toteuttamisen muodollisuus riippuvat paljolti projektin luonteesta, laajuudesta, riskistä ja tärkeydestä. Vaiheet määräytyvät myös sen mukaan, kuinka paljon asiakas haluaa vaikuttaa prosessiin. Yleisesti ottaen pienemmät projektitoimitukset voidaan luonnollisesti toteuttaa pienemmällä muodollisuudella. Teoreettista mallia voidaan aina laajentaa lisävaiheilla. Toinen, hyvin yleinen ja aavistuksen syvällisempi tapa on jakaa projektin elinkaari kuuteen vaihekokonaisuuteen: aloitus-, esiselvitys-, konsepti-, toteutus-, käyttöönotto- ja luovutusvaiheeseen. (Kuster et al., 2015)

Aloitusvaihe on yleensä melko epämuodollinen ja kattaa aikavälin, joka menee ongelman tunnistamisen ja konkreettisen toimenpiteen tekemisen välillä. Tärkeää on, että avainhenkilöt, jotka ovat vastuussa ja joilla on valta hallita tarvittavat resurssit, ymmärtävät ja hyväksyvät projektin aloittamisen. Tämän vaiheen esityöt ja toimenpiteet tulisi onnistuessaan johtaa projektisopimukseen. **Esiselvitysvaiheen** päätarkoitus on varmis-

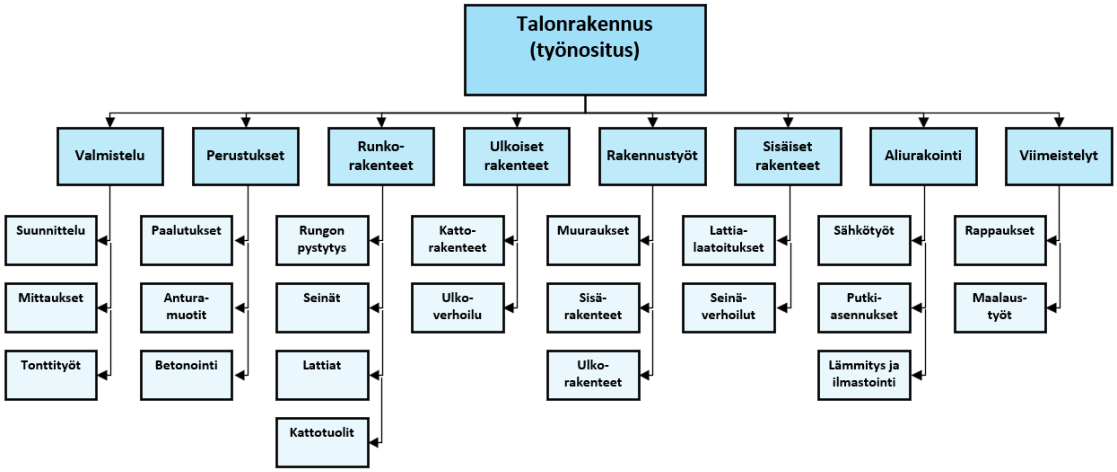
taa, että ongelman ratkaisemiseen on realistinen suoritustapa. **Konseptivaiheen** tarkoituksena on kehittää kokonaiskonsepti, joka perustuu esiselvitysvaiheessa kehitettyihin ratkaisuperiaatteisiin ja viitekehyksiin. Vaiheessa tehdään tietoon pohjautuvia päätöksiä projektin tavoitteiden saavuttamiseksi. **Toteutusvaiheessa** ratkaisu toteutetaan kokonaisuudessaan. Käytännössä toteutusvaihe ei seuraa konseptivaihetta, ja vaiheet ovatkin usein ainakin osittain päällekkäisiä. **Käyttöönottovaiheessa** projektin toteutettu ratkaisu otetaan asiakkaan toimesta käyttöön. Tämän vaiheen loppupuolella projekti saatetaan päätökseen. Viimeinen vaihe, eli **luovutusvaihe**, alkaa projektin valmistumisen jälkeen. Projektin luonteen mukaan voi olla tarpeen tehdä työtä takuun puitteissa tai teettää parempia versioita projektin osa-alueista. Viimeisessä vaiheessa tehdään myös yleensä projektin arviointi. Arvioinnin olisi hyvä sisältää ainakin tarkastelu liiketoiminnallisten ja kaupallisten ennusteiden odotuksista. (Kuster et al., 2015)

Työnositus (*WBS, Work Breakdown Structure*) on yksi projektinhallinnan työkaluista, jonka avulla organisoidaan ja jäsennellään projektin eri tehtävistä koostuvia vaiheita. Työnositus jakaa projektin elinkaaren pieniin, helpommin hallittavissa oleviin osiin, joita usein kutsutaan työpaketeiksi. Työnositus on keskeinen kuvaus projektin aikataululle, budjetille, riskienhallinnalle ja suorituskyvyn seurannalle, ja se toimii poikkitieteellisenä perustana, jonka avulla projektin tilaa ja edistymistä voidaan raportoida yhtenäisellä ja standardisoidulla tavalla. (Institute, 2019)

Työpaketit ovat konkreettisia tehtäviä tai osakokonaisuuksia, joita voidaan helpommin hallita, seurata ja arvioida. Työnosituksen tarkoituksena on varmistaa, että kaikki projektin osat tulevat riittävän ajoissa huomioiduksi, ja että projektin laajuus on täysin ymmärretty ja dokumentoitu. Työnosituksen hyötyjä ovat muun muassa (Institute, 2019):

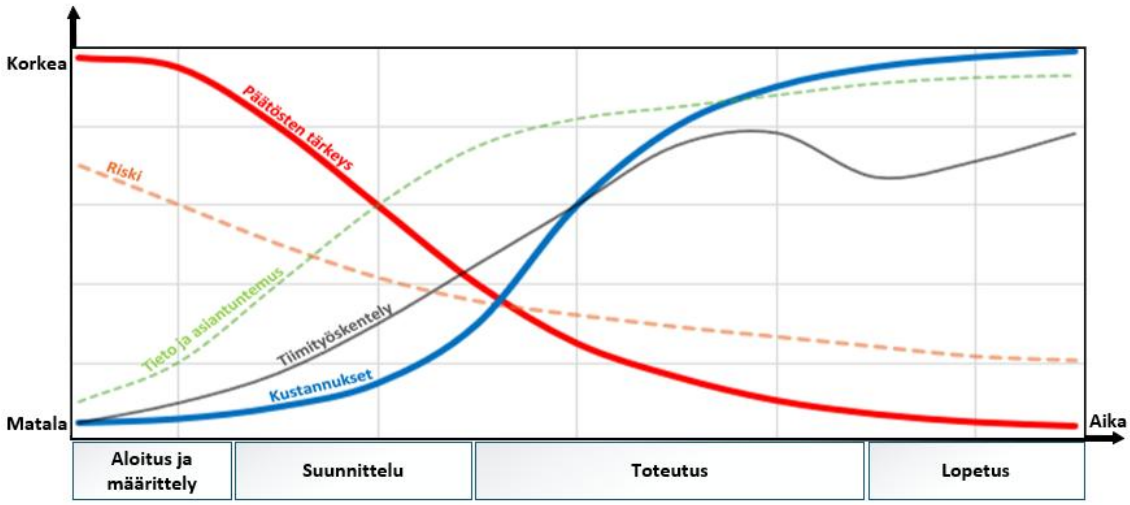
1. Visualisoinnin selkeys ja viestintä
2. Projektin tehokas hallinta
3. Riskienhallinta
4. Projektin seuranta ja arviointi.

Työn ositusrakenteen luonti alkaa projektin laajuuden määrittelystä ja sen jakamisesta päätehtäviin. Nämä päätehtävät jaetaan tarvittaessa edelleen pienempiin osiin, kunnes saavutetaan riittävä työpakettitaso. Työpaketit ovat tällöin konkreettisia tehtäviä, jotka voidaan suorittaa ja arvioida itsenäisesti. (Institute, 2019) Kuvassa 4 on esitetty hyvin ylätasoinen sekä pelkistetty versio työnosituksesta talonrakennusprojektissa.



Kuva 4. *Työnosituskaavio (WBS, Work Breakdown Structure) talonrakennusprojektista. Työpakettien otsikoihin on purettu talonrakennuksen elinkaaren mukaisia vaiheita. Tehokkaan projektinhallinnan avain on näiden tehtävien parempi hallinta, niiden edistymisen seuranta sekä järjestelmällinen organisointi ja optimointi.*

Projektin S-käyrä on visuaalinen projektinhallinnan työkalu, joka kuvaa kumulatiivisia kustannuksia, työtunteja tai muita määreitä suhteessa aikaan. Useimpien projektien eteneminen noudattaa S-käyrän lainalaisuuksia, mikä tekee siitä toimivan indikaattorin tavoitteiden, vertailuperustojen, kustannusten, riskien ja ajan seurannassa. (Pai, 2019)



Kuva 5. *Päätösten, riskin, tiedon ja asiantuntemuksen, tiimityöskentelyn ja projektin kustannusten taso projektin edetessä. Päätökset ovat tärkeimpiä projektin alussa. Projektiriskin taso laskee projektin aikana. Tieto ja asiantuntemus projektiorganisaatiolla kasvaa projektin edetessä. S-käyrä muodostuu tässä kuvassa kustannuksista. Kustannukset ovat suurimmassa nousussa projektin toteutusvaiheessa. (Muokattu lähteestä Kuster et al., 2015)*

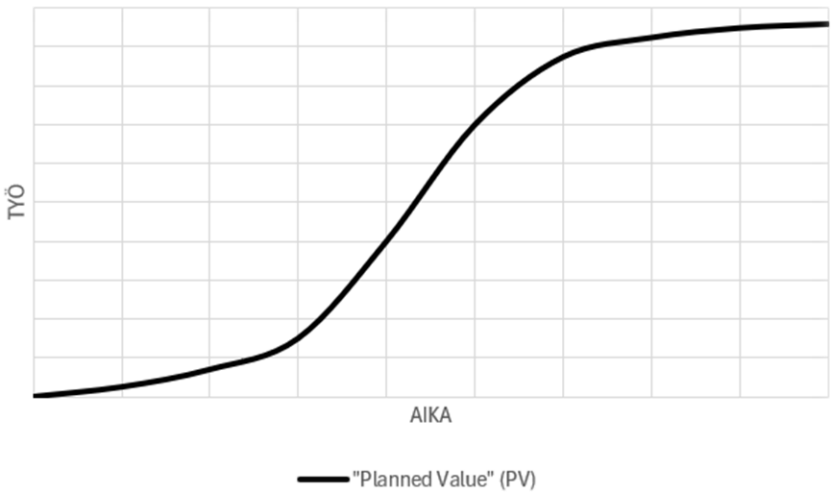
Tuloksen arvo -analyysi (TA-analyysi) on yksi projektin S-käyrään perustuva suorituskyvyn analyysimenetelmä, missä vertaillaan suunniteltua työmäärää saavutettuun työmäärään tietyssä projektin ajankohdassa. TA-analyysi tarkastelee myös, kuinka paljon työtä

on saatu aikaiseksi suhteessa sen tekemiseen käytettyihin kustannuksiin. Näiden tietojen pohjalta voidaan seurata projektin edistymistä tehokkaasti ja laskea mittareita, jotka kertovat projektin nykytilasta. Sen avulla projektia voidaan ohjata ennakoivasti, koska se tarjoaa selkeän kuvan projektin tilasta, tuottaa hyödyllisiä suorituskykymittareita ja mahdollistaa tarvittavien korjaustoimenpiteiden tunnistamisen ja toteuttamisen. (APM, 2016)

Tuloksen arvo -analyysin perustekijät ovat (APM, 2016):

- *Budget at Completion* (BAC): projektin loppuun saattamiseen suunniteltu kokonaisbudjetti.
- *Planned Value* (PV): hyväksytty budjetti työlle, jonka on tarkoitus olla valmiina tiettyyn päivämäärään mennessä.
- *Earned Value* (EV): hyväksytty budjetti työlle, joka on oikeasti suoritettu tiettyyn päivämäärään mennessä.
- *Actual Cost* (AC): todelliset kustannukset työlle, joka on tehty tiettyyn päivämäärään mennessä.

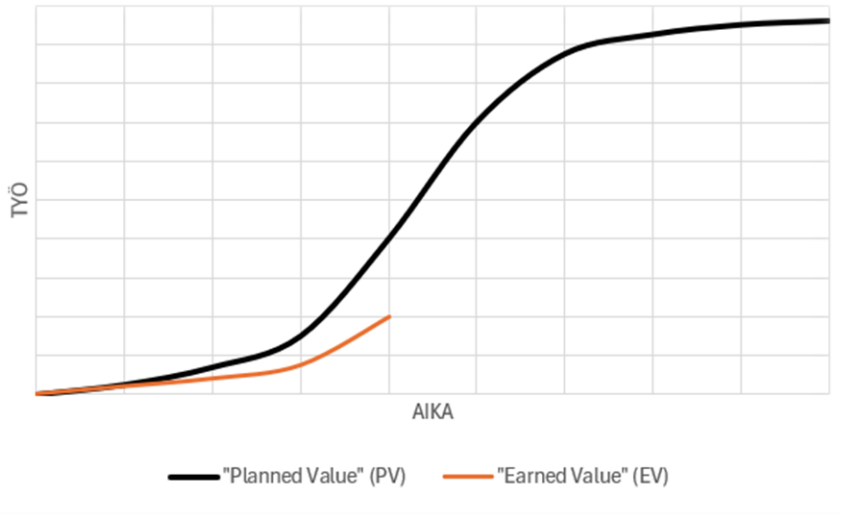
Kun projektin budjetti on suunniteltu, voidaan luoda projektin elinkaaren mukainen hyväksytyn budjetin S-käyrä (PV-käyrä).



Kuva 6. *Hyväksytty budjetti työlle, jonka on tarkoitus olla valmiina tiettyyn päivämäärään mennessä.*

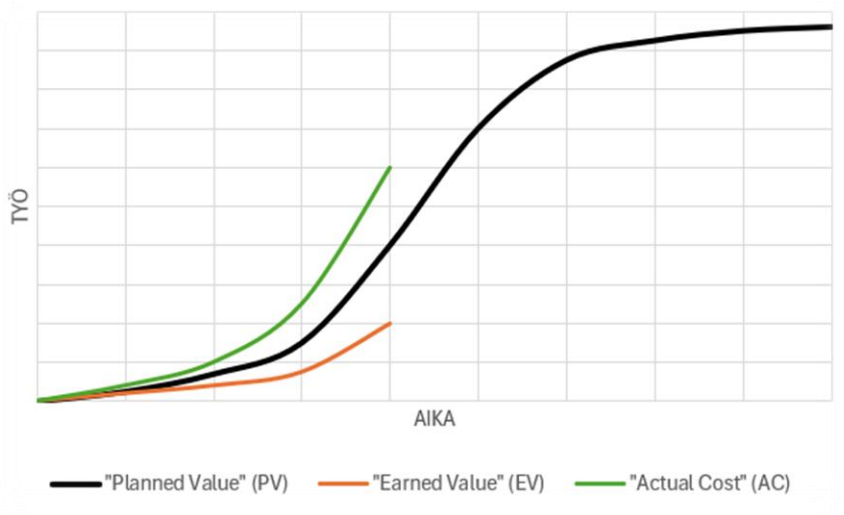
Earned Value (EV) on niiden töiden arvo, jotka ovat saatettu valmiiksi tiettyyn projektin ajankohtaan mennessä. Se lasketaan kertomalla kunkin työkokonaisuuden tai aktiviteetin valmistumisprosentti sen kokonaisbudjetilla. Kaikkien kirjattujen edistymisyksiköiden summa mahdollistaa edistymiskäyrän piirtämisen. Edistymiskäyrä voidaan piirtää suunnitellun arvon kanssa samaan tasoon, jolloin projektin edistymistä voidaan tarkastella jo

vain kahden seuratun komponentin avulla. Kuvassa 6 on esitetty ansaitun ja suunnitellun arvon S-käyrät. (APM, 2016)



Kuva 7. *Projektin suunniteltu arvo ja ansaittu arvo. Käyrät kertovat projektin suorituskyvystä, missä projekti on edennyt alle suunnitellun odotuksen. Ansaittu arvo on pienempi kuin suunniteltu arvo.*

Kun näiden kahden käyrän lisäksi käyrästöön lisätään vielä projektille kirjatut todelliset kustannukset kumulatiivisena, voidaan käyrien avulla yhdellä silmäyksellä arvioida projektin etenemistä, ja jos seurannan tarkkuus on riittävä, voidaan myös tietyt epäkohdat tunnistaa aikajanalta.



Kuva 8. *Projektin kolme S-käyrää. Tästä käyrästöstä voidaan nopeasti lukea, että projektin todelliset kustannukset ovat ylittyneet, samalla kun projektin työstä saatu ansaittu arvo on jäänyt suunnitellun alapuolelle.*

Kun suunniteltu arvo, ansaittu arvo ja todelliset kustannukset on syötetty käyriksi, voidaan suorittaa useampia tuloksen arvo -laskelmia, mitkä helpottavat tiedon esittämistä

ja analysointia. Tyypillisimpiä laskelmia ovat kustannus- ja aikataulupoikkeamalaskelmat.

2.3 Projektiliiketoiminta

Toimitusprojektien viitekehyksessä projektiliiketoiminta merkitsee ratkaisujen toimittamista asiakkaalle. Toimitusprojektit ovat näissä tapauksissa tuotannon tai liiketoiminnan välineitä, joilla tuotetaan asiakkaalle arvoa asiakaskohtaisten ratkaisujen välityksellä. Tällainen liiketoiminta poikkeaa toistuvaluonteisesta sarjatuotannosta, jossa toiminta on hyvin jatkuvaa materiaali-, tieto- ja rahavirtojen toteutumista. (Artto et al., 2006)

Taulukko 2. *Projektiliiketoiminnan ja toistuvan toiminnan eroja (muokattu lähteestä Artto et al., 2006).*

Erottavat tekijät	Projektiliiketoiminta	Toistuva toiminta (esimerkiksi sarjatuotanto)
Toimintaympäristön vaatimukset	Joustavuus, uudistuminen, muutos	Pysyvyys, jatkuvuus, ennustettavuus
Suhde muutokseen	Pyrkii mittavaan muutokseen	Pyrkii asteittaiseen muutokseen etsimällä tasapainoa
Kohde ja laajuus	Ainutkertainen ratkaisu asiakkaan tarpeiden mukaan	Yksittäiset tuotteet ja erät (volyymi- ja tehokkuustavoitteet)
Ajallinen rajaus	Ajallisesti rajattu	Jatkuva
Liiketoiminnan resurssit	Resurssit laajuuden mukaan	Pysyvät resurssit
Budjetointi	Budjetti laajuuden mukaan	Vuosibudjetit, eräkohtaiset budjetit
Näkökulma tehokkuudesta	Oikeiden asioiden tekeminen	Kustannustehokkuus
Henkilöresurssien kohdistaminen	Projekti säätelee työtehtäviä, tehtävät vaihtelevat projektin edetessä	Työnkuva ja rooli säätelevät tehtäviä, tehtävät pysyviä ja ennalta määritettyjä
Liiketoiminnan ennustettavuus	Epävarmaa, riskialtista. Kokemus suuri tekijä riskinottokyvylle. Riskienhallinta keskiössä.	Ennustettavissa. Kokemus lisää ennakoitavuutta.

Kuten edellä mainittiin, projektiliiketoiminnassa yrityksen toiminta perustuu yksittäisten, selkeästi määriteltyjen ja ajallisesti rajattujen projektien toteuttamiseen. Projekteissa taas tuotetaan asiakkaalle eli projektin tilaajalle tietty tuote, palvelu tai ratkaisu, mikä vastaa asiakkaan tarpeisiin ja projektisopimuksessa määriteltyihin tavoitteisiin. Projektiliiketoiminnan keskiössä on projektinhallinta, jossa tärkeimpinä osa-alueina ovat aikataulun, budjetin ja laajuuden hallinta yhdistettynä projektin lopputuloksen laatuun. Tyypillisiä esimerkkejä projektiliiketoiminnasta ovat rakennusprojekteja, IT-järjestelmiä tai insinööripalveluja tuottavat yritykset. (Artto et al., 2008)

Projektiliiketoiminnan neljä keskeistä piirrettä ovat (Artto et al., 2008):

1. Kertaluonteisuus
   Jokainen toteutettu projekti on uniikki.
2. Aikataulutus
   Projekteilla on määrätty alku ja loppu.
3. Monimutkaisuus
   Tuotanto vaatii usein monien eri osa-alueiden ja sidosryhmien yhteensovitusta.
4. Riskienhallinta
   Projektiriskit on syytä osata tunnistaa, arvioida ja hallita.

Projektiliiketoiminnan menestystekijät ovat tunnistettavissa neljän eri liiketoiminnan osa-alueen kautta, jotka ovat johtamisjärjestelmä, talouden hallinta, projektisalkun hallinta ja asiakas- ja alihankkijaverkoston johtaminen. (Artto et al., 2006)

Yksittäiset projektit liittyvät liiketoimintaympäristöönsä monin eri tavoin, kuten resurssien, talouden, tavoitteiden ja elinkaaren näkökulmasta. Projektit kilpailevat keskenään rajallisista henkilöresursseista sekä muista yrityksen käyttämistä voimavaroista. Hyvin toimiva johtamisjärjestelmä takaa resurssien onnistuneen allokoinnin, hyvien käytäntöjen soveltamisen ja riittävän projektituen. Toimitusprojekteja toteuttavat yritykset käyttävät niitä osana tuotantoaan ja liiketoimintaansa, kun taas kehittämisprojekteja on helpompi tarkastella investointeina, joilla on vaikutus yrityksen tulevaisuuteen ja tehokkuuteen. Yrityksen strategisten tavoitteiden saavuttaminen edellyttää yksittäisten projektien tavoitteiden ja odottamien onnistumista niin, että saadut hyödyt tukevat strategiaa ja niille on osoitettuina sopivat resurssit. Tämä taas vaatii johdolta laadukasta projektisalkun hallintaa, jossa projekteja vertaillaan ja arvioidaan keskenään strategisten päämäärien edistämiseksi. Lisäksi sidosryhmät, kuten asiakkaat ja alihankkijat, ovat merkittäviä muutoksen ja uuden liiketoiminnan mahdollistajia projektin elinkaaren eri vaiheissa. (Artto et al., 2006)

Kuva 9. *Projektiliiketoiminnan neljä keskeistä menestystekijää ja niiden yhteys yksittäisiin projekteihin. (muokattu lähteestä Artto et al., 2006)*

Projektiliiketoiminnan johtaminen luo tarpeen ohjeistaa ja toteuttaa parasta käytäntöä projekteissa. Se merkitsee yrityksen yhteisiä toimintamalleja ja -ohjeita projektinhallinnasta. Hyviä esimerkkejä projektiliiketoimintaa harjoittavan yrityksen yhteisistä käytännöistä ovat esimerkiksi kysymys- ja tarkastuslistat, käytännöt resurssien varaamiseksi ja raportointikäytännöt. Yrityksen yhteisiä pelisääntöjä on myös tarpeellista sopia esimerkiksi alihankkijoiden valintaan ja hyväksyttämiseen sekä laatujärjestelmän ylläpitoon. Yrityksen yhteiset, hyviksi todetut käytänteet luovat tutkitusti kilpailuetua ja ovat suuri etu projektiliiketoiminnan kehittämisessä. (Artto et al., 2006)

Projektiliiketoiminnassa ei riitä, että keskitytään yksittäisen projektin kannattavuuteen, vaan on tärkeää ymmärtää, miten koko yrityksen tulos muodostuu eri projektien ja toimintojen yhteisvaikutuksesta. Ennakoiva taloudenhallinta auttaa yritystä saavuttamaan sen taloudelliset tavoitteet. Tämä edellyttää, että projektien taloudellista tulosta osataan ennustaa riittävän tarkasti niiden toteutuksen aikana. Tällöin mahdollisiin ongelmakohtiin voidaan reagoida ennakoivasti ja toisaalta tunnistaa tilaisuudet, jotka voivat edistää projektien menestystä.

3. SÄHKÖVERKKOTOIMIALA SUOMESSA

Sähköverkkotoimiala kattaa sähkön siirtoon ja jakeluun liittyvät toiminnot, verkkoinfrastruktuurit, lakisäädökset, standardoinnit sekä teknologiat. Keskeisiä osa-alueita, jotka liittyvät sähköverkkotoimialaan Suomessa ovat esimerkiksi sähköjärjestelmän rakenne ja infrastruktuuri, toimijat ja vastuualueet, sääntely ja lainsäädäntö, verkkoteknologia ja verkon kehitys sekä verkkoinvestoinnit. Työn painopiste on sähkönjakeluverkon investointiprojekteissa ja niiden toteutuksessa, mutta oleellista on myös sivuta koko toimialan keskeisimpiä asioita.

3.1 Toimialan yleiskatsaus

Sähköverkkoliiketoiminta on tällä hetkellä merkittävän muutoksen keskellä. Yhteiskunnan tarve parantaa sähkön toimitusvarmuutta, mihin myös Sähkömarkkinalaki 588/2013 viittaa, vaikuttaa voimakkaasti toimialaan ja sen kehityssuuntaan. Lain asettamat toimitusvarmuusvaatimukset edellyttävät merkittäviä investointeja, joiden on arvioitu nousevan useisiin miljardeihin euroihin vuoteen 2036 mennessä, mikä on kyseisen lain asettama takaraja tavoitteiden saavuttamiselle. Muutoksen taustalla on useita tekijöitä. (Haakana et al. 2022)

Sähkömarkkinalaki velvoittaa jakeluverkkotoimijoita ylläpitämään ajantasaista kehittämissuunnitelmaa, joka päivitetään aina kahden vuoden välein. Energiavirasto valvoo kehityssuunnitelmien toteutumista. Sähkönjakeluverkkoihin investoiminen on usein välttämätöntä verkkojen ikääntymisen vuoksi, sillä monin paikoin verkot ovat ylittäneet teknistaloudellisen pitoajan tai lähestyvät pitoajan loppua. Tämä koskee erityisesti taantuvia maantieteellisiä alueita, joissa on tärkeää arvioida asiakkaiden pitkän aikavälin pysyvyyttä. Suurten investointien tekeminen epävarmassa toimintaympäristössä on haastavaa, ja pitkäjänteisen toiminnan kannalta on hyvä kartoittaa joustavia keinoja, kuten nykyisen sähköverkon käyttöiän jatkamista ja toimitusvarmuuden takaamista. (Haakana et al. 2022) Laajojen toimitusvarmuusinvestointien seurauksena sähköverkkoyhtiöiden verkkopalvelumaksut ovat nousseet aiempaa korkeammalle tasolle aiempiin vuosiin verrattuna. Kasvavat verkkopalvelumaksut, ja erityisesti niiden alueelliset riippuvuudet ovat herättäneet aika-ajoin myös yhteiskunnallista keskustelua. (Energiavirasto, 2025)

Sähkön kysynnässä on myös tapahtumassa merkittäviä muutoksia. Sähköautojen ja esimerkiksi datakeskusten yleistyminen lisää sekä sähköenergia että -tehon kysyntää. Energiatehokkuuteen liittyvät tekijät, kuten lämpöpumppujen yleistyminen, vaikuttavat

myös sähkön kysyntään. Kehittyvä kuormituksen joustavuus ja joustavat sähköverkkoratkaisut avaavat uusia mahdollisuuksia sähköverkkoliiketoiminnalle ja energiamarkkinoille. Ratkaisuja voidaan hyödyntää sähköverkon kapasiteetin pullonkaulojen hallinnassa sekä toimitusvarmuuden parantamisessa. Verkon siirtokapasiteetin hallintaan voidaan käyttää esimerkiksi sähkönkäyttäjien kulutusjoustoa, paikallista pientuotantokapasiteettia, sähkövarastoja, aurinkosähköjärjestelmiä ja älykkäiden muuntajien säätömahdollisuuksia. (Haakana et al. 2022).

Vuoden 2022 kehittämissuunnitelmissa verkonhaltijoiden tuli ensimmäistä kertaa laatia strateginen ennuste toimintaympäristössä tapahtuvista muutoksista. Verkonhaltijoiden vastuulla oli arvioida, miten he näkevät toimintaympäristön kehityksen omalla verkkoalueellaan, ja ottaa tämä arvio huomioon verkon kehittämisessä. Ennuste tuli esittää seuraavalle kymmenelle vuodelle, mutta myös pidemmän aikavälin muutostekijät tuli huomioida sanallisissa vastauksissa. Merkittävimpiä muutoksia, joita verkonhaltijat ovat suunnitelmissaan esittäneet, on ollut sähköautojen julkisten latausliittymien määrän merkittävä kasvu. Useat verkonhaltijat ovatkin arvioineet, että muutos on heidän verkkoalueellaan nopeampaa kuin kansallisissa ennusteissa. Lisäksi verkonhaltijat ovat arvioineet, että käyttöpaikkamäärät lisääntyvät seuraavan 10 vuoden aikana yli 380 000 kappaleella, mikä tarkoittaa käytännössä noin 6,5 % kasvua. Latauspisteiden tarvitsemien sähköliittymien määrän on arvioitu kasvavan hieman alle 14 000 kappaleella, mikä on noin kahdeksankertainen määrä nykytilanteeseen verrattuna. (Energiavirasto, 2023)

3.2 Suomen sähköjärjestelmä pähkinänkuoressa

Sähköjärjestelmä Suomessa koostuu voimalaitoksista, kantaverkosta, suurjännitteisistä jakeluverkoista, jakeluverkoista ja sähkön kuluttajista eli loppuasiakkaista. Suomen sähköjärjestelmä on osa pohjoismaista synkronialuetta Ruotsin, Norjan ja Itä-Tanskan kanssa. Lisäksi tasasähköyhteyksiä on Viroon ja Venäjälle. Venäjän sähkötuontia rajoitettiin 24.2.2022, ja sähkökauppa Venäjän kanssa keskeytettiin 13.5.2022 Venäjän Ukrainaan käynnistämän hyökkäyssodan myötä. Pohjoismaiden synkronijärjestelmä on tasasähköyhteyksin kytketty myös Keski-Euroopan sähköjärjestelmään. (Fingrid Oyj, n.d.)

Sähköjärjestelmän kantaverkosta (myös siirtoverkko) puhuttaessa tarkoitetaan silmukoitua suurjännitteistä runkoverkkoa, johon on liitetty suuret voimalaitokset, tehtaat ja jakeluverkot. Kantaverkon kautta siirretään valtaosa suomessa kulutetusta sähköstä. Suomessa kantaverkon toimivuudesta ja ylläpidosta vastaa Fingrid Oyj. Vastuuseen sisältyy muun muassa verkon valvonta, käytön suunnittelu, tasepalvelu, ylläpito ja verkon rakentaminen ja kehittäminen. (Fingrid Oyj, n.d.)

Kantaverkko liittyy joko suoraan jakeluverkkoihin tai suurjännitteisiin alueellisiin jakeluverkkoihin (myös alueverkot), jotka kattavat yleensä yhden tai kaksi maakuntaa (Energiateollisuus ry, n.d.). Kantaverkon ja alueverkkojen liityntäpisteinä jakeluverkkoihin ovat sähköasemat. Jakeluverkkoja hallinnoi ja omistaa jakeluverkkoyhtiöt, joita on Suomessa 77 kappaletta (2025). Jakeluverkot vastaavat sähkön jakelusta loppukäyttäjille. Suurimpia jakeluverkkoyhtiöitä ovat Caruna Oy, Elenia Verkko Oyj ja Helen Sähköverkko Oy. Yhteensä suomen viisitoista suurinta sähköverkkoyhtiötä kattaa noin 70 % jakeluverkoista, sähkön käyttäjistä ja yhtiöiden liikevaihdoista. (Energiateollisuus ry, n.d.; Fingrid Oyj, n.d.)

Jakeluverkkoa käytetään sähkön siirtoon kulutusalueilla pienille ja keskisuurille sähkönkäyttäjille. Jakeluverkot jaetaan pääosin kahteen kategoriaan; keski- ja pienjänniteverkkoihin. Keskijännitteestä puhuttaessa tarkoitetaan useimmiten 20 kV jännitetasoa, kun taas pienjännitteestä puhuttaessa tarkoitetaan tavallisille sähkönkuluttajille tuttua 0,4 kV jännitetasoa, missä vaihejännite on 230 V.

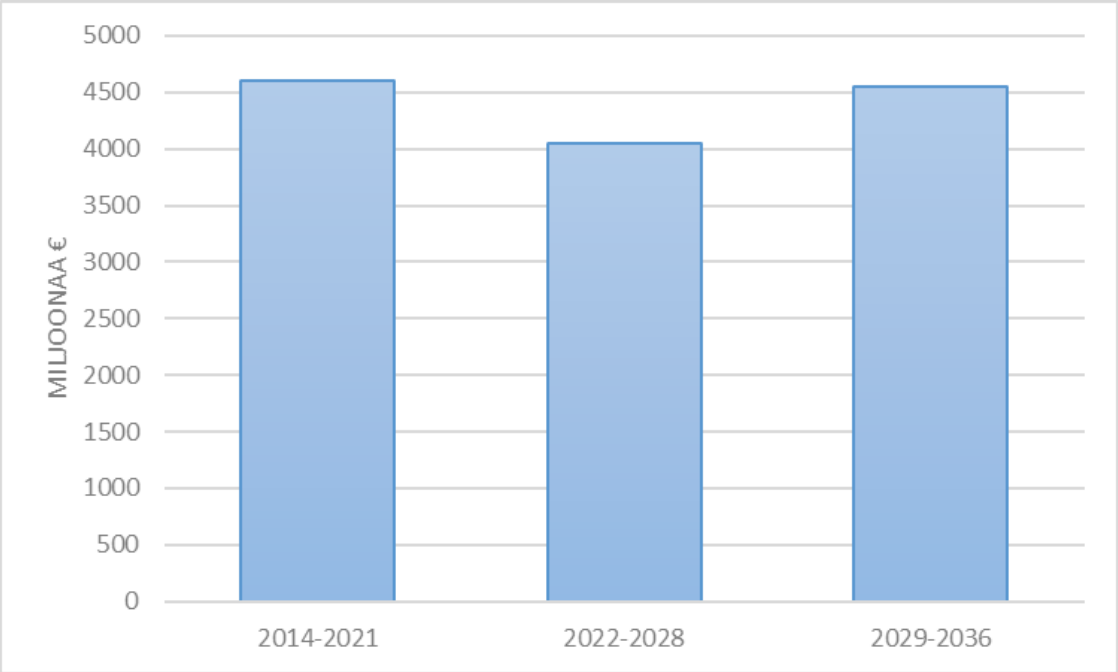
3.3 Sähköverkkoliiketoiminnan valvonta ja verkkoinvestoinnit

Kuten edellä mainittiin, toimialalle hyvin ominaista ovat verkkoinvestoinnit, jotka ovat Suomessa hyvin merkittävässä kasvussa. Investointien tavoitteena on kehittää sähköenergiajärjestelmiä ja parantaa sähkönjakelun toimitusvarmuutta. Kantaverkon investoinneilla Fingrid pyrkii vastaamaan energiamurroksen tuomiin vaatimuksiin, kuten yleiseen yhteiskunnan sähköistymiseen ja uusiutuvan energian tuotannon kasvattamiseen. Investointeihin kuuluu esimerkiksi uudet rajasiirtoyhteydet Ruotsiin ja Viroon, mikä tehostaa sähkömarkkinoiden toimintaa ja uusiutuvan sähköenergian tuotantoa ja käyttöä. Fingridin vuoden 2022 kehittämissuunnitelman mukaan energia-ala on ratkaisevassa asemassa ilmastonmuutoksen torjunnassa. Sähkön tuotantorakenteen muuttuessa kohti vähäpäästöisyyttä sähköjärjestelmä kohtaa ennennäkemättömän murroksen ja uusia haasteita. Vähäpäästöinen tuotantorakenne voi aiheuttaa ajoittain teho- ja siirtokapasiteetin, joustavuuden sekä järjestelmän inertiasta ja oikosulkutehoista niukkuutta. Samaan aikaan yhteiskunta sähköistyy ja sen riippuvuus sähköstä kasvaa päivä päivältä. Sääriippuvan tuotannon lisääntyminen, uudet suuret ydinvoimayksiköt, säätökykyisen tuotannon väheneminen, uuden tuotannon maantieteellinen sijoittuminen ja yhteiskunnan sähköistyminen ovat hyvin keskeisiä trendejä verkon kehittämisen ja verkkoinvestointien näkökulmasta. (Fingrid Oyj, 2022)

Jakeluverkkoinvestoinneista luonnollisesti vastaa puolestaan jakeluverkkoyhtiöt, joiden suurimmat investoinnit kohdistuvat samaten sähkönjakeluverkon kehittämiseen ja ylläpi-

toon. Jakeluverkon investointiprojektit keskittyvät pitkälti sähkön toimitusvarmuuden parantamiseen, ja sitä kautta jakeluverkon maakaapelointiasteen korottamiseen. Lisäksi investointiprojektien toteutusten kautta tapahtuu asteittainen verkon digitalisointi osana älykkäitä sähköverkkoja.

Energiaviraston 19.6.2023 julkaisemassa vuoden 2022 sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelmien yhteenvetoraportissa esitetään kuinka paljon investointeja verkonhaltijat pitkän tähtäimen suunnitelman mukaan ovat tehneet ja paljonko investointeja tullaan tekemään laatuvaatimuksien täyttämiseksi sekä kapasiteettitarpeiden ylläpitämiseksi. Muutokset aiempaan yhteenvetoraporttiin ovat investointien määrissä merkittäviä, koska kehittämissuunnitelmissa esitettyjen investointien määrä kasvoi 9 miljardista eurosta 13 miljardiin euroon aikahorisontin kasvaessa vuoden 2036 loppuun saakka. (Energiavirasto, 2023)



Kuva 10. *Kehittämissuunnitelmien pitkän tähtäimen suunnitelman mukaiset investoinnit ja investointitarpeet laatuvaatimuksien sekä kapasiteettitarpeiden täyttämiseksi. Olennaista on huomata, että vuosien 2022–2028 välillä kaaviossa on yhden vuoden verran lyhyempi tarkastelujakso. (muokattu lähteestä Energiavirasto, 2023).*

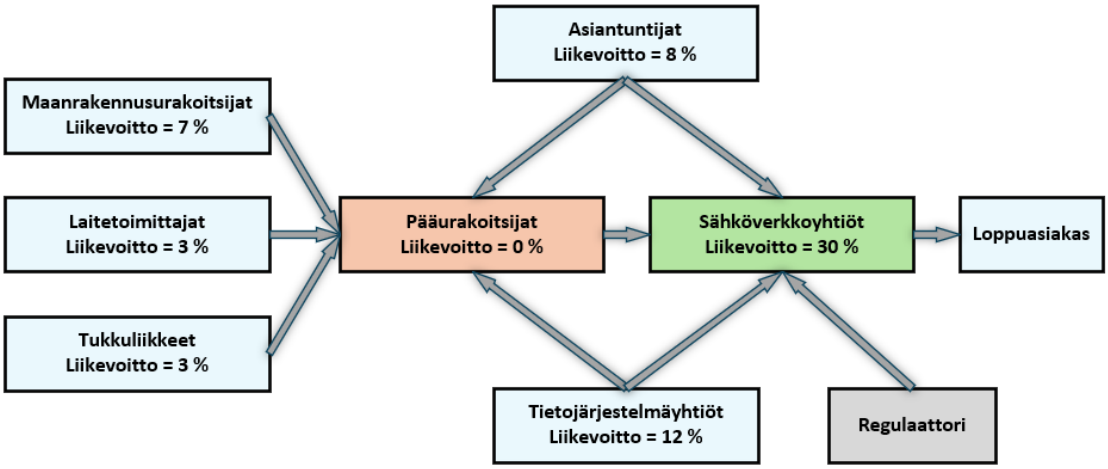
Jakeluverkkoinvestoinnit kokivat kovan iskun Energiaviraston 1.1.2024 voimaan tulleiden jakeluverkkojen valvontamenetelmien muutosten myötä. Muutokset heikentävät jakeluverkkoyhtiöiden investointikykyä. Valvontamallin avulla määritetään jokaisen Suomen verkkoyhtiön osalta sallittu liikevaihto, jonka kukin yhtiö saa kerätä asiakkailtaan. Edellä mainittu enimmäissumma pohjautuu valvontamallin epäsuorasti määrittämään

sallitun tuoton, tasapoistojen, hyväksyttävien operatiivisten kustannusten ja kannusteiden summaan. Sähköverkon käypä arvo on aiemmin laskettu vähentämällä verkon jälleenhankinta-arvosta ikäpoistot. 1.1.2024 julkaistussa valvontamallissa suurin muutos koskee verkon arvon määritystä. Jatkossa verkon käypä arvo määritetään tehtyjen investointien toteutusvuosien yksikköhintojen perusteella, kun aiemmin on käytetty kyseisen valvontajakson alussa tai sen aikana määritettyjä yksikköhintoja. Suomen suurimman jakeluverkkoyhtiön, Caruna Oy:n, vuonna 2024 julkaisemassa raportissa ”Jakeluverkkoinvestoinnit mahdollistavat puhtaan siirtymän ja toimitusvarmuuden” kuvaillaan, kuinka vuosien 2024–2036 välisten, yli 2 miljardin euron investointitarpeita ei voida toteuttaa ilman Energiaviraston valvontamenetelmien muutosta. Lisäksi puhtaan siirtymän kannalta kriittisten vuosien 2024–2027 osalta muutos näkyy aiempaa dramaattisempana: valvontamallin seurauksena investointikyky on noin 345 miljoonaa euroa, kun investointitarve on noin 591 miljoonaa euroa. Pahimmillaan energiajärjestelmään tehtävät liian alhaiset investoinnit haastavat Suomen 2035 ilmastoneutraaliustavoitetta, joka pohjautuu pitkältä yhteiskunnan onnistuneeseen sähköistymiseen. Raportin mukaan jakeluverkkojen investointitarve vuodessa on noin 1,2 miljardia eurossa / vuosi, mistä Caruna Oy:n osuus on noin 0,2 miljardia euroa / vuosi.

Toisaalta Energiaviraston näkökulmasta valvontamallin muutokset ovat välttämättömiä, jotta sähköverkon arvottamiseen liittyvät laskentaperusteet heijastavat taloudellista todellisuutta mahdollisimman tarkasti. Virasto on valvontamallien vahvistuspäätösten perustelumuistiossa todennut, että verkko-omaisuuden arvon oikaisu, tasapoistot ja tuottoasteen määrittäminen ovat keskinäisesti sidoksissa, ja erityisesti nimellisen tuottoasteen käyttö edellyttää tarkkaa inflaation huomioimista. Aiemmissa valvontamalleissa käytetty menetelmä, jossa yksikköhintoja ei korjattu valvontajakson aikana, ei poistanut inflaation vaikutusta riittävällä tarkkuudella. Energiavirasto tilasi asiantuntijaselvityksen DFC Economicsilta varmistaakseen, että inflaatiokorjaus toteutetaan teoreettisesti ja käytännössä oikein. Selvityksen pohjalta virasto päätyi muuttamaan verkon arvon määrittämisen periaatteita siten, että verkko-omaisuus arvotetaan toteutuneiden investointien yksikköhintojen perusteella. Tavoitteena on varmistaa, että hinnoittelu on kohtuullista, kustannusperusteista ja yhdenmukaista eri verkkoyhtiöiden välillä, ottaen huomioon myös verkkojen ikärakenteet. Muutoksilla varmistetaan sääntelyn johdonmukaisuus, sekä estetään inflaation huomioiminen kahteen kertaan poistamalla inflaatiovaikutus verkon arvon muodostuksesta. (Energiavirasto, 2024) Kahdenkertaisen inflaation toi esille virasto itse, ja sen korjaamatta jättäminen olisi ollut Energiavirastolle lähes virkavirhe.

Valvontamallin myötä verkkoyhtiöiden investointikyvykkyyden aleneminen edellisestään vaikuttaa suoraan myös urakointiyhtiöiden työllisyystilanteisiin ja saattaa johtaa sopeutustoimiin monissa rakennuttamispalveluja tuottavissa yrityksissä. Yhteiskunnan kannalta luotettavan ja tehokkaan sähköjakeluverkon infrastruktuurin palvelutuotantoon vaikuttavilla päätöksillä on aina suuri vaikutus Suomen huoltovarmuuden tasoon jo valmiiksi haastavassa liiketoimintaympäristössä.

Sähköverkkourakointiyhtiöiden liiketoimintaympäristön haasteet jo ennen valvontamallin muutosta perustuvat Valor Partners Oy:n toteuttaman KOVOKE-tutkimushankkeen (2021) mukaan verkkoinvestointien kokonaisarvoketjun taloudellisen arvon jäämisestä lähes kokonaan verkkoyhtiölle (> 80 %), joiden liiketoiminta on luonnollinen monopoli. Kokonaisarvoketjun taloudellisen arvon jakautuminen verkonrakennusprojektien sidosryhmien välillä on pahasti epätasapainossa. Tutkimushankkeen mukaan urakointiyhtiöiden tulee lisätä kompetensseja palveluissaan, mukaan lukien innovointia, arvoketjun kustannusrakenteen ymmärryksen lisäämistä, riskienhallinnan kehittämistä, hankintojen tehostamista, projektinhallinnan kehittämistä ja yhteistyön syventämistä. Kokonaisvastuurakentaminen on sähköverkon projekteissa hyvin yleinen malli, jonka kokonaisarvoketjua on havainnollistettu kuvassa 11.



Kuva 11. *Kokonaisvastuurakentamismallin arvoketju sähköverkon investointiprojekteissa. Verkkourakoitsijalla on korkea riskitaso ja liikevoittoprosentti KOVOKE-tutkimushankkeen mukaan selkeästi alhaisin. Verkkourakoitsijan taloudellisen onnistumisen keskiössä on hankinta- ja projektiosaamisen kehittäminen. (muokattu lähteestä Konttu and Hyysalo, 2021)*

Kuvasta nähdään kokonaisarvoketjun mukaiset keskimääräiset liikevoittoprosentit, joista erityisesti pääurakoitsijan osuus korostuu. Peilaten aiemmin kappaleessa esitettyihin sähkönjakeluverkon investointitarpeisiin arvoketjun jakauma on vähintäänkin huolestuttava pääurakoitsijoiden liiketoiminnan jatkuvuuden ja alan kilpailun kannalta.

Kuten edellä on tullut jo ilmi, Suomessa Energiavirasto valvoo sähkön jakeluverkonhaltijoiden toimintaa varmistaen hinnoittelun kohtuullisuuden ja luotettavan sähköverkon kehittämisen. Valvontamenetelmien kehittämisessä otetaan huomioon verkkoliiketoiminnan hinnoittelun kohtuullisuus verkonhaltijoiden, yhteiskunnan ja asiakkaiden näkökulmasta. EU-sääntely ja kansallinen energiamarkkinasääntely asettavat verkkoliiketoiminnalle velvoitteita ja tavoitteita, joita pyritään saavuttamaan taloudellisilla ohjauskeinoilla. (Energiavirasto, 2024)

Energiavirasto ohjaa verkonhaltijoita kehittämään verkkotoimintaa tehokkaasti ja mahdollistamaan toimivat ja terveet markkinat sekä asiakkaiden osallistamisen markkinoille. Vuonna 2024 alkaneella valvontajaksolla keskeisiä tavoitteita ovat toiminnan kehittäminen ja kokonaistehokkuus, ja valvonnan lähtökohtina olivat hinnoittelun kohtuullisuus ja sähkön korkea toimitusvarmuus. (Energiavirasto, 2024) Sähköverkkojen kehittämistä Energiavirasto valvoo jakeluverkkoyhtiöiden kehittämissuunnitelmien avulla. Näin varmistetaan luotettava, kestävä ja uudenaikainen sähköverkko kaikille sähköverkossa toimiville tahoille. Verkkoyhtiöllä on velvollisuus taata riittävän hyvänlaatuinen sähkön saanti verkonkäyttäjille ja ylläpitää, käyttää ja kehittää sähköverkkoja sekä yhteyksiä toisiin verkkoihin säädettyjen vaatimusten ja verkonkäyttäjien tarpeiden mukaan. (Energiavirasto, 2023; Finlex, 2013)

Sähkömarkkinalaki 588/2013 asettaa jakeluverkkoyhtiöille laatuvaatimukset, joiden mukaan jakeluverkon vioittuminen myrskyn tai lumikuorman seurauksena ei saa aiheuttaa asemakaava-alueella yli 6 tunnin tai haja-asutusalueella yli 36 tunnin sähkönjakelun keskeytystä. Edellä mainitut vaatimukset on täytettävä viimeistään vuoden 2036 loppuun mennessä. (Energiavirasto, 2023; Finlex, 2013)

Energiavirasto kerää kahden vuoden välein verkkoyhtiöiden kehittämissuunnitelmat, joissa kuvataan toimenpiteet laatuvaatimusten täyttymiseksi. Virasto valvoo, että suunnitelmassa esitetyt toimenpiteet riittävät lakisääteisten vaatimusten täyttämiseen ja vaatii tarvittaessa muutoksia. (Energiavirasto, 2023)

Jakeluverkkoyhtiöiden verkkoinvestointeihin Energiavirasto on kehittänyt investointikannustimen. Investointikannustin kannustaa verkonhaltijoita tekemään kustannustehokkaita investointeja ja mahdollistaa kohtuullisten investointikustannusten perimisen asiakkailta. Kannustin koostuu verkkokomponenttien yksikköhintojen muodostamasta vaikutuksesta ja oikaistusta jälleenhankinta-arvosta (JHA) laskettavasta tasapoistosta. Yksikköhinnat ohjaavat verkonhaltijoita investoimaan tehokkaasti ja estävät kustannustehottomuuden siirtymisen asiakashintoihin. Kannustinvaikutus syntyy siitä, kun keskimääräi-

sillä yksikköhinnoilla laskettujen ja toteutuneiden investointien kustannukset eroavat toisistaan. Tehokkaasti investoimalla verkonhaltija hyötyy verkko-omaisuuden oikaisussa, kun taas tehottomat investoinnit johtavat kustannusten kasvamiseen. Verkkoyhtiöiden tuoton edellytys on tehdä investointeja, jos verkon arvo laskee, myös tuotto laskee. (Energiavirasto, 2024)

Tasapoiston kannustinvaikutus perustuu siihen, että menetelmät sallivat verkonhaltijalle keskimääräisen oikaistuun tasapoistoon perustuvan poistotason vuosittain. Laskennalliset tasapoistot sallitaan täysimääräisinä niin kauan kuin komponentti on käytössä, myös pitoajan ylittymisen jälkeen. Tämä ohjaa verkonhaltijoita ylläpitämään verkkoaan mahdollisimman pitkään ja ennakoivaan kunnossapitoon, mikä pidentää verkkokomponenttien elinkaarta. (Energiavirasto, 2024)

Kun pitoaika on valittu oikein ja verkonhaltija on investoinut kohtuullisella kustannustasolla, investointikannustimen tasapoistot kattavat komponenttien investointikustannukset niiden pitoajan aikana. Tämä mahdollistaa verkkokomponenttien elinkaaren mukaisen täysimääräisen poiston. Pitoaikansa ylittäneille komponenteille saa tasapoistoa samassa suhteessa kuin jäännösarvoa on ollut komponenteilla, jotka on purettu ennen pitoaikojen saavuttamista. Näin kannustin huomioi myös ennenaikaiset korvausinvestoinnit. (Energiavirasto, 2024)

Oikaistut sähköverkko-omaisuuden tasapoistot lasketaan verkkokomponenteittain omaisuuden yksikköhintojen mukaisesti oikaistusta jäädytetystä jälleenhankinta-arvosta, joka perustuu aiemmin määritettyihin yksikköhintoihin. Yksittäisen verkkokomponentin oikaistun tasapoiston laskentatapa on

$$TP_i = \frac{JHA_i}{pitoaika_i}, \tag{1}$$

missä

$TP_i = komponentin\ i\ oikaistu\ tasapoisto$

$JHA_i = komponentin\ i\ oikaistu\ jäädytetty\ jälleenhankinta - arvo$

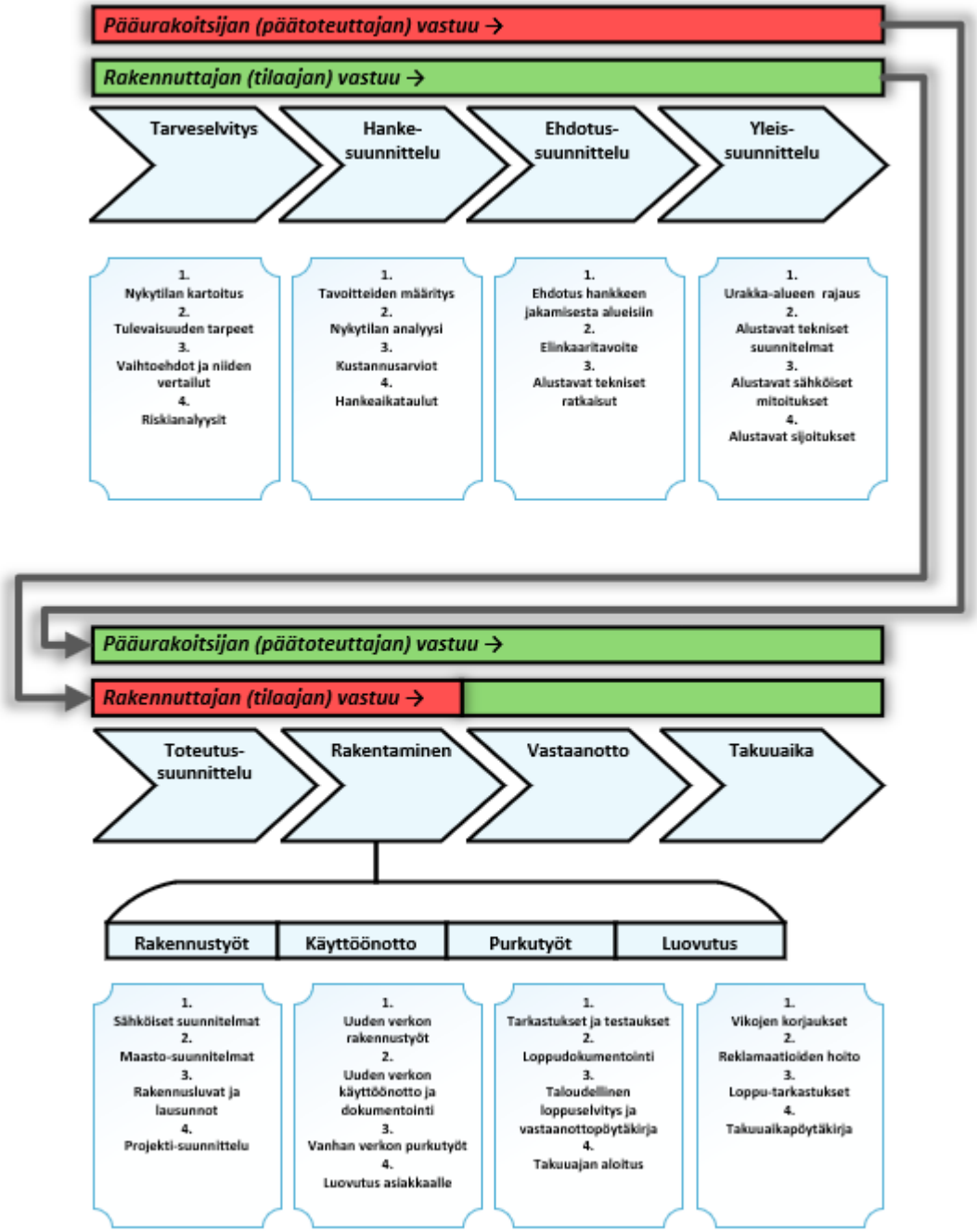
$pitoaika_i = komponentin\ i\ keskimääräinen\ teknistaloudellinen\ pitoaika$

Vastaavasti koko sähköverkon komponenttien osalta oikaistut tasapoistot lasketaan verkkokomponenttien tasapoistojen summana. (Energiavirasto, 2024)

3.4 Sähkönjakeluverkon investointiprojektit

Kuten aiemmin on mainittu, tässä työssä keskitytään nimenomaan sähköverkkotoimialalla toteutettaviin jakeluverkon investointiprojekteihin. Investointiprojektit ovat verkkoyhtiölähtöisiä, ja valtaosa jakeluverkon saneeraukseen tai uudisverkkoon tehtävistä investoinneista toteutetaan ulkoistettujen rakennuttamispalveluiden kautta. Varsinainen, työn kannalta olennainen osa investointiprosessia, on rakennuttajan projektinhallinta ja sen kehitys. Lähivuosina on tehty, ja tullaan tekemään paljon verkkoinvestointeja säävarman verkon saavuttamiseksi sähkömarkkinalain vaatimalle tasolle. Lisäksi verkkoinvestointeja kiihdyttävät verkkoon liitettävät voimalat, akkujärjestelmät ja sähköautojen latausjärjestelmät, jotka työllistävät verkkourakoitsijoita siinä missä jakeluverkon maakaapelointiprojektitkin.

Jakeluverkon investointiprojektit, kuten rakennusprojektit yleisesti, ovat projektiluonteista toimintaa, jonka tavoitteena on saavuttaa ennalta määritelty lopputulos. Rakentamisprosessi etenee sille asetettujen tavoitteiden mukaisesti ja sen toteutumista seurataan tarkasti. Rakennushankkeet koostuvat useista eri vaiheista kuvan 12 mukaisesti tarveselvityksestä takuuvaiheeseen. Rakentaminen ei rajoitu vain työmaalla tapahtuvaan toimintaan, vaan se on useamman sidosryhmän välistä yhteistyötä. Investointiprojekteissa on aina kyse tarjotun hankekokonaisuuden onnistuneesta läpiviennistä.



Kuva 12. *Sähkönjakeluverkon investointiprojektin rakennushankkeen perusrunko. Roolivastuut ja sisällöt ovat aina sopimuskohtaisia, eikä niitä voida yleistää. Yl-häällä olevia roolipalkkeja luetaan seuraavanlaisesti: punainen väri = ei kuulu vastuualueelle, vihreä väri = kuuluu vastuualueelle.*

Investointiprojektin rakennuttaminen tarkoittaa rakennusinvestoinnin hankintaa markki-noilta. Kyseisen hankkeen rakennuttajan (myös tilaaja) tehtävä on toteutus ennalta mää-ritettyjen tavoitteiden mukaisesti. Rakennuttaja vastaa muun muassa hankeaikataulun

laatimisesta, työturvallisuuskoordinoinnista sekä kyseisen urakan laajuuden määrittämisestä. Rakennuttajan toimitukseen sisältyvät seikat ovat hyvin tapaus- ja urakkasopimuskohtaisia, ja projektien sisällöt voivat erota urakoitsijan vastuuta silmällä pitäen.

Hankintalaki (1397/2016) säätelee kaikkia julkisia hankintoja Suomessa. Hankintalain mukaan julkisten hankintojen on oltava avoimia, läpinäkyviä ja kilpailutettuja, jotta varmistutaan kilpailutuksen taloudellisuudesta, tehokkuudesta sekä korruption ja suosimisen estämisestä. Sähköverkkourakoinnissa hankintalakia sovelletaan vain 5 186 000 euron kynnysarvon ylittävissä julkisissa investointihankkeissa.

Sähkönjakeluverkon investointiprojektien hankinnassa on noudatettava hankintalain periaatteita, mikäli hankinta on julkinen tai verkkoyhtiö saa julkista rahoitusta tai toimii julkisen sektorin omistuksessa (Finlex, Hankintalaki 1397/2016). Myös yksityiset hankinnat voivat hyötyä julkisten hankintojen periaatteista, kuten kilpailutuksesta ja avoimuudesta erityisesti silloin, kun rakennuttaja haluaa varmistaa taloudellisuuden ja tehokkuuden omissa hankinnoissaan. Eli vaikka yksityiset yritykset eivät ole velvollisia noudattamaan hankintalakia, ne voivat silti soveltaa sen periaatteita omiin hankintaprosesseihinsa.

Investointiprojektien hankinnassa on noudatettava hankintalain periaatteita, kuten tasapuolisuutta ja syrjimättömyyttä. Hankintayksikön on määriteltävä hankinnan kohde tarkasti ja laadittava tarjouspyyntöasiakirjat, jotka sisältävät kaikki tarvittavat tiedot hankinnan kohteesta, vaatimuksista ja arviointikriteereistä. (Finlex, Hankintalaki 1397/2016) Tarjouspyyntöjen pohjalta hankintayksikkö voi valita sopivimman tarjoajan, joka täyttää hankinnalle asetetut vaatimukset sekä tarjoaa parhaan kokonaistaloudellisen ratkaisun.

Hankintalain (1397/2016) mukaan hankinnat, jotka ylittävät EU-kynnysarvon, on kilpailutettava EU:n hankintadirektiivien mukaisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että hankintayksikön on julkaistava hankintailmoitus EU:n virallisessa lehden hankintailmoituksessa, jotta kaikki EU:n jäsenvaltioiden yritykset voivat osallistua tarjouskilpailuun.

Hankintalain lisäksi investointiprojektien toteutukseen liittyy useita lakeja ja säädöksiä, jotka ohjaavat projektin sidosryhmien toimintaa. Keskeisimpiä lakeja on lueteltu alla. (Finlex, n.d.)

- Sähkömarkkinalaki (588/2013): Säätelee sähkömarkkinoiden toimintaa, mukaan lukien sähköverkon rakentaminen ja ylläpito.
- Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999), uudistunut 1.1.2025: Määrittelee rakentamisen yleisiä periaatteita ja vaatimuksia, kuten kaavoitukset ja rakennusluvat.
- Ympäristönsuojelulaki (527/2014): Säätelee ympäristönsuojelua ja ympäristövaikutusten arviointia.

- Työturvallisuuslaki (728/2002): Määrittelee työturvallisuuden vaatimukset, jotka koskevat sähköverkon rakentamista ja kunnossapitoa.
- Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (205/2009): Määrittelee rakennustyön turvallisuusvaatimukset Suomessa.
- Sähköturvallisuuslaki (1135/2016): Määrittelee sähkölaitteiden ja -laitteistojen turvallisuusvaatimuksia Suomessa.
- Sähköturvallisuusasetus (1436/2016): Täydentää sähköturvallisuuslakia ja sisältää tarkemmat määräykset sähkötyöstä ja käyttötöistä sekä kelpoisuusvaatimuksista.
- Energiaviraston määräykset: Ohjaavat ja valvovat sähköverkon kehittämistä ja toimintaa – ei ole laki tai säädös.

Jakeluverkon investointiprojektin toteutus on hyvin monimutkainen kokonaisuus, minkä vuoksi suurin osa investointiprojekteista toteutetaan ulkoistettuna palveluna. Ulkoistaminen tarjoaa verkkoyhtiöille merkittäviä etuja, mutta se vaatii huolellista suunnittelua ja hallintaa, jotta projektit toteutetaan onnistuneesti. Ulkoistustoimet pohjautuvat tehokkuuteen, kustannusten hallintaan ja asiantuntemukseen. Ulkoistaminen mahdollistaa projektien toteuttamisen nopeammin ja tehokkaammin, koska palveluja tarjoavilla kumppaneilla on usein erikoistunut osaaminen ja resurssit, joita sähköverkkoyhtiöllä ei välttämättä ole. Lisäksi ulkoistamisella on suuri vaikutus projektiriskien pienentämiseen, kun vastuu siirtyy urakkasopimuksen nojalla kumppanille. Ulkoistaminen mahdollistaa myös sähköverkkoyhtiöiden keskittymisen ydinliiketoimintaan, kuten sähkönjakeluun ja asiakaspalveluun. Monimutkaisten toimintojen ulkoistamisesta yleisesti on tullut hyvin normaali käytäntö markkinoilla. (Hui et al., 2008)

4. PROJEKTINHALLINTAKÄYTÄNNÖT SÄHKÖVERKKOTOIMIALALLA

4.1 Toimialakohtainen projektinhallinta

Toimialakohtaisella projektinhallinnalla tarkoitetaan projektinhallintamenetelmien soveltamista toimialan erityispiirteet huomioiden. Lähestymistapa auttaa varmistamaan, että projektit toteutetaan tehokkaasti, menestyksekkäästi sekä toimialan vaatimusten mukaisesti. Sähköverkkotoimialalla on useita erityispiirteitä, jotka on otettava huomioon projektien toteutuksessa. Toimiala on tiukasti säädelty, ja toimijoiden on noudatettava lukuisia lakeja, standardeja ja määräyksiä. Säädösten noudattaminen on äärimmäisen tärkeää, ja niillä on suuri vaikutus projektien suunnitteluun ja toteutukseen.

Sähköverkko- ja projektiteknologia kehittyy jatkuvasti, ja uusien teknologioiden käyttöönotto ja omaksuminen on tärkeää menestyksekkäiden projektien toteuttamiseksi. Projektinhallinnassa on tärkeää pysyä ajan tasalla teknologian kehityksestä ja kyettävä integroimaan uusia innovaatioita aktiivisesti, jopa kesken projektisopimusten. Uudet innovaatiot voivat liittyä sähköverkon rakentamistapaan tai puhtaasti projektinhallinnallisiin menetelmiin ja työkaluihin.

Sähköverkon investointiprojektit, varsinkin säävarman verkon rakentamisen osalta, muistuttavat laajalti tyypillistä rakennusalan toimitusprojektia. Rakennusprojekteissa kriittisiä menestystekijöitä ovat tarkka aikataulutus, kustannusten hallinta, resurssien hallinta, laatu ja turvallisuus. Rakennusprojektien keskiössä on usein tarkka kustannusten budjetointi ja niihin liittyvät ennusteet niin myynnin, kuin projektin kulujenkin osalta. Mahdollisimman tarkka budjetointi on sähköverkon toimitusprojekteissa äärimmäisen tärkeää, sillä energiasektorin projektit vaativat yleisesti hyvin merkittäviä pääomakustannuksia. Odottamattomia, riskipoolin alaisia kuluja ovat muun muassa materiaalien hintavaihtelut ja ennakoimattomat tekniset haasteet. Esimerkiksi sääolosuhteilla voi olla sähköverkon rakennusprojektien toteutuksen kannalta hyvin merkittävä rooli. Lisäksi aikataulun viivästykset aiheuttavat usein ketjureaktion projektin kriittisessä polussa, mikä johtaa usein kustannusten kasvuun. Aikatauluviivästysten syitä voivat olla esimerkiksi häiriöt projektin toimitusketjussa, työvoimapula ja ympäristöasiat. Projektin aikataulut ovat lähes aina sidottuja sopimussakkoihin.

Investointiprojektit ovat usein hyvin kompleksisia ja aikaa vieviä hankkeita. Projektin eteneminen koostuu yleensä useista päävaiheista. Suunnittelusta projektin valmistumiseen, tyypillinen toteutus etenee peräkkäisten vaiheiden kautta, jotka vaativat projektin laajalta

sidosryhmältä suurta panosta. Rakennustyömaiden epävarmuudet ja mahdollisuudet luovuuteen sekä hyödylliseen vaihteluun tekevät jokaisesta projektista uniikin kokonaisuuden. Vaikka rakennusprojektit itsessään ovat hyvin moninaisia, rakennusprosessit pysyvät tyypillisesti johdonmukaisina projektista toiseen. Rakentamisen päämateriaalit esimerkiksi käyvät aina läpi tietyn hankintaprosessin, joka sisältää toimituksen, hyväksynnän, ostot ja reklamoinnin. (Sears et al., 2015)

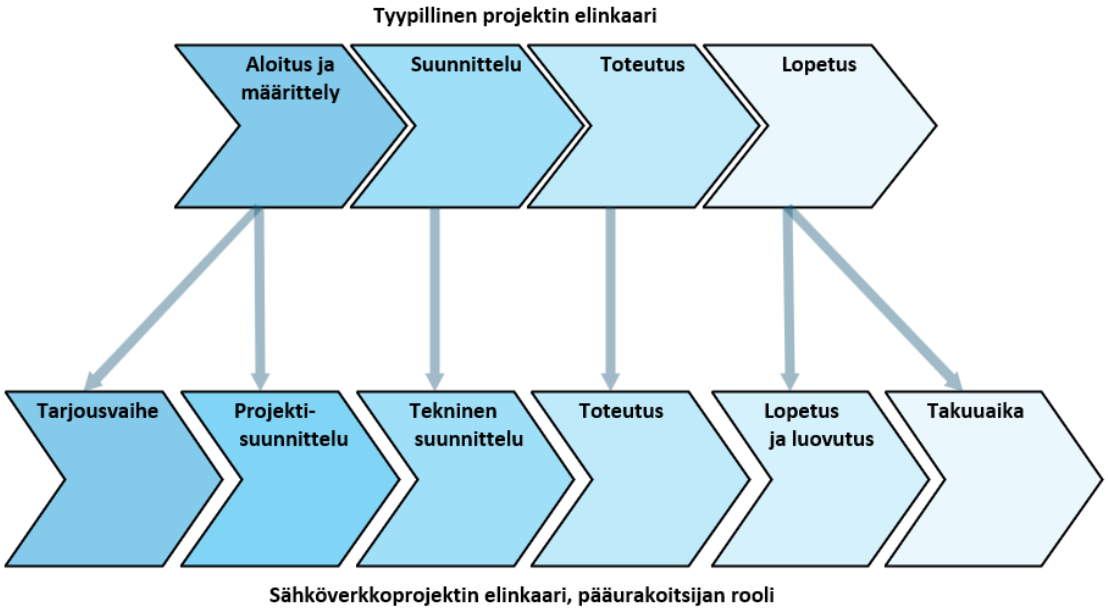
Rakennusalalla suurempiin hankekokonaisuuksiin kilpailutetaan lähes aina pääurakoitsija (myös päätoteuttaja). Pääurakoitsija on yritys, joka tekee projektisopimuksen projektin tilaajan (myös omistaja) kanssa projektin toteutuksesta joko kokonaisuudessaan tai jostakin sopimuksessa määritellystä projektin osasta. Sähköverkon investoinneissa on hyvin tyypillistä valita yksi päätoteuttaja, joka on sopimusasiakirjojen mukaisesti vastuussa valmiin projektin toimittamisesta. Pääurakoitsijan resurssien mukaan yritys voi joko suorittaa projektin täysin itse tai hankkia resursseja aliurakoitsijoiden kautta. (Sears et al., 2015) Suomessa sähköverkon projektinjohtoa tarjoavilla yrityksillä on hyvin tyypillistä toimia kumppaniverkostojen kautta, jolloin vähintään projektin pääsuoritteet hankitaan kolmannelta osapuolelta. Pääurakoitsija on vastuussa myös hankkimiensa aliurakoitsijoiden suorituksista, vaikka vastuuta voidaankin sopimusteknisesti siirtää.

Sähkönjakeluverkon investointiprojekteissa, kuten rakennusalan hankkeissa ja projekteissa yleisesti, käytetään usein rakennusurakan yleisiä sopimusehtoja (YSE 1998). Ehdot kattavat laaja-alaisesti rakennusurakoiden eri sopimustilanteet, ja ne sisältävät muun muassa urakoitsijoiden ja tilaajien vastuut ja velvollisuudet, urakka-ajan määrittelyyn ja viivästystilanteisiin liittyvät seikat, lisä- ja muutostöiden käsittelyn, vastuunjaon ja takuuaikaiset velvoitteet. Ehdot muodostavat hyvin keskeisen sopimusjuridisen perustan rakennusprojekteissa Suomessa. Esimerkiksi urakka-aikaan ja viivästyssakkoihin liittyvät pykälät ovat hyvin keskeisiä monivuotisissa verkonrakennusprojekteissa. Lisäksi laajoihin yksikköhintaisiin projekteihin sovelletaan hyvin usein YSE 1998 -ehtojen mukaisia lisä- ja muutostyöehtoja. Ehdot ovat tarkoitettu sovellettaviksi koko urakointiketjussa ja ne soveltuvat muutoksitta sivu- ja aliurakoihin. Ne ovat sisällöltään hyvin laajat ja seikkaperäiset, ja ne korostavat sopimusosapuolten keskeisiä tehtäviä ja menettelyjä erilaisissa urakkasopimuksen täytäntöön liittyvissä tilanteissa. (RT 16-10660, 1998)

Vaikka useimmat projektinhallintataidot ovat toimialasta riippumattomia, projektipäällikön on hallittava sekä projektinhallintataidot, että omattava teknistä osaamista toimialasta. Projektipäällikön tarvitsee harvoin toimia alan asiantuntijana, koska hänen työnsä on hallinnoida, johtaa ja ohjata projektia, eikä niinkään toteuttaa sitä itse. Usein liiallinen projektipäällikön osallistuminen toteutuksen teknisiin asioihin ja ratkaisuihin hidastaa

projektin etenemistä, ja vesittää mahdollisesti ulkopuolelta hankitun osaamisen. (Campbell, 2014)

Kappaleessa 2.2 esitetyt projektinhallinnan perusvaiheet ovat yleisellä tasolla kaikkiin projekteihin soveltuvia. Silti kyseistä perusrunkoa voidaan sähköverkkoprojekteissa tarkentaa, pysyen samalla edelleen hyvin ylätasolla. Kuvassa 13 on esitetty tyypillisen sähköverkkoprojektin perusvaiheet pääurakoitsijan näkökulmasta. Kuten kuvasta nähdään, sähköverkkoprojektit voidaan helposti jakaa kuuteen selkeään projektin vaiheeseen, joissa jokaisessa on asetettavissa selkeät tavoitteet.



Kuva 13. *Sähköverkkoprojektin elinkaari voidaan jakaa kuuteen selkeään, toisistaan eroaviin vaiheisiin. Kuvassa esitettyjä elinkaaren vaiheita käsitellään tarkemmin kappaleessa 4.2.*

Sähköverkkoprojektit, kuten myös monet muut rakennusalan projektit, toteutetaan yksikköhintaperusteisesti. Yksikköhintojen käyttöön ajaa myös Energiaviraston valvontajaksojen mukainen yksikköhinnasto, jota käytetään sähköverkkoyhtiöiden hinnoittelun valvonnassa. Yksikköhinnat määritetään valvontajaksojen aikana arvioimaan verkkoyhtiöiden kohtuullista hinnoittelua ja tuottoa. Yksikköhintaurakoiden osalta pääurakoitsija sitoutuu suorittamaan tietyt yksikköhinnan mukaiset operatiiviset työt ennalta määritettyjen suoritteiden mukaisesti. Tilaaja puolestaan sitoutuu maksamaan kullekin yksikkösuoritteelle kiinteän hinnan, jonka pääurakoitsija on tarjoukseensa määritellyt. Yksikköhinnoittelu mahdollistaa projektin joustavan laajuuden vaihtelun, mikä on hyvin tyypillistä maanrakennustöitä sisältävissä projekteissa.

Projektien maksuliikenne pääurakoitsijan ja tilaajan välillä toteutetaan yleensä maksueräperusteisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että projektin suunnitelmien mukaiset kokonaiskustannukset jaetaan maksueriin, jotka laskutetaan aina tietyn välitavoitteen kohdalla tilaajaosapuolen hyväksynnän jälkeen. Maksuliikenne pääurakoitsijan alihankintaketjussa on aina erikseen sovittava. Usein käytetään joko puhdasta yksikköhintalaskutusta tai maksueritystä. Taulukossa 3 on esitetty esimerkki projektin maksuerätaulukosta, jossa urakan kokonaissumma on 1,5 miljoonaa euroa.

Taulukko 3. *Esimerkki projektin maksuerätaulukosta.*

Maksuerä	**Koko**	**Summa**
MAKSUERÄ1: Projekti aloitettu	15,00 %	225 000,00 €
MAKSUERÄ2: Projektin suunnittelu valmis	15,00 %	225 000,00 €
MAKSUERÄ3: Projektin rakennustyöt aloitettu	20,00 %	300 000,00 €
MAKSUERÄ4: Projektin rakennustöistä 50 % suoritettu	20,00 %	300 000,00 €
MAKSUERÄ5: Projektin rakennustyöt valmiit	15,00 %	225 000,00 €
MAKSUERÄ6: Projekti luovutettu	15,00 %	225 000,00 €
		1 500 000,00 €

Maksuerien ymmärtäminen ja kattavat projektin taloudelliset ennusteet ovat hyvin kriittisiä maksueräperusteisessa laskutuksessa. Jos maksuerä muodostetaan esimerkiksi liian takapainotteiseksi, toimii maksuerälaskuttava osapuoli projektin rahoittajana, ja pahimmissa tapauksissa ajautuu kassaongelmiin. Projektin rakennusvaiheeseen liittyvät maksuerät ovat tyypillisesti volyymiltään suurempia, sillä rakennustyöt sitovat paljon pääomaa.

4.2 Toimeksiantajayrityksen nykyiset projektinhallintakäytännöt

Toimeksiantajayritys on toimittanut useita onnistuneita projekteja jo vuosien ajan. Onnistuneet projektit on saavutettu keskittymällä vahvasti asiakaslähtöisyyteen, mikä tarkoittaa asiakkaiden tarpeiden ja ohjeistusten tarkkaa ymmärrystä sekä odotusten ylittämistä. Tiivis yhteistyö eri sidosryhmien kanssa on mahdollistanut sujuvan projektinhallinnan ja tehokkaan viestinnän. Valtaosa kohdeyrityksen liiketoiminnasta pohjautuu projektien toimittamiseen, ja vuosien kokemus projektitöistä on auttanut pitämään projektit aikataulussa ja budjetissa. Kuitenkin nykypäiväinen vaatimustaso ja projektinhallinta vaatii monipuolisia taitoja ja menetelmiä, joiden tulee vastata jatkuvasti muuttuvaan ja kehittyvään toimintaympäristöön ja teknologian vaatimuksiin. Reagointi uusiin asiakasvaatimuksiin muutoslähtöisesti on kuitenkin aina melko hidasta. Siirtymä vanhoista käytänteistä uusiin

on lähtökohtaisesti aina raskasta työyhteisössä, ellei uusien käytänteiden jalkautus tapahdu systemaattisesti. Lisäksi toimialan ollessa jatkuvassa muutoksessa, tiedonkulku ja ohjaus alihankintaketjun läpi tuottaa usein haasteita ja on hidasta. Esimerkiksi uuden projektiohjelmiston käyttöönotto voi tilaajayrityksen sisällä tapahtua muutamassa kuukaudessa, kun taas sen onnistunut jalkautus koko alihankintaketjulle voi viedä jopa vuoden.

Uusien työkalujen, taitojen ja tapojen jalkautuksen vaikeus ei kuitenkaan koske kaikkia yrityksen projekteja. Joissain projekteissa on onnistuttu ylittämään odotuksia uusien asioiden käyttöönotossa, kun taas toisissa projekteissa saatetaan olla vailla kehitystä. Tämä johtaa ennen pitkää sekavaan tilanteeseen yhtiötasolla, kun projektinhallintakäytänteet eri projekteissa ovat eri tasolla. Tästä päästään projektinhallinnan kehityksen ytimeen, minkä tarkoituksena on löytää yhtenäinen prosessinomainen tapa johtaa projekteja onnistuneesti. Yrityksessä on kehitetty prosessikaavio verkonrakennusprojekteihin, mikä ei ole täysin ajan tasalla, eikä sitä sovelleta kaikissa projekteissa. Yhtenäisten käytänteiden kannalta on tärkeää tunnistaa myös projektien väliset eroavaisuudet. Esimerkiksi projektin maantieteellinen sijainti vaikuttaa hyvin keskeisesti projektissa hyödynnettäviin käytäntöihin.

Yrityksessä on tunnistettu tarve kehittää nykyisiä projektinhallintakäytäntöjä vastaamaan toimintaympäristön muutoksiin ja selkeyttämään toimintamalleja ja -tapoja projektien ohjauksessa. Yhtenäisten projektinhallintakäytänteiden puuttuminen ja tehottomien prosessien käyttäminen johtaa ennen pitkää epäselviin projektitavoitteisiin ja -vaatimuksiin, heikkoon kommunikointiin, resurssienhallinnan ongelmiin, riskienhallinnan puutteisiin sekä projektidokumentaation vajavaisuuteen. Haasteiden vuoksi projektit saattavat olla alttiita viivästyksille, virheille ja tehottomalle resurssien käytölle, mikä vaikuttaa negatiivisesti projektien onnistumiseen ja tehokkuuteen. Selkeitä parannuksia saavutetaan määrittelemällä selkeät tavoitteet, luomalla tehokkaat kommunikaatiokanavat, laatimalla yhdenmukaisia resurssienhallintasuunnitelmia, tunnistamalla ja hallitsemalla riskejä, sekä kehittämällä yhtenäinen ilme projektinhallintaan. Tarkoituksena ei ole tuottaa uudelleen jo vakiintuneita menetelmiä, vaan ennemminkin tehostaa ja selkeyttää nykyisiä toimivia käytäntöjä sekä poistaa tehottomat ja turhat käytänteet.

Yhtenäisen ja standardisoidun projektidokumentaation tuottaminen on yksi projektiliiketoiminnan kehittämisen kulmakivistä. Projektien jälkilaskenta ja sitä kautta oppiminen aiemmista projekteista auttaa vähentämään turhaa työtä, ja sitä kautta kustannuksia tulevaisuudessa. Jälkilaskennan avulla hallitaan erityisesti projektiriskejä ja parannetaan huomattavasti suunnittelua. Jälkilaskenta voidaan ajatella jälkiviisautena, joka on tärkeintä viisautta, sillä siitä on oppirahat jo maksettu. Jälkilaskennan tekemättä jättäminen

ei pelkästään poista mahdollisia oppeja menneestä, vaan myös virheisiin aikanaan käytetyt resurssit menetetään jälkijättöisesti, toisin sanoen jälkiviisaudesta hinta on usein jo maksettu.

Vaikka projektinhallinta on yrityksessä nykyiseltään osittain epäselvää ja henkilöityvää, on silti valtaosa projekteista saatettu päätökseen menestyksekkäästi vuosien saatossa. Uudistumista vielä vaatii nykypäiväisiin projektinhallintatyökaluihin ja tietojärjestelmiin siirtyminen sekä yhtenäisen prosessin rakentaminen. Monet työvaiheet verkonrakennusprojekteissa voidaan tehdä huomattavasti aiempaa tehokkaammin. Tehokkuudella ja yrityksen toiminnan tuottavuuden kasvattamisella nähdään suoria vaikutuksia työhyvinvointiin ja projektien menestykseen niin oppien kuin tuloksenkin valossa.

Toimeksiantajayrityksen liiketoimintamalli pohjautuu kattavan kumppaniverkoston hyödyntämiseen. Kumppaniverkoston avulla yritys tuo mukanaan erityisosaamista ja asiantuntemusta, mikä parantaa projektien laatua. Lisäksi kumppaniverkosto mahdollistaa joustavan liiketoimintamallin, joka voi mukautua markkinoiden muutoksiin ja asiakastarpeisiin. Liiketoimintamalli tuo mukanaan myös kehityksellisiä haasteita; yksittäiset kumppaniyritykset ovat tottuneet tekemään alihankintana työtä usealle eri tilaajayritykselle, ja tilaajien vaatimukset, ohjeistukset ja järjestelmät eroavat usein toisistaan. Koska kumppaniverkoston käyttäminen projektin toteutukseen perustuu aina projektisopimukseen, on tärkeää sopimuksissa ja työtilauksissa tuoda esiin yksityiskohtaisesti kumppaneilta vaaditut toimintatavat ja -mallit. Sopimusten allekirjoituksen jälkeen uusia vaatimuksia ja järjestelmiä on haastavaa tuoda toteutukseen mukaan, ja prosessi edellyttää usein urakkaneuvotteluja.

Liiketoimintatasolla ei tällä hetkellä yhdistetä yksittäisiä projekteja liiketoiminnan vaatimuksiin, jotka kaikkien projektipäälliköiden on täytettävä. Projektien määrittelyvaihe on pitkälti rakennuttajan / tilaajayrityksen tarjouksen esittelytilaisuus ja yrityksen tarjouslaskennan lopputulos. Täysimääräistä ja kattavaa projektimäärittelyä ei tehdä, tosin rakennuttajan esittelemä määritys on usein hyvin kattava. Jokaisen verkonrakennusprojektin vakiosidosryhmiä ovat tilaajayritys, oma projektiorganisaatio, viranomaiset, kunnat, loppuasiakkaat ja alihankinta. Tilaajayritys valtuuttaa projektin etenemistä ja tarjoaa taloudelliset resurssit projektille, ohjaa ja valvoo projektia, ja osallistuu projektin toteutukseen laajuuden ja aikataulujen näkökulmasta. Sisäinen projektiorganisaatio tarjoaa taitoja, asiantuntemusta ja työpanosta projektin määritellyn työn suorittamiseen ja ohjaamiseen. Projektiorganisaatio, pois lukien projektipäällikkö, ei välttämättä osallistu projektinhallintaan, vaan osallistuu projektin toteutukseen projektituen muodossa. Taulukossa 4 on

esitetty hyvin tyypillinen sidosryhmätaulukko verkonrakennusprojekteissa. Todellisuudessa projekti työllistää myös taulukon ulkopuolisia henkilöitä, mutta melko epäsäännöllisesti.

Taulukko 4. *Tyypillinen projektiorganisaatio verkonrakennusprojekteissa.*

Sidosryhmä	Rooli
Netel Oy hankepäällikkö	Suuremmille projektikokonaisuuksille (hankkeet) määritetään hankepäällikkö, joka päättää hanketason asioista. Määrittelee, suunnittelee, ohjaa, monitoroi ja johtaa hankekokonaisuutta. Hankepäällikkö on myös oikea kanava projektikohtaisten asioiden eskalointiin.
Netel Oy projektipäällikkö	Määrittelee, suunnittelee, ohjaa, monitoroi, ja johtaa projektia tai projekteja.
Netel Oy kenttätyöpäällikkö	Ohjaa ja johtaa projektin päivittäistä operatiivista toimintaa. Tiivis yhteistyö projektipäällikön ja alihankinnan kanssa.
Netel Oy suunnittelu & dokumentointi	Ohjaa projektien suunnittelua ja dokumentointia, ja tarvittaessa tekee suunnittelu- ja dokumentointitöitä myös itse.
Tilaajayrityksen hankepäällikkö	Auktoriteetti laajemmille operatiivisille päätöksille, jotka koskevat hanketason asioita tai ovat projektikohtaisesti eskaloituja.
Tilaajayrityksen projektipäällikkö	Auktoriteetti laajemmille operatiivisille päätöksille, jotka vaativat lisärahoitusta. Projektin ohjaus ja seuranta tilaajan näkökulmasta. Tilaajan aikataulujen päivittäminen ja seuranta.
Alihankinta	Yksittäiset operatiiviset työt ja työkokonaisuudet. Esimerkiksi maanrakennustyöt, suunnittelu- ja dokumentointityöt, sähköasennustyöt ja logistiikka.

Projektin suunnitteluvaihe nähdään koostuvan kahdesta suunnittelun osasta: projektisuunnittelusta ja teknisestä suunnittelusta. Projektisuunnittelu sisältää projektin toteutuk-

sen kannalta olennaisten asioiden esiintuomisen erinäisiin dokumentteihin. Lisäksi projektisuunnitteluun kuuluvat valmistelutyöt, jossa luodaan projektille omat työnumerot ja lisätään projekti yrityksen talous-, turvallisuus-, laatu- ja dokumentointijärjestelmiin. Projektisuunnittelun yhtenä tärkeimpänä osa-alueena pidetään kattavan projektisuunnitelman tekemistä. Projektisuunnitelmalle on vuosien saatossa kehittynyt montakin pohjaa, ja täysi ymmärrys projektisuunnitelman tärkeydestä on osittain kadonnut. Tämän taustalla on eri asiakkaiden vaatimat projektisuunnitelmapohjat, joiden seurauksena yhtiökohtaisen pohjan käyttö on vähentynyt. Projektisuunnittelu tehdään täysimääräisesti yrityksen omistamilla resursseilla, ja projektisuunnittelun päävastuussa on projektipäällikkö. Projektisuunnittelu tapahtuu usein teknisen suunnittelun kanssa samanaikaisesti.

Projektin tekninen suunnittelu puolestaan sisältää toteutuksen kannalta välttämättömien operatiivisten suunnitelmien tekoa asiakkaan verkkotietojärjestelmään. Tekninen suunnittelu voidaan ymmärtää niin sanottuna rakennesuunnitteluna, jossa laajan suunnittelutyön tuloksena valmistuu projektin suunnitelmapaketti. Suunnitelmapaketti sisältää kymmeniä eri suunnitelmadokumentteja, joista tärkeimpänä voidaan mainita työkartat. Työkartat sisältävät lähtökohtaisesti suurimman osan kaikesta siitä tiedosta, mitä maanrakentaja tai sähköasentaja kentällä tarvitsee. Tekninen suunnittelu teetetään pääosin konsulttisopimuksin suunnittelutoimistojen kanssa yhteistyössä. Yrityksen oma suunnittelu- ja dokumentointiorganisaatio vastaa yhdessä projekti- ja kenttätyöpäällikön kanssa suunnittelun edistymisestä ja valmistumisesta ajallaan. Lisäksi valmiit suunnitelmat vaativat aina oman yrityksen pääsuunnittelijan sekä asiakkaan hyväksyntää.

Valmiiden ja hyväksyttyjen suunnitelmien jälkeen projektin operatiivinen toteutus voi alkaa. Toteutusvaihe sisältää kaikki verkonrakennukseen liittyvät maanrakennus-, sähköasennus- ja dokumentointityöt. Toteutusvaihe on projektin muista vaiheista (pois lukien takuuvaihe) selkeästi ajallisesti pisin, ja se sitoo eniten pääomaa. Maanrakennustyöt sähkönjakeluverkon projekteissa sisältävät muun muassa reittikaivuut, kaapelinvedot, jakokaappien ja muuntamoiden perustamiset, pylväänvaihdot sekä alitustyöt. Sähköasennustyöt puolestaan sisältävät muun muassa komponenttien kytkentätyöt, verkon sähköteknisen käyttöönoton ja kaikki sähköverkon erotustoimenpiteet. Dokumentointitöihin taas kuluu rakennetun verkon dokumentointi asiakkaan verkkotietojärjestelmään. Dokumentointi tehdään suoraan suunnitteluvaiheesta valmistuneelta suunnitelmalta, pois lukien niin kutsutut ”punakynät”, joiden tapauksessa dokumenttien siirtyminen maastosta dokumentoijan pöydälle on ensisijaisen tärkeää.

Rakentamis- ja käyttöönottotöiden lisäksi toteutusvaiheeseen kuuluu vanhan purettavan verkon purkutyöt. Purkutyöt tehdään aina uuden verkon käyttöönoton jälkeen, tyypilli-

sesti rakennuskauden ulkopuolella. Resurssien näkökulmasta purkuvaihe ei eroa suuremmin rakennustöistä, koska se työllistää maanrakentajia, sähköasentajia ja dokumentointia siinä missä rakennustyötkin. Purkutöiden valmistuminen ei tyypillisesti kestä kauaa, koska vanha purkautuva verkko on uuden verkon käyttöönoton myötä jännitteetön, ja purkutyöt ovat nopeasti toteutettavissa. Toteutuksen lopuksi tehdään vielä projektin loppudokumentointi, minkä tuloksena verkkotietojärjestelmään tehdyt dokumentoinnit pitävät paikkaansa myös projektin valmistuttua.

Projektin lopetus- / luovutusvaihe alkaa toteutusvaiheen päätyttyä. Vaiheen päätehtävä on saada projekti loppuasiakkaalle onnistuneesti luovutetuksi. Osana luovutusta laaditaan projektin taloudellinen loppuselvitys, missä myös mahdolliset taloudelliset erimielisyydet ratkaistaan loppuasiakkaan kanssa. Luovutustilaisuudessa laaditaan projektin luovutuspöytäkirja, mihin kirjataan esimerkiksi ennakkoon suoritettuja tarkastuksia, projektin valmistumisaika, luovutetut asiakirjat, avoimet virheet tai puutteet, mahdolliset jälkityöt ja takuuajan aloituspäivämäärä. Lisäksi projektin onnistumista mitataan osana luovutusta erinäisin suorituskykymittarein. Taloudellinen loppuselvitys on osa luovutuspöytäkirjaa, ja siinä on esitetty koko projektin maksuliikenne lisä- ja muutostöineen. Asiakasluovutuksen lisäksi projektin päätteeksi järjestetään usein palautetilaisuuksia tai omia loppuselvityksiä aliurakoitsijoiden kanssa. Näiden tavoitteena on mitata projektin onnistumista koko alihankintaketjun näkökulmasta.

Kuten edellä on mainittu, projektin takuuvaihe kirjataan alkaneeksi projektin luovutuspöytäkirjaan. Takuuvaihe kestää usein verkonrakennusprojekteissa 2–3 vuotta. Takuuajan resurssointi on usein hankintasopimuksiin sidottu, ja takuuaikana ilmenevät virheet korjataan aina viipymättä.

4.3 Kehityskohteet

Kehityskohteiden jakaminen projektinhallinnan kannalta olennaisiin kategorioihin auttaa systematisoimaan kehitystä vaativia osa-alueita. Kategorioita on yhteensä neljä, ja ne jakautuvat suoraan kappaleessa 2.2 esitetyn projektinhallinnan rautakolmion mukaisesti seuraaviin kategorioihin:

1. Kustannusten hallinta,
2. Aikataulujen hallinta,
3. Laajuuden hallinta,
4. Laadunhallinta.

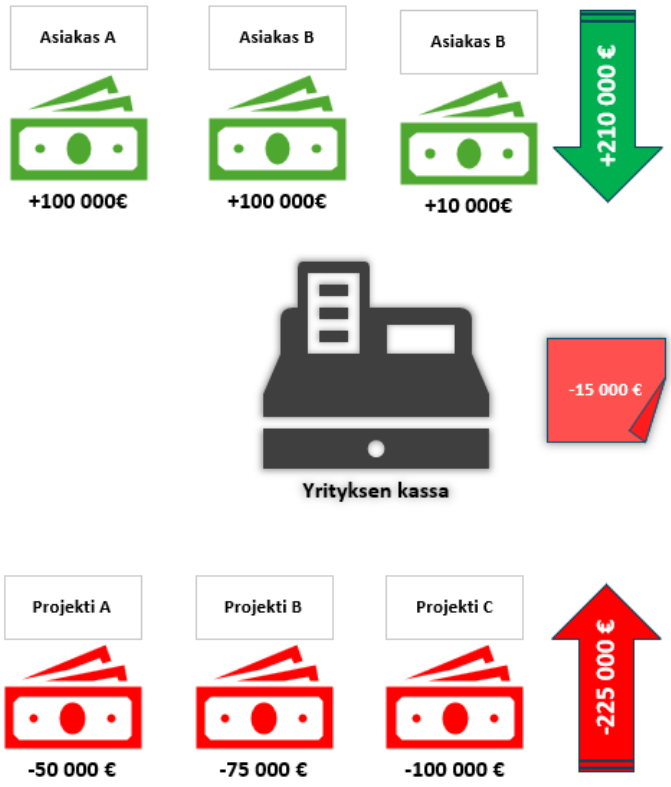
Tässä kappaleessa esitetään tarkemmin kehityskategorioiden sisällöt ja ideat. Kappaleessa 5 puolestaan esitetään kategorioiden vaatimat toimenpide-ehdotukset ja mahdolliset korjaavat toimenpiteet.

4.3.1 Kustannusten hallinta

Onnistuneen projektin tärkein osa-alue terveen yksityisen liiketoiminnan kannalta on projektissa tapahtuva myynti suhteessa projektin toteutukseen sijoitettuun pääomaan, eli projektin kannattavuus. Kannattavuuteen vaikuttavia olennaisia tekijöitä ovat tulonmuodostus, hinnoittelustrategiat, kilpailutilanne ja markkinaolosuhteet. (Maylor, 2010)

Kustannusten hallinta verkonrakennusprojekteissa edellyttää jatkuvaa kustannusarviointia, budjetointia, kustannusten seurantaa, kustannusten ohjausta ja kustannuslaskentaa. Koska toimeksiantajayrityksen liiketoiminnan ydin on toimitusprojektien toteutus, pitää yrityksen maksuliikenne olla mahdollisimman tarkkaan arvioitua etukäteen. Yksittäisten projektien ja hankkeiden maksuliikenne eroaa laajalti toisistaan, ja usein ollaan tilanteessa, jossa jokin projekti tarvitsee rahoitusta yrityksen kassasta. Toisin sanoen projekti ei välttämättä kanna taloudellisesti itseään koko sen elinkaaren ajan.

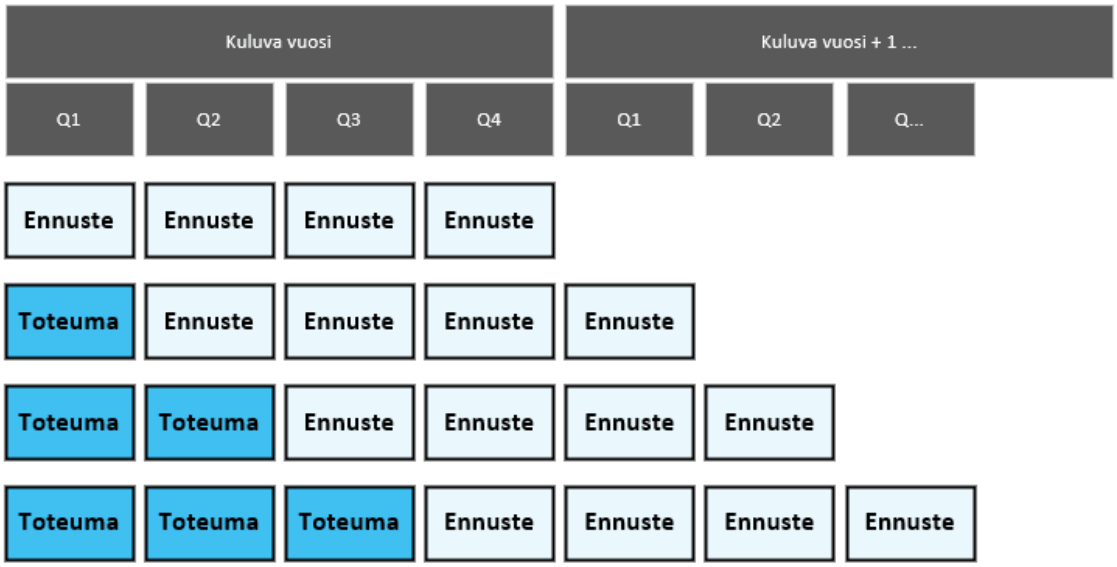
Rakennusalalle ominaista on ajoittainen projektien taloudellinen epäonnistuminen, missä projekti voi olla tappiollinen koko sen elinkaaren ajan, tai suurimman osan siitä. Tällöin projektin loppuun saattamiseksi ja suurempien tappioiden välttämiseksi on yrityksen välttämätöntä rahoittaa projektisopimus päätökseen omakustanteisesti, ellei urakkaneuvotteluiden avulla saada tilannetta parannettua. Tappiolliset projektit rasittavat vääjäämättä yrityksen kassaa. Mikäli kassatilanne yrityksessä on hankala, esimerkiksi useamman tappiollisen projektin samanaikaisuudesta, saattaa koko alihankintaketju kärsiä kassavajeesta, jos pääurakoitsija ei suoriudu ostolaskuistaan eräpäiviin mennessä. Lisäksi avainasemassa on asiakkaiden myyntilaskujen saamiset eräpäiviin mennessä. Edellä mainitut tilanteet johtavat niin sanottuun ”lumipalloefektiin”, jossa projekti saattaa maksuviivästysten vuoksi viivästyä sille määritetystä aikataulusta. Viivästyksistä aiheutuu usein lisäkustannuksia jo valmiiksi tappiolliseen projektiin sopimussakkojen muodossa. Kuvassa 14 on esitetty visualisoinnin kautta hankalaa kassatilannetta, missä yrityksen johdolta edellytetään yhdessä projektipäälliköiden kanssa projektihankintojen priorisointia.



Kuva 14. *Visualisointi yrityksen kassasta, kun projekti(t) aiheuttavat kassarasitusta. Kuvassa esitetty tilanne vaatii projektien priorisointia ostolaskujen hoitamisessa tai muun projekteista riippumattoman rahoituksen.*

Kustannusten hallinta on yksi projektiliiketoiminnan kulmakivistä, ja toimeksiantajayrityksessä on selkeä prosessi välttämään edellä kuvattuja hankalia tilanteita. Prosessi koostuu kvartaaliennusteista, joita muodostetaan jokaisesta projektista. Ennusteet sisältävät sekä myynti- että kuluennusteet projektin työnumerotarkkuudella. Jokaisen kvartaaliennusteen summasta voidaan tunnistaa hankalat kassatilanteet hyvissä ajoin. Kvartaaliennusteiden muodostus on sekä projektikohtaista kustannussuunnittelua, kustannusten seurantaa, kustannusraportointia, että yleistä kustannusten hallintaa. Kuvassa 15 on visualisoitu vuoden ennustekiertoa.

Uusien projektien tapauksissa projektille muodostetaan niin sanottu E0-ennuste. E0-ennuste on tarjouslaskennan mukaan jaksotettu projektille määritetyn aikataulun mukaisesti ennusteisiin. Ennusteet muodostavat aina automaattisesti projektien kassavirtaennusteet.



Kuva 15. *Ennustekierto kumulatiivinen 12kk. Neljännesvuosittain muodostetaan projektiennusteet niin myynnin, kuin kulujenkin osalta. Toteutumia verrataan aina uuden ennusteen julkaisun jälkeen kyseiseen ennusteeseen.*

Ennusteet muodostetaan usein noudattaen passiivisen ennustamisen lainalaisuuksia. Passiivisessa ennustamisessa ennusteet muodostetaan ilman estimointia mahdollisista muutoksista ennustettaviin tekijöihin. Yksikköhintaurakat ovat ennusteprosessiltaan siinä mielessä hyvin yksinkertaisia, että ennustaminen tapahtuu aina samoihin yksiköihin pohjautuen. Lisäksi myyntiennusteet saadaan yksiköiden mukaisesti rakennetuista maksuerätaulukoista, joiden päivämääriä pidetään ajan tasalla. Kuluennusteissa vaikeaa prosessista tekee kulujen oikeanlainen allokointi kuukausille, sekä kuluja muodostavan aliurakoitsijan suoriutumisen ennustaminen. Ennustamisesta käsitteenä onkin hyvä ymmärtää, että ennuste on aina väärä. Lisäksi ennustamisen tavoitteena ei aina ole ennustaa tulevaisuutta. Tavoitteena on kertoa, mitä projektipäällikön ja yritysjohdon tulee tietää, jotta voidaan tehdä merkityksellisiä päätöksiä ajoissa ennen hankaluuksia.

4.3.2 Aikataulujen hallinta

Projektien aikataulutus on hyvin olennainen osa projektinhallintaa. Aikataulutus mahdollistaa tehokkaampaa tehtävien ja resurssien hallintaa, kun on ennalta määritetty milloin ja missä järjestyksessä projektin tehtävät suoritetaan. Lisäksi selkeä aikataulutus vähentää projektin aiheuttamia suorituspaineita, kun tulevaisuutta on aikataulujen muodossa suunniteltu riittävän pitkälle. Tarkan aikataulutuksen avulla voidaan myös välttää mahdollisia projektiviivästyksiä, tai ainakin reagoida niihin ajoissa. (Mubarak, 2015)

Projektien aikataulujen hallintaan on äärimmäisen tärkeää sitoa projektin etenemistä kuvaavia valmiusasteita ja etenemäraportteja. Pelkillä päivämäärämuotoisilla aikataulutuksilla projektia ei voida johtaa ja ohjata tehokkaasti. Aikataulutus tarjoaa selkeän viitekehyksen projektin edistymisen seurannalle, kun voidaan verrata toteutuneita projektisuoritteita tai osatehtäviä alkuperäiseen aikatauluun. Lisäksi aikataulut helpottavat projektibudjetin hallintaa, jolloin voidaan paremmin ennustaa toteutuvia kustannuksia. Lisäksi tehokas aikataulutus parantaa sidosryhmäviestintää, kun kaikki osapuolet ovat tietoisia projektin etenemisestä ja tulevista aikatauluista. Aikatauluja on äärimmäisen tärkeää päivittää tilanteissa, joissa jokin tehtävä toteutuu ajoissa tai siirtyy tuonnemmaksi. (Mubarak, 2015)

Kuten edellä on mainittu, sähkönjakeluverkkojen projekteissa, kuten yleisestikin rakennusalalla, käytetään maksueräperusteista laskutusjärjestelmää. Tilaajan ja pääurakoitsijan välinen maksuerätaulukko toimii projektin aikataulurunkona, kun maksuerät muodostetaan projektin välitavoitteista. Projektin etenemäseurannan näkökulmasta on tärkeää olla ajantasainen tieto eri projektin osa-alueiden toteumista, jotta niitä voidaan rinnastaa aikatauluihin. Kuvassa 16 on esitetty esimerkinomainen aikataulun hallintaa puoltava tilanne, jossa projektin osatehtävien valmiusasteet on rinnastettu aikatauluihin.

Nykyhetki

Projektiaikataulu	1/2025	2/2025	3/2025	4/2025	5/2025	6/2025	7/2025	8/2025	9/2025	10/2025	11/2025	12/2025
Kaapelointitöiden valmiusaste	0 %	0 %	5 %	15 %	20 %	35 %	45 %					
Purkutöiden valmiusaste	20 %	35 %	55 %	75 %	85 %	90 %	95 %					
Kaapelointitöiden valmistumisen deadline												
Purkutöiden valmistumisen deadline												

Kuva 16. *Projektiaikataulu rinnastettuna osatehtävien valmiusasteisiin. Kaapelointityöt vaativat selkeän priorisoinnin, koska puolet kaapeloinnista on vielä tekemättä ja aikaa suoriutumiseen on 2–3 kk. Purkutyöt puolestaan ovat hyvällä mallilla.*

Projektiaikataulujen muodostaminen ja hallinta koostuu seitsemästä perusvaiheesta, jotka ovat projektin välitavoitteiden määrittely, sidosryhmätarpeiden määrittely, valmistumispäivämäärän asettaminen, projektin osatehtävien tunnistaminen ja listaaminen, vastuuhenkilöiden nimeäminen, tehtävien suoritusten aikatarpeiden ja teoreettisten etenemämahdollisuuksien määrittäminen sekä aikataulujen järjestäminen ja monitorointi.

4.3.3 Laajuuden hallinta

Projektinhallinnan kirjallisuudessa on melko vähän tutkimuksia, jotka tarjoaisivat selkeän määritelmän projektin laajuuden osalta. Projektin laajuutta käytetään usein merkityksellisenä kuvastuksena projektin mittakaavaan ja kokoon. Projekteja on tyypillistä luokitella pieniksi, keskikokoisiksi tai suuriksi kokonaisuuksiksi. Laajuutta mitataan usein joko projektin kustannusten, projektin keston tai projektin vaikutuksen avulla. Vaikutuksella tarkoitetaan projektin transformatiivisia ominaisuuksia esimerkiksi projektin sidosryhmiin tai yhteiskuntaan. Mittakaavaltaan valtavista projekteista puhuttaessa käytetään myös usein projektiohjelma-nimitystä (*Program*). (Harrison et al., 2024) Sähköverkkoprojekteissa laajuutta käsitetään monella eri tavalla. Pientä projektia voisi kuvastaa esimerkiksi alle 10 kilometrin kaapelointiprojekti haja-asutusalueella. Keskisuuri projekti voisi olla esimerkiksi yli 50 kilometrin kokoinen kaapelointiprojekti, kun taas suurta projektia voisi kuvastaa taajama-alueella tehtävästä yli 150 kilometrin pituisesta projektista. Toisaalta projektien kustannuksissa mitattuna taajama-alueella tehtävä muutaman kilometrin kokoinen kaapelointiprojekti voi vastata haja-asutusalueella tehtävää kymmenen kilometrin kokoista projektia.

Verkonrakennusprojekteja pyritään usein jakamaan mahdollisimman samankokoisiin alueisiin projektikohtaisen hallittavuuden ja seurannan parantamiseksi. Suuremmista projektikokonaisuuksista muodostetaan hanke, joka koostuu useista projektialueista. Laajuuden kannalta on tärkeää määritellä projektin tai hankkeen tavoitteiden ja päämäärien selkeä kokonaisuus. Näiden avulla resurssisuunnitelman muodostaminen ja toteutuksen aikainen resurssointi tapahtuu huomattavasti sulavammin. Tärkeää on myös tunnistaa sisäiset projektitarpeet projektin laajuuden pohjalta. Tarvitseeko suuri projekti esimerkiksi useamman kenttätyöpäällikön, jotta pysytään aikatauluissa? Suuret hankkeet vaativat usein hyvinkin laajan ja monimutkaisen projektiorganisaation. Käytännönläheisesti projektin laajuudella tarkoitetaan sitä, mitä projektin toteuttajan odotetaan toimittavan projektin lopetukseen mennessä.

Projektin laajuuden hallinnan kannalta on hyvin tärkeää pyrkiä pitämään laajuuden määritystä mahdollisimman suppealla tasolla. On yleisesti hyvin houkuttelevaa sisällyttää laajuuteen paljon asioita ja suunnitella liian laaja-alaisesti. Projektin jakaminen pienempiin, niin sanottuihin väliaikaisiin toimituksiin, on turvallisempi ja kestävämpi lähestymistapa toteutuksen kannalta. Projektiliiketoiminnan kannalta projekti on aina yksi osa organisaation strategista kokonaisuutta. Kaikki toimet mitä yksittäisessä projektissa tehdään, tulisi tähdätä yrityksen strategisten tavoitteiden tavoitteluun. (Harrin, 2013) Jakeluverk-

koyhtiöiden tilaamat investointiprojektit vaihtelevat laajuudeltaan paljon, ja KVR-urakoinnin yleistyminen mahdollistaa suurempien, niin sanottujen raamihankkeiden, toteuttamisen.

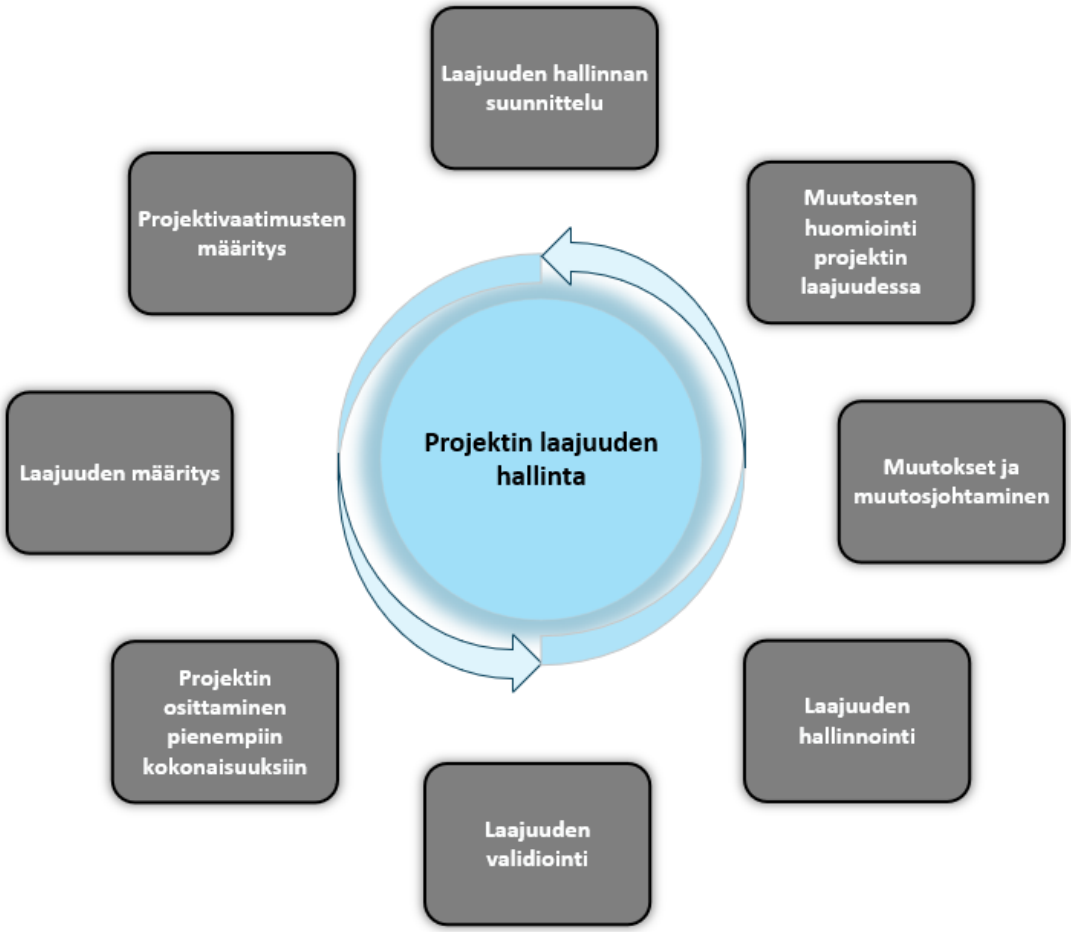
Muutokset ja muutosjohtaminen ovat aina väistämätön osa projektia. Muutoksia on kahdenlaisia (Harrin, 2013):

1) Muutokset, jotka syntyvät projektin toteutuksen seurauksena. Tällaisia muutoksia ovat esimerkiksi verkonrakennusprojekteissa uusi maakaapeliverkko.
2) Muutokset, jotka syntyvät projektin sisällä. Esimerkiksi tilaajavaatimusten tai projektikäytännön muutos.

Ensimmäisen kategorian mukaiset muutokset projektissa ovat usein projektitoteutuksen ydin, ja ne ovat suunniteltuja tarkasti toteutuksen kannalta. Toisen kategorian mukaiset muutokset ovat usein niitä, jotka vaativat systemaattista muutosjohtamista projektin sisällä. Ne ovat muutoksia, jotka vaikuttavat projektin tavoitteisiin tavalla tai toisella. (Harrin, 2013)

Muutosjohtaminen laajassa kumppaniverkostossa voi olla hyvin haastavaa. Projektien aikana tapahtuviin muutoksiin liittyen kumppaneiden vastuu projektisopimuksissa on oltava selvä. Kohtuulliset muutokset projektissa on hyvin tärkeää saada tehokkaasti ja kivuttomasti jalkautettua. Ilman systemaattista tapaa hoitaa muutoksia ja yllättäviä projektin suunniteltuun laajuuteen liittyviä asioita johtaa usein niin sanottuun ”tulipalojen sammutteluun”. Lisäksi projektin tarkka laajuuden hallinta auttaa pienentämään projektiriskiä.

Projektin laajuuden hallinta on jatkuva prosessi, joka alkaa projektin alussa ja päättyy projektin lopetukseen. Projektin alussa määritetään projektin laajuus, jonka tarkoituksena on kuvata projektin tehtäviä ja niiden tavoitteita. Määrittely toimii projektin perusrunkona laajuuden osalta. Koska projektit harvoin etenevät täysin suunnitelmien mukaisesti, laajuuden hallinta vaatii jatkuvaa seurantaa ja arviointia. Muutokset voivat johtua edellä mainituista uusista vaatimuksista, teknologian kehityksestä tai joistain täysin ulkoisista tekijöistä. Muutosten hallinta edellyttää tehokasta muutoksenhallintaprosessia, jonka tavoitteena on arvioida jokainen muutos tietyn ketjuprosessin läpi. Muutosten kommunikointi sidosryhmille on äärimmäisen tärkeää, jotta kaikki projektin osapuolet pysyvät ajan tasalla projektin edistymisestä ja mahdollisista muutoksista. Kuvassa 17 on esitetty projektin laajuuden hallinnan prosessia.



Kuva 17. *Projektin laajuuden hallinta on jatkuva prosessi ja monen osa-alueen summa. Jokainen muutos projektin laajuudessa vaatii sen hallinnan suunnittelua. (muokattu lähteestä Harrin, 2013)*

Projektin laajuuden hallinta on siis hyvin keskeinen osa onnistunutta projektinhallintaa. Se ei ole kertaluonteista, vaan jatkuva prosessi, joka vaatii huolellista seurantaa ja joustavuutta. Prosessiin liittyy myös projektiin ennalta sopimattomien lisä- ja muutostöiden hallinta, hyväksyttäminen ja dokumentointi.

4.3.4 Laadunhallinta

Laadunhallinta keskittyy ensisijaisesta suunnitelmien ja projektispesifisten asioiden noudattamiseen. Kaikki projektissa käytettävät materiaalit, järjestelmät, työmenetelmät, tarkastukset ja muut työn tuloksen laatuun vaikuttavat asiat on suunniteltava vastaamaan projektisopimuksessa asetettuja vaatimuksia. Laadunhallintaa toteutetaan useilla eri mekanismeilla, ja eri organisaatioilla laatujärjestelmät ja laadunvalvonta saattavat erota toisistaan merkittävästi.

Laatujohtamisen käsitteistö ja laadunhallinta sai alkunsa 1900-luvun alkupuolella, kun teollinen massatuotanto alkoi yleistyä. Massatuotanto ja yritysten välinen kilpailu tuotteiden ja palveluiden laadusta alkoi korostamaan työn tehokkuutta ja laatustandardointia, mikä loi perustan myöhemmälle laadunhallinnalle. Toisen maailmansodan jälkeen Japanissa kehitetyt laatumenetelmät, kuten jatkuvan parantamisen filosofia (*Kaizen*) ja kokonaisvaltainen laadunhallinta (*TQM, Total Quality Management*) auttoivat saavuttamaan korkean laadun teollisessa mittakaavassa. 1970- ja 1980-luvulla länsimaat omaksuivat laadunhallinnan periaatteita, mikä johti kansainvälisten laatustandardien kehittämiseen määrittelemään laadunhallintajärjestelmien vaatimuksia. (Low, 2014)

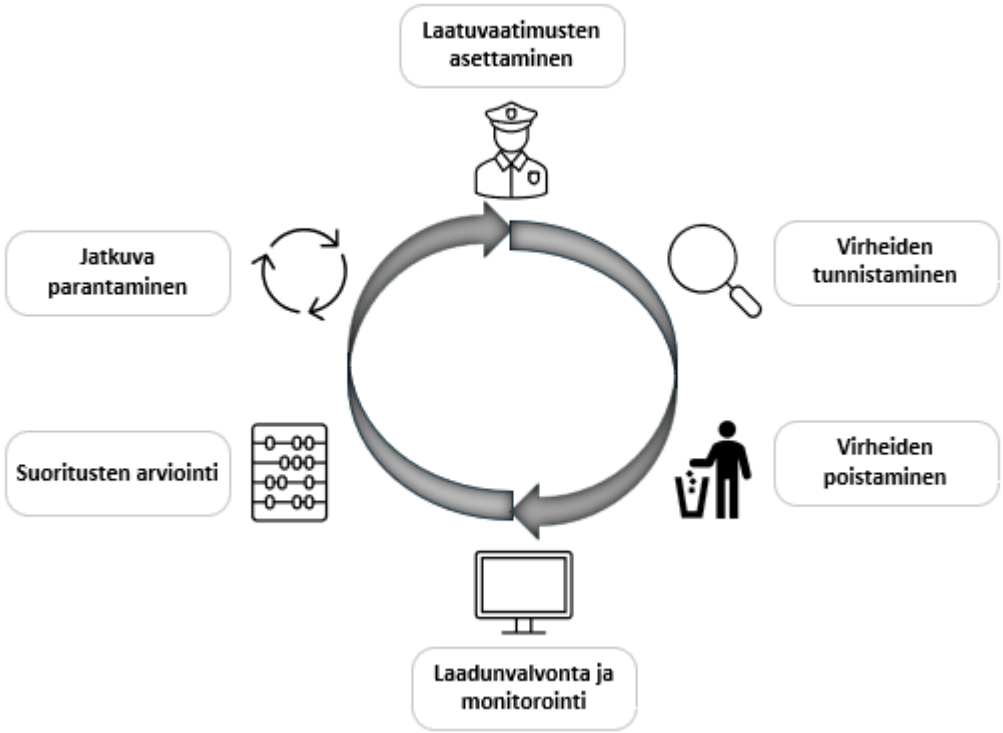
Sähköverkon rakennusprojekteissa työn laatu ja laadunhallinta ovat erityisen tärkeitä. Pahimmassa tapauksessa laatupuute voi olla jopa hengenvaarallinen. Jakeluverkon jännitteet ovat ihmiselle aina hengenvaarallisia, ja asennusohjeiden mukaan kytketyille komponenteille riski vaaranpaikkoihin pienenee huomattavasti korkealla laatutasolla työskenneltäessä. Turvallisuusriskien lisäksi laatupuutteet sähköverkon rakennusprojektissa saattavat tehdä uudesta verkosta esimerkiksi epäluotettavan, lain tai standardin vastaisen tai lyhytikäisen. Lisäksi ongelmat projektin laadunhallinnassa aiheuttavat aina ylimääräisiä kustannuksia. Toisaalta pääurakoitsijan korkea laatu on houkuttelevampi tarjouskilpailuissa, ja rakennusalalla on yleistä rakentaa kilpailutuksiin myös laatupistejärjestelmiä tuttujen toimijoiden välillä. Työn laatu on myös usein sopimusasiakirjoissa nostettu esiin sanktioina tai kannustimina rakennusalalla.

Työn laatu ja laadunhallinta on huomioitava koko verkonrakennusprojektin elinkaaren ajan suunnittelusta projektin lopetukseen. Sanonnat ”hyvin suunniteltu on puoliksi tehty” ja ”hyvä valmistelu on avain menestykseen” eivät ole vain yleisesti tunnettuja lauseita, vaan suunnittelulla ja valmistelevilla töillä on todettu olevan hyvin suuri merkitys projektin menestykseen. Hyvin tehty suunnittelu edesauttaa projektin sulavaa etenemistä toteutuksen valossa, ja suunnitteluvaiheessa jopa yli 95 % projektin kustannuksista voidaan tunnistaa ja allokoida eri työnumeroille. Passiivisen kustannusennustamisen näkökulmasta hyvien suunnitelmien toteutus auttaa myös tulevien tarjouksien kasaamisessa.

Verkonrakennusprojektien osalta työn laatua mitataan monesta eri näkökulmasta. Laadunvalvonta aliurakoitsijoiden osalta tapahtuu joko fyysisillä tarkastuskierroksilla tai aliurakoitsijan toimittamien valokuvatarkastusten kautta. Tarkastettavia kohteita ovat muun muassa kaapelireitit, jakokaapit, muuntamot, pylväsvaihdot, pylväsnousut ja loppuasiakkaan keskukset ja mittariasennukset. Maanrakennus- ja sähköurakoitsija ovat usein eri toimijoita, ja siksi tarkastukset tehdään erikseen esimerkiksi muuntamon perustustöiden

ja muuntamon kytkentöjen osalta. Edellä mainittujen tarkastuskohteiden lisäksi maakaapeliverkon sijainti- ja syvyystiedon laatua mitataan verkkotietojärjestelmään tehdyn dokumentointiin vertaamalla.

Hyvä laatu saavutetaan systemaattisilla tarkastuksilla, hyvällä perehdytyksellä ja avoimella kommunikoinnilla. Laatupuutteet ja niiden löytyminen eivät aina ole tilaisuus rankaista kumppania, vaan myös tilaisuus oppia. Toistuvien tai vakavien laatupoikkeamien sattuessa motivaatio laatutason nostamiseen voidaan hakea sopimussakkojen muodossa tai muulla sopimusasiakirjassa mainitulla toimenpiteellä. Lisäksi laadun hallinnan läpinäkyvyys ja laatuprosessin dokumentointi ja selkeys on äärimmäisen tärkeää. Kuvassa 18 on esitetty esimerkki yrityksen laatuprosessista.



Kuva 18. *Esimerkki laatuprosessista. Laatujohtaminen on jatkuvaa toimintaa, jonka avulla yritys pyrkii aina toimittamaan tuotteita ja palveluita vastaamaan asiakkaan tarpeita. (muokattu lähteestä 6Sigma, 2024)*

Tehokas ja selkeä laadunhallinta muodostaa siis prosessin, jolla varmistetaan kaikkien työvaiheiden ja lopputuotteiden laatuvaatimusten täyttyminen asiakkaan odotusten mukaisesti. Prosessi alkaa aina laatuvaatimusten määrittelystä, ja prosessin ensimmäiseen vaiheeseen on syytä perehtyä ja syventyä asianmukaisesti. Prosessi ei ainoastaan paranna projektien lopputulosta, vaan lisää turvallisuutta, luotettavuutta ja kustannustehokkuutta.

5. PROJEKTINHALLINTAKÄYTÄNTÖJEN KEHITYSTOIMET

5.1 Tavoitteet ja määritys

Projektinhallintakäytänteiden kehitystoimien lopullisena tavoitteena on luoda yhtenäinen, tehokas ja skaalautuva projektinhallintamalli yhtiötasolla. Mallin on tarkoitus parantaa organisaation kykyä toteuttaa projektit ajallaan, laadukkaasti ja kannattavasti. Toimet koostuvat kehityskokonaisuuksista, parhaiden käytäntöjen tunnistamisesta sekä projektinhallintatyökaluista ja -menetelmistä, jotka tukevat projektia koko sen elinkaaren ajan. Lisätavoitteena on myös lisätä projektinhallinnan läpinäkyvyyttä ja parantaa sidosryhmien sitoutumista ja yhteistyötä.

5.2 Teknologinen näkökulma

Nykypäivänä teknologian merkitys liiketoiminnassa korostuu toimialasta riippumatta. Teknologinen kehitys tarjoaa yrityksille mahdollisuuden parantaa tuottavuutta ja kilpailukykyä, sekä vastata muuttuviin markkinatarpeisiin. Teknologiset ratkaisut voivat automatisoida prosesseja, käsitellä suuria tietomääriä, ja lisäksi ne mahdollistavat kattavamman tiedonkulun ja yhteistyön. Erinomaisena esimerkkinä voidaan lyhyesti käsitellä Wrightin veljesten vuonna 1903 rakentamaa ihmisen ohjaamaa moottoroitua lentokonetta: ensimmäinen koelento kesti 12 sekuntia, mutta kyseisellä painovoimaa uhmaavalla kokeella veljekset loivat perustan ilmailutekniikalle. Vuonna 1927 yhdysvaltalainen Charles Lindbergh ylitti lentokoneella Atlantin ilman välilaskua. Lentokoneen keksiminen edisti askel askeleelta kaupankäyntiä, kulttuuria ja matkailua, ja tänä päivänä lentoliikenne on yksi tärkeimmistä maailmantalouden ylläpitäjistä. (Telefonica CT, 2023)

Edellä kuvattu esimerkki on verkonrakennusprojekteihin liittyen hieman mahtipontinen, mutta se kertoo teknologian merkityksestä kehityksessä yleisesti. Sähkömarkkinalain muutos vuonna 2013 asetti tiukemmat vaatimukset verkkoyhtiöille sähkön toimitusvarmuuden näkökulmasta. Kyseinen lakimuutos käynnisti laajamittaisen kaapelointitarpeen. Lakimuutoksesta on kirjoitushetkellä kulunut 12 vuotta, ja ala niin rakennusprojektien tuotannon kuin verkkoteknologiankin osalta on ottanut valtavia askelia eteenpäin.

Suurimpia kehitysaskelia verkonrakennusprojektien toteutuksen näkökulmasta on otettu projektinhallintaa tukevien ohjelmistojen ja järjestelmien osalta. Projektinhallintaan liittyviä ohjelmistoja ja järjestelmiä on toimeksiantajan käytössä useita. Ohjelmistot ja järjestelmät jakautuvat kolmeen kategoriaan:

1) Taloushallinnon järjestelmät,
2) Operatiiviset tuotantojärjestelmät,
3) HSEQ-järjestelmät.

Taloushallinnon järjestelmät uudistuivat hiljattain, ja uusien järjestelmien käyttö on vielä melko pintapuolisella tasolla. Operatiiviset tuotantojärjestelmät ovat suunnitteluun, rakentamisen raportointiin ja seurantaan, dokumentointiin ja toiminnanohjaukseen koettu riittäviksi. Tuotantojärjestelmiin lukeutuvat myös asiakkaiden verkkotietojärjestelmät. Tuotantojärjestelmien haasteena tällä hetkellä on se, että järjestelmiä on liiketoiminnoissa useita, eikä järjestelmien välille ole asetettu selkeitä rajoja. Jotkin järjestelmät sisältävät samoja tietoja, ja päätös yhdestä, niin sanotusta päätuotantojärjestelmästä, on vielä tekemättä. HSEQ-järjestelmiä (*HSEQ, Health, Safety, Environment and Quality*) on yksi, ja myös sen käyttöönotto on tapahtunut hiljattain. Järjestelmän osalta käyttöönotto on onnistunut hyvin, mutta projektien aktivointia järjestelmän käyttöön ja kehittämiseen on saavutettu odotettua vähemmän. Järjestelmäuudistuksen ansiosta on kuitenkin saavutettu yhtenäinen HSEQ-raportointimalli, ja järjestelmästä on luotu rajapintoja suoraan asiakkaiden järjestelmiin. Edellä mainitut saavutukset ovat helpottaneet HSEQ-johtamista ja vähentäneet tapausten raportointiin ja käsittelyyn kuluvaa työaikaa.

Taloushallinnon järjestelmässä on tehty hyvin helpoksi seurata projektikohtaisia myynti- ja kululaskuja, sekä projektin taloudellisia tunnuslukuja ja taloudellista menestystä. Järjestelmän lisäksi on rakennettu Power BI:n avulla hallintapaneeleita helpottamaan projektien taloudellisen yleiskatsauksen läpikäyntiä. Kustannusten hallinta ja ylipäätään eri projektien käytännöt raportoida taloutta on kuitenkin melko eriävää, eikä edellä esitetyn ennustekierron lisäksi yhtenäistä käytäntöä ole vielä otettu käyttöön. Järjestelmissä on valtava määrä olennaista projektidataa, jonka käyttö projektinhallinnassa on hyvin perusteltavaa.

Operatiivisten tuotantojärjestelmien osalta on otettu valtavia kehitysaskelia lähiaikoina. Tuotantojärjestelmien avainsanoina ovat projektin etenemän seuranta ja dokumentointi. Järjestelmät ovat hyvin keskeisiä yrityksen päivittäisessä toiminnassa, sillä ne varmistavat projektituotannon sujuvuuden. Uusien järjestelmien osalta monipuolisuuteen, automatiikkaan ja joustavuuteen on kiinnitetty paljon huomiota. Lisäksi järjestelmien helppokäyttöisyyttä kentällä rakennustöiden parissa on pidetty äärimmäisen tärkeänä. Etenemän seuranta verkonrakennusprojekteissa on tällä hetkellä suuressa muutosvaiheessa, ja siihen sovelletaan samanaikaisesti kahta eri tapaa. Ensimmäinen seurantamenetelmä on ollut jo vuosia käytössä, ja se perustuu urakoitsijan viikkoraportointiin Microsoft Ex-

celissä. Menetelmän ongelmana on rakennussuoritteiden reaaliaikaisuuden puuttuminen, kommunikoinnin vajavaisuus, mahdollisuus virhekirjauksille, sekä viikkoraportin pohjalta tapahtuvan urakoitsijalaskutuksen todentaminen. Edellä mainittuja puutteita on lähdetty paikkaamaan verkonrakennusalaan keskittyviltä ohjelmistomarkkinoilta. Markkinoilla on tarjolla useita ohjelmistoyrityksiä, jotka tarjoavat ratkaisuja verkonrakennusprosessin parantamiseen. Projektin etenemän seurannan kannalta parhaaksi pääjärjestelmäksi on todettu verkon kartoitusjärjestelmä. Kartoitusdatan kerää maanrakennusurakoitsija reaaliaikaisesti avoimesta kaapeliojasta. Kerätty data sisältää uuden maakaapeliverkon syvyys- ja sijaintitiedon. Tieto siirtyy automaattisesti järjestelmäportaaliin, johon piirtyy reaaliaikaisesti rakennetun verkon sijainti ja syvyys karttapohjalle. Lisäksi järjestelmän avulla voidaan toimittaa valokuvadataa maastosta sijaintitietoineen, vaikkakin valokuvadokumentointiin on olemassa myös siihen tarkoitettu erillinen ohjelmisto.

Projektien turvallisuus- ja ympäristöraportointi, laadunhallinta ja uusien sähköverkon komponenttien käyttöönottotarkastukset ovat vastikään siirretty digitaaliseen muotoon uuden HSEQ-järjestelmän avulla. Siirtyminen kynä-paperi-menetelmistä ohjelmistojen pariin on parantanut projektituottavuutta merkittävästi tarkastustoiminnan ja automatisoinnin osalta. Projektien laadunhallinta ja dokumentointi ovat uuden järjestelmän ansiosta merkittävästi tehokkaampaa, mutta muutos aiempiin käytänteisiin on suuri. Järjestelmän kouluttaminen koko projektin toimitusketjulle on hyvin tärkeää, jotta laaturaportointi ja dokumentointi olisi mahdollisimman puutteetonta. Turvallisuus- ja laaturaportointia asiakkaiden suuntaan toteutetaan järjestelmärajapintojen kautta, jolloin tieto uusista turvallisuustapauksista ja laatutarkastuksista siirtyy automaattisesti tilaajalle.

Yleisesti uusia järjestelmähankintoja on viime vuosien aikana tehty useita, ja järjestelmien soveltuvuudet projektituottavuuden parantamiseen ovat mainiot. Järjestelmien tuoma muutos yrityksen päivittäisessä toiminnassa on valtava, ja tämänhetkisenä haasteena on järjestelmäprosessien puutteellisuus sekä toimitusketjun kouluttaminen uusien järjestelmien käyttöön. Kehitystoimina on selventää projektien uutta laadunhallinta- ja etenemänseurantaprosessia, kattavien järjestelmäohjeiden luomista sekä koko toimitusketjun kouluttamista.

5.3 Projektin elinkaariseuranta ja projektiraportointi

Projektin elinkaariseurannalla tarkoitetaan projektin eri vaiheiden, ja niiden osatehtävien seurantaa koko sen elinkaaren ajan. Elinkaariseuranta on prosessi, joka auttaa varmistamaan projektin eri vaiheiden sisällä olevien päätehtävien toteutumista. Projektiraportointi taas on prosessi, jossa kerätään, analysoidaan ja raportoidaan tietoa projektin ete-

nemisasteesta, suorituksista ja tuloksista. Projektiraportointi auttaa seuraamaan projektin tilaa ja tekemään tietoperusteisia päätöksiä projektin sisällä. Kuvassa 19 on esitetty hyvin yksinkertainen tapa suorittaa projektin elinkaariseurantaa.

Yhteenveto:	Valmiusaste:
1. Tarjousvaihe	100,00 %
2. Projektisuunnittelu	66,67 %
3. Projektin tekninen suunnittelu	85,71 %
4. Projektin toteutus	22,22 %
5. Projektin lopetus ja luovutus	0,00 %
6. Projektin takuuvaihe	0,00 %

Kuva 19. *Projektin elinkaariseuranta. Projektin eri vaiheiden sisältävien tehtävien toteutuminen voidaan todentaa yhdellä vilkaisulla.*

Projektipäällikkö käy jokaisen tarkastuslistassa olevan vaiheeseen sisältyvän osatehtävän kohdalle merkkaamassa, mikäli osatehtävä on toteutunut. Prosessi voidaan ajatella tietynlaisena työn osituksena, missä osatehtävät ovat hyvin yleisellä tasolla esitettynä. Esimerkiksi projektisuunnittelun osatehtäviä ovat muun muassa projekti- ja resurssisuunnitelman tekeminen, projektibudjetin määritys, projektiriskien määritys ja alustavan operatiivisten tehtävien vaiheistussuunnitelman tekeminen. Elinkaariseuranta tarjoaa kattavan katsauksen projektin etenemisestä yleistasolla. Se toimii työkaluna pintapuoliseen etenemisraportointiin, ja sen avulla voidaan varmistua ennalta määritettyjen kriittisten osatehtävien toteutuminen. Lisäksi kyseisellä tarkastuslistalla varmistutaan siitä, että jokainen projekti käy listan kriittiset osatehtävät läpi.

Projektiraportointi puolestaan on merkittävästi yksityiskohtaisempaa seurantaa, ja se on hyvin keskeinen osa jokapäiväistä projektinhallintaa. Projektiraportoinnin keskeisiä elementtejä on projektin tilan, aikataulujen, kustannusten ja budjetin, riskien, resurssien ja laadun raportointi. Projektiraportointia suoritetaan tällä hetkellä hyvin eriävillä käytänteillä, ja liiketoimintatason raportointi on suhteellisen vajavaista. Korjaavina toimenpiteinä on kehittää projektikohtainen raportointiprosessi, mikä sisältää projektin etenemisen kannalta olennaiset asiat. Prosessin kannalta olennaisia asioita ovat muun muassa:

1) Raportoinnin automatisointi

2) Yhtenäinen raportointimalli
3) Reaaliaikainen seuranta
4) Säännölliset raportointikokoukset

Raportoinnin automatisoinnilla tarkoitetaan tietojärjestelmien välisiä rajapintatoteutuksia. Tiedonhaku automatisoinnin kautta muista järjestelmistä pienentää raportointiin kuluvaa aikaa sekä virhemahdollisuutta. Yhtenäisellä raportointimallilla systematisoidaan raportointikokousten agendaa ja sisältöä; kaikki projektien vastuuhenkilöt osaavat lukea yhtenäistä pohjaa muiden esittämänä, ja pohjan täyttäminen on kaikilla sama toimenpide. Reaaliaikainen seuranta varmistaa raportoidun tiedon paikkansapitävyyttä, ja mahdollistaa oikean pohjan päätöksenteolle.

Osana elinkaariseurantaa ja projektiraportointia on syytä soveltaa myös projektinhallinnallisesti tärkeitä osa-alueita. Toimeksiantajayrityksessä taloudelliset ennusteet niin myynnin, kuin kulujenkin osalta kirjataan kvartaaleittain. Kolme kuukautta on verkonrakennusprojektissa merkittävä ajanjakso, jonka aikana projektin talous saattaa muuttua hyvinkin merkittävästi. Muutokset projektin laajuudessa ja kustannuksissa tekee kvartaaliennusteen muodostamisesta aina melko työlään, koska ennusteisiin pitää huomioida kaikki kuluneen kvartaalin muutokset. Siirtyminen kuukausiennusteisiin saattaa kuulostaa työläämmältä, mutta todellisuudessa ennustamisesta tulee huomattavasti yksinkertaisempaa. Lisäksi kuukausittaisiin ennustemuutoksiin ehditään reagoimaan nopeammin, kun taas kvartaaliennusteiden muutokset voivat olla hyvinkin yllättäviä, erityisesti jos projektin myynnissä tai kuluissa on tapahtunut suuria muutoksia.

Tuloksen arvo -analyysin käyttöönotto on projektinhallinnan ja talousennusteiden näkökulmasta erinomainen vaihtoehto. Se tarjoaa tehokkaan tavan seurata projektin edistymistä niin operatiivisen valmistumisen kuin taloudenkin osalta. Analyysin käyttöönotto osana kuukausiennusteita poistaa myös osaltaan ennustetyötä, koska analyysin tekeminen nähdään myös projektinhallinnallisesti tärkeänä asiana ja työkaluna. Kuten kappaleessa 4.3.1 käsiteltiin, ennusteet tehdään tällä hetkellä projektin työnumerotasolla. Tällöin myös tuloksen arvo -analyysin on syytä olla vähintäänkin samalla tasolla. Kuvissa 20, 21 ja 22 on täytetty kuvitteellisen projektin kuvitteelliset tiedot kuukausittaiselle tuloksen arvo -analyysille luotuun Microsoft Excel-pohjaan. Kuvassa 23 on esitetty syötettyjen tietojen mukainen tuloksen arvo -analyysi ja kuvassa 24 on esitetty syötettyjen tietojen mukainen toteutunut tulos ja tulosennuste. Excel-mallit ovat itse luotuja osana työtä, ja mallipohjat ovat täytetty kuvitteellisilla luvuilla.

Työnumeron nimi	Ennustetyyppi	E0	TBR & TBC	tammi.25	helmi.25	maalis.25	huhti.25	touko.25
Asiakas_AlueX Customer invoicing	Myyntiennuste	350 000,00 €	370 000,00 €	25 000,00 €		20 000,00 €		20 000,00 €
Asiakas_AlueX Invoicing, additional work	Myyntiennuste	- €	- €					
Lisää uusi rivi..	Lisää uusi rivi..	Lisää uusi rivi..	- €					
			- €					
			- €					
			- €					
	TBR (Total Budgeted Revenue)	**350 000,00 €**	**370 000,00 €**	**25 000,00 €**	**0,00 €**	**20 000,00 €**	**0,00 €**	**20 000,00 €**
			Cumulative TBR	*25 000,00 €*	*25 000,00 €*	*45 000,00 €*	*45 000,00 €*	*65 000,00 €*
Asiakas_AlueX Internal project mgmt cost	Kuluennuste	40 000,00 €	- 48 000,00 €	-1 500,00 €	-1 500,00 €	-1 500,00 €	-1 500,00 €	-1 500,00 €
Asiakas_AlueX Internal project support	Kuluennuste	30 000,00 €	- 3 200,00 €	-100,00 €	-100,00 €	-100,00 €	-100,00 €	-100,00 €
Asiakas_AlueX Internal travel cost	Kuluennuste	- €	- €					
Asiakas_AlueX External material cost	Kuluennuste	30 000,00 €	- 34 000,00 €					
Asiakas_AlueX External logistical cost	Kuluennuste	3 000,00 €	- €					
Asiakas_AlueX External planning cost	Kuluennuste	35 000,00 €	- 33 000,00 €			-9 000,00 €		
Asiakas_AlueX External excavation cost, alitukset	Kuluennuste	- €	- €					
Asiakas_AlueX External excavation cost	Kuluennuste	130 000,00 €	- 132 000,00 €					
Asiakas_AlueX External electrical work cost	Kuluennuste	30 000,00 €	- 38 000,00 €					
Asiakas_AlueX External project establishment cost	Kuluennuste	- €	- €					
Asiakas_AlueX External work cost, asfaltointi	Kuluennuste	- €	- €					
Asiakas_AlueX External dismantling work cost, purkutyöt	Kuluennuste	40 000,00 €	- 42 000,00 €					
Asiakas_AlueX External work cost, reittimittaus	Kuluennuste	5 000,00 €	- 7 000,00 €					
Asiakas_AlueX General cost	Kuluennuste	- €	- €					
Lisää uusi rivi..	Lisää uusi rivi..	Lisää uusi rivi..	- €					
			- €					
			- €					
			- €					
			- €					
			- €					
			- €					
	TBC (Total Budgeted Cost)	**343 000,00 €**	**-337 200,00 €**	**-1 600,00 €**	**-1 600,00 €**	**-10 600,00 €**	**-1 600,00 €**	**-1 600,00 €**
			Cumulative TBC	*1 600,00 €*	*3 200,00 €*	*13 800,00 €*	*15 400,00 €*	*17 000,00 €*

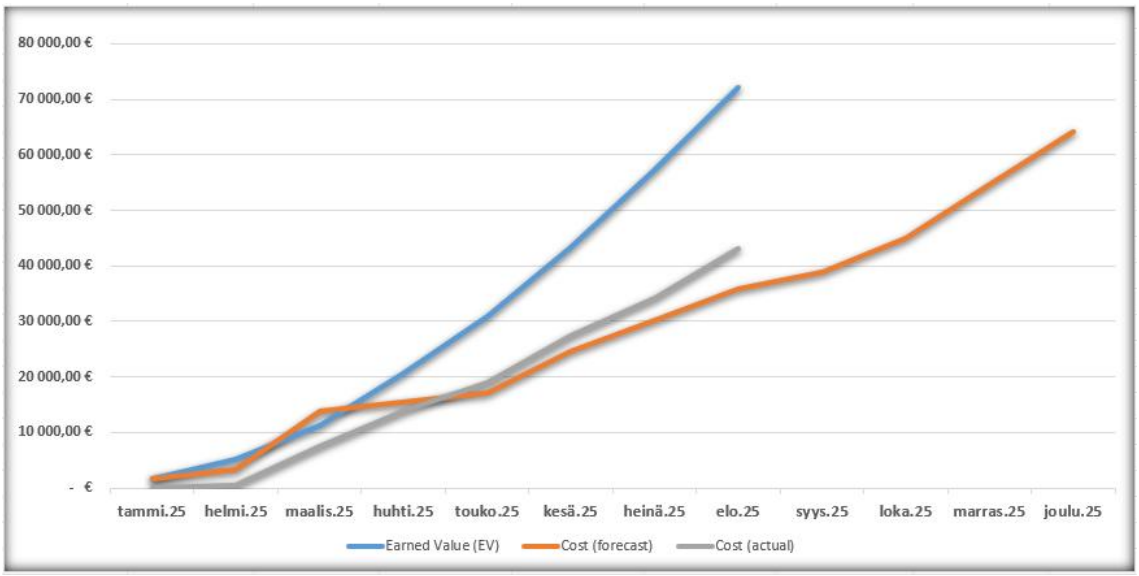
Kuva 20. *Kuukausiennustepohjaan täytetty ennustevälilehdelle kuvitteelliset kuukausiennusteet. E0-sarake kuvaa tarjousvaiheessa muodostettua alkuennustetta. Lyhenteet: TBR, Total Budgeted Revenue = kokonaisbudjetti projektin myynnille. TBC, Total Budgeted Cost = kokonaisbudjetti projektin kustannuksille.*

Työnumeron nimi	Ennustetyyppi	E0	AR & AC	tammi.25	helmi.25	maalis.25	huhti.25	touko.25
Asiakas_AlueX Customer invoicing	Myyntiennuste	350 000,00 €	90 000,00 €	25 000,00 €		20 000,00 €	20 000,00 €	
Asiakas_AlueX Invoicing, additional work	Myyntiennuste	- €	- €					
Lisää uusi rivi..	Lisää uusi rivi..	Lisää uusi rivi..	- €					
			- €					
			- €					
			- €					
	AR (Actual Revenue)	**350 000,00 €**	**90 000,00 €**	**25 000,00 €**	**0,00 €**	**20 000,00 €**	**20 000,00 €**	**0,00 €**
			Cumulative AR	*25 000,00 €*	*25 000,00 €*	*45 000,00 €*	*65 000,00 €*	*65 000,00 €*
Asiakas_AlueX Internal project mgmt cost	Kuluennuste	40 000,00 €	- 19 000,00 €		-500,00 €	-1 000,00 €	-4 000,00 €	-4 000,00 €
Asiakas_AlueX Internal project support	Kuluennuste	30 000,00 €	- 1 300,00 €			-700,00 €	-300,00 €	
Asiakas_AlueX Internal travel cost	Kuluennuste	- €	- 400,00 €			-400,00 €		
Asiakas_AlueX External material cost	Kuluennuste	30 000,00 €	- €					
Asiakas_AlueX External logistical cost	Kuluennuste	3 000,00 €	- €					
Asiakas_AlueX External planning cost	Kuluennuste	35 000,00 €	- 22 000,00 €			-5 000,00 €	-2 000,00 €	-1 000,00 €
Asiakas_AlueX External excavation cost, alitukset	Kuluennuste	- €	- €					
Asiakas_AlueX External excavation cost	Kuluennuste	130 000,00 €	- €					
Asiakas_AlueX External electrical work cost	Kuluennuste	30 000,00 €	- €					
Asiakas_AlueX External project establishment cost	Kuluennuste	- €	- €					
Asiakas_AlueX External work cost, asfaltointi	Kuluennuste	- €	- €					
Asiakas_AlueX External dismantling work cost, purkutyöt	Kuluennuste	40 000,00 €	- €					
Asiakas_AlueX External work cost, reittimittaus	Kuluennuste	5 000,00 €	- €					
Asiakas_AlueX General cost	Kuluennuste	- €	- €					
Lisää uusi rivi..	Lisää uusi rivi..	Lisää uusi rivi..	- €					
			- €					
			- €					
			- €					
			- €					
			- €					
			- €					
	AC (Actual Cost)	**343 000,00 €**	**-42 700,00 €**	**0,00 €**	**-500,00 €**	**-7 100,00 €**	**-6 300,00 €**	**-5 000,00 €**
			Cumulative AC	*0,00 €*	*500,00 €*	*7 600,00 €*	*13 900,00 €*	*18 900,00 €*

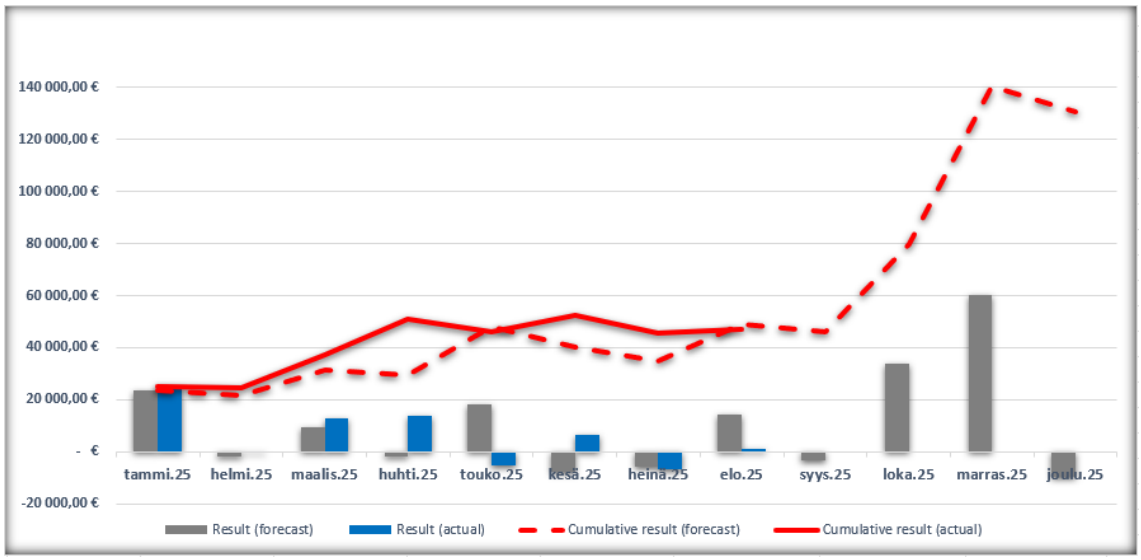
Kuva 21. *Kuukausiennustepohjaan täytetty toteumavälilehdelle kuvitteelliset kuukausittaiset toteumat. Lyhenteet: AR, Actual Revenue = toteutunut projektimyynti. AC, Actual Cost = toteutuneet projektikustannukset.*

Työnumeron nimi	Ennustetyyppi	TBC	% AC / TBC	tammi.25	helmi.25	maalis.25	huhti.25	touko.25
Asiakas_AlueX Customer invoicing	Myyntiennuste							
Asiakas_AlueX Invoicing, additional work	Myyntiennuste							
Lisää uusi rivi..	Lisää uusi rivi..							
Asiakas_AlueX Internal project mgmt cost	Kuluennuste	- 48 000,00 €	39,58 %	2,00 %	5,00 %	10,00 %	12,00 %	13,00 %
Asiakas_AlueX Internal project support	Kuluennuste	- 3 200,00 €	40,63 %	1,00 %	2,00 %	3,00 %	4,00 %	5,00 %
Asiakas_AlueX Internal travel cost	Kuluennuste	- €	-					
Asiakas_AlueX External material cost	Kuluennuste	- 34 000,00 €	0,00 %					
Asiakas_AlueX External logistical cost	Kuluennuste	- €	-					
Asiakas_AlueX External planning cost	Kuluennuste	- 33 000,00 €	66,67 %	2,00 %	3,00 %	4,00 %	10,00 %	12,00 %
Asiakas_AlueX External excavation cost, alitukset	Kuluennuste	- €	-					
Asiakas_AlueX External excavation cost	Kuluennuste	- 132 000,00 €	0,00 %					
Asiakas_AlueX External electrical work cost	Kuluennuste	- 38 000,00 €	0,00 %					
Asiakas_AlueX External project establishment cost	Kuluennuste	- €	-					
Asiakas_AlueX External work cost, asfaltointi	Kuluennuste	- €	-					
Asiakas_AlueX External dismantling work cost, purkutyöt	Kuluennuste	- 42 000,00 €	0,00 %					
Asiakas_AlueX External work cost, reittimittaus	Kuluennuste	- 7 000,00 €	0,00 %					
Asiakas_AlueX General cost	Kuluennuste	- €	-					
Lisää uusi rivi..	Lisää uusi rivi..	- €	-					
		- €	-					
		- €	-					
		- €	-					
		- €	-					
		- €	-					
		- €	-					
		-337 200,00 €	**12,66 %**	**1 652,00 €**	**3 454,00 €**	**6 216,00 €**	**9 188,00 €**	**10 360,00 €**
			Cumulative EV	*1 652,00 €*	*5 106,00 €*	*11 322,00 €*	*20 510,00 €*	*30 870,00 €*

Kuva 22. *Kuukausiennustepohjaan täytetty valmistumisastesivulle kuvitteelliset kuukausittaiset valmiusasteet kulunumeroille. Projektipäällikkö arvioi kunkin työnumeron valmiusasteen kuukausittain joko operatiivisten määrätoteutumien mukaan tai oman parhaan arvion mukaan. Lyhenteet: % AC / TBC = toteutuneiden kustannusten ja budjetoitujen kustannusten välinen suhde. Suhdeluku antaa projektipäällikölle osviittaa kyseisen työnumeron budjetin käytöstä.*



Kuva 23. *Syötettyjen arvojen mukainen tuloksen arvo -käyrä. Projektin nykyhetki on elokuu 2025.*



Kuva 24. *Syötettyjen arvojen mukaiset tulos ja tulosennustekäyrät. Lisäksi palkkikaavio kuukausikohtaisesta tuloksesta.*

Edellä esitettyjen analyysien sisällyttäminen yhtiötason raportointiprosessiin auttaa arvioimaan eri projektien ja hankkeiden menestymistä hyvin tehokkaasti. Lisäksi raportoinnin toteuttaminen on valtava projektinhallinnallinen edistysaskel päivittäiseen tekemiseen. Analyysin avulla projektin kannalta kriittisiin päätöksiin saadaan lisää reagointiaikaa, ja ennustaminen pohjautuu aina johonkin konkreettiseen arvioon tai tietoon.

Esimerkiksi kuvasta 22 yrityksen johto voi nopealla vilkaisulla huomata, että projektin kustannukset ovat ylittyneet kuluennusteeseen nähden, mutta tehdyn työn arvo on kustannuksia suurempi. Projekti on siis tuloksen arvo -analyysin valossa menestyvä. Lisäksi kuvasta 23 voidaan nähdä projektin kantavan taloudellisesti itseään, ja tulosennuste näyttää tulevien kuukausien kannalta positiiviselta.

Mikäli edellä kuvattu menetelmä otetaan käyttöön liiketoimintatasolla, voidaan kokonaista liiketoimintaa arvioida samoin menetelmin. Myös yhtiötason käyrästö summattuna kaikista käynnissä olevista projekteista antaa visuaalisen mallin liiketoiminnan yleiskatsaukseen.

Operatiivinen etenemäraportointi voidaan toteuttaa rajapintana verkonrakennuksen tuotantojärjestelmästä. Rakennetut pääsuoritteet, eli kaapeliojametrit, kaapelinvedot, muuntamoiden ja jakokaappien perustamiset, pylväänvaihdot ja pylväspurut saadaan reaaliaikaisena suoraan kentältä, mikäli tuotantojärjestelmän käyttö on moitteetonta. Tätä varten uuden järjestelmän kouluttaminen kumppaneille on ensiarvoisen tärkeää.

5.4 Roolit ja vastuut

Toimeksiantajayrityksen projektiroolit ja -vastuut eivät ole tällä hetkellä täysin selkeät ja yhdenmukaiset. Tämä aiheuttaa monenlaisia haasteita, jotka vaikuttavat negatiivisesti projektin sujuvuuteen, työn kuormittavuuteen ja projektin onnistumiseen. Muita yleisiä haasteita selkeän roolituksen ja vastuiden puuttumiseen on lueteltu alla.

1) Hidas päätöksenteko: epävarmuus turhaan ”jahkailuun” ja turhat valmistelut viivästyttävät projektin etenemistä ja aiheuttavat kasaantuvasti lisähaasteita.
2) Epätasainen työkuorma: projektiorganisaation eri jäsenet kantavat heille kuulumatonta vastuuta, mikä on aina uuvuttavaa ja heikentää muun, itselle kuuluvan työn saamaa aikaa.
3) Päällekkäiset työt: päällekkäinen työ aiheuttaa aina prosesseissa hukkaa. Jotkin työt tulee tehtyä useaan kertaan ja jotkin työt saattavat jäädä täysin tekemättä.
4) Kommunikoinnin puute: projektiorganisaation jäsenet eivät välttämättä tiedä, kenen vastuulla mikäkin tehtävä on, mikä johtaa usein väärinkäsityksiin.

Kaikki edellä luetellut haasteet alentavat pahimmillaan hyvinkin merkittävästi projektituottavuutta. Lisäksi niillä on työilmapiiriä alentava vaikutus.

Verkonrakennusprojektien projektiorganisaatio muistuttaa lähes aina kappaleen 4.2 taulukossa 4 esitettyä rakennetta. Kun taulukon jäseniä verrataan Ofer Zwikaelin ja Jack R Meredithin (2018) projektirooleja käsittelevään artikkeliin, löydetään hyvä perusrunko omien, sekä aliurakoitsijoiden projektiroolien ja vastuiden määritykseen:

1) Hankepäällikkö: vastaa hanketason päivittäisestä hallinnasta, mukaan lukien hankkeen sisältävien projektien koordinointi ja muutoksenhallinta. Hankepäällikkö johtaa kyseisen hankkeen projektiorganisaatiota, tarjoaa hankevisioita ja vastaa hankkeen kokonaisvaltaisesta johtamisesta. Hankepäällikön rooli on strateginen, kun muun projektiorganisaation rooli perustuu operatiiviseen toimintaan.
2) Projektipäällikkö: valtuus ja vastuu hallita projektin päivittäistä toimintaa, jotta vaaditut projektisuoritteet toimitetaan asetettujen rajoitusten puitteissa. Projektipäällikkö on henkilö, joka on nimetty johtamaan projektin tavoitteita saavuttavaa projektiorganisaatiota. Projektipäälliköllä on päävastuu projektien tehokkaasta hallinnasta koko sen elinkaaren ajan.
3) Kirjassa esitetty projektitiimi (*Project Team*) kuvastaa hyvin muuta projektiorganisaatiota, johon toimeksiantajayrityksen tapauksessa sisältyy sisäinen operatiivinen työnjohto sekä oma suunnittelu- ja dokumentointielin. ”Projektitiimi on

joukko yksilöitä, jotka tukevat projektipäällikköä projektin työn suorittamisessa sen tavoitteiden saavuttamiseksi.”

4) Suorittavat organisaatiot: kuvastavat projektin kumppaniyrityksiä, joiden henkilöstö on puhtaasti operatiiviseen suoritukseen sidoksissa. Suorittava organisaatio vastaa projektin tuotosten aikaansaamisesta ja toimittamisesta. Näiden osalta on äärimmäisen tärkeää, että aliurakoitsijoiden roolit ja vastuut on selkeästi projektisopimuksissa esitetty ja kuvattu.

5) Tilaajaosapuoli / asiakas: organisaatio, joka hyötyy projektin tuotoksista ja maksaa urakoitsijalle tai muulle toteuttavalla yksikölle projektinhallinnasta haluttujen tulosten saavuttamiseksi. Tilaaja tekee lopulliset päätökset projektin laajuuteen ja rahoitukseen liittyvistä asioista. Sähkönjakeluverkon projekteissa tilaajana toimii aina verkkoyhtiö.

Roolien ja vastuiden jakamiseen on olemassa useita työkaluja. Vastuunjakomatriisi on yksi hyvin yksinkertainen tapa osoittaa tehtävien vastuita. Kuvassa 25 on esitetty itse luotu esimerkinomainen vastuunjakomatriisi muutamalle verkonrakennusprojektiin kuuluvalle tehtävälle.

Vastuunjakomatriisi
Projekti: Esimerkkiprojekti
Projektinumero: 1234

Tehtävä ↓	Vastuu →	Hankepäällikkö Essi Esimerkki	Projektipäällikkö: Mikko Mainio	Kenttätyöpäällikkö: Kimmo Kenttätyö	Pääsuunnittelija ja -dokumentoija: Susanna Suunnittelija	Aliurakoitsija: Kumppani X	Tilaaja: Asiakkaan projektipäällikkö
Aliurakoitsijasopimukset		X					
Hankekokousten järjestäminen		X					
Projektin riskienhallintasuunnitelma			X				
Projeksuunnitelma			X				
Työmaakokousten järjestäminen			X				
Materiaalitilaukset			X				
Suunnitelmien hyväksyntä					X		
Loppudokumentoinnin tarkistus					X		
Urakoitsijan viikkoraportointi						X	
Käyttöönottotarkastukset						X	
Oman työn tarkastukset						X	
Projektin taloudelliset ennusteet			X				
Projektin vastaanotto							X
Lisä- ja muutostöiden hyväksyntä							X
Työnjohdolliset tehtävät				X			
Työmaatarkastusten teko				X			
Turvallisuusmittaukset				X			
Materiaalien vastaanotto				X			

Kuva 25. *Projektin vastuunjakomatriisi. Vaikka esimerkiksi aliurakoitsijasopimukset kuuluvat hankepäällikön vastuualueelle, voi silti projektipäällikkö tehdä sopimukset. Hankepäällikkö on vastuussa sopimusten olemassaolosta. Tärkeintä on, että vastuu kyseisestä tehtävästä on jollekin nimetty.*

Kuvassa esitetty vastuunjakomatriisi auttaa selkeyttämään roolit ja vastuut projektin sisällä, mikä vähentää turhia epäselvyyksiä ja parantaa kommunikointia. Matriisi voidaan luoda erikseen hallinnallisista tehtävistä projektivastuiden perusrungoksi, mutta sitä voi käyttää myös juoksevien asioiden tehokkaaseen hallintaan. Lisäksi vastuun nimeämisen

jälkeen vastuullinen henkilö on sitoutunut kyseisen tehtävän suorittamiseen, ja jokainen tietää tarkalleen, mitä heiltä odotetaan.

5.5 Projektisuunnitelma

Projektisuunnitelma on yksi hyvin keskeisistä projektinhallinnan välineistä, jonka avulla projektin aikana tehtävä työ ja projektinhallinnan eri osa-alueet pidetään tasapainoisena kokonaisuutena. Projektisuunnitelmassa kuvattuja alueita ovat muun muassa projektin sisältö, työ, toimintatavat, johtamisperiaatteet ja tavoitteet. Suunnitelma on syytä pitää suppeana dokumenttina, joka sisältää vain pääasiat. Erilliset tekniset suunnitelmat ja työsuunnitelmat vastaavat projektin teknisistä ratkaisuista ja toimintaohjeista. (Artto et al., 2006)

Projektisuunnitelma integroi projektin sisällä tehtävän työn projektin päämäärään sovellettavaksi kokonaisuudeksi. Se toimii erinomaisena viestintävälineenä, jonka avulla projektijäsenten toiminta pysyy johdonmukaisena. Projektisuunnitelman laadinta on projektipäällikön vastuulla, mutta sitä hyödyntävät enemmän tai vähemmän projektin kaikki sidosryhmät. Suunnitelmaa päivitetään projektin edetessä, koko sen elinkaaren ajan. (Artto et al., 2006)

Kappaleessa 4.2 kerrotaan toimeksiantajan nykyisistä projektisuunnitelmakäytänteistä, joiden mukaan kyseisen dokumentin pohja ja tarkoitus on osittain kadonnut. Tehtävä on luoda nyt uuden projektisuunnitelman mukainen dokumenttipohja, joka otetaan käyttöön kaikissa verkonrakennusprojekteissa. Pohja nähdään tällöin sääntönä tai standardina. Taulukossa 5 on esitetty projektisuunnitelmapohjan otsikot ja lyhyesti niiden sisältö. Dokumenttipohja ja sisältö on muokattu Aalto-yliopiston projektiliiketoiminnan tutkimusryhmän johtajan, Prof. Karlos Arton projektiliiketoimintaa käsittelevästä kirjasta (2006).

Taulukko 5. *Projektisuunnitelman otsikkotasot ja niiden sisältö.*

Otsikko	Pääsisältö
1. Tausta ja hyödyt	Lyhyt kuvaus projektista ja sen taustoista. Projektin tavoiteltavien hyötyjen kuvaus ja päämäärä.
2. Päämäärä ja tavoitteet	Lyhyt kuvaus projektin rautakolmion mukaisista päämääristä ja tavoitteista (laajuus, aika, kustannukset).
3. Riskienhallinta	Projektiriskien listaus, riskeihin varautuminen, riskianalyysit ja toimenpidesuunnitelmat. Tänne kuvataan myös suunniteltua paremman onnistumis- ja menestyspotentiaalin mahdollisuus.
4. Projektiorganisaatio ja vastuut	Projektiorganisaation nimeäminen ja jäsenten vastuunjakomatriisi. Laaja organisaatiokuvaus lyhyesti asiakkaan ja kumppaneiden osallistumisesta.
5. Laajuuden hallinta	Projektissa toteutettavan tuotteen kuvaus. Määritellään teknisillä ja toiminnallisilla suunnitelmilla ja vaatimuksilla. Projektin muutostenhallinta.
6. Työn ositus	Kuvaus projektin sisällä tehtävästä työstä. Hierarkkinen kuvaus projektiin liittyvistä tehtävistä ja niiden toteutusjärjestyksestä (karkealla tasolla).
7. Aikataulujen hallinta	Työn osituksen mukaiset aikataulut ja projektin virstanpylväät. Esitetään esimerkiksi janakaavion avulla. Kuvataan myös, miten aikatauluja hallitaan ja mitkä ovat projektin raportointi- ja ohjausperiaatteet aikataulujen osalta.
8. Resurssien hallinta	Karkean tason resurssisuunnitelma. Oltava sidottuna aikatauluihin ja projektin tehtäviin. Kuvaus myös resurssien käytön raportoinnista ja seurannasta.
9. Hankintojen hallinta	Toimittajien ja kumppaneiden kuvaus sekä periaatteet, joilla hankintoja toteutetaan. Ostovaltuudet, ostolaskujen hyväksymiset, sopimusten hallinta, kilpailutukset.
10. Budjetti ja kustannusten hallinta	Työn osituksen ja aikataulujen mukainen budjetti. Usein riittää, että budjetti esitetään yhtenä projektin kokonaiskustannuksia rajaavana lukuna. Kuvataan myös talouden raportoinnit ja esimerkiksi ennustekierto.
11. Raportointi ja viestintä	Raportointiperiaatteet ja projektiryhmän viestintäkäytänteet. Suunniteltaessa tulee ottaa huomioon kaikkien sidosryhmien tietotarpeet. Poikkeamaraportointi, turvallisuusraportointi, tms. erikseen.
12. Täydentävät osiot ja liitteet	Liitteenä muita projektisuunnittelun osa-alueita: Liite 01 Toiminta- ja laatusuunnitelma Liite 02 Turvallisuus- ja ympäristösuunnitelma Liite 03 Viestintäsuunnitelma

6. JOHTOPÄÄTÖKSET JA TULOSTEN ARVIOINTI

Diplomityössä tarkasteltiin sähköverkkotoimialalle ominaisia projektinhallintakäytänteitä, erityisesti toimeksiantajayritys Netel Oy:n toimittamien sähkönjakeluverkon projektien näkökulmasta. Keskeiseksi tavoitteeksi asetettiin projektinhallinnan tehostaminen projektin elinkaaren mukaisissa vaiheissa, minkä kautta pyrittiin parantamaan projektituottavuutta, kustannustehokkuutta ja työn laatutasoa. Työ yhdisti teoreettisen viitekehyksen käytännön havaintoihin ja kirjallisuuskatsauksen kautta luotiin pohja konkreettisille kehitystoimille.

Tulokset osoittavat, että nykyiset projektinhallintakäytännöt eivät nykyiseltään täysin vastaa toimialan nopeasti kehittyvään toimintaympäristöön. Merkittävimmät kehityskohteet nostettiin esiin projektinhallinnan rautakolmion avulla, missä käsiteltiin erikseen kehitystoimia projektin kustannusten, aikataulujen, laajuuden ja laadunhallinnan näkökulmasta. Erityisesti kustannusten hallinnassa on esiintynyt haasteita budjettien ylittymisten ja talousennusteiden muutosten ja luotettavuuden osalta. Toimenpide-ehdotuksena esitettiin tuloksen arvo -analyysin (*Earned Value Analysis*) käyttöönottoa projektitasolla, mikä tarjoaa kattavan menetelmän projektin talouden, edistymisen ja menestymisen reaaliaikaiseen seurantaan.

Projektinhallinnan digitalisointi ja siirtyminen järjestelmäohjelmistojen käyttöön nousi hyvin tärkeäksi strategiseksi tavoitteeksi. Digitalisoinnin kautta saavutetaan dokumentoinnin ja raportoinnin tehostamista, ja se mahdollistaa tietoon perustuvan päätöksenteon. Nykyiset järjestelmät nähtiin riittävinä kokonaisuuksina, mutta niiden kokonaisvaltaisempi käyttö ja kouluttaminen on vielä toteutettava. Järjestelmien avulla projektinohjaus on aiempaa ennakoivampaa. Lisäksi havaittiin, että roolituksen ja vastuiden selkeys ja dokumentointi on erityisesti aliurakoitsijoiden ja sisäisen projektiorganisaation osalta hyvin tärkeää. Vastuuprosessi vaatii johdon tuen, jolloin projektien toteutuksesta saadaan sujuvampaa ja johdonmukaista.

Tulosten valossa voidaan todeta, että toimeksiantajayrityksellä on suurta potentiaalia merkittävälle kehitykselle projektinhallinnan tehokkuudessa ja tuottavuudessa käyttöönottamalla yhtenäistetyt käytänteet niin yhtiö-, kuin liiketoimintatasolla. Tutkimus osoittaa, että systemaattinen käytänteiden kehittäminen ja mittariston ja seurannan lisääminen projekteissa ovat keskeisiä tekijöitä toimialan kilpailuedun saavuttamisessa ja projektien toimitusvarmuuden ylläpitämisessä. Suositellut toimenpiteet tukevat yrityksen siirtymistä kohti ennakoivampaa, tehokkaampaa ja laadukkaampaa projektinhallintaa.

7. YHTEENVETO

Tämän diplomityön tavoitteena oli kehittää sähköverkkotoimialalla sovellettavia projektinhallintakäytänteitä vastaamaan paremmin toimialan erityisvaatimuksia sekä toimeksiantajayrityksen, Netel Oy:n, tarpeita. Työssä käsiteltiin projektinhallinnan teoreettista viitekehystä kirjallisuuskatsauksena, sähköverkkotoimialaa Suomessa, sekä toimialalle ominaisia projektinhallintakäytänteitä ja projektinhallinnan kehitystoimia. Edellä mainitun pohjalta tunnistettiin keskeisimmät kehityskohteet ja laadittiin toimenpide-ehdotukset projektinhallintakäytänteiden parantamiseksi.

Projektinhallinnan kehityskohteet liittyivät erityisesti projektinhallinnan rautakolmion mukaisesti projektin kustannusten, aikataulujen, laajuuden ja laadun hallintaan. Lisäksi keskityttiin projektien dokumentointiin, seurantaan, valmisteleviin töihin sekä projektirooleihin ja vastuisiin. Tulokset osoittivat, että projektinhallinnan käytänteet ovat nykyiseltään toimivat ja riittävät, mutta sisältävät merkittävän määrän potentiaalia kehitykselle ja parannukselle. Erityisesti projektien ennakoiva ohjaus ja systemaattinen seurantamalli parantaa projektituottavuutta ja taloudellista kannattavuutta.

Kehitystoimet keskittyivät yhtenäisten toimintamallien, standardoitujen dokumenttipohjien ja tuloksen arvo -analyysin käyttöönottoon. Lisäksi keskityttiin erityisesti digitalisaation hyödyntämistä järjestelmäohjelmistojen muodossa projektin elinkaaren eri vaiheissa sekä roolien ja vastuiden selkeyttämistä projektiorganisaatiossa. Edellä mainituilla toimenpiteillä lisätään projektien tehokkuutta ja hallittavuutta, sekä parannetaan toimitusprojektien laatua ja asiakastyytyväisyyttä.

Tutkimuksen ja kirjallisuuskatsauksen pohjalta voidaan todeta, että projektinhallinnan järjestelmällinen kehittäminen toimialasta riippumatta edesauttaa yritysten kyvykkyyttä sopeuttamaan toimintansa toimialan erityisvaatimuksiin, vahvistamaan kilpailukykyä ja parantaa toiminnan laatua niin lyhyellä, kuin pitkälläkin aikavälillä.

LÄHTEET

6Sigma, 2024. A Complete Guide to Quality Management Process 2024.

APM, 2016. Eearned Value Management Handbook. Association for Project Management, UK.

Artto, K., Martinsuo, M., Kujala, J., 2006. Projektiliiketoiminta, 2. ed. WSOY, Helsinki.

Campbell, G.M., 2014. Project management, 6th ed. ed, Idiot's guides, as easy as it gets! Alpha Books, New York.

Caruna Oy, 2024. Jakeluverkkoinvestoinnit mahdollistavat puhtaan siirtymän ja toimitusvarmuuden.

Energiateollisuus ry, n.d. Sähköverkot.

Energiavirasto, 2025. Sähkön jakelutariffien ja niiden rakenteiden kehitys 2020–2025.

Energiavirasto, 2024a. Perustelumuistio vahvistuspäätös valvontamenetelmät kuudennella 1.1.2024 - 31.12.2027 ja seitsemännellä 1.1.2028 - 31.12.2031 valvontajaksolla - sähkön jakeluverkkotoiminta ja suurjännitteinen jakeluverkkotoiminta (Perustelumuistio).

Energiavirasto, 2024b. Sähköverkkoliiketoiminnan kehitys, sähköverkon toimitusvarmuus ja valvonnan vaikuttavuus 2023 -.

Energiavirasto, 2023. Yhteenvetoraportti vuoden 2022 sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelmista.

Fingrid Oyj, 2022. Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2022–2031.

Fingrid Oyj, n.d. Suomen sähköjärjestelmä.

Finlex, 2016. Laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista, 1397/2016.

Finlex, 2013. Sähkömarkkinalaki 588/2013, 588/2013.

Haakana, J., Haapaniemi, J., Räisänen, O., Vilppo, J., Lassila, J., 2022. Joustava ja toimintavarma sähkönjakeluverkko - Liiketoimintamahdollisuudet ja sääntely. LUT School of Energy Systems, Lappeenranta.

Harrin, E., 2013. Managing Project Scope: Shortcuts to success. BCS, The Chartered Institute for IT, Swindon.

Harrison, J.W., Lewis, M.A., Roehrich, J.K., Davies, A., 2024. Scale in Project Management: A Review and Research Agenda. Project Management Journal 55, 708–722.

Hui, P.P., Davis-Blake, A., Broschak, J.P., 2008. Managing Interdependence: The Effects of Outsourcing Structure on the Performance of Complex Projects*. Decision Sciences 39, 5–31.

Institute, P.M., 2019. Practice Standard for Work Breakdown Structures - Third Edition. Project Management Institute, Newtown Square, PA.

Konttu, A., Hyysalo, J., 2021. Selvitys sähköverkkorakentamisen kokonaisarvoketjumallista - esikartoitus alustatalouden soveltamiskohteista.

Kuster, J., Bachmann, C., Hubmann, M., Lippmann, R., Schneider, P., 2023. Project management handbook: agile - traditional - hybrid, Second edition. ed, Management for professionals. Springer, Berlin.

Low, S.P., 2014. Project Quality Management: Critical Success Factors for Buildings, 1st ed. ed. Springer Singapore Pte. Limited, Singapore.

Maylor, H., 2010. Project management, 4. ed. ed. Financial Times Prentice Hall, Harlow Munich.

Mubarak, S.A., 2015. Construction project scheduling and control, Third edition. ed. Wiley, Hoboken, New Jersey.

Pai, P.P., 2019. Project management, First edition. ed. Pearson India Education Services Pvt. Ltd, Uttar Pradesh, India.

RT 16-10660, 1998. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998.

Sears, S.K., Sears, G.A., Clough, R.H., Rounds, J.L., Segner, R.O., 2015. Construction project management: a practical guide to field construction management, Sixth edition. ed, Construction / general. Wiley, Hoboken, New Jersey.

Skyttermoen, Torgei, Clegg, S.R.R., Skyttermoen, Torgeir/Vaagaasar, Anne Liv, 2020. Project Management, 1st ed.

Telefonica CT, 2023. 9 technological inventions that have changed the world 2023.

Zwikael, O., Meredith, J.R., 2018. Who’s who in the project zoo? The ten core project roles. IJOPM 38, 474–492.