

Elias Viinikka

# PROJEKTIHALLINNAN KEHITTÄMINEN JAKELUVERKON RAKENNUSPROJEKTEISSA

Tieto- ja sähkötekniikan tiedekunta  
Diplomityö  
Toukokuu 2019

# TIIVISTELMÄ

Elias Viinikka: Projektinhallinnan kehittäminen jakeluverkon rakennusprojekteissa  
Diplomityö  
Tampereen yliopisto  
Tieto- ja sähkötekniikan tiedekunta  
Toukokuu 2019

---

Sähköverkkoala on yhdessä koko energia-alan kanssa elänyt muutoksen aikakautta 2000-luvulla. Sähköverkkoala on Energiaviraston toimesta reguloitua monopolitoimintaa, joten suurimmat muutokset sähköverkkoyhtiöiden toiminnassa johtuvat lainsäädännön kehittymisestä. Lainsäädäntöä puolestaan on muutettu koko yhteiskunnan tarpeiden muuttumisen vuoksi. Viimeisimmät muutokset Sähkömarkkinalakiin ovat synnyttäneet investointitarpeita sähkönjakeluverkkoihin. Etenkin maakaapelointi on yleistynyt, osittain kustannusten pienentymisen vuoksi. Kustannusten pienentyminen johtuu materiaalikustannusten pienentymisestä ja kiristyneestä kilpailusta urakoitsijoiden välillä. Kiristynyt kilpailu edellyttää urakoitsijoilta entistä parempaa tehokkuutta ja projektinhallintaa.

Tässä työssä tutkitaan ongelmakohtia kohdeyrityksen toteuttamissa jakeluverkon rakennusprojekteissa. Työn taustana käytetään yrityksen Etelä-Suomessa suorittamia yhden raamisopimuksen alaisia jakeluverkon saneerausprojekteja. Teorian taustalla on yleiset projektinhallintamenetelmät, jotka on esitetty työn toisessa luvussa.

Työn tuloksena esitetään kehitystoimenpiteitä, joilla kannattavutta voidaan parantaa. Työssä esitellään myös toiminnanohjausjärjestelmä C7 ja luodaan periaatteet, joilla järjestelmän käyttäminen kannattaisi aloittaa vastaavissa projekteissa tulevaisuudessa.

Avainsanat: Projektinhallinta, sähköverkot, jakeluverkot, saneeraus, kehitys, toiminnanohjausjärjestelmä, Fujitsu C7

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

# ABSTRACT

Elias Viinikka: Project management development in distribution network construction projects  
Master's Thesis  
Tampere University  
Faculty of Electrical Engineering  
May 2019

---

Electricity distribution industry has lived the era of change in the 21<sup>st</sup> century together with the whole energy industry. Supplying of electricity is monopoly business, which is regulated by Energy Market authority in Finland, so biggest changes to the business come from the legislation. Legislation is developed because the needs of the whole society have been changed. Latest changes in the Electricity Market Act have created more need for investments in the grid. Especially underground cabling has become more common, partly because the costs have decreased. The decrease in costs is the reason of lower material costs and increased competition between the contractors. Increased competition requires better efficiency and project management from the contractors.

The purpose of this thesis is to find problem points in distribution network construction projects, which have been delivered by the target company. The background is distribution network renewal projects, which were delivered in Southern Finland under one frame agreement. The theory behind the study is common project management methods described in the second paragraph.

Development acts as the result of the study are proposed, which can be used to achieve better profitability in distribution network construction projects. There are also introduction of an ERP-system C7 and creation of the principles in the study, which should be used in implementing the system to similar projects in the future.

Keywords: Project Management, electrical grid, distribution network, renewal, development, ERP-system, Fujitsu C7

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

## ALKUSANAT

Diplomityö tehtiin Empower PN Oy:lle. Työn ohjaajana toimi Saanamari Manneri ja tarkastajana Pertti Järventausta. Haluan kiittää heitä molempia työhön liittyvästä ohjauksesta ja kommentteista. Kiitos kuuluu myös työkavereilleni kaikenlaisesta avusta työhön liittyen.

Suurimmat kiitokset kuuluvat perheelleni ja muille läheisille. Ilman teidän tukea tätä matkaa ei olisi koskaan aloitettu saati, että se olisi saatu päätökseen.

Tampereella, 17.5.2019



Elias Viinikka

# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	1
1.1 Empowerin yritysesittely .....	2
2. PROJEKTILIIKETOIMINTA .....	4
2.1 Projektin tavoitteet .....	4
2.2 Projektinhallinta .....	5
2.2.1 Laajuuden hallinta .....	7
2.2.2 Aikataulun hallinta .....	8
2.2.3 Kustannusten hallinta .....	12
2.2.4 Muiden osa-alueiden hallinta .....	16
2.3 Projektien johtaminen Empowerissa .....	20
3. JAKELUVERKKOLIIKETOIMINTA SUOMESSA .....	23
3.1 Verkkoliiketoiminnan valvonta .....	23
3.2 Jakeluverkon haltijat .....	26
3.3 Liiketoimintaympäristö .....	28
3.3.1 Pääurakoitsijoiden urakkamuodot .....	29
3.3.2 Pääurakoitsijoiden hankinta .....	30
4. JAKELUVERKON RAKENNUSPROJEKTIT .....	32
4.1 Suunnittelu .....	33
4.2 Maanrakennus .....	36
4.3 Sähköasennukset .....	38
4.4 Projektinhallinta .....	39
4.5 Jälkilaskenta toteutuneesta projektista .....	39
4.6 Yhteenveto .....	45
5. PROJEKTINHALLINNAN KEHITYS .....	47
5.1 Tarjouslaskenta ja projektin käynnistäminen .....	47
5.2 Maastosuunnittelu .....	49
5.3 Käytännön toteutus .....	51
5.4 C7-ohjelmiston esittely .....	54
5.5 C7-ohjelmisto työkaluna .....	55
6. YHTEENVETO .....	59
LÄHTEET .....	62

## LYHENTEET JA MERKINNÄT

CBS	Cost Breakdown Structure
CCA	Chromated Copper Arsenate
CRP	Critical Path Method
ELY	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
ERP	Enterprise Resource Planning
GDPR	General Data Protection Regulation
ISO	International Organisation for Standardisation
KVR	Kokonaisvastuukurantaminen
OBS	Organizational Breakdown Structure
PERT	Program Evaluation and Research Task
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical Substances
WACC	Weighted Average Cost of Capital
WBS	Work Breakdown Structure

# 1. JOHDANTO

Energia-ala on ollut 2000-luvulla suuressa murroksessa useista eri syistä. Energian tuotantotavat ovat muuttuneet, kun ympäristölle haitallisista tuotantomuodoista on pyritty luopumaan ja ympäristöystävällisiä tuotantotapoja lisäämään. Tuotannosta on myös tullut enemmän paikallista, kun jopa kotitaloudet ovat asentaneet omia aurinkovoimaloita tai tuottavat energiaa muilla tavoin omavaraisesti. Yhteiskunnastamme on tullut entistä riippuvaisempi sähköstä ja toisaalta ilmaston muuttumisen odotetaan aiheuttavan tulevaisuudessa yhä suurempia sään ääri-ilmiöitä, jotka aiheuttavat häiriöitä sähkönjakeluun. Myös energiankulutuksemme on muuttunut: toisaalta yksittäisten laitteiden energiatehokkuus on parantunut, mutta sähköä käyttävien laitteiden määrän kasvaminen edellyttää suurempien tehojen siirtoa, varsinkin mikäli sähköautojen käyttö yleistyy ennustetulla tavalla. Internetin ja tekniikan kehittyminen on tuonut älyn sähköverkkoihin automaation muodossa. Suuri osa Suomen sähkönjakeluverkoista on rakennettu vuosikymmeniä sitten vastaamaan sen ajan tarpeita. Uudenlaiset vaatimukset muun muassa verkkojen luotettavuuteen liittyen ovat edellyttäneet investointeja verkkojen parantamiseen ja tulevat vaatimaan niitä myös tulevaisuudessa.

Vanhenevia sähkönjakeluverkkoja saneerataan Suomessa laajoissa projekteissa. Sähkönjakelun liiketoimintaympäristö on muuttunut lainsäädännön myötä ja toiminnan tehostamisen vuoksi. Nykyään se on monimutkainen yhdistelmä hallittua monopolitoimintaa ja urakointipalvelujen ostamista vapailta markkinoilta. Suurimmat verkkoyhtiöt ovat ostaneet verkonrakennus- ja urakointipalveluita jo useiden vuosien ajan, joten urakointimarkkinat ovat kehittyneet. Hintojen kiristyessä ja katteiden pienentyessä hyvällä projektinhallinnalla ja kustannusseurannalla on erittäin tärkeä rooli onnistuneen projektin toteutumisessa.

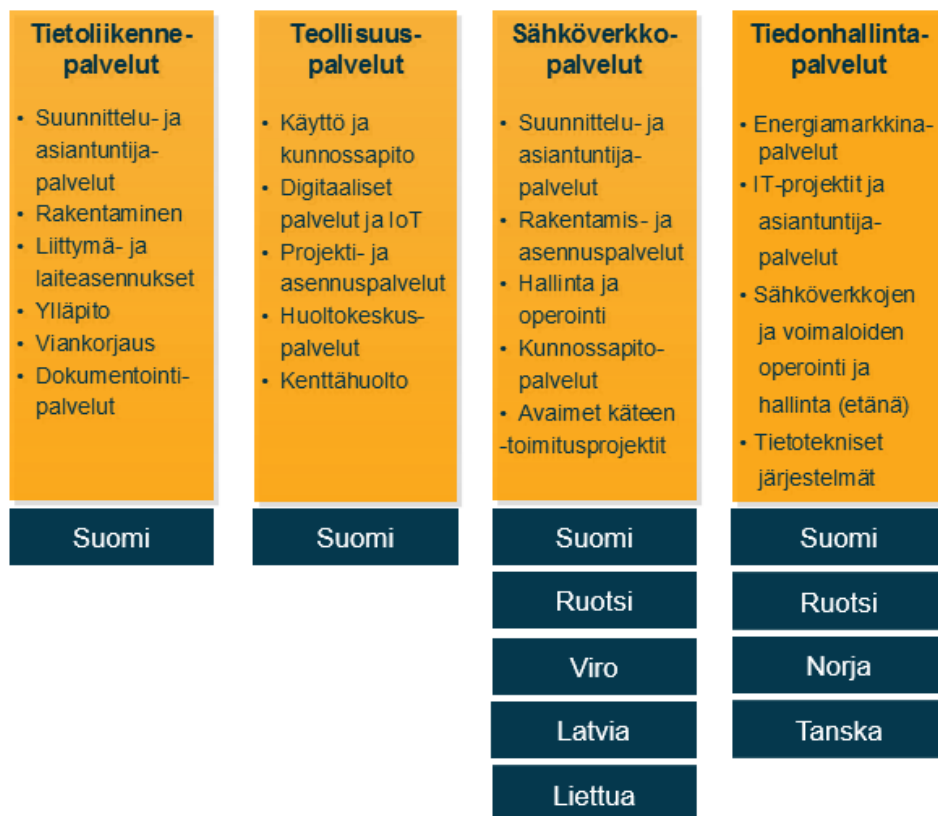
Tässä työssä tutustutaan Suomen jakeluverkkoliiketoimintaan ja jakeluverkon rakennusprojekteihin. Työssä esitellään projektitoiminnan ja projektinhallinnan periaatteita, ja tutkitaan, kuinka niitä on sovellettu kohdeyrityksen toteuttamissa projekteissa. Kohdeyrityksenä on Empower PN Oy, jolle työ on tehty ja tarkasteltavina projekteina käytetään 33 osaprojektin kokonaisuutta, jotka toteutettiin yrityksen toimesta vuosina 2015-2018. Lisäksi työssä suoritetaan jälkilaskenta yhdestä osaprojektista, joka kuuluu 33 osaprojektin kokonaisuuteen. Työn tavoitteena on tutkia ongelmakohtia projektien hallinnasta ja löytää keinoja, joilla projektien kannattavuutta voidaan parantaa. Yhtenä kehitysideana

esitellään Fujitsun C7 ERP-järjestelmä, jonka soveltuvuutta arvioidaan tämän jakeluverkon rakennusprojekteihin.

## 1.1 Empowerin yritysesittely

Empower on alkujaan peräisin Etelä-Pohjanmaan Voiman, Pohjolan Voiman, Nokia Voiman ja Etelä-Suomen Voiman yhteisesti omistamasta Teollisuuden Voimansiirto Oy:stä. Yhtiö perustettiin vuonna 1988 ja se oli erikoistunut sähkönenergian siirtoon, myyntiin ja hankintaan sekä siirtoverkon kunnossapitoon ja rakentamiseen. Teollisuuden Voimansiirto fuusioitiin Pohjolan Voimaan vuonna 1997. Seuraavana vuonna Pohjolan Voima eriytti palvelutoiminnot omaksi alakonsernikseen ja vuonna 1999 yhtiön nimeksi vaihdettiin Empower Oy. [1]

Vuosituhanen alusta alkaen toimintaa laajennettiin useilla pienempien yritysten tai liiketoimintojen ostoilla. Esimerkiksi vuonna 2001 Vattenfall Oy myi urakointiliiketoimintansa Empowerille. Vuodesta 2008 lähtien Empowerin omistajia ovat olleet pääomasijoitusyhtiö AAC Capital Partners sekä konsernin johto. Konsernilla on omat paikalliset tytäryhtiöt Virossa, Latviassa ja Liettuassa. Näiden lisäksi ulkomailla toimintaa on Ruotsissa, Norjassa ja Tanskassa. Kuvassa 1 on esitetty Empowerin liiketoimintojen rakenne ja eri liiketoimintojen toiminta-alueet.



Kuva 1 Empowerin liiketoiminnot [2]



Kuten edellisestä kuvasta käy ilmi, Empower on jaettu toimintojen osalta neljään osaan. Jokainen toimiala muodostaa oman tytäryhtiönsä. Nämä toimialat ovat:

1. Teollisuuspalvelut
2. Tietoverkkopalvelut
3. Sähköverkkopalvelut ja
4. Tiedonhallintapalvelut

Tämä työ on tehty Empowerin Sähköverkkodivisioonan projektiorganisaatiossa. Organisaatiossa toteutetaan avaimet -käteen toimitusprojekteja niin tuulivoima-, sähköasema-, voimajohto- kuin jakeluverkkoalalla. Suurin osa projekteista toteutetaan Suomessa, mutta niitä toimitetaan myös Ruotsiin, Viroon, Latviaan ja Liettuaan. Tässä työssä keskitytään Suomessa toteutettuihin jakeluverkkoprojekteihin, mutta periaatteita voidaan soveltaa samalla tavoin myös muissa maissa toteutettavissa jakeluverkkoprojekteissa.

## 2. PROJEKTILIIKETOIMINTA

Projekti-käsite juontaa juurensa latinankielisestä substantiivista "projectum", joka puolestaan on johdettu verbistä "proicere" eli "heittää jotain eteenpäin" [3]. Nykysin käsite on tunnettu ja yleisesti käytetty ympäri maailman. Uutisista voimme lukea tietoja uusimmasta *tutkimusprojektista* ja työpaikallamme osallistua organisaation *kehitysprojektiin*. Monet meistä aloittavat jossain elämänsä vaiheessa *talonrakennusprojektin*, jopa useamminkin kuin kerran. "Project Management Body Of Knowledge" -teos määrittelee projektin sarjaksi

*"ainutlaatuisia, monimutkaisia ja toisiinsa kytkeytyviä toimintoja, joilla on yksi tavoite tai päämäärä ja jotka pitää toteuttaa määrättyssä ajassa, määrättyllä budjetilla ja määrättyjen spesifikaatioiden mukaan". [4]*

Projektin voi käsittää kuitenkin myös arkipäiväisempänä asiana. Juhlisiin valmistuva perhe aloittaa *leivontaprojektin* viikkoa ennen varsinaisia juhlia ja vielä edeltävänä iltana kiireisen *siivousprojektin*. Yksinkertaistettuna projekti on kertaluontoinen tehtävä, jolla jokin tietty päämäärä. Projektiliiketoiminta termi viittaa liiketoimintaan, joka liittyy suorasti tai epäsuorasti yhteen tai useampaan projektiin, ja jonka tarkoituksena on saavuttaa yhden tai useamman yrityksen tavoitteita. [5]

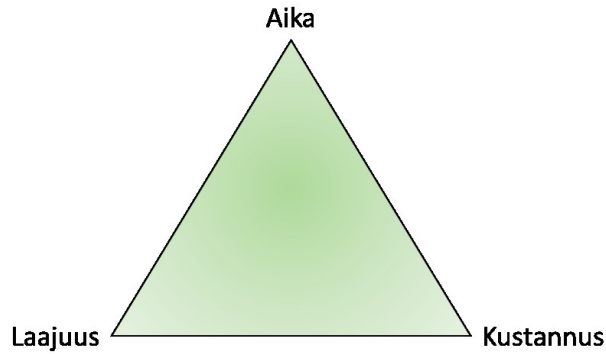
Tässä luvussa käydään läpi keskeiset asiat liittyen projektinhallintaan ja projektin tavoitteisiin. Lisäksi tarkastellaan projektinjohtamismallia Empowerissa.

### 2.1 Projektin tavoitteet

Projektin päämäärä toimii lähtökohtana projektin tavoitteiden määrittelylle, jotka ovat:

1. Aikatavoite
2. Laajuustavoite
3. Kustannustavoite [5]

Nämä tavoitteet voidaan esittää kuvan 2 mukaisessa kolmiossa, joka kuvaa tavoitteiden riippuvuussuhdetta toisiinsa. Jokaisen tavoitteen muuttaminen vaikuttaa muihin tavoitteisiin, ja koska tavoitteet ovat sitoutuneet toisiinsa, tulee niitä myös priorisoida toistensa suhteen. [5]



**Kuva 2** Projektin tavoitteet [5]

Aikatavoite kertoo milloin projektin päämäärä täytyisi saavuttaa. Tavoitteen saavuttamiseen käytetään ennalta määriteltyä aikataulua, joka kertoo, milloin projektin on valmis. Aikataulu voi muuttua projektin sisällä sen edetessä, mutta usein päättymispäivää on hankalampi siirtää, joten aikatavoite onkin projektille selkeä rajoite. Koska aikaa ei voi venyttää, aikatauluun voidaan vaikuttaa esimerkiksi lisäämällä projektin resursseja (kustannuksia). [5]

Projektin laajuustavoite kuvataan projektille asetettuina vaatimuksina ja tuloksena toteuttavana tuotteena. Se liittyy spesifikaatioiden ja suunnitelmien noudattamiseen. Projektissa siis toteutetaan se mitä siltä vaaditaan, mutta ei mitään ylimääräistä, ellei se tuota jotain lisäarvoa projektille, muuten tuhataan joko resursseja tai aikaa tai jopa molempia. [5]

Kustannustavoite sisältää projektille asetetun budjetin, eli se määrittää kuinka paljon rahaa projekti voi kuluttaa. Kustannustavoite sisältää myös katetavoitteen: projektin kokonaiskustannusten ja projektista saatava tuoton välisen erouksen on oltava riittävän suuri. [5]

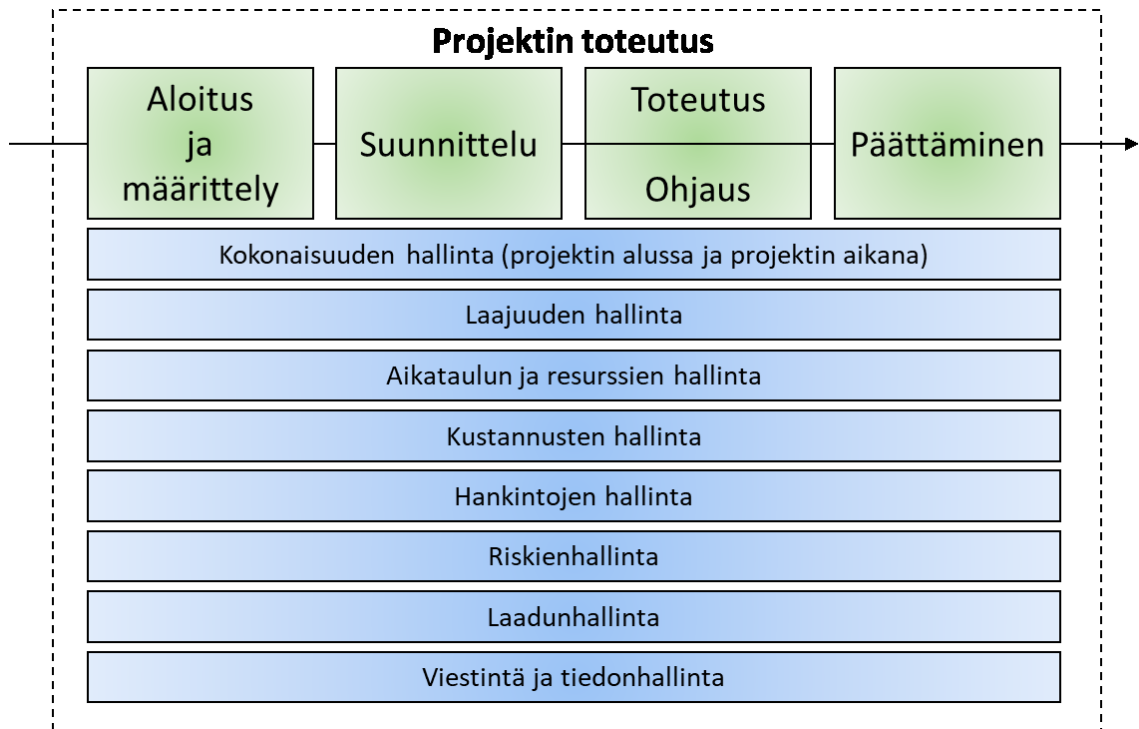
## 2.2 Projektinhallinta

Projektinhallinnan oppikirja "Projektiliiketoiminta" määrittelee projektinhallinnan seuraavalla lauseella:

*"Projektinhallinta on projektin tavoitteiden ja päämäärän saavuttamiseen tähtävien johtamistapojen soveltamista."* [5]

Vaikka projekteja on kokoluokaltaan ja päämääriltään lukuisia erilaisia ja niiden onnistumiseen vaikuttavat niin tekniset, taloudelliset kuin sosiaalisetkin asiat, hyvä projektinhallinta ja systemaattiset projektin johtamistavat ovat yhteisiä niiden kaikkien onnistumiseksi. Kokonaisuuden hallinta on etenkin projektille määritetyn projektipäällikön vastuulla. [5]

Projektinhallintaa tarkastellaan kirjallisuudessa teoksista riippuen hieman erilaisin tavoin. Tässä työssä käytetään tunnetuinta kuvaustapaa, jossa projektinhallinta käsitetään tietalueina ja prosesseina. Useat kansainväliset järjestöt ovat rakentaneet ohjeistuksena tämän varaan, kuten esimerkiksi standardointijärjestö ISO:n standardi ISO 10006. Projektinhallinta koostuu erilaisista osa-alueista, jotka ovat oleellisia koko projektin toteutuksen ajan. Nämä alueet on esitetty kuvassa 3. Kaikkien osien onnistuneella hallinnalla projekti saadaan toteutettua kokonaisuudessaan ja vaaditut tavoitteet saavutettua. [5]



**Kuva 3** Projektinhallinnan osa-alueet ja projektin toteutusvaiheet [5]

Kuvassa 3 on esitettyä myös projektin toteutusvaiheet. Kuvan mukaisesti projekti alkaa määrittelyllä, jossa selvitetään ensinnäkin, että onko projektia järkevä ja mahdollista toteuttaa. Silloin myös selvitetään projektin toteutustapa, sidosryhmät ja mitä hyötyjä siltä odotetaan. Määrittelyn tuloksena syntyy niin kutsuttu projektikuvaus, joka on alustava työkalu projektin käynnistämiseen. Se ei ole välttämättä taakka projektin suorittamiselle, vaan sitä voidaan käyttää esimerkiksi apuvälineenä projektimahdollisuuden viestimisessä yrityksen sisällä ylemmälle johdolle tai ulkopuolisille sidosryhmille esiteltäessä alustavia hankintatarpeita. Projektikuvaus voi yksinkertaisimmillaan olla suullinen esitys. [5]

Jos projektikuvaus hyväksytään ja projektia halutaan jatkaa sen pohjalta, tehdään projektista tarkempi projektisuunnitelma. Suunnitelmassa kuvataan riittävän kattavasti projektin sisältö, tavoitteet, ja toimintatavat sekä johtamisperiaatteet. Riittävän tarkasti tar-

koittaa, että suunnitelma ei ole liian iso dokumentti kokonaisuuden hahmottamisen kannalta. Esimerkiksi tekniset dokumentit pidetään erillään suunnitelmasta tai niihin viitataan vain siinä määrin kuin on tarpeellista. Projektisuunnitelman teko voidaan aloittaa jo myyntivaiheessa ja sitä tarkennetaan projektin edetessä. [5]

Seuraavissa alaluvuissa käydään tarkemmin läpi projektinhallinnan osaprosessit.

### 2.2.1 Laajuuden hallinta

Projektin laajuus on yksi tavoitteiden osatekijä. Se sisältää projektin lopputuloksen vaatimusten määrittelyn ja ominaisuudet. Samalla se on suoraan yhteydessä hyötyyn, jota tilaaja tai toimittaja projektilta tavoittelee. Laajuuden hallinnalla siis varmistetaan, että projektissa tehdään kaikki mitä pitää, ja samalla karsitaan kaikki ylimääräinen pois. Laajuus määritellään toiminnallisilla ja teknisillä spesifikaatioilla ja niihin pohjautuvilla vaatimuksilla. Sen hallintaan sisältyy olennaisena osana myös muutosten hallinta, joita väistämättä tulee projekteissa. Muutosten ominaispiirre on, että mitä myöhemmin ne ajoitetaan, sitä suuremmat kustannusvaikutukset niillä on kokonaisuuden kannalta. [5]

Laajuuden hallitsemiseksi kokonaisuus kannattaa jakaa pienempiin osiin, jotta hallinta on helpompaa. Ositus kannattaa myös tehdä hierarkiatasolla portaittain useammille tasoille, jotta osakokonaisuudet ovat hahmotettavissa. Projektilla tehtävän työn jakamiseen on yleisesti käytössä niin kutsuttu työn ositus menetelmä WBS (work-breakdown structure). Sen tarkoituksena on kuvata kaikki projektiin liittyvät työt alemmilla tasoilla suoritettaviksi tehtäviksi riittävällä tarkkuudella. Jotta ositus olisi onnistunut, on tärkeää, että osarakenteilla on tiettyjä ominaisuuksia, jotka on listattu seuraavaksi [4]:

1. Hallittavuus
2. Riippumattomuus
3. Oleellisuus
4. Mitattavuus

Hallittavuus tarkoittaa, että osakokonaisuuden vastuu tai omistajuus on selkeä, eli sillä on joku selkeä suorittaja. Toinen ominaisuus, riippumattomuus, kuvaa sitä, että rajapintoja olisi mahdollisimman vähän muihin tekijöihin. Oleellisuus vaatii, että kokonaisuus hahmottuu osien yhdistelmänä mahdollisimman hyvin ja mitattavuus edellyttää, että etenemistä voi seurata. [4]

Projektin ositus on työläs tehtävä. Kerran hyvin tehty ositus kuitenkin kannattaa, koska sitä voidaan hyödyntää mallina useammassa samankaltaisissa projekteissa. Projektin työn ositukseen voi käyttää erilaisia menetelmiä tai niiden yhdistelmiä. Työt voidaan ja-

kaa esimerkiksi maantieteellisesti omilla alueilla tehtäviin töihin, organisaation eri osastoissa tehtäviin töihin tai työlajien mukaisesti erillisiin tehtäviin, kuten esimerkiksi ”suunnittele, rakenna, ota käyttöön”. Tärkeintä on, että jaottelu sopii projektin luonteeseen ja esittää kokonaisuuden mahdollisimman helposti ymmärrettävänä. [5,6]

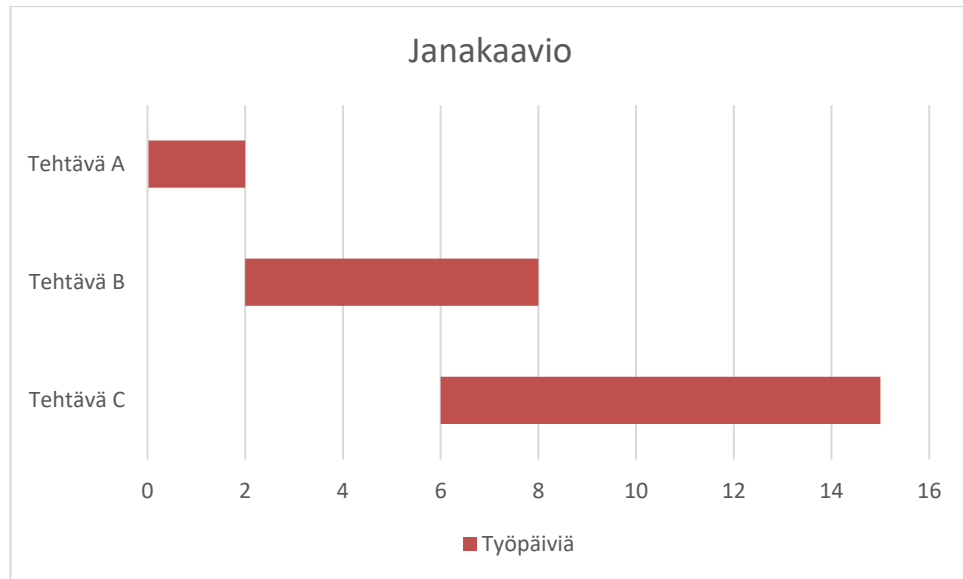
Työn osituksen alimmalla hierarkiatasolla ovat niin sanotut työpaketit. Työpaketit muodostuvat konkreettisen työn tekemisestä kuvaavista tehtävistä. Työpaketit määritetään siten, että niillä on jokin selkeä odotettu tulos, jolloin ne voidaan siirtää henkilön, osaston tai alihankkijan vastuulle. Määrittelyn tarkkuuteen vaikuttaa projektin monimutkaisuuden lisäksi myös projektiin osallistuvien osapuolien välinen keskinäinen luottamus. Liian tarkat määrittelyt lisäävät raportoinnin ja ohjauksen määrää ja toisaalta liian lapeat määrittelyt saattavat vaikeuttaa projektin tilan arviointia. Esimerkiksi ”Projekttiliiketoiminta” -teoksen mukaan ajallisesti arvioituna muutaman viikon kestoiset työpaketit ovat hallittavuudeltaan suositeltavia. [5,6]

Laajuuden varmistus voidaan tehdä tarkastamalla projektille tehty työn ositusrakenne hierarkiatasoilla ylhäältä alas päin ja vertaamalla sitä projektin teknisiin ja toiminnallisiin vaatimuksiin. Laajuuden varmistamiseen kuuluu myös sen hyväksyttäminen sisäisesti oman yrityksen johdon kanssa sekä myös hyväksyntä tilaajan puolelta. [5]

### **2.2.2 Aikataulun hallinta**

Toinen projektin tavoitetekijä on aikataulu ja sen suunnittelu onkin projektin tärkeimpiä tehtäviä. Sen merkitys on korostunut entisestään ainakin nykyisin toteutettavissa investointi- ja toimitusprojekteissa, koska projektit ovat usein entistä kokonaisvaltaisempia sisältäen kaikki projektin osa-alueet suunnittelusta lähtien [6]. Aikataulun hallintaan ei riitä se, että projektin suunnitteluvaiheessa luodaan aikataulu, vaan se edellyttää, että aikataulua päivitetään projektin edetessä. Merkittävät poikkeamat voivat vaatia jopa koko aikataulun uudelleen suunnittelua. Kuten kaikilla projektihallinnan alueilla, myös aikataulun hallintaan on olemassa useita erilaisia tekniikoita, kuten jana-kaavio (Gantt-kaavio), virstanpylväskaavio ja PERT-kaavio. Näitä perustekniikoita esitellään tässä luvussa seuraavaksi. [5]

Janakaavio on nimetty 1900-luvun taitteen kehittäjänsä Henry Ganttin mukaan Gantt-kaavioksi. Sen lähtökohtana on aiemmin mainittu työn ositus ja työpaketeissa määritettyjen tehtävien keston sekä alkamisajan määrittäminen [6]. Kunkin tehtävän rivillä on suorakaide, joka esittää tehtävän alkamisajan, keston ja päättymisajan. Esimerkki yksinkertaisesta janakaaviosta on esitetty kuvassa 4. Jokaisella tehtävällä on alkamisaika ja valmistumisaika, jotka määrittävät tehtävien kestot ja niiden ajalliset sijoittumiset.



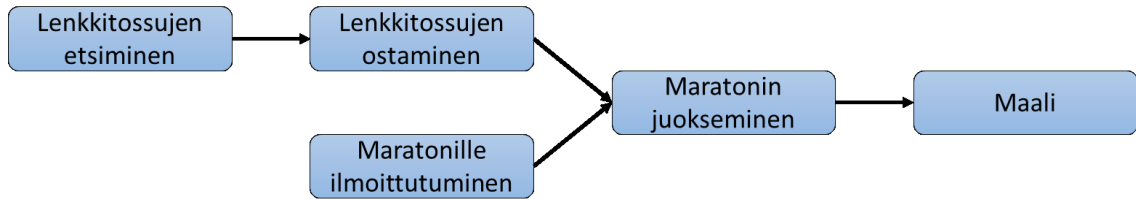
**Kuva 4** Esimerkki janakaaviosta

Janakaavion etuja ovat sen helppolukuisuus ja selkeys. Janakaavion heikkous on se, että se ei ota huomioon tehtävien välisiä riippuvuussuhteita. Sen pohjalta ei siis välttämättä pystytä luomaan parasta mahdollista kokonaisaikataulua. Se toimii kuitenkin hyvänä yleiskuvan antajana ja sitä on hyvä käyttää kaikkien projektin sidosryhmien välisenä viestinnällisenä välineenä. [5] Se on myös toimiva tekniikka silloin, kun tehtävillä ei ole loogisia riippuvuuksia toisiinsa [6].

Jos kyseessä on suuri projekti, jossa tehtäviä on todella paljon, janakaaviostakin saattaa tulla raskas ja epäkäytännöllinen tekniikka aikataulun esittämiseen. Sen pohjalta onkin kehitetty yksinkertaisempi virstanpylväskaavio, joka ei ota kantaa tehtävien keston vaan poimii projektin oleelliset tapahtumat tai etapit eli niin sanotut virstanpylväät. Koska virstanpylväällä ei ole ajallista kestoa, eikä se myöskään kuluta resursseja, sen tila on aikataulussa joko ohitettu tai ei ohitettu. Tavallisimpia virstanpylväitä ovat jonkun tapahtuman aloittaminen tai valmistuminen. Kun virstanpylväs on päätöksentekopiste, puhutaan myös porteista. Sen läpäiseminen ei ole itsestäänselvyys vaan se voi päätöksestä riippuen keskeyttää koko projektin, antaa sille uuden suunnan tai jatkaa projektia sellaisenaan. Porttiin saattaa liittyä myös hyväksynnän saaminen yrityksen johdolta, tilaajalta tai muulta sidosryhmältä. [6]

1950-luvulla USA:ssa kehitettiin aikataulun hallintaan kaksi tehtäväverkkotekniikkaa, jotka ovat edelleen tunnettuja käsitteitä. Nämä tekniikat ovat PERT ("Program Evaluation and Research Task") ja CRP ("Critical Path Method") eli kriittisen polun menetelmä. Tehtäväverkkotekniikassa tehtävät asetetaan kaavioon järjestykseen ja lisäksi kaaviossa esitellään tehtävien väliset riippuvuussuhteet. Kuvassa 5 on kuvitteellinen esimerkki yk-

sinkertaisesta tehtäväverkosta. Esimerkin mukaan lenkkiossujen ostaminen ei riipu millään tavalla maratonille ilmoittautumisesta, mutta jotta juoksemisen voi aloittaa, täytyy molemmat tehtävät kuitenkin olla suoritettu. [7]



**Kuva 5** yksinkertainen tehtäväverkko

PERT-menetelmässä tehtävien keston sovelletaan kolmen pisteen arviota. Tehtävälle arvioidaan lyhyin mahdollinen, pisin mahdollinen ja todennäköisin kesto-aika. Näiden arvioiden perusteella lasketaan keskiarvo tehtävän todennäköisimmälle kestoajalle kaavan (1) mukaisesti: [7]

$$\text{Keskiarvo } (M) = \frac{\text{Lyhyin aika} + 4 * \text{Todennäköisin aika} + \text{Pisin aika}}{6} \quad (1)$$

Tehtävän keskiarvoisen kestoajan epävarmuus voidaan esittää keskihajonnan avulla. PERT-menetelmässä keskihajonta lasketaan kaavan (2) mukaisesti:

$$\text{Keskihajonta } (S) = \frac{\text{Pisin aika} - \text{Lyhyin aika}}{6} \quad (2)$$

Kun jokaiselle tehtävälle on tehty aika-arviot, voidaan niiden perusteella laskea aika-arvio koko projektille. Koska jokaiselle tehtävälle on määritetty lyhyin ja pisin aika, voidaan koko projektille laskea kesto-aika myös parhaassa ja huonoimmassa mahdollisessa tapauksessa.

Kriittisen polun menetelmässä (CRP) tehtäväverkon tehtäville arvioidaan vain yksi kesto-aika. Menetelmän tarkoituksena on löytää tehtäväverkosta se polku alusta loppuun, joka on kestoajaltaan pisin. Tämän polun varrella olevat tehtävät ovat siis kriittisiä projektin kokonaisaikataulun kannalta. Kaikki viiveet tällä polulla johtavat koko projektin viivästymiseen. [8]

Aikataulun hallintaan on myöhemmin kehitetty lukuisia muitakin tekniikoita ja nykypäivänä käytetyt menetelmät ovat omaksuneet piirteitä näistä kaikista. Aikataulujen luontiin ja hallitsemiseen on myös olemassa erilaisia projektinhallintaohjelmistoja, jotka helpottavat aikataulujen käsittelyä, koska esimerkiksi aiemmin mainitut riippuvuussuhteet voidaan rakentaa sisään aikatauluun, jolloin yhden tehtävän aikamääreiden muuttaminen vaikuttaa automaattisesti kaikkiin muihin siihen linkitettyihin tehtäviin. [6]



Aikataulun laadinnan rinnakkainen prosessi on resurssisuunnittelu. Resurssit voidaan jakaa viiteen pääluokkaan:

1. Ihmiset, eli työntekijät ja heidän osaaminen
2. Raha
3. Materiaalit
4. Tilat
5. Koneet ja laitteet

Nämä pääluokat jakautuvat luonnollisesti edelleen omiksi resurssilajeiksi, esimerkiksi työntekijöiden luokkaan sisältyy mm. suunnittelijat, asentajat, ohjelmoijat jne. [5,6]

Keskeisin kysymys resurssien hallinnassa on resurssien saatavuus. Usein yrityksen sisällä suoritetaan yhtä aikaa samankaltaisia projekteja, jolloin ne myös käyttävät samoja resursseja. Tällöin kaikkia päätöksiä resurssien suhteen ei voida tehdä projektin sisällä vaan yrityksen sisällä tarvitaan moniprojektihallintaa. Resurssien hankintaan voidaan käyttää myös ulkopuolisia yrityksiä, josta kerrotaan tarkemmin luvussa 2.2.4. Yksittäisen projektin resurssien suunnittelussa on kaksi vaihetta: resurssilaskenta, jossa selvitetään projektin tehtäväverkon tehtävien vaatimat resurssit, sekä resurssitasaus, jossa pyritään jakamaan resurssien käyttö mahdollisimman tasaisesti koko projektin elinkaarelle. Resurssien tasauksen keinoja ovat muun muassa tehtävien aloitus- ja lopetusajankohtien siirto, tehtävien riippuvuussuhteiden uudelleen arviointi tai korvaavien resurssien käyttäminen. [6]

Aikataulun luomisessa voidaan käyttää kokemuseräistä tietoa vastaavista projekteista tai vaikka ulkopuolisia asiantuntijalausuntoja. Pohjimmiltaan aikataulun laatiminen on kuitenkin ennustamista ja paraskaan ennustus ei ole muuttumaton. Yleinen virhe onkin luoda projektille aikataulu suunnitteluvaiheessa ja laiminlyödä sen ylläpitäminen projektin toteutusvaiheessa. Aikataulun hallinnan tärkein tehtävä on valvoa aikataulun toteutumista ja tunnistaa ongelmalliset kohdat, jotta niihin voidaan reagoida mahdollisimman aikaisin. Projektin tehtävien toteutuneita aloitus- ja lopetusaikoja on helppo verrata suunniteltuihin, mutta keskeneräisten tehtävien edistymisen arviointi on hankalampaa. Edistymisen mittareina voidaan käyttää jotain mitattavaa ominaisuutta, esimerkiksi tehtävään käytettyä työaikaa, tehtävässä tuotettuja kappalemääriä tai tehtävässä syntyneitä kustannuksia. Edistyminen ilmoitetaan tavallisesti prosentteina. Paras tieto edistymisen tilasta saadaan toteamalla se henkilökohtaisesti. Usein projektit ovat kuitenkin niin isoja, että tietojen keruuseen käytetään vaihtoehtoisia tapoja, kuten kirjallisia tilanneraportteja tai verkossa päivitettävää raportointijärjestelmää. [6]

### 2.2.3 Kustannusten hallinta

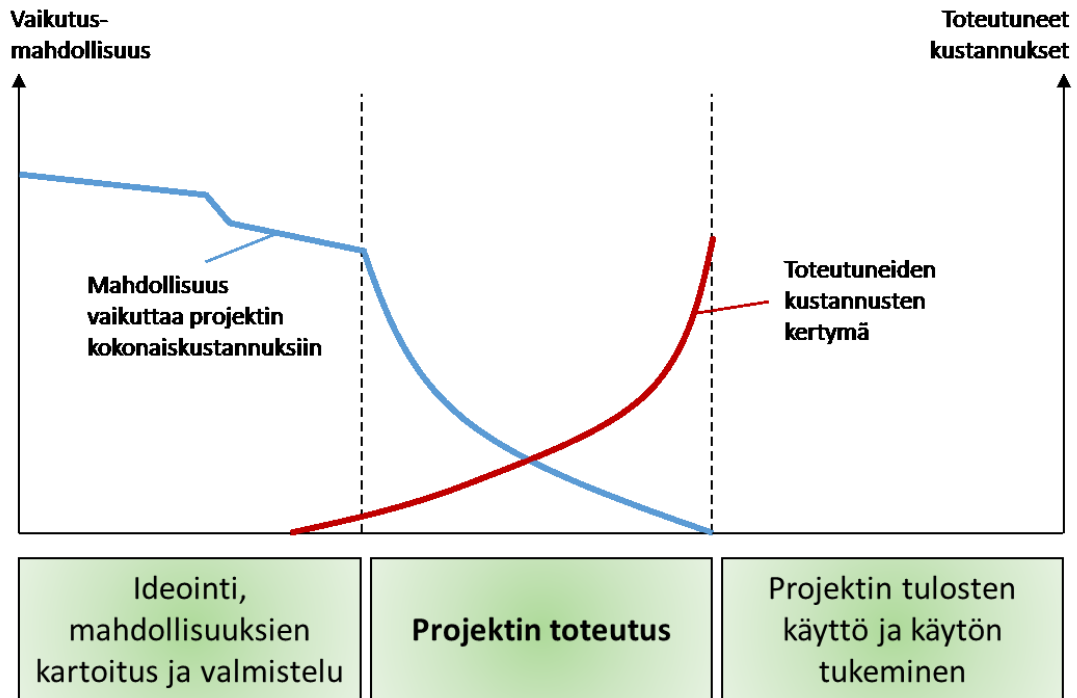
Kustannukset ovat projektin kolmas tavoitetekijä aiemmin määritellyissä projektin tavoitteissa. Kustannusten hallinnalla ei tarkoiteta pelkästään kustannustavoitteen saavuttamista vaan muun muassa projektin aloitusvaiheessa kustannusten arvioimista, budjetin asettamista, projektin hinnoittelua ja kustannuksen sekä kassavirran seuraamista. Projektit ovat usein toimitusprojekteja, joissa tuotetaan tilaajalle jokin tuote tai palvelu kiinteän hinnan mukaisesti. Tällöin varsinkin kustannusten hallinnan tärkeys korostuu. Project Management Institute määrittelee teoksessaan "A Guide to the Project Management Body of Knowledge" kustannusten hallinnan kolmelle eri tasolle [4]:

6. Kustannusten arviointi
7. Kustannusten budjetointi
8. Kustannusten hallinta

Kustannusten arviointi on pohjana projektin kannattavuuslaskelmille. Sen tarkkuuteen vaikuttaa projektin laajuus ja kuinka hyvin siihen liittyvät riskit tunnetaan. Kustannusarviointi on jatkuvaa työtä, jota tarvitaan projektin jokaisessa vaiheessa. Sen tarkkuus kehittyy mitä kauemmas edetään projektin elinkaarella. Tavallisessa toimitusprojektissa kustannusten arvioinnin tarkkuutta voidaan arvioida seuraavan listauksen mukaisesti [5]:

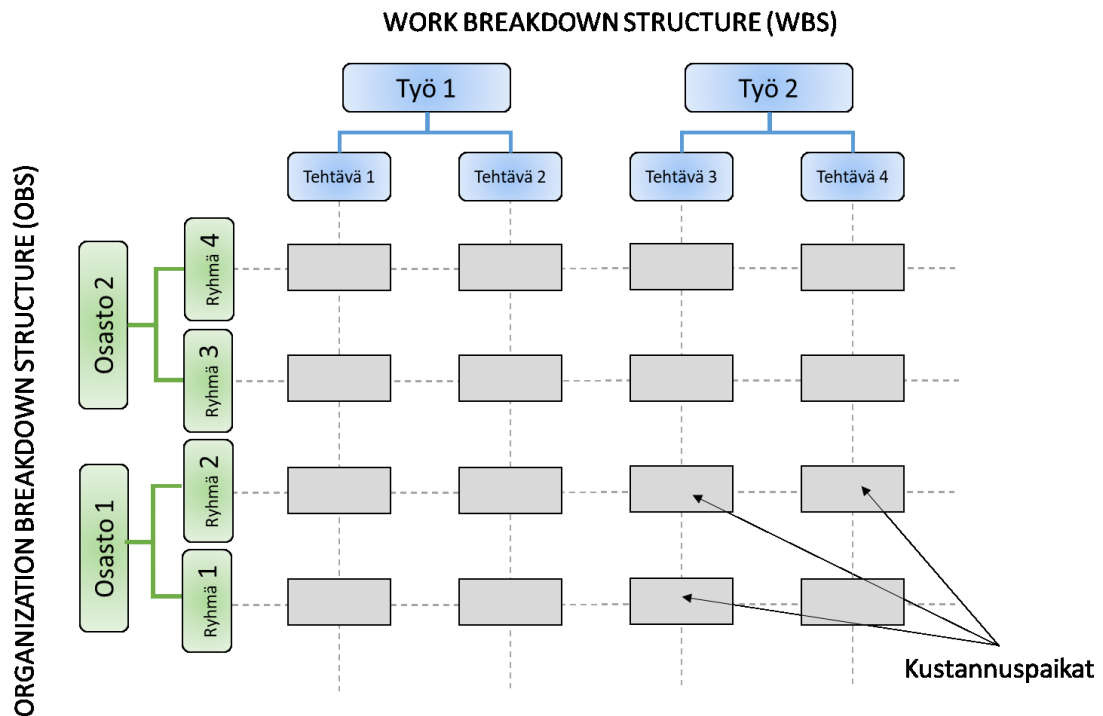
- Alustava arviointi: +/- 50%
- Projektin aloittamis/hylkäämispäätös: +/- 20%
- Peruskustannusarvio tärkeimpien sopimusten teon jälkeen: +/- 10%
- Lopullinen kustannusarvio toteutusvaiheessa: +/- 5%

Suurin epävarmuus kustannuksista on projektin elinkaaren alkupäässä. Toisaalta silloin kustannuksiin voidaan myös vaikuttaa eniten. Itse asiassa suurin osa projektin kokonaiskustannuksista päätetään jo aloitusvaiheessa, vaikkakin ne toteutuvat vasta myöhemmin, koska aloitusvaiheessa tehdään sopimukset tilaajan ja toimittajan välillä, sekä usein myös toimittajan ja tärkeimpien alihankkijoiden välillä ja myös muut kriittisimmät päätökset projektin kannalta. Myöhemmin tehtyjen muutosten tekeminen hankaloituu ja tulee sitä kalliimmaksi mitä myöhemmin muutokset tehdään. Seuraavassa kuvassa havainnollistetaan vaikutusmahdollisuudet projektin kokonaiskustannuksiin ajallisesti projektin elinkaarella. Ne ovat suurimmat projektin elinkaaren alkuvaiheilla ja tippuvat nopeasti toteutuksen käynnistyessä. Kuvassa esitetään myös toteutuneiden kustannusten kokonaiskertymä, joka näyttää, että kustannukset alkavat kasvaa lähellä toteutusvaiheen alkamista. Kustannusten kertyessä mahdollisuudet vaikuttaa niihin tippuvat luonnollisesti entisestään. [5]



**Kuva 6** Vaikutusmahdollisuudet kustannuksiin projektin elinkaaren aikana [5]

Kustannusten arviointiin käytetään aiemmin mainittua työn ositus –menetelmää (WBS). Toinen luonnollinen menetelmä on organisaation ositusmenetelmä, joka tunnetaan myös lyhenteellä OBS (Organizational Breakdown Structure). OBS-osituksessa yritys jaetaan organisaation mukaan yksiköihin ja edelleen pienempiin osiin. Työn ja organisaation ositusten yhdistelmä voidaan esittää kuvan 7 mukaisena matriisikaaviona. Matriisin risteämäkohdissa ovat niin sanotut kustannuspaikat, jotka kuvaavat mitkä resurssit osallistuvat mihinkin tehtävään ja näin ollen synnyttävät kustannuksia. Tehtäviin, eli työpaketteihin sisältyy myös vastuu: joku taho vastaa tietystä kokonaisuudesta ja näin ollen myös kustannuspaikasta ja sen arvioinnista. Kustannukset ovat joko suoria, kuten työ- ja materiaalikustannukset tai yleisiä, kuten vuokrat ja hallinnolliset kulut, jolloin niitä ei voi kohdistaa tiettyyn kustannuspaikkaan. Kustannukset ryhmitellään vielä yleensä lajeihin, jolloin matriisiin saadaan kolmas ulottuvuus. Tällöin puhutaan kustannusten osituksesta eli CBS-menetelmästä (Cost Breakdown Structure). Erilaisia kustannuslajeja ovat esimerkiksi henkilöstökulut, toimitilakulut ja ostot. Ne voidaan jakaa hierarkkisesti vielä tarkemmille tasoille, jolloin lopulta päädytään suoraan yrityksen kirjanpidon tileille. [4,6]



**Kuva 7** Työn osituksen ja organisaation osituksen muodostamat kustannuspaikat

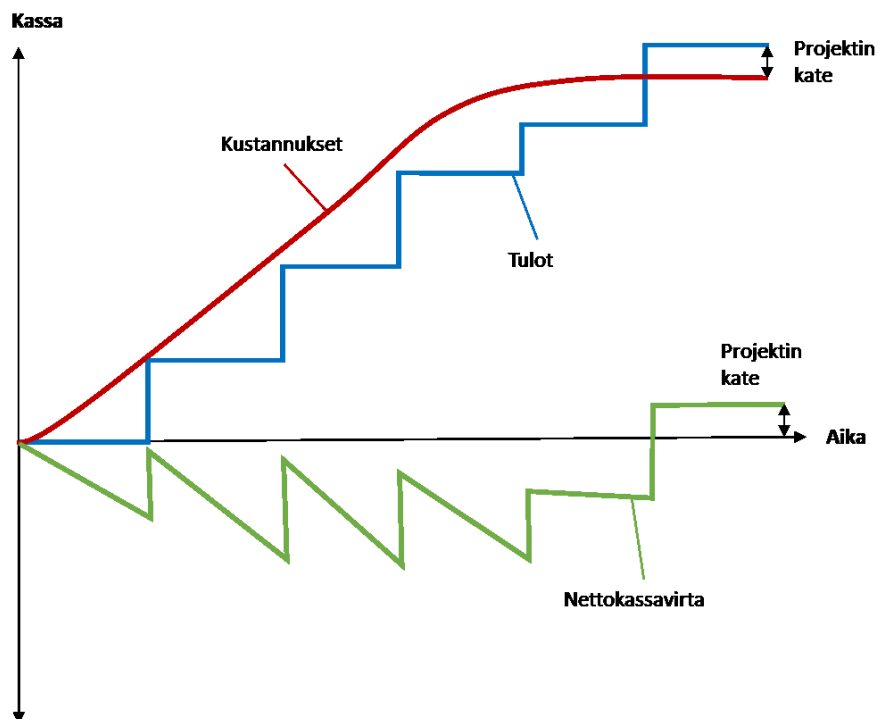
Kustannusten arviointi perustuu usein kokemuksiin aiemmista vastaavanlaisista projekteista, mutta siinä hyödynnetään myös kaikkea muuta saatavilla olevaa tietoa. Paraskin arvio sisältää kuitenkin epävarmuutta, jota kutsutaan varaukseksi. Varausten suuruus projektin kokonaiskustannuksista on tavallisesti noin 10%. Sillä siis katetaan normaalit pienet muutokset, mutta ei projektin merkittäviä sisällön muutoksia. [4,6]

Kustannusarvion ja projektin aikataulun pohjalta rakennetaan budjetti, joka on aikaan sidottu taloudellinen toimintasuunnitelma projektille. Budjetti sisältää projektin kustannustavoitteen. Sen ei tule olla täsmälleen kustannusarvion suuruinen, vaan on tärkeää, että se on tarkoituksella haasteellinen, mutta kuitenkin saavutettavissa realistisesti. Myös budjetilla on varaus, joka ei sekään välttämättä ole saman suuruinen kuin kustannusten kokonaisvaraus. Se voi johtua muun muassa siitä, että riskien kustannusvaikutukset ovat eri suuntaisia eri kustannuspaikoille, jolloin kokonaisvaikutus pienenee. [5]

Kun budjetti on valmis ja projektia lähdetään toteuttamaan, on oleellista seurata toteutuneita ja sidottuja kustannuksia ja raportoida niistä. Sidotuilla kustannuksilla tarkoitetaan sellaisia kustannuksia, joista on jo tehty sopimus mutta kustannus ei ole vielä toteutunut, kuten esimerkiksi tilaus, jota ei ole laskutettu loppuun tai palvelu, jonka hinta on sovittu. Sidottujen kustannusten huomiointi parantaa kustannusraportointia, koska yritysten kustannusseurannassa saattaa pahimmillaan olla kuukausien viive kustannuksien raportoinnissa. Tämä johtuu muun muassa laskutuksen hitaudesta, pitkistä maksuajoista ja

sisäisistä laskunkäsittelyprosesseista. Toteutuneita kustannuksia verrataan budjetoituihin kustannuksiin, jolloin nähdään, edetäänkö suunnitelman mukaisesti. Poikkeamien kohdalla erojen syyt selvitetään ja suoritetaan korjaustoimenpiteet. Suurien poikkeamien kohdalla on mietittävä, onko budjetti jopa arvioitava uudelleen. Toteutuneiden kustannusten perusteella arvioidaan myös tulevia kustannuksia. [5,6]

Kustannusten rinnalla seurataan myös projektin tuloja. Projektin tulot koostuvat yleensä ajallisesti hajautetuista maksueristä, jotka liitetään jonkun tietyn tavoitteen tai valmiuden saavuttamiseen. Kassavirta puolestaan kuvaa projektin tulojen ja kustannusten erotusta. Sopimuksen teko vaiheessa on tärkeää ottaa huomioon, että tulojen ja kustannusten ero ei pääse kasvamaan missään vaiheessa liian suureksi, jotta ulkopuolista rahoitusta tarvittaisiin mahdollisimman vähän. Kuvassa 8 on esitetty kuvitteellisen projektin kassavirta ajan suhteen sekä erillisinä tuloina ja menoina että niiden muodostamana nettokassavirtana. Kuvasta havaitaan, että kustannukset kasvavat tasaisesti projektin edetessä, kun taas tulot ovat yksittäisiä harppauksia. Tällainen tilanne on useimmilla projekteilla, kun kokonaisuuden laskutus tilaajalta on jaettu maksueriin. Kassavirta on tavallisesti negatiivinen tai lähellä nollaa suurimman osan projektin elinkaaresta. [9]



**Kuva 8** Esimerkki projektin kassavirrasta [9]

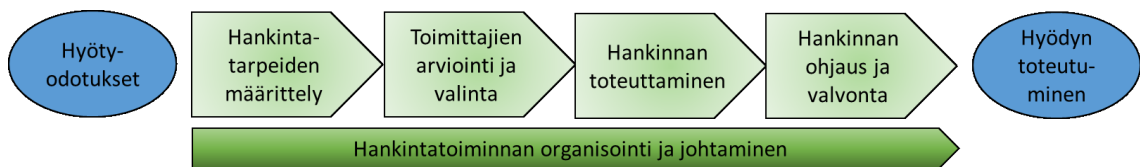
Projektin valmistuttua yrityksellä on usein kiire seuraavan projektin toteuttamiseen ja tärkeä jälkilaskenta saatetaan jättää tekemättä. Jälkilaskennan tehtävänä on koota tiedot projektin kustannuksista ja analysoida poikkeamat sekä niiden syyt, antaa yritykselle sisäinen kannattavuuslaskelma ja toimia tulevien projektien kustannuslaskennan tietona,

sekä täyttää myös yrityksen kirjanpidolliset vaatimukset. Jälkilaskennassa arvioidaan lisäksi projektin kassavirtaa, eli tulisiko jatkossa maksuposteja sitoa projektin elinkaarelle eri tavalla kuin kyseisessä projektissa? [6]

## 2.2.4 Muiden osa-alueiden hallinta

Projektin tavoitteiden (laajuus, aika, kustannus) mukaisten osa-alueiden lisäksi projektinhallinta jaetaan tässä työssä hankintojen, riskien, laadun ja tiedon hallinnaksi.

Hankinnalla tarkoitetaan yrityksen tarpeen toteuttamista toisen osapuolen toimesta. Tarve voi olla esimerkiksi joku tehtävä, materiaali tai vaikka työntekijä. Usein yritykset keskittyvät oman liiketoimintansa ydinalueisiin ja muut työ tai resurssit hankitaan ulkopuolelta. Hankintojen hallinta sisältää kaikki tarpeen toteutumiseen liittyvät vaiheet tarpeen tunnistamisesta ja tilaamisesta sen täyttämiseen ja hankinnan päättämiseen. Keskeiset osa-alueet on esitetty kuvassa 9. Toisen osapuolen resurssien käytöstä tehdään juridisia velvoitteita synnyttävä sopimus. [5,10]



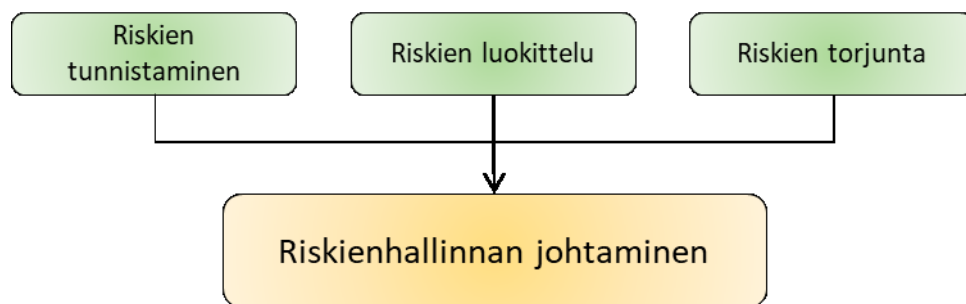
**Kuva 9** Keskeiset osa-alueet hankintojen hallinnassa [10]

**Hankintojen hallinta** käynnistyy jo projektin määrittelyvaiheessa, jolloin siis suunnitellaan alustavasti hankintakokonaisuuksia ja mahdollisesti pyydetään tarjouksia saatavuuden ja kustannustason selvittämiseksi. Hankintatarpeen tunnistamiseksi on pohdittava mitä vaihtoehtoisia tapoja hankinnalle olisi, kuinka paljon ja miten hankinnat suoritetaan sekä miten ne koordinoidaan ja ajoitetaan. Tavoitteena on hankkia tarvittavat materiaalit ja palvelut kokonaisedullisimmalla tavalla. Se ei tarkoita suoraan sitä, että halvin on paras, vaan arvioinnissa on otettava huomioon kustannuksien lisäksi saavutettavat hyödyt. [5]

Työn ositus on hyvä lähtökohta hahmotella ja tunnistaa hankintatarpeita. Hankintakokonaisuudet tulee määritellä niin, että vastuunjako on niissä selkeä, eli päällekkäisyydet eri organisaatioiden välillä olisivat mahdollisimman vähäisiä. Kokonaisuuden ei kannata olla liian suuri tai vaativa, sillä se saattaa karsia markkinoilta pienemmät toimittajat pois. Voidaan jopa päätyä tilanteeseen, jossa kokonaisuudelle löytyy vain yksi toimittaja, joka synnyttää ei-toivotun monopoliaseman. Toisaalta pienissä osissa hankkiminen edellyttää ostajalta enemmän koordinoitua ja valvontaa. On tavallista, että yrityksissä on työn-

tekijöitä, jotka ovat erikoistuneet hankintoihin ja ostamiseen, jolloin esimerkiksi sopimustekniset ja muut hankintoihin liittyvät asiat siirtyvät projektin toteutusorganisaation harteilta. Sopimuksen tekovaiheessa on pohdittava tarkkaan, mitkä vastuut ja riskit halutaan siirtää alihankkijalle ja mitkä ovat edullisempaa kantaa itse. Sopimuksessa on pyrittävä ottamaan mahdollisimman hyvin huomioon se, miten toimitaan, jos koko projektin eteneminen häiriintyy alihankkijan töiden takia. On kuitenkin otettava huomioon, että vaikka riskit saataisiin siirrettyä kokonaisuudessaan alihankkijalle, sopimuksen allekirjoittaminen synnyttää uusia ”sopimuksellisia riskejä”. Sopimuksessa määritellään usein käytännöt raportointiin ja laadunhallintaan hankinnan aikana ja toimitukset suoritetaan pienemmissä osatoimituksissa. Hankintaan liittyvä sopimusyhteistyö päätetään, kun molemmat osapuolet toteavat, että keskinäiset velvoitteet on täytetty. [5]

Riskienhallinta on toimintaa, jossa tunnistetaan olemassa olevat riskit ja varaudutaan niiden toteutumiseen. Riski itsessään on tapahtuma, jolla on vaikutus projektin tavoitteisiin (aikataulu, kustannukset, laajuus) ja sen toteutumisella on tietty todennäköisyys. Riski voi olla vaikutuksiltaan myös positiivinen. Riskienhallinta voidaan jakaa neljään päätehtävään, jotka on esitetty kuvassa 10. [5]



**Kuva 10** Riskienhallinnan neljä tehtävää

**Riskienhallinta** alkaa **riskien tunnistamisesta**, jolloin määritellään riskit, jotka voivat vaikuttaa projektiin. Riskit voidaan jaotella monella eri tavalla jakamalla ne esimerkiksi sisäisiin ja ulkoisiin riskeihin tai nykyhetken ja tulevaisuuden riskeihin. Tavallisesti ulkopuoliset osapuolet, kuten alihankkijat, ovat merkittävimpiä riskilähteitä. Erilaisten riskien tunnistamisessa käytetään apuna sekä projektihenkilöstön kokemusta ja systemaattisia tarkistuslistoja että luovaa ”brainstormingia”. Niiden kuvaamisen on suositeltava käyttää kokonaisia virkkeitä, jolloin riskin luonne on ymmärrettävissä paremmin (vrt. esim. ”Aikataulu viivästyy” vs. ”Alihankkijan käyttää pieniä kaivinkoneita, joka saattaa hidastaa kaivuutyön etenemistä ja aiheuttaa viivästystä koko projektin aikataululle”). [5,11]

Kun listaus mahdollisista riskeistä on valmis, **riskit luokitellaan** niiden suuruuden mukaisesti. Suuruuden määrittelyssä käytetään riskin tapahtumisen todennäköisyyttä ja aiheuttamien seurauksien vakavuutta. Yleisesti käytössä olevan jaottelun mukaan sekä

todennäköisyydellä, että seurauksilla on kolme eri tasoa, jolloin riskin suuruus jakaantuu viidelle eri tasolle. Taulukossa 1 on esitetty kyseisen jaottelun mukainen riskitaulukko. [11,12]

**Taulukko 1 Riskitaulukko riskin suuruuden arviointiin [12]**

Tapahtuman todennäköisyys	Tapahtuman seuraukset		
	Vähäiset	Haitalliset	Vakavat
Epätodennäköinen	1. Merkityksetön riski	2. Vähäinen riski	3. Kohtalainen riski
Mahdollinen	2. Vähäinen riski	3. Kohtalainen riski	4. Merkittävä riski
Todennäköinen	3. Kohtalainen riski	4. Merkittävä riski	5. Sietämätön riski

Yrityksen on määriteltävä, minkälaisia tasoja se haluaa käyttää riskien jaottelussa. Esimerkiksi ”epätodennäköinen riski” saattaa tarkoittaa toiselle yritykselle riskiä, joka esiintyy keskimäärin kerran vuodessa ja toiselle yritykselle riskiä, joka esiintyy kerran viidessä vuodessa. Riskien suuruuden arvioinnin lisäksi riskeille voidaan arvioida niiden synnyttämät kustannusvaikutukset. [6,11]

Riskikartoituksen valmistuttua aloitetaan suunnittelu toimenpiteisiin riskien varalle, eli **riskien torjunta**. Lähtökohtana tulee olla selkeä käsitys projektin sisällä yrityksen riskistrategiasta: Kuinka paljon ja minkälaisia riskejä halutaan ottaa? Riskien torjunta synnyttää yleensä lisää kustannuksia, joten kaikkia riskeistä ei voida päästä eroon. [5] Riskien torjuntaan on erilaisia toimenpiteitä, joita sovelletaan riippuen riskin suuruudesta [13]:

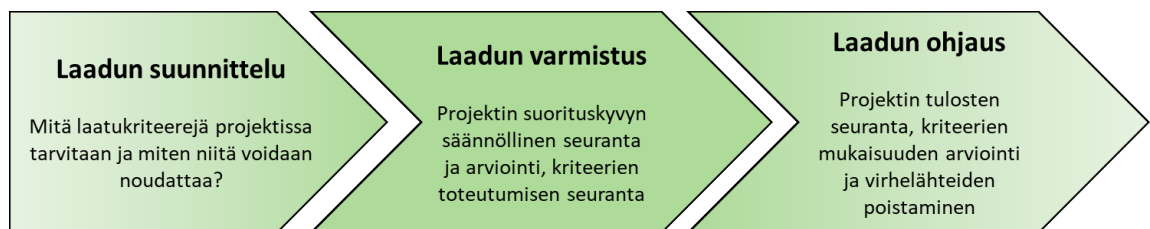
1. Riskin välttäminen
  - Asia jätetään tekemättä, jotta riski ei voi toteutua.
2. Riskin pienentäminen
  - Lisätään toimenpiteitä, jotka pienentävät riskin suuruutta, eli joko tapahtumisen todennäköisyyttä tai seurauksien vakavuutta. Esimerkiksi suojavälineiden käyttö.
3. Riskin siirtäminen
  - Siirretään riski toiselle osapuolelle, esimerkiksi hankkimalla vakuutus.
4. Riskin pitäminen
  - Riski hyväksytään ja sille ei tietoisesti tehdä mitään toimenpiteitä

**Riskienhallinnan johtaminen** tarkoittaa kokemuksen hyödyntämistä ja sen tietoista keräämistä sekä oppimista tulevaisuuden projekteja varten. Projektin riskeille tehdään riskienhallintasuunnitelma, jonka avulla riskit ryhmitellään ja jaetaan vastuuhenkilöille. Suunnitelmaa tulee myös ylläpitää projektin edetessä. Riskienhallintaa olisi tärkeää



tehdä yhdessä koko projektiorganisaation kanssa, sillä jokainen osapuoli voi tuottaa tärkeää tietoa riskien kannalta. Avoimuus lisää myös yhteishenkeä projektihenkilöstön keskuudessa ja motivoi tarkkaavaisuuteen. [5]

Laatu-käsitteellä tarkoitetaan yleisesti tuotteen, palvelun tai kokonaisuuden ominaisuuksien joukkoa, joka täyttää sille asetetut odotukset ja vaatimukset. **Laadunhallinnan** tehtävänä projektilla on siis varmistaa, että projekti täyttää sille asetetut vaatimukset. Koska projekti on usein monimutkainen kokonaisuus, eivät sille luodut odotukset ole välttämättä selkeitä. Asiakkaan odotukset saattavat muuttua projektin edetessä ja osa niistä saattaa olla myös tulkinnanvaraisia. Tämän vuoksi laadunhallinta on aloitettava yksikertaisesti tunnistamalla ja kuvailemalla projektin odotukset, jotta niitä voidaan hallita. Laadunhallinta on jaettu ”Projektiliiketoiminta”-teoksessa kolmeen päätehtävään, jotka on esitetty kuvassa 11. [5]



**Kuva 11** Laadunhallinnan päätehtävät projektilla [5]

Laadun suunnittelu tarkoittaa edellä mainitun vaatimusten tunnistamisen lisäksi niiden keinojen määrittelyä, joilla laadun toteutumista seurataan. Suunnitteluvaiheen tuotoksena onkin yleensä laatusuunnitelma, joka voidaan liittää projektsuunnitelmaan. Suunnittelussa on keskityttävä kokonaislaatuun yksittäisten osatekijöiden sijaan. Laadun varmistus on järjestelmällistä ennakointia laatuksiteerien täyttymiseksi projektilla. Yritykset voivat käyttää laadunvarmistuksen pohjana kansainvälisiä standardeja tai laaturapalkinto-kriteeristöjä (esimerkiksi ISO 9000-laatuksitandardi). Laadun korjaus on korjaavaa ja kontrolloivaa toimintaa, jossa poistetaan havaitut laatuksipoikkeamat. Vaikka laadunhallinta lisää kustannuksia, sen tehtävänä on myös kokonaisuuden kannalta vähentää niitä. Vähentyneitä kustannusvaikutuksia on hankalampi todeta kuin syntyneitä, koska kustannusvähennyksiä on usein arvioitava pidemmällä aikajänteellä, esimerkiksi vähentyneillä reklamaatioiden kustannuksilla. [5]

**Tiedonhallinta** tarkoittaa projektia koskevan tiedon tuottamista, säilyttämistä ja jakamista. Usein puhutaan myös projektin dokumentaatiosta. Sille voidaan määrittää neljä erilaista tehtävää: ensiksi dokumentaatio voi olla osa projektin tuotosta, kuten esimerkiksi käyttöohjeet, toiseksi dokumentaatiota käytetään viestinnän keinona, kolmanneksi se on yksi keino laadunhallintaan ja neljänneksi sillä tehdään mahdolliseksi projektien välinen oppiminen. Projektin asiakkaalla on yleensä omat vaatimukset dokumentaatioon

liittyen. Projektin suunnitteluvaiheessa on syytä käydä läpi keskeiset periaatteet tiedon hallintaan: missä dokumentit säilytetään ja kuka vastaa mistäkin, kuinka versionhallinta hoidetaan ja kenelle mitkäkin dokumentit jaetaan. Tiedon jakaminen on helpottunut huomattavasti internet-yhteyksien ja pilvipalveluiden kehittymisen myötä. Toisaalta se on korostanut tiedon omistajuutta ja luottamuksellisuutta. Esimerkiksi toukokuussa 2018 voimaan tullut EU:n uusi tietosuoja-asetus GDPR tiukensi henkilötietojen käsittelyä ja mahdollistaa lakia noudattamattoman yrityksen sakottamisen jopa 20 miljoonan euron saakka. [5,14]

## 2.3 Projektien johtaminen Empowerissa

Empowerilla on projektien hallintaan käytössä Projekti-Instituutin kehittämään ABC-Projektimalliin pohjautuva johtamisohje. ABC-malli oli Projektiyhdistyksen tekemän kyselytutkimuksen mukaan laajimmin Suomessa käytössä oleva projektinjohtamisen menetelmä vuonna 2015 [15]. Se on kansainvälisesti käytössä yli 80 maassa erilaisilla toimialoilla [16].

Valtaosa Empowerin projekteista on erilaisia toimitusprojekteja asiakkaalle, kuten avaimet käteen –toimitukset, suunnittelu- ja asiantuntijaprojektit sekä asennusprojektit. Projektit jaetaan kolmeen luokkaan niiden kompleksisuuden ja riskitason mukaan. Tämän tavoitteena on auttaa valitsemaan tarkoituksenmukaiset johtamiskäytännöt projektin tarpeiden mukaan. Johtaminen ei siis saa sisältää tarpeetonta byrokratiaa. Luokittelusta vastaa myynti, mutta siihen olisi hyvä osallistua myös projektipäällikkö tai muuta projektin toteutushenkilöstöä. Luokitteluun käytetään erillistä lomaketta. Sen tuloksena on kolme projektiluokkaa [17]:

- A = Hyvin monimutkainen ja ainutkertainen projekti
- B = Tyypillinen projekti
- C = Yksinkertainen ja suoraviivainen projekti

Projektin elinkaari on jaettu neljään vaiheeseen. Vaiheissa eteenpäin siirtyminen edellyttää aina hallitun päätöksen tekemistä. Näitä päätöksentekopisteitä nimitetään portteiksi. Porttien G0 ja G1 päätökset ovat ns. Go / No-Go – päätöksiä, kun taas portit G2, G3 ja G4 ovat lähinnä hyväksymisiä. Elinkaari ja päätöksentekopisteet on havainnollistettu seuraavassa kuvassa. [17]



**Kuva 12** Projektin elinkaari [17]

Projekti alkaa tarjoamispäätöksellä (G0). Sen tärkeimmät kysymykset ovat, onko projektin tarjoaminen Empowerin strategian mukaista ja pitäisikö tarjoaminen muodostaa omaksi projektiksi? Päätöstä seuraa valmisteluvaihe, jossa tehdään edellä mainittu luokittelu ja tarkennetaan projektin lopputulos-, aikataulu- ja kustannustavoitteet, jotka dokumentoidaan tarjoukseen/sopimukseen ja ne muodostavat näin ollen alustavan projektisuunnitelman. G1 on viimeinen portti, jossa voidaan päättää projektin jatkamisesta. Portti koostuu kahdesta päätöksen teosta: tarjouksen jättämisestä (G1a) ja sopimuksen teosta (G1b). Näiden väliin voi kuulua vielä neuvotteluvaihe. Viimeistään tässä vaiheessa projektille nimetään vastuullinen projektipäällikkö ja varmistetaan muut suunnitteluvaiheen resurssit. Suunnitteluvaiheen tehtävänä on luoda projektisuunnitelma, jonka tekeminen on projektipäällikön vastuulla. Tässä vaiheessa projektille nimetään myös sisäinen ohjausryhmä. Projektisuunnitelma hyväksytään ohjausryhmän toimesta portissa G2. Tämän jälkeen seuraavassa toimeenpanovaiheessa projektipäällikkö vastaa yhdessä projektiryhmän kanssa projektin toteutuksesta ja raportoinnista ohjausryhmälle. Ohjausryhmän ohjaus tapahtuu valvomalla säännöllisin väliajoin porttien G0-G2 välillä määriteltyjen tavoitteiden saavuttamista ja sovittujen toimintatapojen noudattamista. Ohjausryhmä auttaa myös resurssien allokoinnissa ja päätöksissä koskien etenkin riskien ja muutostenhallintaa. Kun asiakas on hyväksynyt kaikki projektin tulokset ja tarpeelliset puutelistat on tehty, saavutetaan portti G3, jossa hyväksytään projektin lopputulos. Ohjausryhmä tekee lopullisen päätöksen tuloksen hyväksymisestä, jonka jälkeen siirrytään lopetusvaiheeseen, jossa projektista laaditaan loppuraportti ja kerätään myös opit talteen tulevien projektien saataville. Tässä vaiheessa projektin suoriutuminen arvioidaan ja resurssit vapautetaan seuraaville projekteille. Lopetusvaiheessa tehdään myös jälkilaskelmat ja otetaan talteen opit projektista tulevaisuuden varalle. Kun loppuraportti on valmis, saavutetaan projektin elinkaaren viimeinen portti G4. Portissa hyväksytään loppuraportti ohjausryhmän toimesta ja projekti päätetään lopettaa. [17]

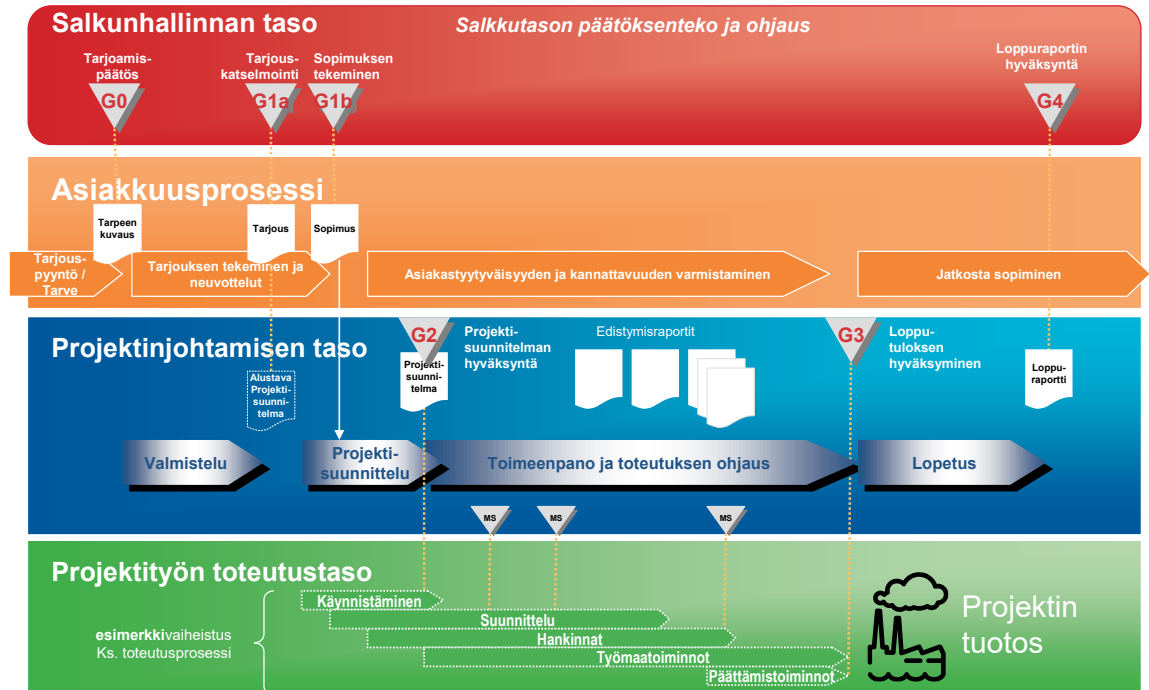
Projektinjohtamisen tasot tulivat ilmi elinkaaren kuvauksesta. Seuraavassa on vielä eritelty ne selkeyden vuoksi ja mainittu jokaisen tason tärkein tehtävä. Projektien johtaminen on jaettu tässä johtamismallissa neljään osaan:

1. Salkunhallinta (ohjausryhmä)
  - Varmistaa porttipäätösten kautta (G0 – G4), että projekti toteuttaa Empowerin strategiaa
2. Asiakkuusprosessi (myynti)
  - Luo edellytykset projektin onnistumiselle
3. Projektinjohtaminen (projektipäällikkö)
  - Projektin suunnittelu ja johtaminen tavoitteiden saavuttamiseksi

#### 4. Projektityön toteutus (projektiryhmä)

- Konkreettinen projektilla tehtävä työ projektipäällikön valvonnassa [17]

Kokonaiskuva projektinjohtamisen rakenteesta on esitetty seuraavassa kuvassa. Kuva havainnollistaa päätöksenteon ja prosessien tasot.



Kuva 13 Projektinjohtamisen perusrakenne [17]

### 3. JAKELUVERKKOLIIKETOIMINTA SUOMESSA

Suomen ja silloisen Venäjän valtakunnan ensimmäinen sähkövalo syttyi Finlaysonin tehtaassa kutomosalissa Tampereella 15.3.1882 [18]. Tästä hetkestä eteenpäin sähkön kulutus ja tuotanto on kasvanut 2000-luvulle saakka [19]. Aluksi sähköistettiin tehtaita ja yksittäisiä koteja, seuraavaksi kokonaisia kaupunkeja ja lopulta sähköverkko on ulotettu Suomessa lähes jokaiseen asuttuun kolkkaan. Suomessa sähköverkko muodostuu jännitetasojen mukaan jaettuna kantaverkosta, suurjännitteisestä jakeluverkosta sekä jakeluverkosta. Kantaverkko on valtio-omisteisen Fingrid Oyj:n hallinnoima maanlaajuinen siirtoverkko, joka rakentuu rengasyhteyksistä. Verkossa käytetään 440, 220 ja 110 kV jännitetasoja. Kantaverkko on Ruotsin, Norjan ja Itä-Tanskan järjestelmien kanssa osa yhteispohjoismaista sähköjärjestelmää. Verkko on lisäksi yhdistetty Venäjän, Baltian ja Keski-Euroopan järjestelmiin tasasähköyhteydellä. Suurjännitteiset jakeluverkot ovat kantaverkkoon kuulumattomia 110 kV:n verkkoja. Ne ovat paikallisten alue- tai jakeluverkkoyhtiöiden omistuksessa. Jakeluverkoilla tarkoitetaan vastaavasti paikallisten verkkoyhtiöiden omistuksessa olevaa alle 110 kV jännitteistä sähköverkkoa. Jakeluverkkotoiminnalla tarkoitetaan sähkön siirtoa kanta- tai alueverkosta loppuasiakkaille. [20,21]

Sähkönjakeluyhtiöt olivat aluksi paikallisia, kunnallisia toimijoita. Verkkoyhtiöiden omistuksesta ei ole saatavilla verkonhaltijakohtaista tietoa, mutta ajan saatossa osa yhtiöistä on yhdistynyt suuremmiksi toimijoiksi ja samalla niiden omistus on siirtynyt osittain kunnilta erilaisille sijoitusyhtiöille. Tänä päivänä Suomessa on 77 erillistä jakeluverkon haltijaa. [21,22]

Sähköverkoilta vaaditaan tulevaisuudessa yhä parempaa luotettavuutta ja suurhäiriöiden vähenemistä, mutta kuitenkin kohtuullisin kustannuksin. Ilmastonmuutoksen vaikutukset ympäristö- ja sääolosuhteisiin, verkkojen ikääntyminen haja-asutusalueella ja kasvualueiden sähkökäytön kasvaminen sekä energian käytön ja tuotannon muuttuminen edellyttävät myös osaltaan verkkojen vahvistamista. Ala on muuttunut siinä määrin, että investoiminen jakeluverkkotoimintaan nähdään houkuttelevana, koska tehokkaalla toiminnalla on mahdollista päästä suhteellisen riskittömään tuottoon. Epävarmuutta aiheuttaa hajautetun tuotannon lisääntyminen sekä tulevaisuuden regulaatio. [21,23]

#### 3.1 Verkkoliiketoiminnan valvonta

Sähkönjakelu on erityislaatuista liiketoimintaa, sillä se on rajoitettu vapaasta kilpailusta alueellisiksi monopoleiksi. Monopolitoiminta on luonnollista, sillä samalle alueelle ei ole

taloudellisesti rationaalista rakentaa kahta rinnakkaista verkkoa. Monopolitoiminta aiheuttaa kuitenkin sen, että toimintaa on säädeltävä ulkopuolisen regulaattorin toimesta. Suomessa regulaattorina toimii Energiavirasto.

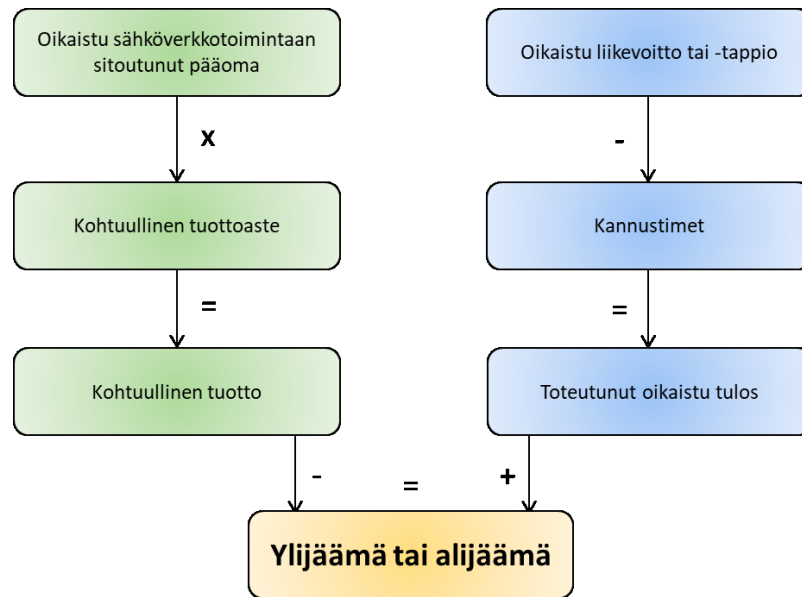
Energiavirasto aloitti toimintansa vuonna 1995. Nykyisin se on työ- ja elinkeinoministeriön alainen virasto, joka valvoo ja edistää energiamarkkinoita. [24] Sen tehtävänä on muun muassa huolehtia sähköenergian siirron hinnoittelun kohtuullisuudesta. Vuodesta 2004 alkaen kohtuullisuutta on valvottu 4-vuotisissa valvontajaksoissa, joista nyt on käynnissä 4. (2016-2019) ja 5. valvontajakso (2020-2023). 4. ja 5. valvontajaksolla noudatetaan samoja ennen 4. valvontajaksoa ilmoitettuja valvonnan suuntaviivoja. [25]

Valvontamenetelmien pääperiaatteet ovat, että verkkoliiketoimintaan sitoutuneelle pääomalle sallitaan kohtuullinen tuotto ja yhtiön vuosittaista tulosta arvioidaan erilaisten kannustimien pohjalta. Kohtuullisen tuoton määrittämisessä sovelletaan niin kutsuttua pääoman painotetun keskikustannuksen mallia WACC (weighted average cost of capital). Mallin parametrit arvioidaan uudelleen aina valvontajaksolta toiselle siirryttäessä. Sähköverkkotoimintaan sitoutuneen pääoman sekä edellä mainitun mallin perusteella lasketaan kullekin yhtiölle sallittu kohtuullisen tuoton määrä. [25]

Energiavirasto ohjaa sähköverkkoyhtiöiden investointeja erilaisilla kannustimilla, joiden rahallinen vaikutus on joko positiivinen tai negatiivinen, kun arvioidaan yhtiön toteutunut oikaistua tulosta. Kannustimet on jaettu viiteen kategoriaan ja ne ovat:

1. Investointikannustin
2. Laatukannustin
3. Tehostamiskannustin
4. Innovaatiokannustin
5. Toimitusvarmuuskannustin [25]

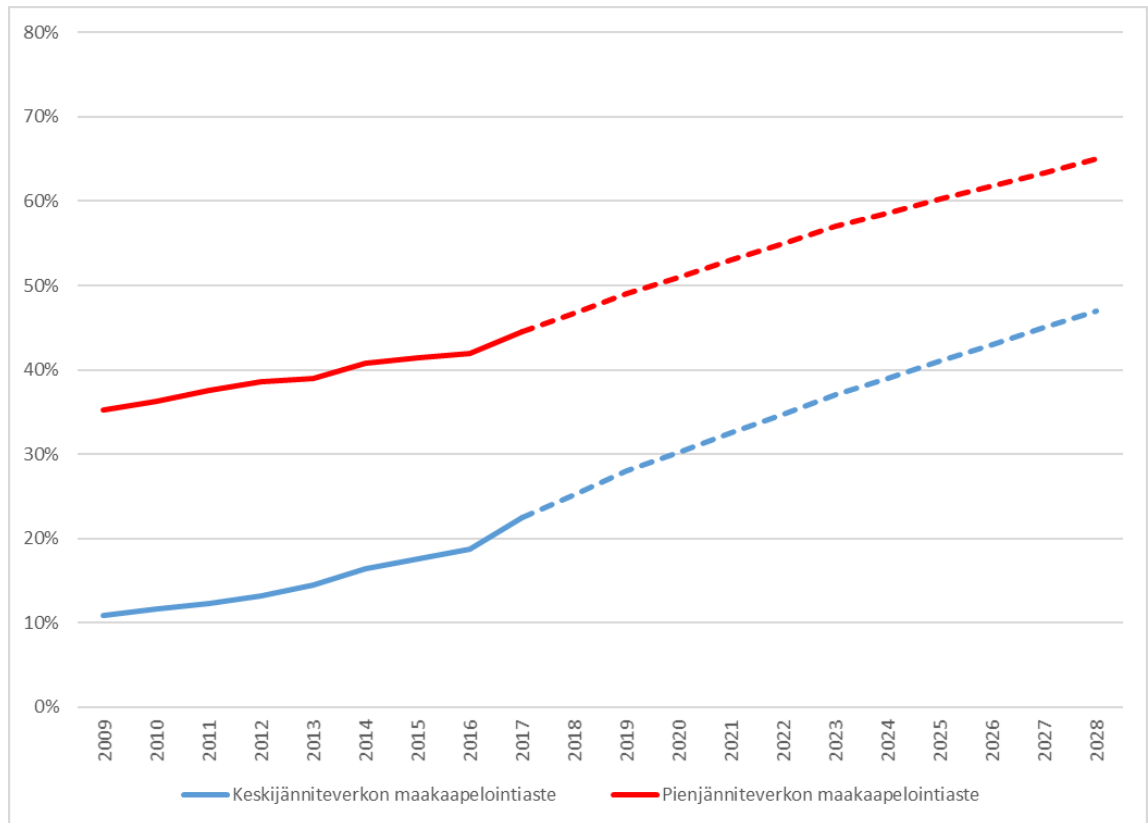
Kannustimien tarkoituksena on siis kannustaa verkkoyhtiöitä kehittämään sähköverkkoon, palkitsemalla aktiivisia yhtiötä suuremmalla liiketuloksella. Yhtiön vuosittainen tulos on toteutuneen oikaistun tuloksen ja kohtuullisen tuoton erotuksen seurauksena joko yli- tai alijäämäinen. Ylijäämäinen tulos tulee palauttaa asiakkaille siirtomaksuissa seuraavan neljän vuoden aikana. Toisaalta valvontamenetelmät mahdollistavat ylijäämien hyvityksen asiakkaille myös uusien investointien kautta. Alijäämä vastaavasti antaa mahdollisuuden korottaa siirtomaksuja. Sähköverkkoyhtiöiden vuotuisen yli- tai alijäämän muodostumisen laskentaprosessi on havainnollistettu kuvassa 14. Kohtuullinen tuotto siis määritellään sitoutuneen pääoman ja kohtuullisen tuottoasteen tulona ja toteutunut oikaistu tulos arvioidaan huomioimalla kannustimien vaikutus liikevoitosta- tai tappiosta. Kun yhtiön kohtuullinen tuotto on suurempi kuin toteutunut oikaistu tulos, tulos on ylijäämäinen. Kun taas toteutunut oikaistu tulos on suurempi, tulos on alijäämäinen. [26]



**Kuva 14** Sähköverkkoyhtiön yli- tai alijäämän muodostuminen [26]

Vuoden 2011 joulun aikana paljon sähköverkoissa tuhoja tehneet Tapani- ja Hannu-myrskyt vaikuttivat osaltaan Sähkömarkkinalain muutokseen vuonna 2013. Laki velvoittaa kaikkia Suomessa toimivia sähkönjakeluyhtiöitä. Se luotiin varmistamaan sähkön laatu ja toimitusvarmuus kaikkina vuodenaikoina. Lain mukaan yli 12 tunnin sähkökatkoista verkkoyhtiön on maksettava asiakkaalle vakiokorvaus. Korvauksen suuruus riippuu sähkökatkon kestosta sekä asiakkaan siirtomaksuista. Asiakas voi hakea myös vahingonkorvauksia, mikäli häiriö sähkötoimituksessa voidaan todeta verkkoyhtiön virheeksi. Laki määrittää yhteisiä tavoitteita kaikille jakeluverkkoyhtiöille: esimerkiksi vuoden 2028 loppuun mennessä asemakaava-alueella asuvan asiakkaan sähkökatko ei saa kestää kuutta tuntia pidempään. Haja-asutusalueella asiakkaan kokeman sähkökatkon pituus ei saa ylittää 36 tuntia. [27,28]

Yleisin sähkökatkojen aiheuttaja on avojohtojen päälle kaatuvat puut. Siten yleisesti parhaaksi keinoksi vähentää sähkökatkoja on todettu sähkölinjojen kaivaminen maan alle suojaan kaatuvilta puilta. Maakaapelointi on keskittynyt erityisesti keskijännitejohtojen kaapelointiin, koska keskijänniteverkon keskeytykset aiheuttavat pääosan asiakkaiden kokemista keskeytyksistä. Kuvassa 15 on esitetty maakaapeleiden suhteellinen osuus Suomen jakeluverkosta vuosittain aikavälillä 2009-2017 sekä katkoviivalla ennuste maakaapeloinnin kasvamisesta vuoteen 2028 saakka perustuen Energiaviraston kehittämissuunnitelmiin. Ennusteen mukaan vuonna 2028 lähes puolet pienjänniteverkosta ja yli 60 % keskijänniteverkosta on kaivettu maan alle. Energiategollisuuden laskujen mukaan ensi vuosikymmenen loppuun mennessä Suomen jakeluverkkojen toimitusvarmuuteen on investoitu 8,6 miljardia euroa. [28]



**Kuva 15** Jakeluverkon maakaapelointiaste sekä ennuste kehittämissuunnitelmien mukaan [26]

Energiavirasto ottaa huomioon, että maakaapelointi ei ole kaikissa olosuhteissa kustannustehokkain tapa toimitusvarmuuden nostamiseen. Kaapeloinnin kannattavuus riippuu hyvin paljon maaperän olosuhteista ja verkon rakenteesta. Esimerkiksi maaseutumaisissa ympäristöissä kustannustehokkain tapa saattaa olla ilmajohtolinjojen siirtäminen teiden viereen, jolloin niiden vianhoito helpottuu. Joka tapauksessa jakeluverkkojen maakaapelointiin investoidaan paljon seuraavan vuosikymmenen aikana, joten siihen erikoistuneille yrityksille on luvassa työsarkaa myös tulevaisuudessa. [26]

Sähkömarkkinalakiin vuonna 2013 tehtyjen muutosten vaikutukset ovat jo nyt havaittavissa. Esimerkiksi 2018-2019 vuodenvaihteen Aapeli-myrsky oli alueellisesti yhtä voimakas kuin vuoden 2011 Tapani-myrsky, mutta sen synnyttämien sähkökatkojen määrä ja niiden aiheuttamat kustannukset jäivät pienemmiksi ja myös sähkökatkojen kestot aiempaa lyhemmiksi. [29]

### 3.2 Jakeluverkon haltijat

Jakeluverkon haltijoina on erilaisia yhtiöitä, pienistä kunnallisista toimijoista suurten pääomasijoittajien omistamiin jakeluyhtiöihin. Verkkoa saneerataan kunkin yhtiön strategian



ja tavoitteiden mukaisesti, mutta kuten aiemmin mainittiin, Energiavirasto pyrkii ohjaamaan verkkoyhtiöiden toimintaa laeilla ja kannustimilla. Varsinkin uudistunut sähkömarkkinalaki antoi yhteisiä suuntaviivoja eri yhtiöiden strategioihin, koska se kannustaa sähköverkkoyhtiöitä pienentämään myrskyjen aiheuttamien sähkökatkojen haittoja.

Yleisin toimintatapa tulevaisuuden päämäärien saavuttamiseksi on keskijännitteisten sähkölinjojen maakaapelointi. Lain vaatimuksien lisäksi syynä on myös jakeluverkkojen vanheneminen. Ilmajohtojen teknisen pitoajan odotusarvo on keskimäärin noin 50-70 vuotta, ja koska suuri osa maaseutujen sähkönjakeluverkosta rakennettiin sotien jälkeen 1950-, 60- ja 70-luvulla, on myös niiden tekninen pitoaika päättymässä. Maakaapeleissa käytettävät materiaalit ovat kehittyneet paremmiksi ja niiden tuotantokustannuksia on saatu alemmaksi, joten kaapeloinnista on tullut taloudellisesti kannattavaa. Tällä hetkellä asennettavien keskijännitemaakaapeleiden teknisen pitoajan odotusarvo on noin 70-90 vuotta. [30]

Etenkin suurimmat jakeluverkkoyhtiöt ovat 2010-luvulla ryhtyneet kaapeloimaan omista maansa verkkoa suurissa määrin. Suomen suurimmat jakeluverkkoyhtiöt ovat sekä liittymien määrissä, että sähköverkon pituudella mitattuna Caruna Oy ja Elenia Oy. Nämä kaksi yhtiötä investoivat myös rahallisesti ylivoimaisesti eniten verkkoonsa sekä laajenus- että korvausinvestointeja. [31] Esimerkiksi sähköverkkoyhtiö Elenia investoi ”säavarmaan” verkkoon vuonna 2017 yli 120 miljoonaa euroa [32]. Suomen suurin jakeluverkkoyhtiö Caruna investoi verkkoonsa vuonna 2017 248 miljoonaa euroa [33]. Liiketoimintamalli sähköverkkoalalla, kuten myös monella muulla alalla on muuttunut siten, että verkkoyhtiöt usein ulkoistavat verkon huolto- ja rakennustyöt ulkopuoliselle alihankkijalle. Tällä tavoin haetaan parempaa tehokkuutta. Verkon saanerausprojektit jaetaan maantieteellisesti pienempiin osiin ja jaetaan urakoitsijoille tarjouskilpailun perusteella. Tavallinen projekti koostuu noin 10-20 km keskijännitemaakaapeloinnista ja 10-20 muuntamosta. Yleinen tapa on myös, että projektit toteutetaan niin kutsuttuina KVR-urakoina, eli ”kokonaisvastuurakentamisena”. KVR-urakassa pääurakoitsija vastaa urakan suunnittelusta, toteutuksesta ja kokonaisuudessaan hankkeen kaikesta koordinoinnista. Pääurakoitsijan alaisuudessa toimivat muut aliuurakoitsijat. Urakat toimitetaan rakennuttajalle yleensä ”avaimet käteen”-periaatteella. [34]

Sähköverkkoyhtiöillä on lainsäädännön esittämien vaatimusten lisäksi useita muita syitä investoida sähköverkkoonsa. Valintoja ohjaavat muun muassa olemassa oleva sähköverkko ja jakeluverkon toimintaympäristö tai jopa ulkopuoliset pakotteet. Seuraavassa kuvassa on esitetty Energiategollisuuden näkökulmasta erilaisia motivaatioita investointeihin yhteiskunnan kannalta. [21]



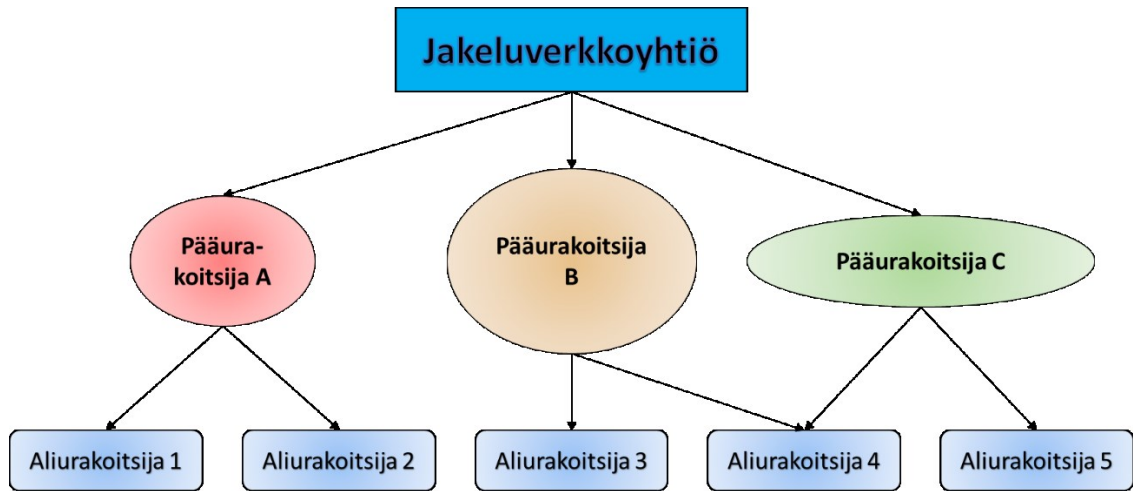
**Kuva 16** Investointien syyt [35]

Yksittäisellä jakeluverkonhaltijalla on useita erilaisia sidosryhmiä, jotka liittyvät jollain tavalla sen liiketoimintaan. Tärkeitä sidosryhmiä ovat omistajat, asiakkaat, viranomaiset ja ulkopuoliset palveluntarjoajat. Muita sidosryhmiä ovat esimerkiksi rahoittajat, ylemmät verkkotasot ja työntekijät. Sidosryhmillä on omia tavoitteita liittyen jakeluverkkoon ja ne voivat olla osittain ristiriitaisiakin, jolloin ne saattavat vaikuttaa toiminnassa syntyviin kustannuksiin. Seuraavassa luvussa tutkitaan tarkemmin jakeluverkkoyhtiöiden liiketoimintaympäristöä. [21]

### 3.3 Liiketoimintaympäristö

Jakeluverkkoyhtiöt ovat ulkoistaneet toimintojaan kasvavissa määrin. VTT:n teettämässä kyselyssä vuonna 2009 yli 70 % verkkoyhtiöistä kertoi käyttäneensä ulkopuolista urakoitsijaa jakeluverkon rakennustöissä [36]. Esimerkiksi Suomen kahdella suurimmalla jakeluverkkoyhtiöllä Carunalla ja Elenialla ei tänä päivänä ole palkkalistoilla yhtään omia verkostoasentajia, vaan kaikki asennuspalvelu ostetaan ulkopuolisilta palveluyrityksiltä. Nämä ulkopuoliset palveluyritykset ovat erikoistuneet jakeluverkon kunnossapitoon, saneeraukseen ja uudisrakentamiseen. Näitä palveluyrityksiä kutsutaan tässä työssä pääurakoitsijoiksi. Ne vastaavat palvelujen kokonaistoimituksesta, mutta myös ne usein hankkivat osan tuotannosta ulkopuolisilta yrityksiltä. Esimerkiksi maanrakennustyöt teetetään normaalisti paikallisilla maanrakennukseen erikoistuneilla urakointiyhtiöillä. Alimmalla tasolla operoivia yrityksiä on siis useita, mutta jakeluverkon haltijan näkökulmasta vastuullisia yrityksiä on huomattavasti vähemmän. Seuraavassa kuvassa on

esitetty tavallinen urakointiympäristö jakeluverkkoyhtiön näkökulmasta. Luonnollisesti samat urakoitsijat voivat urakoida samanaikaisesti useammalle kuin yhdelle jakeluverkkoyhtiölle. [36]



*Kuva 17 Jakeluverkkoyhtiön tavallinen urakointiympäristö*

Jakeluverkot vaativat jatkuvaa huoltoa ja kunnossapitoa. Asennustyöt ulkoistaneet verkko-yhtiöt joutuvat siis hankkimaan kunnossapitopalvelut urakoitsijoilta. Tavallisesti kunnossapitosopimukset ovat parin vuoden pituisia. Suuret jakeluverkkoyhtiöt voivat jakaa verkkonsa maantieteellisesti pienempiin osiin, jolloin jatkuvasta kunnossapidosta vastaa usea eri pääurakoitsija edellä olevan kuvan 17 mukaisesti. Kunnossapitosopimuksen tehneet urakoitsijat vastaavat vastualueensa pienöstä, eli esimerkiksi uusien liittymien rakentamisesta, ennakoivasta huollosta ja erilaisista tarkastuksista sekä myös vikapalvelusta. Kun verkkoa saneerataan tai rakennetaan täysin uutta verkkoa suuremmassa määrin kerralla, urakointi kilpailutetaan yleensä avoimesti kunnossapitosopimuksen ulkopuolella. Tässä työssä käsiteltävät projektit koskevatkin nimenomaan näitä erilliskilpailutuksen alla olevia projekteja. Urakoitsijoiden kilpailutukseen on olemassa erilaisia urakkamuotoja. Seuraavassa luvussa on esitelty sähköverkkoalalla tarjouspyynnöissä yleisesti käytössä olevia hankintamalleja. [36]

### 3.3.1 Pääurakoitsijoiden urakkamuodot

**Kokonaisurakassa** hinta määritellään jo tarjousvaiheessa. Urakalla on siis yksi hinta ja urakoitsija vastaa, että tarjouspyyntöasiakirjojen mukainen määrittely on laskettu mukaan urakkaan kuuluvaksi. Kokonaishintainen urakka edellyttää, että suunnitelmat on tehty hyvin ja määrittelyt on rajattu tarkasti, jotta voidaan ymmärtää, millaisesta kokonaisuudesta on kyse. Tällaisessa muodossa tarjottava urakka sisältää paljon riskiä urakoitsijan kannalta, sillä mikäli jotain asiaa ei ole otettu tarjousvaiheessa huomioon, voi se synnyttää odottamattomia kustannuksia urakan toteutusvaiheessa. [37]

**Kokonaisurakka yksikköhinnoin** sisältää kokonaishinnan urakalle kuten edellä mainittu kokonaisurakka. Tämän lisäksi se sisältää myös erillisen yksikköhintaluettelon, jolla voidaan korjata kokonaishintaa toteutuksen edetessä. Mikäli joudutaan esimerkiksi tekemään urakan tilaajasta johtuvia lisätöitä, ne tehdään erikseen sovituilla lisäyksiköillä. Yksikköhintaluettelo ei sisällä välttämättä kaikkia työssä käytettyjä yksiköitä vaan se voi koostua esimerkiksi sellaisista yksiköistä, joiden määrää on alussa tiedetty olevan vaikea arvioida. [37]

**Yksikköhintaisessa urakassa** koko urakka jaetaan tilaajan määrittelyn mukaisiin yksiköihin, joille urakoitsija tarjoaa jokaiselle oman hintansa. Urakan summa määräytyy yksiköiden määrien perusteella ja se voidaan arvioida suunnittelun mukaisilla määrillä ennen aloitusta, mutta korjataan lopussa toteutuneiden yksiköiden mukaiseksi. [37] Yksikköhintaiset urakat ovat yleisiä varsinkin jakeluverkkopuolella toteutettavissa urakoissa.

**Tavoitehintainen urakkamuoto** korostaa tilaajan ja urakoitsijan yhteistyötä. Urakan hinnan muodostus on avointa ja sovitaan yhteisten kriteerien mukaisesti. Se voidaan tehdä esimerkiksi yksikköhintojen perusteella. Tämä alussa määritelty hinta otetaan tavoitehinnaksi. Jos urakan loppusumma on sama kuin tavoitehintaa, urakkahinta on juuri tämä. Jos urakkasumma ylittyy, urakoitsija maksaa tilaajalle osan ylityksestä etukäteen sovituissa suhteissa. Jos taas lopullinen urakkasumma on alle tavoitehinnan, tilaaja maksaa urakoitsijalle sovittu suhteen mukaisesti. Urakkamuoto siis kannustaa osapuolia yhteistyöhön urakan toteuttamiseksi. **Kattohintainen urakka** on muuten samanlainen urakkamuoto, mutta siinä alussa määritellyn kattohinnan ylittävät kustannukset jäävät kokonaisuudessaan urakoitsijan maksettaviksi. [38]

### 3.3.2 Pääurakoitsijoiden hankinta

Monopoliasema asettaa vaatimukset myös jakeluverkkoyhtiöiden urakoitsijoiden hankinnalle. Jakeluverkkoyhtiöiden hankinnoilta edellytetään avoimuutta ja läpinäkyvyyttä tiettyjen raja-arvojen ylittyessä erityisalojen hankintalain mukaisesti. Hankintalain tavoitteena on tehostaa julkisten hankintojen varojen käyttöä, edistää hankintojen laatua ja taata tasapuoliset mahdollisuudet kaikenkokoisille yrityksille osallistua hankintoihin. Hankinnat on tarjottava julkisen tarjouskilpailun kautta, kun hankittavien tavaroiden ja palvelujen arvo lisäveroton arvo ylittää 4 14 000 euroa ja kun hankittavien rakennusurakoiden arvo lisäveroton arvo ylittää 5 186 000 euroa. Tarjouksista on valittava tarjous, joka on hankintayksikön kannalta joko edullisin kustannuksiltaan tai paras hinta-laatusuhteeltaan. Toisin sanoen se on kokonaistaloudellisesti edullisin tarjous. Tarjouksen valinnan perusteluista on tehtävä kirjallinen päätös. [39]

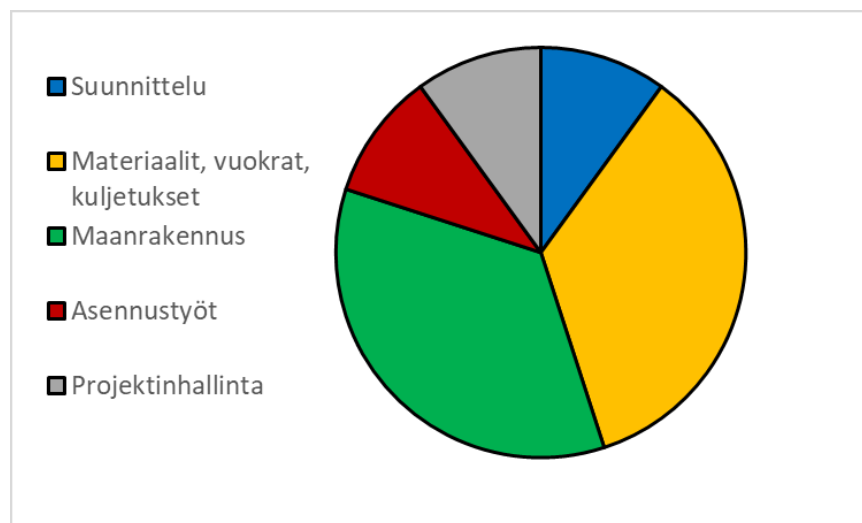
Tarjouspyyntöön voidaan sisällyttää erilaisia kriteerejä, jotka vaikuttavat tarjouksen hintaan. Esimerkiksi Elenia ottaa toimittajien valinnassa huomioon hinnan lisäksi turvallisuuden, laadun, toimitusajan ja -varmuuden, ympäristön, toimittajan luotettavuuden, palvelun, pääomakustannukset, maksuehdot ja muut sopimusehdot. Kun pääurakoitsija on valittu, myös sen hankkimat aliurakoitsijat tulee hyväksyttäväksi tilaajalla. [40]

## 4. JAKELUVERKON RAKENNUSPROJEKTIT

Tavallinen erilliskilpailutuksen alainen jakeluverkon saneerausprojekti haja-asutusalueella sisältää 10-20 km kaapelikaivantoa ja 10-20 kpl saneerattavia jakelumuuntamoita. Taajama- tai kaupunkialueilla projektit voidaan toteuttaa vielä pienempinä kokonaisuuksina yksittäisen projektin hallittavuuden ja kustannuksien kasvamisen vuoksi. Kuten aiemmin mainittiin, projektit ovat yleensä KVR-urakoita, eli urakoitsija vastaa kokonaisuudessaan projektin toteutuksesta. Projektilla tehtävät työt on luonnollista osittaa seuraavan jaottelun mukaisesti:

1. Suunnittelu
2. Maanrakennus
3. Sähkötyöt
4. Projektinhallinta

Projektin kustannukset syntyvät yllä mainitun osituksen lisäksi materiaaleista ja kuljetuksista, sekä mahdollisista työmaavaraston ja/tai toimiston vuokrista. Kulujen osuuksien keskinäinen suhde on yleensä melko samankaltainen. Maanrakennus ja materiaalit ovat suurimpia kulueriä (30-40%). Materiaalien osuus vaihtelee riippuen siitä, kuinka paljon materiaaleista tilaaja toimittaa ja kuinka paljon urakoitsija toimittaa. Suunnittelu-, asennus- ja projektinhallintakustannukset ovat jokainen noin 10% kokonaiskustannuksista. Kuvassa 18 on esitetty kustannusten tavallinen jakautuminen jakeluverkkoprojektilla, jossa urakoitsija vastaa kaapeleiden ja muuntajien hankinnasta. Mikäli tilaaja toimittaa ne, materiaalien osuus pienenee.



**Kuva 18** Kustannusten tavallinen jakautuminen jakeluverkkoprojektilla

## 4.1 Suunnittelu

Verkkoyhtiöt tarkastelevat ja suunnittelevat sähköverkkoon tehtäviä toimenpiteitä sekä olemassa olevan verkon ylläpidon ja kunnonhallinnan että verkon saneerauksen kannalta. Jakeluverkkojen suunnitteluprosessi voidaan jakaa karkeasti neljään ryhmään, jotka ovat:

1. Yleissuunnittelu
2. Kohdesuunnittelu
3. Maastosuunnittelu
4. Rakennuttaminen

Sähköverkon strategista ja pitkän tähtäimen suunnittelua kutsutaan yleissuunnitteluksi. Sen päämääränä on tuottaa suunnitelma sähköverkon kehittämiseksi, jotta verkko täyttää tulevaisuuden tarpeet vuosikymmenien päähän. Suunnittelussa otetaan huomioon niin tekniset ja taloudelliset kuin laadulliset ja turvallisuuteen liittyvät asiat. Yleissuunnittelua ohjaavat yhtiön omistajat, lainsäädäntö ja yhtiön asiakkaat sekä muut sidosryhmät. [41]

Verkkoyhtiöillä on käytössään erilaisia järjestelmiä omaisuudenhallintaan. Yleisnimitys tämän kaltaiselle järjestelmälle on verkkotietojärjestelmä. Niiden avulla tuhansista erilaisista komponenteista koostuvaa verkkoa on tehokasta hallita. Niitä käytetään myös työkaluna suunnittelussa. Kun yleissuunnittelusta on saatu suuntaviivat, voidaan siirtyä hierarkiassa seuraavalle tasolle eli kohdesuunnitteluun. Toisinaan puhutaan myös hanke-suunnittelusta tai verkostosuunnittelusta. Kohdesuunnittelussa suunnitelma viedään lähemmän käytäntöä. Se voi olla esimerkiksi uuden muuntopiirin rakentaminen kunnan asemakaavan mukaisen asuinalueen rakentamista varten tai suuremmissa mittakaavassa tietyn maantieteellisen alueen keskijännitteisten ilmajohtojen maakaapelointi. Varsinkin keskijännitteisten jakeluverkkojen osalta kohdesuunnittelu voidaan tehdä pelkästään verkkotietojärjestelmässä, ilman varsinaista maastokäyntiä suunnittelua varten. Jos kohdesuunnitelma koskee suurta aluetta, se jaetaan pienempiin osakokonaisuuksiin, jotta projektien hallinta on helpompaa. Kuvassa 19 on esimerkki kohdesuunnitelmasta. Kuvassa näkyy kuvankaappaus verkkotietojärjestelmästä, jonne on ladattu päällekkäin olemassa oleva ilmajohtoverkko ja uusi maakaapeliverkko. Vihreällä värillä on korostettu uusi rakennettava verkko ja punaisella värillä purettavat verkon osat. Suunnitelmassa näytetään ainoastaan keskijännitteiset verkon osat, koska ne ovat määräävä tekijä isossa saneerauksessa. Kuvassa näkyy suunnitelma kymmenen pylväsmuuntamon ja niiden välisten ilmajohtojen saneerauksesta kymmeneen puistomuuntamoon ja maakaapeliverkkoon. [41]





selvittää, maanomistajia ei saada kiinni tai heitä täytyy tavata paikan päällä maastossa. Myös pelkkä niin sanottu manuaalinen työ korvauslaskelmien ja liitekarttojen tekemisen sekä sopimusten postittamisen kanssa vie aikaa. Joskus yksittäinen maanomistaja saattaa aiheuttaa koko projektin aloittamisen viivästymisen, mikäli sopimusta ei onnistuta tekemään ja tontin kiertäminen ei ole teknisesti mahdollista. Koska maastosuunnittelu on paljolti vuorovaikutusta erilaisten ihmisten kanssa, on tärkeää, että suunnittelija ylläpitää suunnittelulokia, johon kirjataan muistiin pääpiirteittäin suunnittelun eteneminen ja sovitut asiat. Jos rakentamisvaiheessa tulee esiin ongelmia, on hyvä olla olemassa kaikki asiaan liittyvä aiempi tieto, jolloin ei tarvitse olla kuulopuheiden varassa.

Suunnitelmien valmistuttua suunnittelija toimittaa pääurakoitsijalle suunnitteluaineiston, joka sisältää ennalta määritetyt asiat. Suunnitteluaineistoon kuuluu muun muassa työkartat, muuntamo- ja jakokaappikaaviot, rakenne- ja tarvikelistat, hankitut luvat sekä projektikohtainen määräluettelo. Määräluetteloon eritellään projektit sisältämät komponentit sovitun jaottelun mukaisesti. Määräluettelo on pääurakoitsijan laskutusperuste tilaajan suuntaan. Riippuen pääurakoitsijan ja suunnittelutoimiston välisestä sopimuksesta, määräluettelo voi olla laskutusperuste myös suunnittelijan tekemästä työstä. Siksi on erityisen tärkeää, että määräluettelo on oikeellinen. Taulukossa 2 on esimerkki jakeluverkkoprojektin määräluettelon rakenteesta.

**Taulukko 2 Esimerkki määräluettelosta**

Toimenpide	Kokonais- määrä	Yksikkö
Toimenpide: R1010C Puistomuuntamo 200 (2+0+0)	7	kpl
Toimenpide: R1025C Puistomuuntamo 315 (1+2+1)	5	kpl
Toimenpide: R1105C Puistomuuntamo 1000 ulko (0+2+1)	3	kpl
Toimenpide: R1130C Puistomuuntamo 1000 ulko (0+4+1)	2	kpl
Toimenpide: R1420 Puistom. perustaminen, normaalit olosuhteet	17	kpl
Toimenpide: R1510 Muuntaja 50 kVA	9	kpl
Toimenpide: R1515 Muuntaja 100 kVA	5	kpl
Toimenpide: R1590 Kompensointikela	3	kpl
Toimenpide: R2040 Kj-maakaapeli 50 keskusköydetön	3131	m
Toimenpide: R2045 Kj-maakaapeli 95 keskusköydetön	5558	m
Toimenpide: R2050 Kj-maakaapeli 150 keskusköydetön	15347	m
Toimenpide: R2405 Kj-sisäpäätte	36	kpl
Toimenpide: R2510 Pj-maakaapeli 25	714	m
Toimenpide: R2520 Pj-maakaapeli 95	3648	m
Toimenpide: R2525 Pj-maakaapeli 150	897	m
Toimenpide: R3010 Kaapelireitti, haja-asutusalue, helppo	10154	m
Toimenpide: R3015 Kaapelireitti, haja-asutusalue	9198	m
Toimenpide: R3030 Kaapelireitti, city	294	m

Viimeinen osa suunnitteluprosessia on rakennuttaminen, eli työaikainen suunnittelu, joka tehdään, kun suunnitelmat ovat valmiit tai lähes valmiita. Tähän viitataan tarkemmin seuraavissa luvuissa.

## 4.2 Maanrakennus

Empower ei omista omia kaivinkoneita, joten maanrakennustyöt hankitaan aina ulkopuoliselta maanrakennusurakoitsijalta. Maanrakennusyhtiöt ovat usein erikoistuneet sähkö- ja televerkkojen kaapelointitöihin, mutta silti yhtiöllä saattaa olla omanlaisia käsityksiä tai toimintatapoja, jotka on syytä käydä läpi jo ennen kaivuutöiden alkamista. Maanrakennuksen osuus koko projektin kuluista on suurin materiaalien kanssa, joten siksi sen valvonta ja hallinta ovat todella tärkeitä. Maanrakentajan hankinta tehdään joko yksikköhintaisella tai tuntiperusteisella sopimuksella. Yksikköhintaisen sopimuksen mukaan maanrakentajalle maksetaan edettyjen metrien ja muiden sovittujen yksiköiden mukaisesti. Yksikköhintainen sopimus siirtää riskiä enemmän maanrakentajan puolelle, mutta saattaa olla huono vaihtoehto, mikäli yksiköiden hinnoittelussa tai määrittelyssä ei päästä sopivalle tasolle. Toisaalta Empower on tehnyt lukuisia vastaavia projekteja ja yleinen hintataso tunnetaan melko hyvin Suomen markkinoiden osalta, joten yksikköhintainen maanrakennussopimus on yleensä parempi vaihtoehto. Tuntiperusteisessa sopimuksessa maksetaan tehtyjen tuntien mukaan, jolloin työn etenemismuutoksia ja kustannusten kertymistä on valvottava tarkemmin.

Maanrakennuksella tarkoitetaan tässä työssä kaapeliojien kaivamista, kaapelien asentamista ojiin ja niiden peittämistä, muuntamoiden pohjien perustamista, muuntamoiden, jakokaappien ja pylväiden asentamista paikalleen sekä vanhan ilmajohtoverkon purkamista. Maanrakennuksen asentamistapoihin on olemassa standardeja ja suosituksia sekä myös tilaajien omia ohjeistuksia. Esimerkiksi kaapeleiden asennussyvyudet ja niiden suojaamiset on Suomessa määritelty standardissa SFS-600-8-814. Taulukossa 3 on esitetty raja-arvot, joiden mukaan kaapelit on asennettava. Taulukosta nähdään, että kaapeleille on asennettava aina varoituskauha, ja mikäli asennussyvyys on matalampi kuin 70 cm, kaapeli on suojattava lisäsuojalla. Matalin syvyys, johon kaapeli voidaan standardin mukaan asentaa on 30 cm. Asennussyvyys tarkoittaa kaapeliojan pohjan etäisyyttä maan pintaan. Kun kaapeli asennetaan esimerkiksi 70 cm syvään kaapeliojaan kaapelin päälle tulee alle 70 cm maata.

**Taulukko 3** Ilman metallista kosketussuojaa olevan maakaapelin suojaus eri asennussyvyyksillä [42]

Kaapelin tai suojaputken asennussyvyys h (kaapelin asennusalustan syvyys)	Standardin SFS-EN 61386-24 mukaisen iskunkestävyyden ja puristuskestävyyden mukaan	Standardin SFS 5608 mukaisen lujuusluokan mukaan
$h \geq 0,7 \text{ m}$	varoituss nauha	varoituss nauha
$0,5 \text{ m} < h < 0,7 \text{ m}$	L 450	kevyt käyttö C
$0,3 \text{ m} \leq h \leq 0,5 \text{ m}$ piha ja puistoalueilla	N 750	raskas käyttö A
$0,3 \text{ m} \leq h \leq 0,5 \text{ m}$ muilla alueilla	N 450	keskiraskas käyttö B

Tilajaasta riippuen vaatimuksiin voi kuulua, että kaapelin suojaukset dokumentoidaan verkkotietojärjestelmään. Kaapelien sijainnit voidaan myös mitata tarkasti GPS-mittauksilla.

Projektin kaivuiden aikataulut on suunniteltava siten, että järjestys on järkevä uuden verkon käyttöönoton kannalta. Tämä tarkoittaa sitä, että kaivuutyöt kannattaa aloittaa sieltä, mistä projekti liittyy olemassa olevaan verkkoon. Se helpottaa sähköitä siten, että sähkötyöt pääsevät etenemään nopeasti maanrakennustöiden valmistumisen perässä. Aikatauluissa on otettava huomioon myös ulkoisten tekijöiden vaikuttavat asiat. Esimerkiksi peltoalueilla tehtävät kaivuut on yleensä tehtävä joko keväällä ennen kylvöjä tai syksyllä puintien jälkeen. Kaivuiden edetessä työnjohdon on osattava ennakoida tulevaa ja varmistettava, että maanrakentajan tarvitsemaa materiaalia on työmaalla koko ajan riittävästi ja lupien mukaiset katselmoinnit suoritetaan hyvissä ajoin ennen töiden alkamista. Muun muassa ELY-teiden varten asennettavat kaapelit edellyttävät ELY-luvan lisäksi aina aloitus- ja lopetuskatselmuksen ELY:n edustajan kanssa.

Maanrakennustöitä valvotaan sekä sisäisesti Empowerin työnjohdon puolesta että myös tilaajan tai tilaajan valitseman edustajan toimesta. Valvonnan tehtävänä on varmistaa, että työt etenevät aikataulun mukaisesti, huolehtia aliurakoitsijoiden työturvallisuudesta ja valvoa työn jäljen siisteyttä. Myös aliurakoitsijaa vastuutetaan omaan laadunvalvontaan. Maanrakennusurakoitsija toimittaa tavallisesti 1-2 viikon välein etenemäraportin, josta seurataan kaivettujen ojien ja kaapeleiden määriä. Valvonta korostuu etenkin, mikäli maanrakentaja on hankittu aiemmin mainitulla tuntiperusteisella sopimuksella. Tällöin jokainen työmaalla vietetty tunti maksaa, riippumatta siitä, etenevätkö kaivuutyöt nopeasti tai ei lainkaan. Työnjohdon on näin ollen varmistettava budjetin mukainen etenemisvauhti.

### 4.3 Sähköasennukset

Sähköasennuksilla tarkoitetaan tässä työssä sähköasentajan jakeluverkkoprojektilla tekemiä töitä. Ne pitävät sisällään kaapeleiden jatkamiset ja niiden päättämiset, jakokaappien ja muuntamoiden kasaukset ja merkintöjen tekemiset, kaapeleiden asennukset jakokaappeihin, muuntamoihin ja pylväisiin, uusien sähköasennusten käyttöönottotarkastukset ja niiden käyttöönoton.

Kuten aiemmin mainittiin, maanrakennustyöt kannattaa tehdä sellaisessa järjestyksessä, että sähkötyöt pääsevät etenemään niiden kanssa samaa tahtia. Tällä tavalla projektin työkuorma on sähkötöiden kannalta mahdollisimman tasainen, eivätkä työt kasaannu projektin elinkaaren loppupuolella. Uuden verkon käyttöönotto edellyttää yhteistyötä verkkoyhtiön käyttökeskuksen kanssa. Käyttökeskukselle on esitettävä verkossa tehtävät muutostyöt tilanteesta riippuen jopa viikkoja ennen työn suorittamista. Näin saadaan yhteen sovitettua muiden urakoitsijoiden mahdollisesti tekemät työt sekä minimoitua käyttöönottoa koskevien asiakkaiden kokemat haitat. Käyttökeskus laatii käyttöönoton suorittamiselle vaadittavan kytkentäsuunnitelman ja lähettää sen urakoitsijalle suoritettavaksi. Kytkentäsuunnitelmissa joudutaan useimmiten katkaisemaan sähköntoimitus joiltakin asiakkailta ja suunnittelut keskeytykset on ilmoitettava etukäteen asiakkaille, pois lukien lyhyet minuuttien pituiset keskeytykset. Keskeytykset vaikuttavat verkkoyhtiöiden laatukannustimiin ja näin ollen verkkoyhtiöiden tuotto-odotuksiin, joten myös siksi verkkoyhtiöt haluavat suunnitella keskeytykset järkevästi [41].

Uutta verkkoa otetaan käyttöön riippuen siitä, millainen saneerattavan verkon rakenne on. Esimerkiksi, kun harvaan asutulla maaseutualueella korvataan ilmajohtoverkkoa maakaapeliverkolla, uutta verkkoa rakennetaan usein yhtäjaksoisesti pitkiä matkoja. Tällöin uusia muuntamoita ja niiden välisiä keskijännitekaapeleita voidaan sähköistää useita kappaleita peräkkäin yhdellä kytkentäsuunnitelmalla. Toisaalta, kun saneerataan maakaapeliverkkoa taajama-alueella, saneerauskohteena saattaa olla yksittäisiä kaapeleita tai jakokaappeja yhden muuntopiirin alueella, jolloin yksi kytkentäsuunnitelma saattaa sisältää esimerkiksi vain yhden jakokaapin liittymien kääntämiset uusien asennuksien perään.

Empower käyttää sähkötöissä sekä omia että ulkopuoliselta yrityksiltä ostettuja asentajia. Tähän ratkaisuun on päädytty työmäärän ailahtelevuuden vuoksi. Ulkopuolisilla asentajilla voidaan tasata työmääräisesti kiireisimpiä aikoja. Vaikka ulkopuolisten asentajien tarve ei välttämättä olekaan jatkuva, on pidempien kumppanuuksien käyttö suotavaa laadunvarmistuksen kannalta.

## 4.4 Projektinhallinta

Projektinhallinta on organisoitu yleensä Empowerilla tässä luvussa esitetyllä tavalla. Projektilla on aina yksi vastuullinen projektipäällikkö. Työmaalla on lisäksi töistä vastaava työmaapäällikkö. Tällä kaksikolla saattaa olla toteutuksessa samanaikaisesti useita projekteja. Riippuen projektisalkun koosta rinnakkaisia projekteja voi olla käynnissä enemmänkin, jolloin projektipäälliköjä ja työmaapäälliköitä on useampi pari. Projektipäällikkö laatii projektisuunnitelman ja päättää ja vastaa kaikista niistä asioista, jotka vaikuttavat projektin aikatauluun, laatuun ja kustannuksiin projektisuunnitelman puitteissa. Hän vastaa projektin sisäisestä ja ulkoisesta raportoinnista ja resurssien koordinoinnista, mukaan lukien ulkoiset hankinnat. Työmaapäällikön vastuulla on työmaan sujuvuudesta vastaaminen ja ennen kaikkea työmaan turvallisuus. Yleensä pienet juoksevat asiat tulevat työmaapäällikön hoidettavaksi ja hän pitää työmaapäiväkirjaa tapahtumista päivätai viikkotasolla. Projektin suunnittelu hoidetaan tavallisesti siten, että suunnittelusta vastaa erillinen suunnittelupäällikkö. Pienemmissä projekteissa suunnittelu voi olla projektipäällikön vastuulla. Projektioorganisaatiossa saattaa olla myös projekti-insinöörejä, jotka toimivat projektipäälliköiden tai työmaapäälliköiden tukena. Yleensä esimerkiksi projektidokumentaatio on projekti-insinöörien vastuulla. [43]

Onnistuneen projektin edellytyksiä esiteltiin jo tämän työn toisessa luvussa. Jakeluverkkoprojektin tunnusmerkkinä on laajalle levittäytynyt liikkuva työmaa, jota ei voi rajata ulkopuolisilta. Projektien sidosryhminä ovat muun muassa maanomistajat ja viranomaiset, jotka muodostavat suuren joukon verrattuna esimerkiksi tavalliseen rakennustyömaahan, jossa toimitaan samalla rajatulla alueella koko projektin ajan. Suuret ryhmät korostavat hyvän viestinnän ja kommunikoinnin tärkeyttä. Maantieteellisesti laaja levittäytyminen tarkoittaa sitä, että joka paikassa ei voi olla valvontaa. Työnjohdolla on siis oltava kokonaisuus hyvin hallussa ja viestintään on panostettava niin sisäisesti kuin ulkoisesti. Haja-asutusalueella toimiminen tarkoittaa, että etäisyydet ovat suuria, joten työn suunnittelussa on pyrittävä välttämään turhia ajokilometrejä ja koneiden siirtoja mahdollisimman paljon. Periaate ”kerralla kuntoon” korostuu varsinkin tämän kaltaisissa projekteissa.

## 4.5 Jälkilaskenta toteutuneesta projektista

Tässä luvussa esitellään jälkilaskennan tulokset eräästä toteutuneesta jakeluverkkoprojektista. Projekti kuului 33 projektin kokonaisuuteen, ja valikoitui laskennan kohteeksi, koska se sijaitsi erillään muista projekteista, jonka ansiosta kustannukset ovat todennäköisimmin kohdistuneet oikealle projektille. Toinen hyvä puoli erillisestä sijainnista on, että projekti ei ole myöskään hyötynyt muiden projektien ”synergiaeduista” niin paljon

kuin muut projektit, jolloin sitä voidaan pitää yksittäisenä kokonaisuutena. Projekti toteutettiin projektikokonaisuuden loppuvaiheessa, joten organisaation sisäinen oppiminen oli tämän projektin aikana myös pisimmällä ja taloudelliset tulokset ovat edustavimpia. Projekti sijaitsi Etelä-Suomessa haja-asutusalueella ja koostui vanhan keskijännitteisen ilmajohtoverkon maakaapeloinnista sekä uusien puistomuuntamoiden asentamisesta. Keskijännitekaapeleiden yhteydessä kaivettiin maan alle myös pienjännitteiset ilmajohtoverkot niiltä osin kuin ne kulkivat samoilla reiteillä. Taulukossa 4 on esitetty projektin tunnusluvut, josta hahmottuu projektin kokoluokka.

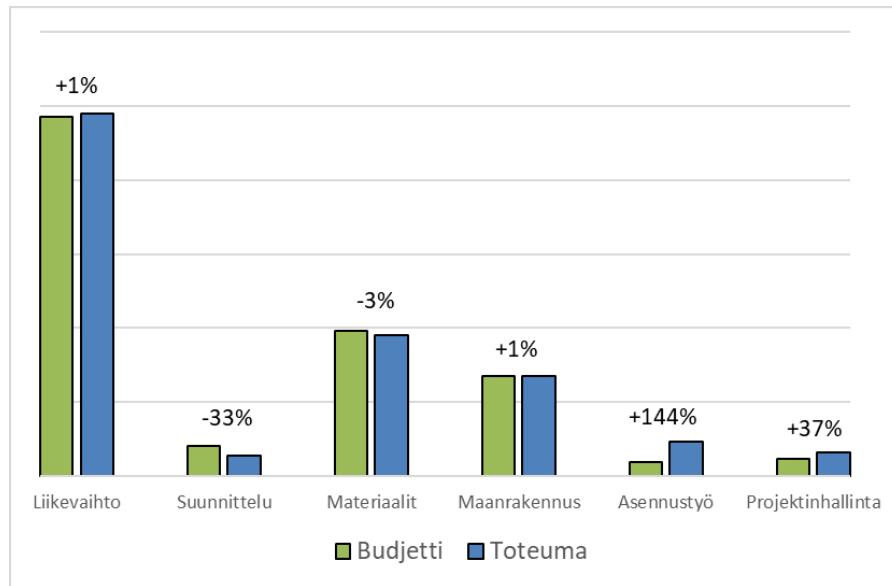
**Taulukko 4** Jälkilaskentaprojektin tunnusluvut

Ilmajohdon purkaminen	21	km
PJ-kaapelin asennus	9	km
KJ-kaapelin asennus	25	km
Kaapelioja	25	km
Jakokaapin asennus	18	kpl
Muuntamon asennus	20	kpl

Projektin kustannukset kirjattiin projektin sisällä viidelle erilliselle numerolle. Näiden sisällä kulut jaettiin vielä erillisille alanumeroille, mutta näitä alanumeroja ei eritellä tässä laskennassa. Projektin kustannukset jakautuivat:

1. Suunnitteluun (**6,3 %** kokonaiskustannuksista)
2. Materiaaleihin (**44,0 %** kokonaiskustannuksista)
3. Maanrakennukseen (**31,4 %** kokonaiskustannuksista)
4. Asennustyöhön (**10,9 %** kokonaiskustannuksista) ja
5. Projektinhallintaan (**7,4 %** kokonaiskustannuksista)

Seuraavassa kuvassa on esitetty projektin liikevaihto ja kustannusten suuruudet suhteellisina arvoina. Kuvassa on sekä budjetin että toteutuneiden kustannusten mukaiset arvot. Palkin korkeus kuvaa liikevaihdon tai kustannusten suuruutta. Vihreät palkit ovat budjetin mukaisia ja siniset palkit toteutuneita arvoja. Prosenttiluvulla on ilmoitettu toteutuneen arvon suhteellinen muutos budjetoituun nähden.



**Kuva 20** Jälkilaskentaprojektin liikevaihto ja toteutuneet kustannukset verrattuna budjetoituihin

Kuvasta havaitaan, että projektin liikevaihto pysyi suurin piirtein samana, kasvua tuli ainoastaan 1% verran. Kyseessä oli yksikköhintainen projekti, jonka liikevaihto määriteltiin maastosuunnittelun perusteella toteutuneesta määräluettelosta. Suunnittelun jälkeisessä toteutuksessa tapahtuneet muutokset olivat hyvin pieniä kokonaisuuden kannalta ja niiden vaikutukset kumosivat osittain toisensa. Suurimpia muutoksia liikevaihdon kasvamisen kannalta olivat lisääntynyt kallion louhinta, ylimääräisen ilmajohtoon purkamisen ja yhden ylimääräisen jakokaapin asentaminen. Liikevaihtoa puolestaan pienensi reitti-muutos, joka vähensi kaivuimetrien ja asennetun kaapelin määrää muutamalla sadalla metrillä. Vähäisten muutosten vuoksi voidaankin todeta, että suunnittelu oli sen kannalta hyvin onnistunut.

Suunnittelu hankittiin alihankintana siihen erikoistuneelta yritykseltä. Suunnittelusta maksettiin aliurakoitsijalle samanlaisten yksiköiden perusteella kuin mistä tilaajan kanssa oli tehty sopimus. Suunnittelukustannuksia syntyi myös omilla palkkalistoilla olleen suunnittelupäällikön työstä. Nämä kustannukset olivat kuitenkin melko vähäisiä, sillä ne jakautuivat usean muun samaan aikaan käynnissä olleen projektin suunnittelun kesken. Kuvasta 20 nähdään, että suunnittelun toteutuneet kustannukset olivat 33 % pienemmät kuin niihin oli budjetoitu. Kustannussäästö oli erityisesti sen ansiota, että yksikköhinnat suunnittelusopimuksessa olivat edullisia budjetoituihin hintoihin nähden. Suunnittelu valmistui myös aikataulussa, joten alihankinnan voidaan todeta olleen hyvin onnistunut.

Materiaalit muodostivat lähes puolet koko projektin kokonaiskustannuksista. Ne olivat myös hyvin lähellä budjetoituja kustannuksia, eroa ainoastaan -3 %. Tässä projektissa

materiaaleihin kuuluivat kaikki verkkoon asennettu materiaali pois lukien puistomuuntamorakennukset. Myös muuntajat olivat siis Empowerin hankkimia. Budjetissa pysyminen materiaalikustannusten osalta selittyy sillä, että suuri osa hankintasopimuksista tehtiin hyvissä ajoin ennen projektin alkamista, jolloin materiaalien hinnat tiedettiin tarkasti etukäteen.

Maanrakennuksen osuus kokonaiskustannuksista oli noin kolmannes. Myös maanrakennus hankittiin yksikköhintaisella laskutusperusteella ja yksikköinä käytettiin samoja tilaajan määrittämiä yksiköitä kuin suunnittelusopimuksessa. Maanrakennuskustannusten suuruus oli hyvin lähellä budjetoitua, ainoastaan 1% eroavaisuus. Tämä selittyy jälleen hyvin hinnoitellulla sopimuksella, ja toisaalta myös sillä, että ylimääräisiä lisätoita ei syntynyt, sillä työmaa eteni jouhevasti ja suurempia virheitä ei tapahtunut kaivuutöiden edetessä.

Asennustöiden osuus kokonaiskustannuksista oli budjettilaskelmassa alle 5%. Toteutuneet kustannukset olivat kuitenkin 10,9% kokonaiskustannuksista. Asennuskustannukset kasvoivat 144% budjetoituihin nähden, eli yli kaksinkertaistuivat. Kustannusten suuri kasvu johtuu siitä, että tarjousvaiheessa asennustyön määrä oli pahasti aliarvioitu. Projektia ei siis olisi voinut toteuttaa juuri paljoa pienemmillä asennustyötunneilla. Tämä oli tiedossa ennen projektin käynnistymistä, sillä sama kustannusten ylitys asennusten osalta oli tapahtunut jo aiemmissa projekteissa. Asennustöissä käytettiin pelkästään Empowerin omia asentajia.

Projektinhallinnan kustannukset syntyivät projektiin osallistuneiden toimihenkilöiden palkoista, päivärahoista ja matkakuluista sekä työmaatoimiston vuokrasta. Ne olivat 37% suuremmat kuin budjetin mukaisessa laskelmassa. Projektinhallinnan kasvu selittyy kasvaneilla tuntimäärillä. Projektilla oli nimettynä yksi projektipäällikkö ja yksi työmaapäällikkö. Projektinhallinnan kuluja kasvatti kuitenkin myös kahden projekti-insinöörin ja yhden sähköasennuspuolen työnjohtajan työtunnit. Nämä kulut eivät olleet jatkuva-aikaisia, mutta vaikuttivat projektinhallinnan kustannusten nousuun. Projektin läpimenoaika oli myös pidempi kuin alun perin suunniteltu, joten tunteja tuli myös sen vuoksi kirjautuneeksi enemmän projektille. Projektinhallinnan kustannusten osuus kokonaiskustannuksista jäi 7,4 prosenttiin, joten kokonaisuuden kannalta kasvu ei ollut niin merkittävä. Lisäresurssien käyttö projektinhallinnassa siis kasvatti kustannuksia, mutta toisaalta todennäköisesti aiheutti säästöjä muissa kustannuslajeissa: esimerkiksi hyvä asennustöiden suunnittelu vähensi asentajien työtunteja ja näin ollen pienensi asentajakustannuksia. Näitä kustannussäästöjä on kuitenkin hankalampi todeta ja arvioida.



Projektin onnistumista voi arvioida myös aikataulun kautta. Projektin aikataulu tilaajan suuntaan koostui yhdeksästä tavoitteesta, joista viidelle määritettiin tavoitepäivämäärä projektin aloituspalaverissa. Taulukossa 5 on esitetty alkuperäinen tavoiteaikataulu ja tämän vierellä toteutunut aikataulu.

**Taulukko 5 Projektin aikataulu**

Suunnitelma	Toteuma	Selitys
18.11.2015	18.11.2015	1. Aloituspalaveri pidetty
20.10.2016	20.10.2016	2. Maastosuunnittelu hyväksytty
1.9.2016	7.11.2016	3. Rakentaminen aloitettu
-	15.1.2017	4. Rakentaminen 25% valmis
-	8.3.2017	5. Rakentaminen 50% valmis
-	29.3.2017	6. Rakentaminen 75% valmis
-	28.4.2017	7. Rakentaminen 100% valmis
31.1.2017	30.8.2017	8. Verkko käyttöön otettu
30.05.2017	28.2.2018	9. Projekti vastaanotettu

Taulukosta nähdään, että maastosuunnittelu valmistui aikataulussa alkuperäisen suunnitelman mukaisesti. Maanrakennustyöt alkoivat kuitenkin yli kuukauden myöhässä. Yksi syy maanrakennustöiden aloittamisen viivästymiseen oli se tosiasia, että maanrakennushankintaa oli hankala tehdä ennen kuin suunnitelma-aineistot ja määrälliset olivat lopullisesti valmiita ja hyväksytyjä tilaajan puolelta. Eli alkuperäinen aikataulu ei sisältänyt juurikaan pelivaraa neuvotteluvaiheelle. Toinen syy myöhästymiseen johtui myös maanrakentajan muista kiireistä.

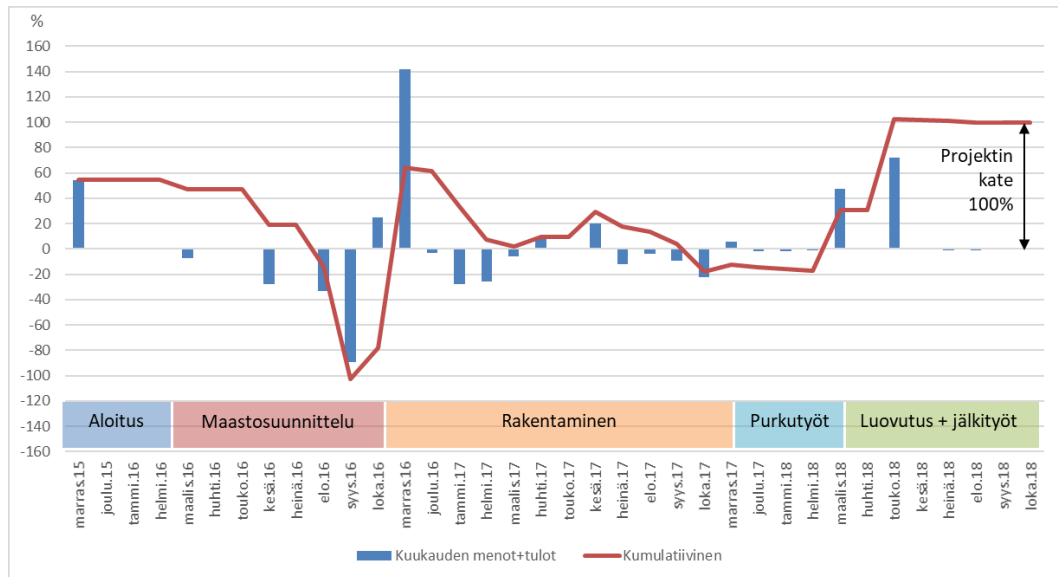
Suunnitelman mukaisessa aikataulussa kaivuutöiden aloittamisesta verkon täydelliseen käyttöönottoon oli varattu aikaa yhteensä 5 kuukautta. Todellisuudessa rakentamisen aloittamisesta kului 6 kuukautta projektin rakentamisen valmistumiseen ja kahdeksas tavoite ”Verkko käyttöön otettu” saavutettiin vasta elokuun lopussa. Projektin rakennustyöt olivat siis valmiit ennen kesää, mutta viimeisten asennusten käyttöönotto saatiin tehtyä vasta kesän lopulla, joka viivytti tämän tavoitteen saavuttamista. Käyttöönottojen viivästyminen johtui osittain projektin ulkopuolisista syistä, joihin ei tämän projektin puitteissa voitu vaikuttaa. Projekti luovutettiin lopulta tilaajalle helmikuussa 2018. Vastaanotto viivästyi vanhan verkon purkutöiden ja maanrakennuksen jälkitöiden vuoksi.

Kokonaisuudessa projektin aikataulu venyi alkuperäiseen suunnitelmaan verrattuna. Aikataulumuutoksiin reagoitiin projektin edetessä hyvissä ajoin, joten viivästykset saatiin aina sovittua etukäteen tilaajan kanssa, joten lisäkustannuksia ei syntynyt aikataulusakkojen vuoksi. Taulukosta 5 nähdään, että suunnittelu toteutui ajallaan alkuperäisen

aikataulun mukaisesti, ja että projektin rakentamisvaiheeseen käytetty aika oli 5 kuukauden sijaan 6 kuukautta. Työt siis etenivät melkein samalla nopeudella kuin alun perin oli suunniteltu, mutta kokonaisuudessa aikataulua viivästyttivät erilaiset odotusajat: maanrakennus aloitettiin myöhemmin kuin oli suunniteltu, uusi verkko otettiin kokonaisuudessaan käyttöön vasta 4 kuukauden päästä rakentamisen valmistumisesta ja käyttöön-otosta projektin luovutukseen kesti puoli vuotta, vaikka itse purku- ja jälkityöt veivät ajallisesti vain pari kuukautta. Purkutöiden aloitusta viivästytti ajankohta: purut oli helpompi tehdä myöhemmin syksyllä/alkutalvella, jolloin puintikausi oli ohi pelloilla.

Laadullisesti projektin suoriutumista voidaan arvioida reklamaatioiden määrällä. Reklamaatioiden kokonaismäärä voidaan laskea tilaajan käyttämästä järjestelmästä, jonne kirjattiin kaikki tarkastajan huomiot projektin edetessä ja jonne suoritettiin myös projektin luovutustarkastus. Kaiken kaikkiaan projektille kertyi 58 kpl erilaisia huomautuksia. Reklamaatioiden aiheuttamia kustannuksia ei voida arvioida, sillä projektilla ei käytetty erikseen projektinumeroa, jolle olisi kirjattu reklamaatioiden korjaamisesta syntyneet kustannukset. Määrällisesti havaintojen määrä oli kuitenkin pienempi kuin keskimäärin muilla saman projektikokonaisuuden projekteilla, joten sen puolesta laadun voidaan todeta olleen keskimääräistä parempi. Projektin luovutuksen jälkeen tilaaja suoritti maastossa myös kaapelitutkalla syvyysmittaukset kaikille projektissa asennetuille maakaapeleille. Syvyysmittauksilla varmistettiin kaapelin oikea asennustapa SFS-standardin mukaisesti (taulukko 3). Huomautuksia kaapelin oikeasta suojauksesta tai asennussyvyydestä tuli yhteensä 9 kpl, joka myös oli vähemmän kuin muilla saman tilaajan vastaavilla projekteilla keskimäärin, joten senkin osalta laadun voidaan todeta olleen keskimääräistä parempi.

Kuvan 21 kuvaajassa on esitetty projektin kassavirta. Kuvaajan vaaka-akselilla on aika ja projektin eri vaiheet sekä pystyakselilla projektin tulojen ja menojen erotus. Erotus esitetään eurojen sijaan suhteellisena arvona. Sitä verrataan projektin totetuneeseen katteeseen, joka on projektin lopussa 100 %. Kuvaajassa on sinisillä palkeilla esitetty projektin kuukausittaisten laskutusten ja kustannusten erotus ja punaisella viivalla niiden kumulatiivinen kertymä.



**Kuva 21** Projektin kassavirta ja elinkaari

Kuvasta nähdään, että kumulatiivinen kertymä, eli kassavirta oli pitkän aikaa alussa positiivinen, koska ensimmäinen maksuerä riitti kattamaan hyvin maastosuunnittelusta syntyneitä kustannuksia. Suunnittelun valmistuessa kassavirta notkahti hetkellisesti negatiivisen puolelle, koska ennen rakentamisen aloittamista tilattiin projektin materiaalit eli kaapelit ja muuntajat, jotka muodostivat suurimman osan kustannuksista. Maastosuunnittelun hyväksyminen ja rakentamisen aloittaminen vapauttivat isot tilaajalta laskutettavat maksupostit, jotka nostivat kassavirran jälleen positiiviseksi. Tämän jälkeen kassavirrassa ei tapahtunut enää suuria heilahduksia ennen projektin luovutusta helmi-maaliskuun vaihteessa. Tästä eteenpäin syntyi vielä pieniä kustannuksia projektin jälkitöihin liittyen ja toukokuussa projektin tulos parani vielä ylimääräiseksi jääneiden materiaalien myynnistä toiselle projektille.

## 4.6 Yhteenveto

Jakeluverkon maakaapelointiprojektit ovat luonteeltaan vaihtelevia projekteja riippuen siitä saneerataanko olemassa olevaa maakaapeliverkkoa vai ilmajohtoja. Myös projektin maantieteellinen sijainti vaikuttaa luonteeseen, eli se ollaanko kaupunki- tai taajama-alueella vai haja-asutusalueella. Projekteille on kuitenkin ominaista se, että työmaa ei ole staattisesti paikoillaan, eikä sitä voida rajata täydellisesti ulkopuolisilta. Työt ovat myös aina levittyneet laajalle alueelle. Laajalle levittänyt ja liikkuva työmaa aiheuttaa sen, että projektin toteutus häiritsee tai koskettaa useita eri osapuolia, erityisesti maanomistajia, joiden maa-alueilla projekteja kaivetaan. Urakoitsija toimii aina työmaalla toimiessaan verkkoyhtiön edustajana, joten siltä vaaditaan oikeanlaista asiakaspalveluasennetta maanomistajien kohtaamisessa.

Projektit toteutetaan Suomessa tavallisesti yksikköhintaisina KVR-urakoina. Niiden suurimmat kuluerät muodostuvat materiaaleista ja maanrakennuksesta, kuten myös jälkikilassessa olleen esimerkkiprojektin tapauksessa. Kyseisen projektin onnistumista arvioitiin aikataulun, projektikatteen ja reklamaatioiden määrän perusteella. Aikataulullisesti projektin toteutus jäi jälkeen alkuperäisestä suunnitelmasta, mutta viivästykset johtuivat osittain projektista riippumattomista syistä. Aikataululliset viivästykset saatiin myös sovittua tilaajan kanssa, joten ne eivät aiheuttaneet lisäkustannuksia. Vaikka aikatauluta-voitteeseen ei päästy, viivästykset eivät aiheuttaneet suuria ongelmia projektille, muuten kuin kasvattamalla projektinhallinnan kustannuksia. Taloudellisesti projekti ei päässyt budjetin mukaiseen katetavoitteeseen, mutta oli hyvin lähellä sitä. Reklamaatioiden määrää todettiin pienemmäksi kuin muissa vastaavissa projekteissa keskimäärin. Näiden perusteella voidaan todeta projektin onnistuneen melko hyvin.

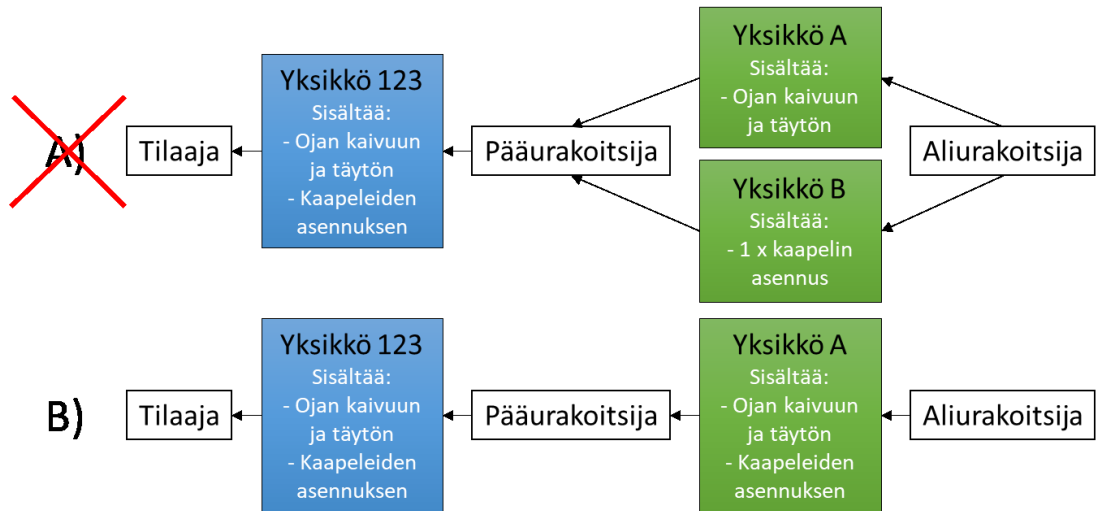
## 5. PROJEKTIHALLINNAN KEHITYS

Yrityksen kilpailuedun saavuttamisessa ei yksin riitä tuotteen tai palvelun erinomaisuus. Hyvän tuotteen tai palvelun tulee lisäksi olla hyvä toiminnaltaan tehokas [44]. Tässä luvussa käydään läpi yleisiä ongelmakohtia liittyen jakeluverkkojen kaapelointiprojekteihin ja pyritään löytämään kehitystoiminpiteitä ongelmien välttämiseksi ja tehokkuuden parantamiseksi tulevaisuudessa. Osana kehitysideoita esitellään C7-ohjelmisto, joka on Fujitsun luoma ja Empowerilla käytössä oleva ERP-järjestelmä ja arvioidaan sen soveltuvuutta jakeluverkkoprojekteihin.

Havaintoja on kerätty pääosin yhden raamisopimuksen 33 projektin kokonaisuudesta, jonka yhden osaprojektin jälkilaskenta suoritettiin neljännessä luvussa. Kyseisestä projektista nähtiin, että alkuperäinen aikataulu ja asennuskustannukset oli arvioitu tarjousvaiheessa alakanttiin: projektin luovutus tapahtui 9 kuukautta alkuperäisen suunnitelman jälkeen ja asennuskustannukset kasvoivat yli kaksinkertaiseksi. Myös muilla osa-alueilla on ollut kehittämisen varaa, mutta niiden vaikutukset eivät ole näkyneet niin voimakkaasti tai ollenkaan jälkilaskennan alaisessa projektissa, koska kehitystä tapahtui jo projektien edetessä. Kehitystoimenpiteet ovat siis osittain sellaisia, joita on ehditty ottaa käyttöön.

### 5.1 Tarjouslaskenta ja projektin käynnistäminen

Kuten tämän työn toisessa luvussa todettiin, projektin suurimmat päätökset tehdään aloitusvaiheessa, eli silloin kun projektia tarjotaan ja sopimus projektin toteuttamisesta tehdään. Kun tarjotaan yksikköhintaisia projekteja, yksiköiden sisällöt ja niiden aiheuttamat kustannukset täytyy olla todella hyvin selvillä. Yksikköhintaisen projektin hallintaa helpottaa, jos yksikkökuvaukset ovat sellaisia, että samoja yksiköitä voidaan hankkia edelleen alihankkijoilta. Otetaan esimerkiksi kaapeliojan kaivuu, jota havainnollistetaan seuraavassa kuvassa.



**Kuva 22** Esimerkki yksikön myymisestä ja alihankinnasta

Kuvan mallissa A tilaaja ostaa pääurakoitsijalta yksikön, joka sisältää kaapeliojan kaivuun ja täyttämisen, sekä kaapeleiden asennuksen ojaan. Pääurakoitsija ostaa kaivutyöt aliurakoitsijalta ja heidän välisessä sopimuksessa kaapeliojan kaivuun ja täyttö sekä kaapeleiden asennus ovat erillisiä yksiköitä. Tällöin pääurakoitsijan ansainta tilaajalta on kiinteä jokaiselta kaivetulta metriltä, mutta menot vaihtelevat riippuen siitä, kuinka monta kaapelia ojaan asennetaan. Pahimmassa tapauksessa voitaisiin jopa päätyä tilanteeseen, jossa samaan ojaan asennetaan niin monta kaapelia, että pääurakoitsija saisi kyseiseltä ojalta vähemmän tuottoa kuin sillä on menoja. Esimerkin malli B on parempi hallittavuuden kannalta, koska tällöin yksiköt 123 ja A ovat sisällöltään samankaltaiset ja kokonaiskustannusten hallinta selkeytyy. Kuvan 22 mallin B käyttäminen alihankinnassa ei estä kahden eri aliurakoitsijan käyttämistä samalla projektilla, kunhan yksiköiden sisällöt säilytetään samanlaisina kuin laskutusyksiköt ovat tilaajan suuntaan. Tarjousvaiheessa on siis oltava jo yhteydessä mahdollisiin aliurakoitsijoihin, jolloin voidaan neuvotella alustavasti yksiköiden sisällöistä ja saada mahdollisesti jo tarjouksiakin, joka helpottaa yksikköhintojen määrittämisessä tilaajan suuntaan. Yleensä tarjouksen tekijä on eri henkilö kuin projektin vastuullensa ottava projektipäällikkö. Projektipäälliköllä voi kuitenkin olla arvokasta kokemusperäistä tietoa, jota on hyödynnettävä mahdollisimman paljon tarjouksen ja sopimuksen tekovaiheessa. Kun sopimus on tehty ja yksikköhinnat ovat selvillä, ei riitä, että pelkästään projektipäälliköllä on hyvä ymmärrys yksiköiden sisällöistä ja hinnoista vaan tuo tieto on jalkautettava mahdollisimman hyvin koko projektiorganisaatiolle.

Edellä mainitut asiat ovat olleet tiedossa ja niiden mukaan on pyritty toimimaan jo ennestään, mutta niiden toteuttamisessa on myös parannettavaa. Esimerkiksi kuvan 22 mallin A mukaista hankintaa on tehty joillakin projekteilla, koska aliurakoitsijan kanssa ei

ole onnistuttu neuvottelemaan kattavammista yksiköistä. Myös yksiköiden sisältöjen jalkauttaminen ei ole onnistunut kaikille tasoille. Periaatteessa jokaisen oman organisaation työntekijän tulisi tietää ainakin omaa työtä koskevien yksiköiden rakenne. Esimerkiksi asentajan työtä selkeyttää tieto, että keskijännitekaapeliin tehtävän kaapelijatkon tekemiseen on laskettu 3 tuntia asennustyötä. Tämän kaltaisella tiedolla saadaan lisättyä tavoitteellisuutta työntekoon.

Aikataulua määritettäessä on otettava huomioon projektin olosuhteet: taajama-alueella kaivetaan usein tiealueilla ja verkko on tiheämpää, joten kaivuun eteneminen on hitaampaa verrattuna haja-asutusalueelle, jossa kaivuutyöt painottuvat esimerkiksi peltoalueille. Toisaalta peltojen osalta on otettava huomioon, että sinne kohdistuvat kaivuu ja purkutyöt on ajoitettava kasvukauden ulkopuolelle. Aikatauluja ei siis kannata yleistää vaan ne tulee arvioida yksityiskohtaisemmin projekteille. Toki ennen maastosuunnittelun valmistumista tarkat kaivuureitit eivät ole vielä päätetty, mutta projektin yleissuunnittelusta saa jo hyvän kuvan millaisella alueella liikutaan. Aikataulun luomiseen on syytä nähdä enemmän vaivaa kuin tähän mennessä on nähty. Huonoimmillaan aikataulu oli joillakin osaprojekteilla vain maininta muutamasta kriittisestä päivästä, kuten projektin luovutuksesta. Kun aikataulu on luotu, sen perusteet on myös kirjattava, jotta sitä on myöhemmin helpompi arvioida ja mahdollisesti päivittää. Mikäli esimerkiksi aikataulu on luotu kaivuunopeuden 50 m/pv perusteella, se on syytä kirjata aikatauluun tiedoksi, sillä jos kaivuut etenevätkin 100m/pv, koko projektin aikataulu todennäköisesti lyhenee ja päinvastoin. Projektin aikataulun päivittämistä täytyy tehdä koko projektin edetessä, vähintään kerran kuukaudessa.

## 5.2 Maastosuunnittelu

Vaikka projektin laajuus on määritelty jo tilaajan puolesta ennen maastosuunnittelun aloittamista, voidaan maastosuunnittelussa vaikuttaa vielä projektin liikevaihtoon ja tuleviin kustannuksiin. Jos yksikköhinnoittelussa projektissa on yksiköitä, jotka ovat kannattavampia kuin toiset, on niitä pyrittävä suosimaan ja vastaavasti vähentämään vähemmän kannattavien yksiköiden käyttöä siinä määrin kuin se on mahdollista. Suunnittelun ohjaukseen on siis panostettava heti sen aloittamisesta lähtien, jotta tavoitteet ovat kaikille osapuolille selkeitä. Suunnittelijoilla on jokaisella omanlainen tyyli tehdä työtä ja tuottaa suunnitteluaineistoa. Varsinkin, mikäli suunnittelua hankitaan eri yrityksistä, voi suunnittelijoiden tavoissa olla paljonkin eroja. Tästä syystä suunnittelua on ohjattava siten, että suunnitteluaineisto vastaa ensinnäkin kaikkia tarpeita ja on muodostettu mahdollisimman samalla tavalla. Esimerkiksi visuaalisesti samalla tyylillä tehdyt työkartat helpottavat projektiorganisaation työskentelyä eri projektien välillä. Suunnitteluaineisto voi

sisältää muitakin karttoja, kuten purkukartat ja maanomistajakartat. Työkartat ovat kuitenkin suunnittelun tärkein ja eniten käytetty tuotos. Tästä syystä työkartoissa tulisi olla mainittuna kaikki projektiin liittyvät asiat. Projekteissa jouduttiin liian usein tilanteeseen, että maanomistajalle on suunnittelijan toimesta luvattu jotain, mutta tämä tieto ei ole kulkeutunut työn tekijälle saakka, joten lupaus on jäänyt pitämättä tai on jopa aiheutettu tahatonta vahinkoa. Karttoihin ei välttämättä pysty kirjaamaan kaikkea ilman, että niiden käytettävyys kärsii, mutta kartoissa tulisi vähintään olla pieni huomautus, että lisätietoa löytyy muualta suunnitteluaineistosta.

Maastosuunnittelun aikana pyritään luonnollisesti löytämään lopulliset reittivalinnat maanrakennukseen. Väistämättä muutoksia kuitenkin voi syntyä työn toteutusvaiheessa erinäisistä syistä. Yleisin syy reittimuutoksille on maan alaiset rakenteet: maan alta voi löytyä kalliota, joka vaikeuttaa kaivuiden toteuttamista siten, että kaapelit saadaan asennettua standardin mukaisestiärkevin kustannuksin. Toisaalta maa voi olla niin vetistä, että kaivinkoneella ei edes pystytä suorittamaan kaivuita ilman koneen uppoamista. Suunnittelun reitin tiellä voi olla myös muun infran rakenteita, jota ei ole dokumentoitu oikeaan paikkaan ja jotka edellyttävät muutoksia suunnitelmaan. Suunnitelman muutos aiheuttaa aina kustannuksia, joko syntyneen lisätyön tai ylimääräisen odotusajan vuoksi. Seuraavassa taulukossa on esitetty karkea laskelma yhden reittimuutoksen synnyttämistä kustannusvaikutuksista. Luvut eivät ole yleistettäviä, mutta havainnollistavat lisäkustannusten syntymistä.

**Taulukko 6** Esimerkkilaskelma reittimuutoksen kustannusvaikutuksista

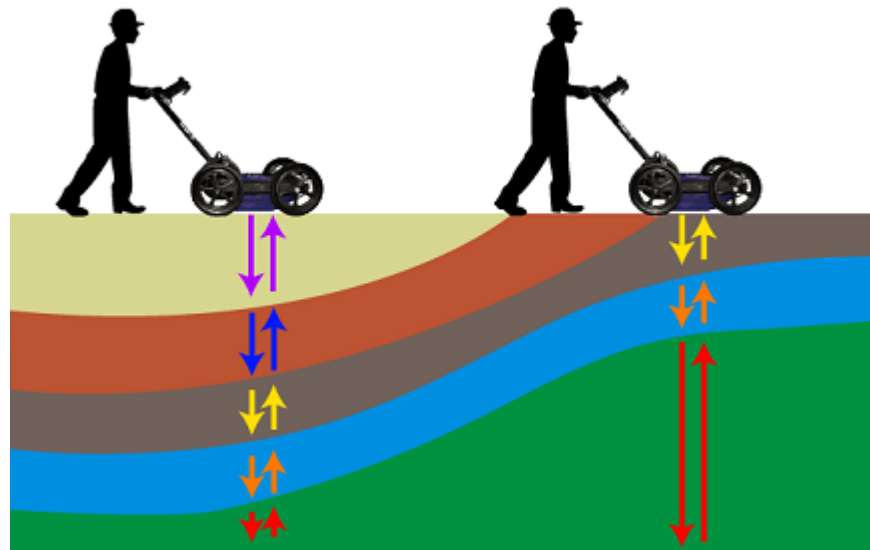
Kohde	Seuraus	Kustannusvaikutus
Maanrakentaja	Töiden pysähtyminen. Odotusaika 4h. Kaluston siirto	~ 500 €
Työnjohto	Maastokatselmus. Ongelman ratkaisu. Tehtävien delegointi. Käytetty työaika 8h	~ 400 €
Suunnittelija	Maastokatselmus. Uudelleen luvitus. Suunnitelma-aineiston päivittäminen. Käytetty työaika 2*8 h = 16h	~ 1 000 €

Pääurakoitsijan kannettavaksi tulee ainakin työnjohdon synnyttämien kustannukset. Sopimustekniset asiat vaikuttavat siihen, ovatko muiden osapuolten kustannukset aliurakoitsijoiden vai pääurakoitsijan maksettavia. Joka tapauksessa kokonaisuuden kannalta kustannukset ovat lisäkustannuksia, jotka voisivat olla vältettävissä. Reittimuutoksia jouduttiin tekemään käytännössä jokaisella raamisopimuksen projektilla ja usein vielä mo-



nessa eri paikassa. Yksi selittävä tekijä reittimuutoksien määrään on se, että osalle projekteista pääosa maastosuunnittelusta tehtiin talviaikana, jolloin maan rakenteet eivät ole yhtä hyvin näkyvissä kuin sulan maan aikaan. Suuri osa reittimuutoksista koski teiden alituksia, jotka tehtiin joko kaivamalla tai kaivamattomilla menetelmillä, kuten suuntaporaamalla. Alituspaikka jouduttiin vaihtamaan yleensä liian kallioiden maaperän vuoksi. Raamisopimuksen projekteissa maaperän tutkiminen perustui Maanmittauslaitoksen tarjoamiin maaperäkarttoihin, maastokäynteihin ja paikallisiin maanpäällisiin testauksiin esimerkiksi lapiolla. Projektien kokonaisaikataulu saattaa olla niin tiukka, ettei suunnittelua voida siirtää pois talvikaudelta, mutta maaperän tutkimisessa voitaisiin hyödyntää maaperän tutkaamista. Maatutkalla voidaan selvittää maanalaisia rakenteita jopa 18m syvyyteen saakka. Kuvassa 23 on havainnollistettu yhdysvaltalaisen US Radar -yrityksen valmistaman maatutkan toimintaa. Kyseistä laitetta maahantuodaan myös Suomeen. Tutkan toiminta perustuu kaikuluotaukseen radioaaltojen avulla. Nykyaikaista maatutkaa voidaan käyttää jalkaisin ja yhden päivän aikana mitata usean kilometrin pituisia matkoja. Tutkalla voidaan havaita sekä erilaiset maakerrokset ja niiden syvyydet että muut rakenteet, kuten putket tai johdot. [45]

Tutkalle ei välttämättä ole käytännön tarvetta joka paikassa projektilla, mutta sitä voitaisiin hyödyntää sellaisissa paikoissa, joissa on suurin epävarmuus maaperän rakenteesta tai esimerkiksi aiemmin mainituissa teiden alituskohdissa.



*Kuva 23 Maaperätutkan toiminta [45]*

### 5.3 Käytännön toteutus

”Kerralla kuntoon” –periaate on toimiva tapa monenlaisessa tekemisessä, kun halutaan nostaa tehokkuutta. Jakeluverkkoprojekteissa tämän tavan mukainen toiminta korostuu,

koska työmaa on levittäytynyt laajalle alueelle, jonka vuoksi suuri osa projektilla työskentelevien henkilöiden työajasta kuluu siirtymisiin työmaa-alueen sisällä. Ajamiseen käytettyä aikaa ei ole dokumentoitu, mutta raamisopimuksen projektien kokemukseräisen tiedon perusteella ajelua projektien sisällä on tapahtunut liikaa. Yleisimmin se on johtunut siitä, että samassa paikassa on jouduttu käymään useita kertoja korjaamassa virheitä. Syitä ovat mm. huono dokumentaatio tehdystä työstä, erilaiset työskentelytavat henkilöiden välillä ja epäselvät ohjeistukset. Seuraavaksi on listattu keinoja, joilla voidaan edistää ”kerralla kuntoon” -periaatteen mukaista työntekoa:

- Yhtenäinen ja laaja dokumentointi tehdystä työstä
- Valokuvien ottaminen ja niiden järjestelmällinen tallentaminen. Myös sijaintitiedon sisällyttäminen kuviin.
- Rakentamishojeiden ja työmenetelmien parempi jalkautus koko projektiorganisaatiolle
- Uusien henkilöiden perehdytykseen panostaminen

Projektien sisäinen viestintä on yleensä onnistunut hyvin, koska projektia toteuttava organisaatio alihankkijoineen on suhteellisen pieni. Projektien välisessä viestinnässä on kuitenkin parannettavaa. Ajankohtainen tieto on itsessään kulkenut hyvin projektien välillä, mutta kehitysideoita ovat siirtyneet huonommin, joka on hidastanut projektien välistä oppimista. Hyväksi todettuja työskentelytapoja ja ideoita voitaisiin välittää esimerkiksi 1-2 kk välein toistuvissa palaverissa, joissa projektipäälliköt jakavat kehitysideoita keskenään.

Maanrakentajan suoriutuminen vaikuttaa suuresti projektin etenemiseen. Kaivuutöiden etenemistä seurataan työmaapäällikön johdolla ja aikataulussa pysymisen varmistamiseksi maanrakentajille on asetettu sakollisia välitavoitteita. Sakollinen päivämäärä on perinteinen rankaisumenetelmä, joka motivoi maanrakentajaa tekemään työnsä määräaikaan mennessä. Projektien alihankinnoissa ei ole kuitenkaan toistaiseksi sovellettu minkäänlaista kannustinmenetelmää. Sakollisten päivämäärien lisäksi maanrakentajalle voitaisiin esimerkiksi maksaa bonusta, mikäli hän suoriutuu nopeammin kuin aikataulu on siltä edellyttänyt. Bonusta voitaisiin maksaa myös esimerkiksi vähäisistä reklamaatioista, nopeista reklamaatioiden hoidoista tai muista laatutekijöistä. Bonusjärjestelmän luomisessa on varmistettava, että palkkiot ovat motivoivia ja se kannattaisikin kehittää yhdessä aliurakoitsijan kanssa. Bonuspalkkion edellytys on, että molemmat osapuolet hyötyvät sen toteutumisesta.

Yksiköiden sisällön ymmärryksestä organisaation sisällä puhuttiin jo luvussa 5.1. Se on tärkeä tieto projektin toteuttamisen kannalta ja olennainen osa myös projektilta tehtävän

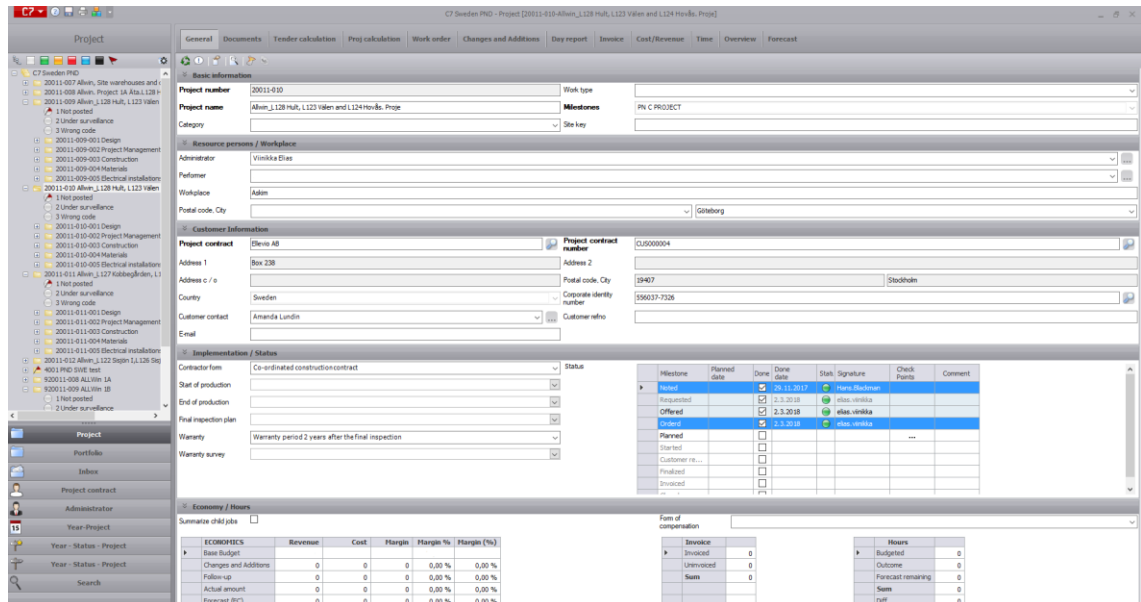
laskutuksen kannalta. Jos esimerkiksi tilaaja maksaa pääurakoitsijalle erikseen kaapelille asennettavasta suojaputkesta, tulee myös maanrakentajan tietää tämä, jotta hän osaa ilmoittaa ja raportoida asiasta. Lisä- ja muutostyöt tulee hyvän tavan mukaisesti ilmoittaa tilaajalle etukäteen, joten myös tästä syystä lisätöiksi luokiteltavat asiat on oltava kaikkien tiedossa.

Maanrakennustyöt suoritetaan siten, että töiden jälkeen alueet ovat vähintään samassa kunnossa kuin ennen kaivuita. Ne aiheuttavat kuitenkin herkästi reklamaatioita, sillä töitä tehdään usein yksityisesti omistetuilla mailla. Osa reklamaatioista on aiheellisia ja osa voi olla täysin aiheettomia. Turhien reklamaatioiden kannalta urakoitsijoiden tekemistä turvaa hyvä dokumentaatio ennen töitä ja niiden jälkeen. Nykyaikaisilla mobiililaitteilla kuviin voidaan liittää metatiedoksi sen sijainti, joka on tärkeä tieto, kun kuvia kertyy projekteilta suuri määrä. Se myös helpottaa kuvien dokumentointia, kun niitä ei tarvitse erikseen nimetä ja lajitella kuvanottoapaikkojen mukaan. Kuvat voidaan ladata pilvipalveluun ja niitä voidaan tarkastella suoraan karttapohjalta kuvanottoapaikan perusteella. Ensimmäinen vaihe maanrakennustöille on kaapeleiden asennukset. Toinen vaihe on vanhan ilmajohtoverkon purkaminen. Purkutöissä ongelmia ovat aiheuttaneet purettujen pylväiden poistaminen työmaalta ja sähkömiestä vaativat purkutyöt. Vanhat pylväät on usein käsitelty CCA-yhdisteillä (kromi, kupari ja arseeni) tai kreosootilla, joiden käsittelyä säännellään Euroopan yhteisön REACH-lainsäädännöllä. Pylväät on siitä syystä kuljetettava asianmukaiseen käsittelyyn tai ne voidaan luovuttaa ammattimaiseen käyttöön [46]. Ammattimaiseksi käytöksi lasketaan Y-tunnuksellisen toimijan sellaiset käyttötavat, joissa ihmisten joutuminen ihokosketukseen käsitellyn puun kanssa on epätodennäköistä. Pylväitä onkin usein luovutettu esimerkiksi maatalojen tarpeisiin. Ongelmaksi on muodostunut se, että vaikka pylväät luovutetaan sopimuksellisesti, niitä ei kuitenkaan välttämättä siirretä fyysisesti pois, jonka vuoksi maastoon jää pylväskasoja joiden omistajuudesta ei ole varmaa tietoa ja niistä reklamoidaan kauan projektin suorittamisen jälkeen. Tästä syystä olisi selkeämpää tulevaisuudessa, että kaikki pylväät kuljetettaisiin pois työmaalta. Sähkömiestä tarvitaan purkutöissä silloin, kun toimitaan lähellä jännitteisiä linjoja, jolloin purkamisen voi vaatia esimerkiksi keskeytyksen sähkönjakeluun. Purkutöissä joudutaan siis käyttämään Empowerin asennusresurssia silloin tällöin. Usein purkutyön tekijällä ei myöskään ole riittävää sähkötekniistä osaamista, jotta se voisi suunnitella purkujen toteutusta. Näistä syistä kehitysidea olisi vaatia purkajalta oman sähkömiehen käyttöä, joka vapauttaisi Empowerin resursseja muihin tehtäviin.

## 5.4 C7-ohjelmiston esittely

Fujitsu C7 on moduulipohjainen ERP-järjestelmä projektien hallintaan. Sen tarkoituksena keskittää projektinhallinnassa käytettävät sovellukset yhteen järjestelmään [47]. Empowerin käytössä oleva versio C7:sta koostuu kolmesta moduulista. Periaatteessa päämoduulilla C7 Core pystyisi suoriutumaan kaikista toiminnoista, mutta järjestelmä on jaettu useampaan moduuliin, jotka on tarkoitettu eri käyttäjäryhmille ja niissä on erilainen käytettävyys. Moduulien päätehtävät on määritelty seuraavasti:

1. **C7 Core:** Moduulissa vastaanotetaan ja budjetoidaan projektit, sekä suunnitellaan ja seurataan niiden etenemistä.
2. **C Plan:** Resurssien aikataulutus, työmääräimien osoittaminen esim. yksittäiselle asentajalle
3. **C Mobile:** Kentällä käytettävä kevyempi ohjelma pääasiassa kannettavalle laitteelle, kuten älypuhelimelle tai tabletille. Raportoidaan myös työn toteutuneet suoritteet ja siihen käytetty aika.



**Kuva 24** Kuvankaappaus C7 Core käyttöliittymästä

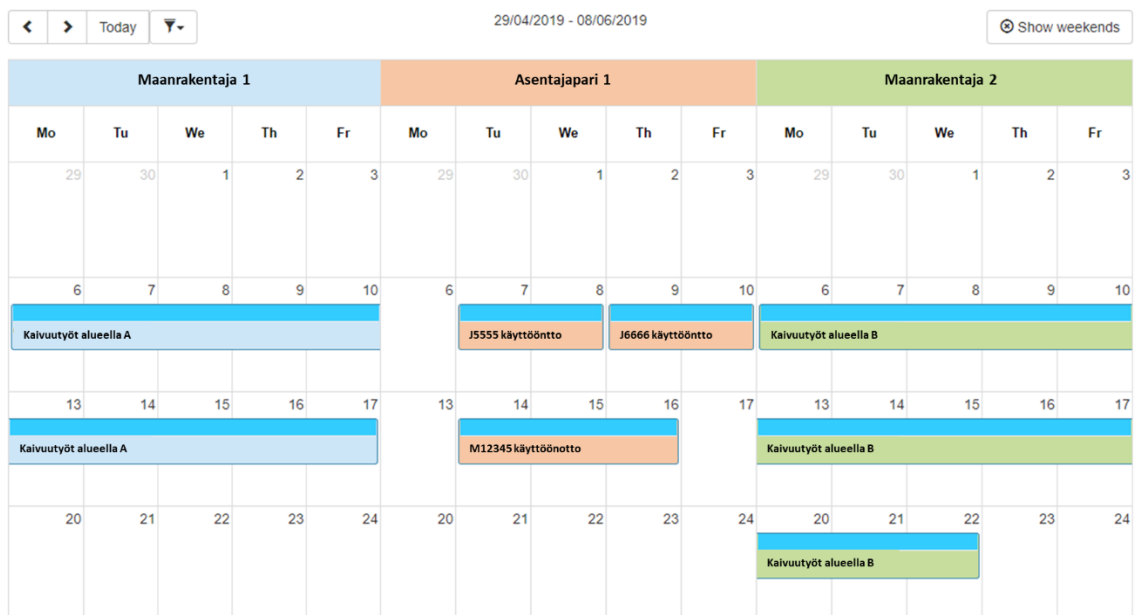
Järjestelmällä on mahdollista suorittaa tarjouslaskenta, tehdä töiden ositus, raportoida ja seurata töiden etenemistä, suorittaa projektin taloudenhallintaa ja hoitaa jopa projektin dokumenttien hallinta. Moduulien käyttö on suunniteltu siten, että C7 Core on projekti-päällikön ja tarjouslaskijan työkalu, C Plan on tarkoitettu työnjohdolle ja C Mobile kenttätyöskentelyyn sähköasentajille ja maanrakentajille. Järjestelmän toiminta perustuu työmääräimien käyttöön.

## 5.5 C7-ohjelmisto työkaluna

C7-ohjelmisto on monipuolinen järjestelmä, jonka käyttöä ollaan vasta aloittamassa sähköverkkodivisioonan toimitusprojekteissa. Tässä luvussa on tarkoitus esittää ideoita, miten ohjelmistoa tulisi käyttää jakeluverkkoprojekteissa, jotta siitä saataisiin irti paras hyöty.

C7-ohjelmistolla tarjouslaskenta voidaan siirtää kokonaisuudessaan Excel-taulukoista järjestelmään. Tarjouslaskennassa tehdään työn ositus projektinjohdon, suunnittelun, maanrakennuksen ja sähkötöiden välillä. Kun ositukset on tehty, järjestelmästä nähdään suoraan, mikä on projektin budjetti kunkin työlahin suhteen. Tämä muodostaa budjetin koko projektille, joten se on syytä tehdä huolellisesti. Kun projektin toteutus käynnistyy, se jaetaan pienempiin osiin, joita kutsutaan työmääräimiksi.

C Plan –moduuli on työkalu aikataulun ja resurssien hallintaan. Sen avulla työmääräimiin jaettu projekti aikataulutetaan resurssien tehtäviksi. Sähköasennusten osalta luonnollisia työmääräimiä ovat jakokaappien ja muuntamoiden käyttöönotot, koska ne voidaan yksilöidä tiettyihin komponentteihin. Maanrakennuksen osalta työmääräimet kannattaa muodostaa maantieteellisesti. Paras tapa jaottelulle riippuu projektista, mutta se voitaisiin tehdä esimerkiksi jakamalla projekti kartalla pienempiin alueisiin tai tekemällä jokaisesta tiestä/kadusta oma työmääräimensä. C Plan –moduulin avulla työmääräimet voidaan osoittaa henkilölle tai työryhmälle tehtäväksi, jonka jälkeen töiden suoritus raportoidaan C Mobilen kautta.



**Kuva 25 Resurssien ohjaus C Planilla**

Jakeluverkkoprojektit ovat suuria kokonaisuuksia, kuten 4. luvun jälkilaskennan projektista kävi ilmi (taulukko 4). Tästä syystä raportoinnin osalta on tarkasteltava, mikä tieto on olennaista ja mitä tietoa ei kannata kerätä. Raportoinnista ei kannata tehdä liian tarkkaa, sillä muuten siitä tulee liian aikaa vievää ja se ei palvele tarkoitustaan. Maanrakentajat ovat tähän mennessä raportoineet töiden etenemistä kaivettujen ojien ja asennettujen kaapeleiden pituuksilla, sekä asennettujen muuntamoiden ja jakokaappien määrillä. Tämä on riittävä tieto ja sen raportointi on helppo siirtää C7:ään. Sähkötöiden osalta seurantaraportointi on tehty pääasiassa työnjohdon toimesta. C7 Mobile mahdollistaa raportoinnin suoraan työmaalta esimerkiksi puhelimen välityksellä, joten tätä raportointia voidaan siirtää asentajien vastuulle.

Kuten aiemmin todettiin, jakeluverkkoprojektit toteutetaan yleensä yksikköhintaisina projekteina. Erilaisia yksiköitä on useita kymmeniä. Esimerkiksi uuden puistomuuntamon asentaminen paikoilleen saattaa sisältää seuraavat yksiköt:

1. Perustuksen tekeminen
2. Puistomuuntamon kuljetus ja asennus paikalleen
3. Jakelumuuntajan asennus
4. Keskijännitekaapelipäätteen tekeminen x kpl
5. Jonovarokeytkimen asentaminen x kpl

Projektin lopputuloksen kannalta on olennaista tietää, kuinka paljon jokaisen yksikön mukaista työtä on tehty. Lopputulos dokumentoidaan aina verkkoyhtiön verkkotietojärjestelmään, joten kokonaismäärät tulee laskettua sen kautta. Projektin töiden etenemisen sekä talouden seurannan kannalta C7-raportointiin riittää ylimalkaisempi tieto. Seuraavassa taulukossa on esitetty toimenpiteet joiden raportointia kannattaisi C7-järjestelmässä suorittaa:

**Taulukko 7 C7:ssä raportoitavat yksiköt**

Toimenpide	Yksikkö
<b>Maanrakennus</b>	
Ojan kaivaminen	metri
Kaapelin asennus kaapelilaaduittain	metri
Muuntamon asennus	kpl
Jakokaapin asennus	kpl
Purettu ilmalinja	metri
<b>Sähköasennukset</b>	
Jakokaapin käyttöönotto	kpl
Muuntamon käyttöönotto	kpl

Järjestelmään raportoidaan ainoastaan suoritteiden määrät. Alihankkijoiden laskut ja omien työntekijöiden työtunnit kirjataan projektille muiden järjestelmien kautta. Kustannustiedot voidaan kuitenkin siirtää C7-järjestelmään. Tällöin yhdessä järjestelmässä voidaan vertailla projektin etenemistä sen kustannuksiin. Esimerkkitalanteessa järjestelmästä nähtäisiin, että projektilla on otettu käyttöön 10/20 kpl uusia muuntamoita ja 20/40 kpl uusia jakokaappeja, eli 50% koko projektin käyttöönotoista on suoritettu. Sähköasennuksen kustannukset ovat kuitenkin jo 60% budjetista. Tällöin projektipäällikkö ja muu projektiorganisaatio ehtivät vielä mahdollisesti reagoimaan tilanteeseen ja tekemään tarvittavat muutokset, jotta kustannustehokkuutta saataisiin kiristettyä.

The screenshot shows the C7 mobile application interface. At the top, there is a navigation bar with a red 'C7' logo, a '+ Uusi työmääräin' button, a 'Päivitä' button, an 'Info' button, and a 'Viestit 5' notification. Below this is a 'Päiväkirja' (Journal) section with a date selector set to 'Tänään - lauantai, 4. toukokuuta 2019'. The main content area is a table with columns for 'Tuotot' (Products), 'Suunniteltu' (Planned), and 'Valmis' (Completed). A single entry is visible: 'Installation of substation 12/24 kV 315 kVA, 800 kVA and 2x800kVA ALLWIN Activities' with a quantity of '1' and a 'Suoritettu määrä' (Completed quantity) field set to '0'. Below the table is a 'Kommentit' (Comments) section with a comment by 'Elias Viinikka - 4.5.2019: Asennettu muuntamo M12345. Muuntamoa on kolhittu.' and a text input field for adding more comments. To the right of the table is a 'Kamera' (Camera) section with a photo of a substation and an 'Ota kuva' (Take photo) button.

**Kuva 26** Esimerkki C mobilen raportoinnista. Työmääräimenä on muuntamon asennus

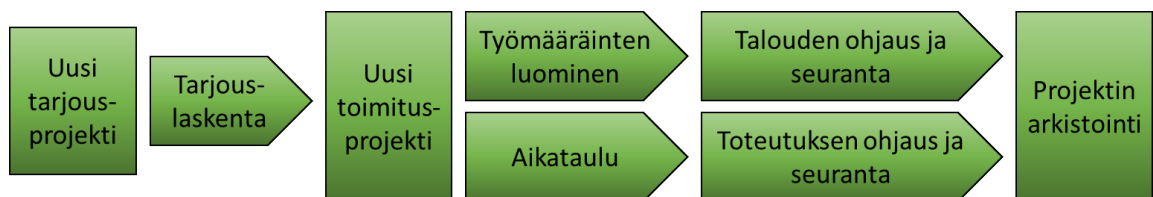
C7-järjestelmällä olisi mahdollista suorittaa laskutus tilaajalle tehdyistä töistä. Usein prosessit on kuitenkin suunniteltu siten, että tilaajalla on käytössään omat järjestelmät, jonka kautta laskutus tapahtuu. Alihankkijoiden laskutusta voitaisiin kuitenkin hallita järjestelmän kautta. Esimerkiksi yksikköhintaisella sopimuksella toimivien alihankkijoiden osalta laskutus olisi selkeää, sillä yksiköt raportoitaisiin joka tapauksessa järjestelmään.

Kuvasta 26 nähdään, että raportointiin voidaan lisätä myös kuvia. Kuvat tallentuvat Sharepoint-pilvipalveluun. Samaa palvelua voidaan käyttää muunkin projektin materiaalin, kuten suunnitteluaineiston säilytyspaikkana. Järjestelmän avulla voidaan siis hoitaa myös dokumenttien hallinta.

C7-järjestelmän käyttöönotossa on samoja haasteita kuin kaikkien muidenkin tietojärjestelmien käyttöönotoissa. Hankalinta on opettaa ihmiset käyttämään uutta järjestelmää.

Henkilökohtaisen kokemuksen perusteella C7 Core vaatii paljon aikaa, jotta sen käyttäminen alkaa tuntua luontevalta, koska siinä on niin paljon erilaisia ominaisuuksia. Käytön aikana huomattiin myös, että integraatiot eivät vielä toimi kaikkien järjestelmien välillä aina. C Plan ja C Mobile ovat huomattavasti helpommin käytettäviä osin erilaisen käytölliittymän ja osin vähäisempien ominaisuuksien vuoksi. Yksi mahdollinen ongelma on usean projektin samanaikainen hallinta, mikäli projektit käyttävät samoja resursseja. Toistaiseksi projekteja voi tarkastella vain yksi kerrallaan. Mikäli esimerkiksi samaa asentajaparia käytetään kahdella eri projektilla samanaikaisesti, täytyy projektien välinen resurssienhallinta tehdä C7-järjestelmän ulkopuolella. Järjestelmän käyttäminen kannattaisi aloittaa yhdellä pilottiprojektilla ja kerätä kokemuksia tämän pohjalta. C7 edellyttää eniten järjestelmän käyttämistä sekä projekti- että työmaapäälliköltä.

Seuraavassa kuvassa on yksinkertaistettu prosessikuvaus projektinhallinnasta. Järjestelmä ei tuota uutta tietoa vaan sen tarkoitus on selkeyttää projektinhallintaa helpottamalla kokonais kuvan hahmottamista niin talouden kuin töiden etenemisen seurannalla. Koko projektin elinkaaren hallinta voidaan suorittaa järjestelmän avulla.



**Kuva 27** Projektinhallintaprosessi C7:ssä



## 6. YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli tunnistaa ongelmakohtia Empowerin sähköverkkodivisioonan jakeluverkon rakennusprojektien toteutuksessa ja hallinnassa koko sen elinkaaren ajalla sekä löytää kehitysideoita ja toimenpiteitä, joilla projektien kannattavuutta saadaan parannettua. Työn pohjana käytettiin kirjoittajan omia kokemuksia kohdeyrityksen suorittamista yhden raamisopimuksen alaisista rakennusprojekteista kolmen vuoden ajalta.

Tutkimus aloitettiin teoriaosuudella, jossa määriteltiin mikä on projekti ja mitkä ovat sen tavoitteet. Luvussa perehdyttiin yleisiin projektinhallinnan perusteisiin jakamalla projektinhallintaprosessi osa-alueisiin johtamisen kannalta. Luvussa tutustuttiin myös Empowerilla käytössä olevaan ABC-projektinjohtamismalliin. Kolmannessa luvussa kuvattiin jakeluverkkoliiketoimintaa Suomessa ja perehdyttiin siihen tarkemmin niin verkkoliiketoiminnan valvonnan, jakeluverkon haltijoiden kuin liiketoimintaympäristön kannalta. Neljännessä luvussa tarkasteltiin tarkemmin, minkälainen kokonaisuus yksittäinen jakeluverkon rakennusprojekti on suunnittelusta verkon käyttöönottoon saakka. Tässä luvussa suoritettiin myös tarkempi tarkastelu yhden raamisopimuksen alaiselle osaprojektille suorittamalla sille jälkilaskenta. Jälkilaskennan perusteella projekti arvioitiin onnistuneeksi vaikkakin asennuskustannukset yli kaksinkertaistuivat budjetoituihin kustannuksiin verrattuna. Projektin laatua verrattiin muihin raamisopimuksen alaisiin osaprojekteihin. Viidennessä luvussa käytiin läpi erilaisia ongelmia, joita projektien toteutuksessa on havaittu ja haettiin näihin ratkaisuja. Taulukkoon 8 on koottu yhteen ongelmat, joita työssä esitettiin sekä kehitystoimenpiteet, joilla ongelmia voitaisiin tulevaisuudessa välttää.

**Taulukko 8 Ongelmakohtat ja kehitystoimenpiteet**

Ongelma	Kehitystoimenpide
Alihankkijoilta ostetaan erilaisia yksiköitä kuin tilaajalta laskutetaan	Yhteistyö alirakoitsijoiden kanssa jo tarjousvaiheessa. Yksiköiden sisältöihin vaikuttaminen tarjousvaiheessa
Laskutusyksiköiden ymmärrys huonolla tasolla projektiorganisaatiossa	Yksiköiden sisällöt jalkautetaan paremmin koko organisaatiolle siten, että kaikki tuntevat vähintään omaa toimintaa koskevat yksiköt
Epärealistiset ja liian suppeat aikataulut	Aikataulujen luomiseen panostetaan enemmän projektin aloitusvaiheessa. Aikatauluihin kirjataan perusteet, joiden mukaan ne on luotu.
Kannattamattomien ja kannattavien yksiköiden eroa ei tunneta	Suunnittelun ohjaukseen panostetaan yksikköhintojen mukaisen kannattavuuden perusteella
Tiedonkulku maastosuunnittelusta työn toteutukseen	Yhdenmukaiset suunnitteluaineistot, työkartoissa vähintään maininta kaikista erikoishuomioista
Reittimuutokset maaperän vuoksi	Maaperän tutkaaminen epäselvistä kohdista (mm. teiden alitukset)
Ylimääräinen autoilu, joka on pois tuottavasta työstä	Hyvä dokumentointi valokuvineen, ohjeiden ja työmenetelmien parempi jalkautus, uusien henkilöiden perehdytykseen panostaminen
Projektien välinen viestintä	Toistuvat tapaamiset projektipäälliköiden kesken --> jaetaan hyvät ideat
Maanrakentajien deadline-orientoitunut työtapa	Bonus-järjestelmän kehittäminen sakollisten tavoitteiden rinnalle
Lisä- ja muutostöiden tunnistaminen	Yksiköiden sisältöjen jalkautus paremmin myös alirakoitsijoille
Turhat reklamaatiot maanrakennustöistä	Parempi dokumentointi alueista etukäteen. Purettujen pylväiden pois kuljetus välittömästi työmaalta (ei luovuteta maanomistajille)

Projektinhallinnan kehittämisen kannalta työssä tutustuttiin Fujitsun luomaan C7 toiminnanohjausjärjestelmään. Ohjelmisto on käytössä yrityksessä, mutta sitä ei ole käytetty jakeluverkkoprojekteissa. Sen soveltuvuutta ja käyttötapoja arvioitiin myös työn viidennessä luvussa. C7-järjestelmän tärkeimmät ominaisuudet ovat töiden raportointi ja talouden seuranta. Taulukkoon 9 on koottu projektinhallinnan tehtävät, jotka voitaisiin suorittaa tavallisessa jakeluverkkoprojektissa järjestelmän avulla. Taulukossa mainitut tehtävät on tähän saakka tehty yrityksessä pääasiassa projekti- tai työmaapäällikön Excel-taloukoissa tai vastaavissa omissa kirjanpito menetelmissä, lukuun ottamatta dokumenttien hallintaa. C7-järjestelmällä saavutettaisiin yhdenmukaisuutta eri projektien välille projektinhallintaan ja myös parempaa läpinäkyvyyttä, koska esimerkiksi töiden etenemistä olisi helpompi seurata järjestelmän kautta myös sellaisen henkilön, joka ei osallistu projektin toteutukseen, sillä kaikki tarvittava tieto olisi saatavilla yhdessä paikassa.

**Taulukko 9 C7-järjestelmän päätehtävät jakeluverkkoprojektissa**

Tarjouslaskenta kokonaisuudessaan C7-järjestelmässä
Työmaan resurssien hallinta ja työn ohjaus
Talouden seuranta
Toteutuksen raportointi sekä maanrakennuksen että sähkötyöiden osalta
Dokumenttien hallinta

C7-järjestelmän tulisi helpottaa töiden raportointia ja auttaa projektipäällikköä hahmottamaan paremmin kokonaiskuvaa. Esimerkiksi neljännessä luvussa suoritettujen jälkilaskennan perusteella havaittiin, että asennustyötä tehtiin projektilla paljon enemmän kuin tarjouslaskennassa sille suunniteltiin. Nykyisellä tiedolla ei kuitenkaan voida kuin todeta kuinka monta tuntia asentajien työtunteja on kirjattu projektille kokonaisuudessaan. C7:ssä työn ositus työmääräimiin mahdollistaa yksityiskohtaisemman tiedon saatavuuden, jos projektin sähkötyöt on esimerkiksi jaettu erikseen jokaisen jakokaapin ja muuntamon käyttöönottoon, kuten viidennessä luvussa esitettiin.

C7-järjestelmää on tähän saakka käytetty pääasiassa pientöissä, joihin se soveltuikin hyvin. Ohjelmiston käyttäminen suuremmissa projekteissa edellyttää paljon työtä projektin johdolta, etenkin projektin aloittamisvaiheessa, kun projektin työt on jaettava haluttuihin työmääräimiin. Uuden järjestelmän käyttöönotossa on myös omat haasteensa esimerkiksi henkilöiden kouluttamisen vuoksi. C7-järjestelmän käyttöä kannattaisi pilotoida aluksi yhdellä projektilla ja kerätä hyvät sekä huonot kokemukset sen käyttämisestä, jonka jälkeen sitä voitaisiin skaalata useammillekin projekteille. Muut taulukossa 8 mainitut kehitystoimenpiteet voidaan jalostaa käyttöön välittömästi.

# LÄHTEET

- [1] Empower Oy. Empowerin historia. Saatavissa: <https://www.empower.eu/web/fi/historia>. Viitattu 21.9.2018.
- [2] Empower Oy. Empowerin Liiketoiminta. Saatavissa: <https://www.empower.eu/web/fi/empowerin-liiketoiminta>. Viitattu 21.9.2018.
- [3] A. Dalal. The 12 Pillars of Project Excellence: A Lean Approach to Improving Project Results. : CRC Press; 2011.
- [4] Project Management Institute. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) Sixth Edition ed. Newtown Square, PA.: Project Management Institute; 2017.
- [5] K. Artto, M. Martinsuo, J. Kujala. Projektiliiketoiminta. 2.painos: 2008 ed. Helsinki: WSOY; 2006.
- [6] R. Pelin. Projektihallinnan käsikirja. 7. uud. p. ed ed. Helsinki: Projektijohtaminen Oy; 2011.
- [7] E. H. Oksanen. Toimintaverkoista ja niiden käytöstä maatalouden työtekniisissä tutkimuksissa. 1969; Maatalouden työtekniikan laitos, Helsingin Yliopisto; Vol 41 No 3.Saatavissa: <https://journal.fi/afs/article/view/71739>. Viitattu 6.3.2019.
- [8] NetMBA Business Knowledge Center. CPM - Critical Path Method. Saatavissa: <http://www.netmba.com/operations/project/cpm/>. Viitattu 7.3.2019.
- [9] I. M. Basha, A.H. Ibrahim, A.N. Abd El-Azim. Profitability Optimization of Construction Project Using Genetic Algorithm Cash Flow Model. 2016;Vol. 4(No. 1).
- [10] M. Martinsuo, S. Mäkinen, P. Suomala, J. Lyly-Yrjänäinen. Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa. 1. painos. ed. Helsinki: Edita; 2016.
- [11] H. Kuusela, R. Ollikainen. Riskit ja riskienhallinta. Tampere: Tampere University Press; 2005.
- [12] Pk-yrityksen riskienhallinta. Riskien suuruuden arviointi. VTTSaatavissa: <http://virtual.vtt.fi/virtual/pkrh/startti-riskienhallintaan/mita-riskienhallinta-on/riskien-suuruuden-arviointi/riskien-suuruuden-arviointi.html>. Viitattu 28.3.2019.
- [13] Suomen Riskienhallintayhdistys. PK-RH-riskienhallinta, Riskienhallintaprosessi. Saatavissa: <https://www.pk-rh.fi/riskienhallintaprosessi.html>. Viitattu 28.3.2019.
- [14] Tietosuojamalli. GDPR - Uudistuvat tietosuojavaatimukset haltuun 5 askeleella. Saatavissa: <https://www.tietosuojamalli.fi/blogi/gdpr-uudistuvat-tietosuojavaatimukset-haltuun-5-askeleella>. Viitattu 1.4.2019.
- [15] Projektiyhdistys Ry. PMO-tutkimus 2014. Saatavissa: <https://www.projekti-instituutti.fi/files/1390/PRY-3PMO-PMO2014-Tutkimustulokset.pdf>. Viitattu 28.3.2019.
- [16] Projekti-Instituutti. ABC Projektijohtamismalli. Saatavissa: [https://www.projekti-instituutti.fi/palvelut/abc\\_projektijohtamismalli](https://www.projekti-instituutti.fi/palvelut/abc_projektijohtamismalli). Viitattu 28.3.2019.
- [17] Empower Oy. Projektinjohtamisohje (luottamuksellinen). 2009;Version 1.0.

- [18] Tampereen kaupunki. Suomen ensimmäisen sähkövalaistuksen muistolaatta 1962. Saatavissa: <https://www.tampere.fi/ekstrat/taidemuseo/muistomerkit/sahkovalo.html>. Viitattu 20.7.2018.
- [19] Tilastokeskus. Suomen virallinen tilasto (SVT): Energiankulutus [verkkojulkaisu]. ISSN=1798-6842. Helsinki. Saatavissa: <http://www.stat.fi/til/ekul/kuv.html>. Viitattu 19.6.2018.
- [20] J. Bastman. Kartoitus alueverkkojen nykytilasta. 2009.
- [21] P. Korhonen, M. Syrjänen, M. Tötterström editors. Sähkönjakeluverkkoliiketoiminnan kustannustehokkuuden mittaaminen DEA-menetelmällä. Helsinki: Helsingin kauppakorkeakoulu; 2000.
- [22] Energiavirasto. Sähköverkon haltijat. Saatavissa: <https://www.energiavirasto.fi/sahko-verkon-haltijat>. Viitattu 19.6.2018.
- [23] L. Kumpulainen, H. Laaksonen, R. Komulainen, A. Martikainen, M. Lehtonen, P. Heine, A. Silvast, P. Imris, J. Partanen, J. Lassila, T. Kaipia, S. Viljainen, P. Verho, P. Järventausta, K. Kivikko, K. Kauhaniemi, H. Lågland, H. Saaristo. Verkkovisio 2030. Jakelu- ja alueverkkojen teknologiavisio [Visionary network 2030. Technology vision for future distribution network]. Espoo 2006. VTT Tiedotteita - Research Notes 2361. 89 s.
- [24] Energiavirasto. Tietoa meistä. Saatavissa: <https://energiavirasto.fi/energiavirasto>. Viitattu 21.9.2018.
- [25] Energiavirasto. Valvontamenetelmät neljännellä 1.1.2016 – 31.12.2019 ja viidennellä 1.1.2020 – 31.12.2023 valvontajaksolla. 2015; Saatavissa: [https://www.energiavirasto.fi/documents/10191/0/Liite\\_2\\_Valvontamenetelm%C3%A4t\\_S%C3%A4hk%C3%B6njakelu.pdf/c48d64d7-4364-4aa1-a91b-9e1cf1167936](https://www.energiavirasto.fi/documents/10191/0/Liite_2_Valvontamenetelm%C3%A4t_S%C3%A4hk%C3%B6njakelu.pdf/c48d64d7-4364-4aa1-a91b-9e1cf1167936). Viitattu 21.9.2018.
- [26] Energiavirasto. Sähköverkkoliiketoiminnan kehitys, sähköverkon toimitusvarmuus ja valvonnan vaikuttavuus 2017. Saatavissa: <https://www.energiavirasto.fi/documents/10191/0/S%C3%A4hk%C3%B6verkkoliiketoiminnan+kehitys+s%C3%A4hk%C3%B6verkon+toimitusvarmuus+ja+valvonnan+vaikuttavuus+2017.pdf/daa8b03d-b99f-4532-b7b2-3044cf3e6b75>. Viitattu 3.4.2019.
- [27] Energiavirasto. Sähköt katkot - Korvaukset. Saatavissa: <https://energia.fi/perustietoa/energia-alasta/energiaverkot/sahkokatkot/korvaukset>. Viitattu 3.4.2019.
- [28] Energiateollisuus ry. Sähkönjakelun luotettavuus aikaisempaa parempi – toimitusvarmuusinvestoinnit tehoavat. Saatavissa: [https://energia.fi/ajankohtaista\\_ja\\_materiaalipankki/materiaalipankki/sahkonjakelun\\_luotettavuus\\_aikaisempaa\\_parempi\\_toimitusvarmuusinvestoinnit\\_tehoavat.html](https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/sahkonjakelun_luotettavuus_aikaisempaa_parempi_toimitusvarmuusinvestoinnit_tehoavat.html). Viitattu 21.9.2018.
- [29] Energiateollisuus ry. Tiedote: Aapeli katkaisi sähköt lähes 200 000:lta – keskeytykset olivat kuitenkin aiempaa lyhyempiä, ilman jo tehtyjä investointeja myrsky olisi katkonut sähköjä pahemmin. 21.01.2019; Saatavissa: [https://energia.fi/ajankohtaista\\_ja\\_materiaalipankki/materiaalipankki/aapeli\\_katkaisi\\_sahkot\\_lahes\\_200\\_000\\_lta\\_-\\_keskeytykset\\_olivat\\_kuitenkin\\_aiempaa\\_lyhyempia\\_ilman\\_jo\\_tehtyja\\_investointeja\\_myrsky\\_olisi\\_katkonut\\_sahkoja\\_pahemmin.html#material-view](https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/aapeli_katkaisi_sahkot_lahes_200_000_lta_-_keskeytykset_olivat_kuitenkin_aiempaa_lyhyempia_ilman_jo_tehtyja_investointeja_myrsky_olisi_katkonut_sahkoja_pahemmin.html#material-view). Viitattu 18.4.2019.
- [30] J. Laine. Sähkönjakeluverkon komponenttien pitoajat. 2005; Lappeenrannan teknillinen yliopisto Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe20051191>. Viitattu 10.4.2019.
- [31] Energiavirasto. Sähköverkkotoiminnan tekniset tunnusluvut 2017. Saatavissa: <https://energiavirasto.fi/verkkotoiminnan-tilastot-ja-tunnusluvut>. Viitattu 18.4.2019.

- [32] Elenia Oy. Tiedote. Saatavissa: <http://www.elenia.fi/uutiset/elenia-investois%C3%A4%C3%A4varmaan-s%C3%A4hk%C3%B6verkkoon-yli-120-miljoonaa-euroa-vuonna-2017>. Viitattu 21.9.2018.
- [33] Caruna Oy. Vuosiraportti. 2017; Saatavissa: <http://vuosiraportti2017.caruna.fi/gri/data/>. Viitattu 9.5.2019.
- [34] A. Liuksiala. Rakennussopimukset. 5. painos ed. Helsinki: Rakennustieto Oy; 1999.
- [35] Energiateollisuus ry. Sähkösiirron hinnoittelu. 2017; Saatavissa: [https://energia.fi/ajankoh-taista\\_ ja\\_materiaalipankki/materiaalipankki/sahkonsiirron\\_hinnoittelu.html#material-view](https://energia.fi/ajankoh-taista_ ja_materiaalipankki/materiaalipankki/sahkonsiirron_hinnoittelu.html#material-view). Viitattu 17.4.2019.
- [36] A. Aminoff, I. Lappeteläinen, J. Partanen, S. Viljainen, K. Tahvanainen, P. Järventausta, P. Trygg. Ostopalveluiden käyttö verkkoliiketoiminnassa [Outsourcing services in electricity distribution network industry]. Espoo 2009. VTT Tiedotteita - Research Notes 2462. 101 s. + liitt. 14 s.
- [37] J. Lindroos. Haja-asutusalueiden sähköverkkojen urakoinnin liiketoimintamallit. 2008; Tampereen Yliopisto.
- [38] P. Lahdenperä, T. Koppinen. Kannustavat maksuperusteet rakennushankkeessa. Osa 1. Kansainvälinen kartoitus [Incentive payment bases for a construction project. Part 1. International state-of-the-art review]. Espoo 2003. VTT Tiedotteita – Research Notes 2191. 140 s.
- [39] Finlex. Lakivesi- ja energiahuollon, liikenteen ja postipalvelujen alalla toimivien yksiköiden hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista 1398/2016. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161398#Lidp446739536>. Viitattu 18.4.2019.
- [40] Elenia Oy. Hankintapolitiikka. Saatavissa: <https://www.elenia.fi/sites/default/files/Hankintapolitiikka.pdf>. Viitattu 18.4.2019.
- [41] E. Lakervi, J. Partanen. Sähkönjakelutekniikka. 3.painos ed. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press; 2012.
- [42] SFS 6000-8-814:2017 Pienjännitesähköasennukset: Eräitä asennuksia koskevat täydentävät vaatimukset. Kaapelien asentaminen maahan tai veteen. 2017.
- [43] Empower PN Oy. PND Projektikäsikirja (luottamuksellinen). 2016(version 2.0).
- [44] G. A. Moore. Inside the tornado: marketing strategies from Silicon Valley's cutting edge. New York: HarperBusiness Book; 1999.
- [45] USRadar Inc. Ground penetrating radar FAQ. Saatavissa: <http://www.usradar.com/about-ground-penetrating-radar-gpr/faq/>. Viitattu 30.4.2019.
- [46] Caruna Oy. Vanhoista kyllästetyistä pylväistä luopuminen - ohje. 2016.
- [47] Fujitsu C7. Exceleistä digitaaliseen salkunhallintaan -esitelmä. Saatavissa: <https://docplayer.fi/60916625-Fujitsu-c7-exceleista-digitaaliseen-salkunhallintaan-human-centric-innovation-in-action.html>. Viitattu 1.4.2019.