



Vaasan yliopisto  
UNIVERSITY OF VAASA

Sonja Pyykkö

# **Suunnitteluvaiheen tehostaminen AIS-projekteissa**

Tekniikan ja  
innovaatiojohtamisen yksikkö  
Kandidaatintutkielma,  
tuotantotalous  
Tekniikan kandidaatti

Vaasa 2025

---

**VAASAN YLIOPISTO****Tekniikan ja innovaatiojohtamisen yksikkö**

<b>Tekijä:</b>	Sonja Pyykkö		
<b>Tutkielman nimi:</b>	Suunnitteluvaiheen tehostaminen AIS-projekteissa		
<b>Tutkinto:</b>	Tekniikan kandidaatti		
<b>Oppiaine:</b>	Tuotantotalous		
<b>Työn ohjaaja:</b>	Tauno Kekäle		
<b>Valmistumisvuosi:</b>	2026	<b>Sivumäärä:</b>	<b>47</b>

---

**TIIVISTELMÄ:**

Projektit yritysmaailmassa sisältävät monia osa-alueita, joiden hallitseminen on tärkeää projektin onnistumiselle. Monimutkaisissa ja teknisissä projekteissa, kuten AIS-sähköasemaprojekteissa nämä osa-alueet ja tekijät korostuvat, ja lopulta määrittävät koko projektin onnistumisen. Projektisuunnittelu ja -hallinta luovat pohjan projektin toteuttamiselle, mikä korostaa eri osa-alueiden riippuvuuksia. Puutteelliset lähtötiedot, epäselvät vaatimukset ja epätietoisuus laajuuden hallinnassa voivat johtaa aikataulun viivästymiseen, tai kustannusylityksiin. Näitä pystytään hallitsemaan erilaisten työkalujen, kuten työn hajautusrakenteen (WBS), työpakettien ja verkostokaavion avulla. Nämä työkalut edesauttavat projektin aikataulun suunnittelua, resurssien järkevää käyttöä, tukevat projektin loogista etenemistä ja lisäävät hallittavuutta koko projektin elinkaaren ajan.

Työn tavoitteena on tutkia AIS-projektien suunnitteluvaiheen riippuvuusuhteita ja kehittää kaavio, joka toimii pohjana tehostettujen aikataulujen suunnittelemiseen, sekä muun suunnittelun ja päätöksenteon tukena. Työ on toteutettu toimeksiantona Hitachi Energyn Grid Integration -yksikölle. Työssä tarkastellaan Hitachi Energyn toimintaympäristöä ja energiamurrosta sähköalalla ja miten nämä vaikuttavat projektien määrän kasvuun, mistä on syntynyt myös tarve entistä selkeämmille toimintamalleille. Erityisessä roolissa ovat lähtötekijöiden ajoitukset, sekä primääri-, toisio- ja rakennesuunnittelun välinen yhteistyö. Työssä laadittu verkostodiagrammi auttaa tunnistamaan, mitkä ovat kriittisimmät lähtötiedot ja resurssitarpeet, sekä missä kohtaa projektia minkäkin tiedon tulisi olla saatavilla. Tämä tehostaa projektin kulkua entisestään.

---

**AVAINSANAT:** projektinhallinta, projektisuunnittelu, työn hajautusrakenne, työpaketti, verkostokaavio, lähtötekijät, lopputuotokset, AIS-projektit

## Sisällys

1	Johdanto	6
2	Hitachi Energy	8
2.1	Grid Integration	8
3	Sähköteollisuus	9
3.1	Uusiutuva energia	9
3.1.1	Uusiutuvan energian integroiminen	10
3.2	Energian kysynnän kasvu	10
3.3	Taloudelliset hyödyt	11
3.4	Tekoäly (AI)	12
3.5	Vaikutus Hitachi Energyllä	12
4	Sähköasemat	13
5	Projektisuunnittelu	14
5.1	Projektisuunnitelma ja aikataulus	15
5.1.1	Projektin tarkoitus	16
5.1.2	Projektin arvo	16
5.1.3	Projektin päämäärä	17
5.1.4	Projektin laajuus	17
5.1.5	Projektin menestystekijät	17
5.1.6	Projektin riskit	17
6	Projektinhallinta	19
6.1	Projektin elinkaari	19
6.2	Projektin suunnitteluvaiheen integroiminen projektinhallintaan	20
7	Laajuus (Scope)	21
7.1	Projektin laajuusmääritelmä (Scope Statement)	21
7.2	Projektin koko ja vaativuus	22
7.3	Haasteet projektisuunnittelussa ja -hallinnassa	23
8	Työn hajautusrakenne (Work Breakdown Structure)	25

8.1	Työpaketit (Work Packages)	25
8.2	Verkostokaavio (Project Network Diagram)	26
8.3	Lähtötekijät	26
8.4	Lopputuotokset	27
9	AIS-projektit	28
9.1	Haasteet AIS-projektien suunnitteluvaiheessa	28
9.1.1	Primäärisuunnittelun haasteet	29
9.1.2	Toisiosuunnittelun haasteet	29
9.1.3	Rakennesuunnittelun haasteet	30
9.2	AIS-projektien työpaketit	31
9.3	AIS-projektien lähtötekijät	32
9.4	AIS-projektien lopputuotokset	34
10	Yhteenveto ja johtopäätökset	36
	Lähteet	40
	Liitteet	1
	Liite 1. Primäärisuunnittelun verkostodiagrammi	1
	Liite 2. Toisiosuunnittelun verkostodiagrammi	2
	Liite 3. Rakennesuunnittelun verkostodiagrammi	3

## **Taulukot**

Eniten ja vähiten arvoa projektille tuovat projektinhallintatyökalut

## 1 Johdanto

Projektin onnistuminen edellyttää huolellista suunnittelua, erilaisia projektinhallintatyökaluja, sekä selkeää vastuunjakoja ja oikea-aikaista kommunikointia ja päätöksentekoa projektitiimin kesken. Projektinhallinnassa ja suunnitteluvaiheessa on tärkeää tietää projektin laajuus ja määritelmät, sillä nämä vaikuttavat aikatauluttamiseen, resurssien kohdentamiseen, sekä projektin tavoitteiden saavuttamiseen. Projektin onnistumisen varmistamiseksi määritellään myös muut mittarit, kuten kustannukset, aikataulu ja laatu (Pellerin & Perrier, 2018, s. 2164).

Loven ja Tamin (2017, s. 891) mukaan tyypillisiä rajoittavia tekijöitä projektille ovat aika, raha, laatu ja riski. Toissijainen – ja kunnianhimoisempi – haaste on optimoida tarvittavien lähtötekijöiden kohdentaminen ja integrointi niin, että projektin määritellyt tavoitteet saavutetaan. Haaste korostuu etenkin monimutkaisissa ja teknisissä projekteissa, kuten suurjännitekytkinlaitoksiin liittyvissä AIS-projekteissa, joissa työvaiheiden ja resurssien yhteensovittaminen on välttämätöntä. Tietyn lähtötekijän puuttuminen saattaa hidastaa koko suunnittelua, jolloin koko projektin aikataulu on vaarassa viivästyä.

Tätä ongelmaa pyritään hallitsemaan erilaisten projektinhallinnalle ja -suunnittelulle keskeisten työkalujen, kuten työn hajautusrakenteen, työpakettien ja verkostokaavion avulla. Mallien avulla pystytään varmistamaan projektin looginen aikataulurakenne tarvittavine tehtävineen ja eteneminen mahdollisimman vähäisillä viiveillä, jolloin resursseja käytetään tehokkaasti, mikä edistää koko projektin hallittavuutta.

Työn tavoitteena on tutkia ja selvittää AIS-projekteissa esiintyviä riippuvuussuhteita ja näin tehostaa ja parantaa aikataulua, suunnittelua ja projektin hallintaa. Aluksi työssä keskitytään sähköteollisuuteen, sähköasemiin, sekä AIS-projektien erityispiirteisiin. Luvussa viisi ja kuusi käydään läpi projektisuunnittelun ja -hallinnan olennaisia osa-alueita, jonka jälkeen luvussa seitsemän syvennytään projektin laajuuden merkitystä. Luvussa kahdeksan käsitellään projektisuunnittelun haasteita yleisesti, kuin myös AIS-

projekteissa. Luvussa yhdeksän keskitytään työn hajautusrakenteeseen. Työssäni olen mallintanut kolme verkostodiagrammia suunnittelualoittain, joita voitaisiin jatkossa käyttää projektin suunnitteluvaiheen ja aikataulujen pohjana. Verkostodiagrammeista pystyy havaitsemaan, mitkä resurssit tulisi olla saatavilla ensimmäisenä, jotta projektia pystytään edistämään loogisessa järjestyksessä, ilman keskeytyksiä tai turhia viiveitä. Diagrammit hahmottavat myös eri työpakettien väliset riippuvuussuhteet, mikä auttaa resurssien kohdentamista ja mahdollistaa paremman seurannan projektin etenemisestä. Diagrammien tarkoituksena olisi parantaa projektin ennakoituvuutta, sekä helpottaa päätöksentekoa. Nämä diagrammit löytyvät liitteistä.

## 2 Hitachi Energy

Hitachi Energy Suomessa valmistaa, suunnittelee, toimittaa ja kunnossapitää muuntajia, sekä huolehtii sähköverkon hallinnan ohjaus-, automaatio- ja valvontajärjestelmistä. Merkittävä osa projekteista liittyy sähkönlaatuun ja kriittiseen sähkönjakeluun sekä siirto- ja jakeluverkon ratkaisuihin, kuten sähköasemakokonaisuuksien suunnitteluun ja toteuttamiseen (2025). Yhtiön missiona on olla osana nopeuttamassa puhtaan energian siirtymää. Hitachi Energy tavoitteena on kehittää maailman energiajärjestelmiä ympäristömyönteisemmäksi, joustavammaksi ja entistä luotettavammaksi. Maailmanlaajuisesti Hitachi Energyllä työskentelee noin 45 000 työntekijää, joista Suomessa noin 600. Hitachi Energy on jaettu neljään eri liiketoimintayksikköön; sähköverkon automaatioon (Grid Automation), sähköverkon integrointiin (Grid Integration), muuntajiin (Transformers) ja palveluihin (Service).

### 2.1 Grid Integration

Hitachi Energyn Grid Integration yksikkö keskittyy tuottamaan ratkaisuita ja palveluita, jotka mahdollistavat sähköverkkojärjestelmien suunnittelun, käytön ja ylläpidon asiakkaille ja kumppaneille. Tarjonta kattaa myös konsultointipalvelun, joka tukee projektin ensimmäisissä suunnitteluvaiheissa ja kokonaisista sähkösystemeistä aina suurjännitteiseen tasavirtatekniikkaan, sähkönlaaturatkaisuihin, sähköisen liikkumisen ja liikenteen ratkaisuihin, puolijohdeteknologoihin sekä kehittyneisiin huolto- ja palveluratkaisuihin. Ratkaisut yhdistävät sähköverkkoja, optimoivat siirrettävän sähkön laatua ja mahdollistavat nopeasti kasvavan liikenteen sähköistämisen, näin auttaen asiakkaita ja kumppaneita edistämään kestävää tulevaisuutta kaikille (2025).

### 3 Sähköteollisuus

Sähköteollisuus kattaa sähkön tuotannon, siirron ja jakelun ja palvelee asiakkaita vähittäiskaupasta kaupallisiin ja asuinkäyttöihin. (Lacy ja muut, 2020, s.120) Sähköala on yhä merkittävä hiilidioksidipäästöjen tuottaja, mutta tällä hetkellä sähköteollisuus käy läpi merkittävää muutosta maailmanlaajuisesti uusien teknologioiden kehittyessä ja markkinatarpeiden kasvaessa (Santos, 2024). Sähköteollisuus perustuu vielä vahvasti fossiilisiin polttoaineisiin, mutta teollisuuden ala kokee merkittävää muutosta uusiutuvien energialähteiden käytön lisääntyessä (Lacy ja muut, 2020, s.120). Siksi uusiutuvan energian integroiminen sähköverkkoon on lähivuosina herättänyt merkittävää ympäristöllistä, taloudellista ja teknistä huomiota (Al-Shetwi, 2022). Osman ja muut (2022, s. 745) arvioivat, että vuoteen 2050 mennessä uusitut energiamuodot voisivat vähentää hiilidioksidipäästöjä 90 % sähköteollisuudessa, mikä olisi huomattava vähennys.

#### 3.1 Uusiutuva energia

Uusiutuvalla energialla tarkoitetaan energiamuotoja, joita luonto tuottaa jatkuvasti uudelleen (Hafezi, 2020). Ympäristöystävällisten ominaisuuksien ja kyvyn tuottaa energiaa kokonaan tai melkein kokonaan ilman saastuttavia päästöjä, uusiutuva energia kerää yhä enemmän huomiota yhteiskunnan tietoisuuden lisääntyessä (Ang ja muut, 2022). Uusiutuvan energian tuotannon etuja ovat alhaisten hiilidioksidipäästöjen lisäksi alhaisemmat asennuskustannukset, huoltokustannusten väheneminen, sekä sähkön parempi laatu (Rana ja muut, 2023). International Energy Agencyn mukaan vuonna 2022 yli 26 % tuotetusta maailmanlaajuisesta energiasta tuli uusiutuvista energialähteistä. Tämä antaa selkeää suuntaa kestävämpää lähestymistapaa kohti. Siirtymä ei ole pelkästään ollut symbolinen, sillä Yhdistyneiden kansakuntien ympäristöohjelman (United Nations Environment Programme, UNEP) mukaan vuoden 2010 ja 2021 välillä uusiutuvan energian käyttöönotto sähköverkoissa on osaltaan vähentänyt yli 2,3 miljardia tonnia hiilidioksidipäästöjä (Gallegos ja muut, 2024, s. 18). Tämä on yksi merkittävistä vaikutuksista, jotka korostavat uusiutuvan energian tärkeää roolia. BP:n

raportin mukaan vaihtoehtoiset ja uusiutuvat energialähteet saattavat nousta vuoteen 2025 maailman suurimmaksi energialähteeksi, kattaen noin 60 % kaikesta maailmanlaajuisesta energiantuotannosta. (Acosta-López, 2023).

### **3.1.1 Uusiutuvan energian integroiminen**

Uusiutuvan energian integroinnin kasvu lisääntyy huomattavasti vuosi vuodelta ja sen odotetaan kasvavan yhä edelleen. Uusiutuvien energialähteiden, kuten esimerkiksi tuuli- ja aurinkoenergian käyttöönotossa ja integroinnissa on suuresti potentiaalia parantaa energiaturvallisuutta ja energiatehokkuutta, sekä lieventää ilmastonmuutosta. (Chou ja muut, 2023, s. 18) Myös Yunin ja Xuenin (2016, s. 1058) mukaan uusiutuvan energian integroiminen sähköverkkoihin on olennainen osa sähköjärjestelmien modernisoinnissa. Uusiutuvan energian integroiminen on erityisen tärkeää älyverkkoihin (Smart Grids), eli sähköverkkoihin, jotka hyödyntävät edistynyttä valvonta-, ohjaus- ja kommunikaatioteknologiaa ja siten parantavat energiantuotannon ja -jakelun toimintatehokkuutta. Älyverkkojen tarkoituksena on myös integroida kaikki energiaketjun sidosryhmät, jotta sähköenergian toimittaminen on kestävä, taloudellista ja turvallista. Älyverkkojen menestyksen kannalta keskeistä on saumaton ja sujuva integraatio ja vuorovaikutus sähköverkkoinfrastruktuuriin, eli fyysisiin järjestelmiin, tiedon seurantaan, prosessointiin, älykkyyteen ja kybersysteemien ohjaukseen. Integroiminen onnistuu sujuvasti, kun tekniset, taloudelliset, hallinnolliset ja poliittiset rajoitukset otetaan huomioon. Uusiutuvan energian ja älyverkkojen integroimisessa on myös välttämätöntä tehokas datan hallitseminen ja hyödyntäminen (Gallegos ja muut, 2024, s.22).

### **3.2 Energian kysynnän kasvu**

Myös jatkuva kasvu yleisessä energian kysynnässä on suuressa roolissa uusiutuvien energialähteiden kehityksessä ja käyttöönotossa. Maailmanlaajuisessa energian käytössä on havaittu merkittävää kasvua viime vuosina. Tätä ajaa etenkin laajentunut kysyntä eri sektoreiden välillä, esimerkiksi rakennusten, teollisuuden ja liikenteen

kasvaneen kysynnän seurauksena energian kokonaismäärä kasvoi 2,5-kertaiseksi vuosien 1971 ja 2020 välillä ja 39 % viimeisen 20 vuoden aikana (Scoccimarro ja muut, 2023, s.2). Ilmastomuutoksen seurauksena myös jäähdytys vaatii tänä päivänä yhä enemmän energiaa. Khourchidin ja muiden (2022, s.4) mukaan jäähdytystarpeet tulevat olemaan 3,8–4,5 kertaa suuremmat 2050 mennessä, verrattuna vuoteen 2010.

### **3.3 Taloudelliset hyödyt**

Uusiutuva energia ei ainoastaan edistä kestävyyttä, vaan sillä on myös taloudellista merkitystä. Energiateknologian kehitys ja käyttöönotto ovat synnyttäneet uusia teollisuudenaloja ja markkinoita, kiihdyttäen innovaatiota ja talouden monipuolistumista. Ensimmäisistä yksi suurimmista uusiutuvan energian käyttöönoton luomista hyödyistä on uudet työpaikat. Uusiutuvan energian alasta on tullut vaikuttava työllisyyden lähde ja se on luonut miljoonia työpaikkoja maailmanlaajuisesti (Uzundu & Joseph, 2024, s. 1710). Esimerkiksi Uzondun ja Josephin mukaan vuonna 2020 maailmanlaajuinen uusiutuvan energian sektori työllisti yli 11,5 miljoonaa ihmistä, mikä korostaa sen keskeistä roolia kehityksen ja talouskasvun edistäjänä. Työllisyyden kasvu liittyy kasvaviin investointeihin uusiutuvan energian infrastruktuurissa ja projektien laajenemiseen eri alueilla. Uusien työpaikkojen syntyminen ulottuu useille eri osa-alueille, kuten rakentamiseen, asentamiseen, kunnossapitoon, ja toimitusketjun hallitsemiseen (Uzundu & Joseph, 2024, s. 1710).

Luonnollisten ja uusiutuvien resurssien käyttäminen hyödyttää taloutta myös vähentämällä energian tuottamisen hintaa (Ang ja muut, 2022). Osmanin ja muiden (2022, s. 745) uusiutuva energia tulee pian olemaan halvin energianlähde suurimmassa osassa maailmaa.

### 3.4 Tekoäly (AI)

Tekoäly (AI, Artificial Intelligence) on teknologia, joka mahdollista tietokoneiden ja laitteiden jäljitellä ihmisen älykkyyttä ja ongelmanratkaisukykyä. Tekoäly kehittää laitteita, jotka pystyvät oppimaan, päättämään ja toimimaan tavalla, joka normaalisti vaatisi ihmisen älykkyyttä. Tekoälyn avulla laitteet pystyvät käsittelemään tietoa sellaisella laajuudella ja nopeudella, joka ylittää ihmisen kyvyt. Tekoäly toimii yhdistämällä suuria määriä dataa nopealla ja toistuvalla prosessilla, sekä älykkäillä algoritmeilla (Shrivastava ja muut, 2024, s. 5501).

Tekoälyn hyödyntämisen lisääntymisen myötä on entistä enemmän tarvetta datan säilyttämiselle, käsittelemiselle ja palvelemille. Tämän takia datakeskuksille (Data Centers) on tällä hetkellä suurta kysyntää. Datakeskukset tukevat palvelimia, digitaalista tallennuslaitteistoa ja verkkoinfrastruktuuria tietojenkäsittelyä ja tiedon tallentamista varten (Siddik ja muut, 2021). Li ja muut (2024) ovat arvioineet, että vuonna 2025 datakeskusten energiankulutus muodostaisi 4,5 % maailman kokonaisenergiankulutuksesta ja jopa 8 % vuonna 2030.

### 3.5 Vaikutus Hitachi Energyllä

Hitachi Energy hyötyy merkittävästi energiamurroksesta, uusiutuvan energian integroinnista, älyverkkojen kehityksestä ja kasvavasta digitalisaatiosta. Projekteja on enemmän kuin koskaan ennen ja uusia investointeja tehdään jatkuvasti sähköinfrastruktuurin modernisoimiseksi ympäri maailmaa.

## 4 Sähköasemat

Sähköasema on osa sähköenergian siirto- tai jakeluverkkoa, jossa sähköverkkoa voidaan käyttää ja hallita. Sähköasemat toimivat hajautetun sähköverkon solmukohtina, jotka yhdistävät voimajohdot ja muuntavat jännitetasoja. Sähköasemat sisältävät myös katkaisijat, jotka säätelevät virran kulkua vikatilanteissa tai suunnitelluissa toimenpiteissä. Sähköasemiin kuuluvat myös mittauslaitteet, jotka mittaavat jännitettä ja virtaa, sekä suojalaitteet, jotka suojaavat sähköjärjestelmää. Näiden lisäksi sähköasemissa on myös viestintälaitteisto, joka välittää tietoa paikalliselle tai alueelliselle verkonhaltijalle. Sähköasemat ovat keskeisessä osassa sähköjärjestelmiä, sekä tärkeitä siirtoyhtiöille ja verkon käyttöhenkilöstölle. Ennen kaikkea ne takaavat ja turvaavat sähkönsaannin kuluttajille. (Santos, 2024). Sähköasemia on kahdenlaisia, AIS- ja GIS-sähköasemia. Tässä työssä käsitellään AIS-sähköasemia.

## 5 Projektisuunnittelu

Projektisuunnittelulla tarkoitetaan projektin suunnitteluvaiheen hallintaa ja aktiviteettien suunnittelua ja hallintaa, jotka tapahtuvat ennen projektin suorittamisvaihetta (Serrador, 2015, s. 12). Projektisuunnittelu auttaa hallitsemaan epävarmuuksia, joita projektiin voi kohdistua (Worsley, L. & Worsley, C., 2019, s. 1).

Projektin määritelmä on tilapäinen hanke, jonka aikana toteutetaan ainutlaatuinen tuote, palvelu tai lopputulos. Projektin tavoitteena on tuottaa lopputulos tai -tuloksia, jotka ovat ainutlaatuisia tuotteita, tuloksia tai kykyjä suorittaa palvelu. Lopputulos voi olla aineellinen tuote tai aineeton hyödyke. Projektin lopputuloksessa tai projektin aikana suoritettavissa aktiviteeteissa saattaa esiintyä toistuvia elementtejä, mutta tämä ei muuta projektityön peruspiirrettä siitä, että projektit ovat ainutlaatuisia. Projektin kertalaatuisen luonteen vuoksi projektilla on selkeä aloitus ja lopetus (A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)—Sixth Edition, 2017).

Projektin valmistumispäivä voi olla esimerkiksi sisäisen johdon, sidosryhmien, tai asiakkaan asettama. Projektiryhmällä ei ole vaikutusvaltaa määräajan suhteen (Wysocki, 2019 s. 34-36)

Projekti koostuu tietyistä aktiviteeteista, jotka on suoritettava tietyssä järjestyksessä tai sarjassa. Projektin aktiviteetit voivat olla uniikkeja, eli joka kerta erilaisia, tai toistuvia ja yksinkertaisia tehtäviä (Wysocki, 2019, s. 34).

Mitä paremmin projekti on suunniteltu, sitä menestyvämpi projekti tulee olemaan (Pedro Serrador, 2018, s.5). Hyvä suunnittelu vähentää epävarmuutta, sillä kun asiat eivät tapahdu suunnitelman mukaan, riskien arviointi on helpompaa, joka helpottaa myös tarvittavien korjaavien toimenpiteiden valmistelua. Suunnittelu myös lisää ymmärrystä ja parantaa tehokkuutta, jolloin projektin tavoitteisiin päästään tehokkaammin ja resurssien käyttö pystytään maksimoimaan (Wysocki, 2019, s. 189).

## 5.1 Projektisuunnitelma ja aikataulutus

Projektisuunnitelmassa on tärkeää ottaa huomioon projektin tarkoitus, arvo, päämäärä, laajuus, kriittiset menestystekijät, sekä riskit. Asiakkaiden ja muiden keskeisten sidosryhmien päätöksillä on erittäin suuri merkitys projektisuunnitelman alkuvaiheessa, sillä vain he pystyvät määrittämään tarkoituksen, arvon ja päämäärän. (Worsley, L. & Worsley, C., 2019, s. 3). Sidosryhmillä voidaan tarkoittaa kaikkia osapuolia, joita projektin lopputulos kiinnostaa. Tähän saattavat kuulua asiakkaan ja projektitiimin lisäksi esimerkiksi ulkopuolisia esihenkilöitä, asiakkaan yhtiön työntekijöitä, sekä projektin sponsoreita (Marion & Richardson, 2022, s. 26). Projektin laajuus, kriittiset menestystekijät ja riskit ovat taas keskeisiä kysymyksiä projektitiimille (Worsley, L. & Worsley, C., 2019, s. 3). Kun keskeisimmät tekijät tiedetään, tulee miettiä, miten tuotokset tuotetaan ja missä järjestyksessä. Tämän lisäksi on tärkeää ymmärtää tarkasti, mitä resursseja tarvitaan.

Projektisuunnitelma perustuu resurssien mukaan laadittuun aikatauluun (Marion & Richardson, 2022, s. 53). Aikataulutus perustuu tehtävien järjestyksen ja kestojen määrittämiseen sekä resurssien välisiin kompromisseihin ja ohjaamiseen, jotka määritellään suunnitteluprosessin alussa. Suunnittelun alussa aikataulu perustuu usein karkeisiin arvoihin, joita saattavat heikentää epävarmuus ja tiedon puute. Tämän takia aikataulun laatimiseen käytetään usein puskuristrategioita ja budjettivaroja. Operatiivisella tasolla aikataulu laaditaan yksityiskohtaisemmin ja epävarmuutta hallitaan joko proaktiivisella, eli ennakoivalla tai reaktiivisella, eli häiriöihin reagoivalla aikataulutuksella (Pellerin & Perrier, 2018, s. 2163). Aikataulua suunniteltaessa tulisi välttää toimintojen järjestämistä resurssirajoitteiden mukaan. Esimerkiksi Wysockin (2019, s. 34-36) mukaan ”Pete aloittaa toiminnon B heti, kun hän on valmis toiminnan A kanssa” tyylinen ajattelu tulisi jättää aikataulua suunniteltaessa kokonaan pois, sillä se luo keinotekoisien riippuvuuden toimintojen välille. Tästä syntyisi siis ongelma, jos Pete ei olisikaan lainkaan käytettävissä.

### 5.1.1 Projektin tarkoitus

Projektin tarkoitusta pohdittaessa tulee pohtia, miksi projekti toteutetaan ja mikä on ongelma, johon etsitään ratkaisua. Vastaus kysymykseen kuvaa projektin tarkoitusta (Worsley, L. & Worsley, C., 2019, s. 4). Yksityisellä sektorilla toimivan yrityksen tavoitteena on maksimoida sijoittajien saama rahallinen tuotto, jonka takia projektien tarkoituksena on edistää sitä rahoituksellisesti ja taloudellisesti (Prakash, 2023, s. 44). Yksityisen sektorin projektit keskittyvät hyötyihin, jotka pyrkivät parantamaan yrityksen rahallista tilannetta, kuten luomaan rahavirtaa ja säästöjä, sekä etuihin, jotka edistävät jo käynnissä olevia toimintoja, kuten tuotekehitystä tai laatua (Zwikael, 2024, s. 7). Taloudellisiin hyötyihin kuuluvat muun muassa sijoitetun pääoman tuotto (Return Of Investment, ROI) ja nettonykyarvo (Net Present Value, NPV). Kun projekti on käynnistynyt ja toiminnassa, se alkaa tuottamaan rahavirtaa ja näin tarjoaa tuottoa sijoittajien pääomalle. Yleensä mitä suurempi projekti on rahallisesti, sitä suurempi on myös varojen kasvu taseessa (Zwikael, 2024, s. 3).

### 5.1.2 Projektin arvo

Projektin arvoon vaikuttaa, miksi projekti on halutaan toteuttaa ja kenelle se on arvokas. Hyödyt ovat organisaatiolle lisäarvoa tuottavia ja mitattavissa olevia tekijöitä (Worsley, L. & Worsley, C., 2019, s.4–5). Zerjavin (2021, s. 288) mukaan asiakas ryhtyy projektiin sen odotetun arvon, kuten esimerkiksi kasvun tai paremman palvelunlaadun vuoksi. Taloudellisesti projektin arvo määrittyy vertaamalla odotettuja tulevia hyötyjä ja niiden saavuttamiseen vaadittavia nykyisiä kustannuksia. Tämä antaa objektiivisen kuvan taloudellisesta suoriutumisesta. Erityisesti yritykset, jotka toimivat kokonaan projektien kautta käyttävät kannattavuutta projektin arvon mittarina, sillä se on yrityksen olemassaololle välttämätöntä pitkällä aikavälillä (Kaufmann C. & Kock A., 2022, s. 627). Viime aikoina tehtyjen tutkimusten mukaan projektin arvoa kuvataan usein laajempina prosessina, jossa useat organisaatiot yhdistävät tavoitteensa ja tekevät yhteistyötä saavuttaakseen yhteiset lopputulokset.

### 5.1.3 Projektin päämäärä

Päämäärää mietittäessä tulee miettiä, millaista menestystä projektilta haetaan. Vastauksena tähän tulisi olla lause, joka kuvastaa projektin valmistusvaihetta ja on muotoiltu organisaation kykyjen muutosten näkökulmasta. Sen tulisi käsitellä suoraan ongelmaa tai mahdollisuutta (Worsley, L. & Worsley, C., 2019, s. 5). Projektit rahoitetaan tuottamaan toivottuja lopputuloksia ja yleensä projektin päämäärä yritykselle on lisääntynyt voitto (Zwikael, 2024, s. 2).

### 5.1.4 Projektin laajuus

Projektin laajuutta suunniteltaessa projektitiimille keskeinen kysymys on: ”Mitä halutaan tuottaa?”, sekä ”Miten tavoite saavutetaan?” Tässä kohtaa suunnittelua keskiössä ovat lopputuotokset tai ulostulot (Outputit), eli tulokset, jotka jäävät jäljelle projektin valmistuttua ja ovat keskeisessä roolissa saavuttamaan toivotut lopputulokset (Worsley, L. & Worsley, C., 2019, s. 5).

### 5.1.5 Projektin menestystekijät

Projektin onnistumista varten tulee pohtia, mitä pitää tehdä oikein. Tämä on usein yksi vaikeimmista kysymyksistä, joihin löytää vastaus, koska se edellyttää syvällistä ymmärtämistä projektin tavoitteista, sekä myös sidosryhmien odotuksista. Onnistumista varten olennaisia ovat kriittiset menestystekijät (Critical Success Factors, CSF), jotka ovat niitä asioita, joita ilman projekti epäonnistuu. Kriittiset menestystekijät tunnistetaan yleensä analysoimalla tavoite- ja hyötylausekkeita, mutta usein projektin sidosryhmät määrittelevät ne lopullisesti (Worsley, L. & Worsley, C., 2019, s. 6).

### 5.1.6 Projektin riskit

Projektin riskit ovat suurimmat uhat projektin menestymiselle, esimerkiksi jotain, mikä voisi aiheuttaa kulujen nousun tai hyötyjen arvon alenemisen. Riskillä tarkoitetaan tässä tapauksessa mitä tahansa tapahtumaa, jolla saattaisi olla negatiivinen vaikutus projektin

lopputulosten saavuttamiseksi ja joita aiotaan hallita. Riskitason suunnittelussa keskitytään riskeihin, jotka tulisi jakaa ja sopia yhteisesti sidosryhmien kanssa. On tärkeää, että riskit tunnistetaan jo aikaisessa vaiheessa ja listataan projektin seurantalokiin (Worsley, L. & Worsley, C., 2019, s. 6).

## 6 Projektin johtaminen ja hallinta

Projektin johtaminen (Project Management, PM) on tiedon, taitojen ja tekniikoiden soveltamista projektin vaatimusten täyttämiseksi. Projektin johtaminen toteutuu soveltamalla ja yhdistämällä sopivat projektihallintaprosessit, jotka on tunnistettu tarvittavaksi kyseisessä projektissa. Projektinhallinta sisältää usein projektin vaatimusten tunnistamisen, sidosryhmien erilaisten tarpeiden, huolenaiheiden ja odotusten huomioon ottamisen, sekä aktiivisen viestintäyhteyden luomisen ja ylläpitämisen projekti- ja sidosryhmän kanssa, kuten myös resurssien, laajuuden, aikataulun, kustannuksien, laadun, resurssien ja riskien hallinnan (A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)—Sixth Edition, 2017, s. 542).

Projektinhallinnalla on keskeinen rooli innovaatioiden edistämässä, sillä se tarjoaa rakenteellisia toimintamalleja ja menetelmiä, joiden avulla organisaatiot pystyvät muuntamaan uudet ideat konkreettisiksi tuloksiksi. Tehokkaalla projektinhallinnalla ideat muuttuvat jäsennellyiksi projekteiksi systemaattisella toteutuksella. Projektinhallinnalla on myös tärkeä rooli talouskasvun edistäjänä, erityisesti suurten infrastruktuurihankkeiden, teknologisen kehityksen ja liiketoimintaprojektien toteutuksessa. Tällöin vaikutus taloudelliseen kehitykseen on huomattava, koska tämä kattaa hankkeiden suunnittelun, toteutuksen, sekä myös laajemmat johtamiskäytäntöjen tuomat taloudelliset hyödyt. Tällaisia hankkeita ovat esimerkiksi liikenneverkot, energiajärjestelmät, sekä kaupunkikehityshankkeet (Iriogbe ja muut, 2024, s. 2821-2822).

### 6.1 Projektin elinkaari

Projektin elinkaarella (Project Life Cycle) tarkoitetaan vaiheita, jotka projekti käy läpi aloituksesta lopetukseen. Projektin vaiheet ovat joukko loogisesti toisiinsa liittyviä projektitoimintoja, jotka johtavat yhden tai useamman toimituksen valmistumiseen. Vaiheet voivat olla peräkkäisiä, toistuvia tai päällekkäisiä. Vaiheet ovat myös ajallisesti rajattuja ja niillä on selkeä alku ja loppu. Projektin elinkaari luo raamit projektin

hallinnalle, riippumatta työn tarkasta sisällöstä. Elinkaareen voivat vaikuttaa yksilölliset organisaation, teollisuuden, toimintamallin tai käytetyn teknologian piirteet, mutta tyypillisesti projektin elinkaareen kuuluvat projektin alku, organisoiminen ja valmisteleminen, työn suorittaminen ja projektin sulkeminen (A Guide to the Project Management Body of Knowledge ( PMBOK® Guide )—Sixth Edition, 2017, s. 547-548).

## **6.2 Projektin suunnitteluvaiheen integroiminen projektihallintaan**

Projektin integroinnin hallinta (Project Integration Management) on joukko prosesseja ja aktiviteetteja, joiden avulla tunnistetaan, määritellään, yhdistetään, eheytetään ja koordinoidaan useita prosesseja ja projektihallintatoimintoja projektihallinnan prosessiryhmien sisällä. Projektin integraatiohallinta koostuu resurssien jakamisesta, kilpailevien vaatimusten tasapainottamisesta, vaihtoehtoisten lähestymistapojen tutkimisesta ja prosessin mukauttamisesta tavoitteiden saavuttamiseksi. Projektihallinnassa tämä koostuu yhtenäistämisestä, vahvistamisesta, viestinnästä ja vuorovaikutuksesta. Näitä toimia tulisi soveltaa heti projektin alusta aina sen loppuun asti ((A Guide to the Project Management Body of Knowledge ( PMBOK® Guide )—Sixth Edition, 2017, s. 69).

## 7 Laajuus (Scope)

Projektin scope, eli projektin laajuus määrittää, mitä projekti toimittaa. Projektin suunnittelu alkaa laajuussuunnittelusta. Laajuussuunnittelun tarkoituksena on varmistaa, että kaikki tarvittava ja ainoastaan tarvittava työ tunnistetaan selkeästi, tuotokset ja lopputulokset dokumentoidaan ja että rajaehdot on määritelty sopivasti. Laajuus suunnitellaan yhdessä aikataulu-, resurssi-, budjetti- ja riskisuunnittelun kanssa (Dionisio & Martinelli, 2025).

Projektin tarkoituksena on tuottaa erittäin tarkkoja lopputuloksia tietyssä ajassa, joten voisi luulla, että projektin laajuus olisi suoraviivainen. Usein sillä on kuitenkin taipumusta laajentua. Aina, kun projekti kohtaa ongelman, projektin laajuus luonnollisesti kasvaa, sillä ongelman ratkaiseminen vaatii lisää työtä. Ongelman luonteesta riippuen saatetaan tarvita lisää resursseja ja uusia suunnitelmia. Laajuus voi kasvaa myös siksi, että projektin toteuttaminen vie aikaa. Tämän takia vaatimukset, standardit ja markkinat saattavat muuttua, mikä saattaa tuoda lisäyksiä ennalta suunniteltuun työhön. Projektin laajuus alkaa pienesti ja kasvaa asteittain, kunnes se on kokonaisuudessaan ymmärrettävissä (Marion & Richardson, 2022, s. 59).

Projektin laajuus sisältää työn, joka tulee tehdä tarvittavien ominaisuuksien ja toimintojen toimittamiseksi. Myös kaikki projektin hallinnan suunnitelman osat, komponentit ja dokumentit ovat osat projektin laajuutta (Dionisio & Martinelli, 2025).

### 7.1 Projektin laajuusmääritelmä (Scope Statement)

Projektin laajuusmääritelmä (Scope Statement), on ensimmäinen askel projektin suunnittelussa. Laajuusmääritelmä on kirjallinen kuvaus projektin ja tuotteen laajuudesta ja antaa selkeän kuvan projektista ja sen keskeisistä tuotoksista. Siinä kuvataan myös projektin rajat, eli se, mitä projektiin ei kuulu. Tämä toimii pohjana päätöksenteolle ja kompromisseille projektin suunnittelun, ja toteuttamisen aikana. (Dionisio & Martinelli, 2025). Projektin laajuusmääritelmä on Fernandesin ja muiden

(2022, s. 5) tutkimuksen mukaan yksi hyödyllisimmistä työkaluista ja tekniikoista projektin hallinnassa. Tutkimuksen otantana oli 793 projektinhallinnan ammattilaista maailmanlaajuisesti, yli 75:stä maasta. Laajuusmääritelmän todettiin tuovan projektille kolmanneksi eniten oleellista arvoa. Vain tehtävien aikataulutukseen käytettävä projektinhallintaohjelmisto ja edistysraportti arvioitiin tärkeämmiksi.

**Taulukko 1.** Eniten ja vähiten arvoa projektille tuovat projektinhallintatyökalut (Fernandes ja muut, 2022, s. 6).

Highest 'intrinsic value'	Lowest 'intrinsic value'
1. PM software for task scheduling	1. Life cycle cost
2. Progress report	2. Graphic of risk information
3. Scope statement	3. Parametric estimating
4. Requirements analysis	4. Learning curve
5. Kick-off meeting	5. Quality function Deployment
6. Gantt chart	6. Value analysis
7. Lesson learned/post-mortem	7. Trend chart or S-curve
8. Change request	8. Critical chain method and analysis
9. PM software monitoring schedule	9. Control charts
10. Work breakdown structure	10. PERT analysis
11. Milestone planning	11. Cause-and-effect diagram
12. Statement of work	12. PM software for simulation
13. PM software resources scheduling	13. Pareto diagram
14. Risk management documents	14. Decision tree
15. Activity list	15. Monte Carlo analysis
16. Quality inspection	
17. Baseline plan	
18. Contingency plans	
19. Ranking of risks	
20. Client acceptance form	

## 7.2 Projektin koko ja vaativuus

Projektin koko on merkittävä tekijä sen onnistumisen kannalta. Tämä korostuu erityisesti rakennusprojekteissa, riippumatta projektin suoritustavasta. (Nguyen ja muut, 2021, s. 880). Projektin koolla on suuri merkitys projektin laajuutta suunniteltaessa, koska eri kokoisissa projekteissa tulee ottaa erilaiset asiat huomioon. Projektin koko on esimerkiksi yksi kustannuslilytyksiin vaikuttavista tekijöistä (Herath & Chong, 2021, s. 436). Tämä johtuu muun muassa siitä, koska laajemmissa projekteissa kesto on myös pidempi, joka nostaa rakennuskustannuksia, epävarmojen kustannuslaskelmien määrää, sekä laaejentaa organisaatorakennetta (Nguyen ja muut, 2021, s. 880). Myös AIS-

projekteissa koko vaikuttaa merkittävästi siihen, kuinka paljon budjettia, aikataulua ja laajuutta tulee muokata. Suuremmat projektit vaativat luonnollisesti enemmän resursseja, tarkempaa suunnittelua ja joustavampaa hallintaa muutosten varalta.

Projektin vaativuus on myös kriittinen tekijä, joka vaikuttaa projektin onnistumiseen, sekä hallintaan. AIS-projekteissa jokainen asiakastilaus vaatii tuotteen, joka on jotenkin räätälöity. Tällöin projektin sopimuksen vaatimukset tuottavat usein tehtäviä ja toimenpiteitä, joita ei suoranaisesti mainita laajuutta selventävissä dokumenteissa. Näiden tehtävien ja toimenpiteiden kautta syntyy rajapintoja ja riippuvuuksia, jotka voivat merkittävästi vaikuttaa projektin suunnitteluun, sekä toteutukseen. Projekti voi olla rakenteellisesti vaativa, mikä tarkoittaa, että siinä on paljon monimuotoisuutta, suunnittelutoimintoja- ja päätöksiä, sekä erilaisia riippuvuuksia. Emergentti vaativuus johtuu taas projektin epävarmuudesta, joihin vaikuttavat esimerkiksi tuotteen uutuusarvo tai tiimin kokemus. Projekti voi olla myös sosiopoliittisesti vaativa, mikä pääosin johtuu tiimin, sidosryhmien ja asiakkaan välisestä vuorovaikutuksesta. Tällöin Kaufmannin ja Kockin (2022, s. 626) mukaan kyseessä saattaa olla alhainen tuki johdolta tai epämotivoitunut tiimi. AIS-projektien vaativuus on yleensä rakenteellista, juuri monien päätösten ja riippuvuuksien takia, mutta myös emergenttiä vaativuutta esiintyy. Esimerkiksi tiimin kokemuksella saattaa olla suuri merkitys.

### **7.3 Haasteet projektisuunnittelussa ja -hallinnassa**

Pellerinin ja Perrierin (2018, s. 2172) mukaan suurimmat haasteet yleisestä projektisuunnittelussa ja -hallinnassa liittyvät epävarmuuteen ja sisäisiin riskeihin, etenkin suurissa ja monimutkaisissa projekteissa. Projektin toteutuksen aikana ilmenee usein väistämättä muutoksia, jotka häiritsevät tai viivästyttävät alkuperäistä suunnitelmaa. Tariqin ja muiden (2020, s. 2) mukaan taas yleisimmät haasteet ovat laajuuden määrittämisessä ja hallitsemisessa. Haasteita tuottavat esimerkiksi muun muassa riittämättömät lähtötiedot tärkeimmiltä sidosryhmiltä, vain osittainen laajuuden määrittely, epäselkeät vaatimukset, vaatimusten vaihtelu, sekä laajuuden hallinnan ongelmat. Nämä johtavat usein aikataulun ja budjetin ylitykseen. Suurin syy projektin

epäonnistumiseen on projektin laajuuden puutteellinen ymmärtäminen tai määrittely projektin alussa. Tätä kutsutaan laajuuden karkaamiseksi (Scope Creep), joka voi olla mikä tahansa muutos tai poikkeama alkuperäisestä tavoitteesta. Usein se on projektin liian suurta laajentumista ja luo paineita toimittaa enemmän, mitä on alun perin luvattu (Ajmal ja muut, 2022, s. 2788).

## 8 Työn hajautusrakenne (Work Breakdown Structure)

Laajuuden kehittämisen seuraava vaihe on työn hajautusrakenteen (Work Breakdown Structure, WBS) luominen (Marion & Richardson, 2022, s. 62). Työn hajautusrakenne on menetelmä, jossa projektin toimitukset ja työ pilkotaan pienempiin osiin. Näin hajautusrakenne tarjoaa raamit sille, mitä on toimitettava. Hajautusrakenne voidaan tarkentaa yhden tai useamman kerran projektin aikana (A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)—Sixth Edition, 2017). Hajautusrakenne on hahmotelmana sekä hierarkkinen, että kategorinen, sillä se koostuu useista tasoista ja jaetaan ylhäältä alaspäin. Usein hajautusrakenne sisältää vähintään kolme eri tasoa (Marion & Richardson, 2022, s. 64).

Hajautusrakennetta suunniteltaessa on tärkeää ottaa huomioon, ettei siinä ole liikaa, tai liian vähän tasoja. Liian monta tasoa kuormittaa organisaatiota liialla tiedolla ja hankaloittaa projektinhallintaprosessia. Tasojen liian vähäinen määrä taas aiheuttaa vaikeuksia kommunikoinnissa ja heikentää viestintää ja koordinoitua yksiköiden välillä. Isoimmat päätökset hajautusrakennetta koskien ovat työpakettien koko ja mitkä tehtävät tulisi sisällyttää samaan työpakettiin. (Li & Hall, 2019, s.2).

### 8.1 Työpaketit (Work Packages)

Projektin suunnitteluvaihe (Engineering Phase) perustuu erilaisiin suunnittelun työpaketteihin (Work Packages, WP), jotka käsittelevät projektin eri vaiheita. Työpaketit kuvaavat eri vaiheiden konkreettiset tuotokset, sekä työnjaon. Työpaketti toimii hallintatyökaluna työn osoittamiseen ja seuraamiseen ja on hajautusrakenteen alin hallintataso. Toisin kuin työn hajautusrakenteessa, työpaketteihin sisältyy toimitettavien tuotosten lisäksi muutakin, kuten tuotoksien kuvaukset tai määräykset, resurssien jakaminen, sekä kesto- ja budjettiarviot (Marion & Richardson, 2022, s. 64). Työpaketit koostetaan yhdestä tai useammasta yksinkertaisesta tehtävästä ja osoitetaan tietyille yksilölle tai yksikölle (Li & Hall, 2019, s.1). Työpaketit auttavat yritystä yksinkertaistamaan projektin ohjausta, mikä onnistuu suunnittelemalla ja aikatauluttamalla WP-tasolla, sekä

jättämällä tehtäväkohtaiset yksityiskohdat pois. Kaikkien työpakettiin sisältyvien tehtävien suoritusajan tulee olla yhteensä sama, kuin koko työpaketin suoritusajan (Li & Hall, 2019, s.8).

Koska työpaketit sisältävät tietoa, joka ei ole osa hajautusrakennetta, mutta on osa aikataulua, niitä tulisi pitää työtehtävien jakamiseen ja hallintaan tarkoitettuna työkaluna, jota voi käyttää laajuuden kehittämiseen, tarkentamiseen ja projekti aikataulun laatimiseen (Marion & Richardson, 2022, s. 64).

## **8.2 Verkostokaavio (Project Network Diagram)**

Projektin verkostokaavio on graafinen kuvaus projektin aikataulun keskinäisistä riippuvuuksista. Se voi sisältää koko projektin yksityiskohtaisesti, tai koostua muutamasta tiivistetystä tehtävästä. Verkostokaaviosta pystytään huomaamaan, mitkä projektin tehtävistä kuuluvat kriittiseen polkuun, eli sarjaan, joka on aikataulullisesti pisin ja näin määrittää projektin lyhimmän keston. Kaavio osoittaa, kuinka kukin työpaketti suunnitellaan muodostumaan toisiinsa loogisesti (A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)—Sixth Edition, 2017, s. 218 & 210).

Työssäni olen mallintanut verkostokaaviot jokaiselle suunnittelu funktiolle (Liitteet 1-3), joista pystytään näkemään, mitkä lähtötekijät ja -tiedot tulisivat olla saatavilla työpakettien toteuttamista varten, keneltä lähtötiedot saadaan, sekä missä järjestyksessä ne tarvitaan. Verkostodiagrammeista huomataan myös lähtötekijöiden ja työpakettien väliset riippuvuussuhteet, jotta projekti kulkisi ideaalitalanteessa, mutta myös realistisesti sujuvimmin eteenpäin.

## **8.3 Lähtötekijät**

Suunnitteluvaiheen työpaketit koostuvat erilaisista lähtötekijöistä (Input), joista osa tulee asiakkaalta tai toimittajalta ja osa yhtiön sisältä. Lähtötekijät ovat mitä tahansa projektin tekijöitä, joita prosessi tarvitsee edetäkseen (A Guide to the Project

Management Body of Knowledge ( PMBOK® Guide )—Sixth Edition, 2017, s. 708). Lähtötekijät olisivat tärkeä määrittellä sidosryhmien ja etenkin asiakkaan kanssa, jotta hyödylliset lähtötekijät saadaan maksimoitua ja haitalliset tekijät minimoitua. Näin pystytään varmistamaan, että keskeisimmät vaatimukset ja tarpeet tulevat käsitellyiksi (Ajmal ja muut, 2020 s. 2008). Lähtötietojen epäselkeä määrittäminen aiheuttaa usein myöhästymistä ja mahdollista töiden uudelleenjärjestämistä, joka voi johtaa sekaannuksiin tiimin sisällä. Optimitilanteessa asiakkaalta tarvittavat lähtötiedot olisi määriteltävä jo myyntivaiheessa osana sopimusta, jolloin mahdollinen myöhästymisen oikeuttaisi projektin toteutuksen lisääjän saamiseen.

## **8.4 Lopputuotokset**

Lopputuotokset (Outputs) ovat tuotteita tai lopputuloksia, joita prosessista syntyy ( PMBOK® Guide )—Sixth Edition, 2017, s. 712). Lopputuotoksien tulisi olla linjassa projektin laajuuden kanssa. Tämä auttaa päätöksentekijöitä säilyttämään projektin kokonaiskuvan, mutta samalla kiinnittämään huomiota kriittisiin yksityiskohtiin. Tällöin päätöksenteko on myös perusteellisempaa projektin alussa ja sen aikana (Asadabadi, 2022, s. 492).

Usein yhden toiminnan tai toimintakokonaisuuden lopputuotos toimii seuraavan toiminnon lähtötietona tai -tekijänä (Wysocki, 2019, s. 34). Näin on myös Hitachi Energy:n projekteissa, joissa valmis työpaketista syntyvä tulos muodostaa perustan seuraavan vaiheen suunnittelulle ja toteutukselle, sekä hankinnalle, aliurakoinnille ja työmaatoiminnoille. Välillä työpaketin lopputuotos on valmis työpaketti itsessään, tai esimerkiksi laskelma, piirros tai suunnitelma. Näin projekti pääsee etenemään hallitusti ja loogisessa järjestyksessä.

## 9 AIS-projektit

AIS-sähköasemat, eli Air-insulated switchgear -asemat käyttävät ilmaa eristeaineena kytkinlaitteistossa. Hitachi Energy:n AIS-laitteistoja käytetään yleensä ulkona sijaitseissa sähköasemissa ja ne pystyvät kestämaan jännitettä 1100 kilovolttiin (kV) saakka. Laitteistovalikoimaan kuuluvat muun muassa pylväsasenteiset katkaisijat, maadoitetut katkaisijat, mittamuuntajat, erotinkytkimet, ylijännitesuojat, sekä valvonta- ja ohjattavat kytkentälaitteet (2025). AIS:in merkittävimpiä etuja ovat sen yksinkertainen muotoilu, helppo huoltaminen ja ylläpito, sekä kustannustehokkuus (Kronkalns & Zemite, 2024). AIS-projektit sisältävät kokonaisuudessaan AIS-sähköasemien suunnittelun, projektiin tarvittavien osien ja komponenttien hankinnan, projektin koko elinkaaren hallinnan, sekä aseman käyttöönoton ja testauksen.

### 9.1 Haasteet AIS-projektien suunnitteluvaiheessa

Yksi tekijä, joka tuottaa aikatauluhaasteita projektien suunnitteluvaiheessa, on valmiin käytännöllisen työpaketin puuttaminen. Työn hajautusrakenne on olemassa, mutta useimmissa projektissa sitä ei noudateta, sillä teoria ja käytäntö eivät kohtaa. Tämä aiheuttaa myöhemmin haasteita uuden työntekijän perehdyttämisessä sekä tietotaidon siirtämisessä eteenpäin. Yleisesti AIS-projektien yksi isoimmista haasteista on aikataulussa pysyminen. Tähän vaikuttavat muun muassa asiakkaan tiedot ja päätökset, laitetoimittajien tiedot ja näiden keskinäiset riippuvuudet. Myös suunnittelun aloittamisessa on haasteita, sillä suunnittelija ei välttämättä tiedä, miten lähteä etenemään ja kuinka tulisi tehdä. Tällöin usein epätietoisuus tarvittavista lähtötiedoista ja niiden aikataulusta vaikeuttaa projektin kulkua. Kun tiedetään tarkasti, milloin tarvittavat lähtötiedot ja -tekijät tarvitaan, epävarmuus vähenee merkittävästi ja projektin eteneminen tehostuu huomattavasti. Tieto lähtötekijöiden saapumisesta auttaa tekemään työn alusta loppuun keskeytymättä, mikä parantaa työn tehokkuutta, vähentää turhaa odottelua ja mahdollistaa paremman ajankäytön suunnittelun. Suurimmat haasteet ovat järjestyksessä, jossa suunnittelun vaiheet tulisi suorittaa, sekä riippuvuuksien hallinnassa. On tunnistettava, minkä vaiheen tai lähtötiedon tulisi olla

valmiina, jotta projektissa voidaan siirtyä eteenpäin (Kattelus & Paakki, Henkilökohtainen keskustelu, 2025).

### **9.1.1 Primäärisuunnittelun haasteet**

Primäärisuunnittelun tehtävänä on muun muassa suunnitella sähköaseman laitteiden ja rakenteiden sijoitukset, kaapelireitit, maadoitukset, ukkossuojat ja suurjännitejohtimet. Isoimpana haasteena primäärisuunnittelun puolella on saada lähtötiedot toimittajilta ja asiakkaalta tarpeeksi ajoissa. Erityisesti projektin alussa asiakkaalta tarvittaisiin mahdollisimman nopeasti pääkomponenttien mitat, sekä tietoja sähköasemaan liittyvistä järjestelmistä, kuten esimerkiksi suurjännitejohtimista ja maadoituksista. Näiden tietojen viivästyminen yleensä tuottaa ongelmia, jolloin suunnittelua ei saada ajoissa valmiiksi, eikä kerralla oikein. Puuttuvien lähtötietojen takia saatetaan joutua tekemään isoja päivityksiä dokumentteihin, kun lopulliset tiedot tulevat. Tämä ei ole kovin tehokasta ja aiheuttaa usein lisäkustannuksia ja aikataulun viivästymistä (Huhtanen, henkilökohtainen keskustelu, 2025).

Haasteita primäärisuunnittelijoille aiheuttaa yleensä myös erilaiset rajapinnat, kuten teiden liittymät, vesi- ja sadevesijärjestelmät, palojärjestelmät, sekä sähkö- ja teleliittymät. Myös sähköaseman sisäiset ja ulkoiset rajapinnat, kuten esimerkiksi kaapelointi ja muut kytkennät edellyttävät tarkkaa suunnittelua.

### **9.1.2 Toisiosuunnittelun haasteet**

Toisiosuunnittelu keskittyy sähköjärjestelmän heikkovirtapuolen suunnittelu, joka täydentää pääjakelun ja korkeajänniteratkaisuiden suunnittelua. Toisiosuunnittelulle kuuluvia tehtäviä ovat muun muassa yksiviiva- ja piirikaavioiden luominen, sekä apujärjestelmien suunnitteleminen ja integroiminen. Tehtäviin kuuluvat esimerkiksi pää-, suojaus- ja lukituskaavioiden periaatekuvien laatiminen. Lisäksi toisiosuunnittelu kattaa yksityiskohtaiset ratkaisut, kuten suojaareleitä, ohjauspiirejä ja automaatiojärjestelmien apusähköjärjestelmiä (pienjännite- ja tasavirtajärjestelmät), akustoja, varavoimaa sekä

kaapelointiin koskevat suunnitelmat. Näillä toimenpiteillä taataan ohjaus- ja suojalaitteiden sujuva toiminta. Näiden lisäksi toisiosuunnittelussa korostuu eri järjestelmien yhteensovittaminen ja rajapintojen hallinta. Tämä tarkoittaa tiivistä yhteistyötä primääri- ja rakennesuunnittelun kanssa sekä varmistusta siitä, että kaikki suunnitelmat tukevat toisiaan ja täyttävät projektin vaatimukset.

Toisiosuunnittelun haasteet voidaan jäsentää kolmeen sidosryhmään. Asiakkaan näkökulmasta on olennaista saada periaatepiirustusten hyväksynyt ajoissa. Lisäksi suojausasettelujen tulisi olla saatavilla projektin alkuvaiheessa, jotta myöhemmät suunnittelu- ja testausvaiheet, kuten suojausperiaatekaaviot, signaalilistat, relekonfiguraatiot ja FAT-testaukset (Factory Acceptance Testing) voidaan toteuttaa tehokkaasti ilman tarvetta uudelleensuunnitteluun. Toimittajien osalta piirustusten viivästykset haittaavat suunnitteluprosessin sujuvuutta ja voivat johtaa ylimääräiseen uudelleensuunnitteluun. Erityisen tärkeitä nämä piirustukset ovat relekaappien sekä apusähköjärjestelmien kaapeloinnin suunnittelussa. Primääri- ja rakennesuunnittelun osalta toisiosuunnittelun keskeinen haaste on toimittaa alustavat lähtötiedot mahdollisimman tarkasti, kuten kaapelimäärät ja kaappien mitat primäärisuunnittelulle riittävän ajoissa. Näin varmistetaan, että kaapelireitit ja putkitukset laitteille voidaan suunnitella oikein ja rakennesuunnittelijat pystyvät suunnittelemaan lattioiden aukotukset (Hautala, 2025, henkilökohtainen keskustelu).

### **9.1.3 Rakennesuunnittelun haasteet**

Rakennesuunnittelu varmistaa, että sähköaseman fyysiset rakenteet ovat turvallisia, toimivia ja kestäviä. Rakennesuunnittelu myös varmistaa, että tunnistettuja määräyksiä ja ohjeita noudatetaan, sekä osallistuu turvallisuuden huomioivaan suunnitteluun.

Rakennesuunnittelu pystyy aloittamaan suunnittelunsa suunnittelualoista viimeisenä. Tämä tekee siitä hyvin riippuvaisen muista suunnittelualoista. Esimerkiksi yksi keskeinen lähtötieto rakennesuunnittelijoille on primäärisuunnittelijoiden suunnittelema rakennesuunnittelun lähtötietopaketti (Civil Input Package), joka sisältää tietoja toimittajalta ja toisiosuunnittelulta. Näiden tietojen avulla rakennesuunnittelu pystyy

suunnittelemaan sähköaseman mekaaniset ja sähkötekniset vaatimukset. Mikään projekti ei myöskään ikinä ole identtinen, joten yksi ja sama malli tai rakenne ei sovi kaikkiin projekteihin. Erilaisia vaatimuksia aiheuttavat esimerkiksi projektin ympäristö, paikalliset olosuhteet, sekä turvallisuusstandardit. Rakennesuunnittelun lähtötiedot riippuvat pitkälti asiakkaasta ja kuinka paljon asiakas itse haluaa olla mukana suunnittelussa, tai määrittämässä teknisiä vaatimuksia (Blomqvist, henkilökohtainen keskustelu, 2025).

## 9.2 Suunnittelun työpaketit AIS-projekteissa

Jokaisella suunnittelufunktiolla on omat työpaketinsä, jotka voidaan jakaa perussuunnitteluun ja yksityiskohtaiseen suunnitteluun. Perussuunnittelulla tarkoitetaan suunnittelun alkuvaihetta, joka heijastaa projektin ja asiakkaan teknisiä vaatimuksia ja toimii myöhemmin perustana yksityiskohtaiselle suunnittelulle. Yksityiskohtaisessa suunnittelussa taas otetaan huomioon perussuunnitteluvaiheessa valmistuneet työpaketit, joiden pohjalta suunnitellaan työpaketit, joita voidaan käyttää lähtötekijöinä valmistusta ja työmaatyötä varten. Projektin edetessä siis perussuunnittelun työpaketit toimivat lähtötekijöinä yksityiskohtaiselle suunnittelulle.

Primäärisuunnittelun suunnittelemissa työpaketeissa ovat muun muassa sähköaseman ulko- ja sisätilan laitteiden sijoittaminen, maadoituksen, salamasuojauksen ja valaistuksen suunnitelmat, kaapelireititykset ja johtimien kuormittavuuslaskelmat, sähköaseman materiaaliluettelo, sekä asennusdokumentit. Lisäksi primäärisuunnittelu tuottaa rakennussuunnittelulle lähtötietopakettin, jota hyödynnetään projektin myöhemmässä vaiheessa.

Toisiosuunnittelun keskeisiä työpaketteja ovat esimerkiksi heti projektin alussa tarvittava yksiviivakaavio, AC- ja DC-virtojen perussuunnittelu, tietoliikennejärjestelmän suunnittelu, sähköaseman automaatiojärjestelmän rakenneratkaisu, sekä alustava paneelien, verkon suojauksen, mittauksen ja lukitusten suunnittelu. Toisiosuunnittelun perustason paketit ovat keskenään vahvemmin riippuvaisia, jonka takia niitä pitää

työstää suoraviivaisesti. Yksityiskohtaisen suunnittelun paketteja pystytään taas työstämään rinnakkain.

Rakennesuunnittelun työpaketit sisältävät esimerkiksi rakennesuunnitteluun tarvittavat perusvaatimukset, sekä maaperä- ja LVI-suunnittelua. Myös itse rakennuksen suunnittelu, sen ulkoalueiden laiteperustuksien ja kaapeliputkitusten suunnittelu kuuluu rakennesuunnittelun työpaketteihin. Monet rakennesuunnittelun työpaketeista keskittyvät yksityiskohtaiseen suunnitteluun, kuten perustusten, kaivantojen, kanavien ja putkistojen rakenteisiin ja yksityiskohtiin. Rakennesuunnittelun perus- ja yksityiskohtaisen suunnittelun paketteja pystytään työstämään rinnakkain.

### **9.3 AIS-projektien lähtötekijät**

Verkostokaaviosta 1 pystymme huomaamaan, kuinka jo heti alkuvaiheilla tapahtuu ristiriita primäärisuunnittelun ja toisiosuunnittelun järjestyksen välillä. Jotta primäärisuunnittelu pääsee aloittamaan oman ensimmäisen työpaketinsa luomisen, se tarvitsee lähtötiedoksi valmiin työpaketin toisiosuunnittelusta. Myös yksi ensimmäisistä tarvittavista lähtötiedoista primäärisuunnittelun aloittamiselle on toimittajalta saatavat mittapiirustukset, jolloin primäärisuunnittelu pääsee etenemään sähkömekaanisten voimien laskennassa. Primäärisuunnittelu tarvitsee monia muita tietoja toimittajalta, kuten jännitelaitteiden lämpökuormat ja lopuksi laitteiden asennusohjeet. Tärkeä tieto on myös asiakkaalta saatavat projektin määrittelyt, piirustukset rakennuspaikan ympäristöolosuhteista, sekä olemassa olevista rakenteista ja muusta infrasta. Nämä piirustukset, sekä muut edellä mainitut lähtötiedot ovat erityisen olennaisia sähköaseman ulkotilan ”layoutin”, eli rakenteiden ja laitteiden sijoittelun suunnitteluun. Muita asiakkaalta saatavia tietoja ovat mahdolliset tiedot ennestään olevasta maadoituksesta, salamasuojauksesta, jännite- ja tietoliikennekaapeliensa reititysjärjestelystä, tai maasulkuvirrasta, jos ne kuuluvat asiakkaan vastuualueeseen.

Toisiosuunnittelun ensimmäiseen työpakettiin, joka tarvitaan primäärisuunnittelun alkuvaiheilla, on yksiviivakaavio (SLD), joka esittää sähköjärjestelmän rakenteen yksinkertaistetussa muodossa. Paketin valmistamiseen tarvittava tärkein lähtötieto on ensisijaisten laitteiden, kuten kytkentälaitteiden, muuntajien ja erottimien toiminnalliset vaatimukset. Tämän lisäksi ensimmäisiin lähtötietoihin lukeutuu asiakkaan projektin määritelmä, olemassa oleva data mahdollista järjestelmien integroimista varten ja tiedot pääkomponentista (Liite 2). Toisiosuunnittelun tulee ottaa työpaketeissaan huomioon myös monia määräyksiä ja standardeja, joihin vaikuttaa esimerkiksi projektin kohdemaan standardit ja lainsäädäntö. Suurin osa toisiosuunnittelun lähtötiedoista ovat tiimin sisäisiä tai erilaisiin määräyksiin perustuvia. Tiimin sisältä peräisin olevat tiedot jännitekytkinlaitteiston syöttötiedoista ja teknisistä tiedoista tulee hyväksyttävä ensin asiakkaalla, ennen kuin perussuojauksien, mittauksien ja lukitusten kanssa päästään etenemään. Toisiosuunnittelu hyödyntää myös primäärisuunnittelusta saatavia tietoja, joita ovat esimerkiksi valvomon ja rakennuksen sisä- ja ulkotilan sijoittelu, sekä tiedot releiden perusasetuksista. Muita ulkoisia lähtötietoja ovat toimittajalta saatavat laitetiedot ja piirikaavio.

Rakennesuunnittelulle ensimmäisiä tarvittavia lähtötietoja ovat asiakkaalta saatava digitaalinen aluekartta sekä primäärisuunnittelusta saatavat asemapiirustus, joka määrittelee rakennusten, rakenteiden ja laitteiden sijainnit koordinaateissa. Lisäksi tapauskohtaisesti tarvitaan tietoa erikoistutkimustarpeista, kuten maan resistiivisyydestä (Liite 3). Näitä tietoja käytetään lähtötekijöinä pohjatutkimuksen toimeksiantoon, jonka jälkeen projekti etenee joko asiakkaan oman, tai Hitachi Energyn ”scopen” mukaan (Työpaketti 1, liite 3). Muita kriittisiä lähtötietoja ovat mahdolliset asiakkaalta saatavat määrittelyt ja suunnitteluparametrit, toisiosuunnittelusta saatava laitteiden lämpöhäviöluettelo, sekä primäärisuunnittelusta laitteiden ilmastovaatimukset. Ilmastovaatimuksilla on suuri vaikutus esimerkiksi mitoituksiin, materiaalivalintoihin ja korroosiosuojaukseen. Kahdesta ensimmäisestä perussuunnittelun paketista saatava ulostulo toimii taas seuraavien työpakettien lähtötietona, jonka takia edellä mainitut tiedot tulisi saada ensimmäisenä suunnittelun

aloittamiseksi. Yksi tärkeimmistä perussuunnittelun paketeista on rakennesuunnittelun perustietopaketti, jonka lopputuotoksia, eli suunnittelukriteerejä ja -periaatteita käytetään lähtötietona moneen yksityiskohtaisen suunnitteluvaiheen pakettiin (Liite 3). Myöhemmin yksityiskohtaisessa suunnittelussa hyödynnetään myös monia primäärisuunnittelusta saatavia tietoja, kuten tietoja terässuunnittelusta, kaapeliaukoista ja rakennuksen ja laitteiden sijoittelusta. Kaikissa yksityiskohtaisen suunnittelun paketeissa käytetään lähtötietona asiakkaan teknisiä vaatimuksia ja suunnitteluparametreja, jos niitä on.

#### **9.4 AIS-projektien lopputuotokset**

Yksi primäärisuunnittelun työpakettien lopputuotoksista on rakennesuunnittelun tarvitsema lähtötietopaketti, joka sisältää kaikki primäärisuunnittelusta ja muista lähteistä tarvittavat lähtötiedot, kuten esimerkiksi sähkömekaaniset kuormat, kaapeliaukot, sekä laitteiden painot ja lämpökuormat. Paketin tarkoituksena on varmistaa, että rakenne- ja primäärisuunnittelun lähtötiedot ovat keskenään linjassa ja tukevat suunnittelun yhteensopivuutta. Kaikki primäärisuunnittelun paketit toimivat lopulta lähtökijöinä asennusdokumentin laatimiseksi. Valmiista primäärisuunnittelusta syntyy siis lopulta asennusohjeet esimerkiksi laite- ja kaapeliasetuksia varten (Liite 1).

Toisiosuunnittelun kaksi lopullista lopputuotosta ovat testaus- ja käyttöönottoasiakirjat, sekä laitteiden asennusohjeet. Lopputuotoksina syntyy siis ohjeet testaamista, käyttöönottoa ja asennusta varten. Tätä ennen muiden työpakettien tulee olla valmiina, sillä niiden ulostulot muodostavat vaaditut lähtötiedot (Liite 2).

Rakennesuunnittelun lopputuotoksina syntyy erilaisia suunnitelmia, kuten ilmastoinnin, viemäröinnin tai kaapelireittien rakenteiden suunnitelmat. Projektin vaatimuksista ja olosuhteista riippuen osa työpakettien lopputuotoksista, kuten LVI-suunnittelu, jäädyttäminen tai viemäröinti voidaan toteuttaa joko sisäisesti, tai hyödyntämällä ulkopuolista asiantuntijoita. Yksi lopullinen ulostulo on rakennuslupapiirustusten valmistelu, tai niiden ulkoistaminen rakennuslupaa varten. Rakennesuunnittelun

lopputuotosten perusteella aliurakoitsija pääsee toteuttamaan ja rakennuttamaan aseman suunnitelmien mukaisesti (Liite 3).

## 10 Yhteenveto ja johtopäätökset

Projektin alkaessa on tärkeää määritellä projektisuunnitelma, joka nojaa aikatauluun ja budjettiin. Tehokas suunnitteluvaihe auttaa projektin hallinnassa ja edistää projektin mahdollisuuksia onnistua menestyksekkäästi. Projektisuunnitelmassa on tärkeää hahmottaa keskeiset tekijät, kuten projektin laajuus, riskit ja menestystekijät, sekä budjetin, aikataulun, viestinnän, riskien, sidosryhmien, hankintojen ja urakoinnin hallinta. Kun nämä tekijät ovat määritelty, on tärkeää miettiä, mitä resursseja tarvitaan projektin missäkin vaiheessa. Projektin laajuus saattaa usein muuttua projektin edetessä, mikä edellyttää tehokasta reagointia ja hallintaa, jotta muutokset aikatauluun, kustannuksiin ja resursseihin pystytään arvioimaan ajoissa.

Haasteita yleisesti projektien suunnittelussa ja hallinnassa aiheuttaa etenkin epävarmuus ja muutokset. Epävarmuutta aiheuttaa erityisesti riittämättömät lähtötiedot, osittainen laajuuden määrittely, epäselkeät vaatimukset, tai niiden vaihtelu. Nämä taas johtavat usein aikataulun ja budjetin ylitykseen. Projektitiimin osaamisella on myös suuri merkitys aikataulun suunnittelussa ja hallinnassa, mikä tekee siitä merkittävän tekijän projektin onnistumisessa tai epäonnistumisessa.

AIS-projektien, eli ilmaeristeisten sähköasemaprojektien suurimmat haasteet pyörivät valmiin työpakettimallin puuttumisen ympärillä. Työpakettimallit ovat olemassa, mutta niiden noudattaminen ei ole projektia toteuttaessa mahdollista, koska monet paketteihin tarvittavista lähtötiedoista saadaan myöhemmin, kuin pitäisi. Koska projektit eivät etene dokumentoidun mallin mukaisesti, uusien työntekijöiden saattaa olla vaikeaa päästä mukaan ja ymmärtää kokonaisuutta, tai hahmottaa omia vastuualueita. Realistisen työpakettimallin puuttuminen johtaa projektien viivästyymiseen, sillä suunnittelija välttämättä tiedä, mistä kannattaisi aloittaa. AIS-projektien projektitiimiin kuuluu suunnittelijoita kolmesta eri suunnittelutiimistä, primääri-, sekundääri- ja rakennesuunnittelutiimistä, joilla kaikilla on myös omat tiimikohtaiset haasteensa. Esimerkiksi primäärisuunnittelun suurimpia haasteita ovat laitteiden kokojen saaminen tarpeeksi aikaisin asiakkaalta, sekä aseman rajapintojen sovittaminen.

Toisiosuunnittelulle haasteita aiheuttaa sisäisten piirustusten hyväksynnän, suojausasetteluiden ja toimittajan piirustuksien saaminen tarpeeksi ajoissa. Piirustusten viivästyminen hankaloittaa erityisesti kaapeloinnin suunnittelua, jolloin syntyy iso riski, että suunnittelu tulee aloittaa uudestaan. Rakennesuunnittelun haasteena taas on sen riippuvaisuus muista suunnittelutiimeistä, sekä jokaisen projektin erilaiset vaatimukset. Vaatimuksiin vaikuttavat muun muassa projektin ympäristö, siihen liittyvät erilaiset turvallisuusstandardit ja kuinka paljon asiakas haluaa itse olla mukana rakennesuunnittelussa.

Projektien suunnittelu- ja hallintavaihetta pystytään tehostamaan, jos kiinnitetään huomiota, mitkä lähtötiedot ja lopputuotokset tulevat olla saatavilla, milloinkin. Hallitsemista auttavat erilaiset mallit ja rakenteet, kuten työn hajautusrakenne (WBS), hajautusrakenteen jakaminen työpaketteihin (WP), sekä verkostodiagrammi. Jokaisella tiimillä on omat työpakettinsa, joiden mukaan työvaiheet suoritetaan. Työpaketit koostuvat erilaisista lähtötekijöistä, jotka ovat tarvittavia tietoja, resursseja ja edellytyksiä, joita tarvitaan työpaketin suorittamiseksi. Työpaketeista tulee ulos lopputuotoksia, joita käytetään lähtötietoina seuraaviin työpakettien vaiheisiin tai aseman rakennuttamiseen.

Mallintamastani verkostodiagrammista voidaan tunnistaa AIS-projekteihin tarvittavat keskeiset lähtötiedot ja niiden riippuvuussuhteet työpaketteihin, sekä työpakettien riippuvuussuhteet toisiinsa. Diagrammista pystytään huomaamaan, missä järjestyksessä resursseja tarvitaan. Yksi ensimmäisistä kriittisistä tiedoista, jonka tulisi olla saatavilla, on toisiosuunnittelun suunnittelema yksiviivakaavio, jotta primäärisuunnittelu pääsee aloittamaan oman suunnittelunsa. Ulkoisia tietoja, joita primääritiimi ensimmäisenä tarvitsee, ovat asiakkaalta saatavat projektin määrittelyt, piirustukset rakennuspaikan ympäristöolosuhteista, sekä olemassa olevista rakenteista ja muusta infrasta. Koska jokainen projekti on oma kokonaisuutensa, vaihtelee myös asiakkaalta tarvittavien lähtötietojen määrä projektikohtaisesti. Mitä enemmän lähtötietoja tarvitaan asiakkaalta, sitä enemmän primääritiimin suunnittelu on riippuvaista siitä, milloin

asiakas toimittaa kyseiset tarvittavat tiedot. Koska monet primäärisuunnitteluun tarvittavista tiedoista saadaan asiakkaalta, olisi tärkeää, että ne tulevat tarpeeksi ajoissa. Työpaketeista saatavia ulostuloja tarvitaan seuraavaan pakettiin lähtötiedoksi, jolloin suunnittelu ei pysty etenemään, jos lähtötietoa pitää odotella.

Toisiosuunnittelussa suuri osa lähtötiedoista tuotetaan tiimin omasta toimesta, tai tulee primäärisuunnittelulta. Ulkoa tulevat kuitenkin heti projektin alussa asiakkaalta projektin määritelmät, olemassa oleva data mahdollista järjestelmien integroimista varten, tiedot pääkomponentista ja asiakkaan yksiviivakaavio. Ennen kuin toisiosuunnittelu pääsee jatkamaan suunnittelua eteenpäin, tulee useat työpakettien lopputulokset hyväksyttävä joko sisäisesti tai asiakkaalla. Ideaalitulanteessa lopputuotokset valmistuvat riittävän ajoissa, jotta tilanteessa, jossa hyväksyttämisen viivästyksiset tai toiveet suunnittelun muuttamiseen eivät vaikuttaisi aikatauluun.

Myös rakennesuunnittelu käyttää lähtötietoina monia primäärisuunnittelusta saatavia elementtejä, kuten asemapiirustusta ja tarvittaessa tietoa maaperän resistiivisyydestä. Vastavuoroisesti myös primäärisuunnittelu tarvitsee tietoja rakennesuunnittelulta, kuten maaperätutkimukset ja peruste- ja viemärintisuunnitelman. Rakennesuunnittelu pystyy työstämään perustason työpakettejaan rinnakkain, mutta aikataulullisesti olisi paras, että ensimmäisenä rakennesuunnittelu priorisoi rakennesuunnittelun perustietopakettia, jolloin saatavia ulostuloja pystytään hyödyntämään ja primäärisuunnittelu pääsee eteenpäin.

Primäärisuunnittelusta tulevat päälopputuotokset ovat rakennesuunnittelun lähtötietopaketti, sekä asennusohjeet. Toisiosuunnittelun keskeisempiä valmiita lopputuotoksia ovat testaus- ja käyttöönottoasiakirjat, sekä laitteiden asennusohjeet. Rakennesuunnittelulta taas valmistuu valmiit piirustukset aseman rakennuttamista varten.

AIS-projektien aikatauluja pystytään tehostamaan tarkentamalla projektin laajuus ja vaatimukset mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta ne saataisiin myös osaksi sopimusta. Tämä helpottaisi kaikkien tiimien työtä, mutta erityisesti primäärisuunnittelua, sillä suuri osa heidän lähtötiedoistansa saattaa tulla asiakkaalta. Tämä tekee aikataulusta riippuvaisen siitä, milloin asiakas toimittaa tiedot. Monet toisiopuolen suunnittelupaketeista tarvitsevat hyväksynnän asiakkaalta tai sisäisesti, minkä voisi ottaa huomioon aikataulujen suunnittelussa. Sisäiset ja asiakashyväksyntäpisteet voisi integroida tiukemmin osaksi työpakettien aikataulutusta. Asiakkaiden ja sidosryhmien päätöksillä on suuri merkitys projektin toteuttamisessa, joten hyväksyntäprosessien viivästykset olisivat kannattavaa ennakoida riskienhallinnassa mahdollisimman aikaisin. Projektissa on monia rajapintoja suunnittelualojen välillä, minkä vuoksi yhteistyön ja tiimien välisen kommunikaation selkeys ovat ratkaisevassa roolissa projektin onnistumisessa. Ottamalla nämä huomioon päivittäessä projektin WP-mallit vastaamaan todellista työkulkua, tulee aikataulusta entistä tarkempi ja projektista sujuvampi.

## Lähteet

- Ajmal, M., Khan, M. & Gunasekaran, A. (2020). *Managing project scope creep in construction industry*. [ECAM-07-2020-0568 proof 2786..2809](#)
- Al-Shetwi, A. (2022). *Sustainable development of renewable energy integrated power sector: Trends, environmental impacts, and recent challenges*. <https://doi.org.proxy.uwasa.fi/10.1016/j.scitotenv.2022.153645>
- Ang, T., Salem, M. & Kamarol, M. (2022). *A comprehensive study of renewable energy sources: Classifications, challenges and suggestions*. <https://doi.org.proxy.uwasa.fi/10.1016/j.esr.2022.100939>
- Asadabadi, M. R. (2024). Goal-oriented prioritization of project outputs: A stratified approach. *Production Planning & Control*, 35(5), 492–506. <https://doi.org/10.1080/09537287.2022.2101030>
- Chou, C., Ngo, S. & Tran, P. (2023). *Renewable Energy Integration for Sustainable Economic Growth: Insights and Challenges via Bibliometric Analysis*. <https://doi.org/10.3390/su152015030>
- Deo, P. (2023). *Project Financial Analysis Within a Firm*. [4+DeoFinal.pdf](#)
- E-Reader | *Managing Projects in a World of People, Strategy and Change*. Noudettu 28. elokuuta 2025, osoitteesta <https://www.taylorfrancis.com.proxy.uwasa.fi/reader/read-online/fcd67022-930e-4bd6-b3b0-414f4d558676/book/epub?context=ubx>
- Fernandes, G., Ward, S., & Araújo, M. (2013). Identifying useful project management practices: A mixed methodology approach. *International Journal of Information*

*Systems and Project Management*, 1(4), Article 4.  
<https://doi.org/10.12821/ijispm010401>

Gallegos, J., Arévalo, P., Montaleza, C., & Jurado, F. (2024). Sustainable Electrification—Advances and Challenges in Electrical-Distribution Networks: A Review. *Sustainability*, 16(2), 698. <https://doi.org/10.3390/su16020698>

Gatti, S. (2024). *Project Finance Theory and Practice: Designing, Structuring, and Financing Private and Public Projects*. [Project Finance in Theory and Practice: Designing, Structuring, and ... - Stefano Gatti - Google-kirjat](#)

Herath, S. & Chong, S. (2021). Key Components and Critical Success Factors for Project Management Success: A Literature Review. [20210906130104 Paper 4 Vol. 14 No . 4, 2021 .pdf](#)

Hitachi Energy. *Air-insulated switchgear (AIS)*. Noudettu 22.5.2025 osoitteesta [Air-insulated switchgear \(AIS\) portfolio | Hitachi Energy](#)

Hitachi Energy. *Grid Integration Business*. Noudettu 25.10. osoitteesta [Grid Integration Business | Hitachi Energy](#)

Hitachi Energy. *Perustietoja yhtiöstä Suomessa*. Noudettu 17.9. osoitteesta [Yhtiötiedot | Postiosoitteet | Sertifikaatit | Myynnin yhteystiedot | Hitachi Energy](#)

IEEE Standard for a Smart Transducer Interface for Sensors and Actuators—Common Functions, Communication Protocols, and Transducer Electronic Data Sheet (TEDS) Formats. (2024). *IEEE Std 1451.0-2024*, 1–429. <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2024.10571828>

- Kaufmann, C. & Kock, A. (2022). Does project management matter? The relationship between project management effort, complexity, and profitability. <https://doi.org.proxy.uwasa.fi/10.1016/j.ijproman.2022.05.007>
- Khourchid, A., Ajjur, S. & Al-Ghamdi, S. (2022). Building Cooling Requirements under Climate Change Scenarios: Impact, Mitigation Strategies, and Future Directions. <https://doi.org/10.3390/buildings12101519>
- Kronkalns, D. & Zemite, L. (2024). Evaluating SF6 Alternatives in Medium and High Voltage Switchgear. *RTUCON* 2024, 1–8. <https://doi.org/10.1109/RTUCON62997.2024.10830821>
- Lacy, P., Long, J. & Spindler, W. (2020). *The Circular Economy Handbook – Realizing the Circular Advantage*, 119–120.
- Li, C.-L. & Hall, N. G. (2019). Work Package Sizing and Project Performance. *Operations Research*, 67(1), 123–142. <https://doi.org/10.1287/opre.2018.1767>
- Love, E. D. & Tam, C. M. (2010). Special issue on operational research in project management. *Journal of the Operational Research Society*, 61(6), 891–892. <https://doi.org/10.1057/jors.2010.48>
- Nguyen, P. H. D., Tran, D. Q. & Bypaneni, S. P. K. (2021). Exploring the impact of project size on project delivery performance. *Construction Management and Economics*, 39(11), 879–893. <https://doi.org/10.1080/01446193.2021.1993289>
- Osman, A., Chen, L. & Yang, M. (2023). Cost, environmental impact, and resilience of renewable energy under a changing climate: A review. *Noudettu* 13.4.2025

osoitteesta [Cost, environmental impact, and resilience of renewable energy under a changing climate: a review | Environmental Chemistry Letters](#)

Pellerin, R. & Perrier, N. (2019). A review of methods, techniques and tools for project planning and control. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2160–2178. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1524168>

Project Management Toolbox | Ellibs Lukuohjelma. Noudettu 6.5.2025 osoitteesta <https://www.ellibslibrary.com/reader/9781394222070>

Research Grant and Contract Services, Memorial University of Newfoundland. (2018). A *Project Management Guide for Researchers*. [Research-Project-Management-Guide-January-2018.pdf](#)

Rana, M., Uddin, M. & Sarkar, M. (2023). Applications of energy storage systems in power grids – A comprehensive review. <https://doi.org.proxy.uwasa.fi/10.1016/j.est.2023.107811>

Salata, F. & Ciancio, V. (Toim.). (2024). *Advances in Renewable Energy Systems*. MDPI. <https://doi.org/10.3390/books978-3-7258-2694-0>

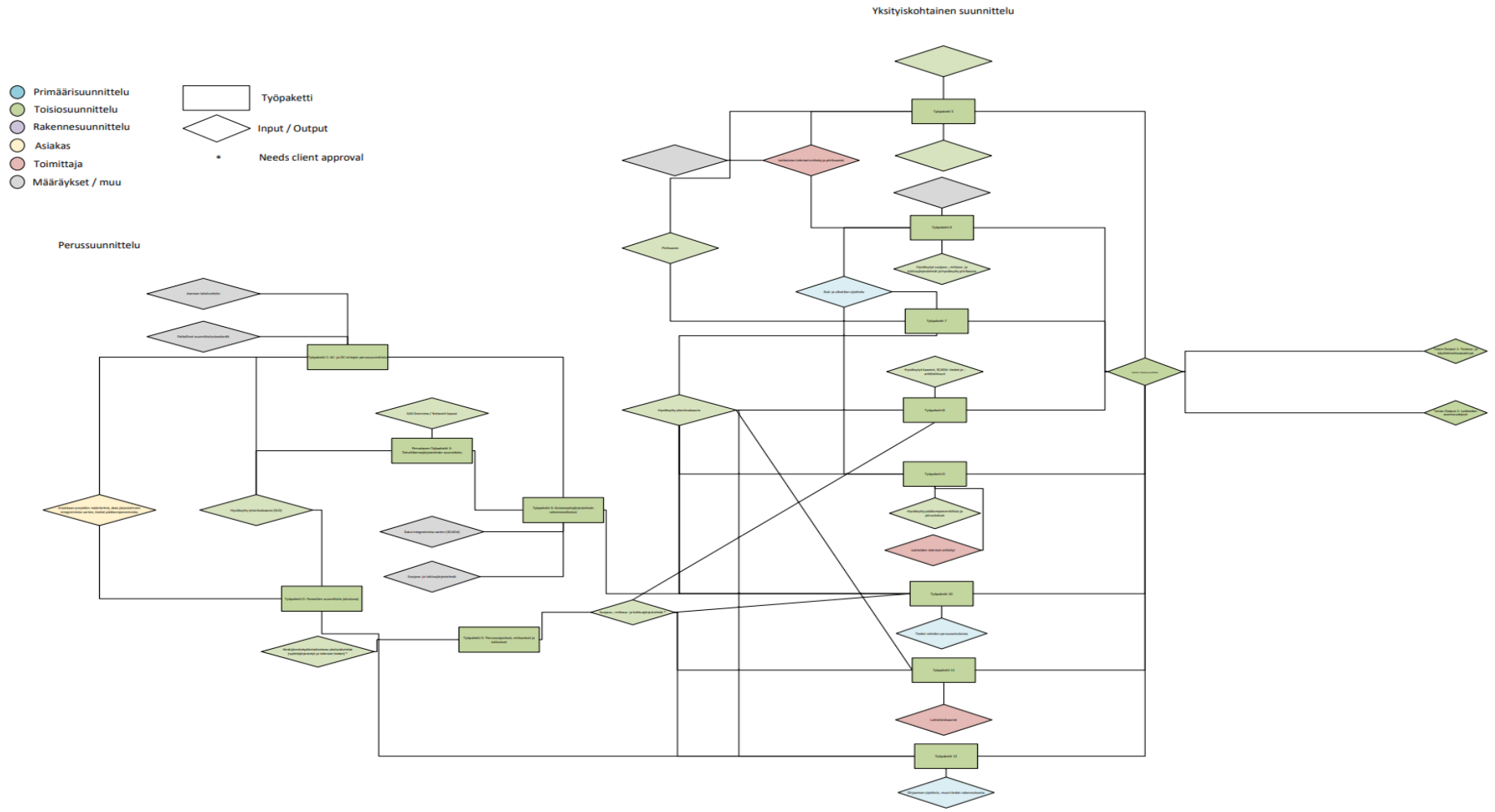
Santos, G. R., Zancul, E., Manassero, G. & Spinola, M. (2024). From conventional to smart substations. *Electric Power Systems Research*, 226, 109887. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2023.109887>

Scoccimarro, E., Cattaneo, O. & Gualdi, S. (2023). Country-level energy demand for cooling has increased over the past two decades. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00878-3>

- Serrador, P. (2014). *Project Planning and Project Success: The 25% Solution*. Auerbach.  
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/tritonia-ebooks/detail.action?docID=1687259>
- Shrivastava, A. (2024). Artificial Intelligence (AI): Evolution, Methodologies, and Applications. *IJRASET*, 12(4), 5501–5505.  
<https://doi.org/10.22214/ijraset.2024.61241>
- Siddik, M., Shehabi, A. & Marston, L. (2021). The environmental footprint of data centers in the United States. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abfba1>
- Tariq, S., Ahmad, N., Ashraf, M. U., Alghamdi, A. M. & Alfakeeh, A. S. (2020). Measuring the Impact of Scope Changes on Project Plan Using EVM. *IEEE Access*, 8, 154589–154613. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3018169>
- Worsley, L. M. & Worsley, C. (2018). *Adaptive Project Planning*. Business Expert Press.  
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/tritonia-ebooks/detail.action?docID=5652224>
- Wysocki, R. K. (2019). *Effective Project Management: Traditional, Agile, Extreme, Hybrid*.  
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/tritonia-ebooks/detail.action?docID=5747804>
- Yu, X. & Xue, Y. (2016). Smart Grids: A Cyber–Physical Systems Perspective. *Proceedings of the IEEE*, 104(5), 1058–1070. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2015.2503119>
- Zerjav, V. (2021). Why Do Business Organizations Participate in Projects? *Project Management Journal*, 52(3), 287–297.  
<https://doi.org/10.1177/87569728211001663>



## Liite 2. Toisiosuunnittelun verkostodiagrammi



### Liite 3. Rakennesuunnittelun verkostodiagrammi

