



Ville Marjakaarto

## Sähköurakoitsijana projektiliiketoiminnassa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

23.10.2024

# Tiivistelmä

Tekijä: Ville Marjakaarto  
Otsikko: Sähköurakoitsijana projektiliiketoiminnassa  
Sivumäärä: 40 sivua + 7 liitettä  
Aika: 23.10.2024

Tutkinto: Insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Ammatillinen pääaine: Sähkövoimatekniikka  
Ohjaajat: Lehtori Raisa Kallio

---

Insinööriyössä tutkittiin projektiliiketoimintaa sähköurakoitsijan näkökulmasta rakennustyömailla. Tärkeimpinä lähteinä käytettiin 2006 julkaistua Projektiliiketoiminta-teosta, Rakennusurakan yleisiä sopimusehtoja (YSE 1998), Sähköinfon julkaisemaa teosta Käsikirja rakennusten sähköasennuksista (D1-2022) ja sähköturvallisuuslakia.

Insinööriyön alussa käydään läpi teoriaosuus projektiliiketoiminnan kulusta tieteellisestä näkökulmasta. Tärkeimpinä tarkastelukohteina ovat projektinhallinnan määritelmät, tietoaalueet ja työvälineet sekä projektiin kuuluvien sidosryhmien tunnistaminen ja projektin elinkaaren läpikäyminen.

Teoreettisen tarkastelun jälkeen käydään projektin kulku alusta loppuun käytännönläheisemmin. Osuus perustuu omaan työkokemukseen ja lähteillä varmennettuun tietoon. Aiheina ovat muun muassa yleisimmät urakkamuodot, tarjouslaskenta, urakka-neuvottelut, isojen kokonaisuuksien hankinnat, työryhmän kokoaminen, urakan toteutusvaihe, kokoustyyppit, lisä- ja muutostyöt, käyttöönotto- ja varmennustarkastukset sekä luovutusdokumentointi.

Työn lopussa tulee ilmi urakoinnissa vastaantulevia haasteita. Tähän kuuluu ympäristölliset, suunnitelmalliset ja kokemuspohjaiset riskit sekä pandemia ja Ukrainan sota. Kaikki edellä mainitut haasteet vaikuttavat urakkaan rahallisesti suoraan tai epäsuoraan.

Insinööriyö toimii käsikirjana aloitteleville sähköurakoihin haluaville. Työ opettaa lukijalle urakoiden sidosryhmät, käyttöönottomittauksien perusteet ja urakkamuodot. Työ opettaa aliurakoitsijan näkökulmasta askel askeleelta urakan alusta tarjousvaiheesta dokumenttien luovutukseen tilaajalle.

Avainsanat: projektiliiketoiminta, sähköurakointi, sidosryhmät, urakkamuodot, käyttöönottomittaukset

---

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

## Abstract

Author: Ville Marjakaarto  
Title: Electrical Contractor in Project Business  
Number of Pages: 40 pages + 7 appendices  
Date: 23 October 2024

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Electrical and automation engineering  
Professional Major: Electric power engineering  
Supervisors: Raisa Kallio, Senior Lecturer

---

The thesis explored the project business from the point of view of the electrical contractor on construction sites. The most important sources were the Project Business published in 2006, the general contract conditions for the construction contract (YSE 1998), the work published by Sähköinfo on the Electrical Installation of Buildings (D1-2022) and the Electrical Safety Act.

At the beginning of the thesis, the theory of the project business from a scientific perspective. The most important points are the definitions of project management, information areas and tools, as well as the identification of stakeholders in the project and the life cycle of the project.

After the theoretical examination, the process of the project is observed from a more practical perspective. The part is based on my own work experience and on information from sources. Among other things, the most common contract forms, offer calculations, contract negotiations, large entity acquisitions, compilation of the team, the implementation phase of the contract, the types of meetings, additional and modification offers, initialization and certification inspections, and transferring documents to client, are handled.

At the end of the thesis some of the challenges are discussed. This includes environmental matters, systematic and experience-based issues, and issues related to the COVID-19 pandemic and the Ukrainian war. All of the above challenges have a financial impact on the contract directly or indirectly.

This thesis can be used as a manual for beginners and for those who want to be involved in electrical contracts. The work explains the reader the contract stakeholders, the basics of initialization measurements and the form of contracts. From a subcontractor's point of view, the work explains the process step-by-step from the start of the contract to the tender phase, and to the transfer of documents to the customer.

Keywords: project business, electrical contracting, stakeholders, contract forms, initialization measurements

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Projektiliiketoiminta	1
2.1	Historia	1
2.2	Projektin määritelmä	2
2.3	Projektin päämäärä	3
2.4	Projektihallinnan määritelmä	5
2.5	Projektihallinnan tietoalueet	6
2.6	Projektihallinnan osaaminen	8
2.7	Projektihallinnan työvälineet	9
2.8	Sidosryhmät	10
3	Rakennusteollisuus projektina	11
3.1	Urakkamuodot	12
3.2	Tarjouslaskenta	15
3.3	Urakkaneuvottelut	16
3.4	Isot hankinnat	18
3.5	Urakan toteutusvaihe ja työnjohtaminen	20
3.6	Kokoukset	21
3.6.1	Työmaakokoukset	21
3.6.2	Urakoitsijapalaverit	22
3.6.3	Katselmukset	23
3.7	Lisä- ja muutostyökäytäntö	23
3.7.1	Muutostyö	24
3.7.2	Lisätyö	25
3.8	Käyttöönotto- ja varmennustarkastus	25
3.9	Luovutusdokumentit	31
4	Haasteet urakoinnissa	33
5	Yhteenveto	38
	Lähteet	39

## Liitteet

Liite 1: CPM-taulukko

Liite 2: Riippuvuuskaavio PERT

Liite 3: Tuoterakennemalleja

Liite 4: Käyttöönottopöytäkirja

Liite 5: Lämpötilataulukko

Liite 6: Kaapelin lämpötilarajat

Liite 7: Kuparin ja alumiinin pörssihinnat

## Lyhenteet

- CPM: *Critical path method*. 1950-luvun lopussa kehitetty projektin aikataulunhallintaan perustuva kaavio, jossa projektin tärkeimmät osa-alueet otetaan ylös ja annetaan arviona työhön kuluva aika (Critical path method: How to use CPM for project management 2021). Liitteen 1 kuvissa 1–2 on CPM-kaaviosta hahmottava esimerkki.
- ISO: *International Organization for Standardization* eli kansainvälinen standardisoimisjärjestö. Perustettu 1947 Sveitsissä. ISO ei ole minikään hallituksen alainen. Suomea edustaa ISO:ssa Suomen Standardisoimisliitto eli SFS.
- PERT: *Program evaluation and review technique*. Suomeksi riippuvuuskaavio. Riippuvuuskaaviolla hahmotellaan projektin alusta kriittiset työvaiheet ja toimenpiteet työn pituussuhteen lopputuloksen saavuttamiseksi. (Riippuvuuskaavio (PERT) 2022.) Liitteen 2 kuvasta 1 löytyy riippuvuuskaavion PERT esimerkki.
- TN-C: *Terra Neutral – Combined* on järjestelmä, jossa maa- ja nollapotentiaali on yhdistetty.
- TN-S: *Terra Neutral – Separated* on järjestelmä, jossa maa- ja nollapotentiaali on erotettu toisistaan.
- YSE 1998: *Rakennusurakan yleiset sopimusehdot*. YSE 1998 toimii rakennusteollisuudessa sopimuksien yleispohjana, eli jos jotain ei mainita urakkasopimuksessa, YSE 1998 toimii näiden osalta laillisuudessaan minimivaatimuksena. YSE 1998 muun muassa ohjeistaa riitatilanteet, velvollisuudet ja vaatimukset urakoissa.

# 1 Johdanto

Insinööriytyö on kirjoitettu neljän vuoden työkokemuksen perusteella kahdessa eri sähköurakointiin erikoistuneessa yrityksessä projektipäällikkönä sekä työnjohtajana. Insinööriytyö syventyy projektiliiketoimintaan sähköurakoitsijan näkökulmasta, jolloin toiminta perustuu pitkälti aliorakoitsijan asemaan.

Insinööriytyössä käsitellään, mitä projektiliiketoiminta on käsitteenä, hiukan historiaa ja mitä onnistumisia niin kuin ongelmia työkokemuksen aikana on koettu. Urakat ovat olleet kokoluokaltaan muutamasta sadastatuhannesta pariin miljoonaan euroon. Urakat pidetään tunnistamattomina tässä insinööriytyössä.

Insinööriytyön tavoitteena on avata projektinhallintaa aliorakoitsijan näkökulmasta, jolloin tilaajana toimii pääurakoitsija eikä rakennuttaja. Yleensä pääurakoitsijana toimii urakan suurimman työosuuden omaava urakoitsija. Rakennusurakoissa nyrkkisääntönä sähköurakan osuudelle on noin 10 % kokonaisurakasta.

Projektiliiketoiminnasta ei ole paljoa kirjallisuusmateriaalia suomeksi, minkä vuoksi insinööriytyössä viitataan paljon Aalto-yliopiston tuotantotalouden professorin Karlos Artton, Tampereen teknillisen yliopiston teollisuustalouden professorin Miia Martinsuon ja Oulun yliopiston tuotantotalouden professori Jaakko Kujalan vuonna 2006 yhdessä oppimateriaaliksi kirjoitetun Projektiliiketoiminta-teokseen.

## 2 Projektiliiketoiminta

### 2.1 Historia

Projektiliiketoiminta käsitteenä on suhteellisen uusi. Ennen 1950-lukua projekteja käsiteltiin pitkälti teknillisen ja suunnitelmallisen insinööriytyön kautta. Vuonna 1959 Paul O. Gaddis kirjoitti kirjan, kuinka projekteja johdetaan systemaattisesti.

Samoihin aikoihin muutkin tutkijat olivat kiinnostuneet tehokkaammasta tavasta hallita projekteja. (Artto ym. 2006: 15–16.)

Tehtävän määrittelyyn ja aikataulun hallintaan soveltuvia tekniikoita alettiin käyttää 1960-luvulla. Näihin lukeutuu tehtäväverkon laskemiseen tarkoitettut CPM ja PERT. (Artto ym. 2006: 16.)

1970-luvulla organisointi, johtajuus ja projektityöryhmät korostuivat projekteissa. Huomattiin, että projektin työryhmän ja projektipäällikön yhteistyöllä oli suuri vaikutus projektien onnistumiseen. (Artto ym. 2006: 16.)

1980-luvulla tietotekniikka alkoi tulla mukaan projektihallintaan. Projekteja mallinnettiin laajempina kokonaisuuksina ja projektien hallintaan kehiteltiin tietoteknisiä apuvälineitä ja seurantatyökaluja. Laadunhallinnan kehitys tuli osaksi projektinhallintaa. (Artto ym. 2006: 16.)

Globalisaation ja kehittyneiden viestintäteknologioiden ansiosta 1990-luvulla pystyttiin tekemään projekteja myös yli maantieteellisten rajojen (Artto ym. 2006: 16). Esimerkiksi projektisuunnittelu voidaan toteuttaa Saksassa ja toteutus Yhdysvalloissa.

2000-luvulla korostuu projektista toiseen oppiminen, innovoitavuus ja luovuus. Kustannustehokkuus on nykyään tärkeä osa projekteja, näin ollen toiminta yksilöllistyy ja on luotettava siihen, että projekteissa on mukana oikeat henkilöt, jotka osaavat tehdä projektiliiketoiminnan kannalta oikeita valintoja (Artto ym. 2006: 16–17).

## 2.2 Projektin määritelmä

Projekteja on monenlaisia. Yleisesti ottaen projektit ovat kertaluontoisia suuria suoritteita, esimerkiksi kiinteistön saneeraus kilpailutuksen pohjalta tai uuden lippulaivatuotteen suunnittelu ja toteutus puhelinvalmistajalle.

Projekti voidaan toteuttaa väliaikaisen organisaationa, jolloin projektiorganisaatio perustetaan suoritetta varten ja puretaan, kun projektin tavoitteet on saavutettu. Näin projekti henkilöityy ja työhön tulee palkata vain osaavia tekijöitä. Oletetaan, että projektin onnistuminen tai epäonnistuminen on projektiryhmän ansiota tai syytä. (Artto ym. 2006: 25.)

Tuote- ja työrakenteena projekti tarkoittaa sitä, että tuotteen työnosuudet ja komponentit voidaan kuvata tuoterakenteena, jossa työt on jaettu pienempiin ja paremmin hallittavissa oleviin osiin (Artto ym. 2006: 25). Hyvänä esimerkkinä toimii liitteen 3 kuva.

Projekti voidaan myös kuvata tehtävinä tai vaiheistettuna prosessina. Tässä korostuu tarkan aikataulun laadinta tehtävien ja työvaiheiden välisenä riippuvuutena eli projektin elinkaari. (Artto ym. 2006: 25.) Projektin elinkaari pitää sisälleen projektia edeltävät, sen aikaiset ja sitä seuraavat työvaiheet. Projektia edeltävät työt ovat muun muassa ideointia, mahdollisuuksien kartoitusta ja valmistelua. Projektin aikaiset työvaiheet ovat yksinkertaisesti projektin toteutus ja projektia seuraavat työvaiheet ovat tulosten käyttö ja käytön tukeminen. (Artto ym. 2006: 47.)

Kaikkia yllä mainittuja projektimuotoja yhdistää ennalta määritelty aloitus- ja päättymisajankohta sekä rajallinen budjetti. Jokaisella projektilla on tilaajan laatima tekninen ja toiminnallinen vaatimus.

### 2.3 Projektin päämäärä

Jokaisen projektin alussa tulee määrittää projektin päämäärä. Käsitteenä projektin päämäärä kuvaa kolmea asiaa:

- listattuna syyt projektin aloitukselle
- projektin muutos lähtökohdasta lopulliseen tulokseen

- toteutettavan projektin konkreettiset tavoitteet, kuten mitä tehdään, milloin tehdään sekä budjetti kustannuksille ja resursseille. (Artto ym. 2006: 31.)

Projekttiliiketoiminta määrittelee yrityksen toiminnat siten, että toimien kautta yrityksen asettamat päämäärät saavutetaan (Artto ym. 2006: 31). Näin projektiin määritettävä päämäärä kuvaa hyvin yrityksen tavoitteita ja arvoja.

Projektin alussa määritetyn päämäärän tulee olla yrityksen käytössä ennalta määritetystä hetkestä eteenpäin sekä hyötyjen tulee olla suuremmat kuin investoidut kustannukset. Tästä muodostuu projektin aikataulu ja budjetin suuruus. (Artto ym. 2006: 31–32.)

Päämääriin tulee määrittää laajuustavoite, millä tarkoitetaan projektin tuotteen laadullisia ominaisuuksia. Ominaisuuksiin voi kuulua fyysisiä tai toiminnallisia ominaisuuksia. Tuotteelle voidaan määrittää tekniset, toiminnalliset ja laadulliset ominaisuudet. Tähän kategoriaan kuuluvat esimerkiksi käytettävät materiaalit, mitat, komponentit ja rakenteet. Toiminnallisiin tavoitteisiin kuuluu tuotteen suorituskyky, käytettävyys ja ylläpito. Nämä yhdistettynä päästään laadullisiin ominaisuuksiin, mitkä eivät niinkään viittaa valmistukseen tai toiminnallisuuteen vaan tuovat lisäarvoa asiakkaalle. Laatu pitää sisällään muun muassa ulkonäköön ja tuotteen luomaan mielikuvaan liittyviä tekijöitä. (Artto ym. 2006: 32.)

Projektin tuote on ratkaisu, jolloin sen ei tarvitse aina olla materiaallinen vaan se voi olla myös toimintatapa, palvelu, suunnitelma tai prosessi asiakkaalle. Esimerkkejä Projekttiliiketoiminta-teos antaa palveluista organisaation kehittämisprojekteista ovat muun muassa käyttöönottopalvelut, ohjeet ja ohjelmistot. (Artto ym. 2006: 32–33.)

Päämäärien asettamiseen kuuluu vahvasti aikavoite, jossa projekti tulee saatavaksi valmiiksi (Artto ym. 2006: 33). Aikataulu on budjetin kanssa suurin rajoite projekteissa, koska liian lyhyt aikataulu ja pieni budjetti korreloivat nopeasti toisiaan vastaan.

Jokaiseen päämäärään kuuluu kustannustavoite, eli missä rahamäärässä projekti saatetaan valmiiksi niin, että projektista voidaan tehdä tuottoa. Budjettiin kuuluu lähes aina materiaalikustannukset sekä työtunnit eriteltynä. Näin ollen projektin päämäärään tulee määrittää laskennallinen katearvio. (Artto ym. 2006: 33–34.)

Projekttiliike-teoksessa kirjoitetaan selvästi laajuus-, aika- ja kustannustavoitteen kulminoitumisesta. Esimerkiksi jos projekti halutaan tai joudutaan saattamaan nopeammin valmiiksi, tulee työn osuus maksamaan enemmän tai joudutaan tinkimään laajuustavoitteista. Tavoitteet ovat keskenään sidoksissa toisiinsa ja voivat olla keskenään ristiriitaisia. Tavoitteita tulee priorisoida suhteessa toisiinsa. (Artto ym. 2006: 34.)

## 2.4 Projektihallinnan määritelmä

Projektit vaativat paljon hallinnoimista, ja projektihallinnan onnistumiseen vaikuttavat suuresti tekniset, sosiaaliset ja taloudelliset asiat. Hyvä projektipäällikkö tulee toimeen työryhmän jäsenien kanssa ja osaa ohjeistaa heidät oikeaan suuntaan sekä osaa ohjata sidosryhmän jäsenet oikeaan tehtävään oikea-aikaisesti. Projektin johtamistapa voi muuttua paljon projektin eri vaiheissa. (Artto ym. 2006: 35.)

Projektinhallintaan kuuluu sidosryhmien pitäminen tyytyväisinä, eli odotukset ja tarpeet tulee täyttää. Projektiin kuuluu aina oma projektiorganisaatio ja asiakas sekä mahdollisesti erinäisiä sponsoreita, virkamiehiä ja palveluntarjoajia. (Artto ym. 2006: 35; 41–42.) Jos jokin edeltävistä sidosryhmän jäsenistä ei ole tyytyväinen, on projektipäällikön tehtävä huomattavasti hankalampi tai lähes mahdoton. Seuraavaksi hiukan esimerkkejä mahdollisista hankaluuksista, kun sidosryhmään kuuluvia tahoja on tyytymättöminä. Asiakas tai viranomainen voi tehdä työn vastaanottamisen lähes mahdottomaksi. Sponsorin saattaa irtautua sopimussuhteesta, jolloin rahoitus vähenee. Työntekijöiden työhyvinvointi saattaa olla matala, jolloin työn tehokkuus ja laatu kärsivät tai pahimmassa tapauksessa työntekijä irtisanoutuu.

Projekttiliiketoiminta-teoksessa kirjoitetaan, että projektihallintaa voidaan tarkastella seuraavilla tavoilla:

- Voidaan tarkastella projektin läpikäynnä tietä alueena ja prosessina, jotka koskevat projektien kannalta tärkeiksi tunnistettuja asioita ja käytäntöjä
- Voidaan tarkastella yksilöiden eli projektipäälliköiden taitoina ja ominaisuuksina, jotka on havaittu tärkeiksi projektin onnistumisen kannalta
- Voidaan tarkastella työvälineinä, ohjeina tai dokumentaationa, joihin on kirjattu projektien tekemisen kannalta oleellisia asioita. (Artto ym. 2006: 36.)

## 2.5 Projektihallinnan tietä alueet

Tietä alueet ja prosessit voidaan jakaa yhdeksään pääkohtaan. Näihin kuuluu projektin kokonaisuuden hallinta, laajuuden hallinta, aikataulun hallinta, kustannusten hallinta, resurssien ja henkilöstön hallinta, viestintä, riskienhallinta, hankintojen hallinta ja laadun hallinta. (Artto ym. 2006: 37–38.)

Projektin kokonaisuuden hallinta pitää sisällään projektin kokonaisuudessaan ja projektin johtamisen osa-alueittain. Tähän kuuluu projektin eri osa-alueiden riippuvuuksien hallinta. Isona osana ovat tavoitteiden määrittely, tavoitteiden rakentaminen ja muutosten hallinta. Projektisuunnitelma on keskeinen osa kokonaisuuden hallintaa. (Artto ym. 2006: 37.)

Laajuuden hallinnalla varmistetaan projektin suoraviivaisuus, jolloin ylimääräinen työ saadaan karsittua kuitenkin projektin vaatimukset täyttäen (Artto ym. 2006: 37).

Aikataulun hallinnassa varmistetaan, että projekti voidaan toteuttaa sille asetetussa aikamääreessä. Isoin työkalu on tehtävien määrittely eli työn ositus, josta voi nähdä tehtävien välisen riippuvuuden ja keston. (Artto ym. 2006: 37.)

Kustannusten hallinnalla määritetään projektin kustannusarvio, budjetointi ja kustannusten seuranta (Artto ym. 2006: 37). Kustannusten hallintaan on monia erilaisia sovelluksia, joilla voidaan ennustaa tulevia kustannuksia ja budjetissa pysymistä. Näillä työkaluilla voidaan ennakoita yrityksen liiketaloutta tulevissa kvartaaleissa.

Resurssien ja henkilöstön hallinnassa seurataan projektin kulkua aikataulullisesti ja tähän tarvittavia resursseja. Useissa projekteissa on työvaiheita, jotka vaativat suurempaa työvoiman määrää. Tämän takia projekteille tehdään työn ositus.

Viestinnällä tarkoitetaan tiedon kulkua ja vuorovaikutusta eri sidosryhmien ja osapuolten välillä (Artto ym. 2006: 37).

Riskienhallinnassa tehdään arvio mahdollisista ja todennäköisistä riskeistä projektin kuluksa (Artto ym. 2006: 37). Joskus voidaan ottaa harkittuja riskejä, jolloin riskin hyödyt ja haitat tulee punnita. Esimerkiksi jätetään jokin työvaihe myöhemmäksi toteutuksessa ja priorisoidaan toinen työvaihe.

Hankintojen hallintaan kuuluu yrityksen ulkopuolelta resurssien etsintä, valinta ja käyttö (Artto ym. 2006: 38). Hankinta voi myös olla jokin järjestelmä, esimerkiksi ovipuhelin- tai palohälytinjaestelmä. Usein hankintaan kuuluu myös järjestelmän tuottavalta urakoitsijalta tai yritykseltä käyttöönotto tai konsultaatio-apu.

Laadunhallinta pitää sisällään projektin laadun suunnittelun ja varmistuksen eli valvonnan, jolla varmistetaan tilaajan asettaman laadullisen vaatimuksen täyttymisen (Artto ym. 2006: 38).

Kansainvälinen standardisointijärjestö on kirjannut ohjeita projektinhallinnan laadusta standardiin ISO 10006:2017, josta myös aiemmin kappaleessa kirjatut tietalueet löytyvät. Standardista voidaan lukea kansainvälisellä tasolla asetetut laatustandardit projektinhallinnalle (ISO 10006:2017).

## 2.6 Projektinhallinnan osaaminen

Projektipäällikön sosiaaliset taidot, käytännöt ja kokemus ovat isossa osassa projektinhallintaa. Euroopassa on lähestytty projektinhallintaa yksilön osaamisena. (Artto ym. 2006: 38.)

Isoissa projekteissa ei enää voi tuudittautua siihen, että projektipäällikkö hoitaa jokaisen osa-alueen itse, vaan tällöin isoihin kategorioihin palkataan sen alan ammattilainen. Hyvänä esimerkkinä näistä kategorioista on yleisjohtajuus eli liiketoiminnallista, vuorovaikutuksellista ja käsitteellistä osaamista. (Artto ym. 2006: 39.) Yleisjohtajuutta voi hyvin kuvata työnjohtajalla, joka toimii sidosryhmien välikätenä ja ottaa huomioon projektin ruohonjuuritasolla aikataulun seuraamisen sekä tekijäpuolen hyvinvoinnista vastaamisen.

Tietenkään projektipäällikkö ei voi delegoida kaikkea eteenpäin, sillä projektipäällikölle kohdistuu joitakin yksilökohtaisia osaamisvaatimuksia (Artto ym. 2006: 39). Projektipäällikölle usein kuuluu ainakin aikataulutusta, budjetointi ja isot hankinnat, ellei projektiin palkata erillistä projekti-insinööriä. Silloin projektipäällikkö voi keskittyä enemmän projektin etenemän seurantaan ja sidosryhmien kanssa asioiden sopimiseen.

Usein projektiorganisaatio pitää viikkopalavereita, joissa voidaan helposti käydä lävitse edellisen viikon etenemä ja mitä voi odottaa ennen seuraavaa viikkopalaveria. Näin saadaan myös jokainen työryhmän jäsen ajan tasalle, missä kohdin projektissa mennään sillä hetkellä. Projektipäällikkö toimii viikkopalavereissa puheenjohtajana.

## 2.7 Projektihallinnan työvälineet

Projektinhallinnassa on monia yleishyödyllisiä työvälineitä erinäisten dokumenttien muodossa. Työvälineissä on lähes aina seuraavia dokumentteja: lomakkeita, ohjeita, tarkistuslistoja, valmiita työpohjia ja suunnittelun ja seurannan tekniikoita. (Artto ym. 2006: 40.)

Lomakkeisiin kuuluu monia dokumentteja. Yksi tärkeimmistä lomakkeista on lisätyö- ja tuntityölomake, jonka avulla voidaan helpottaa lisätöiden tekemistä ja laskutusta. Tähän lomakkeeseen tulee aina saada työselostuksessa määritetyn henkilön allekirjoitus, sillä muuten lomake voi olla lain silmissä hyödytön.

Ohjeisiin kuuluu esimerkiksi sähkötyöselostus, jossa kerrotaan projektin minimivaatimukset urakan osalta. Vaatimuksiin kuuluvat aina selvitykset ja asennustavat eri osa-alueista, mahdolliset urakkaan määritetyt järjestelmät, standardien mukaisten mittauksien vaatimustaso ja merkintätaso työmaalla ja dokumenteissa.

Tarkistuslistoihin ja valmiisiin työpohjiin voidaan lukea esimerkiksi itselleluovutuspöytäkirjat ja erinäisten järjestelmien käyttöönottopöytäkirjat. Urakoissa on laajuuden mukaan aina välitavoitteita, joihin jokainen urakoitsija joutuu dokumentoimaan ennalta määritettyjen väli- tai lopputavoitteiden saavuttamisesta itselleluovutusdokumentin, jossa urakoitsija käy oman työtilanteensa lävitse ja kirjaa mahdolliset puutteet ja valmiustason luovutusta varten. Järjestelmien käyttöönottopöytäkirjat ovat yksiselitteisesti järjestelmän valmiuden ja toimivuuden varmistava dokumentti. Yleensä näiden jälkeen tehdään toimintakokeet muiden urakoitsijoiden järjestelmien kanssa. Hyvänä esimerkkinä toimii palohälytysjärjestelmän toiminnan varmistaminen siitä, että palotilanteessa tieto lähtee hälytyskeskukseen ja mahdollinen sprinklerijärjestelmä laukeaa hälytyksestä.

Suunnittelun ja seurannan tekniikoihin kuuluu ennalta määritetty aikataulu, joka on yleensä rakennusurakoinnissa janakaavio. Janakaaviosta tulee ilmi

työvaiheiden pituus työpäivinä ja työvaiheen aloitus- sekä lopetuspäivä. Näin saadaan arvioitua työlle tarvittavat resurssit.

Nykyään nämä työkalut ovat pääsääntöisesti sähköisesti käytettävissä ja paperisista dokumenteista on päästy eroon. Allekirjoitettavat dokumentit ovat vielä pääsääntöisesti paperisia vaadittujen allekirjoitusten takia.

## 2.8 Sidosryhmät

Projektiin kuuluu monia tekijöitä, niin suoria kuin välillisiä (Arto ym. 2006: 41). Näin ollen projektin sidosryhmät voidaan jakaa toteuttaviin, maksaviin, rahoittaviin, sivullisiin ja valvoviin tekijöihin.

Toteuttavaan ryhmään kuuluvat projektipäällikkö, projektiorganisaatio ja projektiryhmä. Projektipäällikkö vastaa projektin tavoitteiden saavuttamisesta laadullisesti ja kustannustehokkaasti. Projektiorganisaatioon kuuluu projektipäällikkö ja projektiin kuuluva työn toteuttava ryhmä. Projektiorganisaatioon kuuluu myös asiakas ja mahdolliset aliurakoitsijat. Projektiryhmä toteuttaa tavoitteita vaativat työt ja vastaa työn laadusta projektipäällikön kanssa sovitulla tasolla. (Arto ym. 2006: 41–42.)

Maksava tekijä on tietenkin asiakas eli yleisesti tilaaja. Sähköurakoissa myös pääurakoitsija voidaan lukea tähän, koska toimii tilaajan alla. Asiakas on yksilö tai organisaatio riippuen urakan laajuudesta. Yleisesti ottaen tilaaja maksaa ja määrittää urakan laadun suunnittelijoiden kautta. Joka ikisellä projektilla on asiakas. Tilaja on yleistermi asiakkaalle, mutta joskus organisaatio voi toimia asiakkaan alla tilaajana. (Arto ym. 2006: 42.) Pääurakoitsija on urakan vastuuorganisaatio, joka vastaa tilaajalle työn etenemisestä ja kustannuksista.

Rahoittavat tekijät ovat sponsorit, rahoittajat ja sivullisesti media. Sponsorit maksavat urakasta saaden näkyvyyttä median kautta. Näitä voivat olla samoja arvoja suorittavan yrityksen kanssa omaava yksityinen rahoittaja tai yritys. Media niin sanotusti rahoittaa sivullisesti lopputulosta mielikuvien, kuten

mielipidevaikuttamisella lopullisen tuotteen myynnissä niin positiivisesti kuin negatiivisesti. Huono mediakuva voi vaikuttaa erittäin negatiivisesti tuotteen myyntivaiheessa. Nykyään yritykset voivat vaikuttaa sosiaalisen median kautta positiiviseen näkyvyyteen. (Artto ym. 2006: 42–43.)

Sivulliset tekijät voidaan niputtaa seuraaviin tekijöihin: käyttäjä, muut kohderyhmät, kilpailijat ja yhteiskunta laajemmassa mielessä. Käyttäjä on hyvin yleisesti lopullisen tuotteen käyttäjä, joka ei pääse vaikuttamaan urakkaan lähes millään tavalla. Käyttäjä on yleisesti mukana vain käyttöönötossa. Muihin kohderyhmiin kuuluu ihmiset tai organisaatiot, joihin urakan lopputulos vaikuttaa välillisesti, kuten tehtaan ympäristössä asuvat ihmiset. Kilpailijoihin kuuluu samaa urakkaa tarjonneet muut samalla alalla olevat urakoitsijat. Yhteiskuntaa laajemmassa mielessä voidaan mieltää merkityksenä valtiolle, kunnalle, elinkenoelämälle tai työllisyydelle tärkeinä tekijöinä. Esimerkkinä projektiin voi kohdistua poliittista vaikuttamista ideologisista syistä. (Artto ym. 2006: 42–43.)

Valvovat tekijät ovat viranomaiset, tilaajan valvojat ja media. Viranomaiset yksinkertaisuudessaan ovat esimerkiksi rakennusvalvonta, lupaviranomainen tai paloviranomainen eli julkishallinnon viranomainen. (Artto ym. 2006: 42.) Tilaajan valvojat katsovat, että urakan alussa määritetyt laadulliset vaatimukset täyttyvät. Media pitää huolen siitä, että yhteisö näkee isoista projekteista positiiviset ja negatiiviset puolet.

Sidosryhmistä on vaikea priorisoida yhtään osa-aluetta, koska jokainen sidosryhmän jäsen vaikuttaa suoraan tai sivullisesti toiseensa. Esimerkiksi huono imago voi johtaa siihen, että rakennetut asunnot jäävät rakennuttajan käsiin tai tilaaja ei ota vastaan hanketta ilman täysin puhtaita puutelistoja. Edellä mainitut johtavat helposti kustannuksien lisääntymiseen ja budjetin ylitykseen.

### **3 Rakennusteollisuus projektina**

Rakennusteollisuuden työt tehdään lähes aina projektiluontoisesti. Projektissa on aina alku ja loppu. Alussa projektista on tehty laskelma ja sen pohjalta

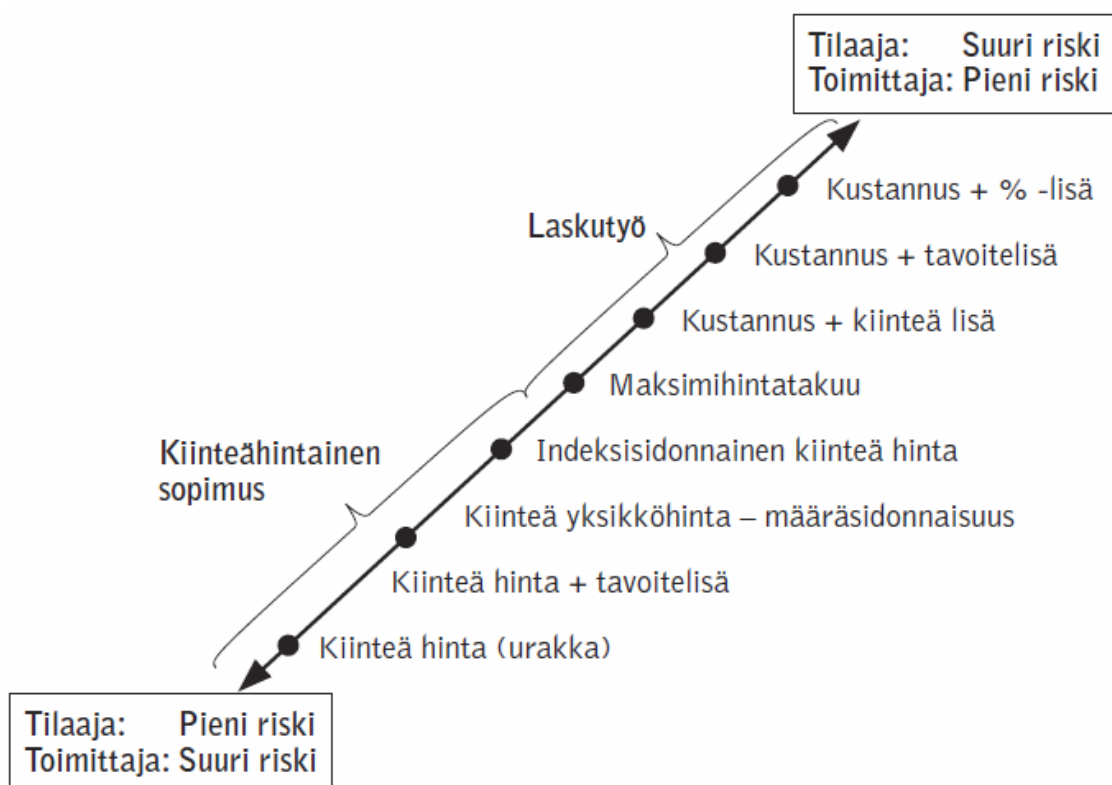
tarjous eli annettu hinta, jolla työ suoritetaan. Kilpailutuksen ja tarjouskilpailun voittamisen jälkeen projektia lähdetään viemään toteutusvaiheeseen, ja valitaan työryhmän vetäjä eli projektipäällikkö. Projektipäällikkö kokoaa projektia varten työryhmän, johon kuuluu nokkamies ja urakan laajuuden mukaan työnjohtaja sekä asentaja.

### 3.1 Urakkamuodot

Urakkamuoto määrittää rakennushankkeen osapuolten sopimusrakenteen. Kiinteistölehdessä lakimies Thomas Åberg mainitsee, että urakkamuodot jaotellaan tilaajan ja rakennusurakoitsijan välisen suoritusvelvollisuuden, urakoitsijoiden keskinäisten suhteiden tai urakan maksuperusteen mukaan. (Åberg 2015.)

Asunto-osakeyhtiöiden yleisimmät urakkamuodot ovat kokonaisurakka, suunnittele ja rakenna -urakka, jaettu urakka ja sivu-urakan alistaminen. Kaikissa edellä mainituissa urakkamuodoissa on omat etunsa ja heikkoutensa. (Åberg 2015.)

Projektiliiketoiminta-teoksessa annetaan myös erilaisia urakkamuotoja ja näille tilaajan ja toimittajan väliset riskiarviot (Artto ym. 2006: 85–86). Näitä käytetään harvemmin isoissa projekteissa pois lukien kiinteähintaiset sopimukset, mutta niitä on mahdollista käyttää esimerkiksi yksittäisissä huoneistoremonteissa tai muissa pienikustanteisissa töissä. Kuvassa 1 esitetään Projektiliiketoiminta-teoksessa esille tuodut muut urakkamuodot ja riskien suhde tilaajan ja toimittajan välillä. (Artto ym. 2006: 86.)



Kuva 1. Kuvaaja kuvaa erinäisten sopimustyyppien tuoman riskin tilaajan ja toimittajan välille (Arto ym. 2006: 86).

### Kokonaisurakka

Kokonaisurakka on perinteisin urakanmuoto. Pääurakoitsija toteuttaa sovitun urakan tilaajan laatimien asiakirjojen pohjalta. Tällöin suunnittelu on täysin tilaajan vastuulla. (Åberg 2015.) Tilaaaja teettää suunnitelmat suunnitteluyrityksellä.

Kokonaisurakassa tilaaja tekee urakasopimuksen vain pääurakoitsijan kanssa, mutta pääurakoitsija voi teettää urakan osioita aliurakoitsijoilla. Hyvänä esimerkkinä sähköurakoitsijat ja maaurakoitsijat toimivat aliurakoitsijoina pääurakoitsijalle. Tärkeänä on huomioida, etteivät aliurakoitsijat ole sopimussuhteessa pääurakoitsijan tilaajaan. (Åberg 2015.)

## Suunnittele ja rakenna -urakka

SR-urakka tunnetaan myös nimellä kokonaisvastuu-urakka eli KVR-urakka. Tärkeimpänä erona perinteiseen kokonaisurakkaan on se, ettei suunnitteluvastuuta ole tilaajalla, vaan urakoitsijalla on suunnittelusta vastuu. (Åberg 2015.)

SR-urakat toimivat parhaiten hankkeissa, joissa on paljon samanlaisia urakka-kokonaisuuksia, kuten esimerkiksi usean asunto-osakeyhtiöiden putkiremontti-hankkeissa. Näin urakoitsija pystyy kehittymään ja lisätöiden tarve vähenee, kun epäkohdat saadaan paremmin otettua huomioon jo tarjousvaiheessa. Tämän takia SR-urakat ovat nousussa varsinkin putkiremonttien kohdalla, minkä toteaa myös Lehdon liiketoimintajohtaja Ari Saartoala lehdistötiedotteessa. (Saartoala 2022.)

Åberg mainitsee, että SR-urakan huono puoli on mahdollinen tarjouspyyntöjen vähyyys. Jos urakoitsijan vastuut ovat liian isot, niin urakoitsija näkee parhaaksi olla tarjoamatta urakkaa. (Åberg 2015.)

## Jaettu urakka

Jaetussa urakassa tilaaja voi pilkkoa kokonaisurakkaa useampaan pieneen erillisurakkaan ja tehdä useamman urakoitsijan kanssa erilliset urakkasopimukset, jolloin urakoitsijat eivät ole lähtökohtaisesti keskenään sopimussuhteessa. Näin tilaaja vastaa urakan aikataulutuksesta, mikä saattaa tuottaa haasteita urakoitsijoiden aikataulujen yhteensovittamisessa. Pahimmassa tapauksessa urakoitsija voi vaatia tilaajalta sopimussakkoja, jos tilaajan takia aikataulutukset eivät toteudu urakkasopimuksen mukaisesti. (Åberg 2015.)

## Sivu-urakan alistaminen

Sivu-urakan alistaminen on tehty jaetun urakan rinnalle helpottamaan aikataulun hallintaa. Tilaja tekee urakkasopimuksen urakoitsijan kanssa ja alistaa sovitusti urakoitsijan pääurakoitsijan alaisuuteen. Sivuurakkaan alistettu

urakoitsija toimii sovitun urakan pääurakoitsijana ja näin vastaa oman kokonaisuutensa aikataulutuksesta ja toteutuksesta. (Åberg 2015.)

### 3.2 Tarjouslaskenta

Urakointiyritykset käyttävät erilaisia laskentaan soveltuvia ohjelmistoja tai kirjastoja, kuten Ecom, Jcad, Cadmatic tai Sähköinforon Sähköurakoitsijan tarjouslaskenta -teos. Näistä helpoimpia on käyttää ohjelmistoja, kuten Ecom, jolla saadaan helposti asennuskohtaisesti annettua samankaltaisilta tuntuvilta töiltä erilaiset hinnastot ja vielä tukkumyyjien hintojen mukaisesti. Esimerkiksi voidaan antaa helposti hinnat kaapeloinnille putkituksiin tai oikaistuna johtoteille. Ecom laskee myös pisteille kytkennän ja käyttöönottomittaukselle työn automaattisesti.

Jcad- ja Cadmatic-ohjelmistoilla saadaan suoraan laskentakuvista massaluettelot, joille joudutaan laskemaan yksikköhinnoin työn ja materiaalin hinta urakalle.

Sähköinforon tarjoamasta kirjasta taas urakoitsija saa hinnat eri töille ja materiaaleille, mutta materiaalien hinnat eivät päivitty, jolloin urakoitsija joutuu joka tapauksessa tarkastamaan hinnat eri tukkureilta. Urakoitsija joutuu laskemaan käsin PDF-kuvasta tai fyysisestä laskennan tasokuvasta massat. Sähköinforon teoksen hyödyt taas ovat tarjouslaskennan erinäisten ohjeiden sisältö. Sähköurakoitsijan tarjouslaskennan teos auttaa ymmärtämään erilaisia kohteita paremmin. (Autio ym. 2017.)

Tarjouslaskija käy jokaisen sähkötasokuvan, sähköjärjestelmäkaavion ja urakkaan liittyvät työselostukset läpi, niin oman urakoinnin osuudelta ei jää mitään huomioimatta. On hyvä huomioida, että joskus esimerkiksi LVI-työselostuksessa on tärkeää tietoa ilmanvaihdon kojeiden ja varsinkin rakennusautomaation alavalvontakeskuksien tai kaapelointien kannalta. LVI-suunnitelmista myös löytyy usein ilmanvaihdon säätökaaviot ja ilmanvaihtokojien antureiden,

säätö- ja palopeltien paikannuskaaviot, jotka tulee ottaa huomioon tarjouslaskennassa.

Kun tarjouslaskija on massoittanut urakan, niin tämän pohjalta hän laskee urakalle hinnan niin työn kuin materiaalien osuudelta. Hinnan laskemisen jälkeen katsotaan urakalle järkevä katetaso, eli paljonko urakasta halutaan saada prosentuaalisesti voittoa. Kate määritellään urakan helppouden ja markkinallisen tilanteen mukaan.

Alla katteellisen myyntihinnan laskukaava matemaattisesti muutettuna Juha Aholan (2013) myyntikateprosentin laskukaavasta.

$$\left( \frac{\text{ostohinta} \times 100 \%}{(1 - \text{myyntikateprosentti})} \right) = \text{Katteellinen myyntihinta}$$

Esimerkiksi jos linjasaneerauskohteen laskennallisen nollakatteen työt ja materiaalit maksavat yhteensä 150 000 € ja urakalle halutaan katteeksi 22 %, niin tarjotaan urakasta tilaajalle 192 307,69 €, alv 0 %.

$$\left( \frac{150\,000\ \text{€} \times 100\ \%}{1 - 22\ \%} \right) = 192\,307,69\ \text{€}$$

Katteellisesta myyntihinnasta muodostetaan maksuerätaulukko, joka esitetään urakkaneuvotteluissa tilaajalle. Maksuerätaulukko toimii urakan ulosmaksuperiaatteena, eli aina kun maksuerätaulukkoon kirjattu tavoite on saavutettu, niin urakoitsijalla on lupa laskuttaa tilaajaa. Esimerkiksi maksuerätaulukkoon merkityn maksuerän numeron 13 – A–portaan asuntojen lattialämmitykset asennettu ja hinnaksi on sovittu 3 000 €.

### 3.3 Urakkaneuvottelut

Pääurakoitsija kutsuu urakkaneuvotteluihin urakkakilpailun voittaneet urakoitsijat. Urakkaneuvotteluissa tarkastetaan urakkatarjouksen sisältö eli neuvotellaan tarkemmista ehdoista, kuten kuuluuko tiettyjen kaupallisten- ja

teknistendokumenttien kirjaukset urakan kokonaisuuteen (Kivioja 2014: 6). Hyvänä esimerkkinä voidaan pitää sähkötyöselostuksessa mainintaa ”Urakkaan kuuluu liittymäkaapelin putkitus kiinteistön seinustalta tontin rajalle”, koska nykyään maahan asennettavat kookkaammat putkitukset sisälletään usein maaurakoitsijalle.

Toinen tärkeä kirjaus urakkaneuvottelumuistioon on, miten tietyt isot kokonaisuudet on massoiteltu, kuten minkä dokumentin pohjalta on laskettu valaisimien määrät (Kivioja 2014: 9). Nopeuden kannalta valaisimet lasketaan lähes aina valaisinluettelon mukaan. Jos tasokuvien ja valaisinluettelon välillä on ristiriita, on helppo osoittaa urakan aikana lisätyötarjous puuttuvista valaisimista. Valaisimet ovat yleensä kalliimpia yksittäisiä hankintoja urakassa varsinkin, jos suunnittelija on käyttänyt suunnitelmissaan erikoisvalmisteisia valaisimia.

Urakkaneuvotteluissa pääurakoitsijan on tuotava esille mahdolliset muutokset, jolloin urakoitsija voi muuttaa urakkatarjouksen hintaa muutoksen mukaiseksi (Kivioja 2014: 11). Muutos voi olla muun muassa työn osuuden poistuminen tai lisääminen urakan laajuuteen tai tuotetyypin muuttuminen toiseksi tilaajan luamaksi.

Pääurakoitsijalle esitetään yksikköhintaluettelo, jonka tarkastaa rakennuttajan edustaja. Yksikköhintaluettelosta löytyy hinnat tietyille artikkeleille, kuten yleiskaapelointi- ja antennipisteen asennus 15 metriä kaapelia asennettuna ja materiaaleineen sekä valaisimen POS 1 -myyntihinta. Yksikköhintataulukko on tehtävä tarkasti ja hiukan taktikoiden, koska taulukon hinta on myös sama hyvitetäessä. Esimerkiksi voidaan taktikoida niin, että annetaan tuotteille, joita mahdollisesti osakasmuutoksien yhteydessä hyvitetään enemmän, pienempi hinta kuin sisäänostohinta, kun taas määritetään tavoitekatetta korkeampi hinta kokonaisuudelle, jota tullaan suurella todennäköisyydellä myymään lisää. Tämä kikkailu on tietenkin riskialtista, koska on mahdollista, että pienen katteen tuotetta halutaan lisää ja suuremman katteen tuotetta lähdetään hyvittämään. Nämä tapahtumat syövät tavoitekatetta huomattavan nopeasti.

Urakkaneuvotteluissa sovitaan aina urakan läpimenon aikataulu ja sakolliset välitavoitteet. Sakollisille välitavoitteille myös sovitaan hinta. YSE 1998 (§ 18) antaa viivästyssakolle kultakin työpäivältä 0,05 % pääurakoitsijalta ja 0,1 % sivuja aliurakoitsijalta arvonlisäverottomasta urakkahinnasta. Viivästyssakkoa voidaan periä koko urakasta maksimissaan 50 työpäivältä ja välitavoitteilta enintään 75 työpäivältä. (Rakennusurakan yleiset sopimusehdot: § 18.)

Tärkeää on huomioida, että tilaisuus ei ole YSE 1998:n (§ 63) mukainen urakkaneuvottelu vaan selonotto urakoitsijan tarjouksesta, jolloin ei suoraan synny sopimussuhdetta tilaajan ja urakoitsijan välille. Sopimussuhde syntyy vasta, kun sopimus on allekirjoitettu ja sopimukseen liitetään selonoton muistio allekirjoitettuna. (Kivioja 2014: 9.)

### 3.4 Isot hankinnat

Urakoissa on isoja hankintakokonaisuuksia, jotka kilpailutetaan projektipäällikön toimesta tukkukauppialta tai suoraan eri toimittajilta. Kalleimmat kokonaisuudet ovat normaalisti keskus- ja valaisinhankinnat. Tämän takia on tärkeää kilpailuttaa tarjouspyynnöt mahdollisimman monen toimittajan kesken, sillä tarjosten suuruuksissa voi olla tuhansien eurojen erot. Varsinkin keskusvalmistajien hintoihin vaikuttavat valmistajan sen hetkiset resurssit, eli onko valmistajalla paljon tilauksia jonossa.

Isot hankinnat on hyvä tehdä ajoissa jo ennen työn aloitusta, niin toimitusaikoihin saadaan paremmat varmuudet. Varsinkin jos toimittajalla on toimitusvaikeuksia, niin asiasta on helpompi tehdä lisäaikavaade tai tuotteen vaihtamisen takia lisäkustannusvaade. Toimitusvaikeudet tulee tuoda välittömästi tilaajalle ilmi, jolloin urakoitsija täyttää omat velvollisuutensa ja pystyy vaatimaan lisää aikaa urakalle (Rakennusurakan yleiset sopimusehdot: § 19). Lisäaikavaateeseen on hyvä liittää alkuperäinen tilausvahvistus, josta tulee ilmi vahvistetut toimitusajat.

Muita isoja hankintoja on erinäiset järjestelmät, kuten palovaroitin-, ovipuhelin- tai turvavalaisinjärjestelmä. Edellä mainituissa järjestelmissä on mahdollista tilata valmistajalta järjestelmän ohjelmointi ja käyttöönotto. Nämä palvelut ovat hyviä, jos yrityksessä tai työryhmässä ei ole osaamista näihin järjestelmiin. Joskus maksettu ammattilainen on halvempi kuin järjestelmän käytönoton harjoittelu ja erinäisten vikojen etsiminen. Varsinkin turvallisuusjärjestelmissä tulee käyttää järjestelmän toimittajan ammattilaista käyttöönotossa, niin järjestelmä saadaan saatettua viranomaissäädöksiens mukaiseksi mahdollisimman helposti. Turvajärjestelmien, kuten hälytyskeskukseen hälyttävän paloilmoitinjärjestelmän, käyttöönoton saavat tehdä vain turvallisuus- ja kemikaaliviraston eli Tukesin valtuuttamat yritykset. (Tarkastuslaitokset 2011.)

### Työryhmän kokoaminen

Urakan työryhmän kokoaminen on kriittinen osa urakan onnistumisessa. Urakan kannalta ei aina työryhmään saada parhaita mahdollisia tekijöitä, koska resurssit eivät ole aina suotuisat töiden aloittamisen ajankohdan kanssa. On hyvä huomioida, että jos urakkaan asetetaan kokenut kärkiasentaja, niin työnjohtokuluissa säästää valvonnan ja opastamisen osalta, kun taas kokemattomampi kärkiasentaja tuo valvonnan ja opastamisen kautta suuremmat työnjohtokustannukset sekä mahdollisten virheiden kautta pääurakoitsijan aputöistä vaateita taloudelliseen loppuselvitykseen.

Kun työryhmä on päätetty ja kärkiasentajalle on toimitettu urakan toteutuskuvat, niin tehdään työmaasopimus kärkiasentajan kanssa. Työmaasopimusta laadittaessa kärkiasentajalle esitetään laskennan luvut ja todennetaan, mistä kaikesta työn summa koostuu. Urakan pituuden mukaan sovitaan mahdolliset välipohjien laskelmat. Välipohjia harvemmin sovitaan maksettavaksi, jos urakan kesto on alle vuoden.

Kärkiasentaja tuo omat epäkohdat suunnitelmista esille ja mahdolliset työn hintaan vaikuttavat tekijät. Epäkohdista neuvotellaan kärkiasentajan kanssa ja

sovitun mukaan muokataan työmaasopimusta. Muokkaus voi olla kirjaus urakan sisällöstä tai urakkasumman muutos.

Allekirjoitetun työmaasopimuksen kopio toimitetaan pääluottamusmiehen tarkastettavaksi hänen pyynnöstään (Sähköistys- ja sähköasennusalan työehtosopimus 2022–2024 2022: 49).

### 3.5 Urakan toteutusvaihe ja työnjohtaminen

Töiden aloittamisajankohdaksi voidaan ajatella se hetki, kun toteuttava organisaatio aloittaa työt työmaalla. Tämän jälkeen työnjohdolla alkaa laadunvalvonta, tukeminen ja ohjaava työ.

Laadunvalvontaa tapahtuu koko työmaan läpiviennin ajan. Jokainen työvaihe on hyvä käydä kärkiasentajan kanssa lävitse ainakin kerran, jolloin kärkiasentaja tietää, mitä asioita tulee ottaa huomioon jokaisessa työvaiheessa. On hyvä huomioida, että tilaajan edustaja eli valvoja myös tekee laadunvalvontaa, mutta laadunvalvontaa ei saa jättää valvojan harteille. Laadunvalvonnassa otetaan huomioon käytetyt materiaalit ja se, miten työ on suoritettu. Joskus asentaja saattaa omasta mielestään säästää aikaa ja oikaista esimerkiksi kaapeleiden kannatus- tai kiinnitystöissä, jolloin on riskinä, että kaapelit jäävät makaamaan muun tekniikan päälle alakaton yläpuolella.

Työnjohtaja tilaa työmaalle päivittäisen kulutustavaran, kuten kaapelit, kaapelitiet ja kalusteet sekä muun pientarvikkeen. Yleensä kärkiasentaja lähettää työnjohtajalle tavaratilauslistan, ja työnjohtaja kilpailuttaa tuotteet eri tukkukauppioiden kesken. Työnjohtaja voi tehdä ennakoivaa massatilausta isoja työvaiheita varten. Isot työvaiheet ovat muun muassa käyttöönotettavan linjan kalustus tai lattialämmityskaapelien asennus.

Työnjohtajan tärkeimpiin tehtäviin kuuluu ongelmien selvittäminen, jolloin kärkiasentajalle jää aikaa tehdä ohjaavaa ja toteuttavaa työtä työmaalla. On erittäin tärkeää työn sujuvuuden kannalta, ettei kärkiasentaja jää vellomaan ongelmien

kanssa, vaan tuo ne viipymättä työnjohtajan tietoon. Usein ongelmat selviävät nopeasti dokumentteja selaten, mutta eri dokumenttien läpikäyminen on huomattavasti nopeampaa toimistolla tietokonetta käyttäen kuin työmaalla paperisia kuvia selaten. Joskus ongelmien selvittämiseen tarvitaan esimerkiksi järjestelmätoimittajan tietoutta tai valvojan mielipidettä. Jos ongelmat vaikuttavat muihin urakoitsijoihin, on ne tuotava viimeistään seuraavassa urakoitsijapalaverissa tai työmaakokouksessa ilmi, mutta mieluiten heti sähköpostilla asiaa koskevien kesken.

### 3.6 Kokoukset

Urakan edetessä alkavat erinäiset kokoukset, joista tärkeimpiin ja toistuviin kuuluvat työmaakokoukset ja urakoitsijapalaverit. Näissä kokouksissa myös päätetään katselmuksista ja lisätöistä.

#### 3.6.1 Työmaakokoukset

Työmaakokoukset ovat urakoiden tärkeimpiä virallisia kokoontumisia päätöksenteon kannalta. Työmaakokouksiin osallistuvat ainakin rakennuttaja, rakennuttajan edustajat eli valvojat ja pääurakoitsija sekä erikseen pyynnöstä aliurakoitsijoita. Sähköurakoitsijan on erittäin tärkeää osallistua työmaakokouksiin, koska yleensä pääurakoitsijalla ei ole ymmärrystä sähköteknisistä asioista, jolloin sähköurakoitsijan asioista päättää instanssi, joka ymmärtää sähkötekniikasta vain vähän.

Työmaakokouksissa käydään paljon asioita lävitse kuten, työmaatilanne, aikataulu, lisätyöt, suunnitelmatarpeet ja urakoitsijoiden, valvojien, suunnittelijoiden sekä tilaajan tarpeet. Tämän takia urakoitsijan on tärkeää tehdä ennen työmaakokousta itsellensä muistilista, josta voi tilanteen tullen tarkastaa omat asiat ja tuoda ne ilmi oikeaan aikaan, koska kokouksessa on paljon asiaa, niin omat pointit voivat unohtua.

On yleinen käytäntö, että urakoitsijat tekevät muutamia päiviä ennen työmaakoukusta työvaihe ilmoituksen, josta tulee ilmi työntekijöiden määrä, käynnissä olevat ja valmistuneet työvaiheet ja kysymykset valvojalle tai suunnittelijalle. Joskus pääurakoitsija tekee tämän aliurakoitsijoiden puolesta.

Tietyt asiat on hyvä vaatia erikseen kirjattavaksi työmaakokouksen pöytäkirjaan, jolloin vaatija saa itse sanella, mitä kirjataan ylös. Hyvä esimerkki erikseen vaadittavasta kirjauksesta on lisäaikavaade tai standardeihin liittyvät ongelmat. Näin urakoitsija voi jäädä itsensä mahdollisista tulevista ongelmista.

Työmaakokouksista tulee aina pöytäkirja, joka osallistujien tulee lukea läpi ja todeta, että kirjatut asiat ovat samat kuin työmaakokouksessa sovittiin. Pöytäkirja hyväksytetään seuraavassa työmaakokouksessa.

### 3.6.2 Urakoitsijapalaverit

Urakoitsijapalaveriin osallistuvat nimensä mukaisesti vain urakkaan osallistuvat urakoitsijat. Urakoitsijoiden osalta palaveriin osallistuu usein kärkiasentaja, mutta työnjohtaja voi osallistua tukemaan kärkiasentajaa, jos tuki koetaan tarpeelliseksi. Kärkiasentajan on tärkeä osallistua urakoitsijapalaveriin, jolloin tieto tulee tekijälle suoraan ja muuttumattomana. Kärkiasentaja on myös usein työmaan juuritasosta paremmin perillä kuin työnjohtaja.

Pääurakoitsija toimii urakoitsijapalaverien puheenjohtajan asemassa ja ohjaa palaverin kulkua. Palaverin tärkeimpiin asioihin kuuluu aikataulun seuraaminen ja seuraavien työvaiheiden esilletuonti aliurakoitsijoille. Urakoitsijapalaverit ovat tärkeä osa töiden yhteensovittamisessa. Palavereja pidetään usein kerran viikkoon, jolloin urakoitsijat voivat helpommin käydä ongelmakohtia ja tulevia työvaiheita yhdessä läpi ja sopia yksityiskohdista keskenään.

Pääurakoitsija toimittaa urakoitsijapalaverista aina muistion palaveriin osallistujille. Muistio on hyvä lukea läpi ja todeta, että muistioon on kirjoitettu palaverissa

sovitut asiat. Urakoitsijapalaverin muistio on yhtä virallinen dokumentti kuin työmaakokouksen pöytäkirja.

### 3.6.3 Katselmukset

Työmaalla tulee usein ongelmia yhteensovituksien kanssa, kuten eri urakoitsijoiden reitit menevät pahasti ristiin, eikä tilaa ole kummankin tekniikalle, tai valvoja haluaa nähdä malliasennuksen toistuvista työvaiheista. Edellä mainittuja tilanteita kutsutaan katselmuksiksi ja katselmuksiin kutsutaan erikseen vaadittavat henkilöt.

Yleensä valvojilla on valmiina malliasennuslistat, jotka valvoja esittää urakoitsijalle ja pyytää kutsua, kun malliasennus on valmis tarkasteltavaksi. Valvoja usein liittyy malliasennuksen valvontamuistioon ja tällä tavoin hyväksyy tai hylkää mallin. Tällöin katselmuksesta ei tarvita erillistä muistiota.

Kohteissa, joissa on isoja ilmanvaihtokonehuoneita, on tärkeää katselmoida kaapeliteiden, putkilinjojen ja ilmanvaihtokanavien reitit putki- ja ilmanvaihtourakoitsijan kanssa, koska hyvin usein IV-konehuoneet ovat erittäin ahtaita. Katselmus on myös sen takia tärkeä, että sähköurakoitsija tietää tarkat sijoituspaikat koneille, jolloin syöttöjen kaapelointi voidaan aloittaa ennen kuin koneet ovat paikoillaan. Tämän kaltaisista katselmuksista kannattaa tehdä muistio, niin mahdolliset koneiden paikkamuutokset, joita ei ole ilmoitettu ajoissa, voidaan todentaa ja mahdolliset lisätyökustannukset esitetään oikealle urakoitsijalle.

## 3.7 Lisä- ja muutostyökäytäntö

Urakan aikana ilmenee lähes aina suunnitelmista poikkeavia töitä. Lisätyöt tulee aina sopia ja laajuus hyväksyttävä kirjallisesti ennakkoon tilaajalta, näin on kirjattu Rakennusurakan yleisten sopimusehtojen pykälässä 46 (Rakennusurakan yleiset sopimusehdot: § 46).

Normaali käytäntö lisätyön alulle on, että työmaalla syntyy tarve tehdä työtä, mitä ei ole otettu suunnitelmissa huomioon, jolloin impulssi lisä- tai muutostyöstä syntyy työmaalla. Urakoitsija, tilaaja tai rakennuttajan edustaja voi tuoda asian ilmi ja viedä pyynnön lisä- tai muutostyöstä työmaakokoukseen aiheeksi. Lisä- tai muutostyön urakoitsija laskee ja tarjoaa joko itse suunnittelemalla vanhoista suunnitelmista pyynnön perusteella käyttäen omaa ammattitaitoa tai suunnittelijan toimittamista suunnitelmamuutoskuvista eli revisio kuvista. Tarjouksen kasaamisen jälkeen lisä- tai muutostyötarjous käydään työmaakokouksessa lävitse ja hyväksytään tai hylätään. (Suunnitelma- ja hintamuutokset 2017.)

Lisätyö tyyppiä on kahta erilaista: lisätyö ja muutostyö. Kummatkin edellä mainitut ovat fundamentaalisesti samankaltaiset, mutta lakitekstissä tarkoittavat eri asioita.

### 3.7.1 Muutostyö

Muutostyö voi olla suoritusveloitteen muutos, lisäys tai vähennys (Rakennusurakan yleiset sopimusehdot: 3). Rakennusurakan yleisten sopimusehtojen pykälän (§ 43) mukaan urakoitsija on velvollinen toteuttamaan tilaajan vaatimat muutostyöt, elleivät ne ole olennaisesti urakkasuoritteiden luonteen vastaisia. Muutokset on osoitettava selvästi urakoitsijalle ja urakoitsijan on esitettävä tilaajalle viipymättä kustannukset ja vaikutukset. Tilaajan on myös viipymättä käsiteltävä urakoitsijan tarjous. Muutosta ei saa toteuttaa ennen muutoksen kirjallista hyväksyntää. Poikkeuksena on pienet ja kiireelliset työt, jotka voidaan toteuttaa ilman kirjallista sopimusta, mutta nämä työt vaativat asianmukaisesti valtuutetun henkilön hyväksynnän. Urakoitsijan on tuotava urakkaan vaikuttavat kustannukset näistä töistä mahdollisimman pian sovittavaksi. (Rakennusurakan yleiset sopimusehdot: § 43.)

Muutostyön esimerkkejä ovat johtotiereittimuutokset, valaisimien lisäykset tai tuotemuutokset. Kaikissa edellä mainituissa esimerkeissä ydin on urakan suoritusveloitteessa, jolloin urakoitsijalla on velvollisuus suorittaa työt.

### 3.7.2 Lisätyö

Lisätyö ei voi olla hyvitystä, vaan on aina urakoitsijan suoritusveloitteen ulkopuolista työtä (Rakennusurakan yleiset sopimusehdot: 3). Urakoitsijalla ei ole velvollisuutta suorittaa lisätöitä toisin kuin muutostyön kohdalla (Suunnitelma- ja hintamuutokset 2017).

Hyvänä esimerkkinä lisätyöstä voidaan pitää jonkin järjestelmän lisäystä, mitä ei ole suunniteltu urakkasuoritteeseen. Tällöin työt ovat yksiselitteisesti lisätyötä.

### 3.8 Käyttöönotto- ja varmennustarkastus

Käyttöönotolla tarkoitetaan urakoitsijan tarkastusta omasta urakkasuoritteesta ja toteutuksesta, että tehty työ on turvallinen ja toimiva. Käyttöönoton yhteydessä urakoitsijan on täytettävä käyttöönottopöytäkirja, joka luovutetaan rakennuttajalle todisteeksi suoritetusta työstä. Laitteiston rakentaja on vastuussa käyttöönottotarkastuksen pitämisestä, mutta rakentajan laiminlyödessä velvollisuuttaan on sähkölaitteiston haltijan huolehdittava tarkastuksesta. (Sähköturvallisuuslaki 2016: § 43.) Sähkölaitteistoa ei saa luovuttaa rakennuttajan käyttöön ennen käyttöönottotarkastuksen pitämistä.

Jokaisessa urakkakohteessa on ainakin yksi käyttöönotto, mutta saneerauskohteissa ja isoissa uudishankkeissa on yleensä useampia käyttöönottoja ja käyttöönotot ovat sidottuina välitavoitteiden viivästyssakkoihin sopimuksissa. Saneerauskohteissa käyttöönotot ovat esimerkiksi asuntojen luovutuksia asukkaalle tai koko kohteen luovutus taloyhtiölle, kun taas uudishankkeissa luovutukset ovat esimerkiksi rakennuskohteen osaston tai koko kohteen luovutus rakennuttajalle tai käyttäjälle.

Koko kohteen valmistuessa kohteessa pidetään vastaanottotarkastus, josta todetaan, ovatko tehdyt työt sopimusasiakirjojen ja määräysten mukaiset. Vähäiset puutteet eivät ole vastaanoton este. Vastaanoton esteen tulee olla tarpeeksi

iso, joka estää käyttäjää käyttämästä sovittua urakkakokonaisuutta. (Rakennusurakan yleiset sopimusehdot: §71.)

Kun kaikki urakkasopimuksessa sovitut sähkötyöt on tehty, voidaan kohteessa pitää sähkövarmennustarkastus. Sähkövarmennustarkastus sähköturvallisuukslain pykälän 46 mukaan on kohteessa pidettävä käyttöönottotarkastus ennen sähkölaitteiston ottamista varsinaiseen käyttötarkoitukseen, minkä jälkeen voidaan suorittaa sähkövarmennustarkastus. (Sähköturvallisuuslaki 2016: § 46.)

Varmennustarkastus tehdään pistokoetyyppisesti tai muulla vastaavalla tavalla, jolla varmistetaan sähköjärjestelmän sähköturvallisuus ja sähkömagneettinen yhteensopivuus (Sähköturvallisuuslaki 2016: § 46). Linjasaneerauskohteessa varmennustarkastaja tarkastaa kaikki yleistilojen sähkökeskukset ottaen satumanvaraisesti mittaustuloksia keskuksien alaisuudessa olevista ryhmistä sekä käy muutamissa asunnoissa tarkastamassa turvaetäisyyksien täyttymisen märkätiloista sekä mitaten käyttöönottomittarilla uusien asennuksien mittaustuloksia.

Varmennustarkastuksen jälkeen tarkastaja luovuttaa varmennustarkastustodistuksen urakoitsijalle puhtaana tai puutteilla. Urakoitsijan on luovutettava varmennustarkastustodistus sähkölaitteiston haltijalle, jonka on pidettävä varmennustarkastustodistus tallessa vähintään kymmenen vuotta (Sähköturvallisuuslaki 2016: § 46).

#### Käyttöönottotarkastuksen mittaukset

Käyttöönottoon kuuluu olennaisesti sähköjärjestelmän käyttöönottomittaukset. Käyttöönottomittauksiin kuuluu aistinvaraiset tarkastukset, jännitteettömät ja jännitteelliset mittaukset. Jännitteettömät mittaukset tehdään aina ennen jännitteellisiä mittauksia. (Tiainen & sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2022: 336.)

Aistinvaraista tarkastusta tehdään koko työsuorituksen ajan ja puutteet korjataan työn edetessä tai viimeistään ennen käyttöönottoa. Aistinvaraisia tarkastuksia on kirjattu standardissa SFS 6000 kohdassa 61.1. (Tiainen & sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2022: 336.)

Jännitteettömiin mittauksiin kuuluu suojajohtimen jatkuvuuden ja eristysresistanssin mittaus. Suojajohtimen jatkuvuuden mittauksessa mitataan ryhmä- tai jakokeskuksen potentiaalintasauskiskon maapotentiaalin yhteyttä kojeen maadoitettuihin osiin. Jatkuvuuden mittauksella varmistetaan suojalaitteiden, kuten vikavirtasuojan toimivuus vikatilanteessa. Yleensä mittaustulos saa olla enintään noin  $1 \Omega$ , mutta on tilanteita, jolloin arvo voidaan ylittää. Mittaustulosta tulee aina verrata mitattavan johtimen poikkipinta-alaan ja kaapelin pituuteen. (Tiainen & sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2022: 343.)

Eristysvastusmittauksessa todennetaan vaiheisten osien riittävä eristys maasta eli varmennetaan, ettei vaihe- ja nollajohtimista vuoda liikaa jännitettä maapotentiaaliin (Tiainen & sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2022: 345). Mittaus suoritetaan käyttöönottomittarin  $R_{iso}$ :n mittausalueella ja 500 voltin tasavirtajännitteellä, mutta joissain tilanteissa voidaan käyttää pienempää jännitetasoa. Mittausarvoksi 500 VDC:llä on saatava vähintään  $1,0 M\Omega$ , ellei mitatulla kojeella ole valmistajan määrittämää vaadittua eristysresistanssin arvoa (Tiainen & sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2022: 346). Parhaassa tilanteessa arvoksi saadaan ääretön, mikä on yleisesti käyttöönottomittareissa esitetty arvolla  $> 500 M\Omega$ .

Yleisiä eristysvastusarvoa laskevia kojeita ovat valaisimien polttimot, sähkömoottorit ja elektroniset virtapiirit. Ne tulee todentaa käyttöönottopöytäkirjan huomioihin, jos mittaustulosta ei saada viitearvon sisään.

TN-C ja TN-S-järjestelmissä eristysvastusmittaus toteutetaan hiukan eri tavalla toisistaan, koska TN-C-järjestelmissä nolla ja maapotentiaali on yhdistetty keskuksessa. TN-C-järjestelmää käytetään vanhoissa kohteissa, missä on käytössä kaapeleita ilman erillistä maajohdinta. Jos vanhassa kohteessa on tehty

kojeiden nollauksia, niin nollan ja maan yhteistä johdinta kutsutaan PEN-johtimeksi.

Eristysvastusmittaus toteutetaan TN-S-järjestelmissä niin, että keskuksessa oikosuljetaan vaiheet ja nolla toisiinsa ja mittarin instrumentit kiinnitetään edellä mainittuun oikosuljettuun rimaan ja toinen potentiaalintasauskiskoon. Keskuksen kaikki automaattit ja kontaktorit on asetettava asentoon I, eli kaikkien ryhmien tulee olla päällä. TN-C-järjestelmässä ainoastaan vaiheet oikosuljetaan keskenään ja mitataan eristysvastus vaiheiden ja yhdistetyn maa- ja nollakiskon väliltä, jos näitä ei voi erottaa toisistaan. (Tiainen & sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2022: 345–346.)

Eristysvastusmittauksella saadaan selville vialliset kojeet ja kaapelit. Esimerkiksi eristysvastusmittauksella voidaan saada selville liiallisella voimalla vedetyt kaapelit, jolloin vetovoimasta kaapelien eristeet ovat venyneet ja näin ohentuneet, tai urakan aikana rikkoutuneet kaapelit, joihin on porattu ruuvi eristeiden lävitse tai kaapeli on jäänyt puristuksiin.

Jännitteellisiin mittauksiin kuuluu syötön automaattinen poiskytkentä, vikavirtasuojien toiminnan testaus ja vaiheiden kiertosuunnan varmistus. Automaattisen poiskytkennän mittauksessa mitataan vaiheen ja suojamaan välistä oikosulkuvirta-arvoa eli  $I_k$ . Oikosulkuvirta-arvoa ei tarvitse mitata, jos ryhmä on suojattu vikavirtasuojalla. (Tiainen & sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2022: 350–351.) Oikosulkuvirtamittauksella testataan johdonsuojakatkaisijan, tulppa- tai kahvasulakkeen toiminta asennetussa järjestelmässä. Jokaiselle johdonsuojalaitteelle on määritetty pienin sallittu oikosulkuvirta-arvo. Jos annettu arvo on pienempi kuin taulukkojen 1 ja 2, niin on suositeltavaa tarkastaa kytkennät ja kiittää mahdolliset löysät liitokset. Jos tämä ei auta pääsemään viitearvon yli, niin voidaan vaihtaa esimerkiksi C-käyrän johdonsuojakatkaisija nopeampaan B-käyrän johdonsuojakatkaisijaan.

Taulukko 1. gG-tulppa- ja kahvasulakkeiden edellyttämät pienimmät oikosulkuvirrat (Tiainen & sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2022: 89).

Pienimmät toimintavirrat gG-sulakkeille ja vaaditut mitatut arvot				
Nimellisvirta	gG-sulake 0,4 s	Vaadittu mitattu arvo	gG-sulake 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo
A	A	A	A	A
2	16	20	9	11,3
4	32	40	18	22,5
6	46,5	58,2	28	35
10	82	102,5	46,5	58,2
16	110	137,5	65	81,3
20	145	181,3	85	106,3
25	180	225	110	137,5
32	270	337,5	150	187,5
35	-	-	175	218,8
40	315	393,8	190	237,5
50	470	587,5	250	312,5
63	550	687,5	320	400
80	-	-	425	531,3
100	-	-	580	725
125	-	-	715	893,8
160	-	-	950	1187,5
200	-	-	1250	1562,5
250	-	-	1650	2062,5
315	-	-	2200	2750
400	-	-	2840	3550
500	-	-	3800	4750
630	-	-	5100	6375

Taulukoista 1 ja 2 huomaa sen, että gG-sulakkeiden ja johdonsuojakatkaisijoiden isoin ero on virrankesto. Johdonsuojakatkaisijoita valmistetaan vain 125:een A asti, kun taas gG-sulakkeita jopa 630:een A asti.

Taulukko 2. Johdonsuojakatkaisijan poiskytkennän vaadittavat pienimmät oikosulkuvirrat (Tiainen & sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2022: 88).

Pienimmät toimintavirrat johdonsuojakatkaisijoille ja vaaditut mitatut arvot				
Nimellisvirta	B-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo	C-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo
A	A	A	A	A
6	30	37,5	60	75
10	50	62,5	100	125
13	65	81,3	130	162,5
16	80	100	160	200
20	100	125	200	250
25	125	156,3	250	312,5
32	160	200	320	400
50	250	312,5	500	625
63	315	393,8	630	787,5
80	400	500	800	1000
125	625	781,3	1250	1562,5
Pienimmät toimintavirrat johdonsuojakatkaisijoille ja vaaditut mitatut arvot				
Nimellisvirta	D-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mi- tattu arvo	K-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mi- tattu arvo
A	A	A	A	A
6	120	150	72	90
10	200	250	120	150
13	260	325	156	195
16	320	400	192	240
20	400	500	240	300
25	500	625	300	375
32	640	800	384	480
50	1000	1250	600	750
63	1260	1575	756	945
80	1600	2000	960	1200
125	2500	3125	1500	1875

On hyvä huomioida, että oikosulkuvirtoja ei tarvitse mitata, jos suunnitelmiin on laskettu oikosulkuvirta-arvot ja annettu kaapelin pituus, mutta lasketuista arvoista on hyvä tehdä muutama kontrollimitaus, jolloin voidaan todentaa laskelmien todenpitävyys (Tiainen & sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2022: 350–351).

Oikosulkuvirta-arvoja mitatessa ainoastaan ryhmän kauimmainen piste pitää mitata, koska oikosulkuvirta-arvo pienenee resistanssin noustessa eli kaapelipituuden ja kytkentäpisteiden takia.

Vikavirtasuojakytkimien toiminta testataan aina ensimmäiseksi testipainikkeesta (Tiainen & sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2022: 351). Vikavirtasuojia mitatessa on testipainiketta hyvä koestaa muutaman kerran ennen käyttöönotto-testerillä tehtäviä mittauksia, jolloin mitatut laukaisuvirtojen ja laukaisuaikojen arvot ovat paremmat ja tasaisemmat.

Vikavirtasuojakytkimestä testataan, kuinka nopeasti ja millä vuotovirralla henkilösuojaus toimii. Laukaisuvirta ei saa ikinä ylittää vikavirtasuojan virran nimellisarvoa, joka on useimmiten henkilösuojaukseen tarkoitetuissa vikavirtasuojissa 30 mA.

### 3.9 Luovutusdokumentit

Hankkeen edetessä dokumentoitavaa on paljon. Sähköurakoinnissa tärkeimmäksi dokumentiksi nousee käyttöönottotarkastuspöytäkirja, johon dokumentoidaan edellisessä luvussa 3.8 käytyjä mittauksia.

Liitteessä 4 on ST-kortin 51.21.05 käyttöönottotarkastuspöytäkirjan esimerkki, mutta usein yritykset tekevät paremmin omiin tarkoituksiin soveltuvan dokumentin. Liitteen 4 dokumentissa on monta täydennettävää kohtaa, ja jos dokumenttiin jättää tyhjiä kohtia, niin dokumentti voi olla virheellinen tai ei vaikuta huolella täytetyltä. Jokainen dokumentin kohta on täytettävä jollain tavalla.

Linjasaneerauskohteissa varsinkin on useita luovutuksia ennen koko kohteen käyttöönottoa, ja on normaali käytäntö, että jokaisesta luovutetusta asunnosta tehdään oma käyttöönottotarkastuspöytäkirja.

Joskus käyttöönoton yhteydessä ongelmana on yksittäisten asuntojen kohdalla se, ettei eristysvastusmittauksia saada suuremmaksi kuin 1,0 M $\Omega$ . Tällöin on

selvitettävä, miksi mittaustulos on alle viitearvon, ja syy on kirjattava käyttöönottopöytäkirjan huomioihin. Toinen toistuva ongelma on osakkaiden omat keittiöremontit, joita urakoitsija ei suorita, ja taas huomioihin jää maininta ”keittiön urakanmukaisten sähköjen keskeneräisyys ja mittaamattomuus”. Nämä ongelmat voivat tulla vastaan varmennustarkastuksessa ja mahdollisesti johtaa kohteen varmennustarkastuksen hylkäämiseen. Tämän takia koko kohteesta on hyvä tehdä lopussa erillinen käyttöönottotarkastuspöytäkirja, jolla alistetaan aikaisemmat käyttöönottopöytäkirjat päädokumentin liitteiksi. Näin pienet puutteet eivät kaada koko kohteen varmennustarkastusta.

### Järjestelmien dokumentointi

Kaikista kohteen järjestelmistä on tehtävä mittaus-, käyttöönotto- tai testauspöytäkirja. Mittaus- ja käyttöönottopöytäkirja tehdään aina kiinteistön yleiskaapeloinnista, valokaapeloinnista ja antenniasennuksista. Mittauksilla todennetaan, että urakan alussa laadittuun laadunvarmistusdokumenttiin asetetut minimiit sekä Liikenne- ja viestintäviraston määräykset täyttyvät.

Palovaroitinjärjestelmästä tehdään käyttöönottopöytäkirja, johon merkitään syötävä keskus ja ryhmä, akuston koko ja toimivuuden todennus. Palohälytysjärjestelmä on hyvin lähellä edellä mainittua palovaroitinjärjestelmää, mutta hälytysjärjestelmässä on mukana automaattinen hälytys hälytyskeskukseen. Toisin kuin palovaroitinjärjestelmään on palohälytysjärjestelmään tehtävä varmennustarkastus paloviranomaisen toimesta.

Turvavalaisinjärjestelmästä tehdään käyttöönottopöytäkirja. Dokumenttiin merkitään samat asiat kuin palovaroitinjärjestelmästä, mutta lisänä on blackout-testi, jolla varmistetaan turvavalaisimien päälle kytkeytyminen, kun koko kohteesta katoaa jännite.

Saneerauskohteissa on myös valmiiksi järjestelmiä, joista on todettava toimivuus myös urakan jälkeen. Tällöin järjestelmästä tehdään testauspöytäkirja. Esimerkiksi linjasaneerauskohteessa on vanha savunpoistojärjestelmä, josta uusitaan

ainoastaan savunpoistoluukkujen ohjauskeskusten syötöt. Testauspöytäkirjalla todennetaan, että järjestelmän toiminta on kunnossa.

## 4 Haasteet urakoinnissa

Urakoinnissa tulee vastaan monia haasteita. Haasteet voivat olla ennakoitavia tai yllättäviä. Ennakoitavia haasteita on esimerkiksi asentajan toimintatavat tai työmaan toistuvat ongelmat. Yllättäviä haasteita taas ovat esimerkiksi ympäristölliset, suunnitelmapuutteet tai maailman tilannetta ravistelevat ongelmat, kuten pandemia tai sota.

Yllättävät ongelmat muuntuvat ajan kuluessa ennakoitaviin ongelmiin, kun hallitsevaan tilanteeseen totutaan.

### Ympäristölliset ongelmat

Lämpötila on työnteossa suuressa osassa. Lämpötila voi tuottaa ongelmia niin matalissa kuin korkeissa arvoissa. Eräässä kohteessa ongelmaksi koitui vuodenaika ja siitä johtuva kylmyys. Kohteen sisälämpötila oli käytännössä sama kuin ulkona. Kohteen aloitus siirtyi myöhemmälle koronapandemian takia, jolloin kaapeloinnin osuus siirtyi vuoden kylmimmälle ajanjaksolle.

Kohteessa työt alkoivat tammikuussa, mutta ennen kaapelointien aloitusta on tehtävä johtotiet. Näin ollen kaapelointi aloitettiin helmikuun alussa. Liitteen 6 kuvasta katsottuna Reka antaa AMCMK-kaapeleille minimi käsittelylämpötilat, joka on  $-15\text{ °C}$ . Verrataan Rekan antamaa minimiä liitteen 5 taulukkoon 3, josta huomataan, että helmikuun aikana 28 päivästä viikonloput mukaan laskuihin ottaen oli kaapelointiin soveltuvia päiviä vain kahdeksan. Tukkukauppias myös opasti, että kaapeleita ei kannata käsitellä kahteen päivään korkean pakkasjakson jälkeen, jotta kaapelin suojavaippa pääsee palautumaan pakkasen aiheuttamasta stressistä.

Lämpötiloja ei voi sivuuttaa. Tukkukauppiaan kuljettaman kaapelin saavuttua kohteeseen oli kaapelin suojavaippa halkeillut useasta kohdasta, koska kaapelin pituuden mittaaja ei ollut ottanut kaapelia sisätiloihin lämpenemään tarpeeksi pitkäksi aikaa. Kuvassa 2 kävi tuuri, että rikkoutunut kaapeli meni tukkukauppiin korvattavaksi eikä urakoitsijan ja samalla pystyi näyttämään tilaajalle konkreettisesti pakkasen vaarat kaapelille.



Kuva 2. Pakkasesta vaurioitunut kaapeli. Kaapelin suojavaippa on mennyt monesta paikasta halki.

Onneksi helmikuun loppuun mentäessä lämpötilat kääntyivät nollan suuntaan ja kaapeloinnit voitiin suorittaa normaalisti. Jos pakkaset olisivat jatkuneet, niin työmaakouksissa käytiin vaihtoehtoisia tapoja, kuten lämmitettävän teltan vuokraamista, jossa kaapeleita säilytetään ennen kaapeleiden vetämistä johteille.

#### Suunnitelmahaasteet

Suunnitelmat ovat urakan koko pohja, mikä helpottaa urakan viemistä tavoitteeseen tai pahimmillaan puutteillaan tai virheillään aiheuttaa suuriakin kustannuksia joko urakoitsijalle tai rakennuttajalle.

Hyvänä esimerkkinä yhdessä kohteessa ilmeni vasta töiden aloituksen jälkeen, että suunnitelmissa merkityt seinien lävistyspaikat eivät ole mahdollisia toteuttaa, koska nämä ovat kantavia palkkeja. Palkkeja ilmeni huomattavan paljon ja kriittisissä paikoissa. Tämän takia kaapelien reitit muuttuivat radikaalisti, ja suunniteltuja keskuksiakin jouduttiin muokkaamaan. Reittimuutoksen takia kaapelityyppien suhdanne vaihtui halvemmassa tavasta kalliimmaksi ja kaapelimäärät kasvoivat paljon. Edeltävään esimerkkiin ei urakoitsijalla ole mahdollisuutta vaikuttaa ennakkoon, vaan vastuu huolellisuudesta lankeaa rakennesuunnittelijalle, jonka tulee ottaa ennakkoon huomioon paikat, joista voidaan timanttipo-rauksin mennä lävitse.

Yleensä suunnitelmapuutteet eivät ole edellä mainitun ongelman laajuisia, vaan suunnitelmien luomisen aikana muutoksista johtuvia ristiriitoja eli suunnittelija on muokannut pääkaaviota, mutta ei ole tajunnut muokata samoja tietoja järjestelmäkaavioon tai tasokuvaan. Näissä virheissä on yleensä mahdollisuus tehdä muutokset lisätyökäytännöllä, jos virhe on määräävässä dokumentissa.

#### Kokemuspohjaiset haasteet

Kaikkien työntekoon vaikuttaa kokemus ja stressinsietokyky. Nämä molemmat ovat isossa osassa kärkiasentajalla ja työnjohtajalla. Kaikki reagoivat stressiin eritavoin, ja esimiehen on hyvä havaita stressin oireet alaiseltaan ajoissa. Muuten on mahdollisuus, että stressin kokija jää sairauslomalle tai vaihtaa työpaikkaa.

Helpoin tapa ehkäistä kärkiasentajan stressiä on pitää tiivistä yhteyttä häneen, jolloin mahdolliset ongelmat on helpompi tuoda pienemällä kynnyksellä esimiehen tietoon. Näin kärkiasentaja pystyy jakamaan taakkaa eikä koe, että koko vastuu hankkeesta on hänen harteillaan. Tämä myös helpottaa työnjohtajan työmaan tilanteen seurantaa.

On myös kärkiasentajia, joilla kokemus ei ole täysin sillä tasolla, millä sen tulee olla. Tämän kaltaisissa tilanteissa työnjohtajan on hyvä tehdä asentajalle

pääurakoitsijan aikatauluun räätälöity työvaihe aikataulu, jossa on eri työvaiheiden aloitus ja lopetus. Työvaihe aikataulun laadinnan jälkeen työnjohtaja ei kuitenkaan voi tuudittautua siihen, että kärkiasentaja seuraa aikataulua, vaan valvontaa on pidettävä yllä ja tuettava kärkiasentajaa mahdollisimman paljon. Räätälöity aikataulu myös helpottaa työnjohtajan resurssien seurantaan siten, että on helppo nähdä, onko töiden osalta jäätyä jälkeä ja onko lisäresurssien hankinta ajankohtaista.

Kaikista asentajista ei ole kärkiasentajiksi, vaikka kokemuksen puolesta näin voisi luulla. Joillekin työn taakka tulee jatkuvasti mieleen vapaa-ajalla ja näin vaikuttaa työstä palautumiseen. Tähän ei ikävä kyllä ole muuta ratkaisua, kuin ettei asentajaa aseteta kärkiasentajan rooliin.

#### Pandemian haasteet

Covid-19 muuntui pandemiaksi vuoden 2020 alussa. Pandemia vaikutti välittömästi hankkeiden aloitukseen ja rahoitukseen. Käynnissä olevissa hankkeissa ongelmiksi koitui sairastelut, materiaalipula ja hintojen nousu niin materiaalien kuin lainojenkorkojen osalta.

Jo valmiiksi velkaantuneen taloyhtiön rahoitusmahdollisuus pankilta on voinut heikentyä oleellisesti, koska maailmanmarkkinoiden velkojen korot nousivat huomattavasti, sekä osakkeenomistajilla on voinut olla vaikeuksia maksaa yhtiölle vastiketta työttömyyden tai heikentyneiden työmahdollisuuksien takia. Näin korjaustarpeessa oleva taloyhtiö joutuu siirtämään remonttia tulevaisuuteen, kunnes rahoitus on mahdollista hankkia. On myös todennäköistä, että monet taloyhtiöt siirsivät remonttia eteenpäin, koska lähitulevaisuus ei ollut selvä ja tiedossa oli paljon muuttujia.

## Materiaalipula

Pandemia aiheutti rakennusalalla laajalti materiaalipulaa varsinkin elektroniikan suhteen. Suurimpana syynä tähän oli Kiinan täysi sulkeutuminen ja tehtaiden alas ajaminen ihmisten eristämisen seurauksena.

Materiaalipulan takia monia yksinkertaisia ja itsestään selvinä pidettyjä komponentteja jouduttiin odottamaan useita kuukausia. Kiina toimi myös monien tärkeiden raaka-aineiden toimittajana, tällöin vaikutus hankkeiden etenemiseen oli suurta. Monissa hankkeissa jouduttiin esittämään tilaajalle niin sanottua *Force majeure* eli ylivoimasta estettä. Materiaalipulasta aiheutuva ylivoimainen este voi olla syy urakka-ajan pidennykselle (Rakennusurakan yleiset sopimusehdot: § 20).

Materiaalipulaan voidaan osittain reagoida tilaamalla tarvittavat kriittiset komponentit ja asennustarvikkeet riittävän ajoissa. Koska aina työmailla ei ole riittävästi tilaa varastoida suuria määriä eri asennustarvikkeita, on myös mahdollista sopia, että tukkukauppias tilaa tuotteen valmiiksi heidän varastoonsa ja sovitusti toimittaa tavarat työmaalle. Tämä saattaa olla maksullinen palvelu, mutta tämä on mahdollisesti halvempi vaihtoehto kuin maksaa sopimussakkoa. Tilajaajat eivät tunnu olevan enää niin suopeita materiaalipulan aiheuttamista ongelmista kuin pandemian alkuvaiheessa.

## Hintojen nousu

Kuparin ja alumiinin hinnat nousivat vuoden 2020 alusta rajusti. Liitteen 7 kuvasta 1 voidaan todeta, että kuparin hinta vuoden 2020 maaliskuusta yli tuplaantui 2021 toukokuuhun ja liitteen 7 kuvasta 2 taas alumiinin hinta 2020 toukokuusta lähes kolminkertaistui vuoden 2022 helmikuuhun verrattaessa. Hintojen nousu vaikuttaa paljon sähköurakoiden hintoihin, koska asennuskaapelien materiaalina on kupari ja voimakaapelien taas alumiini. Jo käynnissä olevissa hankkeissa hintojen nousu syö katetta. Tämän takia urakkasopimuksiin

nykyään asetetaan klausuuli hintojen tarkastamisesta, kun tietyn materiaalin pörssihinta nousee sopimukseen asetetun prosentin verran.

## Ukrainan sota

Kun maailmanlaajuinen pandemia alkoi helpottaa, Venäjä aloitti hyökkäyssodan Ukrainaan vuoden 2022 alussa. Ukrainan sodaksi kutsuttu hyökkäyssota vaikutti rakennusalaan rajusti. Kaikkien tuotteiden hinnat nousivat rajusti Euroopan unionin Venäjälle asettamien kauppapakotteiden ja Ukrainan raakamateriaalien tuotannon pysähtymisen takia.

Kaapelien hinnat nousivat rajusti pakotteiden takia. Liitteen 7 kuvasta 14 voidaan todentaa alumiinin hinnan raju nousu välittömästi Ukrainan sodan alettua. Alumiinia käytetään poikkipinta-alaltaan isojen kaapeleiden materiaalina. Aluminiikaapelit ovat yleisiä kiinteistöjen liittymäkaapeleina sekä isojen alakeskusten syöttökaapeleina, koska alumiini on huomattavasti halvempi materiaali kuin kupari.

## 5 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli käydä projektiliiketoimintaa läpi niin tieteellisestä näkökulmasta kuin myös oman kokemuspohjan kautta. Samalla insinööriyössä käytiin projektin koko elinkaari läpi sähköurakoitsijan näkökulmasta eli aina urakkalaskennasta luovutusdokumenttien luovuttamisesta tilaajalle. Työssä käydään myös kohtaamiani haasteita läpi.

Työ toimii lyhyenä käsikirjana projektipohjaiselle urakoinnille ja mahdollisesti antaa lisänäkökulmaa sellaisille henkilöille, jotka haluavat päästä urakointiin sisään aliurakoitsijana, eivätkä ole vielä päässeet hankkimaan kokemusta alasta. Työtä ei voi täysivaltaisesti soveltaa pääurakoitsijan rooliin, koska pääurakoitsijan lainmukaiset velvollisuudet ovat huomattavasti suuremmat.

## Lähteet

Ahola, Juha. 2013. Osaatko laskea myyntikatteen? Katelaskennan alkeet for dummies! Verkkoaineisto. Yrittäjälinja. <<https://www.yrittajalinja.fi/blogi/2013/04/12/681/?page2>>. 12.4.2013. Luettu 16.8.2024.

Alumiini (Aluminium). Verkkoaineisto. Nordnet. <<https://www.nordnet.fi/markkinakatsaus/indikaattori/aluminium>>. Luettu 18.4.2023.

AMCMK/AKKJ Reka tuotteet. Verkkoaineisto. Reka. <<https://www.reka.fi/tuoteryhma/amcmk-akkj/>>. Luettu 13.4.2023.

Artto, Karlos; Martinsuo, Miia & Kujala, Jaakko. 2006. Projekttiliiketoiminta. Helsinki:WSOY. Verkkoaineisto. Aalto-yliopisto. <<https://www.aalto.fi/sites/g/files/flghsv161/files/2020-08/Projekttiliiketoiminta.pdf>>. 2006. Luettu 7.8.2022.

Autio, Isto; Karppinen, Eeva; Käkelä, Mikko; Saastamoinen, Arto & Ukkonen, Keijo. 2017. Sähköurakoitsijan Tarjouslaskenta. 4., uudistettu painos. Espoo: Sähköinfo Oy.

Critical path method: How to use CPM for project management. 2021. Verkkoaineisto. Team Asana. <<https://asana.com/resources/critical-path-method>>. 5.7.2021. Luettu 17.8.2022.

ISO 10006:2017. Quality management – Guidelines for quality management in projects, 2017. Verkkoaineisto. The International Organization for Standardization.

Jokela, Mikko. 2011. Tuotteen tietomallin rakenne. Verkkoaineisto. Tuotetiedon Kootut Selitykset. <<http://inside-the-plm.blogspot.com/p/tuotteen-tietomallin-rakenne.html>>. 12.9.2011. Luettu 30.10.2022.

Kivioja, Karri. 2014. YSE 1998 Käyttö ja tulkinta. Verkkoaineisto. Rakennusteollisuus RT ry. <[https://www.rt.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineistot/2014-09-30\\_karri-kivioja-yse1998-kaytto-ja-tulkinta.pdf](https://www.rt.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineistot/2014-09-30_karri-kivioja-yse1998-kaytto-ja-tulkinta.pdf)>. 13.12.2014. Luettu 16.3.2023.

Kupari (Copper). Verkkoaineisto. Nordnet. <<https://www.nordnet.fi/markkinakatsaus/indikaattori/copper>>. Luettu 18.4.2023.

Lämpötilojen hakupalvelu. Verkkoaineisto. Ilmatieteen laitos. <<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus>>. Luettu 13.4.2023.

Riippuvuuskaavio (PERT). Verkkoaineisto. Helsingin kaupungin kehittämistoiminnan viitekehys, KEHMET. <<https://kehmet.hel.fi/menetelma-laari/teht%C3%A4v%C3%A4verkko-pert/>>. Luettu 17.8.2022.

Saartoala, Ari. 2022. Yhä useampi pääkaupunkiseudun kerrostalo valitsee putkiremonttiinsa kokonaisvastuu-urakan mallin. Verkkoaineisto. Lehto Group Oyj. <<https://lehto.fi/cision/yha-useampi-paakaupunkiseudun-kerrostalo-valitsee-putkiremonttiinsa-kokonaisvastuu-urakan-mallin/>>. 12.1.2022. Luettu 30.10.2022.

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. 1998. RT 16-10660. Rakennustieto.

Suunnitelma- ja hintamuutokset. 2017. Verkkoaineisto. Asianajotoimisto Finsta. <<https://finsta.fi/osaamisalueet/suunnitelma-ja-hintamuutokset/>>. 18.5.2017. Luettu 21.3.2023.

Sähköistys- ja sähköasennusalan työehtosopimus 2022–2024. 2022. Verkkoaineisto. Sähköliitto. <<https://www.sahkoliitto.fi/sites/default/files/attachments/S%C3%A4hk%C3%B6istys-%20ja%20s%C3%A4hk%C3%B6asennusalan%20ty%C3%B6ehtosopimus%202022-2024.pdf>>. 1.4.2020. Luettu 18.3.2023.

Säköturvallisuuslaki. 2016. 1135/16.12.2016.

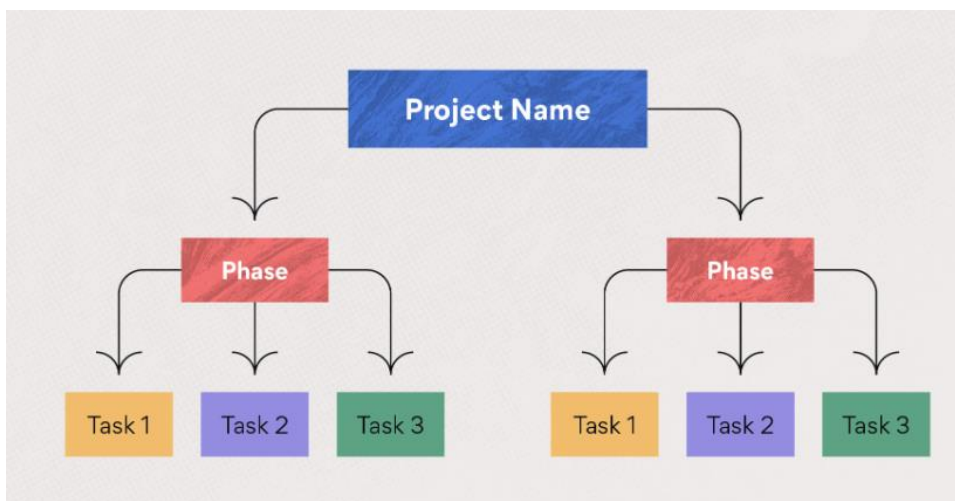
Tarkastuslaitokset. 2011. Verkkoaineisto. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. <<https://tukes.fi/teollisuus/tarkastuslaitokset>>. 4.1.2011. Luettu 19.3.2023.

Tiainen, Esa & Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2022. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. D1-2022. 29., uudistettu painos. Espoo: Sähköinfo Oy.

Åberg, Thomas. 2015. Rakennushankkeen eri urakkamuodoista. Verkkoaineisto. Kiinteistölehti. <<https://www.kiinteistolehti.fi/rakennushankkeen-eri-urakkamuodoista>>. 1.7.2015. Luettu 30.10.2022.

## Liite 1: CPM-taulukko

Alla esimerkki CPM-taulukosta. Kuvassa 1 esitetään CPM-taulukon pohja eli se, miten projektin vaiheet kasautuvat, ja kuvassa 2 näytetään jokaisen projektin osioiden tehtävänimikkeet ja kestot.



Kuva 1. CPM-taulukko. Taulukon avulla projektin työt jaetaan pienempiin kokonaisuuksiin. (Critical path method: How to use CPM for project management 2021.)

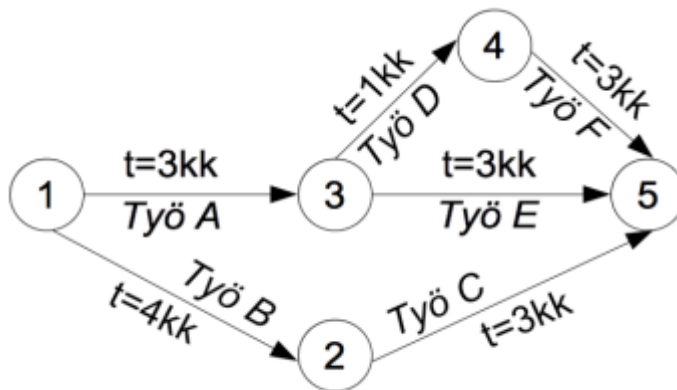
Task ID	Task	Duration (days)
A	Create outline	1
B	Write draft	5
C	Edit and create final draft	2
D	Design post visuals	4
E	Add animations to visuals	2
F	Upload post	1

Kuva 2. CPM-taulukko. Kuvan 2 taulukko tukee kuvan 1 töitä selitteillä ja työlle tarvittavalla aikamäärällä. (Critical path method: How to use CPM for project management 2021.)

## Liite 2: Riippuvuuskaavio PERT

Riippuvuuskaavio hahmottaa hyvin työn kriittiset osuudet ja niihin tarvittavat työajat.

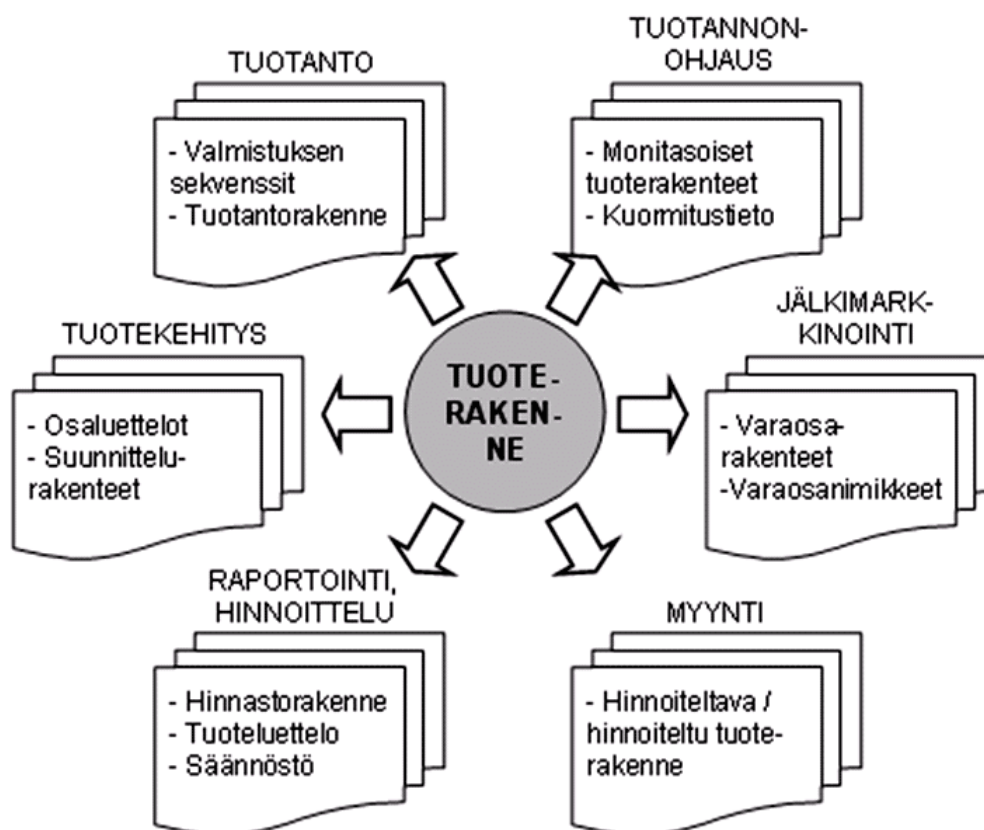
Kuva 1 hahmottaa kuinka työ D voidaan toteuttaa vasta, kun työ A on saatu valmiiksi.



Kuva 1. Riippuvuuskaavio eli PERT (Riippuvuuskaavio (PERT) 2022).

### Liite 3: Tuoterakennemalleja

Tuoterakennemallissa kaikkien töiden osuudet on eritelty, jolloin työt on helpompi jakaa ja pienempiin helpommin hallittavissa oleviin osioihin. Kuvassa 1 on osiot jaettu omiin pääalueisiin ja näiden alle on kirjattu pääalueiden tärkeät pointit.




Kuva 1. Tuoterakennemalli esimerkki, jossa on tuotteen pääosiot jaettu omiin osioihin ja pääosioihin on kirjattu tärkeimmät kuvaavat asiat (Jokela 2011).

## Liite 4: Käyttöönottopöytäkirja

Kuvissa 1–4 on ST51.21.05:n mukainen sähkölaitteiston käyttöönottotarkastuspöytäkirja. Käyttöönottotarkastuspöytäkirjasta löytyy ST-kortin suosittelemat tarkastettavat kohdat. Dokumentti on virallinen dokumentti luovutuksia varten.

01-2022 Käsi kirja rakennusten sähköasennuksista


ST 51.21.05
1 (4)

### KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA

Pöytäkirjan nro \_\_\_\_\_

Käyttöönottotarkastuksen osatarkastus

Käyttöönottotarkastus

Muu

#### PERUSTIEDOT

Sähkölaitteiston rakentaja	Yritys		
	Katuosoite	Postinumero	Postitoimipaikka
Sähköosaston johtaja	Nimi		Puhelinnumero
	Sähköpostiosoite		
Yhteyshenkilö	Nimi		Puhelinnumero
	Sähköpostiosoite		
Kohtaan liitetty	Työnumero		Nimi
	Kohtaan yksilöllinen		
	Katuosoite	Postinumero	Postitoimipaikka
	Tilaava yritys		
Tilaajan yhteyshenkilö	Nimi		Puhelinnumero
	Sähköpostiosoite		

#### 1. AIBITNVARAINEN TARKASTUS

Koko kohde  Vain kyseinen keskusosus

a) Sähkötölkki suojaus      Kunnossa  Ei sisälly   
Huomi

b) Palosuojaus      Kunnossa  Ei sisälly   
Huomi

c) Johtimien valinta      Kunnossa  Ei sisälly   
Huomi

© Sähköala Oy 1/2017 - Sähköala ry:n julkaisu

KUVA 6.16. Esimerkki käyttöönottotarkastuspöytäkirjasta (1/4).

Kuva 1. ST51.21.05 käyttöönottopöytäkirjan sivu 1 (Tiainen & sähkö- ja teleura-koitsijaliitto STUL ry. 2022: 356).

D1-2022 KäsiKirja rakennusten sähköasennuksista

**ST 51.21.05** 2 (4)

d)	Suoja-, käyttö- ja valvontalaitteet	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
	Huomi				
e)	Erobus- ja kytkentälaitteet	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
	Huomi				
f)	Sähkölaitteiden suojusmenetelmät	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
	Huomi				
g)	Nolla- ja suojajohtimien tunnuksot	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
	Huomi				
h)	Yksivaiheiset kytkinlaitteet	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
	Huomi				
i)	Dokumentit, varoituskilvet yms.	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
	Huomi				
j)	Tunnistettavuus	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
	Huomi				
k)	Johtimien liitosten sopivuus	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
	Huomi				
l)	Suojajohtimien olemassa olo	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
	Maadoituselektrodin rakenne:				
	Perustusmaadoitus	<input type="checkbox"/>			
	Muu, mikä?				
	Perustelut				
m)	Sähkölaitteiston vaatima tita	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
	Huomi				
n)	Erikoislaitteet	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
	Kohdalle koskevat erikoislaitteet:				
	Lääkintöala	Liite			
	Räjähdyksivaarallinen tita	Liite			
		Liite			

**KESKUKSEN NIMI JA TUNNUS:** \_\_\_\_\_

**2. SUOJAJOHTIMIEN JATKUVUUS (PE-, PEN-, maadoitus-, pölä- ja itäipotentiaalintasausjohtimet)**

Todettu kaikista laitteista ja piireistä  Suurin resistanssi \_\_\_\_\_  $\Omega$ , ryhmässä \_\_\_\_\_

Jatkuvuus todettu vaatimusten mukaiseksi

Liitteet: \_\_\_\_\_

**3. ERISTYSRESISTANSI**

Kohde	Ryhmä nro	R <sub>v</sub> /M $\Omega$	Huomi

Eristysresistanssit todettu vaatimusten mukaisiksi

PE- ja N-johtimien yhdistys on palautettu mitausten jälkeen ensisijaksi

Erikoistimenpiteet mitausten suorittamisessa:

Liitteet: \_\_\_\_\_

KUVA 6.16. Esimerkki käyttöönottopöytäkirjasta (2/4).

**ST 51.21.05** 3 (4)

**4. SYÖTÖN AUTOMAATTINEN POISKYTKENTÄ**

	$I_n$ (A)	$Z_n$ (Ω)	Suojalaji	InA (suojalaitteet)
Keskus				
Epäedullisin piste (0,4 s)				
Epäedullisin piste (5,0 s)				

Oikosulkuriita- ja silmukkalimpedanssien vaihtaminen  Vikasuojus on toteutettu vikavirtasuojalla

Oikosulkuriita- ja silmukkalimpedanssien vaihtaminen

Saadut arvot ovat standardin vaatimusten mukaiset

Liitteet: \_\_\_\_\_

**Vikavirtasuojat**

Tyyppi ja käyttökohtaus	Ryhmä nro	Nimellisarvoimitettu arvo		Painotus
		Ums	InmA	
				<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>

Toiminnot toteutettu standardin vaatimusten mukaisesti  Käyttökohtaus: VS = vikasuojus, LS = läiskesuojus, PS = palosuojus

Liitteet: \_\_\_\_\_

**5. KIERTOSUUNNAN TARKASTUS**

Keskus  3-vaihejohtolinjat  Ei sisälly asennukseen

**6. TOIMINTA- JA KÄYTTÖTESTIT**

Koneet ja laitteet  Toiminnalliset kokonaisuudet  Ei sisälly asennukseen

**7. EMC-SUOJAUS**

Kohteessa on käytetty TN-S-järjestelmää

Maseroitukset ja potentiaalieristykset on toteutettu EMC-vaatimusten mukaisesti

Kaapeleiden väristä, sijoittelusta ja asentamisesta on toteutettu EMC-vaatimusten mukaisesti

Laittevalinnoissa on huomioitu asennusympäristön vaatimukset

Asennuksessa on noudatettu laitevalmistajien ohjeita

Muuta, mikä? \_\_\_\_\_

Liitteet: \_\_\_\_\_

Sähkölaitteet täyttää sähköturvallisuuslain 1135/2016 ja valtioneuvoston asetuksen (1436/2016) sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevat vaatimukset

**8. HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMAN TARVE**

Kohteen kunnossapito-ohjelma vaaditaan

ei vaadita

Kohteessa on huolto- ja kunnossapito-ohjelma

Kohteessa on käyttö-, huolto- ja kunnossapito-ohjeet

Kohteessa on potenssireittivalvaintus  Kohteessa on potenssireittivalvaintusta koskeva kunnossapito-ohjelma

**9. SEURAAVA MÄÄRÄAJAKAISTARKASTUS**

Tarkastus: vaaditaan  määrälliset tarkastukset ohjelmalla \_\_\_\_\_

ei vaadita

Huomi: \_\_\_\_\_

KUVA 6.16. Esimerkki käyttöönottopöytäkirjasta (3/4).

ST 51.21.05

4 (4)

<b>10. KOHTEEN TOTEUTUKSESSA KÄYTETYT STANDARDIT</b>	
Toteutuksessa on käytetty standardikäsikirjaa SFS 600-1/2012 ja muuta, mitä? _____	
Kohde on toteutettu edellä mainittujen standardien vaatimusten mukaisesti toteutuksi <input type="checkbox"/>	
<b>11. PALOVAROITTIMET</b>	
<input type="checkbox"/> Vakuutamme, että asennetut palovaroittimet täyttävät riittävässä määrin määrättyjä vaatimukset (pelastustoimen laitelaki, asetukset palovaroittimien teknisistä ominaisuuksista, sähköturvallisuusäädökset jne.) ja että ne on asennettu ed. suunnitelman mukaisesti.	
<input type="checkbox"/> Palovaroittimen käyttö- ja huolto-ohjeet on luovutettu.	
Selvitys kuinka palovaroittimien viran ja varaviran syöttö on toteutettu:	
Lisätietoja:	
<input type="checkbox"/> Palovaroittimien osalta on laadittu erillinen asennusohjeistus, jossa on mainittu edellä esitetyt asiat ja joka on tämän pöytäkirjan liitteenä.	
<b>12. TARKASTUKSEN TEKIJÄ(T)</b>	
Päiväys _____	Päiväys _____
Alekkirjoitus ja nimen selvitys _____	Alekkirjoitus ja nimen selvitys _____
Mittauksissa käytetyt mittalaitteet:	
<b>13. LUOVUTUSMERKINTÄ</b>	
a) Ilmoitus kohteen valmistumisesta tehty: Verkkoyhtiö <input type="checkbox"/> Verkkoyhtiön nimi _____ TUKES <input type="checkbox"/>	
b) Käytön opetus <input type="checkbox"/>	Sovittu pidettäväksi pvm _____
c) Käytön ohjeistus/taustatiedot/työkirja luovutettu liitteenä <input type="checkbox"/>	
Liitteenä _____	
d) Piirustukset ja muut dokumentit luovutettu <input type="checkbox"/>	
Luettelo piirustuksista ja dokumenteista:	
Lisätietoja:	
Päiväys _____	Alekkirjoitus ja nimen selvitys _____
<b>14. TILAAJAN TAI HÄNEN EDUSTAJANSA KUITTAUS</b>	
Olen vastaanottanut kohdassa 13, Luovutusmerkintä, ilmoitetut suoritteet. Pöytäkirja säilytettävä ja tarvittaessa esitettävä koko sähkölaitteiston käyttöajan ajan.	
Päiväys _____	Alekkirjoitus ja nimen selvitys _____

Käyttöönottokäsiopöytäkirjan täyttöohje, ks. liite 1.  
Mittauksissa tarvittavat perustiedot, ks. liite 2.

KUVA 6.16. Esimerkki käyttöönottotarkastuspöytäkirjasta (4/4).

## Liite 5: Lämpötilataulukko

Taulukko 3. Taulukossa on esitetty Malmin lentoaseman ylimmät ja alimmat lämpötilat vuoden 2021 tammikuun alusta helmikuun loppuun. Taulukkoon on myös merkitty, milloin kaapelia voi käsitellä lämpötilan puitteissa ilman, että kaapeli vaurioituu. (Lämpötilojen hakupalvelu.)

Vuosi	kuu- kausi	päivä- määrä	Ylin lämpö- tila (degC)	Alin lämpö- tila (degC)	Viikon päivä
2021	1	1	3,1	-1,2	PE
2021	1	2	0,8	-1,6	LA
2021	1	3	-1,5	-3,6	SU
2021	1	4	-1,2	-3,3	MA
2021	1	5	-1,3	-4,1	TI
2021	1	6	-2,9	-4,3	KE
2021	1	7	-1	-3	TO
2021	1	8	-2,3	-3,6	PE
2021	1	9	-3,5	-10,2	LA
2021	1	10	-1,1	-16,3	SU
2021	1	11	0,4	-1,1	MA
2021	1	12	0,2	-1,8	TI
2021	1	13	-0,7	-8,6	KE
2021	1	14	-8,1	-20,2	TO
2021	1	15	-16,1	-22,8	PE
2021	1	16	-12,5	-23	LA
2021	1	17	-8,5	-24,3	SU
2021	1	18	-2,3	-17,6	MA
2021	1	19	0,6	-4,4	TI
2021	1	20	0,5	-12,5	KE
2021	1	21	-3,8	-5,5	TO
2021	1	22	2,1	-3,9	PE
2021	1	23	3,5	1,7	LA
2021	1	24	3,2	0,3	SU
2021	1	25	2,3	0,2	MA
2021	1	26	1,7	0,3	TI
2021	1	27	0,8	-0,3	KE
2021	1	28	-0,3	-5,2	TO
2021	1	29	-1,7	-5,3	PE
2021	1	30	-3,7	-6,8	LA
2021	1	31	-6,1	-7,3	SU



## Liite 6: Kaapelin lämpötilarajat

Kuvassa 1 on Rekan antamat arvot kaapelityypille AMCMK. Esitteestä löytyy kaapelin tyypille lämpötilarajat ja rakenne.



ISO 45001, ISO 14001 and ISO 9001 certified  
company REACH and RoHS compliant products

2023-04-13 18:39:30

### AMCMK / AKKJ

Alumiinivoimakaapeli

0,6/1 (1,2) kV

#### Käyttö

Alumiinivoimakaapeli kiinteään sisä- ja ulkoasennukseen. Voidaan asentaa suoraan maahan tai betonivaluun. Asennus on tehtävä kansallisten asetusten ja määräysten mukaisesti. Kaapeli on paloa levittämätön CPR-luokassa Eca.

#### Rakenne

<b>Standardit</b>	SFS 4880, SS 424 14 18, HD 603 3 F & L
<b>Käyttötymien palossa</b>	Eca; EN 13501-6, EN 50575:2014+A1:2016
<b>Johdin</b>	16 mm <sup>2</sup> pyöreä alumiinilanka, EN/IEC 60228 luokka 1 25 mm <sup>2</sup> pyöreä alumiiniköysi, EN/IEC 60228 luokka 2 35-300 mm <sup>2</sup> sektorinmuotoinen alumiiniköysi, EN/IEC 60228 luokka 2
<b>Eriste</b>	PVC-sekoite
<b>Välikerros</b>	Muovinauha
<b>Metallinen kosketussuoja</b>	Kuparilangat ja kuparinauha
<b>Ulkovaippa</b>	UV-suojattu PVC-sekoite
<b>Ulkovaipan väri</b>	Musta



#### Lämpötilarajat

<b>Max. johdinlämpötila käytössä °C</b>	70
<b>Max. johdinlämpötila, oikosulku max. 5 s °C</b>	160
<b>Min. kaapelin käyttölämpötila °C</b>	-40
<b>Min. kaapelin käsittelylämpötila °C</b>	-15
<b>Min. kaapelin kuljetuslämpötila °C</b>	-25

Kuva 1. AMCMK-kaapelin tuotekortti. (AMCMK/AKKJ Reka tuotteet 2023).

## Liite 7: Kuparin ja alumiinin pörssihinnat

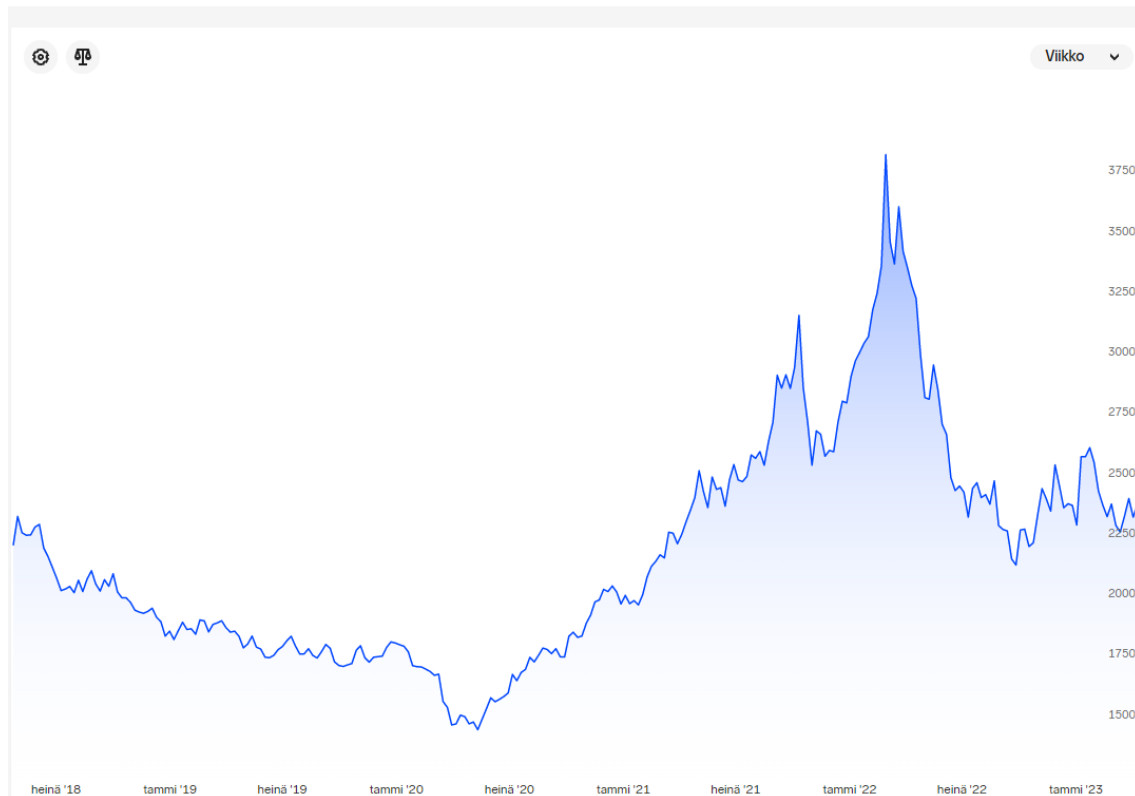
Kuvissa 1–2 on Nordnetin pörssistä hankitut viiden vuoden ajalta kuparin ja alumiinin pörssimyyntihinnat.



Kuva 1. Kuparin pörssihinta heinäkuu 2018 ja tammikuu 2023 väliltä. (Kupari (Copper)).

**Alumiini** (ALUMINIUM)

Viimeisin	Tänään %	Kehitys tänään	Ylin	Alin
<b>2 372,50</b>	<b>-0,74%</b>	<b>-17,50</b>	<b>2 394,00</b>	<b>2 353,00</b>



Kuva 2. Alumiinin pörssihinta heinäkuu 2018 ja tammikuu 2023 väliltä. (Alumiini (Aluminium)).