

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Jere Nyström

MIPRO OY:N  
SÄHKÖSUUNNITTELUOHJEISTUKSEN KEHITTÄMINEN

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2018



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Huhtikuu 2018**  
**Sähkötekniikan koulutusohjelma**

**Karjalankatu 3**  
**80220 JOENSUU**  
**013 260 6800**

**Tekijä**  
**Jere Nyström**

**Nimeke**  
Mipro Oy:n sähkösuunnitteluohjeistuksen kehittäminen  
Toimeksiantaja  
Mipro Oy

Tässä opinnäytetyössä perehdytään Mipro Oy:n sähkösuunnitteluohjeistuksen ja siihen liittyvän dokumentoinnin kehittämiseen. Työssä käydään läpi vaiheittain sähkösuunnitteluprojektin eteneminen alusta loppuun saakka.

Työn tarkoituksena oli saattaa Mipron sähkösuunnitteluohjeistus ja -dokumentaatio yhteen ja samalla helposti saataville. Aikaisemmin ohjeistus on ollut pirstaleina useassa paikassa ja vähin sanoin selitettynä.

Ohjeistuksen laatimisen ohessa mietittiin myös kehittämiskohtia suunnitteluprosessissa. Näitä kehityskohtia yritettiin löytää, verrattessa Mipron toimintatapoja voimassa olevaan sähköturvallisuuslakiin, asetuksiin ja standardeihin.

Uuden, kattavamman ohjeistuksen laatiminen oli tullut ajankohtaiseksi uusien laajempien projektien virransyöttötoimitusten myötä. Ohjeistusta tarvittiin niin oman suunnittelutyön kuin alihankintatyön hallittuun valvontaan.

Työn tuloksena Mipro Oy:lle saatiin uusi sähkösuunnittelun ohje, jossa eritellään tarvittavat työvaiheet ja näihin liittyvä dokumentointi. Samalla löydettiin kehityskohtia liittyen kunnossapitoon ja varmennustarkastuksiin.

**Kieli**  
suomi

Sivuja 30

**Asiasanat**  
sähkösuunnittelu, ohje, virransyöttöjärjestelmät



**THESIS**  
**April 2018**  
**Degree Programme in Electrical Engineering**

**Karjalankatu 3**  
**80220 JOENSUU**  
**FINLAND**  
**013 260 6800**

**Author (s)**  
**Jere Nyström**

**Title**  
Developing electric designing processes  
Commissioned by  
Mipro Ltd

The objective of this thesis was to look into the documenting and developing of Mipro corporation's electric designing. A whole electric designing project was studied piece by piece from the order till the completion of the work.

The goal of the thesis was to gather and update Mipro Ltd's electric designing instructions, including all the documentation concerning electric designing. In the past, electric designing instructions of Mipro Ltd have been scanty and the material has been spread in various locations. While composing instructions for electric designing, the ways to develop Mipro Ltd's electric designing were also considered. Places for development were searched by comparing Mipro Ltd's electric designing to effective electric laws, regulations and standards.

Mipro Ltd's area of business is growing concerning electric systems and electric supply, making demands for up-to-date electric designing instructions and guidelines. Guidance to the company's own as well as the subcontractor's electric designing was needed.

As the result of this thesis, new electric designing instructions and guidelines were put to use. In these instructions all steps of the design process are explained and the documentation related to them. Further development ideas were also found, related to maintenance and hardware testing.

**Language**  
Finnish

**Pages** 30

**Keywords**  
electric designing, manual, power supply

## Sisällysluettelo

1	Johdanto .....	5
2	Mipro Oy.....	5
2.1	Raideliikenne.....	6
2.2	Vesi- ja energiahuolto .....	7
3	Sähkösuunnitteluprojektin määrittely.....	8
4	Sähkösuunnittelu ja vaatimukset.....	8
4.1	Virransyöttöjärjestelmän yleissuunnittelu .....	9
4.2	Ups-järjestelmän suunnittelu .....	10
4.3	Suojaus- ja kuormituslaskelmat.....	10
4.4	Laitetilasuunnittelu .....	11
4.5	Kaapelointisuunnittelu .....	12
4.6	Keskussuunnittelu ja valmistus .....	13
4.7	Maadoitussuunnittelu .....	14
4.8	Ostoluettelot.....	14
5	Kunnossapitosuunnittelu .....	15
5.1	Sähkölaitteiston haltijan vastuu .....	15
5.2	Sähkölaitteistoluokitus.....	15
5.3	Sähkölaitteiston kunnossapito-ohjelma .....	16
6	Sähkölaitteiston valmistus .....	17
6.1	Laitetila FAT .....	17
6.2	Keskus FAT.....	18
7	Testaus .....	18
8	Käyttöönotto .....	19
8.1	Laitetilan tupasähköasennusten käyttöönottotarkastus.....	21
8.2	Virransyöttöjärjestelmän käyttöönottotarkastus.....	21
8.3	Varavoima/ups-järjestelmän käyttöönottotarkastus.....	22
8.4	Itselleluovutus .....	22
8.5	Varmennustarkastus .....	23
9	Määräaikaistarkastus .....	24
10	Kehitysehdotukset.....	25
10.1	Kunnossapitosuunnittelu .....	25
10.2	Varmennustarkastus .....	25
11	Yhteenveto .....	26
	Lähteet .....	28

## 1 Johdanto

Tässä työssä kootaan Mipro Oy:n sähkö- ja laitteistosuunnittelun ohjeistus yhdeksi kiinteäksi kokonaisuudeksi. Aikaisemmin ohjeistusta ei ollut ollenkaan, tai se oli hajallaan useassa paikassa. Uuden suunnitteluohjeistuksen tarkoituksena on helpottaa ja parantaa suunnitteluprosessiin osallistuvien työntekoa, tehden työstä organisoitua. Ohje on tarkoitettu kaikkien sähkösuunnitteluprojektiin osallistuvien käyttöön. Ohjetta voidaan myös käyttää tulevaisuudessa uusien työntekijöiden perehdyttämisessä sähkö- ja laitesuunnittelun projekteissa.

Sähkö- ja laitesuunnitteluprojekti on kokonaisuutena laaja, alkaen jo työn myyntivaiheesta päättyen työn toimitukseen asiakkaalle. Tämän takia yksityiskohtia kaikista sähkösuunnittelun vaiheista ei ole voitu käsitellä perinpohjin.

## 2 Mipro Oy

Mipro on raideliikenteen ja teollisuuden järjestelmiin erikoistunut asiantuntijayritys. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Mikkelissä, jonne se perustettiin vuonna 1980. (kuva 1.) Tällöin nimeksi tuli Mikkelin Prosessiohjaus Ky. 80-luvulla yrityksen toimialana oli prosessiteollisuus sekä vesihuollon automaatio suunnittelu ja asennukset. Vuonna 1990 yrityksen toiminta alkoi kohdentumaan turvallisuus- ja rautatiejärjestelmiin. Ensimmäisen tasejärjestelmänsä Mipro toimitti vuonna 1995. (Mipro, 2018)

Tänä päivänä rautatiejärjestelmillä valvotaan yli puolta Suomen ratatiekilometreistä. Raideliikenteen lisäksi Mipro on myös johtava veden- ja energianhallintajärjestelmien toimittaja Suomessa.

Mipro Oy on osa suurempaa konsernia Mipro Group:ia. Mipro Group konsernin toinen tytäryhtiö on Censeo Oy. Censeo Oy tarjoaa turvallisuuteen liittyviä asiantuntija- ja arviointipalveluja.

Mipro toimii Suomessa sekä Itä-Euroopassa ja Lähi-Idässä.



Kuva 1 Mipron pääkonttori Mikkelissä

## 2.1 Raideliikenne

Mipro on toiminut lähes 40-vuotisella urallaan lukuisien rautatiejärjestelmien parissa. Näihin ovat kuuluneet tasoristeykset, asetinlaitteet ja liikenteenohjausjärjestelmät. Tunnetuimmat tuotteet metro- ja ratateollisuudessa ovat asetinlaite- ja liikenteenohjausjärjestelmät. Suurimpia asetinlaitejärjestelmätoimituksia Mipro on tehnyt Helsingin metron läntiseen jatsoon, länsimetroon ja Kokkola-Ylivieska-rataosuudelle. (kuva 2.)

Metro- ja raideliikenneasiakkaille toimitettujen automaatiojärjestelmien lisäksi viime vuosina lähes poikkeuksetta jokaiseen toimitukseen on sisältynyt virransyöttöjärjestelmän toimitus ja monissa tapauksissa myös laitteiden toimitus.



Kuva 2 VR:n matkustajajuna Kokkola-Ylivieska rataosuudella

## 2.2 Vesi- ja energiahuolto

Mipron ohjausjärjestelmillä valvotaan, ohjataan ja hallinnoidaan myös jätevedenpuhdistamoja ja puhtaan veden jakelulaitoksia. Kuten ratapuolen järjestelmissä, myös vesi- ja energiahuollon järjestelmissä on ensisijaisen tärkeää häiriötön jatkuva toiminta kaikissa olosuhteissa. (Mipro, 2018)

Mipro on toimittanut vesi- ja energiahuollon järjestelmiä vuodesta 1980 lähtien, kokonaisuudessaan jo yli 500 kappaletta. Tälläkin hetkellä Mipron toimittamilla järjestelmillä ohjataan ja valvotaan vesihuollon prosesseja lukuisissa kohteissa ympäri Suomen.

Yksi pitkäaikaisimmista yhteistyösuhteista vesihuollon järjestelmissä Miprolla on Mikkelin vesilaitoksen kanssa, sillä se on jatkunut jo yli 20 vuotta.

### **3 Sähkösuunnitteluprojektin määrittely**

Uusi projekti aloitetaan työn määrittelyllä. Määrittelyssä projektin laajuus määritellään huomioiden järjestelmää koskevat vaatimukset sisältäen tilaajan asettamat, lakisääteiset ja Mipron omat tuotekohtaiset vaatimukset.

Valmistelu aloitetaan tilaajalta saatujen suunnitelmien ja vaatimuksien, sekä yleisten lakien, direktiivien, yleisten suunnitteluohjeiden ja määräyksien perusteella.

### **4 Sähkösuunnittelu ja vaatimukset**

Sähkösuunnittelu on sähkölaitteiston, sähkökeskusten ja sähkölaitetilojen mekaanista ja sähkötekniistä suunnittelua. Sähkösuunnittelulla varmistutaan, että sähköiset järjestelmät toteutetaan ja dokumentoidaan sähköturvallisuusmääräykset, SFS-standardit, ohjeet ja laitteiden asennusohjeet huomioon ottaen ja vaatimukset täyttäen.

Tavanomaisesti Mipron automaatiojärjestelmien yhteyteen vaadittu sähkösuunnittelu on tilattu alihankintana. Vaikka työ teetetäisiin alihankintana, täytyy Mipron toimeksiantajan roolissaan olla selvillä suunnittelun vaiheista ja vaatimuksista kyetäkseen valvomaan, että suunnittelutyö tulee tehtyä asianmukaisesti.

Mikäli työ tilataan alihankintana, saadaan luonnollisesti myös työn dokumentointi alihankkijalta. Näissä tapauksissa Mipron tulee kuitenkin varmistua, että dokumentointi on tehty oikein.

Kasvavien sähkösuunnittelutoimitusten mukana on tullut tarve täsmentää sähkösuunnittelutyön ja sen valvonnan ohjeistamista.



#### 4.1 Virransyöttöjärjestelmän yleissuunnittelu

Virransyöttöjärjestelmän yleissuunnittelu alkaa sähköliityntäpisteen selvittämisellä. Jos sähköliittymää ei ole, alkaa uuden sähköliittymän liittymäkoon, tariffityypin ja mittaroinnin selvittäminen verkostonhaltijalta tai sähkölaitokselta. Näiden tietojen perusteella voidaan mitoittaa liittymäkaapelin tyyppi, koko ja pituus pääkeskukselle. Kaapelien oikeaoppisesta valinnasta ja mitoittamisesta kirjoitetaan lisää kirjan D1 2017 luvussa 52: Johtojen valinta ja asentaminen.

Oikosulkuvirta saadaan verkostonhaltijalta tai sähkölaitokselta, jonka avulla voidaan varmistua pääkeskuksen syöttökaapelin oikeasta mitoituksesta ja automaattisesta poiskytkennästä keskuksen sisällä. Vikasuojauksesta automaattisella poiskytkennällä kirjoitetaan lisää kirjan D1 2017 luvussa 41.2: Vikasuojaus.

SFS 6000 standardin kohdassa 443 määritellään ylijännitesuojauksen tarpeellisuudesta eri ympäristöissä. Standardissa määritellään ylijännitesuojaus tarpeelliseksi, käytännössä kaikilla Mipron toiminnan alueilla, jos kohde sijaitsee taajama- tai maaseutuymäristössä. Kaupungeissa ylijännitesuojausta ei vaadita. Kaupunkialueen määritelmään kuuluu, että koko sähköverkko on maakaapeloitu ja alueella on lähellä korkeita rakennuksia. Poikkeustapauksissa standardin kohdan 443.5 mukaan voidaan arvioida erillisen riskiarvioinnin avulla ylijännitesuojauksen tarvetta tapauskohtaisesti. (SFS ry, 2017.)

Yleissuunnittelussa mietitään tarvitaanko varavoimaa ja tuleeko kyseeseen automaattinen vai manuaalinen verkonvaihto. Loistehon kompensoinnista tehdään laskelmat tai vaihtoehtoisesti saadaan selvitys verkostonhaltijalta tai sähkölaitokselta. Yleensä Mipro ei ole vastannut loistehon kompensoinnista toimitusprojekteissa.

Syötön mitoituksesta tulee tehdä sähkötyöselostus, jossa kuvataan tietoja rakennuskohteesta, yleisiä tietoja, asennusohjeita ja hankintaohjeita.

## 4.2 Ups-järjestelmän suunnittelu

Varajärjestelmän (UPS) tarkoitus on taata järjestelmälle keskeytymätön virransyöttö. Varajärjestelmän tarpeellisuus tarkastetaan jokaisen projektin kohdalla erikseen. Myös varajärjestelmän vaatimukset kuten teho, kesto ja mahdollinen redundanttisuus on tapauskohtaista.

Akuston ja UPS:n paino ja akuston huollettavuus on huomioitava laitetasuunnittelun yhteydessä.

UPS-laitteiden mitoitukselta voidaan säästyä käyttämällä apuna laitetoimittajan tietämystä, kuten Eatonia, joka pyynnöstä mitoittaa oikean kokoisen järjestelmän tilauksen yhteydessä.

Myös ABB tarjoaa vastaavaa palvelua, jota on käytetty usein rautatiejärjestelmien UPS-toimituksissa.

## 4.3 Suojaus- ja kuormituslaskelmat

Suojaus- ja kuormituslaskelmat käsittävät oikosulkuvirran, UPS-oikosulkuvirran, suojaavan sulakkeen vähimmäisvirran, kaapelien jännitteenaleneman ja poiskytketymisajan määrittämisen, laskemisen ja näiden tulosten vertaamisen SFS 6000 -standardiin ja toimialakohtaisiin vaatimuksiin.

Rautatie- ja metrojärjestelmien osalta tuloksia verrataan ko. järjestelmiä koskevaan Liikenneviraston ohjeeseen ”Turvalaitteiden virransyöttöasennusten sähköturvallisuutta koskevat Liikenneviraston erikoismääräykset” (Liikennevirasto, 2016.)

Suojaus- ja kuormituslaskelmilla suojellaan käyttäjää ja laitteistoa. Suojauslaskelmilla varmistetaan mahdollisen vikatilanteen nopeasta poiskytkennästä ja kuormituslaskelmilla estetään laitteiston liiallinen kuormittaminen.

Suojaus- ja kuormituslaskelmista laaditaan laitteistoa koskeva dokumentti, josta ilmenee edellä mainittujen laskelmien lisäksi tarkennetietoja kaapeleista, kytkennöistä, suojausohjeista ja niiden vaatimuksien mukaisuudesta.

Esimerkki asianmukaisista suojaus- ja kuormituslaskelmista löytyy dokumenteista PRO-041633, PRO-046068 ja PRO-044733. Esimerkin laskelmassa on selvitetty UPS oikosulkuvirta, verkon oikosulkuvirta, suojaavan sulakkeen toimintavirta ja jännitteen alenema. Näiden tietojen perusteella on verrattu sulakkeiden ja kaapelien suojaavuutta näille määritettyyn standardiin ja Liikenneviraston virransyöttöasennusten ohjeeseen (Liikennevirasto, 2016.)

#### **4.4 Laitetilas suunnittelu**

Laitetilalla tarkoitetaan tilaa, jossa sijaitsevat järjestelmään kuuluvat laitteet, sähkökeskukset, automaatiokeskukset (kuva 3.), keskusten sisäiset toimilaitteet ja johon kentällä sijaitsevien sähkölaitteiden kaapelit liittyvät.

Laitetilas suunnittelussa suunnitellaan laittilan sisäiset kaapelireitit, järjestelmäkaappien ja -laitteiden sijoittelu laittilaan, sekä laittilan ns. tupasähköt, joihin kuuluvat valaistus, pistorasiat, lämmitys, hälytinlaitteet ja mahdollinen ilmastointi.

Tupasähkösuunnittelusta sovitaan projektikohtaisesti.

Laitetilas suunnitteluun voidaan laskea myös laittilan pääkeskuksen ja mahdollisen erotusmuuntajan suunnittelu. Työn tilaaja on yleensä mitannut kiskopotentialin ja hankkinut erotusmuuntajan. Mipro on toimittanut erotusmuuntajia vain tasoristeyslaitostoimitusten yhteydessä. Erotusmuuntajista kirjoitetaan enemmän Ratahallintokeskuksen julkaisussa B9: Laittilojen ja valaisimien maadoittaminen.

Kokkola-Ylivieska- projektissa laittilojen suunnittelu ja toimitus sisältyivät Mipron toimitukseen. Esimerkkinä soveliasta löytyvä Kannuksen laittilan suunnitelma tunnuksella PRO-035236

Suunnittelu etenee seuraavaksi syöttökaapelin koon ja tyyppin suunnitteluun liittymäkoon ja huipputeholaskelman perusteella. Samalla kartoitetaan keskuksien lähtöjen teho- ja virtatietoja, vesi- ja energianhuollon projekteissa myös moottorilähtöjä.



Kuva 3 Mipron automatiokeskus Länsimetron laitetilassa, Koivukylässä

#### 4.5 Kaapelointisuunnittelu

Kaapelointisuunnittelussa määritellään kaapelireitit, kytkentäpisteet ja nimetään käytettävät sähkökaapelit lähtötietojen sekä järjestelmäarkkitehtuurin mukaisesti.

Kaapelointisuunnittelun tuotoksena saadaa

- kaapeliluettelo, jossa ilmoitetaan kaapeleiden kaapelitunnus, kaapelityyppi ja kytkentäpisteet
- kaapelikilpiluettelo, jossa ilmoitetaan kaapeleihin kiinnitettävien nimikkokilpien sisältämät tekstit ja kilven koon
- kaapelireittipiirustukset, jossa kuvataan kaapeleiden reitit työmaalla.

Kaapelireittisuunnittelu ei rautatieprojekteissa usein sisälly Mipron toimitukseen, vaan tilaaja hankkii suunnitelmat erikseen. Mipron toimitukseen sisältyy useimmiten kaapelireittisuunnitelman täydentäminen kaapelinumeroilla.

Dokumentissa PRO-048714 voi nähdä esimerkin kaapelireittikaaviosta, PRO-036251 kaapelikilpiluettelosta ja PRO-032461 kaapeliluettelosta.

#### **4.6 Keskussuunnittelu ja valmistus**

Vesiprojekteissa virransyöttösuunnittelu ja keskussuunnittelu on tehty perinteisesti itse, mutta rata- ja metrolienteessä suunnitteluun on käytetty lähes pelkästään alihankintatyötä.

Keskussuunnittelun tuloksena dokumentoidaan keskustyöselitys (PRO-036691), kesku-, piiri- ja johdotuskaaviot (PRO-031847), kuin myös maadoituskaaviot (PRO-035578), kilpiluettelot (PRO-048136) ja Osaluettelot (PRO-035676).

Dokumentaation tulee olla sisällöltään sama, tekee suunnittelutyön Mipro, tai alihankkija.

Ulkopuolisella keskussuunnittelijalla teetetty sähkösuunnittelumateriaali, mukaan lukien myöhemmin suoritettavien testausten ja mittausten pöytäkirjapohjat, hyväksytetään Miprolla ennen keskusten valmistusta.

Suunnitelmien hyväksymisen ja tätä seuranneen valmistuksen jälkeen keskusvalmistaja toimittaa lopulliset testaus- ja mittauspöytäkirjat hyväksytyssä laajuudessa Mipron ko. tilauksen toimitusosoitteessa nimetyille henkilölle.

Valmistukseen liittyvät muutokset täytyy aina hyväksyttää ennen töiden aloittamista toimittamalla Miprolle tarvittava dokumentointi.

Mipro asettaa keskustoimittajalle muutamia vaatimuksia mukaanlukien ISO 9001:n mukainen sertifioitu laatujärjestelmä, voimassa olevat sähköturvallisuusluvut ja dokumentoidun laatuvarmistuksen. Alihankintatyön valvontaa koskemaan tehdyt yleiset vaatimukset koskien keskus- ja tuotevalmistusta on kirjattu dokumentissa OST-004721.

#### **4.7 Maadoitussuunnittelu**

Maadoitussuunnittelulla varmistetaan sähkölaitteiston perusteellinen maadoitus ja potentiaalintasaus. Maadoitussuunnittelun tehtävänä on suunnitella laitetilojen maadoituskupari-, putkitus- ja yleiset maadoituskytkennät. Tehtäviin kuuluu myös maavikavalvonnan suunnittelu, jonka yhteydessä määritellään valvottavat jännitteet.

Esimerkkidokumentti maadoitussuunnitelmasta löytyy soveliasta tunnuksella PRO-039984.

#### **4.8 Ostoluettelot**

Projektissa tarvittavista komponenttihankinnoista tehdään ostoluettelot. Näissä ostoluetteloissa kerrotaan tuotteen projektinumero, E-koodi, tuotteen kuvaus, lukumäärä ja muita mahdollisia tarkennetietoja.

Ostoluettelot koskevat keskuksiin tarvittavaa laitteistoa, maadoitustarvikkeita, laitetiloja ja – kaappeja, kaapeleita, ulkolaitteita ja alihankintatöitä.

Esimerkkidokumentti kaapeliostoluettelosta löytyy soveliasta tunnuksella OST-004869.

## **5 Kunnossapitosuunnittelu**

### **5.1 Sähkölaitteiston haltijan vastuu**

Sähköturvallisuuslain (1135/2016) 47 §:n mukaan sähkölaitteiston haltija on vastuussa laitteiston turvallisuudesta, sen ylläpitämiseksi tarvittavasta kunnossapidosta ja siitä, että laitteisto täyttää tämän lain vaatimukset.

Sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että laitteiston kuntoa ja turvallisuutta tarkkaillaan ja että havaitut puutteet ja viat poistetaan riittävän nopeasti.

### **5.2 Sähkölaitteistoluokitus**

Sähkölaitteistot on jaettu niiden varmennus- ja määräaikaistarkastusten vaatimusten sekä kunnossapito-ohjelmaa koskevien vaatimusten osalta luokkiin sähköturvallisuuslain (1135/2016) 44 §:ssä seuraavasti:

1) luokan 1 sähkölaitteisto:

a) sähkölaitteisto asuinrakennuksessa, jossa on enemmän kuin kaksi asuinhuoneistoa;

b) muu kuin asuinrakennuksen sähkölaitteisto, jonka suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria ja joka ei kuulu luokkiin 2 tai 3;

2) luokan 2 sähkölaitteisto:

c) sähkölaitteisto, johon kuuluu yli 1 000 voltin nimellisjännitteisiä osia, lukuun ottamatta sellaista sähkölaitteistoa, johon kuuluu vain enintään 1 000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1 000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja;

d) sähkölaitteisto, jonka liittymisteho, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summaa, on yli 1 600 kilovolttiampeeria.

3) luokan 3 sähkölaitteisto:

c) verkonhaltijan jakelu-, siirto- ja muu vastaava sähköverkko.

### 5.3 Sähkölaitteiston kunnossapito-ohjelma

Sähköturvallisuuslain 48 §:ssa (1135/2016) määrätään laatimaan aiemmin määriteltyjen luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistolle sähköturvallisuutta ylläpitävä kunnossapito-ohjelma.

Kunnossapito-ohjelman tarkoituksena on säilyttää sähkölaitteiston kunto, käytettävyys ja turvallisuus hyvänä koko laitteiston käyttöiän ajan.

Kunnossapito-ohjelman suunnittelussa tulee ottaa huomioon sähkölaitteiston käyttöympäristöstä johtuvat tarpeet. Jos laitteisto on paikassa, jossa se joutuu normaalia kovemmalle rasitukselle, kannattaa tämä huomioida kunnossapito-ohjelmaa suunnitellessa.

Kunnossapito-ohjelmaan voidaan sisällyttää vapaaehtoisia kunnossapitotarkastuksia, joita ei kuitenkaan pidä sekoittaa sähköturvallisuuslain (1135/2016) 49 §:n edellyttämiin määräaikaistarkastuksiin.

Kunnossapitotarkastuksissa tarkastetaan:

- ihmisten ja kotieläinten suojaus sähköiskuilta ja palovammoilta
- suojaus asennuksen vikojen aiheuttamalta omaisuuden palo- ja lämpövaaralta
- suojalaitteiden oikea mitoitus ja asettelu standardin SFS 6000-4-41 mukaisesti
- valvontalaitteiden oikean mitoituksen ja asettelun varmistaminen
- varmistuminen siitä, ettei asennus ole vioittunut tai kulunut tai liitos löystynyt niin, että se vähentää turvallisuutta
- asennuksen sellaisten vikojen ja poikkeamien tunnistaminen, jotka voivat lisätä vaaraa
- suojalaitteiden oikean mitoituksen ja asettelun varmistaminen



Kunnossapitotarkastuksesta laaditaan raportti, joka sisältää:

- yksityiskohdat tarkastetuista asennuksen osista
- mahdolliset tarkastuksen ja testauksen rajoitukset
- mahdolliset viat, kulumiset, puutteet ja vaaralliset kunnot
- mahdolliset vaaraa aiheuttavat poikkeamat standardin SFS 6000 vaatimuksista (rakennusajankohdan vaatimuksien mukaan)
- tarkastuslomakkeet
- suosituksen seuraavan kunnossapitotarkastuksen ajankohdaksi

Sähköasennusten ollessa normaalikäytössään tehokkaan ennakoivan kunnossapitojärjestelmän piirissä, voidaan kunnossapitotarkastukset korvata ammattitaitoisten henkilöiden jatkuvalla valvonnalla ja kunnossapidolla.

Mipro laatii tarpeen mukaan asiakkailleen kunnossapitosuunnitelman toimituksen yhteydessä, mutta ei vastaa suunnitelman täytäntöönpanosta. Sähköturvallisuuslain (1135/2016) 48 §:n mukaisesti sähkölaitteiston haltija on vastuussa siitä, että kunnossapito-ohjelmaa noudatetaan.

Erillisiä tukisopimuksia, koskien kunnossapitoa ja vikapäivystystä, Mipro on tehnyt mm. Liikenneviraston kanssa. Tukipalveluun sisältyy myös katselmustoimintaa.

## **6 Sähkölaitteiston valmistus**

### **6.1 Laitetila FAT**

FAT (Factory Acceptance Test) on laitteistolle suoritettu toiminnallinen tarkastus, joka suoritetaan tilaajan ja järjestelmätoimittajan yhteistyössä. Testin suorittaa joko käyttöönottotarkastaja tai järjestelmätoimittaja. Jos järjestelmätoimittaja suorittaa testit, tarkastaa käyttöönottotarkastaja testiraportit ja suorittaa tarpeen vaatiessa täydentäviä testejä. (Metropolia, 2014)

Testi suoritetaan laitteistosuunnitelmien mukaiselle kokonaisuudelle laitteistopiirustusten mukaisesti laitetilavalmistajan tiloissa.

Laitetilan laitetilapiirustukset ja muun tehdastarkastuksen dokumentaation toimittaa laitetilan valmistaja.

Tarkastetut kohteet ja toiminnot dokumentoidaan tarkastuspöytäkirjoihin.

## **6.2 Keskus FAT**

Tavoitteena on varmistaa laitekaappien suunnitelmien mukaisuus, oikea kytkentä, korjata kaappien ja keskuskuvien mahdolliset virheet, suorittaa laitteistotestit, varmistaa valmistuksen laatu ja täyttää laitteiston testausraportti.

FAT- testauksessa ei usein käytetä kenttälaitteita, joten laitteet täytyy simuloida. Toisinaan tilaaja vaatii, että kenttälaitteita käytetään.

FAT- testauspöytäkirjasta löytyy esimerkkidokumentti soveliasta tunnuksella PRO-041662.

## **7 Testaus**

Käyttöönottotarkastusta edeltäviä mittauksia ja testauksia tehdään, jotta varmistutaan järjestelmän toimivuudesta ennen varsinaista käyttöönottotarkastusta. Tällä ehkäistään kuluja ja vaivaa, jota mahdollisesta käyttöönottotarkastuksen uusinnasta johtuisi.

Testeihin on hyvä kuulua:

- silmämääräinen tarkastus
- eristysvastusmittaukset
- suojajohtimien jatkuvuusmittaus
- vikavirtasuojien testaus

- oikosulkuvirtojen mittaus
- jännitteenaleneman mittaus
- suojalaitteiden tarkastus ja uudelleenasettelu, jos tarpeen
- jännitevalvontalaitteiden tarkastus
- maavikavalvontalaitteiden testaus

Testauksen osana suoritetaan laitteistotestaus jossa testataan järjestelmän sähkösyötön, maadoituksen ja mahdollisen ala-aseman mekaaninen sekä sähköinen toimivuus esim. koestamalla signaalien kulku valvomon ja kentän välillä. Testauksessa tarkastetaan suunnitteludokumentaatio ja toimitettavan laitteiston vastaavuus suunnitteluun. Testeistä laaditaan testausraportti, josta ilmenee testauksen konfiguraatio, testaajat, testauspäivämäärä, testien tulokset ja mahdolliset poikkeamat testeissä. Laitteistotestauksen jälkeen järjestelmä on valmis toiminnallista testausta varten.

Helsingin metron laitteistotestaussuunnitelmasta voi lukea dokumentissa PRO-047383.

## 8 Käyttöönotto

Sähköturvallisuuslain (1135/2016) 43 §:ssa määrätään, että jokainen sähköasennus on tarkastettava ennen käyttöönottoa, jotta varmistutaan, että laitteisto täyttää standardin SFS 6000 määräykset ja on siten turvallinen käyttäjilleen sekä ympäristölleen.

Käyttöönottotarkastukseen kuuluu aistinvaraisia tarkastuksia, mittauksia ja toiminnallisia kokeita.

Käyttöönottotarkastusta ei kuitenkaan tarvitse tehdä vähäisiksi katsottaville töille, joiksi katsotaan:

- enintään 50V AC tai 120V DC sähkölaitteiston asennukset
- yksittäisen komponentin vaihdot tai lisäykset
- yksittäisten kojeiden syöttöön liittyvät muutos- ja täydennysasennukset enintään 1000V jännitteellä
- enintään 1000V nimellisjännitteellä toimiviin kytkinkojeisiin liittyvät muutos- ja täydennystyöt, joissa ei muuteta kytkinlaitoksen nimellisarvoja

Kun tehdään korjaus-, muutos- tai laajennustöitä on tärkeää, että sähkö tarkastus tehdään sillä laajuudella mihin asennuksilla on vaikutettu. Tarkastukset ovat laajuudeltaan erilaisia, riippuen laitteiston käyttöjännitteestä.

Käyttöönottotarkastuksista laaditaan aina tarkastuspöytäkirja, joka sisältää asennuksen yksityiskohtaiset määrittelyt sekä tulokset tarkastuksista ja testauksista. Tukesin st-kortistosta löytyy käyttöönottotarkastusasiakirjapohja ST 51.21.06, joka on tarkoitettu alle 1kV laitteistolle ja ST 51.21.05, joka on tarkoitettu 1-20kV laitteistolle.

Käyttöönottotarkastus alkaa aistinvaraisella tarkastuksella, jossa tarkastetaan:

- sähkölaitteiden ulkoinen kunto ja turvallisuusvaatimusten mukaisuus
- sähköisku- ja palosuojaus
- suoja- ja valvontalaitteiden valinta
- erotus- ja kytkentälaitteiden valinta
- johtimien valinta
- komponenttien ja kaapeleiden tunnuksot

Tarkastus jatkuu testeillä ja toiminnallisilla kokeilla, joissa testataan:

- suojajohtimien jatkuvuus
- sähköasennuksen eristysresistanssi
- SELV- ja PELV-piirien tai sähköisesti erotettujen piirien erotus
- lattia- ja seinäpintojen resistanssi
- syötön automaattisen poiskytkennän toiminta
- lisäsuojaus
- kiertosuunnan mittaaminen
- toimintatellit
- jännitteenalenema

Huomioitavaa testeissä on että, mittaus- ja tarkastuslaitteet ja menetelmät on oltava SFS-EN 61557- standardisarjan mukaisia.

Jos testeissä huomataan huomattavia puutteita, ei laitteistoa voida todeta vaatimusten mukaiseksi. Viat kirjataan ylös käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan ja korjataan ennen uusintatarkastusta.

Mikäli työ tilataan alihankintana, saadaan käyttöönottotarkastusdokumentointi tältä alihankkijalta arkistoitavaksi Miprolle.

Esimerkkidokumentti käyttöönottotarkastuksesta löytyy soveliasta tunnuksella PRO-047562, PRO-036328 ja PRO-039330.

### **8.1 Laitetilan tupasähköasennusten käyttöönottotarkastus**

Tupasähköasennukset koskevat laitetilahuoneen asennuksia, kuten laitetilan lämmitystä, ilmastointia, valaistusta ja pistorasioita. Käyttöönottotarkastuksessa menetellään, kuten edellisessä kappaleessa 8 on kuvattu. Tarkastuksesta luodaan käyttöönottotarkastuspöytäkirja.

Esimerkkidokumentti tupasähköjärjestelmän käyttöönottotarkastuspöytäkirjasta löytyy soveliasta tunnuksella PRO-036330.

### **8.2 Virransyöttöjärjestelmän käyttöönottotarkastus**

Virransyöttöjärjestelmät koskettaa kaikkea sähkö-, automaatio- ja instrumentaatiolaitteistoa syöttävää virransyöttöä (poislukien varavoima ja laitetilan tupasähköt). Käyttöönottotarkastuksessa menetellään, kuten edellisessä kappaleessa 8 on kuvattu.

Esimerkkidokumentti virransyöttöjärjestelmän käyttöönottotarkastuksesta löytyy soveliasta tunnuksella PRO-037367.

### **8.3 Varavoima/ups-järjestelmän käyttöönottotarkastus**

Varavoimajärjestelmien käyttöönottotarkastuksessa käydään läpi tehdaskoestuspöytäkirjat, kytkennät ja liitokset ja laitteen toiminta jakelussa. Käyttöönottotarkastuksessa menetellään, kuten edellisessä kappaleessa 8 on kuvattu.

Esimerkkidokumentti varavoimajärjestelmän käyttöönottotarkastuksesta löytyy soveliasta tunnuksella PRO-044422.

### **8.4 Itselleluovutus**

Itselleluovutuksessa sähköurakoitsija asettuu tilaajan asemaan ja tarkastaa järjestelmän asiakkaan näkökulmasta suorittaen toimintakokeita tarkistaakseen järjestelmien toiminnan.

Itselleluovutusta ei ole määrätty lailla, mutta lähes aina urakkasopimuksessa veloitetaan urakoitsijaa suorittamaan tietyt tarkastukset ja testit.

Itselleluovutus tulee sitä työläämmäksi, mitä keskeneräisemmille asennuksille se joudutaan suorittamaan. Tämän takia asennustöiden kannattaisi olla niin valmiita kuin mahdollista. Itseluovutuksessa havaittujen puutteiden ja virheiden korjaaminen vaatii aikaa, joten toimintakokeita kannattaa pyrkiä tekemään niin aikaisessa vaiheessa kuin mahdollista, jotta estettäisiin urakan aikataulusta poikkeamista. Itselleluovutustarkastuksesta laaditaan tarkastuspöytäkirja. (Luukkainen, 2017, p. 17)

Esimerkin Mipron itselleluovutuksen dokumentaatiosta Länsimetroprojektissa voi lukea soveliasta tunnuksella PRO-045175.

## 8.5 Varmennustarkastus

Varmennustarkastus on käyttöönottotarkastuksen jälkeen suoritettava tarkastus 1-3 luokan laitteistolle, eli paritaloja suuremmille asuinrakennuksille sekä yli 35A pääsulakkeisille sähkölaitteistoille tai laitteistoille johon kuuluu yli 1000 voltin nimellisjännitteisiä osia. Alle 35A pääsulakkeisille laitteistoille ei varmennustarkastusta vaadita tehtäväksi.

Sähköturvallisuuslaki (1135/2016) määrää varmennustarkastuksen tehtäväksi sähkölaitteistolle ennen käyttöönottoa tai viimeistään 3 kuukauden kuluttua käyttöönotosta.

Tarkastuksessa varmistetaan tarvittavilla pistokokeilla sähkölaitteiston sähköturvallisuuden ja sähkömagneettisen yhteensopivuuden vaatimuksien kanssa, sekä että laitteistolle on suoritettu asianmukainen käyttöönottotarkastus. Samassa yhteydessä tarkastetaan, että käyttöönottotarkastuksen yhteydessä huomattavat mahdolliset puutteet on korjattu.

Sähkölaitteiston rakentaja huolehtii sähkölaitteiston varmennustarkastuksesta. Kuitenkin jos rakentaja ei laiminlyö velvollisuutensa, tulee sähkölaitteiston haltijan huolehtia tarkastuksesta (STL, 1135/2016:45§). Käytännössä, projektissa sovitaan etukäteen kuka huolehtii varmennustarkastuksesta.

Varmennustarkastuksen voi suorittaa vain valtuutettu tarkastuslaitos ja valtuutettu tarkastaja. Varmennustarkastuksen tekijän on laadittava sähkölaitteiston haltijan käyttöön tarkastustodistus ja kiinnitettävä pääkeskukseen tai vastaavaan kohtaan tarkastustarra. Laitteiston haltijan on säilytettävä tarkastustodistus vähintään kymmenen vuotta. (STL, 1135/2016:46§).

Lisätietoja varmennustarkastuksesta sähköturvallisuuslain lisäksi antaa valtioneuvoston asetus 1434/2016 sähkölaitteistosta.

Esimerkkidokumentti varmennustarkastuksesta löytyy soveliasta tunnuksella PRO-043847.

## 9 Määräaikaistarkastus

Turvallisuutta ja laitteiston kuntoa ylläpidetään myös määräaikaistarkastuksilla. Määräaikaistarkastuksilla varmistetaan laitteiden ja laitteistojen toimintakunto ja seurataan niiden käyttövarmuutta. Tarkastusten ja testien taajuus riippuu osajärjestelmästä ja sen laajuudesta.

Sähköturvallisuuslain (1135/2016) 49 §:ssä säädetään luokan 1 ja 2 sähkölaitteiston määräaikaistarkastukset tehtäväksi kymmenen vuoden välein. Luokan 3 sähkölaitteistolle määräaikaistarkastus on tehtävä viiden vuoden välein.

Määräaikaistarkastuksessa tulee varmistua, että seuraavat kohdat täyttyvät:

- 1) sähkölaitteiston käyttäminen on turvallista, kunnossapito-ohjelma on riittävä ja että sitä on noudatettu
- 2) sähkölaitteiston käyttöön ja hoitoon on tarvittavat välineet ovat käytettävissä
- 3) laajennus- ja muutostöistä on tehty asianmukaiset tarkastuspöytäkirjat (STL, 1135/2016:50 §)

Määräaikaistarkastuksien täytäntöönpanosta huolehtii sähkölaitteiston haltija. Mipro vastaa määräaikaistarkastuksen kirjaamisesta/ohjeistuksesta

Määräaikaistarkastuksista tehdään tarkastuspöytäkirja ja pääkeskukseen kiinnitetään tarkastustarra. Laitteiston haltijan on säilytettävä tarkastuspöytäkirja vähintään seuraavaan määräaikaistarkastukseen saakka. Valtionneuvoston asetuksella säädetään tarkemmin määräaikaistarkastuksesta. (STL, 1135/2016:51§)



## **10 Kehitysehdotukset**

### **10.1 Kunnossapitosuunnittelu**

Historiassa Mipron kunnossapitosuunnittelu on keskittynyt suurelta osin vain automaatiöjärjestelmiin, eikä sähköjärjestelmiin - ovathan automaatiojärjestelmät Mipron pääasiallinen toiminta-ala.

Sähköturvallisuuslain (1135/2016) 48§:ssä vaaditaan laatimaan 2 ja 3 luokkien sähkölaitteistoille selkeä kunnossapitosuunnitelma, joten kunnossapitosuunnittelun tarpeellisuudesta ei ole epäselvyyttä. Joissain tapauksissa kunnossapitosuunnitelma on voitu korvata ammattilaisen jatkuvalla valvonnalla kunnossapidolla.

Koska ennakoiva kunnossapito säästää vikatilanteilta, suuremmilta kuluilta tai jopa onnettomuuksilta, on tärkeää ylläpitää kunnossapitosuunnittelu päivitettyinä ja asianmukaisena myös muista kuin lakisäätöistä syistä.

Edellä mainituista syistä uusien sähkölaitteistojen yhteydessä olisi aina tärkeää laatia kunnossapitosuunnitelma ja dokumentoida tämä sisäiseen dokumentointijärjestelmään (soveliaan).

Jos joissain tapauksissa kunnossapitosuunnitelmaa ei ole tarvetta laatia, koska laitteistoa käyttää sähköalan ammattihenkilö, voitaisiin tämä tapauskohtaisesti arvioida. On kuitenkin harvinaista, että laitteistoa käyttää sähköalan ammattihenkilö.

### **10.2 Varmennustarkastus**

Viimeaikoina varmennustarkastuksien yhteydessä on ilmennyt useampia käyttöönottotarkastuksen jälkeisiä puutteita ja vikoja, joita ei ole varmennustarkastukseen mennessä korjattu (Luostarinen, 2018).

Ongelmat käyttöönotto- ja varmennustarkastuksissa ovat turhia, koska puutteet olisi voitu korjata etukäteen, ennen käyttöönottotarkastusta. Uusintatarkastuksen lisävaivan lisäksi läpäisemättömät tarkastukset maksavat rahaa sekä luovat huonoa näkyvyyttä niin asiakkaan, kuin tarkastavan toimijankin suuntaan.

Tarkastusten kehittämiseen voitaisiin luoda tarkastuslista, jota noudattamalla Mipro sisäisesti katselmoitaisiin sähkölaitteisto, jo ennen käyttöönottotarkastusta. Tämä vaivannäkö etukäteiskatselmuksessa palkittaisiin käyttöönotto- ja varmennustarkastuksissa säästettävänä rahana ja parempana näkyvyytenä ulospäin.

Vaikka varsinaista tarkastuslistaa ei käytettäisikään, on huomattu että jo ammattihenkilön tekemä katselmus on tuottanut hyvää jälkeä ja vikakohtat on huomattu ennen virallista tarkastusta (Pekkanen, 2018).

## 11 Yhteenveto

Työn tuloksena saatiin kattava kuvaus sähkösuunnitteluprojektin kokonaisuudesta ja vaadittavista toimenpiteistä. Ohjeistusta löytyi entuudestaan, mutta vain dokumenttien luettelomuodossa. Ohjeistuksen laatimisen parissa tuli esille muutamia pieniä kehityskohtia, kuten kunnossapito ja varmennustarkastukset, joiden tarkemmalla huomioinnilla Mipron sähkösuunnittelu on todella hyvällä pohjalla.

Opinnäytetyö avasi hyvin sähkölaitteistojen lainsäädäntöä, Liikenneviraston vaatimuksia ja sähköalan standardeja. Materiaali oli paikoitellen vaativaa ja hankalaa hallita, mutta jälkepäin katsottuna kuitenkin kohtuullisen selkeä.

Aikaa työn loppuun saattamiseen kului suhteellisen paljon, johtuen siitä että toimin useammassa sähkö- ja automaatio suunnitteluprojektissa suunnittelijana samanaikaisesti. Nämä suunnitteluprojektit samalla kuitenkin avasivat opinnäytetyön kirjoittamisen ohessa käytännön sähkösuunnittelua. Osallistuin myös eräässä suunnitteluprojektissa keskus FAT –testaukseen, joka antoi hyvin lisätietoa Mipron testauskäytännöistä.

Tämän dokumentin lisäksi Miprolle jäi erillinen taulukko eri liiketoiminta-alojen sähköteknisistä dokumenteista, vaatimuksista ja näitä vaatimuksia avaavista lähteistä SFS-standardeista, sähköturvallisuuslaista ja Liikennevirastolta. Sähkösuunnittelun dokumentit (Nyström, 2018) löytyy soveliasta tunnuksella PRO-049218.

Sähkösuunnitteluohjeistus ja sähkösuunnitteludokumentit- taulukko tulevat kaikkien sähkösuunnitteluprojekteihin osallistuvien käyttöön ja vapaaksi luettavaksi sisäiseen dokumentointijärjestelmään (soveliaan). Dokumentteja voidaan käyttää niin uusien työntekijöiden perehdyttämisessä suunnitteluprojektien pariin, kuin kokeneempien tekijöiden ns. muistilistana. Sähkösuunnitteludokumenttiluettelosta voi hyvin poimia vaadittavia tarkennetietoja kulloiseenkin sähkösuunnittelun dokumentointiin.

## Lähteet

- Liikennevirasto. 2016. Turvalaitteiden virransyöttöasennusten sähköturvallisuutta koskevat Liikenneviraston erikoismääräykset.  
[https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/ohje\\_2016\\_turvalaitteiden\\_virransyottoasennusten\\_web.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/ohje_2016_turvalaitteiden_virransyottoasennusten_web.pdf) Luettu 28.2.2018.
- Luostarinen, Aki. 25.1.2018. Account Manager, sähkötoidenjohtaja. Mipro Oy. 2018
- Luukkainen, J. 2017. Toimitilarakennuksen luovutusprosessi sähköurakoitsijan näkökulmasta. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Insinööriyö.  
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/121972/Luukkainen\\_Jussi.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/121972/Luukkainen_Jussi.pdf?sequence=1) Luettu 10.2.2018.
- Mipro Oy. 2018. <http://mipro.fi/>. Luettu 10.2.2018.
- Metropolia. 2014. Tehdastestit ja kelpuutus.  
<https://wiki.metropolia.fi/display/alykas/Tehdastestit+ja+kelpuutus> Luettu 10.2.2018.
- Nyström, J., 2018. Mipro Oy. Intranet. *PRO-049218\_1.0 Sähkösuunnittelun dokumentit*.
- Pekkanen, Santeri 8.2.2018. Design Engineer. Mipro Oy. 2018
- Suomen standardisoimisliitto SFS ry. 2017. SFS käsikirja 600-1-1. Helsinki.
- Sähköinfo Oy. 2017. DI-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Espoo.
- Tukes. 2016. Sähköturvallisuuslaki 2016/1135.  
<http://plus.edilex.fi/tukes/fi/lainsaadanto/20161135?toc=1> Luettu 10.2.2018.
- Jämsä, J., 2017. Mipro Oy. Intranet. *PRO-035236\_9.0 P3725 Kokkola-Ylivieska - Ryhmäkeskus Kannus laittila*.
- Kinnunen, S., 2014. Mipro Oy. Intranet. *PRO-032461\_1.0 vp2967 Limingan Vesihuolto Oy Vartinvaraava laitos kaapeliluettelo*.
- Kinnunen, S., 2014. Mipro Oy. Intranet. *PRO-031847\_1.0 vs2964 Hangaskangas 2 vedenottamo pääkeskus*.
- Kivelä, A., 2017. Mipro Oy. Intranet. *PRO-047383\_1.0 TM30002 Laitteistotestaussuunnitelma (HW FAT)*.
- Leppänen, P., 2018. Mipro Oy. Intranet. *PRO-048136\_0.4 vp16033 Äänekosken Energia Oy - Teräväniemen JVP - Kilpiluettelo*.

Leppänen, P., 2015. Mipro Oy. Intranet. *PRO-036251\_0.12 vs17002 Varkauden Aluelämpö Oy - Kaapelikilpiluettelo.*

Lipo, J., 2016. Mipro Oy. Intranet. *PRO-041633\_1.0 ÄLY\_Vihtavuori\_turvalaitekaapeleiden suojaus- ja kuormituslaskelmat.*

Luostarinen, A., 2016. Mipro Oy. Intranet. *PRO-041662\_1.0 P3725 Kokkola-Ylivieska - Karhunkangas sähkökeskus testauspöytäkirja.*

Luostarinen, A., 2016. Mipro Oy. Intranet. *PRO-036328\_1.1 P3725 Kokkola-Ylivieska, sähkösyöttöjen käyttöönottotarkastuspöytäkirjat.*

Luostarinen, A., 2015. Mipro Oy. Intranet. *PRO-036330\_1.0 P3725 Kälviä, K443, K447, K0572, K511, K501, Riippa, K543, K0561, K671, K0655, Kannus käyttöönottotarkastuspöytäkirjat allekirjoitetut 22092014 Celer ja 25112014 Mipro.*

Luostarinen, A., 2016. Mipro Oy. Intranet. *PRO-039330\_1.0 P3725 K834, K836, K852, K0851, K856, K766, K764, SVI, käyttöönottotarkastuspöytäkirjat allekirjoitetut Celer.*

Luostarinen, A., 2017. Mipro Oy. Intranet. *PRO-044422\_1.0 P3725 Kokkola-Ylivieska - KO983 UPS käyttöönottotarkastuspöytäkirja.*

Määttä, S., 2017. Mipro Oy. Intranet. *OST-004721\_5.0 Mipro Oy:n yleiset vaatimukset keskus- ja tuotevalmistukselle.*

Pekkanen, S., 2015. Mipro Oy. Intranet. *PRO-037367\_1.0 P3725 Kokkola-Ylivieska - KO561 UPS käyttöönottotarkastuspöytäkirja.*

Pekkanen, S., 2017. Mipro Oy. Intranet. *PRO-044733\_0.1 Suojaerotetun opastinpiirin mitoitus.*

Pekkanen, S., 2015. Mipro Oy. Intranet. *PRO-035676\_0.1 P3725 Kokkola-Ylivieska - Osaluettelo RK KO561.*

Pekkanen, S., 2018. Mipro Oy. Intranet. *PRO-048714\_1.0 TA10007 - Niirala kaapelireittikaavio.*

Pekkanen, S., 2017. Mipro Oy. Intranet. *PRO-035578\_3.0 P3725 Kokkola-Ylivieska - KO648 pää-/maadoituskaavio.*

Pekkanen, S., 2017. Mipro Oy. Intranet. *PRO-039984\_1.0 TA10003 - Maadoitussuunnitelma.*

Pekkanen, S., 2017. Mipro Oy. Intranet. *OST-004869\_1.0 TA10007 - Niirala kaapeliosluettelo 31.10.2016.*

Pyykkönen, P., 2017. Mipro Oy. Intranet. *PRO-045175\_3.0 Länsimetro työmaan itselleluovutus.*

Pyykkönen, P., 2017. Mipro Oy. Intranet. *PRO-043847\_1.0 Länsimetro, Herttoniemi liikenteenohjaus varmennustarkastus.*

Ruohomäki, V., 2015. Mipro Oy. Intranet. *PRO-036691\_1.0 TM30000 HKL, Länsimetron asetinlaite, työselitys sähkökeskukset.*

Rytkönen, T., 2017. Mipro Oy. Intranet. *PRO-046068\_1.0 Kotolahti-Mussalo virransyötön mitoitus.*

Tuimala, K., 2017. Mipro Oy. Intranet. *PRO-047562\_1.0 Niirala sähköasennusten käyttöönottotarkastus.*