

Toni Niskanen

# Työmaa-aikaisen sähköistyksen suunnittelun ja toteutuksen tehokkuuden kehittäminen uudiskerrostalotuotannossa

Opinnäytetyö  
Rakennustekniikka

2021



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**

| <b>Tekijä/Tekijät</b>  | <b>Tutkinto</b> | <b>Aika</b>              |
|--|-----------------|--------------------------|
| Toni Niskanen  | Insinööri (AMK) | 2021                     |
| <b>Opinnäytetyön nimi</b>  |                 | 32 sivua<br>3 liitesivua |
| Työmaa-aikaisen sähköistyksen suunnittelun ja toteutuksen tehokkuuden kehittäminen uudiskerrostalotuotannossa  |                 |                          |
| <b>Toimeksiantaja</b>  |                 |                          |
| YIT Oyj  |                 |                          |
| <b>Ohjaaja</b>   |                 |                          |
| Anu Kuusela, Sirpa Laakso, Mikko Turunen   |                 |                          |
| <b>Tiivistelmä</b>   |                 |                          |
| <p>Tämä opinnäytetyö käsittelee YIT Oyj:n uudiskerrostalokohteiden työmaa-aikaista sähköistystä. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää työmaa-aikaisen sähköistyksen nykyisessä toteutuksessa olevia ongelmakohtia ja kehittää uusia ratkaisuja sähköistyksen tehokkaalle toteutukselle. Opinnäytetyöhön haastateltiin YIT:n omia työntekijöitä.</p> <p>Opinnäytetyö etenee toimeksiantajan esittelystä teoriaosuuteen, jonka jälkeen esitetään tutkimustulokset ja johtopäätökset.</p> <p>Haastatteluissa korostuivat ongelmatekijöinä työmaa-aikaisen sähköistyksen puutteellinen ennakkosuunnittelu, sähkökaapeleiden huono sijoittelu sekä vastuuhenkilön puuttuminen työmaalta huolehtimasta sähköistyksen toimivuudesta.</p> <p>Tutkimustyön pohjalta luotiin opinnäytetyön liitteistä löytyvä esitys yleispätevästä ohjeistuksesta YIT Oyj:n sisäiseen käyttöön, josta ilmenee tutkimuksen perusteella luotu uusi toteutusmenetelmä työmaa-aikaiselle sähköistykselle uudiskerrostalotyömailla. Uudessa ohjeistuksessa on pyritty huomioimaan parhaalla mahdollisella tavalla resurssi- ja kustannustehokkuus sekä työturvallisuus.</p> |                 |                          |
| <b>Asiasanat</b>   |                 |                          |
| Sähköistys, rakennustyömaat, uudiskerrostalotyömaat, työmaavaihe   |                 |                          |

| Author (authors)  | Degree                  | Time                              |
|---|-------------------------|-----------------------------------|
| Toni Niskanen   | Bachelor of Engineering | 2021                              |
| <b>Thesis Title</b>   |                         | 30 pages<br>3 pages of appendices |
| Development of the efficiency of the design and implementation of on-site electrification in new apartment building production  |                         |                                   |
| <b>Commissioned by</b>  |                         |                                   |
| YIT Oyj   |                         |                                   |
| <b>Supervisor</b>   |                         |                                   |
| Mikko Turunen, Anu Kuusela & Sirpa Laakso   |                         |                                   |
| <b>Abstract</b>   |                         |                                   |
| <p>This thesis deals with the on-site electrification of new apartment building production at YIT Corporation. The purpose of the thesis is to find problem areas in the current implementation of site electrification and to develop new solutions for the efficient implementation of electrification. YIT Corporations employees have been interviewed for this thesis.</p> <p>The thesis progresses from presenting YIT Corporation to the theory part and after that comes the part that presents the research results and conclusions.</p> <p>The interviews highlighted problems like inadequate pre-planning of site electrification, poor placement of electrical cables, and the absence of a responsible person to take care of the functioning of the electrification at the site.</p> <p>Based on the research, guidelines were created YIT Corporation's internal use. The guidelines are found in the appendices of this thesis. The new guidelines pay attention resource and cost efficiency as well as occupational safety in the best possible way.</p> |                         |                                   |
| <b>Keywords</b>   |                         |                                   |
| electrification, construction sites, new apartment building sites, site phase   |                         |                                   |

# SISÄLLYS

## SANASTO

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | JOHDANTO .....  | 6  |
| 2   | TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY .....                        | 6  |
| 3   | TUTKIMUSKYSYMYKSET JA RAJAUS .....                    | 8  |
| 4   | TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTONKERUU .....            | 9  |
| 5   | TUTKIMUKSEN TAUSTA .....                              | 9  |
| 5.1 | Yleisimmät työmaalla sähköllä toimivat laitteet ..... | 11 |
| 5.2 | Sähköistyksen toimivuuden merkitys työmaalla .....    | 12 |
| 5.3 | Työmaan sähköistys- ja valaistussuunnitelma .....     | 12 |
| 5.4 | Vaatimukset työmaan sähkölle .....                    | 14 |
| 6   | TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN JA TUTKIMUSTULOKSET .....   | 15 |
| 6.1 | Työmaa-aikainen pistorasia .....                      | 22 |
| 7   | JOHTOPÄÄTÖKSET .....                                  | 26 |
| 7.1 | Luotettavuus .....                                    | 28 |
| 7.2 | Jatkotutkimusehdotukset .....                         | 29 |
| 8   | POHDINTA .....  | 29 |

## LÄHTEET

## LIITTEET

Liite 1 Haastattelukysymykset

Liite 2 Ohjeistus työmaa-aikaisen sähköistyksen toteuttamiselle

## SANASTO

**alakeskus:** Sähköpääkeskuksesta tuodaan virta kyseiseen keskukseen, mistä virtaa voidaan ketjuttaa tarvittaessa.

**elpo-hormi:** rakennuksen LVISA-järjestelmien ehdoilla suunniteltu ja mitoitettu täysin valmis talotekniikkaelementti. Tarkoituksena on koota nousuputkisto yhteen nippuun elementin sisälle.

**holvi:** Rakennusvaiheen sen hetkisen ylimmän kerroksen lattiataso.

**maallikko:** Maallikko nimitystä käytetään henkilöstä, jolla ei ole riittävää koulutusta tai pätevyyttä sähkötöiden suorittamiseen.

**olosuhdehallinta:** tarkoitetaan toimenpiteitä, joilla varmistetaan esimerkiksi betonin lujuuttuminen, terveet rakenteet ja rakenteiden oikea-aikainen kuivuminen.

**sewatek:** Palokatko- ja läpivientituote, joka koostuu teknisestä solukumieristeestä ja ABS-muovirungosta. Voidaan asentaa elementtitehtaalla suunnitelmien mukaan tai paikallavaluun.

**sähköpääkeskus:** Sähköjärjestelmän ydin, jonka kautta ryhmäkeskukset ja sähköverkko kytketään valtakunnan sähköverkkoon.

**työmaan sähkösuunnitelma:** Sähkösuunnittelijan laatima suunnitelma työmaa-aikaiselle sähköistykselle, jossa annettujen lähtötietojen perusteella on selvitettyinä kunkin kerroksen vaatimat ampeerimäärät.

**työnjohtaja:** Toimii vastaavan johtajan alaisuudessa rakennushankkeessa ja on vastuussa rakennushankkeen rakennusteknisestä toteutuksesta ja valvomisesta.

**vastaava työnjohtaja:** On vastuussa henkilökohtaisesti rakennushankkeesta ja toimii esihenkilönä työnjohtajille sekä vastaa kustannuksista ja valvoo rakennushankkeen laatua.

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia YIT Oyj:n uudiskerrostalokoh-teissa yleisesti käytössä olevaa mallia työmaa-aikaisesta sähköistyksestä ja tarkastella siinä olevia puutteita. Tutkimustyön pohjalta tavoitteena on luoda yhtenäinen ohjeistus YIT Oyj:n sisäiseen käyttöön koskien työmaa-aikaisen sähköistyksen toteutustapaa uudiskerrostalokohteissa. Tarkoituksena on sel-vittää tehokkain toteutusmalli työmaa-aikaiselle sähköistykselle uudiskerrosta-lotyömailla. Tehokkuudella tässä työssä tarkoitetaan ylimääräisten kustannus-ten- ja aikatauluviivästysten minimointia. Teoriaosuus opinnäytetyössä koos-tuu työmaan sähköistystä koskevista määräyksistä, ohjeistuksista sekä työ-maa-aikaisen sähköistyksen merkityksellisyydestä.

## 2 TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY

YIT Oyj toimii infra-, toimitila- ja asuntorakentamisen saralla sekä kaupunkien kehittämisen parissa. YIT:n toimitusjohtajana on toiminut Markku Moilanen vuodesta 2021 eteenpäin. YIT:llä on toimintaa kymmenessä eri Euroopan maassa, ja se työllistää noin 10 000 henkilöä. YIT:n tilinpäätöstiedotteen 2020 mukaan konsernin liikevoitto oli edellisvuonna 85 miljoonaa euroa. (YIT Oyj 2021.)



Kuva 1. Konsernin rakenne (YIT Oyj 2021)

YIT:n nykyinen muoto on muodostunut kokonaisuudesta, johon kuuluivat alun perin Yleinen Insinööritoimisto Oy, sota-aikana perustettu Pellonraivaus Oy ja

Insinööritoimisto Vesto Oy. YIT:n ensimmäisiä rakennuskohteita olivat vesilaitokset useimmissa Suomen kaupungeissa. Vuodesta 1995 asti YIT on ollut listautuneena Helsingin pörssiin. 2000-luvulla YIT laajeni kansainväliseksi konserniksi. 2010 YIT osti Caverionin kiinteistötekniikan palvelutoiminnan ja vuonna 2013 se jakautui kahdeksi pörssiyhtiöksi - rakentamispalveluiden kehittämistä jatkoi YIT ja kiinteistötekniset palvelut siirtyivät Caverion Oyj:hin. 2018 YIT yhdistyi rakennusyhtiö Lemminkäisen kanssa. (YIT Oyj 2021.)

YIT:n tavoite on toimia rakennetun ympäristön koko elinkaareissa. Yhtiön keskipiste on kestävässä kiinteistösijoittamisessa ja kaupunkikehittämisessä. YIT:n tavoite on vahvistaa entisestään asuntotonttivarastoja keskittyen vahvimpiin kasvukeskuksiin ja pääkaupunkiseudulle sekä lisätä entisestään hankkekehitysosaamista. Kiinteistötoiminnassa YIT:n vahvat yhteistyömallit ja kumppanuudet mahdollistavat isojen kaupunkikehityshankkeiden toteuttamisen hallitulla pääomakäytöllä ja alhaisemmalla riskitasolla. Strategian tavoitteena on parantaa kannattavuutta ja ylläpitää taloudellista vakautta. Hallituksen strategiset tavoitteet ovat kahdentoista prosentin sitoutuneen pääoman tuotto, alle viidenkymmenen prosentin velkaantumisaste, kasvava osakekohdainen osinko vuosittain sekä päästöjen puolittaminen vuoteen 2030 mennessä. (YIT Oyj 2021.)

## Arvot



Kuva 2. YIT Oyj:n toiminnan keskeiset arvot (YIT Oyj 2021)

### 3 TUTKIMUSKYSYMYKSET JA RAJAUS

Opinnäytetyö vastaa seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- Miten työmaa-aikaisen sähköistyksen toteuttamista voidaan kehittää tehokkaammaksi?
  - Kustannukset
  - Aikataulutus
- Miten työmaa-aikaisen sähköistyksen suunnittelua voidaan kehittää?

Tutkimus on rajattu tutkimaan ainoastaan toimeksiantajan työmaiden työmaa-aikaisen sähköistyksen toteutusmallia. Tutkimus ei anna tarkkoja sähkötekniisiä ohjeistuksia. Tutkimuksessa tehokkuus on rajattu kustannuksellisiin ja ajallisiin säästöihin, eikä tutkimus tarjoa energiansäästämiseen keinoja.



#### **4 TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTONKERUU**

Tutkimus on toteutettu kvalitatiivisena eli laadullisena tutkimuksena. Laadullinen tutkimus on kokonaisvaltaista ja sillä pyritään esittämään aihetta sen laadun mukaan. (Hirsjärvi ym. 2018, 160–161.)

Aineistolla tässä yhteydessä tarkoitetaan materiaalia, johon tutkimustyö perustuu. Aineiston käsittelytapa määräytyy aineiston muodon mukaan, riippuen siitä onko se tekstinä vai numeroina. Laadullisen analyysin tavoitteena on muodostaa yleispäteviä sääntöjä tai ohjeistuksia. (Kananen, 2015, 82.) Aineistona on käytetty lisäksi YIT:n sisäistä tietokantaa.

Tähän opinnäytetyöhön aineistoa on kerätty kesäkaudelta 2021 alkaen perehtymällä aiheeseen liittyviin standardeihin ja ohjeistuksiin, sekä muuhun kirjallisuuteen sähköistykseen liittyen. Aineistona työssä on käytetty myös omaa havainnointia työmaalla työskennellessä. Havainnointi on yksi tieteellisistä tutkimusmenetelmistä, jonka hyödyntäminen sopii parhaiten laadulliseen tutkimukseen. Havainnointimenetelmiä on useita, ja valittava havainnointitapa riippuu siitä, missä roolissa havainnoitsija on tutkimuskohteeseen nähden. (Vilka 2021.) Tässä tapauksessa havainnoitsija on toiminut osana YIT:n työryhmää, joten hän on ollut konkreettisesti mukana havainnoitavissa tilanteissa.

Tämä tutkimus on tapaustutkimus, sillä tutkimusasetelma rakennetaan tutkittavaa ilmiötä edustavien tapausten varaan. Tutkimuksen kohteena on yksittäisen organisaation, tässä tapauksessa YIT, yksittäisen prosessin eli työmaaikaisen sähköistyksen toteuttaminen. (Laine ym. 2007.)

#### **5 TUTKIMUKSEN TAUSTA**

Toimeksiantaja YIT:n antamien lähtötietojen mukaan työmaa-aikaisesta sähköistyksestä ei ole yleistä ohjetta työmaiden käyttöön, vaan jokainen tuotantoorganisaatio vastaavan työnjohtajan johdolla on saanut itse selvittää miten sähköistys kannattaa toteuttaa.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan yleisimmin käytössä olevaa uudiskerrostalotyömaan työmaa-aikaisen sähköistyksen toteutusmenetelmää kriittisen tarkastelun kautta. Haasteena ovat yleisesti kulkutiellä ja työvaiheiden tiellä olevat johdot, sekä sähköistyksestä vastaavan henkilön puuttuminen työmaalta. Puutteellisen perehtymisen ja suunnittelun vuoksi työmaalla ei ole varauduttu resurssien tasolla edellä mainittujen ongelmakohtien vuoksi aiheutuviin ylimääräisiin työtehtäviin ja aikataulutusta viivästyy aiheuttaen lisäkustannuksia.

Uudiskerrostalotyömaalla ei ole yleisesti varauduttu riittävien resurssien kera tarvittaviin porrastasolaatan porauksiin, jotta työmaa-aikaiselle alakeskukselle saadaan kuljetettua syöttökaapeli. Täten syöttökaapeli osalla työmaista kulkee porrassyöksyssä. Tässä toteutusmallissa alakeskukselle kulkeva syöttö on yleensä kulkutiellä ja työnteon edessä, sillä ylempien kerrosten lattiaonteloita ei ole asennettu.

Opinnäytetyön lopputuloksena on esitys YIT:n sisäiseen tietokantaan vietävästä yhtenäisestä ohjeistuksesta työmaa-aikaisesta sähköistyksestä uudiskerrostalotyömailla. Yleisessä ohjeistuksessa on otettu huomioon: huoneistokohtainen ilmanvaihto (nousut asunnoissa), keskitetty ilmanvaihto ja kylpyhuoneen sähköinen lattialämmitys kiinteistökeskuksesta, huoneistokohtainen ilmanvaihto (nousut käytävällä), keskitetty ilmanvaihto ja kylpyhuoneen sähköinen lattialämmitys kiinteistökeskuksesta, sekä keskitetty ilmanvaihto (paikalla valetut alapohjat). Kyseinen ohjeistus tulee pätemään edellä mainittuihin toteutustapoihin uudiskerrostalotyömailla, ja näin ollen YIT saisi yhtenäisen selkeän linjauksen työmaa-aikaisen sähköistyksen suhteen.

## 5.1 Yleisimmät työmaalla sähköllä toimivat laitteet

Taulukossa 1 on listattuna työmaalla useimmin käytössä olevat laitteet, jotka tarvitsevat sähköä toimiakseen.

| tekijä                  | tarpeen ajoittuminen                     |
|-------------------------|--|
| valaistus               | työmaan perustusvaihe                    |
| käsityökalut            | työmaan perustusvaihe                    |
| sosiaalitilojen toimet  | työmaan perustusvaihe                    |
| torninosturi            | rakennusmateriaalien saapuessa työmaalle |
| kuivaimet ja puhaltimet | olosuhdehallinnan tarpeen tullessa       |

*Taulukko 1 Sähkölaitteet rakennustyömaalla*

Yhteenvetona taulukon 1 perusteella voidaan siis sanoa, ettei yksikään työmaa lähde käyntiin ennen kuin sähköistys on toiminnassa.

Työministeriön päätös 977/1994 3§ rakennustyömaiden henkilöstötiloista määrää, että sosiaalitulat on suunniteltava ottamalla huomioon tuleva henkilöstömäärä, tarkoituksenmukainen sijoittelu, liikenne rakennustyömaalla sekä muut tilojen käyttöön liittyvät seikat. Henkilöstölle on oltava tarjolla toimivat peseytymistilat, pukuhuoneet sekä käymälätilat. Lämpötilan on oltava vähintään +18 astetta, ulkokäymälää lukuun ottamatta. Kelvollista juomavettä on oltava kaikkien työntekijöiden saatavilla. Ruokailutiloissa, joissa ei ole mahdollisuutta lämpimän aterian saantiin, on varustettava tilat laitteilla, jotka mahdollistavat ruuan ja juoman säilyttämisen ja lämmittämisen kuten mikroaaltouuni ja jääkaappi. Sähköistys rakennustyömaaparakeilla pitää olla toiminnassa ensimmäisestä työpäivästä alkaen, jotta edellä mainitut lain määräämät vaatimukset täyttyvät. (Työministeriön päätös rakennustyömaiden henkilöstötiloista, 977/3.11.1994.)

Sosiaalituloissa peseytymis-, ruokailu- ja juomavedensaantimahdollisuuksien lisäksi työskentelevät työmaan työnjohtajat, työmaainsinöörit ja vastaava työnjohtaja. Kaikki edellä mainitut tarvitsevat työskentelynsä atk-laitteistoa. Rakennustyömaalla nykyinen tiedon hankkiminen tapahtuu täysin sähköisesti;

muun muassa rakennuskuvapankki, sähköpostiliikenne, tarkastuslistojen- ja laadun hallinta ovat sähköisessä muodossa.

## **5.2 Sähköistytksen toimivuuden merkitys työmaalla**

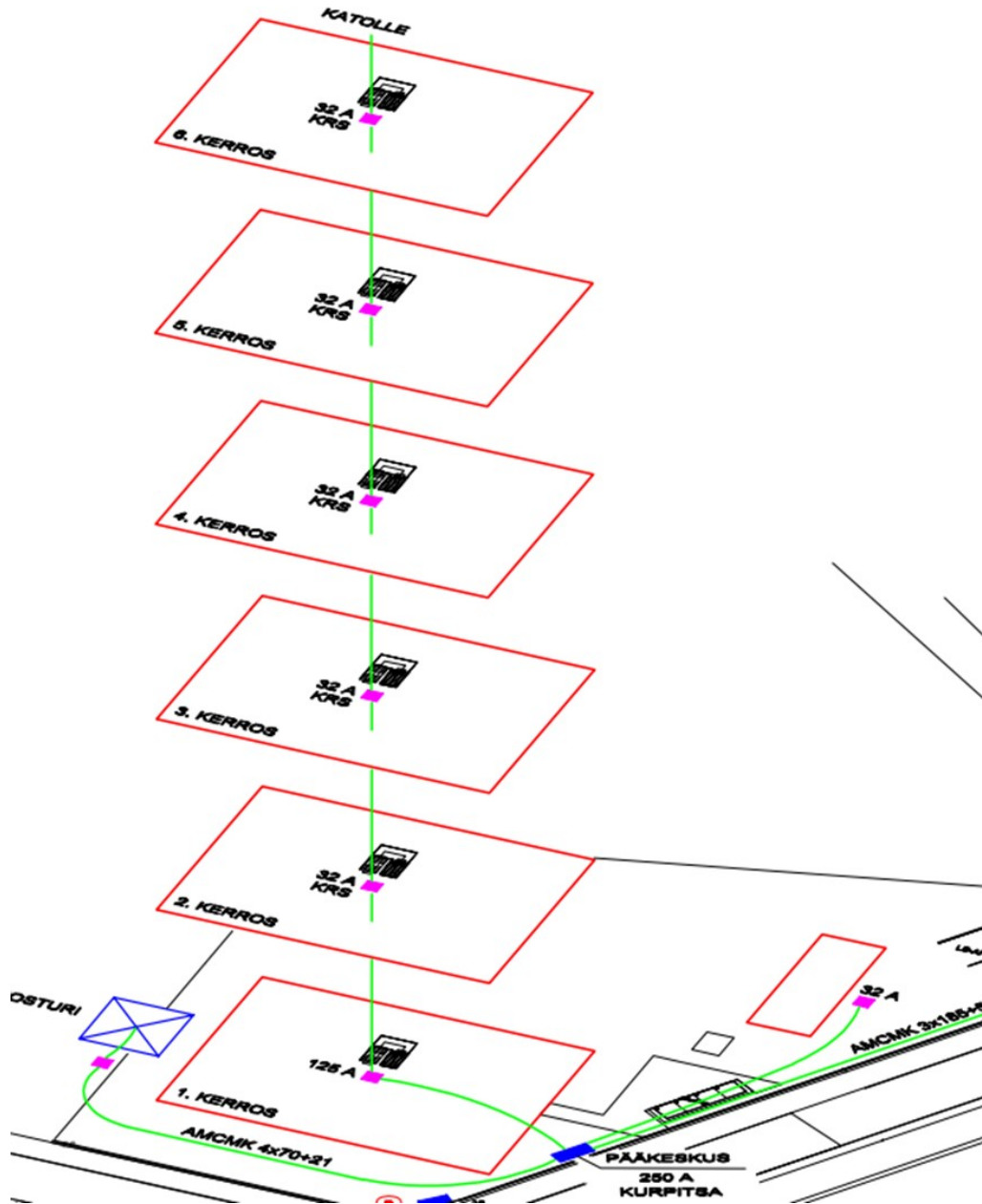
Työmaa-aikainen sähköistys on oleellinen osa rakennustyömaata ja sen toimivuus on ehtona kustannustehokkaassa rakentamisessa. Jokaisella työmaalla on suunniteltu kustannusarvio ja budjetti, joiden mukaan työmaan tulee toteutua.

Työmaa-aikainen sähköistys pitää toteuttaa valvotusti ja suunnitelman mukaan; näin ollen sähkökatkoksilta ja työtaturmilta vältytään. Oikeanaikainen valaistus ja sähköjen toimivuus pitää työmaan aikataulusta turhat viivästykset poissa. Jokainen viivästyminen aiheuttaa aikataulussa muutoksia ja lähes jokainen aikataulumuutos tuo lisäkustannuksia työmaalle.

Työmaa-aikainen sähköistys on tärkeässä osassa työmaa-aikaisessa valaistuksessa; ilman oikeanlaista suunnitelmaa ja toteutusta työmaa-aikainen valaistus ei ole vaaditulla tasolla ja näin ollen pimeässä työskentelyssä syntyy turhia riskejä. Riskien voidaan katsoa olevan turhia silloin, kun yksikin ihminen on vaarassa vahingoittua työtään tehdessä, tai silloin, kun ne olisivat pienellä vaivannäöllä ja muutoksilla poistettavissa.

## **5.3 Työmaan sähköistys- ja valaistussuunnitelma**

Sähköistytssuunnitelma on vastaavan työnjohtajan tärkein apuväline työmaa-aikaisen sähköistytksen käyttöönotossa. Sähköistytssuunnitelmasta selviää pääkeskuksen sijainti sekä alakeskuksen koko. Lisäksi suunnitelma näyttää porrastasojen alakeskusten maksimiampeerimäärät. Ampeerien määrätiedot tarvitaan suunnitelmiin, jottei alakeskuksia ylikuormiteta käyttämällä liian useita koneita samanaikaisesti. Keskusten ylikuormittuminen voi pahimmassa tapauksessa aiheuttaa sähkökatkoksen koko työmaalle pääkeskuksen rikkoutuessa.



Kuva 3. Työmaa-aikaisen sähköistyksen suunnitelma kohteeseen YIT vantaan Kurpitsa

Rakennustyömaan valaistussuunnitelmassa selvitetään rakennustyömaan valaistuksen tarve sekä ulkona että sisällä rakennuksessa. Huomioita suunnitelmassa on kiinnitettävä kuljetus- ja kulkureittien valaistukseen. Samantyyppisiä rakennustyömaita varten on kannattavinta tehdä valaistuksen toteuttamisesta perussuunnitelma, jota täydennetään tarpeen mukaan. Perussuunnitelmaa käyttämällä säästetään suunnittelukustannuksia ja lyhennetään suunnitteluun kuluva aikaa. Yksilöllinen suunnitelma pitää laatia suurissa ja tavanomaisesta poikkeavissa työmaissa.

Rakennustyömaan valaistussuunnitelma pitää sisällään valaisinten sijoittelun, valaisintyytit ja niiden määrät, sekä valaistustason määrittelyn kussakin rakennustyömaan kohteessa. (ST 51.35, 2009, 5.)

#### **5.4 Vaatimukset työmaan sähkölle**

Rakennustyömaan sähköistäminen vaatii sähköverkon suunnittelun, sähköverkon rakentamisen ja sähköverkon liittämisen sähköverkkoon. Pääsääntöisesti rakennustyömaille tulee vain yksi sähköverkkoliitäntä. Rakennustyömaan sähköistystä suunniteltaessa määritellään rakennustyömaan maksimitehontarve; arvioidaan tuleva kalusto ja kalustosta aiheutuva sähkökuorma kilowatteina. Tulos kerrotaan vielä 1,5:llä, jotta mitoituksessa huomioidaan mahdolliset laitteet ja koneet, joista ei ole tietoa ennakkosuunnittelussa. Tulos kertoo tarvittavan pääsulakkeen ampeerimäärän. (RATU 02-3037, 2003.)

Työaikaisen valaistus- ja sähköistysuunnitelman laatiminen tehdään ennen rakennustyömaan perustamista rinnakkain aluesuunnitelman kanssa. Vastaaava työnjohtaja joko laatii itse, tai laadituttaa asiantuntijalla valaistus- ja sähköistys suunnitelman. Valaistus- ja sähköistys suunnitelmien pohjana on sähkölaitteiston tehontarve rakennustyömaalla ja siinä suositellaan ottamaan huomioon olosuhdehallinta.

Edellytyksenä toimivan työaikaisen sähköverkon rakentamisen työmaalle on laadittava tarkka sähköistysuunnitelma etukäteen. Tämän suunnitelman laatiminen mahdollistaa, että työaikainen sähköverkko voidaan toteuttaa tarvittaessa nopeasti ja työaikaisesta sähköverkosta tulee toimiva ja rakennustyömaata luotettavasti palveleva. (ST 51.35, 2009, 1.)

Rakennustyömailla käytettävien työmaakeskusten on oltava standardin SFS-EN 61439-4 mukaisia (SFS 6000-7-704, 2012, 4). Tämän lisäksi työmaakeskusten tulee täyttää seuraavat erityisvaatimukset:

- Rakennustyömaakeskusten mitoitusjännite ei saa ylittää 1000 V vaihtojännitteellä tai 1500 V tasajännitteellä.

- Rakennustyömaakeskusten sisältämien muuntajien nimelliset toisio- ja ensiöjännitteet ovat edellä mainittujen raja-arvojen sisällä.
- Työmaakeskukset on tarkoitettu rakennustyömailla käytettäväksi.

Työaikaiseen sähköverkkoon rakennustyömaalla kuuluvia sähkölaitteistoja käytetään olosuhteissa, missä rakennustyömaan sähkölaitteistot mahdollisesti altistuvat mekaaniselle rasitukselle. Tästä johtuen rakennustyömaalla käytettävät kaapelit, työmaakeskukset, valaisimet ja muut sähkölaitteet voivat vaurioitua työn aikana ja ne vaativat huolenpitoa. Sähköistysuunnitelman tulisi sisältää ohjeet rakennustyömaalla käytettävästä työmaa-aikaisesta sähköverkon huollosta ja käytöstä. (ST 96.40, 2014, 1.)

Rakennustyömaalla työmaa-aikaisen sähköverkon ja kaiken käytössä olevan laitteiston korjaajalla on oltava riittävä pätevyys ja ammattitaito suoritettavaan työhön. Rakennustyömaalla on oltava vastuhenkilö, joka huolehtii rakennustyömaalla käytössä olevien laitteistojen ja -sähkölaitteiden kunnosta. Rakennustyömaalla käytettävien sähkölaitteistojen kuntoa on valvottava säännöllisesti ja vian ilmennyttyä se on korjattava välittömästi. (ST 96.40, 2014, 2.) Maallikon tehtävät rakennustyömaalla työmaa-aikaisen sähköverkon huoltamisessa ja käyttämisessä on rajoitettu siten, että maallikko voi:

- vaihtaa sulakkeen
- vaihtaa palaneen tai rikkoontuneen polttimon
- siirtää alakeskuksia, valaisimia, pistorasiakoteloita ja koneita, mikäli liitäntä keskukseen on suoritettavissa pistokytkimellä
- puhdistaa sähkölaitteita päältäpäin (ST 96.40, 2014, 1.).

## 6 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN JA TUTKIMUSTULOKSET

Syksyllä 2021 opinnäytetyötä varten haastateltiin rakennusalalla eri osa-alueilla työskenteleviä asiantuntijoita. Kyseessä oli teemahaastattelu. Teemahaastattelussa haastateltavalle annetaan vapauksia teeman sallimissa rajoissa. Uutta tietoa hankittaessa teemahaastattelu on pätevä menetelmä.

(Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006). Haastatteluun käytettiin valmiiksi laadittua haastattelulomaketta, jonka kysymyksiin haastateltavat saivat vastata vapaamuotoisesti. Haastattelukysymykset luotiin sellaisiksi, että niillä saataisiin mahdollisimman hyvin ratkaisuja tutkimuskysymyksiin. Haastattelu toteutettiin etäyhteyden kautta koronarajoitukset huomioiden.

Teams-sovelluksessa toteutetut haastattelut nauhoitettiin alusta loppuun. Haastattelujen jälkeen nauhoitteet kirjoitettiin kokonaisuudessaan tekstimuotoon ja tämän jälkeen teksti jaoteltiin osiin, joista etsittiin kustakin aihepiiristä tiettyjä avainvirkkeitä. Jokainen parannusehdotus kirjattiin ylös, ja kategorioitiin toistomäärien mukaan järjestykseen. Eniten toistuneita parannusideoita pidettiin tärkeimpinä muutoksia vaativina asioina työmaa-aikaisessa sähköistyksessä. Ilmenneiden yhtäläisten avainvirkkeiden perusteella luotiin diagrammit selkeyttämään tutkimustuloksia (taulukko 2 & taulukko 3). Tutkimuksessa haastattelujen analysointiin käytetty laadullinen sisällönanalyysi perustuu tutkijan tekemään koodaukseen, jossa tutkijan tehtävänä on tunnistaa aineistosta löytyviä sisällöllisiä toistuvia elementtejä. Löytyvien yhtäläisten seikkojen perusteella voidaan tehdä yleisiä johtopäätöksiä. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 4.)

Haastatteluihin osallistui yhteensä viisi henkilöä, minkä jälkeen koettiin, ettei uutta tietoa enää saada haastattelemalla lisää henkilöitä. Haastatteluissa toistui selkeästi hyvin samankaltaiset vastaustyytit, mikä lisää tulosten uskottavuutta. Vastausten samankaltaisuutta selittää jokaisen haastateltavan pitkä ura rakennustyömaalla; työmaa-aikaisen sähköistyksen toteutusta on oltu konkreettisesti näkemässä monesti. Toisaalta kyseessä on melko pieni otanta, jolloin haastattelutulosten luotettavuutta voidaan kyseenalaistaa.

Haastatteluissa nousivat esiin selkeästi tietyt puutteet nykyisessä sähköistyksen toteutusmenetelmässä jokaisen haastateltavan kohdalla (taulukko 2):





**Kuva 4. Haastatteluissa esiin nostetut ongelmat työmaa-aikaisessa sähköistyksessä diagrammina**

- Työmaa-aikaisesta sähköistyksestä vastaavaa henkilöä ei ole nimetynä työmailla.
- Turha ajan ja työvoiman käyttö – johtojen ja kaapeleiden siirtely työvaiheiden edetessä saatava minimoitua.
- Turhat lisäkustannukset (ks. Taulukko 3) – lattioilla rikkoutuneita johtoja joudutaan korvaamaan uusilla useaan otteeseen.

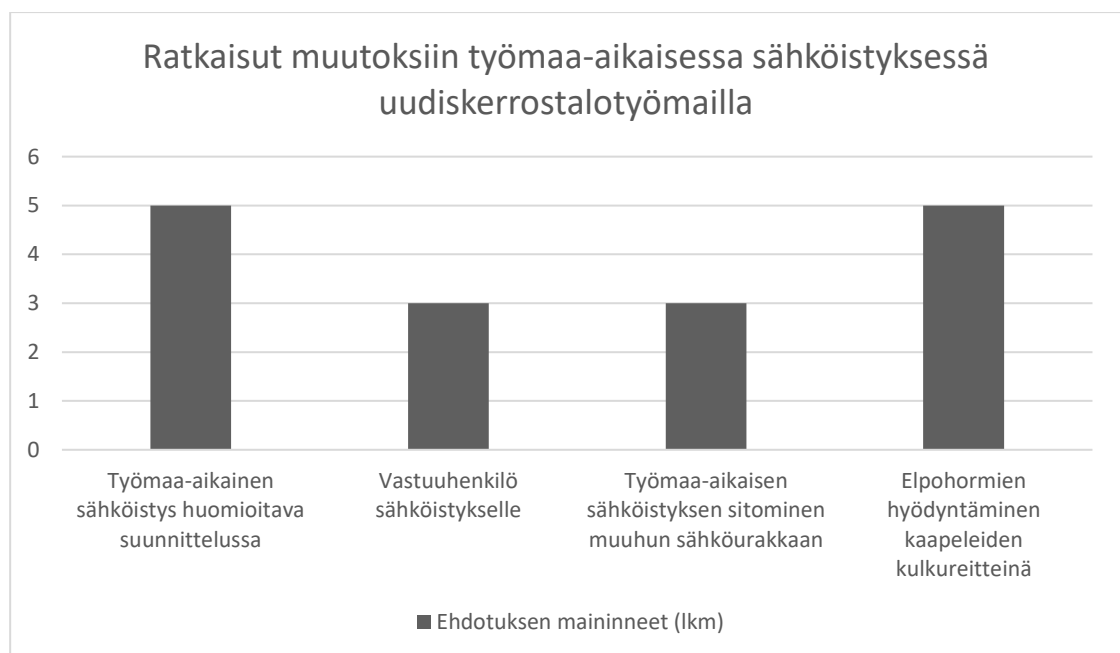
| Sähkökaapelin sijainti työmaalla                          | Käytössä oleva kaapeli                            | Uuden kaapelin hinta |
|---|---|----------------------|
| Alakeskukselta porrastasokeskukselle kulkeva sähkökaapeli | 10 m 3-vaihe jatkojohto 125A<br>400V 5NAP 6H IP44 | ~ 900 €              |
| Porrastasokeskukselta toiselle kulkeva sähkökaapeli       | 10 m voimavirta jatkojohto, 32A                   | ~ 100 €              |
| Porrashuoneesta huoneistoihin kulkeva sähkökaapeli        | 10 m jatkojohto IP44, 2-osainen                   | ~ 40 €               |

**Taulukko 2. Työmaa-aikaiseen sähköistykseen käytettävien sähkökaapeleiden keskiarvoiset hinnat (YIT Intranet 2021)**

- Työmaa-aikaisen sähköistyksen suunnittelija saa vajaan ennakkotiedot työmaasta, minkä vuoksi suunniteltu teho ei aina riitä työmaan käyttöön.

Nykyinen järjestelmä työmaa-aikaisen sähköistyksen toteuttamiselle ei ole riittävän tehokas; sen toteutustapa aiheuttaa sellaisia ylimääräisiä kustannuksia ja ajallisia viivästyksiä, jotka olisivat poistettavissa pienillä uudelleenjärjestelyillä. Työmaan tehokkuuden optimointi vaatii tarkkaa perehtymistä jokaisen työvaiheen osalta siihen, miten voitaisiin välttää kustakin vaiheesta aiheutuvia lisäkustannuksia tai liiallista ajankäyttöä.

Suurena syynä työmaa-aikaisen sähköistyksen tehokkuuden puutteeseen on, että jokainen YIT:n työmaa toteuttaa työmaa-aikaisen sähköistyksen hieman eroavin tavoin yhteisen ohjeistuksen puuttumisen vuoksi. Vastaavan työnjohtajan kokemus voi vaikuttaa siihen, miten hyvin työmaa-aikaisessa sähköistyksessä osataan pureutua yksityiskohtiin. Jos kyseessä on vastaavan mestarin ensimmäinen johdettava kohde, ei hänellä välttämättä ole vielä aiempaa kokemusta esimerkiksi olosuhdehallinnan tarpeesta, eikä asiaa tule huomioitua sähköntarpeen mitoitusta varten. Kirjallinen ohjeistus perehdytyksen lisäksi on hyvä muistilista uransa alussa oleville työmaan esihenkilöille.



**Kuva 5. Haastatteluissa ilmenneet muutosehdotukset työmaa-aikaiseen sähköistykseen diagrammina**

Haastateltavat toivat esiin uudenlaisia toteutustapoja työmaa-aikaiseen sähköistykseen (taulukko 3). Yhtenäinen ajatus kaikilla haastateltavilla oli siitä, että sähköistys tulisi ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa paremmin, jotta sähkökaapelit saataisiin kulkemaan elpo-hormeissa porrastasokeskuksille. Elpo-hormeissa sähkökaapeleille ei aiheudu mekaanista kulumista ja niiden käytön elinkaari kasvaa. Pidempi käyttöaika tuo työmaan hankintakustannuksiin säästöjä.

Työmaa-aikainen sähköistys koettiin myös tarpeelliseksi sisällyttää sähkötyö urakkaan, jotta siitä syntyvät kustannukset olisivat paremmin tiedossa ja ennakoitavissa. Urakkasopimuksessa on selkeästi lueteltuna mitä työmaa-aikainen sähköistys pitää sisällään ja milloin työt tulee olla viimeistään tehtynä. Näin ol- len vastuu työmaa-aikaisen sähköistyksen toimintaan ottamisesta olisi urakoit- sijalla, joka varaisi kuhunkin työvaiheeseen riittävät resurssit. Sähköasentaja on työmaalla runkovaiheessa asentamassa pysyvien sähköjohtojen suoja-put- kia holvilla, jolloin myös työmaa-aikainen sähköistys saataisiin hoidettua sa- malla kerroskohtaisesti ajallaan. Rakennustyöntekijöiden työteho kasvaa sähköasentajan hoitaessa työmaa-aikaisen sähköistyksen asennustyöt heidän si- jastaan.



*Kuva 6. Sähkövienti elpo-hormia hyödyntäen kokeilussa YIT Vantaan Kurpit-  
sassa*

Porrastasokeskuksilta sähkökaapelit huoneistoihin saataisiin kulkemaan poissa latioilta hyödyntämällä Sewatek-läpivientejä (kuva 5). Aiemmin sähkökaapelit ovat kulkeneet huoneistojen oviaukoista. Työvaiheiden edetessä kaapeleita on tarvinnut siirtää tai poistaa väliaikaisesti, mikä aiheuttaa turhaa työtä. Tämän työmaata edistämättömän työvaiheen poissaanti tuo ajallista säästöä, sillä työnteko kohdistuu vain kohdetta konkreettisesti eteenpäin vieviin töihin. Sewatek-läpivientien hyödyntäminen työmaa-aikaisessa sähköistyksessä vaatii kohteen suunnittelijalta huomiota siinä, että jokaisen huoneiston kohdalle piirretään yksi ylimääräinen läpivienti sähkökaapelia varten.



## 6.1 Työmaa-aikainen pistorasia

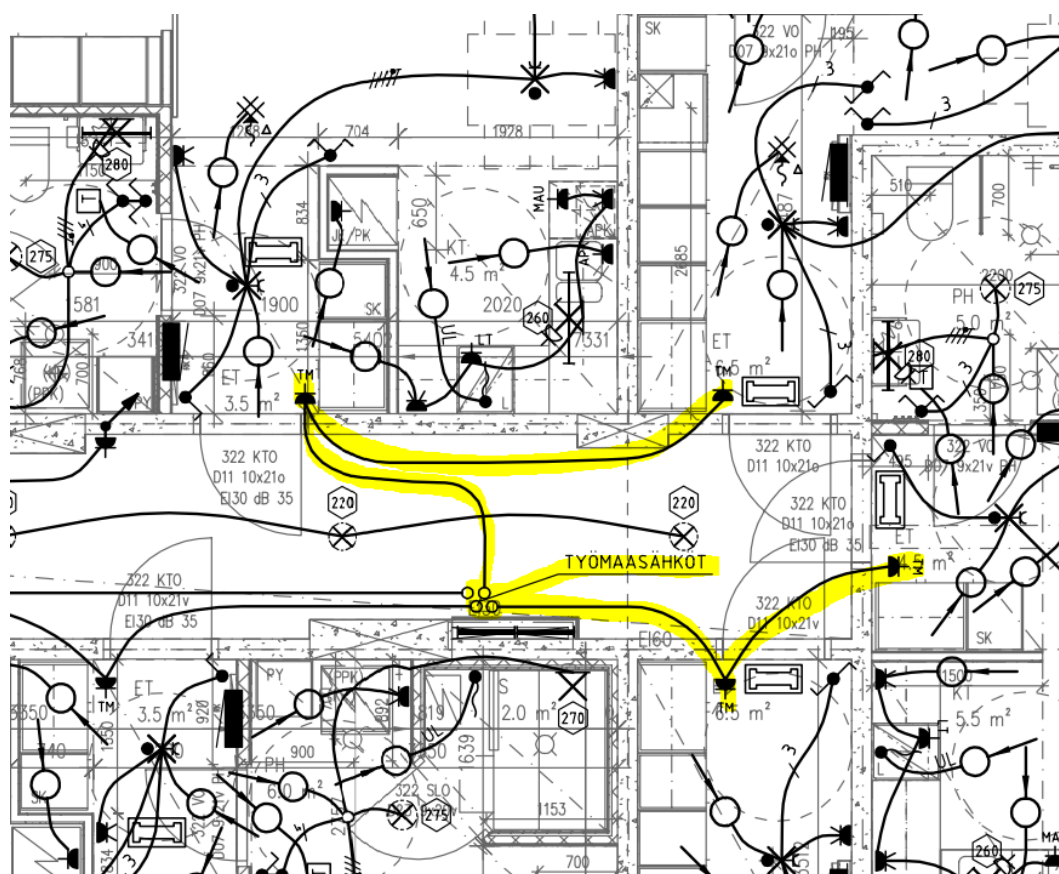
Tutkimushaastattelussa YIT Oyj:n talotekniikan suunnittelupäällikkö Aki Pirttijärvi on toi esiin ideansa, jolla säästettäisiin huoneistoissa jatkojohtojen siirtelyyn kuluvaan aikaan työmaalla. Pirttijärven ajatus oli seuraavanlainen:

Huoneistoihin viedään yhteen ennakkoon määritettyyn pistorasiaan verkkovirta, mistä työmaa voisi ottaa kyseiseen huoneistoon tarvittavan työmaa-aikaisen sähkön. Edellä mainittu tarkoittaa sitä, että työmaan omat resurssit eivät olisi sidoksissa työmaa-aikaisessa sähköistyksessä. Lisäksi uudiskerrostalotyömaan suunnitteluvaiheessa otettaisiin jo huomioon työmaa-aikainen sähköistys ja johtojen kulkureitit, sekä mahdolliset läpiviennit olisivat jo tehtynä. Tässä visiossa sähkösuunnittelija ottaisi enemmän kantaa jo suunnitteluvaiheessa toteutukseen, ja näin ollen risteämäpalaverissa huomattaisiin mahdolliset puutteet läpivientien ja johtojen kulkureiteillä. Kaikki edellä mainittu toisi ajallista hyötyä, sekä vähentäisi työmaan kustannuksia. Ilman työmaa-aikaista pistorasiaa huoneistoihin kulkevien jatkojohtojen poissiirto oviasennusten ajaksi, ja takaisin asentaminen sen jälkeen, vaatii yhden rakennustyöntekijän työpanoksen.

| Rakennustyöntekijän hinta | Työhön kuluva aika                               | Huoneistojen määrä uudiskerrostaloissa (ka) | Työn lopullinen hinta |
|---------------------------|--|---|-----------------------|
| ~ 46 €/h                  | 3 minuuttia (jatkojohtojen pois ottaminen)       | 50 kpl                                      | ~ 115 €               |
| ~ 46 €/h                  | 5 minuuttia (jatkojohtojen takaisin asentaminen) | 50 kpl                                      | ~ 192 €               |

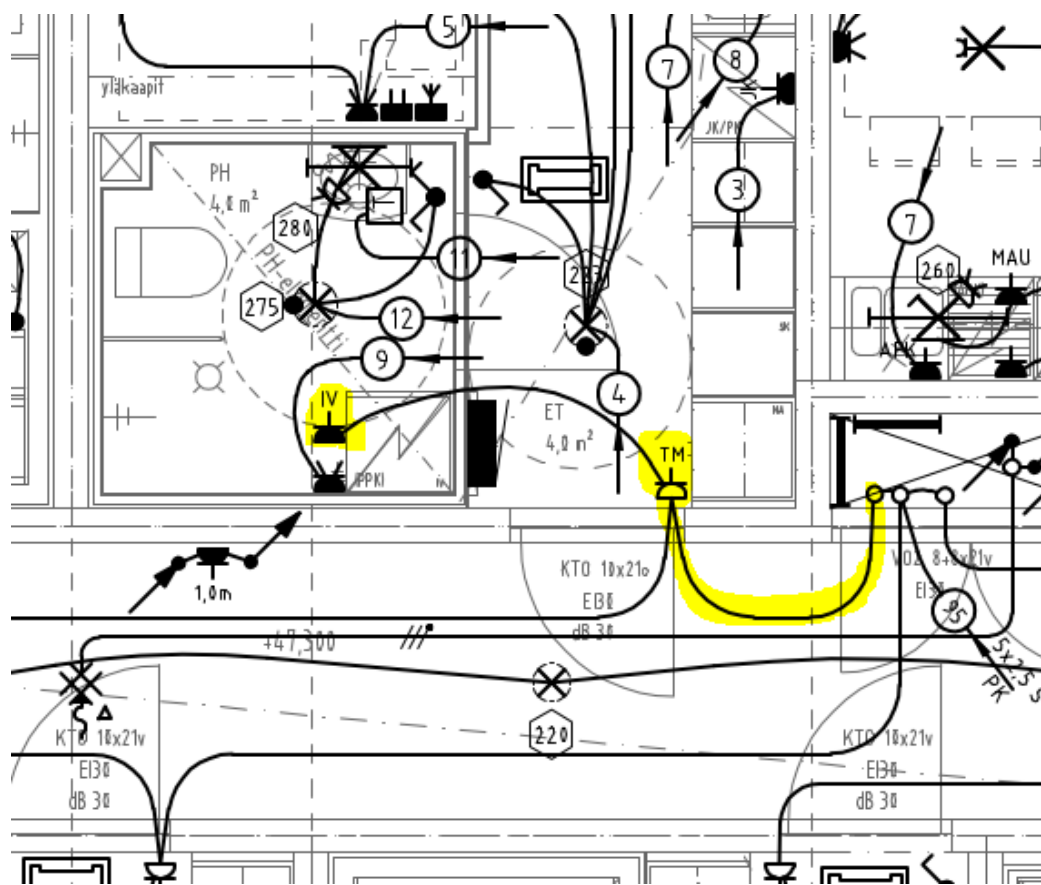
*Taulukko 3. Huoneistokohtaisten jatkojohtojen siirtämisen vuoksi aiheutuvan työn hinta-arvio (YIT Intranet 2021). Töiden kestot mitattu YIT:n Vantaan Kurpitsan työmaalla 2021.*

- Keskitetty ilmanvaihto (paikalla valetut välipohjat)
  - Porrashuoneen nousureitti työmaasähkölle, joka kytketään työmaakeskukseen. Voidaan hyödyntää porrashuoneen pistorasia-ryhmän nousuja holvin kautta → asuntojen eteisen alakattoon pintapistorasia. Pistorasiat ja johdotukset puretaan, kun asunnon ryhmäkeskus on otettu käyttöön.



Kuva 8. Pohjapiirustus rakennustyömaan kerroksesta, johon on piirretty sähköjen nousureitit ja sähköjen vetoreitit (paikallavalukohde) (Pirttijärvi 2021)

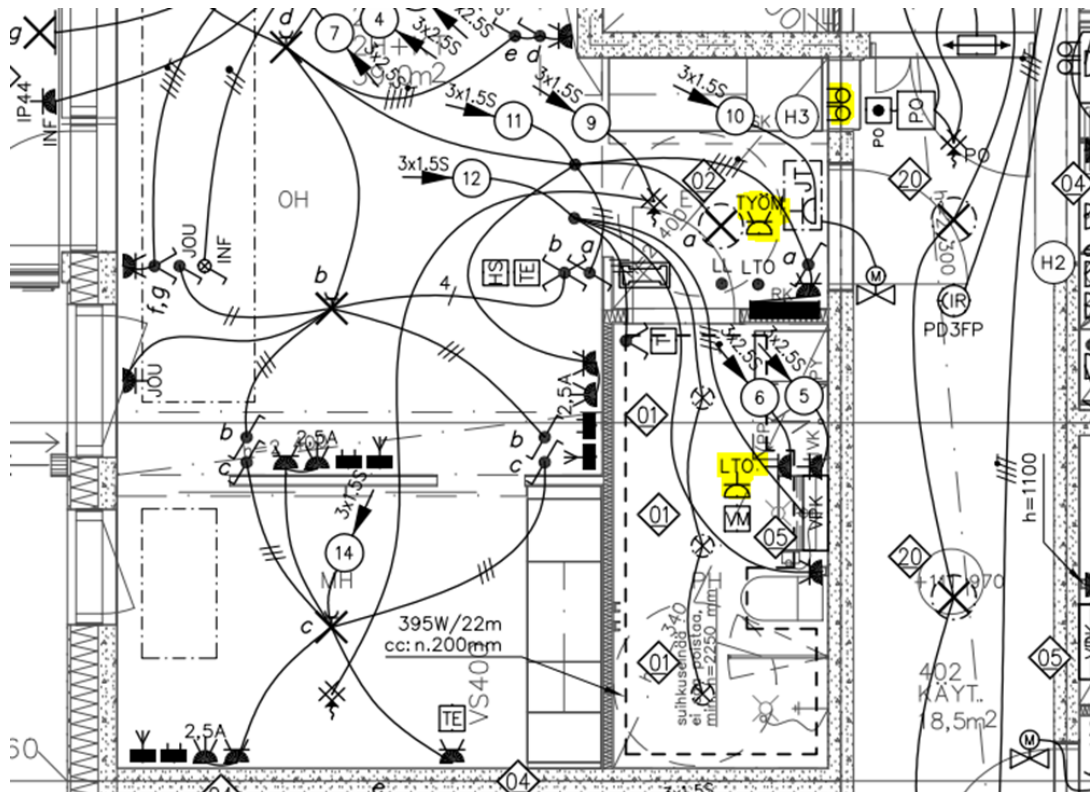
- Huoneistokohtainen ilmanvaihto (nousureitit käytävällä, keskitetty ilmanvaihto ja kylpyhuoneen sähköinen lattialämmitys kiinteistökeskuksesta.)
  - Huoneistokohtaisten ilmanvaihtokoneiden (lattialämmitys) syöttö kiinteistökeskuksesta. Lähtö kytketään väliaikaisesti työmaakeskuksesta. Pintapistorasia eteisen alakattoon, ja pistorasia korvataan jakorasiolla, kun asunnon ryhmäkeskus on otettu käyttöön.



Kuva 9. Pohjapiirustus rakennustyömaan kerroksesta, johon on piirretty sähköjen nousureitit ja sähköjen vetoreitit (huoneistokohtainen ilmanvaihto, nousu käytävällä) (Pirttijärvi 2021)



- Huoneistokohtainen ilmanvaihto (nousureitit asunnoissa, keskitetty ilmanvaihto ja kylpyhuoneen sähköinen lattialämmitys kiinteistökeskuksesta)
  - Huoneistokohtaisten ilmanvaihtokoneiden syöttö kiinteistökeskuksesta. Lähtö kytketään väliaikaisesti työmaakeskuksesta. Pintarasia eteisen alakattoon, ja se poistetaan, kun asunnon ryhmäkeskus on otettu käyttöön.



Kuva 10. Pohjapiirustus rakennustyömaan kerroksesta, johon on piirretty suunnitelmiin sähkö nousut ja sähkö vetoreitit (huoneistokohtainen ilmanvaihto, nousu asunnoissa) (Pirttijärvi 2021)

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

| Alkutilanne  | Ongelma   | Parannusehdotus   | Muutoksen hyödyt   |
|--|---|---|--|
| Työmaiden käyttöön ei ole yleistä toteutusohjetta työmaa-aikaisesta sähköistyksestä.                                   | Toteutustavan valinta kun-kin työmaan tuotantoryh-mällä vastaavan työnjohta-jan johdolla → Vastaavan työnjohtajan työkokemus pääsee vaikuttamaan to-teutuksen toimivuuteen. | YIT:n sisäiseen käyt-töön luotu ohjeistus työmaa-aikaisen säh-köistyksen toteutuk-sesta.                                      | Jokaisella työmaalla yhtenäinen toteutus-malli, johon työnjohtajia voidaan perehdyttää. Toteutusohje toimii myös muistilistana, jotta kaikki työvaiheet tulee suoritettua ajal-laan ja oikein. Aikatau-lussa pysyminen pitää työmaan varmemmin budjetissa. |
| Työmaa-aikaiseen sähköistykseen kuuluvat sähköjoh-dot viedään työ-maan kulkuväyliä pitkin kerroksiin ja huoneistoihin. | Sähköjohtoihin kohdistuu mekaanista kulutusta mm. tallomisesta, jolloin sähkö-johtoja joudutaan korvaa-maan uusilla turhan usein.   | Sähkökaapelit vie-dään elpo-hormeissa kerroksiin ja Sewatek-läpivientejä pitkin huoneistoihin.                                | Sähköjohdot pysyvät suojassa kulutukselta ja niiden elinkaari kas-vaa. Säästöjä saadaan työmaan hankintakus-tannuksiin.  |
| Vastuun jakautumi-nen ja siirtyminen työryhmässä työ-maa-aikaisen säh-köistyksen toteutuk-sesta.                       | Työvaiheita jää hoitamatta, tai ne hoidetaan huolimattomasti kiireen tullessa.  | Jokaiselle työmaalle työmaa-aikaisen säh-köistyksen vastuu-henkilö, jonka tehtä-vänä on valvoa säh-köistyksen toteutta-mista. | Kun saadaan nimetty vastuuhenkilö valvo-maan työmaa-aikaisen sähköistyksen töiden toteutumista, tulee työ-vaiheet suoritettua varmemmin ajallaan ja yh-dessä määritellyin tehokkain menetelmin.  |
| Käytössä huoneis-tokohtaiset jatkojoh-dot sähköä viettä-essä asuntoihin.   | Jatkojohtojen poissiirtämi-nen ja takaisin asennus esim. ovi-asennusten ai-kanä vie turhia resursseja.  | Työmaa-aikaisen pis-torastian käyttöönotto uudiskerrostalokoh-teissa.   | Työmaa-aikainen pisto-rasia sijoitetaan asun-ton katonrajaan, jolloin saadaan karsittua jat-kojohtojen käytöstä ai-heutuvat turhat työvai-heet. Näin työteho koh-distuu työmaata edistä-viin työtehtäviin.   |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| Työmaa-aikaisen sähköistyksen asennustyöt ovat rakennustyöntekijöiden tehtävänä muiden töiden ohella. | Työmaa-aikaisen sähköistyksen käyttöönotto tapahtuu epäjärjestyksen mukaisesti useiden eri ihmisten toimesta. Sähköistyksen järjestelyiden aikana rakennustyöt seisovat. | Työmaa-aikainen sähköistys sisällytetään työmaan muuhun työmaan sähkötyöurakkaan. | Urakoitsijan sähköasentajan toteuttaessa työmaa-aikaista sähköistystä, kohdistuisi rakennustyöntekijöiden tekemä työ varsinaisiin työmaan rakennustöihin. |
|---|--|---|---|

*Taulukko 4. Tutkimustulokset*

Tutkimuksen tarkoituksena oli etsiä vastauksia tutkimuskysymyksiin, joita olivat ” Miten työmaa-aikaisen sähköistyksen toteuttamista voidaan kehittää tehokkaammaksi” ja ” Miten työmaa-aikaisen sähköistyksen suunnittelua voidaan kehittää”. Tutkimustulosten analysoinnissa ilmeni, että ne vahvistivat entisestään tutkimusaiheesta tehtyjä oletuksia. Tutkimustuloksissa korostui työmaa-aikaisen sähköistyksen suunnittelemattomuus; sähkökaapelit kulkivat sieltä, mistä ne oli nopeimmin keksitty viedä. Työmailla koettiin vastuun siirtävän henkilöltä toiselle käsitellessä työmaa-aikaiseen sähköistykseen liittyviä järjestelyjä. Työmaa-aikaisen sähköistyksen suunnittelijalle ei olla osattu antaa riittäviä lähtötietoja, jolloin riittämätön kapasiteetti työmaakeskuksissa on aiheuttanut sähkökatkoksia.

Hyödyntämällä elpo-hormeja ja Sewatek-läpivientejä saadaan sähkökaapelit pois kulkureiteiltä ja työvaiheiden tieltä. Valtuuttamalla työmaa-aikaiseen sähköistykseen vastuuhenkilö kullekin työmaalle saadaan varmuus siitä, että jokainen sähköistyksen toteuttamisen vaihe menee ohjeistuksen mukaan. Työmaiden vastaaville työnjohtajille tulee tarjota riittävästi koulutusta ja perehdytystä työmaa-aikaisesta sähköistyksestä, jotta vastaavilla työnjohtajilla on valmiudet ja osaaminen tarjota työmaa-aikaisen sähköistyksen suunnittelijalle riittävän kattavat lähtötiedot tai suunnitella työmaa-aikainen sähköistys itse.

Edellisessä luvussa mainituilla muutostoimenpiteillä saadaan turhat sähköistyksen vuoksi aiheutuvat viivästykset ja työvaiheiden seisominen pois työmailta. Aikatauluviivästykset ja vajavainen suunnittelu aiheuttavat aina ylimääräisiä kustannuksia. Lisäksi vältytään lattioilla kuluneiden johtojen uusimisesta aiheutuvista kustannuksista.

Tutkimustulosten perusteella on voitu luoda parempi ja selkeämpi tapa työmaa-aikaisen sähköistyksen toteuttamiselle uudiskerrostalotyömailla. Yhtiön määrittämä yhtenäinen ohjeistus poistaa vastuun sähköistyksen toteutustavasta yksittäisiltä vastaavilta työnjohtajilta. Haastatteluiden keinoin kerätty tieto on tuoretta ja tuo ilmi ideoita, joita moni yhtiössä toimiva työnjohtaja ei ole välttämättä osannut ajatella. Haastateltavat ovat kukin alalla pitkään työskennelleitä asiantuntijoita. Haastatteluissa esitettyjen ratkaisujen yhtäläisyys on selitettävissä sillä, että työmaa-aikainen sähköistys on toteutettu niin pitkään samalla tapaa, jolloin samat ongelmat ovat konkretisoituneet selkeästi jokaiselle asian kanssa työskentelevälle. Ratkaisuja on jo keretty miettiä melko perusteellisesti, muttei kuitenkaan saatu saatettua käytäntöön.

## **7.1 Luotettavuus**

Vertailllessani työni tulosten luotettavuutta Puusan & Juutin (2020) kirjassaan kuvaamiin Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät tutkimuksen luotettavuuden kriteereihin, katson tutkimukseni täyttävän luotettavuuden kriteerit, sillä tämän kaltaiseen tutkimuskysymykseen tuoreinta ja tarpeellisinta tietoa saadaan haastattelututkimuksen kautta, ja etenkin haastateltavien ollessa tekemisissä konkreettisesti kyseisen ongelman kanssa. Haastattelujen vastausten ollessa vapaamuotoisia, saadaan minimoitua mahdollisuus, että vastaukset olisivat johdattelun kautta saatuja. Eettisyyden periaatteita noudattaen työssä tuodaan ilmi miltä taholta mikäkin tieto on saatu, eikä suunnitelmia tai ideoita esitetä omana.

Tutkimuksellista heikkoutta jäi tutkimuksen uskottavuuden näkökannalta siihen, että otanta jäi pieneksi. Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää toimeksiantajan käytössä, mutta tutkimusta ei välttämättä voida hyödyntää sellaiseen muiden toimijoiden kohdalla. Tutkimuksen aiheesta ei ole saatavilla paljoa kattavaa kirjallisuustietoa, joka olisi tukena haastatteluilla saadulle tiedolle. Tutkimuksessa olevat tiedot on esitetty toimeksiantajan suostumuksella.

## 7.2 Jatkotutkimusehdotukset

Tutkimus nostaa esiin muutamia jatkotutkimuksen aiheita. Yhtenä olennaisena jatkotutkimusmahdollisuutena voidaan pitää työmaa-aikaisen sähköistyksen energiatehokkuuden kehittämistä, johon tämä opinnäytetyö ei ota kantaa. Jatkotutkimusaiheena voitaisiin myös pohtia uusiutuvien energianlähteiden käyttöä työmaalla; voisiko esimerkiksi aurinkopaneelijärjestelmää hyödyntää työmaakäytössä ainakin kausiluontoisesti?

## 8 POHDINTA

Opinnäytetyön työstäminen opetti tutkijalle runsaasti käsitellystä tutkimusaiheesta ja toi uusia näkökulmia työmaa-aikaiseen sähköistykseen. Itse työmaa-aikaisen sähköistyksen suunnittelun ja toteutuksen kehittämistä ei ole opinnäytetöitä, mutta aiheeseen liittyen ja sen ympäriltä löytyy kirjallisuuskatsauksia ja tutkimustöitä. Työmaa-aikaisessa sähköistyksessä on monta epäkohtaa, mikä pitää ottaa paremmin huomioon jo uudiskerrostalokohteita perustaessa. Uudiskerrostalokohteissa jo aikaisin suunnitteluvaiheessa huomioitu työmaa-aikainen sähköistys tuo työmaalle paremmat mahdollisuudet pysyä suunnittelussa aikataulussa ilman lisäkustannuksien syntymistä. Työmaan vastaavalla työnohtajalla pitää olla selkeä kuva siitä, mitä työkoneita ja olosuhdehallintaan tarvittavia laitteita kyseiseen kohteeseen on mahdollisesti tulossa, jotta hän osaa laatia ennakkotiedot työmaa-aikaisesta sähköistyksestä sähköistyksen suunnittelijalle. Jos ennakkotiedot jäävät kovin vajavaiseksi, riski sähkökatkokkien syntymiseen kasvaa liian vähäisen suunnitellun kapasiteetin vuoksi.

Opinnäytetyön tekeminen opetti tutkimuksen kokonaistoteuttamisesta ja haastattelujen tekemisestä aina kysymysten laatimisesta haastattelutulosten analysointiin saakka. Tutkimuksen tekemisen aikana tutkimuksen toteuttaja oppi, että tutkimusta ja haastatteluja voi tehdä monella eri tavoin, ja että soveltavia analyysi- ja aineistonkeruutapoja on useita. Tutkimustyön aikana karttui monia taitoja, kuten kirjoitustaito ja faktatietojen hakeminen, mitkä ovat hyviä taitoja työelämässäkin. Opinnäytetöitä ja tutkimuksia on monenlaisia ja jokainen näistä on erilainen. Erityisesti tämä opinnäytetyö on juuri tekijän näköinen,

sekä opetti opinnäytetyön toteuttajalle paljon - ei pelkästään uudiskerrostalo-työmaiden työmaa-aikaisesta sähköistyksestä, vaan myös aiheen rinnalla kulkevista asioista.

## LÄHTEET

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2013. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.

Kananen J. 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas. Näin kirjoitan opinnäytetyön tai pro gradun alusta loppuun. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja, 202.

Laine, M., Bamberg, J. & Jokinen, P. 2007. Tapaustutkimuksen taito. Helsinki: Gaudeamus.

Puusa, A. & Juuti, P. 2020. Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät. E-kirja. Helsinki: Gaudeamus Oy.

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2009. Kvalitatiivisten menetelmien verkko-oppikirja. PDF-tiedosto. Saatavissa: <https://www.fsd.tuni.fi/fi/tietoarkisto/julkaisut/kvalimotv.pdf> [viitattu: 1.10.2021].

SFS 6000-7-704. Pienjännitesähköasennukset. Osa 7–704: Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Rakennustyömaat. 2012.

ST 51.35. 2009. Sähkötieto Ry. Espoo: Sähköinfo. Saatavissa: <http://www.sahkoinfo.fi/severi> [viitattu 22.9.2021].

ST 96.40. 2014. Sähkötieto Ry. Espoo: Sähköinfo. Saatavissa: <http://www.sahkoinfo.fi/severi> [viitattu 22.9.2021].

Talonrakennusteollisuus Ry. Aikataulukirja 2013. 2013. Tampere: Rakennustieto Oy.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki: Tammi.

Työministeriön päätös rakennustyömaiden henkilöstötiloista  
3.11.1994/977.

Vilka, H. 2021. Näin onnistut opinnäytetyössä. Ratkaisut tutkimuksen umpikuiin. E-kirja. Jyväskylä: PS-kustannus. Saatavissa: <https://kaakuri.finna.fi/> [viitattu 7.9.2021].

YIT Oyj intranet. [viitattu 9.10.2021]

YIT Oyj. Tietoa YIT:stä. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.yit-group.com/fi/tietoa-yitsta> [viitattu 7.10.2021].



## Haastattelukysymykset

Kuka olet, ja mikä on nykyinen työnkuvasi?

Miten nykyisessä työnkuvassasi tulee esille työmaa-aikainen sähköistys ja sen toteuttaminen?

Mitä puutteita ja etuuksia näet nykyisessä tavassa toteuttaa työmaa-aikainen sähköistys YIT:n uudiskerrostalotyömailla?

Millaisia puutteita sähköistyksen suunnittelussa ja toteutuksessa on tehokkuuden suhteen (Mihin tekijöihin kuluu liikaa rahaa, aikaa, työvoimaa tai muita resursseja)?

Millaisia ajatuksia sinulla on sen suhteen, miten työmaa-aikaista sähköistystä uudiskerrostalotyömailla voitaisiin parantaa?

Voitaisiinko sähköistys huomioida jotenkin jo aiemmassa vaiheessa suunnittelua?

Miten itse toteuttaisit optimaalisesti työmaa-aikaisen sähköistyksen uudiskerrostalotyömaalla?

Ohjeistus työmaa-aikaisen sähköistyksen toteuttamiselle

## OHJEISTUS TYÖMAA-AIKAISEN SÄHKÖISTYKSEN TOTEUTTAMISELLE UUDISKERROSTALOTYÖMAILLA

- Työmaa-aikainen sähköistys otetaan huomioon jo kohteen suunnitteluvaiheessa;
  - Kerrostalokohteen toteutustavan mukaan sähkökaapeleiden kulkureitit suunnitellaan joko Elpo-hormeissa tai Elpo-hormien puuttuessa porrassyöksyissä poissa kulkuväyliltä.
  - Porrastasokeskuksilta huoneistoihin kulkeva työmaa-aikainen sähköistys toteutetaan Sewatek-läpivientien avulla. Porrashuoneen ja asunnon väliseen elementtiin suunnitellaan yksi läpivienti lisää työmaa-aikaista sähköistystä varten. Kerrostalon viimeistelyvaiheessa läpivienti peitetään palokatolla.
  - Laaditaan erillinen nousukaavio, joka sisältää työmaa-aikaisen sähköistyksen. Käyttöönotto huomioidaan kerroksittain alapohjasta vesikatolle asti.
  
- Asuntojen eteisen kattoon tai seinään alakaton päälle tehdään alakatto-työvaiheessa 300x300mm reikä työmaa-aikaiselle pistorasialle. Viimeistelyvaiheessa reikä peitetään peitelevyllä.
  
- Vastaavan työnjohtajan vastuulla on ilmoittaa työmaa-aikaisen sähköistyksen suunnittelijalle kattavat lähtötiedot, joiden avulla saadaan suunniteltua työmaa-aikaiselle sähköistykselle riittävä sähkövirranmäärä.
  - **Lähtötiedoissa on otettava huomioon myös mahdollinen yllättävä olosuhdehallintaan tarvittava kalusto.**

- Työmaa-aikaisen sähköistyksen toiminnanottoon varataan riittävästi aikaa ja henkilöresursseja, jotta sähköistys toteutuu oikeanaikaisesti.
  - Jos mahdollista, työmaa-aikainen sähköistys sisällytetään sähkötyöurakkaan.
  
- Työmaalla nimetään **vastuuhenkilö**, jonka tehtäviin kuuluu:
  - toimittaa työmaan sähköistysuunnitelma työn toteuttajille
  - seurata työmaa-aikaisen sähköistyksen oikeanlaista toteutumista jokaisessa työvaiheessa esimerkiksi tarkastuskortin avulla
  - tiedottaa vastaavalle työnjohtajalle mahdollisista puutteista tai sähköistyksen toiminnassa olevista ongelmista.
  
- **Jokaisen työntekijän** vastuulla on ilmoittaa rikkoutuneesta sähköjohdosta, joka poistetaan käytöstä **viipymättä**.
  
- Sähkökatkoksen ilmetessä työskentelyä **ei jatketa** pimeässä.
  - Havaittu vika ilmoitetaan sähköistyksestä vastaavalle henkilölle mahdollisimman nopeaan.