

Juha Oljakka

Työmaan sähköistys

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

31.5.2016

Tekijä Otsikko	Juha Oljakka Työmaan sähköistys
Sivumäärä Aika	30 sivua + 3 liitettä 31.5.2016
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	sähköinen talotekniikka
Ohjaajat	yliopettaja Torsti Viilo talotekniikkakoordinaattori Harri Lähteenmäki
<p>Insinööriytyö tehtiin Lemminkäinen Talo Oy:lle, joka on Suomen suurimpia rakennusliikkeitä. Lemminkäinen Talo Oy harjoittaa rakennustoimintaa Suomessa ja muissa pohjoismaissa.</p> <p>Tavoitteena oli koota olennaisimmat rakennustyömaan väliaikaisen sähköistyksen standardit sekä perehtyä verkon suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon sekä miten tilapäisverkkoa voitaisiin kehittää, jotta pystytään välttämään riskejä ja tehostamaan toimintaa kustannuksien osalta. Tavoite oli kiinnittää erityistä huomiota sähköturvallisuusasioihin.</p> <p>Eräällä työmaalla käytettiin sähköistyskaluston työmaatarkastus-lomaketta puutteiden havaitsemiseksi ja lomake todettiin hyvin toimivaksi.</p> <p>Työn lopputuloksena havaitaan, että hyvällä suunnittelulla päästään parhaaseen lopputulokseen. Työmaan sähköverkkojen tehon optimoimiseen tehtiin excel-taulukko, jolla voidaan tarkastella työmaalla tarvittavien koneiden ja laitteiden tehoja.</p> <p>Excel-taulukon avulla pystytään tarkastelemaan koneita ja laitteita, milloin ne ovat työmaalla, mikä vaikuttaa kustannuksiin ja voidaanko niissä kenties säästää tulevilla tai jo käynnissä olevilla työmailla. Luovutettavasta insinööriytyöstä jätettiin pois sähköisessä muodossa oleva excel-taulukko, koska se sisältää luottamuksellista tietoa.</p>	
Avainsanat	työmaasähköistys, väliaikainen sähköverkko, tilapäissähköistys

Author Title	Juha Oijakka Worksite electrification
Number of Pages Date	30 pages + 3 appendices 31 May 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	Electrical Engineering for Building Services
Instructors	Torsti Viilo, Principal Lecturer Harri Lähteenmäki, Building Services Coordinator
<p>The goal of the final year project was to collect the standards for a temporary power grid and establish how to design a cost effective infrastructure at a work site, while minimizing the overall risks.</p> <p>A construction site that used an electrical fixture inspection form to indicate any defects. was followed. The form proved it to be useful and work well.</p> <p>In the project, an Excel spread sheet was created for the temporary electrical grid on the construction site. The sheet which could be used to test the power needed for the machines and the equipment on site.</p> <p>As a result it was established that with good planning yields the best results. The Excel spread sheet provided a record of the whereabouts of the machines and the equipment. This, in turn, showed the effects they had on the cost and whether or not there were any areas in which to save money on future construction sites.</p>	
Keywords	Worksite electrification, temporary power grid, temporary electrical installation

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Suomessa voimassa olevat standardit ja määräykset	2
2.1	Tilapäisasennusten erityisvaatimukset	3
3	Sähkötyö- ja sähköturvallisuus	4
3.1	Henkilösuojaimet ja työkalut	7
3.2	Piirustukset, asiakirjat ja kilvet	8
3.3	Rakennustyömaan sähköistykseen liittyviä ongelmia	9
3.4	Maadoitukset	10
4	Rakennustyömaan suunnittelunäkökulmat	12
4.1	Tehontarve	12
4.2	Työmaakeskukset	14
4.3	Kaapelit	15
4.4	Pistokytkimet	16
4.5	Valaistus	17
4.6	Muuntajat	18
4.7	Laittevalinnat	19
4.8	Käyttökustannukset	20
4.9	Säästömahdollisuudet	20
5	Dokumentit	22
5.1	Asemapiirustus	22
5.2	Pää- ja nousukaaviot	23
5.3	Paloturvallisuus	23
6	Ylläpito	24
7	Yhteenveto	27
7.1	Sähköistysprosessissa huomioitavia asioita	28
7.2	Hankinta	28
7.3	Käyttönottotarkastus	29
8	Johtopäätökset	30

Liitteet

Liite 1. Sähköistyskaluston vastaanottotarkastus ja työmaatarkastus

Liite 2. Sähköistysprosessissa huomioitavia asioita

Liite 3. Sähköistysprosessissa huomioitavia asioita

Liite 4. Sähköturvallisuuteen liittyviä asioita

Lyhenteet

CE	merkintä jolla valmistaja vakuuttaa siitä, että tuote täyttää sitä koskevat Euroopan unionin direktiivin vaatimukset /33/
Genelec	eurooppalainen sähköalan standardisointijärjestö, (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique)
IEC	maailmanlaajuinen sähköalan standardisointijärjestö, (International Electrotechnical Commission)
SFS	standardoinnin keskusjärjestö Suomessa, Suomen standardisoimisliitto SFS ry
TUKES	turvallisuus- ja kemikaalivirasto
VNa	valtioneuvoston asetus
VNp	valtioneuvoston päätös

Määritelmät

Ammattihenkilö

henkilö, jolla on soveltuva koulutus ja kokemus, joiden perusteella hän kykenee arvioimaan riskit ja välttämään sähkön mahdollisesti aiheuttamat vaarat. /18/

IP-luokitus

Ilmaistaan koteloinnilla aikaansaatu suojausaste vaarallisten osien koskettamiselta, vieraiden esineiden ja pölyn tai veden sisään tunkeutumiselta ja annetaan suojauksesta täydentävää lisätietoa. /34/

Jakelumuuntaja

Toimintayksikkö, jossa on yksi tai useampia muuntajia.

Jännitetyö

Jännitetyössä työntekijä on tarkoituksellisesti kosketuksissa paljaiden jännitteisten osien kanssa tai ulottuu kehonosillaan tai käsittelemillään työkaluilla, varusteilla tai laitteilla jännitetyöalueelle. /18/

Kosketusjännite (tehollinen)

Johtavien osien välillä oleva jännite, kun ihminen tai eläin koskettaa osia samanaikaisesti /22/

Koteloitu työmaakeskus

Työmaakeskus, joka on koteloitu kaikilta sivuiltaan lukuun ottamatta asennuspintaa koskevaa mahdollista poikkeusta siten, että saavutetaan määritelty kotelointiluokka

Kotelotyypinen työmaakeskus

Koteloitu työmaakeskus, joka on tarkoitettu asennettavaksi pystysuuntaiselle pinnalle tai seisomaan vaakasuuntaisella pinnalla tuettuna jalustalla tai jaloilla (jäykät tai nivelillä kääntyvät) tai kiinnitettynä telineeseen, jota ei pidetä keskuksen osana.

Käyttöönotto

Menettelytapa, jolla laite, laitteisto, rakennus tai järjestelmä otetaan käyttöön valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Käytön johtaja

Henkilö, joka sähkölaitteiston haltijan tulee nimetä määrättyihin sähkölaitteistoihin käyttöä varten. Käytön johtaja huolehtii muun muassa sähköturvallisuussäädösten noudattamisesta työssä. /17/

MVR-mittari

mittari, joka maa- ja vesirakennustyömaan turvallisuustasoa /31/

Pienjännite (PJ)	Jännite, joka ei useimmiten ylitä 1 000 V (AC) tai 1 500 (DC). /17/
Suurjännite (SJ)	Jännite, joka useimmiten ylittää 1 000 V (AC) tai 1 500 (DC). /17/
Sähkötyö	Sähkötöitä ovat sähkölaitteen korjaus- ja huoltotyöt sekä sähkölaitteiston rakennus-, korjaus- ja huoltotyöt. Sähkötyöksi ei katsota sähkölaitteen ja -laitteiston purkutyötä, jos laite tai laitteisto on tehty luotettavasti ja asianmukaisesti jännitteettömäksi. /17/
TR-mittari	mittari, joka rakennustyömaan turvallisuustasoa /31/
Työmaadoitus	Kaikkien virtapiirin osien yhdistäminen työn ajaksi maahan ja toisiinsa. Työmaadoittamisella ehkäistään työkohteen tuleminen vaarallisesti jännitteiseksi virhetilanteessa. /17/
Työmaakeskus	Rakennelma, jossa on yksi tai useita muunto- tai pienjännitekytkinlaitteita niihin liittyvine ohjaus-, mittaus-, suoja- ja säätölaitteineen, sisältäen tarpeelliset sähköiset ja mekaaniset kytkennät ja liitännät sekä rakenneosat. Keskus on suunniteltu ja rakennettu käytettäväksi kaikilla työmailla sisä- ja ulkotiloissa.

1 Johdanto

Suomessa rakennetaan vuosittain kymmeniä tuhansia rakennuksia. Ottaen huomioon niiden määrän on yllättävää, että tilapaissähköverkkoja on tutkittu niin vähän.

Tässä insinööriyössä tarkoituksena on koota Lemminkäinen Talo Oy:lle olennaisimmat rakennustyömaan sähköistyksen standardit ja erityisesti kiinnittää huomiota sähköturvallisuusasioihin, sekä perehtyä verkon suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon. Lemminkäinen Talo Oy tulee hyödyntämään tätä insinööriyötä rakentaessaan turvallista sekä toimivaa työmaasähköistystä myöhemmissä projekteissa.

Rakennustyömaan väliaikainen sähköverkko on vain pieni osa rakennushanketta, mutta sillä on merkittävä rooli työmaan kannalta. Kustannustehokkaan pienjänniteverkon on oltava nopeasti rakennettavissa, muunneltavissa ja purettavissa. Verkon rakentaminen ja suunnittelu ei paljoakaan eroa kiinteästä pienjänniteverkosta, mutta sillä on kuitenkin omat erikoisvaatimukset, joita tuon esille tässä työssä.

Työn kirjallisessa osuudessa käsitellään väliaikaisen työmaasähköistyksen liittyviä määräyksiä, säädöksiä ja ohjeita

Työn toisessa osiossa käydään läpi erityisvaatimuksia ja verkon mitoitusta sekä käyttökustannuksia. kolmannessa osiossa käydään läpi ylläpitoa ja yleisellä tasolla hankintaa.

Viimeisessä osiossa on yhteenveto, jonka tarkoituksena on vähentää työmäärää ja tukea työturvallisuutta.

Työn tuloksena saatiin työmaasähköistyksen ohjeistus ja excel-taulukko, jolla voidaan tarkastella kustannuksia ja selvittää, voidaanko niissä kenties säästää tulevilla tai jo käynnissä olevilla työmailla.

2 Suomessa voimassa olevat standardit ja määräykset

Rakennustyömaan tilapäisen sähköverkon suunnittelu, rakentaminen ja tarkastaminen eivät juurikaan poikkea periaatteiltaan kiinteiden asennusten käytännöistä. Lähtökohtana voitaisiin pitää, että vaikka rakennetaan tilapäistä sähköverkkoa, niin unohdettaisiin väliaikaisuus ja rakennettaisiin turvallinen ja toimiva asennus, jossa voidaan soveltaen käyttää 6000, 6001 ja 6002 standardeja rakennustyömaaverkon sähköistyksen suunnittelussa ja rakentamisessa. Standardit ovat lain ja määräysten apuvälineitä, joihin on sisällytetty tekniset detaljit.

Väliaikaisen sähköverkon vaatimuksia suunniteltaessa, rakentaessa kannattaa huomioida erikoistilojen ja asennusten vaatimukset SFS-EN-6000-7-704 standardi, missä käsitellään rakennustyömaiden tilapäisiä asennuksia. Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä sähköturvallisuudesta kerrotaan seuraavasti:

Sähköturvallisuusviranomaisten on vahvistettava ja ylläpidettävä luettelo, jossa on esitetty olennaisia turvallisuusvaatimuksia vastaavat standardit. (KTMp 17.12.1999/1993, 4 §).

Luettelo on julkaistu TUKES-ohjeena S10. Ohje on päivitetty viimeksi joulukuussa 2015. Näitä standardeja ovat muun muassa:

- SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset
- SFS 6001 Suurjännitesähköasennukset
- SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus.

SFS 6000 Standardi kattaa kaikki sähköasennukset, jotka ovat nimellisjännitteeltään enintään 1 kV vaihtojännitteisenä (AC) ja 1,5 kV tasajännitteisenä (DC).

SFS 6001 Standardi kattaa nimellisjännitteeltään yli 1 kV ja nimellistaajuudeltaan 60 Hz vaihtojännitteisten sähköasennusten suunnittelua ja rakentamista.

SFS 6002 Standardi sisältää vaatimukset sähkölaitteistoissa ja niiden lähellä tehtävän työn turvallisuudelle.

Pienjännitejakokeskusten standardisarja SFS-EN 60439 on uudistettu. Uusi standardi 61439 sarja sisältää seuraavat osat:

- 61439-1: Yleisvaatimukset
- 61439-2: Ammattikäyttöön tarkoitetut kojeistot

- 61439-3: Maallikkokäyttöön tarkoitetut jakokeskukset (korvaa SFS-EN 60439-3:n)
- 61439-4: Työmaakeskukset (korvaa SFS-EN 60439-4:n)
- 61439-5: Jakeluverkkokeskukset (korvaa SFS-EN 60439-5:n)
- 61439-6: Jakelukiskot (korvaa SFS-EN 60439-2:n).

Kaikkien sähköalan töihin ja suunnitteluun liittyvien määräysten ja ohjeiden perustana on sähköturvallisuuslaki, josta lisää kohdassa sähkötyöturvallisuus. /27/

2.1 Tilapäisasennusten erityisvaatimukset

SFS-EN-6000-7-704 standardissa määritellään rakennustyömaan tilapäisasennuksia varten muutamia erityisvaatimuksia, joita ovat mm. mitoitusvirraltaan enintään 32A:n pistorasioita tai kädessä pidettäviä laitetta jotka on suojattava standardin mukaan:

- 30 mA:n vikavirtasuojalla/tai
- SELV- tai PELV-piireillä/tai
- käyttämällä sähköistä erotusta.

Esimerkiksi pistorasioita jotka on tarkoitettu tietyille laitteelle tai hitsauskoneelle, jonka vuotovirrat aiheuttavat helposti 30 mA vikavirtasuojan tahattoman toimimisen.

Tämänlainen tilapäisasennus voidaan suojata enintään 300 mA vikavirtasuojalla, mutta pistorasia täytyy merkitä varoituskilvellä, jolla sallitaan pistorasian käyttö vain tiettyyn tarkoitukseen. /26/

Sähköverkon suunnittelijan tulee ottaa huomioon vikavirtakytkimien selektiivisyys, koska usein käytetään kahta vikavirtakytkintä peräkkäin. Tämä voidaan toteuttaa käyttämällä aikaviiveellä varustettua esim. S-tyyppin tai aseteltavalla kytkimellä.

Rakennustyömaalle syöttöjä voi olla useampi kuin yksi. Jokaiselle erillisellä syötöllä varustettu sähköasennus pitää varustaa omalla erotuslaitteella laitteen erotusta ja kytkentää varten, näitä voi olla kytkin, katkaisija, vikavirtasuojakytkin tai ylivirtasuoja. /2/

Valtioneuvoston asetuksessa rakennustöiden turvallisuudesta mainitaan, että päätoiteuttajan, jolla tarkoitetaan esimerkiksi pääurakoitsijaa, jonka rakennuttaja on valinnut, on esitettävä rakennuttajalle tässä pykälässä tarkoitettut rakennustöiden työturvallisuuteen liittyvät suunnitelmat ja kiinnitettävä erityistä huomiota esimerkiksi rakennustyön aikaiseen sähköistykseen ja valaistukseen. Jos rakennuttaja ei ole nimennyt rakennustyömaalle päätoteuttajaa, vastaa rakennuttaja myös päätoteuttajan velvollisuuksista.

Päätoteuttajan huolehdittavia asioita ennen rakennustöiden aloittamista ovat

- ennakoilmoitus työsuojeluviranomaisille
 - nimettävä jokaiseen rakennushankkeeseen turvallisuuskoordinaattori
- /7; 26/

3 Sähkötyö- ja sähköturvallisuus

Tässä osiossa tarkastellaan yleisiä sähkötyöturvallisuuteen liittyviä asioita, jotka tulee huomioida päivittäisessä työnteossa työturvallisuuden varmistamiseksi.

Vaikka sähkötapaturmia Suomessa tapahtuukin ja tilastojen kannalta katsottuna alhainen, sähkötyöturvallisuuden haasteina rakennusalalla on edelleen tapaturmien lisääntymisen ehkäisy. Tapaturman vaikutus työmaan toimintaan voi pahimmassa tapauksessa keskeyttää työt pitkäsikin aikaa ja aiheuttaa suuria kustannuksia.

Tapaturmien ehkäisemisen haasteina ovat työmaan järjestys, työmaan ja töiden suunnittelemattomuus, tiedonvälitys sekä asenteet. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015.) Seuraavassa kuvassa 1 näkyy eräältä työmaalta ottamani kuva, jossa on todella suuri sähköturvallisuusriski.



Kuva 1. Hihnakuultimen kaapelin sisäiset johtimet näkyvät ja vedonpoisto puuttuu.(Juha OI-jakka)

Turvallisuusasenteella on suuri vaikutus siihen, miten jokainen yksilö todellisuudessa toimii työtilanteissa ja minkälaisia ratkaisuja tekee työturvallisuuden eteen. Sähköturvallisuuslain vaatimukset liittyvät turvallisuuteen, mutta myös sähkömagneettiseen häiriöttömyyteen on kiinnitettävä huomiota.

Nämä seikat on otettava huomioon kaikkien sähkölaitteiden ja -laitteistojen koko elinkaaren ajan, ja tämä mainitaankin itse sähköturvallisuuslain 5 § pykälässä seuraavasti:

Sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä niin, että:

1) niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa;

2) niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä; sekä

3) niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti./36/

Sähköturvallisuuslaissa määritellään perusvaatimukset, mutta ei kuitenkaan puututa täsmällisemmin siihen, kuinka turvallinen laitteisto toteutetaan. Sähköturvallisuuslaissa viitataan valtioneuvoston asetuksiin, ministeriön päätöksiin tai Tukesin ohjeisiin, jotka täsmentävät lakia. Valtioneuvoston asetus sähkötöiden turvallisuudesta mainitaan mm. seuraavaa:

Sähkölaitteet, kuten kaapelit ja jakokeskukset on sijoitettava siten, etteivät ne rikoontu eivätkä aiheuta sähköiskun vaaraa tai kompastumisvaaraa kulkuteillä. Ajoteillä olevat kaapelit on joko suojattava tarkoituksenmukaisella tavalla ajoneuvojen aiheuttamilta rasituksilta tai ripustettava riittävän korkealle.

Milloin työmaalla tai sen läheisyydessä on sellaisia eristämättömiä johtoja, joita ei voida työn ajaksi siirtää tai saattaa jännitteettömiksi, on välillinen ja välitön sähkötapaturman vaara estettävä suojarakenteilla tai muilla keinoin. On huolehdittava siitä, että suojaetäisyyksiä ei aliteta myöskään nostokoneiden ja vastaavien muiden laitteiden liikkussa.

Työskenneltäessä suurjännitelinjojen tai vastaavien läheisyydessä on otettava olosuhteiden aiheuttamat vaarat huomioon ja ennalta ehkäistävä sähkötapaturman vaara. /36/

Rakennustyömaiden toimintaohjeet ja määräykset pohjautuvat lakeihin ja asetuksiin.

Näitä ovat mm:

- SFS 6002
- sähköturvallisuuslaki 410/1996
- sähköturvallisuusasetus 498/1996
- valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (205/2009)
- laki tiettyjen tuotteiden varustamisesta CE-merkinnällä
- valtioneuvoston asetus sähkölaitteiden ja – laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös (516/1996) sähköalan töistä täydentää sähköturvallisuuslakia. Siinä annetaan mm. ammattitaito- ja pätevyysvaatimuksia.

- Sähköturvallisuuslakia ollaan parhaillaan uusimassa ja nykytiedon mukaan tavoitteena on syksy 2016. /16/
- Sähkötyöllä tarkoitetaan sähkölaitteistojen rakennus-, korjaus- ja huoltotöitä sekä sähkölaitteiden korjaus- ja huoltotöitä. Sähkötyöksi ei katsota sähkölaitteen ja -laitteiston purkutyötä, jos laitteisto tai laite on tehty luotettavasti ja asianmukaisesti jännitteettömäksi. /33/

3.1 Henkilösuojaimet ja työkalut

Sähkötöissä käytettävien henkilösuojainten on oltava valtioneuvoston päätöksen 1406/1993 mukaisesti tyyppitarkastettuja sekä CE- ja muilla tarvittavilla merkinnöillä varustettuja. Työkalujen on täytettävä eurooppalaisten, kansallisten tai kansainvälisten standardien vaatimukset niiltä osin, kuin niitä on olemassa. Valtioneuvoston asetus sanoo työvälineiden turvallisesta käytöstä

Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta (403/2008) edellyttää, että työssä käytettäväksi hankittava työväline täyttää sitä koskevat vaatimukset sen mukaan kuin vaatimuksista erikseen säädetään, tai jos tällaisia säädöksiä ei ole, kyseisen päätöksen vaatimukset. Työväline on pidettävä koko sen käyttöajan riittävän huollon avulla sitä koskevien vaatimusten mukaisena.

Valtioneuvoston päätös henkilösuojaimista (1406/1993) edellyttää, että kaikki sähkötöissä käytettävät henkilösuojaimet, mukaan luettuna suojavaatetus ja niiden lisävarusteet ovat tyyppitarkastettuja.

Työnantajan on valittava tarvittavat suojaimet arvioimalla etukäteen työssä esiintyvät vaarat valtioneuvoston päätöksen henkilösuojainten valinnasta ja käytöstä työssä (1407/1993) mukaisesti. /11/

Suojaimet on varustettava CE-merkillä ja muilla tarvittavilla merkinnöillä mm. merkinnällä vastaavasta käyttöjännitteestä. Esimerkiksi valokaarivaarallisissa töissä tulee vähintään käyttää tulelta ja kuumuudelta suojaavaa suojaruuvastusta standardin SFS-EN ISO 11612 -luokan A1 B1 C1 mukainen. Suojaimia tulee huoltaa, kunnossapitää, säilyttää ja tarvittaessa testata käyttöohjeen mukaisesti suojainten tehon ylläpitämiseksi. /1; 11/

3.2 Piirustukset, asiakirjat ja kilvet

Sähkölaitteistoihin liittyvät piirustukset ja asiakirjat tulee olla ajan tasalla, joista lisää dokumentit-kohdassa. Tekeillä olevasta työstä tai käytön aikana esiintyvistä vaaroista on varoitettava tarvittaessa kilvillä. /18/



Kuva 2. Kielto-merkki kytkimen asennon muuttaminen kielletty (SFS 6002)

Kilpien tulee täyttää eurooppalaisten, kansallisten tai kansainväliset standardien vaatimukset. /19/ Kielto- ja varoituskilpien standardi on SFS-EN ISO 7010, jonka mukaan kielto-merkit ovat pyöreitä ja varoitukset kolmioita. Pyöreässä kuvan 2 mukaisessa kyltissä ei kielletä kytkimen käyttöä hätätilanteissa, kun kuva 3 kieltää kytkimen asennon muuttamisen työaikana ja varoittaa käynnissä olevasta työstä. /18/ kuvan 3 kyltti on mielestäni parempi, koska siinä on esimerkiksi asentajan yhteystiedot, jotta voi ottaa yhteyttä vian sattuessa.



Kuva 3. Kaksipuolinen kieltokyltti

3.3 Rakennustyömaan sähköistykseen liittyviä ongelmia

Eniten huomiota tilapäisissä sähköverkoissa kiinnitetään sähköiskuilta, ylivirroilta, vikavirroilta ja lämmöltä suojaukseen, mutta suunnitteluvaiheessa olisi myös hyvä ottaa nämä asiat huomioon:

- käyttöönottotarkastukset /38/
- keskusten lukitukset /37/
- keskusten oikea käyttöpaikka, -asento /37/
- Vikavirtasuoja kaikissa 16 A, 2008 valmistetuissa keskuksissa tulee olla vikavirtasuoja /26/
- kaapelisuojaus (mekaaninen, kaapelien suojaus maahan asennetuissa) /37/

Omien havaintojeni mukaa vielä seuraavat asiat kannattaisi ottaa huomioon:

- oikea mitoitus (alamittaiset keskuksat ja kaapelit, työmaa-aikainen tehokas laskelma, työmaa sähkösuunnitelma päivittämättä tai puuttuu kokonaan)
- liian korkeat lämpötilat, jotka voivat aiheuttaa vahinkoa tai muuta vaaraa
- valaistuksen turvallisuus, halogeenivalaisimien käytöstä olisi hyvä luopua paloturvallisuuden vuoksi
- valokaaret.

3.4 Maadoitukset

Sähköturvallisuuden kannalta tärkeää on maadoittaminen. Maadoituksen ensisijaisena tarkoituksena on rajoittaa vikatapauksissa esiintyviä kosketusjännitteitä ja askeljännitteitä. Rakennustyömaan maadoituksen tehtävänä on mahdollistaa sähköasennusten turvallinen ja luotettava toiminta. Sen vuoksi työmaan maadoitusjärjestelmän rakenteen tulee täyttää pienjänniteasennuksen maadoitusta koskevat standardit.

Maadoittaminen voidaan tehdä eri tarkoituksia varten. Esimerkiksi suojamaadoitus tarvitaan sähkölaitteiden käyttäjien suojaamiseksi, työmaadoitus taas tarkoittaa normaali-tilanteessa, että jännitteelliset virtapiirin johtimet maadoitetaan ja oikosuljetaan sähkötyön ajaksi. Ennen työmaadoitusta on aina luotettavalla tavalla varmistettava maadoitettavan kohdan jännitteettömyys. Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä (516/1996) 1 § luku 4 pykälä 29 f § kerrotaan seuraavasti työmaadoittamisesta:

Työkohde työmaadoitetaan asianmukaisilla välineillä, jos sähkölaitteiston nimellijännite on yli 1000 voltia taikka kyseessä on avojohto tai suurivirtainen sähkökeskus.

Standardin SFS-EN 61230 mukainen työntekijöiden suojaksi tarkoitettu irrallinen työmaadoitusväline kytketään ensin maadoituspisteeseen ja sen jälkeen maadoitettaviin osiin. (SFS-EN 61230, s.54.) Taulukon 1 on esitetty sallittuja arvoja kuparijohtimille oikosulkukestoajan ollessa 0,12 s ja johtimien sallitun loppulämpötilan ollessa 450 °C.

Standardi myös velvoittaa työmaadoitus- ja oikosulkuvälineiden valinnassa siten, että johtimien ja työmaadoitusvälineiden on kestettävä verkossa esiintyvät suurimmat oikosulku- ja maasulkuvirtojen kestoajat. /32/

Taulukko 1. Johtimille sallittuja oikosulkuvirta arvoja kuparijohtimille (SFS-EN 61230. A7 johtimien poikkipinta-alan valinta (C.2.2.1).

Poikkipinta-ala mm ²	Oikosulkuvirta oikosulun kestoajalla ≤ 0,12 s kA
16	10,4
25	16,3
35	22,8
50	32,8
70	45,7
95	62

Keskuksien osalta standardissa sanotaan, että keskuksen valmistajan olisi määriteltävä keskuksen mukana toimitetussa dokumenteissa muut keskustyyppit, jotka voidaan yhdistää kyseiseen keskuksen maadoitusjärjestelmään vai sähköiseen suojauksen koordinaation tarpeeseen vai molempiin. SFS-EN-6000-7-704:ssa vaatimuksia rakennustyömaiden pienjännitesähköasennuksista koskevia määräyksiä, joissa viitataan SFS 6000-4-41 Standardiin, liitteeseen 41C.

Rakennustyömaan maadoitusjärjestelmän rakenteen valintaan vaikuttavat mm. seuraavat seikat:

- sähköjärjestelmän maadoitustapa
- turvallisuusvaatimukset (syötön automaattinen poiskytkennän toiminta ja potentiaalintasaus)
- laitteiden ja koneiden asettamat vaatimukset

4 Rakennustyömaan suunnittelunäkökulmat

Rakennustyömaan sähköverkon komponentit eroavat monelta osin kiinteissä asennuksissa käytettävissä komponenteista. Lähtökohtana on yleensä nopea asennettavuus ja muunneltavuus, mikä asettaa komponenteille kovemmat vaatimukset mm. mekaaninen rasitus, lämpötila ja kosteus. Verkon suunnittelun lähtökohtana täytyy olla verkon turvallisuus ja käyttövarmuus, kuten kiinteissä verkoissakin.

4.1 Tehontarve

Huolellisella sähköverkon mitoituksella voidaan säästää kustannuksissa. Rakennustyömaan sähköverkon rakentaminen alkaa määrittämällä tehontarve. Pienempien työmaiden tehon määrittely voidaan tehdä laskemalla tulevan kaluston nimellistehot yhteen ja kertomalla summa 1,5:llä. Tulosta saadaan tarvittava pääsulakkeen ampeerimäärä, josta valitaan seuraava olemassa oleva koko. Edellä mainitulla tavalla saadaan todella karkea pääsulakkeen koko, joten suuremmilla työmailla kannattaa pääsulakkeen koko laskea tarkemmin, josta taulukko 2 esimerkki huipputehontarpeen laskennasta. /39,24/

Taulukko 2. Esimerkki huipputehon määrittämisestä

Laite	Määrä	Teho kW	Käyttöaika kk													Yhteensä kk 13		
			6/02	7/02	8/02	9/02	10/02	11/02	12/02	1/03	2/03	3/03	4/03	5/03	6/03			
Torninosturi	1	60			60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	6
Rakennushissi	1	6							6	6	6	6	6	6	6	6	6	5
Valonheittinasto	2	1,6						1,6	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	6
Ilmakompressori	1	11					11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	5
Hitsausasasuuntaaja	1	5,5			5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	6
Sirkkeli	2	4	4	4	8	8	8	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	11
Teräsheikkuri	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6
Terästaivutin	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	6
Betonimylly	1	1,1					1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	8
Betonitöyrytin	4	1,3		3,9	5,2	5,2	5,2	5,2	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	5
Höyrynkehitin	1	2,5						2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	5
Lämpöpuhallin	5	15						30	60	75	75	75	75	75	75	75	75	5
Uppopumppu	3	2	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5
Sos.tilat, tsto ja varasto	1	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	13
Yleisvalaistus	1	10							10	10	10	10	10	10	10	10	10	8
Käsityökoneet	1	10					10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9
Muu kuorma	1	10		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	12
Laskettu huipputeho yhteensä				36	51,9	122,7	144,8	178,9	215,2	219,3	219,3	219,3	187,8	125,3	56,1	51	51	
Tasauskerrain 0,7																		
Tarvittava teho yhteensä			25,2	36,3	85,9	101,4	125,2	150,6	153,5	153,5	131,5	87,7	39,3	35,7	35,7	35,7	35,7	

Huipputehontarve lasketaan kaavalla 1, saadaan kokonaisvirta, jolla pääsulakkeen koko mitoitetaan:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi} \quad (1)$$

I on virta ampeereina [A]
 P on kokonaisteho watteina [W]
 U on jännite voltteina [V] (400 V)
 $\cos \varphi$ on tehokerroin (0,9)

Taulukko 2 on esitetty tasauskertoimena 0,7, mikä tarkoittaa, että kaikkia keskuksen virtapiirejä ei kuormiteta samanaikaisesti nimellisvirroilla. Taulukko 3 on esitetty tasauskertoimia erilaisille kokoonpanoille.

Taulukko 3. Standardin mukaiset tasauskertoimet (SFS-EN 60439-1)

Päävirtapiirien lukumäärä	Tasauskerroin kiinteistökeskukset	Tasauskerroin muut
2-3	0,8	0,9
4-5	0,7	0,8
6-9	0,6	0,7
>10	0,5	0,6

Kun huipputeho ylittää noin 250 kW, kannattaa harkita ja laskea kannattako siirtyä pienjänniteliittymästä keskijänniteliittymään. Liittymän kannattavuuteen vaikuttaa käyttö, myös liittymämaksut, sähkönhinnoittelu, muuntajan kustannukset, muuntajan häviöt ja huollon kustannukset. /15/

4.2 Työmaakeskukset

Rakennustyömaalla keskusten tulee olla hyväksytyjä, joiden erityisvaatimuksia on kuvattu SFS-EN-61439-4. Tämä standardi täydentää jakokeskuksia koskevia vaatimuksia, joita on SFS-EN-61439-1 standardissa. /6/

Pääkeskus asennetaan lukittuun suojakaappiin, joissa on kWh-mittarit, joihin on sähköverkon myyjällä vapaa pääsy. Suoran mittauksen pääsulakkeet ovat enintään 3 x 63 A. Suuremmilla pääsulakkeilla käytetään virtamuuntajamittausta. Keskusten on oltava rakenteeltaan sellainen, että vain pistorasiat, ohjauspainikkeet ja kahvat ovat keskusten ulkopinnalla käsiteltävissä ilman työkaluja tai avaimia. Keskuksessa on oltava sen kotelointiin tai runkorakenteeseen lujasti kiinnitetyt nostolenkit. Kuvan 4 kytkimet on sijoitettu kannen taakse, joilla on saatu IP44-luokitus. /6/



Kuva 4. 63 A:n alakeskus (Vohek)

Työmaalla yleensä ketjutetaan toisia keskuksia. Jos mitoitusvirraltaan 32 A:n keskuksia käytetään muiden keskuksien syöttämiseen, sitä ei tarvitse suojata 32 mA:n vikavirtasuojalla, edellyttäen että rakenteella tai varoituskilvellä ehkäistään näiden pistorasioiden käyttö muuhun tarkoitukseen. /6/

Tällöin se on suojattava kuitenkin 500 mA:n vikavirtasuojakytkimellä, kuten myös mitoitustoimintavirraltaan yli 32 A pistorasiat. Tämä koskee 1.4.2008 jälkeen valmistettuja

keskuksia. /6; 8/ Mikäli työmaan sähköverkon 32 A:n pistorasioita ei ole suojattu 30 mA:n vikavirtasuojin, tulee käyttää 500 mA:n vikavirtasuojaa riippumatta siitä, milloin keskuksia on valmistettu. /6/

Rakennustyömaan sähköverkkoa suunniteltaessa kannattaa ottaa huomioon, että viallinen laite aiheuttaa vikavirtasuojan laukaisun vain siinä keskuksessa, johon viallinen laite on liitetty. Syöttöjohdon jatkaminen voidaan tehdä ketjutuspistorasian kautta, jossa ei ole vikavirtasuojasta. /6; 8/

4.3 Kaapelit

Rakennustyömaalla yleensä johdot kulkevat joko osittain tai kokonaan maanpinnalla, joten johtojen mitoituksessa on huomioitava, että ne soveltuvat kaikille lämpötiloille. Tilapäisessä asennuksessa kaapeleina käytetään pääosin taipuisia eteenipropeenikumieristeisiä hienosäikeisiä kuparikaapeleita (H07RN-F ja H07BB-F). Lopullista liittymiskaapelia voidaan käyttää myös tilapäisen työmaakeskuksen liittymisjohtona.

Taulukko 4 on esitetty suositukset kolmivaihejohtimien mitoituksista pistokytken mukaan, josta on helppo tarkistaa virran kestoisuus 250 A:iin saakka.

Taulukko 4. Tavallisimmat kolmivaihe jatkojohtimien rakenteet

Mitoitusvirta A	Taipuisat kaapeli	
	CENELECin mukainen tyyppi	poikkipinta mm ²
16	H05RN-F, H07RN-F, H05BB-F, H07BB-F	5 x 2,5
32	H05BB-F, H07RN-F, H07BB-F	5 x 6
63	H07RN-F, H07BB-F	5 x 16
125	H07RN-F, A07BB-F	5 x 50
250	H07RN-F, A07BB-F	5 x 95

Ulkoisten lämmönlähteiden aiheuttamat lämpöhaittojen ehkäisemiseksi voidaan joutua käyttämään suojausta tai siirtämään johdotuksia kauemmaksi lämmönlähteestä, joka voi muutenkin kannattaa mekaanisen rasitusten vähentämiseksi.

Kosteuden tai veden pääsy on estettävä pääsemästä johtojärjestelmään tai liitoksiin. Tästä voi muuten aiheutua turhia vikavirtakytkimen laukeamisia. Jos johtoa mitoittaessa epäillään kuormitettavuudessa asennusreitillä varrella olevan suuria eroja, kannattaa johdot mitoittaa standardin SFS 6000-5-52, johtojen valinta ja asentaminen, tarkempien mitoitusohjeiden mukaisesti. /4/

4.4 Pistokytkimet

Pistokytkimillä tarkoitetaan kiinteästi asennettuja sähkölaitteita, jonka avulla taipuisa kaapeli voidaan kytkeä kiinteään asennukseen. Pistokytkin koostuu kahdesta osasta: pistorasiasta ja pistotulpasta.

Kuvassa 5 näkyy Suomen rakennustyömailla yleisimmin käytettävä 400 V:n pistokytkin. Teollisuuspistokytkimiä, joita käytetään rakennustyömailla, tulee täyttää SFS-EN 60309-1 ja SFS-EN 60309-2 Standardien vaatimukset.



Kuva 5. Suomessa käytettävä 400 V:n pistokytkin (ABB Oy 2015, s.15)

4.5 Valaistus

Rakennustyömaalla käytettävät valaisimet tulee olla työmaakäyttöön soveltuvia mm. lujia ja korroosion kestäviä. Taulukko 5 on esitetty kotelointiluokat asennuspaikan mukaan. Vaatimuksessa oletetaan, että vesi voi pudota enintään 60°:n kulmassa ja että putoava vesi ei roisku 0,5 metriä korkeammalle

Taulukko 5. Valaisimien kotelointiluokat kosteissa ja märissä tiloissa

Tila	Kotelointi-luokka	Lisätietoja
Ulkotila ¹	IPX3	Laite, joka on alttiina sateelle ja on asetettu yli 0,5 m vaakatason tai kaltevan pinnan yläpuolelle (maanpinta, lattia, vesikatto)
	IPX4	Laite, joka on alttiina sateelle ja on asetettu yli 0,5 m vaakatason tai kaltevasta pinnasta (maanpinta, lattia, vesikatto)
	IPX1	Laite, joka on asennettu siten, että se on suojattu sateelta
Kosteaa tila	IPX1	
Märkä tila	IPX4	

Rakennustyömaiden kulkuteillä on oltava riittävä ja sopiva yleis- ja paikallisvalaistus. Yleisvalaistusvoimakkuus on noin 100 lx. Kuvassa 6 on esitetty energia ystävällinen led valaisin minkälaisia voisi käyttää yleisvalaistuksessa.



Kuva 6. 21 W Led yleisvalaisin (EL-BJÖRN)

Suuria ja äkillisiä valaistuseroja sekä häikäisyä tulisi välttää. Valaistusvoimakkuudella ja sen jakaumalla on suuri merkitys, kuinka nopeasti, turvallisesti ja miellyttävästi henkilö hahmottaa näkötehtävän ja suoriutuu siitä.

Olosuhteet voivat vaatia myös turvavalaisituksen käyttöä, kohteissa, joissa työntekijät ovat vaarassa yleisvalaisituksen joutuessa epäkuuntoon. Tällöin yleisesti käytetään kuvan 6 kaltaisia valaisimia, jotka on omalla akulla varustettuja.

Maa- ja vesirakennustöissä, joissa ei voi kohtuuden rajoissa saada valaistusta, työntekijät saavat käyttää työkoneen omaa tai työntekijän mukanaan kuljetettavaa valaistusvälinettä. Työturvallisuudenkin takia työntekijöiden kannattaa kuljettaa henkilökohtaista valaisinta esimerkiksi otsa- tai taskulamppu.

Rakennustyömaalla suoritetaan monenlaisia töitä ja suositeltavaa olisi, että jokainen urakoitsija hoitaisi omat valaisimet, jotta valoa olisi riittävästi esimerkiksi pintakäsittely ja maalaustöissä valaistusvoimakkuus olisi suositeltavaa olla 750 lx. /40; 26; 24; 7/

4.6 Muuntajat

Muuntajien tehtävänä on siirtää sähköenergiaa kahden vaihtosähköpiirin välillä. Muuntaja käytetään esimerkiksi:

- muuttamaan jännitteitä suuremmaksi tai pienemmäksi
- galvaaninen erotus toisistaan
- muuttamaan virtoja (virtamuuntajat)
- summaamaan virtoja ja jännitteitä

Yksinkertaisimmillaan muuntaja koostuu kahdesta käämistä: ensiö- ja toisiokäämistä ja rautasydäimestä. /13/

Työmaan sähköistyksen alkuvaiheessa tulee arvioida kohteen vuotuinen sähköenergiantarve ja huipputeho. Jos huipputeho on alle 500 kW, on pienjänniteliittymä yleisesti edullisempi vaihtoehto. Noin 250 kW:n tehosta alkaen asiaa on harkittava ja laskettava. /15/ Kannattavuuteen vaikuttavia asioita ovat mm.

- sähkönsiirron hinnoittelu
- liittymismaksut pien ja keskijännitteellä
- muuntamotilan ja muuntamon rakentamisen kustannukset
- muuntajan häviökustannukset
- muuntajan häiriökustannukset /15/.

Sähkönenergian arvioinnin jälkeen kannattaa pikimmiten ottaa yhteys alueella toimivaan jakeluverkonhaltijaan. Liittymisjohdon rakentaminen saattaa edellyttää verkonhaltijalta keskijänniteverkon rakentamista, jonka takia liittymisjohto tulee tilata vähintään 6 viikkoa ennen, niin liittymä on toimintakunnossa toivottuna päivänä. /14/

4.7 Laittevalinnat

Työmaalle hankittavien laitteiden tulee soveltua käyttöön ja olla lujarakenteisia. Suojaus- ja koteloluokan tulee soveltua kohteeseen. /24/ Rakennuskoneiden ja laitteiden tietotaidolla on huomattava merkitys työturvallisuuden toteutumisessa sekä kustannuksissa.

Rakennusliikkeellä voi olla omia laitteita tai vuokrattuja, jokaisella rakennusliikkeellä on oma toiminta tapansa ja yleensä hankintainsinööri laskee kustannustehokkaimman laitevalinnan. Vuokrattavissa laitteissa rakennusliike ei pääse vaikuttamaan laitteisiin, ellei niin ole sopimuksissa sovittu.

Täytyy muistaa kuitenkin, että viranomaismääräysten mukaan työnantajan velvollisuutena on huolehtia työssä käytettävien työvälineiden, koneiden ja muiden laitteiden

säännösten mukaisuudesta sekä siitä, että ne ovat kyseiseen työhön ja työolosuhteisiin sopivia ja tarkoituksenmukaisia. /25/

4.8 Käyttökustannukset

Rakennustyömailla käytössä on monenlaisia nimikkeitä. Yhtenäistämällä nimikkeet ovat hankkeiden tiedot siirrettävissä ja vertailtavissa niin yrityksen sisällä kuin sen ulkopuolella. Käyttökustannukset tarkoittavat työnaikaisia kuluja, jotka palvelevat työmaan toimintoja, joita ovat RATU TALO 2000:n mukaan:

- 71 Työmaan rakennukset ja asennustarvikkeet

- 711 Työmaatilat

- 712 Työnaikaiset sähkötarvikkeet

- 713 Työnaikaiset LVI-tarvikkeet

- 714 Työmaavarastot

- 715 Työmaan aidat ja kilvet

- 716 Työmaateiden tarvikkeet

- 717 Talvityön välineet/12/.

4.9 Säästömahdollisuudet

Kustannukset saadaan pidettyä hallinnassa, jos on luotu hyvä pohja pitkälle vietyjen suunnitelmien avulla: kustannukset ovat yksilöity (työt, materiaalit, aliurakat). Työmaan tulee toimia näiden suhteen järjestelmällisesti ja säännöllisesti, tarkistaen laskut ja selvittäen syyt kustannuspoikkeamalle, jos niitä on havaittu. /12; 23/

Valaistuksen käyttökustannuksia voitaisiin muutamalla pienellä toimenpiteellä pienentää. Yleisvalaistuksessa nykyään käytetään 22 W:n led-valaisimia, jotka palavat ympäri vuorokauden ja näin kuluttavat huomattavan määrän energiaa.

Kohteesta riippuen valaisimia voi olla todella paljon, joista suuri yhteisteho mahdollistaa jo pienellä valaistuksen käyttöajan lyhennyksellä huomattavia säästöjä. Optimoimalla käytönajan esimerkiksi kello 6.45-16.00 saadaan huomattavia säästöjä. Taulukko 6 on käytönajan kustannusvertailu, josta huomataan, että valaisimien käytönajan optimoimisella saadaan huomattavia säästöjä.

Energiakustannukset		24h/kk/v	9h/kk/v
Valaisin		22W Led	22W Led
Asennettu teho mukaan lukien liitännäislaitehäviöt	W/100kpl	2 200	2 200
Käyttöaika	h/y	8 640	2 268
Käyttökerroin		1,00	1,00
Energiankulutus / vuosi	MWh/V	19,01	4,99
Sähköenergian hinta	eur/kWh	0,10	0,10
Energiakustannus / vuosi	eur/y	1 901	499
Laskentakerroin (nykyarvo)		1,99	1,99
Energiakustannusten nykyarvo	eur	3 783	993

Taulukko 6. Kustannusvertailu käytönajan optimoimisella

Työskentelyajat vaihtelevat, joten kunkin työpiste tulisi tarkistaa sammutuspulsien optimoimiseksi. Sammutuspulssien optimoimiseksi olisi selkeintä valita yksi henkilö, joka pääsisi muokkaamaan asetuksia tarpeen mukaan.

Työmaalle olisi myös hyvä rakentaa ohitus millä voisi ohittaa automatiikan ja näin saataisiin valot päälle tarpeen mukaan. Valojen sammuttamisessa on otettava huomioon kohteen turvallisuus tekijät mm. varkaudenesto.

Johtojen valinnalla on mahdollista säästää, joissakin tilanteissa kaapelikoon kasvattaminen vähentää kokonaiskustannuksia, mutta huomioon tulee ottaa sähköturvallisuus ja jännitteenalenema. Jokainen rakennustyömaa on omanlaisensa ja tapaukset kannattaa todeta laskelmin. Jos mahdollista, niin kannattaa hyödyntää jo olemassa olevaa johtoa, jolloin saadaan kustannus säästöjä väliaikaistenjohtojen rakentamiselta. Myös

työmaatilojen lämpötilaa kannattaa mitailla. Työmaatilat kuluttavat lämmitykseen pinta-alaan nähden paljon sähköä. Työmaatilojen lämmitykseen kuluva sähkö voidaan saada säästettyä jopa 17 % ilmalämpöpumpun avulla, /30/ mutta suunniteltaessa ilmalämpöpumppua työmaatiloihin sisäyksikön sijainti on tärkeässä asemassa, kun haetaan energiansäästöä. Työmaatilojen lämpötilan alentaminen 21–22 °C:seen tuo säästöä kohteesta riippuen noin 5 %, ellei jopa enemmänkin.

5 Dokumentit

5.1 Asemapiirustus

Työmaan aluesuunnitelman laadinta alkaa yleensä jo toteutussuunnittelu- ja urakkalaskentavaiheessa. Rakennustyömaan sähköistysuunnitelma laaditaan yleensä asemapiirustuksen tai aluesuunnitelman pohjalle. Oikein toteutettuna työmaan aluesuunnitelma mahdollistaa eri työmaatoimintojen ja niiden vaatimien järjestelyjen sujuvan toiminnan rakentamisen eri vaiheissa. Rakennustyömaan sähköistyksen kannalta katsottuna suunnitelmasta tulisi selvittää

- toimisto-, henkilöstö- ja varastotilojen määrä ja sijainti
- työmaan jakeluverkon sijainti
- liittymän sijainti ja syöttökaapelin tyyppi
- maadoitus
- muuntajan paikka
- sähköpääkeskuksen paikka
- alakeskuksien paikka
- sähkökaapelien ja nousujohtojen kulkureitit sekä tyyppimerkinnot
- suurimmat tehontarpeelliset koneet
- torninosturit kääntösäteineen

- betonin valmistuspaikat
- alkusammuttimet ja palopostit.

Hyvin laaditulla aluesuunnitelmalla on todella suuri vaikutus työmaan turvallisuuteen ja talouteen. Suunnitelmat tulisi korjata olosuhteiden muuttuessa, ja ne tulisi muutenkin pitää ajan tasalla. Aluesuunnitelma sijoitetaan henkilöstötiloihin näkyvälle paikalle. /35/

5.2 Pää- ja nousukaaviot

Nousujohtokaaviolla kuvataan työmaan sähköverkon rakenne. Nousujohtokaavio laaditaan samalla tavalla kuin pysyvien asennusten pääkaavio. Nousujohtokaaviossa esitetään jakelujärjestelmään liittyvät pää-, mittaus- ja jakokeskukset, sekä näiden väliset nousujohdot kaapelityypeineen. /24/

5.3 Paloturvallisuus

Rakennustyön aikana tulipalon syttymisriski on suurempi, kuin rakennuksen normaali-käyttötilanteessa. Rakennustyömaalla sähköpalot voivat aiheuttaa huomattavia vahin-koja. Rakennustyömaan työnaikainen palosuunnitelma tehdään jo suunnitteluvaihees-sa.

Valtioneuvoston asetuksen 426/2004 kohdassa 17 § ilmaistaan rakennustyömaan palo ja räjähdysvaarasta seuraavaa:

Rakennustyömaa ja rakennustyö tulee järjestää siten, että tulipalon vaara on mahdollisimman vähäinen. Työjätteet ja muut työn kannalta tarpeettomat raken-nustarvikkeet ja aineet, jotka voivat syttyä, on poistettava.

Rakennustyömaalla on oltava asianmukaiset palonsammutus- ja palohälytysväli-neet sekä turvallisuuskilvet. Tarvittaessa rakennustyömaalla on oltava palonha-vaitsemislaitteet. Alkusammutuskaluston on oltava helposti käyttöön otettavissa. vastuuhenkilön on huolehdittava, että työmaalla on riittävä määrä alkusammu-tukseen perehdytettyjä henkilöitä. /19/

Käytännössä rakennustyömaalle valitaan vastuuhenkilö, joka vastaa työturvallisuudes-ta. Ennen kuin uusi työntekijä aloittaa työt hänelle pidetään perehdytys, joissa opaste-

taan työntekijää, miten toimitaan vaara, palotilanteissa sekä poistumisohjeet vaaran sattuessa.

6 Ylläpito

Rakennustyömaat ovat vaativia ja olosuhteet edellyttävät sähkölaitteilta ja kaapeleilta suurempaa mekaanista lujuutta. Sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että käytössä olevat laitteet, kaapelit ja suojamaadoituspiiri tarkistetaan määräajoin.

Rakennustyömaan viikoittaisessa kunnossapito tarkastuksessa tarkastetaan työmaan ja työympäristön yleinen turvallisuus, jotka voidaan korvata TR-mittauksella, joista sähköturvallisuuden osalta on oma osionsa. Jos työmaalla tehdään maa- ja vesirakennustöitä, niin silloin myös tehdään MVR-mittauskierros.

TR-mittauksella tarkoitetaan talonrakennusalan työturvallisuusmittausta, kun taas MVR-mittaus on maa- ja vesirakennustyömaan työturvallisuusmittaus /31/

TR- ja MVR-mittauskierroksella merkitään lomakkeeseen oikein/väärin tukkimiehen kirjanpidolla seuraavia asioita:

- työskentely
- telineet, kulkusillat ja tikkaat
- koneet ja välinet
- putoamissuojaus
- sähkö ja valaistus
- järjestys
- jätehuolto

- varastointi

Rakennustyömaan sähkö osiossa silmämääräisesti tarkastettavia kohteita, joissa kannattaa kiinnittää huomiota:

- kaapelien kunto
- pistotulppien kunto ja onko vedonpoistajat kunnossa
- keskuksien sijoitus ja lukitus
- keskuksien pölyisyys ja onko keskuksiin päässyt kosteutta
- keskuksien kaapelilähdöt, Kaapelien jyrkkä taittaminen voi rikkoa kaapelin
- onko maassa kulkevat kaapelit suojattu
- ovatko työkalut sopivia jännitetyöhön ja olosuhteisiin (CE-merkinnät, täyttääkö standardit)
- ovatko koneet hyväkuntoisia (Ei tilapäiskorjauksia)
- käytetäänkö koneita ja laitteita oikein (Ei ylikuormiteta laitteita)
- ovatko nostimet sopivia käyttötarkoitukseen ja hyväksytyjä. /29; 37/

TR-mittarista kannattaisi ottaa mielestäni sähkö ja valaistusosio pois ja käytettäisiin liite 1 esimerkkitaulukkoa (VNp 629/1994 13 §), koska TR-mittarilla ei saada niin tarkkaa selvyyttä rakennusaikaisen sähköistyksen tilasta.

Rakennusaikaisen sähköistyksen turvallisuusmittaukseen voitaisiin valita yksi henkilö, joka olisi vastuussa ja hoitaisi sähköturvallisuusmittauskierroksesta.



Kuva 7. Keskuksen lähtö on melkein kokonaan rikki.

7 Yhteenveto

Tämän yhteenvedon tarkoituksena on olla eräänlainen muistilista, jota tulee ottaa huomioon väliaikaisissa sähköverkoissa. Rakennustyömaan sähköistyksessä ristiriita tilanteissa määräysten ja ohjeiden mukaisesti kulkee suunnilleen näin:

1. Sähköturvallisuuslaki (410/1996, sisältää sitovia teknisiä määräyksiä. Uusiutuksessa)
2. Valtioneuvoston asetukset (1466/2007)
3. Kauppa- ja teollisuusministeriön päätökset (KTMp)
4. TUKES-ohjeet
5. D1-2012
6. Standardit (SFS, joka sisältää selkeitä vaatimuksia sekä suosituksia ja ohjeita)
7. Ohjekirjat (esimerkiksi ST-käsikirja, RT-kortti ja RaTu-kortti)

Yksinkertaisin tapa on noudattaa voimassa olevia sähköturvallisuutta koskevia standardeja, mutta standardeista voi poiketa, mikäli selvittää, että standardeja poikkeava ratkaisu täyttää päätöksen olennaiset turvallisuusvaatimukset. Urakkaa sopiessa kannattaa kirjata sopimukseen, mitä noudatetaan, näitä voi olla esimerkiksi St-kortit. /20/. Liitteeseen 2 ja 3 on luetteloitu sähköturvallisuuteen liittyvää materiaalia.

7.1 Sähköistysprosessissa huomioitavia asioita

Onnistunut rakennustyömaan sähköistys alkaa hyvästä suunnitelmasta joka alkaa jo suunnitteluvaiheessa ennen rakennustöiden alkua. Ennen rakennustöiden alkamista perustietojen selvittyä kannattaa ottaa yhteys jakeluverkkoyhtiöön ja selvittää sähkönsaantimahdollisuudet. /14/

Aina jakeluverkkoyhtiö ei pysty palvelemaan työmaan suurta tehon tarvetta, vaan jakeluverkkoyhtiö joutuu vahvistamaan verkkoa esimerkiksi tekemällä lisää suurjännitejoh-toa ja tilapäismuuntamo. Liittymä kaapelina voidaan käyttää jo olemassa olevaa tai pysyvää, jolloin väliaikaista kaapelia ei tarvita ja saadaan säästöä kustannuksissa. /14/

7.2 Hankinta

Rakentamisen suunnitteluvaiheessa ennen työmaan aloitusta on todella tärkeää selvittää käytettävien kaluston liittyvät ongelma- ja vaaratilanteet. Oleellisinta on löytää turvallisimmat työtavat ja laitteet, joissa käytetään tapaturma-alttiiksi tiedettyjä laitteita tai joissa tapaturmia sattuu paljon. /29/

Rakennuskoneet voidaan hankkia joko vuokraamalla oman yrityksen kalustokeskuksesta tai rakennuskoneita erikoistuneeseen vuokraamon kautta. /29/ Rakennuskoneiden ja laitteiden hankinta kulkee suunnilleen näin:

1. Hankintasopimus tai tilaus
2. Tarjouspyyntö ja tarjoajat
3. Tarjoukset ja vertailu
4. Tarjousneuvottelumuistiot
5. Aloituspalaveri
6. Urakan vastaanotto
7. Tehtäväsuunnitelmat
8. Tarkastukset ja katselmukset
9. Mittauspöytäkirjat
10. Reklamaatiot ja huomautukset
11. Lisä- ja muutostyöt
12. Hyväksyttäminen ja tilaajan hyväksyntä.

7.3 Käyttöönottotarkastus

Sähköturvallisuuden varmistamiseksi ennen käyttöönottoa on pidettävä käyttöönotto-tarkastus, johon sisältyy silmämääräinen tarkastelu sekä erilaisia mittauksia ja testauksia. Käyttöönottotarkastuksesta tehdään tarkastuspöytäkirja, joka luovutetaan sähkötyöntilajalle. Jos jakeluverkkoyhtiö rakentaa pääkeskuksen, se myös vastaa käyttöönottotarkastuksesta. Tarkastuksen tekijän on allekirjoitettava tarkastuspöytäkirja, josta tulee käydä ilmi seuraavat asiat:

- kohteen yksilöintitiedot
- selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta
- yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä
- tarkastusten ja testausten tulokset. /38/

8 Johtopäätökset

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli koota Lemminkäinen Talo Oy:lle olennaisimmat rakennustyömaan sähköistyksen standardit ja erityisesti kiinnittää huomiota sähköturvallisuusasioihin, sekä perehtyä verkon suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon. Työssä pyrittiin huomioimaan tärkeimmät seikat, jotka vaikuttavat väliaikaisen sähköverkon sähköistysten suunnitteluun ja rakentamiseen.

Yllätyin kuinka vähän väliaikaista sähköverkkoa käsittelevää kirjallisuutta ja tutkimuksia oli tarjolla. Väliaikaissähköistyksen erikoisvaatimuksista ja standardeista löytyy jonkin verran tietoa, mutta varsinaisia ohjeita tai käsikirjoja ei ole saatavilla kuin muutama. Työssä oli useita asioita, joista ei ollut ohjeita tai ohjeet olivat jo vanhentuneet. Näissä tilanteissa käytin kiinteiden sähköasennusten vaatimuksia, joita pystytään soveltamaan tilapäissähköverkkojen rakentamisessa.

Sähköturvallisuuden tulisi olla prioriteetiltaan tärkein asia, joka huomioidaan sähköistyksiä suunniteltaessa tai niitä asennettaessa. Hyvin suunniteltu ja toteutettu verkko vähentää laitteistoissa syntyviä ongelmia ja vaikuttaa kustannuksiin sekä helpottaa urakoinnin kilpailutusta. Tilapäissähköistyksen suunnittelussa voidaan soveltaa kiinteään sähköistykseen vaatimuksia tietyin erikoisehdoin.

Vaikka tilapäisen verkon laitteet ovat helppoja kytkeä, ei suunnittelijoiden ja ammattiasentajien tarvetta pidä aliarvioida. Vain sähköalan ammattilaisella on tarpeeksi tietoa ja taitoa sähkön vaaroista ja määräyksistä, joiden tulee toteutua väliaikaisissa sähköasennuksissa, verkon muutostöistä puhumattakaan.

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja sopivan haastava. Työstä saatiin paljon hyödyllistä tietoa ja mielestäni suunnittelu nousee todella isoon asemaan.

Lähteet

- 1 SFS 6002. 2015. Sähkötyöturvallisuus. 3. painos. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
- 2 SFS 6000-5-53 Pienjännitesähköasennukset. Osa 5-53: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Erottaminen, kytkentä ja ohjaus 6-8 s.
- 3 Vesa, Saira. 2011. Työmaan kalustonhallinta ja kunnossapito. Opinnäytetyö. Metropolia Verkkodokumentti. Theseus.
<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/35291/Tyomaan%20.pdf?sequence=1>. Luettu 17.3.2016.
- 4 SFS 6000-5-52 Johtojen valinta ja asentaminen. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto. SFS. 2012.
- 5 SFS-käsikirja 600-1. 2015. Ensimmäinen painos. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS ry.
- 6 SFS-käsikirja 640. 2015. Ensimmäinen painos. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS ry.
- 7 Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (VNa 205/2009)
- 8 Ramirent Oy. Verkkodokumentti. Keskukset. 2015. Verkkoaineisto. Ramirent Oy.
<http://tuotteet.ramirent.fi/sites/tuotteet.ramirent/files/Yleisohje%20S%C3%A4hk%C3%B6keskukset.pdf> Luettu 17.3.2016.
- 9 ABB OY 2015, Verkkodokumentti Pistotulpat 2015. verkkoaineisto. ABB Oy.
http://www.foltechseng.com/?wpfb_dl=16 . Luettu 26.3.2016.
- 10 Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköalan töistä (KTMp 516/1996)
- 11 Valtioneuvoston päätös henkilönsuojaimista (VNp 1406/1993)
- 12 Kankainen, J. & Siikainen, P. 2004. Työpäällikön käsikirja. Helsinki Rakennusteollisuus RT ry.
- 13 Aura, Lauri & Tonteri, Antti 1995. Teoreettinen sähkötekniikka ja sähkökoneiden perusteet. Porvoo: WSOY.
- 14 Roope, Apponen 2016. HELEN Oy. haastattelu: Muuntamot ja tilapäissähköistys 7.4.2016

- 15 Sähköinfo Severi. ST –kortti ST 53.11. Kaapeliliitännäiset sähkökäyttäjän muuntamot.
- 16 Sähköturvallisuuslainsäädäntö uudistu. 2016. Verkkodokumentti. Sähkötarkastusyhdistys. <http://www.saty.fi/?p=226>. Luettu 1.4.2016
- 17 Sähköturvallisuus. Verkkodokumentti. <http://www.tut.fi/sahkotyoturvallisuus/tietosivusto/sanastoa.html>. Luettu 10.4.2016.
- 18 SFS 6002. 2015. Sähköturvallisuus. 3. painos. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. 11, 13, 20, 52 s.
- 19 Valtioneuvoston asetus. Rakennustyön turvallisuudesta annetun valtioneuvoston päätöksen muuttamisesta. VNa 426/2004
- 20 D1-käsikirja 2012. Espoo: STUL ry.
- 21 Työmaan sähköistys. Liitteet 1 ja 2 Verkkodokumentti. Turvallisuuslaitokset.fi. <http://www.turvallisuuslaitokset.fi/etusivu/tietoa/rakennuskoneet/tyomaan+saahkoistys/>. luettu 17.3.2016
- 22 SFS-EN 61140+A1 Suojaus sähköiskulta. Asennusten ja laitteiden yhteiset ominaisuudet. 2. painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto. SFS. 2007.
- 23 RT -ohje TALO 2000 RT 10-11114. Talo 2000 Rakennustuotenimikkeistö. Helsinki: Rakennustieto, 2013. 1 s.
- 24 Sähköinfo Severi. ST –kortti ST 51.35. Rakennustyömaan sähköverkon suunnittelu.
- 25 Valtioneuvoston päätös rakennustyön turvallisuudesta. 629/1994, 4 luku, 11§
- 26 SFS-EN-6000-7-704 Pienjännitesähköasennukset. osa 7-704: Erikoistilojen ja- asennusten vaatimukset. Rakennustyömaat. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto. SFS. 2012.
- 27 Turvallisuus ja kemikaalivirasto. 2015. Verkkodokumentti <http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Tukes-ohjeet/1Sahko-ja-hissit/Tukes-ohje-122015-Sahkolaitteistojen-turvallisuutta-ja-sahkotyoturvallisuutta-koskevat-standardit-S10-2015-/>. Luettu 17.3.2016
- 28 Vohek Oy 2016. Tuotteet. Työmaakeskus. Työmaakeskukset. Verkkodokumentti. <http://www.vohek.fi/>. Luettu 17.3.2016

- 29 RATU KI-6022. Rakennuskoneiden käyttöturvallisuus. Helsinki: Rakennustieto, 2012. 11, 13-14 s.
- 30 Karhunen Anne. 2011. Työmaatilojen energiankulutuksen vähentäminen. Verkkodokumentti. 2011. <https://www.theseus.fi/handle/10024/32487>. Luettu 13.4.2016.
- 31 Työolosuhdemittarit. Verkkodokumentti. Saatavissa: <http://www.tyosuojelu.fi/tyosuojelu-tyopaikalla/tyoolosuhdemittarit>. Luettu 13.4.2016
- 32 SFS-EN-61230 Jännitetyöt. Siirrettävät työmaadoitusvälineet tai työmaadoitus- ja oikosulkuvälineet. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto. SFS. 2009.
- 33 Turvallisuus ja kemikaalivirasto. 2015. Verkkodokumentti. <http://www.tukes.fi/fi/toimialat/kuluttajaturvallisuus/ce-merkki/>. Luettu 17.3.2016
- 34 Turvallisuus ja kemikaalivirasto. 2015. Verkkodokumentti. 2015. <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteistot/kylpyhuoneen-sahkoasennukset/>. Luettu 17.3.2016.
- 35 RATU CI-0299. Rakennustyömaan aluesuunnittelu. Työmaatekniikka Helsinki: Rakennustieto, 2007.
- 36 Sähköturvallisuuslaki 410/1996. Verkkodokumentti 2016. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19960410#L5P19>. Luettu 17.3.2016.
- 37 Valtioneuvoston päätös rakennustyön turvallisuudesta. 629/1994, 13 §.
- 38 Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä. 517/1996 4 §.
- 39 RATU 02-3037. Työmaan sähköistys. Työmaatekniikka Helsinki: Rakennustieto, 2003
- 40 SFS-EN 12464-1. Valo ja valaistus. Työkohteiden valaistus. 2. painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto. SFS. 2011.

Rakennustyömaan sähköistyksen turvallisuus.

**Rakennustyömaan
sähköistyksen
turvallisuus**

- Sähköistyskaluston vastaanottotarkastus
 Sähköistyskaluston työmaatarkastus

Työmaan nimi: _____ Tarkastuspäivä: _____

Lomakkeen täyttäjän nimi: _____

Tarkastukseen osallistuneet: _____

		Kunnossa	Ei kunnossa	Huomautukset
Sähkökeskukset	1. Keskusten lukumäärä ja ampeerikoko sähkösuunnitelman mukaan			
	2. Keskukset suunnitelluilla paikoilla			
	3. Keskusten oikea kiinnitystapa (suositeltavaa kiinnittää seinälle)			
	4. Tippuvan veden alla olevien keskusten lisäsuojaus			
	5. Koteloinnit sekä keskuskannet ehjät			
	6. Liitäntäkaapelit ja pistorasiat ehjät			
	7. Kytkimet ja vikavirtasuojalaitteet ehjät (tarvittaessa testaus)			
	8. Keskusten lukitus			
Kaapelointi	9. Sähkökeskusten väliset kaapelit ripustettu kulkemaan irti maasta ja lattiasta; ulkona olevat pistokytkimet suojattu			
	10. Ylipitkät kaapelit nipussa, irti maasta			
	11. Kulkuteiden ylitykset riittävän korkealla			
	12. Kulkuteiden alitukset, kaapelit suojaputkessa riittävän syvällä maanpinnan alapuolella			
	13. Maan pinnalla kulkevat kaapelit helposti havaittavissa ja maakaapelit mekaanisesti suojattuna esimerkiksi sähkösuojaputkessa (keltainen)			
	14. Pistotulpat, jatkopistorasiat ja suojakannet ehjät			
	15. Kaapeleiden vaipat ehjät			
Yleisvalaistus	16. Ulkovalaistuksen sijoitus, kiinnitys, suuntaus ja häikäisyn minimointi, tarpeellinen määrä esimerkiksi valomastoja			
	17. Sisätilojen yleisvalaistus, sijoitus, kiinnitys, suuntaus, häikäisyn minimointi ja kulkuteiden valaistus (halogeenivalaisin aiheuttaa palovaaran)			
	18. Kaikkien valaisimien lamput, suojakuvut ja kuoret ehjät			
Muut asiat	19. Toimiva sähköpiste jokaisen työkohteen läheisyydessä (max etäisyys 20 m)			
	20. Tarpeettomaksi jääneet sähköistystarvikkeet asiallisesti varastoituna			
	21. Rikkiinäiset tai vaurioituneet sähköistystarvikkeet merkitty ja poistettu käytöstä			
	22. Työmaasähköistyksen ylläpidosta vastuussa oleva henkilö nimetty			

Rakennustyömaan sähköistyksen turvallisuus.

Sivu 1 / 2

**Rakennustyömaan
sähköistyksen
turvallisuus****Sähköistysprosessissa
huomioitavia asioita**

Työmaan nimi: _____

Lomakkeen täyttäjän nimi: _____ Päivämäärä: _____

Kommentit / huomautukset

Työmaasähköistysprosessin käynnistäminen	
Työmaasuunnitelman (min. työmaajärjestelypiirros) valmistuminen	
Sähköistyksen sisällön laajuuden alustava määrittely	
Työmaasähköistyksen toteuttajan valinta, varmista että urakoitsijalla on työmaasähköistysvalmius/kokemus	
Aloituspalaveri, työmaasähkön tarpeen määrittäminen	
Työmaakalusto- ja laitesuunnitelma pohjana työmaan suurimman sähkötarpeen määrittämisessä (hyödynnä aikataulutettua laiteluetteloa, liitteenä) <ul style="list-style-type: none"> • parakkien lukumäärä (esim. 3 kW/parakki) • torninosturit (esim. 100 kW/torninosturi) • henkilö- ja tavaranostimet (esim. 5 -20 kW/nostin) • lämmitystapa, betonilämmitys ja lämmitettävät • suurmuotit (työmaakohtainen) • valaistus (työmaakohtainen) 	
Sähköliittymän koon määrittely (pääsulake)	
Sähköliittymäpaikan selvittely energiayhtiön tai muun toimittajan kanssa (toteuttaja selvittää)	
Työmaasähköistyksen laajuudesta, työnjaosta ja ylläpidosta sopiminen	
Toteutuksen käynnistäminen	
Työmaan sähköistysuunnitelma (tilaajan hyväksymä) pohjana	
Sähköliittymäsopimuksen tekeminen tilaajan toimesta tai tilaajan valtuuttaman henkilön toimesta	
Työmaasähköistyksen toteuttaja rakentaa kiinteän sähkölinjan pääkeskukseen ja tilaa kytkennän ja mittaroinnin paikalliselta verkkoyhtiöltä	
Työmaasähköistyksen toteuttaja rakentaa työmaan kiinteät sähköasennukset (maa- ja ilmakaapelit)	
Työmaa tilaa ja vastaanottaa siirrettävät pistotulppaliitännäiset alakeskukset, valaistuksen, sähkölämmittimet yms. kaluston työmaan sähköistysuunnitelman mukaisesti työmaan etenemisen mukaan	
Siirrettävien keskusten asennukset suoritetaan ohjeiden mukaan omien tai ulkopuolisten resurssien voimin	

Rakennustyömaan sähköistyksen turvallisuus.

Sivu 2 / 2

**Rakennustyömaan
sähköistyksen
turvallisuus****Sähköistysprosessissa
huomioitavia asioita****Kommentit / huomautukset**

Työmaasähköistyksen toteutuksen vastaanotto ja seuranta	
<p>Kiinteiden asennusten vastaanottotarkastus ja siihen liittyvät dokumentit</p> <ul style="list-style-type: none"> • asennuksen ja laitteiston asianmukaisuuden (keskusten tarkastuskortit, CE-merkintä, lähtöjen merkinnät yms.) toteaminen • tarvittaessa pyydetään nähtäväksi tehdyt mittauspöytäkirjat ja/tai vakuutus asennusten laillisuudesta • toteuttaja täyttää ja allekirjoittaa: Työmaa-sähköistyksen käyttöönottotarkastuspöytäkirja-lomakkeen (liite) tai vastaavan <p>On suositeltavaa, että vastaanottaja käy läpi ainakin Vastaanottotarkastus -lomakkeessa esitetyt asiat (liite)</p>	
Nimetään työmaasähköistyksen ylläpidosta vastuussa oleva henkilö (toimii yhdyshenkilönä sähköalan ammattilaisiin)	
Sähköistysverkon kuntoa seurataan normaalien työmaatarkastuskierrosten yhteydessä, suositellaan hyödynnettävään Sähkökaluston työmaatarkastuslomaketta (liite) tai vastaavaa.	
Työmaan päättymiseen liittyvät asiat	
Tilaaja ja toteuttaja sopivat sähköistyksen purkuajan kohdasta ja työnjaosta	
Toteuttaja tai työmaa ottaa yhteyttä paikalliseen verkkoyhtiöön sähkön toimituksen lopettamisesta	
On suositeltavaa, että toteuttaja purkaa kiinteät sähköasennukset	
Pääkeskus ja muut laitteet varastoidaan tai palautetaan sähköistyskaluston vuokraajalle	

Sähköturvallisuuden liittyvää materiaalia

Lait, asetukset ja kauppa- ja teollisuusministeriön päätökset:

Sähköturvallisuuslaki (410/1996, 634/1999, 893/2001 1 § kohta 26, 913/2002, 220/2004, 1465/2007, 1072/2010, 1280/2010)

Sähköturvallisuusasetus (498/1996, 323/2004, 402/2008)

Valtioneuvoston asetus sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta (1466/2007)

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköalan töistä (516/1996, 28/2003, 1253/2003, 693/2005, 351/2010, 518/2011 ja lisäys sähkötyöturvallisuudesta 1194/1999)

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä (517/1996, 30/2003, 335/2004)

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteiden turvallisuudesta (1694/1993, 922/1994, 1216/1995, 216/1996, 650/1996 ja 29/2003)

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen turvallisuudesta (1193/1999, 517/2011)

Tukesin ohjeet:

[S4-2011](#) Sähkölaitteistot ja käytönjohtajat

[S7-2012](#) Sähkötöitä koskeva toimintailmoitus

[12/2015](#) Sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähkötyöturvallisuutta koskevat standardit (S10-2015)

Standardit:

SFS 6000 (2012) Pienjännitesähköasennukset

SFS 6002 (3. painos) Sähkötyöturvallisuus

SFS käsikirja 601 Suurjännitesähköasennukset ja ilmajohtot. Sisältää standardin SFS 6001 (2015) Suurjännitesähköasennukset ja perusvaatimukset ilmajohtostandardeista

SFS käsikirja 640 Opas jakokeskusten rakentamiseen ja valintaan

Muut julkaisut:

Suomen sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry:n julkaisu:

D 1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista

Sähkötieto ry:n julkaisu: Sähkölaitekorjaajan opas (2011)