

Jon Parantainen

TYÖMAA-AIKAINEN SÄHKÖVERKKO RAKENNUSTYÖMAILLA

Sähkövoimatekniikan koulutusohjelma

2018

## TYÖMAA-AIKAINEN SÄHKÖVERKKO RAKENNUSTYÖMAILLA

Parantainen, Jon  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Huhtikuu 2018  
Sivumäärä: 22  
Liitteitä: 0

Asiasanat: sähkö, työmaat, sähkökoneet

---

Tässä opinnäytetyössä esitellään työmaa-aikaista sähköverkkoa sekä esitellä ratkaisuja kestäväan sähköverkkoon. Kestävällä tarkoitetaan sitä, että ylikuormaa ei tule eikä sähkönsyöttö katkea. Opinnäytetyössä tuodaan esille myös työmaa-aikaisen sähköverkon tuomia ongelmia rakennustyömailla

Suurimpia ongelmia työmaa-aikaisessa sähköverkossa on sääolosuhteet, ylikuorma, rikkiäiset laitteet tai muut ulkoiset tekijät. Kuormituksen laskeminen on tärkeä osa kestävan sähköverkon rakentamisen kannalta. Muita keskeisiä asioita kestävan sähköverkon rakentamisen kannalta ovat oikeanlainen kalusto ja sen huolto.

Oikeanlaisen kaluston valinta on erittäin tärkeää ja sitä tuodaan myös esille tässä opinnäytetyössä. Myös kaluston huolto on tärkeää ja sitä tuodaan myös esille.

Tämän opinnäytetyön ratkaisuja voidaan hyödyntää lähes jokaisella työmaalla. Työmaa voi olla niin uudisrakennuskohde kuin saneerauskohtekin.

## TEMPORARY WORKSITE ELECTRICITY

Parantainen, Jon

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electric engineering

April 2018

Number of pages: 22

Appendices: 0

Keywords: electricity, electrical grid, worksite

---

The purpose of this work is to introduce how to build functional temporary electrical grid at the worksite. Functional electrical grid means that there aren't overloads and the electrical grid won't shut down.

Biggest problems of temporary electrical grid are that weather changes, overloads and broken machines. It's very important to calculate the loads of electrical grid. It's also very important to choose the right machines and equipment. Also it's necessary to maintain equipment so it won't cause any problems.

The results of this thesis could be used in every worksite.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	STANDARDIT .....	6
3	TURVALLISUUS.....	6
3.1	Turvallisuus yleisesti .....	6
3.2	Turvallisuus työmaa-aikaisen sähköverkon rakentamisessa.....	7
3.3	Henkilösuojaimet .....	8
4	KALUSTO .....	9
4.1	Työmaakeskus.....	9
4.2	Kaapelit.....	10
4.3	Valaistuskalusto .....	10
5	TYÖMAA-AIKAINEN SÄHKÖVERKKO .....	13
5.1	Suunnittelu .....	13
5.1.1	Remontoitava kohde.....	14
5.1.2	Uudisrakennuskohde .....	14
5.2	Rakentaminen .....	15
5.3	Ongelmat ja ratkaisut .....	17
5.4	Työmaa-aikaisen sähköverkon purku .....	18
6	TYÖMAA-AIKAINEN SÄHKÖVERKKO LAIVANRAKENNUKSESSA .....	19
6.1	Laivanrakennuksen peruseriaate.....	19
6.2	Työmaa-aikainen sähköverkko .....	19
7	YHTEENVETO .....	21
	LÄHTEET.....	22

## 1 JOHDANTO

Työmaasähköillä tarkoitetaan sähköverkkoa, joka rakennetaan rakennustyömaalle oleville työntekijöille. Työmaa-aikaisen sähköverkon tärkein rooli on tuoda sähköä työmaalla oleville koneille ja usein se kattaa myös työmaan valaistuksen. Etenkin, kun kyseessä on uudisrakennus, jossa oma valaistus ei ole vielä valmis.

Työmaa-aikainen sähköverkko riippuu usein siitä, että minkälainen kohde on kyseessä. Kohteina voi olla pienempiä työmaita, kuten kerrostalot tai sitten voi olla isoja työmaita, kuten isot kauppakeskukset tai kokonaiset telakat. Kun kyse on pienemmästä kohteesta, niin silloin sähköverkkokin on ns. pienempi eli ei tarvita isoja keskuksia ja verkon kuormitus on pieni. Vastaavasti isoilla työmailla kuormitus on suuri ja silloin tarvitaan isompia keskuksia ja syöttöjä.

Työmaa-aikaisen sähköverkon rakentaminen etenee lähes poikkeuksetta samalla kaavalla kohteesta riippumatta. Pähkinänkuoressa: isommalta keskukselta jaetaan sähköä pienemmille keskuksille. Isoilla työmailla isoimmat keskuksset voivat olla 250 ampeerin työmaakeskuksia ja pienimmät 16 ampeerin. Peruseriaatteena on, että esimerkiksi 125 ampeerin työmaakeskuksesta jaetaan virtaa 63 ampeerin ja 32 ampeerin työmaakeskuksille, käyttäen 63A:n ja 32A:n jatkokaapeleita.

Työmaa-aikaiseen sähköverkkoon liittyy useita ongelmia ja riskejä, joita joudutaan minimoimaan. Ongelmia tuottaa usein sähköverkon kuormitus, joka johtuu sähköverkkoon kytketyistä työkoneista ja laitteista. Eri laitteet kuormittavat eri tavalla verkkoa. Sähköverkkoon voidaan kytkeä hitsauskoneita, sirkkeleitä ja muita työkooneita. Verkkoon voidaan myös väliaikaisesti kytkeä kohteen omaa sähköverkkoa, kuten valaistus tai joku osa kohteen omasta sähköverkosta. Ongelmana on myös työmaa-aikaisen sähköverkon liikuteltavuus, koska kuka tahansa, asiaa osaamaton, voi liikuttaa kalustoa.

## 2 STANDARDIT

Työmaa-aikaisen sähköverkon rakentamisessa sovelletaan ja noudatetaan muutamaa standardia. Standardeja, joita voidaan soveltaa, ovat 6000, 6001 ja 6002. Näiden avulla saadaan rakennettua kestävä ja ennen kaikkea turvallinen työmaa-aikainen sähköverkko.

SFS6000 kattaa pienjännitesähköasennukset (<1kV AC-asennukset ja <1,5kV DC-asennukset), SFS6001 kattaa suurjännitesähköasennukset (>1kV AC-asennukset) ja SFS6002 kattaa sähköturvallisuuden. (Sähköinfo 2017).

## 3 TURVALLISUUS

### 3.1 Turvallisuus yleisesti

Työturvallisuus on selvästi nostanut päätään Suomessa viime vuosina. Työturvallisuuden puutteisiin ja työtapaturmiin puututaan vuosi vuodelta tarkemmin. Yksi suurimmista yksittäisistä työturvallisuusmääräyksistä on varmasti suojalasien käyttöpakko (tämä muutos tuli vuonna 1995). Työtapaturmat vähenivät huomattavasti tämän johdosta.

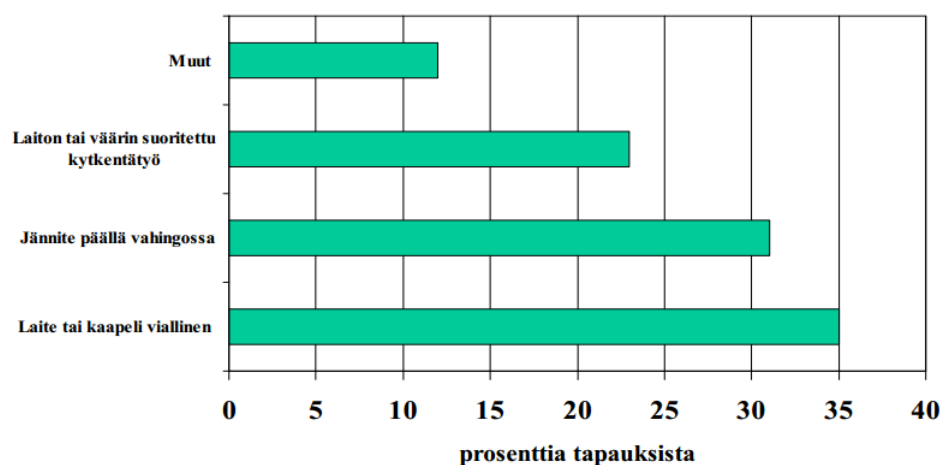
Työturvallisuutta edistetään firmoista riippuen eri tavoilla. Isoilla työmailla tehdään turvakävelyitä ja käytössä on erilaisia raportoimisvälineitä. Monet yritykset ovat ottaneet käyttöön myös puhelinsovellukset, joilla voidaan raportoida työturvallisuuteen liittyviä huomioita. Lisäksi yrityksen täyttävät riskianalyysijä, joilla ennaltaehkäistään työtapaturmia.

### 3.2 Turvallisuus työmaa-aikaisen sähköverkon rakentamisessa

Sähköistyksessä piilee monia vaaroja. Varsinkin, kun jännitteet ja virrat ovat suuria, tapaturmat voivat olla hengenvaarallisia. Suurimmaksi osaksi työtaturmat johtuvat huolimattomuudesta ja vääristä laitevalinnoista.

Työmaa-aikainen sähkökalusto kokee yleensä kovia työmailla, jonka takia kaapelit ja keskkukset vioittuvat herkästi. Vialliset kaapelit ja muu kalusto aiheuttaa helposti välittömän sähköiskun vaaran. Maallikko ei välttämättä näitä osaa huomioida ja varoa. Kuvassa 1 on esitetty rakennustyömaan sähköistykseen liittyvien tapaturmien syytekijät.

TAPS ja VARO rakennustyömaan sähköistykseen liittyvien tapaturmien syytekijät, % (n= 26)



Kuva 1. Tilasto tapaturmien syytekijöistä. (Simola 2009, 2.)

Esimerkki sähkötapaturmasta:

*Hitsaajalle sähköisku korjaamattomasta pistokkeesta*

Hitsaaja työnsi hitsauskoneen sähköjohdon pistoketta seinässä olevaan sähkökeskukseen. Kotelossa oleva 63 A:n pistoke irtosi, minkä seurauksena paljaana olevat johdot koskettivat teräksiseen koteloon aiheuttaen oikosulun. Oikosulkuja tapahtui kaksi

kahdesta eri vaiheesta. Hitsaaja piti kiinni teräskotelosta ja samaan aikaan työnsi pistotetta. Valokaari syttyi irtoamiskohtaan. Silminnäkijän mukaan hitsaaja käveli 5 m ja lyyhistyi tajuttomana lattialle. Miksi? Myöhemmin suoritettussa tarkastuksessa todettiin, että liitoskappale oli murtunut jo aikaisemmin joko osittain tai kokonaan. Pistotetta työnnettäessä liittimeen kohdistuneen veto- tai puristusrasituksen seurauksena liitin murtui lopullisesti ja aiheutti irtoamisen ja oikosulun. (Simola 2009, 3)

### 3.3 Henkilösuojaimet

Henkilösuojainten käyttö on pakollista Suomessa työmailla. Yleensä pakollisia henkilösuojaimia ovat suojakypärä, suojalasit, turvakengät ja huomioliivi tai huomiotakki.

Sähköasentajalla pitää olla sähkötöihin tarkoitettut työkalut ja mittarit. Käsityökalujen pitää olla jännitesuojattuja. Yleensä sähkötyökalut ovat jännitesuojattuja 1000V:n asti. On myös suotavaa, että asentajalla on mukanaan jännitetesteri, jolla voi todeta laitteiston jännitteettömyyden tai onko jännite oikea.



## 4 KALUSTO

Työmaa-aikaisessa sähköverkossa tarvittava kalusto riippuu täysin siitä, minkälainen on kohteen sähköntarve. Yleisesti ottaen, työmaakeskukset vaihtelevat 125A:n ja 32A:n välillä. Kaapelit useimmiten vaihtelevat 125A:n (johdinkoko 50 mm<sup>2</sup>) ja 16A:n (2,5 mm<sup>2</sup>) välillä. Valaistuskalustona toimivat erilaiset työmaavalaisimet, kuten megalight-putkivalaisimet tai ämpäriä muistuttavat led-valaisimet.

### 4.1 Työmaakeskus

Työmaakeskukset valitaan aina sen mukaan, minkälaisia koneita siihen kytketään. Rakennustyömailla käytetään yleensä 125A:n, 63A:n, 32A:n ja 16A:n työmaakeskuksia. VOHEK:n 125A:n keskuksessa on kolme 63A:n (400V) lähtöä, kaksi 32A:n (400V) lähtöä, kolme 16A:n (400V) lähtöä ja kolme 16A:n (230V) lähtöä. VOHEK:n 63A:n työmaakeskuksessa on lähtökohtaisesti yksi 63A:n (400V) lähtö, kaksi 32A:n (400V) lähtöä ja keskuksesta riippuen eri määrä 16A:n lähtöjä (400V ja 230V). 32A:n työmaakeskuksessa on keskuksesta riippuen eri määrä 230V ja 400V 16A:n lähtöjä. Kuvassa 2 on esitetty tyypillinen 125A:n työmaakeskus.



Kuva 2. 125A:n työmaakeskus.

## 4.2 Kaapelit

Kaapelit valitaan sen mukaan, mistä lähdöstä jaetaan mihinkin keskukseen: valittava kaapeli aina sen kokoinen, mikä lähtökin on. Eli esimerkiksi 63A:n lähtöön valitaan aina 63A:n jatkokaapeli. Kaapelien kummassakin päässä on tulppa, jollei toista päätä kytketä johtimilla. Kaapelin toiseen päähän kytketään pistotulppa eli ns. ”uros”-tulppa ja toiseen päähän kytketään jatkopistorasia ns. ”naaras”-tulppa. Kuvassa 3 on esitetty tyypillinen 63A:n jatkokaapeli.



Kuva 3. 63A:n jatkokaapeli uros- ja naaras-tulpalla.

## 4.3 Valaistuskalusto

Valaistuskalustoa on paljon erilaista. Valaistuksen voi toteuttaa esimerkiksi 230V:n työmaavalaisimilla, joissa on 24W-55W:n loisteputket tai esimerkiksi 48V:n LED-työmaavalaisimilla. Työmailla käytettävät 230V:n työmaavalaisimet ovat kevyitä ja helposti siirrettäviä. Niissä on yleensä 5-10 metriä pitkät syöttökaapelit, jotka kytketään pistorasiaan. Niissä on myös pistorasiat valaisimien ketjutusta varten, joten niitä on helppo ketjuttaa, jos valaistusta tarvitaan enemmänkin.

LED-työmaavalaisin on ämpärin mallinen. Sitä ei ole tehty siirrettäväksi vaan ripustetaan sillä periaatteella, ettei tarvitsisi hirveästi siirtää. LED-valaisin tarvitsee myös muuntajan väliin. Muuntaja käyttää 230V:n syöttöä. Kuvissa 4-6 on esitetty tyypillisiä työmailla käytettäviä valaisinkalustoa.



Kuva 4. 230V:n loisteputkivalaisimet.



Kuva 5. LED-muuntaja.



Kuva 6. 48V:n LED-valaisin (vihreäkantaisessa akkuvarmenne).

## 5 TYÖMAA-AIKAINEN SÄHKÖVERKKO

### 5.1 Suunnittelu

Kun yritys saa tehtäväkseen rakentaa työmaalle työmaa-aikaisen sähköverkon, niin kaikki alkaa sähköverkon suunnittelusta, kuten mikä tahansa muukin työmaatyö. Kun sähköverkkoa aletaan suunnitella, täytyy selvittää mahdollisimman tarkkaan työmaan sähkön tarve sekä valaistuksen tarve. On tärkeää selvittää asiakkaalta mahdollisimman tarkkaan, minkälaisia koneita ja laitteita kohteessa tullaan käyttämään. Kun on saatu selkeä käsitys kohteen sähkötarpeesta, on helppo tehdä raakasuunnitelma työmaa-aikaisesta sähköverkosta. Laskettaessa työmaa-aikaisen sähköverkon kuormitusta, kannattaa laskea mieluummin vähän yläkanttiin, jotta sulakkeet varmasti kestävät kuorman.

Suunnittelussa pitää huomioida helpoimmat ja turvallisimmat reitit vetää kaapelit. Kaapelireitit pitää miettiä tarkkaan ja siinä pitää ottaa huomioon monta eri seikkaa: kaapelit pitää sijoittaa siten, etteivät ne aiheuta logistiikalle tavaroiden ja materiaalien kuljetusongelmia. Tämän on tärkeää varsinkin, jos kaapelit joudutaan sijoittamaan lattialle. Jos kaapelit sijoitetaan kattoon roikkumaan, niin pitää varmistaa, että kaapelit roikkuvat tarpeeksi korkealla, jotta kulku ei esty. Kaapelit myös painavat paljon. Varsinkin, jos samaa reittiä menee monta kaapelia, niin painoa tulee paljon, joten on varmistettava, että rakenteet kestävät painon.

Kun suunnitellaan keskusten sijoittelua, niin tulee huomioida, mikä on sähkön tarve missäkin paikassa. Keskukset usein sijoitetaan lattialle pystyyn, joten ne pitää suunnitelmassa sijoittaa siten, että ne tulevat käytäville reunoihin eikä oviaukkojen läheisyyteen. Keskuksen koko määräytyy sen mukaan, mitä lähtöjä keskuksen tarvitaan eli mitä koneita siihen kytketään.

Valaistus suunnitellaan myös täysin tarpeiden ja tilojen koon mukaan. Pidemmät käytävät valaistaan usein LED-valaisimilla, jotka sijoitetaan muutaman metrin välein. Megalightin-loisteputkivalaisimissa on 10 metrin kaapeli, joka rajoittaa valaistuksen välimatkaa.

### 5.1.1 Remontoitava kohde

Remontoitavassa kohteessa on lähtökohtaisesti pienempi sähköntarve. Remontoitavassa kohteessa on myös todennäköistä, ettei valaistusta tarvita, ellei kyseessä ole sähköistykseen liittyvä remontti. Mutta kun kyseessä on esimerkiksi kerrostalon putkityöt, niin kohteessa on yleensä oma valaistus.

Remontoitavassa kohteessa selvitetään ensin, minkälaisia lähtöjä kohteessa itsessään on ja mitkä niistä on käytössä. Remontoitavassa kohteessa harvemmin on voimavirtalähtöjä käytössä, kuten 16A:n, 32A:n tai 63A:n lähtöjä. Tästä syystä usein tarvitaan vähintäänkin 32A:n linjoja, joihin saadaan 32A:n ja 16A:n lähtöjä.

Keskuksia, kun suunnitellaan niin voidaan siitä lähteä, että kerrostalo tyyppisessä kohteessa, jossa on monta kerrosta niin keskuksia voidaan sijoittaa yhdestä kahteen kerrosta kohden. Normaaaleissa kerrostaloissa riittää yksi keskus per kerros, josta voidaan tarpeen tullen jakaa linjoja.

Riittävän valaistuksen turvaamiseksi työmaalle voi tuoda muutamia ylimääräisiä valaimisia, jotka ovat käytettävissä tarvittaessa.

Remontoitavan kohteen suunnittelu on huomattavasti helpompaa kuin uudisrakennuskohteen. Remontoitavan kohteen suunnitelmassa näkee suoraan, mitä kaikkea kalustoa tarvitsee, kun taas uudisrakennuskohteen suunnitelman pystyy tekemään vain arvioiden, ja sitä lisätään pikku hiljaa.

### 5.1.2 Uudisrakennuskohde

Uudisrakennuskohteen suunnitelman tekeminen on vaikeampaa kuin remontoitavan kohteen. Yleensä uudisrakennuskohteen suunnitelma on parhaimmillaankin vain hyvä arvio. Varsinkin, mitä isompi kohde on, niin sitä vaikeampi on arvioida lopullista sähkön tarvetta.

Keskussuunnitelmaa tehdessä kannattaa lähteä siitä, että laskee keskuksia liikaa kuin liian vähän. Tällä vältytään siltä, että linjat eivät kuormitu liikaa. Kannattaa varata

myös mieluummin isompia keskuksia kuin pelkästään pieniä keskuksia. Jo pelkästään kun suunnitelmiin laskee 63A:n keskuksia, niin niistä saa jaettua jo monta pienempää linjaa.

Valaistus suunnitellaan siten, että yhtään pimeää nurkkaa ei tule. Suunnitelmaan kannattaa merkitä ja laskea valaistus, siten että yksi valaisin aina muutaman metrin välein (riittävä ja turvallinen väli kuusi metriä). Jokainen alue, huone ja käytävä, jossa työskennellään, tulee ottaa huomioon suunnitelmassa.

## 5.2 Rakentaminen

Työmaa-aikaisen sähköverkon rakentaminen alkaa siitä, että tuodaan isoimmille keskuksille syöttö. Syöttö tuodaan yleensä jostain olemassa olevasta kiinteästä sähkökeskuksesta tai sähkökaapista. Syöttökaapeli tuodaan isoimmalle keskukselle tai keskuksille. Syöttökaapelin koko ja poikkipinta-ala riippuu täysin siitä kuinka suurelle keskukselle tuodaan sähkö. Esimerkiksi 125A:n syöttökaapelin johtimien poikkipinta-ala on  $5 \times 50 \text{ mm}^2$ . Syöttö voidaan tuoda myös erikokoisilta generaattoreilta, jos ei ole mahdollista saada syöttöä muualta. Generaattorin koko (kVA) valitaan sen mukaan, mikä on syötön tarve.

Linjoja lähdetään jakamaan isompien keskusten pistorasia lähdöistä. Käytettävien lähtöjen määrä riippuu siitä, kuinka monta sähkölinjaa tarvitsee vetää. Linjoja ei välttämättä tarvitse vetää montaa, jos sähköä tarvitsevat keskuksat sijaitsevat lähekkäin. Linjoja joudutaan myös jakamaan siinä tapauksessa, jos kuormitusta tulee liikaa yhdelle linjalle ja sulakkeet eivät kestä. Linjojen kokonaiskuormitusta pitää myös seurata, sillä keskuksissa on monta lähtöä, joka voi aiheuttaa sen, että ison keskuksen oma syöttö ei kestä. Esimerkiksi 125A:n työmaakeskuksessa on usein kolme 63A:n lähtöä, kolme 32A:n lähtöä, joten jos niille lähdöille tulee täyskuormitus, niin 125A:n keskuksen oma syöttö ei sitä kestä. Isommilta keskuksilta jaetaan pienemmille keskuksille tarpeen mukaan syötöt. Isommat keskuksat voidaan sijoittaa esimerkiksi käytäville ja niistä jakaa pienemmille keskuksille, jotka voidaan sijoittaa pienempiin tiloihin. Esimerkiksi voidaan ottaa vaikka kerrostalotyömaa, jossa sijoitetaan 32A:n

keskus käytävälle ja siitä otetaan syöttö 16A:n keskukselle, joka sijoitetaan käytävällä sijaitsevaan asuntoon.

Valaisimet voidaan sijoittaa kattoon, kaiteisiin tai lattialle. Sijoittaminen riippuu valaisin tyypistä. 48V:n LED-valaisin sijoitetaan kattoon tai kaiteeseen, jotta valaistusteho saadaan maksimoitua. 230V:n loisteputkivalaisimet voidaan sijoittaa myös lattialle ja siitä saadaan silti hyvä valaistusteho. 230V:n työmaavalaisin saa syötön suoraan keskukselta, johon se kytketään valaisimen omalla kaapelilla. Valaisimia voidaan ketjuttaa peräkkäin kytkemällä niitä valaisimien omiin pistorasioihin. 48V:n LED-valaisin tarvitsee valaisinmuuntajan. Valaisinmuuntaja kytketään keskukseseen 230V:n lähtöön pistotulpalla. Muuntajalta vedetään 2x2,5mm<sup>2</sup>:n kaapelia sitä reittiä pitkin, mikä halutaan valaista. Kaapelin plus-johdin (vaihe) kytketään muuntajan plus-liittimeen ja miinus-johdin (nolla) miinus-liittimeen. LED-valaisimissa on itsessään myös oma kaapeli joka liitetään kaapeliin lattialiittimellä eli ns. ”rosvoliittimellä”. LED-valaisimen miinus-johdin liitetään kaapelin miinus-johtimeen ja plus-johdin kaapelin plus-johtimeen.

Talvisin jotkin kohteet tarvitsevat myös lämmitystä. Kun lämmitys toteutetaan sähkölämmittimillä, niin yleisimmät lämmittimet ovat joko 3kW:n ja 9kW:n lämmittimiä. 3kW:n sähkölämmitin toimii 230V:n syötöllä ja 9kW:n sähkölämmitin toimii 400V:n ja 16A:n syötöllä. Sähkölämmittimiä käytettäessä pitää olla tarkkana, että tila on tarpeeksi tiivis. Jos lämmitettävässä tilassa on paljon vetoa ja kylmä ilma pääsee jatkuvasti tilaan, niin sähkölämmittimen teho ei riitä lämmittämään tilaa. Sähkölämmitin myös-kuormittaa myös sähköverkkoa erittäin paljon. Esimerkiksi 63A:n linjaan voi kytkeä maksimissaan neljä 9kW:n, jonka jälkeen linjan kuormitus maksimissa (edellyttäen, että lämmittimiä käytetään täydellä teholla). Kuvassa 7 on esitetty tyyppillinen 9kW:n sähkölämmitin.





Kuva 7. 9kW:n sähkölämmitin.

### 5.3 Ongelmat ja ratkaisut

Suurimpia ongelmia työmaa-aikaisessa sähköverkossa on sääolosuhteet, ylikuorma, rikkiinäiset laitteet tai muut ulkoiset tekijät.

Sääolosuhteet tuottavat erilaisia ongelmia työmaa-aikaiseen sähköverkkoon. Talvi tuottaa usein ongelmia, ja varsinkin kun työskennellään ulkona. Työmaakeskukset asetellaan aina pystyyn, mutta usein ne kaatuvat/kaadetaan selälleen, jolloin keskus joutuu veden/loskan/lumen peittoon ja tällöin keskus alkaa laukoa vikavirtasuojia ja menee epäkuntoon. Tämä tuottaa lisää työtä, koska tähän ainoa ratkaisu on vaihtaa keskus kuivaan, elleivät vikavirtasuojat pysy ylhäällä.

Ylikuorma tuottaa ongelmia usein isommilla työmailla, jolloin sähkölinjat ovat pitempiä, keskuksia on enemmän ja työntekijöitä on enemmän. Ylikuormitus tulee esiin, kun sulakkeet palavat tai jos kaapelien tulpat alkavat kuumenemaan (kaapelien tulppien kriittinen lämpötilaraja on 70 astetta). Ylikuormituksen voi välttää varmistamalla, että sähkölinjoja on tarpeeksi paljon ja ne on jaettu eri syötöille. Linjojen kuormitusta pitää myös seurata. Linjoja voi seurata erilaisilla sovelluksilla, jotka seu-

raavat vaiheiden kuormaa. Myös lämpökameralla ja lämpötilatarroilla voi seurata kaapelin kuumenemistä.

Rikkinäiset laitteet tuottavat ongelmia sähköverkkoon, kun ne otetaan käyttöön ja ne alkavat laukomaan vikavirtasuojia. Tämä tuottaa ongelmia myös muille sähköverkon käyttäjille, koska vikavirtasuojan laukeaminen katkaisee keskuksista osittain virrat. Tähän ei ole oikein muuta ratkaisua, kuin korjata vasta sitten kuin rikkinäinen laite ilmenee sähköverkossa.

Muita mahdollisia ongelmia voi tuottaa esimerkiksi, jos työkohteessa pölyää paljon ja tämä menee keskuksiin. Myös muunlaiset liat, kuten muta, betoni tms. haittaavat keskuksia. Silloin ei ole muuta ratkaisua kuin korvata likainen keskus uudella ja toimittaa vanha keskus puhdistettavaksi.

#### 5.4 Työmaa-aikaisen sähköverkon purku

Työmaa-aikaisen sähköverkon purku aloitetaan, kun työmaa alkaa valmistua ja työmaan sähkön tarve alkaa vähenemään. Purku aloitetaan sieltä, missä työt sen sallivat ja asiakas antaa luvan purkaa.

Keskusten ja sähkölinjojen purku alkaa siten, että aloitetaan ottamalla isompia keskuksia ja linjoja pois käytöstä ja joko korvataan niitä pienemmillä linjoilla tai puretaan ne kokonaan pois. Pienempiä keskuksia pidetään usein loppuun asti, jotta tarvittaviin korjaustöihin ja viimeistelytöihin riittää sähköjä. Pienemmät keskuksat ja linjat ovat helppo purkaa pois, joten se ei jätä työllistävää vaihetta loppuun.

Valaistusta aletaan purkaa, kun kohteen oma valaistus on kunnossa ja toimii. Valaistusta saatetaan jättää sen verran, että jos kohteen oma valaistus pitää ottaa pois käytöstä tai jos halutaan jättää esimerkiksi akulla toimivia LED-valaisimia sähkökatkon varalle. Kuitenkin sen verran vähän, että purku ei työllistä liikaa työmaan valmistuksessa.

## 6 TYÖMAA-AIKAINEN SÄHKÖVERKKO LAIVANRAKENNUKSESSA

### 6.1 Laivanrakennuksen peruseriaate

Laivan rakentaminen alkaa alkutuotannosta, jossa tuotetaan tarkkaan mitattuja teräslevyjä. Teräslevyjä hitsataan yhteen ja ne alkavat muodostamaan lohkoja. Näistä lohkoista kasataan laiva. Lohkoja varustellaan, viimeistellään ja maalataan ennen laivaan nostoa. Lohkot nostetaan laivaan pyramidia muistuttavassa järjestyksessä, jossa kasaaminen alkaa keskeltä ja keskeltä lähdetään kasaamaan keulaan ja perään päin.

### 6.2 Työmaa-aikainen sähköverkko

Työmaa-aikainen sähköverkko telakalla kiteytyy siihen, että jokainen lohko on sähköistetty ja valaistettu ennen kuin siellä aletaan työskentelemään. Työmaasähköistys alkaa jo lohkotuotantovaiheessa, kun lohkoja rakennetaan. Kun lohkoja nostetaan laivaan, niin on erittäin tärkeää, että työmaa-aikaisista sähköistä vastaavat sähköasentajat ovat ottamassa lohkoja vastaan. Kun lohko on saatu paikoilleen sähköasentajat alkavat valaisemaan lohkoa joko 48V:n LED-valaisimilla tai loisteputkivalaisimilla. On myös tärkeää, että lohkorajalla on valmiina 63A:n keskuksia, joista hitsarit saavat sähköä, jotta he voivat alkaa hitsata lohkon saumoja. Kun valaistus on kunnossa, niin voidaan vetää muut syötöt uuden lohkon työmaakeskuksille.

Telakoilla, joissa laivoja rakennetaan, ovat erittäin isot kuormat sähköverkoissa. Syynä tähän ovat tuhannet työntekijät, joista suurin osa tarvitsee sähköä työskenteleeseen. Tästä syystä usein telakoilla työmaa-aikaiset syötötkin ovat 200A:n luokkaa. Näistä 200A:n keskuksista jaetaan sähkö pienemmille keskuksille samalla periaatteella kuin muillakin työmailla. Vohek:n 200A:n työmaakeskuksessa on yleensä kuusi 63A:n lähtöä, kuusi 32A:n lähtöä ja erimäärä 16A:n lähtöjä. Telakoilla tarvitaan usein myös generaattoreita syöttämään sähköverkkoa. Tarvetta on myös muuntajille, kun tarvittavat jännitteet poikkeavat 400 voltista.

Työmaa-aikainen sähköverkko kattaa usein myös laivan oman sähköverkon syöttämistä, kunnes sähkö saadaan laivasta. Laivan omaa sähköverkkoa syötetään maista 63A:n, 125A:n ja 200A:n kaapeleilla ja ne kytketään laivan omiin virtakiskoihin. Näitä päästään purkamaan sitä mukaan, kun laivan omaa sähköverkkoa otetaan käyttöön. Purku saattaa mennä viime tippaan, jollei laivan omaa sähköverkkoa saada ajoissa valmiiksi.

Generaattoreita tarvitaan silloin, kun maista tulevat syötöt pitää irrottaa tai pitää ottaa pois päältä. Tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi laivan vesillelasku tai jos laiva pitää liikuttaa vesillä. Generaattorien koko luokat ovat usein 325kVA:n ja 500kVA:n luokkaa.

Muuntajia tarvitaan, kun syötetään laivan omaa sähköverkkoa, joka poikkeaa 230V/400V verkosta. Laivan omassa sähköverkossa on usein käytössä 690V:n jännite.

Syöttöjen, generaattorien ja muuntajien tarve ja koko riippuvat täysin siitä, minkälaista laivaa rakennetaan ja missä vaiheessa laiva on. Niin kuin missä tahansa muualakin työmaalla, työmaa-aikaisen sähköverkon tarve vähenee, mitä valmiimmaksi laiva tulee.

## 7 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä käytyjä asioita olen hyödyntänyt omassa työssäni Turun telakalla. Työskentelen työmaa-aikaisen sähköverkon parissa ja olen kohdannut erilaisia ongelmia, mutta opinnäytetyössä esitetyillä ratkaisuilla ja kalustolla pystyy rakentamaan kestävän ja toimivan työmaa-aikaisen sähköverkon.

## LÄHTEET

Vohek www-sivut. Viitattu 19.3.2018. <https://www.vohek.fi>

Sähkönumeroiden www-sivut. Viitattu 20.3.2018. <https://www.sahkonumerot.fi>

EL & Siten www-sivut. Viitattu 19.3.2018. <https://www.elsite.fi>

Megalightin www-sivut. Viitattu 22.3.2018. <https://www.megalightsystems.com>

Ramirentin www-sivut. Viitattu 17.3.2018. <https://www.tuotteet.ramirent.fi>

Sähköinfo. 2017. D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista sähköinfo.

Simola, A. 2009. Rakennustyömaan sähköistyksen turvallisuus. 3T-ratkaisut Oy.

