

Jarkko Bärholm

TYÖMAASÄHKÖN KÄYTÖN OPTIMOINTI JA
ENERGIANSÄÄSTÖ

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusohjelma
2018

TYÖMAASÄHKÖN KÄYTÖN OPTIMOINTI JA ENERGIANSÄÄSTÖ

Bärholm Jarkko
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2018
Sivumäärä: 26
Liitteitä: 4

Asiasanat: rakentaminen, työmaa, optimointi

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia työmaan sähköistystä järjestelmän toimivuuden ja kustannusten osalta sekä esittää työkaluja edellä mainittuihin asioihin vaikuttamiseksi. Työn tilasi YIT Rakennus Oy, joka on osa Suomen suurinta rakennusliikettä YIT Oyj:tä. YIT Oyj toimii asunto-, toimitila- ja infrarakentamisen sektoreilla ja päämarkkina-alueet ovat Suomi, Venäjä, Baltian maat, Tšekki, Slovakia ja Puola.

Työn teoriaosuus käsittelee kattavasti sähkön ja työmaan työturvallisuuden liittyviä asioita työmaasähkön ja TR-mittauksen näkökulmasta. Turvallisuuden jälkeen tutkitaan yleisesti työmaalla käytössä olevien sulakekokojen kuormien kestot, sekä perehdytään työmaan pääsulakkeiden koon mitoittamiseen.

Tämän jälkeen perehdyttiin rakentamisen eri vaiheisiin työmaasähköjen osalta. Asioita lähestytään työmaan työnjohtoa silmällä pitäen, tarkoituksena luoda monipuoliset mutta silti helposti lähestyttävät työkalut joiden avulla on mahdollista rakentaa työmaan tarpeisiin optimaalinen ja toimiva työmaasähköjärjestelmä.

Lopuksi tutkittiin kaluston kustannuksia sekä käytöstä aiheutuvia kustannuksia. Vaikutusten vertailun vuoksi myös sähkön hinta selvitettiin tarkasti, jotta valittujen ratkaisujen vaikutukset olisivat vertailtavissa.

CONSTRUCTION SITE ELECTRICITY ENERGY SAVING AND OPTIMIZATION

Bärholm, Jarkko

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in construction engineering

May 2018

Number of pages: 26

Appendices: 4

Keywords: construction, site, optimize

The purpose of this thesis is to investigate the electrification of a construction site in terms of the functionality and costs of the system and to present tools for influencing the issues mentioned above. The work was commissioned by YIT Construction Ltd, which is part of Finland's largest construction company YIT Corporation. YIT Corporation operates in residential, office and infra structure sectors and the main market areas are Finland, Russia, the Baltic States, the Czech Republic, Slovakia and Poland.

The theoretical part of the thesis deals comprehensively with issues related to the safety of electricity, workplace safety and for weekly safety index meters point of view. After the safety section, the durability of loads in each generally used fuse sizes and how to dimension the main fuse sizes of the construction site are being studied.

After that, various stages of construction were studied from construction site electricity's point of view. Things are being approached with the worksite foreman's interests in mind to create multifaceted, yet easy-to-access tools that allow to build the optimum and efficient construction site electricity system.

Final part of this thesis the costs of the equipment and the costs of the operation were examined. For the sake of comparison price of the electricity were accurately researched to compare the selected and possible solutions effectively.

SISÄLLYS

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 5 |
| 2 | TYÖTURVALLISUUS: TYÖMAASÄHKÖ..... | 6 |
| 2.1 | Sähköturvallisuuslaki..... | 6 |
| 2.2 | Työmaasähkö ja TR-mittauksessa huomioitavat asiat..... | 8 |
| 2.3 | Työturvallisuus suurjännite- ja ilmakaapeleiden läheisyydessä..... | 8 |
| 3 | KALUSTON MITOITUS TYÖVAIHEIDEN MUKAAN..... | 10 |
| 3.1 | Sulakekokojen ja keskusten kuormituksen keston laskenta ja arviointi..... | 10 |
| 3.2 | Työmaan pääkeskuksen sulakekoon määrittäminen..... | 13 |
| 3.3 | Perustusvaihe..... | 14 |
| 3.4 | Runkovaihe..... | 16 |
| 3.5 | Sisätyövaihe..... | 19 |
| 3.6 | Luovutus..... | 20 |
| 4 | KUSTANNUKSET..... | 22 |
| 4.1 | Oma kalusto..... | 22 |
| 4.2 | Sähkön kustannukset..... | 23 |
| 5 | YHTEENVETO..... | 25 |
| | LÄHTEET..... | 26 |
| | LIITTEET | |

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä keskitytään tarkastelemaan työmaasähköratkaisujen vaikutusta työmaan energiankulutukseen, sekä kustannuksiin. YIT Rakennus Oy kiinnostui aiheesta ja tilasi työn. Työssä käytetään esimerkkinä YIT Rakennus Oy:n kerrostalotyömaata Porissa.

Ensimmäisenä käydään läpi tärkeitä asioita sähkötyö- ja työturvallisuuteen liittyen. Tarkoituksena on luoda käsitys millaisia töitä voi kunkin tasoilla työntekijöillä teettää, sekä esimerkkejä töistä jotka on jätettävä sähköalan ammattilaisille. Lisäksi käsitellään viikoittain tehtävässä TR-mittauksessa mitä seurataan työmaasähköjen osalta ja miten virheet kuuluu korjata tai välttää etukäteen. Kokonaisuutena osion tarkoitus on luoda työnjohdolle käsitys sähkön osalta seurattavista asioista, jotta välttyttäisiin isoilta vahingoilta, jotka olisivat helposti vältettävissä.

Tarkoituksena on tarjota työnjohdolle helposti lähestyttäviä työkaluja täydentämään osaamista työmaasähköistyksiin liittyen, sekä auttaa tekemään toimivia ja kustannus- sekä energiatehokkaita ratkaisuja. Lisäksi tutkitaan kalustoon liittyviä kustannuksia. Mahdollisimman kokonaisvaltaisesti tutkittuna vertaillaan oman kaluston käyttöä verrattuna vuokrakalustoon.

2 TYÖTURVALLISUUS: TYÖMAASÄHKÖ

2.1 Sähköturvallisuuslaki

Sähköalan työtehtävät ovat eritasoisia, joita saa suorittaa riittävän pätevyyden omaava henkilö. Eri tasot on jaettu seuraavasti:

- 1) Sähköalan ammattihenkilö, eli henkilö jolla on soveltuva koulutus ja kykenee työskentelemään ilman valvontaa (SFS 6002 Sähköturvallisuus, 2017, 11).
- 2) Opastettu henkilö. Opastettuja henkilöitä on kahdenlaisia: alalle opiskelemissa oleva henkilö, joka ei kykene työskentelemään ilman valvontaa, tai maallikot joita alan ammattilainen on opastanut tietyn työn tekemiseen (SFS 6002 Sähköturvallisuus, 2017, 11).
- 3) Maallikko. Henkilö, jolla ei ole edellä mainittujen kohtien mukaisia pätevyys-
siä tai opastusta (SFS 6002 Sähköturvallisuus, 2017, 11).

Sähkötöitä joista voi aiheutua sähköisku tai valokaari, on nimettävä työn ajaksi sähkö-
turvallisuuden valvoja, jolla on riittävä pätevyys. Henkilön on kyettävä osallistumaan
tai tekemään työ itse. Yksin työskentelevälle ammattihenkilölle kohteen sähköturval-
lisuuden takaaminen kuuluu työhön ilman erillistä nimeämistä (SFS 6002 Sähkötö-
turvallisuus, 2017, 11).

Sähköturvallisuuden takaamiseksi on olemassa Sähköturvallisuuslaki (1135/2016).
Sähköturvallisuuslain 6 § mukaan kaikki sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava,
rakennettava, valmistettava ja korjattava sekä niitä on huollettava ja käytettävä niin,
että:

- 1) ”Niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa”
(Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, § 6).

2) ”Niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu merkittävää häiriötä”
(Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, § 6).

3) ”Niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti”
(Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, § 6).

Sähköturvallisuuslaissa 1135/2016 55 § on sanottu, että sähkölaitteiden korjaus- ja huoltotöitä sekä sähkölaitteistojen rakennus-, korjaus-, huolto- ja käyttötöitä voi tehdä täyttämällä seuraavat kriteerit: (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 55 §)

1) Nimetään riittävän pätevyyden omaava henkilö sähkötöiden johtajaksi (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 55 §).

2) Itsenäisesti työskentelevällä henkilöllä on riittävä pätevyys (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 55 §).

3) Työn tekemiseen on saatavilla tarpeelliset tilat ja työvälineet sekä sähköturvallisuutta koskevat säädökset (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 55 §).

Kokemukseen perustuen työmaalla suurin osa käytettävissä olevista henkilöistä todennäköisesti luokitellaan maallikoiksi, joita kuitenkin voi käyttää esimerkiksi keskusten karsimiseen ja kaapelilinjojen purkuun. Myös yksivaiheisten jatkojohtojen tekeminen ja korjaaminen on sallittua sähkötyötä, työtä teetettäessä tulee kuitenkin käyttää henkilöä joka osaa asiansa, sillä väärin tehty tai korjattu johto on yksi vaarallisimmista sähkölaitteista. Myös 48 V jännitteellä toimivia työmaavalaisimia voi käsitellä ilman sähköalan koulutusta. Vuokraamot tarjoavat työmaasähköjen kaiken kattavaa palvelua. (www.sivut.cramo.com)

2.2 Työmaasähkö ja TR-mittauksessa huomioitavat asiat

Työmailla suoritettaviin tarkastuksiin on valtioneuvoston antaman asetuksen mukaan: rakennustyön aikana ainakin kerran viikossa tehtävässä kunnossapitotarkastuksissa käytävä läpi muun muassa työmaan ja työkohteiden yleisjärjestys, putoamissuojaus, valaistus, rakennustyön aikainen sähköistys, nosturit, henkilönostimet, muut nostolaitteet, nostoapuvälineet, rakennussahat, telineet, kulkutiet sekä maan ja kaivantojen sortumavaaran estäminen. Lisäksi tulee tarkastaa muutkin turvallisuuteen vaikuttavat asiat. Edellä mainitussa tarkastuksessa todetut työturvallisuutta vaarantavat viat on korjattava viipymättä ja ennen koneen, laitteen tai työvälineen käytön jatkamista. (VNa 205/2009, 34.)

YIT:n työmailla työturvallisuutta on huomioitu uusien työntekijöiden työmaakohtaisilla perehdytyksillä. Perehdytyksessä käsitellään työmaalla huomioitavat asiat, sekä vaatimukset. TR-mittauksessa havainnoidaan laitteiden kuntoa, yleisvalaistusta sekä keskusten ja kaapeleiden paikkoja. Keskukset sekä 32 A ja sitä suuremmat kaapelit eivät saa olla lattialla, vaan ne tulee esimerkiksi ripustaa. Laitteiden ja kaapeleiden tulee olla ehjiä, jotta niistä ei aiheudu sähköiskun vaaraa. Usein sopimuksissa yleisvalaistus kuuluu rakennusliikkeelle ja työpistevalaistukset hoitavat tarpeensa mukaan urakoitsijat. Yleisvalaistus käsittää kulkureitit ja nyrkkisääntönä yleisvalaistukseen on: ei pimeitä kohtia kulkuväylillä. (YIT Rakennus Oy materiaalipankki)

2.3 Työturvallisuus suurjännite- ja ilmakaapeleiden läheisyydessä

Töitä tehdessä ilmajohtojen tai samankaltaisen paljaan jännitteisen osan läheisyydessä koneella, jonka liikkeet ovat käyttäjästä kiinni, kuten kaivinkone tai erilaiset nostimet, ei koneen minkään osan työalue, mahdollinen taakka mukaan luettuna, saa ulottua taulukossa 1 annettua etäisyyttä lähemmäksi. Kyseisen taulukon etäisyyksiä noudatetaan myös, kun käytössä on pitkä ja johtava työväline, kuten tikkaita, pitkiä varrellisia työkaluja, onkivapoja tms. (SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus, 2017, 67.)

Liikkuvan tai siirrettävän koneen ja liikuteltavan työvälineen työalueen vähimmäisetäisyys avojohdosta tai muusta paljaasta jännitteisestä osasta ja riippukaapelista esitetty Taulukossa 1. (SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus, 2017, 67.)

| Nimellisjännite kV | Vähimmäisetäisyys m | |
|-----------------------|--|---------------|
| | Avojohto tai muu paljas jännitteinen osa | Riippukaapeli |
| ≤ 1 | 2(2) | 0,5 |
| > 1-45 | 3(2) | 1,5 |
| 110 | 5(3) | |
| 220 | 5(4) | |
| 400 | 5(5) | |

TAULUKKO 1. Vähimmäisetäisyys avojohdosta (SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus, 2017, 67.)

Taulukon 1 suluissa oleva arvo tarkoittaa pienintä työskentely etäisyyttä avojohdon jännitteisen osan alapuolella (SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus, 2017 s. 67).

Ilmajohdon etäisyys maanpinnasta tulee olla vähintään 5,5 metriä ja ne on suojattava mekaanista rasitusta vastaan, mikäli vahingoittumisen vaara on olemassa. Käytettäessä kumikaapelia ilmajohtona, pylväiden etäisyys toisistaan saa olla korkeintaan 15 metriä. Tällöin tulee käyttää raskaaseen käyttöön tarkoitettua kumikaapelia, kuten alakeskusissa, koneissa, laitteissa ja jatkokaapeleissa. (RATU 02-3037, 2003).

Tällä osa-alueella sattuvat vahingot ovat aina suuria ja kalliita, jonka takia on syytä huolehtia yllä esitetystä työskentelytavoista. Lisäksi on syytä kiinnittää huomiota tavaroiden varastointiin, esimerkiksi mikäli työmaa on lähellä junarataa, pieni vahinko muuttuu suureksi vahingoksi, mikäli radan voimalinjoihin lentää työmaalta sinne kuulumatonta.

3 KALUSTON MITOITUS TYÖVAIHEIDEN MUKAAN

3.1 Sulakekokojen ja keskusten kuormituksen keston laskenta ja arviointi

1-vaihe kaavat

$$\text{KAAVA 1: } P = U * I$$

$$\text{KAAVA 2: } U = P / I$$

$$\text{KAAVA 3: } I = P / U$$

3-vaihe kaavat

$$\text{KAAVA 4: } P = U * I * \sqrt{3}$$

$$\text{KAAVA 5: } U = \frac{P}{I * \sqrt{3}}$$

$$\text{KAAVA 6: } I = \frac{P}{U * \sqrt{3}}$$

Yksinkertaiset kaavat työmaakäyttöön joissa:

P = Teho (W)

U = Jännite (V)

I = Virta (A)

| Laite esimerkkejä | P (kW) | I(A) | U(V) |
|----------------------------|--------|------|------|
| Scanmaskin hiomakone | 15 | 24 | 400 |
| Alimak Scando 450 FC 19/32 | 22 | 35,2 | 400 |
| Työmaavalaisin LED | 0,021 | 0,87 | 24 |
| Työmaavalaisin LED/2 | 0,025 | 0,11 | 230 |
| Sähkölämmitin | 9 | 13 | 400 |
| Simpukkapuhallin | 1,2 | 5,2 | 230 |

TAULUKKO 2. Erilaisten laitteiden kuormia

| Keskukset | P (kW) | I(A) | U(V) |
|----------------------------------|--------|------|------|
| Työmaan alakeskus TAKP 16.16V | 10 | 16 | 400 |
| Työmaan alakeskus TAKP 32 | 20 | 32 | 400 |
| Työmaan alakeskus TAKP 63 | 40 | 64 | 400 |
| Alakeskus TAK 125 A | 78,1 | 125 | 400 |
| Pääkeskus TPK 250 A | 156,2 | 250 | 400 |
| Pääkeskus TPK 400 A | 250 | 400 | 400 |
| Pääkeskus TPK 630 A | 393,7 | 630 | 400 |

TAULUKKO 3. Yleisiä työmaakeskus kokoja

| I (A) | U (V) | P kesto (kW) |
|-------|-------|--------------|
| 10 | 230 | 2,3 |
| 16 | 230 | 3,7 |
| 16 | 400 | 10 |
| 32 | 400 | 20 |
| 64 | 400 | 40 |
| 100 | 400 | 62,5 |
| 125 | 400 | 78,1 |
| 160 | 400 | 100 |

TAULUKKO 4. Työmaalla yleisesti

| | TULPPAESIMERKKI |  |  |  |  |  |
|---------------------------------------|---|---|---|--|---|---|
| I = 10 A P _{max} = 2300 W |  | | | | | I = 0.9/0.1 A P = 21/25 W V = 48/230V |
| I = 16 A P _{max} = 10 kW |  | | I = 13 A P = 9 kW | | | |
| I = 32 A P _{max} = 20 kW |  | I = 24 A P = 15 kW | | I = 5 A P = 1,2 kW | | |
| I = 63 A P _{max} = 40 kW |  | | | | I = 35 A P = 22 kW | |
| I = 125 A P _{max} = 78 kW |  | | | | | |

Kokonaiskuorma yksittäisistä esimerkkilaitteista = 47.2 kW < 78 kW eli ketjun suurin 125 A keskus kestää kuorman. Kalusto on jaoteltu varman päälle alakeskuksille, joten myös ne kestävät niihin kytketyt kuormat

TAULUKKO 5. Esimerkki mahdollisesta kalustosta ja niiden jaottelusta (YIT Rakennus Oy materiaalipankki)

Taulukoissa 2 - 4 laskuesimerkkejä kuormien laskemisesta sekä valmiita laskelmia yleisesti käytössä olevista laitteista ja työmaakeskuksista. Kaavojen 1 - 6 ja taulukon 5 avulla on mahdollista nopeasti analysoida olemassa olevan verkon, keskusten ja sulakkeiden kuorman kesto. Arvioida: paljonko ja millaisia lisäyksiä järjestelmä kestää, sekä arvioida työn edetessä tarvittavia muutoksia järjestelmään.

Vuonna 2007 pakollisena lisänä käyttöön otettu vikavirtasuojaus, jonka tarkoituksena on parantaa sähkölaitteiden käyttöturvallisuutta. Toimintaperiaatteena on, että vikavirtasuojakytkin laukeaa vikatilanteessa paljon sulaketta nopeammin. Kytkimen toiminta perustuu sähkölaitteissa oleviin eristysvikoihin, eli mikäli laitteesta vuotaa maadoitukseen yli suojassa olevan yleisesti käytetyn arvon 30 mA suoja laukeaa. Työmaalla käytössä olevan kaluston tulee olla kunnossa, koska vikavirtasuojat saattavat lauetta, joskus jopa kytketyn laitteen irrottamisesta. Työmaakokemuksen perusteella pääsääntöisesti sulakkeen lauetessa kyseisessä lähdössä on todennäköisesti liikaa kuormaa. Vi-

kavirran lauetessa vikaa kannattaa lähteä etsimään kytkettyinä olevista laitteista ja kaapeleista. Vikavirran laukeamisen takia jopa 63 A linjoja saattaa pimetä, jolloin iso osa työmaasta saattaa olla ilman sähköä. Tällaisessa tilanteessa on tärkeää erottaa vikavirtasuojan ja sulakkeen ero, jotta ongelman paikallistaminen syy ja oikeanlaiset korjaavat toimenpiteet on mahdollista aloittaa mahdollisimman nopeasti. Esimerkki 30 mA vikavirtasuojakytkimestä kuva 1.



Kuva 1 Vikavirtasuojaja 30mA (www-sivut sähköala.fi)

3.2 Työmaan pääkeskuksen sulakekoon määrittäminen

Työmaan sähköistämisen vaatii sähköverkon suunnittelun, rakentamisen ja liittämisen sähköverkkoon. Useimmiten rakennustyömaille sallitaan vain yksi liitäntä sähköverkkoon. Sähköistystä suunniteltaessa määritellään työmaan maksimi tehontarve, eli arvioidaan tulevasta kalustosta aiheutuva kuorma kilowatteina ja kerrotaan tulos 1,5:llä. Kertoimella pyritään huomioimaan mahdolliset koneet ja laitteet joista ei ole ollut tietoa ennakkosuunnittelussa. Tulos kertoo tarvittavan pääsulakkeen ampeerimäärän (RATU 02-3037, 2003.)

Useimmiten työmaan liittymissopimuksen tekee pääurakoitsija. Sopimuksen voi myös tehdä kiinteistön omistaja tai haltija. Liittymissopimuksia on erilaisia ja kustannukset

vaihtelevat tapauskohtaisesti, joten on syytä selvittää liittymisestä aiheutuvat kustannukset hyvissä ajoin etukäteen. Kytkeä voi tapahtua esimerkiksi: sähkölaitos rakentaa liittymisjohdon tontille asti ja tekee tarvittavat kytkennät pääkeskukselle asti.

Mahdollisuuksien mukaan kannattaa hyödyntää rakennuksen lopullista sähköjärjestelmää mahdollisimman aikaisin ja paljon. Myöhemmin työmaan aikana pääkeskuksen koon kasvattaminen on kallista ja useimmiten jopa mahdotonta. Tehon tarpeen voi määrittää karkeasti kuorma kerrottuna 1,5 tai tarkemmin kaavalla kaava 7.

$$\text{KAAVA 7: } I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

3.3 Perustusvaihe

As Oy Porin Siriuksen perustusvaiheen vaatima kalusto ja tehot jäivät mataliksi suurlta osin työmaan ulkopuolella sijaitsevan toimisto- ja varastorakennuksen ansiosta. Tontille tuotiin ja asennettiin kohteeseen suunniteltu 250 A työmaan sähköpääkeskus kuvassa 2, joka oli perustusvaiheen merkittävin ja kallein työmaasähköjen osalta.



KUVA 2. Työmaan sähköpääkeskus 250 A (Bärholm)

Sähköpääkeskuksen liitännöitä hyödynnettiin mahdollisuuksien mukaan. Tulevan talon toiseen päähän haaroitettiin 32 A alakeskus, jonka lisäksi varastossa oli muutama 16 A alakeskus, jotka olivat käytössä tarpeen mukaan. Vaiheen suurimmat kuormat syntyivät tilapäisistä lämmitystarpeista esimerkiksi alapohjalaatan valun yhteydessä, jolloin sopivat olosuhteet taattiin 3 kW:n sähkölämmittimillä.

Talviolosuhteista johtuen lämmityksen lisäksi myös työmaan valaistukseen oli satsattava normaalia enemmän. Kalustona toimi kaksi 400 W natriumvalonheitintä sekä 100 W led-valonheittäjiä valaisemaan työkohteita ja kulkuväyliä. Led-valomasto kuvassa 3. Valaisimia ohjattiin ajastinkellojen avulla, jotka olivat säädetty palamaan työpäivien pimeinä ajankohtina. Ajatuksena oli pidentää valaisinten käyttöikä ja säästää energiaa rajoittamalla valaisinten käyttö aktiiviseen aikaan.



KUVA 3. Valaisinmasto led-valonheittimillä (Bärholm)

Perustamisvaiheen ongelmaksi sähköjen osalta useimmiten muodostuu työturvallisuus. Kaapeleiden ripustusmahdollisuudet ovat rajalliset ja laitteiden liitokset jäävät usein sään armoille. Mahdollisuuksien mukaan tehdyt tarvittavat kaapeloinnit voivat aiheuttaa kompastumisvaaraa, ja sään armoilla olevat liitokset voivat aiheuttaa vika-virtasuojien laukeamista.

3.4 Runkovaihe

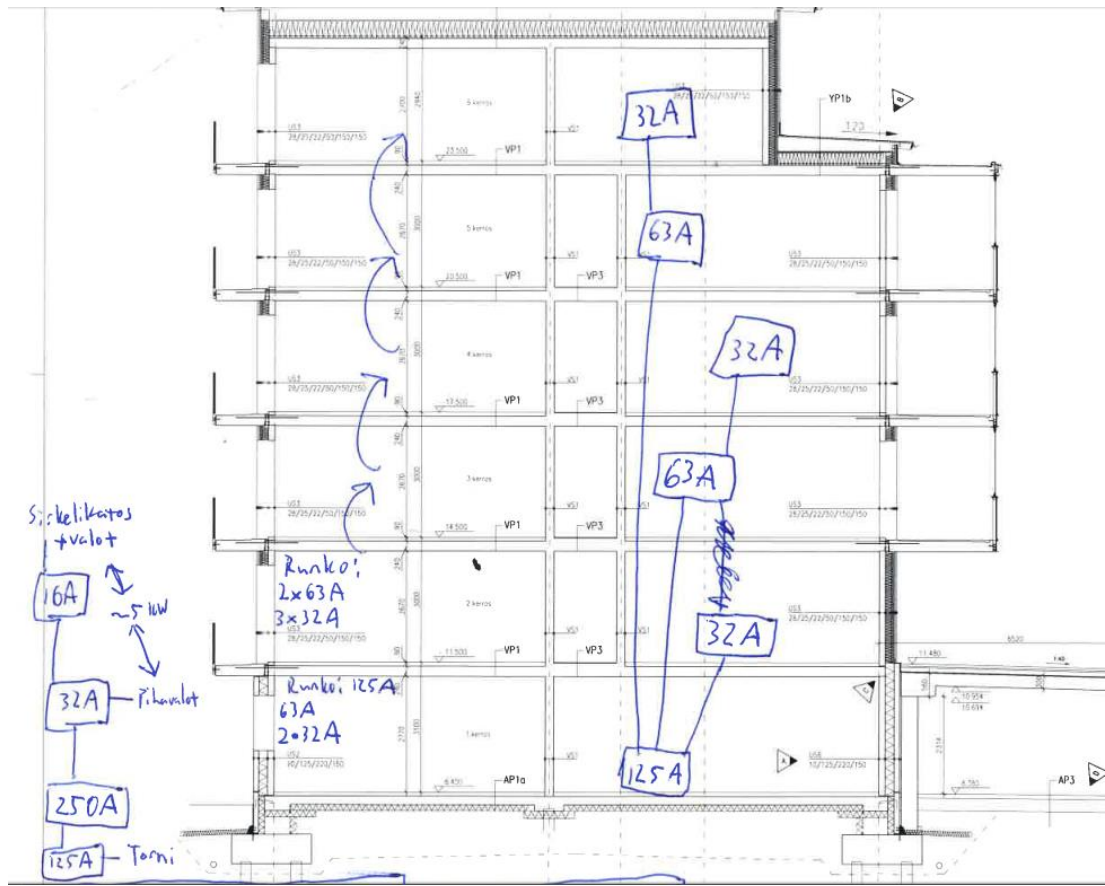
Eniten sähköä syövä rakentamisen vaihe, varsinkin esimerkkityömaa As Oy Porin Sirius jonka rungon nostaminen aloitettiin helmikuussa 2018. Sähköntarve nousi roimasti perustusvaiheeseen verrattuna rungon pystytyksessä käytettävien suurmuottien lämmitysvastusten ja torninosturin takia. Torninosturina työmaalla oli käytössä Liebherr 200 12t (kuvassa 4), jonka aiheuttama kuorma oli 45 kW, joka on ylivoimaisesti suurin yksittäinen työmaasähköverkon kuormittaja.



KUVA 4. Työmaan torninosturi Liebherr 200 EC-H-12 (Bärholm)

Runkovaiheessa sähköjen onnistuneella suunnittelulla voi olla merkittävä vaikutus vaiheen onnistumiseen. Alustava työmaan sähköistysuunnitelma LIITE 4. Erialaisten keskusten, kaapeleiden ja valaistuksen tarve lisääntyy rajusti jo runkovaiheen alussa. Sähkön ja oikeanlaisten pistokkeiden riittävyys on hyvä lähtökohta suunnittelulle. Toisarvoinen asia, johon myös voi kiinnittää huomiota on kaluston määrä ja koko. Kiireisen työvaiheen edetessä varsinkaan vuokrakalustoa ei kannata kustannusten takia rajusti ylimitoittaa. Työ sujuu jouhevammin, mikäli kerroksiin ei ole oikeaa tarvetta kantaa suurempia ja painavampia 63 A keskuksia ja kaapeleita, jos pienemmilläkin pärjää. Tässä vaiheessa järjestelmän alimitoittamisella on suurempi negatiivinen vaikutus töiden sujuvuuteen kuin ylimitoittamisella.

Kuvassa 5. esitetty yksinkertainen tapa vaiheen mukaiseen työmaasähköjen suunnitteluun. Oleellista on miettiä käytössä oleva kalusto, määrä, liitäntöjen koko ja aiheutuva kuorma. Tämän jälkeen voi miettiä tarvittavan keskusten määrän ja koon, jotta tarvittava määrä sähköä ja liitäntöjä on varmasti saatavilla tarvittavilla alueilla. Kätevä toimintatapa sähköistuksen toteutusta suunniteltaessa on tehdä suunnitelma käsin suoraan rakennuksen piirustuksiin.



KUVA 5. Hahmoteltu alakeskukset runkovaihetta varten (As. Oy Porin Sirius työmaan asiakirjat)

Esimerkkikohteen suurmuottien lämmitysvastukset yhtäaikaisessa käytössä vaativat paljon sähköä ja 16 A 3-vaihe lähtöjä. Käytössä oli kaksi paria 4,8 metriä ja kolme paria 7,2 metriä leveitä suurmuotteja jotka ovat kukin kolme metriä korkeita. Suurmuotin lämmityksestä aiheutuva ilmoitettu kuorma oli 250 w/m^2 . Laskennalliset lämmityksestä aiheutuvat kuormat olivat 3600 w/4,8 m muotti ja 5400 w/7,2 m muotti. Tämän perusteella yksi 16 A sulake ei kestä 7,2 m muottiparista aiheutuvaa kuormaa, mutta miehistön kokemuksen mukaan sulake kestää. Varma vaihtoehto on mitoittaa kalusto niin, että järjestelmä varmasti kestää. Laskennallisesti vaiheen suurimmat kuormat aiheutuvat yhtä aikaa käytössä olevista suurmuottien yhtäaikaisesta lämmityksestä: 47 kW, torninosturista 45 kW sekä valaistuksiin ja muihin aiheutuviin kuormiin on arvioitu 10 kW. Kuvan 5 ajatus on kuljettaa keskuksia talon noustessa mukana kerroksesta toiseen, ja rungon valmistuttua jakaa 63 A ja 32 A keskuksat kerroksiin

tarpeen mukaan. Näin kalusto on tehokkaassa käytössä ja työmaalla varastointipäivät pysyvät mahdollisimman pieninä. Työmaan alustava kalustosuunnitelma liite 3.

3.5 Sisätyövaihe

Sisätyövaiheen alkaessa, tai pian sen jälkeen torninosturi puretaan eikä suurmuottejakaan enää tarvita. Yksittäisiä suuria sähköverkon kuormittajia sisätyövaiheessa on mahdollisesti pintalattian pumppauksessa aiheutuva kuorma, ja lattiaa päällystettäessä mahdollisesti suuren hiomakoneen kuorma esimerkit taulukossa 5.

Sähkön tarve alkaa levittäytyä ympäri taloa, jolloin on mietittävä tarkkaan keskusten määrä ja sijainti. Vaiheen suurin tarve on 16 A 3-vaihe- ja valovirtalähdöille, koska ympäri taloa on käytössä esimerkiksi pieniä koneita ja akkukoneiden latureita. Lisäksi johtoreittien suunnitteluun kannattaa panostaa minimoimalla kompastumisvaara, ja kohteen mahdollisuuksien mukaan sijoittaa kaapelit niin, että ne voisivat olla mahdollisimman pitkään paikallaan, jotta töiden edetessä kaapeleita ei tarvitse siirrellä edestakaisin pois tieltä. Esimerkiksi tasoite- ja maalaustöiden alkaessa seinille kiinnitetyt keskukset ja kaapelit ovat iso työ siirtää uuteen paikkaan ja poistaa seinistä käytetyt kiinnikkeet työvaiheen tieltä.

Valaistuksen tarve lisääntyy sisätyövaiheessa merkittävästi, ja tarve voi elää esimerkiksi väliseinätöiden edetessä paljonkin. Sopimuksista riippuen valaistuksen tarve vaihtelee, mutta usein sovitaan pääurakoitsijan hoitavan yleisvalaistuksen ja tarvittavan työpistevalaistuksen hoitavat urakoitsijat itse. Turvallisuuden vuoksi ainakin osa työmaan valoista olisi syytä palaa yötä päivää. Lisäksi akulla varustettuja valaisimia tulisi sijoittaa riittävästi työmaan kulkureiteille, jotta sähkökatkon sattuessa työmaalta voi poistua turvallisesti. Kuten kaapelointi, myös valaistus kannattaa alusta alkaen toteuttaa harkitusti, jotta töiden edetessä valaistukseen tarvitsisi tehdä mahdollisimman vähän muutoksia ja lisäyksiä.

Sisätyövaiheessa pienten laitteiden määrän kasvaessa ja jatkojohtojen lisääntyessä rakennetun sähköjärjestelmän tuntemus siirtyy avainasemaan. Viallisten laitteiden, jatkojohtojen ja mahdollisen ylikuormituksen takia pomppivat vikavirtasuojakytkimet ja

sulakkeet seisauttavat työt ja kiristää ilmapiiriä pahimmillaan pitkäksikin ajaksi, mikäli vian etsintä ja korjaaminen kestävät kauan. kuvassa 6 on esitetty työnjohtajan työkalupakkiin kätevä apuväline vian nopeaan paikantamiseen ja sitä kautta korjaamiseen.



KUVA 6. Jännitteenkoetin joka on oiva apu vikatilanteita tutkiessa (Bärholm)

3.6 Luovutus

Luovutusvaiheessa ajankohtaiseksi tulee työmaasähköjen karsiminen ja jossakin kohdalla kokonaan purkaminen. Käytettävät koneet vähenevät runsaasti ja kohteen lopullista sähköverkkoa päästään hyödyntämään ainakin joiltakin osin. Vaiheen tärkein osa työmaasähköjen kannalta on järjestelmän oikea aikainen purkaminen. Esimerkiksi alakattorunkojen yläpuolelle unohtuneet kaapelit ja valaisimet ovat erittäin vaikea joskus jopa mahdoton purkaa vahingoittamatta ympärillä olevaa mahdollisesti valmista pintaa. Varsinkin kaapeleita saattaa jäädä rakenteiden sisään tai vaikeaan paikkaan niin,

ettei niitä pystytä alkuperäisessä kunnossa tai hajottamatta purkamaan. Tässä vaiheessa myös kuvassa 6 esitetty jännitteenkoetin ei ole yhtä hyödyllinen, kun lopullista verkkoa hyödynnetään. Mahdollisissa vikatilanteissa on syytä ottaa yhteyttä työmaan sähköurakoitsijaan.

4 KUSTANNUKSET

4.1 Oma kalusto

YIT Kalusto Oy on YIT Oyj:n 100% omistama tytäryhtiö. YIT Kalusto Oy:n tehtävänä on ylläpitää ja kehittää laadullisesti ja hinnallisesti kilpailukykyisiä kalustopalveluja. Kalusto hankkii ja hoitaa keskitetysti YIT-konsernin Suomessa ja projektien kaluston. Kalustoa vuokrataan jokaisen työmaan tarpeiden mukaan, lisäksi palvelu kattaa esimerkiksi työmaatilojen suunnittelua ja pystytystä sekä työmaasähköistyksen suunnittelun ja asennuksen.

Vuokraamoiden kanssa 5 päiväinen työviikko ei ole itsestäänselvyys, vaan vuokrat saattavat juosta myös viikonloppuisin jolloin työmaalla ei välttämättä olla töissä. Hinnan lisäksi vertaillut vuokraamot tarjoavat hyvin samankaltaisia palveluita. Mahdolliset ongelmatilanteet ja jopa riidat on helpompi sopia osapuolten kanssa jotka ajattelevat saman yrityksen etua, kuin rakennusliike vastaan vuokraamo jotka molemmat pyrkivät maksimoimaan oman etunsa. Tämän kaltaiset tapaukset harvoin näkyvät rahaliikenteenä kumpaankaan suuntaan, mutta asioiden selvittäminen ja yhteisen sävelen löytäminen syövät paljon molempien osapuolten aikaa joka pahimmillaan voi viivästyttää työmaan aikataulua.

Työmaan näkökulmasta tarkasteltuna kalustovuokraamot ovat erittäin käteviä, joskin kalustovarikkojen sijainnit voivat aiheuttaa enemmän logistista suunnittelua ja ennakoitua rahdeista aiheutuvien kustannusten takia. Työmaan läheisyydessä sijaitsevat vuokraamot ovat kullanarvoisia hätätapauksissa esimerkiksi kaluston hajotessa tai muun yllättävän täydennystarpeen ilmetessä. Vuokraamopalveluihin enemmän nojautessa työmaalle tulee enemmän työnjohdolle hallinnoitavia osia. Kaluston mitoitus pitäisi olla tarkkaan mietittyä tuntuvien kustannusten takia, ostopalveluiden laatu ja näkemykset sovitusta asioista vaihtelevat joka aiheuttaa molemmille osapuolille lisää työtä. Yhteenvedona päättelen YIT Oyj:n järjestelyiden olevan erittäin toimivia.

4.2 Sähkön kustannukset

Vuodenajalla saattaa olla suuri vaikutus työmaalla tarvittavaan sähkötehon määrään. Työmaan ihanteellinen aloitusajankohta olisi keväisin jolloin perustus- ja runkotyöt kyettäisiin tekemään työtä ja energiaa säästäen. Keväällä aloitetun työn etuina on vähäisempi valaistuksen ja esimerkiksi suurmuottien lämmityksen tarve.

Esimerkkikohde As Oy Porin Sirius käynnistyi loppuvuodesta 2017. Jo perustusvaiheesta lähtien oli satsattava riittävään valaistukseen, valuja oli suojattava routamatolla ja olosuhteet varmistettiin tarpeen mukaan vielä sähkölämmittimin. Runkovaiheen alkaessa suurmuottien lämmityksen toimivuus ja sähkön riittäminen olivat avainasemassa paikalla valettavien seinien onnistumiseksi.

YIT Oyj:n sisäisestä materiaalista löytyy käytössä oleva kalusto ja niistä aiheutuvat kustannukset. Torninosturissa olleet yhteensä seitsemän valonheitintä yllättivät kustannuksillaan. Valoista neljää kyettiin ohjaamaan palamaan vain työpäivän aikana, mutta puomissa olleet kolme valaisinta oli kytketty hankalaan paikkaan, jonka takia ne paloivat usein ympäri vuorokauden. Pihalla olleet valomastot sekä myöhemmin sisällä käytetyt led-valaisimet osoittautuivat onnistuneiksi hankinnoiksi niin käyttöä kuin sähkönkulutusta ajatellen.

Rakentamisen ajankohdasta johtuen lämmittämiseen kului runsaasti sähköenergiaa. Suurmuottien lämmitys oli suuri ja pakollinen sähkötehon kuluttaja josta ei ollut varaa tinkiä. Talon ensimmäisen kerroksen valmistuttua ilmeni tarve muutamaksi päiväksi tilapäiselle lämmitykselle ennen kaukolämpökeskuksen valmistumista. Päädyimme kokeilemaan sähkölämmitystä, kerroksen tilavuus oli noin 900 m³ ja mitoitin optimistisesti tehontarpeeksi 30 kW. Arvion kyseisen järjestelmän jo muutaman päivän käytön suhteellisen kalliiksi, lämpövuodoista johtuen sisälle ei saatu lämmintä kuin muutama aste. Järjestelmän hyötysuhde hintaan nähden oli jäämässä heikoksi, joten vaihdomme sähköpuhaltimien tilalle öljylämmittimen. Öljylämmittimien ja sähköpuhaltimien yhdistelmä osoittautui toimivaksi tilapäisratkaisuksi, kunnes kaukolämpöjärjestelmä saatiin toimimaan.

Sähkön hinta luonnollisesti vaihtelee alueittain. Vertasin karkeasti työmaasähkön hintaa Porissa ja Turussa (hinnastot tilapäissähkölle liite 1 ja 2). Pori Energia on n 23% halvempi perusmaksu, ja n 49% pienempi energiamaksu. Hinnoitteluperiaate on käytännössä sama, luonnollisesti isommissa kaupungissa on isommat hinnat. Vastaavan mestarin aiempaa kohdetta ja nykyistä esimerkkikohdetta vertaillen huomaisimme myös sähkön hinnoittelun muuttuvan oleellisesti siirryttäessä työmaasähköstä käyttämään lopullista verkkoa. Hintoja vertaillen kilowattitunti hinnassa tulee huomioida kaikki laskulla olevat kulut, lisätä sähkön myyntihinta, ja huomioida erikseen perusmaksu. Näin on mahdollista määrittää työmaan todellinen sähkön hinta €/kwh, johon usein jonkin verran vaikuttaa perusmaksun koko.

Sähkölaskussa esiintyy myös loisteho, jota pääsääntöisesti yksityisasiakkaat eivät maksa, mutta yritysasiakkaat maksavat. Esimerkiksi Pori Energia veloittaa loistehomaksua 3,88 €/kvar/kk (liite 1). Sähköyhtiö Helen on avannut loistehoa terminä asiakkailleen seuraavasti: ”Sähköverkossa kulkee kahdenlaista sähköä, pätötehoa ja loistehoa. Pätötehoksi kutsutaan sähköä, jolla moottorit saadaan pyörimään ja lämmittimet kuumenemaan. Loisteho puolestaan vain värähtelee edestakaisin sähkölaitteen ja siirtoverkon välillä, se ei varsinaisesti tee mitään. Loistehon siirtäminen kuormittaa siirtojohtoja ja lisää sähköverkon häviöitä.” (www – sivut helensahkoverkko.fi)

Rakennustyömaalla kuluu runsaasti energiaa, joka näkyy suurina sähkölaskuina ja talvisin vielä suurempina. Rakennuksen suhteellisten pientenkin osien lämmittäminen tai kuivaaminen sähköllä on yllättävän kallista. Ostetun sähköenergian tuhlaamista välttämällä voi säästää suurenkin summan työmaan kassaan. Työnjohdon ratkaisuilla ja ennen kaikkea asenteella on suuri merkitys työmaan sähköenergian kulutukseen. Työmaalle optimaalisen järjestelmän ja kaluston suunnittelu on suuri työ, mutta onnistuneet suunnitelmat ja ratkaisut sekä toteutus näkyvät parhaimmillaan jouhevasti toimivana työmaasähköjärjestelmänä, energiatehokkaana työmaana ja matalimpina mahdollisina kustannuksina.

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia ja tuoda esille vihjeitä ja työkaluja työnjohdon käyttöön työmaasähkön osalta. Teoriaa hyödyntäen työssä rakennettuja työkaluja kehitettiin käytännössä esimerkkikohde As Oy Porin Siriuksen työmaasähköistystä suunniteltaessa ja toteutettaessa. Lisäksi työssä vertaillaan kaluston ja sähkön hintoja sekä arvioidaan joidenkin laitteiden käytössä aiheuttamia kustannuksia. Yllä mainittujen työkalujen avulla on mahdollista tehdä onnistuneita ratkaisuja, hankintoja ja päätöksiä, joilla edesautetaan työmaan toimivuutta ja energiatehokkuutta.

Työssä ensin teoreettisesti esitetyt toimintatavat pystyttiin pääsääntöisesti toteamaan toimiviksi toimintatavoiksi esimerkkityömaan avulla. Oli mielenkiintoista ja palkitsevaa ensin seurata ja sitten huomata suunnitelmien ratkaisujen toimivan myös käytännössä. Lisäksi kustannusten tutkiminen oli erittäin silmiä avaava kokemus, ja niiden liittäminen osaksi työmaasähköistystä suunnitellessa toimivuuden ja energiatehokkuuden lisäksi oli erittäin järkevää.

Työssä esitetyjä toimintatapamalleja voi hyödyntää myös myöhemmillä työmailla, sekä skaalata hyödynnettäviksi myös suuremmilla työmailla. Työ on onnistunut, mikäli työmaan johtoporras hyödyntää sitä työmaasähköistystä suunniteltaessa, rakentaessa ja ylläpidettäessä.

LÄHTEET

Cramo www-sivut. 2018. Vuokraushinnasto Viitattu 25.2.2018
<https://www.cramo.com/globalassets/cramo-finland/dokumentit/cramo-vuokraushinnasto.pdf>

Cramo www-sivut. 2018. Vuokraushinnasto Viitattu 13.12.2017
<https://www.cramo.com/fi-FI/palvelut/sahko-ja-valo/>

Finlex www-sivut. 2017. Sähköturvallisuuslaki Viitattu 12.12.2017 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161135>

Finlex www-sivut. 2017. Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköalan töistä Viitattu 12.12.2017 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1996/19960516>

Finlex www-sivut. 2017. Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta Viitattu 12.12.2017 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>

Helen www-sivut. 2018. Loistehon hinnoittelun muutos. Viitattu 1.3.2018
<https://www.helensahkoverkko.fi/uutiset/2016/loistehon-hinnoitteluun-muutos/>

Ramirent www-sivut. 2018. Sähköistyskalusto Viitattu 13.12.2017 <http://tuotteet.ramirent.fi/catalog/1582>

RATU 02-3037. Työmaan sähköistys. 1.6.2003. Helsinki: Rakennustieto.

Renta www-sivut. 2018. Vuokraushinnasto 2017 Viitattu 13.12.
https://www.renta.fi/media/filer_public/d9/2d/d92d1240-45de-4eed-bc77-2cfd2e41ab91/vuokraushinnasto_06062017.pdf

Simola, A. 5/2009. Rakennustyömaan sähköistyksen turvallisuus

Skanska www-sivut. 2018. Vuokrahinnat Viitattu 13.12.2017 <https://skanskakonevuokraus.fi/>

Suomen standardisoimisliitto SFS. (2017). SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus. Helsinki, Suomi. Viitattu 12.12.2017

Sähköala www-sivut. 2017. Mitä sähköitä saa tehdä itse? Viitattu 12.12.2017
http://www.sahkoala.fi/koti/sahkoturvallisuus/fi_FI/mita_sahkotoita/

Sähköala www-sivut. 2017. Vikavirtasuojaus tuli pakolliseksi vuonna 2008. Viitattu 12.12.2017 http://www.sahkoala.fi/koti/sahkoturvallisuus/fi_FI/vikavirtasuojaus_pakolliseksi/

Siirtohinnot - tilapäissiirto

1.8.2017 alkaen



0,4 kV PIENJÄNNITELAPÄISSIIRTO

Perusmaksu/kk

| | Alv 0 % | Alv 24 % |
|--------------------|--------------|--------------|
| Pääsulake | | |
| 1 x 35 A | 8,32 €/kk | 10,32 €/kk |
| 3 x 25 A | 15,56 €/kk | 19,29 €/kk |
| 3 x 35 A | 21,78 €/kk | 27,01 €/kk |
| 3 x 63 A | 40,48 €/kk | 50,20 €/kk |
| 3 x 100 A | 78,48 €/kk | 97,32 €/kk |
| 3 x 125 A | 117,68 €/kk | 145,92 €/kk |
| Siirtomaksu | 2,23 snt/kWh | 2,77 snt/kWh |

0,4 kV PIENJÄNNITELAPÄISSIIRTO, YLI 3x125 A

| | Alv 0 % | Alv 24 % |
|----------------------|----------------|----------------|
| Perusmaksu | 560,24 €/kk | 694,70 €/kk |
| Tehomaksu | 3,27 €/kW/kk | 4,05 €/kW/kk |
| Loistehomaksu | 3,88 €/kvar/kk | 4,81 €/kvar/kk |
| siirtomaksu | 0,93 snt/kWh | 1,15 snt/kWh |

20 kV KESKJÄNNITELAPÄISSIIRTO

| | Alv 0 % | Alv 24 % |
|----------------------|----------------|----------------|
| Perusmaksu | 466,86 €/kk | 578,91 €/kk |
| * Tehomaksu | 3,96 €/kVA/kk | 4,91 €/kVA/kk |
| Loistehomaksu | 3,88 €/kvar/kk | 4,81 €/kvar/kk |
| Siirtomaksu | 0,76 snt/kWh | 0,94 snt/kWh |

Siirtohintoihin lisätään verkkoyhtiön perimää sähköveroa

Veroluokka 1 2,79372 snt/kWh sis. alv. 24 %
Veroluokka 2 0,87172 snt/kWh sis. alv. 24 %

Tilapäissiirto on tarkoitettu vain väliaikaiseen sähkönkäyttöön (tilapäiset sähköilittymät, työmaat).

Tilapäisilittymän/keskuksen kytkentä, mittarointi ja erottaminen veloitetaan palveluhinnaston mukaisesti.

Tehomaksussa laskutustehona käytetään talviukuukausien (1.11.–31.3.) aikana mitattujen kahden suurimman kuukausittaisen pätötehon tuntitehon keskiarvoa. 20 kV keskijännitetilapäissiirroissa laskutustehona käytetään liittyjän muuntajien yhteensä laskettua tehoa.

Loistehon otto verkosta laskutetaan ilmaisrajan ylittävältä osalta. Ilmaisraja on 30 prosenttia kuukauden suurimmasta pätötehon tuntitehosta. Loistehon syöttö verkkoon laskutetaan ilmaisrajan ylittävältä osalta. Ilmaisraja on 5 prosenttia suurimmasta pätötehon tuntitehosta.

TURKU ENERGIA SÄHKÖVERKOT OY VERKKOPALVELUHINNASTO 1.4.2017

YLEISSIIIRTO

| perusmaksu euro/kk | alv. 0 | alv. 24% |
|----------------------|--------|----------|
| 1x10 A ... 3x25 A | 4,77 | 5,91 |
| 3x35 A | 8,95 | 11,10 |
| 3x50 A | 15,96 | 19,79 |
| 3x63 A | 22,07 | 27,37 |
| 3x80 A | 30,12 | 37,35 |
| 3x100 A | 39,52 | 49,00 |
| 3x125 A | 51,30 | 63,61 |
| 3x160 A | 67,70 | 83,95 |
| energiamaksu snt/kWh | 1,96 | 2,43 |

Uusissa sopimuksissa yleissiirron maksimisulakekoko on 3x160 A.

YÖSIIIRTO

| perusmaksu euro/kk | alv. 0 | alv. 24% |
|----------------------------|--------|----------|
| 1x10 A ... 3x25 A | 12,86 | 15,95 |
| 3x35 A | 18,78 | 23,29 |
| 3x50 A | 27,65 | 34,29 |
| 3x63 A | 35,33 | 43,81 |
| 3x80 A | 45,39 | 56,28 |
| 3x100 A | 57,21 | 70,94 |
| 3x125 A | 72,00 | 89,28 |
| 3x160 A | 92,70 | 114,95 |
| energiamaksu päivä snt/kWh | 1,92 | 2,38 |
| energiamaksu yö snt/kWh | 0,92 | 1,14 |

Uusissa sopimuksissa yösiirron maksimisulakekoko on 3x160 A.

KAUSISIIIRTO

| perusmaksu euro/kk | alv. 0 | alv. 24% |
|------------------------------------|--------|----------|
| energiamaksu talvialkuperä snt/kWh | 4,12 | 5,11 |
| energiamaksu muu aika snt/kWh | 1,64 | 2,03 |

Uusissa sopimuksissa kausisiirron maksimisulakekoko on 3x160 A.

TEHOSIIIRTO PJ

| perusmaksu euro/kk | alv. 0 | alv. 24% |
|------------------------|--------|----------|
| perusmaksu euro/kk | 95,10 | 117,92 |
| päätoteho euro/kW, kk | 2,28 | 2,83 |
| loisteho euro/kvar, kk | 1,52 | 1,88 |
| energiamaksu snt/kWh | 0,94 | 1,17 |

KESKJÄNNITESIIIRTO (10/20kV)

| perusmaksu kultakin liittämiskohdalta euro/kk | alv. 0 | alv. 24% |
|---|--------|----------|
| perusmaksu kultakin liittämiskohdalta euro/kk | 492,00 | 610,08 |
| päätoteho euro/kW, kk | 1,46 | 1,81 |
| loisteho euro/kvar, kk | 1,52 | 1,88 |
| energiamaksu snt/kWh | 0,84 | 1,04 |

ALUEVERKKOSIIIRTO (110 kV)

| perusmaksu euro/kk | alv. 0 | alv. 24% |
|-------------------------------------|--------|----------|
| perusmaksu euro/kk | 710,00 | 880,40 |
| loisteho euro/kvar, kk | 1,40 | 1,74 |
| energiamaksu talvialkuperä euro/MWh | 10,82 | 13,42 |
| energiamaksu muu aika euro/MWh | 4,94 | 6,13 |

TILAPÄISSÄHKÖT

| TILAPÄISSÄHKÖ PJ | alv. 0 | alv. 24% |
|---|--------|----------|
| perusmaksu yleissiirron perusmaksu kaksinkertaisena | | |
| energiamaksu snt/kWh | 4,36 | 5,41 |
| TILAPÄISSÄHKÖ KJ | | |
| perusmaksu euro/kk | 720,00 | 892,80 |
| energiamaksu snt/kWh | 1,80 | 2,23 |

SÄHKÖVERO (sisältää huoltovarmuusmaksun)

| Sähkövero 1.1.2015 | alv. 0 | alv. 24% |
|-----------------------|---------|----------|
| veroluokka I snt/kWh | 2,25300 | 2,79372 |
| veroluokka II snt/kWh | 0,70300 | 0,87172 |

Hinnastossa esitetyt kokonaishinnat on ilmoitettu ilman valtion perimää sähköveroja. Sähkölaskulla laskutetaan lisäksi kulloinkin voimassa olevat sähköverot.

Veroluokkaan II ovat oikeutettuja teollisuus, konesalit sekä ammattimainen kasvihuoneviljely. Lisätietoja sähköveroista saa Turku Energian asiakaspalvelusta sekä Tullista.

KÄYTTÄMÄTTÖMÄN LIITTYMÄN YLLÄPITO

| PIENJÄNNITELIITTYMÄ | alv. 0 | alv. 24% |
|-----------------------|--------|----------|
| ylläpitomaksu euro/kk | | |
| 1x10 A ... 3x25 A | 2,39 | 2,96 |
| 3x35 A | 4,47 | 5,54 |
| 3x50 A | 7,98 | 9,90 |
| 3x63 A | 11,03 | 13,68 |
| 3x80 A | 15,06 | 18,67 |
| 3x100 A | 19,76 | 24,50 |
| 3x125 A | 25,65 | 31,81 |
| 3x160 A | 33,85 | 41,97 |
| 3x200 A | 44,27 | 54,89 |
| 3x250 A | 55,34 | 68,62 |
| 3x315 A | 69,73 | 86,47 |
| 3x400 A ja yli | 88,54 | 109,79 |

| KESKJÄNNITELIITTYMÄ | alv. 0 | alv. 24% |
|-----------------------|--------|----------|
| ylläpitomaksu euro/kk | 246,00 | 305,04 |

Liittyjä voi ylläpitää liittymissopimuksen mukaista liittymää ilman voimassa olevaa verkkopalvelusopimusta maksamalla liittymän ylläpidosta.

