

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikka
Matti Hirvonen

**Opinnäytetyö
(julkinen osuus)**

Sähköverkon rakentamisyksiköiden laskenta ja kustannusten jakautuminen

Työn ohjaaja
Työn tilaaja

Tampere 2/2009

Yliopettaja Väinö Bergman
Tampereen Sähköverkko Oy,
valvojana rakennuttaja Pentti Sahinoja

Hirvonen, Matti

Sähköverkon rakentamisyksiköiden laskenta ja kustannusten jakautuminen

39 sivua + 3 liitesivua

Helmikuu 2009

Työn ohjaaja

Yliopettaja Väinö Bergman

Työn tilaaja

Tampereen Sähköverkko Oy, valvojana Pentti Sahinoja

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön teettäjä oli Tampereen Sähköverkko Oy ja tavoitteena oli laskea toteutuneiden rakentamiskokonaisuuksien hinnat, joita käytetään apuna mm. kun arvioidaan tulevien verkostotöiden kustannuksia.

Työssä perehdyttiin vuoden 2008 verkostotöihin, jotka jaettiin erilaisiin työtyyppeihin. Verkostotöiden kustannustiedot saatiin HeadPower – verkkoporttaalista. Rakentamisyksikkötiedoista muodostettiin suurempia kokonaisuuksia. Laskelmat tehtiin Microsoft Excel – taulukkolaskenta ohjelmalla.

Laskelmien perusteella selvitettiin kuinka kustannukset muodostuvat erityyppisissä töissä. Samalla laskettiin rakentamiskokonaisuuksille yksikköhinnat. Yksikköhintoja pystyttiin myös vertailemaan Energiamarkkinaviraston vastaaviin yksikköhintoihin. Tampereen Sähköverkko Oy:n yksikköhinnat ja niiden ja Energiamarkkinaviraston yksikköhintojen välinen suhde on luottamuksellista tietoa, samoin kuin yksittäisten verkostotöiden kustannustiedot. Nämä tiedot on esitetty erillisessä luottamuksellisessa osassa.

Laskettuja yksikköhintoja voidaan käyttää hyväksi uusien investointeja suunniteltaessa. PAS – verkon rakentamisen yhteydessä on tähän asti asennettu jokaiselle pylvälle valokaarisuoja joiden osuus kokonaiskustannuksista osoittautui suureksi. Tämä huomio herätti yhtiössä keskustelua ja yhtiössä päätettiin tutkia vaihtoehtoisia toimintatapoja.

TAMK University of Applied Sciences
Electrical engineering, Electrical power engineering

Hirvonen, Matti

Counting of building unit of power-distribution network and formation of expense

39 pages + 3 appendices

February 2009

Thesis supervisor Väinö Bergman

Co-operating Company Tampereen Sähköverkko Ltd., supervisor Pentti Sahinoja

ABSTRACT

This report contains an analysis of how the building of power-distribution network was expense formation. It analyses the 2008 power-distribution network tasks. Those tasks divide into different sorts of task. Facts about expenditure can be found at HeadPower web-portal.

The building units of HeadPower I would plan to have bigger units. Using calculations it could be defined how the expense was formed for different tasks, as could the calculated unit price. The unit price can use for computing, the costs of the new investment. These also compare to unit price of the Energy Market Authority. The unit price and comparability of unit price of Tampereen Sähköverkko and unit price of Energy Market Authority are confidential data.

PAS –network building in contact, was an installation of a power arc device to every pylon, these transpired to be costly. This provoked interaction within the company and started a search for a discretionary different method.

Keywords

Building unit, builder of power-distribution network,
formation of expense

Alkusanat

Työskentelin Tampereen Sähköverkon palveluksessa toukokuun alusta lokakuun loppuun ja samalla suoritin tutkintooni liittyvää työharjoittelua. Työsuhteeni aikana tuli puhetta, että tekisin syksyn ja talven aikana opinnäytetyöni yhtiölle. Esimiehenäni toiminut Pentti Sahinoja ehdotti minulle tätä työnaihetta ja päätin tarttua tilaisuuteen.

Sain työskennellä opinnäytetyöni parissa varsin itsenäisesti yhtiön tiloissa, josta minulle annettiin oma työtila. Sain aina apua ja neuvoja työn tekemiseen, kun ilmaantui kysymyksiä tai ongelmia. Haluankin kiittää Tampereen Sähköverkko Oy:n rakennuttajatiimiä, jonka jäsenet ovat jaksaneet vastata kysymyksiini sekä kaikkia muita, jotka ovat auttaneet minua tämän työn tekemisessä. Erityiskiitos kuuluu opinnäytetyöni valvojalle Pentti Sahinolle, joka on osallistunut aktiivisesti tämän työn ohjaamiseen.

Lisäksi haluan kiittää ystäviäni Liesbeth Blanken ja Emily Bodin jotka auttoivat minua englanninkielisen tiivistelmän tekemisessä.

Tampereella 23.2.2009

Matti Hirvonen

Sisällysluettelo

| | |
|---|----|
| 1 Johdanto | 8 |
| 1.1 Tampereen Sähköverkko Oy | 8 |
| 1.2 Työn tavoitteet ja työn eteneminen | 9 |
| 2 Sähköverkon kokonaisuusyksiköt | 11 |
| 3 Katusaneerauskohteet..... | 14 |
| 4 Kaapelointi | 16 |
| 4.1 Pj-kaapelointityöt | 16 |
| 4.2 Kj-kaapelointityöt | 17 |
| 4.3 Täydennysrakentaminen | 18 |
| 5 Ilmajohtoverkko | 19 |
| 5.1 AMKA -verkkotyöt..... | 19 |
| 5.2 PAS 95 -verkkotyöt..... | 20 |
| 5.3 Yhteiskäyttölinjat | 21 |
| 6 Muuntamot | 22 |
| 6.1 Pylväsmuuntamon rakentamisyksiköt ja kustannukset..... | 22 |
| 6.2 Puistomuuntamon rakentamisyksiköt ja kustannukset..... | 23 |
| 6.3 Kiinteistömuuntamot..... | 25 |
| 7 Liittymät..... | 27 |
| 7.1 Pieniliittymä | 27 |
| 7.2 Isoliittymä | 28 |
| 7.3 Liittymät ilmajohtoverkossa..... | 28 |
| 7.4 Liittymän muutokset | 29 |
| 7.5 Työmaasähkö | 30 |
| 8 Suurimmat verkostotyöt vuonna 2008 | 31 |
| 8.1 Kalevan sähköasema | 31 |
| 8.2 Haukiluoman täydennysrakentaminen | 32 |
| 8.3 Juvelankatu..... | 33 |
| 8.4 Sileesuonkatu | 34 |
| 8.5 Hämeenpuisto..... | 34 |
| 8.6 Pyynikintori..... | 35 |
| 8.7 Itäniementien pj- ja kj-ilmajohtoverkon saneeraus | 36 |
| 8.8 Päiväjärventien ilmajohtosaneeraus | 36 |
| 9 Yhteenveto | 38 |
| Lähteet..... | 39 |

Liitteet

Liite 1: Head Power Verkoston rakentamisyksiköt 31020t

Liite 2: Head Power Verkoston rakentamisyksiköt 32120t

Liite 3: Head Power Verkoston rakentamisyksiköt 32310t

Lyhenteet ja sanasto

| | |
|-------------|---|
| Pj | Pienjännite, 400 V |
| Kj | Keskijännite, 20 kV |
| HeadPower | Työn ohjausporttaali, jota käytetään tilaajan ja urakoitsijan välisen töiden ohjaukseen, tilauksiin ja valvontaan. |
| PARK | Elkamo Oy:n valmistama ulkoa hoidettava, osittain maahan upotettu suurjännitekojeistolla varustettu puistomuuntamo. |
| PARK MINI | Samanlainen muuntamo kuin PARK, mutta pienempi. Vastaa Energiamarkkinaviraston satelliittimuuntamo. |
| Johtolaitos | Yritys tai liikelaitos, joka omistaa kaapeleita tai ilmajohtoa. Tampereen seudulla lähinnä Tampereen Sähköverkko Oy, Elisa Oyj ja Telia Sonera Finland Oyj. |

1 Johdanto

1.1 Tampereen Sähköverkko Oy

Tampereen Sähkölaitos on vuonna 1888 Tampereen ydinkeskustaan, Tammerkosken rannalle perustettu, Tampereen kaupungin omistama energia-alalla toimiva yhtiö. Tampereen Sähkölaitos toimittaa sähköä, kaukolämpöä ja maakaasua yksityis- ja yritysasiakkaille pääasiassa Pirkanmaalla.

Tampereen Sähkölaitos tuottaa energiaa mm. Naistenlahden ja Lielahden voimalaitoksilla ympäristövastuullisesti sähkön ja lämmön yhteistuotantona sekä tarjoaa monipuoliset energiapalvelut asiakkaiden tarpeisiin nykyaikaisesti ja luotettavasti kestävästä kehitystä arvostaen.

Osia Tampereen Sähkölaitoksesta yhtiöitettiin 1.7.2005 sähkömarkkinalain edellytysten mukaisesti. Sähkölaitoksesta ja yhtiöistä muodostettiin Tampereen kaupungin energialiiketoiminnot. Tampereen Sähkölaitoksen loputkin yksiköt yhtiöitettiin 1.1.2009.

Tampereen Sähköverkko Oy toimii 1.7.2005 tapahtuneen yhtiöittämisen jälkeen jakeluverkon haltijana Tampereen Sähkölaitoksen entisellä jakelualueella Pirkanmaalla. Yhtiön vastuulla on jakelualueen sähkön siirto sekä sähköverkon suunnittelu, rakennuttaminen ja käyttö. Yhtiö palvelee mm. sähköurakoitsijoita sähköliittymien sekä liityntä- ja mittarointi-ilmoitusten tekemisessä. (Tampereen Sähkölaitos a, 2008)

Tampereen Sähköverkko Oy:n tunnuslukuja vuosilta 2006 ja 2007 on esitelty taulukossa 1. (Tarja Heikkilä 2008)

Taulukko 1: Tampereen Sähköverkko Oy:n tunnuslukuja vuosilta 2006 ja 2007

| TUNNUSLUKUJA | 2006 | 2007 |
|---|---------|---------|
| Liikevaihto (milj. euroa) | 31,8 | 32,5 |
| Sähkönsiirto (GWh) | 1966 | 1951 |
| Siirtoasiakkaiden-määrä(kpl) | 122 861 | 123 445 |
| Suurin keskituntiteho (MW) | 349,4 | 350,6 |
| Sähkönjakeluverkon pituus (km) | 3 499 | 3 523 |
| Jakelukeskeytyks (h/asiakas) | 0,26 | 0,17 |
| Sähkönjakelun häiriö keskeytysten määrä (kpl) | 65 | 47 |
| Työntekijöitä | 51 | 53 |

1.2 Työn tavoitteet ja työn eteneminen

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laskea toteutuneiden sähköverkon rakentamiskustannuksia. Laskelmien perusteella selvitettiin, kuinka kustannukset ovat jakautuneet erilaisten verkostotöiden välillä. Lisäksi niistä nähdään erilaisten yksiköiden keskimääräisiä kustannuksia, joita voidaan käyttää apuna kun suunnitellaan tulevien töiden aiheuttamia kustannuksia. Tuloksia voidaan myös verrata Energiamarkkinaviraston yksikköhintoihin.

Laskelmat perustuvat verkostotyökohteisiin, jotka on tehty 1.1. – 31.12.2008. Verkostotyökohteet on Tampereen Sähköverkon rakennuttamia ja urakoitsijana on ollut Tampereen Vera. Lisäksi laskelmiin on otettu huomioon Soneran kanssa tehdyt yhteiskaivut, Killin Kaivin Oy:n tekemät kaivu- ja putkitustyöt sekä Tampereen Kaupungin maanrakennusyksikön veloittamat putkitushinnat, katuluvat sekä kadunkorjauskustannukset. Laskelmien lähteenä käytetyt tiedot ovat salaisia eikä niitä voi luovuttaa kolmannelle osapuolelle.

Tampereen Sähköverkko tilaa urakoitsijoilta HeadPower –verkkoporttaalin kautta sähköverkon rakentamistöitä. Tilaukset tehdään rakentamisyksiköiden perusteella, jotka pitävät sisällään sekä materiaalin ja työn. Rakentamisyksiköitä on yhteensä käytössä 215 kpl. Näistä rakentamisyksiköistä on muodostettu tässä työssä suurempia kokonaisuuksia, jotka esitellään luvussa 2.

Analysoitavaa materiaalia oli yhteensä noin 300 A4-arkia sisältäen yhteensä noin 800 verkostotyötä, lisäksi työn yhteydessä piti perehtyä putkitus- ja kaapelointisuunnitelmiin. Laskelmat suoritettiin Microsoft Excel – taulukkolaskentaohjelmalla. Lopullinen Excel-tiedosto sisälsi 33 välilehteä ja suurin taulukko oli kooltaan 44x110 solua. Koska Excel-tilukko pohjautuu täysin jo edellä mainittuihin salaisiin tietoihin, ei taulukkoa tai osia siitä voida julkaista tämän opinnäytetyön yhteydessä.

Laskelmia tehdessä kustannukset jaettiin erilaisiin kokonaisuuksiin, jotka muodostuivat useammasta HeadPowerin rakentamisyksiköstä. Kokonaisuudet muodostettiin pitkälle Energiategollisuus ry:n julkaiseman verkostosuositus: Verkostotöiden kustannusluettelo KA 2:06:n pohjalta.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään ensisijaisesti erilaisten verkostotöiden kustannusten jakautumiseen. Opinnäytetyöhön liittyvä luottamuksellinen osa (liite 4) sisältää tässä esitettyjen tietojen lisäksi laskelmien perusteella saadut keskimääräiset yksikköhinnat, joiden avulla voidaan arvioida uusien verkostotyökohteiden kustannuksia. Lisäksi siinä esitetään vertailu Tampereen Sähköverkko Oy:n ja Energiamarkkinaviraston yksikköhintojen välillä.

2 Sähköverkon kokonaisyksiköt

HeadPowerin rakentamisyksiköistä on muodostettu seuraavat kokonaisyksiköt, joihin tässä työssä viitataan. Nämä yksiköt sisältävät materiaalin ja työn.

Pj-maakaapelointi 25 sisältää seuraavat rakentamisyksiköt:

- Pj-maakaapelin A25 asennus putkeen tai kaapelihyllylle
- Pj-maakaapelin A25 putkeen tai kaapelihyllylle veto
- Pj-maakaapelin kytkentä $4 \times 16 - 4 \times 70 \text{ mm}^2$
- Pj-maakaapelijatkon $4 \times 16 - 4 \times 70 \text{ mm}^2$ asentaminen

Pj-maakaapelointi 25:een on saattanut kuulua myös muita rakentamisyksiköitä, kuten työn perustaminen, asentajatunti ja vapaamuotoisia yksiköitä.

Pj-maakaapelointi 185 sisältää seuraavat rakentamisyksiköt:

- Pj-maakaapelin A95 asennus putkeen tai kaapelihyllylle
- Pj-maakaapelin A95 putkeen tai kaapelihyllylle veto
- Pj-maakaapelin A185 asennus putkeen tai kaapelihyllylle
- Pj-maakaapelin A185 putkeen tai kaapelihyllylle veto
- Pj-maakaapelijatkon $4 \times 95 - 4 \times 185 \text{ mm}^2$ asentaminen
- Pj-maakaapelin kytkentä $4 \times 95 - 4 \times 185 \text{ mm}^2$

Pj-maakaapelointi 185:een on saattanut kuulua myös muita rakentamisyksiköitä, kuten työn perustaminen, asentajatunti, suojakourun asentaminen, pj-maakaapelin pylväspäätteen $4 \times 95 - 4 \times 185 \text{ mm}^2$ asentaminen ja vapaamuotoisia yksiköitä.

Pj-maakaapelointi 300 sisältää seuraavat rakentamisyksiköt:

- Pj-maakaapelin A300 asennus putkeen tai kaapelihyllylle (m)
- Pj-maakaapelin A300 putkeen tai kaapelihyllylle veto (m)
- Pj-maakaapelijatkon $4 \times 240 - 4 \times 300 \text{ mm}^2$ asentaminen (kpl)
- Pj-maakaapelin kytkentä $4 \times 240 - 4 \times 300 \text{ mm}^2$ (kpl)

Pj-maakaapelointi 300:een on saattanut kuulua myös muita rakentamisyksiköitä kuten, työn perustaminen, asentajatunti, suojakourun asentaminen, pj-maakaapelin pylväspäätteen $4 \times 240 - 4 \times 300 \text{ mm}^2$ asentaminen ja vapaamuotoisia yksiköitä..

Kj-maakaapelointi 185 sisältää seuraavat rakentamisyksiköt:

- Kj-kaapelin A185 putkeen veto
- Kj-kaapelijatkon A95-300 asentaminen
- Kj-kaapelin sisäpäänteen A95-300 asentaminen
- Kj-kaapelin pylväspäänteen A95-300 asentaminen
- Kj-kaapelin kulmapistokepäänteen A90-300 asentaminen
- Kaapelijatko W185/APY185

Kj-maakaapelointi 185:een on saattanut kuulua myös muita rakentamisyksiköitä kuten, työnperustaminen, asentajatunti, suojakourun asentaminen, materiaallinen kuljetus ja va-paamuotoisia yksiköitä.

Pj-pylväät -kokonaisuuteen kuuluvat seuraavat rakentamisyksiköt:

- AMKA –kannatusrakenteen asentaminen
- AMKA –kulmarakenteen asentaminen
- AMKA –pääterakenteen asentaminen
- Puupylvään luokka 2, enintään 14 m pystytys
- Puupylvään luokka 3 ja 4, enintään 12 m pystytys
- Puupylvään luokka 3 ja 4, yli 12m pystytys
- A-pylvään tai kevyen A-pylvään asennus
- A-pylvään tai kevyen A-pylvään rakentaminen
- Tukipylvään asennus
- Raskaan tukipylvään asennus
- Kallioperusteisen pylvään rakentaminen
- Kalliotukirakenteen asentaminen
- Haruksen 1x25, haruslaatan HL43 ja laattasilmuksen asentaminen
- Haruksen 2x25, haruslaatan HL60 ja laattasilmuksen asentaminen
- Haruksen 1x25 kalliosilmuksella asentaminen
- Haruksen 1x25 jatkosilmuksella asentaminen
- Haruseristimen asennus

Kj-pylväät -kokonaisuuteen kuuluvat seuraavat rakentamisyksiköt:

- Kj-kannatusrakenteen (avojohto tai PAS) asentaminen
- Kj-kulmarakenteen I- tai II pylväs (avojohto tai PAS) asentaminen
- Kj-kulmarakenteen I- tai II- pylväs (avojohto tai PAS) asentaminen
- Kj-pääterakenteen I- tai II pylväs (avojohto tai PAS) asentaminen
- Kj-pääterakenteen I- tai II- pylväs (avojohto tai PAS) asentaminen
- Kj-kiristysrakenteen I- tai II pylväs (avojohto tai PAS) asentaminen
- Kj-kiristysrakenteen I- tai II- pylväs (avojohto tai PAS) asentaminen
- Puupylvään luokka 2, enintään 14 m pystytys
- Puupylvään luokka 3 ja 4, enintään 12 m pystytys
- Puupylvään luokka 3 ja 4 yli 12m pystytys
- A-pylvään tai kevyen A-pylvään asennus
- A-pylvään tai kevyen A-pylvään rakentaminen
- Tukipylvään asennus
- Tukipylvään rakentaminen
- Raskaan tukipylvään asennus
- Kallioperusteisen pylvään rakentaminen
- Kalliotukirakenteen asentaminen
- Haruksen 1x25, haruslaatan HL43 ja laattasilmuksen asentaminen
- Haruksen 2x25, haruslaatan HL60 ja laattasilmuksen asentaminen
- Haruksen 1x25 kalliosilmuksen asentaminen
- Haruksen 1x25 jatkosilmuksen asentaminen

Liittymät -kokonaisuus sisältää seuraavat rakentamisyksiköt:

- Liittymisjohdon jatko ja kytkentä verkkoon
- kWh mittarin haku
- kWh mittarin vienti
- Pihakeskus asennettuna

3 Katusaneerauskohteet

Tampereen kaupunki rakentaa ja peruskorjaa katu- ja viheralueita vuosittain budjetin mukaisesti. Samassa yhteydessä uusitaan yhteiskuntarakenteita kuten vesi- ja viemäri verkostoa sekä kaapeleita. Yleensä katusaneerauskohteiden yhteydessä asennetaan myös uusia suojaputkia tulevaisuutta varten. Tämä on taloudellisesti järkevää ja samalla vähennetään asukkaiden kokemaan haittaa. Kaapelit ja suojaputket asennetaan kaupunki- ja taajama-alueella pääsääntöisesti jalkakäytävien kohdalle (Sahinoja Pentti, haastattelu 2009).

Verkkoyhtiön kustannuksista katusaneerauskohteissa *suojaputkituksen* osuus on yli puolet kokonaiskustannuksista. *Suojaputkituskokonaisuus* sisältää suojaputket, kaaret sekä niiden asentamisen. suojaputkien asentamisen yhteydessä maahan lasketaan kupariköytä laajaa maadoitusverkkoa varten. *Maadoituskuparin* osuus kokonaiskustannuksista on noin 2 %. Kustannusten jakautumista katusaneerauskohteissa on esitetty tarkemmin taulukossa 2.

Katusaneerauskohteisiin on laskettu mukaan myös yhteiskaivukohteet. Yhteiskaivulla tarkoitetaan tässä yhteydessä sellaista putkien ja kaapeleiden asennustyötä, jossa kaivukustannukset jaetaan useamman johtolaitoksen kanssa. Yhteiskaivu on kaikille johtolaitoksille taloudellisesti kannattavampaa kuin oman kaapeliojan kaivaminen. Vuonna 2008 suurimmat yhteiskaivutyöt tehtiin Telia Soneran Finland Oyj:n kanssa Amurissa ja Kalevassa. Kaivukustannuksiin on laskettu itse kaivun lisäksi myös kustannukset, jotka tulevat katuluvista sekä kadun korjauksesta.

Taulukossa 2 on esitetty, kuinka paljon erilaisia maakaapeleita ja suojaputkia on asennettu katusaneerauskohteiden yhteydessä ja mitkä niiden osuudet ovat olleet kokonaiskustannuksista. Kaapeloinneista yksikkömääräisesti eniten on käytetty *pj-maakaapelointi 25*:sta. Suurin kaapelointi kustannus muodostuu *pj-maakaapelointi 185*:sta

Taulukko 2: Katusaneerauskohteissa käytettyjen yksiköiden määrät ja kustannusten jakautuminen

| Yksikkö | Määrä | Osuus kokonais- kustannuksista |
|---------------------------|--------------|---|
| Pj-maakaapelointi 25 (m) | 6 665 | 3,62 % |
| Pj-maakaapelointi 185 (m) | 3 844 | 6,76 % |
| Pj-maakaapelointi 300 (m) | 281 | 0,67 % |
| Kj-maakaapelointi 185 (m) | 1 061 | 3,91 % |
| Suojaputki (m) | 93 154 | 52,68 % |
| Kaivu (m) | 10 918 | 22,51 % |
| Jakokaappi (kpl) | 17 | 3,14 % |
| Maadoituskupari (m) | 12 848 | 2,18 % |
| Muut | | 4,52 % |
| Yhteensä | | 100,00% |

4 Kaapelointi

4.1 Pj-kaapelointityöt

Pj-kaapelointitöissä on rakennettu uutta pj-kaapeliverkkoa, jota ei kuitenkaan ole rakennettu katusaneerauksen yhteydessä. Näissä töissä on tyypillisesti alueelle tullut uusi liittymä, jonka takia on jouduttu rakentamaan pj-kaapeli tontin rajalle. Varsinaiset liittymätyöt on käsitelty erikseen luvussa 7. Uusien kaava-alueiden takia tehdyt verkon rakentamiset on käsitelty luvussa 4.3.

Kaikki kaapelointityöt eivät ole johtuneet uudesta liittymästä, vaan kaapelointiin on voinut johtaa esimerkiksi AMKA -verkon korvaaminen maakaapelilla. Pj-kaapelointitöiden yhteydessä on rakennettu myös paljon uusia jakokaappeja, mistä koituu 16 % pj-kaapelointitöiden kokonaiskustannuksesta. *Jakokaappien* kustannuksista 53 % muodostuu jonovarokeytkimistä ja niiden asentamisesta ja 47 % muodostuu puolestaan jakokaapin pystyttämistä. Taulukossa 3 on esitetty pj-kaapelointitöiden yhteydessä käytettyjen yksiköiden osuutta kokonaiskustannuksista ja kuinka paljon kyseistä yksikköä on asennettu töiden yhteydessä. Yksiköiden sisältö on esitelty luvussa 2.

Taulukko 3: Pj-kaapelointitöissä käytettyjen yksiköiden määrät ja kustannusten jakautuminen

| Yksikkö | Määrä | Osuuskokonaiskustannuksista |
|---------------------------|-------|-----------------------------|
| Pj-maakaapelointi 25 (m) | 1 042 | 1,96 % |
| Pj-maakaapelointi 185 (m) | 6 857 | 31,17 % |
| Pj-maakaapelointi 300 (m) | 2 308 | 11,82 % |
| Kj-maakaapelointi 185 (m) | 10 | 0,20 % |
| Suojaputki (m) | 5 213 | 6,30 % |
| Kaivu (m) | 2 611 | 28,11 % |
| Jakokaappi (kpl) | 39 | 15,91 % |
| Maadoituskupari (m) | 137 | 0,15 % |
| Purku | | 1,90 % |
| Muut | | 2,47 % |
| Yhteensä | | 100,00% |

4.2 Kj-kaapelointityöt

Kj-kaapelointitöissä on rakennettu uutta kj-kaapeliverkkoa. Nämä työt liittyvät usein muuntamosaneerauksiin tai vanhan kj-kaapelin korvaamiseen uudella kaapelilla. Muuntamorakentaminen ja muuntamoiden saneeraaminen on käsitelty erikseen luvussa 6. Uusien kaava-alueiden takia tehdyt kj-kaapeliverkon rakentamiset on käsitelty luvussa 4.3.

Selvästi suurimman kustannuserän muodostaa *kj-maakaapelointi 185*. Kj-kaapelina Tampereen Sähköverkko Oy:ssä käytetään pääasiallisesti AHXAMK-W 185 kaapelia.

Kj-kaapeloinnin jälkeen suurin kuluerä on ollut *pj-maakaapelointi 185*, jota on tehty kj-kaapelointitöiden yhteydessä. Taulukossa 4 on esitetty eri yksiköiden osuudet kokonaiskustannuksista ja kuinka paljon kyseistä yksikköä on asennettu töiden yhteydessä. Yksiköiden sisältö on esitelty luvussa 2.

Taulukko 4: Kj-kaapelointitöissä käytettyjen yksiköiden määrät ja kustannusten jakautuminen

| Yksikkö | Määrä | Osuuskokonaiskustannuksista |
|---------------------------|-------|-----------------------------|
| Pj-maakaapelointi 25 (m) | 80 | 0,45 % |
| Pj-maakaapelointi 185 (m) | 1 258 | 7,55 % |
| Kj-maakaapelointi 185 (m) | 3 797 | 68,25 % |
| Suojaputki (m) | 1135 | 2,71 % |
| Kaivu (m) | 430 | 9,38 % |
| Jakokaappi (kpl) | 21 | 1,29 % |
| Maadoituskupari (m) | 1 682 | 2,73 % |
| Purku | | 1,23 % |
| Muut | | 6,42 % |
| Yhteensä | | 100,00% |

4.3 Täydennysrakentaminen

Täydennysrakentamisella tarkoitetaan tässä rakentamista alueelle, jonne on tullut uutta kaava-aluetta. Täydennysrakentamisessa tyypillisesti asennetaan suoja-putket valmiiksi tonttirajoille ja vedetään kaapeli tulevaan liittymispisteeseen. Vuonna 2008 suurin täydennysrakentamiskohde oli Haukiluomantien täydennysrakentaminen, joka on käsitelty erikseen luvussa 8.2. Haukiluomantietä lukuun ottamatta täydennysrakentamistyöt ovat olleet suhteellisen pieniä.

Suurimmat kustannukset ovat muodostuneet *suoja-putkien* asentamisesta sekä *kaivutöistä*. Taulukossa 5 on esitetty eri yksiköiden osuutta kokonaiskustannuksista ja kuinka paljon kyseistä yksikköä on asennettu töiden yhteydessä. Yksiköiden sisältö on esitelty luvussa 2.

Taulukko 5: Täydennysrakentamisessa esiintyvät yksiköiden määrät ja kustannusten jakautuminen

| Yksikkö | Määrä | Osuus kokonaiskustannuksista |
|---------------------------|-------|------------------------------|
| Pj-maakaapelointi 25 (m) | 1 881 | 6,69 % |
| Pj-maakaapelointi 185 (m) | 367 | 11,06 % |
| Pj-maakaapelointi 300 (m) | 385 | 6,64 % |
| Kj-maakaapelointi 185 (m) | 367 | 11,06 % |
| Suoja-putki (m) | 4 958 | 30,45 % |
| Kaivu (m) | 434 | 21,17 % |
| Jakokaapit (kpl) | 5 | 7,16 % |
| Maadoituskupari (m) | 950 | 1,35 % |
| Purku | | 0,53 % |
| Muut | | 3,89 % |
| Yhteensä | | 100,00% |

5 Ilmajohdoverkko

5.1 AMKA -verkkotyöt

Pj-ilmajohtimina käytetään AMKA -riippukierrejohtoa. Uutta AMKA -verkkoa rakennetaan lähinnä Aitolahden ja Teiskon alueella. AMKA -verkkoa on käytössä vielä muillakin alueilla, mutta niille ei enää rakenneta uutta AMKA -verkkoa.

Uuden AMKA -verkon rakentamisessa selvästi suurin kustannuserä muodostuu *pj-pylväät* kokonaisuudesta. Taulukossa 6 on esitetty yksiköiden osuus kokonaiskustannuksista ja niiden määrät. *AMKA 16-25*, *AMKA 35-50* ja *AMKA 70* yksiköt sisältävät kyseisen AMKA -riippukierrejohtoon ja sen asentamisen.

Taulukossa ei ole esitetty kuinka suuren kustannuksen raivaus ja maankäyttökorvaus muodostavat. Maankäyttösopimus tehdään tavallisesti 50 vuodeksi kerrallaan ja se maksetaan maanomistajalle kertakorvauksena (Hietaranta Ulla, haastattelu 2009).

Sähköjohtojen ja kaapeleiden sijoittamisesta yksityisille maa-alueille noudatetaan maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999) asetettuja säädöksiä. Maanomistaja on oikeutettu samaan korvaus johtojen aiheuttamasta haitasta sekä rakentamisesta ja käytöstä johtotuvista haitoista. (Pertti Lindberg, 13.1.2009, vastine Etelä-Suomen Sanomien yleisöosaston kirjoitukselle)

Taulukko 6: AMKA -verkkotöissä esiintyvät yksiköiden määrät ja kustannusten jakautuminen

| Yksikkö | Määrä | Osuus kokonaiskustannuksista |
|------------------|-------|------------------------------|
| pj-pylväät (kpl) | 102 | 68,21 % |
| AMKA 70 (m) | 4 575 | 25,33 % |
| AMKA 35-50 (m) | 1 615 | 6,21 % |
| AMKA 16-25 (m) | 66 | 0,25 % |
| Yhteensä | | 100,00% |

5.2 PAS 95 -verkkotyöt

Kj-ilmajohtimina käytetään pääasiallisesti PAS -päällystettyjä avojohtoja, jonkin verran rakennetaan myös uutta avojohtoverkkoa. Uutta kj-ilmajohtoverkkoa rakennetaan lähinnä Aitolahden ja Teiskon alueella. Kj-ilmajohtoverkkoa on käytössä vielä muillakin alueilla, mutta niille ei enää rakenneta uutta verkkoa.

Uuden PAS 95 -verkon rakentamisessa suurimman kustannuserän muodostaa *kj-pylväät*. Taulukossa 7 on esitelty tarkemmin, kuinka kustannukset ovat jakaantuneet PAS 95 -verkon rakentamisessa. Maankäyttökorvaukset ja linjan rakentaminen tehdään samoilla periaatteilla kuin AMKA -verkon yhteydessä. PAS -linjassa *valokaarisuojat* muodostavat ison kustannuserän, noin 26 % kokonaiskustannuksista. Tampereen Sähköverkko Oy:n rakennuttamissa kohteissa on jokaiselle pylväälle asennettu valokaarisuoja (Sahinoja Pentti 2009).

PAS 95 –yksikkö sisältää PAS 95 -päällystetyn avojohdon ja sen asentamisen. Nollajohdina, laajaa maadoitusverkkoa varten on näissä töissä käytetty joko Sparrow- tai Raven -avojohtoja (päällystämättömiä alumiinijohtoja) (Björk Veijo, haastattelu 2008).

Taulukko 7: PAS 95 -verkkotöissä esiintyvien yksiköiden määrät ja kustannusten jakautuminen

| Yksikkö | Määrä | Osuus kokonaiskustannuksista |
|----------------------|-------|------------------------------|
| Kj-pylväät (kpl) | 35 | 50,74 % |
| PAS 95 -johto (m) | 1 096 | 19,84 % |
| Valokaarisuoja (kpl) | 3x35 | 26,09 % |
| Nollajohdin | | 3,33 % |
| Yhteensä | | 100,00% |

5.3 Yhteiskäyttölinjat

Yhteiskäyttölinjalla tarkoitetaan tässä yhteydessä sellaisia sähkölinjoja joissa kj- ja pj-ilmajohdot menevät samoissa pylväissä. Tässä ei ole huomioitu yhteiskäyttöä muiden johtolaitoksien kanssa.

Kj- ja pj-johtojen yhteiskäytöllä säästetään huomattava summa rahaa verrattuna siihen, että kj- ja pj-linjat rakennettaisiin erikseen. Säästöt saavutetaan kun pylväiden kokonaisuus on huomattavasti pienempi yhteiskäytössä, lisäksi raivaus ja maankäyttökorvauskulut alenevat. Kunnossapidossa ja häiriöiden määrässä saavutetaan myös säästöjä. Yhteiskäyttö on myös maisemallisesti parempi ratkaisu kuin linjojen rakentaminen erikseen.

Vuoden 2008 kohteissa yhteiskäyttölinjoissa on kj-johtoina käytetty Raven -avojohtoa sekä PAS 70- ja PAS 95 -päällystettyjä avojohtoja. Pienjännitejohtona on kaikissa yhteiskäyttö tapauksissa käytetty AMKA 70 -riippukierrejohtoa.

Yhteiskäyttöpylväissä noin 25 % kustannuksista muodostuu AMKA –rakenteista ja 75 % muodostuu *kj-pylväät* yksiköstä. Taulukossa 8 on esitetty kuinka paljon eri johtoja on käytetty yhteiskäytössä. Suurimmat yhteiskäyttökohteet Itäniementie ja Päiväjärventie on esitetty erikseen luvussa 8.

Taulukko 8: Yhteiskäyttölinjat

| Yhteiskäytössä olevat johdot | Pituus [m] | Pylväitä [kpl] |
|-------------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| PAS 70 ja AMKA 70 | 288 | 7 |
| PAS 95 ja AMKA 70 | 829 | 20 |
| Raven ja AMKA 70 | 373 | 13 |

6 Muuntamot

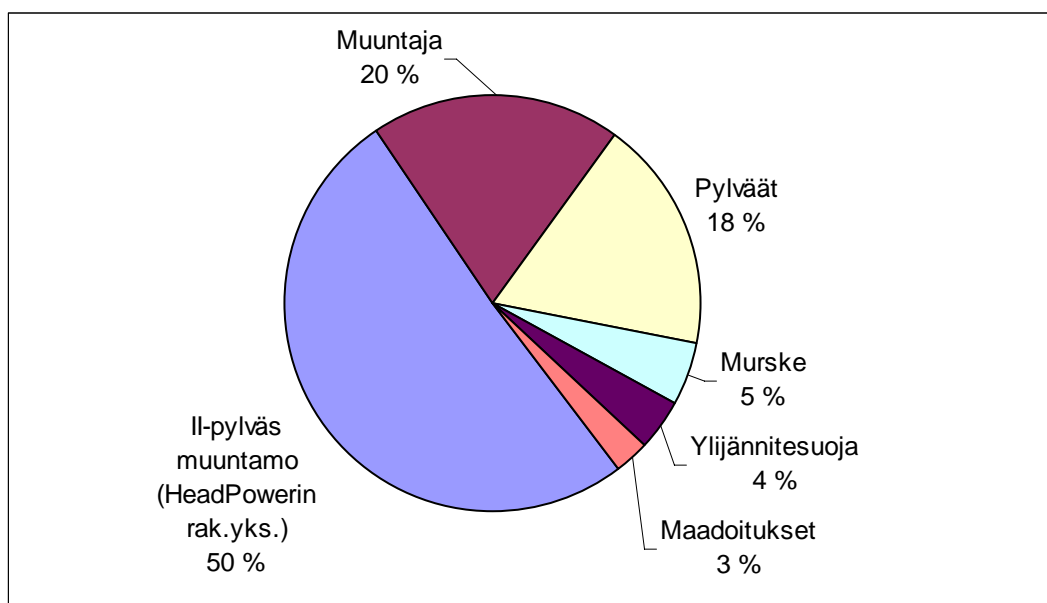
6.1 Pylväsmuuntamon rakentamisyksiköt ja kustannukset

Uusia pylväsmuuntamoja oli käsitellyssä aineistossa 4 kappaletta, jotka kaikki olivat niin sanottuja II-pylväsmuuntamoita, kuvio 1. Pylväsmuuntamoita on rakennettu Teiskon alueelle, jossa käytetään pääosin ilmajohtoverkkoa. Tosin pohjavesialueilla rakennetaan nykyisin puisto- tai satelliittimuuntamoita, joita käsitellään tarkemmin luvussa 6.2.



Kuvio 1: Tyypillinen II-pylväs muuntamo (Järvi Seppo, Sähkölaitostekniikka opintojaksoson koulutusmateriaali 2007)

II-pylväsmuuntamon kustannukset jakautuvat niin, että *muuntajan* osuus on noin 20 % ja loput kustannukset muodostuvat muuntamon muista rakenteista. Käsitellyssä aineistossa käytettiin 50 kVA muuntajia, sekä yhdessä kohteessa vanhaa muuntajaa, josta ei syntynyt kustannuksia. Mikäli kaikissa kohteissa olisi käytetty uutta muuntajaa, olisi *muuntajien* osuus ollut noin 24 % kokonaiskustannuksista. Kuviossa 2 on esitetty kuinka II-pylväsmuuntamon kustannukset ovat jakautuneet. Kuviossa näkyvä *II-pylväsmuuntamo* on HeadPowerin rakentamisyksikkö, jonka kuvaus on esitetty liitteessä 1.



Kuvio 2: Pylväsmuuntamokokonaisuuden rakentamisyksiköt ja kustannukset

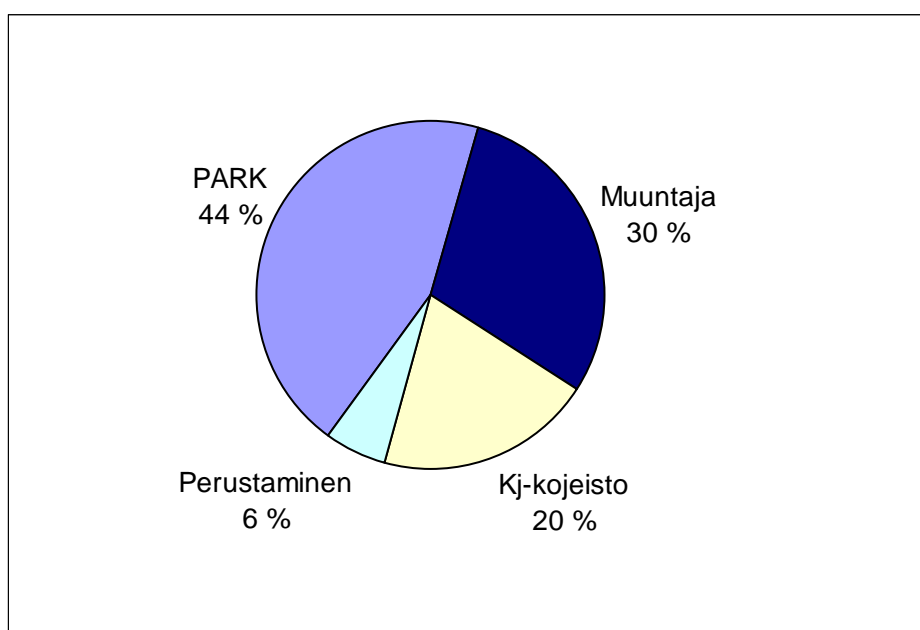
6.2 Puistomuuntamon rakentamisyksiköt ja kustannukset

Käsitellyssä aineistossa oli rakennutettu yhteensä 16 puistomuuntamoita, jotka olivat Elkamon PARK puistomuuntamoita. Lisäksi oli rakennettu 2 kappaletta Elkamon PARK MINI satelliittimuuntamoita. Kuviossa 3 on esitetty PARK puistomuuntamo, joka rakennettiin Ilmarinkadulle syksyllä 2008.



Kuvio 3: PARK -puistomuuntamo (Hirvonen Matti, 2009)

Vuonna 2008 rakennetut puistomuuntamot on varustettu 300...1 000 kVA:n muuntajilla. Suurin muuntaja joka voidaan PARK -puistomuuntamoon asentaa, on 1 000 kVA (ELKAMO, PARK SF, puistomuuntamo. pdf , 2009). Muuntajien osuus kokonaiskustannuksista on 30 %. Kuviossa 4 on esitetty kustannusten jakautuminen PARK -puistomuuntamoissa. Muuntamon rakentamiseen liittyvät kaapelointityöt on esitelty luvussa 4. Kuviossa oleva *PARK* -yksikkö vastaa HeadPowerin rakentamisyksikköä *Puistomuuntamo (ulkoa hoidettava)*, jonka kuvaus on esitetty liitteessä 2.



Kuvio 4: PARK puistomuuntamon rakentamisyksiköt ja kustannukset

PARK MINI satelliittimuuntamoita käytetään Tampereen Sähköverkko Oy:n alueella lähinnä Teiskon pohjavesialueilla, jonne ei saa rakentaa enää öljyeristeisiä pylväsmuuntamoita. (Sahinoja Pentti 2008). Kustannukset jakaantuvat PARK MINI muuntamoissa suunnilleen samalla tavalla kuin PARK muuntamoissa. Muuntajina PARK MINI muuntamoissa on käytetty 100 kVA:n muuntajia.

6.3 Kiinteistömuuntamot

6.3.1 Kiinteistömuuntamo rakentaminen ja kustannukset

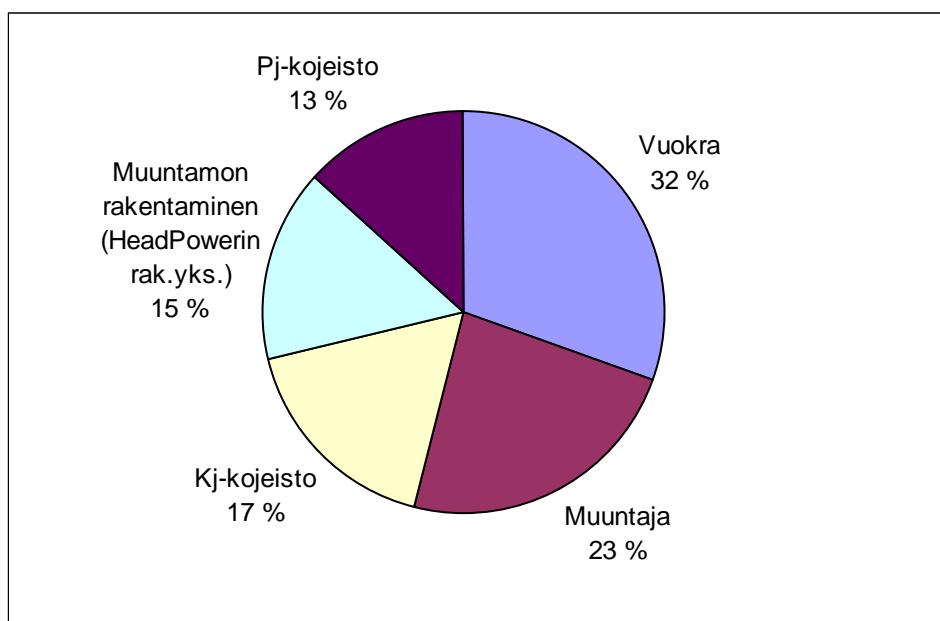
Käsitellyssä aineistossa oli rakennettu kolme kiinteistömuuntamo. Kiinteistömuuntamoja sijoitetaan niin asuin- kuin liikerakennuksiinkin.

Kiinteistömuuntamo varten Tampereen Sähköverkko Oy vuokraa kiinteistötilan muuntamo varten. Vuokrasopimus tehdään 30...50 vuodeksi kerrallaan. Nykyisin 30 vuoden vuokrasopimus on tyypillisempi, koska monet pitävät 50 vuotta liian pitkänä aikana. Kiinteistömuuntamon vuokra maksetaan nykyään aina kertakorvauksena. (Korpela Kimmo, haastattelu 2009)

Muuntajan osuus kiinteistömuuntamon rakennuskustannuksista on noin 23 %. Kuviossa 5 on esitetty, kuinka kiinteistömuuntamon rakentamiskustannuksen jakautuneet. Näissä ei ole huomioitu kaapelointikustannuksia, jotka on esitetty luvussa 4. Kuviossa 5 oleva *Muuntamon rakentaminen on HeadPowerin rakentamisyksikkö (Kiinteistömuuntamon rakentaminen, 1 muuntaja)* ja sen kuvaus on esitetty liitteessä 3.

Vuokran osuus on kiinteistömuuntamon kokonaiskustannuksesta 32 %. Muuntamotilat oli vuokrattu näissä kohteissa 50 vuodeksi kerrallaan ja maksu on suoritettu kertakorvauksena. Vuokran suuruus lasketaan niin, että ensin määritellään vuosivuokra, jonka jälkeen vuosivuokra diskontataan 50 vuodeksi eteenpäin. (Sahinoja Pentti, 2009) Kaikissa vuonna 2008 rakennetuissa kiinteistömuuntamoissa oli 1 000 kVA muuntaja.

Kiinteistömuuntamoihin asennetaan nykyisin useasti myös ilmajäähdytteinen kuivamuuntaja. Hyvinä puolina ovat paloturvallisuus ja pienempi paino. Huonoina puolina puolestaan on korkeampi hinta ja suurempi jäähdytysilman tarve. (Sahinoja Pentti 2009)



Kuvio 5: Kiinteistömuuntamon rakentamisyksiköt ja kustannukset

6.3.2 Kiinteistömuuntamon saneeraus

Kiinteistömuuntamojen saneeraustöissä on tyypillisesti vaihdettu muuntamoon uusi muuntaja sekä uusittu muuntamon kojeistot. *Muuntajan vaihtamisesta* aiheutuvat kustannukset ovat n. 29 %. *Muuntajan vaihtaminen* sisältää uuden muuntajan ja sen asentamisen ja vanhan muuntajan poistamisen sekä poiskuljettamisen.

Uuden muuntamon rakentaminen -rakentamisyksikkö ja *muuntajan vaihto* muodostavat yhteensä vähän yli puolet kokonaiskustannuksista. Kustannusten jakautuminen eri yksiköiden välillä on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9: Kiinteistömuuntamo saneerauksien esiintyvien yksiköiden määrät ja kustannusten jakautuminen

| Yksikkö | Osuus kokonaiskustannuksista |
|------------------------------|------------------------------|
| Muuntajan vaihtaminen | 29,47 % |
| Uuden muuntamon rakentaminen | 22,71 % |
| Kj-kojeisto | 19,17 % |
| Pj-kojeisto | 18,19 % |
| Vanhan purkaminen | 4,09 % |
| Ilmastointi | 3,73 % |
| Keskus | 2,63 % |
| Yhteensä | 100,00% |

7 Liittymät

Koska Tampereen Sähköverkko Oy on Tampereen alueella toimiva jakeluverkon haltija on sillä liittymän liittämismäärä. Liittymisjohdon rakentamisen, liittymän omistaja voi kilpailuttaa vapaasti. Toisin sanoen Tampereen Sähköverkko rakentaa kaapelilin/johdon liittymispisteeseen asti, joka on tavallisesti tontin rajalla. Tampereen Sähkölaitoksen internet sivuilla määritellään liittymiskohta seuraavasti. ” Sähköliittymän liittämiskohdan määrittää verkkoyhtiö. Liittämiskohta on liittyjän ja verkkoyhtiön sähkölaitteistojen (johtojen) välinen omistusraja.” (Tampereen Sähkölaitos b, 2009)

7.1 Pieniliittymä

Tässä yhteydessä pieniliittymillä tarkoitetaan liittymiä joiden pääsulake on korkeintaan 3x63A. Taulukossa 10 on esitetty, kuinka pieniliittymä töissä on kustannukset jakautunut eri yksiköiden välillä. Kuten taulukosta nähdään, muodostaa *liittymä*-yksikkö yhteensä n. 50 % kokonaiskustannuksista, *liittymä*-yksikön kuvaus on esitetty luvussa 2.

Toinen merkittävä kustannuserä on kaivukustannukset. Kaivut ovat suurimmaksi osaksi olleet liittymätöissä kaapelinvetokuoppien kaivamista. Nämä vetokuopat nostavat merkittävästi kaivukustannuksia metriä kohden.

Taulukko 10: Pieniliittymätöissä käytettyjen yksiköiden määrät ja kustannukset

| Yksikkö | Määrä | Osuus kokonaiskustannuksista |
|---------------------------|-------|------------------------------|
| Liittymä (kpl) | 105 | 49,37 % |
| Kaivut (m) | 384 | 31,65 % |
| Pj-maakaapelointi 25 (m) | 509 | 8,65 % |
| Pj-maakaapelointi 185 (m) | 191 | 4,81 % |
| Muut | | 5,52 % |
| Yhteensä | | 100,00% |

7.2 Isoliittymä

Tässä yhteydessä isoilla liittymillä tarkoitetaan liittymiä joiden pääsulake on yli 3x63A. Keskiänniteliittymiä ei ole kuitenkaan huomioitu tässä. Uusia keskijänniteliittymiä ei huomioida tässä opinnäytetyössä.

Taulukossa 11 on esitelty kuinka isoliittymätöissä on kustannukset jakautunut. *Liittymä*-yksikkö on vain n. 20 % kokonaiskustannuksista, kun se pienillä liittymillä oli n. 50 %. *Pj-maakaapelointi 185*, *pj-maakaapelointi 300* ja *kaivut* muodostavatkin isoissa liittymissä merkittävän osuuden kokonaiskustannuksista, yhteensä n. 78 %.

Taulukko 11: Isojen liittymätöiden yhteydessä käytettyjen yksiköiden määrät ja kustannukset.

| Yksikkö | Määrä | Osuus kokonaiskustannuksista |
|---------------------------|-------|------------------------------|
| Pj-maakaapelointi 185 (m) | 550 | 25,59 % |
| Pj-maakaapelointi 300 (m) | 399 | 22,51 % |
| Kaivut (m) | 161 | 30,34 % |
| Liittymä (kpl) | 59 | 20,42 % |
| Purku | | 1,14 % |
| Yhteensä | | 100,00% |

7.3 Liittymät ilmajohtoverkossa

Tässä kohdassa on käsitelty sähköverkkoon liittyminen ilmajohtoverkkoalueella, pääsääntöisesti Teiskossa. Näissä liittymissä tyypillisesti liittymisjohto rakennetaan pj-pylväältä maakaapelilla.

Taulukossa 12 on esitetty kuinka kustannukset ovat jakautuneet eri yksiköiden välillä. *AMKA 16-25*, *AMKA 35-50* ja *AMKA 70* -yksiköt sisältävät kyseisen AMKA – riippukierrehjon tai johdot ja sen asentamisen.

Taulukko 12: Ilmajohtoverkkoon tulleiden liittymien yhteydessä käytettyjen yksiköiden määrät ja kustannukset

| Yksikkö | määrä | Osuus kokonais- kustannuksista |
|-----------------------|-------|-----------------------------------|
| Pj-pylväs (kpl) | 76 | 43,99 % |
| AMKA 16-25 (m) | 66 | 0,18 % |
| AMKA 35-50 (m) | 1 109 | 3,56 % |
| AMKA 70 (m) | 3 645 | 17,42 % |
| Pj-maakaapelointi (m) | 144 | 1,34 % |
| Liittymä (kpl) | 45 | 21,10 % |
| Purku | | 12,41 % |
| Yhteensä | | 100,00% |

7.4 Liittymän muutokset

Liittymän koon muuttumisesta johtuvat sähköverkon muutokset ja vanhan ilmajohtoliittymän kaapelointi ovat olleet tyypillisimmät liittymän muutostyöt.

Taulukossa 13 on esitetty kuinka kustannukset ovat jakaantuneet näissä töissä, suurimmaksi osaksi työt ovat olleet pienliittymiin liittyviä muutostöitä, mutta mukana on myös muutama isoon liittymään liittyvä muutostyö. *Kaivu, pj-maakaapelointi 25, pj-maakaapelointi 185 ja suojaputki* muodostavat yhteensä noin 70 % kokonaiskustannuksista.

Taulukko 13: Liittymän muutoksien yhteydessä käytettyjen yksiköiden määrät ja kustannukset

| Yksikkö | Määrä | Osuus kokonais- kustannuksista |
|------------------------|-------|-----------------------------------|
| Kaivu (m) | 159 | 27,14 % |
| Liittymä (kpl) | 24 | 20,40 % |
| Pj-kaapelointi 25 (m) | 789 | 15,42 % |
| Pj-kaapelointi 185 (m) | 459 | 19,62 % |
| Suojaputki (m) | 647 | 8,76 % |
| Purku | | 8,65 % |
| Yhteensä | | 100,00% |

7.5 Työmaasähkö

Työmaille on mahdollista tilata tilapäinen liittymä, enintään kahdeksi vuodeksi. Ehtona on, että sähkön tarve on kestoaltaan tilapäistä ja sähkön käyttö poikkeaa oleellisesti myöhemmästä sähkön käytöstä. Tämänlaisia kohteita ovat esimerkiksi rakennustyömaat, sekä kohteet joissa sähköä tarvitaan liikuteltavien laitteiden käyttöön. (Tampereen Sähkölaitos b, 2009)

Taulukossa 14 on esitetty kuinka kustannukset ovat jakaantuneet työmaasähkötöissä. Kuten taulukosta huomaa *työpaikkakeskus*, on suurin kuluerä. Muuten kulut koostuvat sähköverkon laajentamisen aiheuttamisista kustannuksista. *Ilmajohdot*- yksikkö käsittää kaikki muutostyöt ilmajohtoverkossa, jotka ovat pääsääntöisesti tilapäisiä muutoksia.

Tampereen Sähköverkko Oy:n kautta on mahdollista vuokrata 32 A, 63 A ja 125 A keskuksia. Suuremmat keskuksat ovat tyypillisesti rakennusliikkeen omia keskuksia. Näiden nimellisvirrat ovat normaalisti 250 A ja 400 A.

Taulukko 14: Työmaasähkötöiden yhteyksissä käytettyjen yksiköiden määrät ja kustannukset.

| Yksikkö | Määrä | Osuus kokonaiskustannuksista |
|---------------------------|-------|------------------------------|
| Pj-maakaapelointi 185 (m) | 202 | 9,13 % |
| Pj-maakaapelointi 300 (m) | 162 | 14,24 % |
| Suojaputkitus (m) | 274 | 3,83 % |
| Kaivu (m) | 135 | 14,68 % |
| Työpaikkakeskus (kpl) | 26 | 34,20 % |
| Purku | | 0,33 % |
| Ilmajohdot | | 20,86 % |
| Jonovarokkeet | | 2,73 % |
| Yhteensä | | 100,00% |

8 Suurimmat verkostotyöt vuonna 2008

Tässä luvussa on esitelty vuonna 2008 olleita suurimpia sähköverkon rakennuttamisurakoita. Näitä töitä ei ole huomioitu aikaisemmin esitettyjen lukujen yhteydessä.

8.1 Kalevan sähköasema

Kalevan sähköaseman remontin yhteydessä uusittiin myös sähköasemalle tulevat kj- ja pj -maakaapelit. Kaapeleiden uusimisen yhteydessä asennettiin katurakenteisiin noin 4 km *suojaputkia*, joita varten jouduttiin kaivamaan ojaa noin 3,5 kilometriä. Jonkun veran alueella pystytettiin käyttämään vanhoja, jo maassa olevia suojaputkia. Kaivu tehtiin talviaikana, joka nosti kaivukustannuksia. Kaivukustannuksia nostivat myös kaivurit vilkasliikenteisillä kaduilla ja keskustamaisessa kaupunki ympäristössä.

Taulukossa 15 on esitetty kuinka kustannukset ovat jakautuneet tämän työn yhteydessä. Kuten taulukosta huomataan, on lähes puolet kustannuksista muodostunut *kaivu-*kustannuksista.

Taulukko 15: Kalevan sähköaseman remontin yhteydessä tehtyjen verkostotöiden yksiköiden määrät ja kustannukset.

| Yksikkö | Määrä | Osuus kokonais- kustannuksista |
|------------------------|-------|-----------------------------------|
| Pj-kaapelointi 185 (m) | 1 272 | 13,59 % |
| Pj-kaapelointi 300 (m) | 27 | 0,50 % |
| Kj-kaapelointi 185 (m) | 2 826 | 26,33 % |
| Suojaputki (m) | 4 079 | 8,85 % |
| Kaivu (m) | 3 469 | 49,67 % |
| Muut | | 1,06 % |
| Yhteensä | | 100,00% |

8.2 Haukiluoman täydennysrakentaminen

Ikurin kaupunginosaan oli tehty uusi asemakaava, jossa oli kaavoitettu lähinnä uusia pientalotontteja. Uusi kaavoitettu alue sijaitsee Haukiluomantien molemmin puolin. (Tampereen Kaupunki, 2009)

Vuonna 2008 alueella aloitettiin sähköverkon rakentaminen. Alueella rakennettiin valmiiksi maakaapelit tonttien rajoille, jolloin uuden talon liittäminen sähköverkkoon tulee olemaan helppoa. Alueelle rakennettiin myös kaksi uutta puistomuuntamoita, jotka on otettu huomioon myös luvussa 5.2. Toiseen muuntamoon asennettiin vanha muuntaja joka osaltaan pienensi muuntamoiden kustannusta.

Taulukossa 16 on esitetty kuinka kustannukset ovat jakautuneet Haukiluomantien täydennysrakentamisessa ja kuinka paljon eri yksiköitä on käytetty.

Taulukko 16: Haukiluoman täydennysrakentamisessa esiintyneet yksiköt ja kustannukset

| Yksikkö | Määrä | Osuus kokonais-kustannuksista |
|-----------------------|-------|-------------------------------|
| Pj-kaaplointi 25 (m) | 3 906 | 6,12 % |
| Pj-kaaplointi 185 (m) | 2 744 | 13,81 % |
| Pj-kaaplointi 300 (m) | 1 592 | 9,48 % |
| Kj-kaaplointi 185 (m) | 675 | 8,25 % |
| Suojaputkitus (m) | 7 745 | 11,33 % |
| Kaivu (m) | 2 940 | 29,56 % |
| Muuntamo (kpl) | 2 | 12,68 % |
| Jakokaapit (kpl) | 10 | 5,55 % |
| Purku | | 3,22 % |
| Yhteensä | | 100,00% |

8.3 Juvelankatu

Vehmaisten kaupunginosassa oli tullut uusi iso pj-liittymä, jonka takia alueella ollut puistomuuntamoon jouduttiin saneeraamaan tila toiselle muuntajalle kojeistoineen, jotta liittymä saataisiin kytkettyä sähköverkkoon. Samalla jouduttiin rakentamaan uutta kj- ja pj-kaapelia. Taulukossa 17 on esitetty kuinka paljon eri kaapeleita on asennettu tämän työn yhteydessä ja kuinka kustannukset ovat jakautuneet.

Taulukosta 17 huomataan, että *muuntamon saneeraaminen*-yksikön kustannukset ovat olleet noin 62 % kokonaiskustannuksista. Uutta kaapeliojaa tarvitsi kaivaa ainoastaan 180 m, jonka takia *kaivun* osuus kokonaiskustannuksista on vain 11 %.

AHXAMK-W kj-kaapelia asennettiin tämän työn yhteydessä vähemmän kuin AXMK 300 pj-kaapelia, vaikka kj-kaapelin kustannukset muodostuvat kokonaisuudessaan kalliimmaksi. Kj-kaapeloinnin kustannuksen suuruus johtuu suureksi osaksi siitä, että töiden yhteydessä jouduttiin tekemään 4 kappaletta AHXAMK-W 185 / APYAKMM 185 jatkoja, jotka nostivat huomattavasti *kj-kaapelointi 185:n* kustannuksia.

Taulukko 17: Juvelankadulla esiintyvien yksiköiden määrät ja kustannukset

| Yksikkö | Määrä | Osuus kokonais- kustannuksista |
|-------------------------------|-------|-----------------------------------|
| Pj-kaapelointi 300 (m) | 154 | 6,08 % |
| Kj-kaapelointi 185 (m) | 65 | 15,09 % |
| Suojaputkitus (m) | 150 | 1,38 % |
| Muuntamon saneeraaminen (kpl) | 1 | 61,83 % |
| Kaivu (m) | 180 | 11,49 % |
| Purku | | 3,07 % |
| Muut | | 1,05 % |
| Yhteensä | | 100,00% |

8.4 Sileesuonkatu

Sileesuonkadulla (Kalkun kaupunginosassa) purettiin vuonna 2008 vanha ilmajohtolinja ja alue kaapeloitiin. Alueella purettiin myös vanha pylväsmuuntaja, tilalle rakennettiin uusi PARK -puistomuuntamo.

Taulukossa 18 on esitetty, kuinka kustannukset ovat jakautuneet tässä kohteessa. Kaapeloinnin ja *putkituksen* osuus kaikista kustannuksista on noin 64 %. Vanhan ilmajohtoverkon ja pylväsmuuntajan purkukustannukset jäävät 7 % kokonaiskustannuksista.

Taulukko 18: Sileesuonkadulla esiintyvien yksiköiden määrät ja kustannukset.

| Yksikkö | Määrä | Osuus kokonais- kustannuksista |
|------------------------|-------|-----------------------------------|
| Pj-kaapelointi 25 (m) | 440 | 2,39 % |
| Pj-kaapelointi 185 (m) | 1 837 | 16,26 % |
| Pj-kaapelointi 300 (m) | 539 | 10,66 % |
| Kj-kaapelointi 185 (m) | 1 011 | 18,41 % |
| Suojaputkitus (m) | 3 992 | 16,13 % |
| Jakokaappi (kpl) | 3 | 4,53 % |
| Muuntamo (kpl) | 1 | 13,90 % |
| Kaivu (m) | 315 | 10,37 % |
| Purku | | 7,34 % |
| Yhteensä | | 100,00% |

8.5 Hämeenpuisto

Tampereen ydinkeskustassa saneerattiin kesällä 2008 vanha PYLKVJ 120 kj-kaapeli ja tilalle laitettiin uusi AHXAMK-W 185 kaapeli. Uutta kj-kaapelia asennettiin noin 630 m. Osa kaapelista pystyttiin asentamaan jo olemassa oleviin suojaputkiin, joka vähensi *suojaputkitus* ja *kaivu*-kustannuksia tässä kohteessa. Tästä huolimatta kustannuksista noin 60 % muodostui *kaivu*-kustannuksista. Taulukossa 18 on esitetty kuinka kustannukset ovat jakautuneet eri yksiköiden välillä ja kuinka paljon niitä on käytetty.

Taulukko 19: Hämeenpuistossa esiintyvien yksiköiden määrät ja kustannukset.

| Yksikkö | Määrä | Osuus kokonais- kustannuksista |
|------------------------|-------|-----------------------------------|
| Kaivu (m) | 364 | 60,45 % |
| Kj-kaapelointi 185 (m) | 632 | 26,33 % |
| Suojaputkitus (m) | 1 060 | 12,77 % |
| Purku | | 0,44 % |
| Yhteensä | | 100,00% |

8.6 Pyynikintori

Pyynikintorin lähellä oli tullut alkuvuonna liittymän laajennus, joka aiheutti uuden pj-kaapelin rakentamisen muuntamolta. Muuntamo sijaitsi Pirkankadun toisella puolella. Koska liittymälle piti saada sähköt jo talven aikana, jouduttiin Pirkankadun yli rakentamaan talven ajaksi väliaikainen AMKA 120 -johto. AMKA:n osuus oli lopullisista kustannuksista 4 %.

Pirkankadun alitussuojaputkitus päästiin aloittamaan vasta keväällä ja sen myötä päätettiin myös rakentamaan lopullinen pj-maakaapeli. Vaikka kaivettu matka oli suhteellisen lyhyt vajaa 300 m, nousi kaivukustannukset 46 % kokonaiskustannuksista. Taulukossa 20 on esitetty eriyksiköiden kustannukset ja kuinka paljon mitäkin yksikköä on käytetty.

Taulukko 20: Pyynikintorilla esiintyvien yksiköiden määrät ja kustannukset.

| Yksikkö | Määrä | Osuus kokonais- kustannuksista |
|--------------------|-------|-----------------------------------|
| Kaivut (m) | 275 | 46,54 % |
| Pj-kaapelointi (m) | 279 | 25,22 % |
| Jakokaapit (kpl) | 1 | 8,69 % |
| Suojaputkitus (m) | 484 | 12,96 % |
| AMKA (m) | 33 | 3,79 % |
| Liittymä (kpl) | 1 | 2,10 % |
| Purku | | 0,70 % |
| Yhteensä | | 100,00% |

8.7 Itäniementien pj- ja kj-ilmajohtoverkon saneeraus

Teiskossa Itäniementien alueella saneerattiin kesällä 2008 kj- ja pj-ilmajohtoverkkoa. Saneeraus paransi alueen sähkönlaatua. Tämän työn yhteydessä siirrettiin myös alueella ollutta II-pylväsmuuntamoita. Kj-verkko toteutettiin PAS 95-päällystetyillä avojohdoilla, samoissa pylväissä on yhteiskäytössä myös AMKA 70 –riippukierrejohtoa. Lisäksi alueella rakennettiin pieni määrä AMKA 35 –johtoa, joka oli omissa pylväissä eikä yhteiskäytössä niin kuin AMKA 70.

Taulukossa 21 on esitetty kuinka paljon eriyksiköitä on käytetty ja kuinka kustannukset ovat jakautuneet niiden kesken. PAS 95 –yksikkö pitää sisällään sekä PAS 95 –johdon, että kj-pylväät -yksikön. AMKA 35 –yksikkö pitää sisällään johdon ja sen lisäksi pj-pylväät -yksikön. AMKA 70 –yksikkö pitää sisällään johdon lisäksi yhteiskäyttöpylväissä olevat AMKA –rakenteet. Muuntamo pitää sisällään muuntamon muuntajineen ja pylväineen.

Taulukko 21: Itäniementiellä esiintyvien yksiköiden määrät ja kustannukset.

| Yksikkö | Määrä | Osuus kokonais-kustannuksista |
|-------------------|-------|-------------------------------|
| PAS 95 (m) | 1 070 | 49,23 % |
| AMKA 70 (m) | 800 | 14,39 % |
| AMKA 35 (m) | 81 | 3,94 % |
| Purku | | 8,76 % |
| II-pylväsmuuntamo | 2 | 23,68 % |
| Yhteensä | | 100,00% |

8.8 Päiväjärvien ilmajohtosaneeraus

Teiskossa Päiväjärven lähellä uusittiin ilmajohtoverkkoa. Uusimisen perusteena oli sähkönlaadun parantaminen ja alueelle tulleet uudet liittymät. Kj-linja oli rakennettu vuonna 1967 keskelle metsää ja se oli erityisen altis myrskyvaurioille.

Tämän työn maastosuunnittelu kilpailutettiin erikseen ja varsinainen verkonrakentaminen kilpailutettiin erillisenä urakkana. Maastosuunnittelun toteutti Empower Oy ja verkonrakennus urakan toteutti Tampereen Vera Oy.

Alueelle rakennettiin uutta PAS 95 –linjaa ja pienjänniteverkkoa jossa johtoina käytettiin AMKA 35- ja AMKA 70 –riippukierrejohtoja. AMKA 35 -riippukierrejohtoa käytettiin yhteiskäytössä kj-pylväissä kahden pylvään verran ja AMKA 70 -riippukierrejohtoa käytettiin yhteiskäytössä kj-pylväissä 14 pylvään verran.

Ilmajohdon lisäksi alueella asennettiin uusia maakaapeleita. Pitkäjärven yli asennettiin järveen AHXAMK-W 185 –maakaapeli. Taulukossa 22 on esitetty kuinka paljon erilaisia johtoja ja kaapeleita asennettiin tämän työn yhteydessä.

Taulukossa 22 on esitetty kuinka kustannukset on jakautuneet eri yksiköiden välillä ja kuinka paljon niitä on käytetty tässä työssä. PAS 95 –yksikkö pitää sisällään sekä PAS 95 –johdon, että *kj-pylväät* -yksikön. AMKA yksiköt pitävät sisällään sekä johdon asennuksineen ja *pj-pylväät* -yksikön tai yhteiskäyttöpylväissä AMKA rakenteet.

Taulukko 22: Päiväjärventiellä esiintyvien yksiköiden määrät ja kustannukset.

| Yksikkö | Määrä | Osuus kokonais-kustannuksista |
|-------------------------|-------|-------------------------------|
| Pj-kaaapelointi 25 (m) | 265 | 1,29 % |
| Pj-kaaapelointi 50 (m) | 435 | 4,03 % |
| Pj-kaaapelointi 185 (m) | 900 | 11,56 % |
| Kj-kaaapelointi 185 (m) | 830 | 23,15 % |
| Suojaputkitus (m) | 1 026 | 6,78 % |
| PAS 95 (m) | 2 922 | 39,98 % |
| PAS 120 (m) | 10 | 0,06 % |
| AMKA 35 (m) | 170 | 0,73 % |
| AMKA 70 (m) | 1 425 | 8,87 % |
| AMKA 120 (m) | 10 | 0,06 % |
| Pylv.varokekytk. | | 0,86 % |
| Eroittimet | | 2,64 % |
| Yhteensä | | 100,00% |

9 Yhteenveto

Työstin tätä opinnäytetyötä marraskuun alusta helmikuunloppuun, kokopäiväisenä. Tämän työskentelyn tuloksena sain tehtyä varsin kattavat laskelmat, joiden perusteella saatiin selville kuinka kustannukset jakaantuvat erilaisten verkostotöiden kohdalla. Lisäksi saatiin laskettua erilaisille rakentamisyksiköille keskimääräiset yksikköhinnat, jotka on esitetty luottamuksellisessa liitteessä 4. Näiden yksikköhintojen perusteella yhtiössä voidaan arvioida tulevien investointien kustannuksia.

PAS 95 –verkossa asennettujen valokaarisuojien osuus kokonaiskustannuksista osoitautui yllättävän suureksi. Tähän asti Tampereen Sähköverkko Oy on asennuttanut valokaarisuojat jokaiselle pylvälle. Tämä huomio herätti yhtiössä keskustelua, jonka seurauksena, päätettiin tutkia vaihtoehtoisia toimintatapoja.

Yksikköhintojen perusteella saatiin myös tehtyä vertailua Tampereen Sähköverkko Oy ja Energiamarkkinaviraston (EMV) hintojen välillä. Nämä vertailut on esitetty luottamuksellisessa liitteessä 4. Nämä ovat sinänsä tärkeää tietoa, että sähköverkon arvo määrittellään EMV:n yksikköhintojen perusteella ja tälle arvolle verkkoyhtiö saa kerätä erikseen määritellyn tuoton. Tästä johtuen jos todelliset kustannukset ovat yli EMV:n hintojen, ei yhtiö saa sitoutuneelle pääomalle maksimaalista tuottoa. (Sihvo Petri, haastattelu 2009) Mikäli verkkoyhtiö kerää enemmän voittoa kuin EMV on määritellyt, johtaa tämä palautuksiin sähkönkäyttäjille (Lakervi ja Partanen 2008, 20).

Lähteet

Julkaisemattomat lähteet

Björk Veijo, maastosuunnittelija, haastattelu 18.12.2008

Hietaranta Ulla, esisuunnittelija, haastattelu 22.1.2009

Korpela Kimmo, muuntamosuunnittelija, haastattelu 22.1.2009

Sahinoja Pentti, rakennuttaja, haastattelut 1.11.2008 - 2.2.2009

Sihvo Petri, verkkopäällikkö, haastattelu 6.2.2009

Painetut lähteet

Heikkilä Tarja, 2008. Vuosi 2007 Tampereen kaupungin energialiiketoiminnat.

Lakervi Erkki ja Partanen Jarmo, 2008. Sähkönjakelutekniikka. Otatieto 609.

Lindberg Pertti, 2009 (Energiateollisuus ry:n johtava asiantuntija), vastine Etelä-Suomen sanomien yleisöosaston kirjoitukselle. Päivätty 13.1.2009

Sähköiset lähteet

Tampereen Sähkölaitos a 18.12.2008.

<http://www.tampereensahkolaitos.fi/internet/Yrityksestä/>

Tampereen Sähkölaitos b, 15.1.2009.


<http://www.tampereensahkolaitos.fi/internet/Yksityisasiakas>


ELKAMO, PARK SF, puistomuuntamo. pdf , 12.1.2009


http://www.elkamo.fi/tiedostot/park_sf.pdf

Tampereen kaupunki 28.2.2009

<http://www.tampere.fi/ytoteto/aka/nahtavillaolevat/7971/osa.html>

| | | |
|--|--|-----------------------------|
|  HeadPower Linking Resources. | 1.10.2008 | Verkoston Rakentamisyksiköt |
| Liittyy yksiköihin: | 31020t | |
| Nimi: | II-pylväsmuuntamo | |
| Vakiorakenteet: | E21 , E22 , E25 , E26 , E31 , E32 , E35 , E36 | |
| Täydentävät ohjeet: | E21 , E22 , E25 , E26 , E31 , E32 , E35 , E36 | |
| Sisältää: | <p>Pylväsmuuntamon rakentaminen ja kytkentä kj-johtoon. Kj-ylijännitesuojauksen asennus. Pj-syöttö- ja nousujohtojen, pylväsvarokekytkimien (1-3 kpl) ja telineiden tai pj-syötön asennus jakokaapille. Sulakkeiden asennuksen pylväsvarokekytkimiin. Muuntajan lähikuljetus, nosto, asennus ja kytkentä. Muuntajan eläinsuojauksen. Muuntamon maadoitusjohtimien ja potentiaalinhjauksen rakentaminen ja kytkentä maadoituselektrodeihin. Merkinnät tilaajan ohjeen mukaisesti.</p> | |
| Ei sisällä: | <p>Muuntajaa. Kj-johtimien kiristystä. Pylväiden pystytystä, harustusta ja tukirakenteita. Maadoituselektrodien kaivua ja asennusta potentiaalinhjauksen lisäksi.</p> | |
| Lisätiedot: | YLEISOHJE | |
| © Headpower Oy | | |

| | | |
|---|---|-----------------------------|
|  HeadPower <i>Linking Resources.</i> | 1.10.2008 | Verkoston Rakentamisyksiköt |
| | | |
| Liittyy yksiköihin: | 32120t | |
| Nimi: | Puistomuuntamo (ulkoa hoidettava) | |
| Vakiorakenteet: | 3211 , 3212 , 3213 , 3214 | |
| Täydentävät ohjeet: | 321_OHJE | |
| Sisältää: | <p>Puisto- tai satelliittimuuntamon lähikuljetuksen ja asentamisen valmiiseen perustukseen. Muuntajan lähikuljetuksen, asennuksen ja kytkennän. Muuntamon sisäisten maadoitusten asennuksen, kytkennän ja merkinnän. Potentiaaliohjauksen ja maadoituselektrodien kytkennän. Muuntamon tunnuksen ja lähtöjen (kennojen) merkinnät tilaajan ohjeiden mukaisesti. Muuntamon hengenvaarakilpien ja lukkojen asentaminen. Mahdolliset rakennustarkastukset.</p> | |
| Ei sisällä: | <p>Muuntajaa, perustuksen tekoa. Kj- tai pj-kaapeleita, kaapelipäätteitä tai kytkentöjä. Potentiaaliohjauksen ja maadoituselektrodien kaivua.</p> | |
| Lisätiedot: | YLEISOHJE | |
| | | |
| © Headpower Oy | | |

| | | |
|---|---|-----------------------------|
|  HeadPower <i>Linking Resources.</i> | 1.10.2008 | Verkoston Rakentamisyksiköt |
| | | |
| Liittyy yksiköihin: | 32310t | |
| Nimi: | Kiinteistömuuntamon rakentaminen, 1 muuntaja | |
| Vakiorakenteet: | 3231 , 3232 | |
| Täydentävät ohjeet: | | |
| Sisältää: | <p>Kojeistojen ja muuntajien lähikuljetus, haalaus ja asennus paikoilleen. Kj- kojeiston ja muuntajien välisten kaapeleiden asennus ja kytkentä. Muuntajan ja 0,4 kV:n keskuksen välisen johdotuksen asennus, suojaus ja kytkentä. Muuntamon installaation asennus. Muuntamon sisäisten maadoitusten asennus, kytkentä ja merkintä. Merkinnät tilaajan ohjeen mukaisesti.</p> | |
| Ei sisällä: | <p>Kojeistoja, Muuntajaa. Muuntamorakennusta. Asennuslattian tekoa. Muuntamoon tulevien ja sieltä lähtevien Kj- ja pj-kaapeleiden päätteitä ja kytkentöjä. Maadoituselektrodien kaivua.</p> | |
| Lisätiedot: | YLEISOHJE | |
| | | |
| © Headpower Oy | | |