

Arto Ulmanen

Harjoitusalueen 400 V jakeluverkon saneerauksen suunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkövoimatekniikan koulutusohjelma

Insinööriyö

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Arto Ulmanen Harjoitusalueen 400 V jakeluverkon saneerauksen suunnittelu 17 sivua + 3 liitettä 11.11.2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	sähkötekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	sähkövoimatekniikan insinööri AMK
Ohjaajat	ohjaava opettaja, Sampsa Kupari sähköinsinööri AMK, Pertti Nevanperä
<p>Insinööriyössä oli tavoitteena toteuttaa 400 V:n jakeluverkon saneerausprojektin suunnittelu. Suunnittelun lähtökohtana oli tehonjakelun varmistaminen metsäisellä harjoitusalueella, jolla sijaitsee suojeltua metsää. Alkuperäinen tehonjakelu oli toteutettu ilmakaapeliasennuksena puutolpilla ja AMKA-ilmakaapeleilla. Uusitussa verkossa tehonjakelu suunniteltiin rakennettavaksi maakaapeleilla. Kaapeleiden mitoituksessa asetettiin vaatimuksiksi oikosulkuvirran arvon pysyminen mahdollisimman lähellä alkuperäisiä arvoja. Lisäpotentiaalın tasausta varten suunniteltiin kaapeliojiin asennettavaksi 25 mm²:n vahvuinen kupariköysi.</p> <p>Projektisuunnitelman mukaisesti toteutettiin kartoitusmittaukset saneerattavan alueen keskuksiin. Saadun tiedon avulla pystyttiin suunnittelussa huomioimaan muutoksen kohteena olevien keskusten tarpeet sekä muuttuneet kaapelien pituudet. Suunnitteluvaiheessa valittiin asennettavat kaapelityypit ja laskettiin kaapelin tulevat oikosulkuvirrat. Dokumentaatiota päivitettiin suunnittelukuviksi laskentaa varten ja laadittiin sähkötyöselitys. Urakointivaihetta varten suunniteltiin menettelytavat, joilla pystytään valvomaan asennusten suoritusta määräysten ja ohjeiden mukaan. Sähkötyöturvallisuuden seurantaan suunniteltiin menettelytavat kytkennöissä ja yliheittotilanteissa. Asennusten valmistumista varten laadittiin ohjeisto dokumentaatiosta urakoitsijalle sekä tarkastusmittauksista, jotka tilaajan tulee suorittaa. Luovutukseen ja vastaanottoon suunniteltiin suoritettavat toimenpiteet. Dokumentoidut asennukset päivitetään tilaajan KIRAVE-järjestelmään.</p> <p>Projektin suunnittelun eri vaiheiden tuloksia pohdittiin ja niiden vaikutusta työn tekemiseen sekä aikatauluihin analysoitiin. Yhteenvetona projektista jäi mielikuva toimivista osatekijöistä koostuvasta työkalukokoelmasta. Tällä tavoin toimimalla voidaan säästää suunnitteluun kuluvaa aikaa ja kustannuksia.</p>	
Avainsanat	saneeraus, kartoitus, oikosulkuvirta, kaapeli

Author Title	Arto Ulmanen Planning of 400 Volt Distribution Network Renovation
Number of Pages Date	17 pages + 3 appendices November 11 th , 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electric Power Engineering
Instructors	Sampsa Kupari, Principal Lecturer Pertti Nevanperä, Electrical Engineer
<p>The aim of this thesis was to implement the project of renovating a 400 volt distribution network. The project based on difficulties to maintain the power distribution network in a natural reserve area which consists of old forest. The original power distribution was carried out as aerial cables mounted on wooden poles. As all forest management actions in the area were prohibited, there were no ways to ensure the reliability of power distribution. The only considerable choice was to install underground cables in the area. The starting point for the design was to keep the short circuit current value close to the original values. Additional, 25-square-millimeter-thick copper ropes were installed in the cable ditches for potential equalization.</p> <p>Mapping measurements were made in the distribution centers of the area according to the project plan. Based on the new information it was easy to plan the modifications for the distribution cables and centers, calculate all of the short circuit current values and select the cable types. The old images were updated to a new version of the plan and a description of the electric work was written. The documentation was sent to the contractors. The contractors had count the cost of the project. A plan of methods was made concerning how to monitor the work phase, i.e. for the installation to be carried out properly according to the provisions and guidelines. Safety at electric work was monitored by all means when doing cable connections and reconnecting the voltage supply. When all installations are completed, the final documentation from the contractor will be received and some inspecting measurements will be carried out. Procedures for the donation and acceptance of the project were planned. The final installation drawings will be taken to the KIRAVE –system of the subscriber.</p> <p>The results of the different stages of project planning were reflected and their impact on the work and the schedule was analyzed. The result of this project is a selection of methods which can be used in similar projects to improve the quality and cost-effectiveness of the planning.</p>	
Keywords	renovation, mapping, short-circuit current, cable

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	400 V jakeluverkon saneerausprojektin suunnittelu	2
2.1	Suunnittelun alkutilanteen kartoitus	2
2.1.1	Lähtötilanteen arviointi	2
2.1.2	Kartoituksessa tarvittavat välineet	3
2.1.3	Kartoitusraportti	3
2.2	Sähkösuunnittelu	4
2.2.1	Sähkösuunnittelun lähtökohdat	5
2.2.2	Vaihtoehtoiset laskentamenetelmät	5
2.2.3	Dokumentit sähköurakointia varten	7
2.3	Toteutuksen valvonnan suunnittelu	8
2.3.1	Materiaalien laadun varmistaminen	8
2.3.2	Työn laadun ja työturvallisuuden valvonta	9
2.3.3	Urakoitsijan omavalvonta kohteella ja tilaajan toimenpiteet	10
2.3.4	Tilaajan vastuut työmaalla	11
2.3.5	Sähkösyöttöjen yliheitot ja sähkötyöturvallisuuden valvonta	11
2.4	Mittauksien ja dokumentoinnin ohjeistus	12
2.4.1	Työnaikaiset mittaukset ja muutosten vieminen dokumentteihin	12
2.4.2	Urakoitsijan suorittamat tarkastukset ja loppudokumentoinnit	12
2.4.3	Tilaajan suorittamat tarkastusmittaukset	13
2.4.4	Dokumenttien siirtäminen KIRAVE-järjestelmään	13
2.5	Luovutus ja vastaanotto tilaajalle	14
3	Suunnitteluprojektin kulku ja havainnot	14
4	Johtopäätökset ja tulokset	16
	Lähteet	17
	Liitteet	
	Liite 1. Projektisuunnitelma	

Liite 2. Hätilän harjoitusalueen kartoitusraportti

Liite 3. Suunnitelman dokumentaatio

Lyhenteet

KIRAVE	kiinteistö-, rakennus-, ja verkostotietokanta
TN-S	kytkentämenetelmä, jossa koko jakelujärjestelmässä on erillinen nolla ja suojamaajohdin
TN-C-S	kytkentämenetelmä, jossa jakelujärjestelmässä on yhdistetty nolla- ja suojamaajohdin osassa järjestelmää
YSE 1998	rakennusurakan yleiset sopimusehdot 1998

1 Johdanto

Sähkönjakelusta puhuttaessa on energian toimitusvarmuus noussut päällimmäiseksi puheenaiheeksi valtamediassa. Nykyajan ihmisten kulutustottumukset eivät siedä lyhyitäkään sähkökatkoksia. Sähkönjakelua aika-ajoin häiritsevät erilaiset sääilmiöt kuten, runsas lumisade, jään kertyminen johtimiin sekä kovat tuulet. Ilmaston muutos aiheuttaa enemmän kovia tuulia ja rankkoja sateita alueille, joilla niitä ei ole aikaisemmin esiintynyt. Vastauksena kuluttajien vaatimuksille jakeluyhtiöt vaihtavat ilmakaapeleita maakaapeleiksi.

Insinööriyö käsittelee Hämeenlinnan Hätilänvuoren harjoitusalueella suunniteltua 400 V:n jakeluverkon ilmakaapeliasennusten saneerausta maakaapeliverkoksi. Kohteena olevan alueen rakennuksineen ja laitteineen omistaa Senaattikiinteistöt, ja aluetta hallinnoi Puolustusvoimat. Puolustusvoimienkin intresseissä on saada mahdollisimman luotettavaa sähkönjakelua alueillaan. Ongelmalliseksi tilanteen tekee alueen suojellut metsät. Suojelualueella ei sallita sellaisia metsänhoidollisia toimia, joilla riippukierrekaapeloitua puupylväsrakenteista jakeluverkkoa voitaisiin suojata tuulen kaatamilta puilta.

Projektin tilaaja on Puolustushallinnon Rakennuslaitos, joka rakennuttaa valitsemallaan urakoitsijalla verkon saneeraustyön. Saneerausta hallinnoi ja johtaa tilaajan Hämeenlinnan yksikkö. Hämeenlinnan yksiköstä projekti-insinöörinä toimii Pertti Nevanperä ja sähkötöiden johtajana Teppo Valtonen. Insinööriyössä pureudutaan saneerausprojektissa suunnitteluvaiheisiin rakennuttajan näkökulmasta. Kokemusten pohjalta pyritään luomaan toimintatapamalli vastaavien projektien hoitamiseen kustannustehokkaasti.

2 400 V jakeluverkon saneerausprojektin suunnittelu

Projektin aloituspalaverissa sovittiin viisi painopistealuetta, joiden suunnitteluun projektissa keskityttiin (ks. 2.1 - 2.5). Aluksi laadittiin insinööriyön projektisuunnitelma (liite 1). Projektin alussa ei ollut käytettävissä tarkkaa tietoa valittavasta urakoitsijasta eikä aikataulutuksesta, joten päätettiin aloittaa työ kartoituksella ja suunnittelulla.

Syksyn aikana suunniteltiin urakan toteutukseen liittyvät asiakirjat ja ohjeet. Asennustyöt aloitettiin sulanmaan aikaan vuonna 2014, sillä rahoitus oli budjetoitu kuluvaksi vuodeksi.

2.1 Suunnittelun alkutilanteen kartoitus

Kartoitus on työmenetelmänä suhteellisen uusi teknisillä toimialoilla. Kartanpiirtäjät ovat kuitenkin tätä menetelmää käyttäneet jo vuosisatoja. Kartoituksessa kohteesta kerätään olemassa oleva kirjallinen ja/tai sähköinen dokumentaatio yhteen. Materiaalin yhteenvedosta muodostetaan käsitys lähtötilanteesta. Saadun tiedon perusteella muodostetaan listaus siitä, mitä lisätietoa kohteesta vielä tarvitaan suunnittelun käynnistämiseksi. Usein kohdataan tilanne, jossa kiinteistö on rakennettu esimerkiksi 1970-luvulla, eikä tämän jälkeen tehdyistä muutoksista ole saatavilla muuta dokumentointia kuin se, mitä on nähtävissä paikanpäällä.

2.1.1 Lähtötilanteen arviointi

Työkohteesta löytyi kattavat sähköiset dokumentaatiot, joista saatiin paperikopiot mukaan kartoituskierrokselle. Nousujohtokaaviosta ja harjoitusalueen sähköverkostosta saatiin kuvat A3-kokoisena sekä jakamokuvat A4-kokoisena. Riittävään lukutarkkuuteen ja helppoon käsiteltävyyteen kannattaa panostaa toimittaessa kenttäolosuhteissa. Kuvista saatiin edelliset mitatut oikosulkuvirtojen arvot. Mitattavat suureet päätettiin seuraavasti: oikosulkuvirta, silmukkaimpedanssi ja kuormitusvirrat. Päätettiin kuvata keskuksien löysiä liitoksia tai paljastuvia epätasaisia kuormitustilanteita lämpökameralla. Samassa yhteydessä oli myös tarkoitus päivittää mahdolliset lisäykset jakamoissa. Mittauksista pidettiin mittauspöytäkirjaa keskuskohtaisesti. Mittauspöytäkirjaan merkittäisiin myös mahdollisuuksien mukaan kaapeleiden tiedot.

2.1.2 Kartoituksessa tarvittavat välineet

Mittalaitteet määräytyvät paljolti suoritettavien mittausten mukaan. Mittalaitteiden soveltuminen on etukäteen varmistettava. Virta- ja jännitemuuntajien avulla suoritettavissa mittauksissa on noudatettava niiden valmistajien ohjeita. Työkaluina on käytettävä jännitetyöhön soveltuvia työkaluja. Kun mittauksia suoritettiin laitteiston ollessa jännitteellinen, mittajaan on täytettävä ammatilliset pätevyysvaatimukset. Kaikessa sähkötyössä on noudatettava sähkötyöturvallisuusstandardia ja sähkötöistä annettuja asetuksia. [1, s. 28; s. 45 - 102.]

Mittalaitteina tässä kohteessa käytettiin kuormitusvirran mittaamiseen MASTECH MS2108 -pihtivirtamittaria, oikosulkuvirran mittaamiseen PRO Fi TEST 0100S II -asennustenmittauslaitetta ja lämpökuvauksiin FLUKE Ti 10 -lämpökameraa. Digitaalikameraa käytettiin perinteisten kuvatallenteiden ottamiseen.

2.1.3 Kartoitusraportti

Kartoituksesta laadittiin kirjallinen raportti (liite 2), jossa selvitettiin ennalta valittuja mittausarvoja sekä mahdollisia tehtyjä muutoksia asennuksiin. Kartoituksessa saatuja mittausarvoja voidaan merkitä raporttiin taulukkona tai sanallisesti alakohteiden tietojen yhteydessä. Valokuvilla ja lämpökameran kuvilla saadaan muistiin kohteessa sijaitsevien keskusten nykyinen kalustus ja mahdolliset kuumat pisteet eli löysät liitokset. Kuormituksen epätasainen jakautuminen eri vaiheiden kesken nähdään lämpökameran kuvasta helposti.



Kuva 1. KJK 6-kalustus



Kuva 2. KJK 6 lämpökameran kuvana

Kartoituksen ajankohdan valinnalla voi olla suuri merkitys saatavaan tietoon. Tässä tapauksessa kartoituksen suorittaminen kesällä ei paljastanut normaaleja lämmityskauden kuormitusvirtoja. Suoritetuista mittauksista ei selvinnyt vaiheiden välisiä kuormituseroja. Mittaukset voidaan toki suorittaa talvella uudelleen, mutta tällä mittauskerralla ei apua suunnitteluun saatu. Kartoituksessa saatiin mitattuina arvoina suuruusluokaltaan samanlaiset oikosulkuvirtojen arvot, joita oli aiemmalla mittauskerralla dokumentoitu.

Raportin hyödyt valmistauduttaessa suunnittelun aloitukseen ovat kuitenkin kiistattomat verrattuna tilanteeseen ilman kartoitusta. Kartoitusta suunniteltaessa on tärkeää huomioida keskeisten tietojen saatavuus. Mittaustuloksissa korostui väärä ajankohta mitata kuormitusvirtoja, koska lämmitystehoja ei ollut käytössä. Lämpökameran kuvissa näkyi pääasiassa aurinkoisen ja lämpimän kesäpäivän aikaansaama kaappien lämpeneminen. Kesällä pilvinen viileä päivä tai aamulla suoritettu kuvaaminen olisi antanut paremman kuvan tilanteesta. Jakamoissa ja keskuksissa on löysien liitosten hakeminen tehtävä silmämääräisesti ja mekaanisesti kokeilemalla. Lämpökamera on hyvä apuväline tässä työssä.

2.2 Sähkösuunnittelu

Sähkösuunnittelussa on otettu huomioon alueen erikoisvaatimukset. Metsänsuojelualueella ei voida tehdä uusia johtokatuja. Ilmajohtoasennukset muutetaan maakaapeleiksi. Alueella on Puolustusvoimien harjoitus ja ampumarata-alue. Tiestöillä mahdollisesti kulkevat erittäin raskaat ajoneuvot. Kaapelireitit on kaivettava vähintään 0,7 m:n syvyyteen [2, s. 602]. Harjoitusalueen tie- ja piha-alueilla kuitenkin kaapelit kaivetaan 0,9 m:n syvyyteen. Ampuma-alueilla on ajoittain myös räjähtäviä materiaaleja. Lisäpotentiaalın tasaus suoritetaan lisäämällä kaapeliojiin kupariköysi. Vikatapauksissa kosketusjännitteiden on oltava pieniä. Tulipalon ehkäisyä on parannettu nopealla vikavirran poiskytkennällä alueen rakennuksissa.

2.2.1 Sähkösuunnittelun lähtökohdat

Suunnittelun lähtökohtana on pitää ennallaan tai lisätä jakeluverkoston oikosulkuvirran arvoa. Lisäksi maakaapeleiden kanssa samaan kaapeliojaan asennetaan 25 mm² vahvuinen kuparinen maadoitusköysi lisäpotentiaalintasausjohtimeksi.

Jakokaapeilla lisätään maadoituselektrodien määrää tarvittaessa [2, s. 561]. Runkokaapelointi on suunniteltava muutettavaksi TN-S-viisijohdinjärjestelmäksi (KytKentämenetelmä, jossa koko jakelujärjestelmässä on erillinen nolla ja suojamaajohdin) nykyisen TN-C-S-nelijohdinjärjestelmän (KytKentämenetelmä, jossa jakelujärjestelmässä on yhdistetty nolla- ja suojamaajohdin osassa järjestelmää) sijaan.

2.2.2 Vaihtoehtoiset laskentamenetelmät

Suunnittelussa voitiin käyttää valmiita laskentaohjelmia tai laskea tarvittavat arvot perinteisesti. Perinteisesti kohteen kaapeleille laskettiin jännitteenalenema ja suurin oikosulkuvirta tai maksimipituus valitulla sulakekoolla. Sähköturvallisuusmääräyksissä on annettu laskennalle ohjeet ja joitain arvoja kaapeleiden impedanssista. Sulakkeille ja johdonsuoja-automaateille on annettu ohjearvoja mitoitusta varten. Laskennan helpottamiseksi on taulukoitu erilaisia arvoja niin virran minimiarvoista kuin aikaansaadusta poikkipalamisajoistakin.

Kohteessa laskettiin tilaajalta saadulla taulukkolaskenta-mallilla oikosulkuvirrat ja jännitteen alenemien prosenttiarvot valituilla kaapeleilla sekä Gg-tyypin kahvasulakkeilla. Laskettiin jakokeskuksien jännitteen alenemat ohjeen mukaan. Ohje löytyy D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista [4, s. 233]. Pääkeskuksella vaikuttava oikosulkuvirta laskettiin käsikirjan avulla (SFS 600-2 CLC/TR 50480:2011: 6.2.2 ja 6.2.3) [1, s. 459 - 460]. Jakokeskuksien oikosulkuvirrat laskettiin D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista ohjeilla [4, s. 95]. Taulukossa 1 esitetään saadut arvot tilaajan taulukko-ohjelmalla ja edellä mainittujen käsikirjojen ohjeita noudattaen. (Ks. seuraava sivu.)

Taulukko 1. Laskennan tulokset

Laskennassa mitoitustehona on käytetty 30 kW cos 0,8 80 °C lämpötilassa							
Keskus	Etäisyys	Kaapelityyppi	Tilaaajalta saatu ohjelma		SFS 6000 mukaan		
			IK	u% 3~	IK	u% 3~	
PKMA1			7 660 A		6 034 A		
	1 350 m	4 x 240 + 72 AMCMK					
KJK_6			471 A	2,99 %	486 A	2,60 %	
	180 m	4 x 185 + 57 AMCMK					
KJK_3			406 A	0,53 %	421 A	0,50 %	
	115 m	4 x 185 + 57 AMCMK					
KJK_4			373 A	0,34 %	389 A	0,32 %	
Haara							
KJK_6			471 A				
	250 m	4 x 70 + 21 AMCMK					
KJK_7			296 A	1,92 %	317 A	2,29 %	

Kuten taulukossa esitettiin, laskentatapa antoi hieman erilaisia arvoja. Tilaaajan antama taulukko laskee kaapelin impedanssiarvon aritmeettisena summana, jolloin todellinen impedanssi on pienempi ja vikavirta suurempi. Taulukon tekijä on ilmoittanut, että virhe on korkeintaan 10 %. Taulukossa PKMA1:n IK arvo 7 660 A on saatu dokumentoinnista ja 6 034 A on laskettu SFS 6000-ohjeiden mukaan. Jännitteen alenemat laskettiin kapasitiivisella kaapelikuormalla.

Mittaamalla saatujen arvojen on oltava 25 prosenttia suurempia kuin suojalaitteiden toimintarajavirrat [4, s. 92].

Esimerkki. Sulakkeen pienin toimintavirta on 80 A. Mittauksesta on saatava vähintään 100 A:n lukema, jotta tilanne voitaisiin hyväksyä. Mikäli tähän arvoon ei mittauksilla päästä, sulakkeen nimellisarvoa on pienennettävä tai kaapelin poikkipinta-alaa kasvatettava. Tapauskohtaisesti päätetään, kumpaa halutaan muuttaa.

Kaapeleiden häviötehojen rahallisen määrän laskeminen on usein se arvo, jota ei kilpailutilanteessa lasketa. Laskennallisesti on joissain tilanteissa järkeväkin huomioida häviötehon rahallinen määrä kaapelia valittaessa. Kaksi kokoa suurempi kaapeli voi tulla jo muutaman vuoden sisällä halvemmaksi kuin sen, joka sähkötekniisesti on riittävä. Vaikeutena on usein arvioida kaapelin kuormitusaste sekä rahoituskulujen rakenne pitkällä aikavälillä.

2.2.3 Dokumentit sähköurakointia varten

Sähkösuunnitelmista tehdään lukuisa määrä erilaisia dokumentteja. Kohteesta riippuen niitä on luettelo- ja taulukkomallia. Yleisesti tutuimpia ovat eri järjestelmien laite- ja pistesijoituskuvat. A2- ja A1-kokoisia piirustuksia on useampi henkilö varmasti jossain uransa vaiheessa joutunut käsittelemään. Sähköisistä suunnitteluohjelmista saadaan tietokannasta tulostettua tuotekohtaiset määrälaskelmat. Teknisistä asiakirjoista tärkein on sähkötyöselostus, jossa kerrotaan, mitä ja miten missäkin kohteessa asennukset tehdään.

Rakennusurakan yleisten sopimusehtojen (YSE 1998) mukaan asiakirjat on jaettu kahteen ryhmään, kaupallisiin ja teknisiin asiakirjoihin. Asiakirjojen keskinäinen pätemisjärjestys määritellään YSE 13 § mukaan. Projektia hoitavat henkilöt joutuvat usein tekemisiin tämän asiakirjajärjestelmän kanssa aina tarjouslaskennasta työmaakokouksiin ja vastaanottotarkastuksiin asti. Sopimusehtojen hyvää osaamisen tasoa on ylläpidettävä, jotta työmaalla vastaan tulevilla tilanteilla voidaan ottaa kantaa vaikkapa urakkarajaliitteeseen. Monesti tulee eteen tilanne, jossa tasopiirustuksessa ja määrälaskennan taulukossa on ristiriita. Esimerkiksi jos hankittavien lämmittimien määrä lämmitinluettelossa (YSE 13 § h-kohta) ja tasopiirustuksessa (YSE 13 § k-kohta) ovat ristiriidassa, ratkeaa asia YSE 13 §:n nojalla. Tästä voidaan poiketa vain, jos urakkasopimukseen lisätään siitä määräys. Mikäli muutoksia tehdään, ne on tehtävä avoimesti ja selkeästi YSEn edellyttämällä tavalla.

Tässä projektissa on toimitettu urakoitsijoille laskentaa varten seuraavat dokumentit: sähkötyöselitys, keskustarvikkeiden ja kaapeleiden määrälaskelma, suunnitelmapiirustukset kaapelireitistä kaapelitietoineen sekä jakamoiden ryhmityspiirustukset (liite 3). Insinööriyössä ei käsitellä kaupallisia tai materiaalivirtoihin liittyviä asioita, joten niihin liittyviä dokumenttejakaan ei lainkaan mainita.

2.3 Toteutuksen valvonnan suunnittelu

Toteutuksen suunnittelussa on tavoitteena saada haluttu kokonaisuus valmistumaan halutussa ajassa ja suunnitellulla budjetilla. Työlle on varattava riittävästi aikaa. Melkein aina projekteissa ilmenee yllättäviä vastoinkäymisiä, joille on löydettävä suoritus-aika aikataulusta. Tavallisesti tulee aina viimeisillä viikoilla tilanteita, jossa työtä tehdään kellon ympäri viikon jokaisena päivänä. Tämän välttämiseksi on erittäin tärkeää pyrkiä suunnittelemaan aikataulut ja työvaiheet etukäteen siten, etteivät ne sotke toisi-aan.

Suunnitelmassa on oltava aloituskatselmus ja työmaakokouksia riittävän usein. Työmaakokouksissa tulee käsitellä töiden tilanne, mahdollisesti valvonnassa ilmenneet puutteet, lisätyöt tai muut kustannuksiin vaikuttavat tekijät. Aloituskatselmuksessa tulee olla mukana edustajat alueen haltijalta, tilaajalta, urakoitsijalta sekä heidän maanrakennusaliurakoitsijalta.

Katselmuksessa on tarkoitus tutustua maakaapelien tuleviin uriin sekä tiestön ja piha-alueiden alitukseen. Jakokeskuksien paikat varmistetaan sekä kaapeleiden tulosuunnat tarkastetaan piirustuksista. Maassa jo olevien kaapeleiden sijainnit ja niiden merkintä maastoon tulee urakoitsijan selvittää alueen haltijalta ennen kaivuutöiden aloittamista. Urakoitsijan kanssa selvitetään työn porrastamista eri vaiheisiin ja erityisehtona nykyisen sähkönjakelun toimiminen töiden aikana. Urakoitsija tekee aikataulusuunnitelman työn kulusta ja yliheittojen ajankohdista. Vanhan AMKA-linjan purkutyöt ja alueen loppusiivouksen ajankohta päätetään työn edetessä.

(Ks. 2.3.1 - 2.4.4 toteutuksen valvontaan liittyvät asiat tilaajan näkökulmasta.)

2.3.1 Materiaalien laadun varmistaminen

Nykypäivänä ei julkisissa hankinnoissa voi enää nimetä tuotemerkeillä haluamiaan tuotteita. Kytkinvaroke voi olla tarjouspyynnössä eräänä komponenttina, mutta ei varustettuna valmistajan tuotenumeraalla. Tarjouspyynnössä voidaan antaa vaikkapa kiinteistön pääkeskuksen hankintaan liittyvät tekniset tiedot. Tarjouksen jättävät urakoitsijat tai laitetoimittajat kokoavat tai toimittavat edustamansa tuotteet parhaaksi katsomaltaan valmistajalta.

Sähköasennuksissa käytettävien laitteiden ja kalusteiden on sovelluttava asennuspaikan olosuhteisiin ja niiden sähköisten ominaisuuksien on kestävä laskennalliset kuormitus- ja oikosulkutilanteet. Yleisesti laitevalmistajat ovat suorittaneet standardien ja direktiivien mukaiset testaukset ja niistä on sertifikaatit olemassa. Mikäli laitetta tai laitteistoa ei ole valmistettu standardien tai direktiivien mukaan, valmistajan on esitettävä sellainen asiakirja, josta voidaan päätellä, täytyvätkö turvallisuusvaatimukset [2, s. 35].

Tilaajaa edustavan suunnittelijan on määriteltävä suunnitteluasiakirjoihin käytettävien tuotteiden määräystenmukaisuus, eli mitä standardeja tai direktiivejä tuotteiden on täytettävä. Tilaajan edustajan toimenpiteinä on käytävä varmentamassa, että asennettavat tuotteet ja kaapelit ovat urakoitsijan esittämien sertifikaattien mukaisia. Vastuu vääristä materiaaleista on kuitenkin urakoitsijalla.

2.3.2 Työn laadun ja työturvallisuuden valvonta

Työn laadun takeena on osaava ja motivoitunut henkilöstö. Sähköurakoitsijan on käytettävä riittävän ammattitaitoista henkilöstöä ja pätevyydet omaavaa sähkötoiden johtajaa [1, s. 27]. Urakoitsijan on heti työmaan alkaessa nimettävä henkilöt, jotka työn kuluessa huolehtivat sähköturvallisuudesta ja silmämääräisestä tarkastamisesta sekä valmistumisen yhteydessä suoritettavasta käyttöönottotarkastuksesta.

Asennuksen aikana eivät laitteiden ominaisuudet tai jäähdytysolosuhteet saa huonontua. Johtojen liittämisenä jatkoksiin tai laitteiden liittimiin on kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, että saavutetaan luotettava liitos. Johtimien värijärjestystä tulee noudattaa tai merkitä johtimet ja kaapelit tunnistettavasti. Merkinnät ja tunnukset tulee siirtää välittömästi työpiirustuksiin, jotta ne eivät jää merkitsemättä. Tilaaja voi määrittellä urakoitsijan menettelemään laatustandardin ISO 9000 mukaan, mikäli urakoitsijalla on tämä järjestelmä käytössään. Standardissa on työn suoritukseen omat laatukriteerit, joilla on mahdollista seurata työn laatua. Muissa tapauksissa on tilaajan suoritettava työmaalla oman valvojan välityksellä laadullisten arvojen täyttymistä.

Tilaaaja tai pääurakoitsija on vastuussa työmaan työturvallisuuden järjestämisestä ja valvonnasta. Työmaalla toimivat henkilöt ja yhtiöt veloitetaan noudattamaan annettuja työsuojelumääräyksiä. Isoilla työmailla on erikseen työsuojelusta vastaava valvoja, useimmiten valvonnan hoitaa vastaava rakennusmestari. Mikäli työsuojelumääräyksiä ei noudateta, valvoja antaa lievissä tapauksissa huomautuksen ja vakavammassa rikkeessä sakkorangaistuksen. Suunnittelussa tulee huomioida myös työsuojelulliset näkökohdat. Nostimien ja telineiden käyttö asennustyössä vaatii tilaa ja aikaa.

2.3.3 Urakoitsijan omavalvonta kohteella ja tilaajan toimenpiteet

Urakoitsija suorittaa työn aikana aistinvaraista tarkastustoimintaa. Aistinvarainen tarkastaminen on osa käyttöönottotarkastusta, ja se on laajin osa-alue tarkastuksesta. Ulkoalueiden asennuksista iso osa materiaaleista jää piiloon lopullisessa asennuksessa.

Useinkaan maahan asennettavien kaapeleiden kaapeliojat eivät ole valmiina samaan aikaan. Näin ollen osa kaapeleista joudutaan peittämään ennen kaivun jatkumista. Tilaaaja tekee tarkastuksen, jossa todetaan kaapeliojan olevan oikein tehty. Standardi SFS 6000-8-814 käsittelee kaapelin asentamista maahan ja sen suojausta [2, s. 603]. Ennen kaapelin vetoa tulee vaatia kaapelin eristysvastuksen mittaus kelalla. Eristysvastus on mitattava ojaan asentamisen jälkeen ennen peittämistä ja peittämisen jälkeen. Keskeneneräistä kaapelivetoa voidaan mitata myös osan ollessa peitettyä. Mittaamalla nähdään, onko kaapeli vaurioitunut työn aikana.

Näistä mittauksista on tehtävä mittauspöytäkirja, joka voidaan liittää tarkastuspöytäkirjan liitteeksi. Urakoitsijan on saatava tilaajan lupa kaapeliojan täyttöön. Luvan myöntää tilaajan työmaanvalvoja kohteen tarkastuksen jälkeen. Kaapeleiden päiden merkintä on tehtävä luotettavasti suunnitelman mukaisilla merkinnöillä. Merkinnöistä poikettaessa on muuttuneet merkinnät kirjattava työpiirustuksiin välittömästi.

2.3.4 Tilaajan vastuut työmaalla

Puolustusvoimien alueilla työskentelevät yritykset ja henkilöt on turvallisuusselvitettävä ennen töiden aloittamista. Turvallisuusselvituspyyntö tekee tilaaja. Tilaaja laatii ja pitää yllä työmaapäiväkirjaa. Työmaapäiväkirjaan merkitään kokoukset ja tapahtumat työmaalla. Lisäksi työmaalle laaditaan henkilöstöluettelo. Henkilöstöluettelosta voidaan tarkistaa henkilöiden pääsyoikeudet työmaalle. Tilaaja huolehtii tarvittavien lupa-asioiden hoidosta sekä ajoneuvojen pääsyn alueelle. Tilaaja varaa alueelta tilat työmaan huoltoon ja materiaalien varastointia varten. Muilta osin on toimittava kuten YSE 1998-ehdoissa määrätään.

2.3.5 Sähkösyöttöjen yliheitot ja sähkötyöturvallisuuden valvonta

Urakan edetessä voidaan osa uusista asennuksesta ottaa käyttöön, mikäli se on tarkoituksenmukaista. Ennen käyttöönottoa on uudelle osalle tehtävä standardin SFS 6000-6-61 mukaan käyttöönottotarkastus. Käyttöönottotarkastus on suoritettava keskuskohtaisesti. Mikäli tarkastuksissa havaitaan puutteita, niistä on ilmoitettava tilaajalle. Tarkastus on hyväksyttävissä vasta, kun kaikki puutteet on korjattu. Mikäli jakokeskukseen joudutaan tekemään väliaikaisia muutoksia, ne on hyväksyttävä tilaajalla. Muutettu tilanne pitää päivittää heti työpiirustuksiin. Muutoksista ei saa aiheutua vaaraa käyttöön jäävään vanhaan asennuksen osaan. Yliheiton ajankohta tulee sopia etukäteen tilaajan ja kohteen haltijan kanssa vähintään viikkoa ennen suunniteltua ajankohtaa. Tilaajalle on toimitettava tarkastuspöytäkirjan kopiot ennen uuden osan ottamista käyttöön sekä kopiot muutoksista työpiirustuksessa.

Työnaikaisesta sähkötyöturvallisuudesta vastaa urakoitsijan sähkötöiden johtaja. Sähkötöiden johtaja vastaa siitä, että työtä suorittava henkilöstö on riittävän ammattitaitoista ja tehtäviinsä opastettua. Mittauksia suoritettaessa on mittaja itse vastuussa työturvallisuuden toteutumisesta. Sähkötöiden johtajan vastuuseen kuuluu pitää huolta käytettävien työkalujen standardin mukaisuudesta ja turvallisesta käytöstä. Sähkötöiden johtajan kuuluu luoda työyhteisössä turvallisen työskentelyn kulttuuri ja vastata yksiselitteisesti sähköturvallisuuden toteutumisesta.

2.4 Mittauksien ja dokumentoinnin ohjeistus

2.4.1 Työnaikaiset mittaukset ja muutosten vieminen dokumentteihin

Työmaalla suoritettavia mittauksia ja tarkastuspöytäkirjoja varten on hyvä olla kansio, jossa säilytetään alkuperäisiä mittaus- ja tarkastuspöytäkirjoja. Tällä tavalla toimimalla on toimenpiteiden jatkuessa mittauspöytäkirjat tallessa, josta ne voidaan ottaa mittauksiin mukaan. Sähköasennustöissä suunnitelmat tai piirustukset ovat harvoin niin yksityiskohtaisen tarkkoja, ettei jokin asia niissä muutu. Muutos on sallittua, mutta tärkeintä on merkitä muuttunut asia piirustukseen tai kaavioon heti, kun se on huomattu. Mikäli muuttunut kohta muuttaa suunnitellun kohteen sähköisiä ominaisuuksia, siitä on ilmoitettava suunnittelijalle. Hyvä käytäntö on pitää työmaalla yhtä sarjaa kuvista niin sanottuna ykkössarjana, johon päivän aikana tehdyt tai huomautetut muutokset siirretään. Tämä sarja on siten aina ajantasainen ja siitä voidaan siirtää tai ottaa kopioita tilaajalle.

2.4.2 Urakoitsijan suorittamat tarkastukset ja loppudokumentoinnit

Urakoitsijan tulee suorittaa käyttöönottotarkastukset ennen laitteiston käyttöönottoa standardin SFS 6000-6 luvun 61 mukaan. Tällä tavalla voidaan osoittaa asennuksien laitteistoinen täyttävän kauppa- ja teollisuusministeriön sähkölaitteistojen turvallisuudesta antaman päätöksen (1193/1999) mukaiset olennaiset turvallisuusvaatimukset [2, s. 351]. Kohteessa muutetaan monia keskuksia, joten käyttöönottomittauspöytäkirjoja tulee useita. Käyttömaadoitusten ja lisäpotentiaalın tasauskaapeleiden mittauspöytäkirjat sisällytetään keskuskohtaisiin pöytäkirjoihin.

Jakeluverkosta tehdään verkkokartta. Verkkokartasta tulee selvittää käyttöön ja ylläpitoon liittyvät tarpeelliset tiedot. Kartasta tulee selvittää kaapeleiden sijainti pysyviin maastonkohtiin, kiintopisteisiin tai koordinaatistoon sidottuna. Kaapelit tulee merkitä kuviin kaapelitunnuksin. Verkkokartasta on nähtävä syöttävän muuntajan mitoitusarvot, sisäinen kytkentä, oikosulkuimpedanssi, verkon eri osien johtojen pituudet, poikkipinta-alat ja tyyppi, laskettu tai mittaamalla määritetty yksivaiheinen oikosulkuvirta ja maadoitusjohtimien maadoituspaikat [2, s. 565].

Loppudokumentaation määrä ja laatu riippuu siitä, minkä kokoisesta työmaasta on kysymys. Dokumentaation laajuus sovitaan urakkakohtaisesti. Peruseriaatteena on kuitenkin pidettävä, että kohteelle toimitetaan minimissään täydennetyt käyttö kuvat, joista toimistolle lähetetään kopiot. Yleisesti dokumentaatiota vaaditaan toimitettavaksi 2 - 3 sarjaa paperikuvia sekä CD-ROM-levyllä dwg/pdf-tiedostomuodossa.

2.4.3 Tilaaajan suorittamat tarkastusmittaukset

Syöttävällä muuntajalla suurin sulake ei ylitä 250 A, joten kohteen muutostöille ei tarvitse tehdä varmennustarkastusta 5§ kohdan 1 mukaan [1, s. 36]. Kuitenkin on suositeltavaa tarkastaa suoritettut asennukset pistokokein ja mitata satunnaisotannalla muutamasta pisteestä (n. 5 %) vertailuarvo. Mittauksista on pidettävä pöytäkirjaa, jota urakoitsijan toimittamaan pöytäkirjaan vertaamalla voidaan selvittää mittausten oikeellisuus. Verratessa on arvojen oltava kymmenen prosentin hajonnan sisällä. Mikäli mittauks tulokset poikkeavat suuresti toisistaan, urakoitsijan on kanssa yhdessä suoritettava tarkastusmittauksia.

Tarkastuksen on sisällettävä vähintään yhden suoja-, tai potentiaalintasausjohtimen jatkuvuusmittaus ja kolmen jakokeskuksen kaukaisimman pistorasian oikosulkuvirta-arvo sekä yksi eristysresistanssin mittaus. Tapauskohtaisesti voidaan suorittaa enemmän mittauksia sähköturvallisuuden toteutumisen varmistamiseksi.

2.4.4 Dokumenttien siirtäminen KIRAVE-järjestelmään

Urakoitsijoiden toimittamat dokumentit siirretään tietokantaan puolustushallinnon rakennuslaitoksen henkilökunnan toimesta. Dokumentoidun tiedon siirto tehdään osittain uudelleen piirtämällä olemassa olevaan kuvaan tai kirjoittamalla tietokantaan. Tietosuojan vuoksi käytössä on suljettu järjestelmä, johon ei ole ulkopuolista yhteyttä. Saapuvat dokumentit on tarkastettava virustentorjuntaohjelmalla niiden saapuessa sekä avattuna sovelluksissa erillisellä tarkastukseen varatulla työasemalla.

2.5 Luovutus ja vastaanotto tilaajalle

Luovutustilaisuudessa käydään läpi koko projektin toteutuksen tapahtumaketju. Urakoitsija luovuttaa tilaajan kappaleet dokumentaatiosta tilaajan haltuun. Kohteella suoritetaan luovutettavien asennuksien tarkastuskatselmus. Tarkastuskatselmuksessa tarkastetaan verkkokartan paikkansapitävyys, käyttöpiirustukset ja merkinnät jakamoilla, asennustyön laadulliset toteumat sekä kaapeliojien maankaivun jälkien siistiminen mukaan lukien ylöskaivettujen kivien poisvienti tai loppusijoittaminen alueelle sovittuun paikkaan. Lisäksi tarkastetaan vanhan AMKA-linjan purkutöiden toteutuminen, tolppien poisvienti ja purkuromun kierrättäminen tai hävittäminen. Todetaan myös, että loppusii- vous on alueella suoritettu. Katselmus on hyväksytty, mikäli tilaajalla tai alueen haltijal- la ei ole huomauttamista.

Vastaanotosta tehdään YSE 1998-mukaiset pöytäkirjat liitteineen. Urakka voidaan hy- väksyä valmistuneeksi pienin puuttein. Puutteet kirjataan vastaanottopöytäkirjaan ja korjaamiseen annetaan määräaika. Urakkasumman loppuerän maksatus ja mahdolliset muut kustannuksiin liittyvät asiat käsitellään luovutuskokouksessa. Projektin hallintaan liittyvät asiakirjat täytetään loppuun. Takuuajan alkupäivämäärä on hyväksytty vas- taanottopäivä, ellei asiasta ole muuta sovittu.

3 Suunnitteluprojektin kulku ja havainnot

Suunnitteluprojekti jakautui selvästi kahteen osaan, suunnitteluosaan ja toteutuksen suunnitteluun. Suunnitteluosan lähtötilanteessa ilmakaapeleilla toteutettu jakeluverkko sijaitsi keskellä metsää. Metsät linjan molemmilla puolilla olivat suojelumetsää, joten kaatuvat puut aiheuttivat usein katkoksia sähkönjakeluun ja kustannuksia tilaajalle. Tarve jakeluverkon muuttamiseksi maakaapeleilla toteutetuksi oli kiistaton.

Suunnittelun tueksi suoritettiin maaston tiedustelut maakaapeleiden reittejä varten. Kaapelireittien urat piirrettiin karttaan. Tehtiin kartoituskäynnit alueen jakamoihin ja suoritettiin ennalta valittuja mittauksia. Suunnittelu saatiin hyvin käyntiin runsaan tiedon ja hyvien piirustusten avulla. Suunnittelussa käytettiin laskentaohjelmaa, jonka avulla määriteltiin kaapelien poikkipinta-alat siten, että saatiin haluttu oikosulkuvirran arvo jakokeskuksille reitin varrella. Laskennat tehtiin myös perinteisesti, jotta nähtiin lasken- taohjelman ja perinteisen laskennan erot.

Kaapeleiden pituudet saatiin tarkasti mitattua CAD-ohjelmasta, jolloin määrälaskelman teko oli vaivatonta. Sähkötyöselostus laadittiin kohteen erityisvaatimukset huomioon ottaen. Piirustukset päivitettiin suunnitelmapiirustuksiksi CADS-ohjelmalla. Suunnittelu-dokumentaatio toimitettiin valitulle urakoitsijalle laskentaan ja työnsuunnittelun apuvälineeksi.

Toteutuksen suunnittelussa pohdittiin toteutuksen valvontaa ja dokumentoinnin vaatimuksia. Työelämässä on paljon asioita, joita myydään, ostetaan, tehdään ja toimitetaan. Tärkeänä työkaluna ovat sopimukset, joista yleisimmin käytössä ovat YSE 1998:aan perustuvat versiot. Sähköturvallisuudesta on olemassa suuri joukko sääntöjä ja määräyksiä. Näitä asioita on jokainen alalla työskennellyt henkilö joutunut kohtaamaan. Suurin haaste on asioiden määrittely oikein. Sopimustekstissä sanamuodolla on merkitystä, sillä väärin kirjoitettu voi lause saada erilaisen tulkinnan. Esimerkiksi jäsana tai-sanana sijaan merkitsee molempien vaihtoehtojen toteutumista, eli hankitaan sininen ja punainen lamppu. Hankintatoimi hankkii molemmat tuotteet, joista toinen on turha. Tästä aiheutuu ylimääräisiä kustannuksia, jotka heikentävät kokonaiskatetta.

Materiaalien laatumääreet tai asennusten standardien mukaisuudet tulee ilmaista suunnitelmissa oikein. Toteutuksen suunnittelu jaettiin pienempiin kokonaisuuksiin niiden hahmottamisen helpottamiseksi. Määriteltiin tilaajan toimet tuotteiden ja työn laadun valvontaan, urakoitsijan ja tilaajan toimenpiteet työaikana sekä työturvallisuus- ja sähkötyöturvallisuusasiat. Määriteltiin työnaikaisten mittausten siirto piirustuksiin, urakoitsijan käyttöönottotarkastus ja loppudokumentointi, tilaajan suorittamat tarkistusmitaukset, dokumenttien siirto KIRAVE-järjestelmään, ja luovutus- ja vastaanotto-toimenpiteet.

Kohteen arvioiminen paikan päällä ja tarvittavien tietojen kerääminen kartoittamalla ovat toimivia suunnittelun työkaluja. Kohteessa otettiin paljon valokuvia, joista voitiin myöhemmin tarkistaa asioita käymättä uudestaan kohteessa. Suunnittelussa ovat suureksi avuksi piirto- ja taulukkolaskentaohjelmat. Ohjelmilla nopeutetaan mekaanista laskentaa huomattavasti. Erilaisten asioiden määrittelyt aiheuttivat suurta vaivaa suunnittelutyössä. Suunnitteluun käytettävien työtuntien suuri määrä yllätti tässä projektissa. Riippukaapelin vaihto maakaapeliksi ei kuulosta kovin vaativalta suunnittelu-projektilta, mutta yllättävän monta asiaa joudutaan käsittelemään, ennen kuin suunnitelma on valmis. Suunnittelua varten on varattava riittävästi aikaa ja mahdollisuus käydä paikan päällä tekemässä suunnittelua.

4 Johtopäätökset ja tulokset

Hyvä sopimusasiakirjojen tuntemus ja sähköturvallisuusmääräysten hallinta ovat perusteita laadukkaan suunnittelun toteutukseen. Suunnitteluun ja kohteeseen tutustumiseen tulee varata riittävästi aikaa. Kartoitusten menetelmää hyödyntämällä saadaan kohteesta kattavammat tiedot.

Ohjelmistojen käyttö suunnittelussa on suositeltavaa sähköisten dokumenttien liikuttelun ja helpon muokattavuuden ansiosta. Sähköinen piirustusdokumentaatio on käsiteltävyydeltään pienikokoinen kuljettaa ja helppo muokata. Riskitekijä verrattuna paperivedoksiin on tiedoston saastuminen tai rikkoutuminen. Toteutuksen suunnittelussa painopisteenä oli määrittää materiaalin ja työn laadun, urakoitsijan suorittamien toimenpiteiden ja tilaajan työmaalla suorittamien toimien kriteerit. Määrittelyt kirjattiin toteutussuunnitelmaan.

Insinööriyön teettäjän, Puolustushallinnon Rakennuslaitoksen harkintaan jää, miten se aikoo suunnitelmaa tulevaisuudessa hyödyntää. Toteutuessaan projektista saadaan käyttökokemuksia, joilla voidaan suunniteltuja kohtia vielä tarkentaa. Projektin suunnitelmasta on mahdollista muodostaa toimenpidelistä, joka toimisi muistilistana tulevien projektien suunnittelussa. Toimenpidelistan etuina ovat kertyneiden kokemusten hyväksikäyttö luotaessa uutta toimenpidelistää tulevaisuudessa. Toimenpidelistan kehittämisellä on mahdollista saavuttaa taloudellista hyötyä suunnittelun virheiden minimoinnin kautta.

Lähteet

- 1 SFS-käsikirja 600-2 Sähköasennukset. Osa 2: Säädökset, sähkötyöturvallisuus, erityisasennukset ja liittyvät standardit 2012.
- 2 SFS-käsikirja 600-1 Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset 2012.
- 3 RT 16–10660, Rakennusurakan yleiset sopimusehdot 1998.
- 4 D1-2012, Käsikirja rakennusten sähköasennuksista.

Projektisuunnitelma

Yleistä

Tässä projektisuunnitelmassa käydään läpi insinööriyöhön liittyvän projektin vaiheet ja tuotokset. Insinööriyön kohteena on suunnitella Hämeenlinnassa sijaitsevan Hätilän harjoitusalueen 400 V:n jakeluverkon muutos- ja saneeraustyöt. Tilaajana on Puolustushallinnon Rakennuslaitoksen Hämeenlinnan toimipiste. Yhteyshenkilönä toimii sähköinsinööri AMK Pertti Nevanperä. Insinööriyössä ei käsitellä kaupallisia eikä materiaalivirtoihin liittyviä asioita. Varsinaisen urakoinnin suorittaa aikanaan valittava urakoitsija. Maanrakennusurakoitsija on sähköurakoitsijan alihankkija. Projektin aikataulu on määritelty alkavaksi kartoituksella heti. Sähkösuunnittelu ja urakointitöihin liittyvät suunnitelmat tehdään sulanmaan aikana syksyllä 2014. Kokouksia pidetään työn niin vaatiessa.

Kartoitus

Työmaan alueella tehdään nykytilanteen alkukartoitus. Kartoituksessa mitataan kuormitusvirtoja, oikosulkuvirtoja sekä suoritetaan lämpökuvausta keskusten kuormituksen tasaisuudesta.

Tuotos. Mitatuista arvoista saadaan sähköinen dokumentti (Kartoitusraportti.)

Suunnittelu

Suunnitelmia laadittaessa hyödynnetään saatuja kartoitustietoja sekä arvioita alueen tulevasta tehontarpeen kasvusta. Sähkösuunnitelma sisältää sähkötyöselityksen, uudet kaapelireitit, laskelmat, kuvat uusista katujakokaapeista sekä materiaalin määrälaskelmat että työpiirustukset tarjouslaskentaa varten.

Tuotos. Suunnittelussa tuotetaan sähkötyöselitys, toteutuspiirustukset, laskelmat oikosulkuvirroista ja jännitteen alenemista.

Toteutusvaiheen suunnittelu

Toteutuksen suorittaa tilaajan valitsema urakoitsija. Valvonta on suunniteltu suoritettavaksi tekemällä mittauksia ja tarkistamalla työmenetelmien toteuttamista standardin SFS 6000 mukaan. Suoritettaviin yliheittoihin tehdään suunnitelma toteutuksesta ja siitä, miten sähköturvallisuuden täytyminen varmistetaan.

Tuotos. Suunnittelussa määritellään toimenpiteet toteutusvaiheen valvontaan.

Mittausten ja dokumentoinnin suunnittelu

Rakennetusta verkosta mitataan eristysvastus ja toteutuneet oikosulkuvirrat. Saatuja arvoja verrataan suunniteltuihin. Kaapeleiden merkinnät tulee tarkastaa kaapeliluettelosta ja kirjata oikein merkityksi. Urakoitsija piirtää lopulliset luovutuskuvat annettuun CAD -formaattiin ja toimittaa keskuksiin sarjan laminoituja paperikuvia. Saatu tieto siirretään tilaajan sähköiseen KIRAVE-järjestelmään.

Tuotos. Dokumentteina saadaan loppupiirustukset, mittaustuloksista mittauspöytäkirjat.

Luovutuksen ja vastaanoton suunnittelu

Luodaan suunnitelma toimista, joiden mukaan tarkastetaan kohteen loppudokumentointi ja käyttöönottomittaukset. Suunnitellaan paikan päällä tarkastettavat asiat, kuten merkinnät, kalusteet, asennukset, maastot, purkujäte yms. asiat.

Tuotos. Luodaan suunnitelma tehtävistä tarkastuksista sekä vastaanotosta.

Loppuyhteenveto

Loppuyhteenvetona kirjoitetaan suoritetusta suunnitteluprojektista insinööriyö. Tavoite-tila on, että kirjoitustyötä voidaan tehdä rinnakkain projektin etenemisen kanssa. Pala-vereja oppilaitoksessa joudutaan pitämään keväällä 2014 ainakin yksi ja syksyllä toi-nen. Insinööriyön arvioinnin jättöpäivämäärä tulisi olla viimeistään marraskuussa 2014.

Hättilän harjoitusalueen kartoitusraportti

Yleistä

Tässä kartoitusraportissa käydään läpi muutostöiden kohteena olevat katujakokaapit. Katujakokaapit toimivat 400 V:n sähkönsyötön runkona sekä eri pisteissä nousu- tai pääkeskuksina.

Kartoitus

Työmaan alueella tehtiin nykytilanteen alkukartoitus. Kartoituksessa mitattiin kuormitusvirtoja, oikosulkuvirtoja sekä tehtiin lämpökuvaus keskusten kuormituksen tasaisuudesta. Mittaukset suoritettiin kesäkuussa illalla, jolloin kohteessa ei ollut toimintaa eikä juurikaan muuta kuormaa. Oikosulkuvirrat mitattiin katujakokaapin kiskoilta kaikista vaiheista nolaa vastaan. Pienin saatu arvo kirjattiin mittauspöytäkirjoihin. Lämpökuvauksissa keskityttiin löysiin liitoksiin sekä epätasaiseen kuormituksen jakautumiseen.

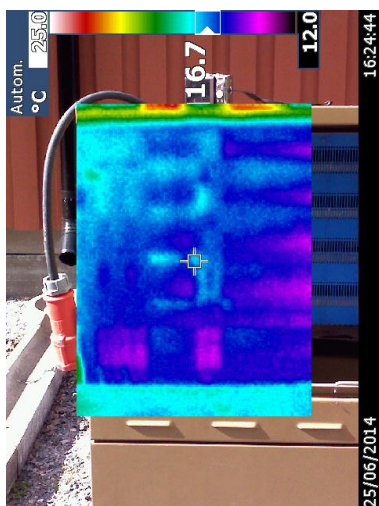
Mittaukset

Mittaukset suoritettiin verkon loppupäästä muuntajalle päin. Ampumaradalla 1 sijaitseva KJK-5 mitattiin myös, vaikka sitä syöttävä kaapeli ei muutu. Mittalaitteina käytettiin MASTECH MS2108 -pihtivirtamittaria, oikosulkuvirran mittaamiseen PRO Fi TEST 0100S II - asennustenmittauslaitetta ja lämpökuvaukseen FLUKE Ti 10 -lämpökameraa.

Ampumarata 1, KJK 5

Katujakokaappi 5 syöttää kahta ryhmäkeskusta. RK1 sijaitsee ampumakatoksessa ja RK2 näyttösuojassa (maalitauluilla.) Keskukseen on liitetty myös työmaasähkön kuminen syöttökaapeli 32 A:n viisinapaisella kojevastakepistokkeella. Suurin mitattu kuormitusvirta keskuksella oli mittaushetkellä 0,4 A. Oikosulkuvirran arvoksi mitattiin 306 A. Nousujohtokaavioon on merkitty 291 A.

Kuvassa 1 on lämpökamerakuva keskuksesta ja kuvassa 2 kalusteet näkyvissä.



Kuva 1. Lämpökamerakuva

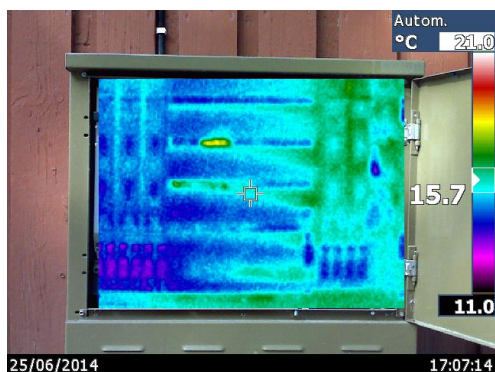


Kuva 2. Kalusteet näkyvissä

Kuvassa on rivivaroke-erottimet keskimäärin ympäristön lämpötilassa. Mitatuilla kuormitusvirroilla ei voida havainnoida merkittävää lämpenemistä.

Ampumarata 2, KJK 4

Katujakokaappi 4 syöttää kolmea ryhmäkeskusta ja alakeskus KJK 5:sta. RK1 sijaitsee ampumakatoksessa ja RK2/OK2-näyttösuojoissa (maalitauluilla) sekä RK3 liikemaaliradan laitetilassa. Suurin mitattu kuormitusvirta keskuksella oli mittaushetkellä 0,2 A. Oikosulkuvirran arvoksi mitattiin 338 A. Nousujohtokaavioon on merkitty 315 A. Kuvassa 3 on lämpökamerakuva keskuksesta ja kuvassa 4 kalusteet näkyvissä.



Kuva 3. Lämpökamerakuva

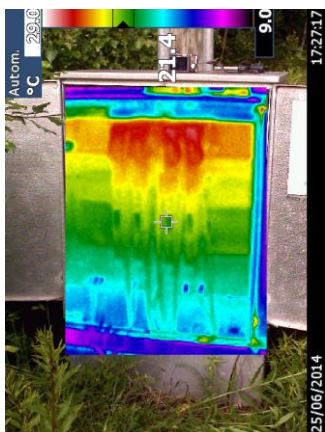


Kuva 4. Kalusteet näkyvissä

Näissäkään kuvissa ei ole kuormituksen aiheuttamaa lämpenemistä havaittavissa.

Kekkurin kenttä, KJK 3

Katujakokaappi 3 syöttää kolmea pääkeskusta ja alakeskus KJK 4:sta. Lähdön 1 PK sijaitsee halkokatoksessa (rak 26) ja lähdön 3 PK parakki Kekkurissa (rak 5.) Lähtö 4 syöttää pääkeskusta tauluvarasto/sotilaskoti (rak 34.) Suurin mitattu kuormitusvirta keskuksella oli mittaushetkellä 1,0 A. Oikosulkuvirran arvoksi mitattiin 403 A. Nousujohdokaavioon on merkitty 365 A. Kuvassa 5 on lämpökamerakuva keskuksesta ja kuvassa 6 kalusteet näkyvissä.



Kuva 5. Lämpökamera kuva



Kuva 6. Kalusteet näkyvissä

Lämpökameran kuvasta voidaan vain todeta lämpimän ilman kerrostuminen suljettuna olevassa tilassa. Suorassa auringonpaisteessa sijaitseva kaappi ei pysty riittävästi poistamaan kertyvää lämpötehoa. Tässä tilanteessa eivät kuormitusvirrat olleet juuri puolta ampeeria suurempia. Vastaavassa ympäristössä lähellä nimelliskuormitusta oleva keskus saattaisi lämmitä huomattavasti enemmän.

Ampumarata 3, KJK 6

Katujakokaappi 6 syöttää kahta ryhmäkeskusta. Tämän keskuksen oma syöttö tulee kentällä sijaitsevalta tolपालta. Tolpassa kulkevasta AMKA-linjasta on haaroitettu tämän keskuksen syöttö. Lähdön 1 RK2 sijaitsee näyttösuojassa. RK2:lta jatkuu syöttö RK3/OK1. Lähdön 2 RK1 sijaitsee ampumakatoksessa. Suurin mitattu kuormitusvirta keskuksella oli mittaushetkellä 0,3 A. Oikosulkuvirran arvoksi mitattiin 418 A. Nousujohdokaavioon on merkitty 418 A. Kuvassa 7 on lämpökamerakuva keskuksesta ja kuvassa 8 kalusteet näkyvissä.



Kuva 7. Lämpökameran kuva

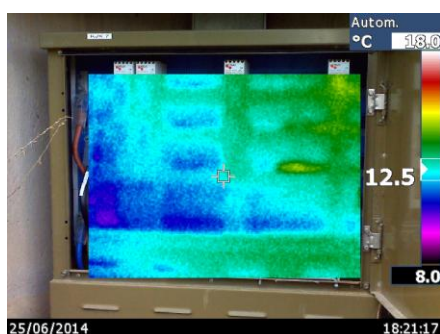


Kuva 8. Kalusteet näkyvissä

Tilanne on sama kuin edellisellä jakamolla. Auringonpaiste näkyy lämmittävän kuvassa eniten kalusteita.

Ampumarata 4, KJK 7

Katujakokaappi 7 syöttää kahta ryhmäkeskusta sekä 300 m paikalla pistorasiapylvästä. Tämän keskuksen oma syöttö tulee kentällä sijaitsevalta tolपालta. Tolpassa kulkevasta AMKA-linjasta on haaroitettu tämän keskuksen syöttö. Lähdön 1 RK2 sijaitsee näyttösuojassa. RK2:lta jatkuu syöttö RK3/OK1. Lähdön 2 RK1 sijaitsee ampumakatoksessa. Suurin mitattu kuormitusvirta keskuksella oli mittaushetkellä 0,4 A. Oikosulkuvirran arvoksi mitattiin 418 A. Nousujohtokaavioon on merkitty 410 A. Kuvassa 9 on lämpökamerakuva keskuksesta ja kuvassa 10 kalusteet näkyvissä.



Kuva 9. Lämpökameran kuva



Kuva 10. Kalusteet näkyvillä

Kuten kuvista 9 ja 10 on nähtävissä, lämpenemistä ei ole havaittavissa. Jakokaappi sijaitsee vallin sivussa kaivonrenkaista tehdyssä syvennyksessä. Lämpökameran kuvassa keskellä on mittauspiste, ja sen lämpötila näkyy keskellä oikeassa reunassa.

Muuntajalla, PK MA1

Aluetta syöttävän muuntajan välittömässä läheisyydessä sijaitsee alueen pääkeskus. Pääkeskuksella ei tehty mittauksia. Nousujohtokaaviossa on oikosulkuvirran arvoksi kerrottu 7 660 A.

Yhteenveto

Suoritetun kartoituksen tehtävänä oli toimia apuvälineenä suunnittelua silmälläpitäen. Ajankohta kartoituksen toteuttamiselle oli huonosti valittu. Kohteessa ei ollut toimintaa, ja kesäaikana ei myöskään lämmitystehoja ollut päällä. Varsinainen ajatus oli saada käsitys kohteen tehonkulutuksesta ja mahdollisista epätasaisesti jakautuneista kuormista tai löysistä kaapelien liitoksista.

Teknisillä apuvälineillä on kuitenkin mahdollisuus saada kerättyä tietoa nyt käytettyjä menetelmiä hyödyntäen. Voidaan kuitenkin todeta mitattujen ja dokumentoitujen oikosulkuvirtojen olevan totuudenmukaisia ja samassa suuruusluokassa. Varsinaiseen suunnitteluun tässä tilanteessa tarvitaan lisää taustatietoa. Mahdollisia aikaisemmin mitattuja kuormitusvirtoja tai liitäntätehoja olisi hyvä löytää.

Suunnitelman dokumentaatio

Sähkötyöselitys

A KIINTEISTÖHALLINTO

A0 Yleistiedot kohteesta

A01 Rakennuskohde ja sen sijainti

Rakennuskohde:	Puolustusvoimien Hätilän harjoitusalue
Rakennustyyppi:	Aluekaapelointi
Rakennustoimenpide:	0,4 kV jakelujärjestelmän muutostyöt
Paikkakunta:	Hämeenlinna
Kaupunginosa:	Hätilä
Kortteli:	
Tontti:	
Postiosoite:	Katu ja numero alueen alkaessa

A0122 Sähkö- ja telejärjestelmien valvonta

Puolustushallinnon Rakennuslaitos
Hämeenlinnan toimipiste
Sähkönkäytön johtaja Teppo Valtonen
Vankanlähde 7, PL 307
13131 Hämeenlinna

B RAKENNUUTTAMINEN

B01 Rakennuttaja

Puolustushallinnon Rakennuslaitos
Hämeenlinnan toimipiste
Vankanlähde 7, PL 307
13131 Hämeenlinna

B03 Viranomaistoimet

B0312 Sähkölaitteistojen viranomaisvalvonta

Kohteelle ei tarvitse tehdä viranomaisten määrittämiä tarkastuksia. Kohteen pääsulakkeen koko on alle 250 A, jolloin sähkönkäytönjohtajan tarkastus riittää. Asennetun laitoksen tulee kuitenkin olla viranomaisten vaatimusten mukainen.

B24 Sähkösuunnittelu

Arto Ulmanen, opinnäytetyö
Valvoja: Pertti Nevanperä, Sähköinsinööri AMK
Puolustushallinnon Rakennuslaitos

B61 Sähköliittymä

Sähköliittymään ei tule muutoksia. Sähköliittymän omistaa Elenia Oy. Liittymäpisteen tunnus on Hätilänvuori 111397.

C TYÖMAATEKNIikka

C 9 Erityiskulut

Vanhan AMKA-linjan purkutyöt tolppineen ja haruksineen kuuluvat urakkaan. Materiaalin hävityksestä tai kierrätyksestä sovitaan tilaajan kanssa erikseen.

C25 Työnaikaiset sähkötyöt

Urakoitsija huolehtii siitä, että kaapelien kaivun ja asennustöiden aikana olemassa olevat sähköjärjestelmät ovat käytettävissä. Ennen kaivutöiden aloittamista on urakoitsijan pyydettävä kaapelien näyttö tai selvitettävä muulla keinoin olemassa olevien maakaapeleiden sijainti. Tarvittavat sähkökatkokset on sovittava tilaajan kanssa ennen niiden suorittamista. Rakennusaikaisesta sähkötyöturvallisuudesta vastaa urakoitsija.

H SÄHKÖJÄRJESTELMIEN JAKELU- JA KÄYTTÖJÄRJESTELMIEN TIEDOT

H0 Kohdekohtaiset suoritusohjeet

Urakassa noudatetaan Rakennusurakan yleisiä sopimusehtoja YSE 1998. Työ tehdään noudattaen sähköturvallisuuslakia ja sen perusteella annettuja normatiivisia ohjeita, mm SFS 6000-standardisarjan Pienjännitesähköasennukset ja SFS 6002 Sähkötyöturvallisuusmääräyksiä sekä ST - kortiston suunnittelu- ja asennusohjeita mittauspöytäkirjamalleineen. Saneerattava muutosalue on merkitty suunnitelmapiirustuksiin katkoviivalla ja tekstillä "Muutosalue".

Urakkaan kuuluu kaikkien tässä sähkötyöselityksessä ja sen liitepiirustuksessa mainittujen sähkölaitteiden, -johtojen, kojeiden sekä järjestelmien hankinta ja asennus täyteen käyttökuntoon tämän sähkötyöselityksen, laitevalmistajain erillisohjeita, viranomaismääräyksiä, rakennuksien varustetasoa sekä yleisesti hyväksi tunnettuja asennustapoja ja menetelmiä noudattaen.

H01 Urakan laajuus

Urakka käsittää piirustuksissa esiintyvät maakaapelien kaivutyöt, kaapeli-
en asennukset, jakokaappien muutos- ja lisäystyöt kytkentöineen, merkin-
töineen sekä mittaukset ja dokumentoinnin. Kaikki tarvittava materiaali
kuuluu myös urakkaan. Tarvittava sähkönsyöttökaapelin yliheitto kuuluu
myös urakkaan. Urakkaan kuuluu myös vanhan AMKA-linjan purkutyöt
tolppineen ja haruksineen. Alueella tulee suorittaa loppusiivous ja tarpeel-
liset maan tasaus- ja täyttötyöt. Tässä sähkötyöselostuksessa urakka tar-
koittaa sähköurakkaa ja urakoitsija sähköurakoitsijaa.

Urakoitsijan edellytetään tekevän työt ensiluokkaisesti ammattitaitoista
työvoimaa käyttäen. Mikäli työn erikoisluonne vaatii, on käytettävä apuna
erikoisurakoitsijaa ja erikoistyövoimaa. Urakoitsija vastaa aliurakoitsijoi-
den suorituksista kuin omistaan. Urakkasuorituksessa on noudatettava
voimassa olevia lakeja ja asetuksia sekä alaa koskevia julkisoikeudellisia
määräyksiä ja sopimusasiakirjoja.

H011 Suoritusvelvollisuus uusien ja uusittavien asennusten osalta

Urakka käsittää kaikkien sähkötyöselostuksessa ja piirustuksissa esitetty-
jen sähkölaitteiden, -johtojen ja -järjestelmien hankinnan ja asennuksen
täyteen käyttökuntoon, ellei jostakin ole erikseen toisin määrätty.

H013 Urakoitsijoiden väliset työt ja velvoitteet

Urakasta muille kuin sähköurakan osapuolille aiheutuvat velvollisuudet
sekä velvollisuudet muiden kuin sähköurakan osapuolten töistä ja han-
kinnoista urakoitsijan sähköasennustöihin esitetään urakkarajaliitteessä.

H02 Asiakirjojen pätevyysjärjestys

Asiakirjojen pätevyysjärjestys on rakennusurakan yleisten sopimusehtojen YSE 1998 § 13 teknisten asiakirjojen mukainen. Sähköurakassa sisäisissä asiakirjoissa seuraava täsmennys:

- j) sähköselostus
- k) määrälasketut kaaviot ja taulukot
- l) muut kuin määrälasketut kaaviot ja taulukot
- m) muut sopimuspiirustukset
- n) muut laatuvaatimukset ja työselosteet.

H03 Säädösperusteiset Tarkastukset

H031 Käyttöönottotarkastukset

Urakkaan sisältyy urakoitsijan suorittama sähkölaitteiston käyttöönottotarkastus. Urakoitsija luovuttaa käyttöönottotarkastuksen pöytäkirjat rakennuttajalle ennen vastaanottotarkastusta.

H04 Luovutus

H041 Rakennuttajan suorittamat tarkastukset

Rakennusaikana rakennuttajan nimeämä valvoja valvoo ja ohjaa tarvittaessa urakoitsijan työsuoritusta. Urakoitsijan työnjohtajan on tarkastettava peittyvät työsuoritukset ennen niiden peittämistä. Rakennuttajalle ilmoitetaan ajankohta, jolloin käytettävien tarvikkeiden laatu ja eri työvaiheiden oikea suoritustapa voidaan todeta. Urakoitsijan tulee hyväksyttää valvojalla kaikki kohteeseen hankittavat laitteet, kojeet, asennusmateriaalit sekä asennuspiirustukset riittävän ajoissa ennen laitteiden toimittamista tai asennusten aloittamista.

H042 Tarkistusmittaukset ja koestukset

Käyttöönottotarkastukseen kuuluvat tarkastukset ja mittaukset ennen jännitteen kytkemistä:

- suojajohtimen, PEN-johtimen ja potentiaali-johtimen jatkuvuus
- eristysresistanssimittaukset L1/L2/L3/n-PE (TN-S-järjestelmässä)
- SELV- ja PELV-piirien tai suojaerotettujen piirien erotus
- lämmitysjohtojen eristysvastusmittaukset.

Laitos saadaan kytkeä jännitteiseksi vasta, kun edellä mainitut koestukset ja mittaukset on suoritettu sekä mahdolliset virheet korjattu.

Kun laitos on kytketty jännitteiseksi, tulee suorittaa seuraavat mittaukset ja koestukset:

- syötön automaattisen poiskytkennän toiminta pistokoeluontoisesti (suunnittelussa on varmistettu laskennallisesti verkoston toiminta)
- napaisuuden tarkastus
- jännitelujuuden mittaus
- kytkin-, käyttö-, ohjaus- ja lukituslaitteiden toiminnan testaus
- ohjauspiirien toiminnan kokeilu
- valvonta- ja hälytyspisteiden kokeilu
- vaihejärjestyksen mittaus
- muut järjestelmät, mikäli asennettu.

Urakoitsija laatii mittauksista ja tarkastuksista pöytäkirjat, jotka tulee toimittaa rakennuttajalle ennen vastaanottotarkastusta.

H044 Käytön opastus

Urakkaan ei sisälly varsinaista käytönopastusta. Urakoitsija luovuttaa rakennuttajalle mahdolliset järjestelmien käyttö- ja huolto-ohjeet.

H05 Dokumentointi suunnittelu ja toteutusvaiheessa

Suunnittelijan tekemää suunnitelmaa täydennetään rakennustyön aikana tarpeen mukaan. Urakoitsija merkitsee kaikki muutokset ja täydennykset tarkepiirustuksiin, jotka luovutetaan tilaajalle puhtaaksi piirrettynä töiden valmistuttua. Mikäli muutos suunnitelmaan aiheuttaa kohtuullisia kustannuksia tai kalustomuutoksia, urakoitsijan on ennen muutoksen toimeenpanoa pyydettävä suunnittelijalta lupa muutokseen.

H051 Sopimuspiirustukset

Sähkötyöselitys ja siihen liittyvät piirustukset täydentävät toisiaan. Mikäli näissä havaitaan epäselvyyksiä, joita ei säännösten ja hyvän asennustavan perusteella voi ratkaista, on urakoitsijan pyydettävä lisäselvityksiä.

H057 Luovutuspiirustukset

Urakoitsija toimittaa rakennuttajalle lopulliset dokumentit sähköisesti CD/DVD:llä ja paperiversiot tulostettavaksi rakennuttajan ilmoittamaan kopiolaitokseen. Luovutuspiirustusten tulee olla tehtynä samalla tai uudemmalla versiolla sovelluksesta kuin suunnitelmapiirustukset. Tiedostoina luovutetaan kaikki piirustukset sekä mittaus- ja tarkastuspöytäkirjat. Al-lekirjoituksella varustetut asiakirjat tulee skannata. Piirustusluettelosta tulee ilmetä piirustusten tiedostonimet ja -tyypit esimerkiksi (työ.dwg) sekä sen levyn järjestysnumero johon tiedosto on talletettu.

Kaikki toimitettavat mediat on tarkastettava virustentorjuntaohjelmalla, ja tuotteen nimi ja versio on merkittävä mediaan näkyville. Kaikkiin muutoksen kohteena olleisiin jakamoihin urakoitsija toimittaa ajantasaiset käyttöpiirustukset. Luovutuspiirustusten puhtaaksi piirtämisen kustannuksista vastaa urakoitsija.

H057 Piirustuskustannukset

Rakennuttaja toimittaa urakoitsijalle veloituksetta sopimuspiirustuksia yhden sarjan tiedostoja ja paperikopioita. Muista piirustuskuluista vastaa urakoitsija.

H06 Kohdekohtaiset useita järjestelmiä koskevat asennusohjeet

H061 Tarvikkeet

Käytettävien tarvikkeiden tulee olla niitä koskevien, voimassa olevien määräysten mukaisia. Tästä osoituksena tulee niissä sähkölaitteissa ja tarvikkeissa, joita merkintävelvollisuus koskee, olla CE-merkintä. Jokaisessa tarvikkeessa tai pakkauksessa on oltava vähintään todistus asianomaisesta hyväksynnästä. Kyseisistä laitteista ja tarvikkeista tulee olla saatavilla valmistajan vakuutus. Tarvikkeina käytetään vain tuotteita, jotka soveltuvat suomalaisiin olosuhteisiin. Käytettävien tarvikkeiden on oltava uusia. Urakoitsijan on hyväksyttävä tarvikkeet ja laitteet tämän sähköselostuksen järjestelmäkohtaisten ohjeiden mukaisesti rakennuttajalla.

H063 Työn suorittaminen

Työ tulee suorittaa aina tarkoin kunkin valmistajan ohjeita ja voimassa olevia alan määräyksiä noudattaen käyttäen ammattitaitoista työvoimaa. Työolosuhteet ja muut työn suoritukseen vaikuttavat seikat tarkistetaan hyvissä ajoin ennen työn aloittamista ja materiaalitilauksia. Työssä tulee noudattaa ST-käsikirjan 34 Hyvä asennustapa sähkötöissä -menettelyä. Urakoitsija huolehtii toimitukseensa kuuluvien pakkaus- yms. jätteiden poiskuljettamisesta.

H064 Metallipintojen pintakäsittely

Kaikkien työmaalle toimitettujen metalliosien on oltava lopullisessa pintavärisään korroosiosuojattuna. Mahdolliset maalipintojen vauriot on korjattava viipymättä oikeilla ja tarkoitukseen sopivilla työmenetelmillä.

H065 Merkintä ja merkintätarvikkeet

Merkinnöissä noudatetaan ST korttia 51.25. Merkinnöissä on ensisijaisesti huomioitava tilaajan ja muiden suunnittelijoiden määrittelemät positioinit ja merkintäohjeet.

H0652 Kojeisto- ja keskustunnukset

Keskuskaavioiden mukaisesti.

H0653 Johto- ja johdintunnukset

Seuraavat johdot merkitään molemmista päistä ja haaroituksista:

- nousujohdot
- voimaryhmäjohdot
- maadoitusjohdot.

Merkintään käytetään suojataskulla varustettua merkkauspantaa. Merkinnät tulee tehdä koneellisesti. Merkinnästä tulee ilmetä

- syöttävä keskus- ja ryhmätunnus (vahvavirtajohdot)
- järjestelmätunnus
- kaapelin ryhmä- ja/tai numerotunnus
- kaapelityyppi ja poikkipinta-ala.

Merkitseminen tehdään kaapelia asennettaessa. Vetovaiheessa saa käyttää teippausta.

H066 Johdot ja niiden varusteet

Asennuksissa käytetään yhtenäisvaippaisia Cu- ja Al-kaapeleita. Kaapeleiden on oltava sähköjohtavuus- ja erityisominaisuuksiltaan piirustuksiin merkittjä tai vastaavia. Kaapelit asennetaan pääasiassa ilman jatkoksia. Jos kaapeli on asennuspaikalla alttiina vaurioitumiselle, kaapeli suojataan vähintään lujusluokan 3 asennusputkella tai muototeräksellä.

Sähköurakoitsija valvoo ja vastaa siitä, että johtoreittien rakennustekniset työt, kuten kaapeliojan kaivu- ja täyttötyöt, suojaukset ja merkinnät, läpiviennit sekä halkaisijaltaan 100 mm ja sitä suurempien suojaputkien asentaminen suoritetaan asianmukaisesti. Maakaapelit asennetaan kaapeliojiin kivettömän hiekan päälle noin 0,7 m:n syvyyteen maan pinnasta ja suojataan kouruilla ja mekaanisesti vahvoilla muoviputkilla. Kaapelin ja putkien yläpuolelle noin 0,2 - 0,3 m:n syvyyteen maanpinnasta asennetaan muovinen varoitusnauha. Ajoneuvoilla liikennöitävien alueiden kohdilla kaapelit asennetaan 0,9 m:n syvyyteen putkeen. Kaapelin ja putkien yläpuolelle noin 0,2 - 0,3 m:n syvyyteen maanpinnasta asennetaan muovinen varoitusnauha.

Ennen maakaapeleiden asentamista kaapeliojat tarkastetaan urakoitsijan ja valvojan yhteisesti sopimana aikana ja vastaava tarkastus tehdään kaapeleiden asennuksen jälkeen ennen kaapeleiden peittämistä kaapeli- ja suojausasennusten (kourut, putket) jälkeen. Tarkastuksesta laaditaan pöytäkirja, jonka urakoitsija ja valvoja allekirjoittavat tai merkintä tehdään työmaapöytäkirjaan. Kunkin suojakourun alle tai suojaputkeen asennetaan yleensä yksi maakaapeli. Maakaapeliasennuksissa rinnakkaiset kaapeliputket sijoitetaan siten, että putkien välinen vapaa etäisyys on niiden halkaisijan suuruinen. Urakoitsija merkitsee kaapelikarttaan kaapelireitin etäisyyden tunnistettavista maaston kiintopisteistä ennen kaapeliojan peittämistä.

H2 SÄHKÖN PÄÄJAKELUJÄRJESTELMÄT

H202 0,4 kV Pääjakelujärjestelmät

Hättilän harjoitusalueen sähkönjakelun saneeraus muutosalueella toteutetaan kokonaisuudessaan TN-S-järjestelmällä (5-johdin järjestelmä) lisätynä 25 mm²:n kupariköydellä toteutettavalla lisäpotentiaalilin tasauksella. Kohteella olevan Pääkeskuksen PK MA1 lähdössä viisi oleva kahdella AMKA-kaapelilla toteutettu ampumaratojen 1 - 4 syöttö vaihdetaan maakaapeliin. Uuden maakaapelin reitti on hahmoteltu Hättilän harjoitusalueen sähköverkostopiirustukseen 1332_instyö.

Uusi maakaapeli kulkee aluksi metsässä vanhan AMKA-linjan reittiä Pyyryntien haaraan, jossa sen on alitettava tie. Tien alituksen jälkeen kaapelin reitti seuraa tielinjaa tien oikeassa laidassa. Ampumaradan 4 tienhaarassa on leveä liittymä-alue joka pitää alittaa. Tien vieressä ja tien alituksissa on käytettävä 0,9 m:n syvyyttä, koska alueella on raskasta kalustoa ajoittain liikkeellä. Kaapelin reitti jatkuu tien oikeassa laidassa ampumaradan 3 liittymään, josta se kääntyy oikealle ampumaradalle vievän tien oikeassa laidassa.

Kaapeli tuodaan pihan läpi ampumakatoksen keskivaiheilla sijaitsevalle katujakokaapille KJK6. Tästä kaapeli jatkaa matkaa suuntana Kekkurin majoitusparakin länsipäässä oleva katujakokaappi kolme. Ampumaradan kolme ja Kekkurin kentän välimaastossa on tieura, jonka oikeaa laitaa uusi kaapeli tulee kulkemaan. Välitien molemmilla puolilla on telttamajoitusalue, joten kaapeli tulee asentaa 0,9 m:n syvyyteen. Katujakokaappi kolmelta (KJK3) uusi kaapeli jatkaa matkaansa vanhan AMKA-linjan reittiä ampumaradan kaksi katujakokaapille neljä (KJK4).

Muut uudet kaapelinvedot alueella.

KJK6 kaapilta kaivetaan KJK7:lle lähtevä uusi nousujohto samaan kairantoon uuden syöttökaapelin kanssa. AMKA-linjan suunnassa jatketaan ampumaradalle 4 päin, kunnes päästään tolपालle johon ampumaradan maavallin alittavat maakaapelit tulevat (piste 46). Tässä poistettavan tolpan luona tehdään yliheitossa jatkos KJK7:lle lähtevään kaapeliin AKKJ 4 x 70/21 no 01069. Samassa yliheitossa kytketään irti kaksi maavallin alittavaa kaapelia numerot 01046.1 ja 01027.1.

Katujakokaapeilla tehtävät muutokset.

Katujakokaapin seitsemän (KJK7) muutokset on seuraava:

- lisätään varoke-erotin syöttökaapeliin.

Katujakokaapin kuusi (KJK6) muutokset ovat seuraavat:

- lisätään varoke-erotin uuteen syöttökaapeliin
- lisätään varoke-erotin uuteen lähtevään syöttöön KJK3:lle
- lisätään varoke-erotin uuteen KJK7:lle lähtevään syöttöön
- muutetaan merkinnät toteutunutta asennusta vastaaviksi.

Katujakokaapin kolme (KJK3) muutokset ovat seuraavat:

- vaihdetaan katujakokaappi samanlaiseen kuin muutkin ovat
- lisätään varoke-erotin uuteen syöttökaapeliin
- lisätään varoke-erotin uuteen lähtevään syöttöön KJK4:lle
- lisätään varoke-erotin Puuliiterin lähtöön
- lisätään varoke-erotin Kekkurin majoitusparakin lähtöön
- lisätään varoke-erotin Sotilaskoti/Tauluvaraston lähtöön
- muutetaan merkinnät toteutunutta asennusta vastaaviksi.

PK MA1 muutokset ovat seuraavat:

- uuden syöttökaapelin liittäminen keskukseen ja vanhan irrotus
- muutetaan merkinnät toteutunutta asennusta vastaaviksi.

Yliheiton jälkeen puretaan muut käyttämättömiksi jäävät paitsi

- maavallin ali kulkevat kaapelit 2 kpl AMCMK 3 x 50 + 21. Molemmista päistä irtikytkettynä päät suojattuna haudataan kiepillä sijoilleen ja merkitään sijainti sähköverkostokuvaan (piste 45).
- KJK6:n entinen syöttökaapeli molemmista päistä irtikytkettynä. Purettavan tolpan luona (piste 72) haudataan kiepillä sijoilleen ja merkitään sijainti sähköverkostokuvaan.

H2025 Nousujohtot

Katujakamokaappien (KJK) nousujohtoina käytetään muissa keskuksissa olemassa olevia kaapeleita paitsi KJK3 ja KJK6, jotka uusi maakaapeli korvaa. KJK7 nykyistä syöttöä jatketaan nykyisen liitospisteen (piste 46) kohdalta poistuvalla pylväältä uudella maakaapelilla KJK6:lle.

H2026 Maadoitukset ja potentiaalın tasaukset

Hättilän harjoitusalueella kaikkien syöttö- ja nousukaapelien lisäksi käytetään 25 mm²:n kupariköyttä lisäpotentiaalın tasaukseen. Kaikki maadoituskaapelit merkitään. Maadoitusjohtimien liitokset on tehtävä luotettavasti ja korroosionkestävästi käyttäen tarkoitukseen valmistettuja liittimiä ja tarvikkeita. Maadoituksille suoritetaan määräysten mukaiset mittaukset.

P8 Purku- ja muutostyöt

P80 Purku- ja muutostyöt

Urakkaan kuuluu seuraavassa luetellut sähköasennusten purkutyöt. Kaikki purettavat laitteet tulee irrottaa niitä vahingoittamatta. Purettavat laitteet ja kaapelit jäävät rakennuttajan omaisuudeksi ellei toisin sovita. Purkutyössä on oltava erityisen varovainen. Kaapelin katkeamisesta tms. vauriosta aiheutuvista vahingoista ja kuluista vastaa vahingon aiheuttanut urakoitsija.

Purettavat kohteet ovat seuraavat:

- AMKA-kaapelit reitillä KJK4 - PK MA1
- pylväistä alas tulevat liitäntäkaapelit
- pylväät haruksineen, ellei niissä ole esim. valaisimia
- Muut ilmakaapelirakenteet em. reitiltä mikäli niitä ei tarvita muuhun jäävään käyttöön.

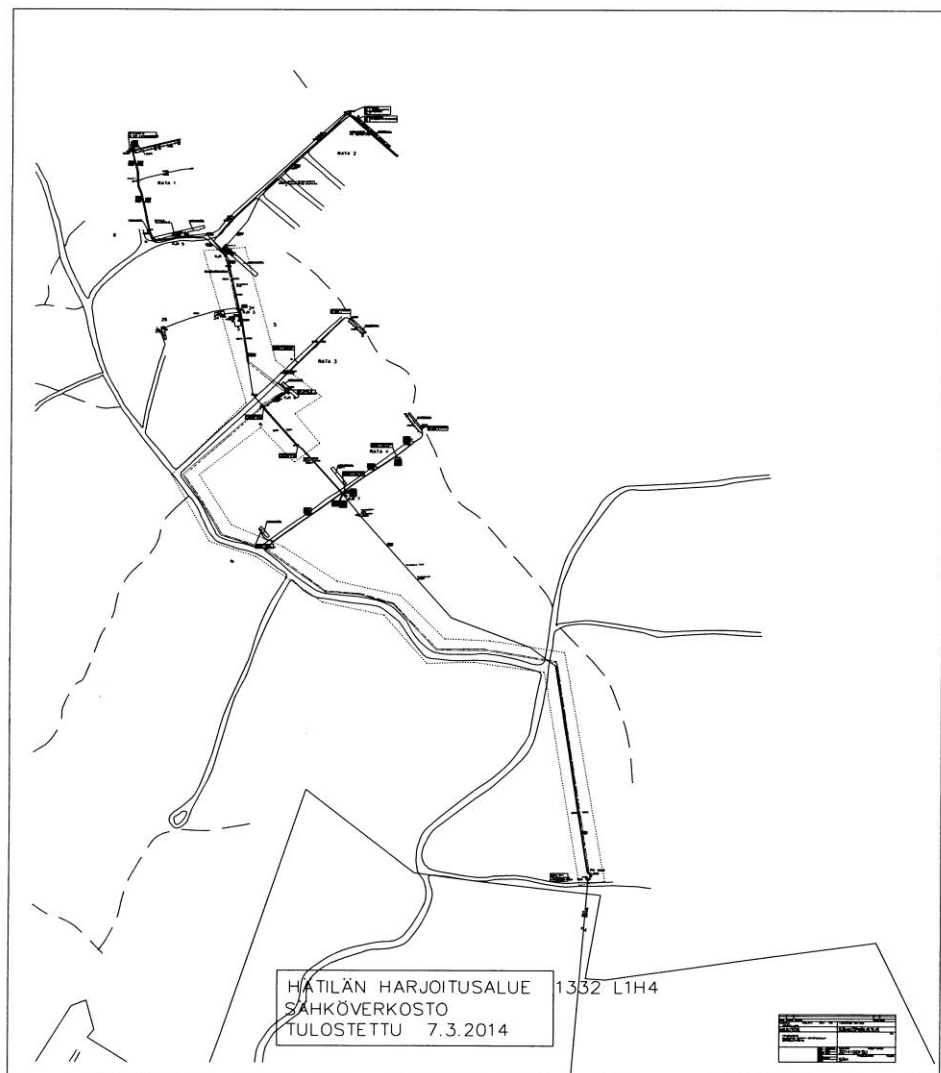
Keskustarvikkeiden ja kaapeleiden määrälaskelma

Tarvike-erittely:

FI sähkönumero	Määrä	Nimike	Tyyppi	Merkki/Valmistaja
KJK 7 lisäykset:				
54_505_38	1 kpl	Jonovarokeytkin	E-KLB 00	ENSTO
KJK 6 lisäykset:				
54_505_39	1 kpl	Jonovarokeytkin	E-KLB 2	ENSTO
54_505_60	1 kpl	Maadoitussarja	E-JS5-117	ENSTO
KJK 3 muutokset:				
54_506_11	1 kpl	Jakokaappi jalustalla	KSEB 6-117	ENSTO
54_505_60	1 kpl	Maadoitussarja	E-JS5-117	ENSTO
54_505_38	5 kpl	Jonovarokeytkin	E-KLB 00	ENSTO
Kaapelit:				
06_223_86	1 350 m	Maakaapeli 4 x 240 + 72	AMCMK	REKA
06_223_85	180 m	Maakaapeli 4 x 185 + 57	AMCMK	REKA
06_223_81	140 m	Maakaapeli 4 x 70 + 21	AMCMK	REKA
Tarvikkeet:				
00_000_00	1 kpl	Maakaapelin jatko 4 x 185 + 57	MCMK:lle	
00_000_00	2 kpl	Maakaapelin jatko 4 x 240 + 72	MCMK:lle	


Sähkösuunnitelman kuvat

Alueen piirustus




KJK_3 Jakamon pääkaavio

N.O	KAAP.N.O	NIMITYS	A/A	KAAPELI
1	01085	SYÖTTÖ KJK 6 lta		AMCMK 4x185-72
2	01034	RAK.26 (HALKOKATOS)	25/125	AMCMK 3x16-10
3	01086	AMPUMARADAT 1 JA 2	50/125	AMCMK 4x185-72
4	01029	RAK 5 (PARAKKI KEKKURI)	35/125	MCMK 3x10-10
5	01033	RAK 34 (TAULUVARASTO/SOTI- LASKOTI)	25/125	MCMK 4x10-10S
		MAADOITUS		Cu 35
		MAADOITUS		Cu 16
		MAADOITUS		MK 16

KOHDE		SISÄLTÖ		SUHDE	
HATILAN HARJOITUSALUE 1332 L1H4		KJK 3 PÄÄKAAVIO			
OSOITE	SUUNN.	SUUNN.N.O	REK.TUNNUS		
 PUOLUSTUSHALLINNON RAKENNUSLAITOS HAMEENLINNAN RAKTSTO	PART: 5/12/2002 SRa TARKAST.	SUUNN.KALA SÄ	PAK.N.O 1332-S304	MUUTOS 30.6.2014 AU	
	P/W	ALLEKIRJ.			

Jakamon KJK_4 pääkaavio

Nº	KAAP.Nº	NIMITYS	A/A	KAAPELI
1	01056	AMPUMARATA 2 / RK 3 (LIIKE- MAALIRADAN LAITESUOJA)	25/160	AMCMK 4x70+21
2	01043	AMPUMARATA 2 / RK 1 (AMPU- MAKATOS)	25/160	MCMK 4x6+6S
3	01062	AMPUMARATA 1 / KJK 5	35/160	AMCMK 4x70+21
				Cu 25
4	01044	AMPUMARATA 2 / RK 2 (NAYT- TOSUOJA)	25/160	AMCMK 3x25+10
5	01086	SYÖTTÖ KJK 3 IIta	00/160	AMCMK 4x185+72
				Cu 25
				Cu 25
				Cu 25
				Cu 16
				Cu 16 / Fe 25
				Cu 25
				Cu 25
				Cu 25
				Cu 25
				Cu 25
				Cu 25
				Cu 25

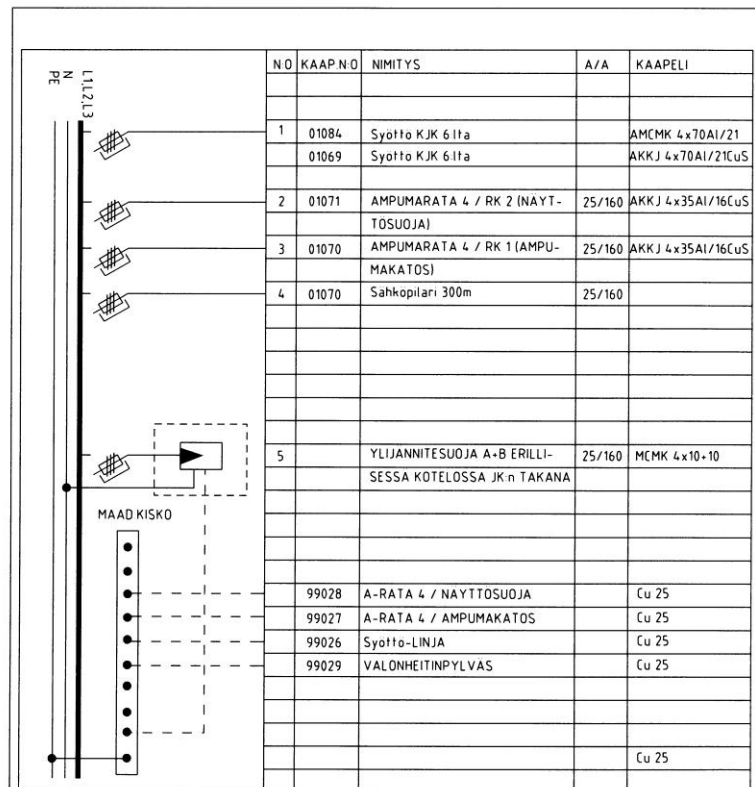
KOHDE		SISÄLTÖ		SUHDE	
HÄTILÄN HARJOITUSALUE 1332 L1H4		KJK 4 PAAKAAVIO			
OSOITE	SUUNN.	SUUNN. O	TIED. TUNNUS		
 PUOLUSTUSHALLINNON RAKENNUSLAITOS HAMEENLINNAN ALUETSTO	PIIRI 28 7 2006 SRa	SUUNN. ALA	PIIRIN O	MUUTOS	
	TARKAST.	SÄ	1332-S305	38 6 2014	AU
PIW	ALLEKIRJ.				

Jakamon KJK_6 pääkaavio

N O	KAAP N O	NIMITYS	A/A	KAAPELI
1	01083	Syöttö PK_MA11fa		AMCMK 4x240-72
2	01059	AMPUMARATA 3 / RK 2 (NAYT-TOSUOJA)	25/160	AMCMK 4x70-21
3	01058	AMPUMARATA 3 / RK 1 (AMPU-MAKATOS)	25/160	MCMK 4x10-10
4	01084	Lahto KJK 7 lle	35/160	AMCMK 3x70-21
5		YLIJANNITESUOJA ERILLISESSA KOTELOSSA JK n KYLJESSA	25/160	MCMK 4x10-10
				Cu 25
		A-RATA 3 / RK 1 (AMPUMAKATOS)		MK 16 kevi
	99022	A-RATA 3 / NAYTTOSUOJA		Cu 25
	99043	Syöttö-LINJA		Cu 25

KOHDE		SISÄLTÖ		SUHDE	
HÄTILÄN HARJOITUSALUE 1332 L1H4		KJK 6 PAAKAAVIO			
OSOITE		SUUNN.	SUUNN. N. O	TIED. TUNNUS	
 PUOLUSTUSHALLINNON RAKENNUSLAITOS HAMEENLINNAN RAKTSTO		PIIRT. 14.6.2007			
		SRa			
P.W.		TARKAST.	SUUNN. ALA	PIIR. N. O	MUUTOS
ALLIKKI			SÄ	1332-S307	30.6.2014 AU

Jakamon KJK_7 pääkaavio



ENSTO KSEB 6-117
IP 34, In=630A

KOHDE		SISÄLTÖ		SUHDE	
HÄTILÄN HARJOITUSALUE 1332 L1H4		KJK 7 PAAKAAVIO			
JOHTI PUOLUSTUSHALLINNON RAKENNUSLAITOS HAMEENLINNAN RAKTSTO	SUUNN.	SUUNN N:O	MID TURVAUS		
	PIRT: 317 2008 SRA TARKAST.	SUUNN ALA	PIIR N:O	MUUTOS	
PVM ALLEKIRJ		1332-S308		30.6.2014 AU	