

Juha Isaksson

Sähköasemien kunnossapito

Alkulause

Tämä insinööri työ tehtiin Helsingin Energian Hanasaaren voimalaitoksen sähköasemien kunnossapidolle. Työ tehtiin 1.11.2010 - 26.5.2011. Haluan kiittää ohjaajiani kannustuksesta ja arvokkaista ohjeista. Ohjaajinani toimivat Helsingin Energiassa kunnossapitopäällikkö, ins. Pekka Korpela ja Metropolia Ammattikorkeakoulussa lehtori, tekn. lis. Jarno Varteva. Työtä varten myös haastattelin lisäksi useita Helsingin Energian sähköasemien kunnossapitotiimin asentajia, joilta sain myös tärkeitä tietoja työtäni varten.

Helsingissä 26.5.2011

Juha Isaksson

| | |
|--|--|
| Tekijä(t) | Juha Isaksson |
| Otsikko | Sähköasemien kunnossapito |
| Sivumäärä | 32 sivua + 2 liitettä |
| Tutkinto | insinööri (AMK) |
| Koulutusohjelma | sähkötekniikka |
| Suuntautumisvaihtoehto | sähkövoimatekniikka |
| Ohjaaja(t) | kunnossapitopäällikkö, ins. Pekka Korpela lehtori, tekn. lis. Jarno Varteva |
| <p>Insinööriyössä selvitettiin erilaisten mobiilipäätteiden sopivuutta sähköasemien kunnossapidon työtehtävien raportoinnissa sekä vertailtiin eri vaihtoehtoja keskenään. Työssä tutustuttiin myös muutamiin asemakunnossapidon yleisiin työtehtäviin. Työssä perehdyttiin lähemmin sähköasemien kuntotarkastuksen, muuntajahuoltojen, katkaisijahuoltojen ja akkuhuoltojen vaatimiin huoltotoimenpiteisiin. Lisäksi tutustuttiin lyhyesti Helsingin Energian yrityshistoriaan.</p> <p>Työssä tutkittiin matkapuhelimien ja kannettavien tietokoneiden sopivuutta raportointiin. Jokaisen laitteen haitta- ja hyötypuolia pohdittiin riippuen mihin työtehtävään laitteet liittyvät. Tutkimukseen käytettiin pääasiassa Helsingin Energian omaa kirjallisuutta sekä julkisia että yrityksen sisäisiä lähteitä.</p> <p>Raportoinnin kehittämisen päämääränä oli lomakkeiden siirtäminen sähköiseen muotoon, mitä varten työssä tutustuttiin erilaisiin raportoinnin välineisiin, joita hyödyntämällä työtehtävien raportointi voitaisiin suorittaa sähköisessä muodossa paperin sijaan. Raportoinnin kehittämisellä pyrittiin myös mahdollistamaan töiden valmistumisen reaaliaikainen seuranta.</p> <p>Lopuksi esitettiin suositus kustakin laitteesta ja niiden soveltuvuudesta raportointiin eri työtehtävissä.</p> | |
| Avainsanat | Helsingin Energia, sähköasemat, muuntajat, huollot, raportointi |

| | |
|--|--|
| Author(s) | Juha Isaksson |
| Title | Substation maintenance |
| Number of Pages | 32 pages + 2 appendices |
| Degree | Bachelor of Engineering |
| Degree Programme | Electrical engineering |
| Specialisation option | Power Engineering |
| Instructor(s) | Pekka Korpela, Eng., Maintenance manager Jarno Varteva, Lic.Sc. (Tech), Senior lecturer |
| <p>The object of this project was to research different mobile devices such as laptops and mobile phones, and to look for ways they could be implemented into regular use for reporting regarding projects handled by the substation maintenance team of Helsinki Energy. The main aim was to take an in-depth look into some of the regular work regarding substation maintenance. This project also takes a brief look into the company's history and present.</p> <p>The focus of this study was on the suitability of mobile phones and laptops for reporting purposes. The objective was to determine the advantages and disadvantages of each device. The research was carried out mainly based on literature provided by Helsinki Energy. Both public and company's internal sources were used.</p> <p>The main object of this project was to compare different devices and determine which type of device works best when used while dealing with different kinds of work and environment. Helsinki Energy is currently working on reducing the amount of paperwork needed for regular maintenance reports and is aiming to make the filing of reports entirely electric.</p> <p>In conclusion we came up with a recommendation for each of the devices about their suitability with regard to reporting during different kinds of work.</p> | |
| Keywords | Helsinki Energy, substations, transformers, maintenance, reporting |

Sisällys

Alkulause

Tiivistelmä

Abstract

Sisällys

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Helsingin Energia yrityksenä | 2 |
| 2.1 | Helsingin Energian yrityshistoria | 2 |
| 2.2 | Helsingin Energia nykyään | 3 |
| 3 | Sähköasemien kunnossapito | 4 |
| 3.1 | Sähköasemien kunnossapitotarkastus | 4 |
| 3.1.1 | Sähköasemien turvallisuus ja tilojen lukitukset | 4 |
| 3.1.2 | Kiinteistön yleiskunto | 5 |
| 3.1.3 | Prosessilaitteet | 6 |
| 3.2 | Muuntajahuollot | 9 |
| 3.3 | Katkaisijahuollot | 15 |
| 3.4 | Akkuhuollot | 17 |
| 4 | Huoltotöistä raportointi | 20 |
| 4.1 | Raportointi kannettavan tietokoneen avulla | 20 |
| 4.2 | Raportointi matkapuhelimen avulla | 25 |
| 4.3 | Raportointiohjelmisto | 26 |
| 5 | Yhteenveto | 29 |
| | Lähteet | 32 |

Liitteet

Liite 1. Esimerkki sähköasemien kuntotarkastuslomakkeesta

Liite 2. Esite kannettavista tietokoneista

1 Johdanto

Tässä insinööriyössä perehdytään Helsingin Energian sähköasemien kunnossapitoon liittyviin huoltotöihin ja niiden raportointiin. Työssä tarkastellaan muutamia raportointiin käytettäviä eri päätteitä ja tutkitaan niiden mahdollisia hyötyjä ja haittoja. Päätteiden sopivuutta vertaillaan erilaisiin tehtäviin ja niistä saatavia hyötyjä työnteon kannalta.

Sähköasemien kunnossapidon työtehtävät ovat tyypillisesti liikkuvaa työtä. Tämän vuoksi raportointia varten mukana kulkevalta mobiilipäätteeltä vaaditaan kestävyyttä, koska työn ohessa kolhujen tuleminen laitteisiin on pitkällä tähtäimellä väistämätöntä. Työympäristöt saattavat olla paikoitellen hyvin likaisia ja mahdollisesti myös kosteita. Joskus työtehtävät vaativat myös liikkumista korkeissa paikoissa, mikä tuo mukanaan uusia haasteita, jotta laitteet eivät pääsisi putoamaan töitä tehdessä.

Työssä tutustutaan huoltotöihin lähemmin ja pohditaan, miten niiden raportointia voisi mobiilisovelluksella kehittää. Nykyään raportointi suoritetaan vielä täyttämällä lomakkeita ja toimittamalla niitä eteenpäin esimiehelle. Esimies käsittelee tämän jälkeen lomakkeet ja toimittaa ne sähköisessä muodossa asiakkaalle.

Mobiiliraportoinnin päämääränä olisi tämän käsittelyvaiheen vaatiman työtaakan helpottaminen. Raportit voitaisiin täyttää kokonaan sähköisenä, mikä vähentäisi lomakkeiden aiheuttamaa paperimäärää, jolloin tieto töiden valmistumisesta saataisiin eteenpäin nopeammin. Parhaassa tapauksessa asiakas pystyisi reaaliajassa seuraamaan töiden valmistumista. Työssä pohditaan erilaisia ratkaisuja raportoinnin nopeamman toiminnan saavuttamiseksi.

2 Helsingin Energia yrityksenä

2.1 Helsingin Energian yrityshistoria

Ensimmäinen sähkölaitos rakennettiin Helsinkiin vuonna 1884. Tämän mukana syntyi ensimmäinen virallinen päätös sähkön ja jakeluverkoston rakentamisesta. Helsingin Energian historia luo juurensa vuoteen 1909, jolloin kasvava kiinnostus sähkön käyttöön toi mukanaan tarpeen rakentaa jakeluverkkoa. Perustettiin Helsingin kaupungin sähkölaitos, joka tultaisiin myöhemmin tuntemaan nimellä Helsingin Energia.

Helsingin katuvalaistuksen sähköistys aloitettiin vuonna 1910. Vuonna 1914 raitiotieliikenne siirtyi kaupungin haltuun. Suurimpana investointina asennettiin 600 V:n kaapelit syöttämään raitiotieverkon syöttöpisteitä ympäri kaupunkia. Vuonna 1935 ensimmäinen 35 kV:n siirtoverkon kaapeli kytkettiin käyttöön. Kyseinen kaapeli kulki Suvilahden voimalaitokselta eli pääasemalta Töölön sähköasemalle. [1, s. 3 - 11, 14, 23, 40.]

Vuonna 1953 aloitettiin kaukolämmön tuotanto. Kyseisenä vuonna otettiin myös käyttöön Salmisaaren A-voimalaitos. 1957 Helsingissä aloitettiin vesikaukolämmitys. Ensimmäisenä vesikaukolämmityspiiriin kytkettiin Hotelli- ja Ravintolakoulu Perhonkatu 11:ssä. Salmisaaren B-voimalaitos otettiin käyttöön vuonna 1984.

Vuonna 1960 otettiin käyttöön Hanasaaren A-voimalaitos. Laitoksella alettiin tuottaa lämpöä ja sähköä. Hanasaaren B-voimalaitos valmistui 14 vuotta myöhemmin. Vuonna 1973 yleisölle avautui Kampin Sähkötalo, joka toimii nykypäivänäkin Helsingin Energian pääkonttorina.

Vuonna 1991 siirryttiin maakaasuaikaan Vuosaaren A-voimalaitoksen käyttöönoton myötä. Vuosaaren B-voimalaitoksen valmistuttua vuonna 1997 alkoi Helsingin Energiassa uusi kausi, jonka jälkeen puolet Helsingin alueella tuotetusta sähköstä ja kaukolämmöstä on tuotettu maakaasulla.

Vuonna 1995 Helsingin kaupungin energialaitoksen nimi muuttui nykyiseksi Helsingin Energiaksi, kun yritys kunnallistettiin. Vuonna 2009 Helsingin Energia täytti 100 vuotta. [2; 3.]

2.2 Helsingin Energia nykyään

Helsingin Energia on Helsingin kaupungin omistama energiayhtiö ja yritysmuodoltaan liikelaitos. Nykyään Helsingin Energia toimii Helen-konsernin emoyhtiönä, johon kuuluu merkittävä määrä tytä- ja osakkuusyhtiöitä. Konserniin kuuluvia tytäryhtiöitä ovat Helen Sähköverkko Oy, Mitox Oy, Mankala Oy, Kiinteistö Oy Sähkötalo sekä Suomen Energia-Urakointi Oy.

Taulukko 1. Helsingin Energian avainlukuja vuosilta 2010 ja 2009

| | 2010 | 2009 |
|---|-------------|-------------|
| Liikevaihto, milj. euroa | 716 | 723 |
| Tulos ennen satunnaisia eriä ja tilinpäätössiirtoja milj. euroa | 245 | 247 |
| Taseen loppusumma, milj. euroa | 1 501 | 1 490 |
| Investoinnit, milj. euroa | 91 | 71 |
| Henkilökunnan määrä 31.12. | 1 227 | 1 262 |

Helsingin Energia myy sähköenergiaa Suomessa 400 000 asiakkaalle ja kattaa kaukolämmöllä 90 prosenttia pääkaupungin lämmitystarpeesta. Taulukossa 1 on listattu Helsingin Energian avainlukuja vuosilta 2010 ja 2009. [4.]

3 Sähköasemien kunnossapito

3.1 Sähköasemien kunnossapitotarkastus

Helsingin Energian sähköasemiin kuuluu monentyyppisiä sähköasemia: keskijänniteasemia, 110 kV:n sähköasemia, ulkokenttiä sekä maanalaisia sähköasemia. Keskijänniteasemiin sisältyy sekä 10 kV:n että 20 kV:n sähköasemia. Maanalaisiin sähköasemiin kuuluu esim. Kampin sähköasema sekä vielä rakenteilla oleva Kluuvin sähköasema. Sähköasemien lisäksi löytyy myös 600 V:n raitiovaunuasemia esimerkiksi Vallilan sähköasemalta sekä Kalliosta. Sähköasemien sijainnit vaihtelevat ydinkeskustasta Vuosaareen ja Kannelmäkeen.

Sähköasemilla suoritetaan kerran kuukaudessa yleinen kuntotarkastus. Tarkastuksen tarkoituksena on kiinnittää huomiota ja ylläpitää aseman turvallisuutta ja käyttövarmuutta ottaen huomioon sekä normaalitilanteen että mahdolliset häiriötilanteet.

3.1.1 Sähköasemien turvallisuus ja tilojen lukitukset

Sähköaseman ulkoaidan tulee olla ehjä erityisesti 110 kV:n kytkinlaitoksilla. Aidassa ei saa olla alla yli 0,1 metrin aukkoja ja aidan yläreunan on yletyttävä vähintään 2,0 metrin korkeudelle maanpinnasta. Myös porttien tulee olla ehjät. On tärkeää myös varmistaa, ettei aidan ulkopuolelle ole varastoitu tavaroita välittömään läheisyyteen, eikä aita vasten ole kasattu lunta. Aidassa tulee myös olla varottavat hengenvaara-kilvet noin 10 metrin välein joka sivulla. Porttien, ulko-ovien, sähkötilojen ja erillistien suojien (tikkaat, luukut) lukitukset tulee tarkistaa. Lopuksi tarkastetaan ikkunoiden ja kaltereiden eheys.

Sähköasemalla varmistetaan lisäksi ensiapu-, suoja- ja turvavälineiden kunto. Sähköasemalta tulee löytyä ensiapukaappi perustarpeineen. Välineet eivät saa olla vanhentuneita. Kaikkien ensiapu- ja turvaohjeiden ajantasaisuus tulee tarkastaa ja uusia ohjeet tarvittaessa.



Kuva 1. Sähköaseman Flexim-pääte

Kulunvalvontalaitteiden toimivuus tarkistetaan kokeilemalla kaikkia laitteita, joihin kuuluvat kortinlukijat, rikosilmoitinjärjestelmä ja Flexim-päätteet (kuva 1). Hälytyslaitteilla annetaan hälytys ja valvomosta varmistetaan, saapuiko annettu hälytys perille. Näin voidaan todeta yhteyden toimivuus. [5.]

3.1.2 Kiinteistön yleiskunto

Sähköasemien kiinteistöille tehdään yleistarkastus huonetiloittain ja kiinnitetään huomiota vesivuotoihin, halkeamiin, rapautumiin, lämmityspattereihin, termostaatteihin, vesijohtoihin, hanoihin sekä viemäriin. Kiinteistön prosessitilojen, sosiaalityötilojen, käytävien, poistumisteiden ja ulkoalueen siisteyden tulee olla kunnossa. Tarvittaessa tilataan siivous sähköasemalle.

Yhteiskäyttökiinteistöjen osalta tarkastetaan asuinrappukäytävät, lämmönjakuhuoneet ja ullakot paloriskien varalta sekä palo-osastointien kunto. Läpivientien palosulkuihin kiinnitetään erityistä huomiota etenkin, jos asemalla on tehty lähiaikoina rakenteisiin kohdistuvia töitä tai kaapelivetoja. Normaalista poikkeavat huonelämpötilat merkitään ylös ja ilmoitetaan raportoinnin yhteydessä.



Kuva 2. Turvavalokeskus

Kiinteistön turvavalaisustuskeskuksen (kuva 2), ja valaisimien toiminta tarkastetaan kytke-
mällä keskus akuston syötettäväksi. Tämän jälkeen rikkoutuneiksi havaitut lamput vaihde-
taan uusiin.

Savunpoisto- ja ilmanvaihtokanavien näkyvillä olevat palopellit ja niiden asennonosoituk-
set tulee tarkastaa. Nostureiden toiminta tarkastetaan ajamalla sitä kaikkiin suuntiin ja
muut osat silmämääräisesti. Yli 30 tonnin nostureita ei tarkasteta.

Koestetaan aseman puhelinyhteydet ja yhdellä puhelimella yhteys käyttökeskukseen. Kau-
kokäytön toimivuus voidaan varmistaa ottamalla yhteys valvomoon. Tarkastetaan Tetran
ja GSM:n kuuluuudet tärkeissä tiloissa kuten kytkinlaitostilat, valvomot ja relehuoneet.
Toistimien kunnan silmämääräinen tarkastus riittää. [5.]

3.1.3 Prosessilaitteet

Prosessilaitteiden katselmuksen ohessa tarkastetaan katkaisijoiden öljypinnan korkeus ja
varmistetaan katkaisijoiden kunto mahdollisten vuotojen varalta. Lisäksi tarkastetaan jän-
nitteenjakokondensaattorien tiiveys. Samalla katsotaan mittamuuntajien öljynpinnan kor-
keus. Eristimien ja ylijännitesuojien eheys tulee myös varmistaa. Kojekaappien lämmityk-
sen toimivuus voidaan todeta käyttämällä esimerkiksi infrapunalämpömittaria.

Ulkokentillä tulee tarkastaa kuukausittain tärkeimmät kaapit (katkaisijanohjaimet, muuntajat ja välilytkentäkaapit). Pää- ja omakäyttömuuntajien öljypintojen korkeudet eivät saa poiketa normaalitilanteesta liikaa. Myös pää-, verkkokäskyohjaus- ja omakäyttömuuntajat käydään läpi öljyvuotojen varalta. Samalla katsotaan myös silmämääräisesti kyseisten muuntajien ilmankuivainten silikaatit ja ne uusitaan tarvittaessa.

GIS-kojeiston (kuva 3) kaasutilojen tiheysvahtien tai painemittareiden lukemat, sekä luetaan hydraulikkajärjestelmien tiiveys ja painemittareiden lukemat. Varmistetaan käyttökytkimien asennot. Varmistetaan myös, että kojeistotiloista löytyy tarpeellinen määrä varoituskilpiä. Varoituskilpiä ei saa unohtaa poistaa tai asettaa työtoimenpiteiden niin vaatiessa. Asianmukainen kilpien asettelu on erityisen tärkeää työturvallisuuden säilyttämiseksi.



Kuva 3. 110 kV SF₆-kaasueristetty GIS-kojeisto

Kampin ja Viikinmäen sähköasemilla, joissa on varavoimakone, suoritetaan koeajo kerran kuukaudessa. Varavoimakoneen ajaminen suoritetaan erillisen ohjeen mukaan. Lyhykäisyydessään ohjeen sisältöön kuuluu koneen ajaminen puolen tunnin ajan sekä koneen kunnon ylläpitoon liittyvien mittausten tekeminen.



Kuva 4. Valvomon hälytyskeskus

Tarkastetaan kaikkien suoja- ja toisilaitteiden toimintailmaisimien kunto. Lauenneista suoja-releistä tehdään toimintailmoitus. Releiden indikointitiedot kirjataan muistiin, jonka jälkeen laenneet releet kuitataan.

Hälytystauluihin (kuva 4) ja hälytyskeskuksille ilmestyneet poistuneet ja aktiiviset hälytykset kirjataan muistiin. Tämän jälkeen hälytykset voidaan kuitata, jos valvomo antaa tähän luvan. Jos jokin tulleista hälytyksistä on aktiivinen, sen kuittaaminen ei onnistu keskukselta. Hälytyskeskusten ulkonäkö vaihtelee eri laitoksilla. Kuvan 4 hälytyskeskus on malliltaan varsin vanhanaikainen. Kaluston päivityksen myötä useille asemille on tullut käyttöön kosketusnäytöllä toimivat hälytyskeskukset.

Myös käyttötehtävissä tarvittavat työkalut ja apuvälineet tarkistetaan. Näitä ovat esim. jännitteenkoetin, maadoitusköydet, lippusiimat, veivit sekä erottimien lukituslaitteet (kuva 5, ks. seur. s.). Työkalut on asetettava aina takaisin omille paikoilleen. Hyllyiltä löytyy myös kuva työkalujen asettelusta, jonka avulla on helppo tarkistaa, että kaikki tarvikkeet ovat tallella ja omilla paikoillaan.



Kuva 5. Kojeistotilan työkaluja

Sähköasemien kuntotarkastuksesta palautetaan esitäytetty lomake, joka toimitetaan esimiehelle (liite 1). Esimies toimittaa lomakkeista kootun raportin asiakkaalle. [5.]

3.2 Muuntajahuollot

Sähköasemien päämuuntajille on suoritettava tasaisin väliajoin määräaikaishuoltotoimenpiteitä. Huoltojen yhteydessä suoritettavien mittausten perusteella tutkitaan muuntajien yleiskuntoa ja ylläpidetään muuntajan toimivuutta. Toimenpiteisiin kuuluu esim. kaasupitoisuus- ja lämpötilamittauksia, turvalaitteiden ja hälytysten koestamista sekä muuntajatilän yleisen siisteyden ja järjestyksen ylläpitäminen.

Muuntajasäiliön pohjasta on otettava öljynäyte, joka analysoidaan esimerkiksi Kelman Transport X -analysointilaitteella (kuva 6, ks. seur. s.). Näytteestä saadut kaasupitoisuusarvot kirjataan muistiin, ja niiden avulla voidaan arvioida muuntajan yleiskuntoa. Öljynäytteestä tutkittavista kaasupitoisuuksista tärkein on asetyleenin määrä. Jos asetyleeniä löytyy öljynäytteestä, tämä on merkki siitä, että muuntajassa on tapahtunut valokaaria. Valokaaren sattuessa vapautuu asetyleeniä.



Kuva 6. Kelman Transport X -kaasuanalysaattori

Öljynäytteen kaasupitoisuuksien perusteella voidaan arvioida muuntajan sisäistä kuntoa, joka on ulkopuolelta silmämääräisesti hyvin vaikeaa. Öljynäytettä ei tarvitse ottaa muuntajilta, joissa on toimiva kaasuanalysaattori (kuva 7). Näitä analysaattoreita ovat esimerkiksi Hydran ja Hydrocal.



Kuva 7. Hydran-kaasuanalysaattori

Muuntajien öljynpaisuntasäiliön öljynpinta tulee tarkistaa, ja öljyä on lisättävä tarvittaessa. Jos öljyä lisätään, sen lämpyöntilujuus on testattava ja varmistettava, että öljy on suodatettua. Pumppujen kokeilun yhteydessä on tarkastettava laakereiden kunto esimerkiksi laakeriääniä kuuntelemalla. Löysät tai kuluneet laakerit päästävät normaalista käynnistä poikkeavaa melua.



Kuva 8. Muuntajan ilmankuivaimen silikaatit

Ilmankuivaajien ja silikaattien kunto on tarkastettava ja silikaatit vaihdettava tarvittaessa. Silikaattien kuluneisuutta on helppo arvioida niiden värin perusteella. Uutena silikaattien väri on oranssi, ja kuluessaan väri muuttuu valkoiseksi (kuva 8). Läpivientien kunto on tarkastettava silmämääräisesti. Myös muuntaja on tarkastettava öljyvuojojen varalta. Sammutuskuristimille tehdään myös vastaavat tarkastukset (öljypinta, öljyvuo-dot, ilmankuivain jne.).

Tuulettimien ja niiden käynnistyslaitteiden kuten termostaatin toiminta on varmistettava. Lisäksi laakereiden kunto on tarkastettava ja tarvittaessa laakerit on vaihdettava. Laakerien kuntoa voi arvioida ajamalla puhaltimia ja kuuntelemalla, kuulostaako niiden käynti normaalista poikkeavalta. Muuntajan ja puhaltimien käyttötuntilaskurien sekä käämikytkimen toimintakertalaskurin lukemat on myös tarkastettava.



Kuva 9. Käämikytkimen ohjainkaappi

Käämikytkimen ohjainkaapin (kuva 9) lämmityksen tulee olla toiminnassa varsinkin talvika-
kana. Käämikytkintä on myös ajettava. Samalla on tarkastettava ohjaimen asennonosoitu-
tuksen toiminta ajamalla käämikytkintä kaikkien asentojen läpi kahdesti ja noin 10 kertaa
toimintakohdan yli edestakaisin. Toimintakohdalla tarkoitetaan asentoa, jossa käämikytkin
oli ennen huoltotöiden aloittamista. Käämikytkin tulee myös palauttaa samaan asentoon
töiden päätyttyä.



Kuva 10. Muuntajan öljyn ja käämin lämpötilamittarit

Muuntajan suojalaitteiden toiminta tulee koestaa. Lisäksi sekä hälytyksen että laukaisutietojen siirtyminen tulee varmistaa paikallisvalvomosta ja sähkövalvomosta. Tarkastettaviin suojalaitteisiin kuuluvat muuntajan ja käämikytkimien ylipaineventtiilit, kaasurele, virtausmittari, käämikytkimen virtausrele, painerele, ja öljyn sekä käämin lämpötilamittarit (kuva 10, ks. ed. s.). Suoritetaan myös kuvaajan asetteluarvojen tarkistus ja toiminnan kokeilu, anturitaskujen öljynvaihto (jos on kyseessä ulkomuuntaja) ja öljypinnankorkeusmittareiden toiminnan tarkastus, joka tehdään antamalla hälytykset suoraan apukoskettimilta.

Lämpötilamittarien toiminnan koestus tapahtuu lämmittämällä antureita kohti molempia hälytysrajoja (hälytys ja laukaisu) ja tarkastamalla ohjauskaapilta, että vastaava hälytys tulee asetteluarvoja vastaavissa lämpötiloissa. Antureiden lämmittämiseen voidaan käyttää esimerkiksi erillistä öljykeitintä, johon anturit laitetaan lämpiämään.



Kuva 11. Muuntajan sammutuskuristin

Sammutuskuristimelle (kuva 11) tehdään tarvittavat tarkastukset muuntajahuoltojen yhteydessä, näitä ovat esimerkiksi eristimien puhdistus, öljykorkeus, vuototarkastus, ilman-kuivaimen tarkastus ja erottimen toimintakokeilu. Muuntajan öljynkeruualtaat tyhjennetään, mikäli se on tarpeellista. Johdin- ja kiskoliitosten kunto tarkastetaan ja samalla

varmistetaan, että liitokset pitävät. Tarvittaessa löysät liitokset on kiristettävä. Kaapeli- ja kiskoläpivientieristimien kunto tarkastetaan ja eristimet puhdistetaan.

Muuntajan ylijännitesuojien kunto tulee tarkastaa ja ylijännitesuojat puhdistaa. Myös verkkokäskymuuntajien kunto tarkastetaan. Tehtäviä toimenpiteitä ovat muuntajasäiliön öljymäärän tarkistaminen ja tarvittaessa öljyn lisääminen, ilmankuivaimen silikaattien kunnan tarkastaminen ja vaihto tarvittaessa sekä muuntajasäiliön tiiveyden tarkastaminen.

Muuntajatilän ilmansuodattimet vaihdetaan uusiin. Muuntajan kansi puhdistetaan, ja samalla kiinnitetään myös huomiota muuntajan maalipinnan halkeamiin ja paikataan halkeamat tarvittaessa. Lisäksi kiinnitetään huomiota muuntajatilän yleiseen siisteyteen, sekä varmistetaan, ettei muuntajatilasta löydy mitään sinne kuulumattomia esineitä. Öljy- ja ilmajäähdytettyjen muuntajien jäähdytyslaitteiden toimivuus tulee varmistaa. Samalla tarkastetaan myös maadoitusten johtimien kunto ja puhtaus sekä kiristetään liitokset tarvittaessa.



Kuva 12. Esimerkki muuntajabunkkerin eläinsuojauksesta

Muuntajatilöjen eläinsuojauksen toimivuus tarkastetaan. Esimerkiksi eläinsuojiksi asennettujen verkkojen (kuva 12) kunto tulee tarkastaa, ettei niistä löydy suuria reikiä.

Muuntajatiloiissa tulee varmistaa, ettei niihin ole pääsyä pienillä eläimillä. Pienet eläimet voivat aiheuttaa vaaratilanteita päästessään kosketuksiin jännitteisten osien kanssa ja näin vahingoittaa laitteistoa esimerkiksi oikosulkemalla jännitteisiä osia keskenään.

Muuntajahuoneen paloilmoinjärjestelmän ja sammutusjärjestelmän savuilmaisimet vaihdetaan uusiin tarvittaessa ja ilmaisimet merkitään puhtaksi vaihdettaessa. Puhtaiden ilmaisimien on oltava pölyltä suojattuja. Muuntajahuoneen valaisimien lamput vaihdetaan myös tarvittaessa. [6.]

Edellä mainitut huoltotoimenpiteet kuuluvat muuntajien määräaikaishuoltoon. Muuntajille voidaan tehdä myös suppeampi perushuolto, joka sisältää muuntaja- ja paisuntasäiliöiden putkiston ja jäähdyttimien tiiveyden tarkastuksen ja tarvittaessa korjauksen, öljynpintojen tarkastuksen sekä öljyn lisäämisen tarvittaessa. Ilmankuivaimien silikaattien kunto tarkastetaan ja silikaatit vaihdetaan tarvittaessa. Johdin- ja kiskoliitosten kiinnitykset kiristetään. Ylä- ja alajännitepuolen läpivientieristimien kunto tarkastetaan ja samalla eristimet puhdistetaan.

Pumppujen, tuulettimien ja niiden käynnistyslaitteiden toiminta tarkastetaan. Pumppujen ja puhaltimien käyttötuntilaskureiden ja käämikytkimien toimintakertalaskureiden lukemat tarkastetaan. Käämikytkimen ohjaimen ja apulaitekaapin lämmitys tarkastetaan. Käämikytkimen ohjaimen ja asennonosoituksen toiminta kokeillaan ajamalla käämikytkin kaikkien asentojen läpi sekä toimintakohdan yli edestakaisin kymmenisen kertaan. Varmistetaan suojalaitteiden toiminta. Tarkastettaviin suojalaitteisiin kuuluu muuntajan painerele, käämikytkimen painerele, kaasurele, virtausmittari, virtausrele, lämpömittari ja käämin lämpötilan kuvaaja. [7.]

3.3 Katkaisijahuollot

Vuosihuollot tehdään keskijännitekojeistojen kennojen katkaisijoille (kuva 13, ks. seur. s.) yhden, viiden ja kymmenen vuoden välein. Kojeisto ja kojeistotila tarkastetaan yleisellä tasolla. Tarkastuksessa kiinnitetään huomiota tilojen yleiseen siisteyteen ja tilataan siivous tarvittaessa. Valaistuksen tulee toimia moitteettomasti ja tarvittaessa valaisimet vaihdetaan uusiin. Turvallisuusohjeistuksessa ei saa olla havaittavissa mitään puutteita. Jos ohjeistus ei ole ajantasainen, hankitaan tiloihin uudet ohjeet. Tilojen tarkastuksen lisäksi

varmistetaan, että huollossa tarvittavat tiloissa säilytettävät tärkeät työkalut löytyvät, eikä niiden kunnossa ole moitittavaa.



Kuva 13. 20 kV kojeiston kenno

Katkaisijalle tehdään useita eri tarkastuksia. Katkaisijan yleisen kunnan lisäksi tarkastetaan kaasupaine ja lisätään kaasua tilanteen vaatiessa. Öljyn kunto analysoidaan, ja jos puutteita havaitaan, öljy vaihdetaan. Iskunvaimentimet on myös vaihdettava, jos niissä havaitaan öljyvuotoja. Riviliitinkaapille suoritetaan myös yleinen tarkastus käymällä läpi riviliittimet, suoja- ja apureleet. Jos on kyseessä suurivirtainen katkaisija, tarkastetaan sen siirtämiseen käytettävä moottoroitu siirtolaite ja sen toiminta.

Katkaisijan toiminta koestetaan ajamalla se auki ja kiinni vähintään kaksi kertaa, minkä jälkeen tarkistetaan, että katkaisijan asennosoitukset näyttävät oikein kennolla sekä valvomossa. Katkaisijan ajoitus ja nopeus sekä ylimenovastus mitataan. Öljyt vaihdetaan ja kaasua lisätään tarvittaessa. Katkaisijan koskettimet myös puhdistetaan ja voidellaan.

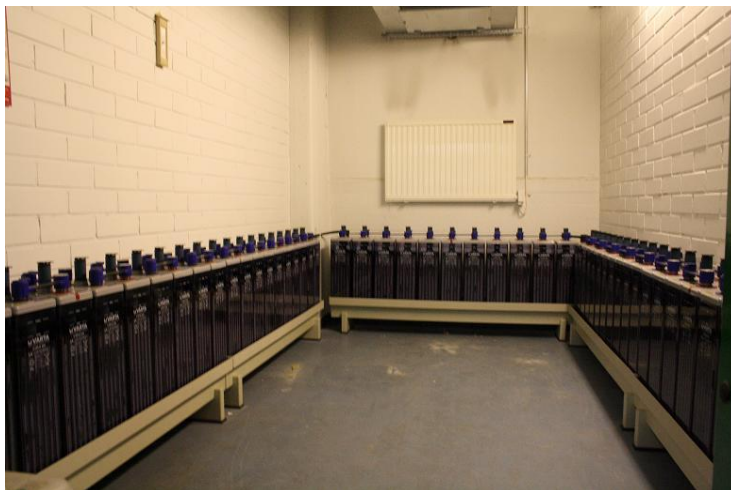
Ennen katkaisijalle suoritettavia mittauksia kytketään työkohte jännitteettömäksi ja vau-nukatkaisija siirretään ulos kennosta. Tämän jälkeen voidaan suorittaa katkaisijan mitta-ukset. Koskettimien staattinen resistanssi mitataan. Katkaisijan vaiheiden samanaikaisuus

ja toiminta-aika sekä auki- ja kiinniohjauskelojen virta mitataan. Mittausten aikana tehdään katkaisijalle ainakin kerran peräkkäin ohjaus *auki-kiinni-auki*, jotta varmistutaan joussienergian riittävydestä.

Huoltoon kuuluu myös muutama toimenpide muun kytkinlaitoksen osalta. Varokerottimen toiminnan koestus suoritetaan koestussulakkeella. Maadoituserottimelle suoritetaan myös huolto ja tarkastetaan asennonosoitusten toiminta. [8; 9; 10.]

3.4 Akkuhuollot

Verkojännitteen katkoksien ja vaihteluiden takia akustot (kuva 14) vaativat jatkuvaa kunnonvalvontaa toiminnan varmistamiseksi. Kunnonvalvonnasta vastaa Helsingin Energian akkuryhmä, joka suorittaa mittauksia tasaisin välein akustoille.



Kuva 14. Akusto

Akkuhuoneiden kuntoon tulee kiinnittää erityistä huomiota. Huoneen tulee olla kuiva, puhdas ja tärinätön. Akkuhuoneen tulee myös olla hyvin ilmastoitu, varsinkin tasaus- ja pikavarausten aikana. Onnettomuuden varalta sähkölaitteiden täytyy olla räjähdyssuojattuja. Ovissa tulee olla kielto avotulen käytöstä ja tupakoinnista. Tiloihin ei myöskään saa tuoda palavia tai hehkuvia esineitä.

Huoneiston lämpötilaa tulee seurata tarkasti. Taulukosta 2 (ks. seur. s.) näkyy, että lämpötilalla on varsin huomattava vaikutus elektrolyytin ominaispaineeseen eli ominaistiheyteen. Elektrolyytin ominaistiheydet mitataan aina kaikista akuston kennoista huoltojen yhteydessä. Tiheyksien mittaamisen lisäksi kiinnitetään huomiota elektrolyytin pinnankorkeu-

teen. Kennoon lisätään tislattua vettä, mikäli elektrolyytin pinnankorkeus on liian alhainen. Akun kylkeen on merkitty maksimi- ja minimipinnankorkeudet. Akkuun ei saa koskaan lisätä happoa.

Taulukko 2. Elektrolyytin tiheyden riippuvuus lämpötilasta [11]

| Lämpötila / °C | Ominaispaino 1,210 kg/l | Ominaispaino 1,250 kg/l |
|----------------|-------------------------|-------------------------|
| 5 | 1,221 | 1,261 |
| 6 | 1,220 | 1,260 |
| 7 | 1,219 | 1,259 |
| 8 | 1,218 | 1,258 |
| 9 | 1,218 | 1,258 |
| 10 | 1,217 | 1,257 |
| 11 | 1,216 | 1,256 |
| 12 | 1,216 | 1,256 |
| 13 | 1,215 | 1,255 |
| 14 | 1,214 | 1,254 |
| 15 | 1,214 | 1,254 |
| 16 | 1,213 | 1,253 |
| 17 | 1,212 | 1,252 |
| 18 | 1,211 | 1,251 |
| 19 | 1,211 | 1,251 |
| 20 | 1,210 | 1,250 |
| 21 | 1,209 | 1,249 |
| 22 | 1,209 | 1,249 |
| 23 | 1,208 | 1,248 |
| 24 | 1,207 | 1,247 |
| 25 | 1,207 | 1,247 |
| 26 | 1,206 | 1,246 |
| 27 | 1,205 | 1,245 |
| 28 | 1,204 | 1,244 |
| 29 | 1,204 | 1,244 |
| 30 | 1,203 | 1,243 |

Aleneva ominaistiheys kiellii riittämättömästä varauksesta. Liiallinen varaus taas näkyy ominaistiheyden lisääntymisenä ja elektrolyytin vähenemisenä. Akkujen kestovarausjännitteenä säilytetään 2,23 V/kenno. Lämpötilan ja ominaistiheyden vaihtelut aiheuttavat myös poikkeamia jännitteessä, minkä vuoksi jännitettä tulee seurata tarkasti. Yksittäisten kennojännitteiden lisäksi mitataan myös koko akuston napajännite. Napajännitettä tulee säätää sen poiketessa ± 1 % nimellisestä. Säättäminen tapahtuu suoraan akkuvaraajalta.

Akkujen yleiseen mekaaniseen kuntoon kiinnitetään huomiota. Akut puhdistetaan päältä ja varmistetaan, että akut ovat tiiviit, eikä niissä ole mitään vuotoja. Kansien ja liittimien tulee olla ehjät. Liittimet kiristetään, mikäli ne ovat löysiä. Sopiva kiristysmomentti liittimille on 25 Nm. Samalla on myös hyvä tarkastaa akkutelineen yleinen kunto. Katsotaan, että

akut ovat tukevasti telineessään, ja teline on ehjä, eikä siihen ole jätetty mitään ylimääräisiä ja siihen kuulumattomia esineitä kuten työkaluja.

Tarkastusten ohessa tulee kiinnittää erityistä huomiota työnaikaiseen turvallisuuteen. Huollon yhteydessä on käytettävä tarpeellisia suojia kuten suojalaseja ja käsineitä. Hapon joutumista käsiin on vältettävä. Tapaturman varalta on myös pidettävä ensiapupakkaukset ja palosammuttimet lähettyvillä, sekä happotapaturman varalta on pidettävä saatavilla vettä ja neutralisoivia aineita. Samalla varmistetaan myös, että tiloista löytyy tarpeeksi tislattua vettä elektrolyytin lisäämistä varten.

Huoltotiimin tehtäviin kuuluu myös akustojen uusinnat ja romutuspalvelu. Akkujen siirtäminen on fyysisesti haasteellista työtä. Akkujen paino vaihtelee suuresti tyypistä riippuen, mutta yksittäisenkin akun paino voi olla yli 100 kg.

Akustoille tehtävät mittaukset suoritetaan erillisellä huoltotöihin suunnitellulla laitteella, josta arvot otetaan tietokoneelle arkistointia varten. Mittaustuloksista voidaan esim. seurata ominaistiheyksien muutosten trendiä, jonka perusteella voidaan pohtia yksittäisten akkujen kuntoa. Jos tiheyksissä näkyy jatkuvasti normaalista poikkeavaa laskua tai nousua samoilla akuilla, on syytä perehtyä kyseisen akun kuntoon lähemmin. [11.]

4 Huoltotöistä raportointi

Raportointi huoltotöistä on tehty perinteisesti papereille tulostetuilla lomakkeilla, jotka ovat tasaisin aikavälein palautettu esimiehelle käsiteltäväksi. Esimies on lomakkeet käsitellyään toimittanut ne eteenpäin raportin muodossa asiakkaalle.

Kyseisen prosessin ongelmana on se, että esimies saa usein raportit käsiinsä myöhäisessä vaiheessa, sekä raportit koskevat usein töitä, joiden suorituksessa esimies ei ole ollut henkilökohtaisesti mukana. Tämän takia raporttien tulkinnassa voi usein olla epäselvyyksiä, joiden vuoksi esimies joutuu ottamaan yhteyttä jälkeempään työn suorittaneisiin asentajiin ja kysymään lisätietoja sekä selvennyksiä.

Raportoinnin kehittämisen tarkoitus olisi yksinkertaistaa prosessia. Kyse on myös taloudellisesta hyödystä yritykselle. Raporttien ylimääräinen käsittely käsin vaatii ylimääräisen työpanoksen, joka olisi vältettävissä, jos prosessi olisi automatisoitu.

4.1 Raportointi kannettavan tietokoneen avulla

Etuna muihin vaihtoehtoihin tietokoneella raportoitaessa on selkeämpi käyttöliittymä. Suurempi näyttö mahdollistaa monipuolisemman näkymän ja huomattavasti enemmän suunnitteluvaraa valikkojen sijoittelun suhteen. Koska sähköasemien kunnossapidon töistä täytettävät lomakkeet ovat tyypillisesti varsin pitkiä ja sisältävät paljon pientä tekstiä, on niiden saaminen näkyviin tarpeeksi suurelle näytölle tarpeellista selkeyden vuoksi.

Kannettavan tärkeä ominaisuus on myös fyysinen kestävyys, minkä vuoksi sen tulisi myös olla iskunkestävä. Iskunkestävä kannettava tietokone kestää iskujen lisäksi myös kosteutta ja lämpöä. Tavallinen hento kannettava ei sovellu sähköasemien kunnossapidon huoltotöiden tyypisissä työympäristöissä liikkumiseen. Tavallinen kannettava ei tulisi kestävästi altistumista lialle, kosteudelle tai kolhuille.

Osa tehtävistä töistä sisältää tietyllä sisätiloissa sijaitsevalla työpisteellä suoritettavia mittauksia, jolloin tavallinen kannettava tietokone saattaisi olla riittävä työväline. Liikkuvia töitä on kuitenkin suhteessa huomattavasti enemmän. Työympäristöt vaihtelevat myös hyvin usein ja niiden mukana tietenkin työolosuhteet. Tästä syystä tavallinen kannettava ei ole järkevä sijoitus, vaikka se hinnaltaan onkin huomattavasti alhaisempi.

Tähän perusteluna voidaan kuvitella esimerkkitilanteena päämuuntajalle tehtävä huolto-työ, jossa suoritettavia mittauksia tai merkintöjä kirjattaisiin muistiin kannettavalle koneelle. Jos kannettavalla tietokoneella olevat tiedot menetettäisiin laitteen rikkoutumisen takia, saattaisi pahimmassa tapauksessa esimerkiksi kyseisen huollettavan päämuuntajan käyttökatos venyä suunniteltua pidemmälle. Tästä seuraisi hyvin nopeasti paljon suuremmat kulut, kuin mitä olisi kulunut iskunkestävän kannettavan tietokoneen ostamiseen, millä kyseinen laitteen rikkoutuminen olisi todennäköisesti voitu välttää.



Kuva 15. Panasonic Toughbook CF-U1MK2 UMPC -tietokone

Iskunkestävän kannettavan haittapuolena on sen paino, joka on huomattavasti suurempi kuin esimerkiksi matkapuhelimella. Mallista riippuen paino pelkällä kannettavalla voi vaihdella yhdestä kilogrammasta neljään. Tämän lisäksi painoa lisää mahdolliset kantolaukut, laturit ja muut lisälaitteet. Kestävän kannettavan tietokoneen hinta on myös varsin korkea 2 000 - 4 000 euroa. Kannettava tietokone on kuitenkin soveltuvin lähes kaikkien töiden raportointiin. Iskunkestävyys on tärkeä ominaisuus työympäristöjen olosuhteiden vuoksi. Monissa huoltotehtävissä laitteisto altistuu jatkuvasti lialle ja kosteudelle, mikä kuluttaa tavallisen kannettavan tietokoneen kuntoa hyvin nopeasti.

Panasonicin Toughbook -mallistossa on useita hyviä iskunkestäviä tietokoneita, jotka soveltuvat erittäin hyvin sähköasemien kunnossapidon työtehtävien vaatimuksiin. Sopivin malli useisiin tilanteisiin olisi CF-U1 (kuva 15): kämmenellä kannettava pääte 5,6 tuuman kosketusnäytöllä. Tietoliikenne tapahtuu WLAN:n avulla 3G-verkon kautta. Laitteen akku kestää noin 9 tuntia. Laitteen paino on noin 1 kg.

CF-U1 on painoltaan ja kooltaan sen verran pieni, että se kulkee hyvin vaivattomasti mukana työkalujen ohessa. Laitteen takaa löytyy hihna, jolla saa laitteen pysymään tukevasti kädessä. Laitteelle on myös mahdollista saada kantolaukku lisävarusteena. Parhaiten laite soveltuu liikkuviin työtehtäviin, kuten asemien kuntotarkastuksille mukaan tai vastaaviin töihin, joiden suorittaminen vaatii joskus pitkienkin matkojen edestä liikkumista. 5,6 tuuman näyttö on pienehkö, mutta silti tarpeeksi iso, ettei laitteen käytettävyys kärsi tekstin liian pienestä koosta. Tarkastuslomakkeet mahtuvat ruudulle hyvin. Ruudulle mahtuu tarpeeksi tietoja näkyville kerralla kuitenkin säilyttäen tekstin luettavassa koossa.

Kosketusnäyttö mahdollistaa lomakkeiden vaivattoman täyttämisen. Laitteessa on myös näppäimistö, jonka käytössä ei ole moitittavaa. Näppäimet ovat tietenkin normaalia tietokoneen näppäimistöä pienempiä, mutta silti tarpeeksi kookkaat, ettei niiden koosta synny haittaa käytön kannalta. Laite on sopivin koko mallistosta, ja se soveltuu varsin toimivasti kaikenlaisiin töihin kevyen painonsa ja kokonsa vuoksi. Suurten kuvien tutkiminen laitteella saattaa kuitenkin osoittautua hankalaksi varsin pienen näytön vuoksi. Tämän tyyppisiä töitä varten soveltuu paremmin samassa mallistossa olevat tavallisen kannettavan tietokoneen kokoiset CF-19 ja CF-31.



Kuva 16. Panasonic Toughbook CF-19

Toinen varteenotettava vaihtoehto on Panasonicin CF-19 (kuva 16, ks. ed. s.) kannettava tietokone. CF-19 on iskunkestävä kannettava tietokone, jossa on 10,4 tuuman käännettävä kosketusnäyttö. Laitteen paino on 2,3 kg.

CF-19 on suuremman kokonsa osalta varteenotettava vaihtoehto CF-U1:lle. Laitteen paino on kuitenkin huomattavasti suurempi verrattuna CF-U1:een, ja se on myös reilusti kookkaampi, minkä vuoksi sen kuljettaminen mukana liikkuvissa töissä olisi todennäköisesti huomattavasti hankalampaa ja raskaampaa. Suurempi näytön koko ja isompi näppäimistö tekevät siitä kuitenkin helpomman käyttää. Se sisältää myös tavallisen kosketuslevyn hiirikäyttöä varten kosketusnäytön lisäksi. CF-19:n näyttö myös kääntyy, ja sen voi kääntää esimerkiksi näppäimistön päälle ruutu ylöspäin ja käyttää täysin kosketusnäyttönä (kuva 17).



Kuva 17. Panasonic Toughbook CF-19 näyttö käännettynä

CF-19 on Panasonicin malleista hyvä välimuoto, mutta se voi olla kuitenkin painonsa vuoksi vaivalloinen kantaa mukana erityisesti pitkillä tarkastuskierroksilla. Tämä malli soveltuu enemmän työtehtäviin, joissa työskennellään tietyllä työpisteellä, kuten esimerkiksi prosessilaitteelle suoritettavia mittauksia tehdessä. Asemien kuntotarkastuskierroksille laite on turhan raskas, eikä sen suuremmasta näytöstä ole merkittävää hyötyä lomakkeiden täyttämisen kannalta.

Kyseisiä malleja olisi siitä huolimatta hyvä löytyä valikoimasta, jos vastaan tulee huoltotöitä, jotka vaativat esimerkiksi työohjeiden tai joidenkin muiden dokumenttien tuomista mukana, joiden tuominen työmaalle paperimuodossa ei ole mahdollista tai on muuten kätevämpää sähköisenä. Esimerkiksi mittauksen suorittamiseen kiinteällä työpisteellä CF-19 sopii varsin mainiosti.



Kuva 18. Panasonic Toughbook CF-31

Panasonicin CF-31 (kuva 18) on teknisiltä ominaisuuksiltaan enimmäkseen sama kuin CF-19. Eroavaisuuksina ovat suurempi kosketusnäytön koko (13,1 tuumaa) ja hiukan parempi suorituskyky. CF-31 on painoltaan 3,72 kg. CF-31:n näyttöä ei pysty kääntämään niin kuin CF-19:n.

CF-31 on kooltaan huomattavasti kookkaampi kuin CF-19. Laite painaa noin 1,5 kg enemmän kevyempään malliin verrattuna. Raskaampi paino johtuu pääosin suuremmasta näytöstä. Laite on suorituskyvyltään hiukan tehokkaampi verrattuna kevyempään malliin, mutta suorituskyvyllä ei ole varsinaisesti suurta merkitystä raportoinnin tehokkuuden kannalta. Kevyempi CF-19 on suorituskyvyltään jo riittävä.

CF-31:n käytettävyyttä rajoittaa sen kiinteä näyttö. Laitteen mukana kuljettaminen on raskaamman painon vuoksi myös huomattavasti vaativampaa. Tämän vuoksi CF-31 on näistä vaihtoehdoista huonoiten soveltuva tarkastuskierrosten suorittamiseen. Suurempi näyttö on kuitenkin hyvä asia, jos ajatellaan kiinteällä työpisteellä tehtäviä mittauksia. Jos esimerkiksi työpisteelle tarvitaan mukaan piirikaavioita tai muita kuvia, joita ei ole välttämättä saatavana paperilla, on suuremmasta näytöstä apua. Muihin töihin CF-31 ei sovellu kokonsa ja painonsa vuoksi. [12, 13.]

4.2 Raportointi matkapuhelimen avulla

Matkapuhelimella raportoitaessa etuna on päätteen pieni koko sekä helppo liikuteltavuus. Matkapuhelimen pieni paino on myös huomattava etu esimerkiksi kannettavaan tietokoneeseen verrattuna, minkä vuoksi sitä on helpompi pitää mukana muiden työkalujen kanssa. Matkapuhelin kulkee hyvin mukana paikasta riippumatta sekä pysyy hyvin suojassa esimerkiksi sään aiheuttamilta haitoilta.

Haittapuolena on kuitenkin matkapuhelimen heikompi rakenne iskunkestävään kannettavaan verrattuna. Työtehtävien ohessa on kuitenkin ajan mittaan varmasti odotettavissa, että jatkuvassa käytössä oleva laite on vaarassa pudota joskus käsistä. Jos matkapuhelin pääsee tipahtamaan käsistä korkealla työskennellessä, on paljon todennäköisempää, että matkapuhelin ottaa vakavampaa vahinkoa iskuista kuin jyrkempi kannettava tietokone.

Matkapuhelimen pieni koko taas tekee monipuolisen käyttöliittymän suunnittelun hyvin vaikeaksi. Käyttöliittymän valikot ja näkymän yleensäkin joutuisi ahtamaan niin pieneen kokoon, että raporttien täyttäminen olisi tämän vuoksi varsin hankalaa. Näkymä on mahdollista suunnitella näyttämään yhtä paljon tietoa niin puhelimen kuin kannettavan näytölle, mutta tiedon joutuisi jakamaan moneen osaan, koska luonnollisesti näytölle mahtuu kerralla näkyville vain rajoitettu määrä tekstiä näytön pienen koon vuoksi.

Matkapuhelimen näytön tekstin kokoa voi aina muuttaa, mutta liian pieni teksti tekee lomakkeiden lukemisesta ja täyttamisestä vaikeampaa. Näkymää joudutaan jatkuvasti keulaamaan, jos halutaan säilyttää valikkojen selkeä koko ja helppolukuisuus.

Matkapuhelin soveltuu *rasti ruutuun* -tyyppisten lomakkeiden täyttämiseen, mutta harvoihin muihin tarkoituksiin, ja jopa tämäntyyppisten yksinkertaisten lomakkeiden täyttäminen on suhteellisen haasteellista pienen näytön ja näppäinten vuoksi. Kirjoittaminen matkapuhelimella onnistuu, kunhan mallista löytyy näppäimistö. Tämän vuoksi matkapuhelin olisi kelvollinen vain korkeintaan asemien perustarkastuksia varten, mutta ei sovellu muiden töiden raportointiin.

Matkapuhelimen käsittely voi olla myös laitteen koon vuoksi hankalaa. Lisäksi laite on hyvin altis fyysisille haittatekijöille kuten kosteudelle, lialle tai kolhuille. Matkapuhelimia on myös saatavilla iskunkestävissä malleissa, mutta kyseiset mallit eivät välttämättä sisällä

muita helppokäyttöisyyden vaatimia ominaisuuksia, kuten näppäimistöä. Matkapuhelimien näppäimet ovat myös poikkeuksetta huomattavasti pienempiä kuin kannettavissa tietokoneissa.

4.3 Raportointiohjelmisto

Kun raportointiohjelmistoa suunnitellaan, täytyy ottaa huomioon monia asioita. Käyttöliittymää suunniteltaessa on huomioitava, millä laitteella ohjelmistoa käytetään. Matkapuhelimet ja kannettavat tietokoneet vaativat hyvin eri näkökulmia ohjelmistoa suunnitellessa kokonsa, painonsa ja helppokäyttöisyytensä eroavaisuuksien takia. Laitteiden näyttöjen koot eroavat toisistaan huomattavasti, minkä vuoksi käyttöliittymä täytyy suunnitella erityisesti tämä huomioiden.

Ohjelmiston suunnittelua varten on myös mahdollisesti suunniteltava tarkastuslomakkeet uudelleen. Myös lomakkeita suunniteltaessa on otettava ensisijaisesti huomioon päätteen näytön koko. Matkapuhelinsovellusta varten lomakkeet täytyy tiivistää sellaiseen kokoon, että niiden selaaminen ja täyttäminen olisi mahdollisimman vaivatonta. Matkapuhelimen ruudulle täytyy saada mahdollisimman paljon näkyviin olennaista tietoa kerralla, ja ylimääräistä sivujen kelaamista on vältettävä mahdollisimman paljon. Jatkuva sivujen vaihtaminen on huomattavasti työläämpää matkapuhelimella kannettavaan tietokoneeseen verrattuna.

Useita lomakkeita on kuitenkin vaikea tiivistää ja samalla kuitenkin säilyttää kaikki olennaiset yksityiskohdat. Tämän pystyisi saavuttamaan esimerkiksi tiivistämällä toisiinsa liittyvät tarkastuskohteet yhden yhteisen nimikkeen alle ja lisäämällä viereen erillisen kentän, johon tarkastaja voi kirjoittaa omin sanoin tarkastuskierroksella havaituista puutteista.

Kannettava tietokone on suunnittelun kannalta huomattavasti yksinkertaisempi. Useita lomakkeita ei tarvitsisi suunnitella uudelleen, vaan ne voitaisiin siirtää suoraan sähköiseen käyttöön sellaisenaan. Useat nykyiset paperilomakkeet on suunniteltu Excelillä.

Ohjelmiston ominaisuuksiin kuuluu pelkän raportoinnin lisäksi myös töiden jakaminen asentajille, töiden valmistumisen seuranta ja mahdollisuus vastaanottaa ja kuitata töitä. Nykyinen järjestelmä Helsingin Energiassa perustuu laskuttamiseen työmääräinten kautta.

Työntekijä kirjaa itsensä työmääräimelle, johon kertyy Flexim-järjestelmän kautta tunteja kyseiselle työlle.

Tämä järjestelmä vaatii paljon ylimääräistä työtä leimausten takia ja vaikeuttaa töille kertyvien tuntien tasaista jakautumista, koska työntekijän ei ole aina mahdollista päästä leimaamaan itseään uudelle työmääräimelle, jos kohdalle osuu odottamaton vikatyö tai muu vastaava. Tämä johtaa siihen, että tunteja joudutaan usein korjaamaan käsin töiden päätyttyä, mikä teettää ylimääräistä työtä, joka voitaisiin välttää mobiilijärjestelmän avulla.

Töiden jakaminen mobiilijärjestelmän avulla mahdollistaisi sen, että esimies pystyisi jakamaan asentajille töitä ilman, että tämä vaatii erillistä käyntiä Flexim-päätteellä leimaamassa uutta työmääräintä. Näin säästettäisiin aikaa, joka muuten kuluisi joko erillisellä matkalla työverstaalle hakemaan työmääräintä tai vastaavasti työtuntien muuttamista jälkeinpäin järjestelmään käsin. Kaikki ylimääräinen korjaaminen jälkeinpäin pystyttäisiin välttämään kokonaan mobiilijärjestelmän avulla.

Ohjelmiston suunnittelu vaatii suuren rahallisen sijoituksen, minkä vuoksi on aiheellista kuitenkin harkita sen yleistä tarpeellisuutta huomioiden sen hankkimisesta syntyvät kustannukset. Ohjelmiston kehitys ja jatkuva ylläpito nostavat kulut ajan kuluessa kymmenistä tuhansista jopa sataan tuhanteen euroon. Tämän vuoksi on myös hyvä harkita mahdollisia muita vaihtoehtoja ohjelmistolle.

Eräs tapa säästää kuluissa olisi hankkia kyseiset laitteet ilman mitään erikseen räätälöityä ohjelmistoa. Laitteiden hankinta on joka tapauksessa tarpeen, koska raporttien aiheuttama paperimäärä tulee jatkossa rajoittaa. Paperille tehtyjen raporttien käsittely ja arkistointi on huomattavasti vaikeampaa verrattuna siihen, että samat raportit voisi arkistoida sähköisessä muodossa suoraan tietokoneelle.

Mobiilijärjestelmän tarkoituksena on myös vähentää esimiehelle raporttien käsittelystä syntyvää lisätyötä. Tähän tarkoitukseen erikseen räätälöity ohjelmisto olisi optimi ratkaisu, mutta on pohdittava, ovatko siitä saatavat hyödyt hankinnan arvoisia. Hankinta vaatii kymmeniä tuhansia euroja rahaa. Tulevaisuutta ajatellen tätä sijoitusta täytyy verrata mahdollisiin säästettyihin työtunteihin, jotka olisivat muuten kuluneet esimieheltä kyseisten lomakkeitten käsittelyyn.

Jos raportointiohjelmiston hankinta jätetään väliin, voidaan silti kehittää jokin järjestelmä, jolla esimieheltä vaadittavaa raporttien käsittelyä voitaisiin vähentää. Eräs ratkaisu tähän voisi olla se, että lomakkeet suunnitellaan sellaiseen muotoon, että esimies voi raportit vastaanotettuaan toimittaa ne suoraan sellaisenaan eteenpäin. Lomakkeiden sisältö voitaisiin suunnitella uudelleen kannettavaa tietokonetta hyödyntäen.

Jos esimerkiksi vakituisten töiden, kuten sähköasemien kuntotarkastuksen tai palohälyttimien kuukausikoestusten tarkastuslomakkeet, kerättäisiin valmiiksi ennalta sovitulla tavalla yhdeksi paketiksi ja toimitettaisiin esimiehelle sellaisena, voidaan lomakkeet vain lähettää tästä eteenpäin suoraan sellaisenaan. Nykyisetkin lomakkeet perustuvat sähköisiin lomakkeisiin, jotka voidaan pienillä hienosäädöillä ottaa käyttöön mobiilisovelluksessa.

Sähköasemien kuntotarkastuslomakkeet voitaisiin koota esim. yhden yrityksen sisäisesti saatavilla olevaan Excel-taulukoon, jota asentajat päivittävät tarkastuskierrosten yhteydessä. Kuukauden lopuksi esimies tarkastaa taulukon ja toimittaa sen raporttina asiakkaalle. Vaihtoehtoisesti esim. tehdään erilliset taulukot jokaisesta sähköasemasta erikseen, jotka toimitetaan kaikki esimiehelle kuukauden lopussa. Esimies kerää taulukot yhteen pakettiin ja toimittaa sen asiakkaalle. Samaa periaatetta voidaan soveltaa myös esim. palokeskuskierroksella.

Lomakkeiden sähköisestä muodosta saatava hyöty on joka tapauksessa paperimäärän vähentyminen. Kun raportit ovat valmiiksi sähköisessä muodossa, mitään erillistä käsittelyä ei vaadittaisi samojen tietojen siirtämiseen koneelle, kun tietoja lähetetään eteenpäin asiakkaalle. Näin säästetään myös työtunteja.

5 Yhteenveto

Yleisesti sopivimmaksi päätteeksi osoittautui CF-U1-mallin kannettava tietokone. Laitteen pieni koko tekee siitä vaivattomimman kuljettaa mukana. Pieni 5,6 tuuman näyttö on riittävä lomakkeiden lukemista ja täyttämistä varten. CF-U1 soveltuu kokonsa vuoksi hyvin kaikkiin työtehtäviin. Laite on myös erittäin kestävä.

CF-19 on kooltaan huomattavasti raskaampi, minkä vuoksi se soveltuu parhaiten mittaus-ten suorittamiseen kiinteässä työpisteessä. Tarkastuskierroksilla laite on liian raskas kannettavaksi, eikä sen suuremmasta koosta ole erityistä hyötyä lomakkeiden täyttämistä varten. Koneen kuljettaminen erillisessä kantolaukussa onnistuu, mutta pitkien kierrosten tekemistä varten pienempi CF-U1 soveltuu huomattavasti paremmin. Molempiin laitteisiin pystytään räätälöimään sama ohjelmisto laitteiden kokoerosta huolimatta.

CF-31 on malliston kookkain laite. Painonsa vuoksi laite soveltuu vain korkeintaan samantyyppisiin tehtäviin kuin CF-19. Tarkastuskierroksille laite on aivan liian raskas mukana kannettavaksi, eikä sen suuremmasta koosta ole mitään merkittävää hyötyä verrattuna 2,7 tuumaa pienempään malliin. CF-31 on suorituskyvyltään hieman muita malleja tehokkaampi, mutta ero suorituskyvyssä ei kuitenkaan tuo mukanaan mitään merkittäviä ominaisuuksia käytettävyyteen raportoinnissa verrattuna kevyempään malliinsa. Laitetta voidaan pitää vaihtoehtona kevyelle mallille, mutta pääasiassa CF-19 on jo ominaisuuksiltaan täysin riittävä sekä hinnaltaan alhaisempi.

Matkapuhelin on myös vartenotettava vaihtoehto, mutta matkapuhelimen pieni näyttö rajoittaa käyttötarkoituksia varsin merkittävästi. Matkapuhelin soveltuu hyvin pitkälti vain tarkastuskierrosten lomakkeiden täyttämiseen. Iskunkestävä matkapuhelin on myös hinnaltaan halpa. Matkapuhelimen käsittely voi kuitenkin olla ajoittain hankalaa, vaikka mallista löytyisikin näppäimistö. Pieni näyttö ja näppäimet eivät välttämättä sovi kaikille käyttäjille.

Matkapuhelimia on myös saatavana iskunkestävinä, mutta ne ovat tästä huolimatta huomattavasti vahvistettuja kannettavia tietokoneita heikompia fyysisesti. Sähköasemien kunnossapidon työtehtävät vaativat paljon liikkumista vaihtuvissa työympäristöissä, minkä vuoksi raportointilaitteisto altistuu jatkuvasti kosteudelle ja reilusti vaihteleville lämpötiloille sekä kolhuille. Matkapuhelin sietää varsin rajoitetusti näitä rasituksia.

Ohjelmiston hankkimisen kannalta on myös ajateltava eri vaihtoehtoja. Kaikki Panasonicin laitteet ovat kokoluokaltaan tarpeeksi lähellä toisiaan, ettei niille tarvitse erikseen suunnitella erilaisia ohjelmiston käyttöliittymiä. Kaikissa malliston laitteissa voidaan käyttää samaa ohjelmistoa ilman, että laitteiden kokoero toisi ongelmia helppokäyttöisyyteen.

Matkapuhelinta varten on tosin pakko suunnitella erillinen käyttöliittymä hyvin pienen näytön vuoksi. Tästä näkökulmasta järkevin vaihtoehto olisi keskittyä Panasonicin tarjoamiin laitteisiin. Kaikki ylimääräinen ohjelmiston räätälöinti vaatii huomattavan määrän rahaa jatkuvien hienosäätöjen ja kehittämisen vuoksi. Tämän takia matkapuhelimiin sijoittamisesta saatu mahdollinen säästö katoaa todennäköisesti heti ohjelmiston kehityksen vaatimissa kuluissa.

Vartenotettava vaihtoehto on myös jättää ohjelmiston hankinta pois ja toteuttaa raportointi käyttäen vanhoja lomakkeita. Mobiilipäätteiden käytöstä olisi silti hyötyä ilman erillistä ohjelmistoaakin. Raporttien täyttäminen on helpompaa sähköisessä muodossa. Tällä päästään eroon raporttien tuomasta turhasta paperista. Sähköisten raporttien käsittely on myös esimiehelle helpompaa, koska raportti on valmiiksi halutussa muodossa.

Viime kädessä päätös riippuu siitä, kuinka paljon rahaa on käytettävissä hankintoja varten. Raportointiohjelmiston kehitys ja ylläpito vaatii ajan kuluessa useita kymmeniä tuhansia euroja. Tietokoneet ovat silti ilman erillistä ohjelmistoaakin hyödyllinen sijoitus, koska ne ovat hinnaltaan kohtuullisia. Raportointiohjelmiston hankinta vaatii rahan lisäksi paljon aikaa, minkä vuoksi ohjelmiston kehittäminen siirtää laitteiden käyttöönottoa paljon myöhemmäksi. Ohjelmiston ylläpito jää myös ulkoisen toimittajan varaan, mikä johtaa siihen, että ohjelmistoon ei pystytä omin voimin tekemään mitään nopeita hienosäätöjä.

Vaikka jo pelkät mobiilipäätteet vaativat monen tuhannen euron sijoituksen, niiden hankinnan aiheellisuus on perusteltavissa ylimääräisen työn ja paperimäärän vähenemisellä. Laitteet myös helpottavat raporttien käsittelyä esimiehen näkökulmasta, mikä taas antaa esimiehelle työtunteja muiden töiden tekemiseen.

Lopullisena suosituksena, ottaen huomioon hankinnoista syntyvät kustannukset, vakituisia tarkastuskierroksia varten olisi hyvä hankkia muutama kappale CF-U1-mallin kannettavia tietokoneita. Kojeistomittauksia ja muita vastaavia töitä varten sopivia ovat CF-19-mallin kannettavat tietokoneet.

Ohjelmiston hankkimisen sijaan olisi suositeltavampaa kehittää jokin oma järjestelmä jo olemassa oleville lomakkeille. Ulkoisen ohjelmiston hankkiminen vie liikaa aikaa ja rahaa verrattuna siitä saatavaan mahdolliseen hyötyyn, ja näin ollen ohjelmistoon sijoittaminen ei ole välttämättä taloudellisesti kannattavaa. Lisäksi ulkoisen ohjelmiston ylläpito ja hienosäätäminen on hidasta ja kallista, koska jokainen pienikin ohjelmistoon liittyvä korjaustyö täytyy tilata ohjelmiston tarjoavalta yritykseltä erikseen.

Lähteet

- 1 Kalenius, Pentti. 1993. Sähköä helsinkiläisille: 75 vuotta sähköverkon rakentamista Helsingissä 1909 – 1984. Helsinki: Helsingin kaupungin energialaitos.
- 2 Historiaa. Verkkodokumentti. Helsingin Energia.
<http://www.helen.fi/yritys/historia.html>. 2011. Luettu 10.3.2011.
- 3 Aikajana. Verkkodokumentti. Helsingin Energia.
<http://www.helen.fi/yritys/arkisto/aikajana.html>. 2011. Luettu 10.3.2011.
- 4 Helsingin Energia lyhyesti. Verkkodokumentti. Helsingin Energia.
<http://www.helen.fi/yritys/helen.html>. 2011. Luettu 10.3.2011.
- 5 Sähköasemien kuntotarkastus. 2002. Helsinki: Helsingin Energia.
- 6 Sähköasemien päämuuntajien huolto-ohje. 2004. Helsinki: Helen Sähköverkko Oy.
- 7 Sähköasemien päämuuntajien perushuollon takuutarkastusohje. 2009. Helsinki: Helen Sähköverkko Oy.
- 8 Katkaisijahuollon pöytäkirja 10/20 kV. 1999. Helsinki: Helsingin Energia.
- 9 Keskijännitekojeisto ja katkaisijoiden ennakkohuolto-ohje. 2010. Helsinki: Helen Sähköverkko Oy.
- 10 Keskijännitekatkaisijan mittaus. 2007. Helsinki: Helen Sähköverkko Oy.
- 11 Akkujen Käyttö- ja huolto-ohje. Helsinki: Helsingin Energia.
- 12 Toughbook CF-19. 2010. Verkkodokumentti. Panasonic.
- 13 CF-31 Standard-mallin esite. Verkkodokumentti. Panasonic.
<http://rmm.toughbook.eu/printpdf/310?vid=4177>. 2011. Luettu 7.4.2011.

Esimerkki sähköasemien kuntotarkastuslomakkeesta



PÖYTÄKIRJA

TPY-001

HelenService

14.04.2005

1(1)

SÄHKÖASEMAN YLEISTARKASTUSPÖYTÄKIRJA

Suorittajat: _____

Aika: _____

Pöytäkirja palautetaan raportoinnin yhteydessä tilaajalle toimenpiteitä ja arkistointia varten.

1. Tilojen lukitukset

| | Kunnossa | Huomautettavaa |
|---|--------------------------|--------------------------|
| Kytkinlaitoksen / tontin aita ja portit | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ulko-ovet ja kulunvalvonta | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ikkunat | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Sähkötilat | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Erilliset suojat | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Huomautukset: | | |

2. Kiinteistön yleiskunto

| | Kunnossa | Huomautettavaa |
|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Rakenteet, halkeamat, rapaumat | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Vesijohdot, hanat, viemärit yms. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Lämpöpatterit, termostaatit | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Huomautukset: | | |

3. Siisteys

| | Kunnossa | Huomautettavaa |
|--|--------------------------|--------------------------|
| Prosessitilat | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Sosiaalitilat, käytävät ja poistumistiet | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ulkoalue | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Roska-astiat | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Huomautukset: | | |

4. Savunpoisto- ja ilmanvaihtokanavat

| | Kunnossa | Huomautettavaa |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|
| Palopellit | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Asennonosoitukset | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Huomautukset: | | |

5. Valaistus

| | Kunnossa | Huomautettavaa |
|----------------|--------------------------|--------------------------|
| Yleisvalaistus | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Turvavalistus | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Huomautukset: | | |

6. Yhteydet

| | Kunnossa | Huomautettavaa |
|---------------|--------------------------|--------------------------|
| Puhelin | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ovipuhelin | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Kaukokäyttö | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Huomautukset: | | |

7. Sisätilat

| | Kunnossa | Huomautettavaa |
|--|--------------------------|--------------------------|
| Laitteet | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Suoja- ja turvallisuusvälineet, kilvet | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ensiapuvälineet | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Nosturit ja nostimet | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Huomautukset: | | |

8. Prosessilaitteet

| | Kunnossa | Huomautettavaa |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Katkaisijat | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Jännitteenjakokondensaattorit | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mittamuuntajat | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Eristimet | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ylijännitesuojat | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Kojekaappien lämmitykset | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Muuntajat, öljypinnat | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| GIS-kojeiston kaasutilojen paineet | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Hydrauliikkajärjestelmän tiiveys | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Huomautukset: | | |

Esite kannettavista tietokoneista

CF-U1MK2 Tekniset tiedot



- Intel Atom Z350 1.6 GHz, 512 kb L2-Cache
- 5,6" WSVGA Hi-Brite kosketusnäyttö (300cd)
- Intel-piirisarja (256 mt näytönohjain, UMA)
- 64 Gt SSD levy
- 2 Gt muistia
- WLAN
- Bluetooth 2.0
- 1 x USB 2.0
- SD-muistikorttipaikka
- Akun kesto 9 tuntia
- Paino 1 kg (sis. akun)
- Windows 7 Professional + WinXP Downgrade
- IP 65

CF-19MK3 Tekniset tiedot



- Intel Core 2 Duo 1.2 GHz, 3 MB L2-Cache
- 10,4" XGA -kosketusnäyttö (1000cd)
- Mobile Intel GS45 Express chipset
- 160 Gt SATA-levy
- 2 Gt muistia
- WLAN
- 2 x USB 2.0
- Akun kesto 10 tuntia (XP), 9 tuntia (Vista)
- Paino 2,3 kg
- IP 65

CF-31 Tekniset tiedot



- Intel Core i5-520M 2,4 GHz, 3 MB Smart Cache
- 13,1 XGA -kosketusnäyttö (1000cd)
- Intel 5 series Express chipset QM57
- 160 Gt SATA-levy
- 2 Gt muistia
- 4 x USB 2.0
- WLAN
- Akun kesto 11,5 tuntia
- Paino 3,72 kg
- IP 65