



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Henrik Nyström

# SÄHKÖASEMIEN KUNTOKARTOITUS

Vaasan Sähköverkko Oy

Tekniikka  
2017

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Henrik Nyström
Opinnäytetyön nimi	Sähköasemien kuntokartoitus
Vuosi	2017
Kieli	suomi
Sivumäärä	63 + 2 liitettä
Ohjaajat	Timo Männistö, Johanna Rajamäki

---

Tämä opinnäytetyö tehtiin Vaasan Sähköverkko Oy:lle. Opinnäytetyön tarkoituksena oli siirtyä sähköasemien paperisista tarkastuspöytäkirjoista tietokoneella tehtävään tarkastukseen. Tarkoituksena oli tehostaa ja helpottaa sähköaseman kuukausitarkastuksessa tehtyjen havaintojen tarkastelua.

Työn teoreettinen osuus keskittyi sähköaseman toimintaan, sähköaseman tarkastuksen standardeihin ja valmistajien suosituksiin. Työssä käytiin sähköaseman tärkeimmät komponentit ja niiden toiminta läpi. Opinnäytetyötä tehdessä käytiin myös tutustumassa asemien tarkastuksiin useamman kerran tarkastuksia suorittavan henkilön kanssa.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin luotua toimiva järjestelmä sähköasemien tarkastusten havaintojen merkitsemiseen maastolaitteella. Raportoinnit pystytään lukemaan tietokoneella, jonka ansiosta pystytään sähköistämään koko tarkastusketju. Työn ansiosta Vaasan Sähköverkko Oy sai tehostettua ja selkeytettyä sähköasematarkastuksien havaintojen käsittelyä.

---

Avainsanat                      sähkönjakelu, sähköasemat, kunnossapito, Trimble NIS

## ABSTRACT

Author	Henrik Nyström
Title	Condition Survey Of Substations
Year	2017
Language	Finnish
Pages	63 + 2 Appendices
Name of Supervisors	Timo Männistö, Johanna Rajamäki

---

This thesis was made for Vaasan Sähköverkko Oy. The purpose of the thesis was to switch from manually-written reports of electrical substations to the electronic reporting system. The aim was to optimize and to ease the processing of observations made in inspections of electrical substations.

The theoretical part of the thesis concentrates on the function of the electrical substation, standards of inspections and guidelines of manufactures. During this project electrical substations were observed with persons performing these routine inspections.

As the result of the thesis a functioning electronical reporting system for inspections of electrical substations was created. To facilitate monthly inspections a program for electrical reporting system was designed and created to the Trimble NIS-operating system. Due the thesis Vaasan Sähköverkko Oy can optimize and clarify the processing of inspections made for electrical substations.

---

Keywords	electric distribution, electrical substation, maintenance, Trimble NIS
----------	--

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

1	OPINNÄYTETYÖN TAVOITTEET JA VASTUUT .....	9
1.1	Opinnäytetyön tavoite .....	9
1.2	Opinnäytetyön hyödyllisyys yritykselle .....	9
1.3	Sähköaseman merkitys verkossa.....	10
2	VAASAN SÄHKÖVERKKO OY .....	11
3	SÄHKÖASEMAN RAKENNE .....	12
3.1	Sähköaseman tarkastettavat komponentit .....	14
3.1.1	Päämuuntaja .....	14
3.1.2	Katkaisijat .....	16
3.1.3	Erottimet.....	17
3.1.4	Releet.....	18
3.1.5	Mittamuuntajat .....	19
3.1.6	Kompensointilaitteet .....	20
3.1.7	Akusto .....	22
4	SÄHKÖASEMIEN KUUKAUSITARKASTUKSET JA NIIDEN DOKUMENTOINTI.....	23
4.1	Sähköaseman kuukausitarkastusten tarkoitus .....	23
4.2	Sähköaseman kuukausitarkastuksen läpikäynti .....	24
4.2.1	Ympäristötarkastukset.....	25
4.2.2	Ulkokytkenkentan tarkastukset.....	26
4.2.3	Päämuuntajan tarkastukset .....	29
4.2.4	Kompensointilaitteiston tarkastukset .....	32
4.2.5	Sisäkytkinlaitoksen yleiset tarkastukset.....	33
4.2.6	Akuston tarkastukset .....	37
5	TYÖHÖN VALITUT SÄHKÖASEMAT.....	39
5.1	Purolan sähköasema.....	39
5.2	Sundomin sähköasema.....	40

5.3	Purolan ja Sundomin sähköasemien eroavuudet tarkastuksessa.....	42
6	TRIMBLE NIS .....	43
7	TYÖN DOKUMENTOINTI .....	47
7.1	Työ Trimble NIS -järjestelmässä.....	47
7.2	Tarkastukset maastolaitteella .....	56
7.3	Kyselyjen hallintahakujen luominen.....	60
8	YHTEENVETO .....	63
	LÄHTEET.....	64

## LIITTEET

## KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

<b>Kuva 1.</b> Vaasan Sähköverkko Oy:n toiminta-alue .....	11
<b>Kuva 2.</b> Sähköasemaa ympäröivä aita ja portit sekä ”hengenvaara”-kilvet.....	14
<b>Kuva 3.</b> Sundomin sähköaseman päämuuntaja .....	15
<b>Kuva 4.</b> Sundomin aseman 110 kV katkaisijat.....	16
<b>Kuva 5.</b> Kiertoerotin Sundomin sähköasemalta .....	17
<b>Kuva 6.</b> Releen ohjausyksikön esimerkkikuva .....	18
<b>Kuva 7.</b> Sundomin sähköaseman sammutuskuristin .....	21
<b>Kuva 8.</b> Sundomin sähköaseman maadoitusmuuntaja .....	21
<b>Kuva 9.</b> Sundomin aseman akustoa.....	22
<b>Kuva 10.</b> Sundomin aseman pohjan myrkytetty kasvillisuus.....	26
<b>Kuva 11.</b> Ulkokytäkinkentän katkaisijat ja erottimet.....	27
<b>Kuva 12.</b> Katkaisijan SF6-kaasun paineen mittari. ....	28
<b>Kuva 13.</b> Päämuuntajan ja käämikytkimen ilmankuivaimet.....	31
<b>Kuva 14.</b> Sundomin päämuuntajan käämin sekä öljyn lämpötilamittarit.....	31
<b>Kuva 15.</b> Sundomin aseman ABB REF615-releen käyttöpaneeli.....	35
<b>Kuva 16.</b> Sundomin aseman työskentelyvälineet.....	35
<b>Kuva 17.</b> Sundomin aseman ensiapuvälineet .....	36
<b>Kuva 18.</b> Ristinummen sähköaseman ensiapuohjeet.....	36
<b>Kuva 19.</b> Akuston lataajan mittarin näyttö.....	38
<b>Kuva 20.</b> Purolan sähköaseman kaavio Trimble NIS.....	40
<b>Kuva 21.</b> Sundomin aseman pääkaavio Trimble NIS .....	41
<b>Kuva 22.</b> Panasonic FZ-61 .....	45
<b>Kuva 23.</b> Muuntamon kunnossapitotiedot.....	45
<b>Kuva 24.</b> Kyselyjen hallinta valikko .....	46
<b>Kuva 25.</b> VSV:n Trimble NIS- järjestelmässä jo olevat havainnot .....	50
<b>Kuva 26.</b> ”Havaintojen luonti”-valikko.....	51
<b>Kuva 27.</b> Kuntotyypihierarkia .....	51
<b>Kuva 28.</b> Havainnon liittäminen komponenteille.....	52
<b>Kuva 29.</b> Kunnossapitoteeman kuntotyyppien havainnot.....	53
<b>Kuva 30.</b> Tarkastustöiden hallinta valikko.....	54
<b>Kuva 31.</b> Pääsyöttöaseman testitarkastus .....	54

<b>Kuva 32.</b> Akun testitarkastus.....	55
<b>Kuva 33.</b> Päämuuntajan testitarkastus.....	55
<b>Kuva 34.</b> Purolan sekä Sundomin sähköasemien päävalikot .....	57
<b>Kuva 35.</b> Sundomin sähköaseman sisäkytkinlaitoksen tarkastusvalikko.....	57
<b>Kuva 36.</b> Purolan aseman akun sekä maadoitusmuuntajan tarkastusvalikko.....	58
<b>Kuva 37.</b> Erottimen sekä katkaisijan tarkastusvalikko.....	58
<b>Kuva 38.</b> Päämuuntajan tarkastusvalikko.....	59
<b>Kuva 39.</b> Kyselyn luonti.....	61
<b>Kuva 40.</b> Sähköasemalle tehty ”korjattava”- kysely .....	62
<b>Kuva 41.</b> Työhön luodut kyselyt .....	62
<b>Taulukko 1.</b> Ympäristötarkastukset	25
<b>Taulukko 2.</b> 110kV kentän tarkastukset	28
<b>Taulukko 3.</b> Päämuuntajan sekä sammutuskelan tarkastukset	30
<b>Taulukko 4.</b> Kompensointilaitteiston tarkastukset	32
<b>Taulukko 5.</b> Sisäkytkinlaitokset tarkastukset	34
<b>Taulukko 6.</b> Akuston tarkastettavat kohteet	37

**LYHENTEET**

VSV	Vaasan Sähköverkko Oy
kV	kilovoltti
MVA	Megavoltiampeeri
MW	Megawatti
GWh	Gigawattitunti
GIS	Gas Insulated Switchgear; Kaasueristeinen kojeisto



# 1 OPINNÄYTETYÖN TAVOITTEET JA VASTUUT

## 1.1 Opinnäytetyön tavoite

Opinnäytetyön tarkoituksena on helpottaa ja tehostaa Vaasan Sähköverkko Oy:n sähköasemien kuukausitarkastusten raportointia. Tarkastustyön raportoinnin helpottamiseksi päätettiin siirtää tarkastusten havainnot paperisesta muodosta sähköiseen muotoon. Tällä tavoin saadaan kaikkien sähköverkolle tehtävien tarkastusten raportoinnit samaan järjestelmään. Tavoitteena on luoda Vaasan Sähköverkko Oy:n käyttämään Trimble NIS -järjestelmään sähköasematarkastuksille oma tarkastusraportointi, johon merkitään kaikki havainnot sähköasemilta, jolloin paperisista tarkastuspöytäkirjoista voidaan luopua. Tapahtumahistoria auttaa näkemään jokaisen aseman vika- ja korjaushistorian, jota voidaan hyödyntää korjauksia suunniteltaessa sekä mahdollisia viallisia laitteita etsittäessä.

## 1.2 Opinnäytetyön hyödyllisyys yritykselle

Opinnäytetyöstä oli hyötyä Vaasan Sähköverkko Oy:lle, sillä sähköasemien tarkastus haluttiin saada samaan järjestelmään muiden tarkastusten kanssa, sekä paperisista tarkastuspöytäkirjoista haluttiin siirtyä sähköiseen tarkastuksen raportointiin.

Paperiset tarkastuspöytäkirjat vaikeuttivat tarkastuksissa huomattujen puutteiden havainnoimista, mikä johti huomattujen vikojen korjausten laiminlyöntiin. Vikahistorian tarkastelu oli haastavaa papereiden suuren määrän vuoksi, ja lisäksi riskinä on paperisten tarkastusasiakirjojen katoaminen niitä liikuteltaessa yrityksestä toiseen. Sähköisessä muodossa vikahistorian lukeminen sekä töiden tilaaminen ja hallinnointi käyvät helpommin, ja koko yrityksen henkilökunta saa reaaliaikaista tietoa tapahtuvista vioista ja korjaustöistä.

Työtä tehtäessä käytiin myös tutustumassa toisessa verkkoyhtiössä, jossa oli käytössä sama ohjelma kunnossapitotietojen dokumentointia varten. Heidän ideansa havaintojen määrittelyistä auttoivat opinnäytetyötä tehdessä. Tulevaisuudessa verkkoyhtiöt pyrkivät siirtymään sähköiseen tarkastusten raportointiin.

### 1.3 Sähköaseman merkitys verkossa

Sähköasemat ovat sähköverkon toiminnan kannalta ensiarvoisen tärkeitä, ja niiden toimintakyky on välttämätöntä sähköjakelun toimivuudelle. Sähköasemat ovat muuttuneet muutamassa vuosikymmenessä täysin etäohjattaviksi laitoksiksi, kun etäohjattavat katkaisijat ovat tulleet asemille, joten niiden hallitsemiseen riittää sähköaseman valvomossa oleva operaattori.

Sähköasemat suunnitellaan pitkälle aikatahtaimelle, ja ne pyritään pitämään käytössä jopa 40–50 vuotta. Tarkastuksilla ja huolloilla sähköasemat pidetään toimintakykyisinä. Sähköasema on laaja kokonaisuus, jossa jokainen komponentti vaikuttaa sen häiriöttömään toimintaan, joten on tärkeää, että mahdolliset viat ja virhetoiminnot ennakoidaan häiriöiden minimoimiseksi ja toiminnan turvaamiseksi. Sähköasemat vastaavat oman alueensa sähkökuluttajien häiriöttömästä sähkösaannista, joten niiden toimimattomuus saattaa aiheuttaa laajojakin sähkökatkoksia.

Energiaviraston tehtävänä on valvoa sekä kehittää sähkön toimitusvarmuutta. Energiavirasto vaatii jokaista verkkoyhtiötä seuraamaan sähkönsiirtoa sekä tehon riittävyttä. Vaasan Sähköverkko Oy:n tehtävänä on muun muassa siirron valvonta. Tätä valvotaan KAH-arvolla. KAH eli keskeytyksestä aiheutuva haitta, laskeaan euroina ja se riippuu sähkökatkon sijainnista sekä katkon kestosta. Sähköasemat kattavat suuria sähköjakelualueita, jolloin KAH-arvo sähköaseman hajotessa nousee todella suureksi ja aiheuttaa näin yhtiölle sekä asiakkaille rahallisia menetyksiä. /7/

## 2 VAASAN SÄHKÖVERKKO OY

Vaasan Sähköverkko Oy (myöhemmin käytetään nimitystä VSV) on Vaasan Sähkö Oy:n omistama tytäryhtiö, joka vastaa sähköverkon kunnossapidosta, suunnittelusta ja sähkön siirrosta. Vaasan Sähköverkko Oy:n toimintapolitiikkana on hoitaa liiketoimintaa kannattavasti, vastuullisesti ja ympäristöä säästäen. VSV jakelualue kattaa Vaasan, Mustasaaren, Laihian, Maalahden, Korsnäsin, Vöyrin sekä Närpiön pohjoisosan alueet, jossa yritys tarjoaa palveluitaan yksityisasiakkaille sekä yrityksille. /2/

Vaasan Sähköverkon liikevaihto vuonna 2015 oli 30 671 000 € ja liikevoitto 8 019 000 €. Yritys työllistää 32 henkilöä. Vaasan Sähköverkko Oy toimittaa sähköä sekä Vaasan kaupunkiin että useisiin lähellä oleviin maaseutukuntiin. Sähköverkon pituus on 6751 km, josta osa on kaupungissa ja osa maaseudulla. Sähkön jakelualue on suuri, 3 400 km<sup>2</sup> ja sähkön siirtoasiakkaita tällä alueella on 69 212 kpl. Kesjänniteverkon pituus on 2130 km, josta 1502 km ilmajohtona ja 628 km maakaapelina eli kaapelointiaste on noin 30 %. Sähköä siirrettiin asiakkaille vuonna 2015 yhteensä 938 GWh ja huipputeho oli 202MW. /2/



**Kuva 1.** Vaasan Sähköverkko Oy:n toiminta-alue /2/

### 3 SÄHKÖASEMAN RAKENNE

”Sähköasemalla tarkoitetaan sellaista sähköenergian siirto- tai jakeluverkon kohtaa, jossa voidaan suorittaa kytkentöjä, muuntaa jännitettä tai jakaa sähköenergian siirtoa eri johdoille” /1/. Sähköasemaa suunniteltaessa ja rakennettaessa käytetään vuonna 2001 tulleen standardin SFS6001 mukaisia ratkaisuja. Standardi ei siis koske ennen vuotta 2001 rakennettuja sähköasemia vaan ne noudattavat niiden rakennusaikana voimassa olleita säädöksiä. /1/ SFS6001-standardiin tuli muutamia lisäyksiä vuonna 2015, jotka täytyy ottaa huomioon uusia sähköasemia rakennettaessa sekä korjattaessa. Lisäykset keskittyvät lähinnä maadoituksiin, pien- sekä suurjännitteen yhteisissä maadoituksissa oleviin kosketusjännitteisiin sekä maasulun todennäköisyyden pienentämiseen. /16/

Sähköaseman rakennuspaikat valitaan kulutuspisteiden sekä korvattavuuden perusteella. Sähköaseman kokoon vaikuttaa sen maastollinen sijainti verkossa, esimerkiksi sähköaseman kautta voi olla moneen suuntaan jatkava 110 kV verkko, jolloin katkaisijoiden ja erottimien suurempi lukumäärä kasvattaa ulkokytkinkentän kokoa. Päämuuntajien lukumäärä sekä keskijännitelähtöjen määrä vaikuttavat myös luonnollisesti aseman kokoon.

Suunnittelussa täytyy ottaa huomioon tulevaisuudessa tehtävät laajennukset sekä mahdolliset uudet tilaa vievät komponentit, joten sähköasemille jätetään aina ylimääräistä tilaa mahdollisia laajennuksia varten. Sähköaseman rakennusvaiheessa täytyy ottaa huomioon verkon korvattavuus. Nykyään sähköverkot pyritäänkin rakentamaan renkaaseen, eli sähköön syöttö pystytään tekemään kahdesta eri suunnasta. Tällöin huolto- tai vikatilanteessa sähkönjakelu pystytään turvaamaan mahdollisimman monelle asiakkaalle.

Sähköaseman ympäröi SFS6001-standardissa määritelty vähintään 2000 millimetriä korkea verkkoaita, joka estää asiaan kuulumattomien henkilöiden tai eläimien pääsyn sähköaseman alueelle. Verkkoaidassa täytyy näkyä kuvassa 2 näkyvä keltainen ”hengenvaara”-kilpi joka suunnasta lähestyttäessä. /5/ Aidan sisäpuolella on ulkokytkinlaitos, jossa on suurjännitekaapelit, katkaisijat, erottimet, mitta- ja muuntajat sekä päämuuntaja, joka on yleensä sijoitettu ison kokonsa vuoksi ulos.

Sisäkytkinlaitos, joka rakennetaan kiinteän rakennuksen sisälle, sisältää kaikki keskijännitelähdöt, akuston sekä mittaus- ja suojalaitteistoja, kuten releitä. Sähköaseman keskijännitelähdöt on nykyisin rakennettu vaunukatkaisijakojeistoksi, mikä tarkoittaa, että jokainen lähtö on tehtaalla rakennettu yhdeksi laitteistoksi, johon lisätään rele ja releen käyttöpaneeli. Vaunukatkaisijakojeistot ovat turvallinen tapa rakentaa, sillä ne ovat kosketussuojattuja, mikä estää hengenvaarallisten tilanteiden syntymistä.

Sähköaseman toimivuuden kannalta tärkeimpiä yksittäisiä laitteita ovat päämuuntaja, kiskostot, releet, katkaisijat, erottimet ja erilaiset mittamuuntajat, joista muodostuu toimiva kokonaisuus. /1/ Jokaiselle sähköasemalle valitaan komponentit erikseen ja niitä valittaessa tarkastellaan, miten hyvin ja pitkälle tulevaisuuteen komponenteille saadaan luotettavasti hankittua varaosia. Kaikille komponenteille täytyy olla saatavissa varaosia, tai muuten komponentti joudutaan vaihtamaan kokonaan uuteen.

Nykyään rakennetaan maailmanlaajuisesti myös paljon GIS- kytkinasemia. Kytkinasemille rakennetaan kaasueristeiset kojeistot, jotka eivät vaadi isoa ulkokytkinlaitosta vaan sekä ulko- ja sisäkytkinlaitos pystytään sijoittamaan yhteen rakennukseen. Tällä tavoin pystytään säästämään perinteiseen avokytkinlaitokseen verrattuna rakennusalan tarpeesta jopa 75 % ja rakennustilavuuden tarpeessa 85 %. GIS- kytkinasemia rakennetaan varsinkin silloin, kun rakennustilaa ei ole tarpeeksi suurelle avokytkinasemalle, kuten kaupungin keskustaan rakennettaessa.

/4/



**Kuva 2.** Sähköasemaa ympäröivä aita ja portit sekä ”hengenvaara”-kilvet

### 3.1 Sähköaseman tarkastettavat komponentit

Sähköasemien eri tarkoitusten takia, jokaisella sähköasemalla on hieman erilaiset komponentit. Tässä opinnäytetyössä keskitytään sähköasemiin, joiden tarkoitus on muuntaa suurjänniteverkon suurjännite keskijännitteeksi. Jokaista sähköasemaa suunniteltaessa täytyy ottaa huomioon nykyiset olosuhteet, mutta sähköasemaa rakennettaessa joudutaan miettimään myös tulevaisuutta ja tulevaisuuden olosuhteita, esimerkiksi asuinalueiden laajennuksia tai uusien suurten tehtaiden rakentamista.

#### 3.1.1 Päämuuntaja

Sähkön siirrossa esiintyviä häviöitä pyritään minimoimaan siirtämällä sähkö korkeajännitteenä mahdollisimman lähelle kulutusposteita, jonka jälkeen jännitetasoa lasketaan asteittain sähköasemilla olevilla muuntajilla. Päämuuntajan tehtävänä sähköasemalla on muuntaa jännitteitä ja virtoja sähkömagneettisen induktion avulla. /1/ Suomessa alueelliset sähköasemat muuntavat yleensä jännitteen 110 tai 220 kilovoltista 20 kilovolttiin, joten tavallisten muuntoasemien päämuuntajien koko on yleensä muutamasta MVA:sta noin 100 MVA:han asti. /4/

Päämuuntajia sähköasemalla on yksi tai kaksi. Päämuuntajan lukumäärän valintaan vaikuttaa muun muassa sähköaseman sijainti, kulutus ja korvattavuus. Sähköasemien päämuuntajissa käytetään öljyä eristeenä sekä jäähdytysaineena, sillä muuntajaöljy siirtää käämien ja rautasydämen lämmön muuntaja-astian pintaan, josta lämpö haihtuu ympäröivään ilmaan. /1/

Muuntajan sivussa on vähintään yksi, mutta nykyisin kaksi säiliötä täynnä silica-geeliä, jolla muuntajalle sekä käämikytkimelle menevä ilma kuivataan kosteudesta. Silicageelin väri vaihtelee, mutta kuivana se voi olla keltaista, punaista tai sinistä, joka muuttaa kosteutta imettyään väriä. /13/



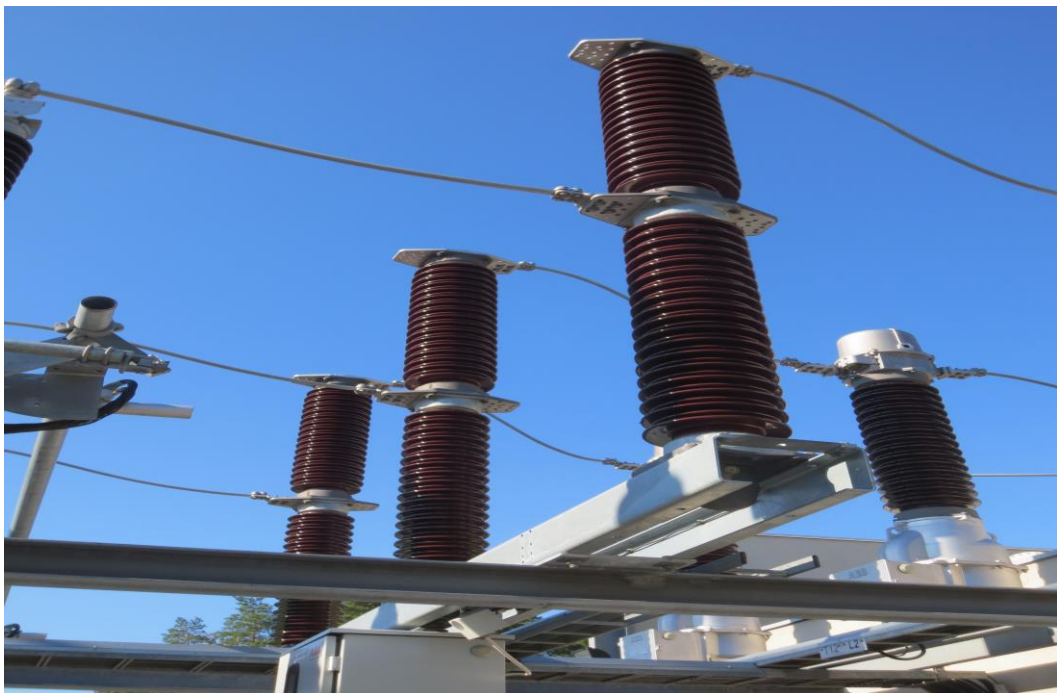
**Kuva 3.** Sundomin sähköaseman päämuuntaja



### 3.1.2 Katkaisijat

Katkaisija on laite, jolla verkon kuormitettu osa saadaan kytkettyä irti verkosta tai takaisin kiinni verkkoon. Katkaisijat ovat kehittyneet valtavasti ja sähköasemilla on monella eri tekniikalla toteutettuja katkaisijoita. Sähköasemien suurjännitekatkaisijoina käytetään nykyisin SF6-katkaisijoita. Katkaisijoita pystytään käyttämään, joko paikallisesti ohjattuna, valvomosta käsin etäyhteyden avulla tai sähköasemalla toimivan releen avulla. /4/

Vikatilanteissa rele ohjaa katkaisijoita auki, mutta katkaisijan sulkeminen hoidetaan yleensä valvomosta käsin, vaikka sulkemistoiminnon relekin pystyy hoitamaan itse. Tavallisimmin katkaisijan avautuminen tapahtuu releen havahtumisesta ylivirrasta, esimerkiksi oikosulkuvirrasta tai maasulkuvirrasta. Katkaisijan käyttökytkimen sijaan sähköasemalla johtuu siitä, että katkaisija pystyy sekä avaamaan että sulkemaan sille mitoitettun vikavirran, mitä tarvitaan vikatilanteissa kytkemään vahingoittunut verkon osa pois käytöstä. /1/



**Kuva 4.** Sundomin aseman 110 kV katkaisijat



### 3.1.3 Erottimet

Erottimen tehtävänä on luoda turvallinen väli jännitteisen ja jännitteettömän osan välille. Erottimen ja katkaisijan erona on, että erottimella ei pysty avaamaan tai sulkemaan kuormitettua virtapiiriä, joten erottimelta ei vaadita katkaisu- tai sulkemiskykyä. Mikäli verkko on rakennettu säteittäisesti, joka tarkoittaa sitä, että energian virtaussuunta on vain yhteen suuntaan, erottimen sijoituspaikka on katkaisijan ja kiskon väliin. Syöttösuunnan ollessa molemmista suunnista, erottimet täytyy sijoittaa molemmille puolille katkaisijaa. /4/

Ulkokytinkentän erottimina täytyy käyttää kaksi tai kolmipilarisia kiertoerottimia tai tartuntaerottimia ja niiden koestusstandardina käytetään IEC129. Erottimien toimintaiäksi on laskettu 1000 toimintakertaa. Ulkokytinkentän erottimien tulee olla toimintakykyisiä -40 celsiusasteen pakkasessa sekä erottimen tulee pystyä murtamaan 10 mm jääkerros avattaessa ja suljettaessa. /4/ Sähköasemalla käytetään myös jokaisessa kiskossa maadoituserotinta, joka varmistaa, että vikavirrat ja indusoituneet jännitteet eivät aiheuta vaaratilanteita työskenneltäessä. Erottimia niin kuin katkaisijoitakin pystytään käyttämään sekä käsin, paineilmaohjaimella että moottorilla varustettuna.

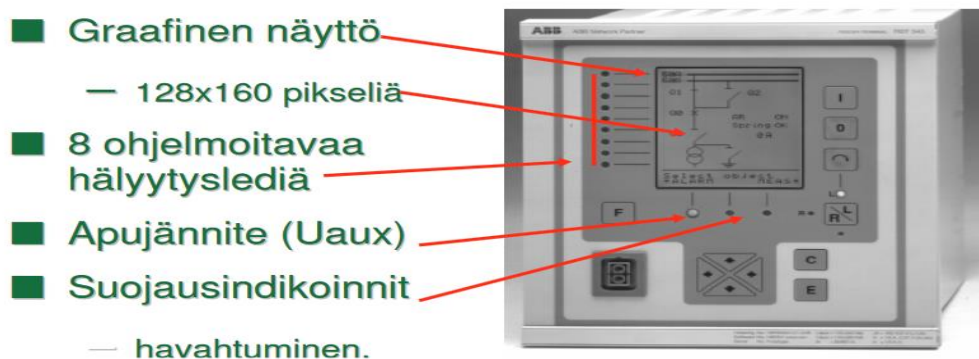


**Kuva 5.** Kiertoerotin Sundomin sähköasemalta

### 3.1.4 Releet

Releitä käytetään suojaamaan sähköverkkoa. Releet tarkkailevat verkon suureita ja kun ne huomaavat vikaantuneen laitteen tai johtimen, suojaus irrottaa osan verkosta, jolloin sähköjakelua pystytään jatkamaan kunnossa oleville alueille. Releen suojausten täytyy koskea koko verkkoa ja suojausten on toimittava aina. Suojausten täytyy olla selektiivinen eli viallinen osa pyritään rajaamaan mahdollisimman nopeasti pois verkosta, jolloin lopuille asiakkaille pystytään palauttamaan sähköt. Releet saavat jännitteen sähköaseman akustosta tai apuenergia voidaan antaa kondensaattorilaukaisulaitteen avulla, joten sähkökatkoksen aikana releet pystyvät toimimaan ja suojaukset pysyvät toiminnassa. /6/

Nykyisin suurimmassa osassa sähköasemia käytössä olevat releet ovat numeerisia releitä. Numeeriset releet koostuvat nykyisin useista prosessoreista, joten niihin pystytään liittämään enemmän suojausominaisuuksia kuin mitä sähköasemalla tarvitaan. Releillä mitataan vaihevirratt, maasulkuvirta ja pääjännitteet. Releen tiedoista suodatetaan kaikki haluttavat tiedot, jotka luetaan automaattisesti valvomossa. Releiden ohjausnäytöt sijaitsevat jokaisen vaunukatkaisijan ovelta, josta on helppo nähdä ja säätää jokaisen lähdön tila erikseen. Releen ohjausnäytöt vaihtelevat hieman valmistajan mukaan, mutta kuvassa 6 näkyy hyvin yleisessä käytössä olevan ABB releen näyttö. /6/



**Kuva 6.** Releen ohjausyksikön esimerkkikuva /6/

### 3.1.5 Mittamuuntajat

Sähköasemalla käytetään virtamuuntajia ja jännitemuuntajia, jotka auttavat muuntamaan virrat sekä jännitteet mittalaitteille sopiviksi, sekä suojaamaan komponentteja liian suurilta jännitteiltä. Mittamuuntajalla pystytään erottamaan galvaanisesti suurjännitteinen ensiöpiiri pienempijännitteisestä toisiopiiristä sekä muuntamaan suurjännitteet toisiokojeille, kuten releille sopivaksi. Mittamuuntajien avulla pystytään mittarit sekä suojaireleet asentamaan kauaksi mittapaikasta, kuten sähköasemalla sisäkytkinlaitoksen rakennukseen. /4/

Jännitemuuntajat näkyvät kuvan 11 vasemmassa laidassa ennen erottimia. Jännitemuuntajan tehtävänä virtamuuntajan tapaan on mitata suurjännitelinjasta tulevan jännitteen suuruus sekä suojata komponentteja liian suurilta jännitteiltä. Jännitemuuntajat valmistetaan perinteisesti yksivaiheisiksi ja ne voivat olla periaatteeltaan kapasitiivisia tai induktiivisia. Suurjännitteellä käytettävät jännitemuuntajat ovat kapasitiivisia jännitemuuntajia. /4/

Virtamuuntajat ovat normaaleja muuntajia, joissa on ensiökäämi, toisiokäämi sekä rautasydän. Ensiökäämin johdin on tehty kuparista tai alumiinista, jonka lisäksi virtamuuntajan sisällä eristiminä voidaan käyttää öljyä, kvartsia tai alumiinifolia. Sähköasemille asennettavat virtamuuntajat ovat kuitenkin yleensä öljytäytteisiä sekä hermeettisesti suljettuja. Virtamuuntaja näkyy kuvan 11 oikeassa laidassa, katkaisijan jälkeen asennettuna. /4/

### 3.1.6 Kompensointilaitteet

Sähköasemille asennetaan yhä lisääntyvissä määrin sammutuskuristimia lisääntyvän maakaapeloinnin takia, jolloin maasulkuvirrat ja niiden aiheuttamat kosketusjännitteet lisääntyvät. Kosketusjännitteille on asetettu tarkat raja-arvot, joiden toteutukseen tarvitaan joko järeää maadoitusta tai sammutuskojeistoa. Sammutuslaitteisto asennetaan yleensä sähköaseman yhteyteen. Kompensointilaitteistoon kuuluu kompensointikuristin, maadoitusmuuntaja sekä automaattisäädin. /12/

Maadoitusmuuntaja vastaa normaalia jännitemuuntajaa, lisättynä nollapisteen ulostulolla. Maadoitusmuuntajan tehtävänä on luoda keinotekoinen nollapiste, sillä kompensointikuristinta ei voida päämuuntajan kytkentäryhmän vuoksi kytkeä suoraan päämuuntajan toision tähtipisteeseen. Mikäli maadoitusmuuntaja varustetaan omakäyttökäymillä, ei asemalle tarvitse hankkia erillistä omakäyttömuuntajaa. /12, 14/

Kompensointikuristimella säädetään maasulkuvirtaa muuttamalla kuristimen induktanssia, joka toteutetaan rautasydämen ilmaraon suuruutta säätämällä. Kuristimen jatkuva säätö on tärkeää, sillä silloin pystytään kompensoimaan verkkoa kytkentätilojen muuttuessa. /9, 12/

Kompensointilaitteisto on varustettava automaattisäätimellä, sillä kompensoinnin on toimittava jokaisessa verkon kytkentätilanteessa. Kompensoinnin säätäjänä käytetään ns. resonanssisäätäjää. Säätäjän tehtävänä on määrittää nollajännitteen perusteella verkon johtojen aiheuttamaa maasulkuvirran suuruutta. Tätä maasulkuvirtaa kompensointikuristimella pyritään kompensoimaan. Säätäjä toimii moottorin avulla ja sillä säädetään kuristimen sisällä olevan ilmaraon suuruutta. /11, 12, 14/



**Kuva 7.** Sundomin sähköaseman sammutuskuristin



**Kuva 8.** Sundomin sähköaseman maadoitusmuuntaja



### 3.1.7 Akusto

Akusto on sähköasemalle elintärkeä komponentti vikatilanteissa. Akuston avulla jännitettä pidetään yllä tärkeimmille laitteille niin kauan, että sähköt saadaan palautettua. Sähkökatkon aikaan pyritään karsimaan kaikki ylimääräinen energiaa vievä toiminta sähköasemalta. Tällöin sähköasemalla pidetään pelkästään suo-  
jaukset sekä hätävalaistus toiminnassa. Sähköaseman akuston kokoon vaikuttavat sähköaseman koko ja käytettyjen akkujen jännite. Akustot koostuvat yleensä 12V sarjaan kytketyistä lyijyakuista, niiden alhaisten kustannusten takia. Akuston lämpötilan pitäisi olla mahdollisimman tasainen, sillä suuret lämpötilavaihtelut voivat lyhentää akkujen iän jopa puoleen alun perin suunnitellusta iästä. /13/



**Kuva 9.** Sundomin aseman akustoa

## 4 SÄHKÖASEMIEN KUUKAUSITARKASTUKSET JA NIIDEN DOKUMENTOINTI

Sähköasemille tehdään vuoden aikana useita tarkastuksia. Kuukausitarkastukset ovat tarkastuksista yleisimpiä, ja niitä tehdään joka toinen kuukausi. Kuukausitarkastusten lisäksi sähköasemille tehdään kaksi kertaa vuodessa kattavampi tarkastus, jossa tarkastetaan jokainen asema perusteellisesti. Tämän perusteellisemman tarkastuksen raportti on liitteessä 1. Näiden perustarkastusten lisäksi sähköasemille tehdään myös vuosittain lämpökuvaus, jossa tarkistetaan pienjännitepuolen rivi-liittimet, keskijännitelähtöjen kaapelipäätteet sekä muuntajan liitännät.

Sähköasemille tehdään myös maadoitusmittauksia. Maadoitusmittauksissa selvitetään verkon osan riittävä maadoitus. Maadoitusmittauksista saatu resistanssin arvo ei saa ylittää suurinta sallittua arvoa, joka määräytyy maasulkuvirran ja maadoitusjännitteen mukaan. Mikäli maadoitus on vain yhden maadoituselektrodin varassa, maadoitusmittaukset suositellaan SFS6001-standardin mukaan tehtäväksi kuuden vuoden välein, mutta enemmän kuin yhden maadoituselektrodin varassa oleville maadoituksille riittää 12 vuoden välein tehtävät mittaukset. /15/

Osittaispurkausmittauksia useimmiten tehdään lähinnä muuntajien liityntäkaapeleille, sillä niissä viat ovat tärkeätä havaita aikaisessa vaiheessa. Osittaispurkausmittauksissa pystytään havaitsemaan kaapelin viat ja pystytään ennustamaan kaapelin elinikää. Osittaispurkausmittaukset suoritetaan jännitteiseen kaapeliin, jolloin siitä ei aiheudu sähkökatkoja. Osittaispurkausmittauksissa mitataan syöttökaapelit sekä kaapelipäätteet ja -jatkokset. /11/

### 4.1 Sähköaseman kuukausitarkastusten tarkoitus

Sähköaseman kuukausitarkastuksen tarkoitus on kerätä tietoa sähköaseman kunnosta, ennaltaehkäistä komponenttien rikkoontumista sekä havaita puutteet sähköasemalla. Kuukausitarkastuksessa käydään läpi sähkönjakelun sekä turvallisuuden kannalta tärkeät komponentit. Sähköaseman kuukausitarkastuksen aikataulutukselle ei ole olemassa selvää standardia tai ohjetta, vaan sähköyhtiöt saavat päättää sen hoidosta itse. Kuukausitarkastus onkin lähinnä ennaltaehkäisevää tarkastusta,

joten kuukausitarkastuksen yhteydessä löydetään harvoin mitään todella merkittäviä vikoja.

Sähköasemalle on rakennusvaiheessa tarkkaan standardeissa sekä valmistajan ohjeissa määritelty turvallisuusmääräykset, joita täytyy noudattaa täsmällisesti. Kuukausitarkastuksissa täytyy tarkastaa itse laitteiston ja rakennusten lisäksi ympäristö, luontoilmiöiden aiheuttamat vahingot sekä ulkopuolisten henkilöiden tekemät vahingot, kuten varkaudet ja töhrimiset.

#### **4.2 Sähköaseman kuukausitarkastuksen läpikäynti**

Sähköaseman kuukausitarkastuksen tekevät verkonhaltijan omat tarkastajat tai tarkastus voidaan tilata myös ulkopuoliselta urakoitsijalta. Sähköaseman kuukausitarkastuksessa pyritään käymään läpi kaikki sähköverkon toiminnan ja turvallisuuden kannalta oleelliset osat ja varmistamaan, että ne ovat paikallaan ja kunnossa. Sähköaseman tarkastuksen tekee yksi tehtävään pätevä henkilö. Sähköaseman tarkastajalta vaaditaan sähköasentajan ammattitutkinto, tietoa sähköasemiin liittyvistä säädöksistä sekä työkokemusta sähköasemilta.

Sähköaseman tarkastuksessa käydään läpi koko aseman alue, ja havainnot merkitään paperiseen tarkastuspöytäkirjaan, kun kohde on tarkastettu. Mikäli löydetään puutteita, ne merkitään tarkastuspöytäkirjaan, joka toimitetaan korjauksesta vastaavalle henkilölle. Pienempien vikojen korjauksia, kuten lamppujen vaihtoa, akkuviesien ja suodattimen öljyjen lisäystä tehdään tarkastuksen yhteydessä. Sähköasemien tarkastusten käytännöt vaihtelevat riippuen verkkoyhtiöistä, mutta pääpiirteissään tarkastetaan kaikki ne kohteet, jotka ylläpitävät sähköverkon toimintaa ja aseman turvallisuutta. Sähköaseman tarkastuksen järjestyksellä ei ole väliä, mutta loogisen järjestyksen toteuttamalla kaikki kohteet tulevat tarkastettua. Looginen järjestys tarkoittaa tarkastuksen aloittamista ympäristön ja ulkokytkinkentän tarkastuksella, jonka jälkeen tarkastetaan muuntaja, sammutuskojeisto ja viimeisenä sisäkytkinlaitos.



#### 4.2.1 Ympäristötarkastukset

Sähköaseman ympäristölle tehtävät kohteet on lueteltu taulukossa 1. Aidan tarkastuksessa käytetään standardin SFS 6001 kohdassa 7.2.6 etäisyyksiä, eli aidan alareunan ja kiinteän pinnan välillä ei saa olla yli 50 mm sekä aidan portin kohdalla yli 100 mm etäisyyttä. Aidan täytyy olla myös vähintään 2000 mm korkea ja tätä mitattaessa täytyy ottaa huomioon paikalliset lumiolosuhteet. Tämän lisäksi aidasta täytyy tarkistaa kaikki mahdolliset ihmisten tai eläinten tekemät vahingot, kuten aitoihin tehdyt reiät. /5/ Aidoissa täytyy myös olla joka puolelta sähköasemaa lähestyttäessä hengenvaara-kilvet, jotka varoittavat korkeasta jännitteestä.

Sähköaseman sisäpuolella ei saa olla mitään ylimääräisiä esineitä, maakasoja tai kasvillisuutta, jotka voivat aiheuttaa vaaratilanteita tai estää työntekijöitä työskentelemästä. Kasvillisuus täytyy pyrkiä pitämään mahdollisimman vähäisenä ulkokytkinkentällä, joten kasvillisuutta tulee tarpeen mukaan tuhota myrkyttämällä.

**Taulukko 1.** Ympäristötarkastukset

<b>Tarkastettava kohde</b>	<b>Tarkastettavat asiat</b>	<b>Yleiset viat</b>
Aita	Lukitukset, aidan kunto ja aidan maadoitukset	Aidan ruostuminen, ruosteiset lukot ja aidan ylimääräiset reiät
Kilvet	”Hengenvaara”-kilpien olemassaolo	Hengenvaarakilvet puuttuvat
Kasvillisuus	Sähköaseman kasvillisuus sekä ylimääräiset esineet	Liikaa kasvillisuutta ja ylimääräisiä esineitä kentällä



**Kuva 10.** Sundomin aseman pohjan myrkytetty kasvillisuus

#### 4.2.2 Ulkokytkinkentän tarkastukset

Sähköaseman kentän tarkastukset tehdään silmämääräisesti, joten kaikkia poikkeavuuksia ei aina huomata. Ulkokytkinkentän tarkastukset voivat olla hankalia ajoittain huonojen sääolosuhteiden vuoksi, esimerkiksi talvella, mutta tarkastajan on pyrittävä tekemään tarkastus mahdollisimman hyvin olosuhteista riippumatta. Tarkastajan aiemmasta sähköasemien tarkastuskokemuksesta on paljon hyötyä, jotta hän osaa etsiä mahdollisia vikoja oikeista paikoista.

Erottimista ja katkaisijoista katsotaan päällisin puolin, että kaikki osat ovat paikallaan, eikä eristimiä ole haljennut, eikä mahdollisia läpilyöntejä tule. Tunnuskilpien luettavuus on tarkistettava jokaisesta katkaisijasta ja erottimesta. Selvästi luettavissa olevat kilvet ovat tärkeitä varsinkin vikatilanteissa, jolloin joudutaan toimimaan nopeasti vaikeissakin sääolosuhteissa. Ulkokytkinkentän valaistuksen täytyy olla kunnossa, sillä sähköaseman huoltotöissä sekä mahdollisessa vikatilanteessa korjaus täytyy suorittaa mahdollisimman nopeasti säästä riippumatta.

Öljyaltaan täytyy olla tyhjä, jos muuntajan vioittumisen seurauksena öljyä alkaa vuotaa muuntajan sisältä. Öljyaltaat, joissa on vettä tai muuta ylimääräistä materi-

aa, olisi hyvä tyhjätä syksyllä ennen pakkasten tuloa, sillä pakkasella öljyaltaan tyhjennys on vaikeaa jäätyneen veden vuoksi. Öljyallas täytyy tyhjentää säännöllisin väliajoin, jotta muuntajan vikaantuessa mahdolliset öljyvuodot mahtuvat altaaseen eikä ympäristöön pääse öljyä. Öljyallas tyhjenetään joko erillisellä paikalle tuotavalla pumpulla tai öljyaltaaseen valmiiksi asennetulla pumpulla.

Ulkokytinkentän katkaisijat ovat usein SF6-katkaisijoita, jolloin on tärkeää seurata kaasun painemittarin lukemaa, että kaasua on tarpeeksi. Kuvan 12 mittarissa on merkitty vihreällä alueella se paine, jonka katkaisija vähintään tarvitsee toimiaukseen. Punaisella alueella kaasun paine on liian alhainen, jolloin sitä täytyy lisätä. Lähes kaikissa mittareissa on myös lisätty asteikko, jolloin tarkastaja pystyy lisäämään paineen lukeman megapascalina (MPa) tarkastusohjelmaan. Asteikon avulla pystytään seuraamaan, onko laitteistossa pieniä vuotoja, jolloin paine laskee hitaasti alaspäin.



**Kuva 11.** Ulkokytinkentän katkaisijat ja erottimet.



**Kuva 12.** Katkaisijan SF6-kaasun paineen mittari.

**Taulukko 2.** 110kV kentän tarkastukset

<b>Tarkastettava kohde</b>	<b>Tarkastettavat asiat</b>	<b>Yleiset viat</b>
Erottimet	Tunnuskilvet, mekaaninen kunto	Väärät tai epäselvät tunnuskilvet, eristimien halkeamat
Katkaisijat	Tunnuskilpi, mekaaninen kunto, SF6- kaasun määrä, katkaisijoiden toimintakerrat	Väärät tai epäselvät tunnuskilvet, SF6- kaasun määrä liian vähäinen, eristimien halkeamat
Kentän perustukset	Betoniperustusten kunto, telien kunto	Perustuksissa halkeamia tai ruostetta
Öljyallas	Öljyaltaan kunto	Öljyaltaassa ylimääräistä materiaalia
Kentän valaistus	Kentän valaistuksen toimivuus	Lamppu rikki tai syöttö epäkunnossa

### 4.2.3 Päämuuntajan tarkastukset

Päämuuntajan tarkastuksessa mekaaninen kunto katsotaan samoin kuin muutkin laitteet. Päämuuntajan mekaanisen kunnan tarkastukseen kuuluu ruosteen etsiminen muuntajasta ja öljyvuotojen etsiminen. Tarkastaja määrittelee vialle kiireellisyysasteen, jolloin tarkastusraportin vastaanottaja tietää kuinka vakavasta viasta on kyse ja kuinka pikaisesti korjaus täytyy tilata. Tässä käytetään tarkastusohjelmaan määriteltyjä kiireellisyysluokkia, sillä pienet öljytipat tai ruostekohdat eivät vielä aiheuta korjaustarvetta, mutta öljylammikoita, vuotavaa öljyä tai pahasti ruostuneita kohtia huomatessa täytyy kiireysluokaksi valita korjattava tai pikaisesti korjattava tilanteen huomioiden.

Muuntajassa on kaksi ilmansuodatinta joilla kuivataan sisälle otettava ilma. Suurempi suodatin on muuntajan ilmansuodatin ja pienempi suodatin käämikytkimen ilmansuodatin. Ilmansuodattimista tarkistetaan onko silicageeli värjäytynyt, mikä tarkoittaa, että siihen on sitoutunut kosteutta. Tarkastuspöytäkirjaan merkitään arvioitu prosenttiluku siitä, kuinka paljon kuivaa silicageeliä on jäljellä. Silicageeliä on olemassa erivärisinä, joten tarkastajan täytyy olla tietoinen mikä on silica-geelin väri alkutilanteessa ja miten se muuttuu sitoessaan kosteutta. Muuntajan ilmansuodattimista täytyy myös tarkistaa hengitysilmakupin öljymäärä. Kuppi täytyy irrottaa varovasti, sillä suodattimesta voi valua öljyä takaisin kuppiin sitä irrotettaessa. Mikäli öljyä ei ole tarpeeksi, lisätään sitä maksimiviivaan asti.

Päämuuntajassa on neljä mittaria, joiden lukemat täytyy tarkastuksessa merkitä tarkastuspöytäkirjaan. Ensimmäinen tarkastettava mittari on päämuuntajan öljymittari, josta nähdään, onko muuntajalla tarpeeksi öljyä. Toinen mittareista on käämien lämpötilamittari. Käämeissä syntyvä lämpö siirtyy jäähdytysaineena käytettävään öljyyn sitoutuessaan muuntajan ulkokuoreen ja siitä edelleen ympäristöön. /13/ Käämien lämpötilaa tarkkaillaan, sillä suuret lämpötilan nousut heikentävät eristeitä ja täten lyhentävät muuntajan elinikää. Kolmas mittari mittaa muuntajan öljyn lämpötilaa. Öljyn lämpötila pitäisi pysyä alle 85 celsiusasteessa, ettei se vahingoita muuntajan eristeitä ja lyhennä muuntajan elinikää. Kuvasta 14 vasemmanpuoleisena mittarina nähdään öljyn lämpötilamittari. Mittarin punainen

osoitin näyttää korkeimman astemäärän, jossa öljy on käynyt ja se on noin 45 celsiusastetta. Käämikytkimen toimintalaskurista tarkastetaan käämikytkimen toimintalukema. Toimintalukema kirjataan tarkastuspöytäkirjaan, jolloin sen kertoja pystytään seuraamaan. Käämikytkimien huollot kuitenkin suoritetaan suurimpaan osaan muuntajista 6 vuoden välein, joten tarkastusta ei ole sidottu käämikytkimen mittarin lukemaan.

**Taulukko 3.** Päämuuntajan sekä sammutuskelan tarkastukset

Tarkastettava kohde	Tarkastettavat asiat	Yleiset viat
Päämuuntaja	Päämuuntajan mekaaninen kunto	Päämuuntaja pahasti ruostunut, kolhiintunut tai on öljyvuotoja
Päämuuntajan mittarit	Päämuuntajan öljymittari sekä käämien lämpötilamittarit	Öljyä liian vähän, käämien lämpötila liian korkea
Päämuuntajan käämikytkimen toimintakerrat	Katsotaan numeroarvo montako kertaa käämikytkin on toiminut	Ei vikaa, kunhan mittari toimii
Päämuuntajan ilma-kuivain	Silicageelin väri	Silicageeli imenyt tarpeeksi kosteutta
Päämuuntajan ilman-kuivaimen hengitysilmakuppi	Katsotaan onko öljyä tarpeeksi	Lisätään öljyä, jos on alle maksimitason





**Kuva 13.** Päämuuntajan ja käämikytkimien ilmankuivaimet



**Kuva 14.** Sundomin päämuuntajan käämin sekä öljyn lämpötilamittarit

#### 4.2.4 Kompensointilaitteiston tarkastukset

Sammutuskuristimen ja maadoitusmuuntajien kunnossapitoon liittyy samat ohjeet valmistajilta kuin muuntajienkin. Tämä tarkoittaa, että sammutuslaitteistosta tarkistetaan sammutuskuristimen ilmakeivaimen silicageelit sekä öljyn pinnankorkeus ja öljyn lämpötila. Sammutuskopin mekaaninen kunto, esimerkiksi ruostuminen sekä vahingot täytyy tarkistaa. Tämän lisäksi täytyy tarkistaa lukkojen kunto sekä kopin valaistus. Kompensointilaitteiston huollon tekee yleensä laitteiston toimittaja, joten laitteiston tarkastuksessa ei pystytä katsomaan kuin päällisin puolin näkyvät kohteet komponenteilta.

**Taulukko 4.** Kompensointilaitteiston tarkastukset

Tarkastettava kohde	Tarkastettavat asiat	Yleiset viat
Kompensointilaitteiston koppi	Yleiskunto, siivoustarve	Likainen sisältä, kolhiintunut koppi
Kompensointilaitteiston mittarit	Lämpömittari	Liian korkea tai matala lämpötila
Sammutuskuristimen il-mankuivain	Silicageelin väri	Silicageeli liian märkää
Sammutuskuristimen öljynpinta	Öljyn pinnan korkeus	Liian alhainen
Kompensointilaitteiston kopin valaistus	Valaistuksen toimivuus	Lamppu rikki → vaihdetaan lamppu



#### 4.2.5 Sisäkytkinlaitoksen yleiset tarkastukset

Sähköaseman rakennusten kunnosta on tärkeää pitää huolta, sillä vesi, lumi ja tuhoeläimet aiheuttavat tuhoa sisälle päästessään. Mekaaniseen kuntoon sisältyy rakennuksen perustusten tarkastus. Tässä tarkastuksessa katsotaan myös ovien kunto, lukkojen toimivuus sekä hätäkahvan toimivuus ovissa. Lämpötilan seuranta kuuluu myös sisäkytkinlaitoksen tarkastuksiin, sillä esimerkiksi akuston elinikä lyhenee huomattavasti lämpötilan vaihdellessa. Mekaanisen kunnan tarkastuksen lisäksi tarkastajan täytyy katsoa, että rakennukset ovat riittävän siistissä kunnossa. Mikäli näin ei ole, hänen tehtävänsä on siistiä tila.

Sähköaseman työturvallisuudesta täytyy huolehtia tarkasti, sillä kyseessä on suurjännitteinen paikka. Tarkastuksen yhteydessä on katsottava, että asemalla on uusimmat ensiapuohjeet, joissa on sähköaseman täydellinen osoite pelastushenkilökunnan neuvomista varten. Sähköasemalla täytyy myös olla ensiapuvälineitä pienempiä tapaturmia varten. Ensiaputarvikkeista tulee löytyä ainakin laastareita, kylmäpusseja, siteitä isommille haavoille sekä silmänhuuhtelupulloja. Tarkastajan täytyy myös tarkistaa ensiaputarvikkeiden päiväykset.

Työskentelyvälineet täytyy tarkistaa jokaisella asemalla. Sähköaseman työskentelyvälineisiin kuuluu jännitteenkoetin, eristyssauvat, erilaisia avaimia, ”miehiä työssä”- kylttejä, lippusiimaa. Lisäksi sähköasemalla voidaan tarvita erottimien avaamiseen tarkoitettuja työkaluja, köyttä, maadoitusjohtimia tai muuta työskentelyyn tarvittavaa. Tarkastajien autoihin kuuluu myös joitain työskentelyvälineitä, joilla pystytään pienet viat ja puutteet korjaamaan tarkastuksen yhteydessä.

Sisäkytkinlaitoksen tarkastukseen kuuluu releiden kuittaus. Releet luetaan automaattisesti sähköaseman valvomosta, joten tarkastuksessa kuitataan hälytykset paikallisesti sähköasemalla. Releet kuitataan ”CLEAR”-napilla, joka sijaitsee releen käyttöpaneelistä kuvasta 15.

**Taulukko 5.** Sisäkytkinlaitokset tarkastukset

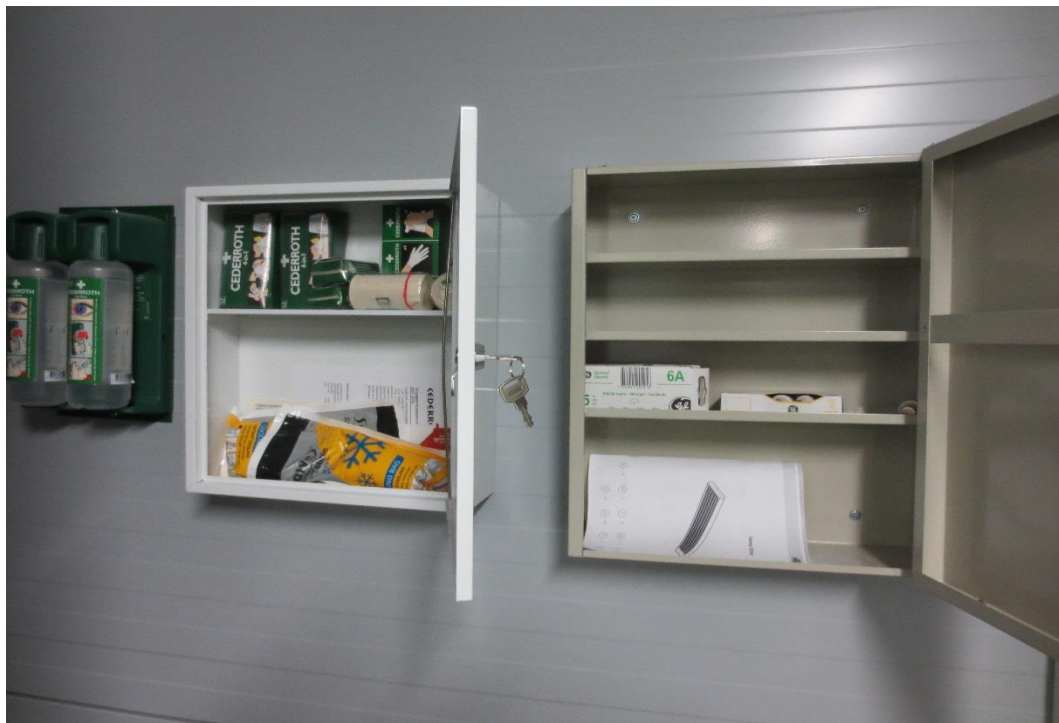
<b>Tarkastettava kohde</b>	<b>Tarkastettavat asiat</b>	<b>Yleiset viat</b>
Sähköaseman mekaaninen kunto	Perustusten kunto, katon ja räystäiden kunto	Vettä vuotanut sisälle, räystäät täynnä lehtiä, perustukset hajalla
Sähköaseman rakennuksen lukot	Toimivatko lukot moitteettomasti? Onko ruostetta?	Lukko ruosteessa tai ei toimi kunnolla
Sähköaseman lämpötila	Mikä on sähköaseman sisälämpötila?	Liian korkea tai matala lämpötila
Releiden hälytykset	Hälyttävätkö releet?	Releet kuitataan aina kun tarkastus tehdään
Ensiapuohjeet	Päivitetyt ensiapuohjeet seinällä	Ensiapuohjeet puuttuvat tai eivät sisällä osoitetta
Ensiaputarvikkeet	Kaikki tarvittavat ensiaputarvikkeet, ovatko päiväykset voimassa	Ensiaputarvikkeita puuttuu tai ovat vanhentuneita
Työskentelyvälineiden kunto	Kaikki työskentelyvälineet paikallaan	Työskentelyvälineitä puuttuu tai niissä on vikoja
Siivoustarve	Sähköaseman rakennuksen tilat	Sähköaseman tilat sotkuiset



**Kuva 15.** Sundomin aseman ABB REF615-releen käyttöpaneeli



**Kuva 16.** Sundomin aseman työskentelyvälineet



Kuva 17. Sundomin aseman ensiapuvälineet



Kuva 18. Ristinummen sähköaseman ensiapuohjeet

#### 4.2.6 Akuston tarkastukset

Akuston tarkastuksessa akkujen mekaaninen kunto tarkastetaan, eli akut katsotaan läpi ja tarkastetaan, että liittimet ovat paikallaan ja akkujen kotelot eivät ole hajalla. Akkuja on kahdenlaisia: kuiva-akkuja sekä nestetäytteisiä akkuja. Nestetäyteisten akkujen akkuveden määrä tarkistetaan, ja akkuvettä lisätään tarvittaessa. Akkuveden määrä pyritään pitämään mahdollisimman lähellä maksimia. Akkuvettä on sähköasemilla, myös tarkastajalla täytyy olla työautossaan akkuvettä varalla.

Akustoa tarkistettaessa merkitään ylös akuston latausjännite sekä latausvirta, jotka näkyvät akkukaappiin kytketystä mittarista. Akuston lataus- ja napajännitteelle on asetettu raja, joka riippuu akuston koosta, mutta esimerkiksi tavallisessa 10 akun akustossa se on 119.3–123.6 voltia. Akuston napajännite mitataan yleismittarilla ensimmäisen ja viimeisen akun navoista. Akkujen napajännitettä tarkkaillaan näiden tehtävien mittausten perusteella, ja jos napajännite laskee määritellyn rajan alle, akut joudutaan vaihtamaan uusiin. Myös mikäli laturin latausjännite laskee määritellyn rajan alle, latausjärjestelmä joudutaan uusimaan.

**Taulukko 6.** Akuston tarkastettavat kohteet

Tarkastettava kohde	Tarkastettavat asiat	Yleiset viat
Akuston latausjännite ja virta	Akuston latausjännite ja virta nähdään mittarista.	Liian matala tai korkea, arvo riippuu akuston suuruudesta
Akuston napajännite	Mitataan akuston napajännite yleismittarilla	Liian matala tai korkea, arvo riippuu akuston suuruudesta
Akuston akkuvesi	Akkuveden määrä	Liian vähän akkuvettä



**Kuva 19.** Akuston lataajan mittarin näyttö.

## 5 TYÖHÖN VALITUT SÄHKÖASEMAT

Vaasan Sähköverkko Oy:llä on sähköverkossaan yhteensä 22 sähköasemaa ja näistä 19 on muuntoasemana ja kolmea käytetään kytkinasemana. Työhön valittiin kaksi sähköasemaa, joita käytettiin esimerkkinä tarkastusohjelman tekoa ja tarkastuksen testaamista varten. Työhön valitut asemat olivat Sundomin ja Purolan sähköasemat. Asemat valittiin työhön, koska niiden erilainen tekniikka auttoi tekemään tarkastusohjelmasta mahdollisimman kattavan. Kyseisten sähköasemoiden läheinen sijainti helpotti myös testaamisvaiheessa ja asemilla pystyi vierailemaan useasti työn aikana. Tulevaisuudessa ohjelma pyritään laajentamaan koskemaan kaikkia asemia, jolloin pystytään käyttämään opinnäytetyössä luotua pohjaa.

### 5.1 Purolan sähköasema

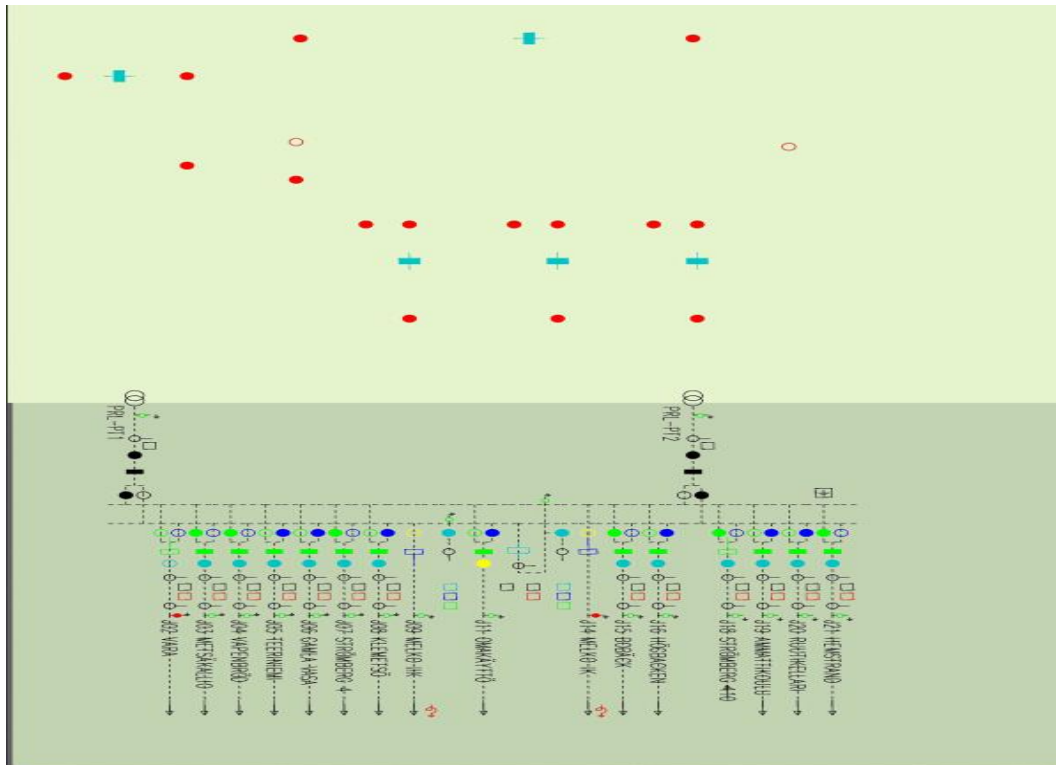
Purolan sähköasema on rakennettu vuonna 1990. Sähköasemalle on kuitenkin tehty muutoksia ja lisäyksiä myöhemmin, kuten vuonna 2017 asennettu sammutuslaitteisto. Purolan sähköasema on VSV:n isoimpia sähköasemia, sillä sähköaseman läpi kulkee kaksi 110 kV linjaa, jonka lisäksi yksi linja tulee aseman päämuuntajille, jotka muuntavat 110 kV jännitteen 20 kV jännitteeksi.

Sähköasema käsittää 16 johtolähtöä, joista yksi on varalla ja yksi sähköaseman omassa käytössä. Omakäyttömuuntajan kautta saadaan sähköasemalle valaistus sekä pystytään lataamaan akustoa. Purolan sähköaseman jakelualue kattaa isoja asuinalueita, kuten Metsäkallion, Teeriniemen ja Vanhan Vaasan.

Sähköaseman kiskojärjestelmä on kaksikiskojärjestelmä, jossa sekä muuntajat että johtolähdöt on kytketty molempiin kiskoihin katkaisijan kautta, joten tarvittaessa pystytään kytkemään irti toinen muuntaja, esimerkiksi huollon yhteydessä. Molemmat muuntajat siis syöttävät yhtä kiskoa. Kaikki lähdöt pystyttäisiin hoitamaan myös yhdellä päämuuntajalla ja tätä käytetään hyödyksi esimerkiksi silloin, kun päämuuntaja tai kiskosto joudutaan kytkemään irti vian tai huollon yhteydessä. Tässä tapauksessa kaikki irti kytkettävän muuntajan johtolähdöt siirretään katkaisijoiden kautta jännitteiselle kiskolle, jonka jälkeen ne irroitetaan jännitteettömästä kiskosta.



Kaksikiskojärjestelmässä johtolähtöjen ja muuntajien kytkentöjä on mahdollista muuttaa kuormituksessakin, mikä vähentää keskeytysten tarvetta. Kaksikiskojärjestelmän etuina ovat kunnossapitotöiden helppous ja helposti hoidettava korvattavuus. Purolan sähköaseman katkaisijoina käytetään SF6-katkaisijoita ja paineilmakatkaisijoita. Akusto koostuu kymmenestä 12V kuiva-akusta, jotka on kytketty sarjaan ja sijoitettu erilliseen akkukaappiin.



**Kuva 20.** Purolan sähköaseman kaavio Trimble NIS

## 5.2 Sundomin sähköasema

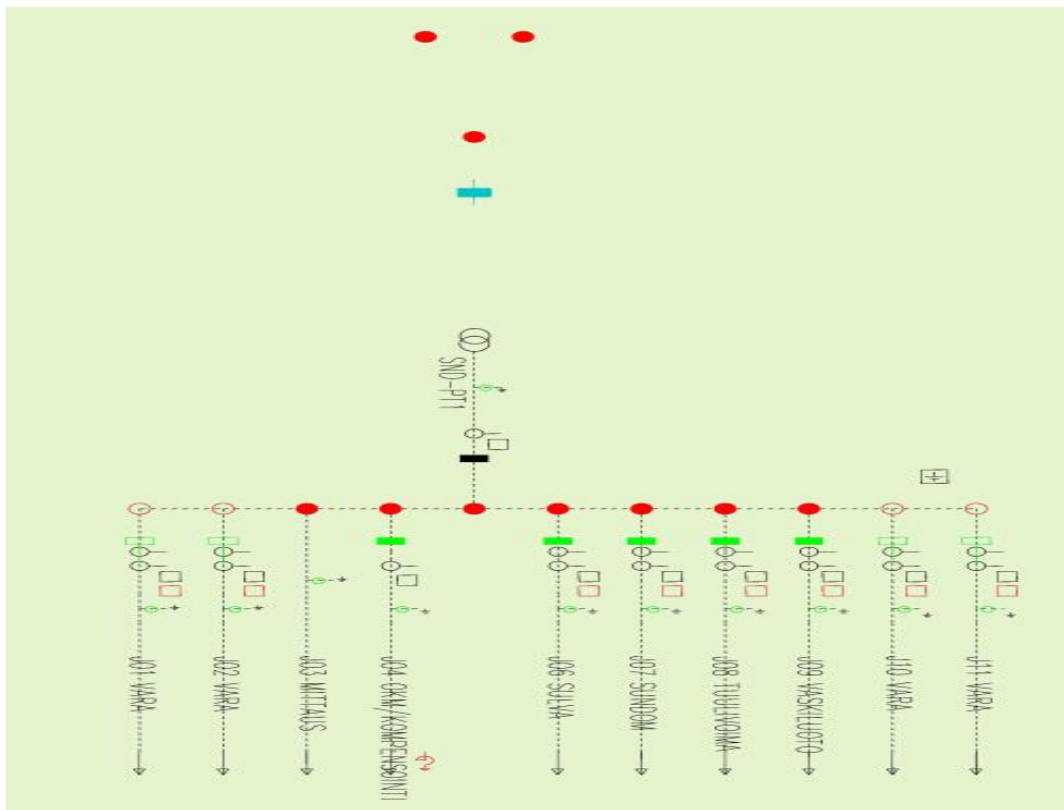
Sundomin sähköasema on rakennettu vuonna 2011 ja se on Vaasan Sähköverkko Oy:n uusimpia sähköasemia. VSV teetti kaikille sähköasemilleen perusteellisen tarkastuksen kesällä 2016, jossa ulkopuolinen työntekijä tarkasti kaikki sähköasemat. Sundomin asemalta ei tässä tarkastuksessa löytynyt mitään suurempia puutteita. Sundomin sähköaseman kuukausitarkastus pitäisi normaalioloissa olla



helppo tehdä, sillä komponentit ovat vielä uusia ja asema on rakennettu hyvin tiilavasti ja loogisesti.

Sundomin asemalta lähtee 10 johtolähtöä, joista neljä on varalla. Sähköasema syöttää osaa Vaskiluodosta sekä Sulvaa ja Sundomia. Sundomin asemaa syötetään myös Sundomin tuulivoimapuistosta, jonka maksimiteho on 3.6 MW. Yleensä ottaen sähköasema käyttää lähinnä tuulivoiman tuottamaa sähköä, sillä Sundomin sähköaseman johtolähtöjen perässä ei ole suuria asuinalueita eikä tehtaita.

Sundomin sähköasema on yksikiskojärjestelmä, eli sähköasemalla on yksi päämuuntaja, joka on kytketty yhteen kokoojakiskoon. Kuvassa 21 olevasta Sundomin sähköaseman pääkaavion kuvasta nähdään aseman sisältö. Ylhäällä olevat punaiset pisteet kuvaavat 110 kV erottimia ja sininen laatikko kuvaa suurjännitekatkaisijaa. Kompensointilaitteisto on sijoitettu erilliseen metalliseen koppiin sisäkytkinlaitoksen rakennuksen viereen.



**Kuva 21.** Sundomin aseman pääkaavio Trimble NIS

### 5.3 Purolan ja Sundomin sähköasemien eroavuudet tarkastuksessa

Purolan ja Sundomin sähköasemat ovat molemmat muuntoasemia, jolloin asemilta löytyvät komponentit ovat lähellä toisiaan. Sähköasemissa on kuitenkin eroja, jotka joutuu ottamaan huomioon tarkastusta tehdessä. Suurin ero näissä kahdessa asemassa on Purolan sähköasemalla käytetyt kaksikiskojärjestelmä verrattuna Sundomin sähköaseman yksikiskojärjestelmään. Purolassa on kaksikiskojärjestelmän myötä kaksi päämuuntajaa, jotka joudutaan tarkastamaan, kun Sundomin sähköasemalla on vain yksi päämuuntaja. Tästä syystä myös maasulun kompensointijärjestelmiä on asennettu Purolan asemalle kaksi kappaletta ja Sundomiin vain yksi.

Huomiota kiinnitetään myös sähköaseman sijaintiin ja esimerkiksi Purolan asema sijaitsee lähempänä asutusta ja on sen vuoksi alttiimpi varkauksille ja ilkivallalle, jolloin siihen on hyvä varautua, että kyseiseltä sähköasemalta todennäköisemmin on puutteita kuin kauempana asutuksesta sijaitsevalla asemalla.

Purolan ulkokytkinkentän suuren koon vuoksi sitä on hieman työläämpi tarkastaa, sillä katkaisijoita ja erottimia on huomattavasti enemmän kuin esimerkiksi Sundomin sähköasemalla. Purolan ulkokytkinkentällä on myös käytetty kahta erilaista katkaisijatyyppeä; SF<sub>6</sub>-katkaisijoita sekä vähäöljykatkaisijoita, jolloin kaasun paine tarkastetaan ja merkitään vain SF<sub>6</sub>- katkaisijoilta.

Akusto eroaa myös hieman työhön valituilla asemilla, sillä Purolan sähköasemalla käytetään kuiva-akkuja ja Sundomin sähköasemalla nestetäytteisiä akkuja. Akuston koko on molemmissa sama 10 akkua, jolloin jännitteelle asetetut vaatimukset ovat samat 119–123.6 V.

## 6 TRIMBLE NIS

Trimble NIS on verkkotietojärjestelmä verkko-omaisuuden analysointiin ja raportointiin. Ohjelmiston omistaa Trimble Inc. niminen yhdysvaltalainen yhtiö. Trimblen palvelut on kehitetty Suomessa ja ne on suunnattu sähköyhtiöille, vesihuoltoyhtiöille sekä kaukolämpöyhtiöille. /3/ Vaasan Sähköverkko Oy käyttää Trimblen järjestelmää suunnitteluun, kunnossapidon raportointiin, käyttöön, simulointiin ja verkostolaskentaan. Kaikki VSV:n omistamat verkot ja komponentit löytyvät järjestelmästä ja siihen päivitetään kaikki verkossa tehdyt muutokset.

Trimble ei osallistu itse NIS- järjestelmän ylläpitoon, eikä ohjelmasta löydy valmiita sisältöä, joten verkkoyhtiöt luovat haluamansa piirrosmerkit, havainnot, toimenpiteet sekä muut yhtiölle tarpeelliset valikot itse. Tästä syystä jokaisen yrityksen sähköverkko ja komponentit näyttävät hieman erilaisilta. Trimble on varsin toimiva ja monipuolinen työkalu, mutta sen käyttö vaatii opettelemista ja varsinkin pääkäyttäjän tehtävät vaativat perehtymistä.

Trimble MMS (Maintenance manager) osasovelluksella hoidetaan Vaasan Sähköverkko Oy:llä kaikki kunnossapidon raportoinnit. Ohjelmistosta löytyvät pienjänniteverkon ja suurjänniteverkon tarkastukset. Trimble-järjestelmä sopii kunnossapidon raportointiin, sillä sieltä pystytään näkemään komponenttien korjaushistoria, vikahistoria ja tarkastusajankohdat.

VSV-puolella kunnossapidon työntekijä tekee tarkastukseen ohjelman, jonka lataa kuvassa 22 näkyvälle tarkastustietokoneelle eli maastolaitteelle. Tarkastuksen suorittava henkilö synkronoi maastolaitteen, jolloin työt tulevat näkyviin tarkastuslaitteessa. Tarkastukseen käytettävä maastolaite täytyy olla Internetiin yhdistettynä, jolloin synkronoinnin yhteydessä tiedot siirtyvät langattomasti järjestelmässä laitteesta toiseen.

Kunnossapitotiedot näkyvät jokaisen komponentin ”kunnossapitotiedot”-välilehdellä. Valikon perässä oleva + merkki kuvaa, että komponentille on merkittynä jokin havainto/merkintä. Kuvassa 23 nähdään muuntamolle tehty takuutarastus ja siitä tehdyt havainnot. Keltaiseksi muuttuneet rivit ilmoittavat kom-

ponentin korjaustarpeesta ja liite-kohdassa oleva merkki tarkoittaa yleensä havainnon yhteyteen liitetystä kuvasta.

Jokaisen kohteen historia pystytään näkemään kyseisestä valikosta ja se auttaa esimerkiksi huoltojen suunnittelussa, sekä vikaantuneiden komponenttien tunnistamisessa. Kunnossapitotietoja pystytään lisäämään ja poistamaan tietokoneella, mikä on hyödyllistä silloin, kun esimerkiksi komponentti vaihdetaan uuteen. Tällöin komponentin vikahistoria ei koske enää kyseistä laitetta ja on turhaa säilyttää vanhaa komponenttia koskevaa tietoa järjestelmässä. Lisäksi jokaiselle kohteelle pystytään lisäämään teknisiä tietoja sekä kuvia kyseisestä komponentista, jolloin kunnossapidon henkilöstö näkee tietokoneeltaan kaiken tarpeellisen tiedon ja yrityksessä säästetään matkustamiseen menevä aika.

Trimblen ”kyselyjen hallinta”-valikkoa eli Finder-työkalua voidaan käyttää käyttäjän määrittelemien vikojen hakuun haluamaltaan alueelta. Finder-työkalulla pystytään luomaan itse erilaisia hakuja, joten se on käyttökelpoinen moniin eri hakutoimintoihin. Finder-työkalulla voidaan hakea esimerkiksi kiireellisyysasteen mukaan merkityt viat tai jokaisen aseman kaikki päämuuntajan viat. Työkalu auttaa kunnossapidon henkilöstöä näkemään samaan aikaan kaikki korjattavat viat ohjelman karttapohjalla, sekä poimimaan sieltä haluamansa viat. Näin pystytään havainnollistamaan kartalta erilaiset viat, esimerkiksi kiireellisyysasteen mukaan, ja viat tulevat näkyviin itse määritetyillä väreillä, kuten kuvan 24 ”tulokset”-valikossa näkyy.



Kuva 22. Panasonic FZ-61 /8/

Muuntamo, 4269, 113 - Peltikioskimuuntamo

Yleistiedot Tekniset tiedot Maadoitukset Sijainti Vapaat attribuutit -lista + Liitteet + Huomautus Kunnossapitotiedot + Mittauserä

Kohde  
Kiireellisyys Vähäinen huoltotarve Huomautus

Havainnot

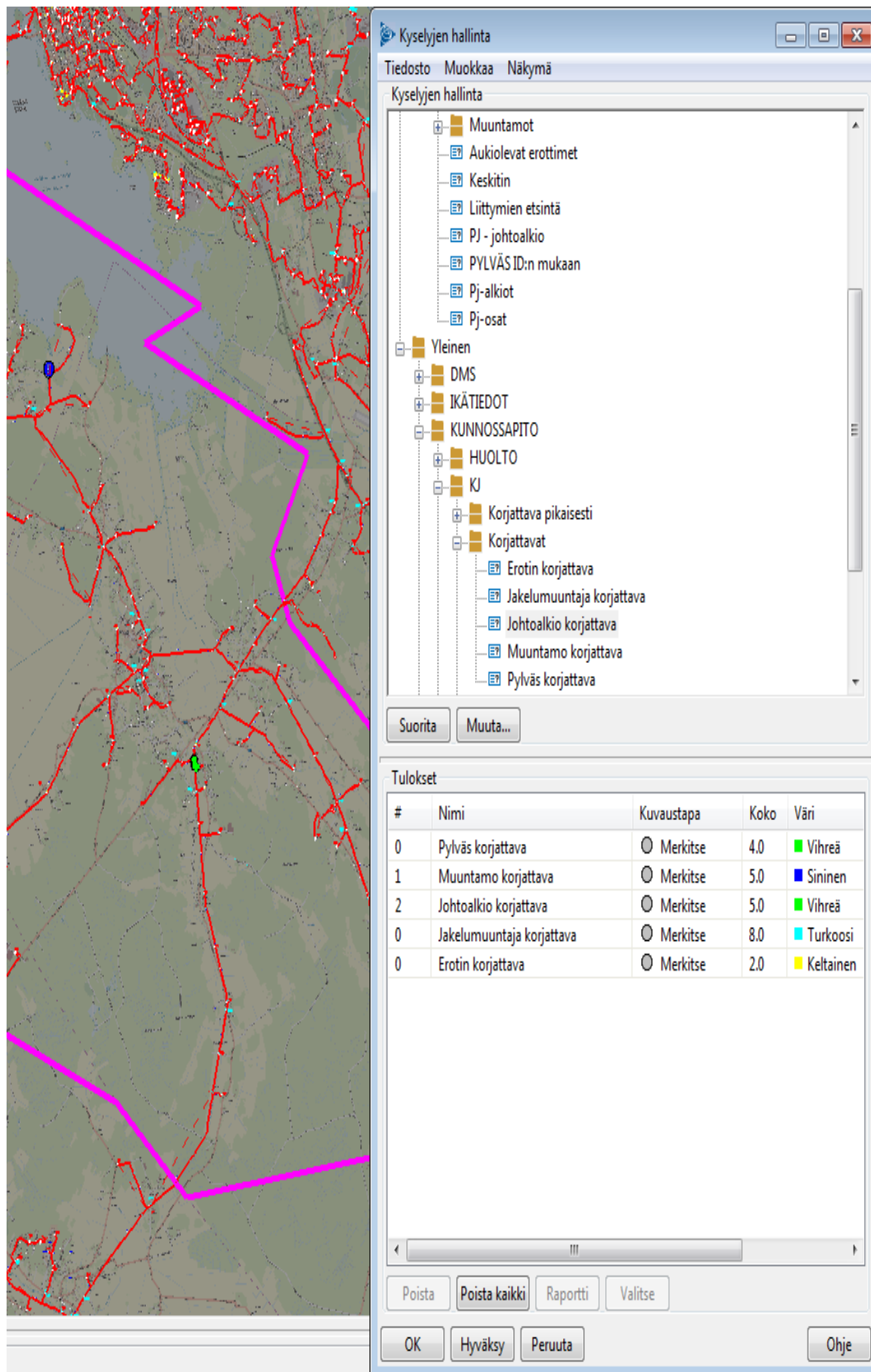
Liite	Tehty	Havainto	Arvo	Kiireellisyys	Huomautus
6d	19.07.2016	M Kannen maadoitus/lockjorden	korjattava/repareras	Vähäinen huolto...	kannen maadoituksella ei o
6d	19.07.2016	M Töhritty/målad	lievästi töhritty	Vähäinen huolto...	
6d	19.07.2016	A Kuntoindeksi 4	0 Uusi <10v	Ei toimenpiteitä	
6d	19.07.2016	A ID-tunnus/ID-märkning	kunnossa/ok	Ei toimenpiteitä	
6d	19.07.2016	M Hengenv. kilpi/livsf. skylt	kunnossa/ok	Ei toimenpiteitä	
6d	19.07.2016	M Huippuvirta	0.00 A	Ei toimenpiteitä	
6d	19.07.2016	M Kiskosto	kunnossa/ok	Ei toimenpiteitä	
6d	19.07.2016	M Maadoitus...	0.00	Ei toimenpiteitä	

Lisää... Muuta... Poista Näytä vain viat

Toimenpiteet

Liite	Määräpäivä	Tehty	Toimenpide	Tila	Tärkeys	Huomautus
↑		19.07.2016	M takuutarkastus	Valmis	-	

Kuva 23. Muuntamon kunnossapitotiedot



**Kuva 24.** Kyselyjen hallinta-valikko

## 7 TYÖN DOKUMENTOINTI

Sähköaseman kuukausitarkastuksen raportoinnista haluttiin tehdä mahdollisimman selkeä sekä tarkastajalle että VSV:n puolella tarkastuksen vastaanottavalle esimiehelle. Tarkastusohjelman teossa pyrittiin siihen, että jopa aloitteleva tarkastaja pystyisi seuraamaan maastolaitteen tarkastuslistaa ja tarkastamaan kaikki kohteet ilman erillistä opastusta. Varsinkin VSV:lle raportoinnin selkeys oli tärkeää, koska heillä ei ole omia tarkastajia, vaan kaikki tarkastukset tilataan ulkopuolisilta urakoitsijoilta.

Työn dokumentointi jaetaan kahteen osaan: työhön Trimble NIS -järjestelmässä sekä maastolaitteella tehtävään työhön. Kaikki työhön tehdyt määritelmät tehtiin tietokoneella Trimble NIS -ohjelmistossa, ja tarkastuslaitteella tarkistettiin työn toimivuus niin, että kaikki havainnot näkyivät listalla suunnitellusti.

### 7.1 Työ Trimble NIS -järjestelmässä

Työ alkoi määrittämällä ne havainnot, jotka täytyy tehdä sähköasemien kuukausitarkastuksessa. Havainnot tuli määritellä niin, että kuukausitarkastusten tekeminen olisi mahdollisimman selkeää ja yksinkertaista sekä tarkastajan että VSV:n kannalta. Havaintojen pohjana käytettiin aikaisemmin käytössä olleita paperisia tarkastuspöytäkirjoja. Tarkastusta pyrittiin uudistamaan siten, että ohjelmassa ei esiintyisi tarpeettomia havaintoja, joten vanhentuneet ja merkityksettömät kohdat jätettiin pois sähköisestä tarkastusohjelmasta. Uudesta ohjelmasta jätettiin pois esimerkiksi sähköasemien omakäyttömittarien ja laskurien seuranta, koska nykyisin ne pystytään lukemaan valvomosta.

Vaasan Sähköverkossa jo luoduista havainnoista osa näkyy kuvassa 25. Näitä olemassa olevia havaintoja pyrittiin käyttämään myös sähköaseman tarkastuksessa, mutta suurin osa havainnoista jouduttiin luomaan itse, sillä havainnot haluttiin spesifioida sähköaseman tarkastusta varten. Havainto kuvaa sitä, mitä komponentista tarkastetaan, ja havainnot kuvataan Trimble NIS:ssä silmälasymbolilla. Havainnot näkyvät ”Kunnossapitotiedot”-välilehdessä omassa taulukossaan. Toimenpiteet kuvaavat kohteelle tehtyä tarkastusta. Toimenpiteet näkyvät havainto-

taulukon alla omana taulukkonaan, ja näitä toimenpiteitä voivat olla esimerkiksi takuutarkastus tai sähköasematarkastus. Toimenpide kuvataan ohjelmistossa vasara-symbolilla. Toimenpide-taulukosta nähdään myös kaikki komponenteille tehdyt tarkastukset ja niiden ajankohdat.

Havainnot tehtiin kuvassa 26 näkyvässä ”Uusi havainto”-valikosta. Sähköasemille tehtävien havaintojen etuliitteeksi Trimble NIS -järjestelmässä laitettiin ”SA”. Kuvassa 28 havainnoille valitaan vain ne komponentit, joille kyseinen havainto halutaan tehdä, esimerkiksi päämuuntajan öljyn lämpötila voidaan havaita vain päämuuntajalta. Tässä valikossa havainnot siis pyrittiin jakamaan mahdollisimman tarkasti omille komponenteilleen, mikä vähentää ylimääräisten havaintojen listaa tarkastusohjelmassa.

”Luokitusvaihtoehto”-valikossa, joka näkyy kuvassa 26, valitaan komponentin tarkastuksen luokitukset. Luokitusvaihtoehtoiksi valittiin suurimpaan osaan komponenteista: kunnossa, korjattava ja korjattu. Tietyillä komponenteilla käytettiin myös luokituksia: tarkkailtava, lisättävä ja lisätty. Kuten kuva 26 havainnollistaa, ”kunnossa”-luokitus näkyy komponentin oletusarvona silloin kun siinä ei ilmene vikaa. Vika-arvoksi ja oletusarvoksi voidaan valita mikä tahansa luokitusvaihtoehtoista, mutta tässä työssä suurimmalle osalle havainnoista valittiin oletusarvoksi kunnossa ja vika-arvoksi korjattava. Osalle havainnoista valitaan numeroarvo, jolloin voidaan syöttää pelkästään luku. Tätä käytetään niissä havainnoissa, joiden mitta-asteikkoa mitataan numeroin, esimerkiksi akkujen mittauksissa ja lämpötilojen merkitsemisessä.

Havainnot pyrittiin järjestämään tarkastettavien kohteiden kannalta mahdollisimman loogisesti siten, että työ voitaisiin suorittaa tehokkaasti ja johdonmukaisesti. Havaintojen järjestys muokattiin loogiseksi ”Kuntotyypihierarkia”-valikossa, joka näkyy kuvassa 27. Loogiseksi tarkastusjärjestykseksi päätettiin tarkastuksen aloittaminen aidan kuntotarkastuksella, jonka jälkeen tarkastetaan ulkokenttä sekä sammutuskoppi, ja viimeisenä tarkastetaan sähköaseman kojeistorakennus sekä sen sisältämät komponentit.



Toimenpiteitä luotiin kaksi; sähköasematarkastus sekä sähköaseman päämuuntajan tarkastus. Sähköasematarkastuksen toimenpiteeseen liitettiin sisäkytkinlaitoksen havainnot, jotka nähdään kuvassa 27. Erottimien, katkaisijoiden, akkujen ja sammutuskojeiston havainnot lisättiin yksittäin kyseisten komponenttien alle, sillä niiden havainnot haluttiin säilyttää oman komponentin valikossa.

Haasteena oli jakaa havainnot eri komponenttien alle. Tämä ongelma tuli esille varsinkin releiden kanssa, sillä jokainen rele on digitoitu Trimble NIS -ohjelmistoon, ja tarkastajalle olisi työlästä kuitata jokainen yksittäinen rele tarkastetuksi. Kuittaamisesta aiheutuisi ylimääräistä työtä ja tarkastusohjelmasta tulisi sekava. Tämän ongelman ratkaisemiseksi havainnot sijoitettiin siten, että erottimien, katkaisijoiden, akkujen ja päämuuntajan havainnot tulevat oman symbolinsa valikkoon. Muut havainnot sijoitettiin sähköaseman valikkoon, kuten kuvassa 27 osittain näkyy.

Viimeisenä, kun kaikki havainnot ja toimenpiteet on luotu, ne liitetään tarkastustyöhön. Tässä työssä sähköaseman ja päämuuntajan havainnot liitettiin toimenpiteeseen jo kuvassa 25 olevassa valikossa, joten näiden kohdalla tarkastettavaksi siirretään kuvan 29 valikossa pelkästään koko toimenpide. Erottimien, katkaisijoiden, akuston sekä sammutuslaitteiston kohdalla tarkastettavat havainnot siirretään yksi kerrallaan tarkastettavien listaan.

Tarkastustyöt luodaan kuvassa 30 näkyvässä valikossa. Tarkastustöihin valitaan kaikki tarkastettavat kohteet, jotka halutaan liittää työhön. Tähän listaan valitaan vain ne kohteet joille lisätään havaintoja, sillä muuten tarkastajan maastolaitteessa näkyvä lista on pitkä ja tarkastettavia kohteita on työlästä ja hidasta löytää. Samasta valikosta lähetetään työt maastolaitteelle, ”kirjoita työmääräys”-valikon kautta.

Työtä käytiin testaamassa muutamaan kertaan ja kuvissa 31 - 33 nähdään havainnot, joita testitarkastuksessa tehtiin. Työtä testatessa huomattiin helposti, mikäli työstä löytyi vielä puutteita ja ne lisättiin tarkastuksen jälkeen ohjelmaan. Havainnot tulivat maastolaitteen puolelta VSV:n järjestelmään onnistuneesti.


	Nimi /	Mahdolliset arvot	Luonne	Oletusar
6d	A Haruksen kiinnitys	Luokitus	Havainto	ei rakent
6d	A Haruksen maadoitus	Luokitus	Havainto	ei rakent
6d	A Haruksen sijoitus/placering	Luokitus	Havainto	ei rakent
6d	A Harukset/stag	Luokitus	Havainto	ei rakent
6d	A Harusmerkit/stagribbor	Luokitus	Havainto	ei rakent
↑	A Helikopteritarkastus	Luokitus	Toimenpide : ...	
6d	A Hengenvaarakilpi	Luokitus	Havainto	ei rakent
6d	A ID-tunnus/ID-märkning	Luokitus	Havainto	kunnoss
↑	A Kunnossapitotarkastus / Underhållsgranskning	Luokitus	Toimenpide : ...	
6d	A Kuntoindeksi 4	Luokitus	Havainto	0 Uusi <
6d	A Lintukaari/fågelskyddsåge	Luokitus	Havainto	ei rakent
6d	A Lukitus/låsning	Luokitus	Havainto	kunnoss
↑	A Takuutarkastus	Luokitus	Toimenpide : ...	
6d	A Tark. standardi /standard	Luokitus	Havainto	A4-93 va
6d	A Varoitusrenkaat/gulband	Luokitus	Havainto	ei rakent
6d	A Ylijännitesuoja	Luokitus	Havainto	ei rakent
6d	E 20kV-kaapelit/kablar	Luokitus	Havainto	ei rakent
6d	E Asennonosoitus	Luokitus	Havainto	kunnoss
6d	E DDR-pääte/DDR ändbox	Kyllä/ei	Havainto	
6d	E Erotin muu vika/annat fel	Tekstiarvo	Havainto	
↑	E Erotinhuolto / Frånskiljarservice	Luokitus	Toimenpide : ...	
6d	E Erott. koskettimet/kontakter	Luokitus	Havainto	kunnoss
6d	E Erott. maadoitus	Luokitus	Havainto	kunnoss
6d	E Erottimen eristimet	Luokitus	Havainto	kunnoss
↑	E Erottimen koeajo / Frånskiljaren provkörning	Luokitus	Toimenpide : ...	
6d	E Kaapelipäätteet	Luokitus	Havainto	kunnoss
6d	E kipinäväli/gnistgap	Luokitus	Havainto	kunnoss
6d	E Muut maadoitukset	Luokitus	Havainto	kunnoss
6d	E Ohjainlaite/manöverdon	Luokitus	Havainto	kunnoss
6d	E Ohjausvarren eristin	Luokitus	Havainto	kunnoss
6d	E Ohjausvarret/manöverstänger	Luokitus	Havainto	kunnoss
6d	E Orren maadoitus/barrjordning	Luokitus	Havainto	kunnoss
6d	E Orsi ja eristimet	Luokitus	Havainto	kunnoss
6d	E Piiskat/frånskiljarpiskor	Luokitus	Havainto	kunnoss
↑	E Takuutarkastus	Luokitus	Toimenpide : ...	
6d	H Erottimen/katkaisijan rakenne ja koeajo	Kyllä/ei	Havainto	Ei


**Kuva 25.** VSV:n Trimble NIS- järjestelmässä jo olevat havainnot

**Havainto**

Nimi   Aktiivisessa käytössä

Kuvaus

Voidaan havaita kohteille  


Mahdolliset arvot  


Luokitusvaihtoehdot


Numero	Kuvaus	Oletusa...	Vika
0	kunnossa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	korjattava	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	korjattu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Vikojen korjaustoimenpiteet

Toimenpide	Korjattu arvo

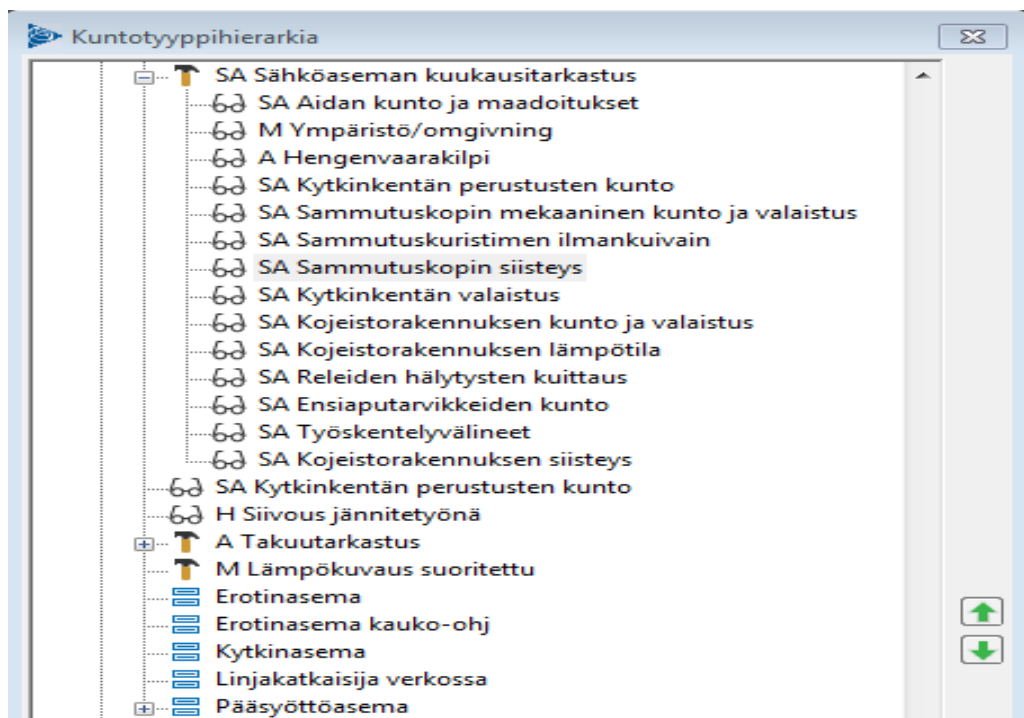
Selitteet  

Visualisointi  

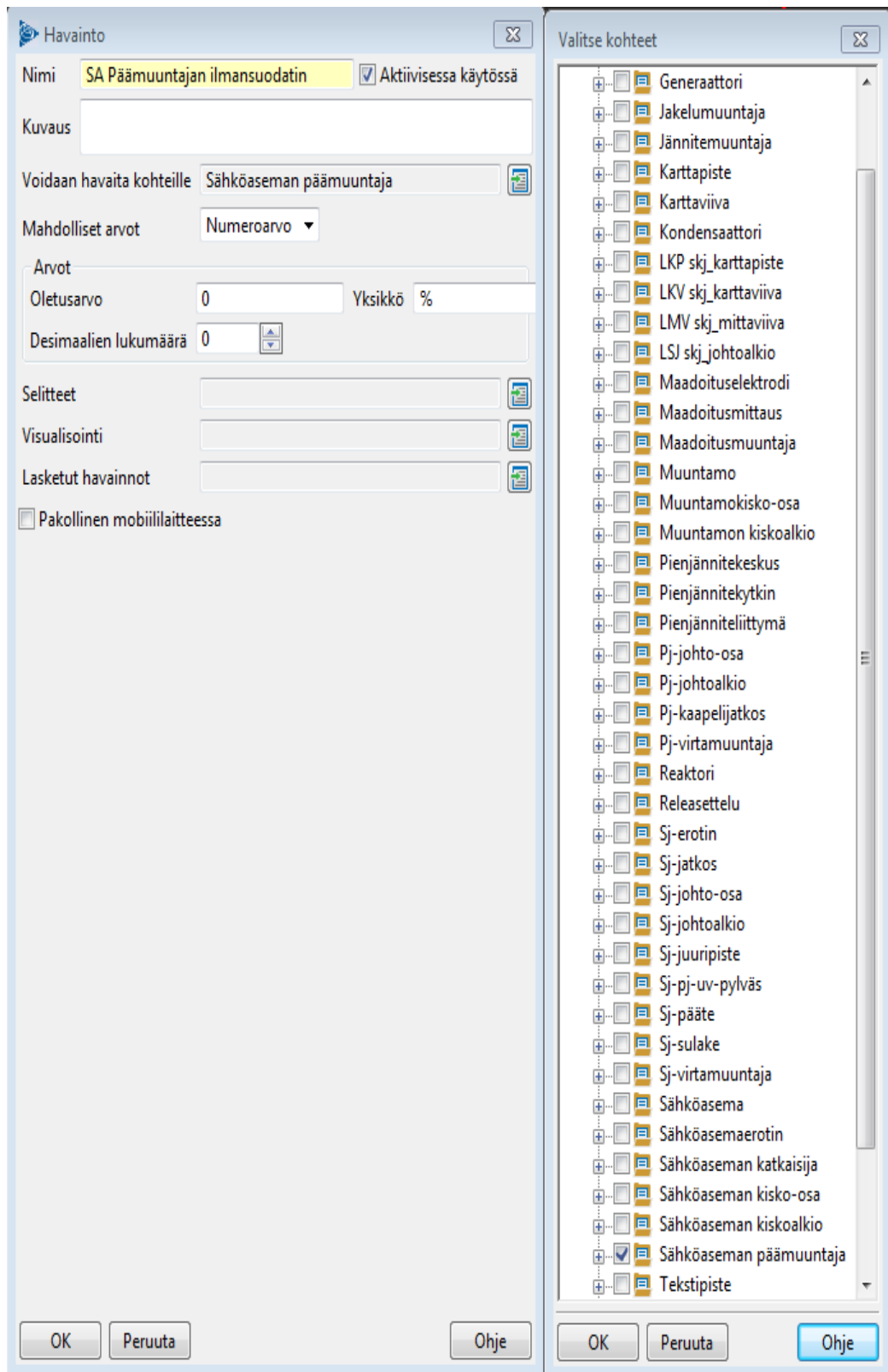
Lasketut havainnot  

Pakollinen mobiililaitteessa

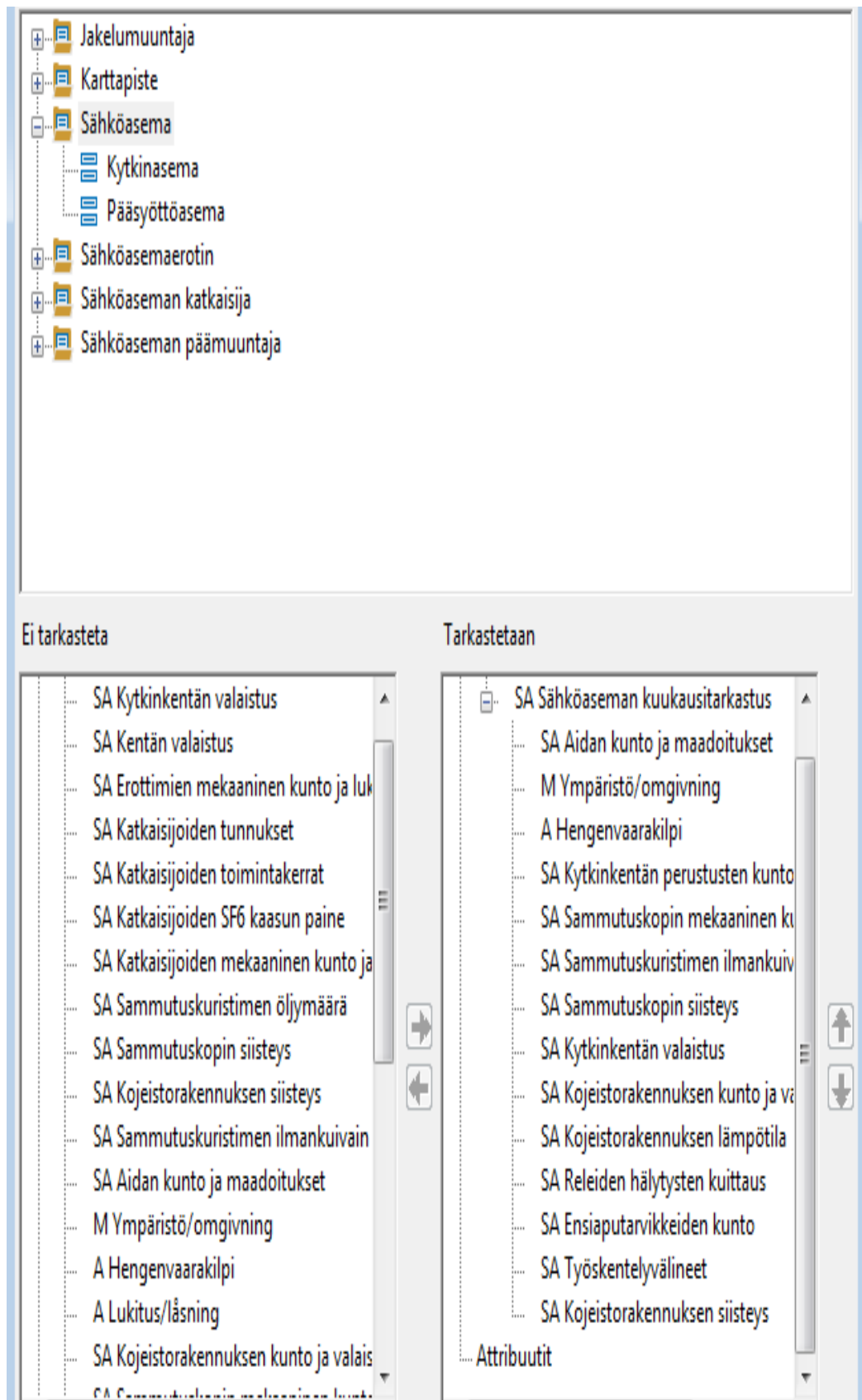
Kuva 26. ”Havaintojen luonti”-valikko



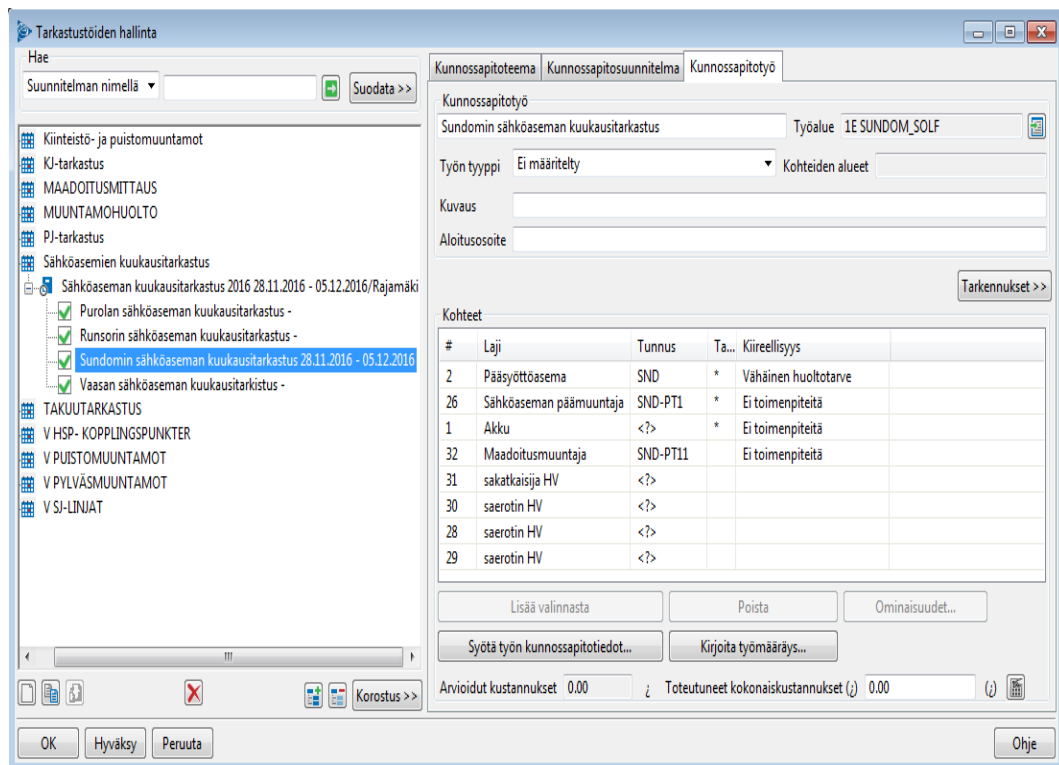
Kuva 27. Kuntotyypihierarkia



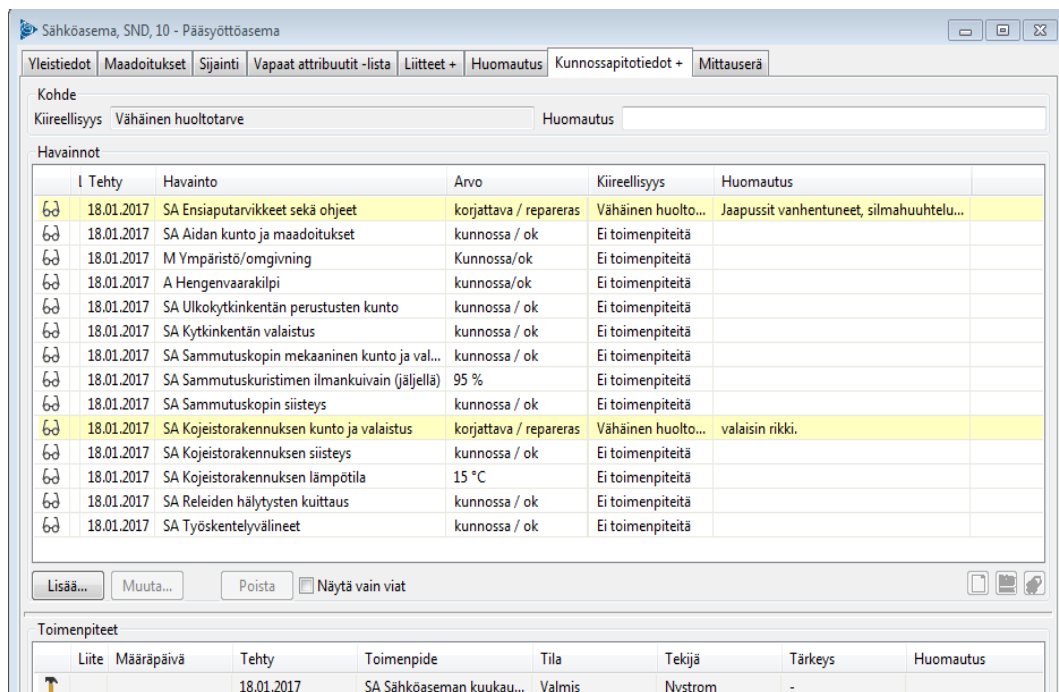
**Kuva 28.** Havainnon liittäminen komponenteille



**Kuva 29.** Kunnossapitoteeman kuntotyyppien havainnot



Kuva 30. Tarkastustöiden hallinta-valikko



Kuva 31. Pääsyttöaseman testitarkastus

Karttapiste, 7405 - Akku

Yleistiedot | Sijainti | Vapaat attribuutit -lista | Liitteet | Huomautus | Kunnossapitotiedot + | Mittauserä

Kohde  
Kiireellisyys Ei toimenpiteitä Huomautus

Havainnot

	L.	Tehty	Havainto	Arvo	Tek...	Kiireellisyys	Huom
6d		18.01.2017	SA Akkujen akkunesteet	kunnossa / ok	Ny...	Ei toimenpiteitä	
6d		18.01.2017	SA Akuston latausvirta	2 A	Ny...	Ei toimenpiteitä	
6d		18.01.2017	SA Akkujen latausjännite	122 V	Ny...	Ei toimenpiteitä	
6d		18.01.2017	SA Akuston napajännite	122 V	Ny...	Ei toimenpiteitä	
6d		18.01.2017	SA Akuston mekaaninen kunto	kunnossa / ok	Ny...	Ei toimenpiteitä	

Lisää... Muuta... Poista  Näytä vain viat

**Kuva 32.** Akun testitarkastus

Sähköaseman päämuuntaja, SND-PT1, 122 - Sähköaseman päämuuntaja

Yleistiedot | Tekniset tiedot | Impedanssit | Sijainti | Vapaat attribuutit -lista  
Liitteet | Huomautus | Kunnossapitotiedot + | Mittauserä

Kohde  
Kiireellisyys Ei toimenpiteitä Huomautus

Havainnot

	Tehty	Havainto	Arvo	Kiireellisyys	Huomautus
6d	18.01.20...	SA Päämuuntajan mekaaninen k...	kunnossa / ok	Ei toimenpiteitä	
6d	18.01.20...	SA Päämuuntajan öljyvuodot	kunnossa / ok	Ei toimenpiteitä	
6d	18.01.20...	SA Päämuuntajan öljyn lämpötila	21 °C	Ei toimenpiteitä	
6d	18.01.20...	SA Päämuuntajan käämien lämp...	22 °C	Ei toimenpiteitä	
6d	18.01.20...	SA Päämuuntajan ilmankuivain (...)	10 %	Ei toimenpiteitä	
6d	18.01.20...	SA Käämilytkimen toimintakerrat	4791 krt	Ei toimenpiteitä	

Lisää... Muuta... Poista  Näytä vain viat

Toimenpiteet

	Liite	Määräpäivä	Tehty	Toimenpide	Tila	Tekijä
↑			18.01.2017	SA Sähköaseman pääm...	Valmis	Nystrom

**Kuva 33.** Päämuuntajan testitarkastus

## 7.2 Tarkastukset maastolaitteella

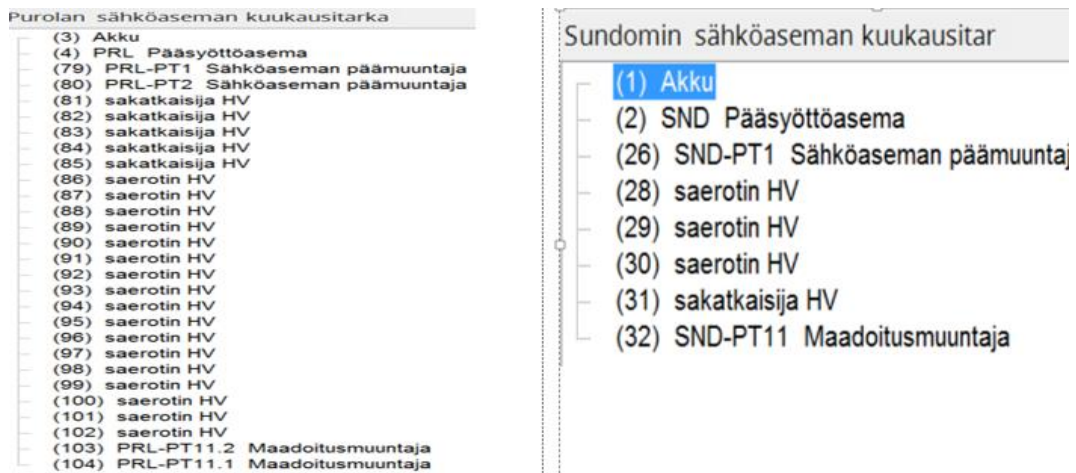
Maastolaitteella tarkastettiin luodun tarkastusohjelman toimivuus eli haluttiin varmistaa, että työt siirtyvät tarkastuslaitteelle moitteettomasti, eikä ongelmia esiinny, esimerkiksi havaintojen näkyvyydessä.

Maastolaitteella tarkastaminen tapahtuu offline-tilassa eli Internet-yhteyttä ei tarvita tarkastukseen. Offline-tarkastusta käytetään, koska se mahdollistaa tarkastuksen tekemisen silloinkin, kun verkko ei ole käytettävissä, esimerkiksi kellarien vahvojen betonirakenteiden vuoksi. Offline-tarkastuksessa myöskään havainnot eivät päivyty heti, jolloin esimerkiksi virheelliset merkinnät pystytään korjaamaan, eivätkä ne siirry VSV:n järjestelmään. Tietoja siirrettäessä maastolaitteeseen täytyy kytkeä Ethernet-kaapelilla verkkoon ja synkronoida, minkä jälkeen maastolaitteen tiedot voidaan ottaa käsittelyyn tietokoneille.

Kuvassa 34 näkyy Purolan sähköaseman sekä Sundomin sähköaseman tarkastuksen päävalikko. Päävalikossa näkyvät kaikki tarkastettavat komponentit, jotka kunnossapidon esimies on valinnut tarkastustyöhön. Katkaisijoiden ja erottimien lista on vielä puutteellinen, sillä ne digitoitiin työn loppuvaiheessa, jolloin tunnuksia ei ollut vielä lisätty komponenteille. Tarkastuksessa tunnuksukset tulevat komponenttien nimien perään, joten tarkastaja pystyy tarkistamaan tunnuksen perusteella, että merkinnät tulevat oikealle komponentille. Havainnot, joihin tarkastusmerkinnät tehdään, avautuvat näiden valikoiden alle, kuten kuvissa 35 – 38 näkyy.

Tarkastaja klikkaa havainnon vieressä olevaan laatikkoon rastin, kun kohde on tarkastettu, eikä siitä ole löytynyt mitään vikaa tai kommentoitavaa. Jos tarkastaja löytää komponentista vian, vaihtaa hän havainnon alla olevasta valikosta korjattava-tilaan, sekä asettaa vialle kiireellisyysasteen vian vakavuuden mukaan. Kun työ on tehty, tarkastaja vaihtaa työn tilan valmiiksi, jolloin synkronoinnin jälkeen työt siirtyvät Trimble NIS -järjestelmään VSV:n henkilökunnan luettaviksi.





**Kuva 34.** Purolan sekä Sundomin sähköasemien päävalikot

The screenshot shows the 'SA Sähköaseman kuukausitarkastus' (SA Substation Monthly Inspection) form. It contains several sections with dropdown menus and checkboxes for inspection status and actions:

- SA Aidan kunto ja maadoitukset:**  kunnossa / ok ... Ei toimenpiteitä
- M Ympäristö/omgivning:**  Kunnossa/ok ... Ei toimenpiteitä
- A Hengenvaarakilpi:**  kunnossa/ok ... Ei toimenpiteitä
- SA Ulkokytkinkentän perustusten kunto:**  kunnossa / ok ... Ei toimenpiteitä
- SA Kytkinkentän valaistus:**  korjattava / repareras ... Korjattava
- SA Kojeistorakennuksen kunto ja valaistus:**  kunnossa / ok ... Ei toimenpiteitä
- SA Kojeistorakennuksen siisteys:**  kunnossa / ok ... Ei toimenpiteitä
- SA Kojeistorakennuksen lämpötila (°C):**  18 T ... Ei toimenpiteitä
- SA Releiden hälytysten kuittaus:**  kunnossa / ok ... Ei toimenpiteitä
- SA Ensiaputarvikkeet sekä ohjeet:**  kunnossa / ok ... Ei toimenpiteitä
- SA Työskentelyvälineet:**  kunnossa / ok ... Ei toimenpiteitä
- SA Keskijännitekojeiston SF6 kaasus:**  kunnossa / ok ... Ei toimenpiteitä

**Kuva 35.** Sundomin sähköaseman sisäkytkinlaitoksen tarkastusvalikko

3 Akku

Merkitse kaikki  Merkitse kunnossapitotiedot >

SA Akun mekaaninen kunto

kunnossa / ok ... Ei toimenpiteitä

SA Akkujen akkuneestet

kuiva-akut ... Ei toimenpiteitä

SA Akun napajännite (V)

120.4 T ... Ei toimenpiteitä

SA Akkujen latausjännite (V)

120.6 T ... Ei toimenpiteitä

SA Akun latausvirta (A)

4 T ... Ei toimenpiteitä

A Kunnossapitotarkastus / Underhållsgranskning

Valmis  Ei voitu tehdä ...

---

103 PRL-PT11.2 Maadoitusmuuntaja

Merkitse kaikki  Merkitse kunnossapitotiedot >

SA Sammutuskopin mekaaninen kunto ja valaistus

korjattava / repareras !... Korjattava

SA Sammutuskopin siisteys

kunnossa / ok ... Ei toimenpiteitä

SA Sammutuskuristimen öljymäärä

kunnossa / ok ... Ei toimenpiteitä

SA Sammutuskuristimen ilmankuivain (%)

100 T ... Ei toimenpiteitä

A Kunnossapitotarkastus / Underhållsgranskning

Valmis  Ei voitu tehdä ...

**Kuva 36.** Purolan aseman akun sekä maadoitusmuuntajan tarkastusvalikko

30 saerotin HV

Merkitse kaikki  Merkitse kunnossapitotiedot >

Lähtö

T

Lähdön suunta

T

SA Erottimien mekaaninen kunto ja lukitukset

kunnossa / ok ... Ei toimenpiteitä

SA Erottimien tunnuksat

kunnossa / ok ... Ei toimenpiteitä

A Kunnossapitotarkastus / Underhållsgranskning

---

31 saktkaisija HV

Merkitse kaikki  Merkitse kunnossapitotiedot >

Lähtö

T

Lähdön suunta

T

SA Katkaisijoiden mekaaninen kunto ja lukitukset

kunnossa / ok ... Ei toimenpiteitä

SA Katkaisijoiden tunnuksat

kunnossa / ok ... Ei toimenpiteitä

SA Katkaisijoiden SF6 kaasun paine (MPa)

0 T ... Ei toimenpiteitä

SA Katkaisijoiden toimintakerrat (krt)

0 T ... Ei toimenpiteitä

**Kuva 37.** Erottimen sekä katkaisijan tarkastusvalikko

SA Sähköaseman päämuuntajan kuukausitarkastus

---

SA Päämuuntajan mekaaninen kunto

kunnossa / ok ... Ei toimenpiteitä

SA Päämuuntajan öljyvuodot

kunnossa / ok ... Ei toimenpiteitä

SA Päämuuntajan öljyn lämpötila (°C)

29 T ... Ei toimenpiteitä

SA Päämuuntajan käämien lämpötila (°C)

30 T ... Ei toimenpiteitä

SA Päämuuntajan ilmankuivain (jäljellä) (%)

40 T ... Ei toimenpiteitä

SA Käämikytkimen toimintakerrat (krt)

82399 T ... Ei toimenpiteitä

SA Käämikytkimen hengitysilmakuppi

kunnossa / ok ... Ei toimenpiteitä

SA Käämikytkimen ilmansuodatin (jäljellä) (%)

0 T ... Ei toimenpiteitä

SA Päämuuntajan ilmansuodattimen hengitysilmak...

kunnossa / ok ... Ei toimenpiteitä

SA Päämuuntajan öljyn määrä (°C)

0 T ... Ei toimenpiteitä

**Kuva 38.** Päämuuntajan tarkastusvalikko

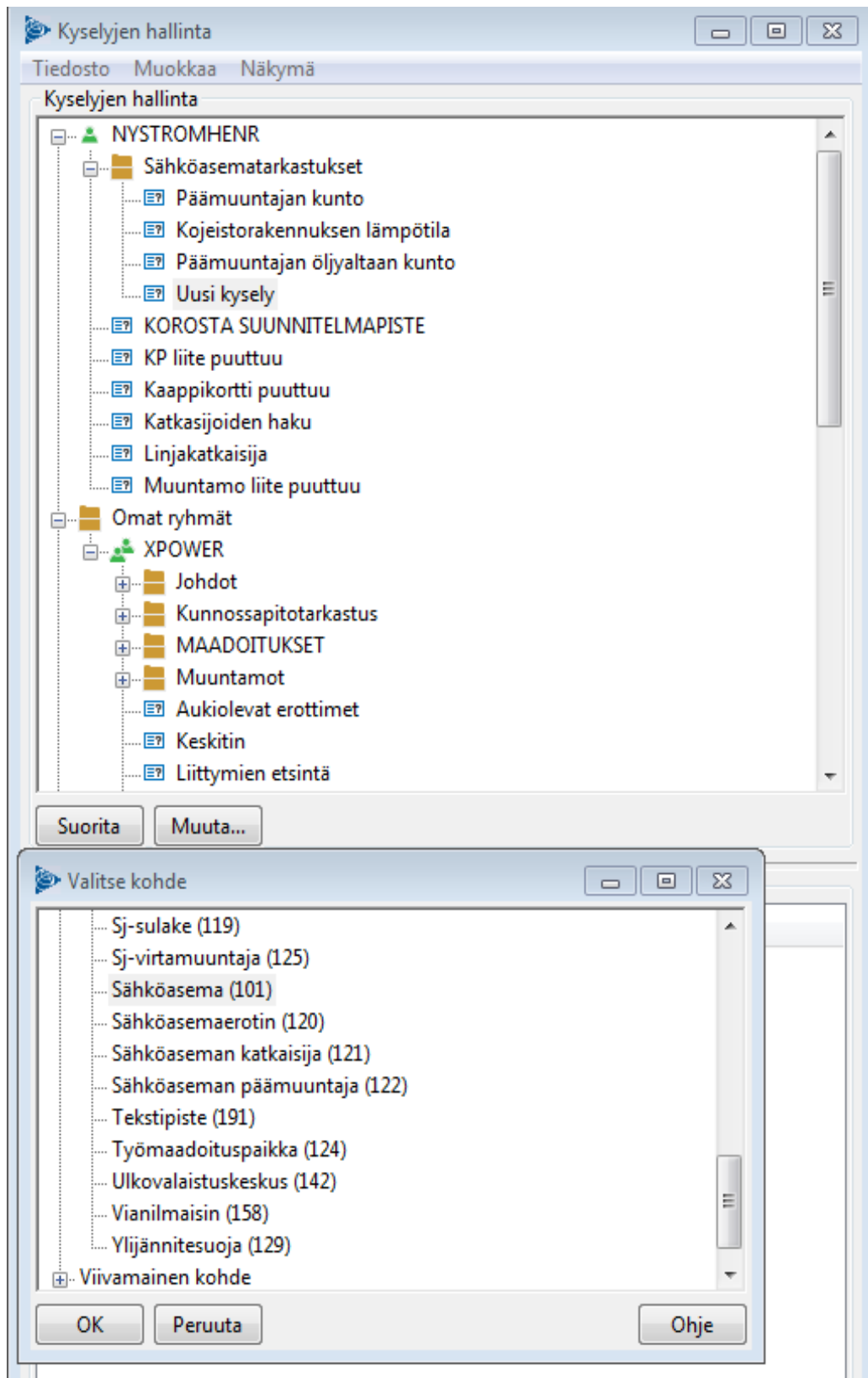
### 7.3 Kyselyjen hallintahakujen luominen

Viimeisenä vaiheena oli luoda sähköasemien kuukausitarkastuksille ”Kyselyjen hallinta”-haut. Nämä haut helpottavat ja nopeuttavat havaintojen tarkastelua sekä auttavat etsimään tarvittaessa tietyn tyyppistä vikaa. Hauista luotiin perushaut, joilla pystytään etsimään viat kiireisyysluokan mukaan sekä muutamia tarkempia hakuja, joita tullaan todennäköisesti tarvitsemaan tulevaisuudessa.

Haut määriteltiin kolmen kiireellisyysluokan mukaan: vähäinen huoltotarve, korjattava sekä korjattava pikaisesti. Näitä samantyyppisiä hakuja käytetään myös muun verkon vikoja haettaessa. Tästä esimerkkinä on kuvassa 40 luotu kysely, jossa etsitään sähköasemalta korjattavaa. Tässä kyselyssä etsittiin sisäkytkinlaitoksen vikoja, jotka esitellään kappaleessa 4.2.5. Sähköaseman hakuihin täytyi lisätä kiireellisyysluokan lisäksi JA- ehdolla pääsähköaseman laji, koska asemalla käytettiin muutamia yleisiä havaintoja, joten vikoja tuli esiin muualtakin kuin sähköasemilta. Tästä esimerkkinä ympäristön tarkastus sekä hengenvaarakilpien tarkastushavainnot, joita käytetään myös pien- ja suurjänniteverkon puolella.

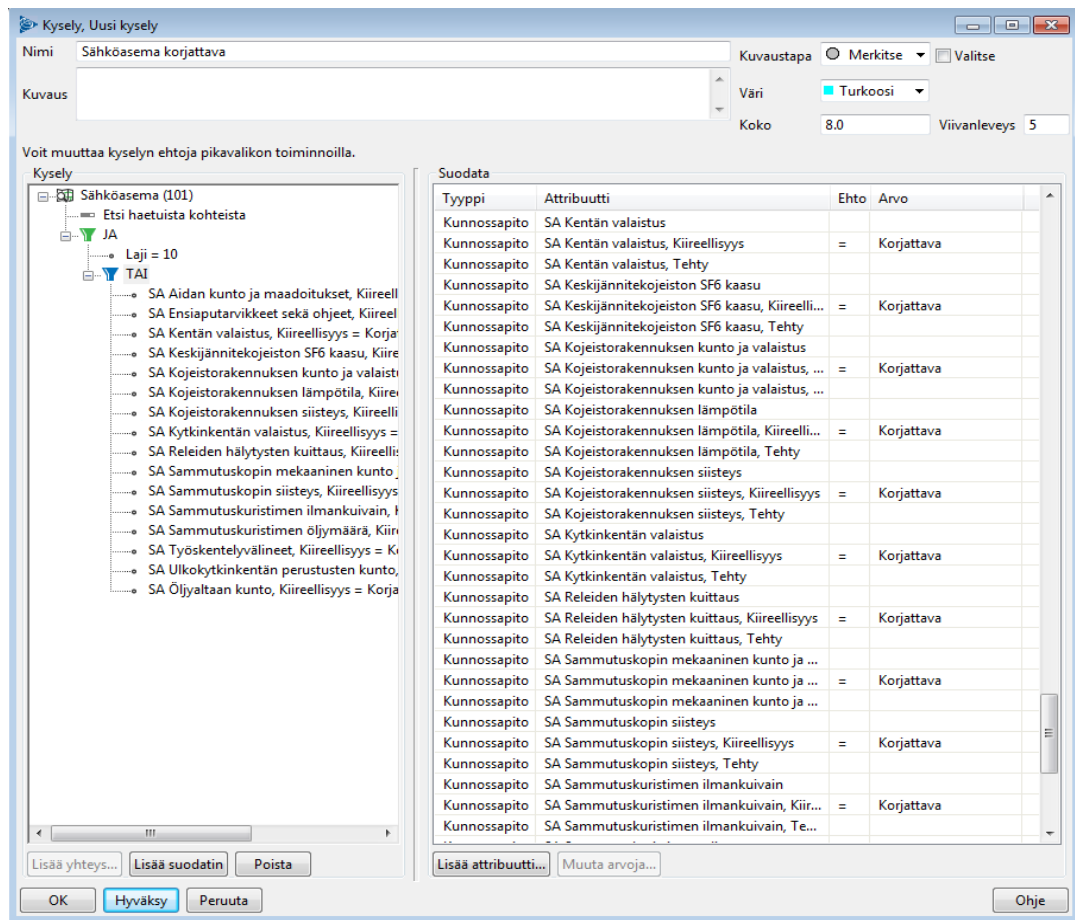
Lisäksi ohjelmaan tehtiin muutama tarkempi haku, jolla pystytään hakemaan tietyn tyyppistä vikaa. Esimerkkinä tehtiin kysely ilmansuodattimille, joissa kuivaa silicageeliä on jäljellä alle 10 %. Tässä kyselyssä valittiin ehdoksi ”pienempi kuin”-merkki ja arvoksi laitettiin 10 %. Vasemmalla olevasta valikosta täytyi valita ”TAP”, jolloin vika löydetään, kun mikä tahansa havainnosta täyttää alle 10 % ehdon.

Kuvassa 41 nähdään kaikki luodut haut jaettuna eri kansioihin kiireellisyysasteen perusteella. Jokaiselle komponentille tehtiin oma kansionsa, johon voidaan tulevaisuudessa luoda lisää yksityiskohtaisempia hakuja, esimerkiksi tietyn lämpötilan tai prosenttiyksikön mukaan.

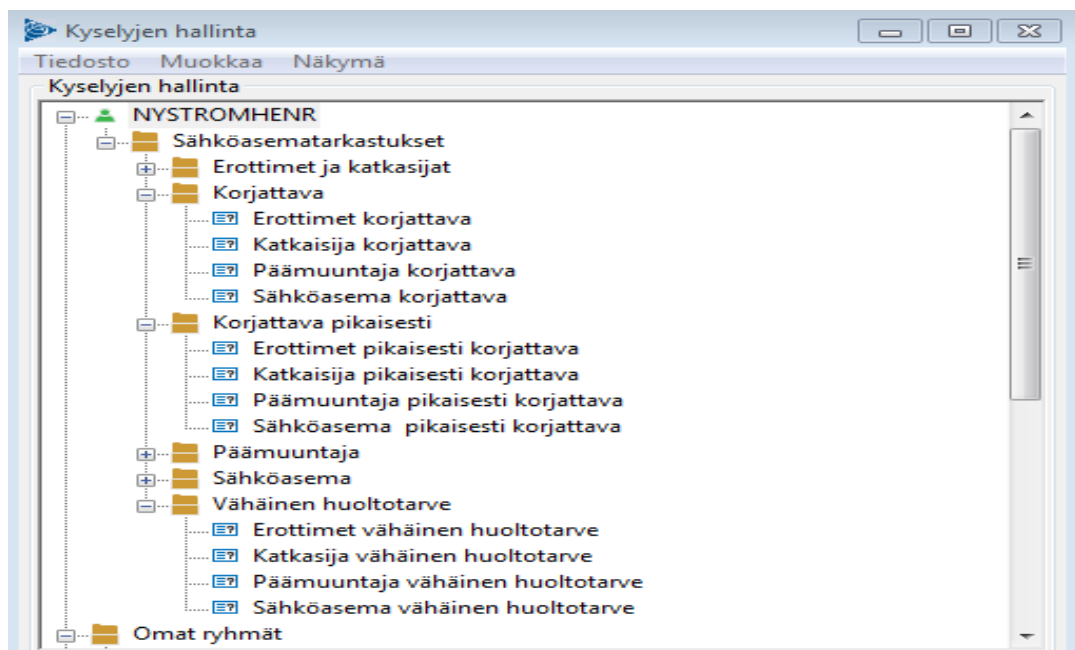


**Kuva 39.** Kyselyn luonti





Kuva 40. Sähköasemalle tehty ”korjattava”- kysely



Kuva 41. Työhön luodut kyselyt

## 8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli siirtyä sähköasemien paperisista tarkastuspöytäkirjoista tietokoneella tehtävään tarkastukseen ja luoda tähän sopiva tarkastusohjelma. Työtä tehtäessä pyrittiin syventymään sähköaseman toimintaan ja sähköasemalla käytettävään tekniikkaan. Työ oli toisinaan haastavaa, sillä asemien erilaisen tekniikoiden sekä rakennustavan vuoksi työtä oli muokattava kaikille sähköasemille sopivaksi. Tarkastusohjelmasta onnistuttiin luomaan hyvä ja kattava ohjelma, jota pystytään käyttämään jokaisen Vaasan Sähköverkko Oy:n omistaman sähköaseman tarkastuksessa.

Työtä tehdessä 110 kV verkon digitointi oli vielä kesken, mutta se saatiin digitoitua kahdelle työssä käytetylle sähköasemalle Trimble NIS -järjestelmään. Myös akuston ja sammutuskojeiston komponentit saatiin digitoitua näille asemille työn aikana, jolloin niille voitiin lisätä niistä tehdyt havainnot.

Opinnäytetyössä käytettiin esimerkkinä kahta sähköasemaa, mutta tulevaisuudessa VSV:n kaikki 22 sähköasemaa tullaan tarkastamaan maastolaitteella, jolloin paperisia tarkastuspöytäkirjoja ei enää tarvita. Tarkastusohjelman laajentaminen kaikkia sähköasemia koskevaksi on suhteellisen vaivatonta, sillä kaikki havainnot ja toimenpiteet koskevat jo jokaista asemaa. Ohjelmaan täytyy vain luoda jokaiselle asemalle oma työnsä ja lisätä työhön sähköasemalla olevat komponentit.

Tarkastusohjelma saavutti mielestäni kaikki sille asetetut tavoitteet, ja sitä voidaan ryhtyä käyttämään Vaasan Sähköverkko Oy:ssä sähköasemien tarkastukseen. VSV:n kunnossapitohenkilökunta pystyy myös muokkaamaan ohjelmaa halumallaan tavalla, vielä työn jälkeen, ennen kuin se otetaan virallisesti käyttöön sähköasematarkastuksissa.

## LÄHTEET

/1/ Elovaara, J. & Haarla, L. 2011. Sähköverkot II. Tallinna. Gaudeamus Helsinki University Press Oy Yliopistokustannus, HYY Yhtymä

/2/ Vaasan Sähköverkko Oy:n yritystietoja 2015. Vaasan Sähkö Oy:n verkkosivut. Viitattu 12.12.2016 <http://www.vaasansahko.fi/FI/Sisalto/Pages/Vaasan-Sähköverkko.aspx>

/3/ Trimble NIS verkkotietojärjestelmän esittely.

Viitattu 5.1.2017 <http://utilities.trimble.fi/trimble-nis-sahkoverkoille.html>

/4/ Mäkinen O. Vaasan ammattikorkeakoulun luentomateriaali. Sähköasemat.

/5/ Suomen standardisoimisliitto SFS. SFS 6001 Suurjännitesähköasennukset. 3. painos. SESKO ry.

/6/ Mäkinen O. Vaasan ammattikorkeakoulun luentomateriaali, Relesuojaus

/7/ Energiavirasto. Toimitusvarmuus.

Viitattu 15.12.2016 <https://www.energiavirasto.fi/toimitusvarmuus>

/8/ Panasonic verkkosivut. Toughpad tuote-esittely.

Viitattu 5.1.2017 <http://business.panasonic.fi/tietokoneratkaisut/toughpad/fz-g1>

/9/ ABB verkkosivut, Kompensointilaitteisto. Viitattu 10.2.2017 <http://www.abb.fi/cawp/seitp202/8db59826795aa92dc12579410045bd12.aspx>

/10/ Verkkonen V. Vaasan ammattikorkeakoulun luentomateriaali, Muuntajat,

/11/ Inspectan verkkosivut. Osittaispurkausmittaukset. Viitattu 20.2.2017 <http://www.inspecta.com/Documents/Finland/Esitteet/Osittaispurkausmittaus.pdf?epslanguage=fi>

/12/ Isomäki, R (2010). Opinnäytetyö, Sammutetun keskijänniteverkon kompensointilaitteiston lisävastuksen ohjaus. Vaasa. Vaasan ammattikorkeakoulu.

/13/ Isaksson, J (2011). Opinnäytetyö, Sähköasemien kunnossapito. Helsinki, Metropolia ammattikorkeakoulu

/14/ Pylkkö, S (2016). Opinnäytetyö, Leväsen sähköaseman maasulkuvirran lisäkompensoinnin suunnittelu, Kuopio, SAVONIA-ammattikorkeakoulu



/15/ Suuronen, M (2006). Opinnäytetyö, Maadoituksen mittaustapojen soveltuvuuden arviointi, Tampere, Tampereen ammattikorkeakoulu

/16/ Suomen standardisoimisliitto. SFS6001 lisäykset. Viitattu 14.3.2017

[http://www.sesko.fi/viestit\\_ja\\_vinkit/uutisarkisto/arkisto\\_2015/heina-syyskuu\\_2015](http://www.sesko.fi/viestit_ja_vinkit/uutisarkisto/arkisto_2015/heina-syyskuu_2015)

# LIITE 1. Purolan sähköaseman kunnossapitotarkastuksen pöytäkirja

1

## PUROLAN SÄHKÖASEMA KUNNOSSAPITOTARKASTUS

### ULKOKENTTÄ 110kV

Yleinen järjestys ja siisteys.....  
 Valaistus.....  
 Aidan kunto ja varoituskyltit (< 5 cm).....  
 Ovien ja porttien lukitus.....  
 Perustukset ja teräsrakenteet.....  
 Kiskot, eristimet, tukiköydet ym. köydet.....  
 Jakokaapit (myös lämmitysvastukset).....

OK

HUOMAUTUS

### MUUNTAJA PT1

Muuntajan yleistark. (ölj.vuod.,ääni ym.).....  
 Paisuntasäiliön öljypinta.....  
 Ilmakuivain .....  
 Hengitysilma kuppi.....  
 Lämmitysvast. (ohjain ja kytkentäkotelo).....  
 Ylijännitesuoja .....  
 YJ ja AJ liittynät.....  
 Käämikytin - asento.....  
 - toimintojen määrä.....  
 Öljynerotuskaivo.....  
 Öljylämpötila.....  
 Käämilämpötila.....

\_\_\_\_\_ % jäljellä

\_\_\_\_\_ krt

\_\_\_\_\_ krt

\_\_\_\_\_ C

\_\_\_\_\_ C

### MUUNTAJA PT2

Muuntajan yleistark. (ölj.vuod.,ääni ym.).....  
 Paisuntasäiliön öljypinta.....  
 Ilmakuivain .....  
 Hengitysilma kuppi.....  
 Lämmitysvast. (ohjain ja kytkentäkotelo).....  
 Ylijännitesuoja .....  
 YJ ja AJ liittynät.....  
 Käämikytin - asento.....  
 - toimintojen määrä.....  
 Puhaltimien toiminta .....  
 Öljynerotuskaivo.....  
 Öljylämpötila.....  
 Käämilämpötila.....

\_\_\_\_\_ % jäljellä

\_\_\_\_\_ krt

\_\_\_\_\_ krt

\_\_\_\_\_ C

\_\_\_\_\_ C

### Erotin E01 Q1

Yleistarkastus.....  
 Lämmitysvastus.....

### Katkaisija E 01 Q0 ASEA HLR

Yleistarkastus.....  
 Kaik.pilareiden öljytaso L1 - L3.....  
 Vaimennin (öljyvuodot).....  
 Lämmitysvastukset.....  
 TYPPI-paine L1 - L3.....

0,46 - 0,51 Mpa

L1 \_\_\_\_\_ Mpa

L2 \_\_\_\_\_ Mpa

L3 \_\_\_\_\_ Mpa

\_\_\_\_\_ krt

Toimintalaskurin lukema.....

### Virtamuuntajat E01 T1-T3

Yleistarkastus (vuodot, öljymäärä, paineet).....

Tarkastuksen suorittaja

Pvm

## PUROLAN SÄHKÖASEMA KUNNOSSAPITOTARKASTUS

	OK	HUOMAUTUS
<b>Erotin E01 Q3</b>		
Yleistarkastus.....	<input type="checkbox"/>	
Lämmitysvastus.....	<input type="checkbox"/>	
<b>Erotin E01 Q4</b>		
Yleistarkastus.....	<input type="checkbox"/>	
Lämmitysvastus.....	<input type="checkbox"/>	
<b>Jännitemuuntajat E02 T4-T6</b>		
Yleistarkastus (vuodot, öljymäärä, paineet).....	<input type="checkbox"/>	
<b>Erotin E02 Q1</b>		
Yleistarkastus.....	<input type="checkbox"/>	
Lämmitysvastus.....	<input type="checkbox"/>	
<b>Katkaisija E 02 Q0</b>		
Yleistarkastus.....	<input type="checkbox"/>	
Vaimennin (öljyvuodot).....	<input type="checkbox"/>	
Lämmitysvastukset.....	<input type="checkbox"/>	
Toimintalaskurin lukema .....		_____ krt
SF6-paine .....		_____ Mpa
<b>Virtamuuntajat E02 T1-T3</b>		
Yleistarkastus (vuodot, öljymäärä, paineet).....	<input type="checkbox"/>	
<b>Erotin E02 Q3</b>		
Yleistarkastus.....	<input type="checkbox"/>	
Lämmitysvastus.....	<input type="checkbox"/>	
<b>Erotin E02 Q4</b>		
Yleistarkastus.....	<input type="checkbox"/>	
Lämmitysvastus.....	<input type="checkbox"/>	
<b>Erotin E03 Q1</b>		
Yleistarkastus.....	<input type="checkbox"/>	
Lämmitysvastus.....	<input type="checkbox"/>	
<b>Katkaisija E 03 Q0 ASEA HLR</b>		
Yleistarkastus.....	<input type="checkbox"/>	
Katkaisijapilareiden öljytaso.....	<input type="checkbox"/>	
Vaimennin (öljyvuodot).....	<input type="checkbox"/>	
Lämmitysvastukset.....	<input type="checkbox"/>	
TYPPI-paine L1 - L3.....	0,46 - 0,51 Mpa	L1 _____ Mpa
		L2 _____ Mpa
		L3 _____ Mpa
Toimintalaskurin lukema .....		_____ krt
<b>Virtamuuntajat E03 T1-T3</b>		
Yleistarkastus (vuodot, öljymäärä, paineet).....	<input type="checkbox"/>	
<b>Erotin E03 Q3</b>		
Yleistarkastus.....	<input type="checkbox"/>	
Lämmitysvastus.....	<input type="checkbox"/>	
<b>Erotin E03 Q4</b>		
Yleistarkastus.....	<input type="checkbox"/>	
Lämmitysvastus.....	<input type="checkbox"/>	

Tarkastuksen suorittaja

Pvm

## LIITE 2. Purolan sähköaseman kuukausitarkastus pöytäkirja

### PUROLAN SÄHKÖASEMA KUUKAUSI TARKASTUS

1

#### ULKOKENTTÄ 110kV

Yleinen järjestys ja siisteys.....  
 Aidan kunto ja varoituskyltit (< 5 cm).....  
 Ovien ja porttien lukitus.....

OK


#### HUOMAUTUS

#### MUUNTAJA PT1

Muuntajan yleistark.(ölj.vuod.,ääni ym.).....  
 Paisuntasäiliön öljypinta.....  
 Ilmakuivain .....  
 Hengitysilmakuppi.....  
 Öljylämpötila .....  
 Käämilämpötila .....  
 Käämikytimen toimintakerrat.....


\_\_\_\_\_ % jäljellä

PT1 \_\_\_\_\_ C

PT1 \_\_\_\_\_ C

\_\_\_\_\_

#### MUUNTAJA PT2

Muuntajan yleistark.(ölj.vuod.,ääni ym.).....  
 Paisuntasäiliön öljypinta.....  
 Ilmakuivain .....  
 Hengitysilmakuppi.....  
 Öljylämpötila .....  
 Käämilämpötila .....  
 Käämikytimen toimintakerrat.....


\_\_\_\_\_ % jäljellä

PT2 \_\_\_\_\_ C

PT2 \_\_\_\_\_ C

\_\_\_\_\_

#### Katkaisija E 01 Q0

Yleistarkastus.....  
 Katk.pilareiden öljytaso L1 - L3 .....  
 Vaimennin (öljyvuodot).....  
 TYPPI-paine L1 - L3 .....  
 Toimintalaskurin lukema .....


Pitää olla vihreällä alueella

0,3 - 0,7 Mpa \_\_\_\_\_ krt

#### Katkaisija E 02 Q0

Yleistarkastus.....  
 Vaimennin (öljyvuodot).....  
 Toimintalaskurin lukema .....  
 SF6-paine .....


\_\_\_\_\_ krt

\_\_\_\_\_ Mpa

#### Katkaisija E 03 Q0

Yleistarkastus.....  
 Katkaisijapilareiden öljytaso.....  
 Vaimennin (öljyvuodot).....  
 TYPPI-paine L1 - L3 .....  
 Toimintalaskurin lukema .....


Pitää olla vihreällä alueella

0,3 - 0,7 Mpa \_\_\_\_\_ krt

Tarkastaja \_\_\_\_\_

pvm \_\_\_\_\_